

Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

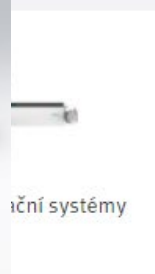
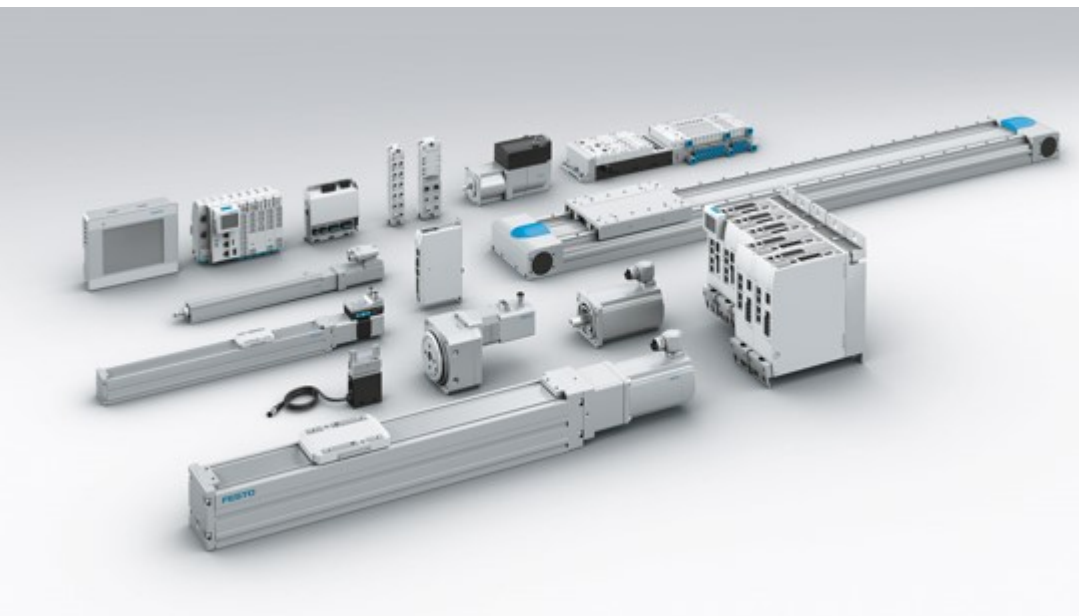


Ing. Zdeněk Haumer

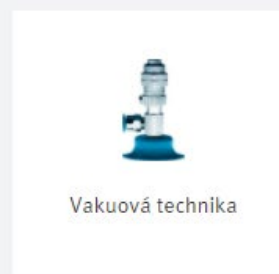
jednoduše

FESTO

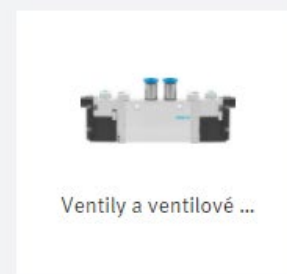
Napříč všemi obory



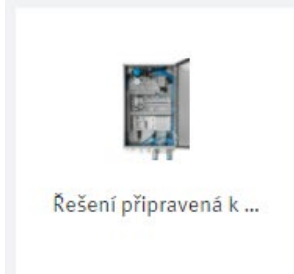
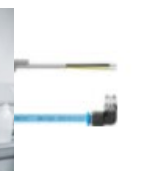
pneumatické systémy



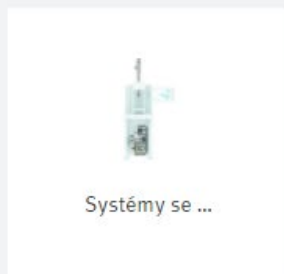
Vakuová technika



Ventily a ventilové ...



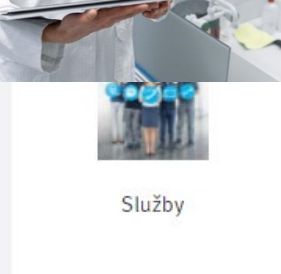
Řešení připravená k ...



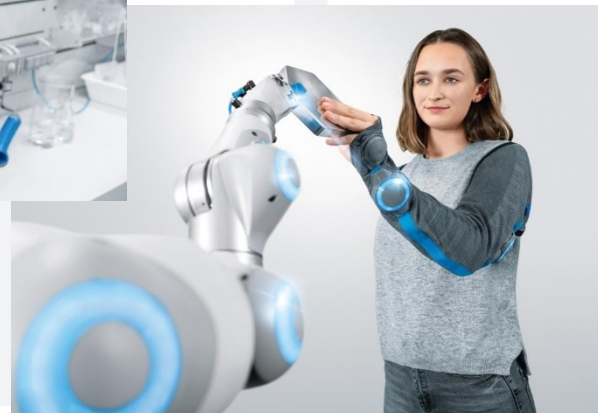
Systémy se ...



Ostatní ...



Služby



**Žádné absolutně bezpečné
zařízení neexistuje!**

Náklady na bezpečnostní opatření na lince mohou běžně činit 40 % z celku!



Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR



Předpisy v dozorové kompetenci České obchodní inspekce:

zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků

zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky

zákon č. 90/2016 Sb., o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh.

ochranná opatření: zákazy prodeje či uvádění na trh, stažení z trhu, pokuty

50 000 000 Kč

- uvede na trh nebo do provozu anebo distribuuje stanovené **výrobky bez označení CE**
- uvede na trh nebo do provozu anebo distribuuje stanovené výrobky s označením nebo dokumentem, které **jsou v rozporu s technickými požadavky**, které uvádí nařízení vlády
- **nesplní některé z ochranných opatření** nebo některou z povinností uložených orgánem dozoru, např.:
 - i. zákaz uvádění na trh nebo do provozu nebo distribuci
 - ii. stažení výrobku nebo série výrobku z trhu nebo z oběhu
 - iii. neodstraní zjištěné nedostatky nebo neinformuje dotčené osoby

20 000 000 Kč

- zneužití označení CE, certifikátu nebo jiného dokumentu podle zákona č. 22/1997 Sb.
- provede činnost při posouzení shody, vyhrazené autorizované osobě

1 000 000 Kč

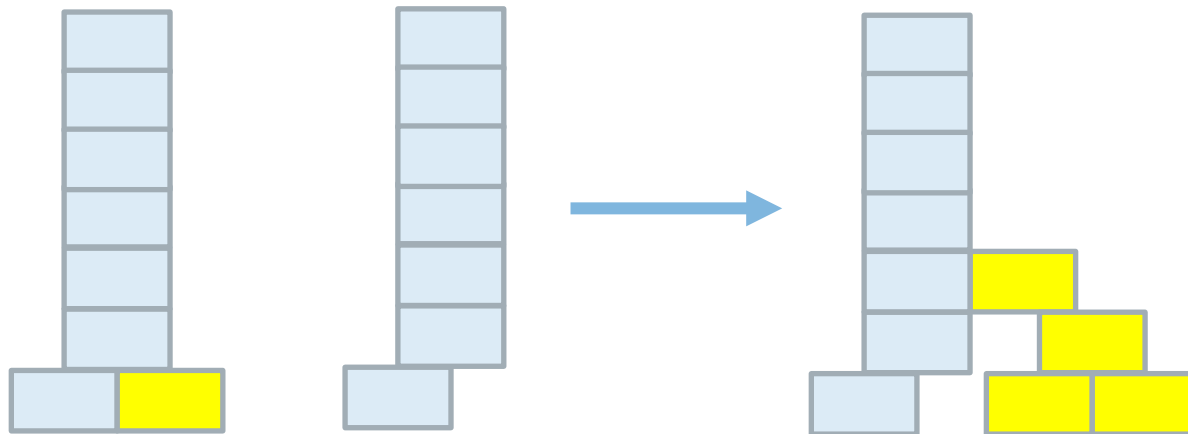
- označí dokument značkou ČSN v rozporu se zákonem
- rozmnoží nebo rozšíří českou technickou normu

500 000 Kč

- např. distributor nezabrání distribuci výrobků, které zjevně nesplňují požadavky zákona

Jak to zvládnout a ještě neplýtvat energií a náklady?

Zabývejte se bezpečností už v prvních fázích projektu!



