



SYSTEMOTRONIC

Bezpečnost strojních zařízení v pneumatických a hydraulických obvodech

Filip Němeček

**technický poradce v oblasti bezpečnosti strojních zařízení
Mob.: +420 733 736 559; email: nemecek@systemotronic.cz**

**Technická kancelář Žďár nad Sázavou
tj. technické a legislativní poradenství, školení,
realizace projektů, programování, výroba strojních zařízení, ...**



SYSTEMOTRONIC

● Filip Němeček

- Technický poradce v oblasti bezpečnosti strojních zařízení
- FS Tech (TÜV Rheinland, # 94 /14, Machinery)
- Člen TNK 153 – Bezpečnost strojních zařízení
- Nezávislý expert TK ke strojírenské směrnici při ÚNMZ ČR
- Konzultant při VUT – FEKT, Ústav automatizace a měřicí techniky
- Revizní technik elektrických zařízení v rozsahu E2A
- Tel.: +420 733 736 559; email: nemecek@systemotronic.cz

Certificate

FS Tech (TÜV Rheinland)
Functional Safety Technician (TÜV Rheinland)

Application Area	Machinery
ID-No.	# 94 / 14
Certificate Owner	Filip Němeček Czech Republic
Course Provider	Rockwell Automation
Training Contents	Legal and Standard Requirements Risk Assessment and Risk Reduction Basic and Well Tried Safety Principles Machine Guarding Techniques Energy Isolation Safety Related Parts of a Control System – Concepts Introduction to Safety Function Functional Safety Management
Initial Issue Date	June 2014
Expiry Date	June 2024

Cologne, November 2019
TÜV Rheinland
Industrie Service GmbH
Automation and Functional Safety
Am Grauen Stein
51105 Cologne - Germany

Jörg Krämer
Dipl.-Ing. Jörg Krämer
Head of TÜV Rheinland Functional Safety Program

www.tuv-rh.com

 **TÜVRheinland®**
Precisely Right.



SYSTEMOTRONIC

- Uvedené informace z norem nebo právních předpisů nejsou náhradou za plnohodnotné znění v normách nebo příslušných právních předpisech
- Jednotlivé prezentace nenahrazují citované dokumenty a uvedený obsah je pouze orientačního charakteru
- Přesný výklad normy nebo právního předpisu může poskytnout pouze soud



SYSTEMOTRONIC

- **Založena v roce 1991** majitelem společnosti Fleck Holding
- Do roku 1997 jsme úspěšně zastupovali firmu Klöckner Moeller (Eaton)
- Od roku 1997 působíme v oblasti bezpečné automatizace
- Bezpečnost strojních zařízení se pro nás stala prioritou

Nabízené služby v oblasti legislativy a normalizace

- **Posouzení rizik nových a provozovaných strojních zařízení,**
návrhy opatření k zajištění bezpečnosti, ověřování požadavků
- **Posuzování shody strojních zařízení** před uvedením nového zařízení na trh nebo do provozu, nebo při prvotním uvedení na trh po dovozu provozovaného zařízení na území EU ze zemí mimo EU
- **Technické konzultace legislativních a technických řešení**
při modifikacích stávajících strojních zařízení nebo souboru a při integraci nových jednotek do souborů strojních zařízení
- **Školení v oblasti legislativy a normalizace** pro strojní zařízení, ...

Nabídka výrobků pro automatizaci a bezpečnost strojních zařízení

- **Komponenty firem** Pilz, Jean Müller, Eaton, Brainboxes, Castell Safety, Woertz, Bihl+Wiedemann, Zander Aachen, BBH, IDEM Safety, ...
- **Výroba** rozváděčů, jednoúčelových strojů a realizace ochranných opatření k zajištění bezpečnosti strojních zařízení
- Naším cílem je spokojený zákazník, který se k nám vrací s novými dotazy, projekty a žádá nás o nová řešení ...



