

Management spolehlivosti poplachových systémů

Bc. Ivo Příklad

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ivo Příkryl**
Osobní číslo: **A12373**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Management spolehlivosti poplachových systémů**

Téma anglicky: **Alarm System Dependability Management**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte požadavky na spolehlivost technických systémů.
2. Popište technické a systémové požadavky na spolehlivost poplachových systémů.
3. Zpracujte návrh opatření ke zvýšení spolehlivosti poplachových systémů.
4. Navrhněte způsob hodnocení spolehlivosti poplachových systémů.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. MYKISKA, Antonín. Spolehlivost technických systémů. 1 vyd. 2. Praha : ČVUT, Strojní fakulta, 2000. 177 s. ISBN 80-01-02079-7.
2. MYKISKA, Antonín. Bezpečnost a spolehlivost technických systémů. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 206 s. ISBN 80-01-02868-2.
3. LEITL, Rudolf. Spolehlivost elektrotechnických systémů. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1990. 287 s. ISBN 800300408x.
4. ŽÁK, P. KUDLÁČEK, I. Spolehlivost elektrických zařízení. Praha: SVÚOM Praha a.s., 2009. ISBN 978-80-903933-5-6.
5. ČSN EN 60300-1. Management spolehlivosti - Část 1: Systémy managementu spolehlivosti. Praha: Český normalizační institut, 2004. 24 s. Třídící znak 010690.
6. VALOUCH, Jan. Projektování bezpečnostních systémů. [skriptum]. Zlín: UTB, 2012. ISBN 978-80-7454-230-5. 152 s.
7. LOVEČEK, Tomáš. REITŠPÍS, Josef. Projektovanie a hodnotenie sýtémov ochrany objektov. Žilina: EDIS ? vydavateľstvo ŽU, 2011. 281 s. ISBN 978-80-554-0457-8.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Valouch, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

7. února 2014

Termín odevzdání diplomové práce:

27. května 2014

Ve Zlíně dne 7. února 2014


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší problematiku spolehlivosti poplachových systémů. Na základě analýzy požadavků na spolehlivost technických systémů se zaměřením na systémy poplachové, je prezentován návrh opatření ke zvýšení spolehlivosti. Stěžejní výstup práce představuje návrh způsobu hodnocení spolehlivosti poplachových systémů.

Klíčová slova: spolehlivost, bezpečnost, jakost, technické systémy, poplachový systém, management spolehlivosti

ABSTRACT

This thesis solves the case of alarm systems. Based on requirements for dependability of the technical system, with focus on alarm systems, solution for improving dependability is presented. Main point of the thesis is presenting concept of rating the dependability of the alarm systems.

Keywords: dependability, safety, quality, technical systems, alarm system, dependability management

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Janu Valouchovi, Ph.D. za vstřícný přístup, cenné rady a připomínky, kterými přispěl ke konečné podobě této diplomové práce.

Poděkování patří také mým rodičům a přítelkyni, za podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 TEORIE SPOLEHLIVOSTI	11
1.1 MARKOVOVY PROCESY	13
1.2 SPOLEHLIVOST A BEZPEČNOST	15
1.3 TERMINOLOGIE SPOLEHLIVOSTI	16
1.4 ČINITELÉ OVLIVŇUJÍCÍ SPOLEHLIVOST	20
1.5 KLASIFIKACE OBJEKTŮ A SYSTÉMŮ	23
1.5.1 Dvoustavové systémy.....	23
1.5.2 Vícestavové systémy	24
1.5.3 Výrobky neopravitelné.....	24
1.5.4 Výrobky opravitelné.....	24
2 MANAGEMENT SPOLEHLIVOSTI	26
2.1 FUNKCE MANAGEMENTU A JEHO ANGAŽOVANOST VE SPOLEHLIVOSTI	27
2.1.1 Zaměření na zákazníka ohledně spolehlivosti.....	28
2.1.2 Politika spolehlivosti	28
2.1.3 Odpovědnost, pravomoc a komunikace	28
2.1.4 Přezkoumávání systému managementu spolehlivosti.....	28
2.2 PROGRAM A PLÁN OVLIVŇUJÍCÍ SPOLEHLIVOST	29
2.3 INHERENTNÍ A PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST.....	33
2.3.1 Inherentní spolehlivost	34
2.3.2 Provozní spolehlivost	36
2.3.2.1 Údržba.....	37
2.3.2.2 Politika údržby	38
2.3.2.3 Plánování údržby a zajištění údržby	38
2.3.2.4 Management údržby	39
3 SPOLEHLIVOST A BEZPEČNOST TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ	41
3.1 VÝCHODISKA ŘEŠENÍ V ETAPĚ SPECIFIKACE NÁVRHU	41
3.1.1 Specifikace požadavků na bezpečnost	42
3.1.2 Specifikace požadavků na spolehlivost.....	43
3.1.3 Úloha a charakteristika technik analýz rizik a spolehlivosti.....	45
3.1.4 Obecný postup analýzy spolehlivosti.....	48
4 SPOLEHLIVOST POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	51
4.1 KLASIFIKACE POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	51
4.2 TERMINOLOGIE TECHNICKÝCH PRVKŮ A ZAŘÍZENÍ	52
4.3 LEGISLATIVNÍ VYMEZENÍ POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	55
4.3.1 České technické normy v oblasti poplachových systémů.....	56
4.4 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA SPOLEHLIVOST POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	61
4.4.1 Obecné požadavky na bezpečnost.....	61
4.4.2 Technické požadavky na výrobky.....	62
4.4.3 Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu komponentů	64
4.4.4 Požadavky na elektrickou bezpečnost komponentů.....	66
4.4.5 Požadavky na radiová a telekomunikační koncová zařízení parametry.....	67

4.4.6	Požadavky na konkrétní typy komponentů	69
4.5	SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY NA SPOLEHLIVOST POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	69
4.5.1	Základní přehled oblastí systémových požadavků PZTS	71
II	PRAKTICKÁ ČÁST	77
5	ZVYŠOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	78
5.1	PASIVNÍ ZPŮSOBY ZVYŠOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI	79
5.2	ZVYŠOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI S VYUŽITÍM NADBYTEČNOSTI	82
5.2.1	Hardwarová nadbytečnost – zálohování	82
5.2.2	Problémy softwarové spolehlivosti	85
5.2.3	Informační spolehlivost.....	89
6	HODNOCENÍ SPOLEHLIVOSTI POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	91
6.1	SPOLEHLIVOSTNÍ MODEL Y SYSTÉMŮ	91
6.1.1	Spolehlivostní model y v podobě vzájemně odlišných stavů systému	92
6.1.1.1	Deduktivní Přístup	93
6.1.1.2	Induktivní přístup.....	94
6.1.2	Markovovy spolehlivostní metody.....	95
6.1.3	Metody statistického modelování	97
6.2	NÁVRH ZPŮSOBU HODNOCENÍ SPOLEHLIVOSTI POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ	97
	ZÁVĚR	106
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	107
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	109
	SEZNAM OBRÁZKŮ	111
	SEZNAM TABULEK.....	112
	SEZNAM PŘÍLOH.....	114

ÚVOD

Spolehlivost je obecně v současném prostředí globálního obchodu klíčovým faktorem rozhodování a ovlivňuje také náklady a procesy produktu. Je to vnitřní vlastnost návrhu objektu, která ovlivňuje jeho výkonnost. Spolehlivého produktu se dosáhne uplatňováním spolehlivostních disciplín v časných etapách koncepce a návrhu životního cyklu produktu. Ten bude následně poskytovat nákladově efektivní činnosti. Jako u jiných technických a inženýrských oborů je nutné spolehlivost řídit tak, aby byly zákazníkům dodávány produkty s vysokou hodnotou. V nejširším smyslu spolehlivost odráží důvěru uživatele v použitelnost produktu dosažením spokojenosti se způsobilostí, pohotovostí poskytovat službu na požádání a minimalizací nákladů spojených s pořízením a vlastnictvím produktu po celou dobu jeho životního cyklu.

Spolehlivost je souhrnný termín popisující pohotovost jakéhokoliv jednoduchého i složitého produktu. Faktory ovlivňující pohotovost produktu jsou znaky návrhu týkající se bezporuchovosti, udržovatelnosti a zajištění údržby. U zákazníků hledajících nákladově efektivní provoz zaujímá v mnoha produktech bezporuchovost, udržovatelnost a pohotovost významné místo mezi dominantními znaky výkonnosti. Bezporuchovost a udržovatelnost jsou znaky výkonnosti, které jsou vlastní návrhu produktu. Zajištěnost údržby je vzhledem k produktu externí, ovlivňuje jeho spolehlivost a reflektuje schopnost údržbářské organizace poskytnout nutné zdroje pro zachování takové úrovně zajištěnosti údržby, aby se dosáhlo cílů pohotovosti systému.

Spolehlivost má také klíčový význam u poplachových systémů. Je to z toho důvodu, že nespolehlivý poplachový systém, který bude iniciovat poplach ve chvíli, kdy je to nežádoucí a naopak nebude reagovat na vzniknutí pachatele, či dokonce na manuální podnět obsluhy, bude postrádat význam a to bez ohledu na jeho pořizovací cenu. I s ohledem na tento fakt, v současné době stále problematiku spolehlivosti a jeho hodnocení u poplachových systémů přímo neřeší žádná technická norma, proto je nutné vycházet ze stávajících právních předpisů a technických norem, které ovšem problematiku spolehlivosti poplachových systémů řeší pouze okrajově a v tom je její největší problém.

Cíl práce je analyzovat současný stav problematiky spolehlivosti ve vztahu k poplachovým systémům a na základě toho navrhnout opatření ke zvýšení spolehlivosti a navrhnout způsob hodnocení spolehlivosti poplachových systémů, což bude také její největší přínos, protože momentálně žádný způsob hodnocení pro oblast spolehlivosti poplachových systémů není.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TEORIE SPOLEHLIVOSTI

Obsah termínu spolehlivost se dlouho vyvíjel a různými autory byl definován odlišně. Zde je výčet několika dříve uváděných definic, se kterými se ovšem v současné době stále ještě poměrně často setkáváme.

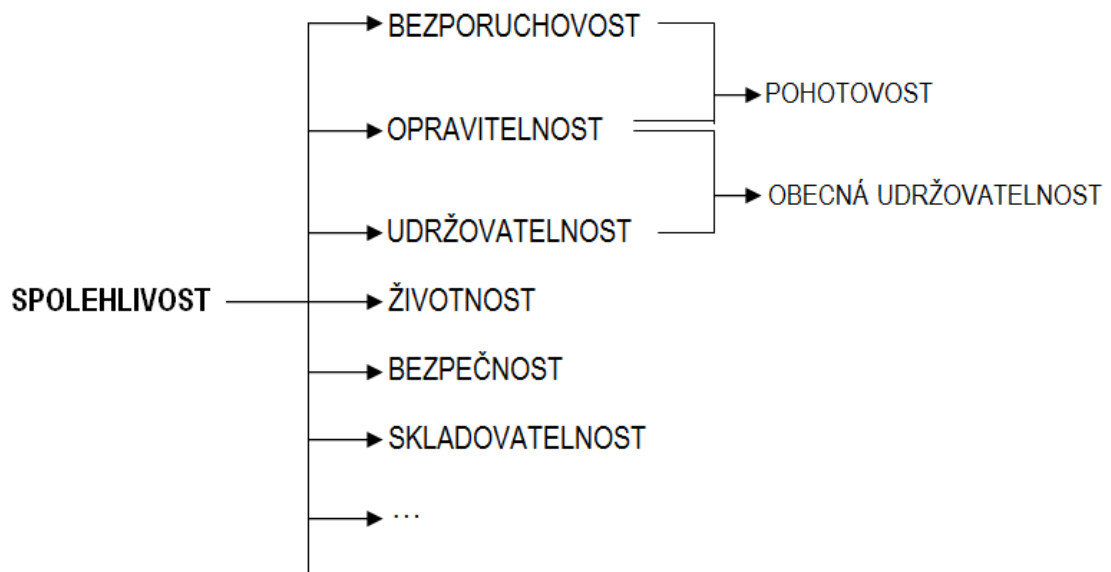
- Spolehlivost je střední pracovní doba daného vzorku mezi dvěma závadami.
- Spolehlivost je celkový počet závad, které vzniknou u N-tého počtu vzorků za určité pracovní období.
- Spolehlivost je počet hodin údržby a oprav potřebných k zajištění jedné normální pracovní hodiny zařízení.
- Spolehlivost je průměrný počet hodin prohlídky a regulace zařízení, potřebných k zajištění jeho správné činnosti v průběhu jedné hodiny.
- Spolehlivost je poměr skutečné a ideální pracovní charakteristiky zařízení.
- Spolehlivost je pravděpodobnost toho, že prvek, součástka, zařízení nebo soustava jako celek bude uspokojivě pracovat během doby T , jestliže vypočtená, tj. projektovaná doba nepřetržitého provozu zařízení je T_2 .
- Spolehlivost je pravděpodobnost toho, že předepsané vlastnosti daného prvku nebo soustavy budou v mezích příslušných norem.
- Spolehlivost je pravděpodobnost toho, že v předepsaném časovém úseku nevznikne ani jedna porucha, tj. pravděpodobnost toho, že daný výrobek bude zachovávat své vlastnosti v předepsaných mezích během určitého časového úseku při určitých provozních podmínkách.
- Spolehlivost je způsobilost zařízení pracovat bezporuchově během určitého časového úseku v předepsaných provozních podmínkách při minimálním vynakládání času i prostředků na odstraňování a předcházení poruch.

Analyzujeme-li všechny tyto pojmy spolehlivosti, vidíme, že se spolehlivost definuje buď číselně, nebo jakostně.

Spolehlivost můžeme charakterizovat řadou číselných charakteristik, ale ani jedna z nich ji nemůže charakterizovat úplně. Proto nemůže být číselná charakteristika vyjádřením pojmu spolehlivosti. Definice spolehlivosti musí zahrnovat všechny jevy v celku. Takovou definicí může být jen charakteristická vlastnost určitého výrobku vyjadřující jeho jakost. V současné době je nejčastěji chápána v širším a užším pojetí.

Spolehlivost v širším pojetí

Je chápána jako stálost užitných vlastností (funkčních, ekologických, ergonomických atd.) objektu po stanovenou dobu a za stanovených podmínek užívání. Takto obecně chápaná spolehlivost v širším pojetí se v jednotlivých konkrétních případech vyjadřuje "díličmi vlastnostmi" - životností, bezporuchovostí, udržitelností, zajištěností údržby, skladovatelností, provozní bezpečností atd., a jejich kombinacemi, např. pohotovostí, operační pohotovostí, technických využitím apod.



Obr. 1. Dílčí vlastnosti spolehlivosti a jejich kombinace [1], upravil Příkryl, 2014

Spolehlivost v užším pojetí

Je podle norem ČSN EN ISO 9000 a ČSN IEC 50(191) je definována jako souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují: bezporuchovost, udržitelnost a zajištěnost údržby. [1]

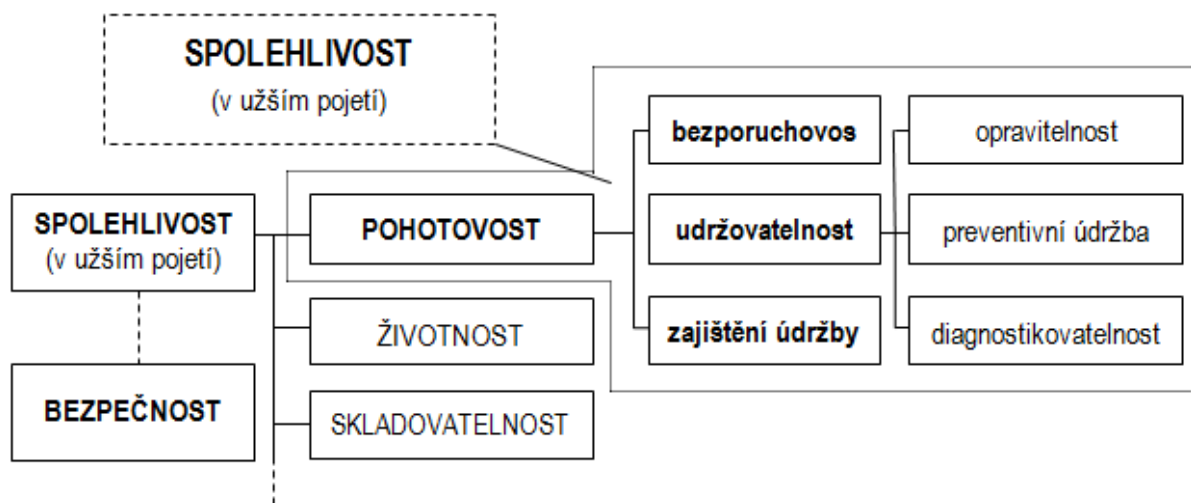
Teorie spolehlivosti se zabývá technickými a matematickými otázkami spolehlivosti. Technologická problematika souvisí s konstrukcí, použitými materiály, technologií a organizací výroby, diagnostikou a strategií údržby.

Matematická teorie spolehlivosti se soustředí na prognózu, odhad a optimalizaci bezporuchového provozu výrobků. Hlavními nástroji jsou zde **teorie pravděpodobnosti a matematická statistika**. Typicky matematickou záležitostí je např. stanovení charakteristik spolehlivosti, jako jsou zaručená doba života, střední doba bezporuchového provozu, střední doba mezi poruchami, průměrné náklady na údržbu a opravy aj.

Teorie spolehlivosti se zabývá třemi základními úlohami:

- a) předpovídání (predikce) spolehlivosti,
- b) zjišťování (měření) spolehlivosti,
- c) řízení (zlepšování) spolehlivosti.

Základním matematickým nástrojem pro analýzu spolehlivosti systémů je teorie tzv. Markovových procesů, která se zabývá stavovou analýzou stochastických systémů v reálném čase. Předpokladem zde je, že systém nemá "paměť", tzn., že pravděpodobnost přechodu systému do jiného stavu závisí výlučně na současném stavu. Vzorce pro paralelní nebo sériové řazení komponent jsou známy, avšak ve složitějších případech potřebujeme právě analýzu tohoto typu.



Obr. 2. Spolehlivost v užším a širším pojetím [1], upravil Příkryl, 2014

1.1 Markovovy procesy

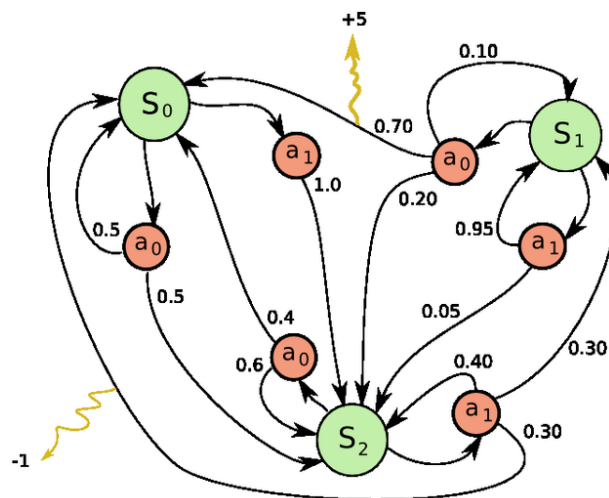
Markovovy rozhodovací procesy jsou pojmenovány po ruském matematikovi Andreji Markovovi. Poskytují matematický rámec pro modelování rozhodování v situacích, kdy jsou výsledky zčásti náhodné a zčásti pod kontrolou uživatele. Markovské rozhodovací procesy se využívají pro studium mnoha typů optimalizačních problémů řešených prostřednictvím dynamického programování a zpětnovazebního učení. Markovské rozhodovací procesy jsou známy od 50. let 20. století. Dnes jsou využívány v různých oblastech včetně robotiky, automatizovaného řízení, ekonomie a průmyslové výroby.

Přesněji řečeno je Markovský rozhodovací proces diskrétní, stochastický a kontrolovaný proces. V každém časovém okamžiku je proces v určitém stavu s a uživatel může vybrat jakoukoli akci a , která je dostupná ve stavu s . Proces na tuto akci v následujícím časovém

okamžiku reaguje náhodným přesunutím do nového stavu s' a dává uživateli odpovídající užitek $R_a(s,s')$.

Pravděpodobnost, že proces vybere s' jako nový stav, je ovlivněna vybranou akcí. Pravděpodobnost je určena funkcí přechodu stavu $P_a(s,s')$. Takže následující stav s' závisí na současném stavu s a na uživatelově akci a . Dané s a a jsou však podmíněně závislé na všech předchozích stavech a akcích. Jinými slovy má přechod stavu Markovského rozhodovacího procesu Markovskou vlastnost.

Markovské rozhodovací procesy jsou rozšířením Markovských řetězců; rozdíl je v přidání akcí (umožňují výběr) a užitek (motivace). Pokud by existovala pouze jedna akce, nebo pokud by byla daná uskutečnitelná akce stejná pro všechny stavy, Markovský rozhodovací proces by se zredukoval na Markovský řetězec.



Obr. 3. Jednoduchý Markovovův rozhodovací proces [3]

Markovský rozhodovací proces je uspořádaná čtveřice $(S, A, P(.,.), R(.,.))$, kde:

- S je konečná množina stavů,
- A je konečná množina akcí (alternativa: A_s je konečná množina akcí dostupných ve stavu s),

$$P_a(s, s') = \Pr(s_{t+1} = s' \mid s_t = s, a_t = a) \quad (1)$$

- je pravděpodobnost, že akce a ve stavu s v čase t povede v čase $t+1$ do stavu s' ,
- $R_a(s, s')$ je okamžitý užitek (ne očekávaný okamžitý užitek) dosažený po přechodu stavu na s' ze stavu s s pravděpodobností přechodu $P_{a(s, s')}$.

Hlavním úkolem Markovských rozhodovacích procesů je najít strategii pro uživatele: funkci π , která specifikuje akci $\pi(s)$, kterou zvolí uživatel ve stavu s . Je třeba poznamenat,

že je-li jednou Markovský rozhodovací proces takto zkombinován se strategií, je pro každý stav určena akce a výsledná kombinace se chová jako Markovský řetězec. Cílem je vybrat strategii π , která bude maximalizovat kumulativní funkci náhodných užiteků, typicky očekávanou diskontovanou sumu za potenciálně nekonečnou dobu:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t R_{a_t}(s_t, s_{t+1}) \quad (2)$$

kde zvolíme $a_t = \pi(s_t)$, kde γ je diskontní faktor splňující $0 < \gamma \leq 1$. Typicky se blíží 1. Díky Markovské vlastnosti může být optimální strategie pro tento speciální problém skutečně zapsána jako funkce pouze s , jak bylo předpokládáno výše.

Markovské rozhodovací procesy lze řešit metodami lineárního programování nebo dynamického programování. Předpokládejme, že známe funkci přechodu stavu P a užitkovou funkci R . Chceme zjistit strategii, která maximalizuje očekávanou diskontovanou hodnotu.

Standardní skupina algoritmů používaná pro zjištění této optimální strategie vyžaduje uložení dvou polí indexovaných stavem: *hodnota* V , která obsahuje reálné hodnoty, a *strategie* π , která uchovává akce. Na konci algoritmu bude π obsahovat řešení a $V(s)$ bude obsahovat diskontovanou sumu užiteků, které budou (v průměru) získány provedením tohoto řešení ve stavu s .

Algoritmus má následující dva druhy kroků, které jsou opakovány v určitém pořadí pro všechny stavy, dokud nedojde k nějakým změnám.

$$\pi(s) := \arg \max_a \{ R_a(s, s') + \gamma \sum_{s'} P_a(s, s') V(s') \} \quad (3)$$

$$V(s) := R(s) + \gamma \sum_{s'} P_{\pi(s)}(s, s') V(s') \quad (4)$$

$R(s)$ je zde $R_{\pi(s)}(s)$. Pořadí kroků závisí na variantě algoritmu. Kroky se buď mohou provádět pro všechny stavy najednou, nebo pro každý stav popořadě, a pro některé stavy častěji než pro jiné. Dokud není žádný stav permanentně vyloučen ze žádného z kroků, algoritmus má šanci dospět ke správnému řešení π . [3]

1.2 Spolehlivost a bezpečnost

I když z hlediska matematické analýzy jde o podobnou záležitost, jedná se z technického hlediska o dvě odlišné, často až protichůdné charakteristiky systému. Požadavky na

bezpečnost jsou většinou zajišťovány vyřazením zařízení, pokud vznikne podezření, že jeho chod by mohl být nebezpečný. Takže například u zabezpečovacích zařízení zdvojení komponent zvyšuje bezpečnost zařízení a současně snižuje jeho spolehlivost. To je dáno tím, že funkce zařízení se zde ověřuje srovnáváním chodu obou komponent. Pokud je zjištěn odlišný chod, nebo porucha jedné komponenty, zabezpečovací zařízení uvede zabezpečovaný objekt do bezpečného stavu (červené světlo na semaforu, vlaky nejezdí). Cenou za vyšší bezpečnost je, že pravděpodobnost vyhlášení "falešného poplachu" vzroste.

1.3 Terminologie spolehlivosti

Spolehlivost (dependability)

Spolehlivost je souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a faktorů, které ji ovlivňují: bezporuchovosti, udržovatelnosti a zajištění údržby.

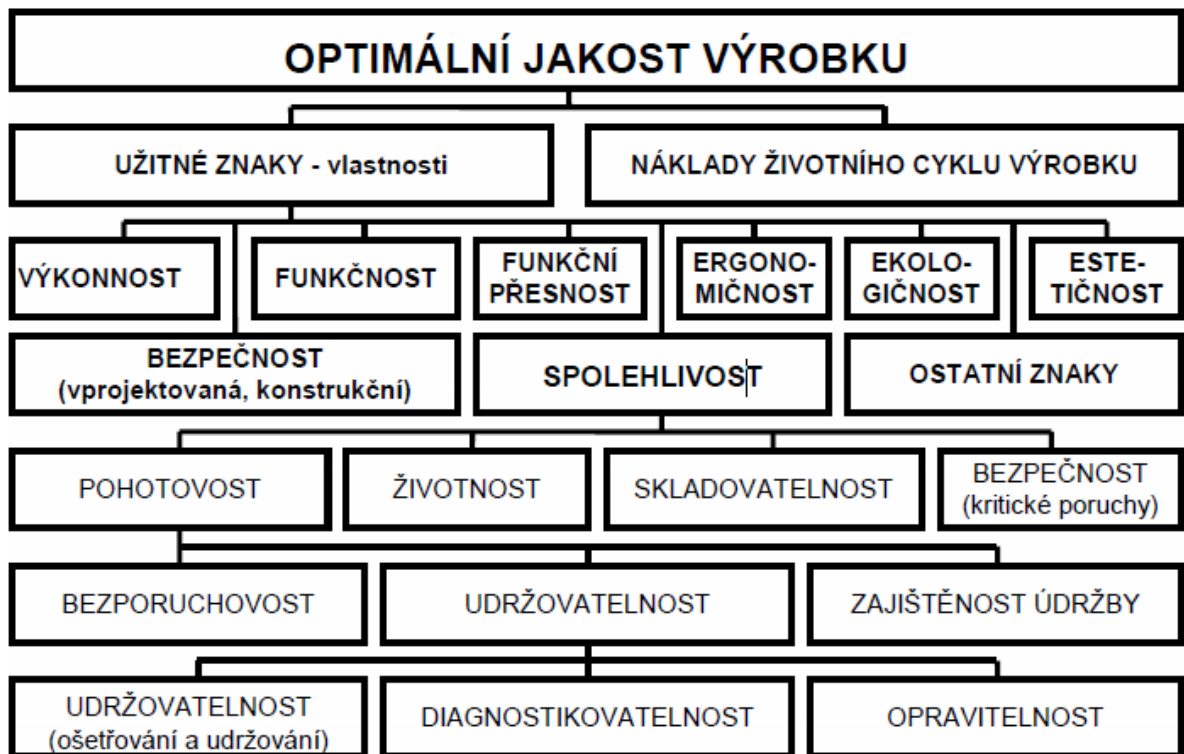
Jakost (quality)

Jakost je souhrn znaků entity, které ovlivňují schopnost uspokojovat stanovené nebo předpokládané potřeby (entitou se rozumí výrobek, technické zařízení, služba atd.).

Jakost výrobků je tvořena řadou dílčích vlastností, které označujeme jako znaky jakosti. Mezi nejdůležitější patří:

- technické a funkční vlastnosti,
- spolehlivost,
- materiálová a energetická náročnost,
- technologičnost,
- ekologické vlastnosti,
- ergonomické vlastnosti,
- estetické vlastnosti,
- jiné vlastnosti (dopravitelnost, normalizace apod.).

Jednotlivé znaky jakosti mají svůj vnitřní obsah, podle kterého se dají rozčlenit na znaky technické, provozní, ekonomické, estetické, atd.



Obr. 4. Vztahy mezi jakostí, spolehlivostí a jejími dílčími vlastnostmi výrobku [2]

Produkt (product)

Produkt nebo také objekt, je definovaný jako jakákoliv část, součást, zařízení, část systému, funkční jednotka, přístroj nebo systém, s kterým je možné se individuálně zabývat.

Produkt = výsledek procesu. Existují čtyři generické kategorie produktů, a sice:

- služby (například přeprava),
- software (například počítačový program, slovník),
- hardware (například mechanická část motoru),
- zpracované materiály (například mazivo).

Mnoho produktů se skládá z prvků patřících k různým generickým kategoriím produktů. Zda je produkt poté nazván službou, softwarem, hardwarem nebo zpracovaným materiálem závisí na dominantním prvku. Například nabízený produkt „automobil“ sestává z hardwaru (např. pneumatik), ze zpracovaných materiálů (např. paliva, chladicí kapaliny), softwaru (např. řídicího softwaru motoru, příručky pro řidiče) a služby (např. vysvětlení k provozování podané prodejcem).

Služba je výsledkem nejméně jedné činnosti nezbytně prováděné na rozhraní mezi dodavatelem a zákazníkem a je obecně nehmotná. Poskytování služby může zahrnovat například:

- činnost prováděnou na hmotném produktu dodaném zákazníkem (např. na opravovaném automobilu),
- činnost prováděnou na nehmotném produktu dodaném zákazníkem (např. vyúčtování příjmů pro vypracování daňového přiznání),
- dodání nehmotného produktu (např. poskytnutí informací v souvislosti s předáváním znalostí),
- vytvoření prostředí pro zákazníka (např. v hotelích a restauracích).

