



Säkerhet i styrsystem  
enligt EN ISO 13849-1  
Maskinsäkerhet - Jokab Safetys produkter

Power and productivity  
for a better world™



# Nya standarder för säkerhet i styrsystem

Att bygga ett skyddssystem som fungerar i praktiken och ger tillräckligt hög säkerhet kräver kunskaper inom flera områden. Konstruktion av skyddsfunktionerna i skyddssystemet för att dessa ska ge tillräcklig tillförlitlighet är en viktig del. Till hjälp för detta finns t ex standarden EN ISO 13849-1. Med denna skrift vill vi ge en introduktion till standarden och dess tillämpning tillsammans med våra produkter.

## Introduktion till ny standard

Generationsskiftet för standarder om säkerhet i styrsystem innebär nya begrepp och beräkningar för maskinbyggare och maskinanvändare. Standarden EN 954-1 (kategorier) har ersatts av EN ISO 13849-1 (PL, performance level/prestandanivå) men EN 62061 (SIL, Safety Integrity Level) kan också användas.

## PL eller SIL? Vad ska jag använda?

Vilken standard man skall använda beror bl.a. på teknikvalet, erfarenheten och kundens önskemål.

### Teknikval

- PL (Performance Level) är ett teknikneutralt begrepp som går att använda för elektriska, mekaniska, pneumatiska och hydrauliska säkerhetslösningar.
- SIL (Safety Integrity Level) går däremot bara att använda för elektriska, elektroniska eller programmerbara säkerhetslösningar.

### Erfarenhet

I EN ISO 13849-1 används kategorierna från EN 954-1 för att definiera systemets struktur, och därmed blir steget till de nya beräkningarna inte så stort om man har tidigare erfarenhet av kategorierna. I EN 62061 definieras strukturerna något annorlunda.

### Kundens önskemål

Om kunden kommer från en bransch där man är van att använda sig av SIL (t ex processindustrin) kan krav komma därifrån att även skyddsfunktioner för maskinsäkerhet skall vara SIL-klassade.

Vi märker att de flesta av våra kunder föredrar PL eftersom det är teknikneutralt och att man kan använda sig av sina tidigare kunskaper om kategorierna. I denna skrift visar vi några exempel på hur man bygger upp skyddslösningar enligt EN ISO 13849-1 och beräknar tillförlitligheten hos de skyddsfunktioner som skall användas för en viss maskin. Exempelen i denna skrift är förenklade för att ge förståelse för principerna. De värden som används i exemplen kan förändras.

## Vad är PL (Performance Level)?

PL är ett mått på tillförlitligheten för en skyddsfunktion. PL delas in i 5 nivåer (a-e). PL e ger högst tillförlitlighet och motsvarar det som krävs vid högsta risknivå.

### För att beräkna vilken PL systemet uppnår behöver man veta följande:

- Systemets struktur (kategorierna B, 1-4)
- Komponenternas medeltid till farligt fel (MTTF<sub>d</sub>)
- Systemets feldetekteringsförmåga (DC)

### Dessutom behöver du:

- skydda systemet mot att ett fel slår ut båda kanalerna (CCF)
- skydda systemet från att systematiska fel byggs in i konstruktionen
- följa vissa regler så att programvara tas fram och valideras på rätt sätt

De fem PL-nivåerna (a-e) motsvarar vissa intervall av PFH<sub>D</sub>-värden (probability of dangerous failure per hour). Dessa anger hur sannolikt det är att ett farligt fel inträffar under en timme. Vid beräkningen är det en fördel att använda sig direkt av PFH<sub>D</sub>-värden eftersom PL är en förenkling som inte ger lika exakta resultat.

## Hur följer jag standarden enklast?

### 1. Använd färdigberäknade komponenter.

Använd dig i största möjliga utsträckning av komponenter med färdiga PL och PFH<sub>D</sub>-värden. Då minimerar man antalet beräkningar som behöver utföras. Alla ABB:s produkter från Jokab Safetys produktfamilj har färdigberäknade PFH<sub>D</sub>-värden.

### 2. Använd beräkningshjälpmedel.

Med det kostnadsfria programmet SISTEMA (se sidan 16) slipper man utföra eventuella beräkningar för hand. Man får också hjälp att strukturera upp sina skyddslösningar och skapa nödvändig dokumentation.

### 3. Använd Pluto eller Vital

Använd säkerhets-PLC Pluto eller säkerhetsmodul Vital. Dels är det enklare att utföra beräkningar, men framförallt är det lättare att uppnå en högre säkerhet.

## Vi utvecklar innovativa produkter och lösningar för maskinsäkerhet

Vi gör det enkelt att bygga skyddssystem. Att utveckla innovativa produkter och lösningar för maskinsäkerhet har varit Jokab Safetys affärsidé sedan företaget startade i Sverige 1988. Vision att vara "Din partner för maskinsäkerhet – globalt och lokalt" gäller fortfarande.

Många industrier, både i Sverige och utomlands, har upptäckt hur mycket lättare det blivit att bygga skydd och skyddssystem med produktfamiljen Jokab Safety och handledning från våra specialister inom maskinsäkerhet. Målsättningen för vår utveckling är att nå en hög säkerhetsnivå (PL e). Detta för att underlätta för dig som kund att skapa säkra arbetsplatser oberoende av vem som bedömer risknivån.

### Erfarenhet

Vi har lång erfarenhet av praktisk tillämpning av föreskrifter och standarder både från myndighets- och produktionssidan. Vi representerar Sverige i standardiseringsorgan för maskinsäkerhet och vi arbetar dagligen med praktisk tillämpning av säkerhetskrav i kombination med produktionskrav. Ni kan utnyttja vår kompetens för utbildning och rådgivning om nya maskindirektivet, riskanalys och säkerhet i styrsystem.

### System

Vi levererar allt från en skyddslösning till komplett installerade skyddssystem för enskilda maskiner eller hela produktionslinjer. Vi kombinerar produktionskrav med skyddskrav för produktionsvänliga lösningar.

### Produkter

Vi har ett komplett program av säkerhetskomponenter som gör det lätt att bygga skyddssystem. Dessa innovativa produkter utvecklar vi kontinuerligt, ofta i samarbete med våra kunder.



### Innehåll:

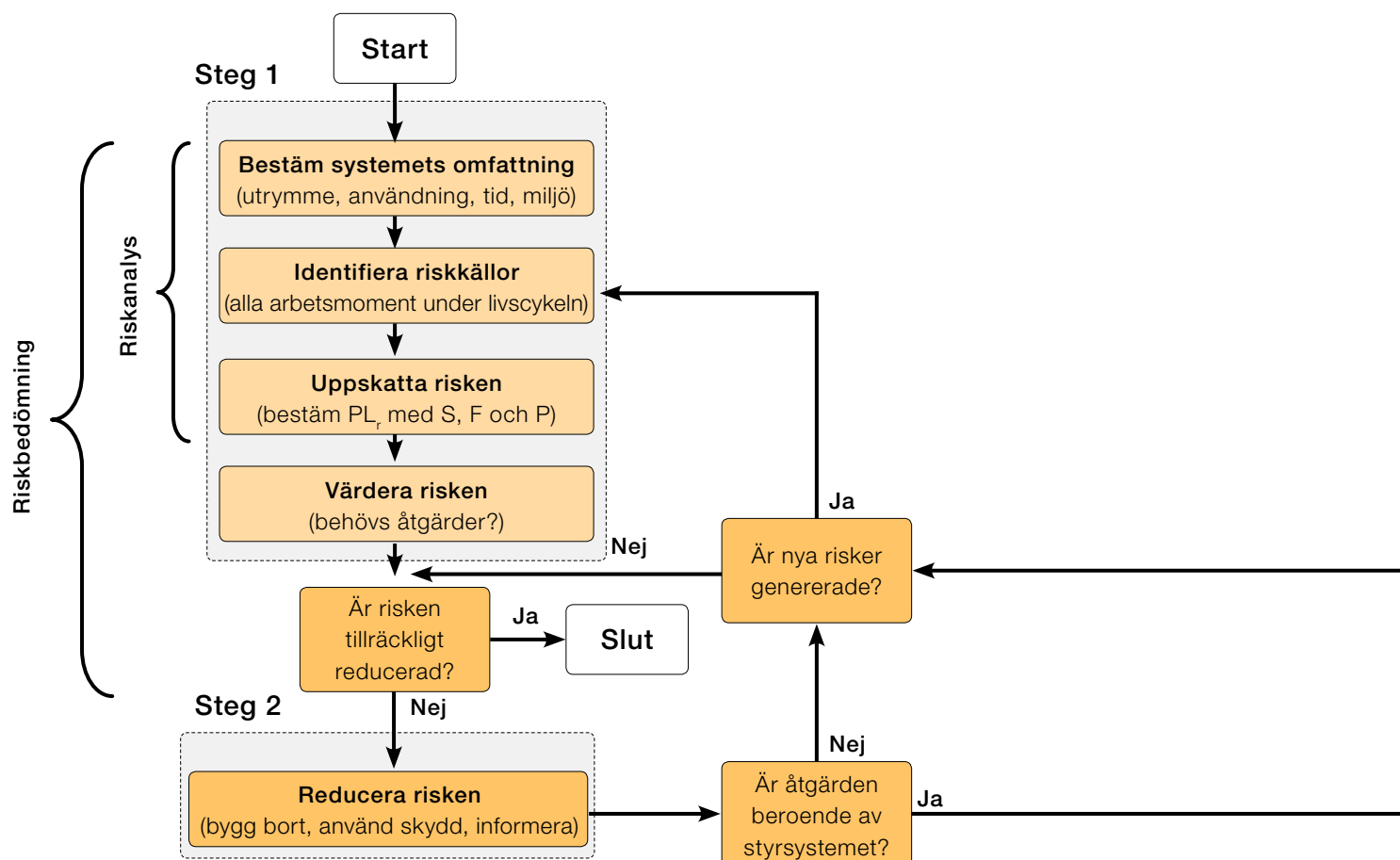
Sida 2	Introduktion
Sida 4	Arbetsmetod enligt EN ISO 13849-1
Sida 8	Praktikfall med RT9
Sida 10	Praktikfall med Vital
Sida 12	Praktikfall med Pluto
Sida 14	Hur definieras en skyddsfunktion?
Sida 16	SISTEMA
Sida 17	Säkerhetsrelä, Vital eller Pluto?

### Begrepp enligt EN ISO 13849-1

<b>PL</b>	Performance Level (Prestandnivå) Delas in i a till e.	<b>T<sub>10d</sub></b>	Medeltid tills 10% av komponenterna får farliga fel (Komponentens drifttid begränsas till T <sub>10d</sub> )
<b>PL<sub>r</sub></b>	Required Performance Level (Erforderlig prestandanivå för en viss skyddsfunktion)	<b>CCF</b>	Common Cause Failure Fel av samma orsak.
<b>MTTF<sub>d</sub></b>	Mean Time To Dangerous Failure (Medeltid till farligt fel) Delas in i Låg, Medel och Hög.	<b>DC</b>	Diagnostic Coverage (Feldetekteringsförmåga) Delas in i Låg, Medel och Hög.
<b>B<sub>10d</sub></b>	Antal cykler tills 10% av komponenterna får farliga fel (för pneumatiska och elektromekaniska komponenter)	<b>PFH<sub>d</sub></b>	Probability of Dangerous Failure per Hour (Genomsnittlig sannolikhet för farligt fel per timma)

Beskrivning och exempel i denna skrift visar hur produkten fungerar och kan användas. Det innebär inte att de uppfyller kraven för alla typer av maskiner och processer. Köparen/användaren ansvarar för att produkten installeras och används enligt gällande föreskrifter och standard. Rätt till ändringar i produkt och produktblad utan föregående avisering förbehålles.

# Arbetsmetod enligt EN ISO 13849-1



## Riskbedömning och riskminimering

Enligt maskindirektivet är maskinbyggaren (alla som bygger eller förändrar en maskin) skyldig att utföra en riskbedömning av sin maskinkonstruktion och även bedöma alla arbetsmoment som behöver utföras vid den. Standarden EN ISO 12100 (sammanslagning av EN ISO 14121-1 samt EN ISO 12100-1/-2) anger vad som krävs vid en riskbedömning för en maskin. Det är detta som EN ISO 13849-1 grundar sig på och en genomförd riskbedömning är en förutsättning för att kunna arbeta med standarden.