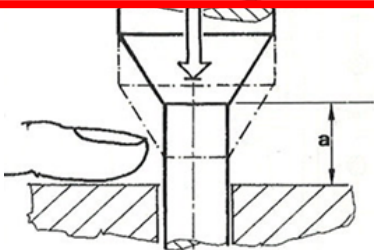
Směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES, PŘÍLOHA I

POSOUZENÍ RIZIK...!!!

meze strojního zařízení → nebezpečí → odhad rizik → hodnocení rizik



konstrukční opatření → technická opatření → informace o zbytkovém riziku



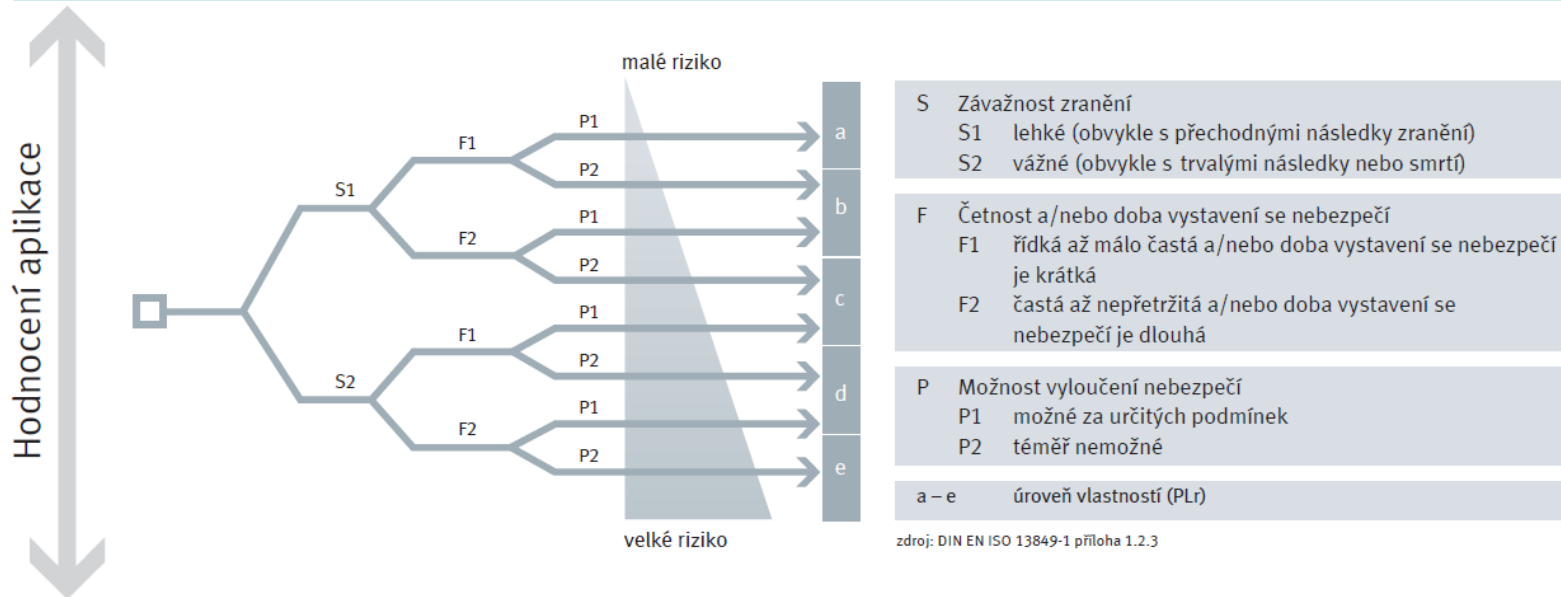
FESTO



1

Posouzení rizik

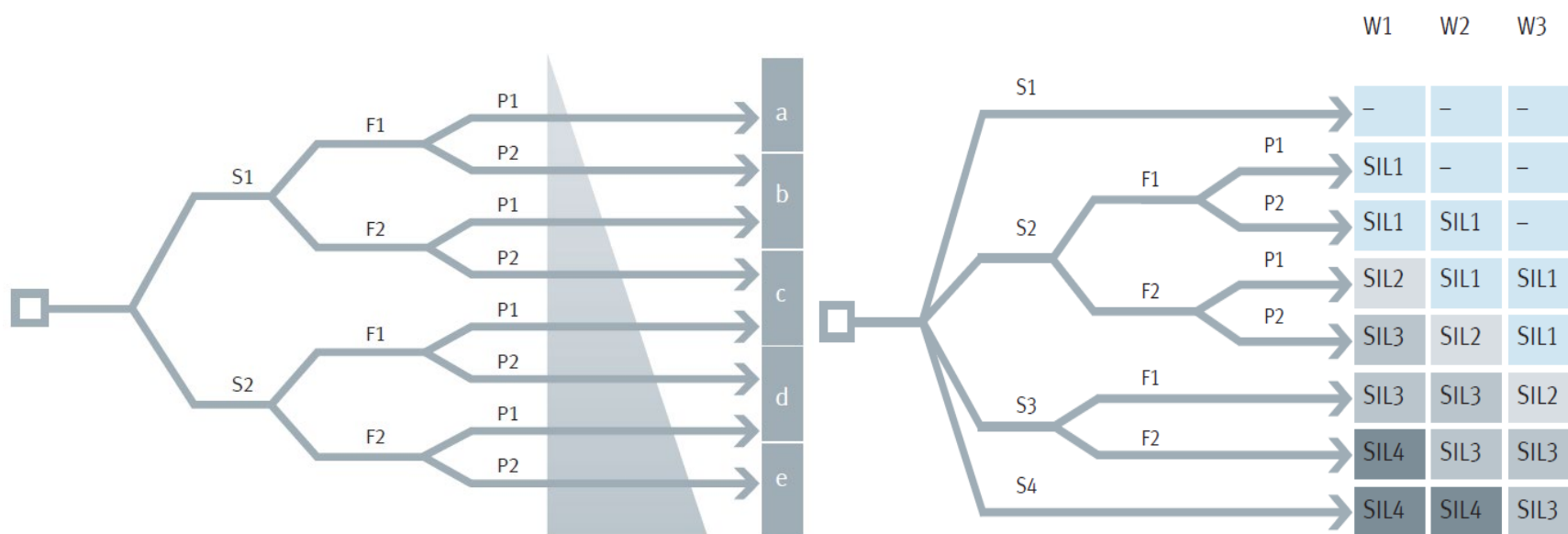
Určení požadované úrovně vlastností (PLr)



Posouzení leží zcela na výrobci zařízení - riziko nelze posuzovat „na dálku“ a bez úplného porozumění projektu. Souvisí mj. se situací v místě instalace.

Podstatnou informací je **druh bezpečnostní funkce!**

Riziko = kombinace pravděpodobnosti výskytu škody a závažnosti této škody



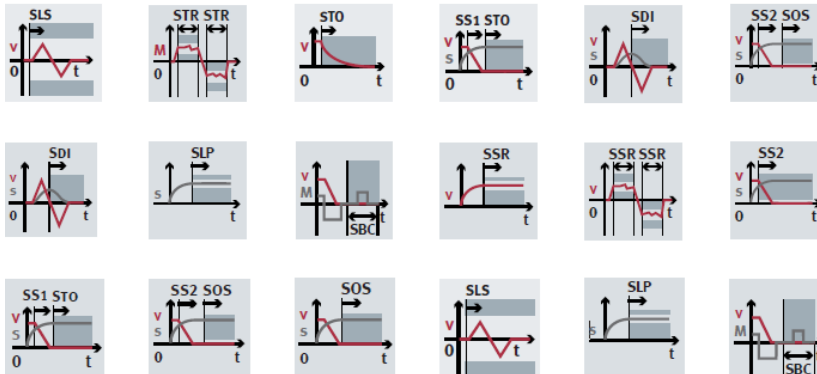
PL_r

$PL_r a - PL_r e$

SIL_r

$SIL1 - SIL4$

Bezpečnostní funkce



- **STO** – bezpečné vypnutí točivého momentu (Safe Torque Off)
- **SS1** – bezpečné zastavení 1 (Safe Stop 1)
- **SS2** – bezpečné zastavení 2 (Safe Stop 2)
- **SOS** – bezpečné provozní zastavení (Safe Operating Stop)
- **SLS** – bezpečně omezená rychlost (Safely-Limited Speed)
- **SLT** – bezpečně omezený točivý moment (Safely-Limited Torque)
- **SLP** – bezpečně omezená poloha (Safely-Limited Position)
- **SLI** – bezpečně omezený přírůstek (Safely-Limited Increment)
- **SDI** – bezpečný směr (Safe Direction)
- **SBC** – bezpečné ovládání brzdy (Safe Brake Control)

Výše uvedené funkce jsou definované v normě ČSN EN 61800-5-2.

10 bezpečnostních funkcí



přivedení
tlaku



řízení
tlaku



zmenšení tlaku
a síly



odvětrání



ochrana proti neoprávněnému
zásahu, ochrana před
neočekávaným spuštěním



dvouruční
ovládání



omezení
rychlosti



vypnutí síly



reverzace
pohybu

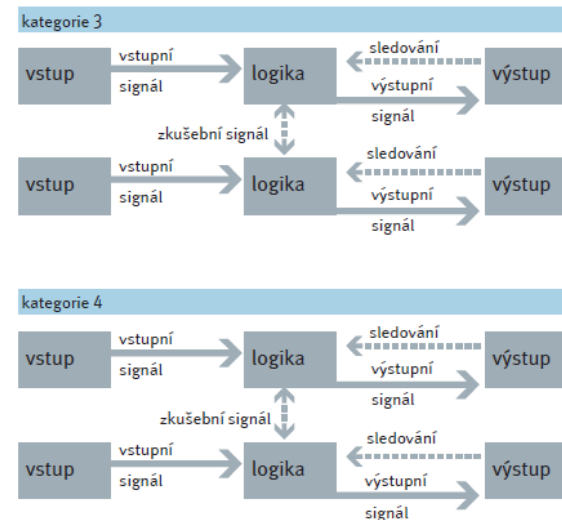
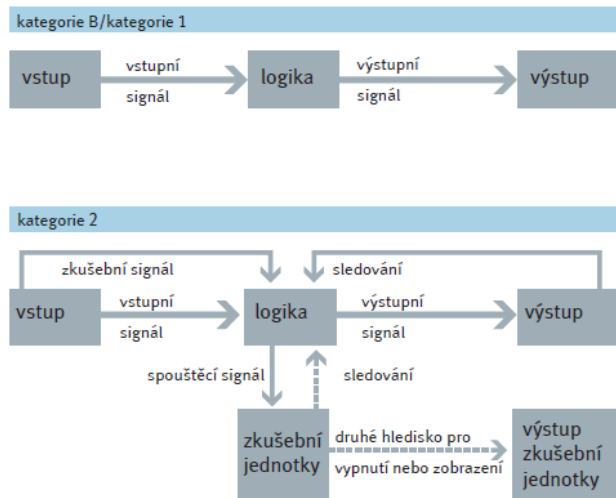


zastavení, přidržení
a blokace pohybu



2 Stanovené architektury Specifikace kategorií

Hodnocení bezpečnostních opatření

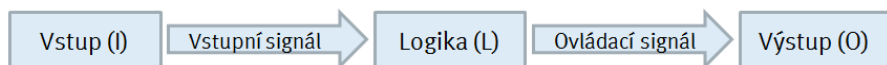


Pro danou úroveň vlastností PL lze obvykle použít různé kategorie řízení. Zde je na místě využití zkušeností s bezpečností, může to mít viditelný vliv na náklady.