Důležité normy spojené s bezpečností v hydraulických a pneumatických obvodech

- **ČSN EN ISO 12100: 2011** Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika
 - **ISO/TR 14121-2: 2012** Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods
- **ČSN EN ISO 4413: 2011** Hydraulika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na hydraulické systémy a jejich součásti
- **ČSN EN ISO 4414: 2011** Pneumatika – Všeobecná pravidla a bezpečnostní požadavky na pneumatické systémy a jejich součásti

Důležité normy spojené s bezpečností v hydraulických a pneumatických obvodech

- **ČSN EN ISO 13849-1: 2017** Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci
- **ČSN EN ISO 13849-2: 2013** Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 2: Ověřování platnosti
- **ČSN EN IEC 62061 ed. 2: 2022** Bezpečnost strojních zařízení – Funkční bezpečnost řídicích systémů souvisejících s bezpečností
- **ČSN EN ISO 13850: 2017** Bezpečnost strojních zařízení – Funkce nouzového zastavení – Zásady pro konstrukci

Zásadní parametry pro správnou volbu bezpečnostních prvků vyplývají

- **Z dokumentace o posouzení rizik** – musí být stanoveny mezní hodnoty (mj. četnost požadavků na bezpečnostní funkci = např. časy přístupů do nebezpečných prostorů) a úroveň rizika spojené s provozem zařízení
- **Z požadavků norem typu „B“** (normy „bezpečnostní“ dle dělení norem stanovených normou EN ISO 12100). Upozorňuji na konkrétní požadavek stanovený normou **EN ISO 13850, dle které úroveň bezpečnostní funkce pro nouzové zastavení musí splňovat minimálně PLr c nebo SIL1**

4.1.5.1 Části týkající se bezpečnosti ovládacího systému nebo podsystémů, které vykonávají funkci nouzového zastavení, musí být v souladu s příslušnými požadavky ISO 13849-1 a/nebo IEC 62061.

Při stanovení požadované úrovně vlastností (PL) nebo SIL je třeba vzít v úvahu účel funkce nouzového zastavení, ale minimální požadovaná je PL_rc nebo SIL 1.

POZNÁMKA Funkce nouzového zastavení mohou sdílet části týkající se bezpečnosti s dalšími bezpečnostními funkcemi s přihlédnutím k požadavkům ISO 13849-1 a/nebo IEC 62061.

Zásadní parametry pro správnou volbu bezpečnostních prvků vyplývají

- **Z požadavků norem typu „C“** (normy „určené“ pro jednotlivé typy strojů dle dělení norem stanovených normou EN ISO 12100) – např. požadavky stanovené pro lisy řadou norem EN ISO 16092-1 až 4
 - Část 1: Obecné bezpečnostní požadavky
 - Část 2: Bezpečnostní požadavky pro mechanické lisy
 - Část 3: Bezpečnostní požadavky pro hydraulické lisy
 - Část 4: Bezpečnostní požadavky pro pneumatické lisy
- **Z požadavků na základě podobnosti s normami typu „C“**

Tabulka 1 z normy EN ISO 16092-3 stanovující minimální PLr

Tabulka 1 (pokračování)

Table 1 (continued)

Hlavní bezpečnostní systém (Main safety system)	Nebezpečný pohyb (Hazardous movement)	Bezpečnostní funkce (Safety function)	Minimální požadovaná PL (PL _r) pro bezpečnostní funkce a I, L a O (Minimum required PL (PL _r) for safety function and I, L and O)	Základ pro návrh vstupu, logiky, výstupu bezpečnostní funkce (Basis for the design of input, logic, output of safety function)			
				Požadavek pro kategorii Vstup, Logika a Výstup ^a (Requirement for category of Input, Logic and Output ^a)	I – Vstup (oblast snímače) (I – Input (sensor area))	L – Logika (ovládání) (L – Logic (control))	O – Výstup (před-ovládač) (O – Output (pre-actuator))
Ochranný kryt s blokováním s nebo bez jistění ochranného krytu (s nebo bez předčasně otevíracího prvku) nebo ovládacího ochranného krytu (s nebo bez předčasně otevíracího prvku) [viz ISO 16092-1:2017, 5.3.2.1 c), d) a e)] (Interlocking guard with or without guard locking (with or without early opening feature)) or control guard (with or without early opening feature) [see ISO 16092-1:2017, 5.3.2.1 c), d) and e)]	Pohyby (např. uzavírací zdvih) beranu a spodního přídržovače (Movements (e.g. closing stroke) of the slide and die cushions)	Zastavení blokovacího zařízení ochranného krytu s jistěním ochranného krytu [viz ISO 16092-1:2017, 5.3.2.7 a 5.3.2.10 a)] (Stop by interlocking device of guard with guard locking [see ISO 16092-1:2017, 5.3.2.7 and 5.3.2.10 a)])	PL e ^{b c}	Kat 4 (Cat 4)	Blokovací zařízení ochranného krytu s jistěním ochranného krytu (2 snímače nebo ekvivalentní řešení) ^{e f} (Interlocking device of guard with guard locking (2 sensors or equivalent solution) ^{e f})	Bezpečná logika (Safety related logic)	Hydraulický systém (viz 5.2.3 a 5.3.7.4) (Hydraulic system (see 5.2.3 and 5.3.7.4))

