

Bezpečný stroj

ČSN EN ISO 13849-1:2015

Gerhard Dieterle, Filip Pelikán

2018

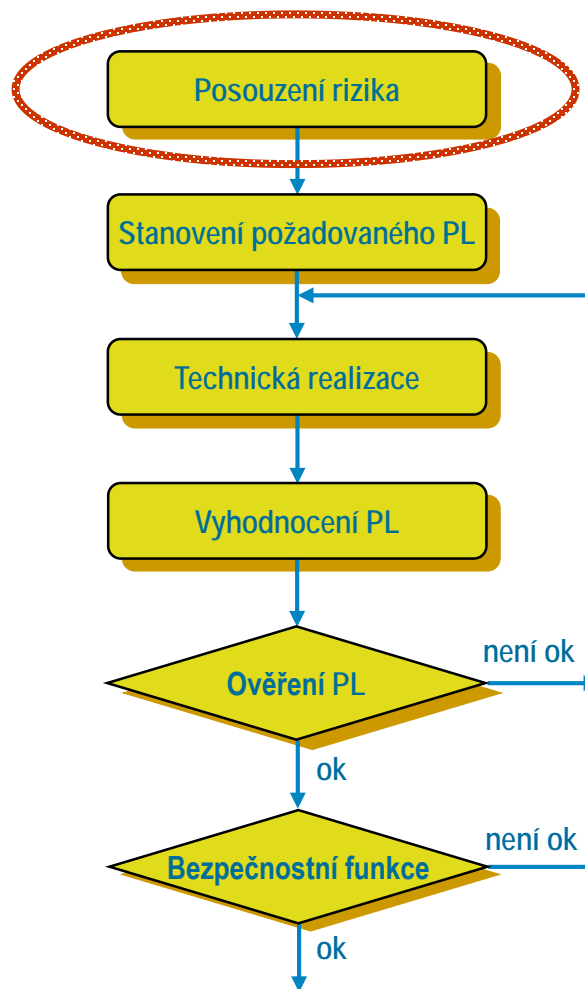


Jednúčelový stroj

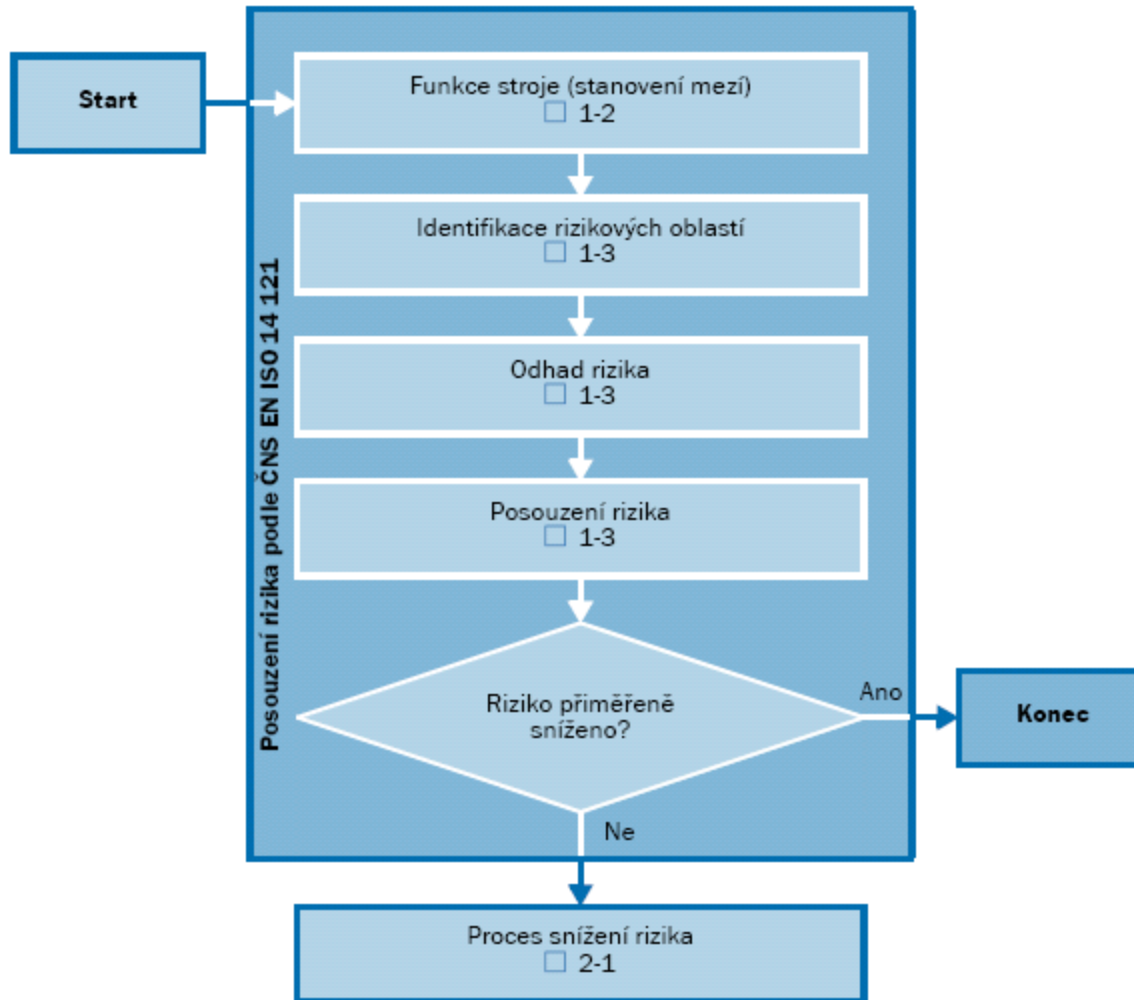


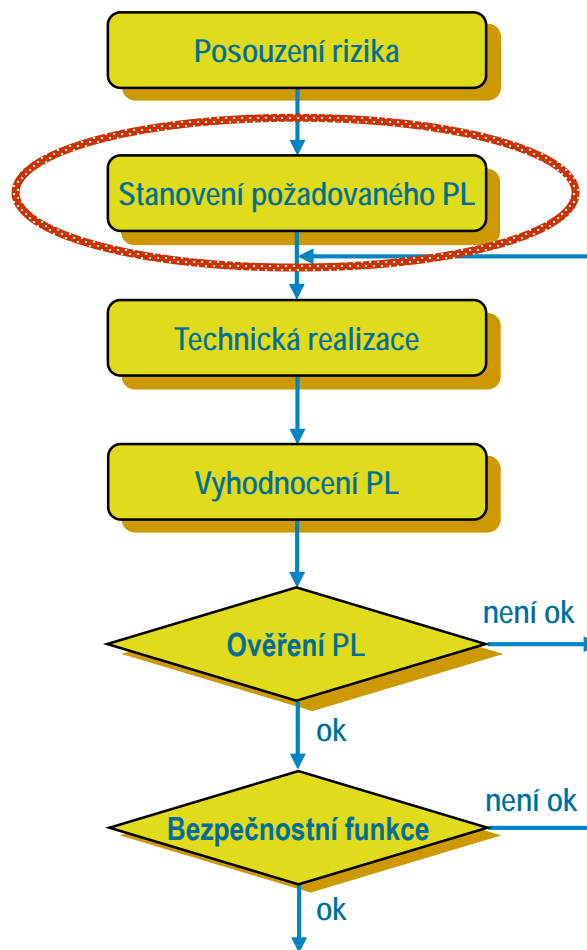
Stroj na výrobu reklamních „placek“ na oblečení.

Na kovovou podložku se nalisuje průhledný plast s obrázkem

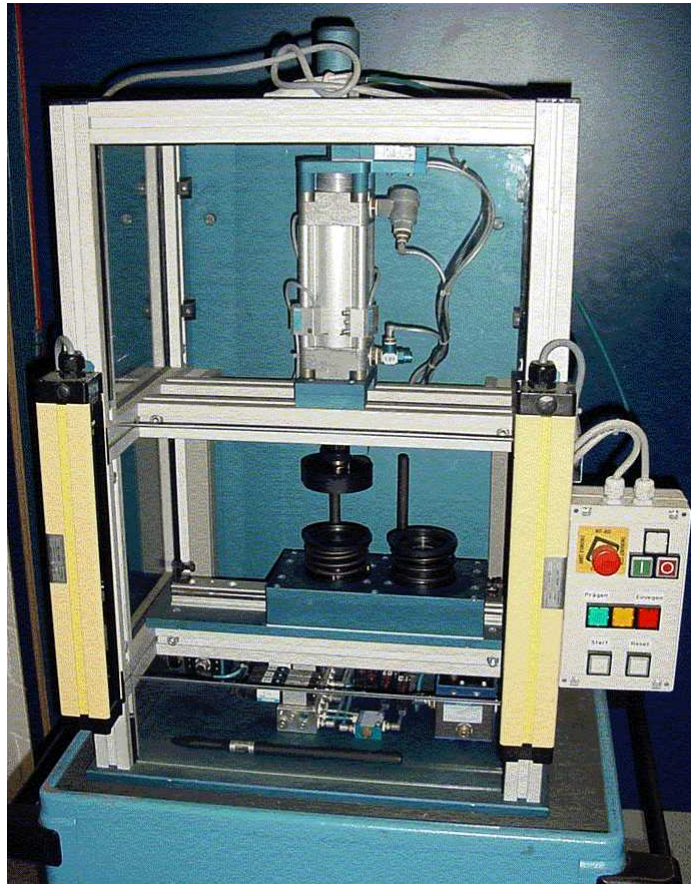


Proces snižení rizika





Definice bezpečnostní funkce



Bezpečnostní funkce:

Pohyb válce se musí zastavit, když je narušen bezpečnostní světelný závěs



Stanovení požadovaného PL_r

Závažnost poranění	Četnost a/nebo doba trvání expozice	Možnost prevence rizika	Kategorie
S ₁ : Lehké reversibilní	F ₁ : Zřídka až často a/nebo krátce	P ₁ : je možná	B
S ₂ : Těžké, smrtelné	F ₂ : Často až trvale a/nebo po dlouhou dobu	P ₂ : je stěží možná	1 2 3 4

do 31.12.2011

Start

nízké riziko

PL - požadované Performance Level

S: Závažnost zranění
S1: Lehké
S2: Vážné

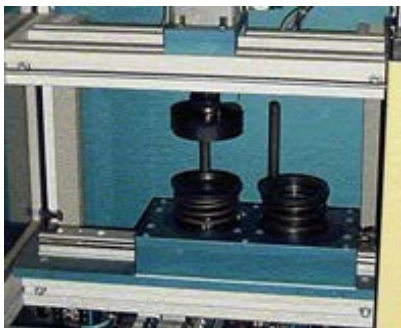
F: Četnost a/nebo vystavení se nebezpečí
F1: málokdy / krátce akumulovaně jen 20% z celkové provozní doby a ne častěji než 1 x 15 min
F2: nepřetržitě / dlouho častěji než 1 x 15 min

P: Možnost vyloučení nebezpečí nebo omezení škody
P1: Možné
P2: Sotva možné

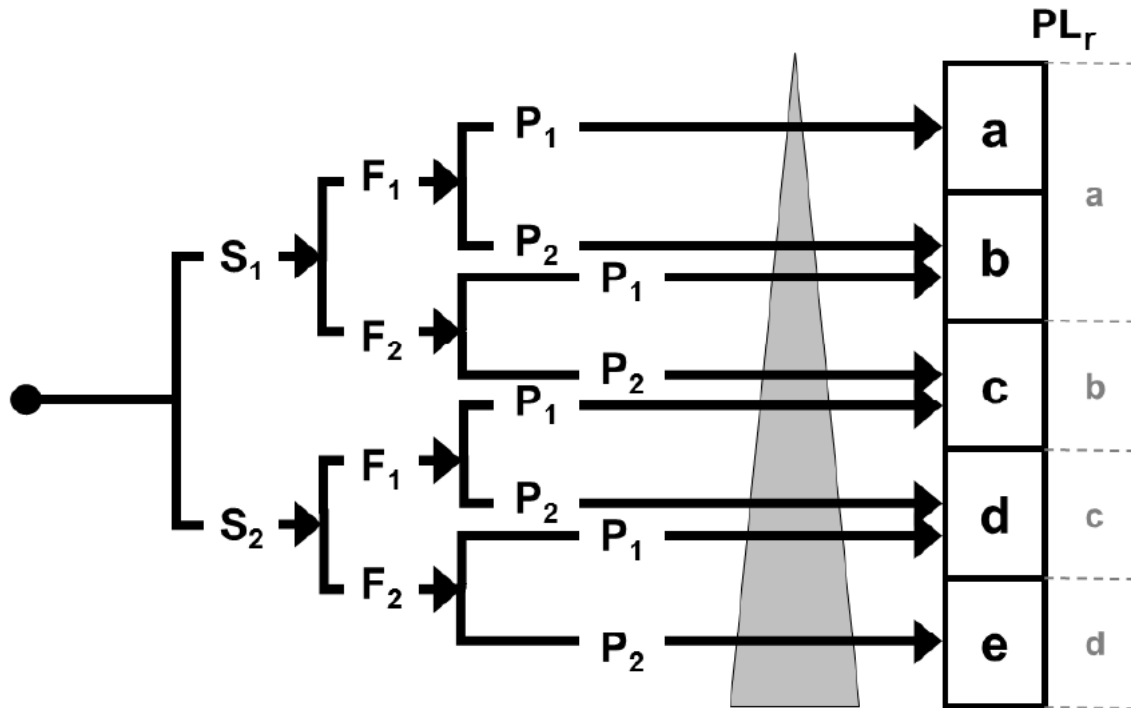
vysoké riziko

a
b
c
d
e

Start



Stanovení požadovaného PL_r - nově

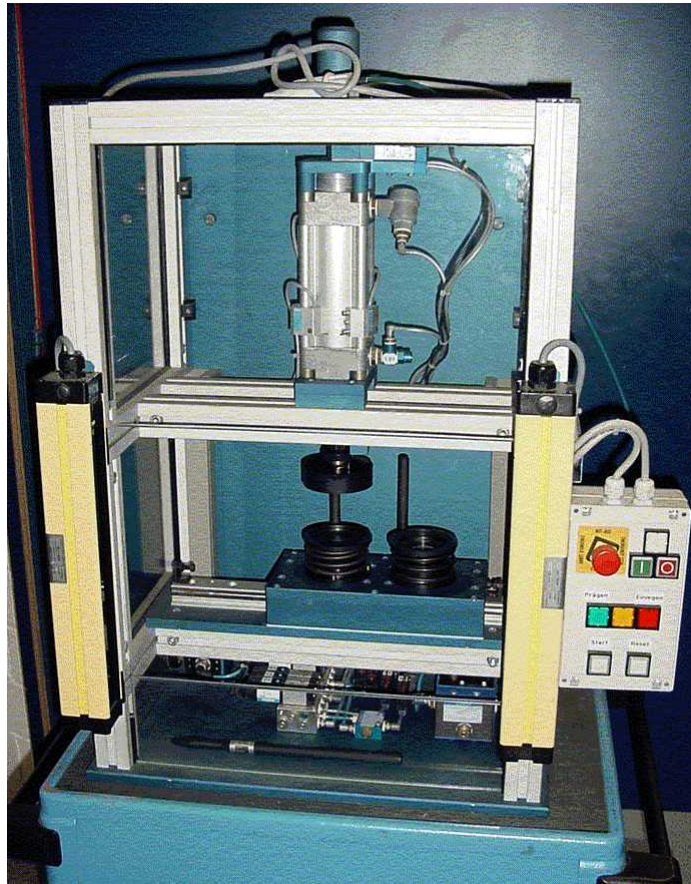


- S: Závažnost zranění
 S1: Lehké
 S2: Vážné
- F: Četnost a/nebo
 vystavení se nebezpečí
 F1: málokdy / krátce
 akumulovaně jen 20% z
 celkové provozní doby
 ne častěji než 1 x 15 min
 F2: nepřetržitě / dlouho
 častěji než 1 x 15 min
- P: Možnost vyloučení
 nebezpečí nebo
 omezení škody
 P1: Možné
 P2: Sotva možné

