ABB ELEKTROTECHNIKA

Technický návod č. 10

Funkční bezpečnost

Funkční bezpečnost

Pojmem „funkční bezpečnost“ se ve strojírenství obvykle označují systémy, které bezpečně sledují (monitorují) a v případě nutnosti přebírají řízení strojních aplikací tak, aby byl zajištěn jejich bezpečný provoz.

Systémy funkční bezpečnosti jsou navrženy tak, aby byly schopny detekovat nebezpečné podmínky, případně identifikovat požadavek uživatele na bezpečný stav a uvést stroj/proces do tohoto bezpečného stavu, nebo také způsobit provedení požadované činnosti, například bezpečně zastavit stroj/proces.

Obsah

Vyloučení ručení/Odpovědnost

Tento dokument zaměřuje pozornost na splnění evropských nařízení, konkrétně na evropskou směrnici pro strojní zařízení a na evropské normy. Evropské normy ovšem vychází z mezinárodních norem ISO/IEC a tedy většinu obsahu tohoto dokumentu je možno aplikovat v globálním měřítku.

Tento dokument není určen jako náhrada originálního textu legislativního nařízení či normy. Spíše jde o jejich informativní přehled.

Informace a příklady uvedené v tomto návodu jsou určeny pouze pro obecné použití a neobsahují všechny potřebné podrobnosti ohledně implementace bezpečnostního systému.

Společnost ABB Oy Drives nepřebírá jakoukoli odpovědnost za přímé nebo nepřímé zranění či škody způsobené využíváním informací obsažených v tomto dokumentu. Za bezpečnost výrobku a za jeho vhodnost k danému účelu podle zákonných předpisů odpovídá vždy výrobce stroje/strojního zařízení. Tedy, ABB předem vylučuje jakékoli ručení, které by případně mohlo vyplynout z tohoto dokumentu.

Pozn.:
Některé textové části v tomto technickém návodu jsou výtahem z norem ISO/IEC, které mají vyhrazenu autorskou ochranu pro Mezinárodní elektrotechnickou komisi (International Electrotechnicalcommission - IEC), nebo pro Mezinárodní organizaci pro normalizaci (International organization for standardization - ISO).

O tomto dokumentu

Tento dokument uvádí do problematiky směrnice pro strojní zařízení a norem, jejichž požadavky musí být brány v úvahu při návrhu stroje, má-li jeho používání být bezpečné. Cílem tohoto dokumentu je obecným způsobem vysvětlit, jakým způsobem probíhá proces naplnění požadavků směrnice pro strojní zařízení a co vše je třeba splnit pro udělení značky CE. Značka CE znamená, že strojní zařízení vyhovuje požadavkům směrnice.

Pozn.:
Tento dokument zaměřuje pozornost na splnění evropských nařízení, konkrétně na evropskou směrnici pro strojní zařízení a na evropské normy EN. Evropské normy ovšem vychází z mezinárodních norem ISO/IEC a tedy většinu obsahu tohoto dokumentu je možno aplikovat v globálním měřítku.

Tento dokument je rozdělen do tří částí:

- Část 1 – Teorie a východiska – úvod do myšlenky funkční bezpečnosti, nástin způsobu, jak splnit požadavky směrnice pro strojní zařízení. V této části je také prezentována směrnice pro strojní zařízení a je zde vysvětlena hierarchie systému evropských harmonizovaných norem.

- Část 2 – Normy platné pro strojní zařízení – úvod do systému dvou norem, výčet relevantních bezpečnostních norem a bezpečnostních funkcí

- Část 3 – Kroky nutné ke splnění požadavků směrnice pro strojní zařízení – zde je uvedeno devět kroků, které pomohou v procesu plnění podstatných požadavků směrnice pro strojní zařízení.

Část 1 – Teorie a východiska

Národní zákony Evropské unie vyžadují, aby stroje splňovaly základní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti (Essential Health and Safety Requirements - EHSR) definované ve směrnici pro strojní zařízení a v harmonizovaných normách (tzn. verzích norem EN a normách IEC/ISO). To znamená, že každý nový stroj nebo strojní zařízení, pokud má být dodáváno do EU nebo být prodáváno v rámci EU, musí splňovat stejné zákonné požadavky. Normy IEC/ISO jsou uznávány i v řadě dalších oblastí mimo Evropu, například prostřednictvím tzv. ekvivalentních diagramů (angl. equivalent charts), které usnadňují obchodování a přepravu strojních zařízení mezi jednotlivými zeměmi v rámci EU i mimo EU.

Proč musí strojní zařízení tyto požadavky splňovat? Poněvadž shoda s nimi brání vzniku nehod a následného úrazu. Navíc, dodržením pokynů směrnice pro strojní zařízení a příslušných harmonizovaných norem, případně splněním požadavků norem pro funkční bezpečnost mimo území Evropy, se výrobce stroje může spolehnout, že splnil své povinnosti ohledně návrhu stroje a dodal bezpečné zařízení, které vyhovuje národním zákonným předpisům.

Nové a vylepšené bezpečnostní strategie jsou pro výrobce také cestou ke zlepšení své produktivity a konkurenceschopnosti na trhu. Cílem klasických bezpečnostních systémů dosud bylo dosáhnout vyčerpávající úrovně provozní bezpečnosti a splnit zákonné povinnosti. Tento požadavek byl naplňován přidáním dalších elektrických a mechanických komponent ke stroji, často i za cenu snížení produktivity. Provozovatelé strojů mají pak v určitých okamžicích tendenci tyto systémy vyřadit z činnosti a zlepšit tak produktivitu stroje, což naopak vede k vyšší nehodovosti.

U moderních bezpečnostních systémů je bezpečnost procesů a obsluhy brána v úvahu od samého začátku, při současném zachování produktivity stroje. Jedním příkladem takového přístupu je nechat stroj běžet s nižšími otáčkami a zvýšit tak bezpečnost jeho provozu. Moderní bezpečnostní řešení se stávají integrovanou součástí funkčního souboru stroje, nepředstavují tedy nějaký dodatečný nápad a jsou součástí stroje proto, aby byly naplněny požadavky příslušných nařízení.

Bezpečnostní systémy je možno účinným způsobem zabudovat metodou definovaných procesů, kterými se sníží specifická rizika a které využívají certifikované subsystémy jako moduly tvořící celkový bezpečnostní systém.
V tomto návodu jsou uvedeny koncepty takového procesu a vyloženy metody norem funkční bezpečnosti. Očekává se, že bezpečnostní normy budou splněny v průmyslu, přičemž certifikované subsystémy, kam patří i pohony s předem stanovenými bezpečnostními funkcemi, jsou důležitou součástí průmyslu. Bezpečnost strojů je jednou z nejrychleji rostoucích oblastí průmyslové automatizace

Bezpečnost a funkční bezpečnost

Smyslem bezpečnosti je ochránit osoby a okolní prostředí před nehodami a riziky souvisejícími s provozem strojů. Systémy funkční bezpečnosti naplňují tento požadavek snížením pravděpodobnosti nežádoucích jevů, tedy minimalizací nehod při provozu strojů. Bezpečnostní normy definují bezpečnost jako nepřítomnost nepřijatelných rizik. Úrovně přijatelného rizika jsou v bezpečnostních normách definovány požadovaným snížením rizika v konkrétním strojním vybavení. Výrobci strojů by vždy měli pracovat se stejnými (tzn. nejnáročnějšími) přijatelnými kritérii pro všechny tržní oblasti, bez ohledu na regionální rozdíly.

Nejúčinnější způsob vyloučení rizik spočívá v tom, že navrhneme strojní zařízení s vlastní bezpečnostní, jinak řečeno „inherentně bezpečné“. Pokud je však snížení rizika konstrukčním provedením stroje neproveditelné, nebo nepraktické, pak optimální další volitelnou možností je použití statických krytů nebo implementace bezpečnostních funkcí. Bezpečnostní funkce stroje je možno použít pro snížení rizik vyvolaných pohybem částí stroje, při současném zachování produktivity, provozuschopnosti a použitelnosti stroje. Současně dojde ke splnění právně stanovených povinností a zajištění bezpečnosti osob a životního prostředí.

Funkční bezpečností u strojních zařízení se rozumí systémy, které bezpečně monitorují a v případě nutnosti také řídí strojní aplikace tak, aby byl zajištěn jejich bezpečný provoz. Systémy funkční bezpečnosti jsou navrženy tak, aby byly schopny detekovat nebezpečné podmínky, případně identifikovat požadavek uživatele na bezpečný stav a uvést stroj/proces do takového bezpečného stavu, nebo také způsobit provedení požadované činnosti, například bezpečně zastavit stroj/proces.

Do pojmu monitorování typicky patří sledování rychlosti/otáček, směru otáčení a zastavení. Pokud bezpečnostní systém v daném okamžiku aktivně plní bezpečnostní funkci, například monitoruje „plíživou“ rychlost a systém se odchýlí od očekávané hodnoty (například začne běžet příliš rychle), systém detekuje takovou odchylku a aktivně uvede stroj do bezpečného provozního stavu. Toho je možno dosáhnout například bezpečným zastavením stroje nebo snížením/vypnutím krouticího momentu hřídele motoru.

Bezpečnostní systém není součástí standardního řídícího systému stroje. Jakákoli porucha v bezpečnostním systému okamžitě zvýší riziko související se strojem. Takto může dojít k nebezpečné situaci, poněvadž stroj sice může normálně fungovat, avšak bezpečnostní funkce nebude funkční v okamžiku, kdy jí bude třeba. Zejména u aplikací spojených s vysokými riziky musí být bezpečnostní systém redundantní, tzn. musí mít rezervu, nebo musí být alespoň monitorován tak, aby porucha bezpečnostního systému nezpůsobila nebezpečnou situaci.

Směrnice pro strojní zařízení

Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2006/42/ES, určená pro strojní zařízení, v kombinaci s níže uvedenými harmonizovanými normami, definuje zásadní požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost (angl. Essential Health and Safety Requirements -EHSR) na úrovni Evropské unie. Požadavky EHSR jsou uvedeny v Příloze I této směrnice.

Zpracovatelé směrnice pro strojní zařízení vycházeli ze záměru, aby stroj byl bezpečný a aby byl navržen a konstruován tak, aby mohl být používán, konfigurován a udržován po celou dobu své životnosti a přitom představoval jen minimální riziko pro osoby a okolní prostředí.

Požadavky EHSR uvádí, že při hledání řešení návrhu a stavby bezpečného stroje musí výrobce aplikovat následující principy, v uvedeném pořadí (také známé pod pojmem „metoda tří kroků“, podle EN ISO 12100

1. V co nejvyšší míře eliminovat, tj. vyloučit nebo minimalizovat rizika posouzením bezpečnostních aspektů při návrhu a konstrukci stroje (návrh stroje musí být inherentně bezpečný, tedy stroj musí mít vlastní bezpečnost).
2. Zavést nutná ochranná opatření proti nebezpečí, která nelze vyloučit.
3. Informovat uživatele o zbývajících rizicích, která zůstala ve stroji navzdory přijetí všech možných ochranných opatření, a specifikovat požadavky na školení obsluhy nebo používání osobních ochranných pomůcek.