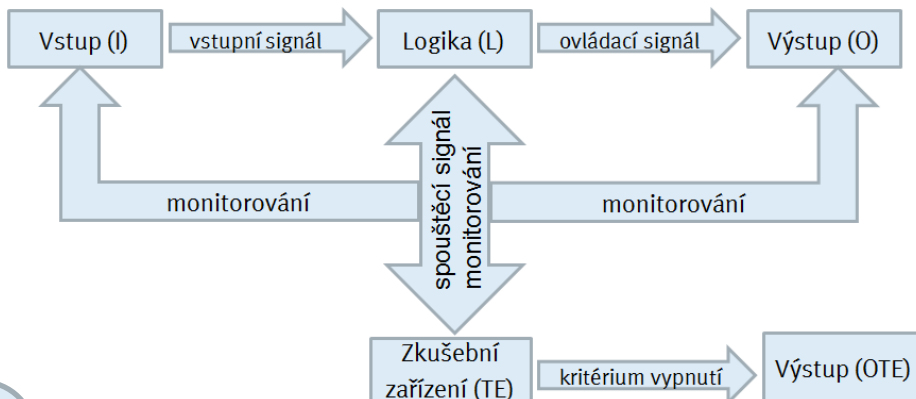
Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

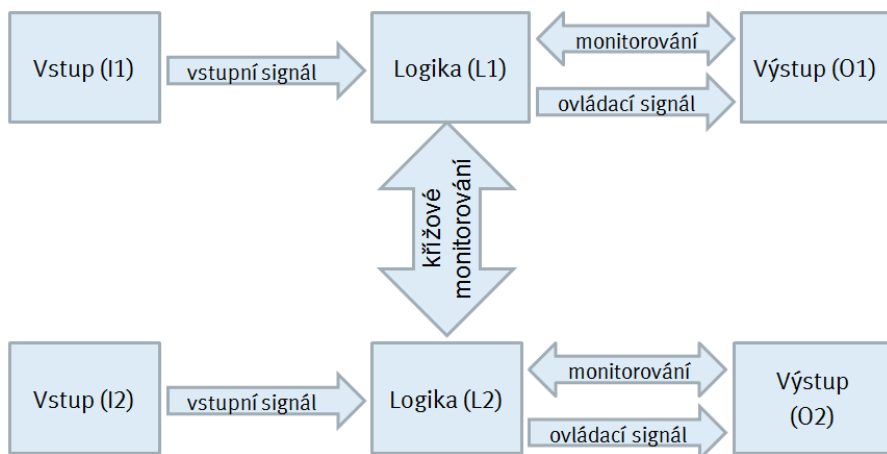
Struktura kategorie B a 1



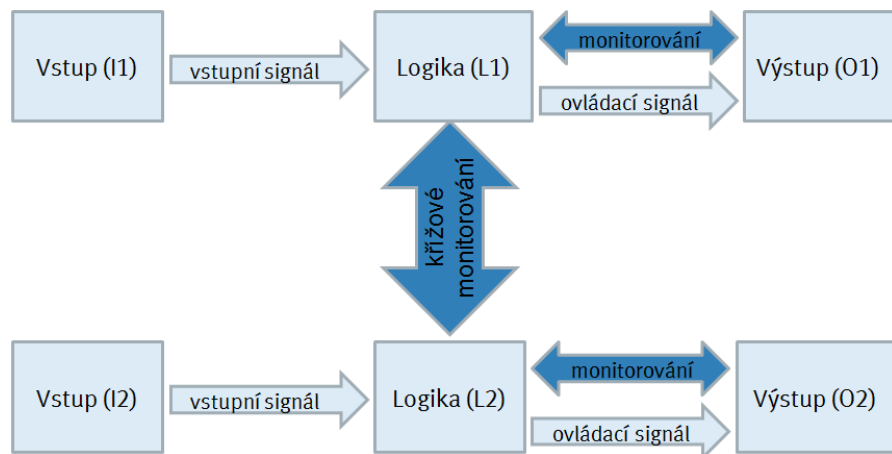
Struktura kategorie 2



Struktura kategorie 3



Struktura kategorie 4

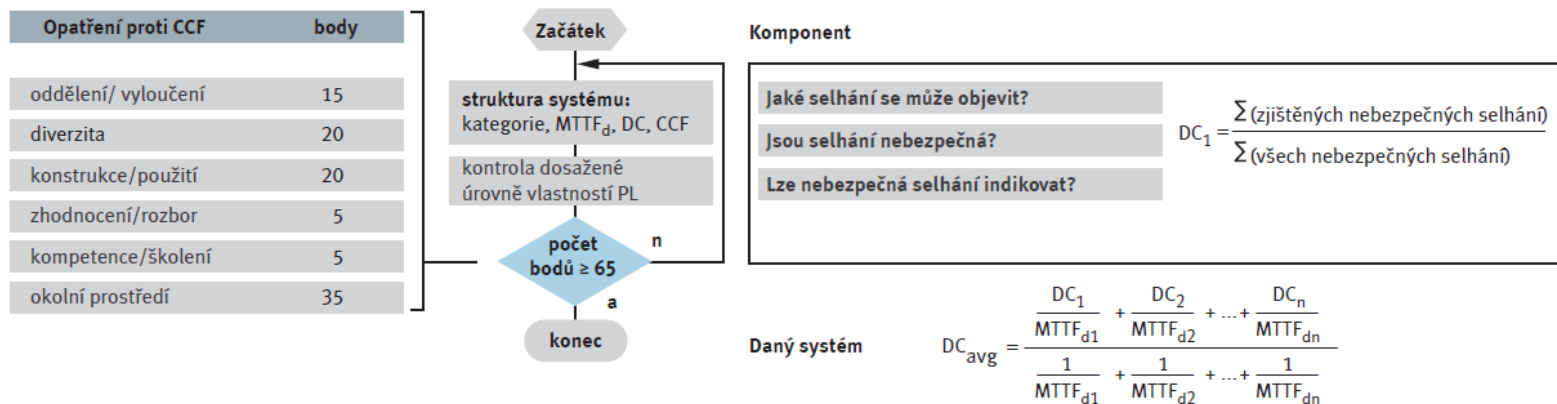


Definice of PL = úroveň výkonu

a							
b							
c							
d							
e							
	DC < 60% bez	DC < 60% bez	60% ≤ DC < 90% nízké	90% ≤ DC < 99% střední	60% ≤ DC < 90% nízké	90% ≤ DC < 99% střední	99% ≤ DC vysoké
	Kat B	Kat 1	Kat 2	Kat 3	Kat 3	Kat 4	Kat 4
	CCF není relevantní		CCF ≥ 65 %				

hodnocení	MTTF _d
nízké	3 roky ≤ MTTF _d < 10 let
Medium	10 let ≤ MTTF _d < 30 let
High	30 let ≤ MTTF _d < 100 let

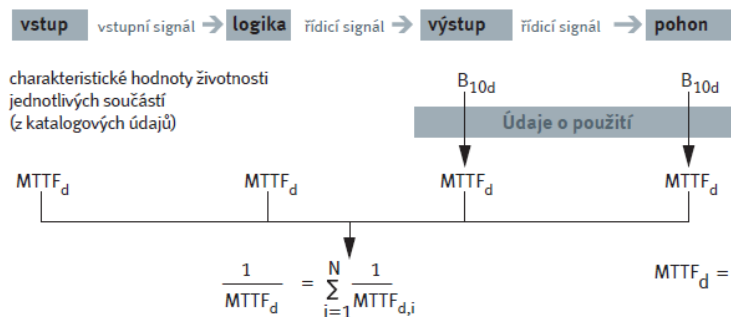
3 CCF porucha se společnou příčinou / DC určení diagnostického pokrytí



Do jaké míry (%) dokážeme odhalit nebezpečná selhání?

B10 nebo MTTF najdeme u dodavatele komponentů nebo odhadneme podle podobných výrobků.