Pokud je pravděpodobnost vzniku nebezpečné události "nízká" tak platí:

Pravděpodobnost vzniku nebezpečné události je těžké odhadnout, vyplyne z informací o spolehlivosti a ze statistiky úrazů na podobných zařízeních

Definice bezpečnostní funkce



Bezpečnostní funkce:

Pohyb válce se musí zastavit, když je narušen bezpečnostní světelný závěs

Požadovaná úroveň: PL_r „d“

Návrh bezpečnostního systému

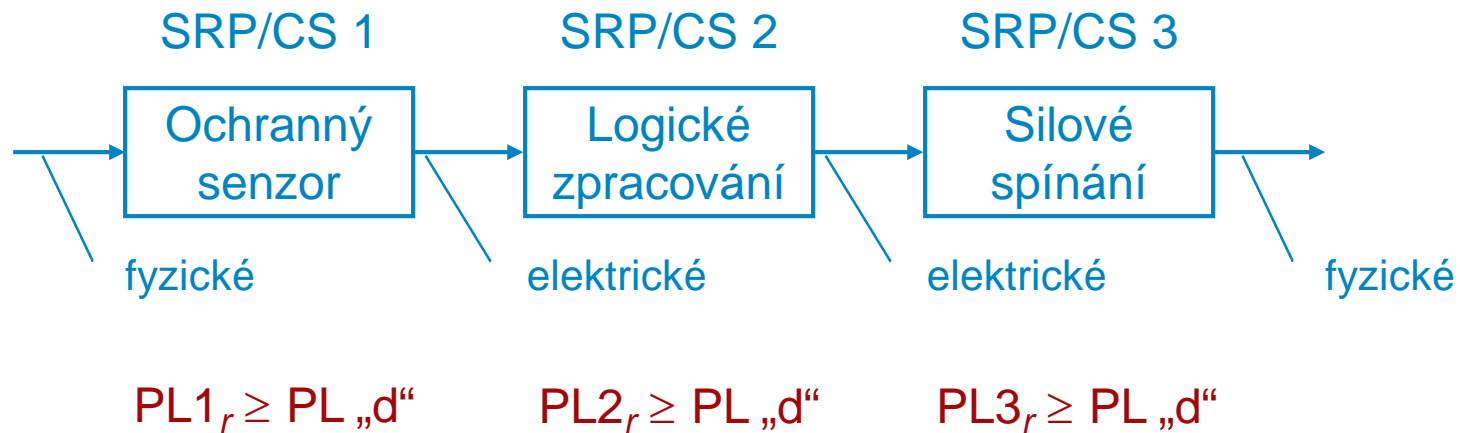
SICK



SRP/CS



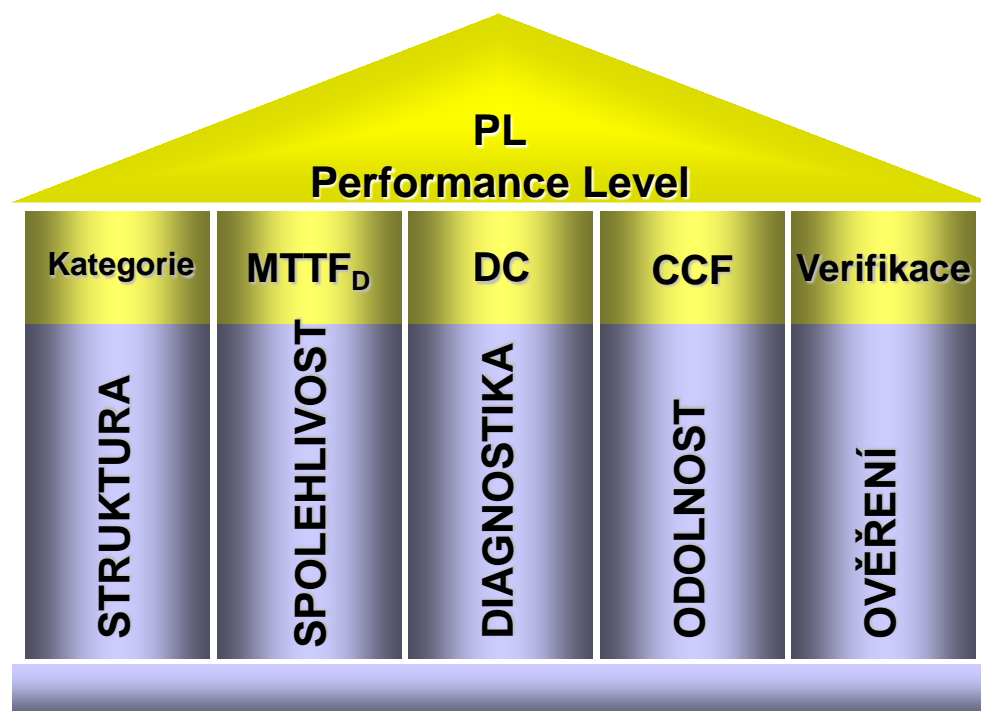
Bezpečnostní části řídicího systému

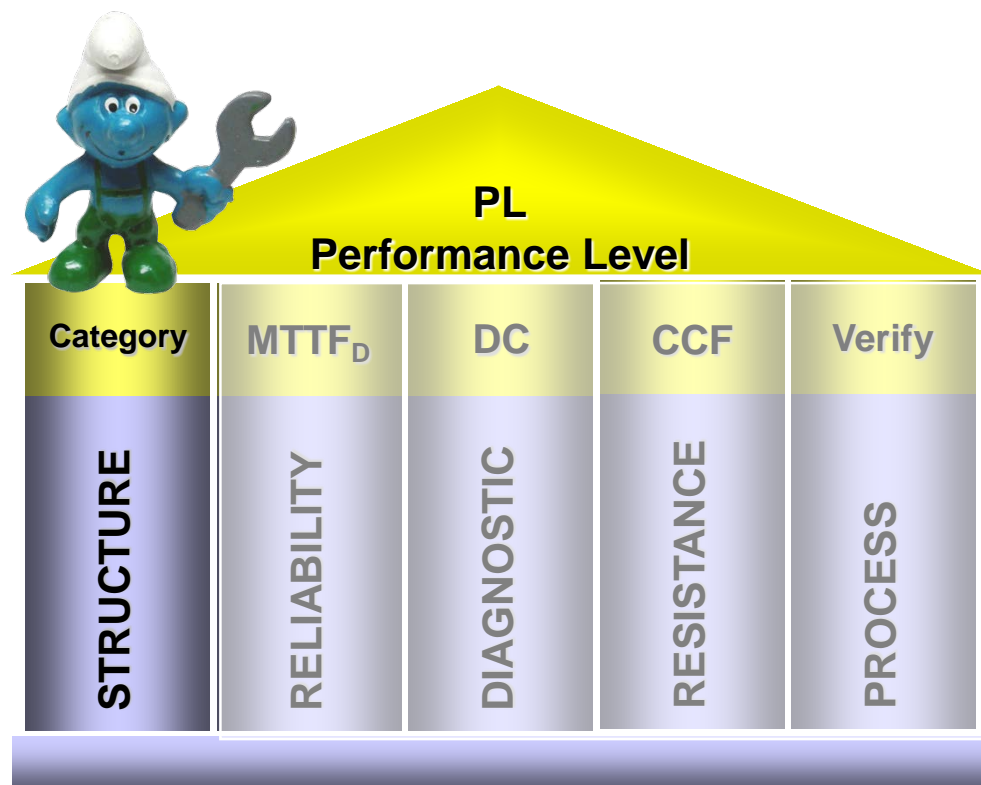


„Bezpečnostní funkce může být zajištěna jedním nebo více SRP/CS, a několik bezpečnostních funkcí může sdílet jeden nebo více SRP/CS“



Stanovení PL pro SRP/CS

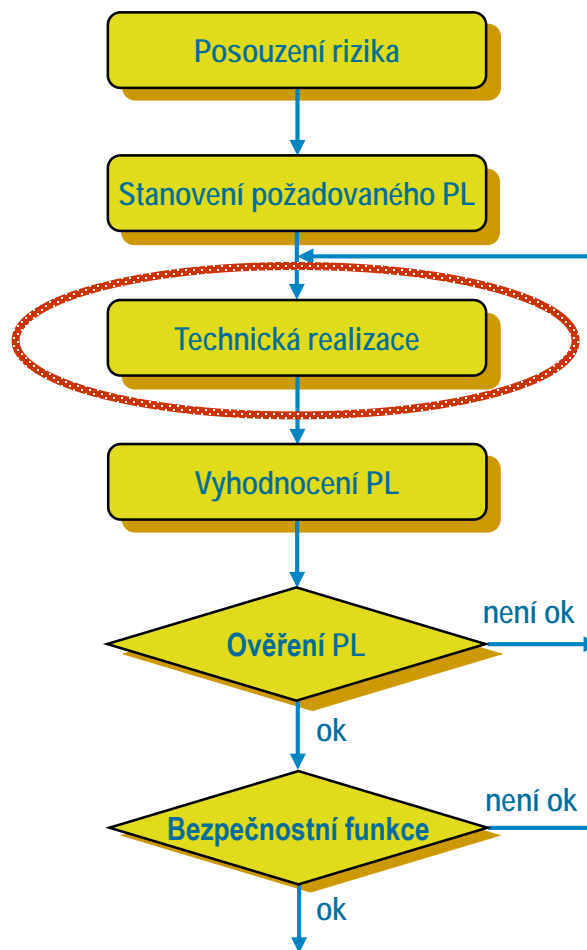




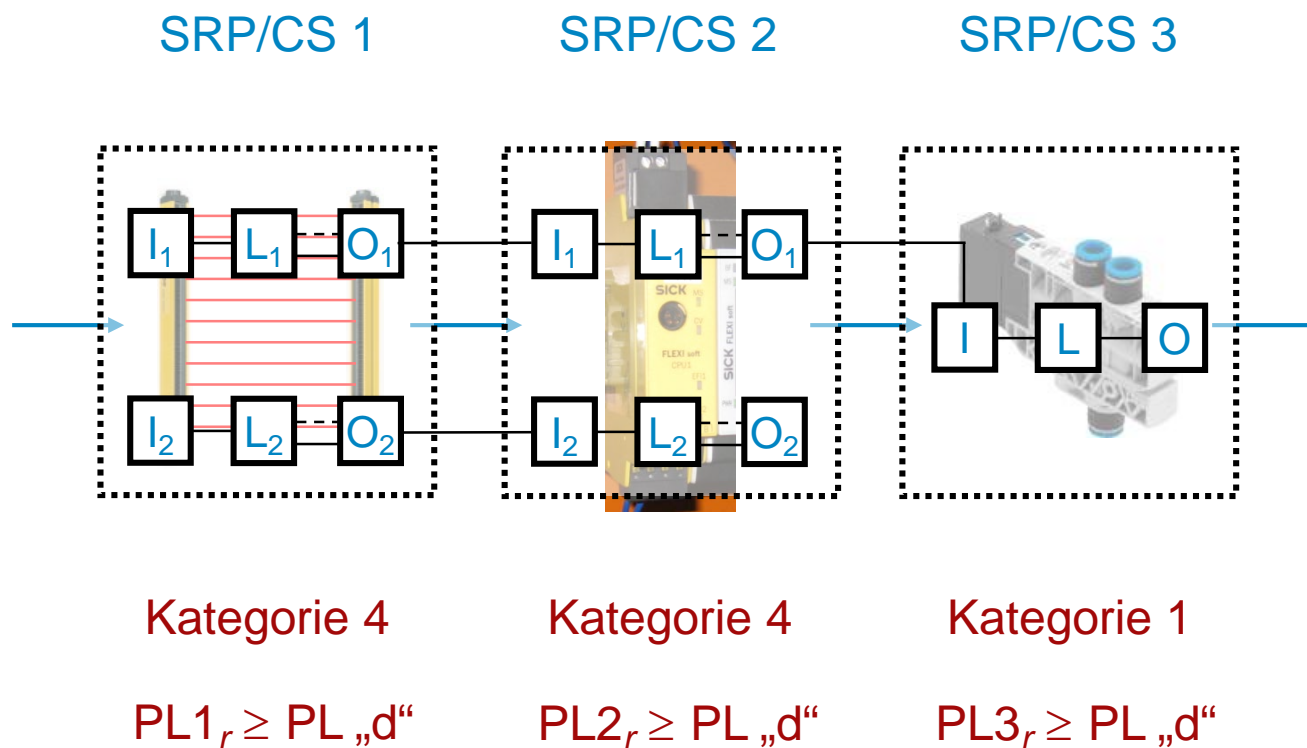
B	Komponenty jsou voleny podle relevantních norem, tak, že mohou odolávat očekávaným vlivům. Výskyt závady může vést ke ztrátě bezpečnostní funkce. (PL až b)
1	Jako B + použití osvědčených součástí a bezpečnostních zásad. Výskyt závady může vést ke ztrátě bezpečnostní funkce. (PL až c)
2	Jako B a 1. Testování 100 častěji než je pracovní cyklus stroje. Nebo při zahájení bezpečnostní funkce, za předpokladu, že je doba testovacího pulsu a doba doběhu kratší než čas potřebný k dosažení nebezpečného místa. (EN ISO 13855) Bez ochrany proti závadě. Závada detekována kontrolou. (PL až d)
3	Jako B a 1. Jednotlivá závada nevede ke ztrátě bezpečnostní funkce. Některé, ale ne všechny závady jsou detekovány.
4	Jako B a 1. Ochrana proti dvou závadám