### Steg 1 – Riskbedömning

En riskbedömning börjar med att bestämma maskinens omfattning. I detta ingår utrymmet som maskinen och dess operatörer behöver under all avsedd användning och alla operationsfaser under hela maskinens livscykel.

Alla riskkällor ska sedan identifieras för alla arbetsmoment under hela maskinens livscykel.

För varje riskkälla ska en riskuppskattning göras, dvs. ange hur stor risken är. Enligt EN ISO 13849-1 uppskattas

risken med hjälp av tre faktorer: skadans allvarlighet (S, severity), hur ofta man utsätts för risken (F, frequency) och om man har någon möjlighet att undvika eller begränsa skadan (P, possibility). För varje faktor ges två alternativ. Var gränsen mellan de två alternativen går anges inte i standarden, men följande är vanliga tolkningar:

- |           |  |
|-----------|--|
| <b>S1</b> | blåmärken, skrapsår, sticksår och lättare klämskador |
| <b>S2</b> | skelettskador, amputation och dödsfall               |
| <b>F1</b> | mer sällan än varannan vecka                         |
| <b>F2</b> | oftare än varannan vecka                             |
| <b>P1</b> | långsam maskinrörelse, gott om plats, låga krafter   |
| <b>P2</b> | snabba maskinrörelser, trångt, höga krafter          |

Genom att ange S, F och P för risken får man fram vilken  $PL_r$  (Performance Level required) som krävs för riskkällan.

Sist i riskbedömningen görs en riskvärdering där man bestämmer om risken behöver reduceras eller om tillräcklig säkerhet har uppnåtts.

## Riskuppskattning

För att beräkna den prestandanivå som krävs ( $PL_r$ ).

### S Skadans allvarlighet

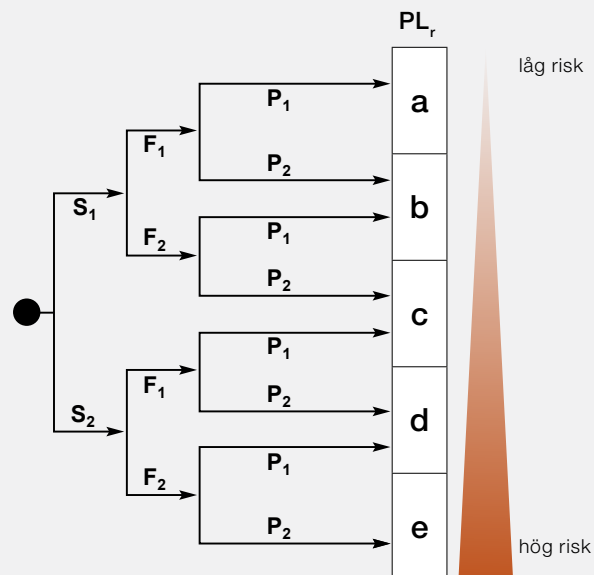
- S1 lätt (vanligtvis övergående skada)
- S2 svår (vanligtvis obotlig skada eller dödsfall)

### F Frekvens och/eller exponeringstid för riskkällan

- F1 sällan till mindre ofta och/eller kort exponeringstid
- F2 ofta till kontinuerlig och/eller lång exponeringstid

### P Möjlighet att undvika riskkällan eller begränsa skadan

- P1 möjligt under vissa omständigheter
- P2 knappast möjligt



## Steg 2 – Reducera risken

Om man kommer fram till att riskreducering krävs skall man följa maskindirektivets prioriteringsordning vid val av åtgärd:

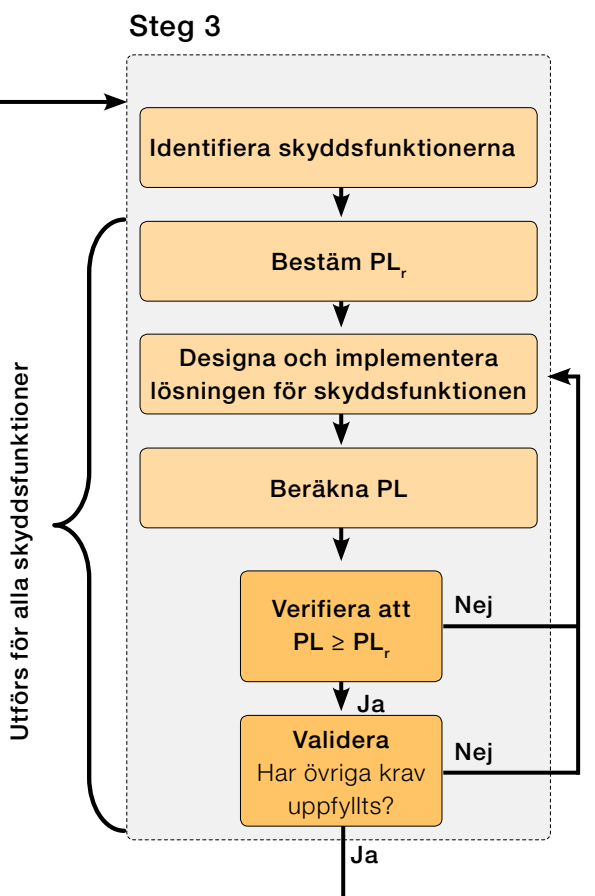
1. Bygg bort risken redan på designstadiet.  
(T ex reducera kraft, förebygg ingrepp i riskområdet.)
2. Använd ett skydd och/eller skyddsanordningar.  
(T ex staket, ljusbom eller manöverdon.)
3. Informera om hur maskinen kan användas på ett säkert sätt. (T ex i manualer och på skyltar.)

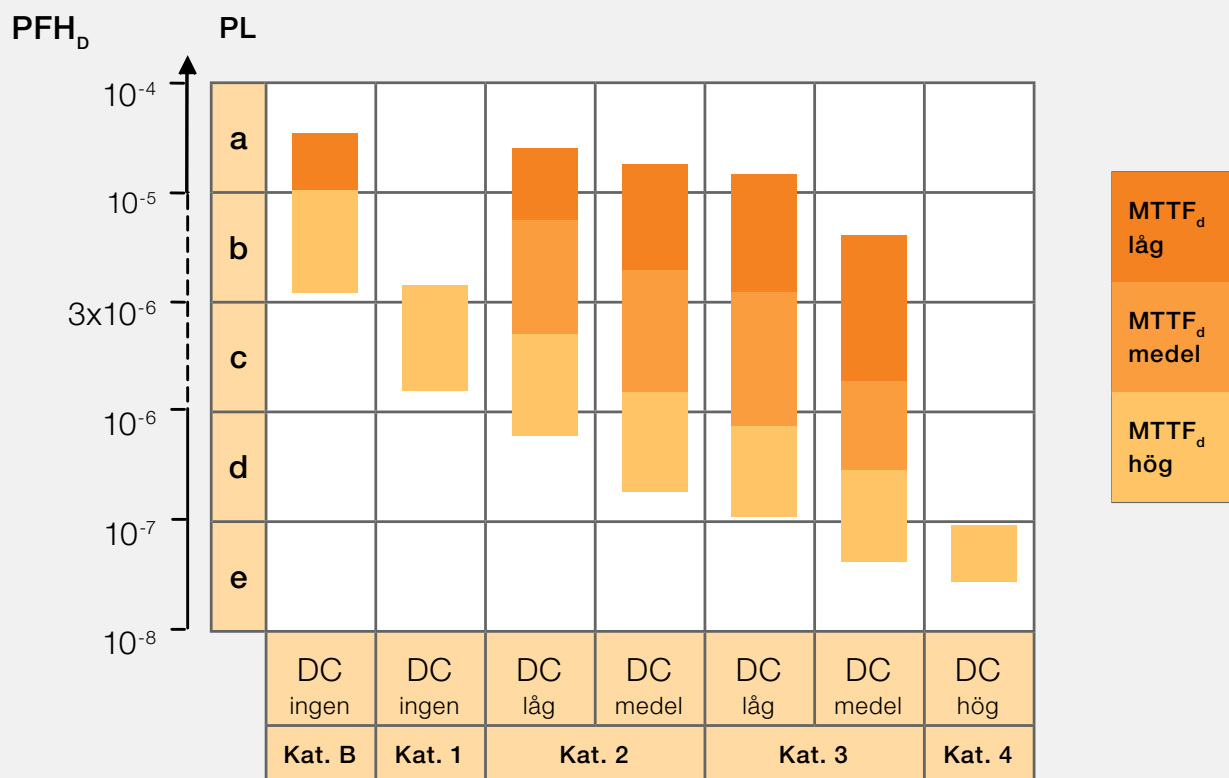
Om riskreduceringen utförs med hjälp av skyddsanordningar behöver styrsystemet som övervakar dessa utformas enligt EN ISO 13849-1.

## Steg 3 – Designa och beräkna skyddsfunktionerna

Först behöver man identifiera skyddsfunktionerna på maskinen. (Exempel på skyddsfunktioner är nödstopp och övervakning av grind.)

För varje skyddsfunktion ska det fastställas en  $PL_r$  (vilket ofta redan har gjorts i riskbedömningen). Därefter designas och implementeras lösningen för skyddsfunktionen. När designen är klar räknar man ut vilken PL skyddsfunktionen uppnår. Kontrollera att beräknad PL är minst lika hög som  $PL_r$  och validera sedan systemet enligt valideringsplanen. I valideringen kontrolleras att specifikationen av systemet är rätt utförd och att konstruktionen följer specifikationen. Man behöver även kontrollera att de krav som inte finns med i beräkningen av PL är uppfyllda, det vill säga se till att eventuell programvara är korrekt framtagna och validerad samt att man har vidtagit tillräckliga åtgärder för att skydda den tekniska lösningen mot systematiska fel.





Förhållandet mellan kategorier, DC<sub>avg</sub>, MTTF<sub>d</sub> för varje kanal och PL. Tabellen visar även vilket PFH<sub>D</sub>-intervall som motsvarar respektive PL.

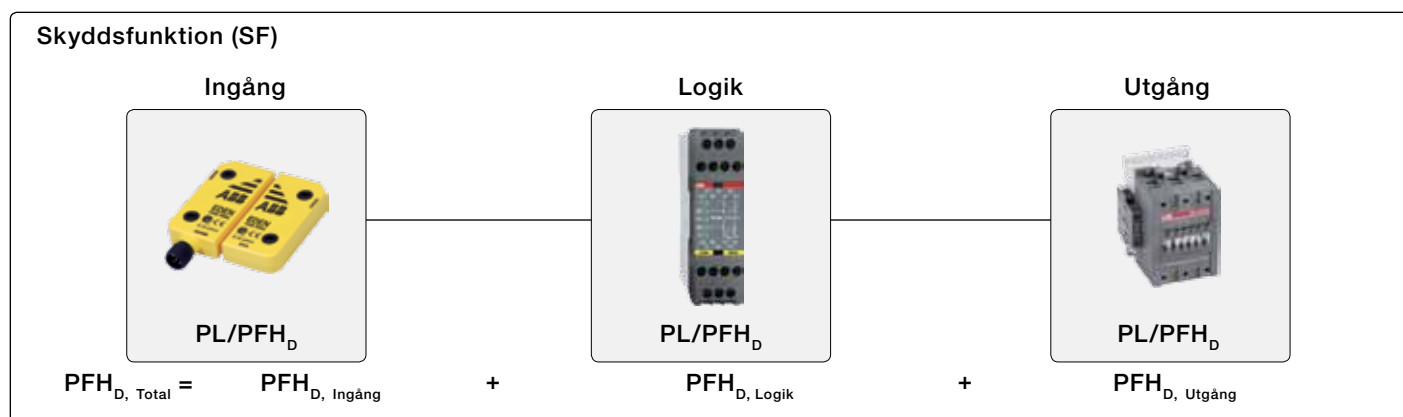
### PL-beräkningen i steg 3

När man beräknar PL för en skyddsfunktion är det enklaste sättet att dela upp den i separata, väl definierade block, så kallade subsystem. Oftast blir det logiskt att göra uppdelningen efter ingång, logik och utgång (t ex brytare – säkerhetsrelä – kontaktorer), men det kan bli fler än tre block beroende på inkoppling och antal komponenter som används (ett expansionsrelä skulle t ex bilda ytterligare ett logikblock).