Tabulka 1 z normy EN ISO 16092-4 stanovující minimální PLr

Tabulka 1 (pokračování)

Table 1 (continued)

Hlavní bezpečnostní systém (Main safety system)	Nebezpečný pohyb (Hazardous movement)	Bezpečnostní funkce (Safety function)	Minimální požadovaná PL (PLr) pro bezpečnostní funkce a I, L a O (Minimum required PL (PLr) for safety function and I, L and O)	Základ pro návrh vstupu, logiky, výstupu bezpečnostní funkce (Basis for the design of input, logic, output of safety function)			
				Požadavek pro kategorii Vstup, Logika a Výstup ^a (Requirement for category of Input, Logic and Output ^a)	I – Vstup (oblast snimače) (I – Input (sensor area))	L – Logika (ovládání) (L – Logic (control))	O – Výstup (před-ovládač) (O – Output (pre-actuator))
ESPE používající AOPD [viz ISO 16092-1:2017, 5.3.2.1 f) a 5.3.2.11] (ESPE using AOPD [see ISO 16092-1:2017, 5.3.2.1 f) and 5.3.2.11])	Pohyby beranu, spodního přidržovače, vyhazovače obrobku a přepravního systému (Movements of the slide, die cushions, workpiece ejectors and transfer systems)	Zabránění opětovnému spuštění pomocí další bezpečnostní ochrany pomocí ochranného krytu s blokováním [viz ISO 16092-1:2017, 5.3.2.11 c)] (Prevention of restart by an additional safeguarding by interlocking guard [see ISO 16092-1:2017, 5.3.2.11 c)])	PL ^{c,p}	Kat 1 pro vstup, Kat 3 pro logiku a výstup (Cat 1 for input, Cat 3 for logic and output)	Blokovací zařízení (Interlocking device)	Bezpečná logika (Safety-related logic)	Logické ovládání musí působit na příslušnou část elektrického ovládacího systému (Logic control shall act on the appropriate part of the electrical control system)
Dvouruční ovládací zařízení [viz ISO 16092-1:2017, 5.3.2.1 g) a 5.3.2.12] (Two-hand control device [see ISO 16092-1:2017, 5.3.2.1 g) and 5.3.2.12])	Pohyby (např. uzavírací zdvih) beranu a spodního přidržovače (Movements (e.g. closing stroke) of the slide and die cushions)	Zastavení a iniciace cyklu pomocí dvouručního ovládacího zařízení (Stop and cycle initiation by two-hand control device)	PL ^{e,b,c}	Kat 4 (Cat 4)	Tlačítka dvouručního ovládacího zařízení ^{a,h} (Push buttons of two-hand control device ^{a,h})	Bezpečná logika (Safety-related logic)	Pneumatický systém (např. vzduchové ventily) (Pneumatic system (e.g. air valves))

