

# Cobots

Hvad, hvornår og hvordan

Arbejds miljø i industrien



bfa-i.dk



Denne vejledning er finansieret af BFA Industri, der er industriens parterers fora for samarbejde om initiativer til forbedring af virksomhedernes arbejdsmiljøindsats. Indholdet er udtryk for parternes fælles holdning til emnet. Dette er en generel vejledning. Der kan derfor være konkrete forhold i netop jeres virksomhed, som gør at I bør kontakte en autoriseret arbejdsmiljørådgiver.

Dette materiale og alle andre aktuelle udgivelser fra BFA Industri, som omhandler et godt og sikkert arbejdsmiljø, kan fås ved henvendelse til organisationerne og downloades fra [www.bfa-i.dk](http://www.bfa-i.dk).

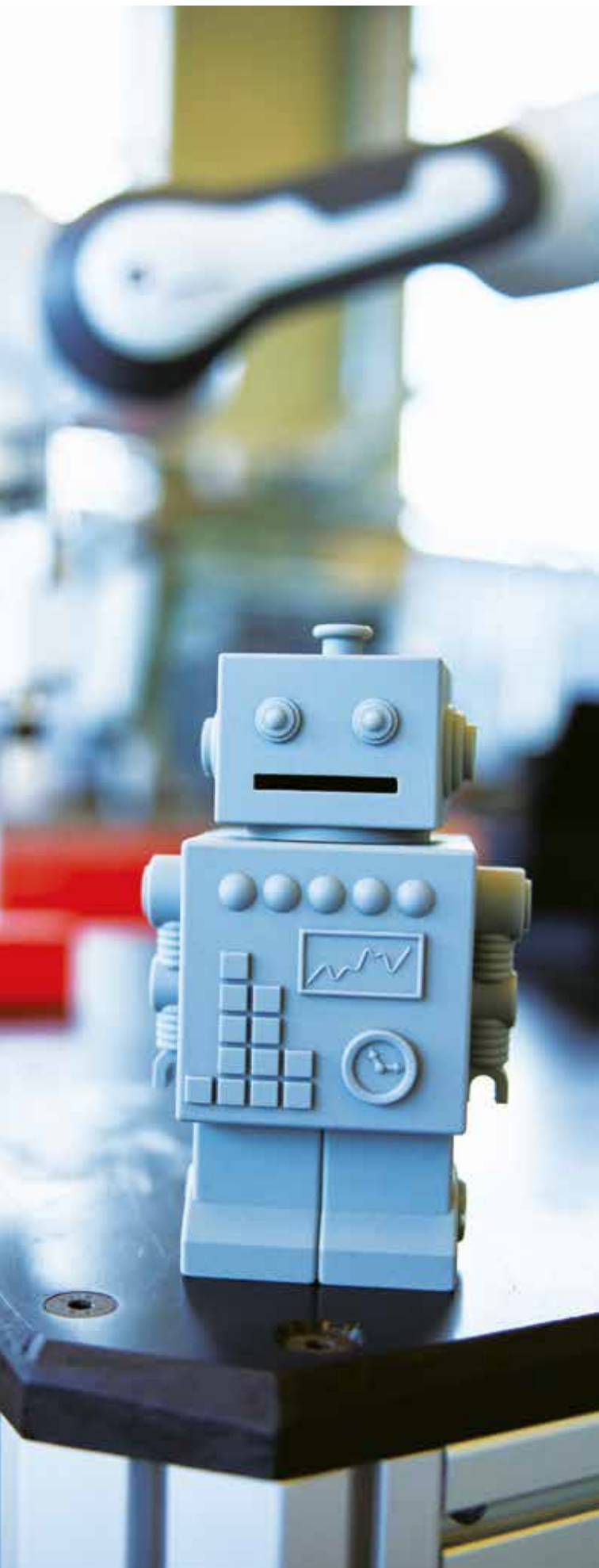
Arbejdstilsynet har haft BFA-vejledningen til gennemsyn og finder, at dets indhold, herunder tekst og billeder, der knytter sig til arbejdsmiljøforhold, opfylder de krav, der følger af arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og gør opmærksom på, at der kan være arbejdsmiljøproblemstillinger og -krav, der ikke er behandlet i vejledningen. Arbejdstilsynet har gennemgået vejledningen i overensstemmelse med regler og praksis pr. august 2023.



[bfa-i.dk](http://bfa-i.dk)

Layout, produktion og tryk: Cornflake Design · Trykt på miljøvenligt papir  
Oplag: 2.000 ekspl. · September 2023 · ISBN: 978-87-94489-01-0





## Indhold

### 4

Indledning

### 5

Hvad er en cobot?

### 6

Brug af cobots

### 7

De vigtigste regler og standarder

### 8

Metoder til sikkert samarbejde

### 12

Gør cobots til en arbejdsmiljøgevinst

### 16

Tag cobotten i brug på en sikker måde

### 20

Hvordan kommer I videre?

### 23

Tjeklister

### 26

Henvisninger

# Indledning

Denne vejledning er til virksomheder, der bruger eller planlægger at bruge cobots i produktionen, og gerne vil sikre sig at de anvendes sikkert. Vejledningen er især rettet mod arbejdsmiljøorganisationen og andre, der skal sikre hensyn til arbejdsmiljøet.

Vejledningen kan læses som en praktisk guide til både sikkerhedsmæssige overvejelser, opmærksomhedspunkter samt processer og beslutninger i virksomheden, der har betydning for en smidig og sikker brug af cobots.

Med cobots får virksomheden fordelene ved automatisering af tunge og eller belastende arbejdsfunktioner. Cobot er desuden nemmere at installere og programmere end mange andre robotter, hvilket gør dem mere fleksible. De er lavet til at fungere tæt på mennesker og kommer derfor med en del sikkerhedsfunktioner. Men cobots er også avancerede maskiner, der kan udgøre en sikkerhedsrisiko, hvis ikke anvendelsen er tænkt godt igennem.

Det er derfor vigtigt, at medarbejdere i virksomheder, der overvejer at indføre cobots, får kendskab til både muligheder og risici ved anvendelse af cobots. Ansatte der skal betjene eller arbejde sammen med cobots, kan derfor også have glæde af denne vejledning.

Hvor det er relevant, vil der undervejs blive henvist til andre vejledninger fra BFA Industri m.fl. der på forskellig enten uddyber indholdet eller beskriver supplerende aspekter i forbindelse med indførelse af ny teknologi.

*Eksempel på en cobot i arbejde.*



# Hvad er en cobot?

En cobot er en samlet installation, som kan arbejde tæt på eller sammen med mennesker.

En cobot består typisk af:

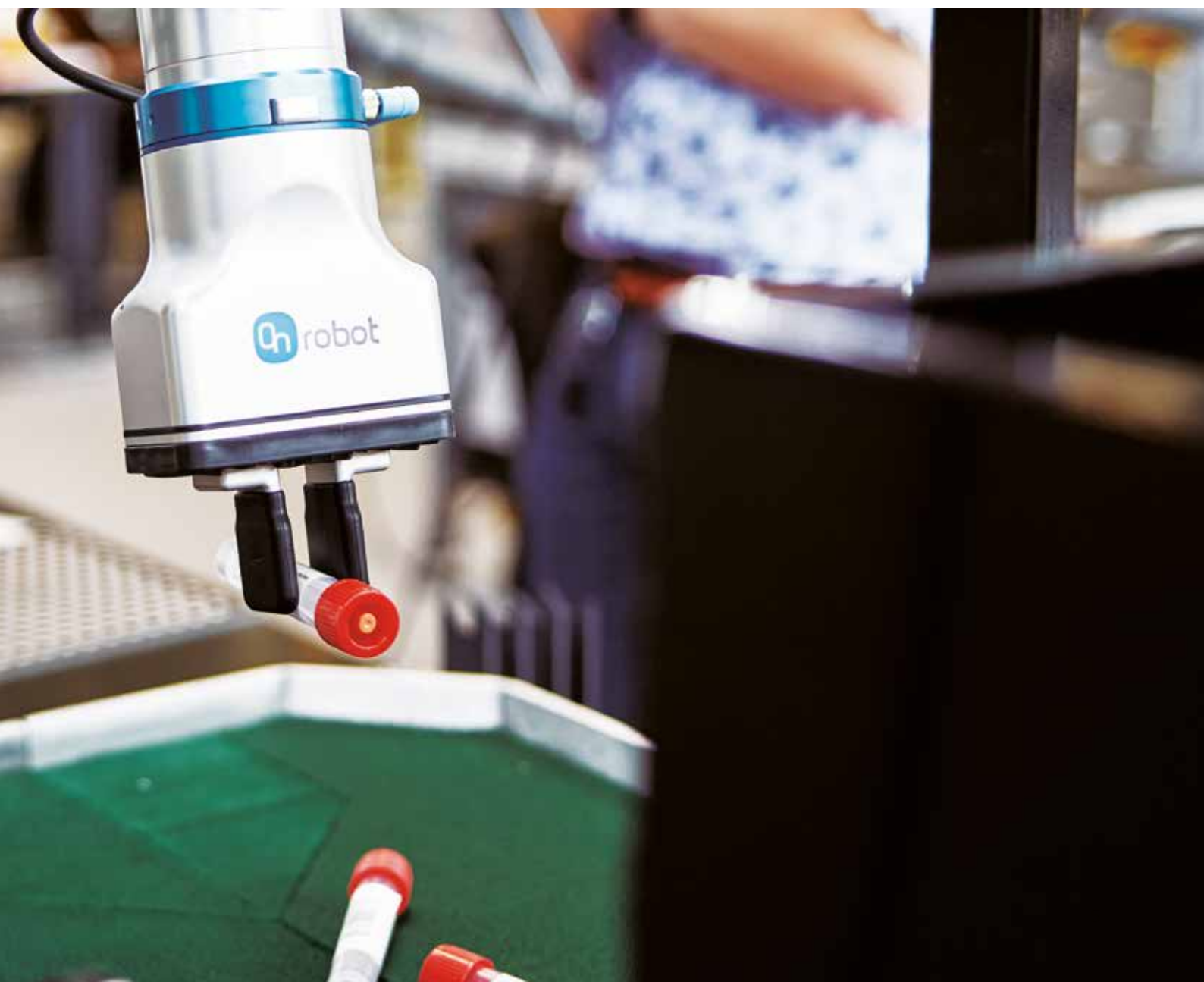
1. En cobot-arm, dvs. en robot-arm med indbygget kollisionsikkerhed.
2. En griber, dvs. et antal fingre eller en sugekop, der kan gribe og holde fast i ting.
3. Sensorer, der hjælper cobotten med at se og føle emner.
4. Sikkerhedssensorer, der får cobotten til at arbejde langsomt eller stå stille, når mennesker er tæt på den.
5. Andre ting, der bruges i arbejdsprocessen, såsom transportbånd, bordplader, lys, vægge eller lignende...

En cobot kan også have aktive værktøjer såsom elektriske skruetrækkere, lime-, slibe-, polerings- og svejseudstyr mm. Derfor kan en cobot bruges til mange forskellige processer.

Cobots skal være sikre at bruge, når de er tæt på mennesker.

## Definition af cobot

Cobot er en sammentrækning af ordene collaborative og robot, der betyder en robot der samarbejder med et menneske. Til forskel fra traditionelle robotter er cobots udviklet til at arbejde tæt sammen med eller tæt på mennesker.



# Brug af cobots



*En cobot kan f.eks. bruges til pakning af emne.*

## Hvilke processer egner sig godt til cobots?

De fleste cobots bruges til flytning af emner, f.eks. ved bearbejdning og sprøjttestøbning. Cobots bruges også til kontrol (med et kamera), montering af skruer, og til at smøre eller lime.

Typisk anvendes cobot som et hjælpværktøj – en slags 3. hånd, der løser de opgaver, der kræver stor styrke, udholdenhed eller koncentration som fx flytning af mange emner eller limning i bestemte mønstre.

Cobots kan derfor reducere ensidigt belastende arbejde (EBA) og ensidigt gentagende arbejde (EGA) samt afhjælpe løft af tunge emner eller store rækkeafstande.

På den måde aflastes medarbejderne fysisk og får samtidig frigivet tid, hvor de i stedet kan lave andet arbejde. Det kunne fx være at sikre kvaliteten af processen ved at rette fejl og mangler, som typisk er noget af det, der er sværest eller dyrest at automatisere.

# De vigtigste regler og standarder

Hvis virksomheden overvejer at bruge cobots, er det godt at kende til de aktuelle regler og standarder. Så er man sikker på, at produktet i sidste ende lever op til sikkerhedskravene.

Alle maskiner, der produceres og anvendes i Europa, skal leve op til Maskindirektivet. I Danmark er det krav implementeret via Bekendtgørelsen om maskiner (BEK 1094).

Til at sikre dette benytter producenterne sig af harmoniserede standarder, der detaljeret beskriver hvordan man kan leve op til fremsatte krav. F.eks. for forskellige typer af sikkerhedsanordninger.

Maskiner der lever op til Maskindirektivet får en CE-mærkning, der er aftagerens garanti for at produktet lever op til kravene. Læs mere i BFA Industris vejledning om CE-mærkede maskiner.

CE-mærkningen gælder dog kun til den af producenten specificerede anvendelse. Hvilket kan være en udfordring i forhold til at udnytte de muligheder for fleksibel anvendelse en cobot giver. Virksomheden har ansvaret for cobotten, når den tages i brug. Se mere på side 16 om ansvar.

## En betingelse for et CE-mærkning forudsætter:

1. En skriftlig risikovurdering af cobotten.
2. En manual på brugerens sprog.
3. Dokumentation for, at maskinen overholder alle krav i direktivet.
4. En udarbejdet og underskrevet EU-overensstemmelseserklæring.

## Cobot relaterede standarder og specifikationer (ikke udtømmende liste)

- Maskindirektivet/-forordning – Generelle sikkerhed- og sundheds-krav til maskiner og ansvarsforpligtigelser.
- ISO 10218-1 – Produktion af robotter.
- ISO 10218-2 – Integration af robotter.
- ISO 12100 – Generel beskrivelse af risikoenedsættelse.
- ISO/TS 15066 – anbefalet maksimale grænseværdier for kontaktkræfter.



# Metoder til sikkert samarbejde

Når en cobot og et menneske er tæt på hinanden, øges risikoen for en ulykke. Derfor er tæthed standardiseret og indgår i risikovurderingen af en cobot. I ISO 10218-2 findes ord som kollaborativt arbejdsområde og kollaborativ drift. Det kollaborative arbejdsområde er det område, hvor cobots arbejder sammen med en operatør. Altså det område som både cobot og operatør er i og deler. I dette område skal en cobot samarbejde med operatøren – det kaldes for kollaborativ drift.

I standarderne er der fire metoder for sikkert samarbejde mellem mennesker og cobots:

- a. Sikkerhedsvurderet overvåget stop.
- b. Håndføring.
- c. Hastigheds- og afstandsovervågning.
- d. Effekt- og kraftbegrænsning ved konstruktion eller styring.