För varje block beräknar man PL eller PFH<sub>D</sub>-värde. Enklast är det om man får dessa värden från komponenttillverkaren så att man inte behöver beräkna själv. Tillverkare av brytare,

sensorer och logikenheter anger oftast PL och PFH<sub>D</sub>-värden för sina komponenter, men utgångsenheter (t ex kontaktorer och ventiler) går oftast inte att ange ett värde på eftersom det beror på hur ofta komponenten kommer användas. Då får man antingen beräkna själv enligt EN ISO 13849-1 eller använda sig av färdigberäknade exempellösningar från t ex ABB AB Jokab Safety.

För att beräkna PL eller PFH<sub>D</sub> för ett subsystem måste man veta dess kategori, DC och MTTF<sub>d</sub>. Dessutom behöver man skydda mot systematiska fel, se till att ett fel inte slår ut båda kanalerna samt ta fram och validera eventuell programvara på rätt sätt. Följande text visar i korthet vad som ska göras.



## Kategori

Strukturen för komponenten(erna) i subsystemet bedöms för att avgöra vilken kategori (B, 1-4) det motsvarar. För t ex kategori 4 får enstaka fel inte leda till förlust av skyddsfunktionen.

För att uppnå kategori 4 med kontaktorer krävs att man har två kanaler – dvs två kontaktorer – som var och en för sig kan bryta energin till maskinen. Kontakterna behöver övervakas genom att brytande kontakter kopplas till en testingång på t ex ett säkerhetsrelä. För att en sådan övervakning skall fungera krävs att kontaktorer har tvångsbrytande kontakter.

## Feldetekteringsförmåga (DC)

En enkel metod att bestämma DC ges i Bilaga E i EN ISO 13849-1. Där listas olika åtgärder och vilken DC de motsvarar. Exempelvis kan DC=99% (vilket motsvarar DC hög) uppnås för ett par kontaktorer genom att övervaka kontaktorer med logikenheten.

## Medeltid till farligt fel (MTTF<sub>d</sub>)

Vid beräkning av MTTF<sub>d</sub> för kanalerna i subsystemet utgår man från B<sub>10d</sub>-värdet (medelantalet cykler tills 10% av komponenterna får farliga fel). För att beräkna MTTF<sub>d</sub> behöver man också känna till medelantalet cykler per år som komponenten kommer att utföra.

Beräkning av medelantalet cykler görs enligt:

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot n_{op}}$$

där

$$n_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op} \cdot 3600}{t_{cycle}}$$

$n_{op}$  = Antal cykler per år  
 $d_{op}$  = Driftsdagar per år  
 $h_{op}$  = Driftstimmar per dag  
 $t_{cycle}$  = Cykeltid (sekunder)

Exempel:  $d_{op}=365$  dagar,  $h_{op}=24$  timmar och  $t_{cycle}=1800$  sekunder (2ggr/timma) ger  $n_{op}=17520$  cykler. Med ett  $B_{10d}=2 \cdot 10^6$  ger det ett  $MTTF_d=1141$  år vilket motsvarar  $MTTF_d$ =hög.

Observera att när man räknar ut MTTF<sub>d</sub> måste man beräkna enligt det totala antalet cykler komponenten kommer att arbeta. Ett typiskt exempel på detta är kontaktorer som oftast arbetar för många skyddsfunktioner samtidigt. Det innebär att man måste addera antalet uppskattade cykler per år från alla skyddsfunktioner som använder sig av kontaktorer.

För elektromekaniska, mekaniska och pneumatiska komponenter vars MTTF<sub>d</sub> beräknas utgående från ett B<sub>10d</sub>-värde gäller följande.

Tänk på att om MTTF<sub>d</sub>-värdet understiger 200 år behöver komponenten bytas ut efter 10% av MTTF<sub>d</sub>-värdet (pga T<sub>10d</sub>-värdet). Dvs en komponent med MTTF<sub>d</sub> = 160 år behöver bytas ut efter 16 år för att förutsättningarna för uppnådd PL ska vara fortsatt giltiga. Detta beror på att EN ISO 13849-1 baserar sig på en "mission time" på 20 år.

## Fel av samma orsak (CCF)

I Bilaga F i EN ISO 13849-1 finns en tabell med åtgärder som ska vidtas för att skydda mot CCF så att inte ett fel slår ut båda kanalerna (för kategorierna 2, 3 och 4).

## Systematiska fel

I Bilaga G i EN ISO 13849-1 beskrivs dessutom en rad åtgärder som behöver utföras för att man inte ska bygga in fel i sin konstruktion.

## PL för skyddsfunktioner

PL ges ur tabellen på motsstående sida. Om man istället vill använda sig av ett exakt PFH<sub>D</sub>-värde kan det tas fram via en tabell i Bilaga K i EN ISO 13849-1.

När man tagit fram PL för varje block kan man få fram en total PL för skyddsfunktionen i tabell 11 i EN ISO 13849-1. Detta ger en grov skattning av PL. Om man istället har beräknat PFH<sub>D</sub> för varje subsystem, kan man få fram totalt PFH<sub>D</sub> för skyddsfunktionen genom att addera alla värdena för subsystemen. Skyddsfunktionens totala PFH<sub>D</sub> motsvarar en viss PL enligt tabell 3 i EN ISO 13849-1.

## Krav på säkerhetsrelaterad programvara

Om man använder en säkerhets-PLC för att realisera skyddsfunktioner ställs krav på hur programvaran utvecklas och valideras. För att undvika feltillstånd ska programvaran vara läsbar, begriplig, samt möjlig att testa och underhålla.

En programvaruspecifikation skall tas fram, så att man kan kontrollera programmets funktion. Det är också viktigt att dela upp programmet i moduler som kan deltestas. Stycke 4.6 samt bilaga J i EN ISO 13849-1 ger krav på säkerhetsrelaterad programvara.

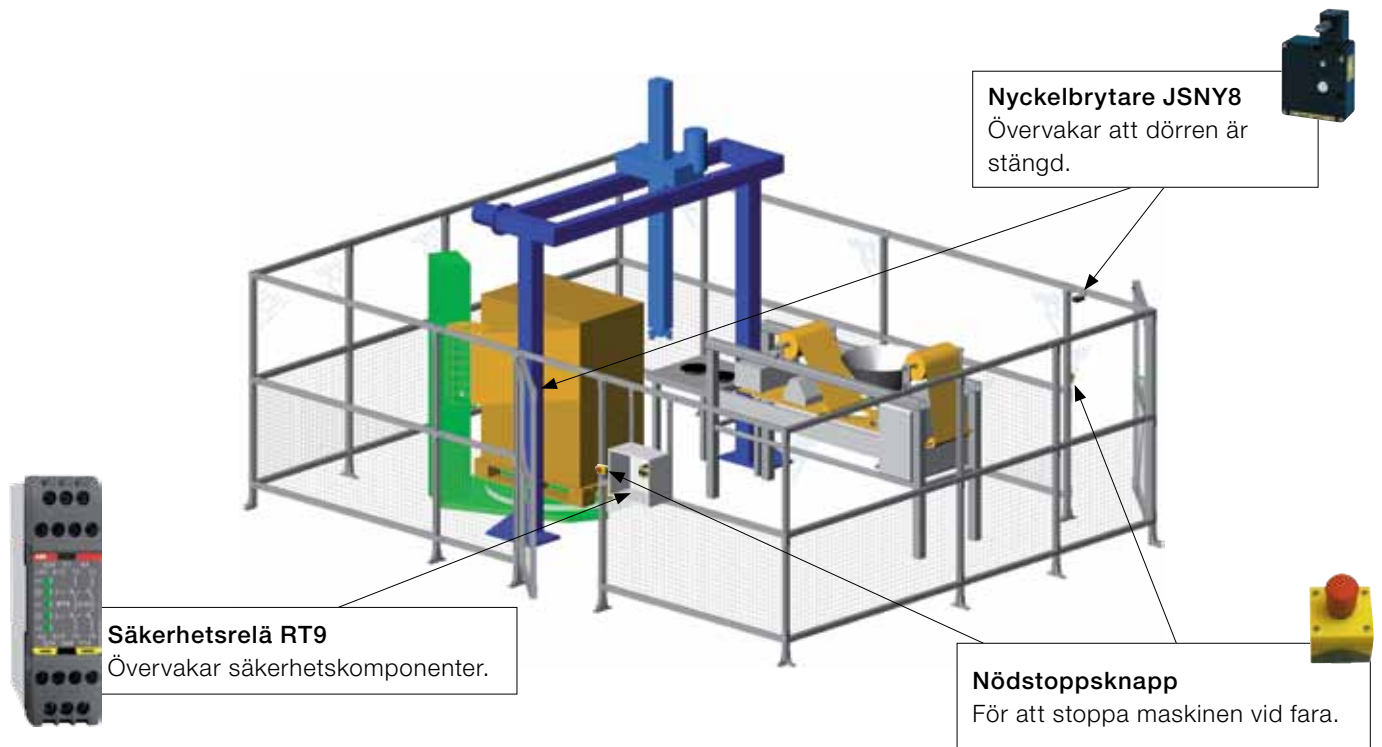
Följande är exempel på krav för programvaran ur EN ISO 13849-1:

- En utvecklingslivscykel skall tas fram med valideringsåtgärder som anger hur och när programmet ska valideras, t ex efter en ändring.
- Specifikationen och konstruktionen ska dokumenteras.
- Funktionstester ska utföras.
- Validerade funktionsblock ska användas i möjligaste mån.
- Data och kontrollflöde ska beskrivas med t ex tillståndsdigram eller programflödesschema.

# Praktikfall 1

## Säkerhetssystem med RT9

Skyddslayout för en förpackningsmaskin med låga risker.



### Steg 1 – Riskbedömning

Livsmedel som skall förpackas lastas in i cellen manuellt genom den bakre dörren. En batch förbereds på förpackningsbandet i inmatningstratten. Cellen återställs och startas. Förpackningsmaskinen med transportband är endast i drift då båda dörrar är stängda samt då skyddssystemet har återställts.

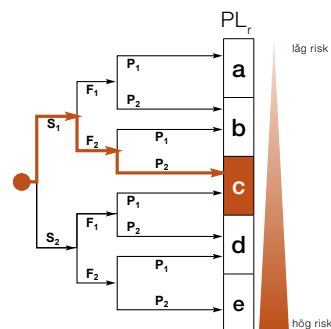
I riskbedömningen fastställdes det att maskinen skall drivas i treskift (8 timmar per skift) 365 dagar om året. Det förutsätts att driftstörningar åtgärdas på mindre än en minut i riskområdet. Detta kan behöva göras 2 gånger per timma (F2). Övriga start bedöms ej ge allvarliga skador utan enbart enklare läkbara skador (S1). Operatören bedöms inte ha möjlighet att undvika skada eftersom maskinen rör sig snabbt (P2).

Antal cykler för skyddsfunktionen = 365 dagar/år • (3•8) timmar/dag • 2 cykler/timma = 17 520 cykler/år

Bedömningen för skyddsfunktionen som krävs för tillträde till maskinen blir  $PL_r=c$  (S1, F2, P2). Utöver denna skyddsfunktion behövs en nödstoppsfunktion. Även denna bedöms till  $PL_r=c$ .

