

Negativní vlivy elektromagnetického rušení na činnost poplachových systémů

Bc. Adrián Košťál

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Adrián Košťál**
Osobní číslo: **A15194**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Negativní vlivy elektromagnetického rušení na činnost poplachových systémů**
Téma anglicky: **The Negative Effects of Electromagnetic Interference on the Activity of Alarm Systems**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte legislativní a technické požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu poplachových systémů.
2. Specifikujte typy a zdroje elektromagnetického rušení.
3. Vymezte technické způsoby narušení činnosti poplachových systémů.
4. Popište potencionální negativní důsledky elektromagnetického rušení na činnost poplachových systémů.
5. Navrhněte protipatření ke snížení rizika vlivu elektromagnetické rušení s ohledem na charakter prostředí.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. VACULÍKOVÁ, Polina, VACULÍK, Emil. Elektromagnetická kompatibilita elektrotechnických systémů: Praktický průvodce techniky omezení elektromagnetického vř rušení. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 1998. 487 s. ISBN 80-7169-568-8.
2. KAŇUCH, Jan, KOVÁČ, Dobroslav, KOVÁČOVÁ Irena. EMC z hlediska teorie a praxe. 1. vydání. Praha: BEN- technická literatura, 2006. 216 s. ISBN 80-7300-202-7.
3. KÚS, Václav, SKÁLA, Jiří, HAMMERBAUER, Jiří. Elektromagnetická kompatibilita výkonových elektronických systémů. 1. Vyd. Praha: BEN technická literatura, 2013. 374 s. ISBN 978-80-7300-476-7.
4. MYSLÍK, Jiří. Elektromagnetické pole- základy teorie. 1. vydání. Praha: BEN- technická literatura, 2002. 160 s. ISBN 80-86056-43-0.
5. VALOUCH, Jan. Projektování integrovaných systémů. [skriptum]. Zlín: UTB, 2015. ISBN 978-80-7454-557-3 169 s.
6. ČSN EN 50130-4 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. Praha: ÚNMZ, 2012. 28 s. Třídící znak 334590.
7. ČSN EN 55022 ed. 3 Zařízení informační techniky - Charakteristiky vysokofrekvenčního rušení - Meze a metody měření. Praha: ÚNMZ, 2011. 72 s.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Valouch, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

3. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

24. května 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

Jméno, příjmení: Adrián Košťál, Bc.

Název diplomové práce: Negativní vlivy elektromagnetického rušení na činnost poplachových systémů


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové 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 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 práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové 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, dne 24.5.2017


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práca rieši problematiku elektromagnetickej kompatibility poplachových systémov. Úvodná časť práce predstavuje analýzu legislatívnych a technických požiadaviek na elektromagnetickú kompatibilitu. Tieto informácie sú doplnené špecifikáciou typov a zdrojov rušenia a ďalej vymedzením technických spôsobov narušenia činnosti poplachových systémov. Nasledujúca časť práce obsahuje popis potenciálnych negatívnych dôsledkov rušenia na činnosť poplachových systémov. Hlavným výstupom práce je návrh protopatrení k zníženiu rizika vplyvu elektromagnetického rušenia s ohľadom na charakter prostredia.

Kľúčové slova: Poplachové systémy, elektromagnetické rušenie, elektromagnetická kompatibilita, tienenie, filtrácia.

ABSTRACT

The Diploma thesis solves the issue of electromagnetic compatibility of alarm systems. The introductory part of thesis presents an analysis of legislative and technical requirements for electromagnetic compatibility. This information is supplemented by specifying types and sources of interference and defining technical ways of disrupting the function of alarm systems. The following part contains description of potential negative consequences of disruption of alarm systems. The main benefit of thesis is suggestion of measures for the reduction of the risk of influence on electromagnetic disturbance with respect to character of environment.

Keywords: Alarm systems, electromagnetic interference, electromagnetic compatibility, shield, filtering.

Chcel by som veľmi poďakovať svojmu vedúcemu práce Ing. Janovi Valouchovi Ph.D. za ochotu, všetok strávený čas v priebehu písania, pripomienky, námety a informácie počas písania tejto diplomovej práce.

PodĎakovanie patrí taktiež mojej rodine a najbližším ľuďom za psychickú podporu po celej dĺžke štúdia.

Prehlasujem, že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA	11
1.1 ELEKTROMAGNETICKÁ INTERFERENCIA	11
1.2 ELEKTROMAGNETICKÁ SUSCEPTIBILITA	12
1.3 HISTÓRIA	13
2 LEGISLATÍVNE A TECHNICKÉ POŽIADAVKY NA EMC POPLACHOVÝCH SYSTÉMOV	15
2.1 LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA ELEKTROMAGNETICKÚ KOMPATIBILITU.....	16
2.1.1 Základné požiadavky	20
2.1.2 Dodanie zariadenia na trh a uvedenie do prevádzky.....	21
2.1.3 Postup posudzovania zhody	21
2.1.4 Subjekty zodpovedné za jednotlivé kroky pri uvádzaní výrobku na trh	24
2.2 TECHNICKÉ POŽIADAVKY NA EMC POPLACHOVÝCH SYSTÉMOV	26
2.2.1 Základné normy	28
2.2.2 Kmeňové normy.....	29
2.2.3 Výrobné normy	30
2.2.4 Technické požiadavky.....	33
3 TYPY A ZDROJE ELEKTROMAGNETICKÉHO RUŠENIA.....	43
3.1 ELEKTROMAGNETICKÉ VÄZBY PRENOSU RUŠIVÉHO SIGNÁLU.....	44
3.1.1 Kapacitná väzba	45
3.1.2 Indukčná väzba.....	45
3.1.3 Galvanická väzba	46
3.1.4 Rušivá väzba vyžarovaním	46
3.2 ZDROJE ELEKTROMAGNETICKÉHO RUŠENIA	47
3.2.1 Zdroje rušenia v obytnom a obchodnom prostredí	47
3.2.2 Zdroje rušenia v priemyselnom prostredí	48
3.2.3 Trakčné vedenia železníc, električiek a trolejbusov.....	49
3.2.4 Rušenie po sieti	49
3.2.5 Vonkajšie elektromagnetické rušenie	50
II PRAKTICKÁ ČÁST	53
4 VPLYV ELEKTROMAGNETICKEHO RUŠENIA NA ČINNOSŤ POPLACHOVÝCH SYSTÉMOV	54
4.1 SPÔSOB PRENIKUTIA RUŠENIA DO SYSTÉMU	54
4.1.1 Front door coupling.....	54
4.1.2 Back door coupling	55
4.2 TYPY ZAPOJENIA SLUČIEK	56
4.2.1 Zapojenie slučky NO.....	57
4.2.2 Zapojenie slučky NC.....	57
4.2.3 Zapojenie slučky EOL.....	58
4.2.4 Zapojenie slučky 2EOL.....	59
4.2.5 Zapojenie slučky 3EOL.....	59
4.2.6 Zapojenie slučky ATZ.....	59