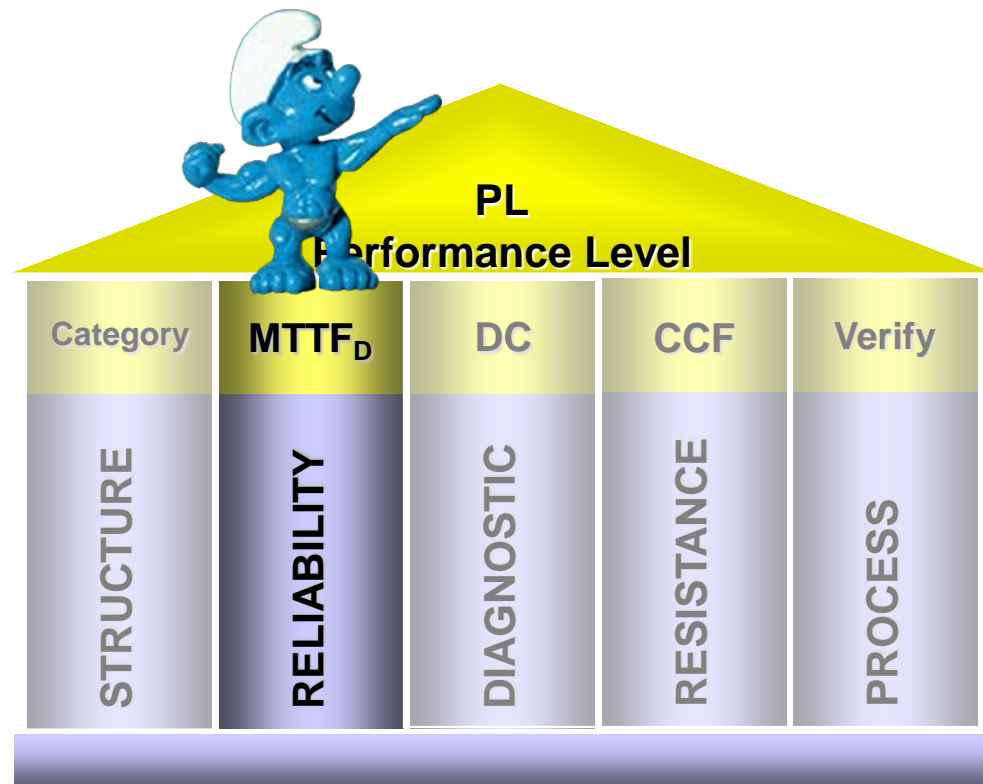
„Struktura SRP/CS je klíčová charakteristika, která má velký vliv na PL“



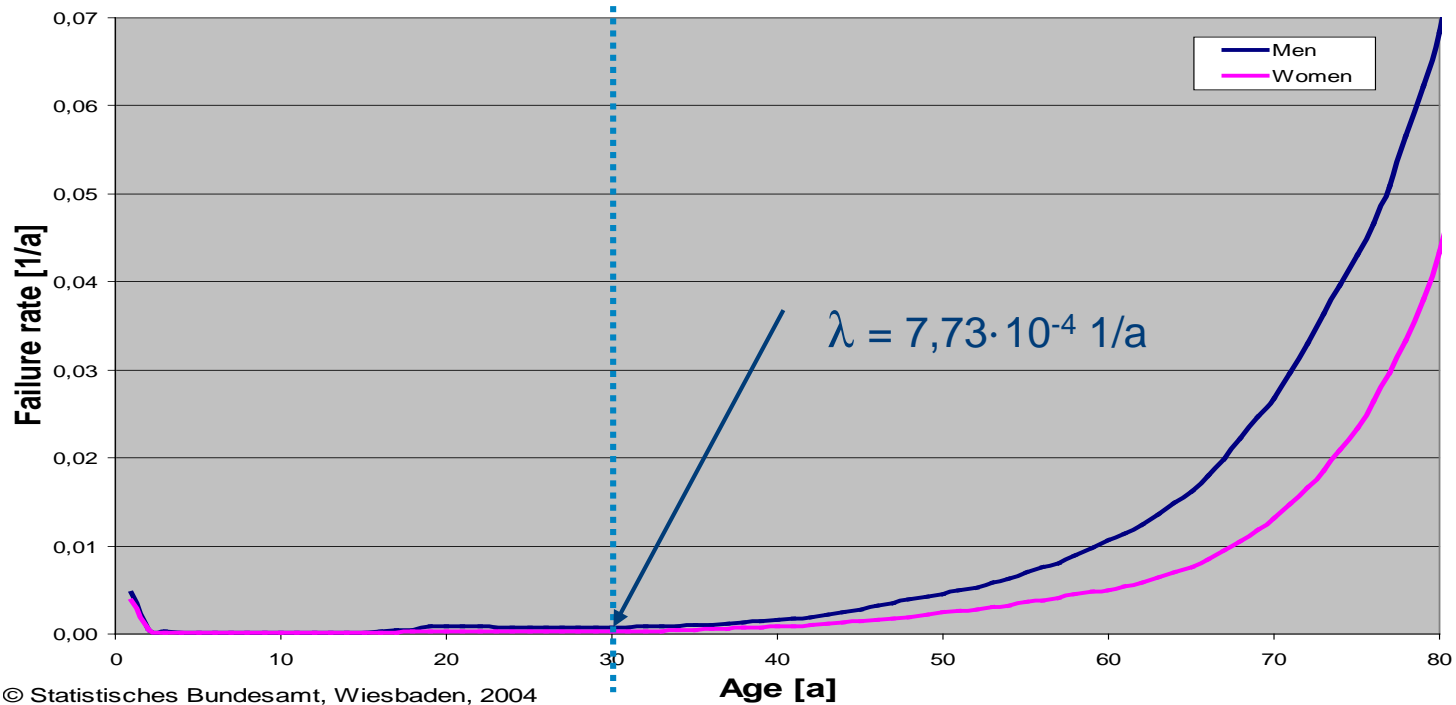


Bezpečné zastavení





Human "bath tube curve" (Germany)



© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2004



Mean time to failure

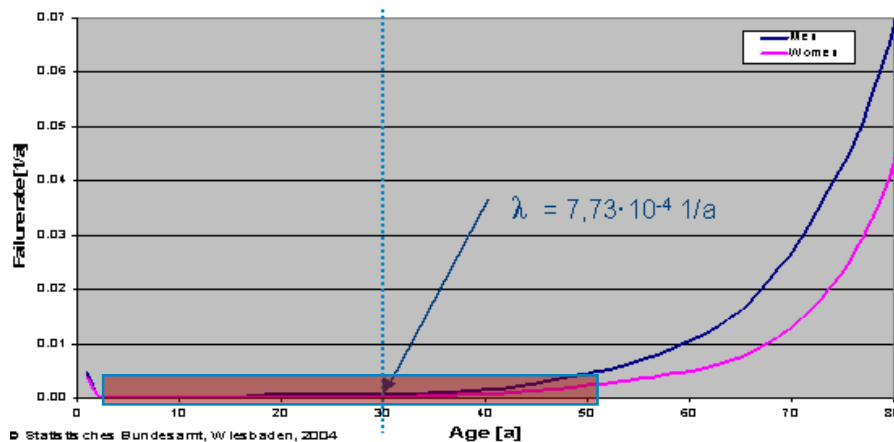
Střední doba do poruchy

30-letý muž:

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= 1/\lambda \\ &= 1/7,73 \cdot 10^{-4} \text{ a} \end{aligned}$$

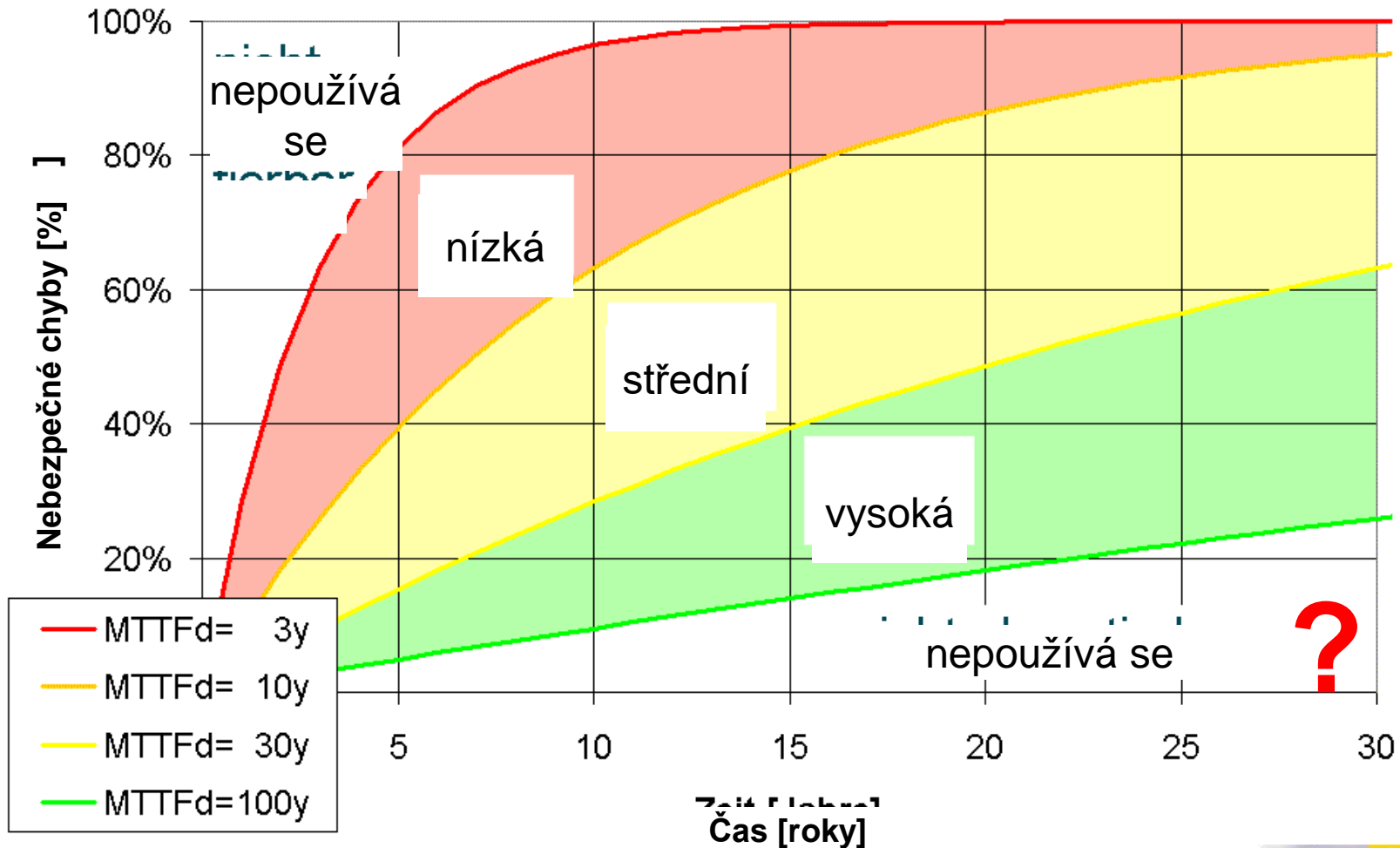
$$\Rightarrow \text{MTTF} = 1.294 \text{ let !}$$

„MTTF se počítá jen během života“



Mean time to dangerous failure

Střední doba do nebezpečné poruchy - $MTTF_D$



MTTF_d - poznámky

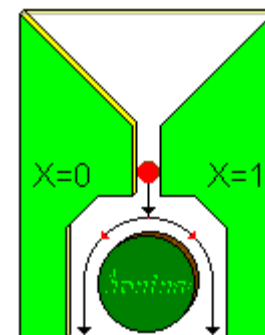
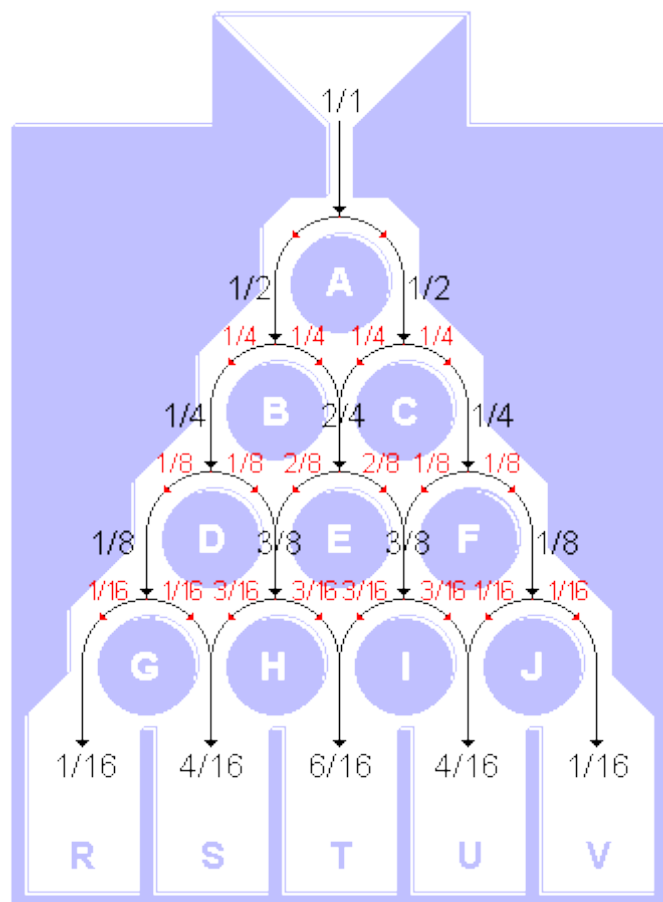
Hodnota MTTF_D každého kanálu, větší než 100 let se pro kategorie 1 až 3 nepoužívá, protože při vysokém riziku by neměla bezpečnost záviset jen na samotné spolehlivosti jednotlivých komponentů.

Limit MTTF_D každého kanálu na maximum 100 let odkazuje na jednotlivé kanály komponentů nesoucích bezpečnostní funkci.

Vyšší hodnoty MTTF_D lze použít pro jednotlivé komponenty.

Pro strukturu kategorie 4 platí, že MTTF_D, může dosahovat hodnoty 2500 let.