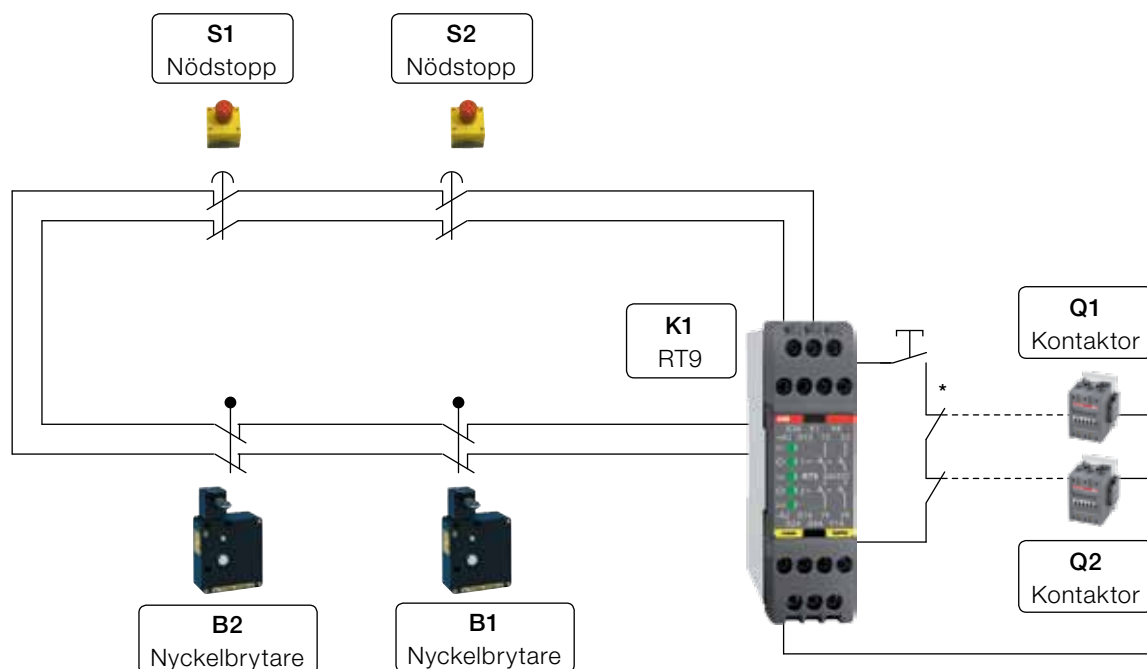
### Steg 2 – Reducera risken

Som skydd väljs en förreglad dörr med nyckelbrytare JSNY8. Stoptiden är tillräckligt kort för att den farliga rörelsen skall ha stoppat innan operatören kan komma åt den. Nödstopps placeras lätt åtkomligt, på båda sidor om cellen nära de förreglade dörrarna.



Bedömning av den  $PL_r$  som krävs för en skyddsfunktion med förreglad dörr för detta exempel.

**OBS!** Bedömningen behöver göras för varje skyddsfunktion.



\* övervakning av kontaktorer med K1

### Steg 3 – Beräkna skyddsfunktioner

Utgångsblocket som består av dubbla övervakade kontaktorer har beräknats till  $2,47 \cdot 10^{-8}$ . Skyddsfunktionerna representeras med hjälp av blockdiagram.

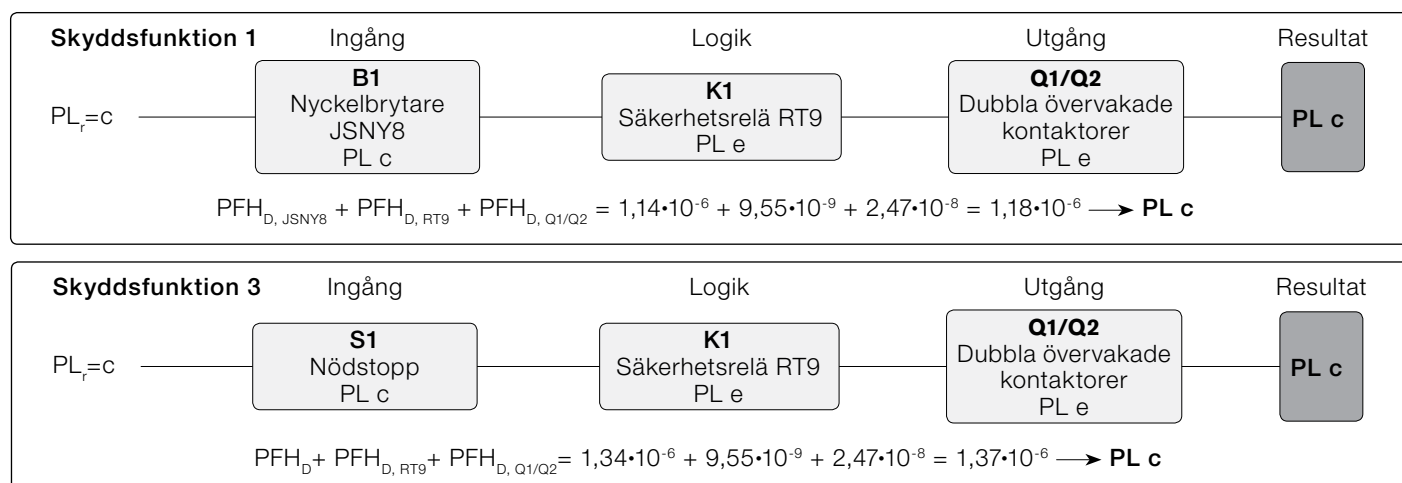
Skyddsfunktion 1 och 2 är identiska. Därför visas endast skyddsfunktion 1.

Skyddsfunktion 3 och 4 är identiska. Därför visas endast skyddsfunktion 3.

#### Hur säker är en mekanisk brytare?

En mekanisk brytare måste vara monterad och användas enligt dess specifikationer för att vara tillförlitlig.

- Livslängden gäller för rätt montage.
- Låshuvudet måste vara fixerat så att det inte kan lossna.
- Miljön runt låshuset måste hållas ren.
- Även två mekaniska brytare på en dörr kan gå sönder av samma orsak.



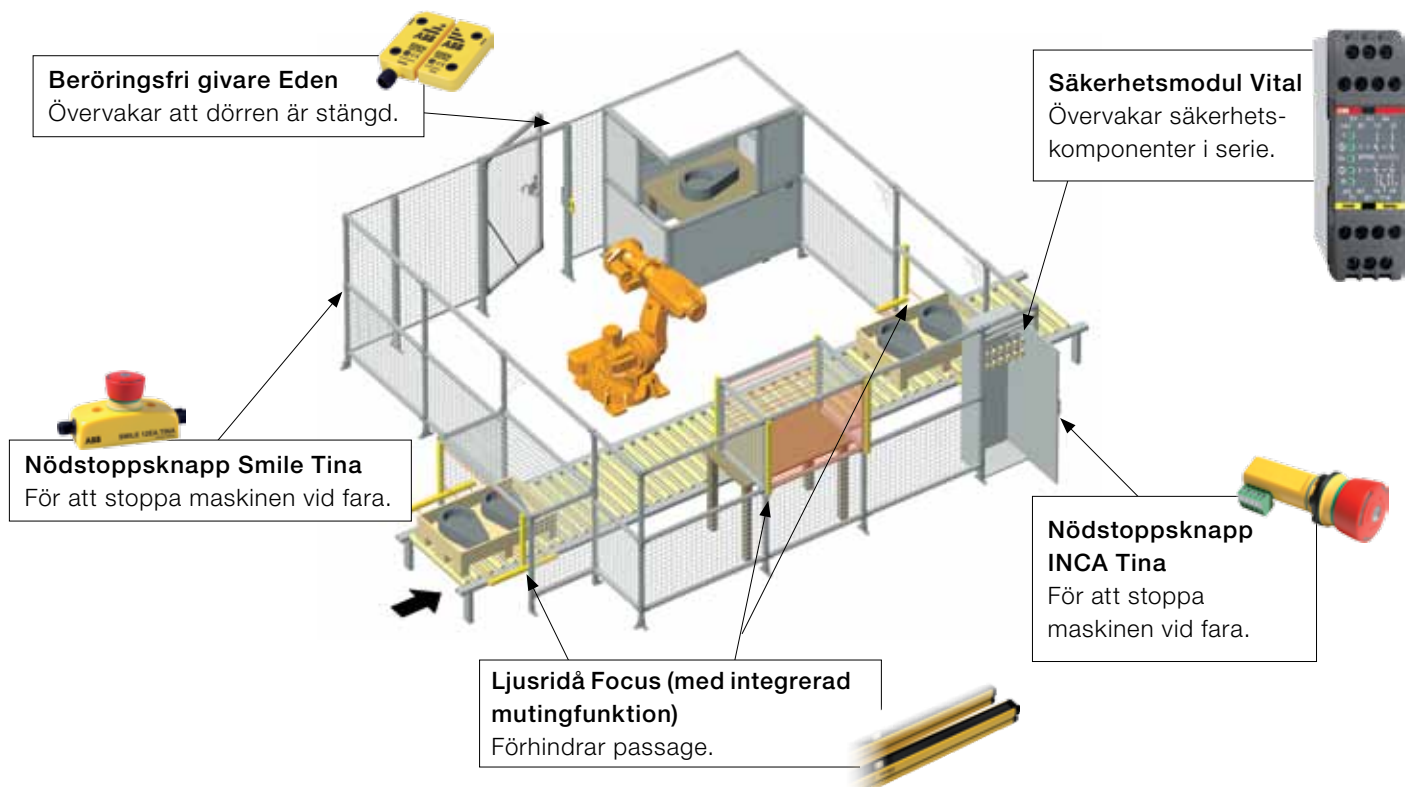
Orsaken till att man inte uppnår mer än PL c med denna lösning är att man använder en nyckelbrytare per dörr.

PL d skulle kunna uppnås om man använder två nyckelbrytare per dörr, men ytterligare åtgärder beträffande övervakning av respektive brytare krävs då också. Observera! Om riskbedömningen hade visat att allvarlig skada, S2, kan uppstå, hade resultatet blivit  $PL_r = e$ . Det hade inneburit att ovanstående lösning inte var tillräcklig. För nödstoppsfunktionen kan PL d uppnås under förutsättning att vissa felutslutningar kan göras. Dessa skyddsfunktioner kan man ladda ned från vår hemsida som ett SISTEMA-projekt, [www.abb.se/lagspanning](http://www.abb.se/lagspanning).

# Praktikfall 2

## Säkerhetssystem med Vital

Skyddslayout för en robotcell med höga risker.



### Steg 1 – Riskbedömning

Arbetsstycken matas in i anläggningen och transporteras efter en felfri provning ut igen. Med hjälp av en robot läggs arbetsstycken i en maskin för test. Ej godkända arbetsstycken placeras av roboten för efterbearbetning i en manuell lossningsstation. De arbeten som behöver göras i robotcellen är att åtgärda driftstörningar hos provningsutrustning och på transportbana (ca en gång i timmen), efterbearbetning och urplockning från manuell station (ca en gång i timmen), programjusteringar (1 gång/vecka) och städning (1 gång/vecka) (F2). Övåntad start av roboten bedöms kunna ge allvarliga skador (S2). Operatören bedöms inte ha möjlighet att undvika skada eftersom roboten rör sig snabbt (P2). Bedömningen för skyddsfunktionen som krävs för tillträde till maskinen blir  $PL_r=e$  (S2, F2, P2).

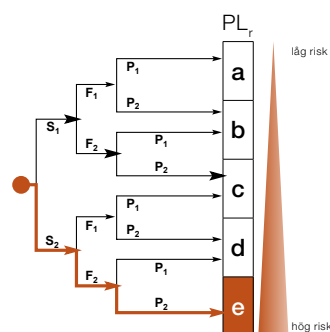
I den nya standarden EN ISO 10218-2 för robotsystem/-celler är kravet PL d för de skyddsfunktioner som skall användas (om man inte med riskanalys visar på annan PL). För robotens skyddsstopps- och nödstoppsingångar är kravet åtminstone PL d (enligt standard EN ISO 10218-1). I detta fall blev riskbedömningen dock  $PL_r=e$ .