4.3	TYPY KOMUNIKÁCIE ÚSTREDNÍ	60
4.3.1	Prenosové trasy z ústredne	60
4.3.2	Pracovné frekvencie komponentov vnútro-systémovej komunikácie.....	62
4.4	SPÔSOB VYHODNOTENIA SIGNÁLU	62
4.4.1	Analógový signál	63
4.4.2	Digitálny signál	63
4.5	TYPY ÚSTREDNÍ.....	64
4.5.1	Slučková ústredňa analógová.....	64
4.5.2	Zbernicová ústredňa s priamou adresáciou	65
4.5.3	Ústredne s koncentrátorom	66
4.5.4	Ústredne s bezdrôtovým pripojením	67
4.5.5	Hybridné ústredne	67
4.6	NEGATÍVNE DÔSLEDKY ELEKTROMAGNETICKÉHO RUŠENIA	67
4.6.1	Vplyv na systém uzavretého televízneho okruhu.....	67
4.6.2	Vplyv na systém kontroly vstupu.....	68
4.6.3	Vplyv na systém elektronickej požiarnej signalizácie	68
5	PROTIOPATRENIA K ZNÍŽENIU VPLYVU ELEKTROMAGNETICKÉHO RUŠENIA VZHLADOM NA CHARAKTER PROSTREDIA.....	70
5.1	ZÁSADY INŠTALÁCIE	70
5.1.1	Zásady vedenia vodičov	70
5.1.2	Uloženie vodičov	72
5.1.3	Zásady umiestnenia komponentov	72
5.2	PROSTRIEDKY PROTI RUŠENIU	72
5.2.1	Tlmivky odrušovania	72
5.2.2	Sieťový filter rušenia.....	73
5.2.3	Špeciálne filtre proti rušeniu	74
5.2.4	Elektromagnetické tienenie.....	75
5.2.5	Elektromagnetické tesnenie	76
5.2.6	Ochrana stavebnými materiálmi	76
5.2.7	Prepät'ová ochrana.....	77
5.2.8	Ochrana pred poklesom alebo prerušením napájacieho napätia	79
5.3	BEZDRÔTOVÝ PRENOS	80
5.4	KOMPONENT SYSTÉMU	80
	ZÁVER	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	83
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	88
	SEZNAM TABULEK.....	90
	SEZNAM PŘÍLOH.....	91

ÚVOD

V současnej dobe je použitie poplachových systémov veľmi rozsiahle, nakoľko narastá potreba mať svoj majetok v bezpečí. S rozsiahlou aplikáciou do každého prostredia a narastajúcim počtom elektrických a elektronických zariadení, ktoré vyžarujú do svojho okolia elektromagnetické rušenie, vzrastá potreba odolnosti komponentov systému proti jeho nežiaducim účinkom.

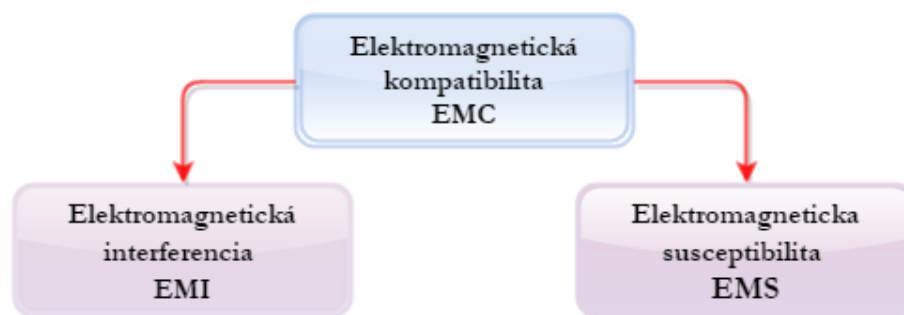
Jedným z najväčších problémov správnej funkcie akéhokoľvek elektrického zariadenia je problematika elektromagnetickej kompatibility. Elektrické zariadenia, v tomto prípade komponent poplachového systému vplyvom elektromagnetického rušenia vykazujú nesprávnu funkciu.