Dosažením shody s požadavky ESHR dává výrobci stroje oprávnění, aby na stroj umístil značku CE. Značkou CE výrobce garantuje, že výrobek vyhovuje všem nařízením pro volný pohyb zboží a také splňuje zásadní požadavky příslušných evropských směrnic, v tomto případě směrnice pro strojní zařízení.

Pozn.:
Pro strojní zařízení platí i další směrnice, například směrnice Rady Evropy č. 73/23/EHS, známá také pod pojmem „směrnice pro nízká napětí“, a dále směrnice č. 2014/30/EU týkající se elektromagnetické kompatibility. V tomto návodu se zabýváme pouze směrnicí č. 2006/42/ES pro strojní zařízení.

Pozn.:
Značka CE, udělovaná podle směrnice pro strojní zařízení, bývá upevněna pouze na kompletní stroj, nikoli na komponenty, z nichž takový stroj sestává. Za označení stroje značkou CE tedy odpovídá výrobce stroje nebo zástupce takového výrobce, nikoli výrobce konstrukční skupiny nebo komponenty, která je zabudována do finálního výrobku. Platí jedna výjimka, že totiž podle směrnice pro strojní zařízení může výrobce/zástupce výrobce umístit v Evropě značku CE také na bezpečnostní komponenty použité pro realizaci bezpečnostních funkcí stroje.

Výrobce stroje odpovídá za zpracování analýzy rizik stroje, postupem uvedeným v části 3, a za zajištění shody s požadavky. Výrobce komponent stroje odpovídá za

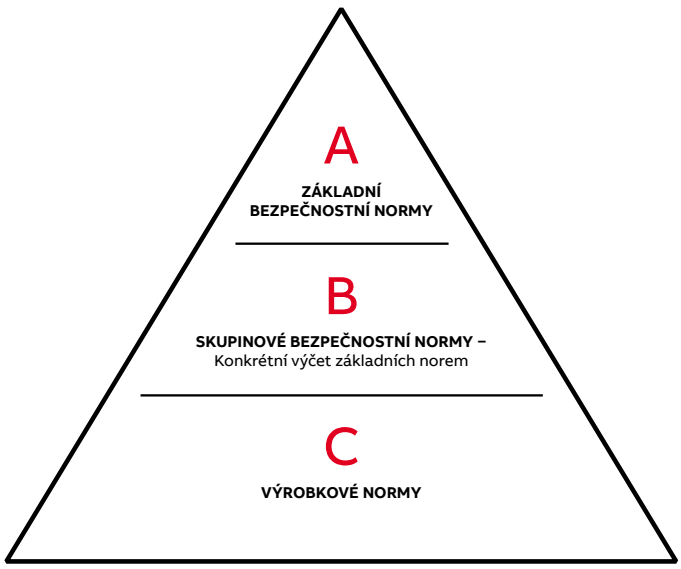
snížení rizika (vyjádřeným zkratkami SIL (= Safety Integrity Level = úroveň integrity bezpečnosti) a PL (= Performance Level = úroveň vlastností) bezpečnostní funkce dané komponenty, za předpokladu, že taková komponenta bude správně použita. Komponentou v tomto případě může být bezpečnostní relé nebo střídavý (AC) pohon s integrovaným systémem bezpečnostních funkcí.

Hierarchie systému evropských harmonizovaných norem

Evropský výbor pro normalizaci (franc. ComitéEuropéen de Normalisation – CEN) a Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice (franc. ComitéEuropéen de Normalisation Électrotechnique–CENELEC) zpracovávají návrhy verzí evropských EN norem, které pak mohou být použity jako tzv. harmonizované normy ve všech členských zemích EU. Všechny tyto harmonizované normy mají předponu „EN“ (avšak pozor! Ne všechny EN normy jsou „harmonizované normy“).

Seznam harmonizovaných norem pro strojní vybavení je možno najít na internetové adrese Evropské komise, http://ec.europa.eu.

Většina harmonizovaných norem odkazuje na jednu nebo více tzv. směrnic (angl. directives). Pokud chceme zajistit dodržení všech podstatných požadavků směrnice pro strojní zařízení, je vhodné se seznámit a používat příslušné harmonizované normy EN. Navržením stroje podle těchto norem výrobce prokazuje, že stroj vyhovuje požadavkům směrnice pro strojní zařízení a, což platí obecně, nemusí mít udělenu certifikaci třetí stranou.

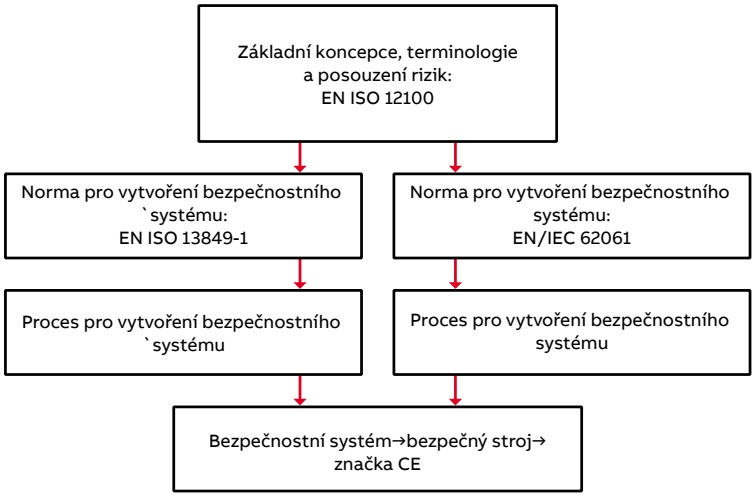


Obr. 1-1: Hierarchie evropských harmonizovaných norem

- Normy typu C se zabývají detailními bezpečnostními požadavky pro jednotlivý stroj nebo skupinu/třídu strojů. Pokud existuje norma typu C pro určitý stroj, pak příslušná norma typu B a případně A se stává druhořadou. Při návrhu bezpečnostních funkcí definují normy typu C přídavné mandatorní (povinně použitelné) požadavky na stroje, kterých se to týká. Pokud však pro určitý stroj neexistuje norma typu C, pak normy B a A představují pomocný prostředek pro návrh a konstrukci stroje, kterým se zajistí splnění požadavků směrnice pro strojní zařízení.
- Normy typu B se zabývají jedním bezpečnostním aspektem nebo jedním typem bezpečnostního zařízení, které může být použito pro větší počet strojů. Tyto normy podávají informace o možných rizicích a jejich řešení pomocí procesu snížení rizik. Normy typu B je možno rozdělit do dvou skupin – B1 a B2. Normy typu B1 se zabývají specifickými bezpečnostními aspekty, typu B2 obecně bezpečnostním vybavením stroje. Mezi normy typu B1 patří například EN/IEC EN 62061 a EN ISO 13849-1. Normy typu B2 řeší konkrétní bezpečnostní prvky a zařízení a definují například nouzové zastavení. Patří sem například norma EN ISO 13850.
- Normy typu A stanovují základní pravidla, konstrukční principy, terminologii a obecné faktory, které se vztahují na veškerá strojní zařízení. Samy o sobě nestačí pro zajištění shody s požadavky směrnice pro strojní zařízení. Jedinou normou typu A, harmonizovanou podle směrnice pro strojní zařízení je ČSN EN ISO 12100 „Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika“.

Pozn.:
Při návrhu stroje není nutné používat harmonizované normy, avšak ty obsahují doporučení a návody ke splnění požadavků směrnice pro strojní zařízení, kterým stroj musí vyhovět.

Část 2 – Normy platné pro strojní zařízení



Obr. 2-1: Úvod do norem

Dvě normy - IEC a ISO

Při implementaci systémů funkční bezpečnosti je možno postupovat podle dvou alternativních norem, které obě vyhovují směrnici pro strojní zařízení. Jedná se o normu ISO a IEC.

Při postupu podle kterékoli z obou norem dostaneme velmi podobný výsledek a výsledná úroveň integrity bezpečnosti (SIL) a úroveň vlastností (PL) jsou vzájemně porovnatelné. Bližší informace jsou uvedeny v porovnávací tabulce v části 3, krok 6.

Pozn.:
Záleží na výrobci stroje, kterou normu použije pro vytvoření bezpečnostního systému, pokud vůbec nějakou (EN ISO 13849-1 nebo EN/IEC 62061). Jakmile se však pro některou rozhodne, musí podle ní postupovat po celou dobu, od začátku do konce, pokud má být zajištěna shoda s takovou normou.

Normy CEN vychází z norem ISO a platí v zásadě pro mechanické vybavení – nové normy mají čísla řady 1xxxx, zatímco normy CENELEC vychází z norem IEC. Nové normy mají řady 6xxxx.

Pozn.:
Normy ISO jsou v tomto dokumentu uváděny jako EN ISO, s využitím symboliky uvedené v seznamu harmonizovaných norem. Normy vycházející z IEC jsou uváděny jako EN/IEC. V předznamenání jsou uvedena obě označení, ačkoli normy IEC jsou v seznamu harmonizovaných norem prezentovány pouze označením EN (např. EN/IEC EN 62061).

Norma pro minimalizaci rizika

Základní bezpečnostní norma pro minimalizaci rizika má označení:

- **EN ISO 12100** (Bezpečnost strojních zařízení – Základní pojmy, všeobecné zásady pro konstrukci)

Norma **EN ISO 12100** uvádí základní terminologii, nastiňuje obecný rámec a podává návod pro návrh stroje, uvádí pokyny a požadavky pro posouzení a snížení rizika (metoda tří kroků).

Normy pro systémy elektronické bezpečnosti

Normy pro systémy elektronické bezpečnosti jsou následující:

- **ČSN EN ISO 13849-1 (**Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci),
- **ČSN EN ISO 13849-2** (Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečnostní části ovládacích systémů – Část 2: Ověřování)
- **ČSN EN/IEC 62061** (Bezpečnost strojních zařízení - Funkční bezpečnost elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídících systémů souvisejících s bezpečností),
- **ČSN IEC 61508** (Funkční bezpečnost elektrických / elektronických / programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností)
- a **ČSN EN/IEC 60204-1** (Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů – Část 1: Všeobecné požadavky).

EN ISO 13849-1 je norma, která je určena projektantům a stanovuje požadavky na stroj, pokud tento má být bezpečný. Požadavky obsahují doporučení pro návrh, začlenění a validaci systémů. Mohou být použity pro díly řídících systémů související s bezpečností a dále pro různé druhy strojního zařízení, bez ohledu na použitou technologii a energii. Norma dále uvádí speciální požadavky na díly, související s bezpečností, obsahující programovatelné elektronické systémy. Norma zahrnuje celou bezpečnostní funkci pro všechna zařízení, z nichž taková bezpečnostní funkce sestává (kompletní bezpečnostní řetězec, např. senzor – logika – akční člen).