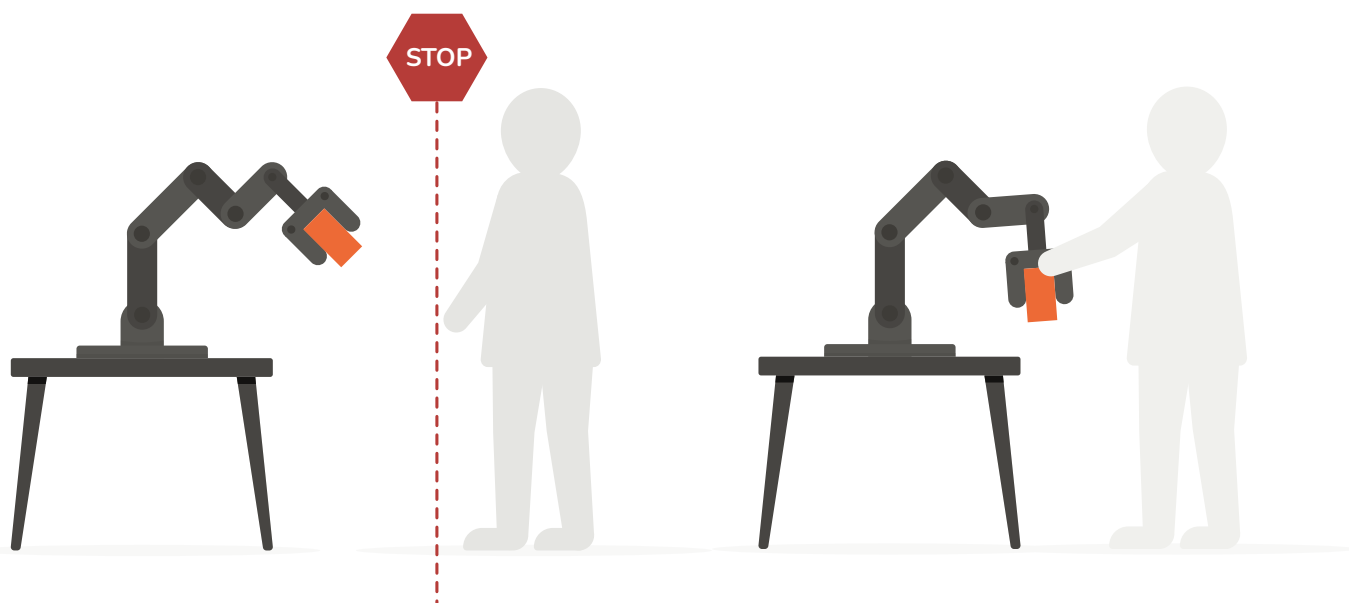
De fire metoder er beskrevet her:

## Sikkerhedsvurderet overvåget stop (Safety-Rated Monitored Stop)

Sikkerhedsvurderet overvåget stop sætter en cobot på pause, når en operatør er inden for rækkevidde af cobotten. Det gælder i øvrigt ikke kun cobot-armen, men også griber, transportbånd og andet, som kan gøre skade.

Denne type bygger på samme teknologi som ved andre robotinstallationer, hvor robotten går i nødstop, hvis der åbnes en dør ind til den. Når en traditionel robotcelle er gået i nødstop, kan det være besværligt og tage lang tid at starte den igen. For en cobot er der dog kun tale om, at cobotten går i pause. En cobot i pause kan hurtigt fortsætte sin opgave. Ofte kan den gå i gang igen uden yderligere indgreb, når operatøren går væk fra cobotten igen.

Der findes i dag mange cobots, som bruger sikkerhedsvurderet overvåget stop.



TV Sikkerhedsvurderet overvåget stop, hvor cobotten stopper, når operatøren passerer et sikkerhedsgitter. TH Håndføring af cobot, hvor en operatør holder fast i cobotten og fører den rundt.





Eksempel på håndføring af en cobot.

## Håndføring (Hand Guiding)

Ved håndføring består sikkerheden i, at cobotten kun bevæger sig, når en operatør trækker eller skubber rundt med den. Og cobotten kan altså kun bevæge sig, når operatøren holder fast om et sikkerhedshåndtag. Når sikkerhedshåndtaget ikke er aktivt, er cobotten i pause (se ovenstående afsnit).

Når en cobot håndføres kan den bruges som en stærk, smart cobot. Stærk fordi den kan løfte et tungt emne uden at belaste operatøren, og smart fordi den kan hjælpe operatøren med at styre. For eksempel kan cobotten holde en skruetrækker lodret hele tiden, så operatøren kun skal ramme hullet til skruen.

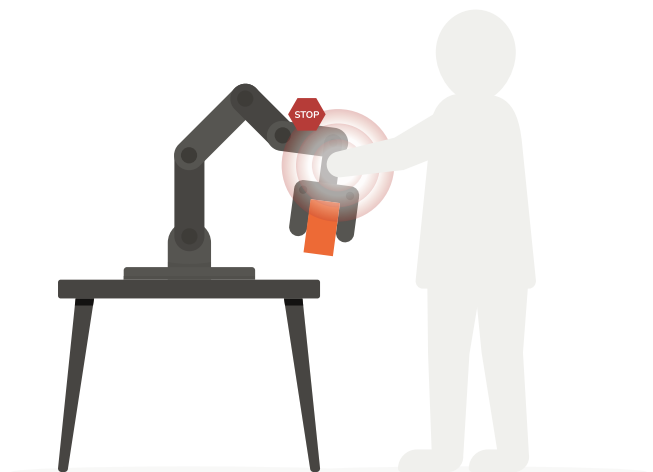
## Hastigheds- og afstandsovervågning (Speed and Separation Monitoring)

Med denne metode består sikkerheden i at sænke farten på cobotten. Når en person nærmer sig cobotten, skal den gå ned i fart. Og når der kommer en person helt tæt på, skal den gå helt i stå. Cobotten vil gå i gang igen og øge farten i takt med, at personen går væk igen.

For at bruge denne metode skal cobots være udstyret med en sensor eller flere, der på sikker vis kan måle afstanden til personer. Disse sensorer kan være indbygget i cobot-armen eller være bygget på senere.

Selvom en sensor eller flere øger prisen for en cobot, bliver denne metode ofte brugt fordi:

- 1) cobotten kan laves uden et fysisk hegn.
- 2) Stop af cobotten kan undgås. Cobotten vil stort set kunne arbejde hele tiden. Dog med nedsat fart, når der er en person tæt på den.



*TV Hastigheds- og afstandsovervågning, hvor cobotten bevæger sig langsomt eller stopper, når personer nærmer sig. TH Effekt- og kraftbegrænsning, hvor cobotten stopper ved kontakt med personer.*

## Effekt- og kraftbegrænsning (Power and Force Limiting)

Denne metode bruges, når operatører arbejder helt tæt sammen med en cobot – så tæt at fysisk kontakt ikke kan undgås. Når der er fysisk kontakt, må cobotten ikke skade operatøren.

Derfor skal en cobot, for at bruge denne metode, være udstyret med en teknologi, der kan begrænse effekt og kraft. Mange af de cobot-arme, der benytter effekt- og kraftbegrænsning, er udstyret med et system, der kan mærke, når cobotten rammer en person.

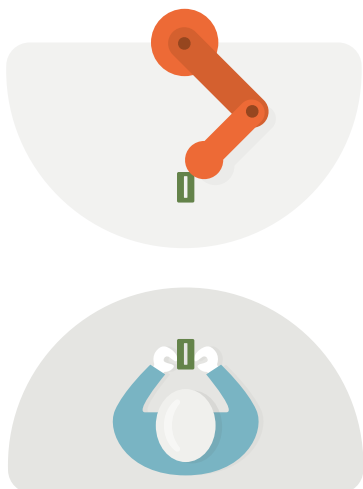
Lige gyldig hvordan cobotten virker, må den ikke gøre skade på de personer, der bliver ramt. Faren for en skade afhænger af den kraft, man rammes med, og i hvor lang tid man bliver ramt af cobotten. I standarderne er der derfor beskrevet en forskel på en kort kontakt (som at få en lussing) og en lang kontakt (som at blive klemt fast). At blive klemt fast er meget farligere end at blive ramt i kort tid. Derfor må kraften ved en fastklemning kun være cirka halv så stor som ved en kort berøring.

Der findes i dag kun få eksempler på cobots, som arbejder helt tæt sammen med operatører.



## Deling af arbejdsområde

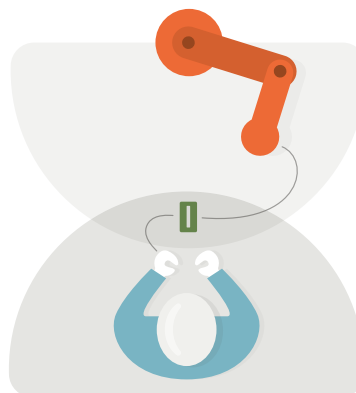
Samarbejdet mellem operatører og cobots opdeles efter, hvor ofte operatører og cobots deler arbejdsområde.



### Intet samarbejde

Under almindelig drift deler operatører og cobots ikke samme arbejdsområde. Områder kan deles op, så cobot og operatør arbejder hver for sig.