Cieľom tejto diplomovej práce je analýza a zhrnutie aktuálnych legislatívnych a technických požiadaviek na elektromagnetickú kompatibilitu poplachových systémov s určením zdrojov a typov rušenia v závislosti od prostredia aplikácie. Ďalej nasleduje spracovanie vplyvov rušivých signálov na činnosť poplachových systémov s návrhom protopatrení k zníženiu jeho negatívnych účinkov.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA

Elektromagnetická kompatibilita (EMC - Electromagnetic Compatibility) je schopnosť zariadenia alebo systému fungovať bez závažného ovplyvňovania ich normálnych funkcií v prostredí s elektromagnetickým rušením a zároveň svojou činnosťou nevytvárať neprípustné rušenie pre čokoľvek v jeho okolí. Požiadavky na EMC sa stále sprísňujú z dôvodu neustáleho zvyšujúceho sa počtu elektrických a elektronických zariadení, no taktiež zvyšujúce sa nároky na prenos signálu či už z hľadiska kvality alebo objemu dát. Rušivý vplyv prostredia prejavujúci sa nežiaducimi účinkami môže zapríčiniť nesprávnu funkciu až deštrukciu zariadenia [1].



Obr. č. 1 Základná klasifikácia EMC

1.1 Elektromagnetická interferencia

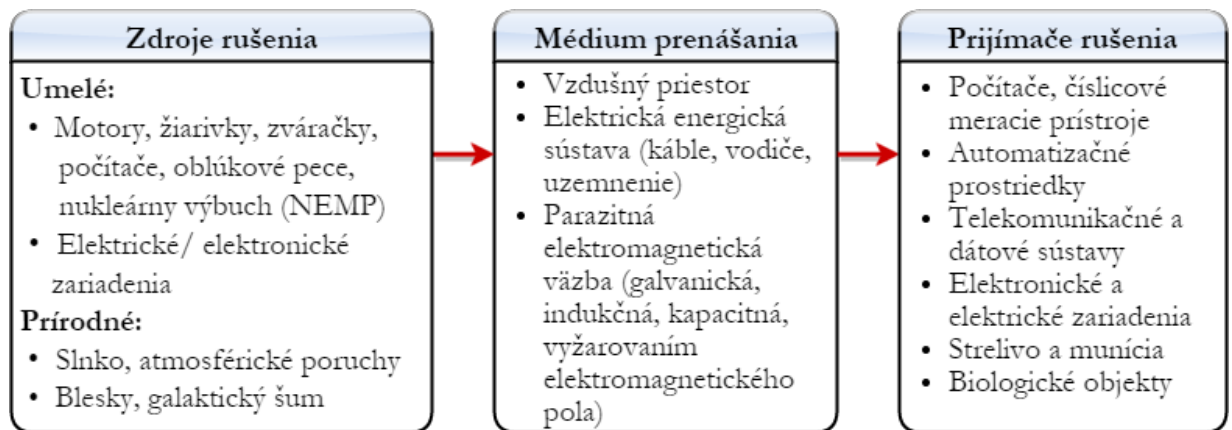
Elektromagnetické rušenie (EMI- electromagnetic interference) je nechcené zhoršovanie kvality funkčnosti, kedy zdroj rušenia generuje nežiaducu elektromagnetickú energiu prenášanú prostredníctvom elektromagnetickej väzby do okolitých elektrických alebo elektronických zariadení.

Zo systémového hľadiska je elektromagnetické rušenie delené na:

- vonkajšie,
- medzysystémové,
- vnútorné, vnútrošystémové.

Elektromagnetická interferencia (EMI) sa delí podľa vzniku:

- vytvorené umelo,
- prirodzené rušenie.



Obr. č. 2 Proces elektromagnetického rušenia [1], upravil Košťál 2017

EMI sa predovšetkým zaoberá:

- identifikáciou zdrojov rušenia,
- identifikáciou prenosových ciest,
- popisom a meraním rušivých signálov.

Elektromagnetickú kompatibilitu sa snažia zabezpečiť opatrenia prostredníctvom eliminácie vzniku rušenia technickými opatreniami na zdroji a prenosových cestách [1].

1.2 Elektromagnetická susceptibilita

Elektromagnetická susceptibilita (EMS - electromagnetic susceptibility) (imunita, odolnosť, citlivosť) znamená vlastnosť zariadenia, či už prístroja alebo systému, správne pracovať v prostredí s výskytom elektromagnetického rušenia.

EMS sa hlavne zaoberá:

- technickými opatreniami pre zvýšenie elektromagnetickej odolnosti voči rušeniu,
- elimináciou dôsledkov rušenia.

EMS sa nezaobrá odstraňovaním existujúcich a potenciálnych zdrojov rušenia [2].

1.3 História

Vznik problému elektromagnetickej kompatibility a potreba jeho riešenia nastala so začiatkom rozvoja bezdrôtovej komunikácie. Prvý prístroj vysielajúci rádiové vlny bol vynájdený v polovici 19. storočia. Jeden z prvých známych problémov EMC nastal, keď počas prenosu signálu mali všetky vysieláče naladenú rovnakú frekvenciu. Prijaté informácie boli pre prijímač nezrozumiteľné, nedokázal ich priradiť ku zdroju vysielania. Problém bol nazvaný Radio Frequency interference (RFI - rušenie rádiových frekvencií),

Začiatkom 20. storočia vzrástla popularita rádiového vysielania, čo malo za následok zvýšenie počtu rádiových vysielateľov. Z dôvodu vzájomného ovplyvňovania vznikla inštitúcia Federal Communications Commission (FCC - spolková komunikačná komisia), ktorá ako prvá začala regulovať podmienky drôtovej a rádiovkej komunikácie.

Príchod druhej svetovej vojny spôsobil rýchly rozvoj elektronických zariadení. Absencia znalostí a pravidiel v oblasti EMC spôsobila mnoho problémov a nešťastí, najčastejšie vyskytujúcich sa vo vojenskej technike.

Po druhej svetovej vojne bol vytvorený prvý štandard RFI, ktorý znamenal začiatok oboru EMC. V roku 1954 vzhľadom k potrebe riešenia problematiky rušenia vznikol Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE - Ústav inžinierov elektrotechniky a elektroniky).

