

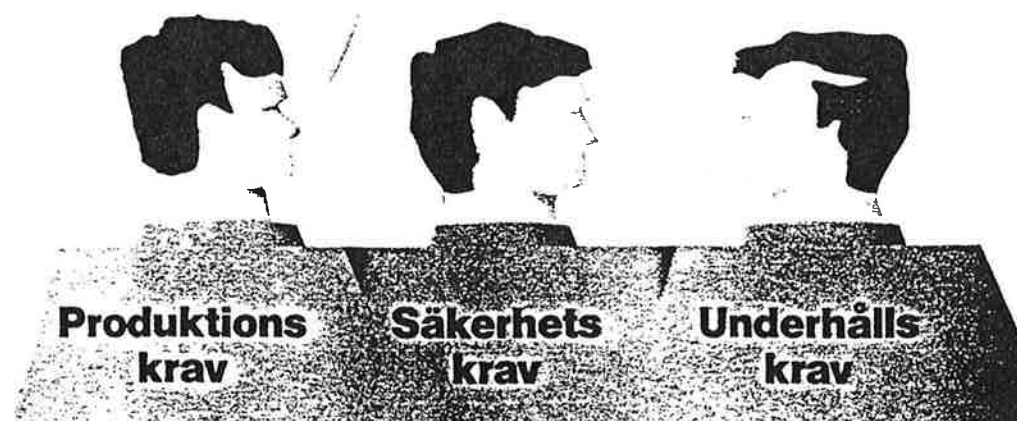
HANS BRESÄTER

# Robotsäkerhet

Är  
robotar  
säkra?

**JA**

när vi samverkar.



En handledning i konsten att bygga säkra och bra arbetsplatser  
i automatiska produktionssystem.

**"Först när säkerhets- och underhållskraven  
kombineras med produktionsmålet kan säkra  
och bra arbetsplatser byggas"**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mats', written in a cursive style.

**Mats Linger, IVF**

## INNEHÅLL

Grundkrav för säker arbetsplats	4
Välj rätt stopp!	5
Arbete i riskområde	6—7
Risker och olycksfall	8—9
Välj rätt robot!	10—11
Skyddsanordningar	12—13
Robotsvetsstation, analysmetod och praktikfall	14—15
Sammankoppling av maskiner och skyddsanordningar	16
Praktikfall Saab-Scania AB	17
In-/uttransport av material till/från ett riskområde	18
Gamla robotar	18
Anvisningar/föreskrifter (förteckning)	
Att läsa mer	
IVFs arbete inom säkerhetsområdet	
Tillkomst	

# Grundkrav för säker arbetsplats

## 1 Våga stoppa produktionen!

En grundförutsättning för att våga stoppa produktionen är att det enkelt och snabbt går att starta igen utan att något arbetsstycke förstörs.

Vem vågar stoppa produktionen om

- det är farligare att återstarta än att arbeta utan att stoppa produktionen
- det kan ta en timme att få igång produktionen igen
- det gör arbetet besvärligt och omständligt
- det medför att produkter förstörs

Därför behövs en stoppfunktion som ser till att produktionsprocessen stoppas där den enkelt kan återstartas.

## 2 Använd stopp du kan lita på!

För att våga arbeta inne i riskområdet måste man kunna lita på att roboten och andra maskiner har stannat.

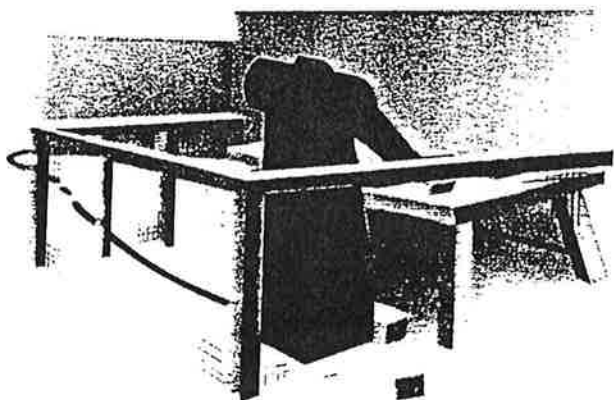
Det finns lösningar på säkra stoppfunktioner. Tekniken har prövats på pressar i produktion i över 10 år. Sannolikheten för att ett relä eller en kontaktor fastnar är liten, men det händer. Dubblerad stoppfunktion som övervakas gör att risken för att stoppet inte fungerar blir försumbar. Extra kontaktor och relä ger dig ett stopp som du kan lita på.

När man stoppar produktionen/maskinerna får inte dålig kontakt, reläfel eller kortslutning leda till att stoppet uteblir.

Med datoriserade produktionssystem kan man luras att tro att maskinen har stannat när det i själva verket är ett vänteläge eller paus i programmet. Detta har lett till flera svåra olyckor.

Därför är det bäst att välja säker och beprövad teknik för stopp.

## 3 Tillåt inte farliga funktioner vid bortfall och återkomst av energi



För att kunna arbeta säkert i riskområdet får inte farliga funktioner uppstå vid bortfall och återkomst av energi.

Strömavbrott eller bortfall av tryckluft får t ex inte leda till att gripdon tappar detaljer eller robotar ramlar ihop. Det

finns gamla maskiner som startar rörelsen för att återgå till utgångsläge när energin kommer tillbaka. Är du då framme och undrar varför maskinen har stannat är olycksrisken stor.

Om du väljer maskiner med säkert stopp som tillåter enkel och snabb återstart får du både hög person- och produktions säkerhet vid bortfall och återkomst av energi.

Lösningar finns och de blir verklighet om du ställer krav.

## 4 Du behöver också information om rätt åtgärd!

Om en lampa tänds som information om att du har lagt en detalj i rätt läge, då vet du att din åtgärd är rätt utförd.



En anställd skadades då han la en detalj i rätt läge, eftersom han inte gav stoppsignal till roboten. Roboten startade och handen klämdes. En informationslampa om detalj i rätt läge hade kunnat förebygga olyckan.

Det behövs naturligtvis skydd som stoppar farliga funktioner då man går in i riskområdet, men det räcker inte, om information om rätt utförd åtgärd saknas.

Tänk därför noggrant igenom vilken kommunikation som behövs mellan människa och maskin vid inställning, drift och underhåll.

## 5 Bygg produktionsanpassade skyddssystem

Produktionsanpassade skyddssystem ger säkra arbetsplatser. Det innebär praktiskt användbara skyddssystem som uppfyller produktionskrav, underhålls krav och säkerhetskrav.

En förutsättning för att kunna ställa rätt krav är att du vet hur produktionen ska läggas upp och vilket arbete som behöver utföras vid normal och onormal funktion. Driftstörningar kommer att inträffa. Därför måste du planera för detta såväl som för andra arbeten som utförs i riskområdet.

Du måste också kunna ställa rätt krav på roboten, gripdonet, skyddsanordningarna, layouten och sammankopplingen med andra maskiner.

En bra fungerande produktion förutsätter naturligtvis också personal som är välutbildad på produktionsutrustningens, produktionsprocessens och skyddssystemens handhavande.

## Välj rätt stopp!

### Produktionsstopp för att skydda produkten!

När du trycker in knappen till ett produktionsstopp stannar roboten först när svetsen är klar. Det innebär att robotanläggningen är programmerad att göra färdigt arbeten som inte kan avbrytas, utan risk för skador på maskin eller produkt. Roboten stoppar sedan direkt. Återstart efter produktionsstopp kan ske automatiskt eller manuellt. **Produktionsstopp övergår i skyddsstopp om någon öppnar den förregrlade skyddsgrinden.**

Eftersom produktionsstopp inte ger några skador på maskin eller produkt vågar man stanna produktionen.

Produktionsstopp är speciellt viktigt vid processer (svetsning, kittning, limning etc) och vid rörelsemönster som måste återstartas från en speciell punkt.

### Skyddsstopp för ditt arbete i riskområdet!

När du öppnar grinden, skyddsanordningen, ger den skyddsstoppssignal till robotanläggningen som stoppar direkt. Vid återstart kan maskinerna startas från stoppad position. För produktionsprocesser som kan avbrytas direkt kan skyddsstopp även fungera som produktionsstopp. I annat fall stoppar man roboten med produktionsstopp innan man öppnar grinden. När man vet att roboten och annan utrustning har stannat i ett läge från vilket produktionen enkelt kan återstartas, öppnar man grinden som ger skyddsstopp. Information om när grinden kan öppnas kan ges genom att en lampa tänds när produktionsstopp har skett. Grindens gränslägesbrytare kopplar bort energin till robotens axlar och andra farliga funktioner. Robotens axlar fixeras och gripdonet behåller sitt läge med tillräcklig hållkraft.

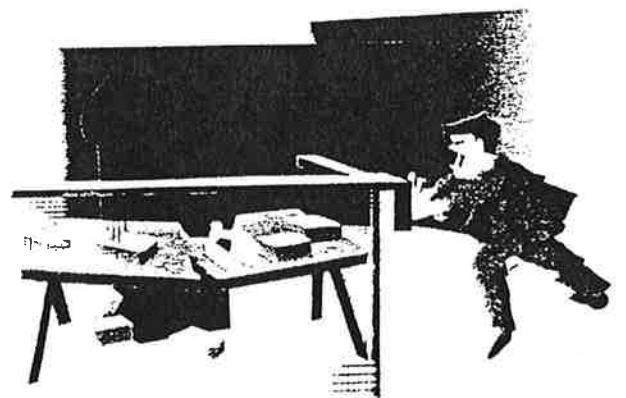
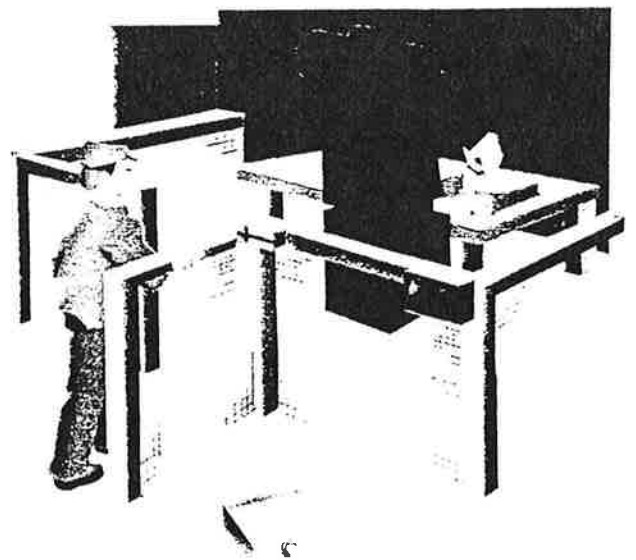
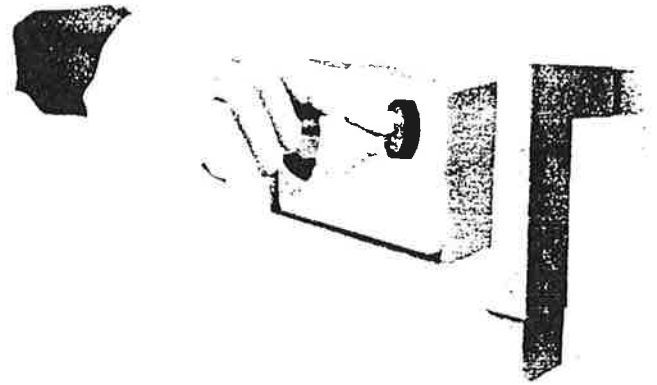
**Skyddsstoppfunktion** (=säkert stopp som ger möjlighet till enkel och snabb återstart) innebär att man oftast väljer en robot med bromsar, eftersom energin till axlarna kopplas bort. De produktionstekniska fördelarna är en robot som inte faller ihop vid energibortfall eller tappar sin position vid stopp med ny synkronisering som följd.