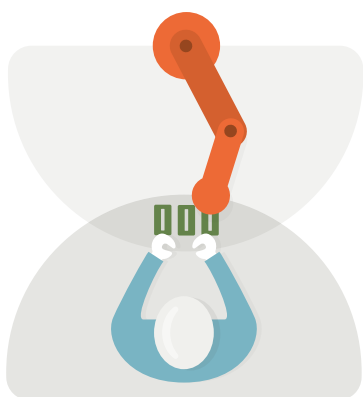
Eksempel: En pakkecobot laver arbejdet alene, mens en operatør blot fylder emner op efter behov fra et sted, hvor cobotten ikke kan nå hen.



### Skiftevis samarbejde

Operatører og cobot har fælles arbejdsområder, men de arbejder ikke i det samme område på samme tid. Enten er det operatøren, der er i arbejdsområdet, eller også er det cobotten. Hele opgaven kræver, at begge udfører deres del af arbejdet på skift.

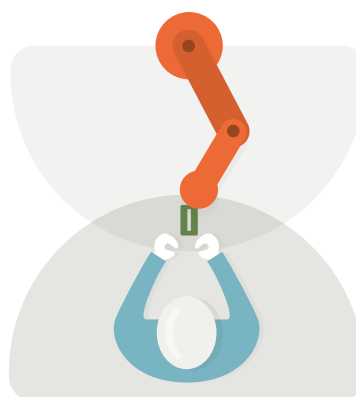
Eksempel: Operatør sætter emner op i en holder, og når han har forladt området, kommer cobotten og svejser emnet sammen. Cobotten forlader området, og operatøren kan igen gå ind og fjerne det svejste emne.



### Sideløbende samarbejde

En operatør og cobot skal arbejde samtidig i et fælles område, men der er ikke direkte fysisk kontakt mellem operatør og cobot

Eksempel: En cobot sliber et emne, mens operatøren ser på. Operatøren kan hele tiden ændre på parametre for at opnå den ønskede kvalitet. Operatøren kan udføre reparationer på emnet, mens cobotten arbejder et andet sted på samme emne.



### Fysisk samarbejde

Opgaven kræver, at en operatør og en cobot er i fysisk kontakt eller holder fast i det samme emne.

Eksempel 1: En operatør holder flere emner fast, mens en cobot skruer emnerne sammen. Efter montage af de første skruer kan cobotten måske arbejde videre alene.

Eksempel 2: En cobot holder og drejer et emne, mens en operatør laver ting på emnet.

# Gør cobots til en arbejdsmiljøgevinst

Der er en del ting, I skal tænke på, inden I går i gang med at købe eller bygge en cobot. I skal lave en plan, udføre planen og så skal I følge op.

## Lav en plan

1. Inddrag medarbejderne fra starten.
2. Lad AMO drøfte nye arbejdsopgaver og ansvar.
3. Brug erfaringerne fra produktionen til at finde ud hvilke opgaver cobotten skal udføre.
4. Afdæk krav til sikkerhed.

## Brug planen til design og implementering af cobotten

5. Tag højde for nye kompetencer. Ansæt eller uddan kolleger.
6. Inddrag evt. professionel rådgivning.
7. Design en cobot, som lever op til jeres plan.
8. Køb eller byg cobotten.
9. Sæt cobotten i drift og afsæt tid til tilpasning.

## Følg op

10. Vurder om cobotten lever op til jeres krav.
11. Juster cobotten, hvis krav ikke er opfyldt.
12. Vurder og juster sikkerheden.
13. Vurder om der er kommet nye behov for cobotten.

## Lav en plan

En god plan danner grundlaget for en god implementering. Planen angiver, hvad der skal automatiseres, hvilken type af cobot, der bedst løser en given opgave samt hvilken type af samarbejde med operatøren, der kræves. Og til sidst hvilke sikkerhedskrav, der er brug for.

I den proces skal arbejdsmiljøorganisationen, AMO, være med. AMO kan nemlig bidrage med viden om belastende arbejdsprocesser i dag og har blik for arbejdsmiljø og sikkerhed i det samlede flow. Overvej derfor, hvordan brugen af cobots kan fjerne operatører fra farlige og belastende delprocesser. AMO bør sidde med i projektgruppen sammen med personer med tekniske kompetencer og beslutningskompetence.

### BEK 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 m.v.

### BEK 1234/2018 – om arbejdets udførelse

§ 6. Virksomhedens arbejdsmiljøorganisation skal deltage i planlægningen af arbejdet, jf. §§ 4 og 5, samt i kontrollen af arbejdsmiljøet, jf. kapitel 5.

Stk. 2. I virksomheder, hvor der ikke skal oprettes arbejdsmiljøorganisation, skal de ansatte deltage i planlægningen af arbejdet, jf. §§ 4 og 5, samt i kontrollen med arbejdsmiljøet, jf. kapitel 5.



*Et aktivt tiltag er at begrænse rotationen af enkelte led. For at undgå fare for at komme i klemme med cobotten.*

Husk at undersøge om der er brug for nye kompetencer, f.eks. viden om hvordan cobotten skal designes, krav til sikkerhed eller hvordan en cobot kan bruges. I kan bl.a. uddanne medarbejdere i brugen af cobots og ledelsen i strategisk implementering af cobots. På den måde sikre I, at flere i virksomheden kan spotte de gode anvendelsesmuligheder for cobots.

Viden om produktionsmæssige udfordringer, f.eks. emner der er skæve, osv. kan i øvrigt være vigtig viden til dem, som designer, bygger og programmerer cobots. Derfor skal I huske at samle og gøre brug af jeres kollegers viden om den konkrete arbejdsproces.

## Planlæg jer ud af potentielle farer

Når en cobot designes skal I have fokus på sikkerheden, så alle der kommer tæt på cobotten kan være trygge ved cobotten. Det gælder operatører, operatører fra andre områder, serviceteknikere og besøgende.

Der er tre typer tiltag, beskrevet i ISO standarden 12100:

**Passive tiltag:** Et eksempel vil være at designe cobotten med bløde kanter på udstyr og emner i cobotten. Ligeledes, kan et passivt tiltag være at designe udstyret uden huller, hvor fingre kan sætte sig fast eller klemmes.

**Aktive tiltag:** F.eks. kan en sensor få cobotten til at sænke farten eller stoppe helt. Andre aktive tiltag er at mindske cobottens arbejdsområde med virtuelle vægge eller ved at begrænse, hvor meget cobotten kan dreje for hvert led. Dertil kan sikkerheden tænkes ind i programdesignet, f.eks. ved at lade cobotten bevæge sig i bløde buer. Langsomme og bløde robotbevægelser gør det nemmere for operatøren at forudsige, hvor robotten bevæger sig hen, så man undgår at stå i cobottens bane.

**Informerende tiltag:** Målet med informerede tiltag er at advare brugerne om de farer, der ikke kan fjernes eller formindskes med andre tiltag. Det kan gøres



*Siltning er et eksempel på informerende tiltag.*

gennem siltning, brug af lys eller lyd. Derudover kan det informerende tiltag også indeholde en beskrivelse af nødvendige uddannelses- eller oplæringsforløb samt nødvendige værnemidler. Et informerende tiltag er blandt andet en beskrivelse af fare for at komme i klemme under service og en beskrivelse af, hvad serviceteknikeren skal være opmærksom på. Eksempler fra hverdagen er trucks, som lyser på gulvet, hvor de kører, samt lastbiler som bipper højt, når de bakker.