Norma definuje způsob určení požadované úrovně vlastností (Performance Level - PL), dosažení a ověření takové úrovně v rámci systému. Úroveň vlastností PL popisuje, nakolik je bezpečnostní systém schopen plnit bezpečnostní funkci v předvídatelných podmínkách. Úroveň PL je definována v pěti stupních: a, b, c, d a e. Úroveň vlastností „e“ představuje nejvyšší schopnost snížení rizikovosti, úroveň PL „a“ nejnižší.

ČSN EN ISO 13849-2 specifikuje proces ověřování (validace) a požadovaná opatření / metody pro návrh bezpečnostních funkcí, nastavených podle ČSN EN ISO 13849-1.

ČSN EN/IEC 62061 je normou pro návrh systémů elektrické bezpečnosti. Jedná se o specifickou normu pro sektor strojních zařízení v rámci IEC 61508. Norma ČSN EN/IEC 62061 obsahuje doporučení pro návrh, integraci a validaci elektrických, elektronických a programovatelných elektronických řídících systémů souvisejících s bezpečností strojů. Pokrývá celý bezpečnostní řetězec, tj. senzor – logiku – akční člen. Jednotlivé dílčí subsystémy nemusí být certifikovány v případě, že definované požadavky jsou splněny celou bezpečnostní funkcí. Je však výrazně doporučeno používat certifikované subsystémy ve formě stavebních bloků/modulů, neboť tímto způsobem se dá ušetřit práce související s návrhem a procesem verifikace.

Pozn.:
Na rozdíl od ČSN EN ISO 13849-1 nezahrnuje ČSN EN/IEC EN 62061 požadavky pro řídící zařízení nemající souvislost s bezpečností, například s hydraulickými nebo pneumatickými prvky bezpečnostně vázaného řídícího systému.
Uvedená norma používá úroveň integrity bezpečnosti (SIL) pro vyjádření kompletních bezpečnostních funkcí a pro bezpečnost subsystémů (jednotlivých bezpečnostních prvků, například relé). SIL je vyjádřením schopnosti snížení rizikovosti bezpečnostních funkcí/subsystémů. Existují čtyři možné úrovně integrity bezpečnosti: 1, 2, 3 a 4. „SIL 4“ znamená nejvyšší úroveň integrity bezpečnosti, „SIL 1“ nejnižší. Ve strojírenství se používají pouze úrovně 1-3.

Norma **ČSN IEC 61508** je základní normou pro stanovení funkční bezpečnosti. Pokrývá celou dobu životnosti systémů tvořených elektrickými a/nebo elektronickými a/nebo programovatelnými elektronickými komponentami použitými pro realizaci bezpečnostních funkcí. ČSN IEC 61508 není harmonizovanou normou, avšak je hlavní normou, která definuje požadavky a metody pro návrh řídících systémů souvisejících s bezpečností a komplexně stanovuje rozsah hardwaru a softwaru. IEC 61508 bývá obecně používána v případě, že chceme navrhnout certifikovatelné bezpečnostní subsystémy. Normy ČSN EN ISO 13849-1 a ČSN EN/IEC 62061 vychází ze zásad stanovených v ČSN IEC 61508.

ČSN EN/IEC 60204-1 dává doporučení a stanovuje požadavky na elektrické vybavení strojů určené pro zvýšení bezpečnosti a využitelnosti strojního zařízení.

Výrobkově specifické bezpečnostní normy (normy typu C)

Výrobkově specifické bezpečnostní normy, známé také jako normy typu C, se zabývají specifickým strojem nebo specifickou třídou strojů a vychází z předpokladu, že je dodržena shoda s požadavky na ochranu zdraví a bezpečnosti (EHSR) podle normy.

V této souvislosti je třeba si zapamatovat následující:

- Požadavky specifikované v normách typu C mají za normálních okolností vyšší prioritu než požadavky stanovené v obecných bezpečnostních normách (EN/IEC 62061, EN ISO 13849-1, atd.).

- Normy typu C mohou samy stanovit požadavky na SIL/PL pro specifické bezpečnostní funkce. Ty pak minimálně musí být dodrženy, bez ohledu na výsledky posouzení rizik (posouzení rizikovosti však musí také být vždy provedeno).

Pozn.:
I když seznamy nebezpečí, která případně může přinášet určitý stroj a určená v průběhu posouzení rizikovosti a popisovaná v normě typu C jsou totožná, nemusí norma brát v úvahu všechny relevantní požadavky EHSR. Proto je vždy nutné komplexně prošetřit, zda neexistují ještě nějaká další nebezpečí podle normy, která nejsou na seznamu vedena.

Specifická norma pro pohonné systémy vázané na bezpečnost

Specifická norma pro bezpečnostní systémy související s pohony:

- **EN/IEC 61800-5-2** (Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 5-2: Bezpečnostní požadavky – Funkční).

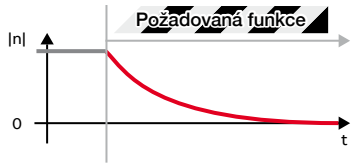
EN/IEC 61800-5-2 uvádí specifikace a doporučení pro pohonné systémy použité v aplikacích majících vazbu na bezpečnost. Jedná se o výrobkovou normu, která definuje bezpečnostně vázané aspekty v definičním rozsahu ČSN IEC 61508 a stanovuje požadavky na pohonné systémy pro případ, že tyto jsou použity jako dílčí systémy (subsystémy) v bezpečnostních systémech.

Standardizované bezpečnostní funkce

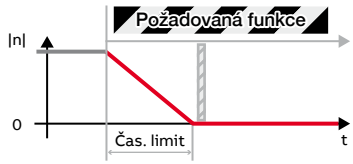
Norma ČSN EN/IEC 61800-5-2 definuje bezpečnostní funkce pro pohony. Konkrétní pohon pak může mít jednu nebo více těchto funkcí. Uvedeme několik příkladů:

Funkce „Safe torque off (STO)“ = bezpečné odpojení momentu
Při aktivaci uvede tato funkce stroj bezpečně do stavu, kdy stroj nevyvíjí žádný krouticí moment a/nebo kdy by mohlo dojít k jeho náhodnému uvedení do provozu.

Pozn.: funkce STO neposkytuje ochranu proti nebezpečí elektrického charakteru.



Funkce „Safe stop 1 (SS1-t)“, tj. bezpečného zastavení s monitorováním času
Tato funkce inicializuje zpomalování otáček motoru a po uplynutí určité specifické časové prodlevy provede funkci STO.

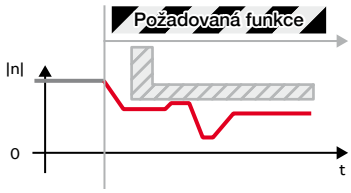


Funkce „Safe stop 1 (SS1-r)“, tj. bezpečného zastavení s monitorováním doběhové rampy
Tato funkce inicializuje a monitoruje zpomalování otáček motoru v rámci zvolených mezí pro zastavení motoru a jakmile otáčky motoru poklesnou pod určitou specifikovanou mezní hodnotu, provede funkci STO.

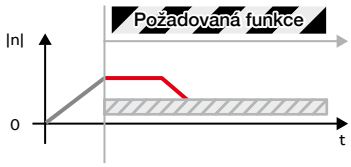
Funkce „Safe stop 2 (SS2)“, tedy bezpečného zastavení typu 2
Po aktivaci této funkce dojde k bezpečnému zastavení motoru a to tak, že při poklesu otáček pod určitou hodnotu nebo po uplynutí definovaného časového limitu dojde k bezpečnému zastavení provozu (nastane funkce SOS = Safe Operating Stop = bezpečné zastavení provozu).

Funkce „Safe operating stop (SOS)“ = bezpečné zastavení provozu
Při aktivaci udrží tato funkce motor v bezpečném klidovém stavu tím, že blokuje jeho krouticí moment.

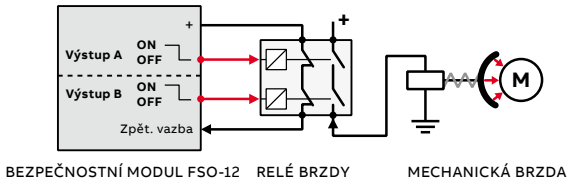
Funkce „Safely-limited speed (SLS)“ = bezpečně omezená rychlost
Při aktivaci zabrání tato funkce, aby motor překročil definované mezní otáčky.



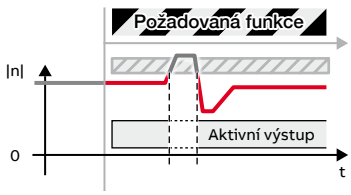
Funkce „Safe direction (SDI)“ = bezpečný směr pohybu
Při aktivaci zabrání tato funkce, aby se hřídel motoru pohyboval v nežádoucím směru.



Funkce „Safe brake control (SBC)“ = bezpečné ovládání brzdy
Při aktivaci zajistí tato funkce bezpečný výstupní signál pro ovládání externí (mechanické) brzdy.



Funkce „Safe speed monitor (SSM)“ = sledování bezpečné rychlosti
Při aktivaci zajistí tato funkce bezpečný výstupní signál pro indikování, zda jsou otáčky motoru pod stanovenou mezí.



Viz norma ČSN EN/IEC 61800-5-2, kde jsou uvedeny další příklady bezpečnostních funkcí.

Pozn.:
Funkce SOS, SLS a SDI jsou monitorovací funkce, tzn. že sledují, zda pohyb nebo klid pohonu se nachází ve stanovených mezích. Pokud tyto funkce zjistí, že pohyb se nenachází v definovaných mezích, aktivují funkci odezvy na poruchu, kterou typicky bývá bezpečné odpojení momentu (STO).

Nouzové operace (angl. Emergency operations)
Norma EN/IEC 60204-1 definuje dvě nouzové operace a to: nouzové vypnutí (angl. emergency switching-off) a nouzové zastavení (angl. emergency stop).

Nouzové vypnutí (angl. Emergency switching-off)
Funkce nouzového vypnutí přeruší přívod napájení do systému, nebo do některé jeho části v případě, že hrozí riziko úrazu elektrickým proudem.

Tato funkce vyžaduje přítomnost externích spínacích komponent, které splňují požadavky na odpojovací zařízení a které nelze dosáhnout funkcí bezpečného odpojení momentu (funkce STO).

Nouzové zastavení (angl. Emergency stop)
Nouzové zastavení musí fungovat tak, že při aktivaci dojde k zastavení nebezpečného pohybu strojního zařízení a stroj za žádných okolností nelze uvést do chodu, ani po odblokování nouzového zastavovacího tlačítka. Odblokováním nouzového zastavovacího tlačítka se může pouze umožnit nové spuštění stroje, nikoli uvést stroj do chodu.