### Nödstopp för nödsituationer!

I nödsituationer trycker man på nödstoppknappen. Om t ex en robot havererar vill man snabbt kunna stoppa den. Nödstopp bryter energin till alla farliga funktioner. Exempel där inte energin bryts bort är magnetlyftare och magnetisering av magnetchuck.

Till skillnad från skyddsstopp kräver nödstopp i de flesta fall återstart från arbetscykelns början vilket kan försvåra produktionen.

Skillnaden i inkoppling av skyddsstopp och nödstopp belyses bäst genom ett exempel på en hydraulisk robot. Skyddsstopp bryter på de hydraulventiler som reglerar tryck och flöde till robotens axlar, dvs de kan inte röra sig. Nödstopp bryter dessutom spänningen till pumphotorn. Båda stoppen bryter energin på ett säkert sätt, men återstart efter nödstopp kan bli svår. Däremot minskar nödstopp skador som kan uppstå av t ex utströmmande olja då en slang har gått sönder eftersom pumpen stoppas. För elektriska robotar behöver det dock inte var någon skillnad i inkopplingen.



## Arbete i riskområde

Arbete i robotens arbetsområde utförs i dag då farlig maskinrörelse pågår. Detta görs vid inställning, automatdrift och underhåll.

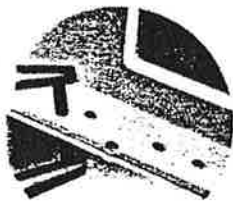
### Praktikfall

Industrirobotar (IRb) för punktsvetsning vid tillverkning av bilkarosser.

Nedanstående är ett resultat av studier och intervjuer utförda i Sverige och Västtyskland. En av fabrikena studeras under en veckas tid.

Programjusteringar behöver utföras i genomsnitt en gång per robot och vecka. Anledningarna till det är att

- roboten sätter en punktsvets på fel ställe
- roboten missar en eller flera punktsvetsar
- roboten slår i karossen
- cykeltiden behöver minskas



Om dessa fel inträffar

- oregelbundet är det svårt att hitta orsaken. Närvaro i riskområdet kan vara nödvändig under lång tid för att ta reda på var och varför felet uppstår
- i varje cykel är det lättare att hitta

Felen beror på

- att karossens form varierar. Detta uppstår vid formning och sammansättning av karossdelar på grund av variationer i plåtkvalitet och i produktionsutrustning.

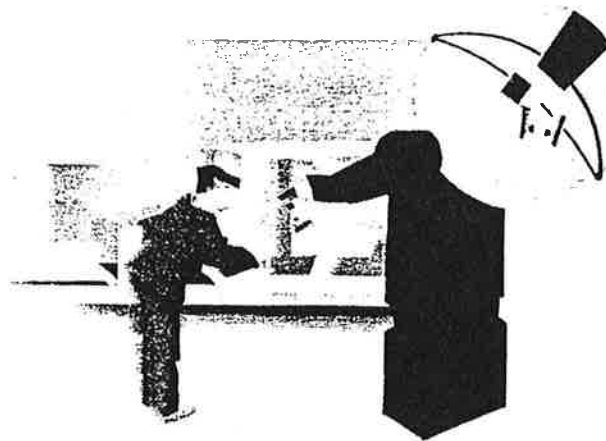


- att slangar och kablar till punktsvetsning kan variera i styvhet (temperatur, ålder, slitage). Dessutom byggs nya spänningar in vid byte av slang. Detta förändrar robotens bana mellan två punkter. Då kan den slå i karossen
- att överledning i svetstång uppstår som orsakar utebliven punktsvets
- att svetstången fastnat i punktläget och tångens position på roboten förändrats
- att elektroderna har blivit slitna på ett sådant sätt att punkter flyttas eller uteblir
- att roboten har varit helt avstängd och därefter synkroniserats. Detta kan orsaka något inkrement (steg) fel, vilket kan påverka punkter med snäva toleransområden

- att axlarnas position kan ha förändrats vid underhåll
- att robotens axlar slits och därigenom ändras punkternas position och/eller banan mellan två punkter. Vid bristande underhåll är risken för detta stor

För att kunna åtgärda fel står man i riskområdet för

- att kunna studera robotcykeln och då kunna besluta om rätt åtgärder. Detta måste ofta ske vid produktionshastighet eftersom roboten inte går samma transportväg mellan två svetspunkter vid låg- och höghastighet. Det kan skilja upp till en halv meter vid stora rörelser



- att programmera ändringar
- att testa vid låg- och höghastighet

Andra anledningar till att gå in i riskområdet är

- för att knuffa en kaross i rätt läge. För att få reda på att karossen har knuffats i rätt läge behövs någon form av återkoppling. Ett enkelt sätt är att släcka en lampa när karossen ligger i rätt läge (ännu bättre om röd lampa slocknar och grön tänds)



Man kan använda den givare som känner av detaljens läge för att styra informationssignalerna.

Om det inte finns någon "informationslampa" är risken stor att den ersätts med att roboten startar. En av de vanligaste orsakerna till olyckor i automatiska tillverkningssystem är att farliga rörelser startar när en detalj läggs i rätt läge.

- för att fila eller byta svetelektroder. Då ska roboten vara säkert stoppad med skyddstopp (säkert stopp med enkel och snabb återstart)
- för att undersöka hur förbättringar ska kunna genomföras

## Slutsats och åtgärder

För att kunna bygga bra arbetsplatser krävs att man noggrant går igenom både produktionsuppläggning och de arbetsuppgifter som behöver utföras vid normal och onormal funktion. Vanligtvis behöver man också göra en studie efter det att själva produktionsutrustningen har tagits i drift. Nya arbetsuppgifter uppstår ofta vid automatiska produktionssystem.

### Vid produktionsuppläggning gäller generellt

- att bygga upp anläggningen så att programmering kan utföras på platser som är lämpliga att stå på. Det är inte ovanligt med akrobatiska nummer, som t ex att balansera på rör för att kunna programmera och studera programmet. Ibland behövs flyttbara **programmeringsplattformar**
- att det behövs **observationsplatser**, dvs platser där man kan studera produktionen vid programmering, testkörning, kontroll, utbildning och utveckling. Bra belysning är ofta en förutsättning för att kunna placera observationsplatsen utanför riskområdet
- att man enkelt behöver kunna gå över från ena till andra sidan av en produktionslinje för att kunna arbeta effektivt. Även här förekommer akrobatiska nummer med stora risktagningar. Därför behövs **övergångar** som också ger tidsbesparingar vid driftsstörningar
- att kunna **kontrollera detaljer mellan varje produktionssteg**. Detta för att snabbt ta reda på om en åtgärd har blivit rätt utförd. I ett fall behövde fem detaljer produceras innan kontroll kunde utföras. Enkel och snabb återstart efter säkert stopp saknades

- att **minimera riskområdet**, dvs att begränsa rörelseområdet till det som behövs för produktionen.
- att **flytta ut arbete** utanför riskområdet och bygga skydd för det som återstår
- att **planera för störningskorrigerigering** och att stegvis eliminera varje störning genom att åtgärda orsakerna

**Produktionsstörningar orsakar både olycksfall och produktionsbortfall.** Därför är det dubbelt viktigt att ta bort alla orsaker till störningar. De störningar som uppkommer beror på

- att **fel/slitage uppstår på robotar och andra maskiner**. Genom förebyggande underhåll kan detta elimineras. Ett bra sätt är att använda analysutrustning som kan testa maskinernas kondition under drift. IVF har utvecklat en utrustning benämnd Presentator som kan användas för detta ändamål
- att **detaljens form varierar**. Det kan bero på föregående bearbetning eller på materialleverans. Formen ska inte variera utanför de toleranser som produktionsutrustningen klarar
- att **detaljens läge varierar**
- att **processdelen ändras**. Det innebär t ex
  - att svetselektroder slits
  - att vid målning färgens viskositet varierar med temperaturen



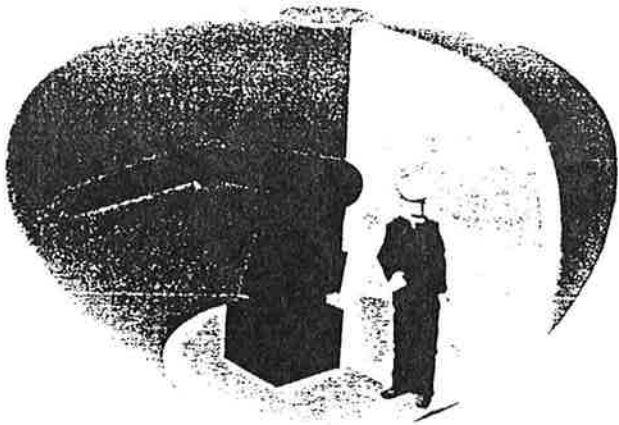
**Åtgärda störningarna! Det kan löna sig!**