### Steg 2 – Reducera risken

Som skydd väljs en förreglad dörr med beröringsfri givare Eden. För att skydda mot att man tar sig in i cellen fel

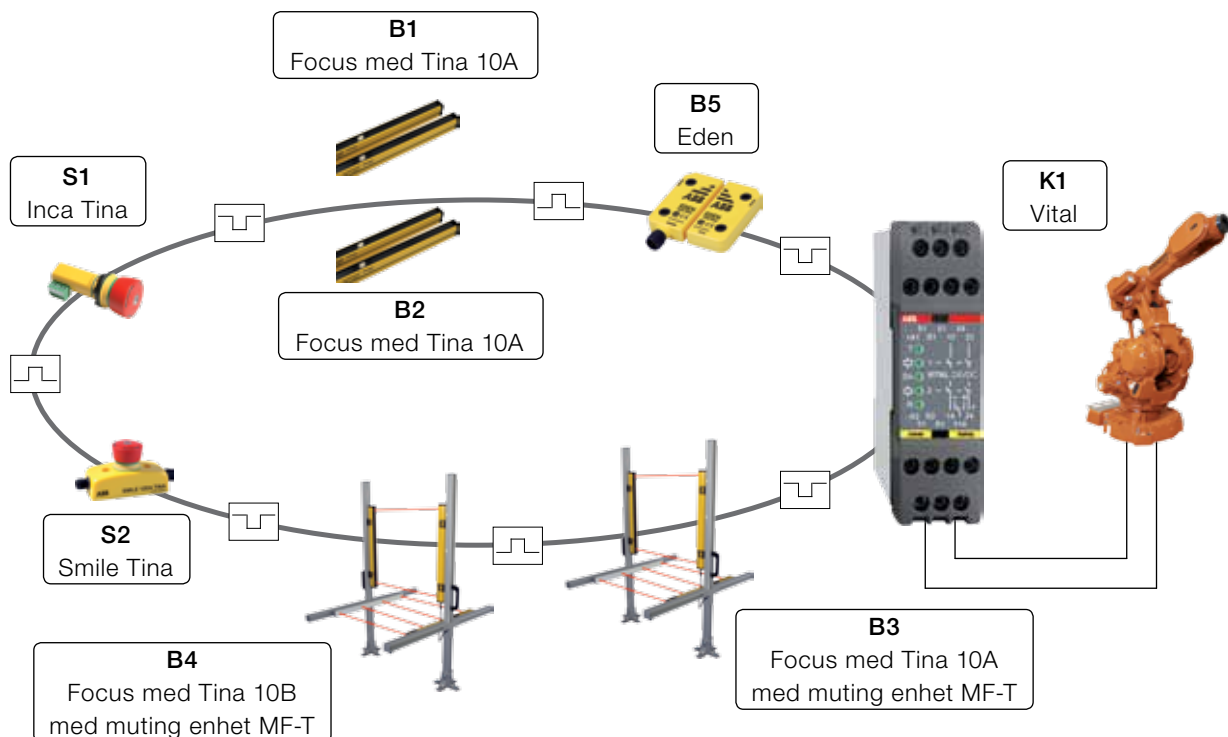
väg måste in- och uttransport för material skyddas samt förses med muting för att skilja på material och människa. Nödstopp är också en skyddsfunktion som krävs. Energin till alla farliga maskinfunktioner måste brytas med samtliga skyddsfunktioner.

Lösningen med Vital gör det möjligt att realisera en robotapplikation med endast en säkerhetsmodul, vilken varken behöver konfigureras eller programmeras. Vital gör det möjligt att ansluta upp till 30 säkerhetskomponenter i en enda slinga, med PL e enligt EN ISO 13849-1.



Bedömning av den  $PL_r$  som krävs för skyddsfunktion med förreglad dörr.

**OBS!** Bedömningen behöver göras för varje skyddsfunktion.

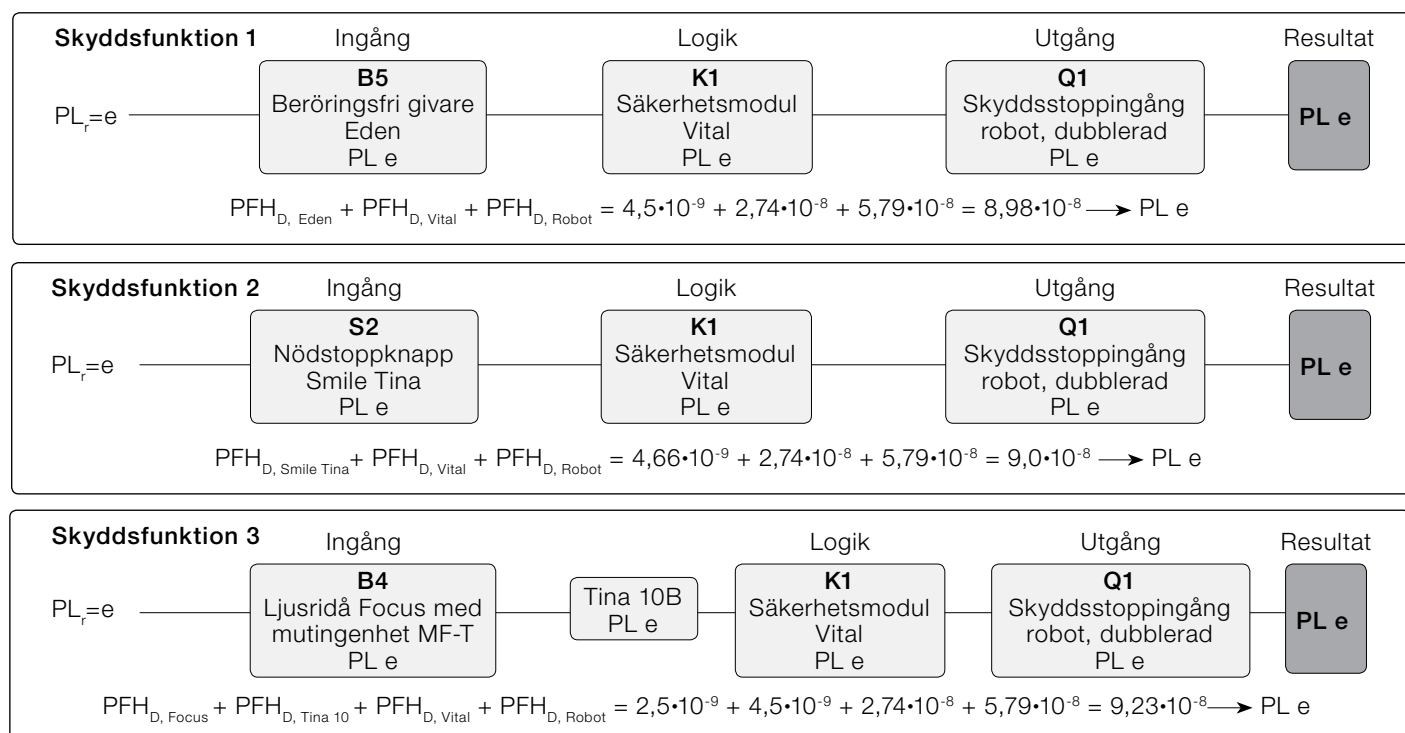


### Steg 3 – Beräkna skyddsfunktioner

PFH<sub>D</sub>-värdet för robotens skyddstoppingsång är  $5,79 \cdot 10^{-8}$  (värdet gäller för ABB industrirobotar med IRC5 controller). Skyddsfunktionerna representeras med hjälp av blockdiagram.

#### Skyddsfunktion 3

Vid beräkning av skyddsfunktionen skall PFH<sub>D</sub>-värdena för både ljusridå och mutingenhet tas med i samma funktion. Se skyddsfunktion 3 nedan.

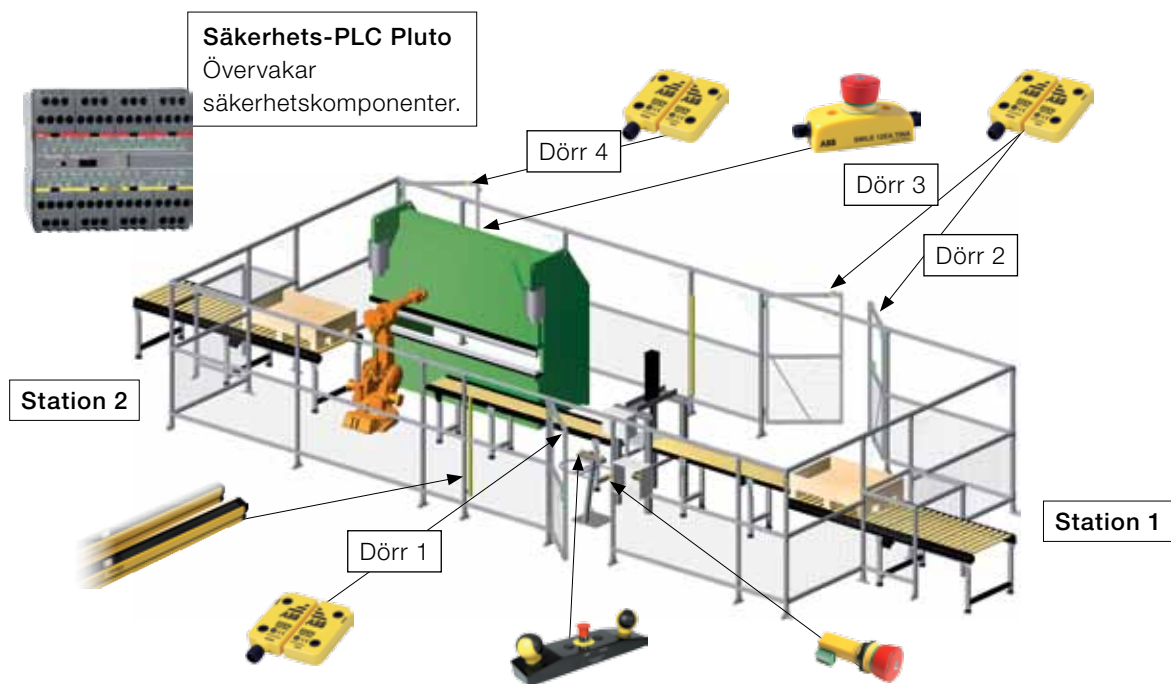


Dessa skyddsfunktioner med Vital uppfyller PL e enligt EN ISO 13849-1. Observera att ovanstående funktioner endast är några exempel av de skyddsfunktioner som visas i robotcellen.

# Praktikfall 3

## Säkerhetssystem med Pluto

Skyddslayout för en bearbetningsmaskin och industrirobot med höga risker.



### Steg 1 – Riskbedömning

De arbetsstycken som skall bearbetas matas in i cellen genom ett transportband och placeras av operatören i den pneumatiska bearbetningsmaskinen i station 1. Operatören startar station 1 manuellt. Den pneumatiska bearbetningsmaskinen utför arbetet på detaljen i station 1. Sedan placerar operatören den bearbetade detaljen på rullbandet för förflyttning till station 2. Roboten tar sedan detaljen som placeras i den hydrauliska pressen. Detaljen lämnar cellen genom transport ut på rullbandet. De arbeten som behöver göras i station 2 är t ex att åtgärda driftstörningar hos press och robot (några gånger i veckan, F2).

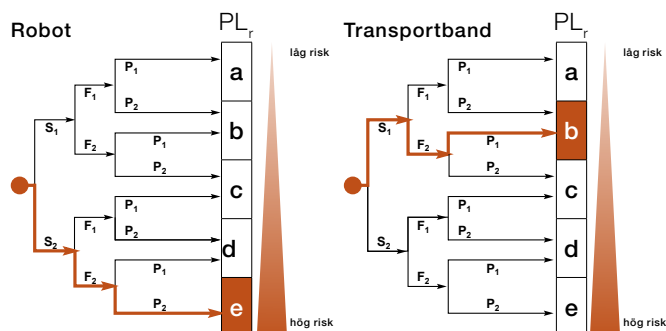
Oväntad start av roboten bedöms kunna ge allvarliga skador (S2). Operatören bedöms inte ha möjlighet att undvika skada eftersom roboten rör sig snabbt (P2). Bedömningen för skyddsfunktionen som krävs för tillträde till station 2 blir  $PL_r=e$  (S2, F2, P2). Bedömningen blir samma när det gäller pressen. För skyddsfunktion för riskerna med transportbandet görs bedömningen S1, F2, P1 vilket ger  $PL_r=b$ .