Dokumentace o posouzení rizik dle EN ISO 12100

- Norma stanovuje požadavky na „**obsah**“ dokumentace o posouzení rizik, kterou provádí výrobce nebo osoba pověřená výrobcem strojního zařízení. **Dokumentace o posouzení rizik musí obsahovat:**
 - **Informace pro posouzení rizika (článek 5.2), zahrnující:**
 - Popis zařízení (specifikace uživatele, specifikace strojního zařízení, ...)
 - Informace o aplikovaných předpisech, normách nebo jiných specifikacích
 - Informace vztahující se ke zkušenosti z používání

Dokumentace o posouzení rizik dle EN ISO 12100

- Norma stanovuje požadavky na „**obsah**“ dokumentace o posouzení rizik, kterou provádí výrobce nebo osoba pověřená výrobcem strojního zařízení. **Dokumentace o posouzení rizik musí obsahovat:**
 - **Analýzu rizika, zahrnující:**
 - Určení mezních hodnot strojního zařízení (článek 5.3), dle předpokládaného používání nebo předvídatelného nesprávného používání
 - Identifikaci nebezpečí a příslušných nebezpečných situací (článek 5.4 a příloha B), které vznikají v různých fázích životnosti strojního zařízení
 - Odhad rizika (článek 5.5), pro každé identifikovatelné nebezpečí a nebezpečnou situaci na základě prvků rizika (závažnost zranění, četnost přístupu a pravděpodobnost výskytu)

Dokumentace o posouzení rizik dle EN ISO 12100

- Norma stanovuje požadavky na „**obsah**“ dokumentace o posouzení rizik, kterou provádí výrobce nebo osoba pověřená výrobcem strojního zařízení. **Dokumentace o posouzení rizik musí obsahovat:**
 - **Zhodnocení rizika (článek 5.6), zahrnující:**
 - Rozhodnutí o nutnosti snížení rizika
 - Popis ochranných opatření pro vyloučení nebo omezení nebezpečí dle třístupňové metody tj, že se zasadí o bezpečnou konstrukci zařízení, popřípadě navrhne a učiní nezbytná ochranná opatření v případě nebezpečí, která nelze vyloučit při konstrukci zařízení, popřípadě uvědomí uživatele o přetrvávajícím nebezpečí vyplývajícím z jakýchkoli nedostatků přijatých ochranných opatření a zhodnotí vhodnost provedených opatření k zajištění bezpečnosti

Určení mezních hodnot strojního zařízení zahrnuje

- Článek 5.3.4, „**Vymezení doby**“ stanovuje hlediska, která je nutné brát v úvahu a která musí být stanovena v dokumentaci o posouzení rizik:
 - **Vymezení životnosti** strojního zařízení a/nebo některých součástí, které podléhají opotřebení s přihlédnutím k jeho předpokládanému používání a předpokládanému nesprávnému použití
 - **Doporučené intervaly údržby** – zde musí být případně stanoveny požadavky, které musí být následně uvedeny i v návodu k používání. Mezi časté požadavky vyplývající z provozu bezpečnostních komponentů jsou požadavky na jejich výměnu. Uvedený požadavek vyplývá z hodnoty $MTTF_D$ (střední doba do nebezpečné poruchy), která se vypočítává z hodnoty B_{10D} (počet cyklů do 10 % nebezpečných selhání komponentů (viz příloha C normy EN ISO 13849-1)).