4 MTTF_d definice střední doby do poruchy



- MTTF_d (střední doba do poruchy)
střední doba do nebezpečné poruchy
- MTTR (střední doba do zotavení)
střední doba do opravy

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

$$n_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op} \cdot 3600 \text{ s/h}}{t_{cycle}}$$

vzorec pro určení hodnoty MTTF_d pro mechanický prvek v jednom kanálu

střední počet aktivací za rok n_{op} pro mechanický prvek

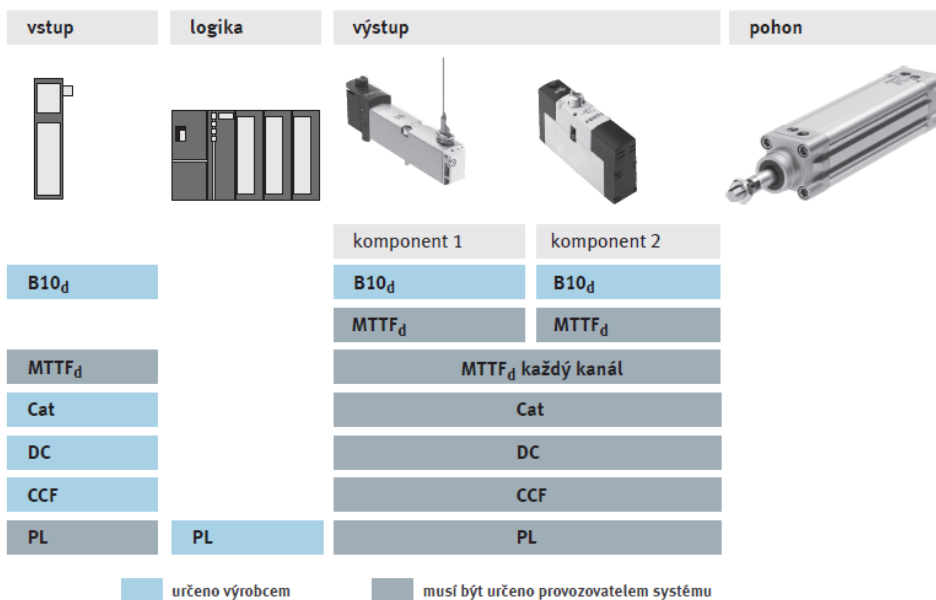
výpočet celkového MTTF_d pro dva různé kanály

hodnocení	MTTF _d
nízké	3 roky ≤ MTTF _d < 10 let
střední	10 let ≤ MTTF _d < 30 let
vysoké	30 let ≤ MTTF _d < 100 let

zdroj: DIN EN ISO 13849-1 příloha 4.5.2

5 Daný systém – cíl: $PL \geq PL_r$

příklad uspořádání bezpečnostních dílů řídicího systému



nejnižší PL PL _{low}	počet nejnižších PL N _{low}	Daný systém PL
a	>3 ≤3	není dovoleno a
b	>2 ≤2	a b
c	>3 ≤3	b c
d	>3 ≤3	c d
e	>3 ≤3	d e

6 Hodnocení – cíl: $PL \geq PL_r$

definice $MTTF_d$ = střední doba do poruchy (nebezpečné)

Definice of PL = úroveň výkonu	a						
	b						
	c						
	d						
	e						
	DC < 60% bez	DC < 60% bez	60% ≤ DC < 90% nízké	90% ≤ DC < 99% střední	60% ≤ DC < 90% nízké	90% ≤ DC < 99% střední	99% ≤ DC vysoké
	Kat B	Kat 1	Kat 2		Kat 3		Kat 4
	CCF není relevantní			CCF ≥ 65 %			

hodnocení	$MTTF_d$
nízké	3 roky ≤ $MTTF_d$ < 10 let
Medium	10 let ≤ $MTTF_d$ < 30 let
High	30 let ≤ $MTTF_d$ < 100 let

→ $PL \geq PL_r$

Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

Application Example

Motor Controller CMMP-AS-_-M3
Safety Module CAMC-G-S1

FESTO

Functional Safety
Application Example



SS1 with Emergency Stop Switch
PL d/e - Category 3/4
Safety Switching Devices

hotová
dokumentace

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine Applications, v1.0.0

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help

File Edit View Help



Sistema - Detailed Report



SISTEMA - Sicherheit von Steuerungen an Maschinen

Projektname: CMMP-AS-_-M3 - SS1 Emergency Stop Switch - PL d - Cat. 4

Datensatz: 08.11.2013 Reportdatum: 08.11.2013 Checksumme: b0100047f0f5b0c3b037126077d

PP: Projektname: CMMP-AS-_-M3 - SS1 Emergency Stop Switch - PL d - Cat. 4

Autor: Jürgen Kühnle

Gefährdungen / Machine:

Dokumentation:

This project you have to adapt to your needs and circumstances.

Specification used for motor controller

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501325

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501325&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501326

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501326&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501327

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501327&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501328

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501328&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501329

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501329&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501330

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501330&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501331

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501331&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501332

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501332&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501333

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501333&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501334

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501334&lq=3

CMMP-AS-C0-S-A-M3, part no. 1501335

Documents available from:

http://www.festo.com/intranet-gb/SupportPortal/default.asp?lq=1501335&lq=3

validace podle
normy

validacní protokol

**Jak si zjednodušit život?
Nezjednodušovat si ho na začátku.**

Bezpečnost strojních zařízení

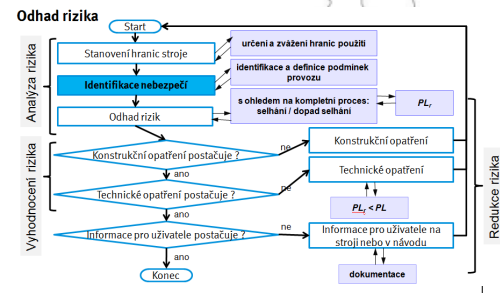
jednoduše **FESTO**

Nebezpečí

- rozdrčení
- vtáhnutí
- řezání
- zapletení
- náraz

popálení

elektr. nebezpečí



Škrticí ventil s ochranou proti manipulaci



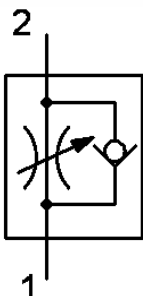
Průtok
0 ... 2500 l/min



Tlak
0,2 ... 10 bar

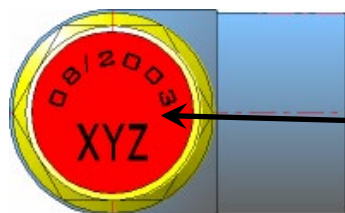


Rozsah teplot
-10 ... +60 °C



Funkce

- Nastavení definovaných rychlostí
- Pomocí kolíku se zamezí možnost přestavit škrticí ventil běžným nástrojem bez viditelného poškození
- 6 různých velikostí od M5 až 3/4"



Plocha pro dodatečné nalepení ochranné nálepky výrobcem nebo prodejcem při uvedení provozu



Ochrana proti neoprávněnému zacházení, prevence neočekávaného spuštění

Jednoduchá ochrana proti neočekávanému spuštění, ventily HE-...