### Steg 2 – Reducera risken

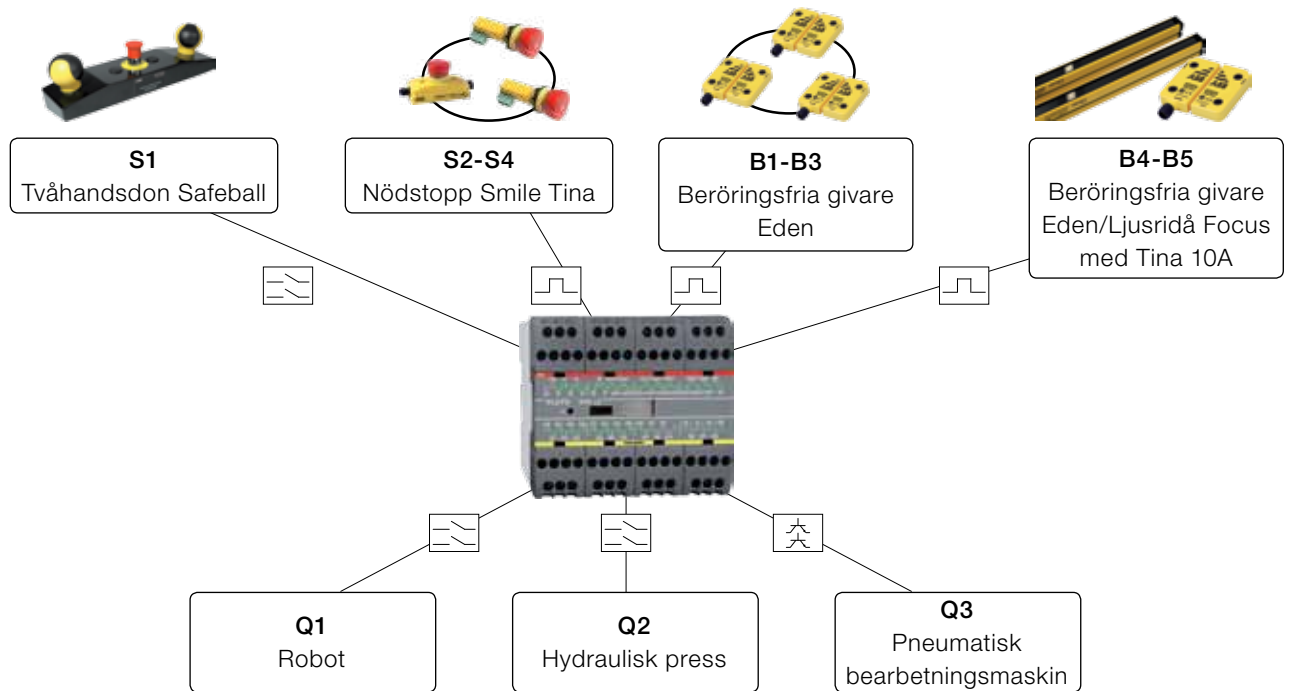
Som skydd väljs förreglade dörrar med beröringsfria givare Eden. Station 1 med den pneumatiska bearbetningsmaskinen manövreras av ett tvåhandsdon. När tvåhandsdonet släpps kommer den farliga rörelsen att stoppas säkert. Station 2 kan vara i automatisk drift då en ljusridå (Focus) och en

beröringsfri givare vid dörr 4 (Eden) skyddar för inpassage. Om dörren öppnas eller ljusridån bryts stoppas station 2 på ett säkert sätt. Genom att öppna dörrarna 2 och 3 (också övervakade av Eden) kommer transportbandet samt den pneumatiska bearbetningsmaskinen att stoppas säkert. Manuell återställning måste alltid ske efter påverkan av någon skyddsanordning.

När skyddssystemet kräver ett flertal skyddsanordningar samt att flera maskiner skall kontrolleras är säkerhets-PLC Pluto den mest effektiva lösningen. Om skyddssystemet dessutom skall fungera zonvis och i olika driftsätt, blir detta ytterligare ett tungt vägande skäl att använda Pluto. Med Pluto kan  $PL_r$  uppnås oavsett antalet anslutna skyddsanordningar.



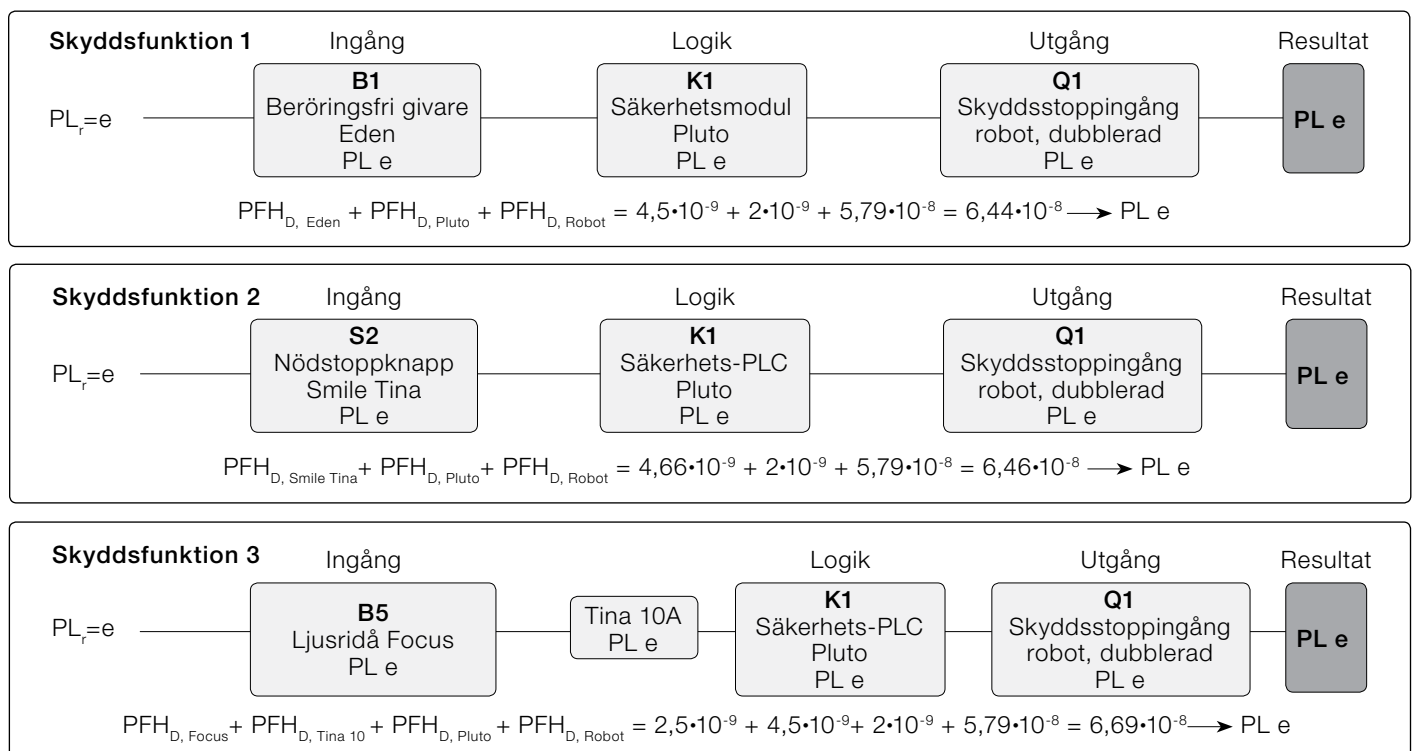
$PL_r=e$  för robot och hydraulpress samt  $PL_r=b$  för transportbandet.



### Steg 3 – Beräkna skyddsfunktioner för robotcellen

$PFH_D$ -värdet för robotens skyddstoppning är  $5,79 \cdot 10^{-8}$  (värdet gäller för ABB industrirobotar med IRC5 controller). Nedan visas enbart skyddsfunktioner för att bryta energin till industriroboten. Detta är enbart en delmängd av

skyddsfunktionerna. När energin till flera maskiner i en cell ska brytas kan skyddsfunktionerna definieras på olika sätt beroende av riskanalysen. Skyddsfunktionerna representeras med hjälp av blockdiagram.



Dessa skyddsfunktioner med Pluto uppfyller PL e enligt EN ISO 13849-1. Observera att ovanstående funktioner endast är några exempel av de skyddsfunktioner som visas i robotcellen.

# Hur definieras en skyddsfunktion?

Att beräkna att man uppnått den PL, som krävs är ingen svårighet, speciellt inte om man använder ”färdigberäknade” skyddsanordningar och logikenheter. Men vilka delar ska ingå i respektive skyddsfunktion? Detta måste lösas innan man kommit till steget med att beräkna. En förenklad sammanfattning är att varje skyddsanordning ger upphov till varsin skyddsfunktion per maskin som påverkas av skyddsanordningen i fråga. För tre skyddsanordningar som alla bryter energin till tre maskiner i en cell ger detta alltså nio skyddsfunktioner. I texten som följer förklarar vi bakgrunden.

## Flera skyddsfunktioner för en maskin

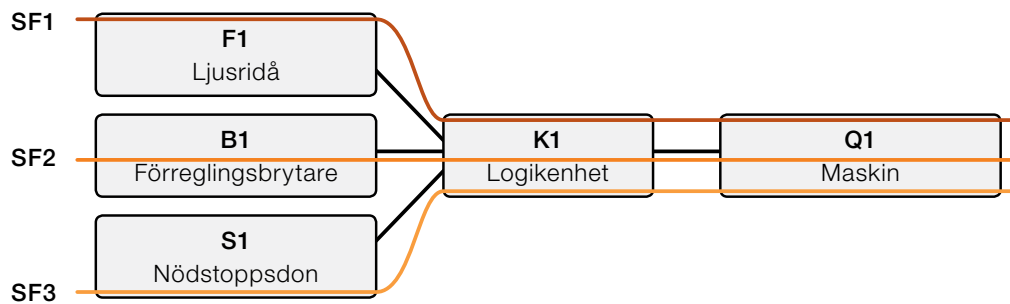
Till en maskin används oftast flera skyddsanordningar för att ge ett fullgott och praktiskt skydd för operatörerna. I följande exempel skyddas maskinen av tre skyddsanordningar kopplade till en logikenhet. Följande figur illustrerar schematiskt sammankopplingen.

Tre skyddsfunktioner (SF) definieras för maskinen och beräknas enligt:

$$SF1: PFH_{D, F1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} = PFH_{D, SF1}$$

$$SF2: PFH_{D, B1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} = PFH_{D, SF2}$$

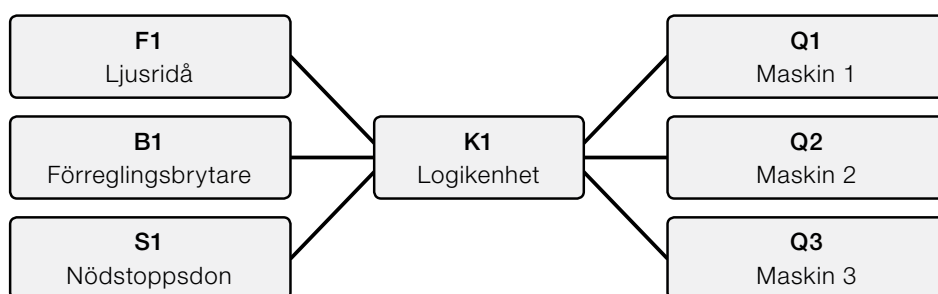
$$SF3: PFH_{D, S1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} = PFH_{D, SF3}$$



## Flera skyddsfunktioner till flera maskiner i en cell

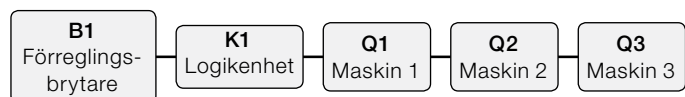
Mer vanligt är att flera maskiner i en och samma cell/område ska skyddas av flera skyddsanordningar. Följande figur illustrerar schematiskt sammankopplingen för ett exempel. Var och en av maskinerna Q1 – Q3 stoppas separat och självständigt av K1.

Om operatören går in i cellen exponeras han i detta fall för samma typ av risk från alla tre maskinerna. Energin till alla tre maskiner måste brytas då operatören går in i cellen via dörr förreglad av B1.



### Teoretiskt tillvägagångssätt för flera maskiner

Det teoretiska tillvägagångssättet att beräkna skyddsfunktionen blir enligt följande:



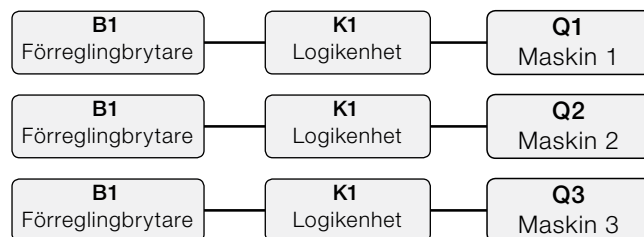
För att hela skyddsfunktionen ska utföras krävs att alla delar fungerar. Observera att om B1 eller K1 har en farlig felfunktion försvinner hela skyddsfunktionen. Om dock t ex maskin Q1 har en farlig felfunktion och inte stoppas kommer ändå maskinerna Q2 och Q3 att stoppas. En nackdel med att betrakta skyddsfunktionen på detta sätt är också att man kan få problem med att nå upp till den  $PL_r$  som krävs. Men om man uppnår den  $PL_r$  som krävs kan man använda det teoretiska tillvägagångssättet.