**Men åtgärda orsaken, inte verkan!**

# Risker

## Stor rörelsevolym hos roboten

- Ofta är hela kroppen inne i robotens arbetsvolym vid programmering och test



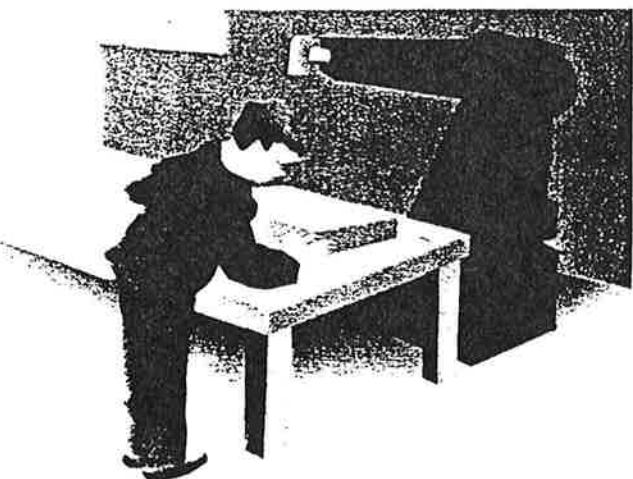
- Huvudet är oftast närmast roboten
- Gränsen för arbetsvolymen är svår att se

## Vilken väg?

- Roboten väljer själv snabbaste vägen mellan två punkter
- Robotar går olika vägar vid hög- och låghastighet
- En glömd punkt, fel program eller felfunktion ger en oväntad väg
- Vägen i rymden är svår att förutse

## Tid, när startar roboten?

- När en detalj har kommit i hämtläge eller läge för bearbetning påverkas en givare som ger klarsignal



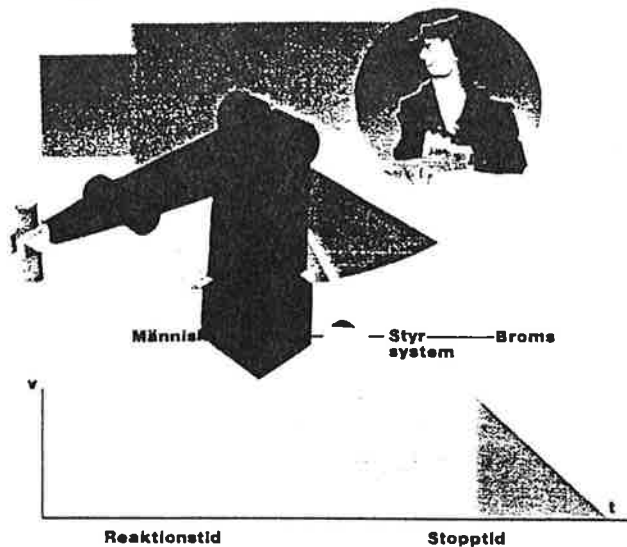
- När maskinen ger klarsignal till roboten för hämtning av detalj
- När inprogrammerad tidpunkt för start uppnåtts

## Hinner man förflytta sig ur riskzonen eller ge stoppsignal?

- En snabb reaktionstid ligger mellan 0,3—1 sekund vid inlärdd reflexmässig rörelse. Då beslut behöver tas kan reaktionstiden vara avsevärt längre

- Robotarnas hastighet är normalt max 4 m/sekund. Men det finns robotar med en hastighet upp till 10 m/sekund

- Innan jag hinner reagera rör sig roboten 1—10 meter vid maximal hastighet. Vid normal arbets-hastighet, cirka 1 m/s, hinner roboten röra sig 0,3—1 m



- Vid programmeringshastighet rör sig roboten dock en kortare sträcka eftersom hastigheten är lägre
- Vid fel kan en del robotar röra sig snabbare än vid normal maxhastighet

## Hur snabbt stannar roboten?

- Vid maxhastighet är stoppsträckan normalt upp till 0,5 m för både stora och små robotar
- Stoppsträckan är hastighetsberoende
- Reaktionstid från stoppsignal till dess att bromsning börjar är ofta onödigt lång. En minskning av reaktionstiden ger dubbelt så stor inverkan som en minskning av inbromsningssträckan. Åtgärder för att minska stoppsträckan studeras i ett projekt hos IVF.

## Skyddsavstånd

- Ju kortare stoppsträcka desto kortare skyddsavstånd mellan robot och skyddsanordning. Med skyddsavstånd menas avståndet mellan skyddsanordning och riskområde. Riskområde är det område som en robot kan nå. Det innebär att även om man använder ett litet arbetsområde kan ändå riskområdet bli stort
- Kort stoppsträcka och korta skyddsavstånd gör att man mera sällan behöver gå innanför skyddsanordningarna för att studera robotcykeln



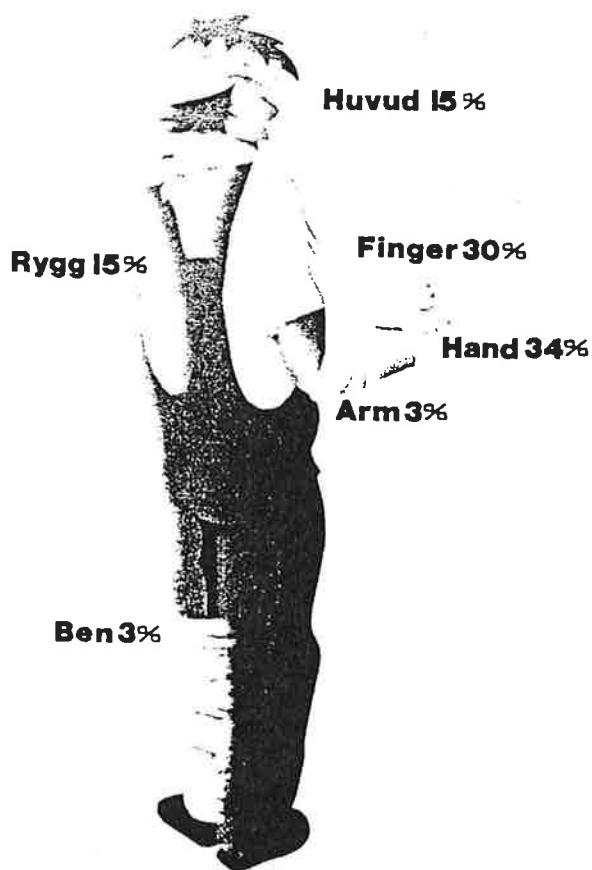
## Olyckor

En mycket viktig slutsats är att farliga maskinfunktioner måste stoppas automatiskt när man går in i ett riskområde. Allt för många har trott att maskinen varit avstängd när den i själva verket stått i ett väntläge. Olyckorna har alltså till största delen inträffat vid normal funktion som dock har upplevts som en onormal funktion.

- Marginalen är liten mellan allvarlig olycka och obetydlig skada. I utlandet har flera dödsfall inträffat. Enligt Nobouro Sugomoto i Tokyo, Japan, hade fram till 1985 nio dödsfall inträffat i Japan. Vid fem av dessa dödsfall trodde man att roboten hade stannat

Vi har ännu inte haft något dödsfall orsakat av en robot i Sverige. Vi har däremot haft dödsfall i andra delar av automatiska tillverkningssystem där olycksfallsorsakerna har varit desamma som för de vid robotar. En del arbetsuppgifter utförs sällan, men risken för allvarlig skada är mycket stor. Även dessa måste därför tas med vid skyddsutformningen.

Många av de som arbetar med programmering, drift och underhåll i robotapplikationer har varit med om tillbud (varit nära att skadas).



Undersökta olyckor i Sverige.

### De flesta olyckor inträffade

- när en detalj lades i rätt läge
- vid observation av arbetscykel
- vid justering av kringutrustning
- när roboten startade trots att skyddsanordning hade påverkats (t ex förreglad grind som öppnats)

### Olyckorna berodde på

- att maskinerna inte stängdes av vid åtgärdande av en driftstörning
- att skyddsanordningar saknades
- att inkopplingen av skyddsanordningar i maskinernas styrsystem hade utförts på ett felaktigt sätt
- att information om rätt utförd åtgärd saknades
- att man trodde att man skulle hinna undan en farlig rörelse
- att man utförde arbete under drift som inte borde gjorts då

### Av olyckorna i Sverige framgår följande

- 70% av olyckorna gav längre sjukfrånvaro än sju dagar
- De vanligaste skadetyperna är klämskador och ofta med sår och krosskador som följd
- De vanligaste skadorna sker på händer och fingrar
- 30% av skadorna fördelade sig på huvud och rygg

Olycksantalet har inte ökat genom en övergång till automatiserad produktion. Antalet olyckor i robotapplikationer som har inträffat i Sverige är inte många, men däremot är risken för allvarliga olyckor stor. För att minska och förebygga olyckor behövs både en utveckling av nya skyddsanordningar och en satsning på att flytta ut arbeten från riskområdet.

Det är lätt att underskatta risker, vilket belyses av följande olycka: En person dödades i Frankrike av en liten IRb som enkelt kunde stoppas med handen. Robotens gripdon träffade halsen på mannen snett bakifrån.

## Välj rätt robot!

### Produktionsstopp

### Skyddsstopp

### Nödstopp

## Programmeringsenhet

### Hålldon

Hålldonets knapp måste hållas intryckt för att tillåta farliga funktioner, t ex att roboten rör sig, att gripdonet griper respektive släpper, att kringutrustningen startar m m. Hålldonet bör utformas enligt **trelägesprincipen**. Det innebär att knappen ger klarsignal när den hålls i ett distinkt mellanläge. Stoppsignal ges då knappen släpps upp helt eller trycks i botten vid en paniksituation.

### Hastighetsväljare

Det gäller att hinna stoppa farlig rörelse vid arbete med hålldon. Därför krävs en låg hastighet vid arbete nära robot. Det är också viktigt att stegvis kunna öka hastigheten för att kunna undersöka kollisionsrisker mellan robot och kringutrustning.

### Nödstopp

Det är en fördel att kunna stanna maskiner i andra skyddsområden vid maskinhaveri eller utanför hålldonets verkningsområde, dvs i andra delar av en sammanhängande produktionslinje (se exempel Saab-Scania).

### Människa-maskin-kommunikation

En bra kommunikation mellan människa och programmeringsenhet kan förebygga många farliga misstag.