Software se skládá z informací a je obecně nehmotný; může být ve formě přístupů, transakcí nebo postupů.

Hardware je obecně hmotný a jeho množství je počítatelným znakem.

Zpracované materiály jsou obecně hmotné a jejich množství je spojitým znakem. Hardware a zpracované materiály se často označují jako zboží.

Prokazování jakosti je zaměřeno především na zamýšlený produkt. V kontextu spolehlivosti může být produkt jednoduchý (například přístroj, algoritmus softwaru) nebo složitý (například dopravní systém nebo integrovaná síť skládající se z hardwaru, softwaru a lidských prvků a ze zajišťujícího vybavení a činností).

Systém (system)

Systém je soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků. V kontextu spolehlivosti musí systém mít:

- vymezen účel vyjádřený v podobě zamýšlených funkcí,
- stanoveny podmínky provozu/používáním,
- vymezeny hranice.

Struktura systému může být hierarchická.

Management spolehlivosti (dependability management)

Koordinované činnosti pro směřování a řízení organizace s ohledem na spolehlivost. Management spolehlivosti je součástí celkového managementu organizace.

Systém managementu spolehlivosti (dependability management system)

Systém managementu pro směřování a řízení organizace s ohledem na spolehlivost. Systém managementu spolehlivosti organizace je součástí jejího celkového systému managementu. Organizační struktura, odpovědnosti, postupy, procesy a zdroje používané pro management spolehlivosti se často označují jako program spolehlivosti.

Plán spolehlivosti (dependability plan)

Dokument, v němž jsou stanoveny praktiky, zdroje a posloupnosti činností specifické pro spolehlivost týkající se konkrétního produktu, smlouvy nebo projektu.

Životnost (lifetime)

Schopnost objektu plnit požadovanou funkci v daných podmínkách používání a údržby do mezního stavu, který lze charakterizovat ukončením užitečného života, nevhodností z důvodů ekonomických, technických nebo jinými závažnými faktory.

Pohotovost (availability performance)

Schopnost objektu být ve stavu schopném plnit požadovanou funkci v daných podmínkách, v daném časovém okamžiku nebo intervalu za předpokladu, že jsou zajištěny požadované vnější prostředky.

Bezporuchovost (reliability performance)

Schopnost objektu plnit (bez poruchy) požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém období.

Udržovatelnost (maintainability performance)

Schopnost objektu v daných podmínkách používání setrvat ve stavu nebo se vrátit do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy a prostředky.

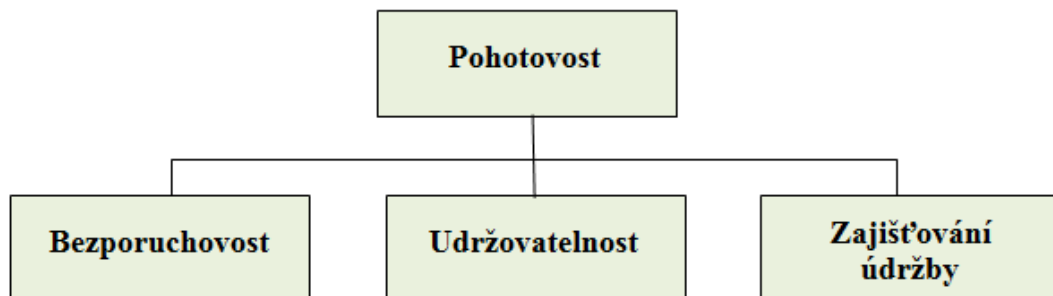
Zajištění údržby (maintenance support performance)

Schopnost organizace poskytující údržbářské služby zajišťovat dle požadavků v daných podmínkách (vztahují se jak na vlastní objekt, tak na podmínky užívání i údržby) prostředky potřebné pro údržbu podle dané koncepce údržby.

Opravitelnost (reconcilability)

Způsobilost objektu ke zjišťování příčin vzniku jeho poruch a odstraňování jejich následků opravou.

Spolehlivost



Obr. 5. Vztahy mezi termíny spolehlivosti [4], upravil Příkryl, 2014

Opravitelnost (reconcilability)

Způsobilost objektu ke zjišťování příčin vzniku jeho poruch a odstraňování jejich následků opravou.

Skladovatelnost (storability)

Schopnost objektu zachovávat nepřetržitě bezvadný stav po dobu skladování a přepravy při dodržení předepsaných podmínek.

Bezpečnost (safety)

Vlastnost objektu při plnění požadovaných funkcí být ve stavu, ve kterém je riziko ohrožení zdraví, života osob, životního prostředí nebo poškození majetku omezeno na přijatelnou úroveň. [4]

1.4 Činitelé ovlivňující spolehlivost

Spolehlivost zařízení se zajišťuje při vývoji a konstrukci soustavy; při návrhu (projektu) se musí přihlížet k určité teoretické spolehlivosti. Během výroby se zajišťuje skutečná spolehlivost každého konkrétního vzorku vyvíjené soustavy. Zajištění spolehlivosti konkrétního vzorku závisí na jakosti všech součástí a výrobků používaných při jeho výrobě, jakosti sestavení a montáže přístrojů. Po zhotovení se musí spolehlivost udržovat na potřebné úrovni správnou organizací provozu. V každé z uvedených etap lze podniknout příslušná opatření ke zvýšení spolehlivosti. Při projektování se přihlíží k těmto činitelům, které mají vliv na spolehlivost.

1. Jakost a množství použitých prvků a součástí. Jak už bylo řečeno, čím je zařízení složitější, tím menší je jeho spolehlivost. Jedna z hlavních objektivních příčin zmenšení spolehlivosti je v tom, že zvětšování spolehlivosti součástí použitých ve schématu zaostává za zvětšováním jejich počtu. Proto se zvětšuje pravděpodobnost přerušení

činnosti zařízení, tj. zmenšuje se jeho spolehlivost. Při volbě kompletujících součástí je třeba zvláště pečlivě odhadnout, do jaké míry jsou tyto součástky spolehlivé.

2. Pracovní podmínky prvků a součástí. Nejspolehlivější součástky použité v zařízení při ztížených pracovních podmínkách, s nimiž při návrhu nebylo počítáno, se mohou stát zdrojem častých poruch. Slabá místa konstrukce přístroje bývají zpravidla zaviněna omyly konstruktérů a projektantů, použijí-li nesprávně volených součástí, především elektronek. Obyčejně jsou takové omyly způsobeny nedostatečnou informovaností o seznamu součástí vyráběných průmyslem, o jejich vlastnostech a zvláštěnostech použití. Spolehlivost často závisí nejen na pracovních podmínkách volených součástí, ale i na způsobu řešení zapojení a na konstrukční úpravě přístroje. V závislosti na konstrukčním řešení a na způsobu provedení jeho zapojení, může přístroj vykazovat nestejnou spolehlivost, i když byl navržen podle téhož principiálního schématu a použil-li se ve schématu stejný počet součástí týchž typů. Spolehlivost navrhovaného přístroje tedy závisí na správné volbě a použití prvků, na vypracování schématu, na rozložení součástí a na konstrukčním řešení, přijatém při vývoji přístroje.

3. Normalizace a unifikace. Vývoj složitých komplexních soustav ukázal, že využití unifikovaných schémat, uzlů a prvků značně zvětšuje spolehlivost soustavy, neboť unifikované prvky jsou lépe vypracovány a mají dokonalejší výrobní technologii.

4. Přístupnost součástí, uzlů a bloků při prohlídkách a opravách. Aby se vyřešil problém spolehlivosti při návrhu soustavy, je třeba pamatovat na požadavky činnosti soustavy v uvažovaném objektu. Proto se u vyvíjených přístrojů používají zařízení nepřetržitě kontroly a indikace jejich správné činnosti; tato zařízení umožňují obsluhujícím pracovníkům objektivně posoudit jejich pracovní způsobilost přímo podle indikátorů, bez speciálních měření. V případě nutnosti signalizují i poruchu a místo vzniku závady. Příslušná doplňující zařízení, např. signální pojistky značně ulehčují pracovníkům obsluhu napájecích vedení dnešních řídicích soustav. Signalizace a přístupnost přístrojů, součástí, uzlů a bloků pro vnitřní prohlídku usnadňuje celkový provoz soustavy a zajišťuje rychlé obnovení jeho pracovní způsobilosti po vzniku poruchy. [5]

Nejdůležitější výrobní činitele působící na spolehlivost negativně, jsou uvedeny zde.

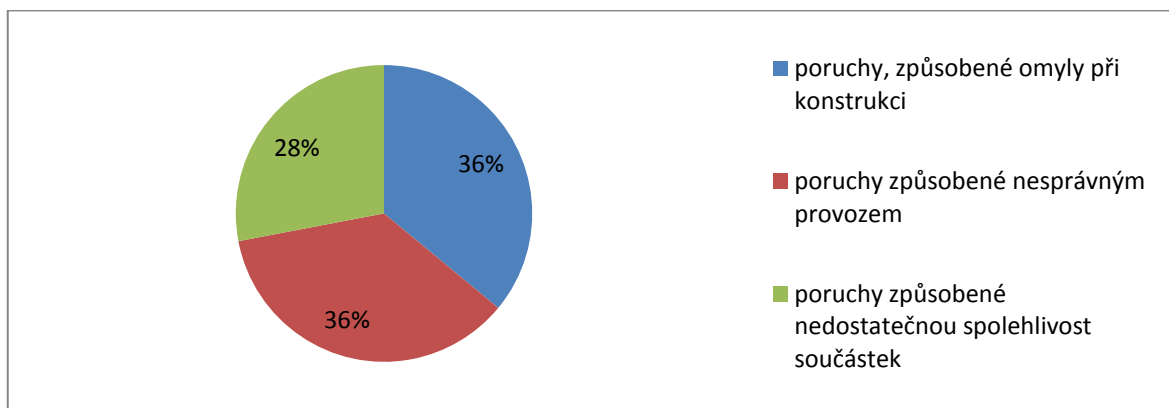
- Nedostatečná kontrola materiálů a kompletujících výrobků, dodávaných jinými podniky.
- Nedodržení sortimentu a použití nejakostních náhradních materiálů při výrobě detailů a součástí.

- Použití prvků, které byly dlouho skladovány v nepříznivých podmínkách, bez předchozího přezkoušení. To se zvláště vztahuje na prvky radiotechnické a elektronické skupiny výrobků.
- Nedostatečná pozornost k čistotě zařízení, pracovního místa, vzduchu v pracovní místnosti atd. Tento požadavek má zvláštní význam při výrobě a montáži přesných prvků a zařízení.
- Nedostatečně podrobná kontrola při jednotlivých operacích a při předávání hotových výrobků.
- Nedodržení technologie. Montáže a pravidel elektrického spojování, např. připájení vodičů k vývodním páskům elektronkových panelů bez předchozího postavení šablon pro elektronkové objímky.
- Nedodržení postupu složitých technologických pochodů, např. impregnace, nanášení protikorozních nátěrů atd. [5]

K provozním činitelům, které mají vliv na spolehlivost, lze zahrnout:

- odbornou způsobilost pracovníků obsluhujících soustavu,
- vliv vnějších podmínek na přístroje a mechanismy soustavy (klimatických, vibrací, nárazů atd.) a časového činitele.

Poplachové systémy mají svou důležitostí blízko k vojenskému zařízení, proto je zajímavé srovnání vlivů různých činitelů na poruchy, právě v tom to oboru.



Obr. 6. Grafické znázornění vlivů různých činitelů na poruchy vojenského zařízení [5], upravil Příkryl, 2014

1.5 Klasifikace objektů a systémů

Důležitou složkou při řešení problematiky spolehlivosti jsou orientační, zpřesněné a kontrolní výpočty spolehlivosti, kterými zjišťujeme spolehlivostní vlastnosti systémů ve formě číselných ukazatelů spolehlivosti. Podklady pro výpočty jsou připravovány technicko-ekonomickými rozbory, jejichž účelem je specifikovat ty vlastnosti navrhovaného systému, které jsou významné pro výpočet spolehlivosti, zvolit efektivní výpočtové metody a připravit vstupní data pro výpočet. Rozbory se zabývají zejména těmito problémy:

- strukturou systému a specifikací jeho provozních stavů,
- předpokládaným rozdělením pravděpodobnosti ukazatelů spolehlivosti,
- volbou efektivní techniky výpočtů a výpočtových metod,
- vypracováním spolehlivostního modelu systému,
- výpočtovými metodami a jejich omezeními.

Racionální přístup k těmto problémům do značné míry určuje přesnost a efektivnost výpočtu.

Na objekt, jehož spolehlivostí se zabýváme, je nutno nahlížet jako na systém, který v souladu s teorií systémů se hierarchicky může členit na dílčí subsystémy a na nejnižší úrovni pak na prvky systému. Všechny tyto části mají své vlastní charakteristiky spolehlivosti, které se mezi sebou liší a liší se i od charakteristik systému jako celku. K této skutečnosti je nutno přihlížet i při třídění a dalším využití informací o poruchách. Pomocí rozboru kritérií poruch lze vytvářet poruchové modely. Zde vycházíme ze stavu objektu. Přinejmenším rozlišujeme dva stavy, kdy objekt je buď ve stavu provozuschopném, nebo ve stavu poruchovém a přechod z jednoho stavu do druhého se děje skokem. Jde pak o dvoustavový model a je to nejběžnější a nejčastější klasifikace stavu objektu. [2]

1.5.1 Dvoustavové systémy

Dvoustavové systémy charakterizuje to, že z hlediska spolehlivosti může být systém pouze ve dvou stavech. Buď je ve stavu bezporuchového provozu, nebo je ve stavu poruchového prostoje. Dále předpokládáme, že přechody z jednoho stavu do druhého probíhají skokem. Pro přesnější analýzu lze však definovat různé mezistavy mezi těmito krajními póly. Objekt může být ve stavu částečné poruchy, může např. plnit všechny své funkce, ale ne na

plný výkon nebo neplní své funkce s ohledem na efektivnost, ekologičnost, ergonomičnost, atd. Pak hovoříme o vícestavových modelech.

1.5.2 Vícestavové systémy

Vícestavové systémy se vyznačují přechody mezi stavy s různými úrovněmi funkční způsobilosti a s menší efektivností nebo s menší pravděpodobností že požadovaná cílová funkce, pro kterou je systém určen bude splněna.

Pozn. Rozbory ukazatelů spolehlivosti vícestavových systémů omezíme na případy, kdy se přechody mezi jednotlivými stavy systémů, vyvolané poruchami, dějí skokem, kdy střední doba mezi poruchami je řádově delší než střední doba obnovy a kdy systém pracuje se stejnou efektivností do okamžiku poruchy. Tyto podmínky splňuje velká většina dnešních systémů. Z hlediska dalšího vývoje provozní situace po poruše je pro spolehlivost důležité, zda se objekt vrací do stavu provozuschopného či nikoliv.

1.5.3 Výrobky neopravitelné

Výrobky neopravitelné jsou výrobky s jednorázovým použitím, které v případě poruchy dále neopravujeme. Spolehlivost se zde hodnotí z hlediska bezporuchovosti, životnosti, bezpečnosti a skladovatelnosti. Jsou to např. žárovky, tranzistory, ložiska, ozubená kola atd. Oprava výrobku není prováděná z důvodů vlastní funkce výrobku, protože jejich oprava není ekonomicky výhodná. Za neopravitelné výrobky lze považovat i takové, které ve skutečnosti opravujeme po určitém časovém odstupu. Oprava se neprovádí bezprostředně při funkci zařízení. Uvedené výrobky z hlediska spolehlivosti sledujeme v režimech, ve kterých se mohou nacházet, tj. v provozu nebo v prostoji (vlastní prostoj, skladování, konzervace, doprava). Často se jedná o prvky systémů na nejnižší hierarchické úrovni.

1.5.4 Výrobky opravitelné

Výrobky opravitelné se v případě poruchy nevyřazují, ale opravují a dále se používají. V průběhu používání tyto výrobky mohou mít celou řadu poruch. Pro tyto výrobky v první části používání, tj. do vzniku první poruchy, budou v platnosti všechny vztahy pro výrobky neopravitelné. Pro posouzení spolehlivosti v dalším období je nutné zavést nové spolehlivostní ukazatele. Zpravidla mají tyto opravitelné výrobky charakter systémů.

Hodnocení spolehlivosti vychází z rozboru bezporuchovosti, udržovatelnosti, opravitelnosti, pohotovosti, životnosti, bezpečnosti a skladovatelnosti. Obnovou objektu se

rozumí obnova jeho funkčních vlastností, které po poruše ztratil. Zpravidla se tak děje tím, že se jeho vadné podsystémy a prvky nahradí novými a obnoví se funkční vazby mezi nimi. Z tohoto hlediska jsou složité systémy spíše obnovitelné než jednoduché dílčí systémy a prvky. [6]

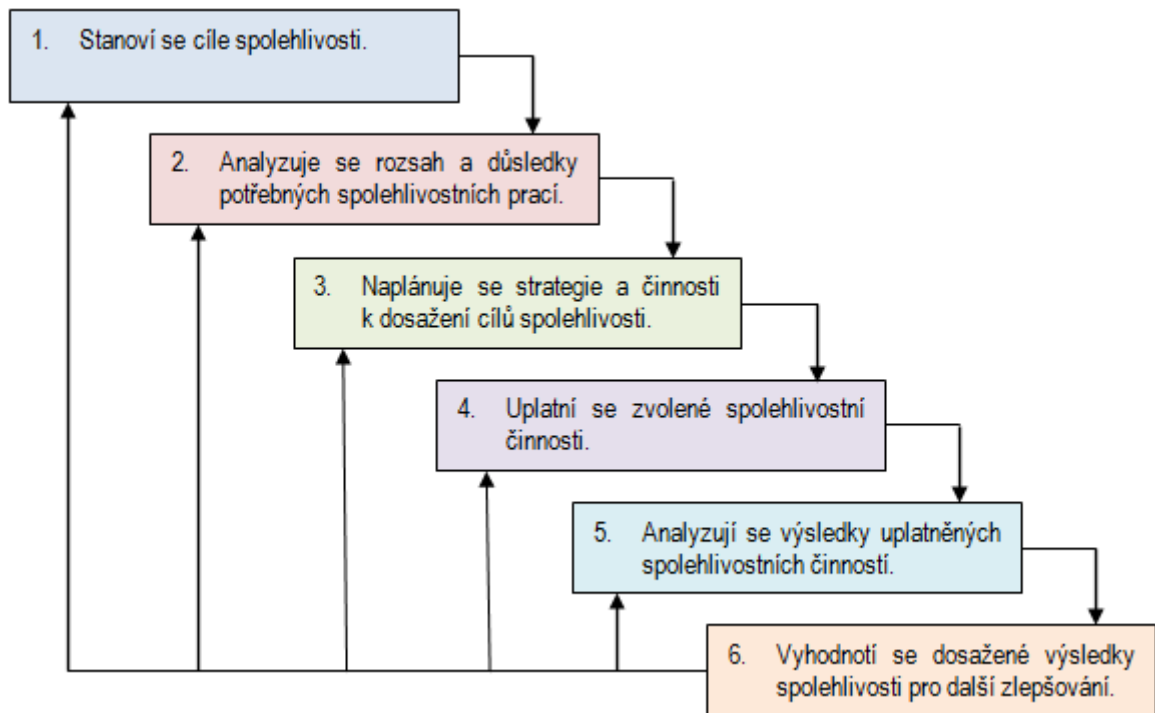
Dílčí závěr

První kapitola je úvodem do problematiky spolehlivosti. V širším pojetí ji dnes chápeme jako stálost užitých vlastností (funkčních, ekologických, ergonomických atd.) objektu po stanovenou dobu a za stanovených podmínek užívání. V užším pojetí spolehlivosti vycházíme z normy ČSN EN ISO 9000, kde je spolehlivost definována jako souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ovlivňují bezporuchovost, udržovatelnost a zajištění údržby. Spolehlivost lze nahlížet z hlediska matematického pomocí Markovských rozhodovacích procesů, které poskytují matematický rámec pro modelování rozhodování v situacích, kdy jsou výsledky zčásti náhodné a z části pod kontrolou uživatele. Markovský rozhodovací proces je diskrétní, stochastický a kontrolovaný.

Ve vztahu k poplachovým systémům nás především zajímá technické a manažerské hledisko. Byl vytvořen přehled základní terminologie spolehlivosti, aby nedocházelo k nesrovnalostem při výkladu neznámých pojmů v dalších kapitolách. Jsou objasněny souvislosti mezi jednotlivými termíny a zejména pak vztah mezi spolehlivostí a bezpečností. Po popisu činitelů ovlivňující spolehlivost, následuje klasifikace objektů a systémů. Závěr kapitoly pojednává o dvoustavových systémech, vícestavových systémech, výrobcích neopravitelných a o výrobcích opravitelných.

2 MANAGEMENT SPOLEHLIVOSTI

Úkolem dobré organizace je vytvořit a udržovat systém managementu spolehlivosti ke směřování a řízení spolehlivostních činností. Systém managementu spolehlivosti má být nedílnou součástí celkového systému managementu organizace. Kroky procesu pro management spolehlivost:



Obr. 7. Posloupnost činností managementu spolehlivosti [4], upravil Přikryl 2014

Organizace má za úkol:

- a) identifikovat spolehlivostní činnosti týkající se obchodních potřeb organizace,
- b) stanovit cíle spolehlivosti a naplánovat etapy životního cyklu produktu přiměřené specifickým projektům,
- c) zajistit včasné uplatnění příslušných časově fázovaných spolehlivostních činností během všech použitelných etap projektu,
- d) určit kritéria a metody pro posuzování spolehlivosti, hodnocení a přejímku produktu,
- e) poskytnout dostupné zdroje a informace nutné k zajištění realizace produktu uplatněním příslušných spolehlivostních činností v projektech,

- f) monitorovat spolehlivostní činnosti a měřit a analyzovat výsledky pro neustálé zlepšování,
- g) povzbuzovat ke spolupráci při aplikacích procesu (návrhu, realizaci produktu, poskytování služeb atd.), aby se činnosti procesu udržely nákladově efektivní,
- h) podporovat vztahy mezi dodavatelem, organizací a zákazníkem, aby se dosáhlo celkových cílů projektu a spokojenosti zákazníka.

Dokumentace systému managementu spolehlivosti má zahrnovat:

- a) dokumentované prohlášení o politice a cílech spolehlivosti,
- b) plány spolehlivosti,
- c) metody spolehlivosti příslušné k danému projektu nebo obchodu organizace,
- d) záznamy o spolehlivosti.

2.1 Funkce managementu a jeho angažovanost ve spolehlivosti

Je nutné identifikovat funkce managementu týkající se spolehlivosti. Systém managementu spolehlivosti má být nedílnou součástí celkového systému managementu. Specifické role managementu a cíle spolehlivosti mají být vyjasněny ve vztahu k jakosti a jiným technickým disciplínám, pokud jsou nutné pro organizaci nebo projekt. To se provádí za účelem dosažení potřeb obchodu a cílů zákazníka a k neustálému zlepšování organizace.

Funkce managementu týkající se spolehlivosti mají zahrnovat:

- strategické plánování spolehlivosti,
- vymezení vhodné organizační struktury včetně vymezení odpovědností a pravomocí pro spolehlivostní činnosti,
- rozvržení zdrojů pro zajištění spolehlivosti,
- sdělování cílů spolehlivosti a výhod pocházejících ze spolehlivostních činností,
- identifikaci odpovědností a pravomocí pro management spolehlivosti a spolehlivostní činnosti,
- vytváření politiky, programů a přidružených procesů spolehlivosti,
- uplatňování a řízení spolehlivostních činností,
- posuzování výsledků spolehlivosti,

- neustálé zlepšování spolehlivosti produktu,
- systematické přezkoumávání výše uvedených funkcí.

Vrcholové vedení má poskytnout důkaz své osobní angažovanosti a aktivity v systému managementu spolehlivosti, aby byla zajištěna jeho efektivnost a neustálé zlepšování. [4]

2.1.1 Zaměření na zákazníka ohledně spolehlivosti

Vrcholový management má zajistit, aby byly stanoveny, pochopeny a splněny potřeby a očekávání zákazníka ohledně spolehlivosti tím, že se zaměří na cíl zvýšit spokojenost zákazníka. Je třeba, aby byl podporován dialog mezi dodavatelem a zákazníkem, aby bylo zajištěno, že jsou problémy spolehlivosti produktu okamžitě řešeny a spolehlivost produktu je neustále zlepšována.

2.1.2 Politika spolehlivosti

Vrcholové vedení má vytvářet politiku zaměřenou na dosažení cílů spolehlivosti produktu a hodnoty pro zákazníka. Politika spolehlivosti může tvořit součást politiky managementu nebo může být začleněna do politiky jakosti.

2.1.3 Odpovědnost, pravomoc a komunikace

Vrcholový management má zajistit, aby byly vymezeny, sdělovány a poskytovány odpovědnosti a pravomoci pro spolehlivost spolu s dostatečnými zdroji. Mají být identifikovány specifické spolehlivostní funkce (funkční místa) a pověření pro dané projekty a uvnitř organizace má být sdělován jejich vzájemný vztah k jakosti a jiným technickým disciplínám.

Pokud je to nutné, má být stanovena role představitele managementu pro oblast spolehlivosti, aby bylo zajištěno, že bude potřebám a očekáváním zákazníka věnována pozornost. Má být identifikována interní i externí komunikace o problémech spolehlivosti jako součást procesu plánování spolehlivosti.

2.1.4 Přezkoumávání systému managementu spolehlivosti

Systém managementu spolehlivosti má být pravidelně přezkoumáván, aby byla zajištěna jeho vhodnost, přiměřenost a efektivnost. Přezkoumání systému managementu může být spojeno s jinými činnostmi neustálého zlepšování. Vrcholové vedení má provádět přezkoumání systému managementu, aby zjistilo, zda jsou politika spolehlivosti a cíle

spolehlivosti organizace splněny. Příslušné informace o spolehlivosti mají být zpřístupněny na zasedáních pro přezkoumávání systému managementu, aby se učinilo rozhodnutí. Doporučení ke zlepšení spolehlivosti a navržené změny systému managementu spolehlivosti mají být předkládány k přezkoumání. Jednotlivé body rozhodnutí a činnosti vyplývající ze zasedání pro přezkoumání systému managementu mají být zaznamenány pro odkazy a následná opatření. [4]

2.2 Program a plán ovlivňující spolehlivost

Jedním ze základních možných způsobů realizace managementu spolehlivosti v organizacích jsou programy a plány spolehlivosti, které jsou svou podstatou obdobou systémů jakosti a plánů jakosti.

- Program spolehlivosti (obdobně program bezporuchovosti a udržitelnosti apod.) je definován jako organizační struktura, odpovědnosti, postupy a zdroje používané v organizaci pro řízení a zabezpečování spolehlivosti; zahrnuje všechny etapy životního cyklu výrobků od plánování po provoz až případnou likvidaci (vypořádání).
- Plán spolehlivosti (plán bezporuchovosti a udržitelnosti) je dokument, stanovující v oblasti spolehlivosti zdroje a sled činností vztahujících se k jednotlivému výrobku, smlouvě nebo projektu.

Program spolehlivosti a plán spolehlivosti je v organizacích budován, udržován a rozvíjen pro plánování, organizaci a řízení zdrojů za účelem produkce bezporuchových a udržovaných výrobků. Uplatňují se zejména v případech, kdy problematika spolehlivosti má vzhledem k podnikatelským záměrům a cílům organizace důležitou úlohu, obzvláště v případech sériové výroby finálních výrobků, resp. jejich komponent, v případech velkosériové produkce součástí a u výrobků či projektů s předem specifikovanými požadavky na spolehlivost (např. pro použití v oblasti vojenské, energetiky, spojů, dopravy apod.).

V rámci programu spolehlivosti je nutno v konkrétních podmínkách organizace zavést, udržovat a dokumentovat:

- organizační strukturu (pravomoci, odpovědnosti, finanční, technické a lidské zdroje) a prvky programu,

- prostředky řízení, zabezpečování a zlepšování (postupy a metody analýz a hodnocení, způsoby a prostředky realizace opatření k nápravě atd.),
- vzdělávací a výcvikový program pro kategorie pracovníků, kteří budou postupy a metody používat,
- informační systém pro vytváření, udržování a aktualizaci souborů informací (zejména ze zkoušení, provozu, přezkoumávání), způsobu jejich zpracování, přenášení a využívání při návrhu, resp. zlepšování výrobků, plánování jejich údržby a zajištění údržby apod. [1]

Program spolehlivosti je tvořen řadou úkolů, náležících do specifické tematické oblasti tzv. prvků programu. Úkoly programu jsou chápány jako řada činností zaměřených na hlediska spolehlivosti výrobku. Prvky programu spolehlivosti se podle ČSN ISO 9000-4 člení na dvě velké skupiny:

a) samostatné:

- zavádění programu spolehlivosti s výběrem úkolů, aby se zajistilo plnění specifikovaných požadavků na spolehlivost (dokumentace struktury a prvků programu s popisem postupů, metod analýzy, nástrojů a statistických zásad používaných v organizaci pro stanovení ukazatelů spolehlivosti, jejich řízení a vyhodnocování),
- vytvoření a udržování přístupu k potřebným kvalitativním a kvantitativním metodám, postupům a modelům pro předpověď, analýzu a odhad znaků spolehlivosti, včetně realizace navazujících výcvikových programů pro pracovníky, kteří je budou používat,
- vytvoření a udržování souborů informací ze zkoušek a z provozu pro zajištění zpětné vazby,
- zavedení a udržování systematické dokumentace v podobě tzv. záznamů o spolehlivosti,

b) specifické pro konkrétní výrobek nebo projekt:

- plánování a management (vedení) - zpracování plánu spolehlivosti jako součásti plánu výrobku (projektu), jeho přezkoumání a zajištění sledovatelnosti požadavků na spolehlivost,
- postupy přezkoumání smlouvy a spolupráce (tzv. služební styk),

- příprava požadavků na spolehlivost, zahrnující jejich kvalitativní a kvantitativní specifikaci, jejich alokaci (rozdělení) na subsystémy, komponenty a díly výrobku, včetně interpretace těchto požadavků (analýza typických podmínek a omezení pro zamýšlené použití výrobku) a jejich přezkoumání,
- směrnice a postupy používané k dosažení požadované spolehlivosti při navrhování výrobku a zajištění jeho údržby, označované jako techniky inženýrství spolehlivosti (inženýrství bezporuchovosti, inženýrství udržitelnosti, inženýrství testovatelnosti / možnosti zkoušení, inženýrství lidských faktorů apod.),
- postupy specifikace požadavků na spolehlivost externě dodávaných výrobků, tj. ze smluvních dodávek a výrobků dodaných zákazníkem,
- analýzy, předpovědi a oficiální přezkoumání návrhu přiměřené pro výrobek (projekt),
- postupy pro efektivní a přiměřené ověřování a validaci (potvrzování správnosti) splnění požadavků na spolehlivost, plánování a provádění zkoušení spolehlivosti (vedle zkoušek bezporuchovosti, udržitelnosti, životnosti, skladovatelnosti, pohotovosti apod. při náběhu výroby, během výroby, přijímací zkoušky atd., též zkoušky s růstem bezporuchovosti, třídící zkoušky namáháním pro zlepšení bezporuchovosti),
- program nákladů životního cyklu, jehož základem jsou ekonomické analýzy pro posouzení celkových nákladů během životního cyklu výrobků, tj. posouzení celkových nákladů na pořízení a vlastnictví výrobku za účelem jejich optimalizace,
- plánování provozní činnosti a zajištění údržby, poskytnutí zákazníkovi informací potřebných pro provoz výrobku, včetně jeho instalace, zajištění servisu a zásobování náhradními díly (východiskem je specifikace, určování a hodnocení nároků na udržitelnost, požadavků na dosahování a ověřování cílů udržitelnosti, sestavení a provádění příslušných programů; doporučeným základem je zpracování koncepce udržitelnosti v období návrhu a z ní odvozené podmínky zajištění údržby v podobě doporučení o druhu a množství náhradních dílů, zkušebních zařízení, speciálních nástrojích, požadavcích na kvalifikaci pracovníků údržby apod.),
- opatření ke zlepšování (tj. postupy systematické identifikace a zavádění všech nezbytných zlepšení bezporuchovosti a udržitelnosti výrobku a zajištění údržby) a postupy řízení modifikací výrobku,

- získávání a analýza údajů o poruchách, poruchových stavech a podmínkách užívání ze zkoušek a z provozu pro realizaci zpětné vazby k využívání zkušeností.