Počas 70-tych rokov začala nová éra s uvedením mikroprocesorov na trh. Ich využitie v spotrebných zariadeniach znamenalo nové problémy. Funkčnosť citlivých obvodov mohlo narušiť akékoľvek rušenie. Vývoj a popularita mikroprocesorov vyústila vo väčší dôraz na prevenciu problémov EMC a bola vytvorená celá rada smerníc a noriem.

Začiatok obdobia osobných počítačov, v 80-tych rokoch, spolu s ich negatívnymi vplyvmi na okolité zariadenia donútil vytvoriť rozsiahle predpisy na zníženie rušivých emisií. Spoločnosti museli začať riešiť problematiku EMC už pri návrhu výrobkov. Rozsiahle zmeny a rozšírenie oblasti požiadaviek znamenalo zlepšenie kompatibility zariadení a tento vývoj trvá dodnes.

Zhrnutie

Z hľadiska vývoja technológií je čím ďalej, tým viac potrebné zaoberať sa problematikou EMC. Týka sa všeobecne všetkých elektrických a elektronických zariadení, takže do nej patria aj komponenty a zariadenia poplachových systémov. Elektromagnetické rušenie negatívne ovplyvňuje správnu činnosť a tým pádom aj spoľahlivosť systému. Cieľom EMC je dosiahnuť funkčnosť bez zhoršenia kvality, či už prostredníctvom zvýšenia odolnosti alebo elimináciou elektromagnetického rušenia.

2 LEGISLATÍVNE A TECHNICKÉ POŽIADAVKY NA EMC POPLACHOVÝCH SYSTÉMOV

Rozsiahle využitie elektrických a elektronických zariadení predstavuje zásadný problém v rámci ich elektromagnetickej kompatibility. S rastúcim počtom rôznych zariadení narastá potreba prísnejšie a konkrétnejšie definovať pravidlá v rámci výroby a vlastností prístrojov alebo zariadení. Cieľom je vzájomná súčinnosť bez negatívneho ovplyvnenia funkcie.

Každý komponent poplachových systémov na základe jeho konštrukcie ako elektrické/elektronické zariadenia predstavuje oblasť výrobkov, ktoré môžu byť zdrojom rušenia a zároveň sú citlivé na elektromagnetické žiarenie z okolitého prostredia.

Poplachové systémy vzhľadom k ich umiestneniu na určenom mieste vyžadujú pozornosť elektromagnetickej kompatibility v týchto etapách:

- bezpečnostné posúdenie miesta prevádzky,
- návrh systému,
- projektovanie,
- montáž,
- uvedenie do prevádzky,
- trvalá prevádzka.

Vzájomným prepojením viacerých systémov, či už poplachových alebo nepoplachových, stúpa riziko negatívneho ovplyvňovania činnosti jednotlivých komponentov alebo celého systému [2].

Elektromagnetické rušenie môže ohroziť zdravie a bezpečnosť osôb, majetok alebo životné prostredie. V závislosti od povahy komponentov alebo systému sa odvíjajú aj požiadavky na výrobu a kontrolu.

Európsky parlament vydá smernicu so spracovanými požiadavkami relevantných dokumentov Európskeho spoločenstva, ktorú každý štát prevezme do svojej legislatívy. V ČR spracúvajú tieto požiadavky odpovedajúce Nariadenia vlády, ku ktorým sa odkazuje základný legislatívny dokument vymedzujúci technické požiadavky na výrobky *Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požiadavkách na výrobky* [3].

Zákon č. 22/1997 Sb. stanovuje:

- technické požiadavky všeobecne pre všetky výrobky určené na trh ako nové alebo použité,
- práva a povinnosti osôb, ktoré uvádzajú alebo distribuujú výrobky na trh,
- práva a povinnosti osôb poverených tvorbou a uplatnením českých technických noriem alebo štátnym skúšobníctvom,
- spôsob zaistenia informačnej povinnosti súvisiacej s tvorbou technických predpisov a technických noriem,
- akreditácia subjektov posudzujúcich zhodu výrobkov.

Zákon stanovuje jednotlivé požiadavky všeobecne a pre ich naplnenie sa odkazuje na nariadenia vlády, ktoré ich konkretizujú. Avšak ani tie nestanovujú presné požiadavky, ale odkazujú sa na normy, ktoré tvoria technické požiadavky na poplachové systémy.

2.1 Legislatívne požiadavky na elektromagnetickú kompatibilitu

Nariadenia vlády (NV- nariadenia vlády) Predstavujú dokumenty k vykonaniu zákona o technických požiadavkách na výrobky. Stanovujú definovanú oblasť a vzhľadom k veľkému počtu rôznych druhov zariadení je potrebné ich rozdeliť. Existuje množstvo NV, dôležitá je orientácia medzi nimi.

Na základe zaradenia komponentov a systémov do skupiny zariadení s rizikom ohrozenia zdravia a života osôb, majetku a životného prostredia, môžu byť uvedené na trh len v prípade splnenia technických požiadaviek konkretizovaných v NV. Pre každú skupinu sú stanovené samostatne a v oblasti poplachových systémov ide o:

- nariadenie vlády č. 117/2016 o posudzovaní zhody výrobkov z hľadiska elektromagnetickej kompatibility pri ich dodávaní na trh, (2014/30/EU),
- nariadenie vlády č. 426/2016 o posudzovaní zhody rádiových zariadení pri ich dodávaní na trh, (2014/53/EU).

Nariadenie vlády 426/2016 Sb.

Stanovuje technické požiadavky na rádiové zariadenia pred uvedením na trh. Rádiové zariadenie je elektrický alebo elektronický výrobok, ktorý:

- prijíma a odosiela rádiové vlny pre účely rádiovej komunikácie alebo zameriavania,
- je nutné doplniť o príslušenstvo (anténa, ..) k vysielaniu alebo prijímaniu rádiových vln.