Článek 5.3.4, „Vymezení doby“

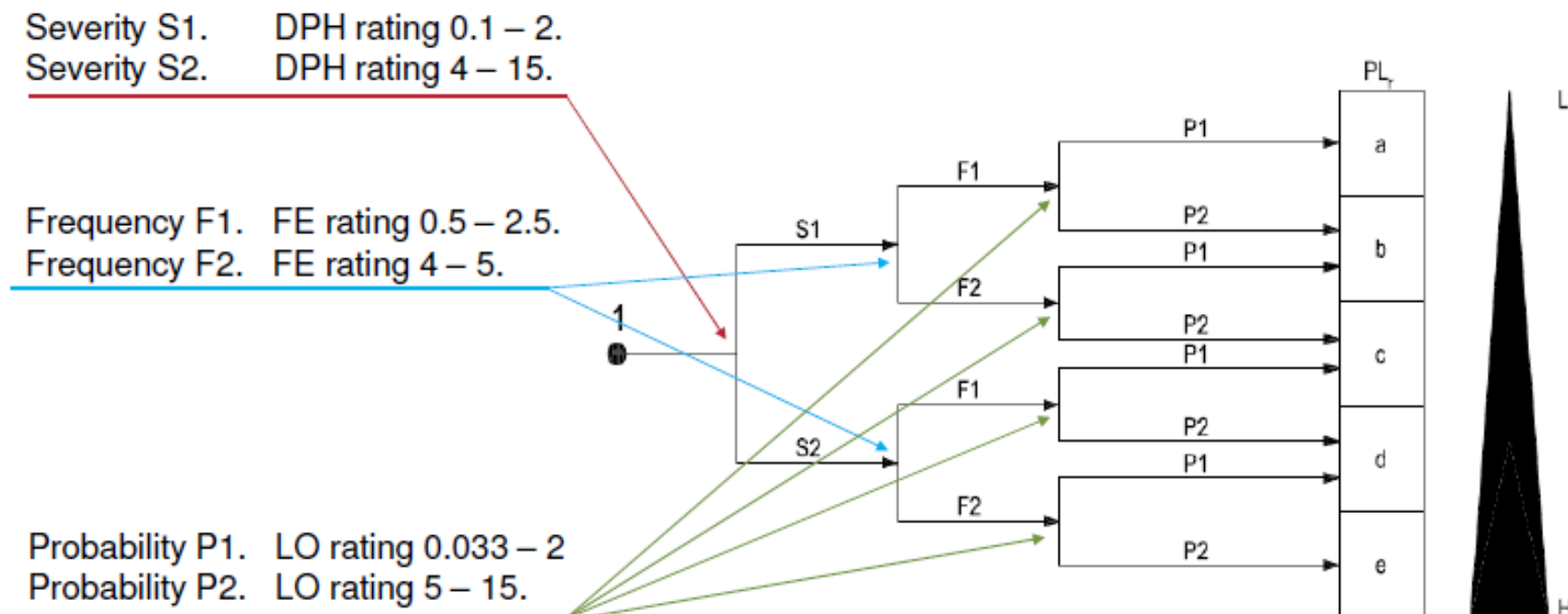
- Vymezení doby má přímý vliv na vlastnosti bezpečnostních komponentů, které jsou použity např. pro zajištění bezpečnosti osob při přístupu do nebezpečného prostoru stroje
- Výrobci ke svým bezpečnostním komponentům poskytují údaje B_{10D} , $MTTF_D$ nebo P_{FHD} a výrobce strojního zařízení musí tyto parametry použít k ověření dosažené úrovně vlastností PL nebo úrovně integrity bezpečnosti SIL. Pro ověření dosažené úrovně PL nebo SIL může být použit výpočet nebo příslušný SW nástroj.
 - Např. SISITEMA – <https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/practical-solutions-machine-safety/software-sistema/sistema-bibliotheken/index.jsp>

Odhad rizika souvisí se stanovením požadované úrovně PLr nebo SIL

- ISO/TR 22100-2: 2013 (Bezpečnost strojních zařízení – Vztah s normou ISO 12100 – Část 2: Vztah mezi ISO 12100 a ISO 13849-1)

- ISO/TR 22100-2: 2013

popisuje obecný
vztah mezi
ISO 12100 při
použití metod dle
ISO/TR 14121-2
a ISO 13849-1