Källor:

[www.dguv.de/ifa/de/pub/grl/pdf/2009\\_249.pdf](http://www.dguv.de/ifa/de/pub/grl/pdf/2009_249.pdf)  
[www.bg-metall.de/praevention/fachausschuesse/infoblatt/deutsch.html](http://www.bg-metall.de/praevention/fachausschuesse/infoblatt/deutsch.html)  
(Nr 047, Datum 05/2010)

### Praktiskt tillvägagångssätt för flera maskiner

Ett mer praktiskt synsätt är att dela upp skyddsfunktionen i tre olika, en för var och en av de tre maskinerna.



Detta är ett tillvägagångssätt som kan ge ett mer rättvisande sätt att se på skyddsfunktionerna, speciellt där olika  $PL_r$  krävs för skyddsfunktionerna ovan. Om maskin Q1 är en robot och maskin Q2 är en transportbana som är konstruerad så att den ger försumbara risker kommer också de olika  $PL_r$  som krävs för att skydda för risker från Q1 respektive Q2 bli olika. Detta praktiska synsätt blir därför det som rekommenderas. Tolkningen baseras på information från IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung). För mer information om detta och andra frågor se Källor.

## Exempel på skyddsfunktioner från Praktikfall 3 – säkerhets-PLC Pluto

Riskbedömningen för de skyddsfunktioner som behövs för riskerna med roboten blev S2, F2, P2 vilket gav  $PL_r=e$ . Samma bedömning görs för den hydrauliska pressen:  $PL_r=e$ . Bedömningen för den pneumatiska bearbetningsmaskinen blir S2, F2, P1 vilket ger  $PL_r=d$  på grund av att man anses ha möjlighet att kunna undvika risken.

Förreglingsbrytare B1, Eden, ska bryta bort energin till alla maskiner i riskområdet:

- Robot Q1 ( $PFH_{D, Q1} = 5,79 \cdot 10^{-8}$ )
- Hydraulisk press Q2 ( $PFH_{D, Q2} = 8 \cdot 10^{-8}$ )
- Pneumatisk bearbetningsmaskin Q3 ( $PFH_{D, Q3} = 2 \cdot 10^{-7}$ ).

### Praktiskt tillvägagångssätt

Om man använder det praktiska tillvägagångssättet blir skyddsfunktionerna enligt följande:

Robot:

$$PFH_{D, B1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} = 4,5 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 10^{-9} + 5,79 \cdot 10^{-8} = 6,44 \cdot 10^{-8} \longrightarrow PL\ e$$

Hydraulisk press:

$$PFH_{D, B1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q2} = 4,5 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 10^{-9} + 8 \cdot 10^{-8} = 8,65 \cdot 10^{-8} \longrightarrow PL\ e$$

Pneumatisk bearbetningsmaskin:

$$PFH_{D, B1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q3} = 4,5 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 10^{-7} = 2,07 \cdot 10^{-7} \longrightarrow PL\ d$$

På samma sätt ska göras med övriga skyddsfunktioner för cellen. För varje skyddsanordning definierar man de maskiner den påverkar och upprättat de olika skyddsfunktionerna efter det.

### Teoretiskt tillvägagångssätt

Hur hade det fungerat om man hade använt det teoretiska tillvägagångssättet? Hade skyddsfunktionen uppnått  $PL\ e$ ?

Samtliga maskiner:

$$PFH_{D, B1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} + PFH_{D, Q2} + PFH_{D, Q3} = 4,5 \cdot 10^{-9} + 2 \cdot 10^{-9} + 5,79 \cdot 10^{-8} + 8 \cdot 10^{-8} + 2 \cdot 10^{-7} = 3,44 \cdot 10^{-7} \longrightarrow PL\ d$$

I detta fall hade skyddsfunktionen alltså inte uppnått en total  $PL\ e$  vilket krävdes för riskerna med robot och hydraulisk press.

### Slutsatser

- Använd det praktiska tillvägagångssättet.
- Använd skyddsanordningar/logikenheter med hög tillförlitlighet (lågt  $PFH_D$ ) för att göra det enkelt att uppnå den  $PL_r$  som krävs.
- Med Vital eller Pluto blir det enklare att uppnå den  $PL_r$  som krävs.

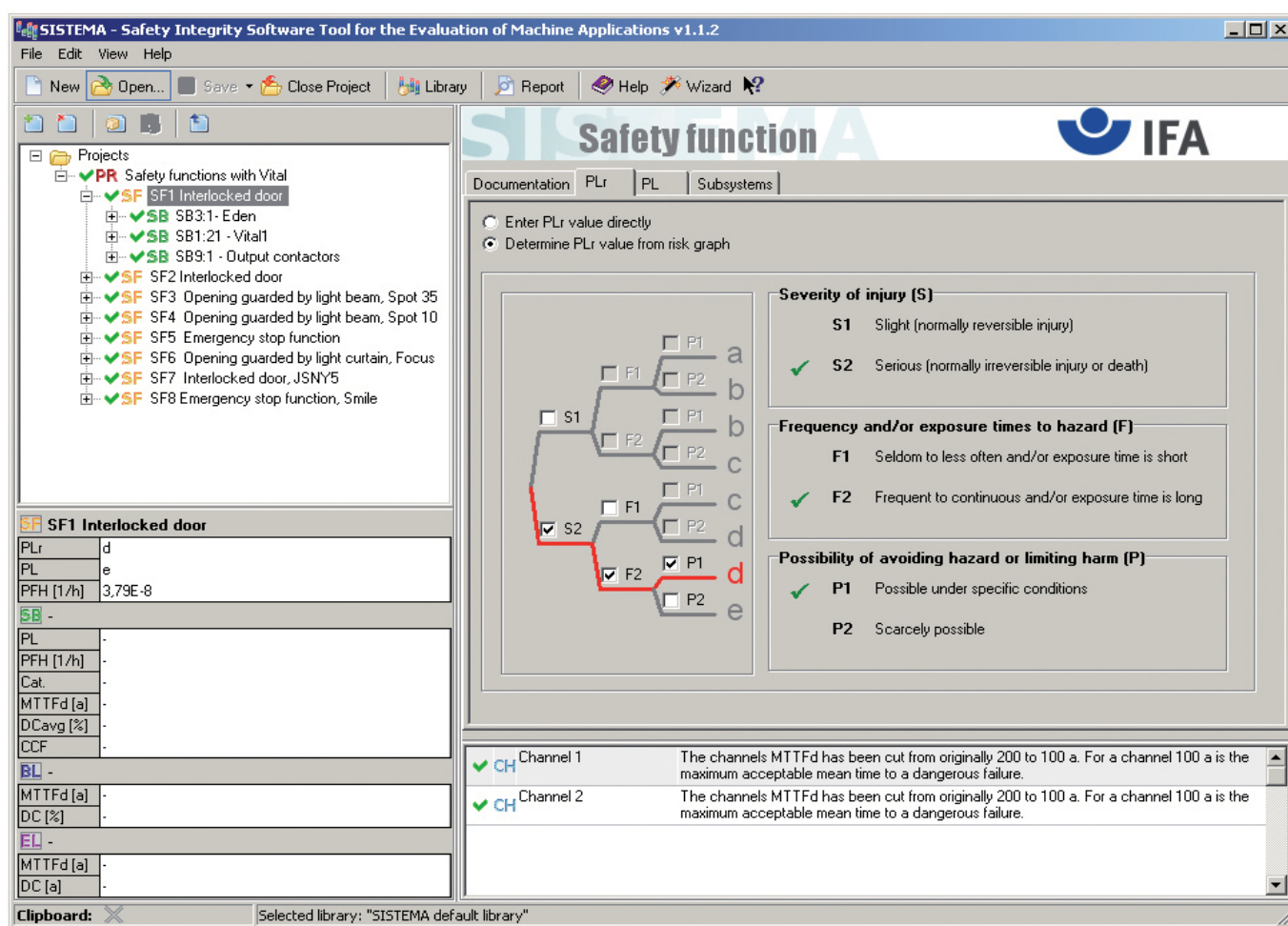
# SISTEMA

## Verktyg för att fastställa prestandanivå (PL) och ta fram teknisk dokumentation

EN ISO 13849-1 kräver beräkningar. För att göra detta på ett hanterbart sätt är ett programvaruverktyg en god hjälp. Till Jokab Safetys produktfamilj rekommenderar ABB att använda SISTEMA, ett programvaruverktyg utvecklat av IFA (före detta BGIA), i Tyskland. Verktøget är kostnadsfritt och kan laddas ned från IFAs hemsida, [www.dguv.de/ifa](http://www.dguv.de/ifa). Med SISTEMA är det möjligt att "bygga" skyddsfunktionerna, verifiera dem och generera den tekniska dokumentation som krävs.

För att arbeta med SISTEMA på ett effektivt sätt har vi utvecklat ett bibliotek med våra produkter för nedladdning från vår hemsida [www.abb.se/lagspanning](http://www.abb.se/lagspanning). För att ha tillgång till senaste versionen, gå in på denna sida regelbundet för att söka efter uppdateringar och nya versioner.

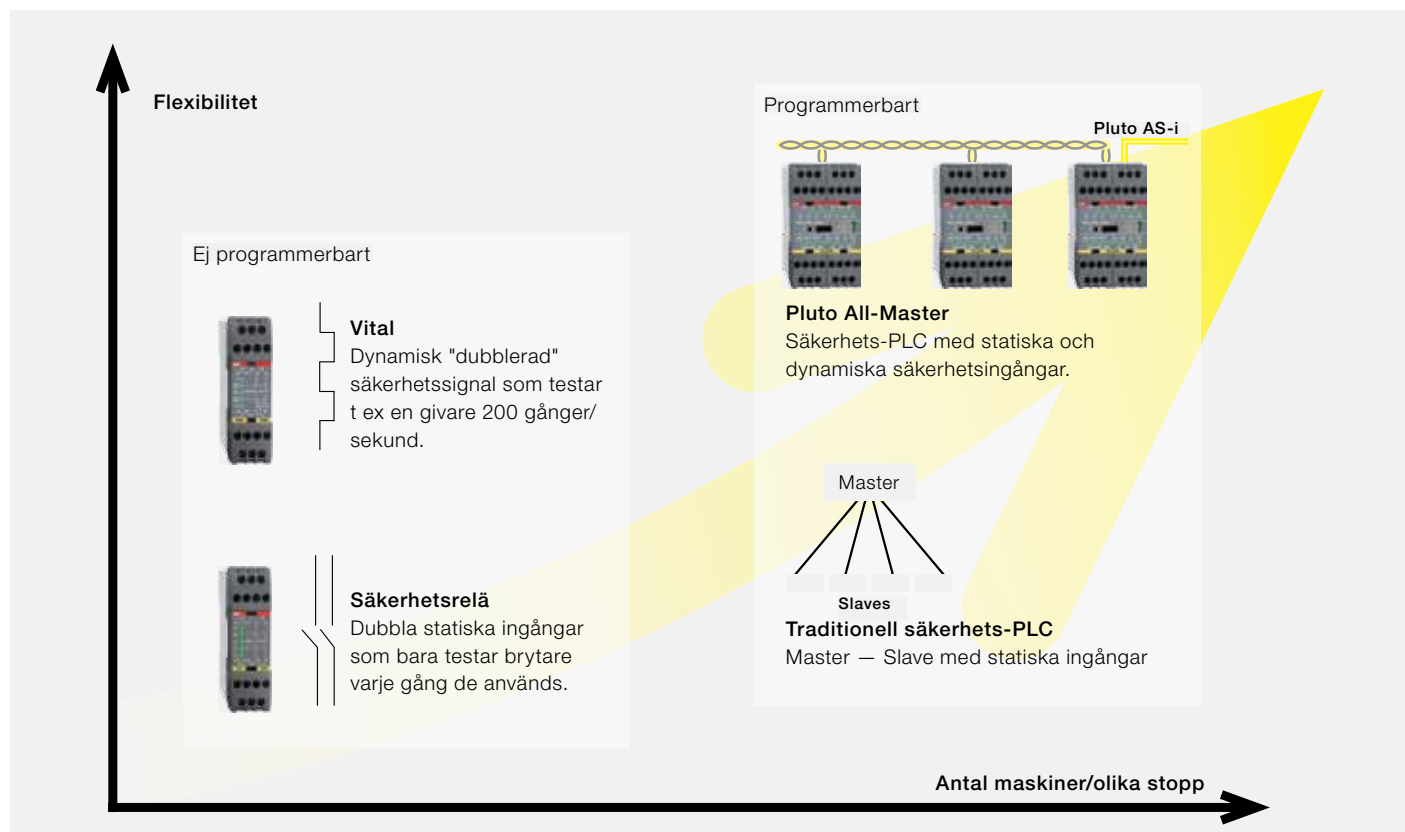
För att ladda ner SISTEMA gå till [www.dguv.de/ifa/en/p/softwa/sistema/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/en/p/softwa/sistema/index.jsp) eller sök på internet efter "sistema ifa".