- Funkce nouzového zastavení dokáže zastavit nebezpečný pohyb následující činností:
  - optimálním zpomalení pohybu stroje až do zastavení
  - aktivací jednou ze dvou kategorií nouzového zastavení, označovanou 0 nebo 1,
  - případně postupem podle předem definovaného sledu vypínacích kroků.

Nouzové zastavení kategorie 0 (podle EN/IEC 60204-1) znamená okamžité přerušení dodávky energie do motoru. Kategorie 0 je ekvivalentní funkci bezpečného odpojení momentu (STO), podle definice v normě EN/IEC 61800-5-2.

Nouzové zastavení kategorie 1 (podle EN/IEC 60204-1) znamená uvedení pohybu/otáček stroje do klidu řízeným zpomalovacím postupem a následným vypnutím napájení motoru. Nouzové zastavení kategorie 1 odpovídá funkci bezpečného zastavení typu 1 (SS1) podle definice v normě EN/IEC 61800-5-2.

Po aktivaci této kategorie nesmí funkce nouzového zastavení vyprodukovat žádné další nebezpečí a nesmí také vyvolat nutnost dalšího zásahu ze strany obsluhy stroje.

Pozn.:
Principy návrhu funkce nouzového zastavení jsou popsány v normě EN ISO 13850.

Zábrana neočekávaného rozběhu
Jednou z nejdůležitějších podmínek bezpečného stroje je, aby stroj zůstal v klidu v době, kdy v nebezpečné oblasti se nachází osoby.

Funkce **bezpečného odpojení momentu (STO)** se dá použít jako účinná zábrana neočekávaného rozběhu stroje. Bezpečné zastavení funguje tak, že dojde k přerušení dodávky energie pouze do motoru, zatímco hlavní řídicí obvody pohonu jsou stále pod napětím. Pokud chceme zabránit neočekávanému rozběhu stroje, je třeba použít u funkce STO další zařízení, například uzamykatelný spínač.

Zařízení, která nesplňují požadavky funkce odpojení přívodu energie (např. systém silového pohonu, angl. Power Drive System - PDS, vybavená funkcí bezpečného odpojení momentu (STO) podle IEC 61800-5-2),je možno použít pouze k zábraně neočekávaného rozběhu, a to při provádění například následujících činností:
- kontroly;
- nastavování;
- práce na elektrickém vybavení, kde:
  - nehrozí nebezpečí úrazu či popálení elektrickým proudem;
  - prostředky pro vypnutí přívodu energie jsou účinné po celou dobu provádění práce;
  - prováděny jsou práce pouze drobného charakteru (například výměna násuvných prvků bez narušení stávajícího vodičového připojení).

Principy a požadavky na zábranu neočekávaného rozběhu stroje jsou popsány v normách EN/IEC 60204-1 a EN 1037. Další normou, která se zabývá zábranou neočekávaného rozběhu stroje, je ISO 14118.

Část 3 – Kroky ke splnění požadavků směrnice pro strojní zařízení

Směrnice pro strojní zařízení vyžaduje, aby strojní zařízení bylo bezpečné. Nulové riziko však neexistuje nikde. Cílem je tedy minimalizace rizik.

Shody se směrnicí pro strojní zařízení je možno dosáhnout:

- splněním požadavků uvedených v harmonizovaných normách, nebo
- nechat si prošetřit přejímku stroje autorizovanou třetí osobou.

Proces splnění požadavků EHRS podle směrnice pro strojní zařízení, s využitím harmonizovaných norem, je možno rozdělit do devíti kroků:

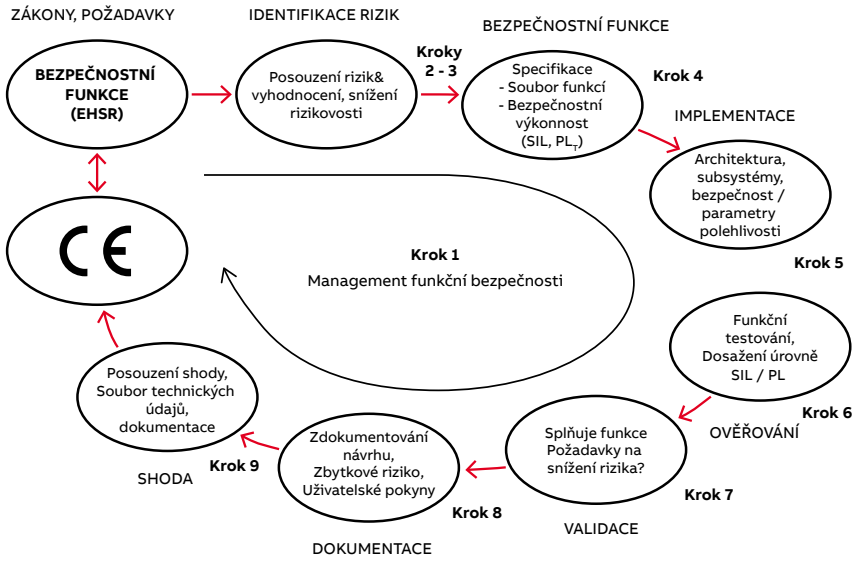
- **Krok 1: Management funkční bezpečnosti**– řízení funkční bezpečnosti po celou dobu životnosti stroje.
- **Krok 2: Posouzení rizik**– analýza a vyhodnocení rizik.
- **Krok 3: Snížení rizik**– vyloučení nebo minimalizace rizik návrhem stroje a odpovídající dokumentací.
- **Krok 4: Stanovení bezpečnostních požadavků**– definice požadavků (soubor funkcí, bezpečnostní úroveň) pro eliminaci nebo snížení rizik na přijatelnou úroveň.
- **Krok 5: Implementace systému funkční bezpečnosti**– návrh a vytvoření bezpečnostních funkcí.
- **Krok 6: Ověřování systému funkční bezpečnosti**– ověření, že bezpečnostní systém splňuje definované požadavky.
- **Krok 7: Validace systému funkční bezpečnosti**– přezkoumání zavedeného bezpečnostního systému porovnáním s výsledky posouzení rizik a ujištěním se, že bezpečnostní systém skutečně snižuje rizikovost podle specifikace.
- **Krok 8: Dokumentace systému funkční bezpečnosti**– zdokumentování návrhu; zpracování uživatelské dokumentace.
- **Krok 9: Zajištění shody**– prokázání, že stroj vyhovuje požadavkům EHSR uvedeným ve směrnici pro strojní zařízení. Prokázání se provede posouzením shody s požadavky a zpracováním souboru technických údajů.

Každý z těchto kroků je podrobněji vysvětlen v následujících kapitolách.

Aktualizace stávajícího strojního vybavení
Při aktualizaci bezpečnostních požadavků na stávající stroje je třeba si všimnout následujících problémových okruhů:

- U strojů, které již mají značku CE: nové komponenty přidávané do stroje musí také mít značku CE podle příslušných směrnic, např. směrnice pro nízká napětí a směrnice pro elektromagnetickou kompatibilitu (EMC; bezpečnostní komponenty musí také vyhovovat směrnici pro strojní zařízení). Směrnice pro strojní vybavení vyžaduje, aby pro každý konkrétní případ bylo definováno, jakým způsobem budou nové komponenty zařazeny do starého systému.
- U strojů, které nemají značku CE: bezpečnostní úroveň stroje je možno zachovat náhradou komponent za nové, které mají značku CE.

V konečném důsledku však záleží na rozhodnutí příslušného orgánu, zda změna byla natolik rozsáhlá, aby bylo možno hovořit o aktualizaci bezpečnostní úrovně.



Obr. 3-1: Postupový diagram pro kontrolu plnění požadavků směrnice pro strojní zařízení

Krok 1: Management funkční bezpečnosti

Pro dosažení požadované funkční bezpečnosti je nutné realizovat takový projektový management a zavést takový systém řízení kvality, který vyhovuje například normám IEC 61508 nebo ISO 9001. Tento systém řízení je možno specifikovat například ve formě bezpečnostního plánu (angl. safety plan).

Bezpečnostní plán (angl. Safety plan)
Norma EN/IEC 62061 specifikuje pro proces bezpečnostní plán, jehož cílem je splnění požadavků funkční bezpečnosti, podle specifikace ve směrnici pro strojní zařízení. Plán musí být zpracován a zdokumentován pro každý bezpečnostní systém, a musí v případě potřeby procházet aktualizací.

- Bezpečnostní plán:
  - identifikuje všechny důležité činnosti,
  - popisuje zásady a strategii pro naplnění požadavků funkční bezpečnosti
  - identifikuje odpovědnosti,
  - identifikuje nebo stanovuje postupy a určuje zdroje pro dokumentaci,
  - popisuje strategii managementu konfigurace
  - a obsahuje plány pro ověřování a validaci.

Pozn.:
I když výše uvedené činnosti nejsou v normě EN ISO 13849-1 konkrétně specifikovány, přesto tyto a podobné činnosti jsou nutné pro komplexní splnění požadavků směrnice pro strojní zařízení.

Po zpracování bezpečnostního plánu (podle EN/IEC 62061) pokračuje proces posouzením rizik.

Krok 2: Posouzení rizik

Posouzení rizik je proces, v němž probíhá analýza a vyhodnocení rizik. Riziko je dáno kombinací následků nějaké škodlivé akce (tzn. posouzením, jak závažné musí být zranění nebo škoda, má-li takové nebezpečí vést k nehodě) a pravděpodobnosti vzniku škodlivé akce v případě, že stroj bude vystaven nebezpečí.

Pozn.:
Směrnice pro strojní zařízení 2006/42/EC říká, že posouzení rizik určitého stroje musí být povinně provedeno a musí být zdokumentováno. Směrnice pro strojní zařízení 2006/42/EC dále požaduje, aby výrobci prováděli posouzení rizik a jeho výsledky brali v úvahu při technickém návrhu stroje. Posouzena musí být všechna rizika a v případě nutnosti musí být rizika snížena na přijatelnou úroveň formou změn v návrhu, nebo použitím vhodných zabezpečovacích postupů.

Proces posouzení rizik podle EN ISO 12100 sestává ze dvou částí: analýzy rizik a vyhodnocení rizik. Pojmem „analýza rizik“ se rozumí identifikace a posouzení rizik, pojmem „vyhodnocení rizik“ se rozumí rozhodnutí, zda je takové riziko přijatelné, nebo zda bude třeba přijmout opatření na snížení takového rizika.

Vyhodnocení rizik se provádí na základě výsledků analýzy rizik. Rozhodnutí o nutnosti snížení rizika je výsledkem postupu vyhodnocení rizik.

Pozn.:
Vyhodnocení rizik musí být prováděno samostatně pro každé nebezpečí.