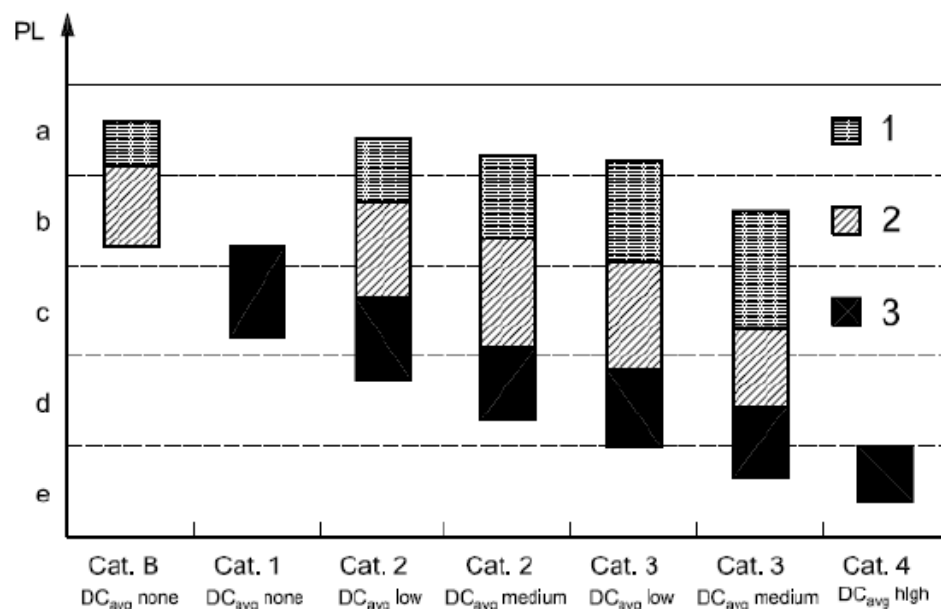


Požadované úrovně vlastností (PLr) dle EN ISO 13849-1 nebo úrovně integrity bezpečnosti (SIL) dle EN IEC 62061

- Požadavky vyplývají z dokumentace o posouzení rizika nebo z požadavků norem typu „C“.
- Dosažení požadované úrovně PLr nebo SIL závisí zejména na:
 - **Architektuře, tj. „způsobu zapojení“ bezpečnostního obvodu** – musí být zvolena příslušná kategorie B až 4 dle požadavků normy EN ISO 13849-1 nebo příslušná architektura subsystému A až D dle požadavků normy EN IEC 62061
 - **Na správné volbě prvků integrovaných do bezpečnostního obvodu** – použité bezpečnostní části ovládacího systému (dle EN ISO 13849-1) nebo osvědčené součásti (dle EN IEC 62061)

Požadavky normy ČSN EN ISO 13849-1: 2017

- Pro dosažení požadované úrovně vlastností příslušné bezpečnostní funkce (PLr) musí být zvolena vhodná kategorie B až 4



Legenda

PL úroveň vlastností

1 MTTF₀ každého kanálu = krátká

2 MTTF₀ každého kanálu = střední

3 MTTF₀ každého kanálu = dlouhá

Obrázek 5 – Vztah mezi kategoriemi, DC_{avg}, MTTF₀ každého kanálu a PL

Tabulka 7 – PL a PFH_D v nejhorším případě odhadnuta na základě kategorie, DC_{avg}, a použití osvědčených komponentů

	PFH _D (1/h)	Cat. B	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4
PL a	$2 \cdot 10^{-5}$	•	O	O	O	O
PL b	$5 \cdot 10^{-6}$	•	O	O	O	O
PL c	$1,7 \cdot 10^{-6}$	–	•2*	•1*	O	O
PL d	$2,9 \cdot 10^{-7}$	–	–	–	•1*	O
PL e	$4,7 \cdot 10^{-8}$	–	–	–	–	•1*

• Aplikovaná kategorie je doporučena.
O Aplikovaná kategorie je volitelná.
– Kategorie není dovolena.

1* Musí být použity: osvědčený v provozu (viz 3.1.39) nebo osvědčené (potvrzené výrobcem komponentu, aby byl vhodný pro konkrétní použití) komponenty a osvědčené bezpečnostní zásady.

2* Musí být použity osvědčené komponenty a osvědčené bezpečnostní zásady.
Pro bezpečnostní komponenty, které nejsou monitorovány v provozu, může být stanovena hodnota T10d na základě osvědčení v provozu za použití údajů od výrobce stroje.