## Ingång

**Datoringång:** I robotens program skriver man in när produktionsstopp tillåts, dvs i de delar av programmet där stopp kan ske utan risk för skador på maskin eller produkt. Till denna ingång, som initierar kontrollerat stopp, kan en knapp, central dator eller styrning från annan maskin anslutas. I de processer där direkt stopp kan ske kan samma ingång användas för produktions- och skyddsstopp.

**Säkert stopp av robot med en enkel och snabb återstartmöjlighet:** Till denna ingång kopplas skyddsanordningar direkt. Ingångarna bör vara dubblerade och övervakade även mot kortslutning. Därigenom minskas också risken för felkoppling. Det är speciellt viktigt då många maskiner och många olika skyddsanordningar används.

Skyddsstopp förutsätter att roboten är försedd med bromsar på axlarna!

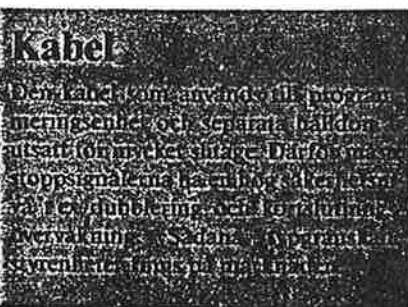
**Nödstopp** innebär säkert stopp av utrustning, gärna med enkel och snabb återstart för då tvekar ingen att trycka in nödstopp när det behövs.

## Utgång

**Datorutgång:** Utgångarna styrs av robotprogrammet. De är dels till för att stanna andra maskiner kontrollerat och dels för att ge information om att roboten nu har stannat på ett bra ställe ur återstartssynpunkt. Informationen innebär klarsignal för skyddsstopp.

**Denna utgång** kopplas till maskiner och andra delar som styrs av roboten. Det kan vara robotens gripdon eller annan kringutrustning. Utgångarna bör vara dubblerade och övervakade.

**Denna utgång** ansluts till andra maskiner och delar som styrs av roboten.



## Separat treläges-hålldon

Vid testkörning och då flera personer måste arbeta i riskområdet behövs separata hålldon. Praktiska erfarenheter visa att ju fler olika stoppmöjligheter en person har desto större är sannolikheten för att han väljer fel. **Därför ska man helst lägga ifrån sig programmeringsenheten vid testkörning.** I undantagsfall behövs ytterligare funktioner på hålldon, t ex:

- Startknapp
- Hastighetsval (låg eller hög), vilket bestäms av vilken feltyp man letar efter
- Produktionsstoppknapp för att våga stoppa produktionscykeln

## Gripdon

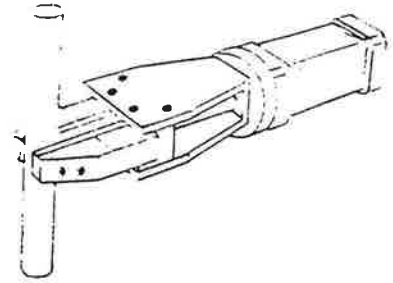
För att undvika olyckor vid inställning, automatdrift och underhåll ska ett gripdon

- hålla kvar en detalj med erforderlig kraft vid bearbetning, stoppsignal och vid bortfall och återkomst av energi.
- vara bistabilt, dvs det ska varken gripa eller släppa vid stoppsignal eller vid bortfall och återkomst av energi

När det gäller pneumatiskt styrda gripdon kan man uppfylla detta genom att använda

- bistabila ventiler, mekanisk låsning av gripdon i öppet respektive stängt läge och en tryckvakt som ger stoppsignal vid för lågt tryck

När mekanisk låsning ej är tillämpbar behövs dessutom minitrycksventil och ackumulator för att kunna hålla en detalj tills faran har upphört. För att förebygga skada vid ett slangbrott kan tvåkretssystem var nödvändigt. För gripdonsväxlare gäller också ovanstående. Här är någon form av nyckellåsning av ett gripdon bra.



## Driv/bromssystem Robotens axlar

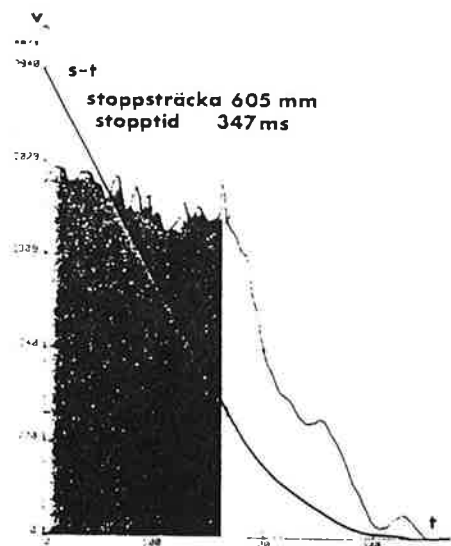
Robotens axlar ska fixeras och bromsas vid stoppsignal och vid bortfall av energi. Om detta inte uppfylls, uppstår både produktions- och säkerhetsproblem.

Det lönar sig att ha bromsar på roboten då

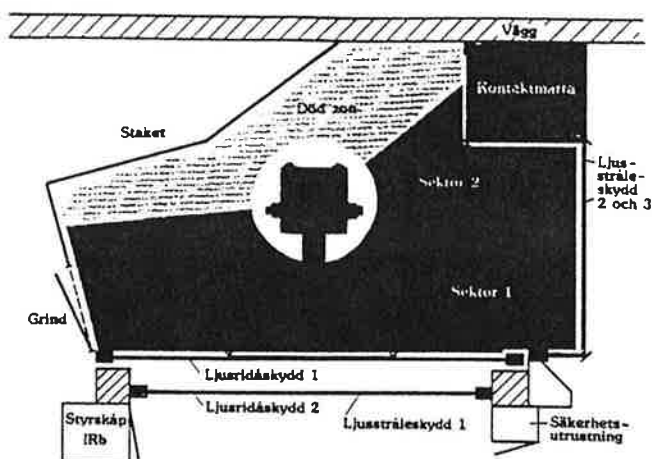
- det ger kortare arbetscykel eftersom man vågar lämna roboten ovanför en ömtålig detalj, vilket kan ge ökad produktivitet
- det ger kortare stoppsträckor, vilket ger kortare skyddsavstånd. Detta gör att antalet arbeten i riskområden kan minskas
- det medför att hålldon kan användas som skyddsanordning och arbetsverktyg
- det innebär att driftstörningar (energibortfall etc) inte ger återstartsproblem eftersom roboten inte sjunker ihop

Första steget vid skyddsutformning är att minska riskområdet. Det innebär att man begränsar arbetsområdet för roboten till det som behövs för produktionen. Välj därför en robot där det är lätt att begränsa arbetsområdet. Det görs med fasta stopp eller med gränslägesbrytare. Välj en robot med kort stoppsträcka. Då kan man begränsa arbetsområdet med gränslägesbrytare. Detta är en förutsättning för skyddssektorer (se skyddsanordningar). Man behöver därför information om robotens stopptid och stoppsträcka för varje axel. För beräkning av skyddsavstånd se Skyddsanordningar sid. 13.

Diagrammet visar stoppförloppet för en robot med lång stoppsträcka. Den elektriska reaktionstiden innan bromsning börjar utgör 80% av stoppsträckan. Den kan minskas. Vid IVF pågår ett projekt som ska visa hur man konstruerar en robot med kort stoppsträcka.



## Skyddsanordningar Pilotverkstaden, Eskilstuna



Robotens arbetsområde är sektor 1 och 2. Den kan ej komma in i den döda zonen.

Öppnas den förreglade grinden i staketet stoppas roboten.

Ljusridåskydd 1 stoppar roboten om den bryter ljusridån. Avståndet mellan ljusridå 1 och 2 anpassas till robotens stoppssträcka.

Ljusridåskydd 2 stoppar roboten om någon bryter ljusridån.

Ljusstråleskydd 1 (= ljusbom), som går på låg höjd under ljusridåskydd 2, stoppar roboten om någon försöker krypa under ljusridåskyddet.

Ljusstråleskydd 2 och 3 (= ljusbom) är enklare skydd än ljusridåerna och kräver längre skyddsavstånd. Två strålar på olika höjd rekommenderas (400 och 900 mm höjd) för att man inte enkelt ska kunna hoppa över eller krypa under ljusstrålen och på så sätt komma in i robotens arbetsområde medan den arbetar.

Kontaktmattan är ett annat skyddat område. Står operatören på mattan arbetar roboten fritt i sektor 1, men stannar om den kommer in i sektor 2. När roboten kommer in i sektor 2 påverkas dubbla gränslägen på robotens vridaxel. Då

mattan och gränslägena samtidigt är påverkade stannar roboten. När ingen står på kontaktmattan kan roboten arbeta även i sektor 2. Den kan användas som observationsplats vid kontroll av arbetscykel i sektor 1 eller som betjäningssektor, t ex vid inläggning av detaljer utan att roboten stoppas. Liggande ljusridå ger motsvarande ytskydd som en kontaktmatta.

När ett skydd stoppat robotens arbete måste operatören återställa skyddsanordningen, på en plats som inte kan nås inifrån riskområdet, innan han kan återstarta roboten.

Med ovanstående skyddssystemutformning och med lämpliga övningsexempel kan programmering och test av program utföras utanför riskområdet. Detta är det ideala sättet, vilket dock inte alltid är möjligt. Då arbeten behöver utföras i riskområdet finns idag ingen skyddsanordning som automatiskt stoppar roboten när den kommer för nära människan.

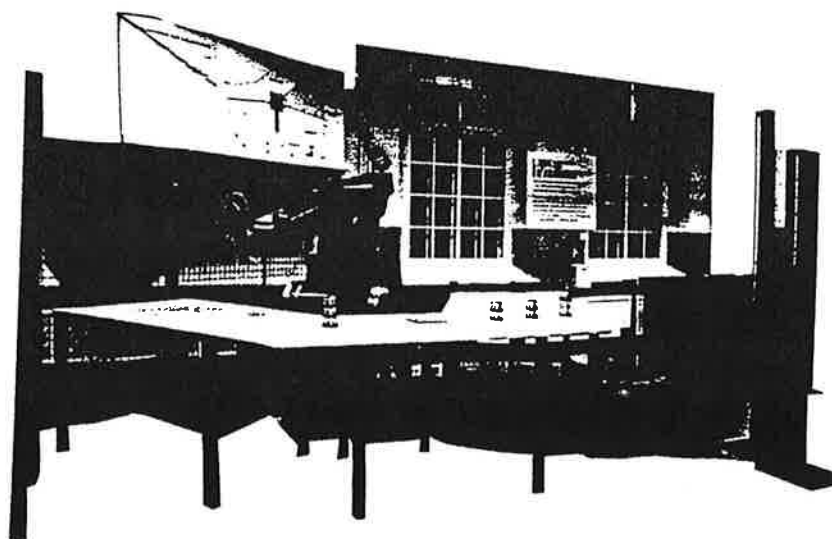
I dessa fall behöver man ett hålldon för att minska risken för olyckor. Hålldon innebär att en knapp måste hållas in för att roboten ska kunna röra sig. Hålldonet bör vara utfört enligt trelägesprincipen. När knappen hålls i ett distinkt mellanläge ges klarsignal för körning av robot. Om knappen trycks ner i bottenläget i en paniksituation eller släpps upp helt ges stoppsignal.