Skärmbild från SISTEMA.

# Säkerhetsrelä, Vital eller Pluto?

Olika fördelar i jämförelse mot EN ISO 13849-1



För att uppnå PL e med ett konventionellt säkerhetsrelä, t ex RT9, krävs att man använder båda kanalerna på ingångssidan samt endast ansluter en enda skyddsanordning. Under vissa förutsättningar kan PL d uppnås om man ansluter flera skydd tvåkanaligt till ett säkerhetsrelä, men detta är inget generellt. Vital är en säkerhetsmodul som gör det möjligt att ansluta och övervaka en mängd säkerhetskomponenter i

serie samt uppnå PL e enligt EN ISO 13849-1. Vitalmodulen bygger på ett dynamiskt enkanaligt koncept och kan ersätta flera säkerhetsreläer. En liknande lösning, dock mer flexibel sådan, är säkerhets-PLC Pluto. Pluto har, likt Vital, möjlighet att använda sig av dynamiska signaler för att uppnå högsta tillförlitlighet.

## Fördelar med Vital

- Det är möjligt att ansluta upp till 30 säkerhetskomponenter via en kanal enligt PL e
- Ingen programmering krävs
- Möjlighet att kombinera olika säkerhetskomponenter (t ex nödstoppsknapp och dörrkontakt)
- Enkel konfiguration av krets
- Elektromekaniska brytare kan också användas (med tillägg av anpassningsenhet Tina)

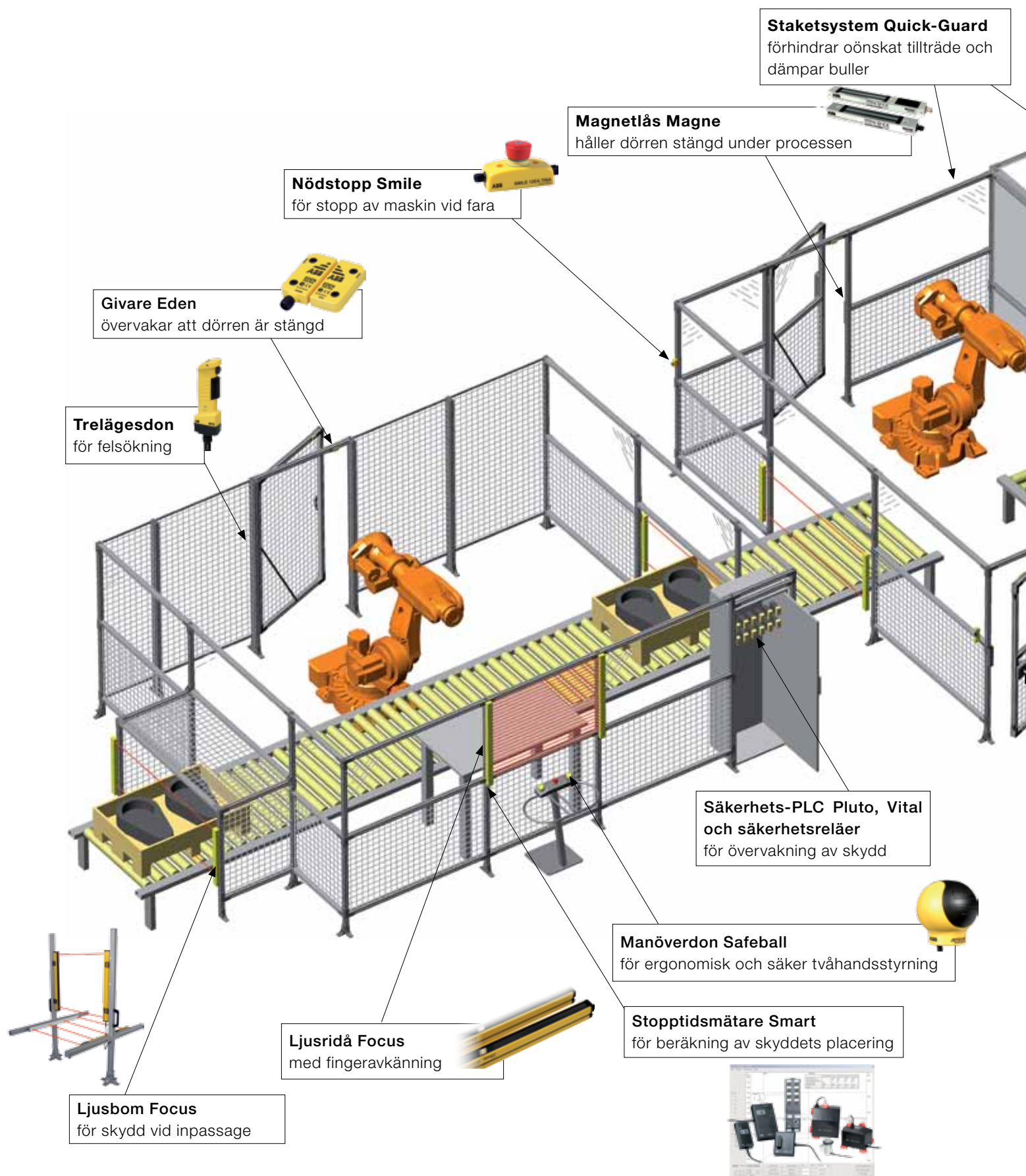
**Mer än 70 000 Vital-system har framgångsrikt installerats.**

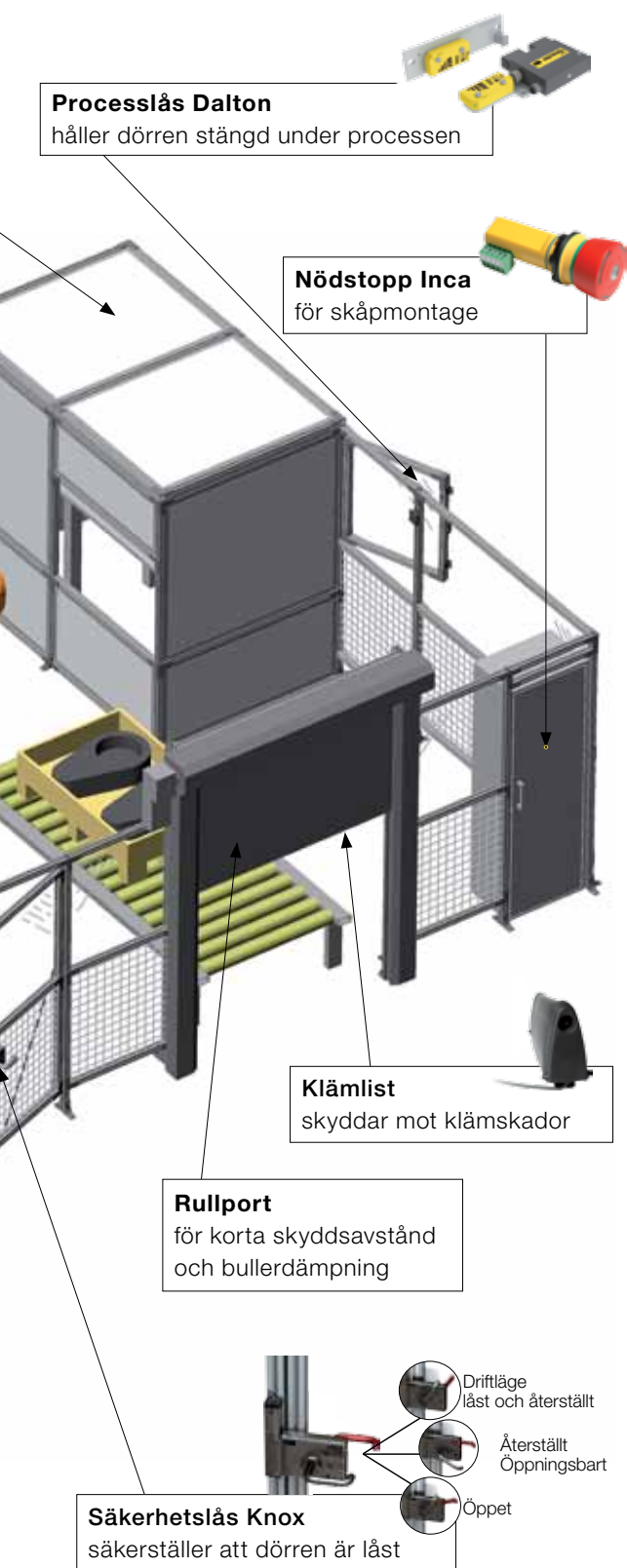
## Fördelar med Pluto

- Pluto är ett all-master-system med kommunikation över en egen säkerhetsbuss
- Stor flexibilitet underlättar konstruktion av skyddssystem
- En mjukvara för alla system
- Enkel programmering för PL e genom användning av funktionsblock (certifierade av TÜV)

**Mer än 30 000 Pluto-system har framgångsrikt installerats.**

# Produktionsvänliga skyddssystem med produktfamiljen Jokab Safety



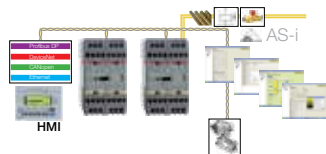


## Produktfamiljen Jokab Safety



### Utbildning & Rådgivning

Praktisk tillämpning av föreskrifter och standarder samt CE-märkning.



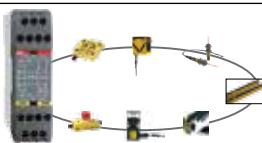
### Pluto säkerhets-PLC

Unik All-Master säkerhets-PLC för dynamiska och statiska säkerhetskretsar.



### Pluto AS-i

Programmerbart säkerhetssystem AS-i där alla enheter kopplas in på samma busskabel och enhetens funktion bestäms i PLC-programmet.



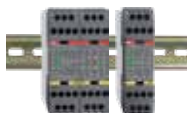
### Vital säkerhetssystem

Dynamisk säkerhetskrets för flera skydd enligt högsta säkerhetskategori.



### Tina anpassningsenheter

Omvandling av statiska signaler till dynamiska säkerhetssignaler m m.



### Säkerhetsreläer

Marknadens mest flexibla säkerhetsreläer för olika skydd och kategorier.



### Stopptid & maskindiagnos

Används för stopptidsmätning, årligt underhåll och felsökning av maskiner.



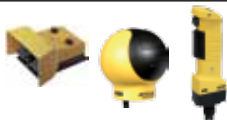
### Ljusridå/ljusbom/scanner

Komplett program av ljusbommar, ljusridåer och scanner.



### Givare/brytare/lås

Dynamiska beröringsfria givare, nyckelbrytare, magnetbrytare och lås.



### Manöverdon

Ergonomiska trelägesdon, tvåhandsmanöverdon och fotpedaler.



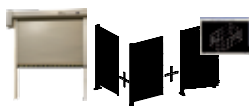
### Nödstopp

Nödstopp för dynamiska och statiska säkerhetskretsar.



### Klämskydd/säkerhetsmattor

Klämlister, bumpers och säkerhetsmattor.



### Staketsystem/SafeCAD/Rullport

Ett stabilt och flexibelt staketsystem med enkelt montage.

# Kontakta oss

**ABB AB****Jokab Safety**

Varlabergsvägen 11

SE-434 91 Kungsbacka

Tel. 0300-67 59 00

[www.abb.se/lagspanning](http://www.abb.se/lagspanning)

2TLC172003B3401 ABB Jokab Safety, 2012

Power and productivity  
for a better world™