V rámci poplachových systémov sa toto NV **nevzťahuje** na *Rádiové zariadenia výlučne používané k činnostiam, ktoré sa týkajú verejnej bezpečnosti, obrany, bezpečnosti štátu a k činnostiam štátu v oblasti trestného práva* [4].

Konštrukcia rádiového zariadenia musí zaistiť:

- ochranu zdravia, bezpečnosti osôb, domácich zvierat a ochranu majetku v rozsahu základných požiadaviek bezpečnostných zásad pre elektrické zariadenia v určitých medziach napätia bez použitia medznej hodnoty napätia,
- úroveň EMC v rozsahu požiadaviek pre výrobky z hľadiska elektromagnetickej kompatibility,
- účelné využívanie kmitočtového spektra.

Rádiové zariadenia zaradené v smernici Európskeho parlamentu a rady 5014/53/EU do kategórie alebo triedy stanovenej vykonávacím aktom v prenesenej právomoci musia byť Českým telekomunikačným úradom zverejnené v Telekomunikačnom vestníku formou oznámenia a konštruované tak, aby:

- fungovali spoločne s príslušenstvom (nabíjačky, ..),
- fungovali spoločne s inými rádiovými zariadeniami prostredníctvom siete elektronických komunikácií,
- rozhranie kompatibilné po celej Európskej únii stanovené vykonávacím aktom,
- zaistili ochranu osobných údajov, súkromie užívateľa a účastníka služby elektronických komunikácií,
- zaistená ochrana pred podvodom,
- umožnený prístup k tiesňovému volaniu,
- uľahčenie ich používania zdravotne postihnutým užívateľom,

- zaistenie náhradného softwaru do rádiového zariadenia v prípade, že bol preukázaný v súlade tejto kombinácie softwaru a rádiového zariadenia s inými právnymi predpismi [4].

Nariadenie vlády 117/2016 Sb.

NV spracovávajúce predpis EU smernice a v rámci predchádzajúceho NV 426/2006 Sb. a v súlade so zákonom č. 90/2016 upravuje:

- technické požiadavky na výrobky z hľadiska ich elektromagnetickej kompatibility, ktoré musia spĺňať pri uvedení na trh alebo do prevádzky,
- podmienky a postup pri ich dodávaní na trh,
- spôsoby posudzovania zhody.

Výnimky zariadení, na ktoré sa NV **nevzťahuje**:

- rádiové a telekomunikačné koncové zariadenia, vzťahujúce sa na NV 426/2000 Sb. (uvedené na trh počas platnosti tohto NV),
- výrobky, súčasti a zariadenia leteckej techniky uvedené na trh v priamo použitom predpise Európskej únie v nariadení Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 216/2008,
- rádiové zariadenia používané rádioamatérmi podľa Rádiokomunikačného poriadku prijatého v rámci Ústavy a Dohovoru Medzinárodnej telekomunikačnej únie, ak zariadenia nie sú dodávané na trh. Za dodávané na trh nepovažuje:
 - stavebnice zo súčiastok určené k zostaveniu rádioamatérom,
 - zariadenia upravené rádioamatérmi pre vlastnú potrebu,
- zariadenia s úrovňou
 - elektromagnetického vyžarovania neohrozujúce funkčnosť iných rádiových alebo telekomunikačných zariadení,
 - v prostredí s elektromagnetickým rušením pracujú bez neprijateľného zhoršenia,
- hodnotiace súpravy vyrobené na mieru pre profesionálov pre použitie vo výskumných a vývojových zariadeniach [5].

Vymedzenie základných pojmov NV:

elektromagnetická kompatibilita je schopnosť zariadenia uspokojivo fungovať v elektromagnetickom prostredí, aby samo nespôsobovalo neprípustné elektromagnetické rušenie pre iné zariadenie v tomto prostredí,

elektromagnetické rušenie je elektromagnetický jav, ktorý môže zhoršiť funkciu zariadenia, nežiaduce rušenie môže byť:

- elektromagnetický šum,
- nežiaduci signál,
- zmena v samotnom prostredí zariadenia,

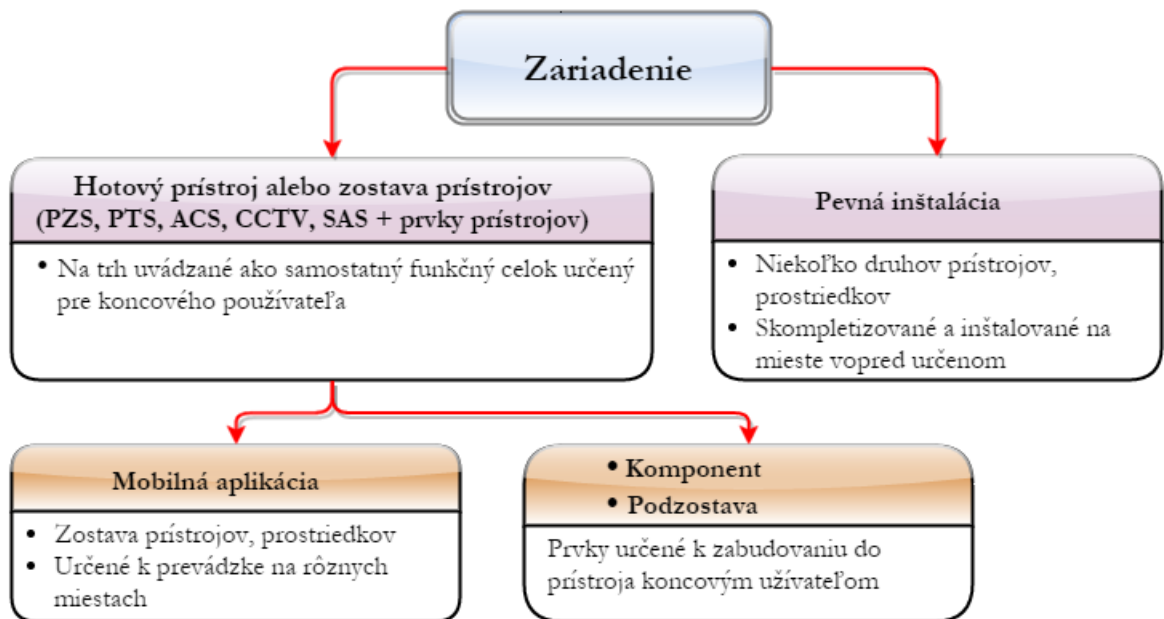
elektromagnetická odolnosť ako schopnosť zariadenia správne fungovať bez zhoršenia kvality funkcie za prítomnosti elektromagnetického rušenia,