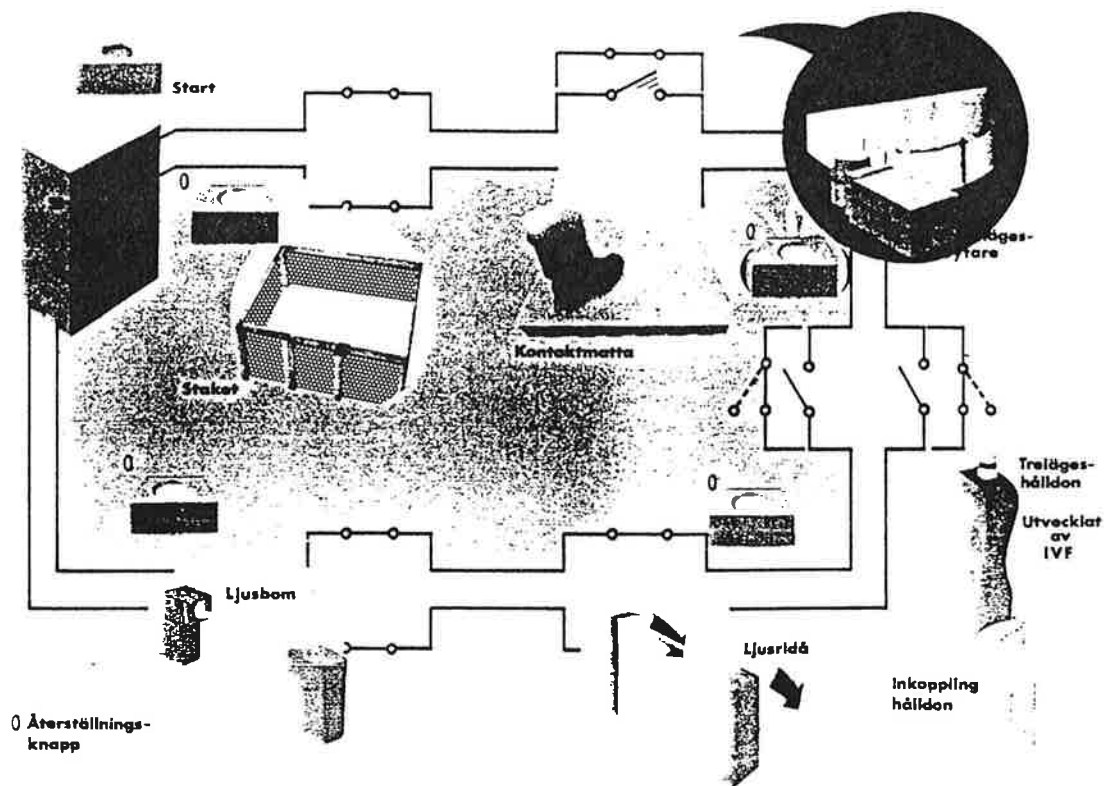
Följande olyckstillbud belyser behovet och funktionsprincipen.

En van programmerare manövrerade roboten i riktning mot sig själv samtidigt som han gick bakåt. Han observerade inte pelaren bakom sig förrän han gick emot den. Han greps av panik och tryckte ner knappen (tvälägeshålldon) hårdare. I sista stund lyckades han samla sig och släppte knappen. Med några centimeter tillgodo undgick han att bli klämd mellan robot och pelare.

Stoppsignalerna från trelägeshålldonet är dubblet och kortslutningsövervakade enligt Arbetarskyddsstyrelsens rekommendationer.

Detta trelägeshålldon som har utvecklats av IVF ska användas för att höja säkerheten vid arbete i riskområde där andra skydd inte är praktiskt användbara. Så är fallet ofta vid programmering av industrirobotar.





## Sammankoppling av skyddsanordningar

Ovanstående bild visar sammankoppling av skyddsanordningar i skyddsstoppkretsen. En stoppsignal som ges i den kretsen ger ett säkert stopp men tillåter också en enkel och snabb återstart. I detta fall har nödstoppet kopplats i samma krets. Både nödstopp och skyddsstopp kräver säker stoppfunktion. Det innebär här att kraften till motorerna bryts bort och bromsarna slår till. Här får man alltså en **enkel och snabb återstart både vid skyddsstopp och nödstopp**.

För att kunna få ovanstående enkla kretslösning för sammankoppling av flera skyddsanordningar ska man **välja typgranskade skyddsanordningar med styrenhet som är försedd med dubbla utgångar och egen återställningskrets**. Med dubbla utgångar och tvåkanalssystem minskas risken för att stoppsignal inte kommer in till roboten. Risken för att komponentfel leder till farlig maskinfunktion minskas avsevärt. Detta är speciellt viktigt för robotar och andra datorstyrda maskiner. Det är nämligen svårt att veta om stoppsignalen har gått fram eller inte eftersom maskinen kan stå i ett vänteläge, dvs väntande på en signal eller att en tid har löpt ut.

Återställningskretsen är en mycket viktig säkerhetsdel. Det är den som påverkas när operatören trycker in återställningsknappen, som är placerad utom räckhåll från riskområdet. Den har även till uppgift att övervaka styrenhetens skyddsfunktioner. Dessutom kan den användas för att på enkelt och säkert sätt bygga på fler stoppsignalutgångar då flera maskiner ska stannas av en skyddsanordning (se Sammankoppling sid 16).

Manuell återställning behövs inte i alla tillämpningar. I detta exempel får kontaktmattan återställas automatiskt så fort man stiger av den. Den är ju påverkad hela tiden när någon är i sektorn (står på mattan). Om man går av mattan och in i riskområdet bryts ljusbom 2 och 3 som ger stopp-

signal till roboten oavsett var den befinner sig. Därefter måste ljusbom 2 och 3 återställas innan roboten kan startas.

I andra tillämpningar där man kan passera kontaktmattan och gå in i riskområdet utan att utlösa någon annan skyddsanordning måste man dock ha manuell återställning. Manuell återställning krävs i alla de fall där man kan passera ljusbom, ljusridåer, kontaktmattor och staket. Man måste ju visa att man befinner sig utanför riskområdet.

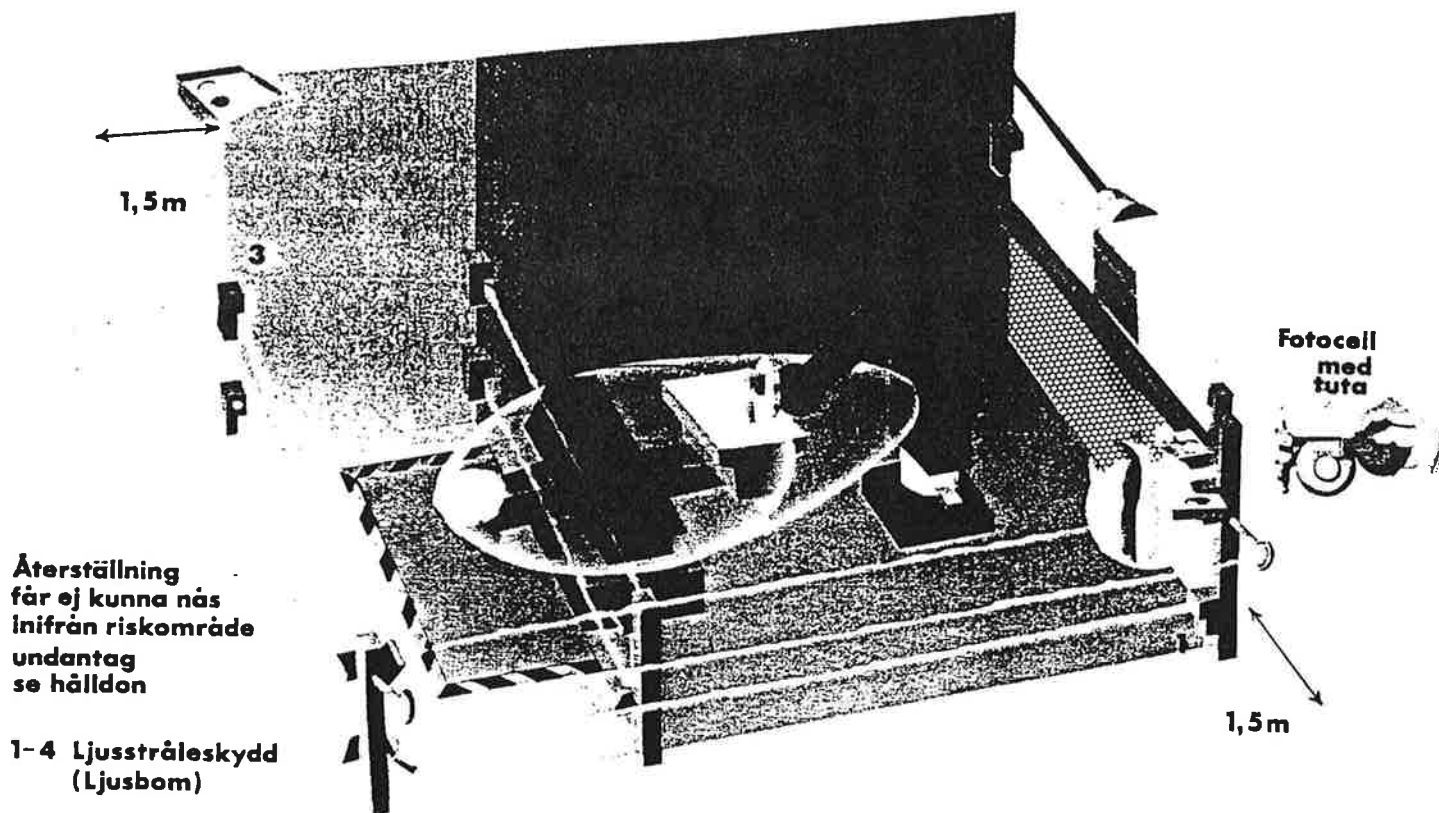
Vid hålldonskörning, som i första hand ska användas vid låg hastighet, kan återställning fås genom att knappen släpps upp och trycks ner igen. Det gäller t ex vid programmering. Vid observation av produktionen under drift kan det vara befogat att maskinen stoppas av hålldonet men att återstart inte tillåts då operatör befinner sig i riskområdet. För att hålldonet ska bli ett bra hjälpmedel, kan man däremot behöva en startknapp på hålldonet.