### ISO 12100 afsnit 6

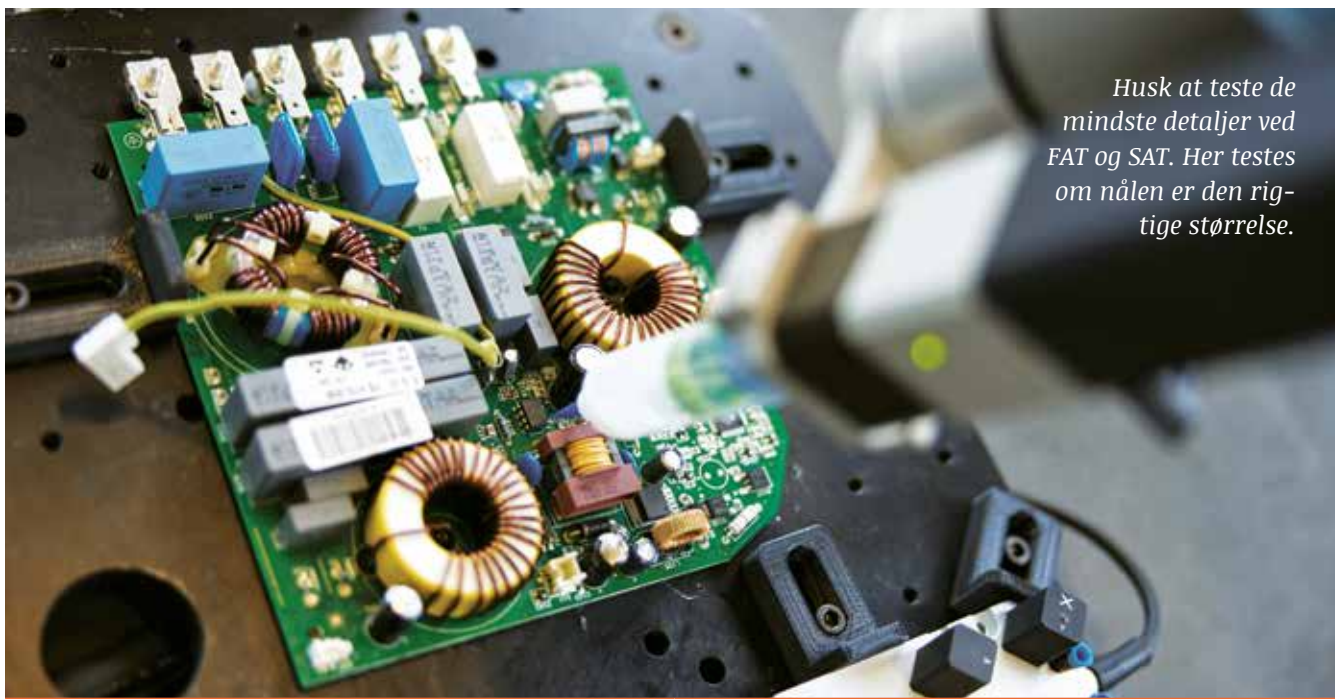
ISO 12100 beskriver at rækkefølgen for risikominimerende tiltag først er passive tiltag. Først når det ikke længere er muligt at risikominimere med passive tiltag overgår risikominimerende tiltag til aktive tiltag og til sidst informerende tiltag.

## Udfør planen

Start med at undersøge, om der er farekilder, som endnu ikke er afdækket. De løsninger, som I har fundet i planen, skal udføres og justeres, indtil de overholder jeres krav. I kan gøre brug af FAT- og SAT-test til at teste cobotten mod jeres krav herunder system- og funktionskrav.

Det kan tage lang tid. Særligt når I implementerer en cobot første gang. Derfor skal I afsætte ekstra tid til det uforudsete. Forvent derfor at produktionen ikke kører på fuld kraft, mens I kører cobotten ind.

I forbindelse med indkøringen kan I uddanne udvalgte medarbejdere hos producenten.



*Husk at teste de mindste detaljer ved FAT og SAT. Her testes om nålen er den rigtige størrelse.*

### Godkendelse af cobot gennem FAT/SAT

Ved køb af specialfremstillet udstyr, f.eks. en cobot, foretager køber typisk to test, som skal sikre at udstyret lever op til købers system- og funktionskrav. Testene forkortes FAT og SAT:

#### FAT – Factory Acceptance Test:

FAT-testen verificerer, at systemet og dets dele er fremstillet og fungerer korrekt. Samtidig testes det, at systemets ydeevne lever op til de aftalte krav. Risikovurderingen gennemgås, og test gennemføres for at sikre, at udstyret lever op til sikkerhedskravene. Testen foregår hos producenten/integratoren, se side 16 for definition af integratoren.

#### SAT – Site Acceptance Test:

SAT-testen finder sted efter installationen har fundet sted. Denne test gentager FAT. I SAT kontrolleres, at der ikke er opstået ændringer under forsendelse eller installation. Her testes også de funktioner, som først kan testes, der hvor udstyret skal anvendes, f.eks. integration til andet udstyr og IT i virksomheden.

I god tid før testen bør I lave et FAT-dokument, der lister alt op, som skal gennemgås og testes. Med dokumentet i hånden vil det være nemmere at huske alle småting. Gør plads til noter om ting, der skal forbedres eller laves om.

Ofte gennemføres de fysiske dele af FAT-testen af de operatører, som bagefter skal bruge cobotten. Det giver nemlig et ægte billede af om cobotten kan forstås og anvendes i daglig brug.

Et FAT/SAT-dokument uden bemærkninger er integratorens garanti for, at køber har accepteret, at udstyret lever op til købers krav. Typisk udløser en FAT/SAT en del-betaling af udstyret. Derfor er det meget vigtigt, at selv de mindste ting på udstyret, som ikke lever op til kravene, bliver diskuteret og noteret på FAT/SAT dokumentet.

## Følg op

I opfølgingsfasen skal I evaluere effekten af cobotten og evt. afdække nye behov. Her kan I overveje, om der skal udarbejdes en guide til oplæring af nye medarbejdere, så de hurtigt kan lære at forstå cobotten. I kan også undersøge, om der skal laves ændringer i arbejdsgangen, og om der er opstået nye udfordringer, der skal tages højde for.

I bør jævnligt vurdere, om cobotten fungerer efter planen, og som I ønsker.

## Gode råd

**Udpeg en medarbejderrepræsentant**, der sammen med AMO kan deltage i den projektgruppe, der har ansvar for indkøb og implementering af cobotten. Repræsentanten kan bidrage med viden om den proces, der skal automatiseres, og formidle projektet til resten af det berørte team.

**Inddrag de berørte medarbejdere.** Afhold et møde, hvor de medarbejdere, der bliver berørt af cobotten, kan fortælle om deres bekymringer og deres gode idéer til cobots.

**Hands on.** Giv medarbejderne en chance for at opleve og prøve en cobot. Gør det tidligt i processen. Et besøg hos en leverandør kan hjælpe med, at alle lærer teknologien at kende, og at alle kan se de muligheder, den giver.

**Sæt kompetenceudviklingen i system.** Hvor mange og hvem skal på kursus for at lære om den nye cobot. Lav en fast regel for sidemandsoplæringen. (NB Der findes AMU-kurser til dem, der skal lave sidemandsoplæring.)

**Udarbejd en guide, der kan forstås af alle.** Brug gerne billeder og video.

### Eksempel fra Velux om medarbejder inddragelse

Hos Velux har medarbejdere stort ejerskab af udstyret i produktionen. Bl.a. kan operatører selv udbedre små problemer. De står også for at vise udstyret frem, når besøgende er på rundtur i produktionen. Det store ejerskab gør medarbejderne trygge ved udstyret, gør vedligehold billigere og giver medarbejderne større erfaring i, hvordan nye teknologier virker.

## Inden I køber en cobot - opsummering

- 1: Find ud af, hvor der er brug for aflastning af medarbejdere.
- 2: Vurder om en cobot kan hjælpe disse medarbejdere.
- 3: Lav en arbejdsgruppe og snak med berørte medarbejdere.
- 4: Lav simple forsøg med lånt/lejet udstyr.
- 5: Tjek om cobotten kan løse alle del-opgaver.
- 6: Læg plan som sikrer nok viden i virksomheden til at implementere cobotten selv.
- 7: Vurder om medarbejderne skal uddannes og i hvad.
- 8: Vurder om der er behov for ekstern rådgivning.

# Tag cobotten i brug på en sikker måde

Inden cobotten tages i brug er der flere ting, I skal være obs på som virksomhed. Ansvar for at en cobot kan bruges sikkert, er fordelt på flere afhængig af deres rolle i forløbet fra fabrik til brug. I kan som bruger af en cobot vælge selv at påtage jer flere opgaver, men så følger ansvaret for sikkerheden med. Derfor skal I kende de krav, der stilles til fabrikant, integrator og slutbruger. Vælger I at gøre brug af en integrator ude fra, kan I bruge viden om deres ansvar til at stille mere præcise krav.



Eksempel på en cobot som tages i brug.

## Ansvar

Selvom CE-mærkning som udgangspunkt er producentens ansvar, skal virksomheden som køber være opmærksom. I praksis sælges mange cobot-arme som delmaskiner, der samles til en hel maskine af den virksomhed, der har købt cobot-armen. Det betyder, at køber af cobot-armen overtager ansvaret for vurderingen af, om den samlede maskine overholder alle krav fra Maskindirektivet/-forordning. Vurderingen skal laves på ny, hvis I på et senere tidspunkt vælger at ændre cobotten.