Nejobvyklejší způsob uplatnění programu spolehlivosti s vazbou na jednotlivé konkrétní typy výrobků nebo projektů je plán spolehlivosti, jehož typickým obsahem je:

- identifikace a popis prvků a úkolů, které se použijí,
- identifikace a popis úkolů prověrek a přezkoumání, požadovaných pro zajištění přiměřeného provádění úkolů plánu a koordinace s ostatními činnostmi,
- organizační umístění, zodpovědnost, pravomoci a vzájemný vztah osob, které řídí, provádějí a ověřují provádění úkolů,
- popis postupu při realizaci úkolů, časový popis, rozhodovací body (milníky) a kontrolní body, popis kritérií přezkoumání návrhu, ověřování a validace,
- definice zdrojů požadovaných pro včasné provedení stanovených úkolů v celém programu,
- definice případných dodávaných výrobků nebo dokumentů pro každý rozhodovací a kontrolní bod a identifikace organizace (podniku), která bude vyvíjet, vybírat a používat požadované dokumenty,
- definice systému řízení dokumentů a managementu konfigurace,
- zavedení informačních spojů mezi spolehlivostí a dalšími oblastmi pro zajištění koordinovaného přenosu platných dat,
- řízení smluvních subdodavatelů.

Při zpracování a následné realizaci plánu spolehlivosti je tedy nutné zavést, udržovat a dokumentovat plánování a management (jako součást celkového plánu výrobku či projektu), specifikaci požadavků na bezporuchovost, udržovatelnost, pohotovost a zajištěnost údržby (příp. bezpečnost a životnost) s ohledem na zákazníkem poskytnuté informace, postupy pro specifikace požadavků na spolehlivost pro výrobky subdodavatelů, rozsah a způsob používaných prostředků a nástrojů analýz a řízení, včetně postupů pro systematické zlepšování bezporuchovosti, udržovatelnosti a zajištěnosti údržby (programy růstu bezporuchovosti, programy zlepšování apod.), postupy pro posuzování nákladů životního cyklu výrobku či projektu a informační systém s postupy pro získávání, uchovávání, aktualizaci, analýzu a využívání údajů a informací o poruchách a poruchových stavech včetně okolností, za nichž nastaly, a to ze zkoušení, výroby a provozu s vazbou na výsledky analýz a postupů řízení při návrhu a vývoji. [7]

2.3 Inherentní a provozní spolehlivost

Spolehlivost je třeba chápat jako jednu z vlastností jakosti, proto je zabezpečování spolehlivosti nutno řešit jako součást zabezpečování jakosti. Potřeba řešit problematiku spolehlivosti systémově je dána její složitostí a některými zvláštnostmi řešení. Zde se projevují dvě důležité okolnosti:

- a) každý objekt prochází během svého technického života třemi obdobími:
 - obdobím návrhu, kdy jsou vytvářeny předpoklady pro dosažení určité spolehlivosti. Hledá se řešení s požadovanou úrovní spolehlivosti při minimálních vynaložených nákladech ve všech obdobích technického života výrobku; hovoříme o tzv. projektované spolehlivosti,
 - obdobím realizace, kdy je nutné navrženou úroveň spolehlivosti realizovat; každý jednotlivý objekt tak získává svoji tzv. inherentní spolehlivost,
 - obdobím provozu, v němž je objekt používán ke stanovenému účelu; navrženou a realizovanou úroveň spolehlivosti je nutné udržovat; hovoříme o tzv. provozní spolehlivosti.
- b) problematiku spolehlivosti je nezbytné řešit z hlediska technického, ekonomického a organizačního. Řešení problematiky spolehlivosti v jednotlivých obdobích technického života objektů se vzájemně prolíná a je nutno zabezpečit předběžné i zpětné vazby při současném uvažování vnějších vlivů, které spolehlivost ovlivňují. Pro úspěšné řešení problematiky spolehlivosti je přesné vymezení pojmů, které v této oblasti používáme, zcela nezbytné. Vede to k jednoznačnosti zadání, postupů a interpretace mezivýsledků v průběhu řešení, ale taktéž k jednoznačnosti formulace i chápání výsledků a závěrů.

Výrobky a systémy uplatňující se ve všech oblastech průmyslu se liší ve svých funkčních vlastnostech, ve své struktuře i složitosti a pracují v různých provozních podmínkách. Tato různorodost a rozdílnost v praktických aplikacích vede k tomu, že se ukazatele spolehlivosti stanovují pro různé aplikace diferencovaně. Rovněž se liší teoretické metody a praktické postupy, kterými jsou tyto ukazatele zabezpečovány. Stejný je však přístup k volbě metod i praktickým postupům - uplatňuje se maximální využívání poznatků o spolehlivosti realizovaných výrobků a systémů v provozu a důsledné využívání systémového přístupu při realizaci nových systémů. Systémovým přístupem zde rozumíme

zejména vytváření podmínek pro předcházení poruchám systémů v provozu a omezování nápravných opatření, která se obvykle provádějí až po poruchách a haváriích.

Pro stroje a zařízení budeme v dalším textu používat převážně obecnější názvy – systém, objekt a výrobek. Přitom předpokládáme následující strukturu výrobků, objektů a systémů:

- **součástka** - nejjednodušší samostatný prvek funkční jednotky, funkční jednotka (funkční blok) - dvě nebo více součástí, které v kombinaci plní specifickou funkci,
- **podsystem** - dvě nebo více funkčních jednotek, které v kombinaci plní specifickou funkci v rámci systému,
- **systém** - kombinace vzájemně propojených podsystemů a jejich příslušenství, která zajišťuje předepsanou cílovou funkci,
- **výrobek** - kombinace jedné nebo více funkčních jednotek a příslušenství, propojených tak, aby plnily předepsané specifické funkce. Je to všeobecný název pro součástky a jednoduché struktury. [6]

2.3.1 Inherentní spolehlivost

Inherentní (vlastní, vnitřní) spolehlivost výrobku jsou vlastnosti (v souladu s výše uvedenými definicemi) vyjadřující jeho schopnost plnit požadované funkce v čase, které jsou zajišťovány, ovlivňovány a do výrobků vloženy především v těchto sférách činnosti:

- marketing a definování požadavků na výrobek,
- navrhování (konstruování) a vývoj výrobku,
- technologické a výrobní procesy.

Abychom mohli prokazovat nebo ověřovat inherentní spolehlivost, musíme v co nejvyšší míře vyloučit vliv variability (proměnlivosti) provozních podmínek. Tedy inherentní spolehlivost můžeme prokazovat nebo ověřovat pouze ve „sterilním“ prostředí laboratoří a při pečlivém dodržení provozních a údržbářských režimů formou laboratorních zkoušek spolehlivosti. I když management a používané systémy jakosti v této podnikové sféře něco vylepšily (zejména technologické a výrobní procesy), velmi zaostává fáze definování požadavků na spolehlivost, a to zejména v kvantitativní rovině. Většinou každé vrcholové vedení podniku si dává do své politiky a cílů jakosti vyrábět a prodávat pouze spolehlivé výrobky, ale již nevyžaduje další konkretizaci a rozpracování těchto cílů, a ani nevytváří a neposkytuje příslušné zdroje pro jejich splnění.

Chybí kvantifikace požadovaných hodnot takových ukazatelů, jako je:

- střední doba do poruchy,
- střední doba mezi poruchami,
- střední užitečný život,
- střední doba údržby,
- součinitel ustálené pohotovosti,
- střední náklady životního cyklu aj.

Nejsou-li stanoveny požadované hodnoty těchto ukazatelů, nejsou vykonávány ani určovací a ověřovací laboratorní zkoušky. Mnoho podnikových laboratoří bylo zrušeno nebo silně redukováno. Zcela nebo částečně vyškolený personál pro zkoušky spolehlivosti se rozptýlil na jiná pracoviště a s jinou pracovní náplní. Má-li se podnik seriózně zabývat a řešit problémy spolehlivosti svých výrobků, musí mít v konstrukci s plnou nebo částečnou pracovní náplní inženýra pro spolehlivost a v laboratoři inženýra pro zkoušky spolehlivosti. Outsourcing (používání zdrojů mimo vlastní podnik) v oblasti laboratorních zkoušek spolehlivosti je účelný pro malé podniky, ale ve velkých podnicích je třeba zvažovat vytvoření vlastních zdrojů. Současně je ovšem žádoucí podpořit vznik nových zkušebních pracovišť nebo alespoň udržet existující pracoviště laboratorních zkoušek spolehlivosti v různých zkušebnách. Jde o získávání objektivních hodnot ukazatelů spolehlivosti autorizovanou osobou nezávisle na výrobcí a zákazníkovi. Tato opatření jsou jak v zájmu zákazníka, tak i celé společnosti. Zákazník by měl vytvářet tlak na řešení spolehlivosti kladením příslušných specifikací ukazatelů spolehlivosti požadovaného výrobku a vyžadováním objektivního prokázání nebo ověření třetí nezávislou osobou. Společnost (stát) vytváří tlak na spolehlivost a zejména pak bezpečnost výrobků různými zákony a vládními nařízeními.

Nicméně odpovědnost za spolehlivost výrobku plně spočívá na výrobcí, promítá se do jeho nákladů a samozřejmě i do ceny výrobku nebo služby pro zákazníka. Poučený a odpovědný zákazník ovšem posuzuje cenu v širších souvislostech, ne pouze jako jeden jediný a rozhodující znak jakosti. Je jí nutno začlenit do integrálního ukazatele jakosti (podíl efektu užití výrobku a nákladů celého jeho životního cyklu) a teprve podle tohoto ukazatele posuzovat výhodnost výrobku nebo poskytované služby. [6]

2.3.2 Provozní spolehlivost

V obecnějším slova smyslu se pod pojmem provozní spolehlivost rozumí spolehlivost fyzicky zhotovených objektů/systémů, ve stanovených nebo simulačně vytvořených provozních podmínkách. Objekty mohou být nejrůznější funkční složitostí. V užším smyslu se provozní spolehlivost vztahuje k bezporuchovosti, udržovatelnosti, pohotovosti a zajištěnosti údržby výrobků v běžném provozu při užívání ke stanovenému účelu za stanovených podmínek.

Řešení problematiky provozní spolehlivosti spočívá v jejím sledování, hodnocení a řízení a má svou stránku manažerskou, ekonomickou, motivační a technickou. Vyžaduje v období užívání výrobků sledovat a hodnotit jejich skutečně dosahovanou spolehlivost, tj. schopnost plnit požadované funkce při užívání ke stanovenému účelu ve stanovených podmínkách a po stanovenou dobu. Výsledky sledování a hodnocení je pak nutné průběžně využívat k "řídícím" zásahům s cílem dosáhnout s maximální ekonomickou efektivností požadovanou nebo maximální úroveň spolehlivosti.

Významnou okolností určující provozní spolehlivost jsou pro každý výrobek stanovené podmínky užívání. Uživatel (provozovatel) výrobku má odpovědnost zejména za zajištění předepsaného způsobu užívání, podmínek prostředí, stanovených pravidel pro obsluhu (tj. způsobu zacházení a kvalifikace obsluhy) a za realizaci koncepce údržby.

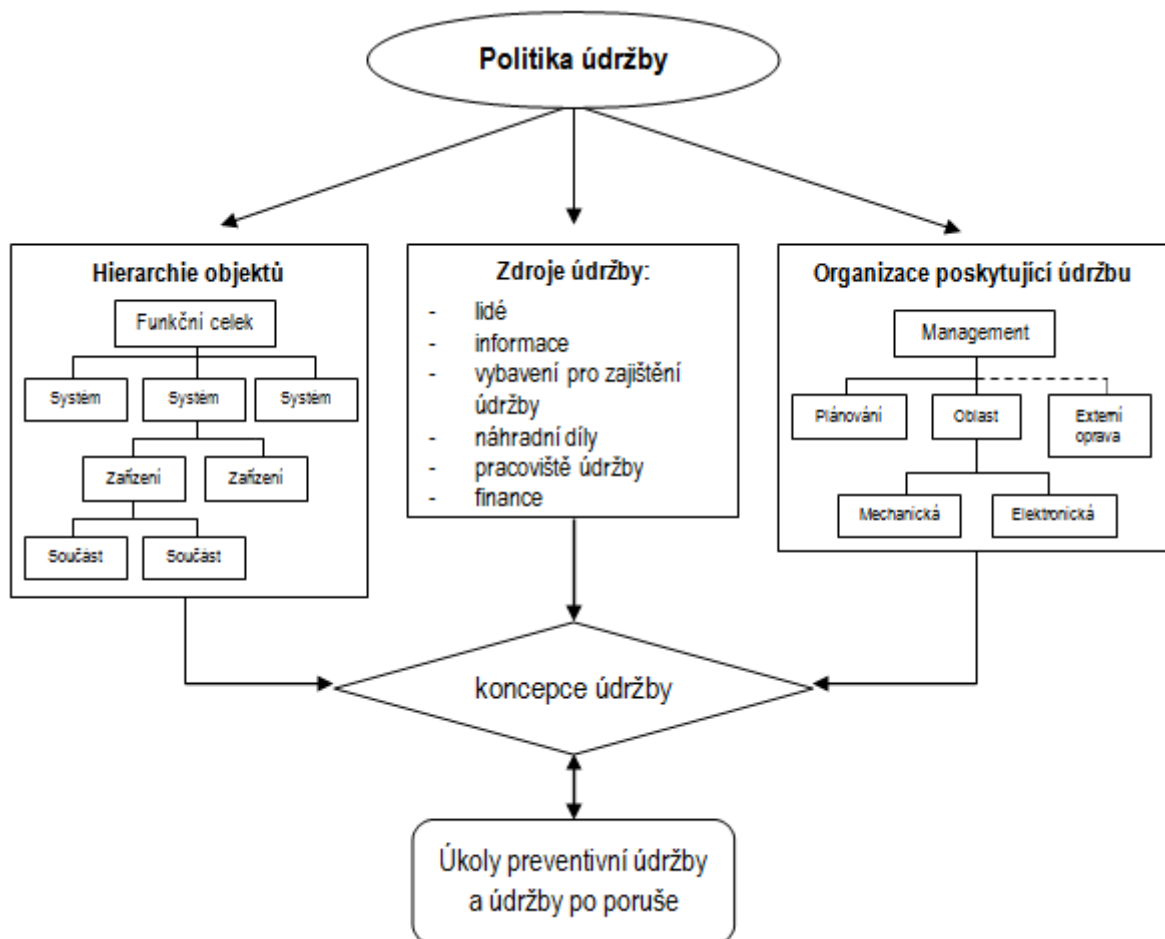
Mimořádnou úlohu při zajištění provozní spolehlivosti má udržovatelnost a zajištěnost údržby, realizovaná stanovenou koncepcí údržby, která popisuje vztahy mezi místy údržby, stupni rozčlenění výrobku (objektu) a stupni údržby, které mají být pro jeho údržbu použity.

Obecně platí, že požadavky na spolehlivost výrobků, a tedy i na jejich udržovatelnost a zajištěnost údržby, mají význam, jestliže je lze prokázat, jestliže lze ověřit jejich plnění a z jejich případného neplnění vyvozovat důsledky, tj. opatření k nápravě, postihy apod. Sledování a hodnocení skutečně dosahované úrovně bezporuchovosti, udržovatelnosti, zajištěnosti údržby, pohotovosti atd. již fyzicky realizovaných a provozovaných výrobků při současném zjišťování skutečných podmínek užívání je nedílnou součástí managementu spolehlivosti v rámci systému jakosti, příp. programu nebo plánu spolehlivosti. [2]

2.3.2.1 Údržba

Údržba je kombinace všech technických a administrativních činností, včetně činností dozoru, zaměřených na udržení objektu ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci.

Základní termíny týkající se údržby a jejich vzájemné vztahy jsou uvedeny na obrázku:



Obr. 8. Vzájemný vztah termínů z oboru údržby [7], upravil Příkryl 2014

Poskytování údržby a jejího zajištění je klíčovým prvkem při zajišťování spolehlivosti objektů (produktů, zařízení a systémů) během jejich celého životního cyklu. Řádné funkčnosti, způsobilosti a spolehlivosti se dosáhne poskytováním nezbytné údržby a zajištění údržby spolu s vhodným návrhem, jakostí výroby a dobrými provozními pokyny a postupy.

Rozsah a typ údržby a zajištění údržby závisí na potřebách zákazníka, povaze objektu, jeho stavu, požadované pohotovosti a na jiných faktorech. Pokud se tyto faktory změní, zejména během etapy provozu a údržby, může být nutné údržbu a zajištění údržby upravit.

Údržba a zajištění údržby jsou obsaženy v řadě různých funkcí, jako je management údržby a management majetku.

Nepřiměřená, nadměrná nebo nesprávná údržba může způsobit poruchy, které mohou významně snížit pohotovost objektů a mohou vést ke značně zvýšeným nákladům v důsledku ztráty výkonnosti a možného sekundárního poškození. Snížená pohotovost často vede k provozním sankcím a následné ztrátě příjmů, která může být značně větší, než jsou náklady na údržbu nebo dokonce náklady na původní poruchu. Může mít též vliv na bezpečnost a v některých průmyslových odvětvích to může být nejvýznamnější činitel. [7]

2.3.2.2 Politika údržby

Organizace odpovědná za údržbu a zajištění údržby má stanovit politiku údržby, kterou se bude řídit plánování, provádění, posuzování, analýza a zlepšování údržby a zajištění údržby. Koncepční politika údržby má být vymezena během etapy koncepce a stanovení požadavků a potom se má během etapy návrhu a vývoje blíže specifikovat. K dalším změnám a zlepšením politiky údržby může dojít během etapy provozu a údržby, takže se tato politika bude muset periodicky aktualizovat.

Vývoj politiky se může řídit standardními metodami plánování používanými v organizaci, do nichž jsou běžně zahrnuty záměry, politiky a cíle pro údržbu, plány opatření a ukazatele výkonnosti. V závislosti na situaci má být do tohoto vývoje zahrnut vlastník, uživatel a zákazník.

Cíle údržby se stanovují na základě politik společnosti a potřeb zákazníka. Tyto cíle mohou zahrnovat pohotovost, bezpečnost, výkonnost a náklady na údržbu a mají být sděleny všem pracovníkům zapojeným do údržby a zajištění údržby včetně externích stran. Plány opatření vypracované na základě těchto cílů poskytují základ pro zajištění, že budou potřeby zákazníka splněny a že mohou být na základě přijatých ukazatelů výkonnosti orientovaných na zákazníka, obchod a údržbu provedena zlepšení. Plány mají zahrnovat zlepšení, jako jsou nové metody monitorování stavu a nové nástroje, lepší management informací a efektivnější procesy managementu práce. [7]

2.3.2.3 Plánování údržby a zajištění údržby

Při plánování údržby a zajištění údržby je třeba uvážit:

- cíle spolehlivosti a cíle týkající se potřeb zákazníka, bezpečnosti a nařízení či předpisů,

- koncepci údržby, která se bude používat,
- metodiku optimalizace údržby,
- zdroje zajištění potřebné k uplatnění stanovené koncepce údržby,
- odpovědnosti managementu a organizace za údržbářské činnosti,
- začlenění doporučení k údržbě jednotlivých produktů v rámci rozsáhlejšího systému,
- dopad na existující zdroje zajištění a dostupnost těchto zdrojů.

2.3.2.4 *Management údržby*

Management činností údržby a zajištění údržby se skládá z těchto částí:

- vývoj a aktualizace politiky údržby,
- poskytování financí pro údržbu,
- koordinace a dozor nad údržbou.

Politiku údržby vyvíjí management odpovědný za údržbu a zajištění údržby spolu se všemi skupinami zapojenými do údržby. Politika údržby má být oficiálně dokumentována a přezkoumána a pravidelně obnovována. Mělo by být poskytováno přiměřené finanční zajištění podporované metodami vytváření rozpočtu a podáváním finančních zpráv.

Management (vrcholové vedení) navrhuje organizační struktury, které umožňují provádět údržbářské činnosti a činnosti zajištění údržby, a má efektivně jednat se skupinami, které jak interně, tak externě poskytují zdroje pro údržbu. [7]

Dílčí závěr

Druhá kapitola se zabývá spolehlivostí z pohledu manažerského a vychází s normy ČSN EN 60300. Tato norma popisuje všeobecné směrnice pro vytváření systému managementu spolehlivosti ke splnění většiny potřeb organizace nebo projektu. Podporuje inovaci a pružnost v managementu a návrhu pro optimalizaci produktu se známými omezeními a technologickými možnostmi. Je v souladu s normou ISO 9001:2000 a ISO 9004:2000. Dále se kapitola zabývá zajišťováním spolehlivosti v etapách životního cyklu produktu, které se týkají plánování, navrhování, měření, analýzy a zlepšování. Do spolehlivosti zahrnuje pohotovost a faktory, které ji ovlivňují: bezporuchovost, udržitelnost a zajištění údržby. Spolehlivost je rozdělena na inherentní (vlastní, vnitřní) a provozní. **Inherentní spolehlivost** výrobku jsou vlastnosti, vyjadřující jeho schopnost plnit

požadované funkce v čase, které jsou zajišťovány, ovlivňovány a do výrobků vloženy. **Provozní spolehlivostí** se v obecnějším slova smyslu rozumí spolehlivost fyzicky zhotovených objektů/systémů, ve stanovených nebo simulačně vytvořených provozních podmínkách.

Poslední část kapitoly je věnována problematice údržbě, což je kombinace všech technických a administrativních činností, včetně činností dozoru, zaměřených na udržení objektu ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci vycházející z normy ČSN EN 60300-3-14.

3 SPOLEHLIVOST A BEZPEČNOST TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ

Objekty typu technických zařízení různé složitosti jsou chápány většinou jako objekty složené z funkčně vzájemně vázaných komponent, pak se pro ně používá termín systém a prvky. Systém je tedy souhrn vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků, v souvislosti se spolehlivostí, pak se stanoveným účelem vyjádřeným v podobě požadovaných funkcí a stanovených podmínek pro používání.

Pro řešení problematiky spolehlivosti technického systému se rozumí zejména studium, analýza a hodnocení spolehlivostních vlastností systému v závislosti na spolehlivostních vlastnostech prvků, z nichž je systém vytvořen tak, aby plnil požadované funkce za stanovených podmínek používání.

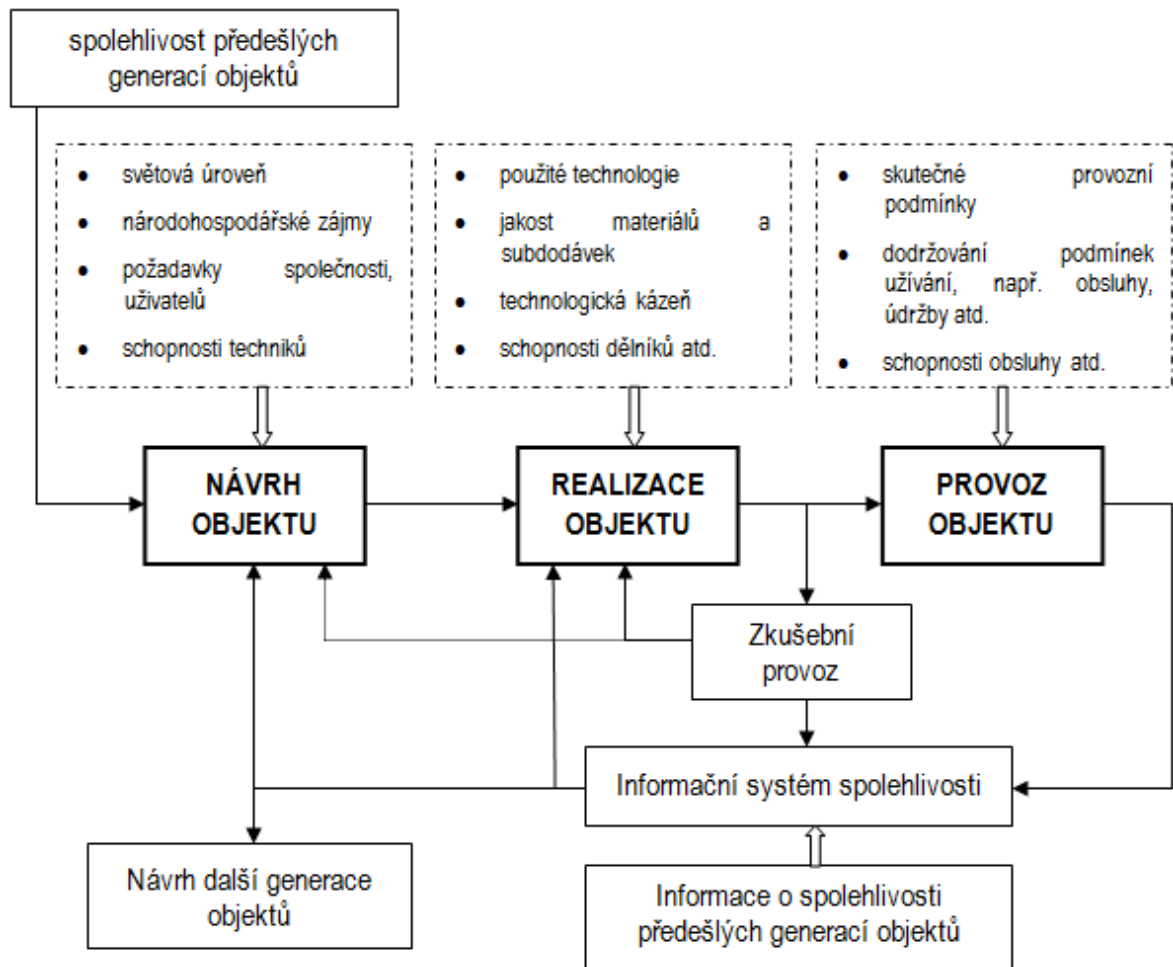
3.1 Východiska řešení v etapě specifikace návrhu

Pro řešení problematiky bezpečnosti a spolehlivosti systému jako celku i pro jeho jednotlivé prvky, z nichž je systém navržen a realizován, platí všechny zásady uvedené v první kapitole.

Je třeba zdůraznit systémový přístup, tj. proces vyhledávání optimální strategie zajišťování bezpečnosti a spolehlivosti ve všech etapách životního cyklu, realizovaného z hlediska:

- **manažerského** – zejména programy spolehlivosti a plány spolehlivosti – bezporuchovosti, udržovatelnosti, programy oficiálního přezkoumávání, programy stanovení nákladů životního cyklu, programu růstu bezporuchovosti, třídění namáháním pro zlepšení bezporuchovosti atd.,
- **technického** – uplatnění vhodných “technik“, zejména vhodných metod analýz rizik a spolehlivosti, postupů oficiálního přezkoumání, udržovatelnosti a zajištění údržby, metod a postupů růstu bezporuchovosti, třídění namáhání zkoušek spolehlivosti např. pro kritické nebo nově vyvíjené prvky systému atd.,
- **ekonomického** – realizací programu stanovení nákladů životního cyklu.

Aktuálnost a význam systémového přístupu se výrazně zvyšuje, ale jeho praktické uplatňování bývá podstatně složitější z důvodů vazeb na subdodavatele komponent systému a služeb, na budoucí zákazníky – uživatele. [2]



Obr. 9. Schéma systémového přístupu k řešení problematiky spolehlivosti [1], upravil Příkryl, 2014

3.1.1 Specifikace požadavků na bezpečnost

Protože bezpečnost, bezporuchovost, udržovatelnost, pohotovost, životnost atd. patří mezi základní znaky jakosti s rozhodujícím vlivem na uspokojování požadavků zákazníků a společnost, je jedním z nutných výchozích kroků před zahájením vývoje či projektu specifikovat požadavky na ně. Obecné požadavky na bezpečnost jsou vymezeny řadou právních předpisů a na ně navazujících norem, normativních dokumentů apod., které je nutno vždy pro daný konkrétní navrhovaný objekt/systém zjistit a následně aplikovat.