PLr

a

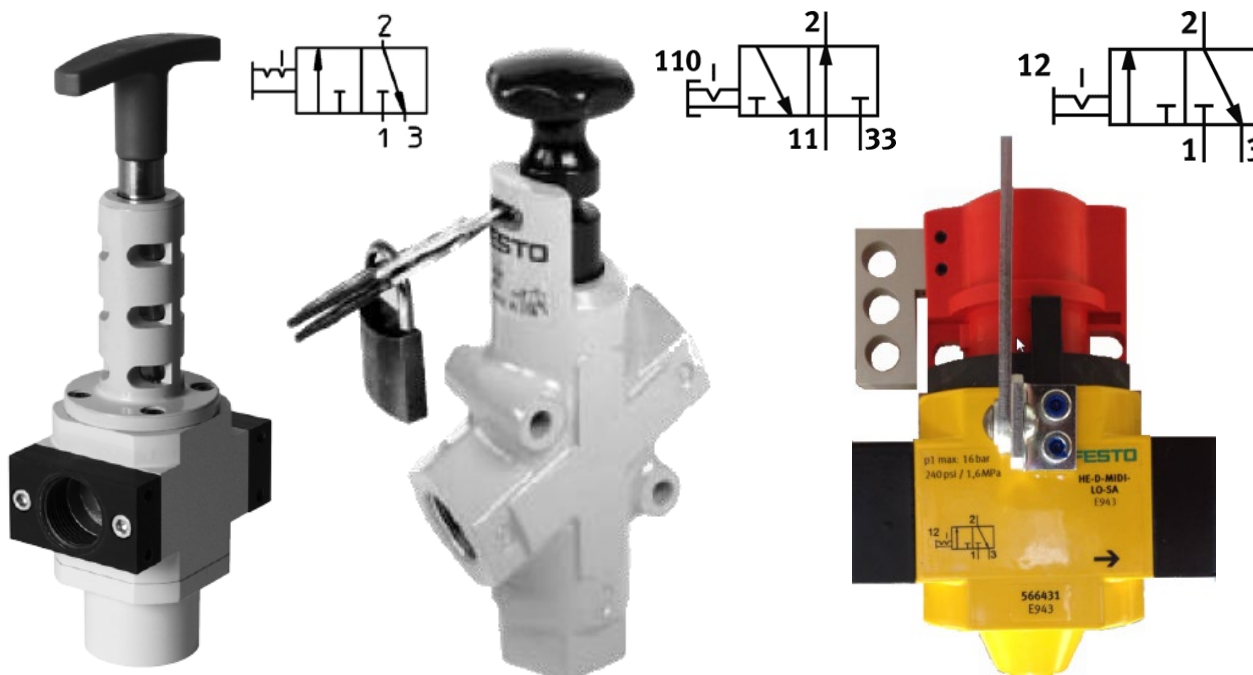
b

c

d

e

Ručně ovládané 3/2 ventily.....vhodné pro použití v systému LOTO



Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

Blok dvouručního ovládání ZSB

PLr

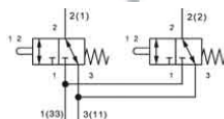
a

b

c

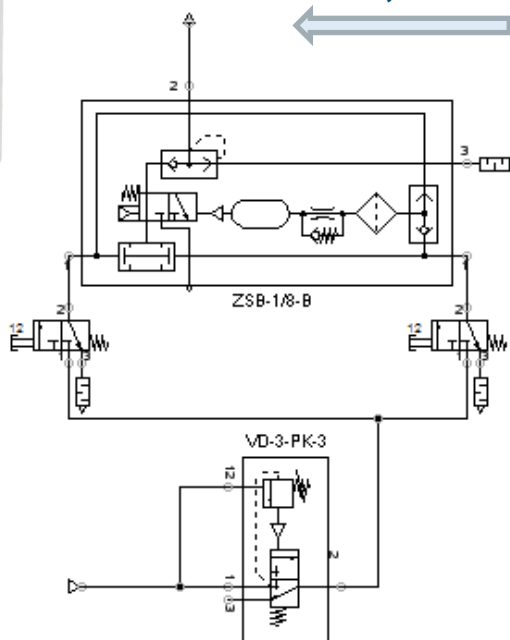
d

e



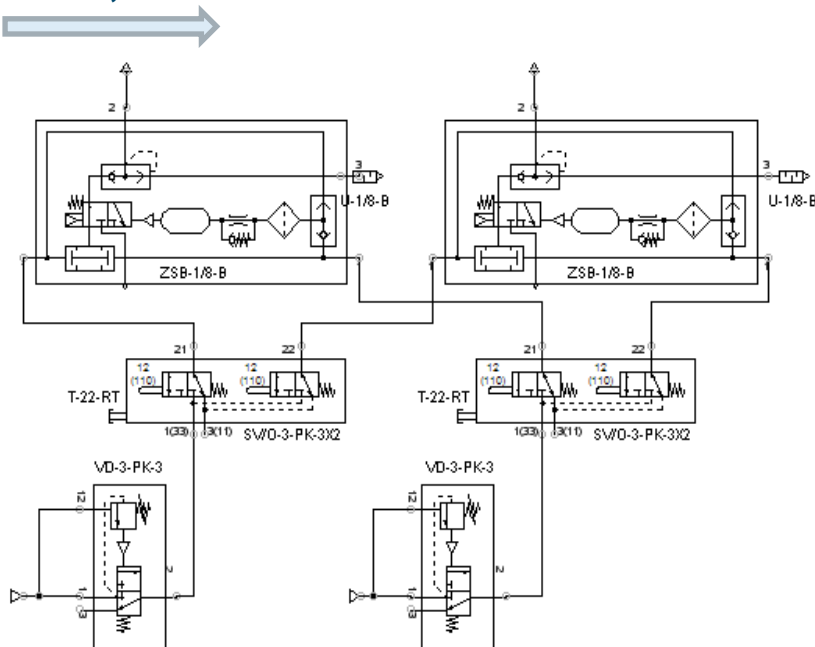
Pro kategorii 1, PL c
za podmínky použití
tlakového spínacího
ventilu

kat.1, PL c



Pro vyšší kategorie lze
realizovat dvoukanálové
zapojení

kat.3, PL d



Směrnice o strojních zařízeních 2006/42/ES, PŘÍLOHA I

1.2 OVLÁDACÍ SYSTÉMY

1.2.4.3 Nouzové zastavení

Funkce nouzového zastavení musí být k dispozici a fungovat kdykoli bez ohledu na pracovní režim.

Zařízení nouzového zastavení musí být zálohou k jiným ochranným opatřením a ne jejich náhradou.

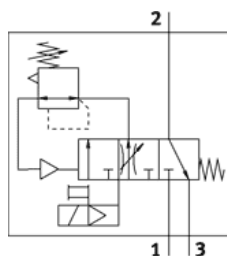
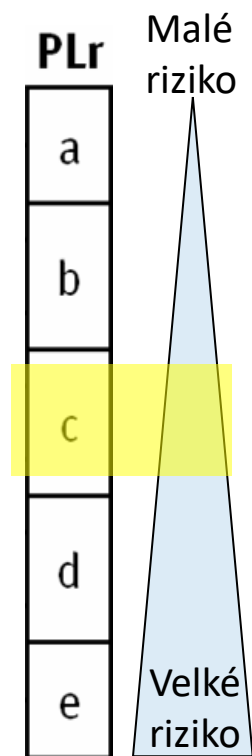
- zřetelně rozlišitelné, dobře viditelné a rychle přístupné ovládací zařízení
- zastavit nebezpečný proces co nejrychleji, aniž by vzniklo další nebezpečí
- případně spustit nebo umožnit spuštění určitých pohybů zajišťujících bezpečnost



Bezpečnost strojních zařízení

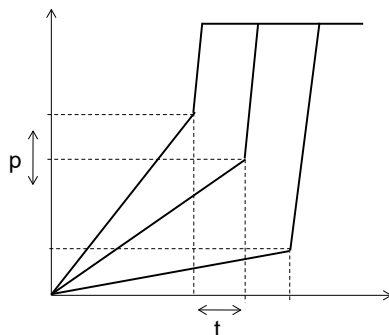
jednoduše **FESTO**

Bezpečnostní ventil s pomalým náběhem tlaku a rychlým odvětráním - typ MS6/9-SV-....-C-....



Popis

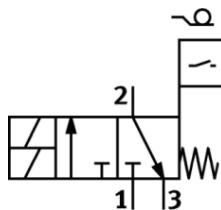
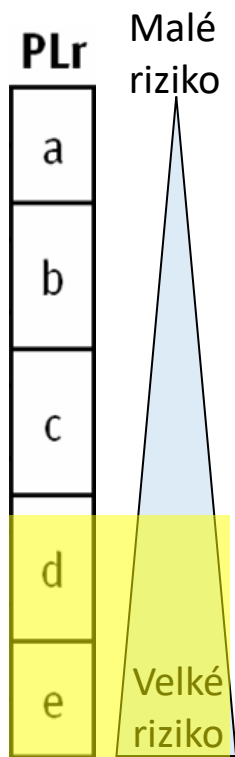
- Jednokanálové natlakování a odvětrání systému
- Do kategorie 1, PL c



Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

Bezpečnostní ventil s pomalým náběhem tlaku a rychlým odvětráním - typ MS6-SV-....-D



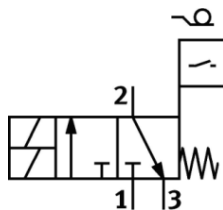
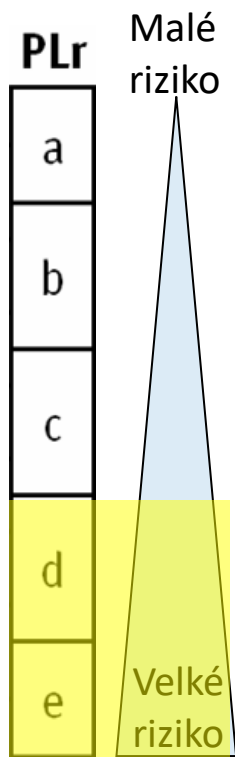
Popis

- Pomalé natlakování systému a bezpečné odvětrání
- do kategorie 3, PL d, diagnostika čidly S1 a S2
- do kategorie 4, PL e, diagnostika čidly S1, S2 a S3
- Snímání polohy šoupátek dvou/třech integrovaných ventilů
- Diverzní redundance – snížení společně způsobených chyb
- Certifikovaný bezpečnostní výrobek

Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

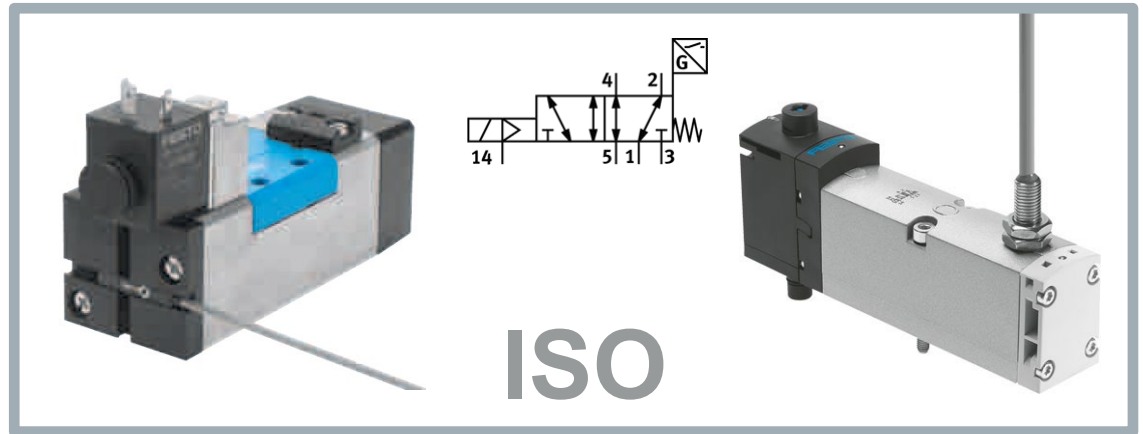
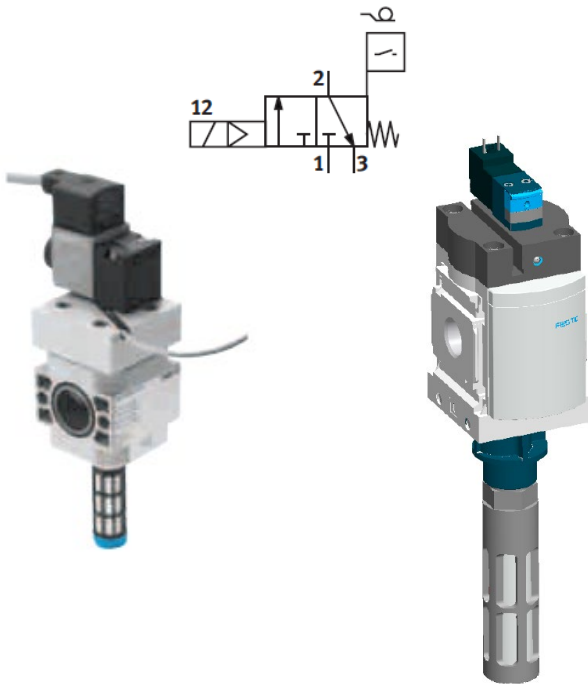
Bezpečnostní ventil s pomalým náběhem tlaku a rychlým odvětráním - typ MS6-SV-....-E