### Definition af integrator ISO 10218-2

”Integrator: enhed som konstruerer, leverer, fremstiller eller samler robotsystemer eller integrerede produktionssystemer og er ansvarlig for sikkerhedsstrategien, herunder beskyttelsesforanstaltninger, styregrænseflader og sammenkoblinger med styresystemet. Note: Integrator kan være producent, montør, ingeniørvirksomhed eller brugeren.”

Bekendtgørelsen om maskiner (BEK 1094) beskriver blandt andet følgende ansvarsfordeling.

#### Fabrikantens ansvar:

Fabrikanten af cobot-armen har ansvaret for at dokumentere og CE-mærke delmaskinen. Det vil f.eks. være evaluering og dokumentation af sikkerhedsfunktioner og -mekanismer indbygget i delmaskinen, samt en samlet risikovurdering af delmaskinen dvs. cobot-armen.

#### Integrators ansvar:

Integratoren har ansvaret for at risikovurdere og CE-mærke den samlede konstruktion, hvori cobotten indgår. Dette inkluderer en risikovurdering og afdækning af kilder til farer, som fremkommer ved sammenbygningen af cobot-armen til den resterende cobot-installation. Ligeledes har integratoren ansvaret for at sikre sig, at fabrikanten har CE-mærket deres produkt, samt at kunne identificere hvem delkomponenterne er købt af.

#### Slutbrugers ansvar:

Slutbrugeren er den virksomhed, der får installeret en cobot af en ekstern integrator og ikke laver om på opstillingen. Slutbrugeren har ansvaret for at sikre, at cobotten gennemgår regelmæssige vedligehold, og sikre at operatører har adgang til fyldestgørende oplysninger om cobotten. En beskrivelse af slutbrugers ansvar kan findes i Arbejdsudstyrdirektivet (EU-direktivet 2009/104/EF).





*Med det rette udstyr kan man måle hvor hårdt en griber trykker.*

## CE-mærkning og risikovurdering

Hvis I selv er integrator på cobotten, skal I selv lave manual, den teknisk dokumentation samt risikovurderingen. Under risikovurderingen skal I fastlægge cobottens begrænsninger, dvs. nøjagtigt beskrive hvordan cobotten skal se ud, hvad den skal lave, hvilke emner den skal håndtere, hvordan den samarbejder med brugere, hvordan den skal serviceres, hvilket niveau af kompetencer der forventes af forskellige brugergrupper, etc.

I skal finde alle kilder til risici (farer). Derefter skal I vurdere, hvor ofte de optræder, samt hvor alvorlige skader de kan medføre. Husk at tænke på alle driftstilstande, dvs. installation, almindelig brug, vedligehold og indgriben ved fejl. Hvis en risiko optræder hyppigt eller kan give alvorlige skader, skal I handle på dette. I kan fjerne den enkelte risiko, I kan reducere hyppigheden, eller I kan ændre cobotten, så skaderne bliver mindre alvorlige.

Alle jeres overvejelser om risici, deres hyppighed, alvorlighed, og hvordan I vil minimere dem, skal I dokumentere, så andre senere kan forstå og bruge den viden til at reducere risiciene.

### ISO 12100 afsnit 5

Risikovurdering omfatter:

- Risikoanalyse, herunder
  - Fastlæggelse af maskinens begrænsninger.
  - Identificering af kilder til risici.
  - Skøn af risici
- Risikobedømmelse.

### Risikovurdering, Step 1-5:

1. Find alle risici (farer).
2. Vurder hvor ofte den enkelte risiko opstår.
3. Vurder hvor farlig en risiko er.
4. Vurder om denne risiko kan accepteres, dvs. den opstår sjældent og/eller er ikke særlig farlig (grøn). Der findes en del skemaer til dette. Nedenfor ses et enkelt eksempel.
5. Find forholdsregler til de risici som ikke kan accepteres. (rød og gul).

Skema til klassificering af farekilder.

		Sandsynlighed				
		Meget høj	Høj	Medium	Lav	Meget lav
Alvorlighed	Katastrofal (død & permanent skade)					
	Høj (Invaliderende skade)					
	Medium (Skal behandles)					
	Lav (Mindre behandling)					

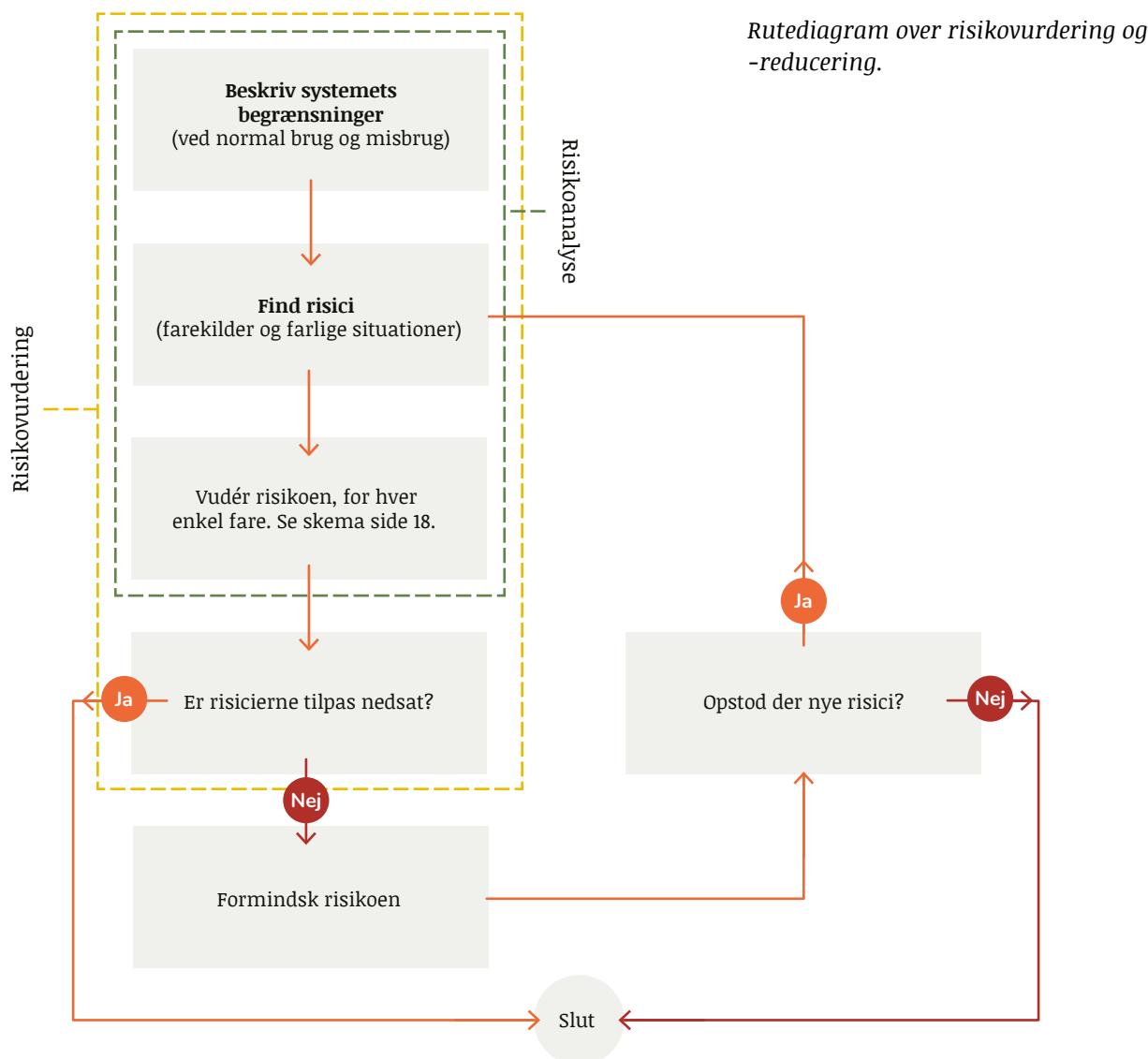
### Forholdsregler, der minimerer en risiko

Hvis en risiko ikke kan accepteres, skal I minimere den. Det kan I gøre ved at:

- Ændre cobottens bevægelser, fart eller bane.
- Ændre hardwaren, se evt. passive tiltag under afsnittet "Lav en plan".
- Tilføj sikkerhedssensorer, som får cobotten til at bevæge sig langsommere eller stoppe, når den er tæt på mennesker.
- Hegne hele cobotten ind.