Čtyři kroky analýzy rizik:

1. Určení omezení a zamýšleného použití stroje.
   - Do omezení patří:
     - omezení používání
     - prostorová omezení
     - omezení daná okolním prostředím
     - omezení daná životností stroje

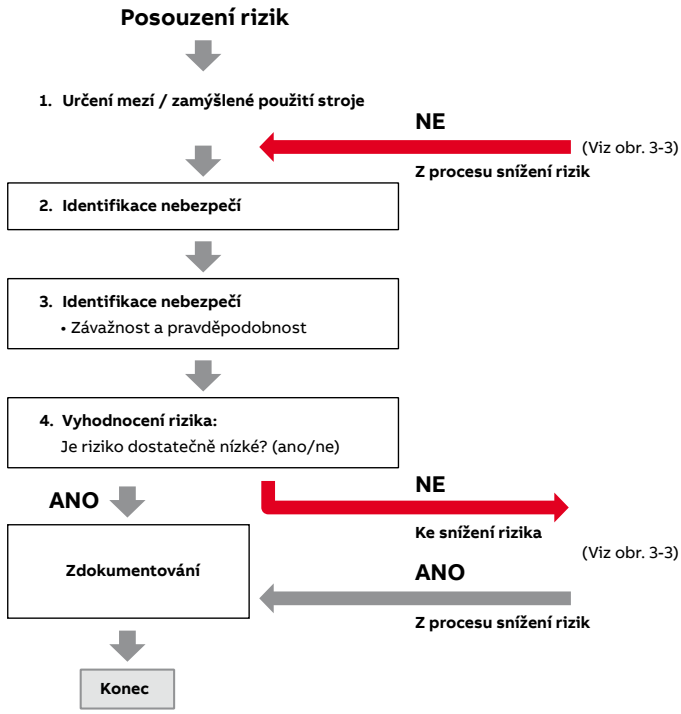
2. Identifikace nebezpečí, která mohou vycházet ze stroje.

3. Odhad následujících parametrů pro každé jednotlivé riziko:
   - Závažnost rizika (možné důsledky)
   - Pravděpodobnost výskytu rizika (četnost, pravděpodobnost, možnosti vyhnutí se riziku)

4. Vyhodnocení rizika: je třeba snížit takové riziko?
   - **ANO:** aplikujte opatření na snížení rizik a vraťte se zpět do kroku 2 analýzy rizik.

Pozn.:
V následující kapitole je popsána metoda 3 kroků ke snížení rizik podle EN ISO 12100.

- **NE:** Cílová hodnota snížení rizik je splněna a proces posouzení rizik tímto končí. Zdokumentujte proces posouzení rizik a jeho výsledky pro každé jednotlivé nebezpečí.



Obr. 3-2: Posouzení a vyhodnocení rizik podle EN ISO 12100

Jakmile bylo provedeno posouzení rizik a zdokumentováno, jsou dále k dispozici dvě volitelné možnosti, které závisí na výsledku posouzení:

- Volitelná možnost 1
  Pokud se při posouzení rizika dojde k závěru, že není třeba riziko snižovat, znamená to, že stroj dosáhl odpovídající úrovně bezpečnosti požadované směrnicí pro strojní zařízení.

Pozn.:
Následně musí být ve všech návodech k obsluze a údržbě zdokumentována všechna zbytková rizika. Nějaké zbytkové riziko vždy existuje.

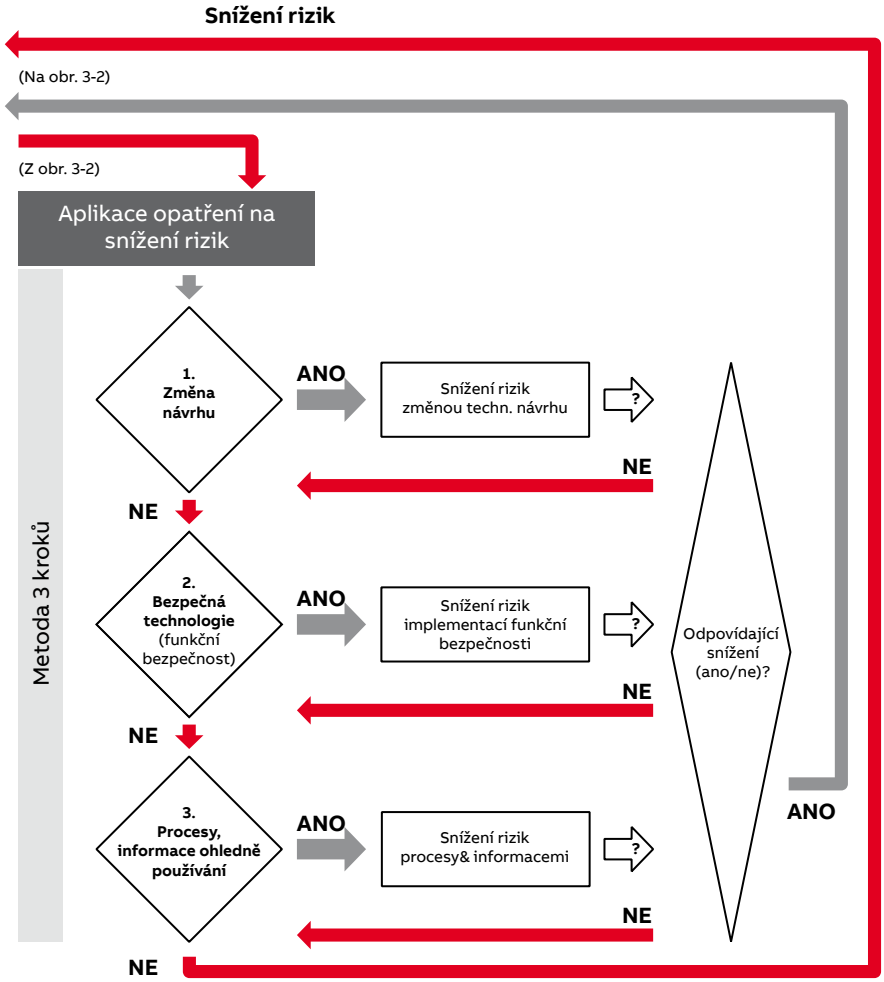
- Volitelná možnost 2
  Pokud se v procesu posouzení zjistí, že určité riziko je nepřijatelné, následuje proces snížení rizika.

Krok 3: Snížení rizik

Mezi nejúčinnější způsoby,jak určité riziko minimalizovat, patří vyloučení takového rizika již v etapě návrhu stroje, například změnou konstrukčního návrhu nebo pracovního procesu stroje. Pokud toto nelze zrealizovat, pak jedinou další cestou je proces snížení rizik a zajištění shody s požadavky směrnice pro strojní zařízení, postupem popsaným v harmonizovaných normách.

Pokud dojdeme v procesu posouzení rizik k závěru, že určité riziko je třeba snížit, následuje zpracování strategie minimalizace rizika. Podle normy EN ISO 12100 je možno proces snížení rizika rozdělit do tří kroků (metoda tří kroků):

Metoda tří kroků
1. Realizace opatření pro dosažení inherentně bezpečného návrhu stroje (tzn. navrhnout stroj tak, aby měl vlastní bezpečnost): zpracování bezpečného technického návrhu stroje, změna procesu, odstranění (eliminace) rizika samotným technickým návrhem.
2. Zabezpečení stroje a realizace doplňkových ochranných opatření – kryt a ochranná zařízení (bezpečnostní funkce).
3. Informace ohledně používání stroje (jak řídit zbytková rizika):
   - odpovídající informace umístěné na stroji: výstražné symboly, signály a výstražná zařízení
   - odpovídající informace v provozních pokynech.



—
Figure 3-3: The 3-step method for risk reduction according to EN ISO 12100

Pojmem „zbytkové riziko“ se rozumí riziko, které stále ve stroji zůstane i přes posouzení a zavedení všech ochranných opatření. U jakéhokoli technologického zařízení nelze dosáhnout nulového rizika. Tedy ve stroji jsou stále přítomna určitá zbytková rizika.

Všechna zbytková rizika musí být řádně popsána v návodu k obsluze.

Úloha uživatele při snížení rizik vychází z informací, které mu byly poskytnuty konstruktérem (výrobcem) stroje. Uživatel stroje / organizace provozující stroj postupuje při snížení rizik následovně:

- Opatření na snížení rizik, přijatá typicky v organizaci provozovatele stroje:
  - zavedení bezpečných pracovních postupů
  - sledování práce
  - systém pracovních povolenek
- Opatření a používání přídavných bezpečnostních prvků (krytů)
- Používání osobních ochranných pomůcek
- Školení uživatelů
- Řádné seznámení se s provozními a bezpečnostními pokyny. Jednat podle těchto pokynů.

Projektanti by při definici ochranných opatření měli využívat zpětnou vazbu na uživatele a jejich zkušeností z provozu stroje.

Po realizaci opatření ke snížení rizik je třeba v dalším postupu překontrolovat, zda jsou přijatá opatření odpovídající a zda sníží riziko na přijatelnou úroveň. Toho je možno dosáhnout opakováním procesu posouzení rizik.

Následující kroky popisují volitelnou možnost 2 z metody 3 kroků: zabezpečení realizací řešení funkční bezpečnosti.

Krok 4: Stanovení bezpečnostních požadavků

Po provedení všech změn v návrhu stroje, zaměřených na snížení rizik, je třeba specifikovat přídavné potřeby související se zabezpečením. Implementovaná řešení pro zajištění funkční bezpečnosti je možno použít ke snížení zbytkových nebezpečí a to tak, že přijmeme doplňková opatření ke snížení rizik.

Bezpečnostní funkce
Bezpečnostní funkce je funkce, která musí řádně fungovat a která zajistí odpovídající úroveň ochrany pro uživatele stroje. Porucha takové funkce může okamžitě uvést uživatele stroje do rizika, neboť od tohoto okamžiku nelze zaručit bezpečné používání stroje. Zjednodušeně řečeno, sem patří opatření, která je třeba přijmout ke snížení pravděpodobnosti nežádoucí události a kterou je uživatel vystaven určitému nebezpečí. Bezpečnostní funkce není součástí samotného provozu/ovládání stroje. Tedy, pokud dojde k poruše bezpečnostní funkce, může stroj i nadále normálně fungovat, avšak dojde ke zvýšení úrovně rizika úrazu provozem takového stroje.

Definice bezpečnostní funkce má vždy dvě složky:

- **Požadovaná akce** (co je třeba udělat ke snížení rizika)
- a SIL (= Safety Integrity Level = úroveň integrity bezpečnosti), případně PL (= Performance Level = úroveň vlastností).

Pozn.:
Důležité je také specifikovat časové požadavky na aktivaci bezpečnostní funkce, tzn. stanovit maximální povolenou dobu, po jejímž uplynutí přejde systém do bezpečného stavu.

Důležité je také specifikovat časové požadavky na aktivaci bezpečnostní funkce, tzn. stanovit maximální povolenou dobu, po jejímž uplynutí přejde systém do bezpečného stavu.