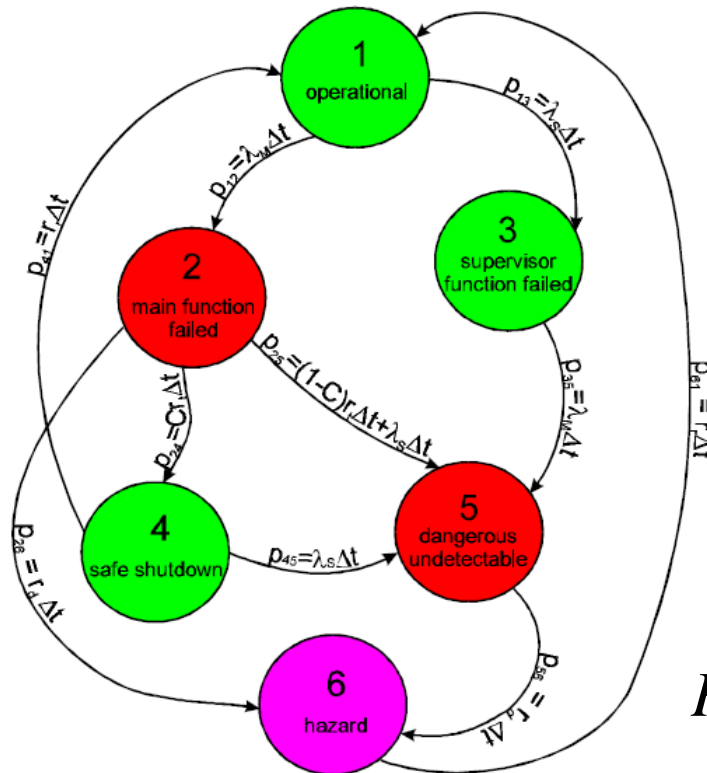




$$P(1) = 1/2$$

Markovovův model

Příklad: jeden kanál



λ_M : Failure rate main system

λ_S : Failure rate supervision device

r : Test rate

r_d : Demand rate

r_r : Repair rate

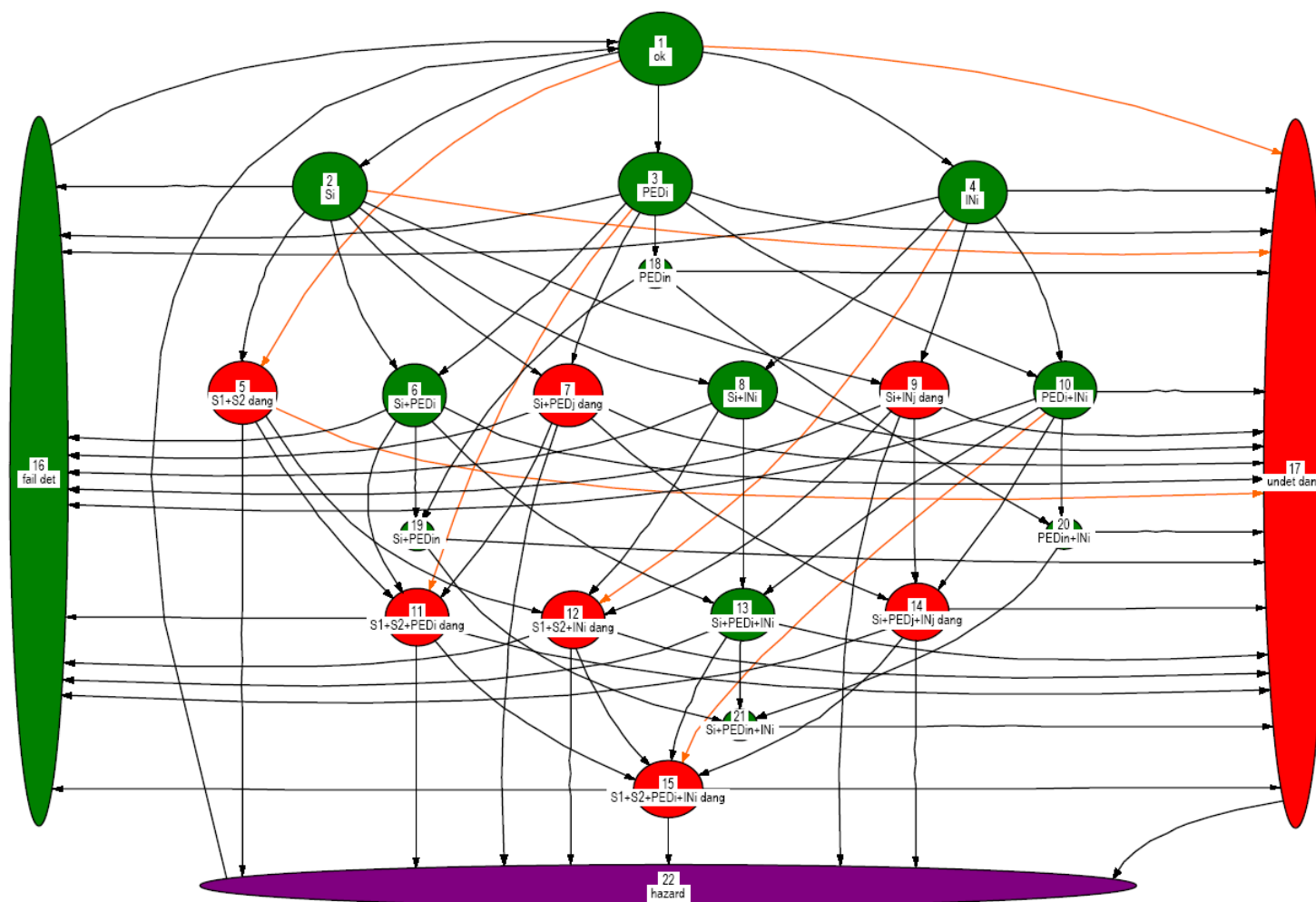
C : Diagnostic coverage

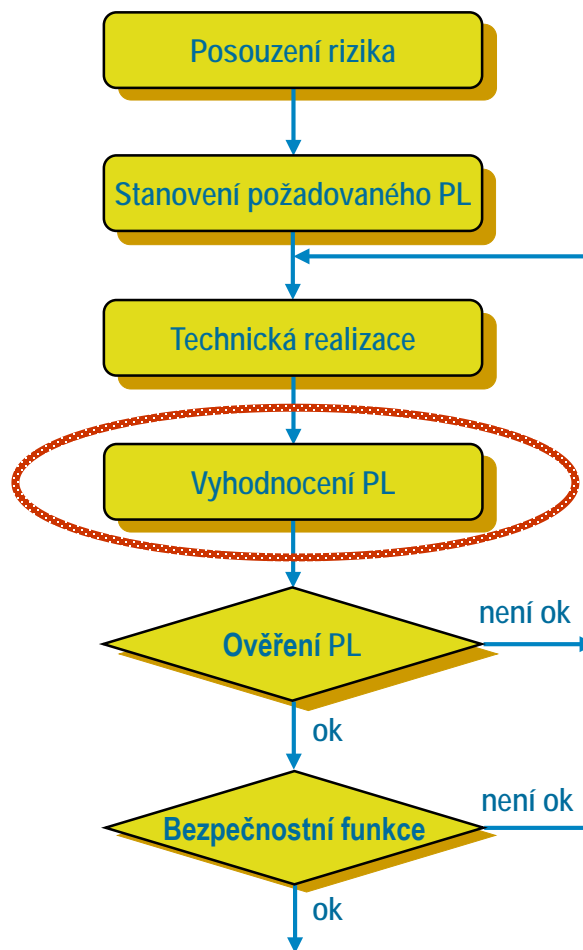
Δt : Markov time step

$$PFH_D = r_d / T_m \int_0^{T_m} [p_2(t) + p_5(t)] dt$$

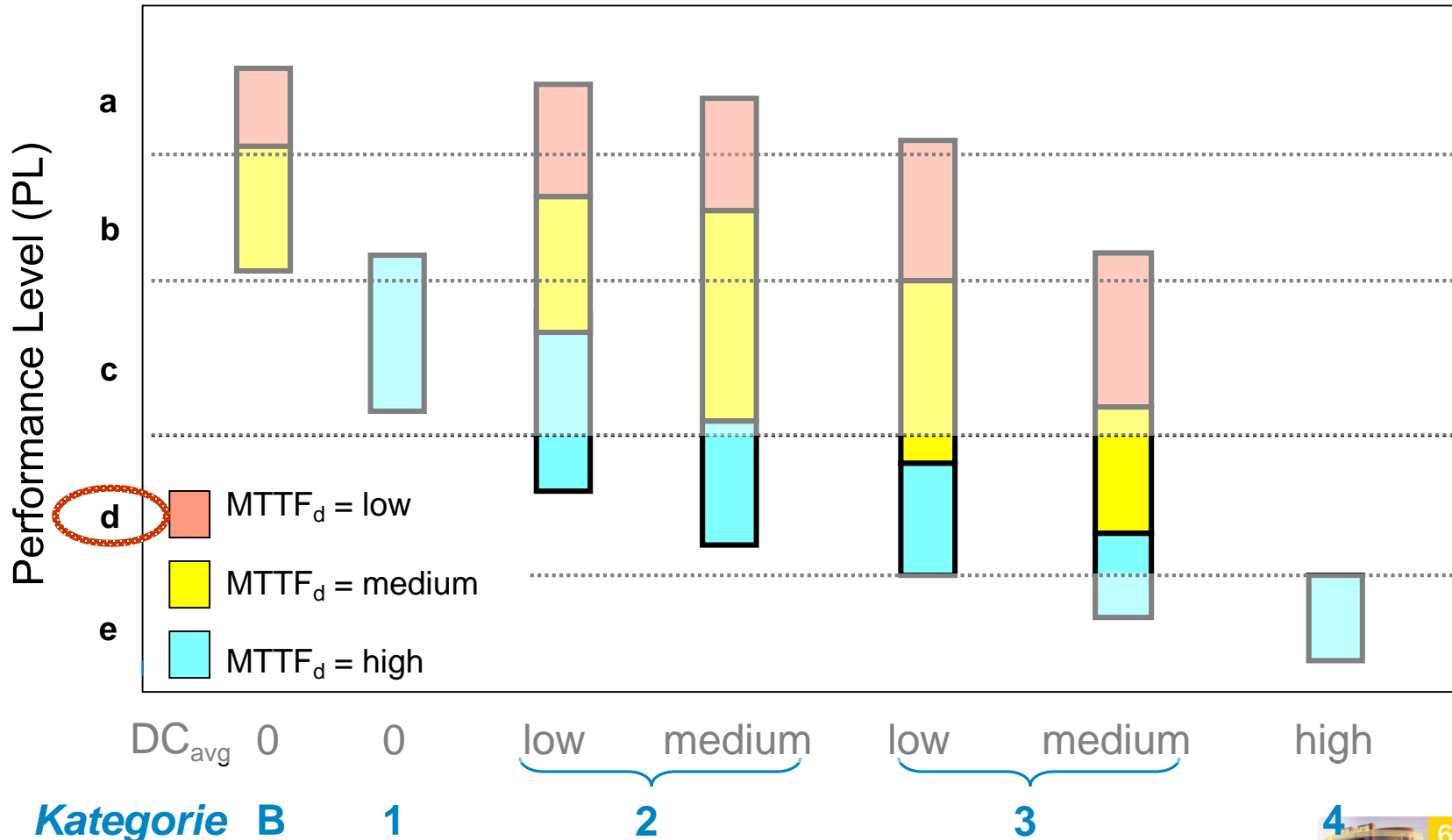


Dvoukanálový systém

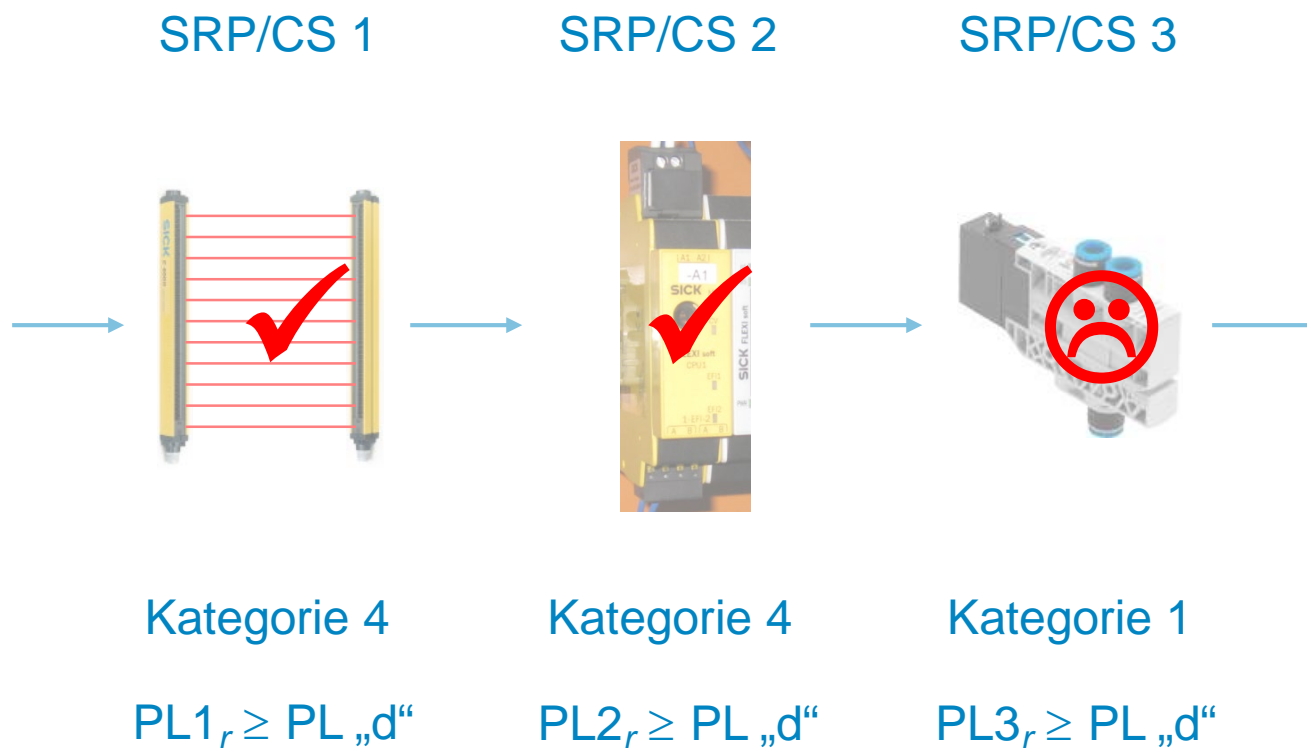




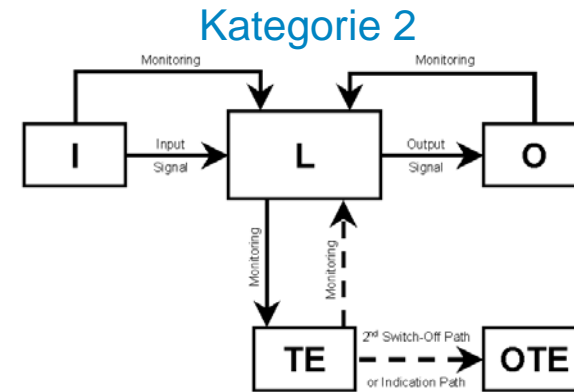
Vztah MTTF a kategorii k PL



Bezpečné zastavení

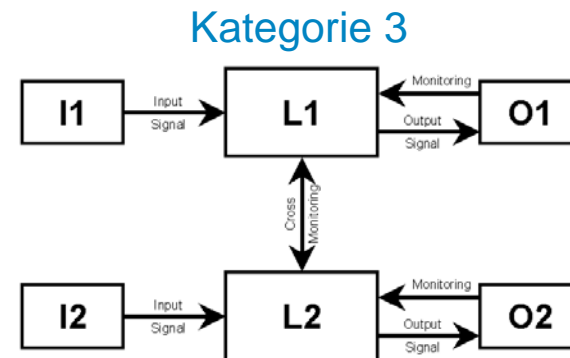


Alternativní struktura



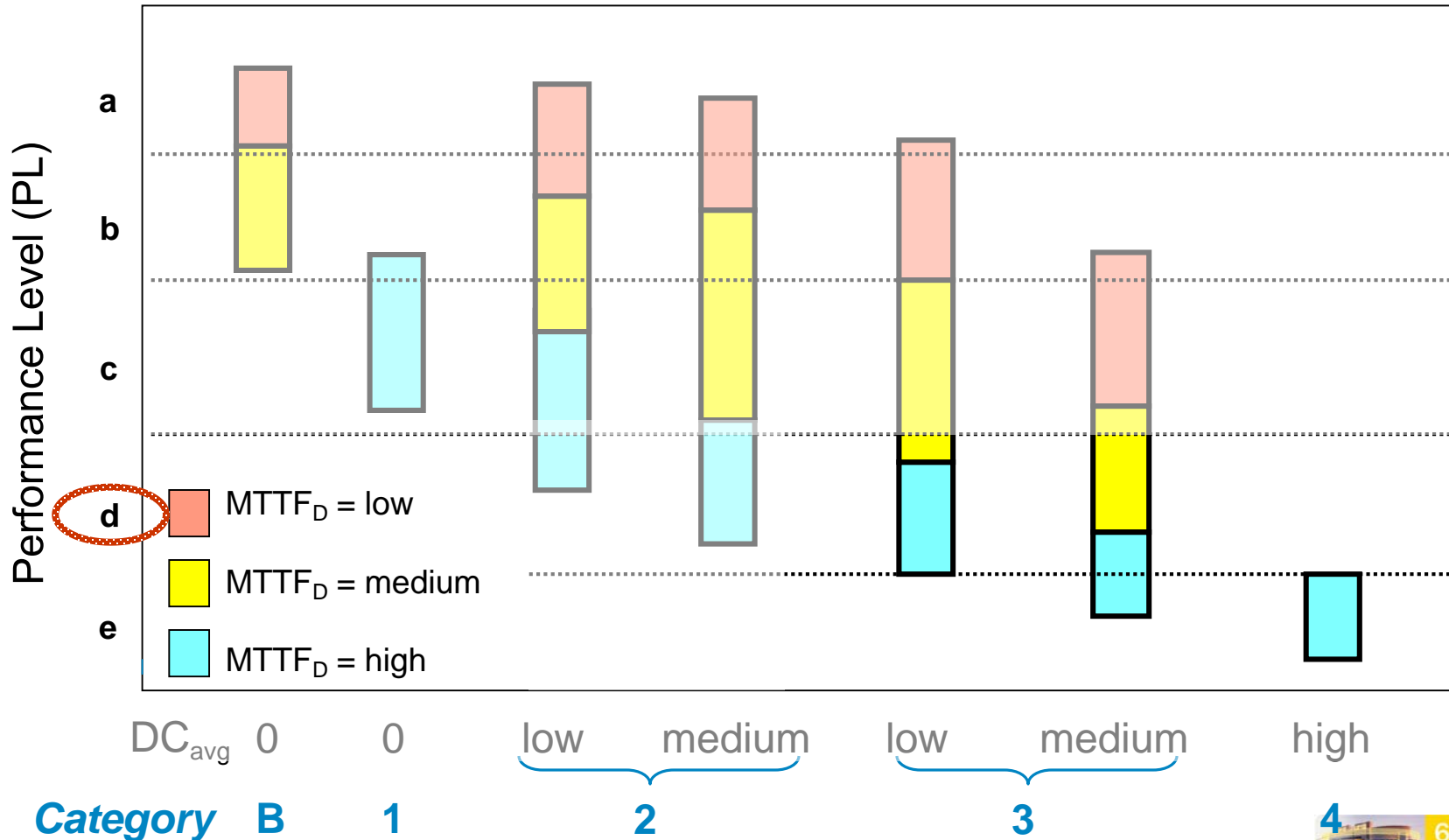
„Pro kategorii 2: pracovní cyklus $\leq 1/100$ testovací impuls“

Alternativní struktura

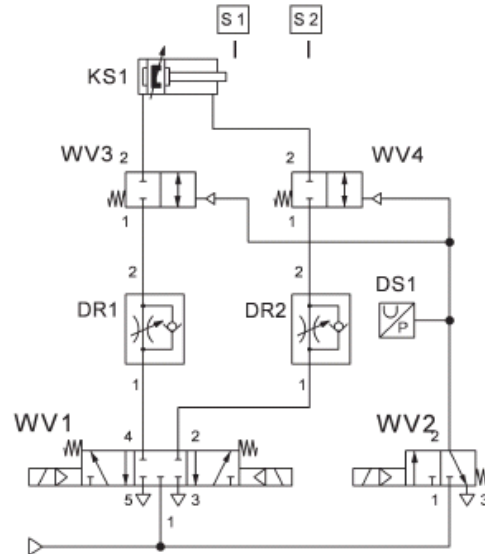


„Dvoukanálové zapojení“

Vztah $MTTF_D$ a kategorii k PL



Odhad $MTTF_D$



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

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot d_{op} \cdot h_{op} \cdot C}$$

$$MTTF_d = \frac{10.000.000}{0,1 \cdot 365^{d/a} \cdot 24^{h/d} \cdot 240^{1/h}}$$

$$MTTF_d = 47,56a$$

$$MTTF_d = \text{„vysoká“}$$

ISO 13849:

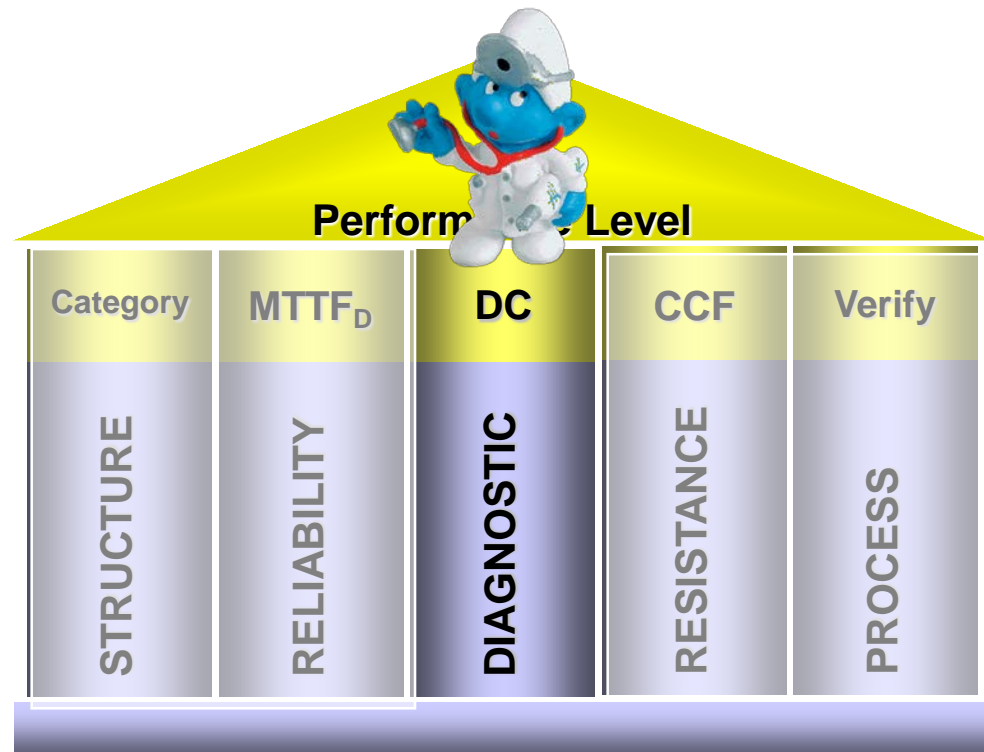
$B_{10d} = 10.000.000$ pracovních cyklů

Odhad:

$C = 240$ cyklů / h

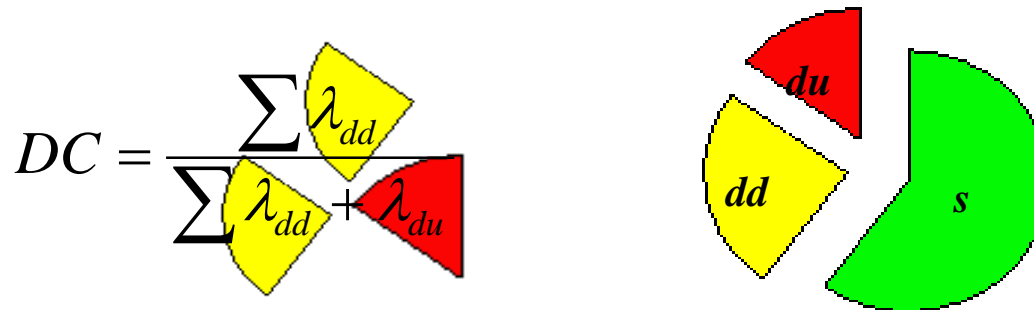
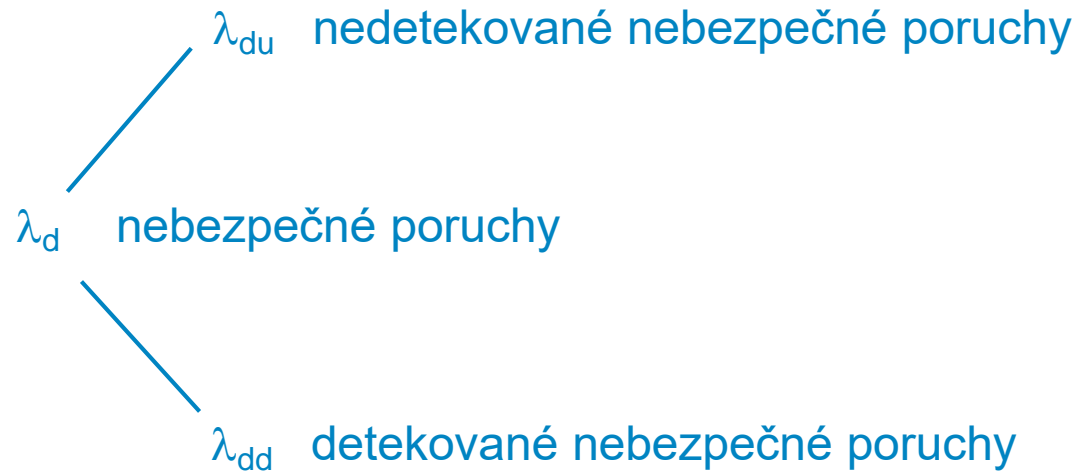
$d_{op} = 365$ dnů / rok (i soboty)

$h_{op} = 24$ h / den



Diagnostic coverage

Diagnostické pokrytí DC



Odhad DC – tabulka E1, část

Opatření	DC