Požadavky normy ČSN EN IEC 62061 ed. 2: 2022

- Pro dosažení požadované úrovně integrity bezpečnosti (SIL) musí být zvolena příslušná architektura subsystému A až D

Tabulka 6 – Omezení architektury na subsystém: maximální SIL, kterou lze uplatňovat pro SCS používající subsystém

Podíl bezpečných poruch (SFF)	Odolnost proti vadám hardwaru (HFT) (viz poznámka 1)		
	0	1	2
< 60 %	není dovoleno (výjimky viz poznámka 3)	SIL1	SIL2
60 % – < 90 %	SIL1	SIL2	SIL3
90 % – < 99 %	SIL2	SIL3	SIL3 (viz poznámka 2)
≥ 99 %	SIL3	SIL3 (viz poznámka 2)	SIL3 (viz poznámka 2)

POZNÁMKA 1 Odolnost proti vadám hardwaru N znamená, že $N+1$ poruchových stavů by mohlo způsobit ztrátu bezpečnostní funkce.

POZNÁMKA 2 V tomto dokumentu se úroveň SIL 4 neuvažuje. SIL 4 viz IEC 61508-1.

POZNÁMKA 3 Viz 7.4.3.2 tam, kde pro subsystémy, které mají podíl bezpečných poruch menší než 60 % a odolnost proti vadám hardwaru, které používají osvědčené součásti, lze uvažovat o dosažení SIL 1; nebo pro subsystémy, kde byla aplikována vyloučení pro poruchové stavy, které by mohly vést k nebezpečné poruše.

POZNÁMKA 4 V IEC 62061:2015 byla maximální SIL, kterou by bylo možno uplatňovat, nazvána SILCL.

POZNÁMKA 5 Omezení SIL při aplikaci vyloučení poruchových stavů viz 7.3.3.3.

POZNÁMKA 6 Pro HFT 0 při $SFF \geq 99\%$ je to možné pouze tehdy, když existuje trvalé monitorování správné funkce prvku. Typicky se bude požadovat, aby toho dosáhla elektronická technologie.

Tabulka 7 – Přehled základních požadavků a vzájemného vztahu k základním architekturám subsystému

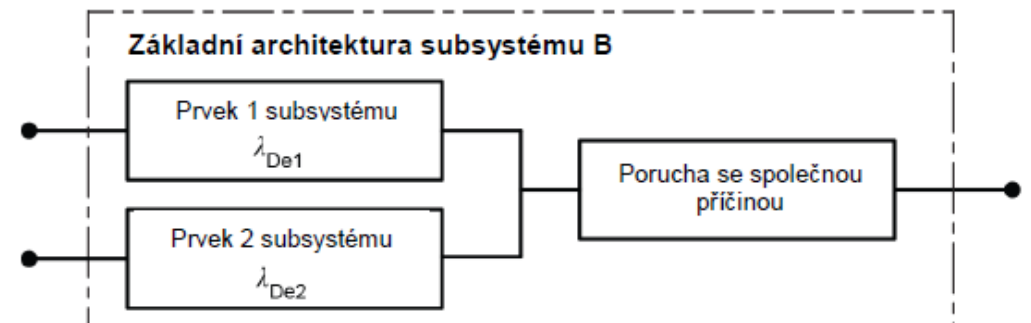
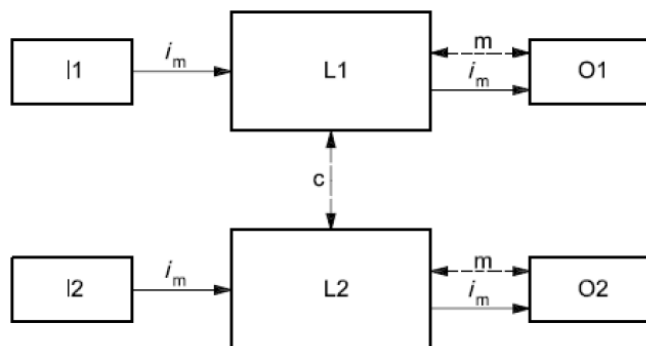
Základní požadavky	Odolnost proti vadám hardwaru (HFT)				Komentáře / Příklady
	0		1		
	SFF		SFF		
	<60 %	≥ 60 %	<60 %	≥ 60 %	
Základní bezpečnostní zásady	M	M	M	M	Použití vhodných materiálů ISO 13849-2:2012, příloha A až D
Osvědčené bezpečnostní zásady	M	M	M	M	Mechanicky spojené kontakty a kontakty s přímým rozpojením ISO 13849-2:2012, příloha A až D
Osvědčené součásti	M	–	–	–	Stykač (IEC 60947-4-1) ISO 13849-2:2012, příloha A až D
CCF	Irele- vaní	M	M	M	
Typ základní architektury subsystému	A	C	B	D	