účelom bezpečnosti je zaistenie ochrany ľudského zdravia, života a majetku,

elektromagnetickým prostredím sú všetky elektromagnetické javy pozorované v danom mieste,

oznámený subjekt je autorizovaná osoba poverená k činnosti vzťahujúcej sa k jednému nariadeniu vlády, v tomto prípade ide o preskúmanie technickej dokumentácie s cieľom posúdiť technický návrh prístroja v súvislosti so základnými požiadavkami. Výstup predstavuje hodnotiacu správu so záznamom vykonaných činností [5].

NV definuje pojem **zariadenie** ako prístroj alebo pevnú inštaláciu.



Obr. č. 3 Rozdelenie zariadení [5], upravil Košťál 2017

Zariadenia musia spĺňať základné stanovené technické požiadavky. Keďže sa hovorí o zariadení, stanovené podmienky platia pre všetky tieto výrobky. Výnimkou je ustanovenie, ktoré hovorí výhradne o prístrojoch zabudovaných do pevnej inštalácie a tieto prístroje nie sú samostatne uvádzané na trh. V tom prípade nemusia spĺňať NV ako samostatný komponent, ale ako celok.

2.1.1 Základné požiadavky

Pre uvedenie na trh musí zariadenie podľa NV spĺňať **základné technické požiadavky**, ktoré sú stanovené v dvoch rovinách- obecné a zvláštne požiadavky.

1. Obecné požiadavky

Zariadenie musí byť navrhnuté a vyrobené tak, aby sa s prihliadnutím k dosiahnutému stavu technicky zaistilo, že

- elektromagnetické rušenie, ktoré spôsobujú, nepresiahne úroveň, za ktorou rádiové a telekomunikačné zariadenia alebo iné zariadenia nie sú schopné uspokojivo fungovať v súlade s ich zámerom výroby,
- dosahujú úroveň odolnosti voči elektromagnetickému rušeniu očakávanému v mieste použitia bez neprijateľného zhoršenia jeho funkcií [5].

2. Zvláštne požiadavky na pevné inštalácie

Pevná inštalácia musí byť inštalovaná s použitím pravidiel správnej praxe, s ohľadom na údaje o určenom použití komponentov, aby boli splnené všeobecné požiadavky. Pravidlá správnej praxe musia byť zadokumentované a dokumentáciu je prevádzkovateľ povinný uchovávať po dobu prevádzkovania inštalácie pre potrebu orgánu dozoru [5].

V prípade, že sú pre zariadenie základné technické požiadavky stanovené v inom právnom predpise, napríklad:

- NV č. 120/2016 Sb., o posudzovaní zhody meradiel pri ich dodávaní na trh,
- NV č. 54/2015 Sb., o technických požiadavkách na zdravotnícke potreby,

základné požiadavky podľa NV 117/2016 sa k tomuto nariadeniu nevzťahujú. Splnenie základných technických požiadaviek sa preukazuje posudzovaním zhody [5].