Pozn.:
Bezpečnostní funkce musí být specifikována, ověřena (její funkčnost a úroveň bezpečnostních vlastností) a validována samostatně pro každé identifikované nebezpečí zvlášť.

Příklad bezpečnostní funkce:
Riziko, které je třeba snížit: nekrytý rotující hřídel může způsobit úraz v případě, že se osoba k němu přiblíží příliš blízko.

Úkon: pokud chceme zabránit, aby nedošlo k úrazu osob otáčejícím se hřídelem, musíme v případě otevřené bezpečnostní brány zastavit pohyb motoru během jedné (1) sekundy.

Jakmile definujeme bezpečnostní funkci, která realizuje bezpečnostní úkon, musíme pro tuto funkci stanovit požadovanou bezpečnostní úroveň.

Bezpečnostní vlastnosti / integrita
Bezpečnostní integrita je pojem, kterým se poměřuje výkonnost bezpečnostní funkce. Je výrazem pravděpodobnosti, že bylo dosaženo bezpečnostní funkce. Požadovaná bezpečnostní integrita pro danou funkce je určena v procesu posuzování rizik a je vyjádřena dosaženou úrovní integrity bezpečnosti (SIL), případně úrovní vlastností (PL), což záleží na použité normě.

Zmíněné dvě normy používají různé způsoby vyhodnocení účinnosti bezpečnostní funkce, avšak jejich výsledky jsou porovnatelné. Termíny a definice jsou v obou normách podobné.

Stanovení požadované úrovně SIL (EN/IEC 62061)
Proces určení požadované úrovně integrity bezpečnosti (SIL) je následující:
1. 1Určíme závažnost následků úrazu.
2. 2Stanovíme bodovou hodnotu pro četnost vzniku a trvání škodlivého jevu, kterému je osoba vystavena a při kterém dojde ke zranění osoby.
3. 3Určíme bodovou hodnotu pravděpodobnosti, že dojde k nebezpečné události, které může být osoba vystavena a při níž dojde ke zranění osoby.
4. Určíme bodovou hodnotu pro možnost zábrany nebo omezení rozsahu zranění.

Tip:
Požadovanou úroveň SIL je možno s výhodou určit softwarovým nástrojem pro práci na PC, s názvem „Functional Safety Design Tool – FSDT“ od ABB.

Příklad:
Parametry používané při stanovení bodových hodnot jsou uvedeny v následujícím příkladu v přiřazovací tabulce SIL.

PRAVDĚPODOBNOST, ŽE DOJDE K ÚRAZU

Fr	
Četnost, trvání	
<= hodina	5
> 1h <= den	5
> den <= 2 prac. dny	4
> 2 prac. dny <= 1 rok	3
> 1 rok	2

Pr	
Pravděpodobnost vzniku nebezpečné události	
Velmi vysoká	5
Pravděpodobná	4
Možná	3
Zřídka kdy se vyskytující	2
Zanedbatelná	1

Av	
Je možno se jí vyhnout?	
Nemožné	5
Možná	3
Pravděpo-dobné	1

5 + 3 + 3 = 11

ZÁVAŽNOST ÚRAZU

SIL

Se		Třída				
Následky (závažnost)		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Smrt, ztráta ruky, oka nebo paže	4	SIL2	SIL2	SIL2	SIL3	SIL3
Trvalá, ztráta prstů	3		OM	SIL1	SIL2	SIL3
Nezanechá následky, kontrola lékaře	2			OM	SIL1	SIL2
Nezanechá následky, první pomoc	1				OM	SIL1

Potřebujeme bezpečnostní funkci SIL 2

—
Obr. 3-4: Příklad přiřazovací tabulky SIL (vychází z normy EN/IEC 62061, tabulky A.1-A.4; A.6)

Na tomto příkladu vidíme analýzu nebezpečí provedenou pro obnažený otáčející se hřídel.

1. Závažnost (angl. severity (Se)) = 3. Následkem projevu takového nebezpečí je trvalé zranění, pravděpodobně ztráta prstů.
2. Četnost (angl. frequency (Fr)) = 5. Osoba je vystavena tomuto nebezpečí několikrát denně.
3. Pravděpodobnost (angl. Probability (Pr)) = 3. Je možné, že se toto nebezpečí aktivně projeví.
4. Možnost vyhnutí se (angl. Avoidance (Av)) = 3. Tomuto nebezpečí je možno se vyhnout.
   - 5 + 3 + 3 = 11, s určením následků. V daném případě jde o SIL 2.

V normě jsou uvedeny tabulky užívané pro určení počtu bodů.

Po stanovení požadované úrovně integrity bezpečnosti (SIL) je možno začít s implementací (zavedením) systému bezpečnosti.

Určení požadované úrovně vlastností (PL; podle EN ISO 13849-1)
Při určování požadované úrovně vlastností (PL) bezpečnostní funkce zvolte jednu z možností v následujících kategoriích a vytvořte si tak cestu ke zjištění požadované PL v diagramu.

1. **Určení závažnosti škody.**
   Parametry závažnosti jsou následující:
   S1 – lehké zraněné, obvykle bez následků
   S2 – závažné zranění, obvykle s trvalými následky, včetně smrti

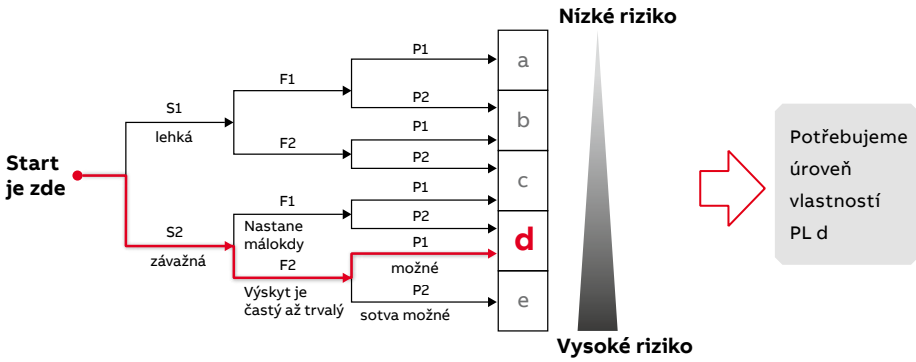
2. **Určení četnosti a trvání působení nebezpečí.**
   Četnost a trvání jsou:
   F1 – řídký až častý výskyt, a/nebo krátká doba působení
   F2 – četný až trvalý výskyt a/nebo dlouhá doba působení (expozice)

3. **Určení možnosti vyhnout se takovému nebezpečí nebo omezení zranění.**
   Parametry týkající se vyhnutí se nebezpečí a omezení možnosti zranění jsou:
   P1 – možné za určitých podmínek
   P2 – sotva možné

Pozn.:
Obě pravděpodobnosti, tzn. pravděpodobnost vyhnutí se nebezpečí a pravděpodobnost výskytu nebezpečného jevu, jsou zkombinovány v parametru P. P1 by měl být volen v případě, že existuje reálná šance vyhnout se nebezpečí nebo významně omezit jeho účinek. V opačném případě je třeba zvolit P2. Pokud je možno řádně zdůvodnit, že pravděpodobnost výskytu nebezpečného jevu bude nízká, můžeme úroveň PL snížit o jeden stupeň (viz EN 13849-1, kde jsou uvedeny další informace).

Tip:
Požadovanou úroveň PL je možno s výhodou určit softwarovým nástrojem pro práci na PC, s názvem „Functional Safety Design Tool – FSDT“ od ABB.

Příklad:
V následujícím grafu rizik je úroveň vlastností bezpečnostní funkce znázorněna kategoriemi a, b, c. d a e.



—
Obr. 3-5: Příklad rizikového grafu s určením úrovně vlastností (PL) bepečnostní funkce (podle EN ISO 13849-1, obr. A.1)

V tomto příkladu jsme provedli analýzu nebezpečí pro nekrytý otáčející se hřídel.

- Následek takového nebezpečí je závažný. Zranění s trvalými následky. Závažnost = S2.
- Osoba je vystavena působení nebezpečí několikrát denně. Četnost = F2.
- Je možné se vyhnout nebo omezit zranění vyvolaná takovým nebezpečím. Možnost = P1.

Tímto postupem se dostaneme k hodnotě PL = d. Tabulka použitá pro stanovení počtu bodů vychází z normy. Jakmile určíme hodnotu PL, je možné začít s implementací bezpečnostního systému.

Krok 5: Implementace systému funkční bezpečnosti

Při návrhu a vytváření bezpečnostní funkce vycházíme z předpokladu, že napřed si naplánujeme a pak sestavíme bezpečnostní funkci, abych mohli splnit požadované úrovně SIL/PL specifikované pro tuto bezpečnostní funkci (podle postupu v předchozí kapitole). Pokud projektant bezpečnostní funkce využije certifikované subsystémy pro sestavení systému funkční bezpečnosti, může si ušetřit spoustu práce. Implementace bezpečnostních funkcí je daleko pohodlnější, jestliže již máme k dispozici některé výpočty bezpečnosti a spolehlivosti a jestliže jsou dílčí systémy (subsystémy) certifikovány.

Pozn.:
Úroveň SIL/PL celé bezpečnostní funkce musí projít posouzením, musí být vypočtena a ověřena. Pokud bezpečnostní funkce obsahuje komponenty (subsystémy), které výrobce takové komponenty nemá certifikovány, je třeba provést posouzení SIL/PL, včetně výpočtu bezpečnosti pro každý takový subsystém. V normách EN/IEC 62061 a EN ISO 13849-1 jsou uvedeny informace o procesu a najdeme zde data pro výpočet.

Proces implementace a verifikace (ověření) je iterativní (tzn. dá se opakovat) a probíhá navzájem souběžně. Vychází se přitom z myšlenky, že během procesu by měla existovat možnost ověřit si, zda soubor bezpečnostních funkcí a úroveň SIL/PL byly implementací systému dosaženy. Bližší informace o procesu ověřování jsou uvedeny v následujícím kroku.

Návrhový nástroj „Functional Safety Design Tool - FSDT-01) od ABB je nástrojem pro PC, který slouží ke stanovení cílových hodnot úrovní SIL/PL a hodnot bezpečnostní funkce, a používá se také pro návrh, ověření dosažené SIL/PL a dokumentování bezpečnostní funkce.

Obecné kroky nutné pro implementaci systému funkční bezpečnosti jsou tyto:

1. **Definice požadavků na bezpečnost ve formě SIL nebo PL, podle norem EN/IEC 62061 nebo EN ISO 13849-1.**

2. **Volba systémové architektury, která bude použita pro bezpečnostní systém a subsystémy.**
   Normy EN/IEC 62061 a EN ISO 13849-1 uvádí základní architektury a výpočtové vzorce.

- Kategorie B, 1, 2, 3 nebo 4, podle uvedení v normě EN ISO 13849-1, nebo
- Architektura označená jako A, B, C nebo D, podle uvedení v normě EN/IEC 62061 a platná pro subsystémy.