➤ V oblasti soukromoprávní ochrany jsou základními právními předpisy:

- občanský zákoník – zákon 89/2012 Sb. ve znění všech pozdějších úprav,
- zákon 634/1992 Sb. o ochraně spotřebitele ve znění pozdějších úprav,
- zákon 59/1998 Sb. o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobků, ve znění zákona 209/2000 Sb., podle něhož z hlediska přiměřené úrovně bezporuchovosti a

bezpečnosti pro mimosmluvní vztahy odpovídá výrobce nebo distributor za škodu způsobenou vadou výrobku, prokáže-li poškozený vadu výrobku, vzniklou škodu (tj. škodu na zdraví nebo následnou škodu na jiné věci než je vadný výrobek) a příčinnou souvislost mezi vadou výrobku a škodou.

➤ V oblasti veřejnoprávní ochrany.

- Obecně **zákon 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků**. Účelem tohoto zákona je zajistit, v souladu s právem Evropských společenství, aby výrobky uváděné na trh nebo do oběhu byly z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví pro spotřebitele bezpečné. Zákon stanoví povinnosti výrobců, dovozců a distributorů ve vztahu k zajištění bezpečnosti výrobků, vymezuje dozorové orgány příslušné ke kontrole dodržování zákona, stanoví postupy kontroly bezpečnosti výrobků na hranicích, vymezuje základní právní rámec pro fungování evropského informačního systému RAPEX, který se týká informací o výskytu nebezpečných nepotravinářských výrobků.
- Pro výrobky s užitím ve specifikovaných oblastech, např. zákon č. 38/1995 Sb. o technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích,
- pro skupiny výrobků vymezených speciálním zákonem, např. zákon č. 79/1997 Sb. o léčivech.
- Pro výrobky stanovené zákonem č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky ve znění zákona č. 71/2000 Sb. Atd. [11]

Dalším krokem při řešení bezpečnosti zejména složitých technických objektů/systémů bývá v návaznosti na právní předpisy vypracování modelu oblastí přípustných a nepřípustných rizik. Stanovená oblast nepřijatelných rizik musí být ošetřena v rámci uplatnění managementu rizik, což musí být prokázáno analýzou bezpečnosti a případně odpovídajícími zkouškami.

3.1.2 Specifikace požadavků na spolehlivost

V současné době se stále více zdůrazňuje nutnost navrhovat nebo projektovat objekty/systémy s předem specifikovanou spolehlivostí. Protože skutečně dosahovaná bezpečnost, životnost, bezporuchovost, udržovatelnost, zajištěnost údržby a pohotovost při užívání objektu/systému podstatně závisí i na podmínkách provozu/užívání, musí být součástí specifikace spolehlivosti vymezení podmínek skladování, přepravy, instalace a

užití, která se budou uplatňovat. Vedle podmínek, za nichž bude objekt/systém provozován, je důležité brát v úvahu politiku údržby a organizaci zajištění údržby.

Znaky spolehlivosti (obdobně jako jiných technických parametrů) lze stanovit jako:

- **specifikace vypracované výrobcem** (dodavatelem) - používají se zejména u objektů/systémů, u nichž k přijetí na trhu není vyžadováno, aby měly určité znaky spolehlivosti,
- **specifikace vypracované zákazníkem** - používají se zejména u objektů/systémů, které musí splňovat určité požadavky na znaky spolehlivosti (např. na bezpečnost, bezporuchovost, udržovatelnost a zajištění údržby apod.), aby uspokojily potřeby zákazníka,
- **specifikace vzájemně dohodnuté nebo vypracované výrobcem i zákazníkem** - obvykle se používají v případě objektů/systémů realizovaných na zakázku nebo v případě změn jejich již existujícího návrhu.

Požadavky na spolehlivost se mají pokud možno vyjadřovat kvantitativně a to podle potřeb zákazníků a podle zamýšleného použití objektu/systému, mají být realistické a slučitelné se současným stavem technologie. Používá-li se dohoda mezi zákazníkem a dodavatelem, mají požadavky na spolehlivost tvořit součást dohody. Specifikování kvalitativních, ale zejména kvantitativních požadavků na spolehlivost má být provedeno společně se specifikacemi postupů a kritérii jejich ověřování, metody ověřování by měly být vzájemně odsouhlaseny.

Zvláště důležité je vždy přesně definovat:

- **system** (zařízení, sestavu apod., u něhož se požadavky uplatňují),
- **kritéria** (na jejichž základě se budou bezpečnost, bezporuchovost, udržovatelnost, životnost atd. posuzovat).

Protože za zajištění shody objektu/systému s požadavky na bezpečnost a spolehlivost je zodpovědný výrobce (dodavatel), je nezbytné, aby věnoval mimořádnou pozornost zejména formě vyjádření požadavků, opatřením pro zajištění údržby a metodám, které se mají použít pro posuzování požadovaných znaků.

Na dosahovanou úroveň bezpečnosti a spolehlivosti mají podstatný vliv podmínky, za nichž je objekt/systém instalován a provozován, proto je nezbytnou součástí specifikací požadavků na spolehlivost vyjádření:

- jeho zamýšlených funkcí a definice poruchového stavu (tj. co je podstatou poruchového stavu v tomto určitém objektu/systému při jeho zamýšleném použití),
- jak bude instalován a jak se bude používat,
- různých provozních podmínek a podmínek prostředí, za nichž bude objekt/systém používán (pokud možno včetně relativní doby strávené za těchto jednotlivých podmínek),
- povinností a zodpovědností zákazníka, dodavatele, ev. jakýchkoliv dalších třetích stran,
- postupů a metod určených k ověřování souladu s požadavky,
- potřebných kvalifikací a zodpovědností pracovníků zodpovědných za provozování a udržování výrobku,
- politiky údržby, která se má uplatňovat, a příslušných postupů a opatření zajištění údržby (úroveň zajištění údržby je velmi často dána podmínkami použití a nebývá vnitřním požadavkem samotného objektu/systému).

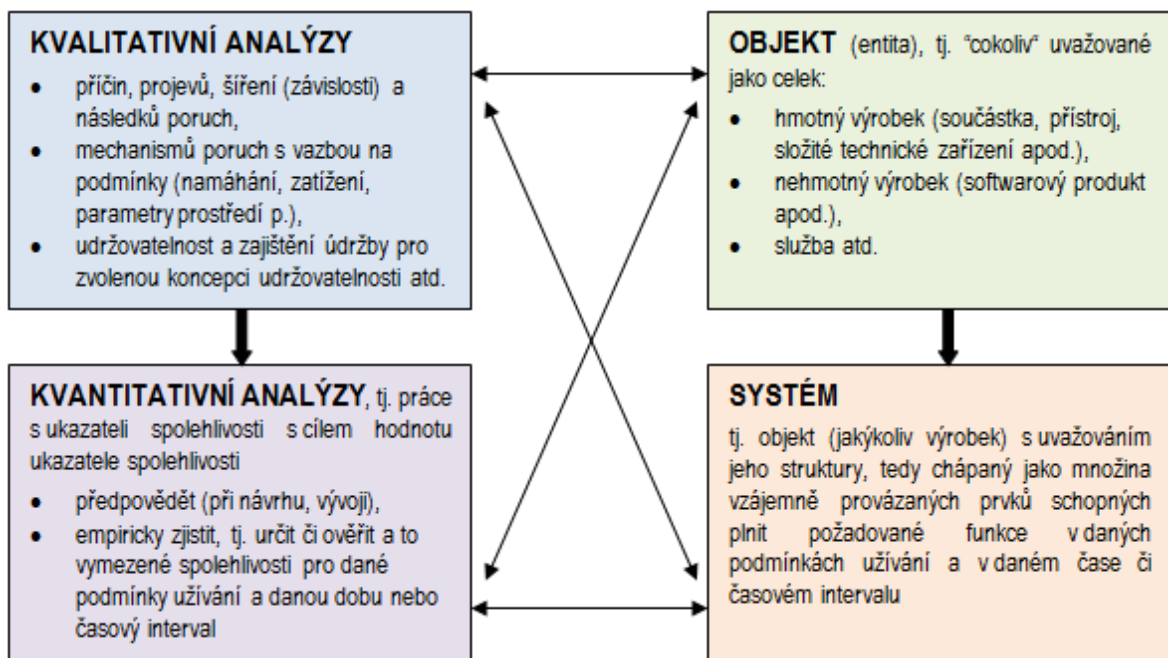
Zvolené znaky spolehlivosti se mají vztahovat k danému typu (druhu) objektu/systému a k jeho zamýšlenému použití. Např. jestliže se nepředpokládají žádné činnosti údržby, je nutné specifikovat požadavky na bezporuchovost. Přispívají-li náklady na údržbu významně k nákladům na životní cyklus nebo je údržba důležitá pro uživatele, mají se specifikovat požadavky na udržovatelnost. Pokud doba nepoužitelného stavu může způsobit významné ekonomické ztráty nebo zranění osob (např. rozsáhlé systémy, výrobní závody, bezpečnostní zařízení apod.), doporučuje se specifikovat požadavky na pohotovost. Ve specifikaci na bezpečnost a spolehlivost má být upozornění na různé faktory, které pravděpodobně ovlivní náklady na zajištění bezpečnosti, bezporuchovosti a udržovatelnosti, např. očekávaná životnost, požadavky na likvidaci nebo recyklování při ukončení technického života apod. [2]

3.1.3 Úloha a charakteristika technik analýz rizik a spolehlivosti

Realizace specifikovaných požadavků na bezpečnost a spolehlivost vedle dalších nástrojů a postupů vyžaduje zejména systematicky aplikovat techniky (tj. metody a postupy) analýz rizik a spolehlivosti již v předvýrobních etapách, protože požadovanou úroveň bezpečnosti a spolehlivosti (bezporuchovosti, udržovatelnosti, pohotovosti, životnosti atd.) je nutné do návrhu či konstrukce systému "vyprojektovat" ve vývojové fázi jeho životního cyklu. To

umožňuje navrhovat systémy s požadovanou, předem stanovenou úrovní bezpečnosti a spolehlivosti, které většinou nelze dosáhnout intuitivně pouhým využíváním rutinních znalostí a zkušeností projektantů či konstruktérů. Význam systematického a pokud možno kvantitativního hodnocení spočívá v tom, že umožňuje v období vývoje systému hodnotit a srovnávat různé varianty řešení, různá opatření ke zvýšení bezpečnosti, bezporuchovosti, udržitelnosti, životnosti apod., včetně doprovodných ekonomických analýz. Analýzy rizik a spolehlivosti mají jak objektů, tak systémů, mají dva vzájemně se prolínající přístupy.

- **Kvalitativní** - spočívající ve studiu a zkoumání druhů, příčin, závislostí, projevů a následku poruch s návaznou analýzou možností, jak jim předcházet nebo odstraňovat jejich následky, ev. i příčiny. Je nutné zdůraznit, že v předvýrobních etapách životního cyklu jde o analýzy potenciálně možných druhů poruch, jejich příčin, závislostí a následků.
- **Kvantitativní** - kdy bezpečnostní nebo spolehlivostní vlastnosti vyjadřované pomocí ukazatelů umožňují u navrhovaného (ale i realizovaného) systému stanovit jeho bezpečnostní a spolehlivostní úroveň v závislosti na ukazatelích spolehlivosti jeho prvků a vhodnou alternativou návrhu dosáhnout předem požadované specifikované úrovně; v předvýrobních etapách, kdy systém fyzicky neexistuje, mají všechny výsledky charakter předpovědí.



Obr. 10. Schéma možností aplikace analýz spolehlivosti [1], upravil Přikryl 2014

Predikční a iterační charakter výpočtu spolehlivosti

Používají-li se v předvýrobních etapách kvantitativní analýzy, využívají se za situace, kdy systém fyzicky neexistuje. Odhady ukazatelů spolehlivosti fyzicky již existujících objektů lze získávat statistickými metodami ze zkoušek spolehlivosti, což je obecně možné u objektů na nižší úrovni funkční složitosti (součástky, jednodušší obvody, moduly, bloky, přístroje apod.), z nichž jsou pak navrhovány a vytvářeny různé složitější systémy se vzájemně odlišnými funkcemi. Kvantitativní hodnocení v období jejich návrhu lze provádět pouze výpočty s využitím aparátu teorie pravděpodobnosti a výsledky mají výše zmíněný predikční charakter, tj. charakter předpovědi. Jde o předvídaní spolehlivosti/bezpečnosti dříve, než je systém realizován, instalován a uveden do provozu. Jejich význam spočívá mimo jiné i v tom, že umožňují budoucím uživatelům poskytnout předem určité záruky, že systém bude vyhovovat stanoveným specifikacím na spolehlivost/bezpečnost.

V období, kdy systém fyzicky neexistuje, lze údaje o ukazatelích spolehlivosti navrženého systému podložit pouze uvedenými predikčními výpočty. Aby prezentace těchto předpovědí byla správná a úplná, musí obsahovat řadu dalších údajů, které definují předpoklady, za nichž výpočty ukazatelů byly provedeny.¹ Předpovědi ukazatelů bezporuchovosti, udržitelnosti, pohotovosti, ale rovněž bezpečnosti a životnosti systému jsou obecně výsledkem poměrně složitějšího vícestupňového procesu. Aby byl k dispozici dostatek informací pro posouzení nejen prezentovaných výsledků, ale i principů a prostředků, jimiž byly získány, je nutné k vlastním číselným výsledkům uvádět poměrně rozsáhlý soubor informací, jejichž doporučený rozsah a další podrobnosti v minulosti uváděla norma ČSN IEC 863, která je v současnosti nahrazena normami ČSN EN 61709:1998 a IEC 60319:2000.

Dalším typickým rysem výpočtů ukazatelů spolehlivosti systémů v období jejich návrhu je jejich iterační charakter: řešení je zpočátku založeno na relativně malém množství informací, analýzy a výpočty mají nejdříve jen charakter výchozích orientačních odhadů, umožňujících posoudit dosažitelnost zadaných hodnot pro různé možné varianty návrhů

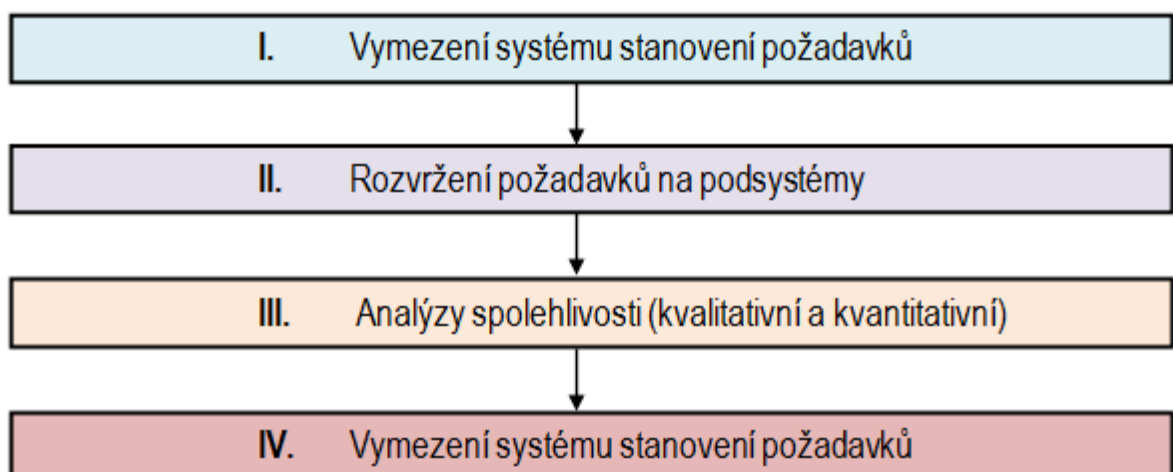
¹ Z tohoto pohledu predikční výpočty poskytují informace o tom, jakých hodnot ukazatelů spolehlivosti může být dosaženo při provozu systému, budou-li splněny uvažované předpoklady. To se někdy označuje jako jejich informativní charakter.

technického řešení za současného posouzení jejich ekonomické efektivity. S postupem vývoje či projektu systému se informovanost zvyšuje, avšak možnosti změn v technickém, konstrukčním a algoritmickém řešení na základě zpřesněných analýz spolehlivosti jsou stále obtížnější a nákladnější. Proto podrobné hodnocení spolehlivosti je účelné provádět v etapě postupného upřesňování návrhu s přechodem ke konečné struktuře projektovaného systému. [6]

3.1.4 Obecný postup analýzy spolehlivosti

Základním nástrojem hodnocení spolehlivosti (a obdobně bezpečnosti) systémů jsou různé techniky analýz spolehlivosti, v případě bezpečnosti nazývané techniky analýz rizik. Protože se používají v obou případech stejné nebo podobné metody a postupy, někdy jen mírně modifikované (u analýz rizik se více zdůrazňují pravomoci a odpovědnosti za jejich provádění a zejména za posuzování a ošetření identifikovaných), je dále uveden obecný postup analýzy spolehlivosti, který se vztahuje i na analýzy rizik.

Analýzy spolehlivosti se provádějí v etapě specifikace požadavků a volby koncepce systému a pak zejména v etapě návrhu a vývoje, ale i v etapě provozu, a to na různých úrovních a stupních rozkladu systému na prvky. Výsledky analýz se využívají pro porovnání výsledků se specifikovanými požadavky, umožňují vyhodnotit kvalitativní charakteristiky a odhadnout kazatele bezpečnosti, životnosti, bezporuchovosti, udržovatelnosti, pohotovosti atd., které popisují předpovězené dlouhodobé provozní chování systému pro stanovené podmínky užívání. [2]



Obr. 11. Schéma obecného postupu analýzy spolehlivosti [1], upravil Přikryl, 2014

Analýzy spolehlivosti zahrnuje čtyři základní kroky, jsou-li možné a aktuální. V jednotlivých krocích se řeší tyto jednotlivé dílčí úkoly.

I. Vymezení systému a stanovení požadavků:

- vymezí se požadavky na analyzovaný systém, na jeho provozní režimy a funkční vztahy k vyšším úrovním a sousedním systémům nebo procesům,
- vymezí se jeho spolehlivost a vypracuje se seznam všech požadavků na bezpečnost, životnost, pohotovost, bezporuchovost, udržovatelnost atd., na jeho charakteristiky a vlastnosti včetně podmínek prostředí a provozu a požadavků na údržbu,
- vymezí se porucha systému (resp. kritická porucha pro bezpečnost, mezní stav pro životnost) a určí se kritéria poruch a podmínky založené na funkční specifikaci systému, očekávané době provozu a provozního prostředí; součástí tohoto úkolu jsou tedy i analýzy možných následků poruch (rozlišení poruch systému na kritické, podstatné a nepodstatné, na trvalé a občasné atd.).

II. Rozvržení požadavků na podsystémy

Pokud se požadují číselné výsledky, doporučuje se požadavky založené na předběžném návrhu rozvrhnout na požadavky na jeho podsystémy, bloky, prvky apod. K tomu je nezbytné provést rozklad systému na prvky, při němž se respektují hlediska, že prvky:

- tvoří dílčí ucelené konstrukční nebo funkční části minimálně o řád jednodušší,
- jsou dodávány subdodavateli,
- podléhají jako celky obnově.

III. Analýzy spolehlivosti

Systém se analyzuje s využitím zvolených metod a postupů (tj. technik) analýz spolehlivosti a závažných dat o výkonnosti:

- **kvalitativní analýzy** - zahrnují analýzu funkční struktury systému a stanovení druhů poruchových stavů, mechanismů poruch, příčin, projevů a následků poruch systému a součástí, analýzy udržovatelnosti jednotek, určení možných strategií údržby a oprav, sestavení modelů bezpečnosti, bezporuchovosti atd.,
- **kvantitativní analýzy** - určí se referenční data, která se budou používat, a provedou se číselná vyhodnocení spolehlivosti, analýzy kritičnosti a citlivosti

součástí, vyhodnotí se možná zlepšení vlastností systému využitím nadbytečných dílčích struktur, vlivem strategie údržby atd.

IV. Přezkoumání a doporučení

Hodnocení splnění požadavků a nápravných opatření analyzuje se, zda jsou požadavky na spolehlivost/bezpečnost splněny a zda alternativní návrhy mohou ekonomicky efektivně zvýšit spolehlivost/bezpečnost. Na základě zvážení účelu a významnosti jednotlivých kroků uvedeného obecného postupu analýzy a zhodnocení možností, výhod a nedostatků jednotlivých metod se provede jejich výběr. Většinou se jednotlivé metody analýzy vzájemně doplňují. [5]

Dílčí závěr

Třetí kapitola analyzuje požadavky na spolehlivost technických systémů. Jedná se zde zejména o studium, analýzu a hodnocení spolehlivostních vlastností systému v závislosti na spolehlivostních vlastnostech prvků, z nichž je systém vytvořen tak, aby plnil požadované funkce za stanovených podmínek používání. Je třeba zdůraznit systémový přístup, tj. proces vyhledávání optimální strategie zajišťování bezpečnosti a spolehlivosti ve všech etapách životního cyklu, realizovaného z hlediska: **manažerského, technického a ekonomického**. Obecné požadavky na bezpečnost jsou vymezeny řadou právních předpisů, které je nutno vždy pro daný konkrétní navrhovaný objekt/systém zjistit a následně aplikovat. V oblasti veřejnoprávní ochrany je to zejména **zákon 102/2001 Sb.** o obecné bezpečnosti výrobků. Účelem tohoto zákona je zajistit, v souladu s právem Evropských společenství, aby výrobky uváděné na trh nebo do oběhu byly z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví pro spotřebitele bezpečné. V konkrétní specifikaci požadavků na spolehlivost lze stanovit znaky jako: specifikace vypracované výrobcem (dodavatelem), specifikace vypracované zákazníkem (uživatelé) a specifikace po oboustranné dohodě. Podstatné je vždy přesně definovat **system** (zařízení, u něhož se požadavky uplatňují) a **kritéria** (na jejímž základě se budou bezpečnost, bezporuchovost, udržitelnost a životnost posuzovat).

V závěru kapitoly je popsán obecný postup analýzy spolehlivosti prováděný v etapě specifikace požadavků a volby koncepce systému a pak především v etapě návrhu a vývoje. Tento postup aplikujeme následovně: vymezení systému stanovení požadavků -> rozvržení požadavků na podsystémy -> analýzy spolehlivosti -> vymezení systému stanovením požadavků.

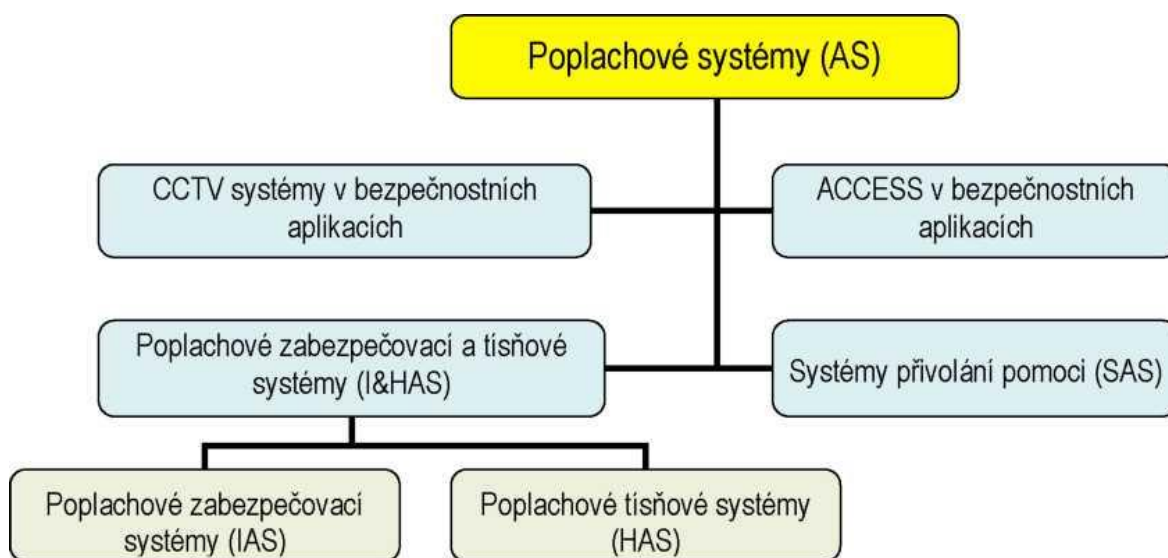
4 SPOLEHLIVOST POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ

Důsledkem stále neklesající majetkové trestné činnosti a zvyšováním hmotného majetku “střední vrstvy“ u populace vzrůstá potřeba chránit své zdraví, život a majetek. Vzniklá situace vedla již v minulosti k vývoji a instalování takových bezpečnostních zařízení, která umožnila včasné hlášení poplachových (havarijních) situací ze vzdálených objektů. Tato zařízení jsou obecně nazývána jako poplachové systémy. Klíčovou rolí zde hraje spolehlivost, neboť nespolehlivý poplachový systém, by naprosto postrádal smysl a v konečném důsledku by způsobil více starostí než užítku.

4.1 Klasifikace poplachových systémů

Obecně veškerou elektrickou instalaci, která reaguje na manuální podnět nebo automatickou detekci přítomnosti nebezpečí nazýváme poplachový systém (AS). Do skupiny poplachových systémů patří následující technologie:

- PZTS - poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (Intrusion and hold-up alarm systems),
- CCTV - sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích (CCTV surveillance systems for use in security applications),
- ACCESS - systémy kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích (Access control systems for use in security applications),
- SAS - systémy přivolání pomoci (Social alarm systems).



Obr. 12. Klasifikace poplachových systémů [10]

4.2 Terminologie technických prvků a zařízení

Poplachový systém (alarm system, AS)

Elektrická instalace, která reaguje na manuální podnět nebo automatickou detekci přítomnosti nebezpečí.

Poplachový zabezpečovací a tísňový systém (intrusion and hold-up alarm system, I&HAS)

Kombinovaný systém určený k detekci poplachu vniknutí a tísňového poplachu.²

Poplachový zabezpečovací systém (intruder alarm system, IAS)

Poplachový systém určený k detekci a signalizaci přítomnosti, vniknutí nebo pokusu o vniknutí narušitele nebo lupiče do střežených prostorů.

Poplachový tísňový systém (hold-up alarm system, IAS)

Poplachový systém, poskytující uživateli možnost úmyslného vyvolání poplachového stavu.

Tísňové zařízení (hold-up device)

Zařízení, jehož aktivace způsobí generování poplachového tísňového signálu nebo zprávy.

Subsystem (subsystem)

Taková část PZTS, která je umístěna v jasně definované části střeženého prostoru a je schopna samostatného provozu.

Smyčka (loop)

Způsob připojení prvků PZTS u analogových systémů, zahrnující skupinu detektorů, propojených společným vedením na samostatný vyhodnocovací obvod ústředny. Klasifikace na poplachové, sabotážní a tísňové smyčky. Detektory se připojují sériově nebo paralelně podle způsobu naprogramování ústředny a typu použitých detektorů. Nejčastěji se udává možnost zapojení maximálně 5 detektorů na jednu smyčku.

² Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy je možné dále dělit na poplachové zabezpečovací systémy (postrádající funkci detekci tísňového poplachu neboli detekci přepadení) a na poplachové tísňové systémy (postrádající funkci detekce vniknutí).

Zóna (zone)

Stanovená oblast střeženého prostoru, v níž mohou být PZTS detekovány stavy vloupání, pokusu o vloupání nebo aktivace tísňového zařízení.

Detektor (detector)

Prvek určený k vyslání poplachového signálu nebo zprávy jako odezvy na detekci abnormálního stavu, indikující přítomnost nebezpečí.

Detektor vniknutí (intrusion detector)

Zařízení konstruované ke generování signálu nebo zprávy o vniknutí, jako reakci na nenormální stav detekující přítomnost nebezpečí.

Senzor (sensor)

Část detektoru, která snímá změnu stavu vybrané fyzikální veličiny.

Ústředna (control and indicating equipment)

Zařízení pro příjem, zpracování, ovládání, indikaci a iniciaci následného přenosu informace.

Výstražné zařízení (warning device)

Zařízení produkující zvukový poplachový signál v odezvě na hlášení poplachu.

Propojení (interconnection)

Prostředky k přenosu zpráv a/nebo signálů mezi komponenty PZTS.

Signál (signal)

Proměnné parametry, jimiž jsou přenášeny informace.

Zpráva (message)

Řada signálů vedených propojením, zahrnující identifikaci, funkční data a různé prostředky pro zajištění její vlastní integrity, odolnosti a správného příjmu.

Poplachové přijímací centrum (alarm receiving centre, ARC)

Trvale obsluhované vzdálené středisko, do nějž se přenášejí informace o stavu jednoho nebo více poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů.

Poplachový přenosový systém (alarm transmission system, ATS)

Zařízení a síť používaná pro přenos informací mezi jedním nebo více PZTS a jedním nebo více PPC.

Doplňkové ovládací zařízení (ancillary control equipment)

Zařízení použité pro doplňkové ovládací účely.

Pozn. Jedná se o technické prostředky umožňující ovládání poplachového zabezpečovacího a tísňového systému nebo jeho částí, např.:

- klávesnice,
- dálkový ovladač,
- tlačítka,
- biometrický prvek,
- čtečka karet nebo klíčenka.

Vybrané technické prostředky mohou být umístěny vně střeženého prostoru a jejich prostřednictvím je možné systém uvádět do stavu střežení nebo klidového stavu.

Vstupní/ výstupní bod (entry/ exit point)

Místo, ve kterém uživatel vstupuje do střeženého prostoru nebo tento prostor opouští.

Napájecí zdroj (power supply)

Část poplachového systému určená k zajištění energie pro napájení poplachového zabezpečovacího a tísňového systému nebo jeho částí.

Doba zálohování (standby period)

Doba, po níž je náhradní napájecí zdroj schopen napájet poplachový zabezpečovací a tísňový systém.

Nezávisle napájené zařízení (self - powered device)

Zařízení, které využívá vlastní napájecí zdroj.

Komponenty systému (system components)

Jednotlivá zařízení, která jsou-li spolu sestavena, vytvářejí poplachový zabezpečovací a tísňový systém.