Výstupní zařízení	
Monitorování výstupů jedním kanálem bez dynamické zkoušky	0 % až 99 %, závisející na tom, jak často je aplikací měněn signál
Křížové monitorování výstupů bez dynamické zkoušky	0 % až 99 %, závisející na tom, jak často je aplikací měněn signál
Křížové monitorování výstupních signálů s dynamickou zkouškou bez detekce zkratů (pro násobné I/O)	90 %
Křížové monitorování výstupních signálů a mezivýsledků uvnitř logiky (L) a časové a logické softwarové monitorování chodu programu a detekce statických závad a zkratů (pro násobné I/O)	99 %
Zálohovaná zastavovací dráha bez monitorování pohonu	0 %
Zálohovaná zastavovací dráha s monitorováním jednoho z pohonů buď logikou nebo zkušebním zařízením	90 %
Zálohovaná vypínací dráha s monitorováním pohonů logikou nebo zkušebním zařízením	99 %
Nepřímé monitorování (např. monitorování tlakovým spínačem, elektrické monitorování polohy pohonů)	90 % až 99 %, závisející na aplikaci
Detekce závady procesem	0 % až 99 %, závisející na aplikaci; toto samotné opatření není dostatečné pro požadovanou úroveň vlastností „e“!
Přímé monitorování (např. elektrické monitorování polohy řídicích ventilů, monitorování elektromechanických zařízení nuceně mechanicky vedenými prvky)	99 %

Hodnota DC – tabulka 6

DC	
Označení	Rozsah
Žádné	$DC < 60 \%$
Nízké	$60 \% \leq DC < 90 \%$
Střední	$90 \% \leq DC < 99 \%$
Vysoké	$99 \% \leq DC$

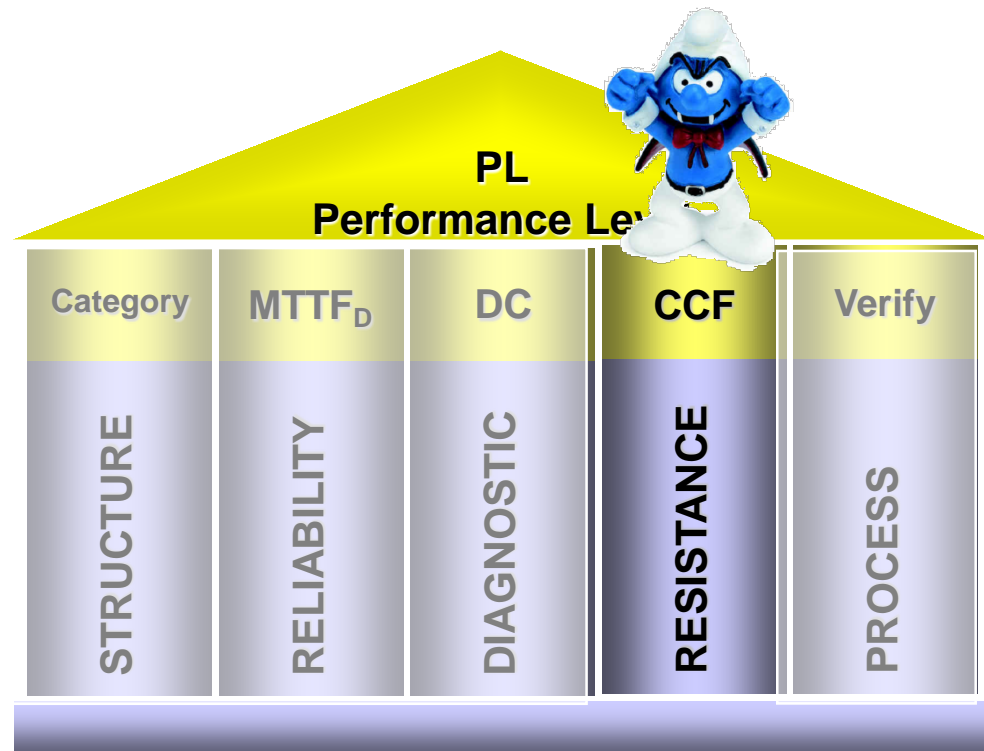
POZNÁMKA 1 Pro SRP/CS, které se skládají z několika částí, je pro DC použita průměrná hodnota diagnostického pokrytí DC_{avg} podle obrázku 5, kapitoly 6 a E.2.