Popis

- Pomalé natlakování systému a bezpečné odvětrání
- **Až do kategorie 4, PL e**
- Snímání polohy šoupátek třech integrovaných ventilů
- Vlastní diagnostika a vyhodnocování
- Diverzní redundance – snížení společně způsobených chyb
- Certifikovaný bezpečnostní výrobek (bezpečnostní část)

Ventily používané v obvodech s vyššími nároky na bezpečnost



- čidla jsou určena pro monitorování bezpečnostní funkce, diagnostické pokrytí DC až 99%
- test bezpečnostního obvodu bez působení na pneumatické válce
- určené pro vyšší kategorie / úrovně vlastností

Bezpečnostní ventily (např. pro lisy)

PLr

a

- bezpečná reverzace pohybu, ochrana proti neočekávanému spuštění

b

- varianta 3/2 i pro bezpečné odvětrání

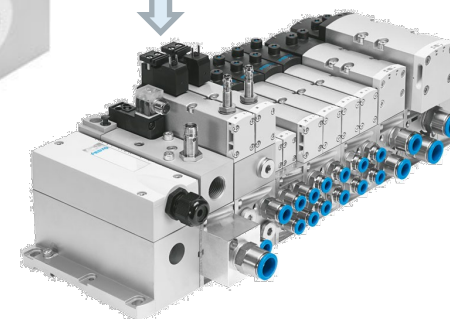
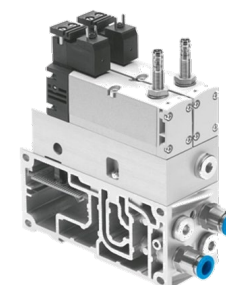
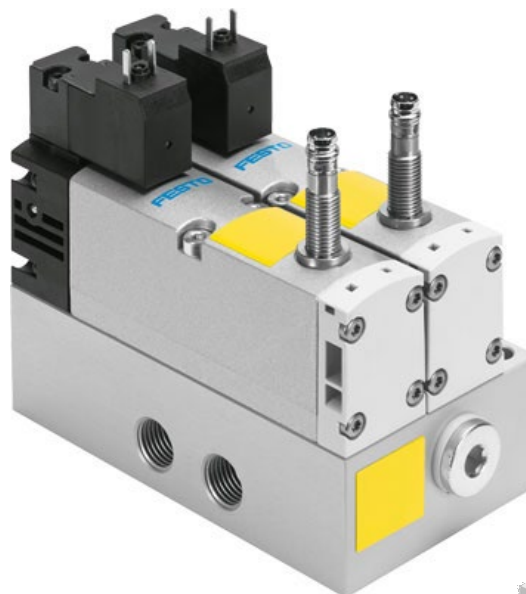
c

d

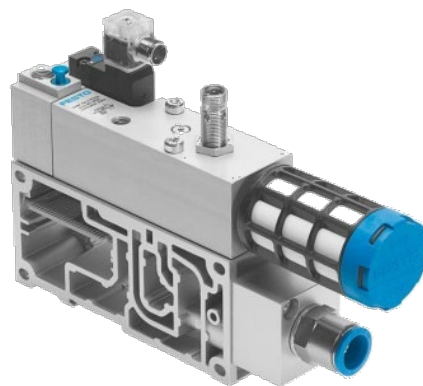
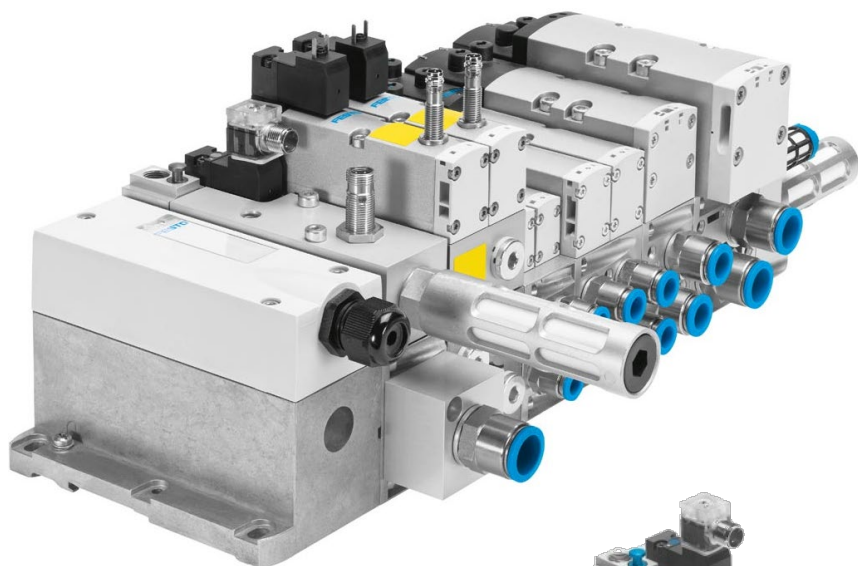
5/2 nebo 3/2

e

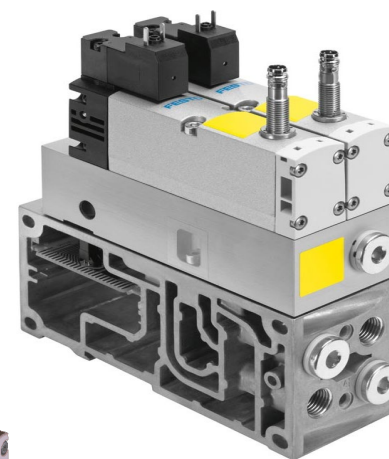
2 kanály, PL e, kat. 4



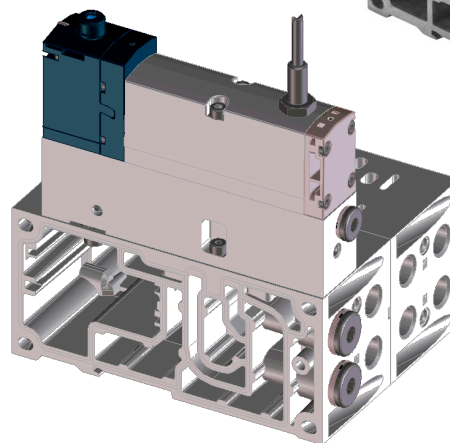
Ventily s detekcí pozice šoupátka pro terminály VTSA Typ44/45



VABF-S6-1-P5A4-G12-4-1-P



VOFA-B26-T52-M-...



VSVA-B-M52-MZD-A1-1T1L-APX-0.5

Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

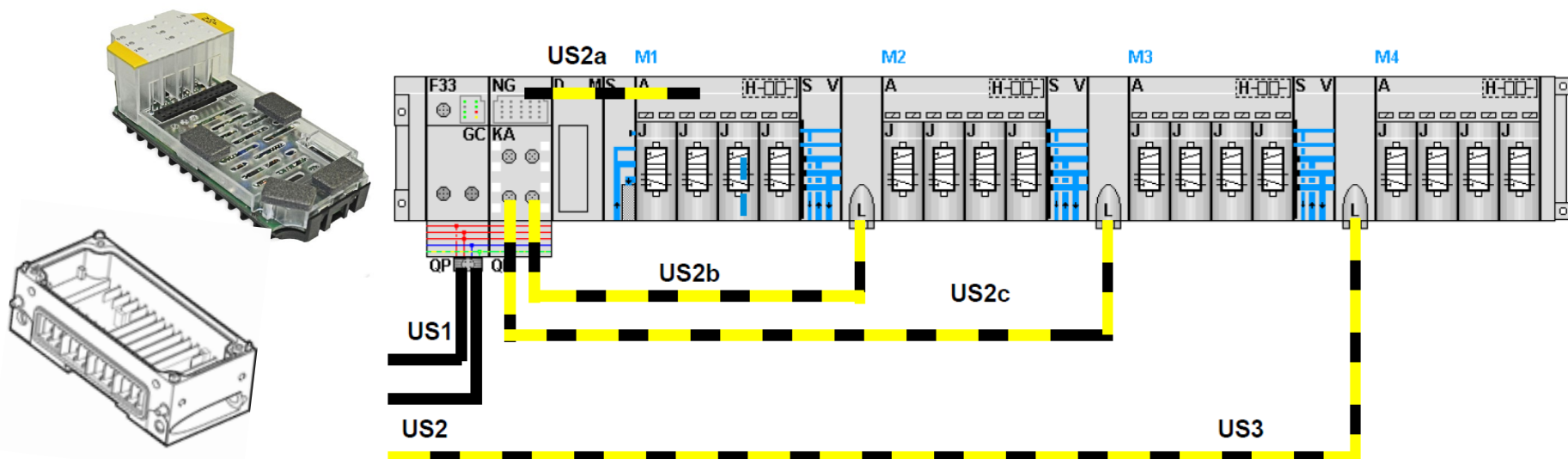
CPX-FVDA-P2 moduly s výstupy ProfiSafe (bezpečné vypnutí)

3 výstupní kanály , CH0, CH1 a CH2.