Uživatelské rozhraní (user interface)

Prostředky, pomocí nichž uživatel poplachový zabezpečovací a tísňový systém ovládá (provozuje). [7]

4.3 Legislativní vymezení poplachových systémů

Komponenty poplachových systémů patří vzhledem ke své konstrukci (jako elektrická zařízení) mezi výrobky, které by mohly ve zvýšené míře ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo životní prostředí (stanovené výrobky). Na základě této skutečnosti mohou být takové výrobky uvedeny na trh pouze v případě, pokud splňují technické požadavky, které jsou stanoveny v relevantních zákonných a podzákonných právních předpisech a dále rovněž konkretizovány v technických normách.

Nutnost používání výrobků, splňujících bezpečnostní požadavky resp. jejich návrh ve struktuře poplachového zabezpečovacího a tísňového systému a následná implementace do projektové dokumentace je nezbytnou podmínkou ochrany uživatele, jeho zdraví a bezpečnosti, majetku a prostředí. Bezpečnost výrobku je možné v souladu s ustanoveními právních předpisů považovat za prvotní kvalitativní ukazatel jeho jakosti.

Základní legislativní rámec v oblasti bezpečnosti výrobků představují následující právní předpisy.

1. **Zákon č. 102/2001 Sb.** o obecné bezpečnosti výrobků.
2. **Zákon č. 59/1998 Sb.** o odpovědnosti za škodu způsobenou vadou výrobku.
3. **Zákon č. 64/1986 Sb.** o České obchodní inspekci.
4. **Zákon č. 22/1997 Sb.** o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů.

V oblasti jednotlivých komponentů poplachových systémů se dále jedná o podzákonné právní předpisy, konkretizující požadavky zákona č. 22/1997 Sb.:

- **Nařízení vlády č. 616/2006 Sb.**, o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility,
- **Nařízení vlády č. 17/2003 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí.

Vybraných prvků - bezdrátových komponentů poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů a jejich komunikačních prvků (GSM moduly, telefonní komunikátory, rádiové moduly, bezdrátové detektory atd.) se bude týkat:

- **Nařízení vlády č. 426/2000 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení.

Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a uvedené nařízení vlády přejímají do českého právního řádu odpovídající Směrnice Evropských společenství. Uvedené nařízení vlády mají obdobnou strukturu upravující především:

- základní ustanovení (odkaz na dokument EU, pojmy),
- základní požadavky na výrobky,
- podmínky uvedení výrobku na trh,
- postup posuzování shody,
- označení výrobků,
- podmínky autorizace, omezující podmínky.

4.3.1 České technické normy v oblasti poplachových systémů

České technické normy nejsou obecně závazné (podobně jako zahraniční). Povinnost dodržovat požadavky uvedené v českých technických normách mohou ale vyplývat z jiného právního aktu:

- právní předpis,
- smlouva,
- pokyn nadřízeného,
- rozhodnutí správního orgánu.

Požadavky na jednotlivé technické prvky poplachových systémů, klasifikace uvedených systémů, možnosti jejich aplikace, náplň a postupy jednotlivých činností v rámci procesu jejich zřizování a další technické a organizační aspekty jsou upraveny relevantními řadami českých technických norem - **ČSN EN 50 13x**.

Jednotlivé české technické normy upravující problematiku poplachových systémů jsou členěny do osmi základních řad 50130 až 50137, které odpovídají vybraným technickým systémům. V rámci uvedených řad norem jsou vydávány jednotlivé normy, příslušné k technickému zařízení nebo postupu (např. 50131-2, 50131-7). Ne všechny řady jsou v současné době naplněny resp. vydána alespoň jedna technická norma (např. v řadě 50137 doposud ke kombinovaným a integrovaným systémům vyšla pouze ČSN CLC/TS 50398 jako převzatá technická specifikace). Řada označená 50135, plánovaná pro tísňové

systemy neobsahuje žádné normy, neboť tísňové systémy byly přiřazeny k systémům zabezpečovacím (řada 50131). Následující tabulka představuje přehled jednotlivých řad.

Tab. 1. Přehled jednotlivých řad českých technických norem v oblasti poplachových systémů

Číslo normy (řada)	Název
ČSN EN 50 130-x-y	Poplachové systémy (všeobecné požadavky)
ČSN EN 50 131-x-y	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy
ČSN EN 50 132-x-y	Poplachové systémy - CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích
ČSN EN 50 133-x-y	Poplachové systémy - Systémy kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích
ČSN EN 50 134-x-y	Poplachové systémy - Systémy přivolání pomoci
ČSN EN 50 135-x-y	* původně plánovaná řada pro Poplachové systémy - Systémy tísňové, které byly zařazeny jako součást 50131
ČSN EN 50 136-x-y	Poplachové systémy - Poplachové přenosové systémy a zařízení
ČSN EN 50 137-x-y	Poplachové systémy - Systémy kombinované nebo integrované** (zatím pouze jako ČSN CLC/TS 50398)

V rámci uvedených řad norem jsou vydávány jednotlivé normy, příslušné k technickému zařízení nebo postupu.

Tab. 2. Obecná struktura (číslování) norem v oblasti poplachových systémů

Číslování normy (řada)	Oblast
ČSN EN 50 13x - 1	Systémové požadavky (funkce, typy, kategorie, definice...)
ČSN EN 50 13x - 2-4	Požadavky na jednotlivé části systému (např. detektory, monitory, ústředny + požadavky na zkoušky)
ČSN EN 50 13x - 5	Komunikace, propojení
ČSN EN 50 13x - 6	Napájení
ČSN EN 50 13x - 7	Pokyny pro aplikace (návrh, projektová dokumentace, montáž, revize...)

Následující tabulka představuje přehled ČSN vydaných v současné době v rámci řady ČSN EN 50 131. Jak je z výčtu a názvu jednotlivých norem patrné, více než polovinu uvedené řady tvoří normy upravující (vedle požadavků na ústředny, výstražná zařízení atd.) požadavky na jednotlivé typy aplikovatelných detektorů.

Tab. 3. Přehled ČSN v oblasti poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů

pč.	Číslo normy	Název normy
1.	ČSN EN 50 131-1 ed.2	Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy – Část 1: Systémové požadavky
2.	ČSN EN 50 131-2-2	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-2: Detektory narušení - Pasivní infračervené detektory
3.	ČSN EN 50 131-2-3	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-3: Požadavky na mikrovlnné detektory
4.	ČSN EN 50 131-2-4	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-4: Požadavky na kombinované pasivní infračervené a mikrovlnné detektory
5.	ČSN EN 50 131-2-5	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-5: Požadavky na kombinované pasivní infračervené a ultrazvukové detektory
6.	ČSN EN 50 131-2-6	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-6: Detektory otevření (magnetické kontakty)
7.	ČSN EN 50 131-2-7-1	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-7-1: Detektory narušení - Detektory rozbíjení skla (akustické)
8.	ČSN EN 50 131-2-7-2	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-7-2: Detektory narušení - Detektory rozbíjení skla (pasivní)
9.	ČSN EN 50 131-2-7-3	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-7-3: Detektory narušení - Detektory rozbíjení skla (aktivní)
10.	ČSN EN 50 131-3	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 3: Ústředny
11.	ČSN EN 50 131-4	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 4: Výstražná zařízení
12.	ČSN EN 50 131-5	Poplachové systémy - Elektrické zabezpečovací systémy - Část 5-3: Požadavky na zařízení využívající bezdrátové propojení
13.	ČSN EN 50 131-6 ed. 2	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 6: Napájecí zdroje
14.	ČSN EN 50 131-7	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 7: Pokyny pro aplikace
15.	ČSN EN 50 131-8	Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 8: Zamlžovací bezpečnostní zařízení/systémy

CCTV (Circuit Closed Television) sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích, jsou v evropských normách, které jsou dále přejímány jednotlivými členskými státy, chápány jako doplňková technická zařízení k poplachovým zabezpečovacím a tísňovým systémům. Nicméně z hlediska technologického rozvoje možností kamerových

systemů při využití odpovídajících vyhodnocovacích softwarových produktu, je možné realizovat např. poplachové funkce detekce narušení s využitím samotných komponent CCTV.

Tab. 4. Přehled ČSN v oblasti CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích

pč.	Číslo normy	Název normy
1.	ČSN EN 50 132-1	Poplachové systémy – CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 1: Systémové požadavky
2.	ČSN EN 50 132-5-1	Poplachové systémy – CCTV dohledové systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 5-1: Video přenosy – obecné provozní požadavky
3.	ČSN EN 50 132-5-2	Poplachové systémy – CCTV dohledové systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 5-2: IP video přenosové protokoly
4.	ČSN EN 50 132-5-5	Poplachové systémy – CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 5: Přenos videosignálu
5.	ČSN EN 50 132-5-7	Poplachové systémy – CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 7: Pokyny pro aplikaci

Systém kontroly vstupů zahrnují konstrukční a organizační náležitosti společně se zařízením k ovládním vstupů.

Tab. 5. Přehled ČSN v oblasti systémů kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích

pč.	Číslo normy	Název normy
1.	ČSN EN 50 133-1	Poplachové systémy – Systémy kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 1: Systémové požadavky
2.	ČSN EN 50 133-2-1	Poplachové systémy – Systémy kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 2-1: Všeobecné požadavky na komponenty
3.	ČSN EN 50 133-7	Poplachové systémy – Systémy kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 7: Pokyny pro aplikace

Systémy přivolání pomoci (SAS – Social Alarm System) jsou určeny k zajištění 24 hodinové pohotovosti pro:

- aktivování poplachu,
- identifikaci, přenosu signálu,

- přijetí poplachu,
- obousměrnou hlasovou komunikaci,
- poskytují jistoty a pomoci lidem žijícím v uvažovaném ohrožení.

Systemy přivolání pomoci se týkají především ohrožení ve vztahu k rizikům vycházejícím ze zdravotního vztahu.

Tab. 6. Přehled ČSN v oblasti systému přivolání pomoci

pč.	Číslo normy	Název normy
1.	ČSN EN 50 134-1	Poplachové systémy – Systémy přivolání pomoci – Část 1: Systémové požadavky
2.	ČSN EN 50 134-2	Poplachové systémy – Systémy přivolání pomoci – Část 2: Aktivační zařízení
3.	ČSN EN 50 134-3	Poplachové systémy – Systémy přivolání pomoci – Část 3: Místní jednotka a kontrolér
4.	ČSN EN 50 134-5	Poplachové systémy – Systémy přivolání pomoci – Část 5: Propojení a komunikace
5.	ČSN CLC/TS 50 134-7	Poplachové systémy – Systémy přivolání pomoci – Část 7: Pokyny pro aplikace

Řada norem ČSN EN 50130 upravuje požadavky, které se průřezově vztahují na všechny typy poplachových systémů (PZTS, CCTV, ACS, SAS, IAS). Následující tabulka uvádí v této řadě doposud vydané normy.

Tab. 7. Přehled ČSN společných pro více poplachových aplikací

pč.	Číslo normy	Název normy
1.	ČSN EN 20 130-4 ed. 2	Poplachové systémy – Část 4: Elektromagnetická kompatibilita – Norma skupiny výrobků: Požadavky na odolnost komponentů požárních systémů, poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů a systémů CCTV, kontroly vstupu a přivolání pomoci
2.	ČSN EN 20 130-5 ed. 2	Poplachové systémy – Část 5: Metody zkoušek vlivu prostředí

4.4 Technické požadavky na spolehlivost poplachových systémů

V současnosti problematiku spolehlivosti poplachových systémů, tedy ani technické požadavky, přímo neřeší žádná technická norma. Z tohoto důvodu je nutnost využívat aktuálně platných právních předpisů a technických norem, které se více či méně spolehlivosti poplachových systémů dotýkají, a to konkrétně zákon č. 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů, zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky. Tento zákon byl konkretizován v Nařízení vlády č. 426/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení, Nařízení vlády č. 17/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí a Nařízení vlády č. 616/2006 Sb., o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility. Systémové a technické požadavky jsou určeny řadou oborových technických norem ČSN EN 5013x.

4.4.1 Obecné požadavky na bezpečnost

Základní problematiku bezpečnosti výrobků upravuje Zákon č. 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů. Tento právní předpis představuje v rámci právního řádu a s ohledem na uvedenou problematiku obecný zákon („lex generalis“), který zastřešuje další národní technickou legislativu.

Z hlediska obecné povahy zákona se jeho ustanovení použijí pro posouzení bezpečnosti výrobků nebo pro omezení rizik, která jsou s používáním výrobku spojená, tedy, jestliže takové požadavky nebo omezení nejsou stanovena ve zvláštním právním předpisu (Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky).

Zákon stanovuje základní právní požadavky na výrobce, dovozce a distributory, a to zejména povinnost uvádět na trh, do oběhu a do provozu pouze výrobky, které jsou bezpečné a tím zabezpečit ochranu spotřebitele. Zákon upravuje následující oblasti:

- a) požadavky na bezpečnost,
- b) označení a dokumentace výrobků,
- c) povinnosti výrobce, dovozce, distributora,
- d) opatření orgánů veřejné správy, dozor,
- e) pokuty,
- f) oznamovací a informační povinnost (ČOI, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Komise EU).

Za bezpečný výrobek je považován takový výrobek, který za běžných nebo rozumně předvídatelných podmínek užití nepředstavuje nebezpečí a to po dobu stanovenou výrobcem nebo po dobu obvyklé použitelnosti. Bezpečným je výrobek i v případě, že jehož užití představuje pro spotřebitele vzhledem k bezpečnosti a ochraně zdraví pouze minimální nebezpečí při užívání výrobku. [10]

V rámci posouzení výroku jsou z hlediska rizika pro bezpečnost a ochranu zdraví spotřebitele sledována především tato kritéria:

- vlastnosti výrobku, jeho životnost, složení, způsob balení, návod pro montáž a uvedení do provozu, dostupnost, obsah a srozumitelnost návodu, způsob užívání včetně vymezení prostředí užití, způsob označení, způsob provedení a označení výstrah, návod na údržbu a likvidaci, srozumitelnost a rozsah dalších údajů a informací poskytovaných výrobcem, údaje a informace musí být vždy uvedeny v českém jazyce,
- vliv na další výrobek, za předpokladu jeho užívání s dalším výrobkem,
- způsob předvádění výrobku,
- rizika pro spotřebitele, kteří mohou být ohroženi při užití výrobku, zejména děti a osoby s omezenou schopností pohybu a orientace.

Za bezpečný výrobek se považuje rovněž výrobek splňující požadavky zvláštního právního předpisu (např. Zákon č. 22/1997 Sb.) který přejímá právo Evropských společenství a kterým se stanoví požadavky na bezpečnost výrobku nebo na omezení rizik.

V případě, že se bezpečnost výrobku nestanoví dle výše uvedených právních předpisů, posuzuje se bezpečnost výrobku podle technických norem (harmonizovaných, národních), nebo pravidel praxe, doporučení, stavu vědy, očekávání. [10]

4.4.2 Technické požadavky na výrobky

Způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které by mohly ve zvýšené míře ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo životní prostředí, popřípadě jiný veřejný zájem (stanovené výrobky), upravuje Zákon č. 22/1997 o technických požadavcích na výrobky (dále jen zákon o technických požadavcích na výrobky) a o změně a doplnění některých zákonů.

Zákon o požadavcích na výrobky upravuje následující problematiku:

- způsob stanovování technických požadavků na výrobky (konkrétní požadavky zde nenajdeme, ty jsou stanoveny v jednotlivých nařízeních vlády pro různé sektory výrobků- elektrická zařízení, hračky, zdravotnické prostředky, měřidla, výbušniny atd.),
- práva a povinnosti výrobců, dovozců a distributorů výrobků,
- práva a povinnosti osob provádějících činnosti související s tvorbou a uplatňováním českých technických norem nebo se státním zkušebnictvím,
- způsob zajištění informačních povinností souvisejících s tvorbou technických předpisů a technických norem, vyplývajících mezinárodních smluv a požadavků práva Evropských společenství.

Zákon o technických požadavcích na výrobky rozlišuje technické požadavky na výrobky následujícím způsobem:

1. Technická specifikace stanovuje požadované charakteristiky výrobku:
 - a) úroveň jakosti,
 - b) užitné vlastnosti,
 - c) bezpečnost a rozměry,
 - d) požadavky na název výrobku, pod kterým je prodáván,
 - e) úpravu názvosloví, symbolů,
 - f) zkoušení výrobků a zkušební metody,
 - g) požadavky na balení, označování výrobku nebo opatřování štítkem,
 - h) postupy posuzování shody výrobku s právními předpisy nebo s technickými normami,
 - i) výrobní metody a procesy mající vliv na charakteristiky výrobků.
2. Jiné požadavky nezbytné z důvodů ochrany oprávněného zájmu:
 - a) podmínky používání výrobku,
 - b) recyklace výrobku,
 - c) opětovného použití výrobku,

d) zneškodnění výrobku.

Pokud takové podmínky mohou významně ovlivnit složení nebo povahu výrobku nebo jeho uvedení na trh, popřípadě do provozu.

Výše uvedené informace představují vlastně výčet technických požadavků, které jsou dále konkretizovány v odpovídajících nařízeních vlády pro stanovené výrobky.

Důležitým ustanovením zákona je definice osob, které jsou spojeny s procesem uvádění výrobků na trh. Jedná se o následující subjekty:

- a) hospodářský subjekt: výrobce, dovozce, distributor a zplnomocněný zástupce,
- b) výrobce: osoba, která vyrábí nebo i jen navrhla výrobek, a v případech stanovených nařízením vlády též osoba, která sestavuje, balí, zpracovává nebo označuje výrobek, za který odpovídá podle tohoto zákona a který hodlá uvést na trh pod svým jménem, popřípadě ochrannou známkou (za výrobce se, stanoví-li tak pro výrobek nebo skupinu výrobků nařízení vlády, považuje také osoba, která upraví výrobek již uvedený na trh takovým způsobem, který může ovlivnit jeho soulad s příslušnými technickými požadavky),
- c) dovozce: osoba usazená v členském státě Evropské unie, která uvede na trh výrobek z jiného než členského státu Evropské unie,
- d) zplnomocněný zástupce: osoba usazená v členském státě Evropské unie, která je výrobcem písemně pověřena k jednání za něj se zřetelem na požadavky vyplývající pro výrobce z tohoto zákona,
- e) distributor: je ten, kdo v dodavatelském řetězci dodává výrobky na trh.

Zákon o technických požadavcích na výrobky nestanovuje konkrétní požadavky, ale pouze, v souladu s výše uvedeným přehledem oblastí úpravy, způsob stanovování těchto požadavků. Vzhledem k širokému rozsahu stanovených výrobků, jsou tyto požadavky konkretizovány v nařízeních vlády. [12]

4.4.3 Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu komponentů

Technické požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu prvků poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů jsou stanoveny v Nařízení vlády č. 616/2006 Sb., o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility, kterým Česká republika, jako členský stát EU přijala do svého právního řádu Směrnici

Evropského parlamentu a rady 2004/108/ES o sblížení právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility. Nařízení vlády 616/2006 Sb. stanovuje:

- základní technické požadavky na výrobky,
- postup posuzování shody přístrojů,
- podmínky autorizace právnických osob.

Technické požadavky na výrobky jsou stanoveny obecně s ohledem na základní principy elektromagnetické kompatibility. Zařízení musí být navrženo a vyrobeno tak, aby:

- elektromagnetické rušení (EMI) které způsobuje, nepřesahovalo úroveň, za níž rádiová, telekomunikační a jiná zařízení nejsou schopna fungovat dle svého určení,
- úroveň jeho odolnosti vůči předpokládanému elektromagnetickému rušení (EMS) v místě instalace, zabezpečila jeho fungování bez nepřijatelného zhoršení určených funkcí. [10]

Další požadavky z hlediska EMC upravují oblast pevných instalací, kdy tyto musí být realizovány s použitím správných technických postupů a při respektování parametrů jednotlivých komponent. V této souvislosti je důležité definovat, co je považováno za pevnou instalaci, mobilní instalaci, zařízení, přístroj, komponent nebo podsestavu. Vzhledem k definici požadavků na EMC (zařízení musí být navrženo a vyrobeno tak, aby...) je zřejmé, že není podstatné, zda hovoříme o přístroji, pevné instalaci či komponentu, neboť vše spadá pod označení zařízení a tudíž stanovené požadavky jsou závazné pro všechny takové výrobky. Důležitou výjimku ale představuje ustanovení upravující přístroje, určené výhradně k zabudování do pevné instalace, které nejsou samostatně uváděny na trh. Takové přístroje potom nemusí splňovat vybrané požadavky nařízení 616/2006 Sb. (EMI, EMS, posouzení shody, označení CE), pokud průvodní dokumentace daného přístroje obsahuje identifikaci pevné instalace, pro kterou je přístroj určen, charakteristiky její elektromagnetické kompatibility a opatření, jež je třeba přijmout s ohledem na zabudování přístroje do pevné instalace, aby nebyla ohrožena shoda dané instalace s požadavky na EMC.

Jednotlivé prvky či celé poplachové systémy (ústředna, detektor, klávesnice, čtečka karet, kamera...) jakožto i ucelené systémy (PZS, PTS, CCTV, ACS, SAS) můžeme zařadit do kategorie výrobků označované dle nařízení vlády jako přístroje.

Na trhu jsou dostupné i produkty, představující poplachové aplikace určené pro mobilní provedení, nicméně i tyto považujeme dle výše uvedených definic za přístroj. Uvedená problematika je důležitá zejména z toho důvodu, že pokud bychom považovali (z technického hlediska se to přímo nabízí) poplachové systémy za pevné instalace, bylo by teoreticky možné do nich implementovat jednotlivé přístroje nesplňující základní požadavky na výrobky z hlediska EMC, ale v tomto případě, by posouzení shody celé instalace byl povinen provést její provozovatel (tj. i včetně zajištění měření elektromagnetického vyzařování (EMI) a testování elektromagnetické odolnosti (EMS) v místě instalace), což v praxi může být zejména časově a finančně náročné a to zvláště u rozsáhlých aplikací. Na druhé straně by bylo vhodné, v případech, kdy navrhujeme poplachový systém k instalaci v prostředí, kde lze oprávněně předpokládat vyšší úroveň elektromagnetického rušení, provést v tomto prostoru měření EMI a na základě jeho výsledků přizpůsobit výběr komponent poplachového systému, jejich umístění a provedení instalace. [13]

4.4.4 Požadavky na elektrickou bezpečnost komponentů

Technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí, mezi které můžeme zařadit část komponentů poplachových systémů, jsou stanoveny v Nařízení vlády č. 17/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí, kterým Česká republika, jako členský stát EU přijala do svého právního řádu Směrnici Evropského parlamentu a rady 2006/95/ES o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí. Nařízení vlády 17/2003 Sb. stanovuje:

- podmínky uvedení elektrických zařízení na trh,
- základní požadavky na bezpečnost elektrických zařízení,
- postup posuzování shody přístrojů,
- požadavky na označování výrobků,
- podmínky autorizace právnických osob.

Veškeré požadavky se vztahují na elektrická zařízení, kterými se v této souvislosti rozumí jakékoliv zařízení určené pro použití v rozsahu jmenovitých napětí od 50 V do 1000 V pro střídavý proud a jmenovitých napětí od 75 V do 1500 V pro stejnosměrný proud. [14]

Technické požadavky na elektrické zařízení

- a) Všeobecné požadavky,
- b) ochrana před nebezpečím, které může elektrické zařízení způsobit,
- c) ochrana před nebezpečím, které mohou vznikat působením vnějších vlivů,
- d) elektrické zařízení musí být vyrobené v souladu se správnou technickou praxí,
- e) elektrické zařízení nesmí ohrozit při správné instalaci, údržbě a používání odpovídající účelu, pro které bylo vyrobeno, bezpečnost osob, domácích a hospodářských zvířat nebo majetek.

Uvedené požadavky se považují za splněné, při shodě zařízení s požadavky:

- a) harmonizovaných českých technických norem, popřípadě zahraničních technických norem přejímajících v členských státech Evropské unie harmonizované evropské normy,
- b) určených norem zahrnujících bezpečnostní ustanovení Mezinárodní organizace pro normalizaci v elektrotechnice (IEC) nebo Mezinárodní komise pro předpisy ke schvalování elektrotechnických výrobků (CEE) – platí pouze v případě, že dosud nebyly zveřejněny harmonizované normy dle bodu a),
- c) českých technických norem (pokud neexistují technické normy podle písmena a) nebo b)). [14]

4.4.5 Požadavky na radiová a telekomunikační koncová zařízení parametry

Uvedené technické požadavky jsou stanoveny v Nařízení vlády č. 426/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na radiová a na telekomunikační koncová zařízení, kterým Česká republika, jako členský stát EU přijala do svého právního řádu Směrnici Evropského parlamentu a rady 1999/5/ES o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních a vzájemném uznávání jejich shody. V rámci poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů se požadavky NV 426/2000 Sb., týkají např. bezdrátových komponentů a komunikačních prvků (GSM moduly, telefonní komunikátory, rádiové moduly, bezdrátové detektory).

Mezi základní požadavky na radiová a koncová telekomunikační zařízení patří:

- a) ochrana zdraví a bezpečnosti uživatele a jakékoli další osoby, včetně cílů stanovených zvláštním právním předpisem (NV 17/2003 Sb.) a to bez zřetele na hodnotu napětí,
- b) ochrana týkající se elektromagnetické kompatibility stanovené zvláštním právním předpisem (NV 616/2006 Sb.),
- c) rádiová zařízení musí být konstruována tak, aby efektivně využívala kmitočtové spektrum přidělené pro zemskou nebo kosmickou radiokomunikaci a zdrojů umístěných na oběžných drahách,
- d) rádiová zařízení musí být konstruována tak aby se zabránilo nežádoucím interferencím. [15]

Pokud jsou požadavky na přístroje a zařízení konkretizovány harmonizovanými normami podle nebo zahraničními technickými normami přejímajícími harmonizovanou evropskou normu a vlastnosti přístrojů a zařízení jsou s nimi v souladu, má se za to, že jsou tyto základní požadavky splněny. Vybrané typy zařízení (zařízení určitých tříd a typů, která jsou zveřejněna ČTÚ) musí být zkonstruovány tak aby:

- a) spolupracovala prostřednictvím veřejné telekomunikační sítě s jinými přístroji a zařízeními, a aby je bylo možné připojit k rozhraní veřejné telekomunikační sítě (území EU),
- b) neovlivňovala nepříznivě veřejnou telekomunikační síť, nezpůsobovala nepřijatelné zhoršení jakosti služeb nebo svým provozem nezneužívala kapacity a možnosti veřejné telekomunikační sítě,
- c) obsahovala zabezpečovací prvky zajišťující ochranu osobních dat a soukromí uživatele a účastníka,
- d) podporovala funkce zabraňující podvodům,
- e) podporovala funkce umožňující přístup k tísňovým službám,
- f) podporovala funkce usnadňující jejich používání zdravotně postiženým uživatelům.

Rádiová a telekomunikační koncová zařízení, která nesplňují požadavky na ně se vztahující v jednotlivých ustanoveních NV č. 426/2000 Sb., nesmí být uváděna na trh. [15]

4.4.6 Požadavky na konkrétní typy komponentů

Další technické požadavky, přímo související se spolehlivostí, jsou obsaženy v technických normách, které upravují požadavky na konkrétní typy komponentů, např.: ČSN EN 50131 2-2 - uvádí požadavky na pasivní infračervené detektory (dále jako PIR detektor) používané jako části poplachových zabezpečovacích systémů instalovaných v budovách. Obsahují čtyři stupně zabezpečení a čtyři třídy prostředí. Funkcí detektoru je detekování širokého spektra infračerveného záření emitovaného narušitelem. Aby mohl být detektor využit v poplachovém zabezpečovacím detekčním systému, musí poskytnout patřičný rozsah signálů nebo zpráv. Počty a rozsahy těchto signálů a zpráv jsou více rozvedeny u vyšších stupňů zabezpečení. Tato norma je shrnutím požadavků a zkoušek PIR detektorů.

Další technické požadavky na konkrétní typy komponentů, jsou uvedeny v řadě oborových norem 50131 – x, např.:

- ČSN EN 50131-2-3 Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-3: Požadavky na mikrovlnné detektory,
- ČSN EN 50131-2-4 Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-4: Požadavky na kombinované pasivní infračervené a mikrovlnné detektory,
- ČSN EN 50131-2-5 Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-5: Požadavky na kombinované pasivní infračervené a ultrazvukové detektory,
- ČSN EN 50131-3 Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 3: Ústředny,

atd., viz kapitola 4.3.1 tab. 3.

4.5 Systémové požadavky na spolehlivost poplachových systémů

Systémové požadavky na rozdíl od požadavků technických (vztahujících se zpravidla na konkrétní komponenty), popisují požadované vlastnosti systému jako celku (např. stupně zabezpečení, třídy prostředí, požadavky na zabezpečované funkce, spolehlivost nebo dokumentaci). Nejsou tedy specifikovány technologie. Veškeré požadavky jsou stanoveny jako minimální a v rámci návrhu a projektování systému je třeba vzít v úvahu zejména:

- charakter objektu,

- míru rizika vniknutí do objektu,
- nebezpečí pro uživatele a další osoby v objektu. [10]

Systémové požadavky na spolehlivost poplachových systémů nemají svou vlastní technickou normu a jsou jen okrajově obsaženy v obecných normách pro systémové požadavky jednotlivých skupin poplachových systémů v řadách ČSN EN 50 13x – 1 jednotlivých technologií jako je PZTS, CCTV atd. Vzhledem k tomu, že tyto požadavky na spolehlivost jsou podobné a navzájem aplikovatelné, pro příklad jsou uvedeny systémové požadavky na PZTS, které jsou stanoveny v ČSN EN 50131-1 ed. 2. Poplachové systémy- Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 1: Systémové požadavky. Požadavky se týkají PZTS a jejich komponent instalovaných uvnitř budov a na jejich pláštích. Nejsou zde stanoveny požadavky na PZTS ustalované ve venkovním prostředí. Systémové požadavky jsou vztaženy k PZTS (rovněž na nezávislé PZS nebo PTS) využívající:

- specifické kabelové propojení,
- nspecifické kabelové propojení,
- bezdrátové propojení.

Specifické kabelové propojení (specific wired interconnection), je takové propojení, které je určeno k přenosu informace patřící pouze jedné aplikaci.

Nspecifické kabelové propojení (non - specific wired interconnection), je takové propojení, které je určeno k přenosu informace patřící dvěma nebo více aplikacím.