POZNÁMKA 2 Volba rozsahů diagnostického pokrytí DC je založena na klíčových hodnotách 60 %, 90 % a 99 %, které jsou stanoveny také v jiných normách (např. v IEC 61508), zabývajících se diagnostickým pokrytím zkoušek. Šetření ukázala, že $(1 - DC)$ spíše než samotné DC je charakteristická míra pro účinnosti zkoušky. $(1 - DC)$ pro klíčové hodnoty 60 %, 90 % a 99 % vytváří druh logaritmické stupnice, odpovídají logaritmické stupnici PL. Hodnota DC menší než 60 % má pouze malý vliv na spolehlivost zkoušeného systému a je proto toto diagnostické pokrytí nazýváno jako „žádné“. Hodnota DC větší než 99 % je pro složité systémy velmi těžko dosažitelná. Pro praktické použití byl počet rozsahů omezen pouze na čtyři rozsahy. Uvedené mezní hodnoty této tabulky mají předpokládanou přesnost v rozsahu 5 %.

DC = „střední“

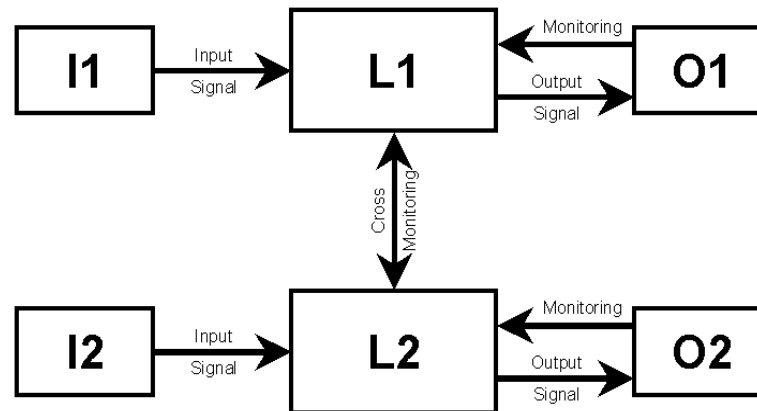


Poruchy se společnou příčinou



Poruchy se společnou příčinou CCF

Kategorie 3, 4



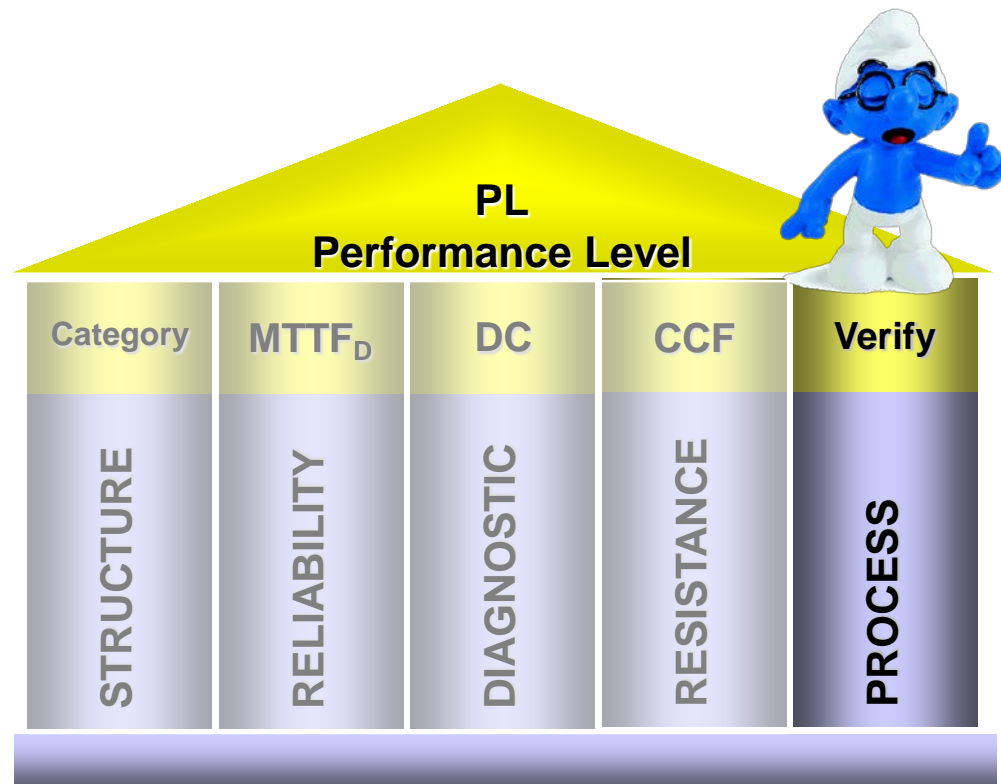
„Poruchy způsobené současnými poruchami dvou nebo více oddělených kanálů ve více kanálovém subsystému“

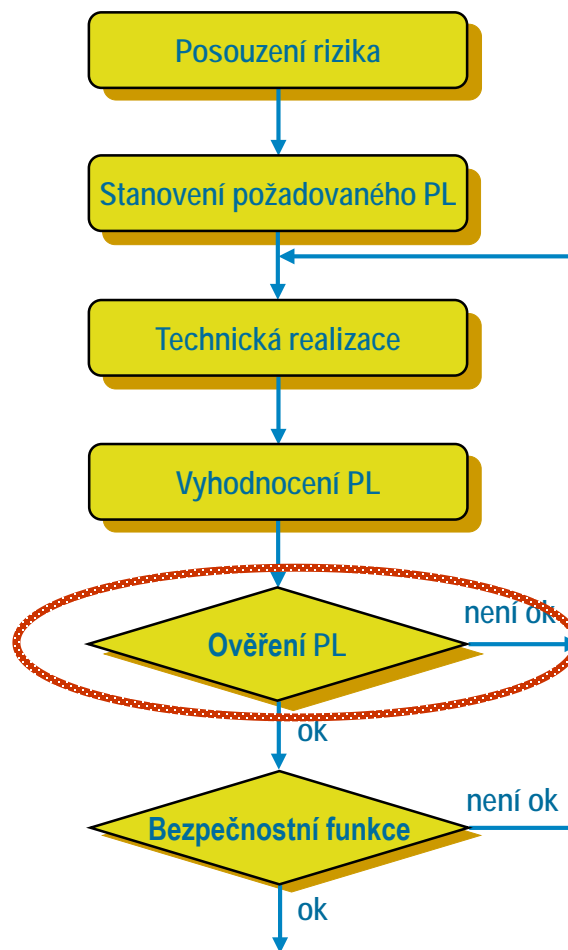
Opatření proti CCF



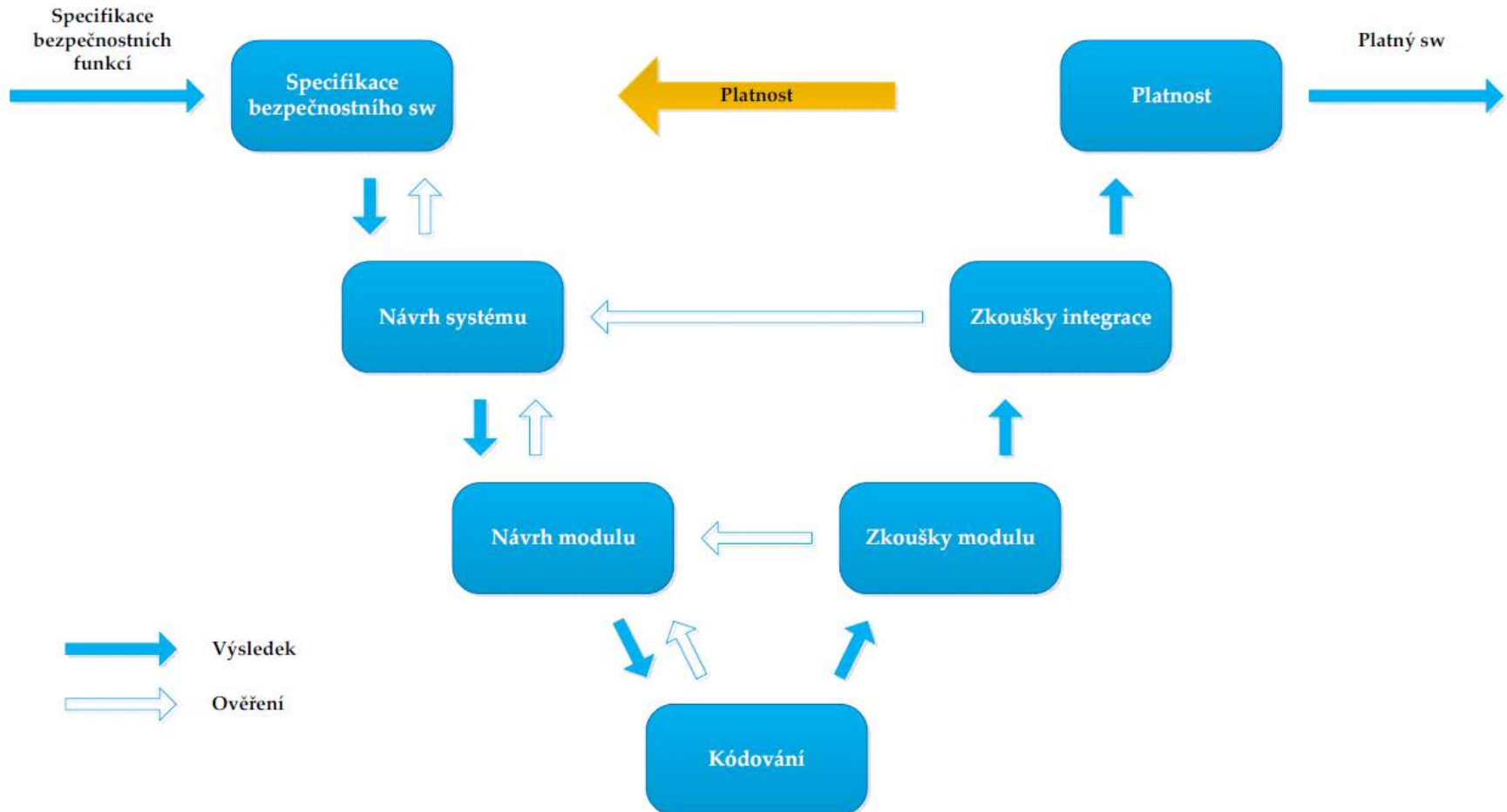
Č	Opatření proti CCF	Počet bodů
1	Oddělení/segregace	
	Fyzické oddělení mezi jednotlivými dráhami signálu:	15
2	Diverzita	
	Jsou použity různé technologie/konstrukce nebo fyzikální principy, například:	20
3	Konstrukce/použití/zkušenosti	
3.1	Ochrana proti přepětí, přetlaku, nadproudu, atd.	15
3.2	Jsou použity osvědčené součásti.	5
4.	Posouzení/analýza	
	Jsou k vyloučení poruch se společnou příčinou v konstrukci uvažovány výsledky režimu poruchy a analýza účinku?	5
5	Způsobilost/zácvik	
	Byli konstruktéři/údržbáři zacvičeni k pochopení příčin a následků poruch se společnou příčinou?	5
6	Prostředí	
6.1	Zamezení kontaminace a elektromagnetická kompatibilita (EMC) proti CCF podle příslušných norem.	25
6.2	Ostatní vlivy Byly uvažovány požadavky na odolnost proti všem relevantním vlivům prostředí, např. teplota, rázy, vibrace, vlhkost (např. tak, jak je specifikováno v relevantních normách)?	10
	Celkem	[max 100]
Celkový počet bodů		Opatření pro vyloučení CCF^{a)}
65 nebo lepší		Splnění požadavků
Méně než 65		Proces selhal ⇒ volba dalších opatření
^{a)} Pokud nejsou technologická opatření relevantní, mohou být v podrobném výpočtu uvažovány body připsané k tomuto sloupci.		







Návrh softwaru



Ověřování analýzou

Vyžaduje formulování vymezujících důvodů – důvody založené na kvalitativních hlediscích (kvalita výroby, rozsahy poruch, zkušenosti používání) Tato úvaha je závislá na používání. Tyto a jiné faktory mohou ovlivnit vymezující důvody.