### Risikovurdering kræver erfaring – men kan trænes

Det tætte samarbejde mellem menneske og cobot stiller store krav til sikkerheden og ikke mindst til, at vurderingen af risici rammer rigtigt. Derfor skal risikovurderingen foretages af personer, der kender til typiske farer ved brug af maskiner, robotter og cobots, som f.eks. erfarne medarbejdere i samarbejde med medlemmer af arbejdsmiljøorganisationen eller ekstern rådgivere, der arbejder med cobots til dagligt.



AMO kan også tage initiativ til, at andre i virksomheden får erfaring med risikovurdering, f.eks. gennem arrangementer. Flere virksomheder har lavet et forum, hvor medarbejdere kan diskutere sikkerhed, farer og forholdsregler med andre personer med mere erfaring. I kan også snakke med leverandøren af jeres cobot, kolleger fra andre afdelinger eller et netværk for cobotinteresserede.

Det er en god ide at gennemgå sikkerheden for jeres cobots jævnligt, så der ikke opstår nye risici uden, at I opdager det. En jævnlig gennemgang kan også bruges til instruktion af cobots for nye medarbejdere.

## Inden cobotten tages i brug - opsummering

1. Foretag en grundig forberedt FAT- og SAT-test med jeres integrator.
2. Få den, som installerer cobotten til at CE-mærke den - det kan være jer selv. Ledelsen er ansvarlig for udarbejdelse af CE-erklæringen.
3. Dokumentér at cobotten lever op til gældende lovgivning.
4. Brug brugermanualen - allerede ved FAT og SAT.
5. Gennemgå løbende sikkerheden af jeres cobot.
6. Sæt god tid af til at få cobotten kørt i gang, så alle omkring den kan lære den at kende.
7. Uddan udvalgte medarbejdere, så de kan drifte og servicere cobotten.

# Hvordan kommer I videre?

Når I har taget cobotten i brug, skal I løbende evaluere funktion og sikkerhed. Er der brug for ændringer, så operatørerne bliver mere trygge, mindre stressede eller får et bedre samarbejde med cobotten?

## Eksempler på spørgsmål til opfølgning

Nedenfor ses nogle eksempler på spørgsmål man kan stille sig selv og sine kollegaer for at reflektere over processen.

- Er operatørerne trygge ved at arbejde med cobotten?
- Hvad skal der til før operatørerne bliver mere trygge?
- Lever cobotten op til forventningerne?
- Skal der foretages justeringer på de nuværende arbejdsmetoder?
- Er der irritationsmomenter skabt af samarbejdet mellem cobotten og operatøren?
- Er operatørerne blevet inspireret til cobots andre steder i produktionen?

## Sikkerhed når I ændrer ved cobotten

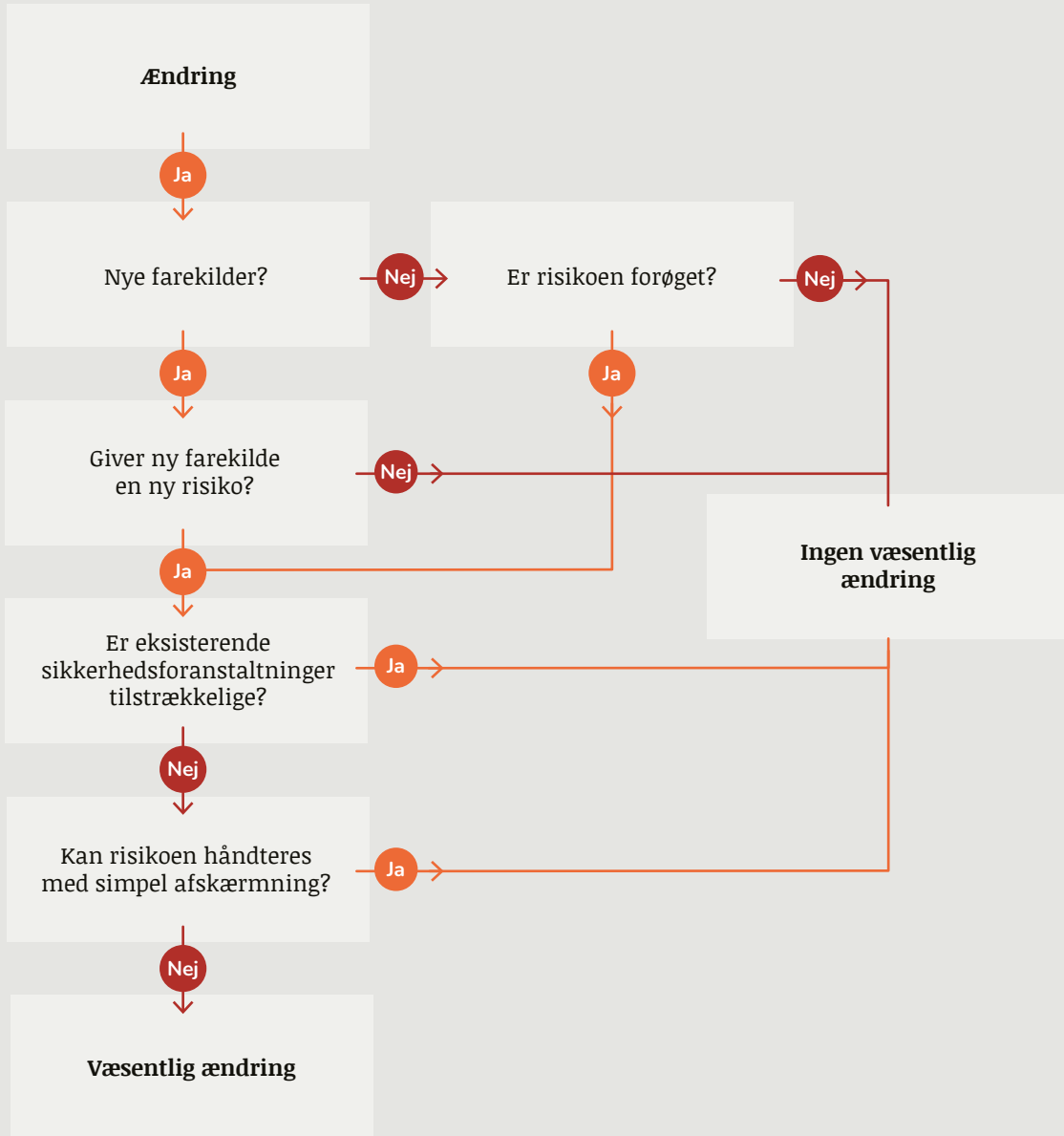
Det sker ofte, at der bliver foretaget justeringer i en cobots levetid. Ændringer kan have stor betydning for sikkerheden. Karakteren af ændringen har også betydning for dokumentationskravet. En ændring kan være væsentlig eller ikke væsentlig. Hvis ændringen vurderes til at være væsentlig, bør cobotten betragtes som en ny cobot, og der skal foretages en ny CE-mærkning. Hvis der oprindeligt var krav om prøvninger af cobotten, er det ikke nødvendigt at afprøve de ting, som ikke er påvirket af ændringerne. I kan benytte jer af følgende diagram til at vurdere om jeres ændring er væsentlig.

Uanset hvor stor ændringen er, skal risikovurderingen opdateres. Og det skal det tekniske dokument, brugs-, vedligehold- og servicevejledningerne også.

Har I allerede ved køb kendskab til ændringer i fremtiden, kan I ved den første risikovurdering tage højde for disse ændringer. Det kan spare jer tid og penge samt gøre det muligt at bruge cobotten på forskellige måder. Som at lade operatører ændre cobottens fart lidt eller ændre de steder, hvor emner skal samles op og afleveres.



Rutediagram der hjælper til at vise hvornår en ændring er væsentlig.  
Oversat fra fortolkningspapir fra BMAS fra 09.04.2015, referencenummer IIIb5-39607-3.