M = povinné; – = bez požadavku

POZNÁMKA Pro omezení architektury je ještě použitelná tabulka 6.

Architektura bezpečnostních obvodů

- Bezpečnostní komponenty pro plnění požadovaných funkcí zahrnují
 - **Vstupní prvky** – např. pro detekci přístupu osob do nebezpečného prostoru, blokovací zařízení spojené s ochrannými kryty a nebo spouštěcí zařízení (dvouruční ovládání dle EN ISO 13851, ...)
 - **Logické prvky** – např. bezpečnostní relé, nebo bezpečnostní řídicí PLC
 - **Výstupní prvky** – např. pro odpínání elektrických, hydraulických nebo pneumatických částí (stykače, ventily, ...)



Časté nálezy u strojních zařízení uváděných na trh nebo do provozu

- **Dokumentace o posouzení rizik** není zpracována nebo neobsahuje požadované údaje, které jsou stanoveny v normě EN ISO 12100.
 - Zejména chybí stanovené mezní hodnoty, včetně údajů stanovující požadavky na bezpečnostní funkce (viz např. vymezení doby).
 - Výrobce často pouze provede v nějaké tabulce nic neříkající analýzu rizik bez určení mezních hodnot
 - Vazby na požadované úrovně bezpečnosti nekorespondují s riziky, které se u zařízení vyskytují
 - Návrh ochranných opatření není popsán a následně není zhodnocen, zda jsou navržená opatření dostatečná

Časté nálezy u strojních zařízení uváděných na trh nebo do provozu

- **Bezpečnostní obvody obsahující hydraulické nebo pneumatické prvky nejsou navrženy tak, aby celá architektura zapojení odpovídala požadované úrovni PLr nebo SIL.**
 - Při použití dvoukanálové architektury (tj. kategorie 3 a 4 dle EN ISO 13849-1 nebo B a D dle EN IEC 62061) jsou nebezpečné hydraulické nebo pneumatické obvody odpínány dvoukanálově elektricky, ale nebezpečné hydraulické nebo pneumatické části jsou odpínány následně jednokanálově standartními prvky, což vede k degradaci celé bezpečnostní funkce
 - Bezpečnostní funkce a jejich dosažená požadovaná úroveň není ověřena výpočtem nebo příslušným SW dle požadavků příslušných norem.

Časté nálezy u strojních zařízení uváděných na trh nebo do provozu

- Na základě údajů a výpočtů o životnosti bezpečnostních prvků **provozovatelé nejsou informováni** v návodu k používání nebo v informačním SW stroje o nutnosti výměny příslušných komponentů v bezpečnostních obvodech
- **Pro bezpečnostní funkce jsou používány „standartní“ komponenty,** u kterých výrobci nestanovili žádné bezpečnostní parametry
- Na základě skutečnosti, že není zpracována dokumentace o posouzení rizik jsou bezpečnostní požadavky na hydraulické nebo pneumatické obvody často podceněny nebo předimenzovány s nevhodnými komponenty



SYSTEMOTRONIC

**Děkuji za pozornost
a těším se na další spolupráci s Vámi**

Filip Němeček

**technický poradce v oblasti bezpečnosti strojních zařízení
Mob.: +420 733 736 559; email: nemecek@systemotronic.cz**

**Technická kancelář Žďár nad Sázavou
tj. technické a legislativní poradenství, školení,
realizace projektů, programování, výroba strojních zařízení, ...**