Kanál 0 vypíná napájení ventilů v na úrovni připojovacího bloku.

Kanál 1 a 2 lze napájet elektroniku, ventily nebo obecné výstupy (lze vypínat po síti).

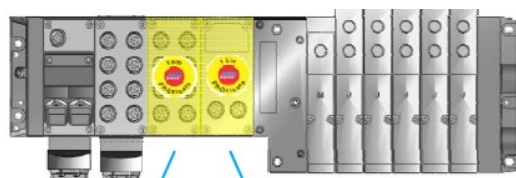
Všechny tři kanály jsou monitorovány. Kontroluje se funkce vypnutí a externí zkrat.



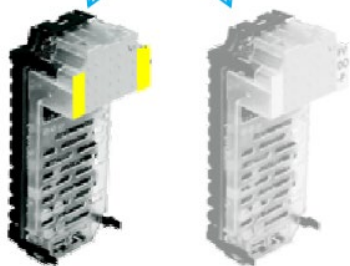
Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše **FESTO**

CPX-F8DE-P moduly se vstupy ProfiSafe



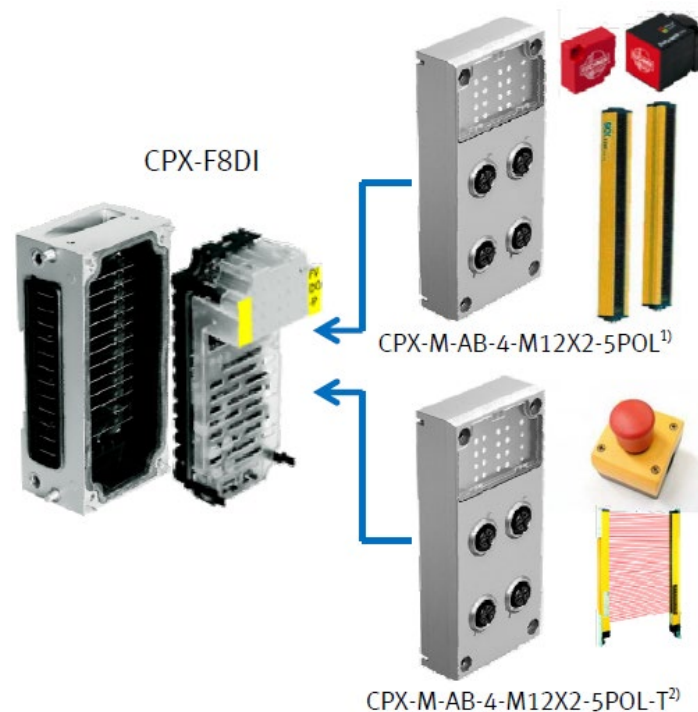
- 8 bezpečnostních vstupů
- výstupy OSSD z čidel
- bezpotenciálové výstupy
- PL e / Kat. 4 / SIL 3



PROFIsafe
vstupy

PROFIsafe
výstupy

vstup – (logika) – výstup



Bezpečnost strojních zařízení

jednoduše

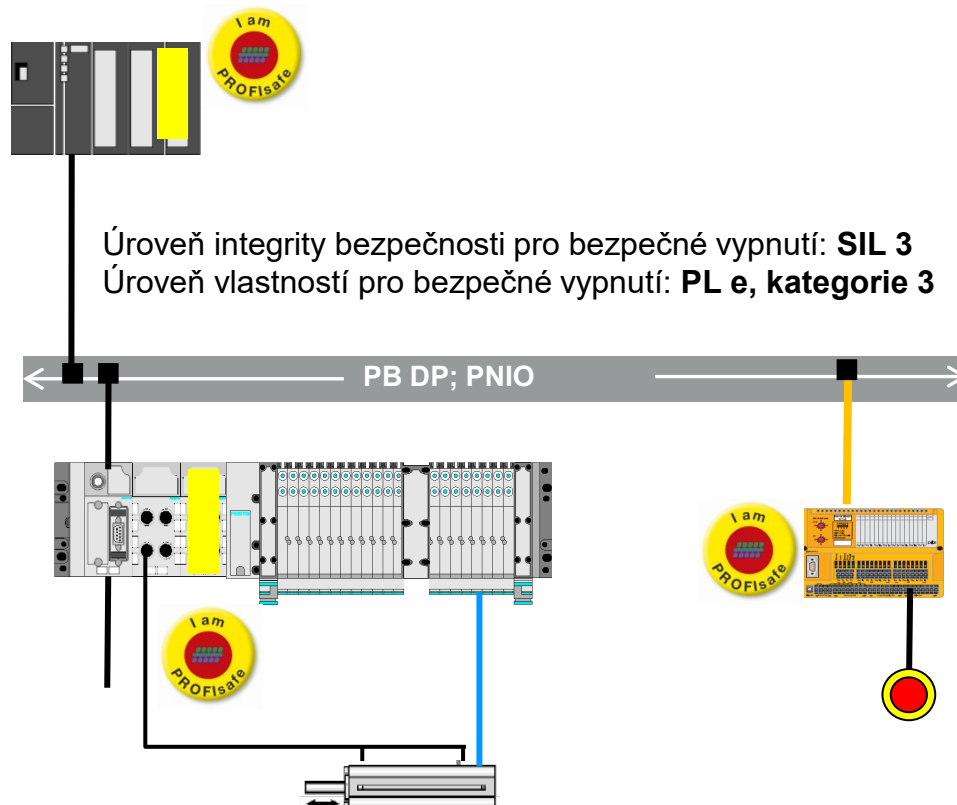
FESTO

CPX-FVDA-P2 moduly s výstupy ProfiSafe (bezpečné vypnutí)

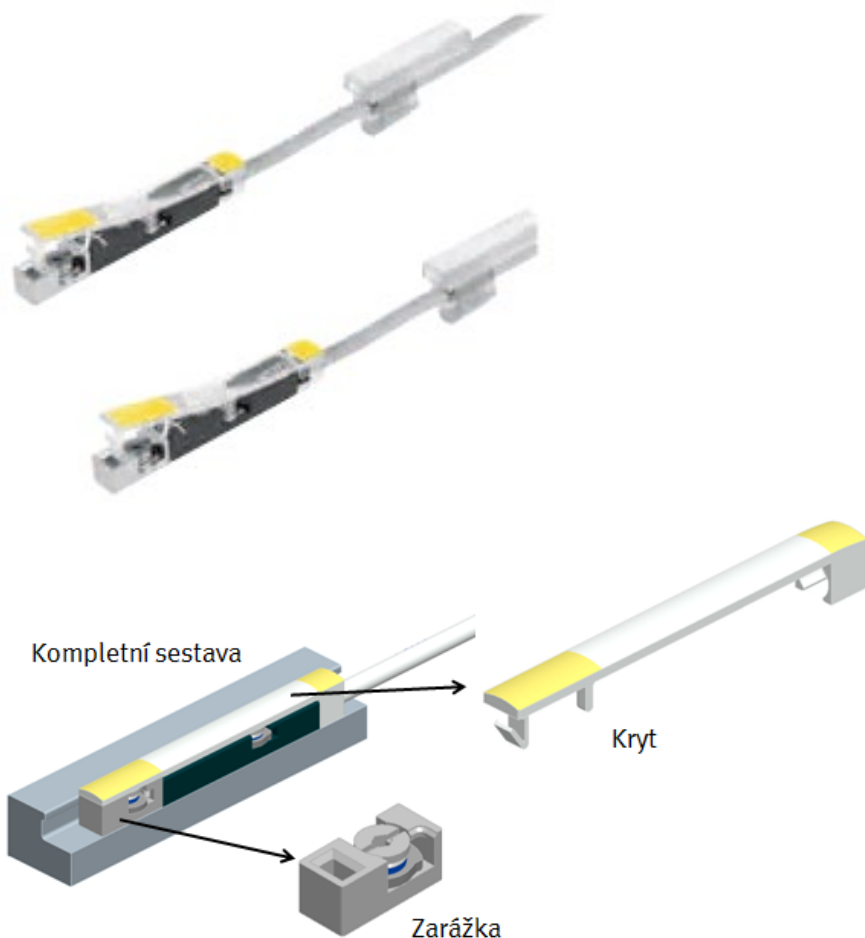
CPX-F8DE-P moduly se vstupy ProfiSafe

CPX-FDA-P2 a **CPX-F8DE-P** jsou bezpečnostní součásti integrované do ventilového terminálu

- CPX-FDA-P2 / CPX-F8DE-P moduly CPX, mohou být kombinovány s CPX-FB13 (Profibus DP), CPX-FB33, FB34 a FB35 (ProfiNet)
- CPX-FDA-P2 / CPX-F8DE-P mohou být nasazeny s jakýmkoliv PLC, které dokáže pracovat s ProfiSafe. Např. Siemens a Phoenix Contact nabízejí ProfiSafe PLC.



Přibližovací čidla



- **Bezpečnost** – s použitím SAMH-S jsou čidla z hlediska směrnice 2006/42/ES namontována bezpečně.
- **Úspory** – se SAMH-S lze bezpečně detekovat polohu přímo na válci a tím ušetřit náklady za nákup dodatečných bezpečnostních čidel i náklady na jejich konstrukční zapracování a montáž do zařízení.
- **Efektivita** - umístění bezpečnostních čidel přímo na válec šetří místo a rozšiřuje konstrukční možnosti.