Ověřování zkoušením

Pokud ověřování analýzou není dostatečné, musí být provedeno zkoušení. Zkoušení je doplňkem analýzy a je často nezbytné. Je nutné stanovit:

- specifikaci zkoušky
- očekávaný výsledek
- chronologii zkoušky

Ověřování bezpečnostních funkcí

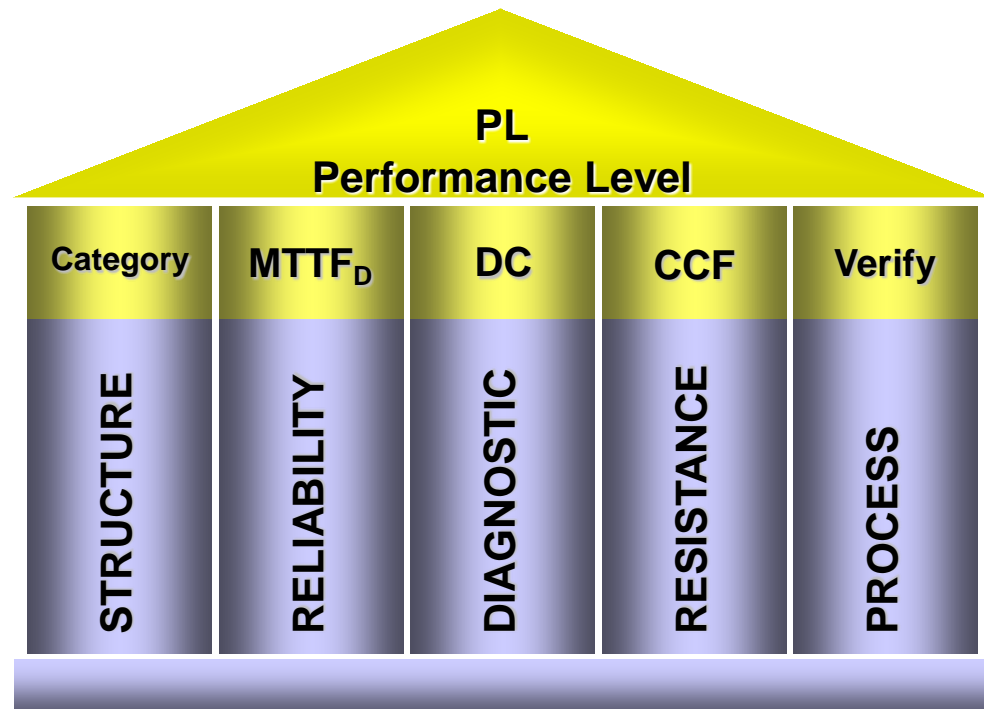
Poskytovaných bezpečnostními částmi ovládacího systému pro úplnou shodu s jejich specifikovanými vlastnostmi. V průběhu ověřování je důležité ověřovat chyby a zvláště opomenutí ve formulované specifikaci, které je předpokládaná racionální konstrukcí.

Ověřování kategorií

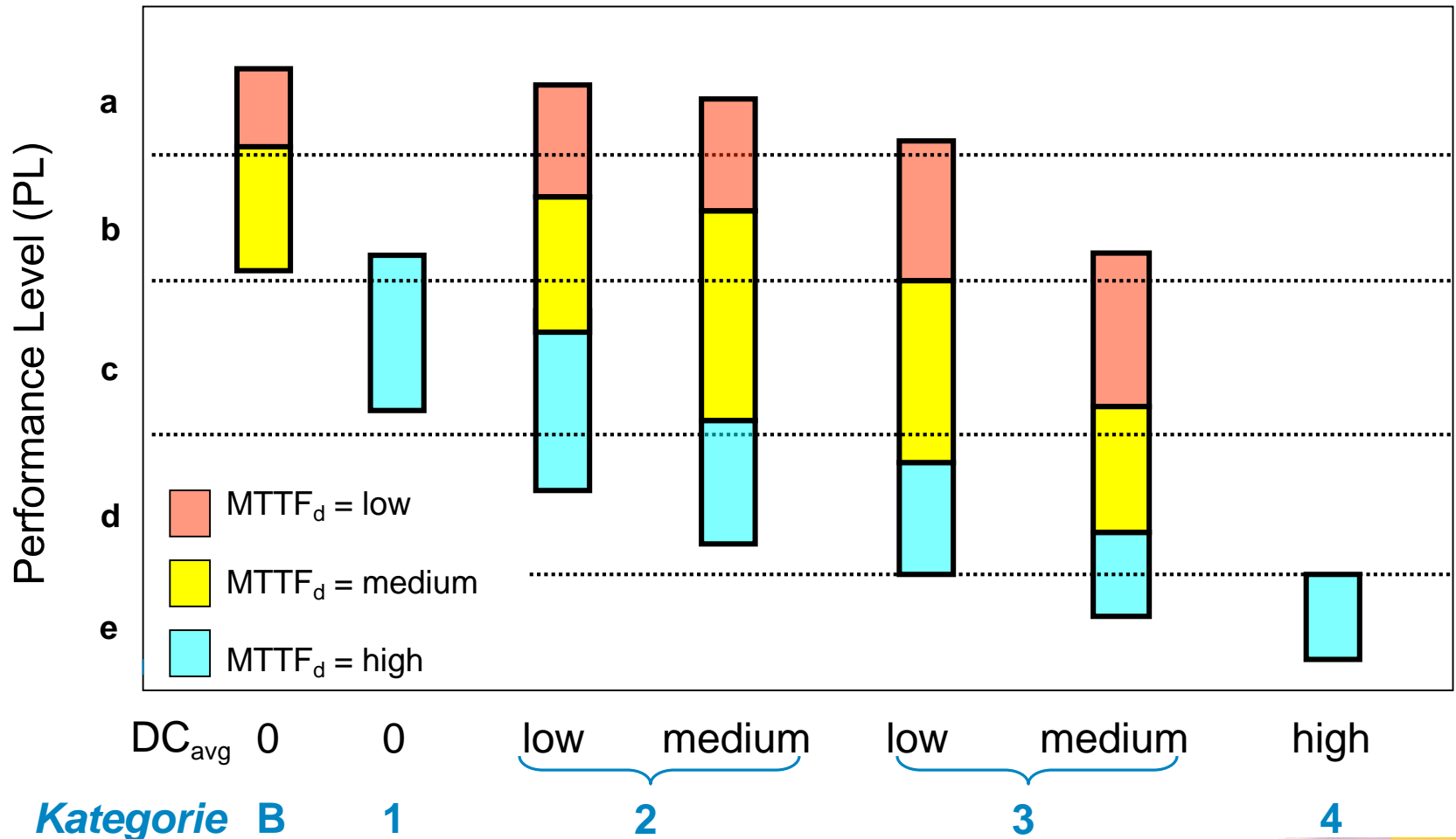
Musí prokázat, že jsou splněny jejich požadavky.

- analýza schémat
- zkoušky skutečného obvodu a simulace závad
- simulace chování, např. pomocí modelů HW nebo SW

Stanovení PL pro SRP/CS



PL pro SRP/CS



Performance level



Kategorie 3

$$MTTF_d = 47,56 a$$

Table 5 — Mean time to dangerous failure of each channel (MTTF_d)

Denotation of MTTF _d of each channel	Range of MTTF _d of each channel
Low	3 years ≤ MTTF _d < 10 years
Medium	10 years ≤ MTTF _d < 30 years
High	30 years ≤ MTTF _d ≤ 100 years

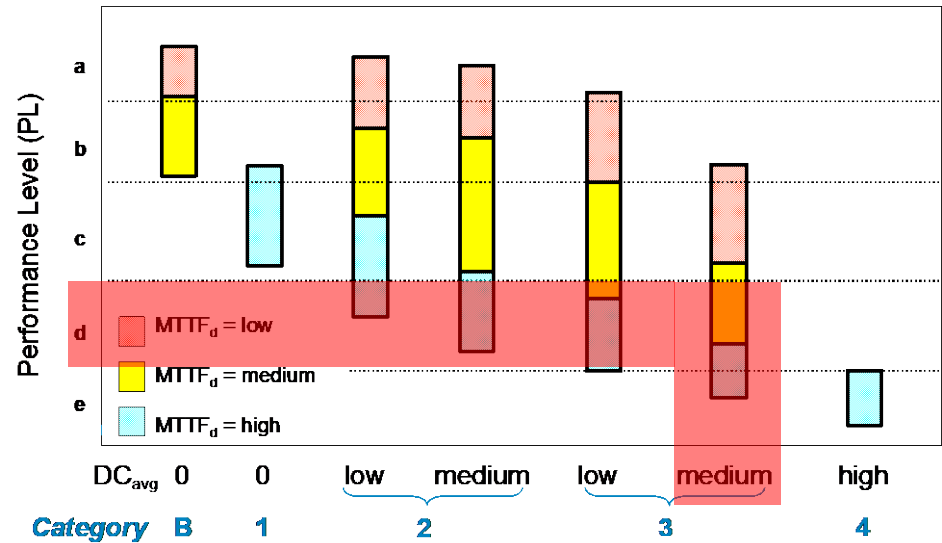


Table 6 — Diagnostic coverage (DC)

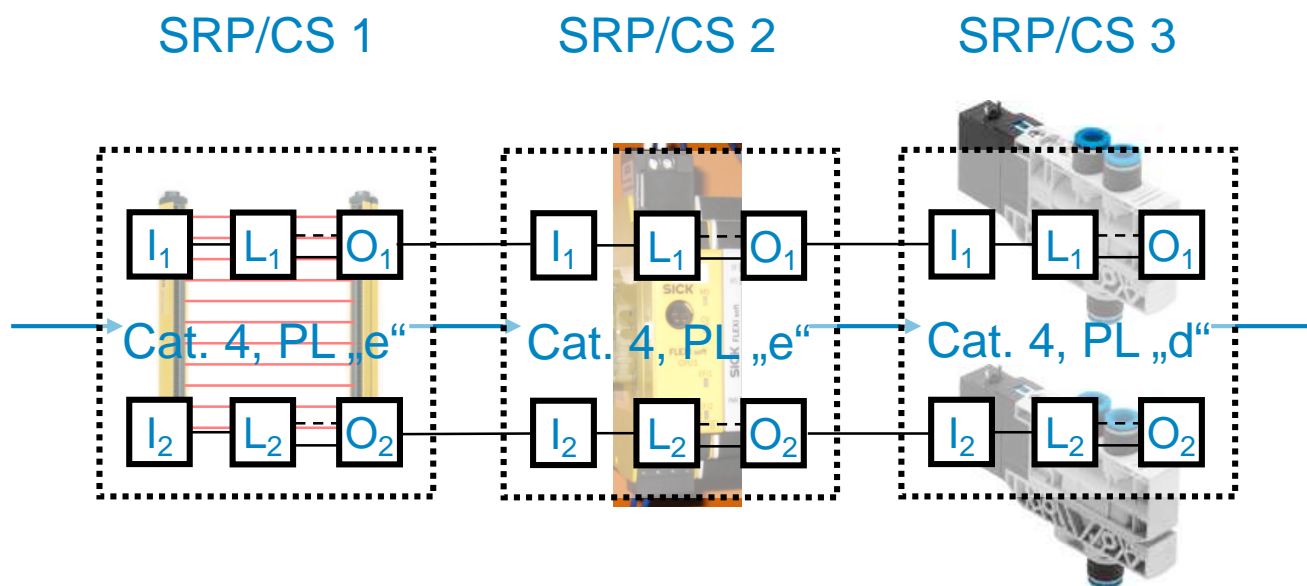
Denotation of DC	Range of DC
None	DC < 60 %
Low	60 % ≤ DC < 90 %
Medium	90 % ≤ DC < 99 %
High	99 % ≤ DC

NOTE For SRP/CS consisting of several parts an average value DC_{avg} for DC is used in this standard in Figure 5, Clause 6 and E.2.

Table L1.1 — Estimation of the measures against CCF for example B

No.	Item	Score for control circuit	Maximum possible score
1	Separation/segregation		
	Physical separation between signal paths	15	15
2	Diversity		
	Different technologies/design or physical principles are used	20	20
3	Design/application/experience		
3.1	Protection against over-voltage, over-pressure, over-current, etc.	none 15	15
3.2	Components used are well-tried	5 5	5
4	Assessment/analysis		
	Are the results of a failure mode and effect analysis taken into account to avoid common cause failures in design.	5 5	5
5	Competence/ training		
	Are designers been trained to understand the causes and consequences of common cause failures	none 5	5
6	Environmental		
6.1	Prevention of contamination and electromagnetic compatibility (EMC) against CCF in accordance with appropriate standards	25 25	25
6.2	Other Influences	10 10	10
	Are the requirements for immunity to all relevant environmental influences such as, temperature, shock, vibration, humidity (e.g. as specified in relevant standards) considered		
	Total	80 65	max. 100

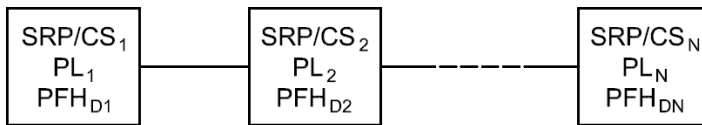
Funkce bezpečného zastavení



- : **Potvrzení** „Vytváříme správné řešení?“
bezpečnostní funkce je vyřešena

- : **Ověření** „Vytváříme řešení správně?“
požadovaná úroveň bezpečnosti PL_r je dosažena