Aplikace (application), poplachový systém (PZTS, ACCES, CCTV, SAS) nebo nepoplachový systém (vytápění, klimatizace, osvětlovací systémy atd.)

Událost (event), stav vyplývající z provozu PZTS, např. poplachový stav, aktivace střežení, uvedení do klidového stavu atd.)

Nezobrazená indikace (pending indication), upozornění na stav, kdy jsou k dispozici další informace, které lze postupně zobrazit v případě, že nemohou být zobrazeny všechny najednou.

Uživatelské rozhraní (user interface), prostředky, pomocí nichž uživatel ovládá (provozuje PZTS

Přenosová trasa (transmission path), komunikační trasa mezi poplachovým systémem a příslušným poplachovým přijímacím centrem. [16]

4.5.1 Základní přehled oblastí systémových požadavků PZTS

a) Funkce systému

PZTS musí obsahovat následující povinné funkce:

- detekci vniknutí (jako reakce na stav detekující přítomnost nebezpečí),
- a/ nebo aktivaci tísňových prostředků,
- zpracování informací,
- vyhlášení poplachu,
- prostředky k ovládní PZTS.

Další nepovinné funkce (nespecifikované v normě) nesmí negativně ovlivnit funkce povinné.

b) Komponenty systému

- komponenty PZTS musí být klasifikovány v souladu s jejich odolností vůči prostředí,
- musí být děleny dle jejich provedení do stupňů zabezpečení,
- v rámci systému musí být komponenty kompatibilní,
- integraci dalších aplikací do PZTS je možná pouze za předpokladu, že tato negativně neovlivní vlastnosti komponent PZTS.

c) Stupně zabezpečení

Poplachovému zabezpečovacímu a tísňovému systému musí být přiřazen stupeň zabezpečení, určující jeho provedení, přičemž stupeň zabezpečení systému (subsystému) odpovídá prvku s nejnižším stupněm zabezpečení.

d) Třída prostředí

V závislosti na předpokládaném místě instalace musí být jednotlivé komponenty PZTS použitelné v jedné z definovaných tříd prostředí I-IV a musí správně pracovat, jsou-li vystaveny stanoveným vlivům.

e) Funkční požadavky

Funkční požadavky na PZTS zahrnují níže uvedené oblasti, ve kterých jsou dále stanoveny podrobné požadavky v závislosti na stupni zabezpečení.



Obr. 13. Klasifikace funkčních požadavků PZTS [10]

Požadavky na detekci v sobě zahrnují:

- detekce vniknutí,
- tísňový prostředek,
- detekce sabotáže,
- rozpoznání poruch.

Další události mohou být detekována za předpokladu, že negativně neovlivní výše uvedené povinné požadavky.

Požadavky na provoz zahrnují následující oblasti:

- přístupové úrovně,
- oprávnění,
- nastavování stavu střežení / klid,
- blokování funkcí,
- vypnutí funkcí,
- testování.

f) Napájení

Napájecí zdroj (power supply), část PZTS zajišťující energii pro jeho napájení.

Základní napájecí zdroj (prime power supply), zdroj napájení PZTS za normálních provozních podmínek.

Náhradní napájecí zdroj (alternative power supply), zdroj napájení PZTS schopný napájet systém v případě výpadku základního zdroje po předem stanovenou dobu.

Typy napájení:

Typ A: Energie je dodávána z vnějšího zdroje (např. sítě) a v případě jeho výpadku je energie dodávána z dobíjecího náhradního zdroje (akumulátor), který je automaticky dobíjen z vnějšího zdroje energie.

Typ B: Energie je dodávána z vnějšího zdroje (například sítě), a v případě výpadku je energie dodávána z dobíjecího náhradního zdroje (např. lithiové baterie), který není automaticky dobíjen z vnějšího zdroje energie.

Typ C: Energie je dodávána pouze z náhradního zdroje, který je v tomto případě základním zdrojem energie (např. baterie).

Jsou stanoveny maximální doby dobíjení náhradního napájecího zdroje (72 hodin /pro 1 a 2 stupeň zabezpečení, resp. 24 hodin / pro 3 a 4 stupeň zabezpečení. Dále jsou stanoveny minimální doby napájení náhradním napájecím zdrojem. [10]

Tab. 8 Minimální doba napájení náhradním napájecím zdrojem

	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
Typ A	12	12	60	60
Typ B	24	24	120	120

g) Funkční spolehlivost

Hlavní zásady zabezpečení funkční spolehlivosti jsou:

- jasná pravidla návrhu a montáže,
- jasná pravidla nastavení a údržby,
- správné zpracování,
- pravidelná údržba,
- konstrukce zajišťující odstup signál/šum,
- vhodně navržený SW,
- součástky v rozsahu jejich specifikace (teplota, napětí),
- možnost testování funkcí (uživatel, technikem),
- monitorování funkcí, dohled (watchdog).



Obr. 14. Hlavní zásady funkční spolehlivosti [10]

h) Provozní spolehlivost

Nutnost aplikace prostředků zajišťujících vyloučení nebo indikaci chyb obsluhy. Komponenty PZTS musí být jasné a logicky označeny za účelem minimalizace nesprávných činností.

i) Požadavky na prostředí

Činnost PZTS nesmí být negativně ovlivněna v případě vystavení vlivům prostředí (teplota, vlhkost, EMI atd.) a nesmí dojít ke změnám stavu nebo poškození komponent. Na komponenty PZTS se mohou vztahovat vybrané zkoušky vlivu prostředí.

j) Elektrická bezpečnost

Nutnost zabezpečit ochranu proti úrazu elektrickým proudem a souvisejícím nebezpečím.

k) Dokumentace

Ke komponentům musí obsahovat název výrobce (dodavatele), popis zařízení, uvedení technické normy, s níž je deklarována shoda, název certifikačního orgánu, stupeň zabezpečení a třída prostředí.

l) Identifikace

Na veškerých komponentech PZTS musí být uveden název, výrobce, typ, datum výroby nebo dodávky, stupeň zabezpečení a třída prostředí. [16]

Jak je patrné, ve výčtu systémových požadavků na PZTS se spolehlivosti dotýkají pouze body g) kde jsou uvedeny systémové požadavky na funkční spolehlivost systému a to:

- jasná pravidla návrhu a montáže,

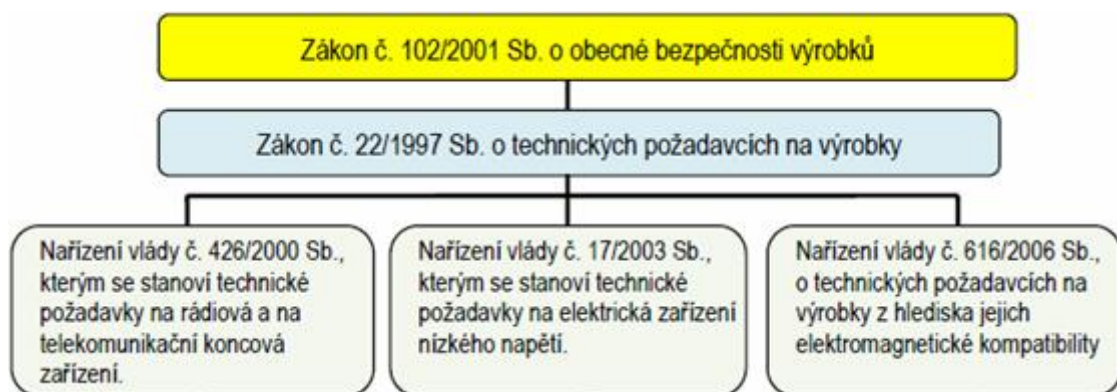
- jasná pravidla nastavení a údržby,
- správné zpracování,
- pravidelná údržba,
- konstrukce zajišťující odstup signál/šum,
- vhodně navržený SW,
- součástky v rozsahu jejich specifikace (teplota, napětí),
- možnost testování funkcí (uživatel, technikem),
- monitorování funkcí, dohled (watchdog).

V bodu **h)** který se dotýká provozní spolehlivosti systému, kde je kladen důraz na aplikaci takových prostředků, aby chyby obsluhy, které by mohli negativně ovlivnit normální funkci systému, byly buď vyloučeny nebo indikovány.

Obě tyto části jsou aplikovatelné i na ostatní části poplachových systému jako jsou CCTV, ACES a SAS, které ve svých systémových požadavcích žádné rozšíření požadavků na spolehlivost nemají.

Dílčí závěr

Cílem této kapitoly bylo popsat technické a systémové požadavky na spolehlivost poplachových systémů. Aby nedocházelo k nesrovnalostem významu jednotlivých pojmů, úvod kapitoly obsahuje klasifikaci poplachových systémů a terminologii technických prvků a zařízení. Vzhledem k tomu, že v současnosti spolehlivost poplachových systémů přímo neřeší žádná technická norma, je potřeba vycházet z aktuálně platných právních předpisů a technických norem, které se ovšem dotýkají spolehlivosti jen velmi stručně. Následující schéma znázorňuje logickou posloupnost legislativy, která se dotýká technických požadavků na poplachové systémy.



Obr. 15. Aplikace právních předpisů pro technické požadavky AS [10]

Technické požadavky na spolehlivost poplachových systému proto vycházejí z výše zmíněných právních předpisů pro obecné požadavky na bezpečnost výrobků a technických požadavků na výrobky stanovené jednotlivými nařízeními vlády. Požadavky na jednotlivé typy komponentů, lze čerpat z konkrétní normy pro daný komponent. Např.: PIR detektory – ČSN EN 50 131-2-2: Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 2-2: Detektory narušení - Pasivní infračervené detektory.

Systémové požadavky na spolehlivost poplachových systémů opět nemají vlastní technickou normu, proto je třeba čerpat s řady norem ČSN EN 50 13x – 1 jednotlivých technologií jako je PZTS, CCTV, ACCES a SAS. Vzhledem k tomu, že tyto požadavky na spolehlivost jsou velmi stručné a navzájem aplikovatelné, tak jsou pro příklad uvedeny systémové požadavky na PZTS, které jsou stanoveny v ČSN EN 50131-1 ed. 2.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ZVYŠOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ

Zvyšování spolehlivosti poplachových systémů je komplexní proces zahrnující všechna technická období života systému. Co do technického zabezpečení při realizaci systému lze tento proces rozdělit na **pasivní zvyšování spolehlivosti** (bez využití nadbytečnosti) a zvyšování **spolehlivosti s využitím nadbytečnosti** (redundance).

Běžně používané poplachové systémy v praxi není možno jednoduše převést na sérioparalelní uspořádání, proto se označují za systémy složité a lze je analyzovat třemi možnými způsoby. Tyto metody označujeme jako:

- metoda seznamu,
- metoda rozkladu,
- metoda drah a řezů.

Metoda seznamu

Metoda seznamu předpokládá výpis všech možných kombinací, které mohou pro poplachový systém s n prvky nastat. Pro takový systém je to 2^n možností. U všech je třeba analyzovat, zda celek je či není funkční, zda se signál ze vstupu dostane na výstup, a pak toto patřičně ohodnotit pravděpodobnostním výpočtem, jehož výsledkem je celková výsledná pravděpodobnost bezporuchového chodu či poruchy.

Metoda rozkladu

Metoda rozkladu nebo také někdy označovaná jako metoda klíčového prvku spočívá v rozkladu na sériové a paralelní obvody, které náhradí původní složité schéma. Metoda spočívá ve zvolení klíčového prvku (ústředna PZTS). Předpokládá se nejprve bezporuchový stav klíčového prvku a posléze jeho porucha. Použitím věty o úplné pravděpodobnosti se blokové schéma převede na dvě jednodušší struktury.

Při překreslování výchozí struktury se za předpokladu bezporuchového stavu nahradí klíčový prvek plnou čarou, při poruchovém stavu se vynechá. Rozklad lze provádět opakovaně, dokud nezískáme jednodušší strukturu. V případě, že klíčový prvek není zvolen optimálně, jsou výsledky sice správné, ale rozkladem nemusí vzniknout podstatně jednodušší struktura než původní.

Metoda drah a řezů

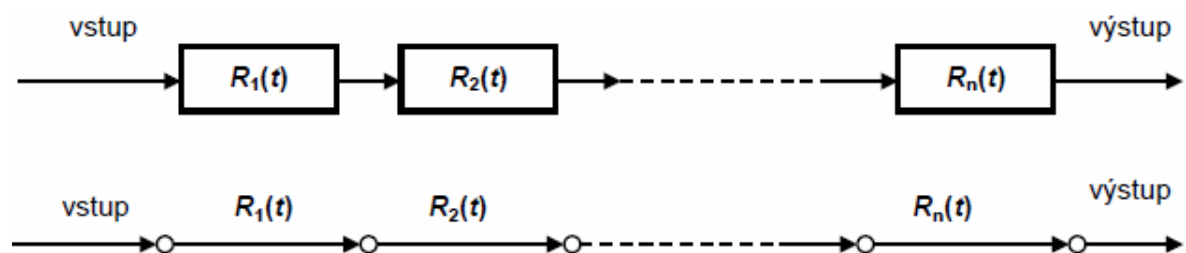
Metoda drah a řezů spočívá v tom, že vypíšeme všechny „cesty“, kterými se dostane vstupní signál na výstup systému. Aby byla soustava funkční, musí být funkční alespoň

jediná z drah. Dobře provedená analýza pravděpodobnosti všech možných kombinací funkčnosti jediné z možných cest včetně nejružnějších jejich kombinací musí opět dát stejný výsledek jako předchozí metody. [17]

5.1 Pasivní způsoby zvyšování spolehlivosti

Jedním ze základních prostředků zvyšování spolehlivosti poplachových systémů je zvyšování jejich bezporuchovosti. Při návrhu systému se volí minimální nutný soubor technických prostředků, aby stačily k realizaci požadovaného rozsahu a kvality jeho funkcí. Nezavádí se žádná nadbytečnost. Pro výpočet ukazatelů bezporuchovosti pak platí sériový spolehlivostní model.

Sériový spolehlivostní model je zapojení n prvků v sérii (za sebou), kdy porucha libovolného prvku má za následek poruchu celého systému. Bloky v zapojení odpovídají jednotlivým prvkům. Mezi vstupem a výstupem existuje jediné spojení, které prochází všemi bloky. [6]



Obr. 16. Sériové spolehlivostní schéma [17]

Pravděpodobnost bezporuchového stavu sériové soustavy je dána vztahy:

$$R(t) = P(A) = P(\bigcap_{i=1}^n A_i) \quad (5)$$

pro předpokládanou vzájemnou nezávislost poruch prvků, potom platí, že pravděpodobnost bezporuchového stavu soustavy sériově seřazených prvků je rovna součinu dílčích pravděpodobností jednotlivých prvků:

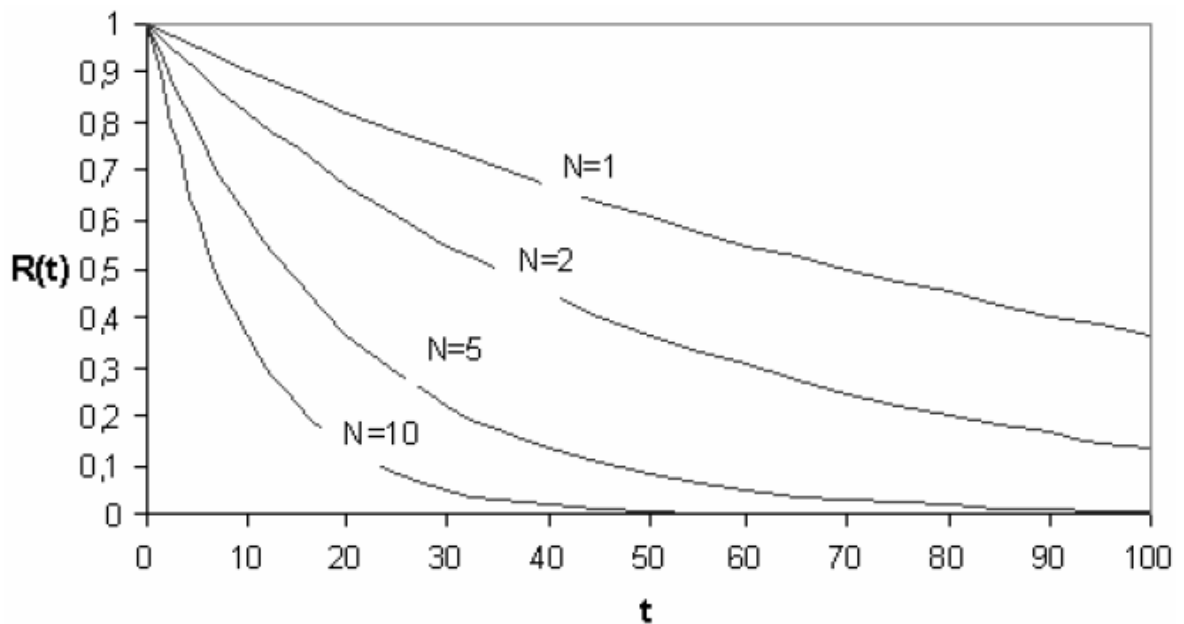
$$R(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) \quad (6)$$

Pravděpodobnost stavu poruchy $F(t)$ použijeme vztah:

$$R(t) = 1 - F(t), R_i(t) = 1 - F_i(t), \text{ kde } i = 1, \dots, n \quad (7)$$

pak platí také pro pravděpodobnost poruchy vztah:

$$F(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - F_i(t)) \quad (8)$$



Obr. 17. Grafické znázornění průběhu $R(t)$ pro sériově zapojené prvky[6]

Z obecného hlediska můžeme dosáhnout zvýšení bezporuchovosti systémů:

- zvýšením bezporuchovostí prvků systému,
- volbou co nejnižšího počtu prvků sériového spolehlivostního modelu. [6]

Mezi pasivní východiska, ke zvýšení spolehlivosti poplachových systémů patří:

- a) použití kvalitnějších prvků systému,
- b) správná volba pracovního režimu jednotlivých prvků systému,
- c) zvolit vhodnou strukturu poplachového systému,
- d) posouzení vnitřních a vnějších vlivů působících na systém,
- e) minimalizovat množnost vzniku planých a falešných poplachů.

Ad. A)

Použití prvků standardních nebo lepších, tj. buď přímo od výrobce (prvky od zavedených a prověřených výrobců, u kterých jsou provedeny zkoušky spolehlivosti, příslušné certifikace atd.) anebo vytříděním prvků (třídícími zkouškami odhalíme prvky se zjevnými i skrytými vadami). Například čidlo koupené na internetu za polovinu standardní ceny a bez praktické možnosti dohledání výrobce či dokumentace o provedených zkouškách spolehlivosti a certifikací, nelze považovat za spolehlivé. S tím také souvisí kvalifikace montážní firmy, vhodné je vybrat si dodavatele s příslušnou koncesí, nebo využít služeb stejného dodavatele, který poskytl komponenty systému. Příhodné je také smluvně si zajistit pravidelný servis a údržbu.

Ad. B)

Je nutné, aby byl uživatel podrobně informován o hlavních funkcích systému a znal postupy pro uvádění do jednotlivých stavů střežení/klid ve všech částech systému. Dále je žádoucí, aby znal údaje pro programování okruhů: den, noc, sabotáž, porucha a řídil se dle provozních pokynů stanovených výrobcem (dodavatelem). Například u PIR detektoru by se také mohlo jednat o správné zvolení citlivosti tak, aby nebyl signalizován průlet hmyzu, ale aby naopak bylo možné detekovat narušení střeženého prostoru pachatelem. Tyto nastavení by měl provádět správce systému, nebo osoba, která má s daným typem prvků zkušenosti (dodavatel, zaměstnanci servisní firmy). Také je potřeba jednotlivé režimy vhodně volit s přihlédnutím ke konkrétnímu charakteru a režimu střeženého objektu.

Ad. C)

Jedná se o vhodný způsob vnitřního uspořádání jednotlivých technologických prvků a vazeb v jeden logický celek a fungující poplachový systém. Jde tedy o uspořádanou množinu vztahů mezi jednotlivými prvky systému. Vhodná volba a znalost struktury poplachového systému, nám umožňuje snazší zařazování nových prvků a vyřazování těch, které již neodpovídají požadavkům daného poplachového systému (např. výměna kamery za nový model). Také je nutné zajistit, aby se jednotlivé prvky (např. detektory) mezi sebou neovlivňovali a dbát na dodržování všech zásad pro umístování komponent. Je třeba zabezpečit zastřežení celého objektu a eliminovat výskyt tzv. slepých míst. Další aspekt pro zvýšení spolehlivosti je ve výběru a umístění vhodné kabeláže a zajištění jejího krytí, odpovídající charakteru daného objektu (např. drátová/bezdrátová), protože zdrojem chování celého systému jsou sice jeho prvky, ovšem nositelem tohoto chování jsou vazby mezi nimi.

Ad. D)

Funkce poplachového systému může být ovlivněna řadou faktorů, které mají původ ve střežených objektech. Tyto faktory ovlivňují především výběr, umístění a nastavení komponentů (zejména detektorů). Ve většině případů jsou tyto faktory ovlivnitelné uživatelem objektu a tudíž je možno je redukovat či eliminovat. Jsou to např.: vodovodní potrubí, vytápění, vzduchotechnické a klimatizační systémy, vývěsné štítky, výtahy, zdroje světla, elektromagnetické rušení, vnější zvuky, zvířata, průvan atd.

V okolí (vně) střežených prostor se ovšem také vyskytuje řada vlivů, které uživatel sice nemůže ovlivnit, ale které je nutno vzít v úvahu při návrhu systému, zejména z hlediska

volby typu a rozmístění jednotlivých komponentů. Např.: dlouhodobě a krátkodobě působící faktory, vlivy počasí, vysokofrekvenční rušení, sousední objekty, klimatické podmínky atd.

Ad. E)

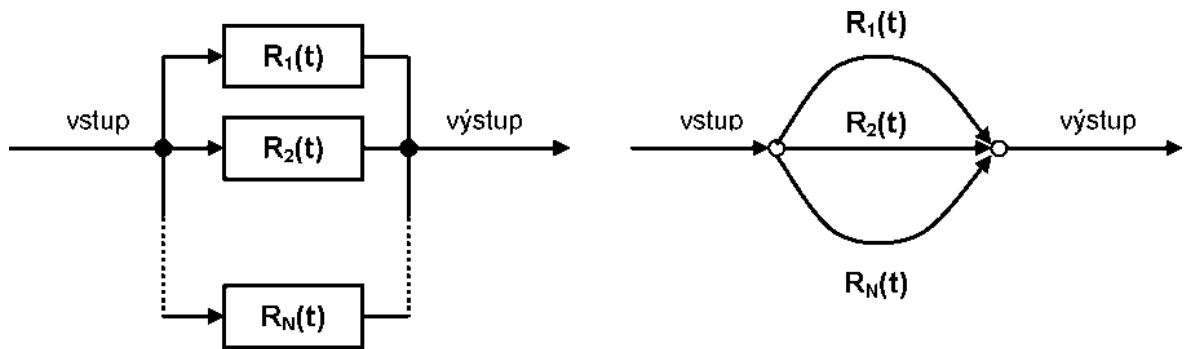
Nejčastější příčiny falešných poplachů jsou zvířata, rostliny, závěsy, počasí, vada techniky a především uživatel, který je zodpovědný za téměř 60% všech falešných poplachů. Obecně lze omezit falešné poplachu dodržováním určitých zásad. Před každým zastřežením systému musí uživatel zkontrolovat, zda jsou všechna okna a dveře zavřené. Dále přesunout domácí zvířata do prostor, kde nemají vliv na pohybové detektory. Před umístěním rostlin, záclon a závěsů se ujistit, že neaktivují pohybový detektor. Jednou ročně (nebo častěji – dle třídy zabezpečení) technik vyzkouší spolehlivou funkčnost poplachového zabezpečovacího systému nebo kdykoliv, kdy dojde k vysoké četnosti falešných poplachů.

5.2 Zvyšování spolehlivosti s využitím nadbytečnosti

Mezi způsoby využívající nadbytečnost, jakožto východisko pro zvýšení spolehlivosti poplachových systémů patří hardwarová nadbytečnost (zálohování), spolehlivost softwarového zabezpečení a informační spolehlivost.

5.2.1 Hardwarová nadbytečnost – zálohování

Pro zvyšování bezporuchovosti u složitých systémů jakým poplachový systém dozajista je, se zároveň s metodou zvyšování pasivní bezporuchovosti využívá tzv. nadbytečnost. Dále bude označována jako záloha. Je to v podstatě využívání prvků (technických prostředků), které nejsou pro realizaci systému nutné. Jsou použity pouze pro zvýšení parametrů spolehlivosti. Např. si můžeme představit detektor v rohu místnosti, které dle teoretických parametrů udávaných výrobcem, místnost zcela pokryje, mi ovšem totožné detektor nainstalujeme i do druhého rohu (které tam ovšem pro správnou funkci systému být nemusí), tím použijeme zálohování neboli zdvojení a spolehlivost poplachového systému se zvýší. Postup u CCTV by byl obdobný. U systému přístupového systému ACCES by se jednalo o přidání dalšího prvku jako je např. zadání kódu + otisk prstu. Někdy se toto zálohování nazývá také strukturální. [6]



Obr. 18. Spolehlivostní schéma zálohování [6]

Při tom lze rozlišovat tyto druhy zálohování:

a) **podle rozsahu:**

- celkové zálohování,
- částečné zálohování,
- podílové zálohování,

b) **podle vzájemného vztahu základního a záložního prvku:**

- konfigurační, kdy struktury základního a záložního prvku jsou stejné,
- funkční, kdy struktury záložního prvku jsou různé, ale jejich funkce je stejná,

c) **podle způsobu připojení zálohy:**

- stálé (statické), kdy záloha plní funkci spolu se zálohovaným prvkem,
- substituční (dynamické), kdy záloha začíná plnit funkci zálohovaného prvku po jeho poruše,

d) **podle provádění obnovy:**

- zálohování bez obnovy,
- zálohování s obnovou.

Při výběru a rozsahu zálohování je nutné vycházet z přípustnosti krátkodobého narušení provozuschopnosti systému, tedy povolené doby prodlevy, která vznikne po narušení provozuschopnosti. Pokud systém po stanovenou dobu musí mít nepřetržitý provoz bez jakékoliv poruchy, používá se nejčastěji stálé zálohování. Jestliže je dovoleno krátkodobé přerušení, které se nehodnotí jako porucha, ale jako tzv. selhání, potom použijeme substituční zálohování.

U životně důležitých systémů se zpravidla používá zálohování celým nezávislým systémem, i když mnohem lepší výsledky dává zálohování jednotlivých prvků. Pak je vhodné vybrat zejména kritické prvky a zálohovat pouze nejslabší místa systému.

Stálé zálohování je charakterizováno situací, kdy záložní prvky jsou trvale zapojeny spolu se základním prvkem a to i tehdy, dojde-li k poruše. Vždy je proto nutné analyzovat následky poruch prvků. Toto zálohování se používá na co nejnižší úrovni rozkladu struktury systému.

Substituční zálohování při vzniku poruchy systému mění svoji strukturu tak, aby se obnovil bezporuchový stav. Nejjednodušší způsob provedení je odpojení porouchaného prvku a připojení záložního. K automatickému provedení takové změny je potřeba technický prostředek, kontrolně přepínací prvek. Tento prvek detekuje poruchu základního prvku, provede jeho odpojení a připojí prvek záložní. Substituční zálohování můžeme podle pracovních režimů záložních prvků dělit:

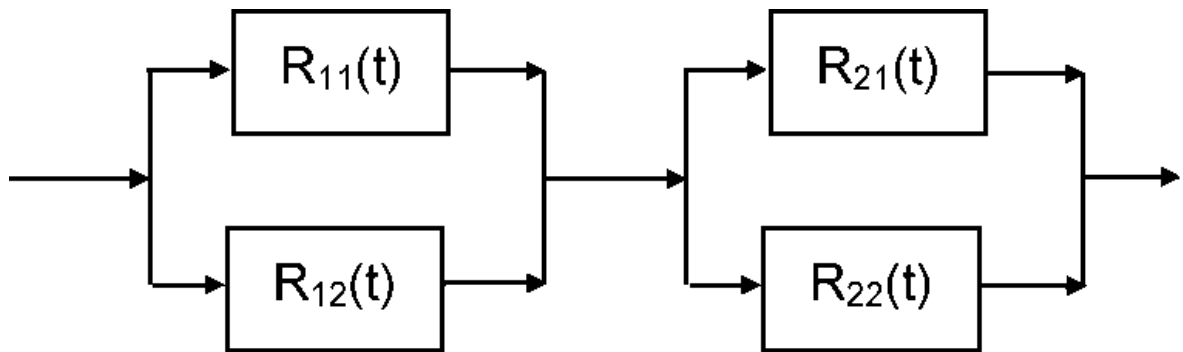
- zatížené zálohování, tj. základní i záložní prvky začnou pracovat současně a všechny prvky jsou stejně provozně zatížené,
- odlehčené zálohování, tj. základní prvek je v plném pracovním režimu a záložní prvek je v odlehčeném pracovním režimu (např. je mu přiváděna napájecí energie),
- nezatížené zálohování, tj. v plném pracovním režimu je pouze základní prvek, záložní prvek v pracovním režimu není (při poruše a převodu záložního prvku do plného pracovního režimu se musí přivést napájecí energie, nastavit pracovní hodnoty apod.).