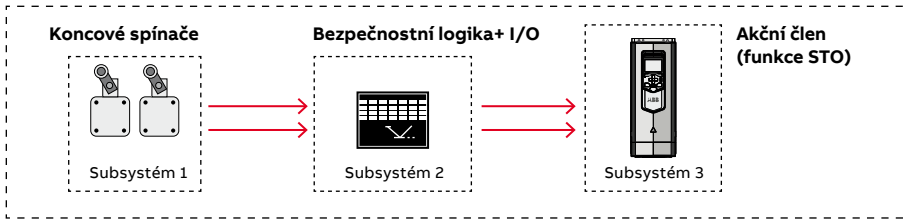
Bližší informace o architekturách – viz příslušné normy.

3. **Sestavení bezpečnostního systému z bezpečnostních subsystémů, kam patří senzory/spínače, vstupy, logika, výstupy a akční členy.**
   - Buď:
     - s využitím certifikovaných subsystémů (tento způsob je doporučen), nebo
     - posouzením a stanovením úrovně SIL/PL a provedením bezpečnostních výpočtů pro každý subsystém.

Bezpečnostní úroveň kompletní bezpečnostní funkce se stanoví tak, že sečteme bezpečnostní úrovně jednotlivých subsystémů.

4. **Instalace bezpečnostního systému.**
   Chceme-li se vyhnout obecným možnostem poruchy z důvodu nesprávného vodičového propojení, nesprávně zvolených parametrů vnějšího prostředí či dalších faktorů, musí být systém instalován řádným způsobem. Bezpečnostní systém, který nefunguje správně v důsledku nedbalé instalace, buď není k ničemu, nebo má jen malý přínos a za určitých okolností může vnášet do zařízení další rizika.

5. **Ověření funkčnosti systému.**



—
Obr. 3-6: Struktura bezpečnostní funkce

Krok 6: Ověřování systému funkční bezpečnosti

Ověřením fungování bezpečnostního systému se prokáže a zajistí, že zavedený bezpečnostní systém splňuje požadavky kladené na něj v etapě stanovení bezpečnostních požadavků.

Ověření by nemělo být prováděno po skončení procesu implementace, nýbrž souběžně s ním jako iterační proces. Jedině takto se prokáže, zda zavedený systém vyhovuje specifikovaným požadavkům.

Kromě dosažené úrovně SIL nebo PL bezpečnostním systémem musí být ověřeno také správné fungování bezpečnostního systému (otestováním funkcí).

Ověření SIL úrovně bezpečnostní funkce (EN/IEC 62061)
Pro ověření úrovně integrity bezpečnosti je třeba prokázat, že úroveň vlastností bezpečnostní funkce, jinými slovy schopnost snížení rizik takto vytvořené bezpečnostní funkce je stejná nebo vyšší než požadovaná cílová úroveň stanovená v průběhu vyhodnocení rizik. V této souvislosti se doporučuje používat certifikované subsystémy, poněvadž jejich výrobce již definoval hodnoty pro (systematické) určení úrovně bezpečnostní integrity (/SIL) a pravděpodobnost nebezpečných výpadků / hodinu (PFHd) těchto subsystémů.

Tip:
Dosaženou úroveň SIL je možno výhodně ověřit pomocí ABB nástroje pro PC s názvem „Functional Safety Design Tool – FSDT“.

1. **Stanovte úroveň integrity bezpečnosti (SIL) pro každý subsystém**
   a) využitím certifikovaných bezpečnostních komponent, jejichž hodnoty SIL a PFHd jsou již definovány výrobcem, nebo
   b) pomocí komponent, u nichž výrobce nemá definovány hodnoty SIL a PFHd. V takovém případě musí projektant určit hodnotu SIL a PFHd takového subsystému pomocí architekturních konstrukcí, o nichž je provedena zmínka v kroku 5. Pomocí strukturních dat a dat získaných od výrobce komponenty je pak možné určit podíl bezpečných poruch (angl. Safe Failure Fraction – SFF), toleranci hardwarových poruch (angl. Hardware Failure Tolerance – HFT) a hodnotu PFHd . Tyto hodnoty v konečném důsledku definují, jaké úrovně SIL je možno dosáhnout takovým subsystémem, pokud je porovnáme s hodnotami v tabulkách 3 a 5 v normě EN/IEC 62061.

2. **K ověření, že byly vzaty v úvahu všechny nutné aspekty k tomu, aby v bezpečnostním okruhu bylo zabráněno vzniku poruch se společnou příčinou, použijte kontrolní seznam CCF (Common Cause Failure = porucha se společnou příčinou).**

Tabulky kontrolního seznamu CCF je možno najít v normě EN/IEC 62061, v Příloze F. Vypočtením bodů podle seznamu a porovnáním celkového skóre s hodnotami uvedenými v normě EN/IEC 62061, příloha F, tabulka F.2, dostaneme faktor CCF (β). Tato hodnota se pak použije pro odhad pravděpodobnosti PFH_d.

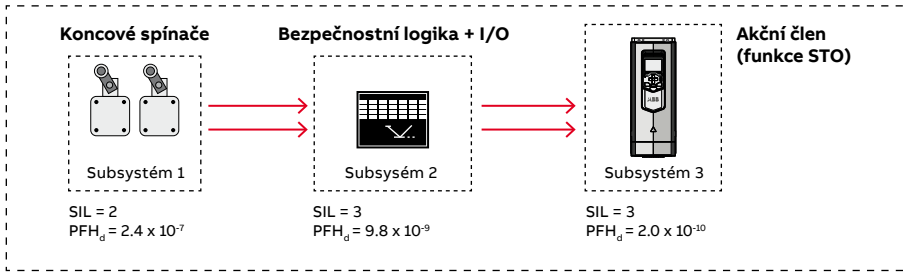
3. **Vypočtěte celkovou hodnotu PFH pro bezpečnostní funkce sečtením hodnot PFHd každého subsystému**

4. **Porovnejte celkovou hodnotu PFHd bezpečnostní funkce s tabulkou 3-1 (tabulka 3 v normě EN/IEC 62061) a takto si ověřte, jakou úroveň SIL bezpečnostní funkce splňuje.**

Pozn.:
Nejnižší SIL určitého subsystému bezpečnostní funkce je současně nejvyšší dosažitelnou úrovní SIL bezpečnostní funkce.

Dále je důležité brát v úvahu systematické poruchy. Tento požadavek vyplývá z normy EN/IEC 62061. Systematickými poruchami se rozumí obyčejné lidské chyby zavlečené do procesu návrhu. Tyto chyby ošetříme za normálních okolností tak, že v organizaci zavedeme systémy funkční bezpečnosti a kvalitativního managementu a jejich pomocí tyto systematické chyby minimalizujeme.

Příklad ověření úrovně SIL (výpočtová data zde uvedená jsou fiktivní):
Ověření systému funkční bezpečnosti otáčejícího se hřídele:



—
Obr. 3-7: Příklad ověření úrovně SIL

- Systematická úroveň integrity bezpečnosti:
  $SIL_{sys} \leq (SIL_{subsystém})_{nejnižší}$ -> SIL 2

- Náhodně určená hardwarová integrita bezpečnosti
  $PFH_d = PFH_{d1} + PFH_{d2} + PFH_{d3} = 2.5 \times 10^{-7}$
  $2.5 \times 10^{-7} < 10^{-6}$ = systém splňuje požadavek na úroveň integrity bezpečnosti SIL 2

Tabulka pro stanovení SIL podle hodnoty pravděpodobnosti PFH_d získané pro celý bezpečnostní systém (v režimu vysokého odběru / kontinuálním režimu):

SIL	Pravděpodobnost nebezpečných výpadků za hodinu (1/h)
SIL 1	$\geq 10^{-6}$ up to $< 10^{-5}$
SIL 2	$\geq 10^{-7}$ up to $< 10^{-6}$
SIL 3	$\geq 10^{-8}$ up to $< 10^{-7}$

—
Tabulka 3-1: Tabulka pro určení úrovně SIL (vychází z normy EN/IEC 62061, tabulka 3)

Ověření bezpečnostní funkce PL (EN ISO 13849-1)
Pro ověření parametru PL bezpečnostní funkce je třeba potvrdit, že dosažená úroveň PL takové bezpečnostní funkce odpovídá požadované hodnotě PL.
Pokud jedna bezpečnostní sestává z několika dílčích systémů (subsystémů), musí úroveň vlastností (angl. performance level = PL) každého takového subsystému být stejná nebo vyšší než požadovaná hodnota PL pro uvedenou bezpečnostní funkci.
Je vhodné používat certifikované subsystémy, poněvadž u nich už výrobce definoval hodnoty nutné pro určení parametru PL a také pravděpodobnost výskytu nebezpečné poruchy za hodinu (PFH_d).

1. **Určete úroveň vlastností (PL) pro každý subsystém**
   a) využitím certifikovaných bezpečnostních komponent, jejichž hodnoty PL a PFH_d jsou již definovány výrobcem, nebo
   b) pomocí komponent, u nichž výrobce nemá definovány hodnoty PL a PFH_d. V takovém případě musí projektant určit hodnotu PL a PFHd takového subsystému. Pro určení hodnoty PL a PFHd subsystému je nutné nejdříve definovat následující parametry pro každý subsystém:
   - Kategorií
   - Střední dobu do nebezpečné poruchy (angl. Mean Time To dangerous Failure MTTFd)
   - Diagnostické pokrytí (angl. Diagnostic Coverage - DC)

Pozn.:
Podle EN ISO 13849-1 MTTFd vydané v okamžiku stanovení definice úrovně PL a pravděpodobnosti PFHd subsystému se použitá hodnota PFHd použije pro definici PL celého systému!

Po zjištění všech těchto výše uvedených informací a určení parametrů musí projektant tyto hodnoty porovnat s hodnotami v tabulce v Příloze K normy EN ISO 13849-1 a zjistit, jakou hodnotu PL a PFHd takový systém skutečně splňuje.

Další informace k tomuto tématu je možno najít v normě EN ISO 13849-1.

2. **K ověření, že byly vzaty v úvahu všechny nutné aspekty k tomu, aby v bezpečnostnímo kruhu bylo zabráněno vzniku poruch se společnou příčinou, použijte kontrolní seznam CCF (Common Cause Failure = porucha se společnou příčinou).**
   Tabulky kontrolního seznamu CCF je možno najít v normě EN/IEC 62061, v Příloze F. Požadované minimální skóre činí 65 bodů.

3. **Pokud budete mít všechny hodnoty PL a PFH_d pro všechny subsystémy, vypočtěte celkovou hodnotu PFH pro bezpečnostní funkce sečtením hodnot PFH_d každého subsystému.**
4. **Porovnejte celkovou hodnotu PFH_d bezpečnostní funkce s tabulkou 3-2 (tabulka 3 v normě EN/IEC 62061) a takto si ověřte, jakou úroveň PL bezpečnostní funkce splňuje.**

Pozn.:
Nejnižší PL určitého subsystému bezpečnostní funkce je současně nejvyšší dosažitelnou úrovní PL bezpečnostní funkce.