Pneumatické/elektrické pohony s brzdou

PLr

a

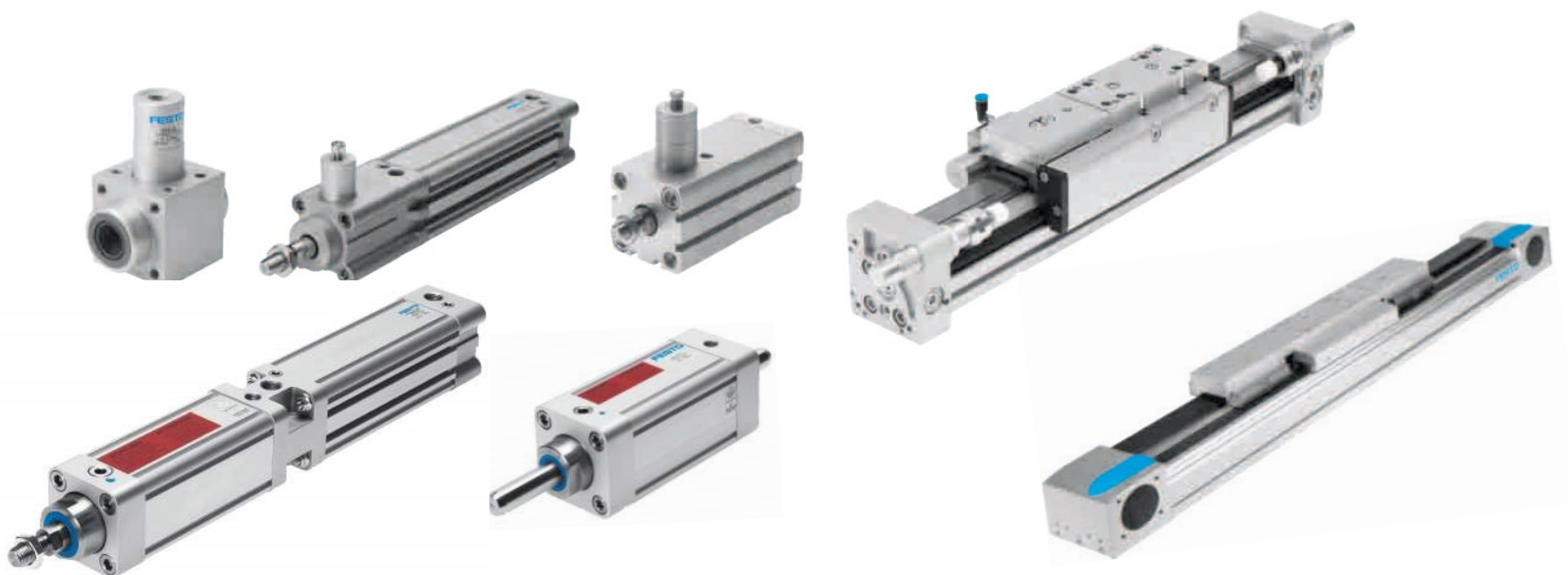
b

c

d

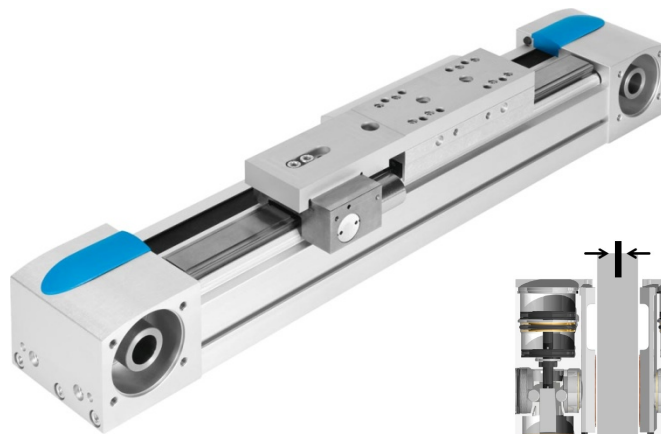
e

Statické a dynamické brzdy pneumatických válců s pístní tyčí, jedinečné řešení pro bezpístnicové pneumatické pohony a elektrické přímočaré pohony.

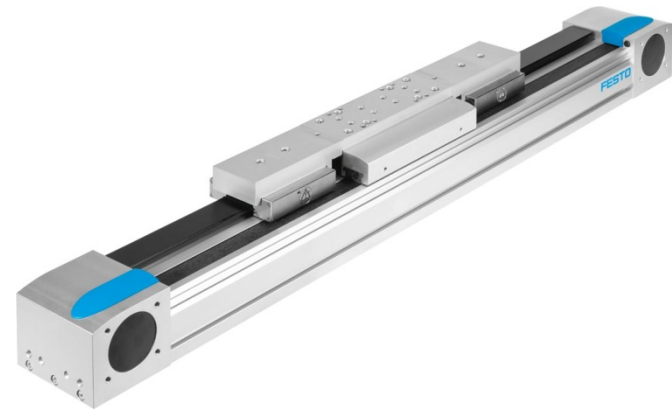
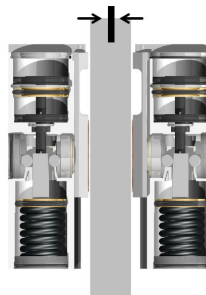


Pohony EGC-_-H-PN – s brzdou

1. Brzda působí přímo na lištu valivého vedení.
2. Řešení pro jednokanálové a dvoukanálové zapojení.
3. Všechny velikosti pohonů EGC lze použít s brzdou pro statické úlohy = zabezpečení proti pádu či rozjezdu.
4. Velikosti EGC-120 and EGC-185 v kombinaci s brzdou lze použít pro nouzové zastavení (dynamická brzda).



Jeden kanál



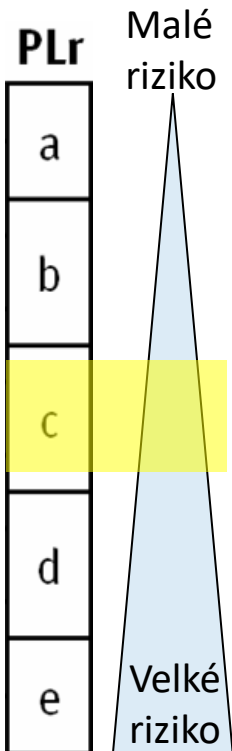
Dva kanály

Bezpečnost strojních zařízení

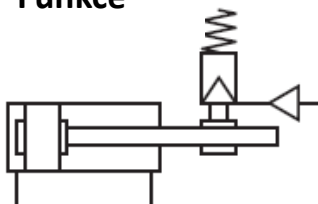
jednoduše

FESTO

Brzdy DNCKE-S, KEC-S



Funkce



Technická data

Ø Průměr
40, 63, 100 mm

| Zdvih
10 ... 2000 mm

≡ Přidržovací síla
1300 ... 8000 N

Použití

- jako přidržné zařízení (statické aplikace)
 - drží a brzdí při výpadku energie
 - stabilní poloha pístní tyče
- jako brzda (dynamické aplikace)
 - nouzové zastavení

Certifikát do PLc/KAT.1



Zastavení, zadržení
a blokace pohybu

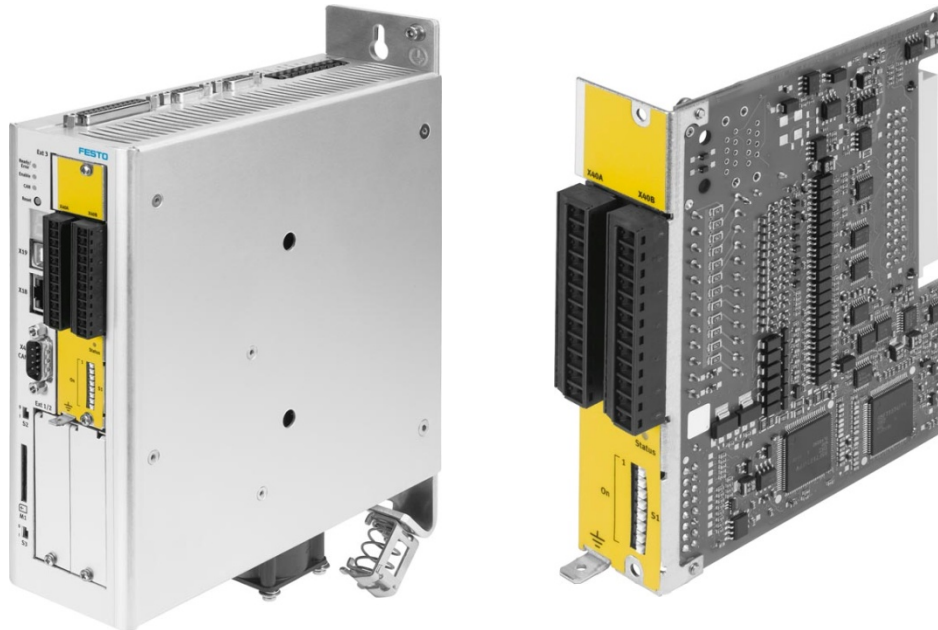


Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Prüf- und Zertifizierungsstelle im BG-PRÜFZERT

CAMC-G-S3 – moduly pro ovladače motorů CMMP-AS-_-M3

1. Integrované bezpečnostní funkce až do PL e, kategorie 4 dle EN 13849
2. Bezpečnostní funkce: STO, SS1, SOS, SS2, SBC, SLS, SSM, SSR
3. Bezpečné digitální vstupy/výstupy a logické funkce
4. Dostupná řešení pro vzorové příklady



Nejčastější úlohy – bezpečně s elektrickými pohony