Systém je nutné vybavit přepínačem, který indikuje výskyt poruchy provozovaného prvku a přepíná činnost na určený záložní prvek. Na takový přepínač jsou kladeny požadavky:

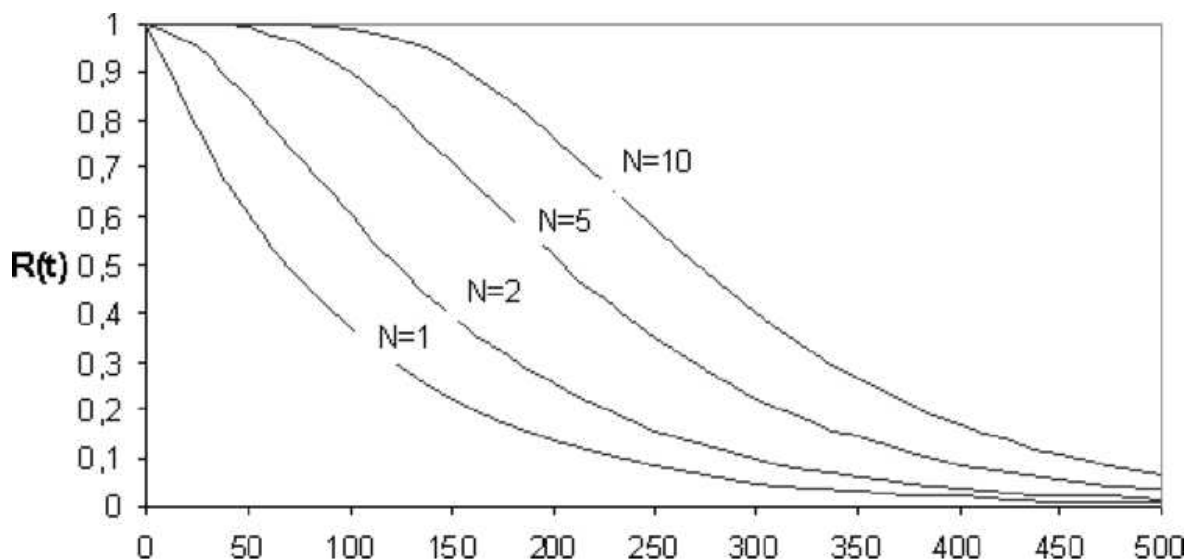
- musí dostatečně rychle indikovat výskyt poruchy a v krátké době zabezpečit přepnutí,
- musí vykazovat zanedbatelnou pravděpodobnost výskytu poruchy v porovnání s funkčním a záložním prvkem. [17]

Při zavedení předpokladu bezporuchovosti přepínacího prvku vede substituční zálohování vždy ke zvýšení bezporuchovosti, přičemž nezatížené zálohování je vždy finančně výhodnější než zatížené. V praxi je však nutno zvážit i další okolnosti jako je např. delší

časový interval pro provedení detekce poruch, které je u nezatíženého zálohování delší než u zálohování zatíženého. [6]



Obr. 19. Spolehlivostní blokové schéma zálohování po skupinách [6]



Obr. 20. Průběh $R(t)$ pro paralelně zapojené prvky [6]

5.2.2 Problémy softwarové spolehlivosti

U částí poplachových systémů řízených softwarově, je spolehlivost dána spolehlivostí algoritmické struktury a její programové realizace, tj. softwarovou spolehlivostí. Cílem technického vývoje je zde návrh systému odolného proti poruchám (fault tolerant system). Jedná se o schopnost provádět předepsaný algoritmus bez ohledu na poruchy technických prostředků a chyby v programové realizaci. Snahou zde je nejen předcházet poruchám, ale předcházet i následkům poruch. Je třeba vždy specifikovat, vůči jakým poruchám má být systém odolný. Zpravidla je třeba učinit systém odolný vůči kritickým poruchám. Jedná se o koncepci bezpečnosti při poruše (fail-safe) a o koncepci bezpečného života (life-safe), tj. aby pravděpodobnost kritické poruchy byla až do ukončení technického života

poplachového systému malá. Obecně je třeba vyvinout snahu, aby program nebyl změněn ani zastaven poruchami, aby výsledky neobsahovaly chyby způsobené poruchami a aby doba výpočtu nepřekročila stanovenou mez.

Při návrhu spolehlivostních algoritmů se uplatňují hlediska odolnosti vůči poruchám již při formulaci požadavků, dále pak v etapě návrhu algoritmické struktury a algoritmů. V této etapě činnosti se dbá na funkční správnost, zpravidla dekompozicí úlohy, čímž se dosáhne poměrné samostatnosti jednotlivých částí celku, využívání co nejjednodušších struktur. Odolnosti proti poruchám se dosáhne opět redundancí, a sice algoritmickou, programovou a informační, kdy dochází k zopakování výpočtu, detekci, případně opravě chyb. K tomu se využívá kontrolních bodů, ve kterých lze úlohu kontrolovat. Důležitá je proto testovatelnost a snadnost údržby, které souvisí opět s rozčleněním úlohy. Žádoucí je rozčlenění do stadia modulů, kdy modul realizuje jedinou funkci. Modul je pak kompaktní, má jednoduché rozhraní na úrovni pouhého předávání dat.

Důležitou etapou je pak vlastní tvorba programů. V této oblasti se techniky rychle vyvíjejí. V současné době se užívá např. strukturované programování, které lze popsat v krocích: určení datových struktur - odvození struktury programu z datových struktur - vytvoření seznamu podmínek a operací úlohy - přiřazení podmínek a operací do programové struktury - zápis programové struktury - zápis programu v programovacím jazyce. Poslední etapou je pak ověřování správnosti programů, které se děje hlavně testováním. Pro vyjádření kvantitativních ukazatelů spolehlivosti programového vybavení se pak užívá obdoba ukazatelů bezporuchovosti technických prostředků. [6]

Pro správný výběr programového vybavení týkajícího se poplachového systému, obecně platí stejná opatření, jako u pasivního zvyšování spolehlivosti, tj. použití vhodného SW pro daný typ poplachového systému, nejlépe od prověřené firmy atd. SW produkty v oblasti poplachových systémů je možno klasifikovat do 4 základních typů. Zde je několik aplikačních příkladů, vhodného SW pro použití v oblasti poplachových systémů:

1. SW ústředen poplachových systémů:

Jedná se o doplňkové programy dodávané k jednotlivým typům nebo řadám ústředen (označované i jako konfigurační SW). Zabezpečují dálkové nebo místní spojení ústředny (řídící jednotky) s PC za účelem realizace základních funkcí - programování, sledování, vyhodnocování a archivaci událostí ústředny. Dále programy slouží pro potřebu instalačních a servisních společností.

Příklad vhodného SW ústředny poplachových systémů.

WinLoad (VARIANT plus, spol. s r. o.)

Programovací SW pro ústředny řady Esprit, Spectra SP/ Magellan/ Digiplex EVO. Je určen pro dálkové/místní spojení s ústřednami, včetně všech modulů. Program je výhradně určen pro instalační firmy a slouží k programování, sledování, vyhodnocení a archivaci událostí, on-line ovládání ústředny PARADOX. Spojení s ústřednami je možné navázat přes modem po telefonní lince, nebo přímo na místě s ústřednou pomocí adaptéru INTERFACE 307 USB nebo CONV4 USB (do 300 m). Spojení přes LAN/internet je zajištěno pomocí modulu IP100 a spojení GPRS s moduly PCS 100/200.

2. SW pro uživatelskou správu:

Tyto programy umožňují realizaci uživatelského nastavení řídicích jednotek (ústředny, centrály) připojených systémů. V oblasti zabezpečení se jedná nejčastěji o ústředny PZS s nadstavbovým systémem kontroly vstupu (ACS). Uživatel má kromě základních funkcí (vyhodnocování, sledování, archivace událostí) zejména možnost: nastavování uživatelských profilů, vytváření popisů subsystémů, zón, terminálů, vytváření časových rozvrhů přístupu, přidělování a evidenci identifikátorů (karty, otisky prstů), filtrování historie událostí (typ, čas, místo, osoba).

Příklad vhodného SW pro uživatelskou správu.

iPARADOX (VARIANT plus, spol s.r.o.)

SW aplikace pro ovládání ústředny pomocí iPhone, iPodu nebo iPadu. Slouží k: zobrazení stavu ústředny, stav zón, poplachy, poruchy, podpora připojení až ke 4 ústřednám (on-line pouze 1), zapínání, vypínání, bypass, ovládání 16 PGM pro SP/MG, ovládání 5 PGM pro EVO, zákaznický popis PGM.

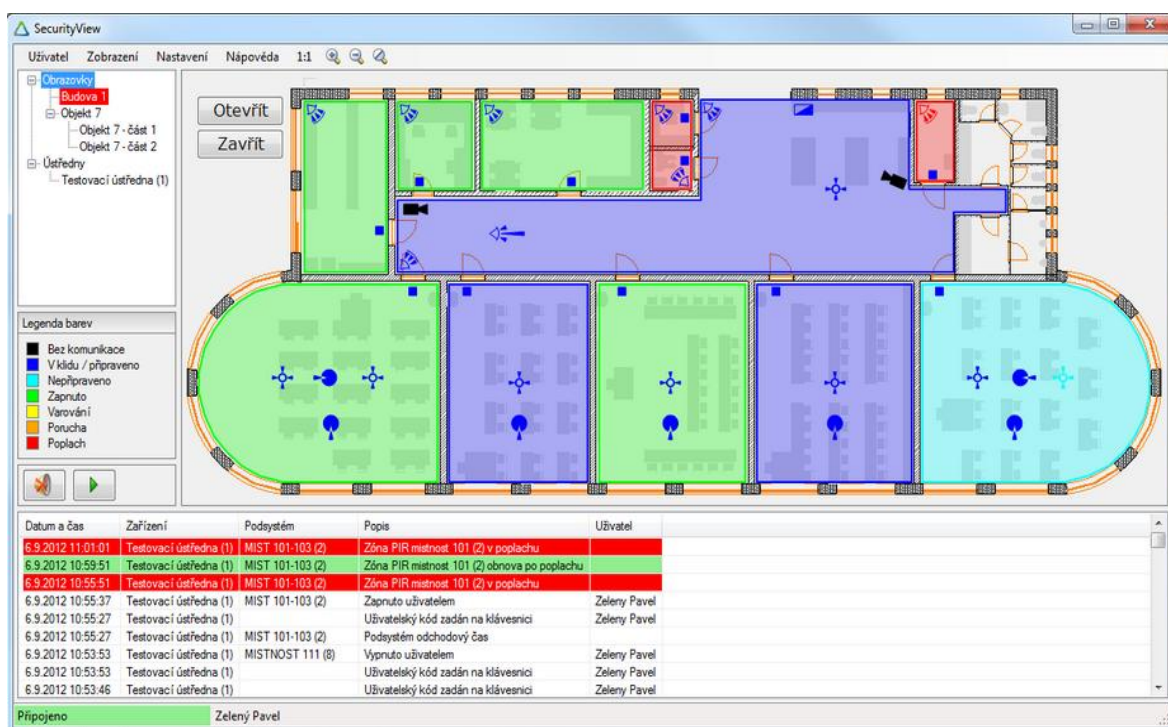
3. Vizualizační SW:

Vizualizační programy poskytují na rozdíl od programů uživatelské správy další komfortní funkci a to vizualizaci stavu systému v reálném čase. Na základě půdorysných plánů objektů (budov nebo venkovní prostoru - existují i SW pro vizualizaci perimetrické ochrany) s grafickým vyznačením umístění jednotlivých komponent (detektory, kamery, čtečky, terminály atd.) může obsluha monitorovat stav systému a ovládat jeho vybrané funkce: zapnutí / vypnutí střežení subsystému nebo zóny, otevření dveří, zapnutí kamery a její ovládání, ovládání PGM výstupů.

Příklad vhodného vizualizačního SW.

SECURITY VIEW (VARIANT plus, spol. s.r.o.)

Vizualizační program pro dálkové nebo lokální spojení s ústřednami PARADOX EVO. Program je určen k: sledování, ovládání, vyhodnocení, archivaci událostí z připojených ústředí. Spojení s ústřednou je realizováno pomocí modulu PRT3 (integrační modul) a přes LAN/WAN pomocí převodníku GNOME232, možnost připojení současně dvou ústředí PZS. Instalace vizualizačního software je určena na jednu pracovní stanici (server). Uživatelský přístup do software se realizuje pomocí klientského programu, nainstalovaném na klientských stanicích.



Obr. 21. ScreenShot programu SecurityView – obrazovka se stavem budovy [18]

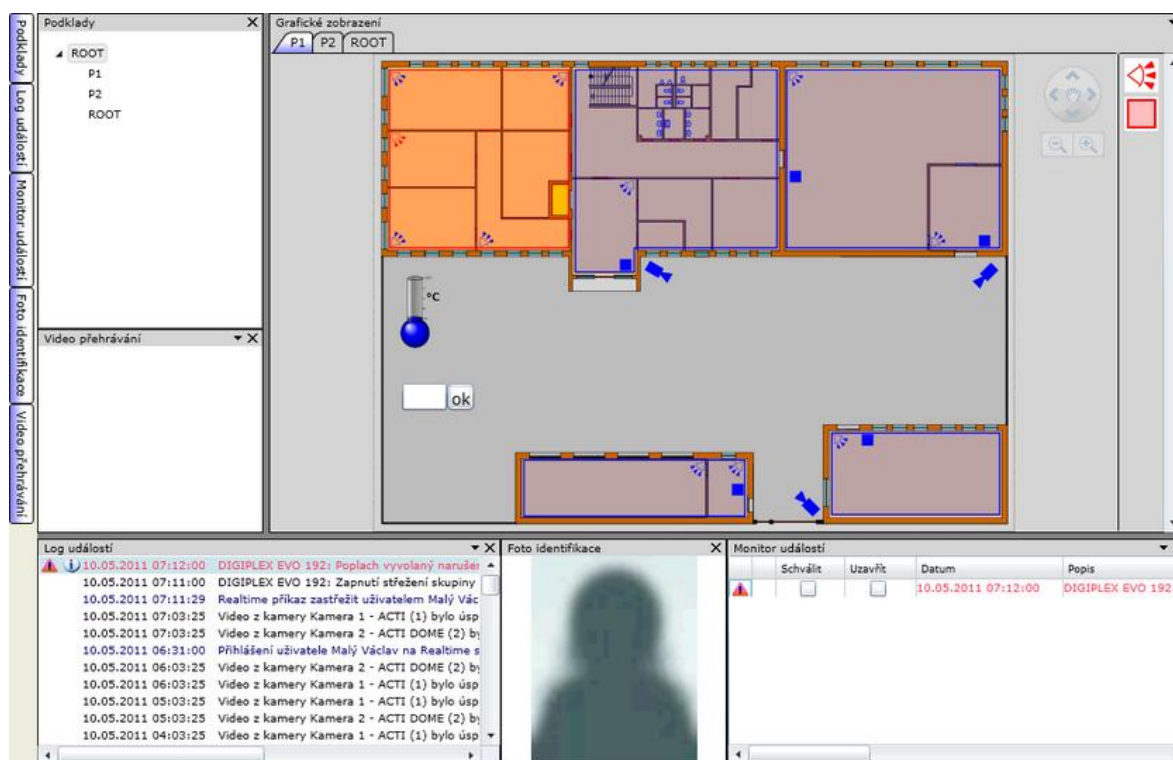
4. Integrační SW systémů budov:

Vzájemné propojení bezpečnostních systémů a ostatních technologií budov je realizováno prostřednictvím SW produktu nainstalovaného na serveru. Tyto systémy jsou ovládány pomocí klientských PC prostřednictvím webového prohlížeče. Jednotlivé systémy jsou připojovány v rámci LAN. Výpadek činnosti integračního SW nesmí negativně ovlivnit činnost jednotlivých připojených systémů, proto je vhodné významné mezi-systémové vazby zabezpečit již na HW úrovni. Integrační SW se obvykle skládá ze samostatných modulů, které lze dle požadavků zákazníka kombinovat (PZT, PTS, CCTV, EPS atd.).

Příklad vhodného integračního SW systému budov.

VAR NET INTEGRAL (VARIANT plus, spol. s.r.o.)

System pro sledování, správu a vyhodnocování elektronických systémů budov. Možnost společné správy a ovládání více vzdálených objektů klienta z jednoho místa přes webové rozhraní. Ucelené řešení, složené ze vzájemně provázaných modulů, uživatel si může vybírat jen ty funkce, které bude používat (úspora). Vhodné pro menší a střední objekty, až 6 typů bezpečnostních aplikací (PZS, CCTV, EPS, ACS a docházka pro až 400 osob s přístupovými právy, z toho až 200 s registrovanou docházkou). Zahrnuje: zabezpečovací ústředny (DIGIPLEX EVO), kamerové systémy (IP kamery ACTi, DVR Micro Digital), elektronickou požární signalizaci (JOB detectomat), docházkové a přístupové terminály VAR-NET. System typu server - klient. Ovládat se může s použitím libovolného PC s instalovaným prohlížečem Windows Internet Explorer, podpora TCP/IP protokolu - není limitována lokální sítí. [19]



Obr. 22. ScreenShot programu NET VARE INTEGRAL – podsystém v poplachu [18]

5.2.3 Informační spolehlivost

Do informační spolehlivosti patří zejména, spolehlivost přenosu, zpracovávání a uchování informace. V případně přítomnosti obsluhy i spolehlivostí lidského činitele, což je složitá problematika. V zásadě je nutno sladit psychomotorickou kapacitu pracovníka s požadavky na provoz poplachového systému. S ohledem na individuální vlastnosti člověka je třeba

provádět selektivní výběr, kvalifikační přípravu a stanovit soubor závazných norem chování. Koncepti systému je však vhodné volit tak, aby lidský faktor byl nikoliv sériovým prvkem ve spolehlivostním schématu, ale prvkem záložním.

Dílčí závěr

Zvyšování spolehlivosti poplachových systémů je komplexní proces zahrnující všechna technická období života systému. Co do technického zabezpečení při realizaci systému lze tento proces rozdělit na **pasivní zvyšování spolehlivosti** (bez využití nadbytečnosti) a **zvyšování spolehlivosti s využitím nadbytečnosti** (redundance).

Pro pasivní zvýšení spolehlivosti poplachových systémů navrhuji tato opatření:

- použití kvalitnějších prvků systému,
- správnou volbu pracovního režimu jednotlivých prvků systému,
- zvolit vhodnou strukturu poplachového systému,
- důkladné posouzení vnitřních a vnějších vlivů působících na systém,
- minimalizovat možnost vzniku planých a falešných poplachů.

Mezi způsoby využívající nadbytečnost, jakožto východisko pro zvýšení spolehlivosti poplachových systémů navrhuji:

- hardwarové zálohování,
- softwarové zálohování,
- navýšení tzv. informační spolehlivosti.

Zálohování se dá rozdělit hned podle několika parametrů, ovšem hlavní myšlenkou je přidání (zdvojení) identického prvku, který sám o sobě není pro funkci poplachového systému nutný, ovšem s jeho přidáním se zvýší jeho spolehlivost a tím pádem i spolehlivost celého systému. Dále je nutné vybrat vhodný SW (nejlépe software dodávaný přímo výrobcem použitých prvků) a vhodnou obsluhu (pokud je to možné), popřípadě klást důraz na školení všech uživatelů poplachového systému. V případech kdy je to reálné, doporučuji volit koncepci poplachového systému tak, aby byl lidský prvek v celém systému pouze prvkem záložním.

6 HODNOCENÍ SPOLEHLIVOSTI POPLACHOVÝCH SYSTÉMŮ

Hodnocení spolehlivosti poplachových systémů může vycházet z obecných pravidel pro hodnocení spolehlivosti systémů technických a hodnotí se ve vztahu ke spolehlivosti prvků. Systémový přístup k řešení problému vyžaduje provádět spolehlivostní analýzu jednotlivých struktur systémů již v etapě návrhu. Rozhodující význam zde má struktura technická, funkční a informační. Organizační struktura umožňuje posuzovat vliv lidského činitele na spolehlivost systému. U softwarových částí systému, jejichž činnost je podmíněna algoritmickou strukturou, je spolehlivost dána spolehlivostí jednotlivých algoritmů jako uzlů algoritmické struktury. Pro úplnou spolehlivostní syntézu, tj. kvantitativní výpočet ukazatelů spolehlivosti systému, slouží metody strukturální spolehlivosti, které umožňují stanovit spolehlivostní chování systému pro známé vlastnosti prvků jeho technické, algoritmické, informační a organizační struktury na základě analýzy jak spolehlivost systémů závisí na spolehlivosti těchto prvků. Nejrozšířenější je výpočet spolehlivosti technické struktury systému, tj. z hlediska měřicích a řídicích prvků, ochran, signalizace, registrace apod. Odhady získané v etapě návrhu mají pouze informativní a predikční charakter, ale umožňují navrhnout opatření ke zvýšení spolehlivosti (viz. předcházející kapitola), která se v dalších etapách technického života systému zpřesňují a zdokonalují na základě zkoušek spolehlivosti.

6.1 Spolehlivostní modely systémů

Při řešení spolehlivostního modelu je třeba se úvodem zabývat volbou kritéria poruch. U systémů se hodnotí strukturální spolehlivost té jeho části, která zabezpečuje plnění určité funkce. Spolehlivostní ukazatele těchto funkcí je nutno dát do souvislosti se spolehlivostí technických prostředků i se spolehlivostí prvků dalších struktur sloužících k jejich zabezpečení.

Realizace této koncepce vede k rozkladu struktury (technické, algoritmické, informační atd.) na subsystémy a prvky jejichž spolehlivost se zkoumá odděleně ve vztahu k funkci, kterou zabezpečují. Pomocným hlediskem při rozčlenění bývá snaha vyčlenit konstrukční a funkční podsystémy tvořící celky, podléhající jako celky obnově, podsystémy, které lze snadno popsat spolehlivostními ukazateli apod. U systémů je ve srovnání s objekty častější případ dělení poruch na stálé narušení provozuschopnosti a na krátkodobé narušení provozuschopnosti, které vymizí samovolně (selhání), kdy není třeba odstraňovat příčinu poruch nápravnou údržbou, ale postačí odstranit následky selhání.

Důležitou etapou, která přesahuje rámec technického řešení a zasahuje oblast dodavatelsko-odběratelských vztahů je stanovení požadovaných hodnot ukazatelů spolehlivosti systému. U některých jsou požadované hodnoty ukazatelů spolehlivosti určeny legislativními předpisy např.: jaderná energetika a ekologické systémy (poplachové systémy žádný takový legislativní předpis nemají). U dalších, určených zpravidla pro běžné průmyslové účely, se vychází z ekonomických analýz tak, aby celkové náklady na vývoj, projekt, výrobu a užití byly v ekonomickém smyslu optimální. Pro uživatele je zde pro vytýčení spolehlivosti pro dané podmínky vodítkem spolehlivost předchozí generace výrobků. Jestliže standardní úroveň spolehlivosti nevyhovuje a objeví se požadavky jejího zvýšení, děje se tak zpravidla za cenu zvýšení nákladů a prodloužení dodacích lhůt. Spolehlivostní model slouží k predikčním výpočtům ukazatelů spolehlivosti a vyjadřuje vztah mezi definovaným popisem struktury systému a spolehlivostními vlastnostmi systému v daných podmínkách použití. [2]

Spolehlivostní modely technických systémů, které lze využít pro aplikaci na poplachové systémy jsou:

- vyjádření množinou vzájemně odlišných stavů (využití stromu poruch),
- Markovovy spolehlivostní modely,
- využitím statistického modelování.

6.1.1 Spolehlivostní modely v podobě vzájemně odlišných stavů systému

Spolehlivostní model lze zobrazit graficky v podobě blokového schématu (orientovaného grafu), kde každý blok či uzel odpovídá technickému stavu systému, každá spojnice (resp. hrana) jednomu možnému přechodu mezi jeho stavy. Výpočetní postup ukazatelů spolehlivosti umožňuje metoda seznamu stavů. Zkoumá se množina stavů systému, jejichž výskyt určuje, ve kterém z možných stavů se systém nachází. Metoda je vhodná i pro středně složité systémy, je však pracná a nepřehledná.

Častá je analýza spolehlivosti systému pomocí stromu poruch, resp. stromu událostí. Systém se analyzuje z hlediska poruch nejen podle okamžitého stavu jeho prvků, ale i z hlediska toho, jak se informace o poruchovém stavu systému šíří. Reálný systém se rozčlení na prvky, moduly, podsystémy a zkoumá se, jak jejich eventuální porucha bude mít účinek na systém jako celek. V podstatě jsou možné dva přístupy - **deduktivní** a **induktivní**.

6.1.1.1 Deduktivní Přístup

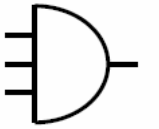
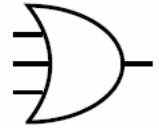
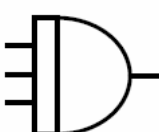
Pro určitou definovanou událost, např. kritickou poruchu se hledají kombinace příčin v poruchách dílčích podsystémů a prvků. Tato metoda je označována jako strom poruch resp. FTA (Fault Tree Analysis). Strom poruch se zobrazuje jako grafický logický model vyjadřující vazby vedoucí k vrcholové události. Těch však může být i několik a proto velké systémy mohou mít i několik stromů poruch.

Strom poruch umožňuje:

- zaměřit analýzu systému na hledání poruch,
- vyhledat aspekty systému důležité z hlediska poruch,
- vytvořit grafický pohled na systém pro provedení změn v systému,
- vytvořit kvalitativní i kvantitativní analýzu,
- pochopit funkci systému.

Jedná se o grafický model paralelních i sériových kombinací poruch prvků, které mohou způsobit definovanou nežádoucí událost. Grafická interpretace je souhrnem symbolů hradel definujících logické vazby, komentátorových a transferových značek.

Tab. 9. Příklad symbolů logických hradel používaných ve stromu poruch

Symbol hradla	Název hradla	Vysvětlení
	A Logický součin	Konjunkce - k poruše na výstupu dojde jestliže vznikne porucha na všech vstupech
	NEBO Logický součet	Disjunkce - porucha na výstupu se objeví, jestliže vznikne porucha alespoň na jednom vstupu
	Prioritní A	Porucha na výstupu se objeví, jestliže jsou poruchy na všech vstupech, ale v určitém pořadí (pokud není vyznačeno platí pravidlo, že priority se řadí zleva doprava)
		další symboly

Nižší událost představuje vstup do hradla, vyšší událost je jeho výstupem. Mezi základními prvky stromu poruch lze najít matematické souvislosti, z kterých se vyhodnocují parametry spolehlivosti (součinitel pohotovosti, bezporuchovosti, atd.). Jeho předností je interpretace pomocí Boolovy algebry.

Kvalitativní vyhodnocení stromu poruch zahrnuje:

- stanovení minimálních kritických řezů tj. kombinace poruch prvků, které způsobují poruchu systému,
- stanovení kvalitativní významnosti prvku tj. kvalitativní pořadí prvků podle způsobu přispívání k poruše systému.

Kvantitativní vyhodnocení zahrnuje:

- číselné pravděpodobnosti,
- kvantitativní významnost tj. pořadí prvků a řezů podle přispívání k poruše systému.

Důležitou etapou kvantitativního hodnocení je citlivostní analýza. Hodnotí se vliv prvků resp. kritických řezů na spolehlivost systému. Tato vyhodnocení se provádějí zpravidla s počítačovou podporou.

6.1.1.2 Induktivní přístup

Vychází se z analýzy možných stavů prvků a podsystémů a ke zvolenému kritériu poruchy se hledají projevy těchto poruch v celém systému. Reálný systém je tak vytvářen v podobě stromu událostí (FMEA - Failure Mode and Effect Analysis nebo FMECA (Failure Mode Effect and Criticality Analysis)).

Jedná se o grafickou reprezentaci všech událostí, které se mohou v systému vyskytnout. Strom událostí se větví směrem od iniciační události podle počtu uvažovaných podsystémů. V praxi se tento způsob nejčastěji používá právě u bezpečnostních systémů. Metoda se využívá především ke kvalitativní analýze spolehlivosti a bývá analýzou pro ostatní postupy.

Užívá se např. v konstrukci FMEA - K, kde se analyzují příčiny, důsledky a závažnost poruch, které mohou pramenit z konstrukčních nedostatků. Ve výrobě FMEA - V se provádí analýza poruch vznikajících z nedostatků ve výrobním procesu. Užívá se u informačního systému spolehlivosti v podniku.

Při praktickém uplatňování se provádí:

- rozdělení zařízení (stroje) na podskupiny,
- centralizovaný sběr dat,
- zařazení výskytu poruchy do podskupiny,

- stanovení závažnosti poruchy,
- určení pravděpodobnosti výskytu,
- určení rizikového čísla (dle zvoleného kritéria závažnosti),
- stanovení kritických míst,
- rozbor příčin poruch,
- nápravný zásah (např. průběžné sledování - monitoring).

V podniku jsou vytvořeny formuláře, které se soustavně vyplňují. Navazuje se na systém sběru dat o poruchách a opravách strojů a systémů.

Obě metody se v poslední době často užívají pro stanovení kritických poruch. Mají však svá omezení spočívající v rychlém nárůstu pracnosti u složitých systémů. Pomocí těchto metod se obtížně analyzují vratné jevy, tj. udržovatelnost a obnovitelnost.[6]

6.1.2 Markovovy spolehlivostní metody

Nejčastější interpretací vícestavových modelů spolehlivosti systémů jsou Markovovy spolehlivostní modely. Jsou založeny na použití teorie náhodných procesů. Náhodný proces Markovova typu má konečný počet stavů, u kterých přechody mezi jednotlivými stavy mohou nastávat náhodně v čase. Markovovův proces je pak definován jako konečný náhodný proces, který se skládá z posloupnosti provozních stavů systému, přičemž pravděpodobnost kteréhokoliv stavu závisí pouze na stavu, který bezprostředně předchází a je nezávislá na stavech dřívějších. Takový proces se nazývá homogenní Markovovův proces. Tento proces lze charakterizovat jako funkci dvou náhodných veličin a to stavu systému a doby, v níž je tento stav sledován. Nejčastějšími případy jsou ty, kdy proměnná vyjadřující stav systému a čas jsou veličiny diskrétní. Hovoříme o Markovových řetězcích. V případě, že stav je veličina diskrétní a čas je veličina spojitá, hovoříme o vlastních Markovových procesech. Je-li znám počet možných stavů systému N , jsou-li známy všechny pravděpodobnosti P přechodů mezi jednotlivými stavy a jsou-li všechny počáteční stavy specifikovány, jde o typický Markovovův proces jehož matematické vyjádření umožní vypočítávat pravděpodobnost jednotlivých stavů.

Uvažujme proces $X(t)$, $t \in N_0$, kde náhodné veličiny X mají zvolený definiční obor $\{1, 2, \dots, n\}$. Takový proces může popisovat chování systému, který je v kterémkoliv čase $t \in N_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$ v některém z n stavů. Jev $X(k) = j$ potom znamená, že systém je v čase k ve

stavu j . Pro zjednodušení se označuje X_k místo $X(k)$ a uvažovaný proces je pak náhodná posloupnost $\{X_0, X_1, \dots\}$. Taková posloupnost se jmenuje Markovův řetězec, jestliže realizace veličiny X_k (stav systému v čase k) závisí pouze na realizaci X_{k-1} (předcházejícímu stavu systému) a nezávisí na předcházejícím průběhu procesu.