## Skyddsavstånd

Skyddsavstånd är avståndet mellan skyddsanordning och riskområde. Riskområde innefattar det område inom vilket maskinen kan röra sig och maskinens stoppsträcka vid maxhastighet vid en områdesbegränsning. Riskområdet kan minskas med säker områdesbegränsning (se ovan).

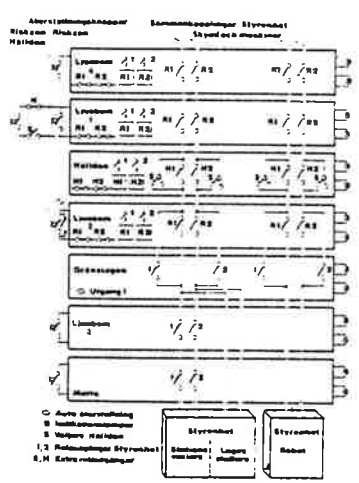
Skyddsavståndet baseras på maskinens stopptid, människans rörelsehastighet och en riskbedömning. Minsta skyddsavstånd som anges i anvisningar och föreskrifter om kontaktmattor och ljusbommar är 0,85 m. En riskbedömning kan påverka skyddsavståndet. Vid risk för ingrepp, t ex att lägga detalj i rätt läge, fordras ett längre skyddsavstånd än vid observation, där ett mindre skyddsavstånd kan vara bättre än hålldonskörning. **Ansvar har företaget.**

# Robotsvetsstation med skyddssystem — praktikfall och analysmetod



Återställning får ej kunna nås inifrån riskområde undantag se hålldon

1-4 Ljusstråleskydd (Ljusbom)



För svetsstation från ESAB Robotsvets AB, som användes på utställningen Elmia Arbetsmiljö 86, togs ett skyddssystem fram med följande utformning.

**Ljusbom 1, 2 och 4** skyddar mot skada av robot och lägesställare.

**Fotocell** framför ljusbom 1 respektive staket under ljusbom 4 förhindrar oavsiktligt stopp. Fotocellen utanför ljusbom 1 ger ljudvarning.

**Ljubom 3** och **kontaktmatta** skyddar mot skada då lägesställarna växlas.

**Trelägeshålldon** skyddar mot skada vid arbete inne i bearbetningsområdet.

För att utforma skyddssystemet användes en mycket enkel analysmetod som består av fyra frågor.

Bilden visar en robotiserad svetsstation. Den består av en robot som svetsar och två lägesställare. Dessa är monterade på en stationsväxlare. Lägesställarna kan vrida och vända på en detalj som ska svetsas, så att roboten kan komma åt alla erforderliga svetslägen.

Arbetscykeln går till på följande sätt

- Operatören spänner fast den detalj som ska svetsas på en lägesställare
- Operatören ger klarsignal för svetsning av ny detalj. Detta gör han genom att trycka in en knapp utanför skyddat område
- Lägesställarna växlas när roboten har gett klarsignal och svetsat färdigt föregående detalj
- Roboten svetsar en ny detalj. Samtidigt byter operatören ut den svetsade detaljen mot en ny detalj.

## 1 Vilka arbeten utförs och varför?

**I betjäningsområdet:**

- spänner operatören fast respektive lossar detaljer på lägesställare

**I bearbetningsområdet:**

- programmerar man robot och lägesställare
- testar och justerar man programmet
- kontrollerar man svetsprocessen, t ex då en del svetsar ibland blir felaktiga
- studerar man robot och lägesställare vid feelfunktion
- studerar man svetscykeln för att kunna utföra produktionsförbättringar

## 2 Vilka risker finns?

### I betjäningsområdet:

Lägesställare med detalj kan skada vid stationsväxling, dvs då lägesställarna byter plats. I betjäningsområdet är lägesställarens rörelser låsta.

### I bearbetningsområdet:

Robot och lägesställare med detalj kan skada person genom klämning, slag, skärning (vassa kanter) och värme (svetsprocessen).

## 3 Hur bör skyddssystemet utformas för att passa det arbete som måste utföras i riskområdet?

### I betjäningsområdet:

När operatören befinner sig i riskområdet ska lägesställarna inte kunna byta plats, dvs stationsväxling är ej tillåten.

### I bearbetningsområdet:

Här finns behov av att utföra arbetsuppgifter mycket nära robot och lägesställare även när de är i rörelse. Vid programmering och testkörning av svetsprocess kan man behöva stå med huvudet 1 dm från farlig maskinrörelse. Det innebär att skyddssystemet helst bör utformas så att farlig maskinrörelse stoppas automatiskt när någon kommer för nära.

## 4 Hur kan önskad skyddslösning byggas?

### I betjäningsområdet:

Här räcker det med att hindra stationsväxling sker när någon befinner sig i riskområdet. En viktig sak är att skyddet ger en stoppsignal så snabbt att påbörjad stationsväxling hinner stanna innan någon kommer in i riskområdet. Här måste man ta hänsyn till stationsväxlarens **stopp** och till **människans rörelsehastighet**. Skyddsavståndet tas upp i Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om kontaktmattor. Samma formel kan användas för ljusbom om instegsmåttet tas bort. (Se Skyddsanordningar sida 12.).

I denna applikation har vi använt oss av gräns- och ytskydd. Gränsskyddet, som är placerat så att skyddsavståndet 850 mm till riskområdet tillgodoses, består av dubbla ljusbommar. Strålarna går 400 respektive 900 mm över golvet. Bryts ljusbom 3 så förhindras stationsförväxling. För att kunna starta vridrörelsen igen måste man gå utanför betjäningsområdet och ge klarsignalen "operatör klar" för start.

Ytskyddet består av kontaktmattor. De täcker riskområdet, dvs lägesställarens rörelseområde inklusive detalj vid växling. Kontaktmattorna används enbart för att förhindra att någon ska kunna ge klarsignal för stationsväxling när operatören befinner sig i riskområdet.

Skyddet kan också byggas enbart med kontaktmattor eller liggande ljusridåer. Då behöver man täcka minst samma område som täcks av gränsskyddet.

### I bearbetningsområdet:

Detta är ingen manuell betjäningsplats, så här använder vi enbart gränsskydd (ljusbom och staket) och skyddsavstånd 1 m.

För att minska riskområdet är robotens arbetsområde begränsat till det som behövs för produktionsprocessen.

Ljusbom 2 vid lägeställaren, fungerar både som passage-skydd och som säkerhet mot att lägesställaren inte kan växlas när någon är i betjäningsområdet. Skulle stationsväxlingen starta vid en felfunktion när någon är i betjäningsområdet, stoppas den av att ljusbom 2 bryts och hela stationen får stoppsignal. Ljusbom 2 förbikopplas endast då kontaktmatta och ljusbom 3 är återställda. Förbikopplingen är utförd med tvångsbrytande gränslägesbrytare och byglar ljusbom 2 först när stationsväxlaren rört sig några grader.

Ljusbom 1 stoppar alla farliga funktioner. För att undvika oönskade stopp av svetsprocessen på grund av brytning av ljusbom 1, sitter en varningsfotocell 2 dm utanför densamma. Varningsfotocellen ger en ljudsignal vid påverkan.

Bakom roboten har ett staket placerats. Ovanför staketet sitter ljusbom 4. Det är lätt att kliva över staketet vid behov och då stoppar alla farliga funktioner. Fördelen med staketet är att en klar gräns finns och då undviks oavsiktliga stopp. Utanför staketet har svetsaggregatet placerats, som kan justeras under drift på skyddad plats.

För de fall då man behöver befinna sig innanför ljusbommarna måste man använda ett trelägeshålldon.

För att ge skydd för tredje man är ljusbommarna även inkopplade vid arbete inne i riskområdet. Vi har löst det genom att man kan starta och återställa ljusbom 1 på säker plats innanför skyddet. Om man vill gå in under en produktionscykel trycker man först på produktionsstoppknappen. När hålldonet har tryckts kan man ge startsignal i bearbetningsområdet. Ljusbommen kan återställas.

## Kommentarer:

Skydden behöver kompletteras med bländskydd och utsug.

Staket med bländskydd framför bearbetningsområdet kan vara att föredra. Då undviks oavsiktliga stopp och förstörda svetsar.

För att undvika oavsiktliga stopp är det bra att markera gränsen för ljusbommarna på golvet.

Gränsen till riskområdet bör tydligt markeras i bearbetningsområdet för att öka säkerheten då hålldon används.

Använd skyddsanordningar som är typgranskade för användning vid pressar. Då är man säker på att de håller erforderlig säkerhetsnivå.

För mindre lägesställare kan man ersätta ljusbom 3 och mattan med ett tvåhandsdon placerat utanför riskområdet. Det förutsätter att operatören håller in knapparna under hela växlingsförloppet.

En alternativ inkoppling av hålldonet är att ljusbom 1 kopplas bort när man passerar den. Då behöver man inte stoppa svetsning vid in- och utpassage.

Ovanstående skyddsutformning uppfyller föreskriften Maskiner enligt ASS (Arbetarskyddsstyrelsen).

Kontakta ASS eller yrkesinspektionen om ni är osäker på er bedömning av vilka skydd som erfordras.

## Sammankoppling av maskiner och skyddsanordningar

För att bygga en pålitlig säkerhetsstruktur där flera maskiner och skyddsfunktioner ska kopplas samman gäller

- att strukturen ska vara lättöverskådlig och att dess funktion klart framgår
- att man kopplar rätt
- att felsökning är enkel att utföra
- att defekta komponenter enkelt kan bytas ut
- att man inte ska behöva vara säkerhetsexpert för att kunna kontrollera och förstå sammankopplingen
- att säkerhetsstrukturen inte påverkar produktionsstyrningen i negativ riktning
- att säkerhetsstrukturen är produktionsanpassad

I en säkerhetsstruktur ingår de tre olika stoppfunktionerna produktionsstopp, skyddsstopp och nödstopp.