Dále je důležité brát v úvahu systematické poruchy, jak to vyžaduje norma EN/IEC 62061. Systematickými poruchami se rozumí obyčejné lidské chyby zavlečené do procesu návrhu. Tyto chyby ošetříme za normálních okolností tak, že v organizaci zavedeme systémy funkční bezpečnosti a kvalitativního managementu a jejich pomocí tyto systematické chyby minimalizujeme.

Tip:
Ověření dosažené hodnoty PL je možno snadno provést pomocí PC návrhového softwaru „Functional Safety Design Tool – FSDT“ od ABB.

Tabulka pro určení PL z hodnoty PFHd získané pro celou bezpečnostní funkci:

PL	Pravděpodobnost výskytu nebezpečných poruch za hodinu (1/h)
a	$\geq 10^{-5}$ až do $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ až do $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ až do $< 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ až do $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ až do $< 10^{-7}$

—
Tabulka 3-2: Tabulka pro určení hodnoty PL (vychází z normy EN ISO 13849-1, tabulka 3)

Porovnání hodnot SIL a PL
Ačkoli se metody vyhodnocení v obou normách liší, je možno výsledky vyhodnocení vzájemně porovnat podle schopnosti snížení rizika takového bezpečnostního sys tému.

Úroveň integrity bezpečnosti SIL	Úroveň vlastností PL
žádná shodná hodnota	a
1	b
1	c
2	d
3	e

—
Tabulka 3-3: Výsledná schopnost snížení rizik u parametrů SIL a PL (vychází z normy EN ISO 13849-1, tabulka 4)

Pozn.:
Pro vzájemné porovnání SIL a PL je třeba mít k dispozici údaje o kategorii, podle EN ISO 13849-1.

Krok 7: Validace systému funkční bezpečnosti

Pokud má být zaručeno, že bezpečnostní funkce sníží riziko vycházející ze stroje na úroveň požadovanou v etapě posouzení rizikovosti, musí projít taková bezpečnostní funkce validací.

Velmi důležitým aspektem při validaci systému funkční bezpečnosti je provedení funkčního testu. Testování se provádí ve všech provozních režimech stroje a zjišťuje, zda bezpečnostní funkce vyhovují všem specifikovaným charakteristikám.

Funkčními zkouškami se zjistí, zda jsou realizovány všechny výstupy mající vazbu na bezpečnost a zda rozsah těchto výstupů je kompletní, a zda výstupy reagují specifikovaným způsobem na bezpečnostní vstupní signály. Bližší informace k tomuto tématu jsou uvedeny v normách EN ISO 13849-2 a EN/IEC 62061, kap. 8.

Při určení validity systému bezpečnostní funkce je třeba systém zkontrolovat procesem posouzení rizik, který se provádí na začátku procedury, při které jde splnění požadavků EHSR směrnice pro strojní zařízení (viz krok 2 na str. 21). Systém je validní v případě, že skutečně dokáže snížit úroveň rizikovosti analyzovanou vyhodnocenou v procesu posouzení rizika.

Krok 8: Dokumentace systému funkční bezpečnosti

Před konečným výrokem, že stroj splňuje požadavky definované ve směrnici pro strojní zařízení, musí být technický návrh stroje zdokumentován a musí být zpracovaná jeho uživatelská dokumentace.

Dokumentace musí být zpracována pečlivě tak, aby vyhověla danému účelu a aby uživatel z ní měl co největší užitek. Musí být přesná, stručná, současně však informativní a pro uživatele snadno pochopitelná. V uživatelské dokumentaci musí být uvedena všechna zbytková rizika a dále pokyny týkající se bezpečného ovládání stroje. Dokumentace musí být přístupná a musí být udržována. Uživatelská dokumentace je dodávána spolu se strojem.

Bližší informace ohledně požadované dokumentace – viz požadavky EHSR v Příloze směrnice pro strojní zařízení.

Krok 9: Prokázání shody

Před uvedením stroje na trh musí výrobce zajistit, aby stroj byl v souladu s harmonizovanými normami. Je tedy třeba prokázat, že kombinace každé bezpečnostní funkce platné pro díly mající souvislost s bezpečností, splňuje definované požadavky.

Prokázání shody s požadavky směrnice pro strojní zařízení se provádí následujícím způsobem:

- Strojní zařízení splňuje relevantní základní zdravotní a bezpečnostní požadavky (EHSR) definované ve směrnici pro strojní zařízení
- Strojní zařízení splňuje i požadavky dalších případných směrnic, které se k němu vztahují.
- Shodu s těmito požadavky je možno zajistit dodržením pokynů uvedených v relevantních harmonizovaných normách.
- Soubor technických údajů je aktuální a je k dispozici. V souboru technických údajů se prokáže, že stroj odpovídá nařízením uvedeným ve směrnici pro strojní zařízení (angl. Machinery Directive).

Pozn.:
Soubor technických údajů musí být během rozumné doby k dispozici např. úředním orgánům. V případě, že takový soubor chybí, je to důvod ke vzniku pochybností, zda stroj vůbec vyhovuje požadavkům EHSR.

Soubor technických údajů by měl zahrnovat oblast technického návrhu stroje, výrobu a provoz, v rozsahu nutném pro prokázání shody.
Bližší informace týkající se obsahu souboru technických údajů jsou uvedeny v Příloze VII směrnice pro strojní zařízení č. 2006/42/EC.

- Stroj musí projít procedurou posouzení shody (angl. conformity assessment procedure). Tam, kde je to požadováno, musí být splněny speciální požadavky na stroje, uvedené ve směrnici pro strojní zařízení, Příloha IV.
- Stroj musí mít zpracováno prohlášení o shodě s požadavky směrnice (česky ES prohlášení o shodě, angl. EC declaration) a toto prohlášení musí být dodáno spolu se strojem.

Jakmile je stanoveno, že stroj je ve shodě se směrnicí, je možno na něj upevnit značku CE.

Strojní zařízení opatřené značkou CE a doložené prohlášením ES o shodě znamená, že v tomto případě se můžeme spolehnout, že výrobek nebo zařízení je v souladu s požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2006/42/ES o strojních zařízeních.

Seznam pojmů

Značka CE
Je povinné označení, kterým výrobce vyjadřuje, že výrobek je v souladu s příslušnými požadavky stanovenými v harmonizovaných právních předpisech Evropské unie, které upravují jeho připojování. Umožňuje volný pohyb výrobků na jednotném trhu Evropského hospodářského prostoru (EHP). Upevněním značky CE na výrobek výrobce ujišťuje, že výrobek splňuje všechny základní požadavky relevantních evropských směrnic.

CCF, angl. Common Cause Failure = porucha se společnou příčinou
Situace, kdy několik subsystémů přejde do stavu poruchy v důsledku jedné události, přičemž tyto poruchy nejsou následky jedna druhé.

DC, angl. Diagnostic Coverage = diagnostické pokrytí
Diagnostické pokrytí reprezentuje míru účinnosti monitorování poruchového stavu bezpečnostního systému nebo subsystému. Můžeme ji definovat jako podíl intenzity detekovaných nebezpečných poruch a intenzity všech nebezpečných poruch.

EHSR, angl. Essential Health and Safety Requirements = základní
Požadavky, které strojní zařízení musí splňovat má-li vyhovět směrnici Evropské unie pro strojní zařízení a získat označení CE. Požadavky jsou uvedeny ve směrnici pro strojní zařízení, Příloha I.

EN
Znamená „evropská norma“. Tato předpona se dává před evropské normy (což je evropská verze norem IEC/ISO) a je udělována evropskými organizacemi CEN a CENELEC. Harmonizované normy jsou pak uvedeny předponou EN.

Úraz, zranění
Fyzické poranění nebo poškození zdraví.

Harmonizovaná norma
Je to evropská norma, která byla zpracována pod mandátem Evropské komise nebo sekretariátu EFTA, s cílem poskytnout podporu základním požadavkům směrnic. Používání norem EN je podle evropských zákonů povinné. Viz: https://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards/harmonised-standards/machinery_en

Nebezpečí
Potenciální zdroj úrazu

IEC, angl. International Electrotechnical Commission = Mezinárodní elektrotechnická komise
Je to světová organizace, která vypracovává a publikuje mezinárodní normy pro elektrotechniku, elektroniku, sdělovací techniku a příbuzné obory. Sdružuje národní elektrotechnické výbory/organizace.
www.iec.ch

ISO, International Organization for Standardization = Mezinárodní organizace pro normalizaci
Je světovou federací národních normalizačních organizací, které jsou jejími členy.
www.iso.org

$MTTF_d$, angl. Mean Time To dangerous Failure = střední doba do nebezpečné poruchy
Očekávaná střední (průměrná) doba do vzniku nebezpečné poruchy.

PFH_d, angl. Probability of dangerous Failure per Hour = pravděpodobnost výskytu nebezpečných poruch za hodinu
Průměrná pravděpodobnost výskytu nebezpečné poruchy za jednu (1) hodinu. PFH_d je hodnotou, která se používá pro určení hodnoty parametru SL nebo PL bezpečnostní funkce.

PL, angl. Performance Level = úroveň vlastností
Úrovně (a, b, c, d, e) specifikující schopnost bezpečnostního systému realizovat bezpečnostní funkci za předvídatelných podmínek.

Riziko
Kombinace pravděpodobnosti výskytu úrazu a závažnosti tohoto úrazu.

Bezpečnostní funkce, angl. Safety function
Funkce navržená jako bezpečnostní přídavek do stroje, jehož porucha může mít za následek okamžité zvýšení rizika/rizik.

SIL, angl. Safety Integrity Level = úroveň integrity bezpečnosti
Úrovně (1, 2, 3, 4) specifikující schopnost elektrického bezpečnostního systému a subsystému realizovat bezpečnostní funkci za předvídatelných podmínek. Ve strojírenství se používají pouze úrovně 1-3.

Subsystém
Jedna z komponent bezpečnostní funkce, která ovlivňuje bezpečnostní úroveň celé bezpečnostní funkce. Pokud kterýkoli subsystém přejde do poruchového stavu, má taková situace za následek výpadek celé bezpečnostní funkce.

Rejstřík

Doplňková informace
Vyhrazujeme si právo na provádění technických změn nebo úpravu obsahu tohoto dokumentu, bez předchozího oznámení. Pokud jde o kupní objednávky, platí konkrétní dohodnuté podmínky. Společnost ABB nepřebírá jakoukoli odpovědnost za případné chyby nebo opomenutí informací uvedených v tomto dokumentu.

Bližší informace vám poskytne vaše místní obchodní zastoupení ABB na:

http://www.abb.cz/nizke-napeti

3AUA0000048753 REV F EN 23.11.2020