## Eksempel på en mindre væsentlig og væsentlig ændring

Ændringens størrelse er baseret på et skøn. Dog skal skønnet dokumenteres, så andre kan forstå baggrunden for skønnet. Og husk aldrig at gå på kompromis med sikkerheden.

Væsentlige ændringer er f.eks.:

- En cobot ændres til at lave en helt anden opgave end hidtil. Mange ting vil være anderledes end før, så det vil være nødvendigt med en ny risikovurdering.
- Cobotten skal håndtere helt andre emner end hidtil. Hvis emnerne er tungere, skarpere eller varmere vil risikoen for, at operatører kommer til skade være større.
- Cobottens sikkerhedsindstillinger eller sikkerhedsopsætning ændres – f.eks. for at tilgodese ændringer i miljøet omkring cobotten. Ændring i sikkerheden kræver en ny risikovurdering.

En ikke væsentlig ændring vil ikke tilføje en ny risiko og vil ikke øge faren på eksisterende risici.

## Opsummering

1. Evaluér på cobotten og produktions-flowet.
2. Foretag nødvendige justeringer på de nuværende arbejdsmetoder.
3. Kontroller og ret risikovurderingen, hvis det kræves.
4. Tag højde for kendte fremtidige ændringer i jeres første risikovurdering.

### Væsentlig ændring

- Opdatere den tekniske dokumentation.
- Risikovurdere det samlede anlæg i forhold til den foretagne ændring.
- Opdatere brugs-, vedligehold-og servicevejledninger.
- Opdatere EU-overensstemmelseserklæring.
- CE-mærke det samlede anlæg.

### Mindre væsentlig ændring

- Opdatere den tekniske dokumentation.
- Risikovurdere det samlede anlæg i forhold til den ændring, der er foretaget.
- Opdatere brugs-, vedligehold-og servicevejledninger.

# Tjekliste

## Når I skal investere i en cobot

		Ja	Nej
1	<b>Er der behov for aflastning af medarbejdere? (Fremgår af APV)</b>		
	Hvis ja – Uddyb.		
2	<b>Er det muligt at en cobot kan assistere en medarbejder på de udvalgte arbejdspladser?</b>		
	Hvis ja – hvilke?		
3	<b>Er der sammensat en arbejdsgruppe og indførelse drøftet med de berørte medarbejdere?</b>		
	Hvis ja – hvem består gruppen af og hvem har været inddraget?		
4	<b>Laver I simple forsøg med lånt/lejet udstyr?</b>		
	Hvis ja – hvilke erfaringer har i gjort jer?		
5	<b>Vil en cobot kunne løse alt i processen?</b>		
	Hvis nej – Hvad skal der ske med de fundne mangler?		
6	<b>Er der nok viden i virksomheden til, at I kan implementere cobotten selv?</b>		
	Hvis ja – hvordan?		
7	<b>Er der medarbejdere der skal uddannes?</b>		
	Hvis ja – hvem og i hvad?		
8	<b>Er der behov for ekstern hjælp?</b>		
	Hvis ja – Hvad skal de hjælpe med?		

# Tjekliste

## Når I skal implementere sikkert

		Ja	Nej
1	<b>Dokumenterer I at cobotten lever op til gældende lovgivning?</b>		
	Hvis ja – hvordan og hvem har ansvaret?		
2	<b>Sikrer I at cobotten er CE-mærket?</b>		
	Hvis ja – hvordan og hvem har ansvaret?		
3	<b>Udarbejder I en vejledning i brug af cobotten, så brugere kan blive undervist i hvordan cobotten virker, inden de tager den i brug?</b>		
	Hvis ja – hvem har ansvaret for udarbejdelsen og hvordan skal den bruges?		
4	<b>Laver I en FAT og SAT test med jeres integrator?</b>		
	Hvis ja – Hvilke erfaringer har I fået?		
5	<b>Har I sat tid af til en indkørselsperiode, for at se cobottens indvirkning på produktions-flowet?</b>		
	Hvis ja – Hvem følger op og hvornår?		
6	<b>Laver I risikovurdering?</b>		
	Hvis ja – Hvordan og hvem har ansvaret?		
7	<b>Får operatørerne gennemgået brugermanualen og instruktion i brug?</b>		
	Hvis ja – Hvordan og hvem har ansvaret?		
8	<b>Tester I sikkerhedssystemerne for jeres cobot?</b>		
	Hvis ja – hvordan og hvem har ansvaret?		
9	<b>Uddanner I udvalgte medarbejdere, så de selv kan forstå, drifte og servicere cobotten?</b>		
	Hvis ja – hvem og hvem har ansvaret for at følge op?		



# Tjekliste

## Når cobotten er i drift

		Ja	Nej
1	<b>Snakker I jævnligt om cobotten og arbejds-flowet omkring den?</b>		
	Hvis ja – I hvilke fora?		
2	<b>Laver I om på arbejdsmetoder, hvis de ikke fungerer?</b>		
	Hvis ja – hvem har ansvaret for at finde en løsning?		
3	<b>Retter I risikovurderingen, hvis I laver en ændring på cobotten?</b>		
	Hvis ja – hvem har ansvaret?		
4	<b>Er der udpeget en ansvarlig for at holde risikovurderingen opdateret?</b>		
	Hvis ja – hvem?		
5	<b>Får operatørerne jævnlig gennemgået brugermanualen?</b>		
	Hvis ja – Hvordan og hvem har ansvaret?		
6	<b>Kontrollere I løbende cobottens sikkerhedssystemer?</b>		
	Hvis ja – hvordan og hvem har ansvaret?		

# Henvisninger

## Vejledninger – Offentligt tilgængelig

Velliv's vejledning: Robotter og cobots i produktionsvirksomheder – En guide til ansvarlig implementering.

Cobot Knowledge Lab: ([www.cobotlab.dk](http://www.cobotlab.dk))

"Væsentlig ændring af maskiner", fortolkningspapir fra BMAS fra 09.04.2015, referencenummer IIIb5-39607-3

BFA Industri 2019: Køb af maskiner og anlæg

BFA Industri 2022: Risikovurdering

BFA Industri 2016: CE-mærkede maskiner

BFA Industri 2022: Robotter

BFA Industri 2022: Introduktion, instruktion, oplæring og tilsyn

## Standarder – Kan købes

DS/EN/ISO 12100:2011 – Maskinsikkerhed – generelle principper for konstruktion – Risikovurdering og risikonedsettelse

DS/ISO/TS 15066:2016 Robotter og robotudstyr – Samarbejdende robotter.

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

DS/EN/ISO 10218-2:2012 Robotter og robotudstyr – Sikkerhedskrav til industrirobotter – Del 2: Robotsystemer og -integration

DS/EN/ISO 13849-1:2015 Maskinsikkerhed – Sikkerhedsrelaterede dele af styresystemer – Del 1: Generelle principper for konstruktion

DS/EN/ISO 13855:2010 Maskinsikkerhed – Placering af beskyttelsesanordninger under hensyntagen til legemsdeles bevægelseshastigheder

DS/EN/IEC 62061:2021 Maskinsikkerhed – Functional safety for sikkerhedsrelaterede styresystemer

## Lovgivning & direktiver – Offentligt tilgængelig

BEK nr. 1094/2021 Bekendtgørelse om maskiner

BEK nr. 1181/2010 Bekendtgørelse om virksomhedernes sikkerhed- og sundhedsarbejde

BEK nr. 1234/2018 Bekendtgørelse om arbejdets udførelse

Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2006/42/EF af 17. maj 2006 om maskiner og om ændring af direktiv 95/16/EF

Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2009/104/EF af 16. september 2009 om minimumsforskrifter for sikkerhed og sundhed i forbindelse med arbejdstagernes brug af arbejdsudstyr under arbejdet

Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EU) 2023/1230 om maskiner





CO-industri  
[www.co-industri.dk](http://www.co-industri.dk)  
Tlf. 3363 8000



Dansk Industri  
[www.di.dk](http://www.di.dk)  
Tlf. 3377 3377



Lederne  
[www.lederne.dk](http://www.lederne.dk)  
Tlf. 32 83 32 83



[bfa-i.dk](http://bfa-i.dk)