**Produktionsstopp** ger ett produktionssäkert stopp och ingår i den normala produktionsstyrningen. Den påverkar endast personsäkerheten indirekt, dvs man tvekar inte att stoppa produktionen innan man går in i riskområdet eftersom man vet att den enkelt går att starta igen och att produkten inte förstörs. Det innebär att man stoppar produktionen med produktionsstopp innan man påverkar en skyddsanordning (t ex öppnar en förreglad grind) som ger skyddsstopp.

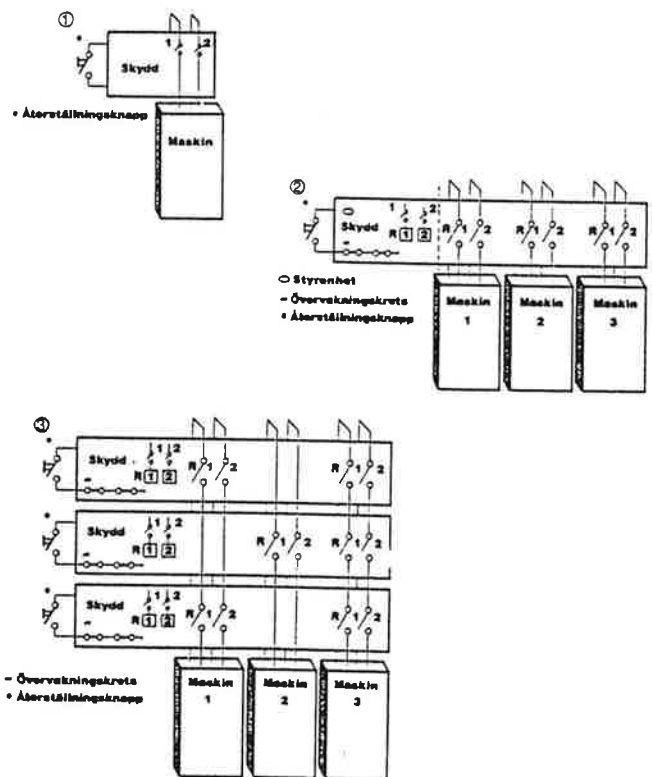
**Skyddsstopp** som är ett personsäkert stopp ingår i skyddssystemet. Det innebär att maskinerna säkert stoppas samt att de enkelt och snabbt kan återstartas från stoppad position. För att uppfylla de krav som ställs på en sammankopplingsstruktur med hög skydds nivå behövs:

- skyddsanordningar som har dubblerad och övervakad skyddsfunktion som också är kortslutningsövervakad. Styrenheten ska ha två brytande utgångar och en återställningskrets. Den kretsen utgör ingång för en eller flera återställningsknappar. Återställningsknappar ska placeras utom räckhåll från riskområdet. När man trycker på återställningsknappen ger man klarsignal för start av farlig maskinfunktion och skyddsanordningen träder åter i funktion.
- Återställningskretsen har också en annan viktig funktion. När en skyddsanordning ska stoppa mer än en maskin räcker inte de två säkra utgångarna som normalt finns på skyddsanordningen. För att få fler säkra utgångar kopplar man reläer med tvångsförda kontakter på utgångarna.
- Reläerna övervakas i återställningskretsen. Varje gång som skyddsanordningen aktiveras kontrolleras både dess inre funktion och utgångarna. Tack vare det behöver man inte bygga speciella återställningskretsar i ett separat system för sammankoppling av skyddsanordningar och maskiner
- maskiner som har dubblerad och övervakad skyddsfunktion med ingångar som är kortslutningsövervakade. Kortslutningsövervakning på

maskinernas ingångar är nödvändig dels för att kortslutning ej får sätta skyddsfunktionen ur spel, dels för att felkopplingar ska kunna upptäckas. Kortslutningsövervakning innebär också att man inte behöver ställa speciella krav på de ledningar som kopplar samman maskin och skyddsanordningar.

När dessa enheter kopplas ihop dras alltid kablar från maskinen till skyddsanordningarnas styrenheter. Denna sammankoppling utgör också enda inkopplingen mellan maskin och styrenhet. **Inga separata relästyrningar behövs.** Den logik som behövs ingår i skyddsanordningarna och i maskinerna. Därför blir också felsökning enkel att genomföra.

1. En maskin sammankopplad med en skyddsanordning
2. En skyddsanordning sammankopplad med flera maskiner
3. Flera maskiner och flera skyddsanordningar sammankopplade.



**Nödstopp** ska stoppa alla farliga funktioner direkt. Några krav på enkel och snabb återstart är man inte tvungen att uppfylla. Det är däremot en fördel om nödstoppet kan kopplas in på samma krets som skyddsanordningarna, dvs i skyddsstoppsslingan. Då behöver inte maskinerna ha någon extra nödstoppssingång. Ur informationssynpunkt kan dock separata kretsar var en fördel.

**Nödstopp** ska till skillnad från skyddsstopp, stoppa ett helt produktionsavsnitt. Det kan vara en sammanhängande linje, en produktgrupp eller ett antal produktgrupper som samverkar via en transportör. Det skall klart framgå hur stor del av produktionssystemet som nödstoppet bryter.

Nödstopp träder endast in som personskydd när de normala skyddsanordningarna har misslyckats.



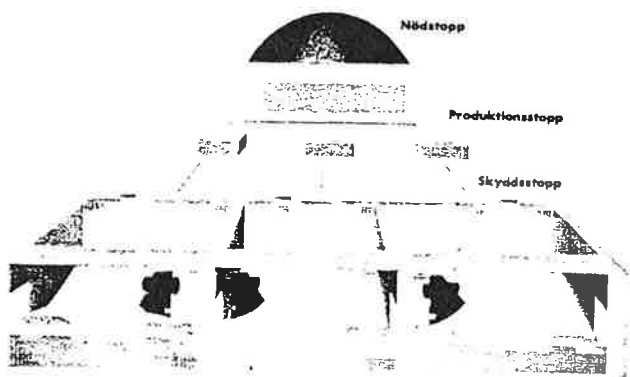
## Praktikfall Saab-Scania AB

### Stoppfunktioner

Samtliga stoppfunktioner medger en enkel och snabb återstart efter återställning.

Nödstopp stoppar samtliga maskiner i ett klart avgränsat och sammanhängande produktionsavsnitt.

Produktionsstopp och skyddsstopp stoppar alla farliga funktioner i ett arbetsområde. För att komma in i ett arbetsområde måste man öppna en grind och då ges skyddsstopp via gränslägesbrytare. Det går inte att gå mellan två arbetsområden. Man kan alltså stoppa och arbeta i ett arbetsområde samtidigt som produktionen fortlöper i de andra arbetsområden.



Själva inkopplingen till varje maskin är densamma för produktionsstopp, skyddsstopp och nödstopp. Det innebär att dessa säkert stannar alla farliga funktioner. Stoppfunktionerna är uppbyggda med reläteknik.

För vissa mindre funktioner som styrs av pneumatik ges endast programstopp därför att man annars skulle få stora problem vid återstart av produktionslinjen.

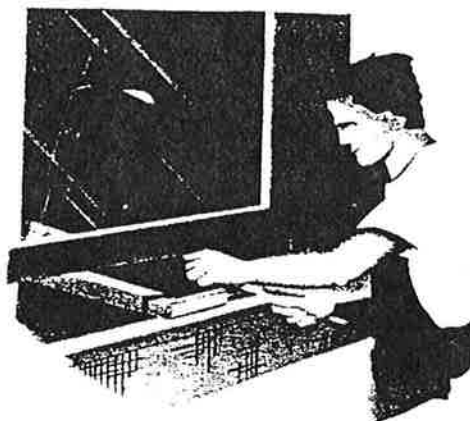
### Återställning

När grinden stängs eller när arbetsstopps- respektive nödstoppsknappen dras ut ljuder en tuta i fem sekunder. Därefter kan återställningsknappen tryckas in och produktionen startas igen. Återställningsknappen är placerad på staketet utanför riskområdet.

När man trycker på den återställer man skyddsanordningen och talar om att nu kan produktionen startas utan risk för personskador. Då ska ingen befinna sig i riskområdet och därför är den placerad så att man har bra översikt över alla riskområden för det skydd som man återställer. Det är emellertid svårt att garantera att den som trycker på återställningsknappen alltid är fullständigt uppmärksam på att ingen befinner sig i riskområdet. Därför har man denna tuta som gör att den som befinner sig i riskområdet har fem sekunder på sig att ta sig därifrån innan ny start kan ske.

### Servicesektor

Roboten kan köras till ett serviceläge genom att man trycker in en serviceknapp. Där kan punktsvetstängen filas från utsidan staketet.



Robotens arbetsområde är normalt begränsat till det som behövs för produktionscykeln med hjälp av gränslägesbrytare.

För att köra roboten till serviceläget, som är placerat utanför robotens arbetsområde, gäller

- att roboten måste stå i sitt utgångsläge
- att grinden måste vara stängd
- att knappen hålls intryckt och då byglas gränslägesbrytare på robotens bas och ett program styr roboten ut till öppningen för filning. Om knappen släpps stoppar roboten direkt

Detta gör att filning kan ske samtidigt som andra farliga maskinrörelser pågår innanför staketet.