Zjednodušená metoda stanovení PL



SRP/CS

PL

$$PFH_D = PFH_{D1} + PFH_{D2} + \dots + PFH_{DN}$$

Požadované PL_r

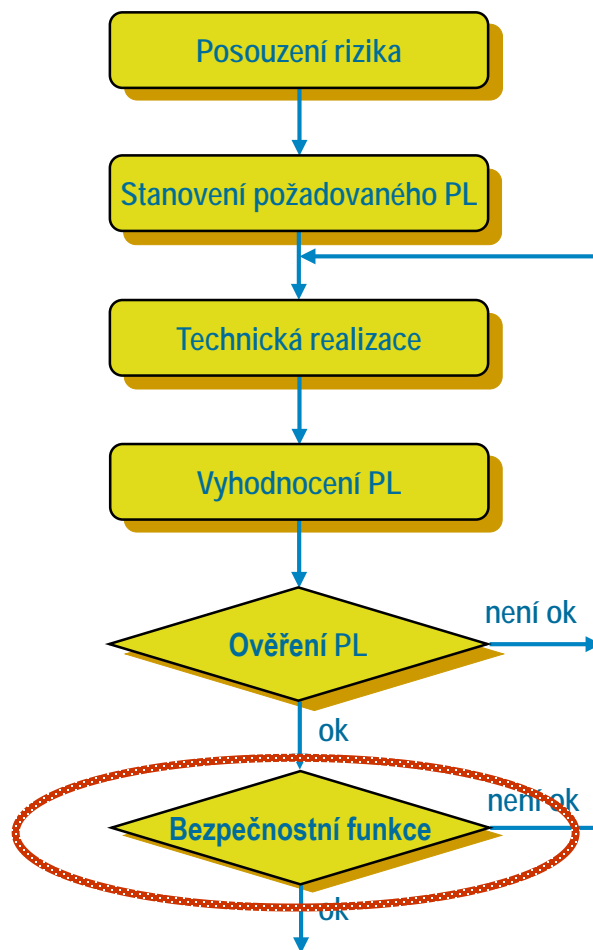
- a
- b
- c
- d
- e

Dosažené PL

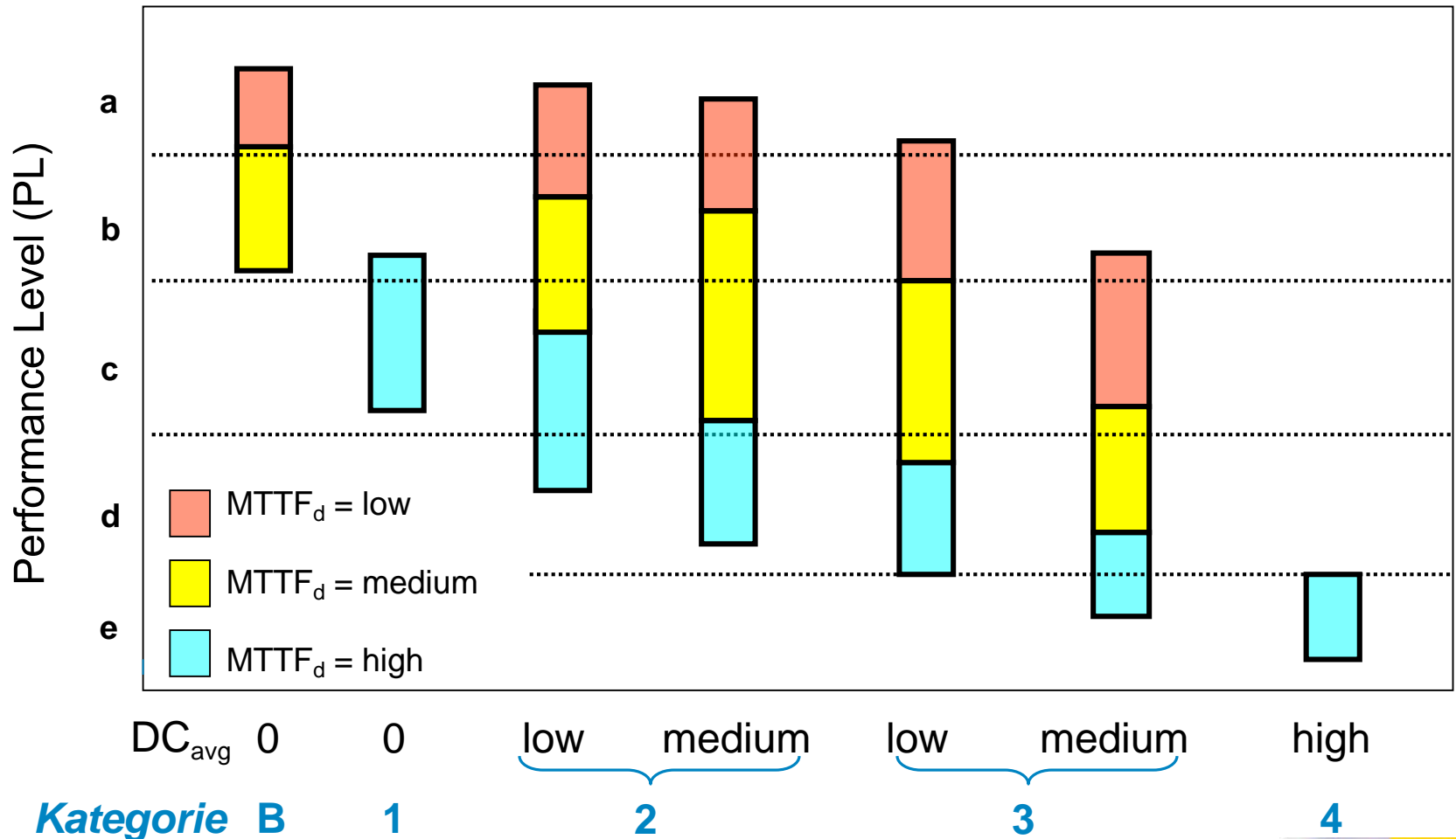
PL(low)	n (low)	=>	PL
a	> 3	=>	--
a	≤ 3	=>	a
b	> 2	=>	a
b	≤ 2	=>	b
c	> 2	=>	b
c	≤ 2	=>	c
d	> 3	=>	c
d	≤ 3	=>	d
e	> 3	=>	d
e	≤ 3	=>	e

Uplatňuje se pouze v případě, že není známa hodnota PFH_D jednotlivých SRP/CS





PL pro SRP/CS



Numerické vyjádření



Average probability of a dangerous failure per hour [1/h] and corresponding performance level (PL)														
MTTF _d for each channel y	Cat. B DC _{avg} = none	PL	Cat. 1 DC _{avg} = none	PL	Cat. 2 DC _{avg} = low	PL	Cat. 2 DC _{avg} = medium	PL	Cat. 3 DC _{avg} = low	PL	Cat. 3 DC _{avg} = medium	PL	Cat. 4 DC _{avg} = high	PL
3	3,80 × 10 ⁻⁵	a			2,58 × 10 ⁻⁵	a	1,99 × 10 ⁻⁵	a	1,26 × 10 ⁻⁵	a	6,09 × 10 ⁻⁶	b		
3,3	3,46 × 10 ⁻⁵	a			2,33 × 10 ⁻⁵	a	1,79 × 10 ⁻⁵	a	1,13 × 10 ⁻⁵	a	5,41 × 10 ⁻⁶	b		
3,6	3,17 × 10 ⁻⁵	a			2,13 × 10 ⁻⁵	a	1,62 × 10 ⁻⁵	a	1,03 × 10 ⁻⁵	a	4,86 × 10 ⁻⁶	b		
3,9	2,93 × 10 ⁻⁵	a			1,95 × 10 ⁻⁵	a	1,48 × 10 ⁻⁵	a	9,37 × 10 ⁻⁶	b	4,40 × 10 ⁻⁶	b		
4,3	2,65 × 10 ⁻⁵	a			1,76 × 10 ⁻⁵	a	1,33 × 10 ⁻⁵	a	8,39 × 10 ⁻⁶	b	3,89 × 10 ⁻⁶	b		
4,7	2,43 × 10 ⁻⁵	a			1,60 × 10 ⁻⁵	a	1,20 × 10 ⁻⁵	a	7,58 × 10 ⁻⁶	b	3,48 × 10 ⁻⁶	b		
5,1	2,24 × 10 ⁻⁵	a			1,47 × 10 ⁻⁵	a	1,10 × 10 ⁻⁵	a	6,91 × 10 ⁻⁶	b	3,15 × 10 ⁻⁶	b		
5,6	2,04 × 10 ⁻⁵	a			1,33 × 10 ⁻⁵	a	9,87 × 10 ⁻⁶	b	6,21 × 10 ⁻⁶	b	2,80 × 10 ⁻⁶	c		
6,2	1,84 × 10 ⁻⁵	a			1,19 × 10 ⁻⁵	a	8,80 × 10 ⁻⁶	b	5,53 × 10 ⁻⁶	b	2,47 × 10 ⁻⁶	c		
6,8	1,68 × 10 ⁻⁵	a			1,08 × 10 ⁻⁵	a	7,93 × 10 ⁻⁶	b	4,98 × 10 ⁻⁶	b	2,20 × 10 ⁻⁶	c		
7,5	1,52 × 10 ⁻⁵	a			9,75 × 10 ⁻⁶	b	7,10 × 10 ⁻⁶	b	4,45 × 10 ⁻⁶	b	1,95 × 10 ⁻⁶	c		
8,2	1,39 × 10 ⁻⁵	a			8,87 × 10 ⁻⁶	b	6,43 × 10 ⁻⁶	b	4,02 × 10 ⁻⁶	b	1,74 × 10 ⁻⁶	c		
9,1	1,25 × 10 ⁻⁵	a			7,94 × 10 ⁻⁶	b	5,71 × 10 ⁻⁶	b	3,57 × 10 ⁻⁶	b	1,53 × 10 ⁻⁶	c		
10	1,14 × 10 ⁻⁵	a			7,18 × 10 ⁻⁶	b	5,14 × 10 ⁻⁶	b	3,21 × 10 ⁻⁶	b	1,36 × 10 ⁻⁶	c		
11	1,04 × 10 ⁻⁵	a			6,44 × 10 ⁻⁶	b	4,53 × 10 ⁻⁶	b	2,81 × 10 ⁻⁶	c	1,18 × 10 ⁻⁶	c		
12	9,51 × 10 ⁻⁶	b			5,84 × 10 ⁻⁶	b	4,04 × 10 ⁻⁶	b	2,49 × 10 ⁻⁶	c	1,04 × 10 ⁻⁶	c		
13	8,78 × 10 ⁻⁶	b			5,33 × 10 ⁻⁶	b	3,64 × 10 ⁻⁶	b	2,23 × 10 ⁻⁶	c	9,21 × 10 ⁻⁷	d		
15	7,61 × 10 ⁻⁶	b			4,53 × 10 ⁻⁶	b	3,01 × 10 ⁻⁶	b	1,82 × 10 ⁻⁶	c	7,44 × 10 ⁻⁷	d		
16	7,13 × 10 ⁻⁶	b			4,21 × 10 ⁻⁶	b	2,77 × 10 ⁻⁶	c	1,67 × 10 ⁻⁶	c	6,76 × 10 ⁻⁷	d		

Average probability of a dangerous failure per hour [1/h] and corresponding performance level (PL)														
MTTF _d for each channel y	Cat. B DC _{avg} = none	PL	Cat. 1 DC _{avg} = none	PL	Cat. 2 DC _{avg} = low	PL	Cat. 2 DC _{avg} = medium	PL	Cat. 3 DC _{avg} = low	PL	Cat. 3 DC _{avg} = medium	PL	Cat. 4 DC _{avg} = high	PL
18	6,34 × 10 ⁻⁶	b			3,68 × 10 ⁻⁶	b	2,37 × 10 ⁻⁶	c	1,41 × 10 ⁻⁶	c	5,67 × 10 ⁻⁷	d		
20	5,71 × 10 ⁻⁶	b			3,26 × 10 ⁻⁶	b	2,06 × 10 ⁻⁶	c	1,22 × 10 ⁻⁶	c	4,85 × 10 ⁻⁷	d		
22	5,19 × 10 ⁻⁶	b			2,93 × 10 ⁻⁶	c	1,82 × 10 ⁻⁶	c	1,07 × 10 ⁻⁶	c	4,21 × 10 ⁻⁷	d		
24	4,76 × 10 ⁻⁶	b			2,65 × 10 ⁻⁶	c	1,62 × 10 ⁻⁶	c	9,47 × 10 ⁻⁷	d	3,70 × 10 ⁻⁷	d		
27	4,23 × 10 ⁻⁶	b			2,32 × 10 ⁻⁶	c	1,39 × 10 ⁻⁶	c	8,04 × 10 ⁻⁷	d	3,10 × 10 ⁻⁷	d		
30			3,80 × 10 ⁻⁶	b	2,06 × 10 ⁻⁶	c	1,21 × 10 ⁻⁶	c	6,94 × 10 ⁻⁷	d	2,65 × 10 ⁻⁷	d	9,54 × 10 ⁻⁸	e
33			3,46 × 10 ⁻⁶	b	1,85 × 10 ⁻⁶	c	1,06 × 10 ⁻⁶	c	5,94 × 10 ⁻⁷	d	2,30 × 10 ⁻⁷	d	8,57 × 10 ⁻⁸	e
36			3,17 × 10 ⁻⁶	b	1,67 × 10 ⁻⁶	c	9,39 × 10 ⁻⁷	d	5,16 × 10 ⁻⁷	d	2,01 × 10 ⁻⁷	d	7,77 × 10 ⁻⁸	e
39			2,93 × 10 ⁻⁶	c	1,53 × 10 ⁻⁶	c	8,40 × 10 ⁻⁷	d	4,53 × 10 ⁻⁷	d	1,78 × 10 ⁻⁷	d	7,11 × 10 ⁻⁸	e
43			2,65 × 10 ⁻⁶	c	1,37 × 10 ⁻⁶	c	7,34 × 10 ⁻⁷	d	3,87 × 10 ⁻⁷	d	1,54 × 10 ⁻⁷	d	6,37 × 10 ⁻⁸	e
47			2,43 × 10 ⁻⁶	c	1,24 × 10 ⁻⁶	c	6,49 × 10 ⁻⁷	d	3,35 × 10 ⁻⁷	d	1,34 × 10 ⁻⁷	d	5,76 × 10 ⁻⁸	e
51			2,24 × 10 ⁻⁶	c	1,13 × 10 ⁻⁶	c	5,80 × 10 ⁻⁷	d	2,93 × 10 ⁻⁷	d	1,19 × 10 ⁻⁷	d	5,26 × 10 ⁻⁸	e
56			2,04 × 10 ⁻⁶	c	1,02 × 10 ⁻⁶	c	5,10 × 10 ⁻⁷	d	2,52 × 10 ⁻⁷	d	1,03 × 10 ⁻⁷	d	4,73 × 10 ⁻⁸	e
62			1,84 × 10 ⁻⁶	c	9,06 × 10 ⁻⁷	d	4,43 × 10 ⁻⁷	d	2,13 × 10 ⁻⁷	d	8,84 × 10 ⁻⁸	e	4,22 × 10 ⁻⁸	e
68			1,68 × 10 ⁻⁶	c	8,17 × 10 ⁻⁷	d	3,90 × 10 ⁻⁷	d	1,84 × 10 ⁻⁷	d	7,68 × 10 ⁻⁸	e	3,80 × 10 ⁻⁸	e
75			1,52 × 10 ⁻⁶	c	7,31 × 10 ⁻⁷	d	3,40 × 10 ⁻⁷	d	1,57 × 10 ⁻⁷	d	6,62 × 10 ⁻⁸	e	3,41 × 10 ⁻⁸	e
82			1,39 × 10 ⁻⁶	c	6,61 × 10 ⁻⁷	d	3,01 × 10 ⁻⁷	d	1,35 × 10 ⁻⁷	d	5,79 × 10 ⁻⁸	e	3,08 × 10 ⁻⁸	e
91			1,25 × 10 ⁻⁶	c	5,88 × 10 ⁻⁷	d	2,61 × 10 ⁻⁷	d	1,14 × 10 ⁻⁷	d	4,94 × 10 ⁻⁸	e	2,74 × 10 ⁻⁸	e
100			1,14 × 10 ⁻⁶	c	5,28 × 10 ⁻⁷	d	2,29 × 10 ⁻⁷	d	1,01 × 10 ⁻⁷	d	4,29 × 10 ⁻⁸	e	2,47 × 10 ⁻⁸	e



Potvrzení a udržení

Potvrzení by mělo prokázat, že kombinace všech bezpečnostních částí řídicího systému (SRP/CS) plní bezpečnostní funkce v souladu s požadavky této normy. Tedy bylo dosaženo požadované úrovně PL.

Preventivní nebo opravná **údržba** může být nutná pro **udržení bezpečnostní funkce** relevantních komponentů. Návod k obsluze strojního zařízení by měl obsahovat návod k preventivní údržbě, včetně stanovení periodiky bezpečnostních inspekcí.



Go for more Performance!
Industrial Safety Systems. Made by SICK.