Platí podmíněná pravděpodobnost:

$$P(X_k = j \mid X_{k-1} = i, X_{k-2} = h, \dots, X_0 = a) = P(X_k = j \mid X_{k-1} = i) = p_{ij}(k) \quad (9)$$

Podmíněná pravděpodobnost $p_{ij}(k)$ se nazývá pravděpodobnost přechodu systému ze stavu i do stavu j v k -tém kroku.

Tyto pravděpodobnosti se sestavují do čtvercové matice řádu n , tj. do matice pravděpodobností přechodu v k -tém kroku. Tato matice se týká elementárního časového intervalu. U Markovových náhodných procesů může dojít ke změně stavu v libovolném časovém okamžiku, u Markovova řetězce tomu může být pouze v určité okamžiky tak, jak bylo popsáno výše. V obou případech však pro matici pravděpodobnosti přechodu (odtud název přechodová matice, někdy také stochastická matice) platí:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & p_{2n} \\ p_{31} & p_{32} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & p_{nn} \end{pmatrix} \quad (10)$$

p_{ij} je podmíněná pravděpodobnost přechodu ze stavu i do stavu j . To lze jinak vyjádřit pro spojitě procesy tak, že je-li $X(t) = i$ pak pravděpodobnost, že $X(t+dt) = j$ je rovna p_{ij} . U Markovova řetězce pak platí dříve uvedený vztah, že je-li $X_{k-1} = i$ pak pravděpodobnost $X_k = j$ je rovna p_{ij} .

Součet pravděpodobností v řádku je roven 1, tedy:

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1 \quad (11)$$

Jsou-li všechny pravděpodobnosti přechodů konstantní (nemění se v čase), označuje se Markovův proces jako homogenní.

6.1.3 Metody statistického modelování

Další často užívanou metodou při vytváření vícestavových spolehlivostních modelů je metoda statistického modelování (metoda Monte Carlo). Spolehlivostní model se vytvoří v podobě počítačově realizovaného stochastického algoritmu. Je vyjádřena závislost výstupní náhodné veličiny (doby do poruchy, doby obnovy atd.) na vstupních náhodných veličinách, které vyjadřují spolehlivostní chování prvků a u nichž se předpokládá znalost rozdělení pravděpodobností.

Při vlastních spolehlivostních výpočtech je nutno generovat hodnoty vstupních náhodných veličin pomocí generátoru náhodných čísel. Pro ně se určí hodnota výstupní náhodné veličiny. Opakováním tohoto postupu, při němž se získané hodnoty výstupní náhodné veličiny ukládají do paměti počítače a vytvoří se statistický soubor, z něhož se hledají bodové odhady a příslušné konfidenční intervaly spolehlivostních ukazatelů systému. Pro složitější případy je výhodné při programové realizaci stochastického algoritmu využívat simulační programovací jazyky.

Uvedená metoda se hodí pro strukturální analýzu složitých systémů v etapě počátečních fází jejich návrhů. Nevýhodou je nemožnost dosažení výsledku v analytickém tvaru. Představené metody pro vytváření spolehlivostních modelů, byly určeny pro technické systémy. Jejich aplikace na systémy poplachové je komplikovaná a ne úplně vhodná, protože obtížnost nebo nemožnost jejich matematické formalizace a následné kvantifikace má za následek, že neexistuje obecná a jednotná metodika, která by umožnila kvantitativně hodnotit všechny uvedené složky v jejich souhrnu a vzájemných vazbách a tím vybrat optimální variantu řešení pro poplachový systém. [6]

6.2 Návrh způsobu hodnocení spolehlivosti poplachových systémů

Následující kapitola představuje návrh způsobu hodnocení spolehlivosti poplachových systémů. Návrh uvádí kritéria, dle kterých je možno hodnotit spolehlivost poplachových systémů. Tyto kritéria můžeme rozdělit do dvou časových úseků:

- fáze návrhu, tj. před samotnou realizací systému,
- fáze zpětného vyhodnocení funkční spolehlivosti systému.

První fáze hodnocení vychází z informací pocházející z návrhu a dokumentace projektu. Fáze druhá vychází s informací, které vyplynou z běžného provozu poplachového systému.

K jednotlivým kritériím jsou přiřazeny odpovídající koeficienty s označením K_{xy} . Hodnocení kritérií, bude realizováno v intervalu [0-8], kde číslo 8 je rovno ideálnímu stavu a číselná hodnota bude přiřazena k jednotlivým koeficientům. Celková spolehlivost systému pak bude vyjádřena koeficientem K_{cs} , který bude dán aritmetickým průměrem všech hodnocených koeficientů.

$$K_{cs} = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_n}{n} \quad (12)$$

Po získání koeficientu K_{cs} můžeme určit spolehlivost systému třemi způsoby.

1. Koeficient K_{cs} porovnáme s vyhodnocovací tabulkou, která určí slovní vyjádření spolehlivosti poplachového systému.
2. Koeficient K_{cs} vynásobíme spolehlivostní konstantou 12,5. Tím získáme procentuální vyjádření spolehlivosti poplachového systému (v tomto případě je ideální stav roven 100%).
3. Koeficient K_{cs} porovnáme s tabulkou se stupni zabezpečení systému, čímž získáme orientační přehled, jaký stupeň zabezpečení by mohl odpovídat spolehlivosti poplachového systému.

Jednotlivé kritéria (koeficienty) jsou znázorněny a hodnoceny pomocí tabulek.

6.2.1 Kritéria hodnocení ve fázi návrhu

Následující kritéria můžeme hodnotit ve fázi návrhu, tj. z dokumentace a návrhu projektu.

Tab. 10. Vlivy prostředí

p.č.	Vlivy prostředí – koeficient K_{vp}	Hodnocení [0-8]
1	Provedena analýza rizik s přihlédnutím na vnitřní i vnější vlivy.	8
2	Provedena analýza rizik s přihlédnutím pouze na vnitřní vlivy.	4
3	Provedena analýza rizik bez přihlédnutí na vnitřní a vnější vlivy.	1
4	Nebyla provedena analýza rizik.	0

Tab. 11. Kvalifikace dodavatele.

p.č.	Kvalifikace dodavatele – koeficient K_{kd}	Hodnocení [0-8]
1	Koncesovaná živnost dle Nařízení vlády č. 278/2008 Sb.	8
2	Bez koncese, ale z oboru PKB.	4
3	Mimo obor PKB.	1

Tab. 12. Kabelové rozvody

p.č.	Kabelové rozvody – koeficient K_{kr}	Hodnocení [0-8]
1	Vedeny ve střeženém prostoru, veřejně nepřístupné, chráněno pancéřovými trubkami, vedeno pod omítkou, šroubovaná spojení.	8
2	Vedeny ve střeženém prostoru, veřejně nepřístupné, v trubkách a žlabech na povrchu.	6
3	Vedeny ve střeženém prostoru, veřejně nepřístupné, vedeno pod instalačními lištami na povrchu.	4
4	Vedeny vně střeženým prostorem, veřejně přístupné.	2
5	Kabelové rozvody vedou nezastřeženým prostorem.	0

Tab. 13. Hodnocení jakosti užitých výrobků

p.č.	Jakost výrobků – koeficient K_{jak}	Hodnocení [0-8]
1	ES prohlášení o shodě, certifikát, zkušební protokol, označení.	8
2	ES prohlášení o shodě, certifikát, zkušební protokol.	6
3	ES prohlášení o shodě, certifikát.	3
4	ES prohlášení o shodě.	1
5	Nemá ES prohlášení o shodě.	0

Tab. 14. Úplnost projektové dokumentace

p.č.	Úplnost dokumentace – koeficient K_{ud}	Hodnocení [0-8]
1	Kompletní průvodní dokumentace.	8
2	Nekompletní průvodní dokumentace.	4
3	Dokumentace chybí.	1

Tab. 15. Odbornost systémového návrhu a zpracování projektové dokumentace

p.č.	Návrh systému zpracoval – koeficient K_{nsz}	Hodnocení [0-8]
1	Autorizovaný inženýr se specializací na poplachové systémy.	8
2	Autorizovaný inženýr.	7
3	§10 - Pracovníci pro samostatné projektování a pracovníci pro řízení projektování dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.	6
4	Bez odborné způsobilosti dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.	1

Tab. 16. Kvalifikace obsluhy systému z pohledu PKB

p.č.	Kvalifikace obsluhy – koeficient K_{ko}	Hodnocení [0-8]
1	Vyhláška 50/1978 Sb. + školení dodavatelem.	8
2	Vyhláška 50/1978 Sb. + školení správcem systému.	7
3	Školení dodavatelem.	5
4	Školení správcem systému.	3
5	Bez školení a kvalifikace.	1

Tab. 17. Hodnocení ceny v porovnání s konkurencí

p.č.	Cena v porovnání s konkurencí – koeficient K_{cpk}	Hodnocení [0-8]
1	Vyšší než konkurence.	8
2	Srovnatelná s konkurencí.	6
3	Nižší než konkurence.	3
4	Systém je sestaven ze zánovních prvků.	0

Tab. 18. Kvalifikace pro realizaci (montáž) systému

p.č.	Kvalifikace pro montáž – koeficient K_{kpm}	Hodnocení [0-8]
1	Odborná způsobilost vyšší než §6 dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.	8
2	§6 - Pracovníci pro samostatnou činnost, dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.	7
3	§5 - Pracovník znalí, dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.	6
4	§4 nebo §3 – Pracovník seznámený nebo poučený, dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.	3
5	Bez odborné způsobilosti dle vyhlášky č. 50/1978 Sb.	1

Tab. 19. Záloha prvků

p.č.	Záloha prvků – koeficient K_{zp}	Hodnocení [0-8]
1	Všechny prvky – stálá záloha.	8
2	Všechny prvky – substitučně.	7
3	Pouze kritické prvky (slabá místa) – stálá záloha.	5
4	Pouze kritické prvky (slabá místa) – substitučně.	4
5	Prvky systému nejsou zálohovány.	1

Tab. 20. Použitý vizualizační software

p.č.	Použitý SW – koeficient K_{sw}	Hodnocení [0-8]
1	SW od výrobce, přímo určený pro použité prvky.	8
2	SW přímo určený pro použité prvky, jiný výrobce.	6
3	Univerzální SW – autor neznámý.	3
4	Demo/Freeware/ shareware verze - bez možnosti aktualizace.	1
5	System nepoužívá žádný SW.	X

Tab. 21. Zdatnost obsluhy v domácím použití

p.č.	Zdatnost obsluhy – koeficient K_{zo}	Hodnocení [0-8]
1	Správce.	8
2	Dospělá osoba.	7
3	Teenageři.	6
4	Děti.	3

Následuje tabulka **stručných požadavků** s odpovědí Ano/Ne. Každá kladná odpověď v podobě křížku, udělí koeficientu hodnotu 8. Každá záporná odpověď udělí koeficientu hodnotu 0. Výsledné koeficienty použijeme do vzorce pro výpočet spolehlivostního koeficientu K_{cs} .

Tab. 22. Spolehlivostní požadavky

p.č.	Požadavek	Koeficient	Ano [8]	Ne [0]
1	Je realizován plán údržby?	K_{pu}		
2	Proběhl zkušební provoz v délce min. 14 dní?	K_{zp}		
3	Probíhají pravidelně revize el. částí systému?	K_{re}		
4	Je použita ochrana proto sabotáží?	K_{sa}		
5	Je servisní firma k dispozici nonstop?	K_{sf}		
6	Byla při návrhu brána v potaz celková struktura systému?	K_{ss}		
7	Má uživatel možnost testování systému?	K_{ts}		
8	Rozezná systém více režimů než střežení/klid?	K_{pr}		

6.2.2 Kritéria hodnocení vyplývající z provozu systému

Následující kritéria již vyplývají z provozu systému.

Tab. 23. Dodržování lhůt funkčních zkoušek a měření

p.č.	Lhůty funkčních zkoušek a měření – koeficient K_{lfz}	Hodnocení [0-8]
1	Odpovídají požadavkům normy TNI 33 4591-3.	8
2	Intervaly jsou překračovány max. dvojnásobně.	6
3	Intervaly jsou překročeny více jak dvojnásobně.	3
4	Funkční zkoušky a měření není prováděno.	0

Tab. 24. Provozní kniha

p.č.	Provozní kniha – koeficient K_{pk}	Hodnocení [0-8]
1	Pravidelně probíhají zápisy o funkčních zkouškách, servisních zásazích, preventivní údržbě, evidence počtu planých a falešných poplachů.	8
2	Pravidelně probíhají zápisy o funkčních zkouškách a servisních zásazích.	6
3	Zápisy probíhají nepravidelně.	2
4	Provozní kniha není.	0

Tab. 25. Dodržování intervalů pravidelného servisu

p.č.	Interval pravidelného servisu – koeficient K_{ips}	Hodnocení [0-8]
1	Odpovídá požadavkům příslušnému stupni zabezpečení.	8
2	Intervaly jsou překročeny max. o 100 %.	6
3	Intervaly jsou překročeny o více než o 100 %.	3
4	Pravidelný servis není prováděn.	0

Tab. 26. Pravidelnou údržbu provádí

p.č.	Dodavatel provádějící pravidelnou údržbu – koeficient K_{dpu}	Hodnocení [0-8]
1	Má koncesovanou živnost pro: Poskytování technických služeb k ochraně majetku a osob.	8
2	Nemá koncesovanou živnost, ale je z oboru PKB.	6
3	Dodavatel mimo obor.	3
4	Pravidelná údržba se neprovádí.	0

6.2.3 Kritéria hodnocení posledního roku provozu systému

Následující kritéria se týkají hodnocení posledního roku provozu poplachového systému.

Tab. 27. Počet planých poplachů

p.č.	Počet planých poplachů – koeficient K_{ppp}	Hodnocení [0-8]
1	0 - 1	8
2	2 - 3	6
3	4 - 5	4
4	6 - 7	2
5	8 a více.	0

Pozn.: Planým poplachem se rozumí poplach způsoben neznámými příčinami, které nejsou považovány za charakteristické rysy nebezpečí. Jedná se o poplach, který není způsoben vloupáním či jiným narušením, ale zásahem do činnosti systému. Tento zásah způsobuje hlavně uživatel, zvířata, rostliny, dekorace a vnější vlivy.

Tab. 28. Počet falešných poplachů

p.č.	Počet planých a falešných poplachů – koeficient K_{pfp}	Hodnocení [0-8]
1	0	8
2	1	5
3	2	2
4	3 a více.	0

Pozn.: Falešným poplachem se rozumí poplach, který není způsoben chybou obsluhy, ale neznámou technickou příčinou. Nejčastěji se jedná o selhání systému, které je způsobeno například vysokofrekvenčním rušením, vadou detektoru, závadou elektronické součástky atd.

Tab. 29. Poruchy systému

p.č.	Počet poruch systému – koeficient K_{pps}	Hodnocení [0-8]
1	0 poruch.	8
2	1 porucha.	6
3	2 poruchy.	4
4	3 poruchy.	2
5	4 a více poruch.	0

Pozn.: Poruchou systému se rozumí částečná nebo úplnou ztrátu schopnosti provozu systému nebo prvku, zapříčiněnou technickým problémem.

Tab. 30. Počet selhání systému

p.č.	Počet selhání systému – koeficient K_{pss}	Hodnocení [0-8]
1	0	8
2	1	2
3	2 a více.	0

Pozn.: Selháním systému se rozumí prolomení poplachového systému ve stavu jeho plného provozu bez technických závad.

6.2.4 Vyhodnocení návrhu

Celková spolehlivost systému je vyjádřena koeficientem K_{cs} , který je dán aritmetickým průměrem všech hodnocených koeficientů.

$$K_{cs} = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_n}{n} \quad (12)$$

S pomocí získané hodnoty koeficientu K_{cs} , můžeme stanovit spolehlivost poplachového systému např. formou slovního hodnocení, tak jak je uvedeno v následující tabulce.

Tab. 31. Hodnocení spolehlivosti poplachových systémů

p.č.	Hodnota K_{cs}	Hodnocení spolehlivosti poplachového systému
0	[0-2]	Nevyhovující
1	[2-3]	Dostačující
2	[3-4]	Dobré
3	[5-6]	Velmi dobré
4	[7-8]	Výborné

Nebo můžeme pomocí získaného koeficientu K_{cs} a následující tabulky vyjádřit spolehlivost systému formou stupňů zabezpečení.

Tab. 32. Tabulka pro vyhodnocení spolehlivosti dle stupně zabezpečení

p.č.	Hodnota K_{cs}	Stupeň zabezpečení odpovídající spolehlivosti
0	[0-1]	Neodpovídá žádnému stupni zabezpečení.
1	[1-2]	Stupeň 1 – nízké riziko.
2	[3-4]	Stupeň 2 – nízké až střední riziko.
3	[5-6]	Stupeň 3 – střední až vysoké riziko.
4	[7-8]	Stupeň 4 – vysoké riziko.

Dalším ze způsobu vyhodnocení je procentuální. K tomu nám stačí vynásobit koeficient K_{cs} konstantou 12,5.

$$K_{cs} * 12,5 = \text{spolehlivost systému vyjádřená v \%} \quad (13)$$

V tomto případě je ideální stav spolehlivosti roven 100%, takže čím víc se výsledek blíží této hranici, tím je systém spolehlivější a naopak. Hodnotitel tak získá jasnou představu o spolehlivosti hodnoceného systému. Obecně vzato veškeré systémy s výsledným hodnocením pod 50%, lze považovat za systémy s nízkou spolehlivostí.

Dílčí závěr

Poslední část diplomové práce je zaměřena na hodnocení spolehlivosti poplachových systémů. V první části kapitoly jsou popsány spolehlivostní metody. Jedná se o spolehlivostní metody v podobě vzájemně odlišných stavů systému v pojetí induktivního a deduktivního přístupu, metody statistického modelování a Markovovy spolehlivostní metody. Vzhledem k tomu, že se jedná o modely vhodné spíše pro hodnocení spolehlivosti technických systémů, jsou pro poplachové systémy sice použitelné, ale ne zcela vhodné.

V druhé části kapitoly je navrhnout vlastní způsob hodnocení, který má svým charakterem nejbližší k induktivní metodě FMEA - Failure Mode and Effect Analysis, je ovšem zcela přizpůsoben požadavkům na spolehlivost poplachových systémů. Stěžejní pro návrh je vytyčení kritérií, pomocí kterých je možné spolehlivost hodnotit. Lze je rozdělit do dvou časových fází:

- kritéria hodnocení stanovitelná v době návrhu,
- kritéria vycházející z provozu systému.

Dalším krokem je stanovení jejich hodnocení a určení koeficientů, vycházejících právě z těchto kritérií. Po zisku všech hodnocených koeficientů, je nutno vypočítat celkový koeficient spolehlivosti označený K_{cs} . Ten získáme aritmetickým průměrem všech n hodnocených kritérií (koeficientů). Z výsledného koeficientu K_{cs} určíme dle tabulky slovní hodnocení spolehlivosti. Po vynásobení koeficientu K_{cs} konstantou 12,5 získáme vyjádření spolehlivosti konkrétního poplachového systému procentuelně.

ZÁVĚR

Spolehlivost je dle normy ČSN EN ISO 9000 definována jako souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ovlivňují bezporuchovost, udržitelnost a zajištění údržby. Nemusí to být na první pohled z uvedené definice patrné, ale v současnosti rapidně stoupají požadavky na spolehlivost ve všech oborech lidské činnosti a není tomu jinak ani u poplachových systémů. I přes tento fakt, žádná technická norma problematiku spolehlivosti poplachových systémů a její hodnocení neřeší, proto jsem si zvolil právě tuto problematiku jako téma diplomové práce.

První kapitola je úvodem do problematiky spolehlivosti. V širším pojetí ji dnes chápeme jako stálost užitých vlastností (funkčních, ekologických, ergonomických atd.) objektu po stanovenou dobu a za stanovených podmínek užívání. Na spolehlivost lze nahlížet z hlediska matematického pomocí Markovských rozhodovacích procesů, nebo z pohledu manažerského (ten je nastíněn a popsán v kapitole druhé a vychází z normy ČSN EN 60300) a technického, což je vzhledem k tématu práce stěžejní. Byl také vytvořen přehled základní terminologie, aby nedocházelo k nesrovnalostem při výkladu pojmů. Dále byly analyzovány požadavky na technické systémy a specifikovány technické a systémové požadavky na spolehlivost poplachových systémů. Pochopení těchto požadavků bylo stěžejní pro uskutečnění návrhu na opatření ke zvýšení spolehlivosti a zejména návrhu způsobu hodnocení poplachových systémů v praktické části práce. Zvyšování spolehlivosti poplachových systémů je komplexní proces zahrnující všechna technická období života systému. Co do technického zabezpečení při realizaci systému lze tento proces rozdělit na pasivní zvyšování spolehlivosti (bez využití nadbytečnosti) a zvyšování spolehlivosti s využitím nadbytečnosti (zálohování). V páté kapitole najdeme návrh konkrétních opatření vycházejících právě z tohoto rozdělení.

Stěžejní část práce je obsažena v poslední kapitole, kde po analýze spolehlivostních metod, jakožto východisku pro hodnocení technických systémů, najdeme vlastní návrh hodnocení spolehlivosti poplachových systémů. Pro návrh je hlavní vytyčení kritérií, dle kterých lze spolehlivost hodnotit. Dalším krokem je stanovení hodnocení a určení jednotlivých koeficientů, což následně vede ke stanovení hodnoty koeficientu K_{cs} , díky kterému již můžeme stanovit spolehlivost poplachového systému buď to slovním hodnocením, nebo spolehlivost vyjádřit v procentech.

V současnosti žádný jiný postup pro stanovení spolehlivosti poplachových systémů neznám, proto vidím největší přínos práce právě v jeho návrhu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MYKISKA, Antonín. *Spolehlivost technických systémů*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, Strojní fakulta, 2000, 177 s. ISBN 80-010-2079-7.
- [2] MYKISKA, Antonín. *Bezpečnost a spolehlivost technických systémů*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004, 206 s. ISBN 80-010-2868-2.
- [3] BELLMAN, Richard. *Dynamic programming*. Dover ed. Mineola, N.Y.: Dover Publications, 2003, xxv, 340 p. ISBN 04-864-2809-5.
- [4] ČSN EN 60300-1. *Management spolehlivosti: Část 1: Systémy managementu spolehlivosti*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [5] MALIKOV, M.I. *Základy teorie a výpočtu spolehlivosti*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963.
- [6] VROŽINA, Milan a Jiří DAVID. *Spolehlivost a diagnostika*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-2595-3.
- [7] ČSN EN 60300-3-14. *Management spolehlivosti: Část 3-14: Pokyny k použití - Údržba a zajištění údržby*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [8] LEITL, R. *Spolehlivost elektrotechnických systémů*. Praha, 1990, 288 s. ISBN 80-030-0408-X.
- [9] KUDLÁČEK, Ivan a Pavel ŽÁK. *Spolehlivost elektrických zařízení*. 1. vyd. Praha: SVÚOM, 2009, 23 s. ISBN 978-80-903933-5-6.
- [10] VALOUCH, Jan. *Projektování bezpečnostních systémů*. Vyd. 1. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012, 152 s. ISBN 978-80-7454-230-5.
- [11] Česká republika. Zákon č. 102/2001 Sb., Zákon o obecné bezpečnosti výrobků a o změně některých zákonů (zákon o obecné bezpečnosti výrobků). In *Sbírka zákonů*. 2001, 41, s. 2833-2838.
- [12] Česká republika. Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In *Sbírka zákonů*. 2007, 6, s. 128-136.
- [13] Česká republika. Nařízení vlády 616/2006 Sb. o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility. In *Sbírka zákonů*. 2006, 191, s. 8109-8116.

- [14] Česká republika. Nařízení vlády 17/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí. In *Sbírka zákonů*. 2003, 9, s. 306-310.
- [15] Česká republika. Nařízení vlády 426/2000 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na rádiová a na telekomunikační koncová zařízení. In *Sbírka zákonů*. 2000, 119, s. 5738-5750.
- [16] ČSN EN 50131-1 ed. 2. *Poplachové systémy- Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy- Část 1: Systémové požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 40 s.
- [17] VDOLEČEK, František. *Spolehlivost a technická diagnostika*. Brno: VUT, Fakulta strojního inženýrství, 2002, 49 s.
- [18] VARIANT PLUS, s.r.o. *Integrace budov* [online]. 2012 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.integracebudov.cz/>
- [19] VALOUCH, Jan. *Projektování integrovaných systémů*. Zlín: UTB, 2013. ISBN 978-80-7454-296-1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ACCES	Access control system for use in security application.
ARC	Alarm receiving centre.
AS	Alarm system.
ATS	Alarm transmission system.
CCTV	Closed circuit television.
CE	Označení výrobků splňující technické požadavky.
CEE	Mezinárodní komise pro předpisy ke schvalování elektrotechnických výrobků.
ČOI	Česká obchodní inspekce.
ČR	Česká republika.
ČSN	Česká technická norma.
EMC	Elektromagnetická kompatibilita.
EMI	Elektromagnetická interference.
EMS	Elektromagnetická susceptibilita.
EU	Evropská unie.
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis.
GSM	Global System for Mobile Communications.
HAS	Hold-up alarm system.
HW	Hardware.
IAS	Intruder alarm system.
I&HAS	Intruder and hold-up alarm system.
IEC	Mezinárodní organizace pro normalizaci v elektrotechnice.
ISO	International Organization for Standardization.
NV	Nařízení vlády.
PIR	Passive infra – red.

PPC	Poplachové přijímací centrum.
PTS	Poplachový tísňový systém.
PZS	Poplachový zabezpečovací systém.
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém.
SAS	Social alarm system.
SW	Software.
PS	Power supply.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Dílčí vlastnosti spolehlivosti a jejich kombinace [1], upravil Příkryl, 2014	12
Obr. 2. Spolehlivost v užším a širším pojetím [1], upravil Příkryl, 2014.....	13
Obr. 3. Jednoduchý Markovovův rozhodovací proces [3].....	14
Obr. 4. Vztahy mezi jakostí, spolehlivostí a jejími dílčími vlastnostmi výrobku [2].....	17
Obr. 5. Vztahy mezi termíny spolehlivosti [4], upravil Příkryl, 2014	20
Obr. 6. Grafické znázornění vlivů různých činitelů na poruchy vojenského zařízení [5], upravil Příkryl, 2014	22
Obr. 7. Posloupnost činností managementu spolehlivosti [4], upravil Příkryl 2014	26
Obr. 8. Vzájemný vztah termínů z oboru údržby [7], upravil Příkryl 2014	37
Obr. 9. Schéma systémového přístupu k řešení problematiky spolehlivosti [1], upravil Příkryl, 2014.....	42
Obr. 10. Schéma možností aplikace analýz spolehlivosti [1], upravil Příkryl 2014.....	46
Obr. 11. Schéma obecného postupu analýzy spolehlivosti [1], upravil Příkryl, 2014.....	48
Obr. 12. Klasifikace poplachových systémů [10].....	51
Obr. 13. Klasifikace funkčních požadavků PZTS [10].....	72
Obr. 14. Hlavní zásady funkční spolehlivosti [10]	74
Obr. 15. Aplikace právních předpisů pro technické požadavky AS [10]	75
Obr. 16. Sériové spolehlivostní schéma [17]	79
Obr. 17. Grafické znázornění průběhu $R(t)$ pro sériově zapojené prvky[6]	80
Obr. 18. Spolehlivostní schéma zálohování [6].....	83
Obr. 19. Spolehlivostní blokové schéma zálohování po skupinách [6].....	85
Obr. 20. Průběh $R(t)$ pro paralelně zapojené prvky [6]	85
Obr. 21. ScreenShot programu SecurityView – obrazovka se stavem budovy [18]	88
Obr. 22. ScreenShot programu NET VARE INTEGRAL–podsystém v poplachu [18]	89

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Přehled jednotlivých řad českých technických norem v oblasti poplachových systémů.....	57
Tab. 2. Obecná struktura (číslování) norem v oblasti poplachových systémů	57
Tab. 3. Přehled ČSN v oblasti poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů.....	58
Tab. 4. Přehled ČSN v oblasti CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích.....	59
Tab. 5. Přehled ČSN v oblasti systémů kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích.....	59
Tab. 6. Přehled ČSN v oblasti systému přivolání pomoci	60
Tab. 7. Přehled ČSN společných pro více poplachových aplikací	60
Tab. 8 Minimální doba napájení náhradním napájecím zdrojem	73
Tab. 9. Příklad symbolů logických hradel používaných ve stromu poruch.....	93
Tab. 10. Vlivy prostředí	98
Tab. 11. Kvalifikace dodavatele.	98
Tab. 12. Kabelové rozvody	99
Tab. 13. Hodnocení jakosti užitých výrobků	99
Tab. 14. Úplnost projektové dokumentace	99
Tab. 15. Odbornost systémového návrhu a zpracování projektové dokumentace.....	99
Tab. 16. Kvalifikace obsluhy systému z pohledu PKB	100
Tab. 17. Hodnocení ceny v porovnání s konkurencí	100
Tab. 18. Kvalifikace pro realizaci (montáž) systému	100
Tab. 19. Záloha prvků.....	100
Tab. 20. Použitý vizualizační software	101
Tab. 21. Zdatnost obsluhy v domácím použití.....	101
Tab. 22. Spolehlivostní požadavky	101
Tab. 23. Dodržování lhůt funkčních zkoušek a měření	102
Tab. 24. Provozní kniha.....	102
Tab. 25. Dodržování intervalů pravidelného servisu	102
Tab. 26. Pravidelnou údržbu provádí.....	102
Tab. 27. Počet planých poplachů	103
Tab. 28. Počet falešných poplachů	103
Tab. 29. Poruchy systému.....	103

Tab. 30. Počet selhání systému	104
Tab. 31. Hodnocení spolehlivosti poplachových systémů.....	104
Tab. 32. Tabulka pro vyhodnocení spolehlivosti dle stupně zabezpečení.....	104

SEZNAM PŘÍLOH

PI Přenosné médium CD s prací ve formátu PDF.