### Hålldon i ett arbetsområde

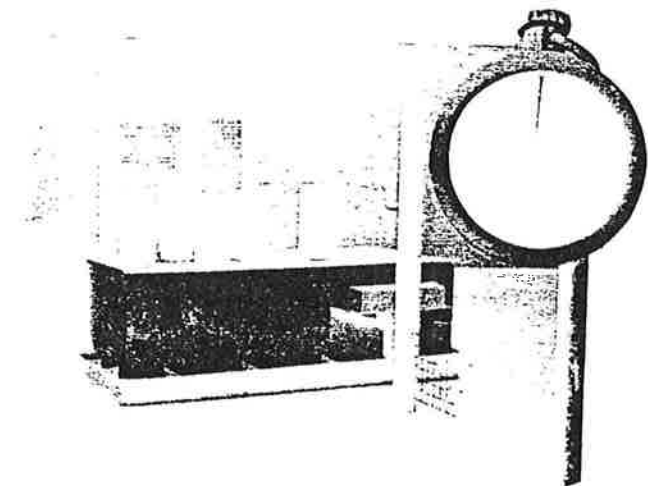
För att ta reda på orsaker till driftstörningar måste man ibland studera produktionscykeln vid produktionshastighet. På Saab-Scania går det till så här:

- Vid grinden finns ett hålldon. Knappen på hålldonet trycks in och därefter kopplas det in med en nyckelväljare. Nyckeln är fäst i hålldonet för att ingen ska kunna koppla bort hålldonet när det används.
- När hålldonet är inkopplat och knappen är intryckt byglas gränsläget på grinden. Grinden är alltså bortkopplad. Då kan man med hålldonet gå in i riskområdet och studera robotens arbetscykel under drift. Om man släpper knappen stannar alla farliga rörelser i det område som man når med hålldonet.
- Om man har gett stoppsignal med hålldonet måste man återstarta anläggningen utanför riskområdet. Då måste man göra samma återställningsprocedur som är beskriven ovan.

## In- och uttransport av material till/från ett riskområde

Det går att bygga skyddsanordningar som tillåter in- och uttransport av material utan att farliga maskinrörelser behöver stängas av. Detta förutsätter att man bygger skyddsanordningar som känner skillnad mellan människa och inrespektive uttransport av material.

En lösning är att placera ljusbommar i en öppning till ett staket. Dessa är då inkopplade till skyddsstoppfunktionen. Mellan ljusbommarna placeras givare på var sin sida av ingången. Om givarna påverkas samtidigt (inom 0,5 sekunder) kopplas den undre ljusbommen förbi. När den förlösa trucken har passerat in i riskområdet görs en automatisk återställning innan den lämnar givarna. Givarna måste båda vara påverkade under hela tiden som ljusbommarna bryts av den förlösa trucken och även under återställningstiden, annars ges skyddsstopp. Automatisk återställning av skyddsanordningen får inte kunna ske om någon har passerat in i riskområdet. Detta är en avgörande faktor för säkerheten. Speciellt när både den övre och undre ljusbommen behöver brytas för att materialtransport ska kunna ske.



I det fall som framgår av bilden förutsätts att risken för klämning mellan staket och förlös truck förebyggs genom truckens egna skyddsanordningar. I de fall då materialtransporten går på en bana, t ex vid biltillverkningen, behöver skyddslösningen kompletteras med förreglade grindar som är formade efter karossen. Det innebär att ovanstående givare placeras på grindarna. Om någon hamnar mellan kaross och grind, öppnas grinden. Då ges stoppsignal från gränslägesbrytare på grind.

Ett annat sätt är att använda givare som känner av en kaross 600 mm från grind. Om någon bryter givarsignalen mellan kaross och givare ges stoppsignal. Då stannar karosstransporten.

Dessa lösningar byggs upp på IVF i Göteborg för test och utbildning. Lösningarna inklusive sammankopplingsstruktur kommer att publiceras. Ni som vill ha information direkt är välkomna att ringa oss.

**Kom ihåg att de elektriska sammankopplingsstrukturen bestämmer säkerhetsnivån!**

## Gamla robotar

För gamla robotar finns inte alltid skyddsstopp. Det går att bygga om dem så att skyddsstopp går att koppla in. Arbetsinsatsen för att göra detta är däremot mycket varierande från robot till robot. För en del robotar räcker det med en reläomkoppling och för andra behövs bromsar m m.

Innan ni bygger om roboten kan ni använda följande lösning vid inträde i riskområde. Den fungerar så här: Innan man går in i ett riskområde, för att t ex kontrollera en detalj, trycks knappen för produktionsstopp in. Roboten går då enligt ett program till ett ställe där den påverkar i gränslägesbrytare och stannar. Därefter kan man öppna grinden och gå in i riskområdet. Om roboten då vid felfunktion skulle lämnas gränslägesbrytarna stoppas den direkt med nödstopp.

**Kontakta gärna oss så hjälper vi er!**

## Anvisningar/föreskrifter

- Nr 29, Allmänna maskinanvisningar som kommer att ersättas av AFS 1986:21 Maskiner den 1 januari 1990. Maskiner som tagits i bruk före den 1 januari 1990 skall anpassas till de nya föreskrifterna i den utsträckning som är möjlig och rimlig med hänsyn till användningen.
- AFS 1980:9 Elektrisk kontaktmatta med styrutrustning
- ISO-standard för robotsäkerhet beräknas komma 1988. Arbetet pågår i en arbetsgrupp (ISO/TC184/SC2/WG3)

## Att läsa mer

Robot Safety, IFS (publications) Ltd., England, utgiven 1985.

”Utveckling av Felsökare för ökad person- och driftsäkerhet”, IVF-skrift 85801, IVF, Göteborg.

”Produktionsanpassade skyddssystem för fleroperationsmaskiner”, IVF-skrift 85811, IVF, Göteborg.

”Presentator — portabel mätutrustning för kraftfull maskinanalys”, IVF-skrift 86807, IVF, Göteborg.

Att arbeta med pressar och gradsaxar, Arbetarskyddsnämnden, Stockholm.

Pressar och gradsaxar, säkerhetsunderhåll och säkerhetsteknik, Arbetarskyddsnämnden, Stockholm.

Elmia Arbetsmiljö 86, ”Robotsäkerhet i automatiska tillverkningsystem”, Elmia, Jönköping.

Praktiska förslag till arbets säkerhet vid användning av industrirobotar. Nr 552 Arbetsmiljöfonden, Stockholm.

## Nya ord

Gränslägesbrytare benämns lägesställare.  
Ljusbom benämns också ljusstråleskydd.

## IVF arbetar med

- framtagning av krav för produktionsanpassade skyddssystem
- utveckling av nya skyddsanordningar
- utformning av skyddssystem i industrin
- utformning av referensinstallationer med skyddssystem vid IVF och andra utbildningsplatser
- utveckling av analysutrustning för förebyggande underhåll
- CAD (Computer Aided Design) för utformning av layout med skyddsanordningar
- utbildning i säkerhet
- att föra fram produktionskraven och skyddskraven i arbete med föreskrifter och internationell standard för robotsäkerhet

## Historik

Åren 1973—80 typgranskade IVF, på uppdrag av ASS, de nya pressar och gradsaxar som såldes i Sverige. Typgranskningen innebar en säkerhetsteknisk genomgång av mekanik-, hydraulik-, pneumatik- och elsystem.

Under åren 1980—82 överförde IVF typgranskningsverksamheten till SA (AB Statens Anläggningsprovning).

IVF har sedan dess, tillsammans med industrin och Arbetsarkyddstyrelsen, fortsatt arbetet med att skapa säkra arbetsplatser.

IVF för ut idéer om ny teknik tillsammans med en god arbetsmiljö. Kontakta oss gärna! Telefon 031-83 86 00.

Denna skrift redovisar följande projekt som har finansierats av Arbetsmiljöfonden

"Skyddssystem vid arbete med industrirobotar, etapp I"

"Säkerhetsstruktur för automatiserade tillverkningssystem, etapp I"

"Säkra hålldon med styrutrustning för robotar och andra maskiner"

Syftet är att ge praktiska råd om hur säkra arbetsplatser utformas med dagens teknik i automatiska tillverkningssystem med industrirobotar. All annan information om projekten har därför avsiktligt sällats bort.

Stödskommittén har bestått av:

Tage Egnfors	Arbetsarkyddstyrelsen
Hans Collén	ASEA Robotics AB
Anders Pettersson	Bohus Automation AB
Ralph Crafoord	Chalmers Tekniska Högskola
Anders Arnström	IVF
Olle Karlsson	Saab-Scania AB (Södertälje)
Håkan Gasslander	Saab-Scania AB (Trollhättan)
Leif Larsson	Saab-Scania AB (Trollhättan)
Peter Herrman	Spine Systems AB/Volvo Personvagnar AB
Bo Lundberg	Svenska Metallarbetareindustriförbundet
Arne Englund	Sveriges Verkstadsförening
Rolf Johansson	Volvo Personvagnar, AB
Anders Karlsson	Volvo Personvagnar, AB
Arne Ulfsfält	Volvo Personvagnar, AB
Freddy Tiefenbacher	Yrkesinspektionen
Mats Linger	IVF (ordförande)
Bo Samuelsson	IVF (sekreterare)

Arbetet med projekten har utförts av civilingenjör Mats Linger (projektledare), civilingenjör Göran Palmers, civilingenjör Bo Samuelsson, ingenjör Hasse Sjöström, civilingenjör Håkan Carlsson, ingenjör Per Dahlqvist och civilingenjör Anette Wester, samtliga vid IVF.

Författare: Mats Linger.

Bild och layout: Per Lindqvist.

Foto: Alf Pergeman.

Tryck och produktion: Zetterqvists Tryckeri AB, Göteborg

# Robotsäkerhet

Mats Linger

Vill du ha en ökad lönsamhet och säkra arbetsplatser?

Då skall du bygga

- produktionsanpassade skyddssystem, dvs skyddssystem som är anpassade till de arbeten och den produktion som utförs

Då måste du kunna ställa rätt krav på

- robotar och andra maskiner
- skyddsanordningar
- layouten
- sammankopplingen

Information om detta hittar du i denna skrift, som är resultatet av projekt finansierade av Arbetsmiljöfonden och utförda av IVF.

THE SWEDISH  
INSTITUTE OF  
PRODUCTION  
ENGINEERING  
RESEARCH



INSTITUTET  
FÖR  
VERKSTADSTEKNISK  
FORSKNING

Möndalsvägen 85  
412 85 GÖTEBORG

Tfn 031-83 86 00

Regionkontor i Linköping, Luleå, Sandviken  
och Stockholm

Institutet för Verkstadsteknisk Forskning (IVF)  
utvecklar och sprider kunskap om modern  
produktionsteknik och därtill kopplade lös-  
ningar för att få en god arbetsmiljö.

## Arbetsmiljöfonden

Box 1122  
111 81 STOCKHOLM

Tfn 08-796 47 00

Arbetsmiljöfonden finansierar forskning, ut-  
veckling, utbildning och information för att bi-  
dra till att skapa en bättre arbetsmiljö.

Ytterligare exemplar beställs av Arbetsmiljö-  
fonden.

**Beställningsnummer 461008**