2.1.2 Dodanie zariadenia na trh a uvedenie do prevádzky

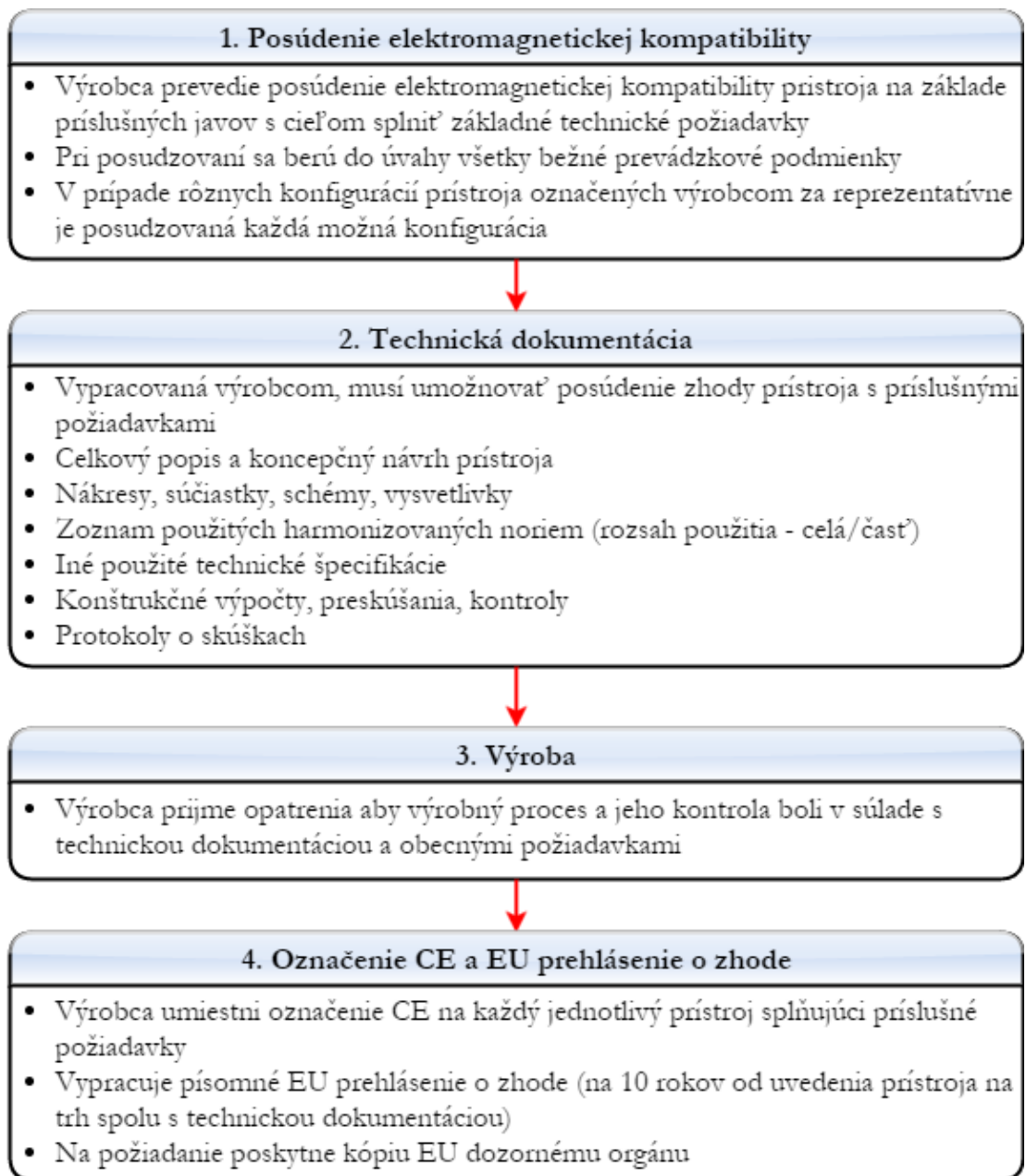
Dodanie na trh a prevádzka zariadenia je možná len v prípade, ak je skonštruované tak, aby pri správnej inštalácii a používaní pre účely jeho zostrojenia spĺňalo všetky požiadavky tohto NV. Zariadenia nespĺňajúce požiadavky môžu byť vystavované a predvádzané na veľtrhoch a výstavách, avšak za predpokladu viditeľného označenia, ktoré upozorňuje na nemožnosť dodania tohto zariadenia na trh z dôvodu nezaistenia zhody s požiadavkami NV. Predvádzanie zariadenia môže byť vykonávané v prípade, ak sú prijaté odpovedajúce opatrenia zabraňujúce elektromagnetickému rušeniu [5].

2.1.3 Postup posudzovania zhody

Posudzovanie zhody so všeobecnými požiadavkami je podľa nariadenia vlády 117/2016 Sb. možné dvomi spôsobmi:

- 1) interným riadením výroby (modul A),
- 2) EU preskúšanie typu (modul B), po ktorom sa vykoná zhoda s typom založená na internom riadení výroby (modul C).

Výrobca má možnosť preukázať zhodu tým spôsobom, že postup č. 2 použije iba na niektoré aspekty základných požiadaviek, ak na ostatné použije postup č. 1. To znamená, že postup č.1 vykonať musí a postup č.2 môže aplikovať iba na niektoré aspekty základných požiadaviek, ak na ostatné použije postup č. 1 [5].

Interné riadenie výroby (modul A)

Obr. č. 4 Postup posúdenia zhody podľa interného riadenia výroby [5],

upravil Košťál 2017

Všetky činnosti výrobcu v procese označenia CE a EU prehlásenia o zhode môžu byť jeho menom a na jeho zodpovednosť splnené jeho splnomocneným zástupcom, ak to výrobca v poverení splnomocneného zástupcu stanovil [5].

EU preskúšanie typu (modul B)

EU preskúšanie typu je časť postupu posudzovania zhody, kedy oznámený subjekt preskúma technický návrh prístroja a overí alebo potvrdí, či spĺňa všeobecné požiadavky tohto NV.

Žiadosť o preskúšanie typu musí obsahovať:

- meno a adresu výrobcu (v prípade konania splnomocnenej osoby taktiež jej meno a adresu),
- písomné prehlásenie, že výrobca nepodal žiadosť u iného oznámeného subjektu,
- technickú dokumentáciu s obsahom umožňujúcim posúdenie zhody prístroja s príslušnými požiadavkami
 - celkový popis prístroja,
 - koncepčný návrh, výrobné výkresy, schémy, obvody,
 - vysvetlivky, fungovanie prístroja,
 - použité harmonizované normy, rozsah ich použitia,
 - konštrukčné výpočty, vykonané skúšky,
 - protokoly o skúškach.

Oznámený subjekt preskúma technickú dokumentáciu posúdením technického návrhu s aspektmi základných požiadaviek. Vypracuje hodnotiacu správu spolu so záznamom činností a ich výsledkov, ktorú zverejní so súhlasom a v rozsahu stanovenom výrobcom. Ak typ spĺňa požiadavky tohto NV, ktoré sa vzťahujú na daný prístroj, vydá výrobcovi certifikát EU preskúšanie typu. Certifikát obsahuje:

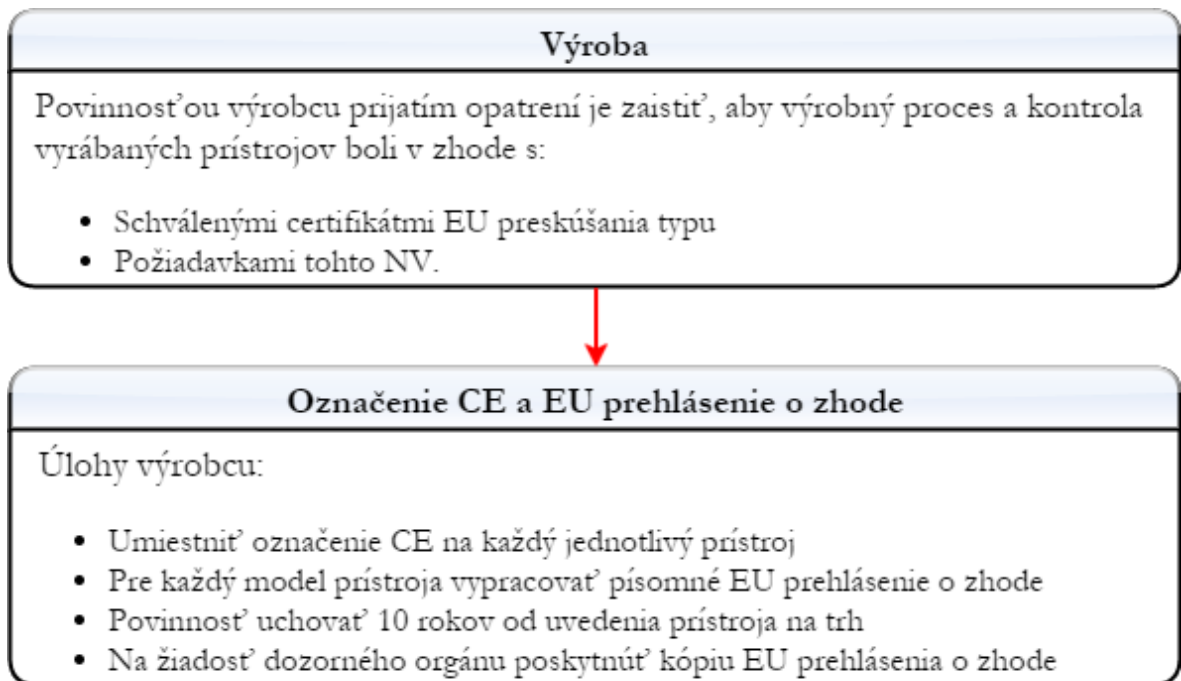
- meno a adresu výrobcu,
- závery preskúšania,
- informácie o požiadavkách preskúšania,
- podmienky platnosti,
- údaje k identifikácii schváleného typu.

Certifikát EU a jeho prílohy musia obsahovať informácie umožňujúce vykonať kontrolu za prevádzky. Ak typ nespĺňa požiadavky stanovené nariadením, odmietne oznámený subjekt vydať certifikát EU a svoje odmietnutie podrobne odôvodní.

Technickú dokumentáciu (alebo jej kópiu) uchováva výrobca aj splnomocnený zástupca 10 rokov pre potrebu kontroly orgánu dozoru [5].

Zhoda s typom založená na internom riadení výroby (modul C)

Zhoda s typom založená na internom riadení výroby je časťou postupu posudzovania zhody, kedy výrobca vykonáva činnosti na obrázku č. 7.



Obr. č. 5 Postup posúdenia zhody s typom založenej na internom riadení výroby [5],

upravil Košťál 2017

Výrobca zaručuje a prehlasuje, že dané prístroje sú v zhode s popísaným v certifikáte EU preskúšania typu (model B) a spĺňa požiadavky v súlade s týmto NV. V procese označenia CE a EU prehlásenia o zhode môže výrobcu nahradiť splnomocnený zástupca, ktorý koná v mene a na zodpovednosť výrobcu, ak to stanovil v poverení splnomocneného zástupcu [5].

2.1.4 Subjekty zodpovedné za jednotlivé kroky pri uvádzaní výrobku na trh

Výrobca je subjekt zodpovedný za kvalitu jeho výrobkov, ktorého úlohou pri uvádzaní na trh je:

- zaistiť návrh a vyrobenie prístrojov v súlade so všeobecnými požiadavkami,
- vypracovanie technickej dokumentácie podľa prílohy NV EU preskúšanie typu,

- vykonať alebo nechať vykonať príslušný postup posudzovania zhody. Po dokázaní zhody prístroja so základnými technickými požiadavkami, výrobca vypracuje EU prehlásenie o zhode a umiesti označenie CE.

Povinnosti výrobcu:

- zavedenie postupov, prostredníctvom ktorých budú všetky sériovo vyrábané výrobky zhodné s požiadavkami aj v prípade, ak príde k zmenám:
 - návrhu alebo parametrov prístroja,
 - harmonizovaných noriem,
 - iných technických špecifikácii, ktoré majú vplyv pri posudzovaní zhody prístroja,
- uchovať technickú dokumentáciu a EU prehlásenie o zhode 10 rokov od uvedenia prístroja na trh.

Splnomocnený zástupca

Osoba poverená výrobcom v jeho mene a na jeho zodpovednosť, ktorá môže v určitých krokoch nahradiť výrobcu. Tie stanovuje nariadenie vlády č. 117/2016Sb. Povinnosťou splnomocneného zástupcu je uchovať pre potreby orgánu dozoru EU prehlásenie o zhode a technickú dokumentáciu.

Dovozca

Fyzická alebo právnická osoba, ktorá umiestňuje výrobok na trh iného štátu. Jeho úlohou je poskytnúť všetky potrebné informácie spojené s výrobkom a na území svojho pôsobenia zastupuje výrobcu. Pred uvedením prístroja na trh zaist'uje, aby výrobca vykonal:

- jeden z postupov posudzovania zhody,
- vypracoval technickú dokumentáciu,
- umiestnil na prístroj označenie CE,
- priložil k nemu stanovené doklady.

Distribútor

Fyzická alebo právnická osoba ktorá v rámci svojho oprávnenia poskytuje výrobok na trh (po umiestnení výrobku na trh EÚ). Úloha distribútora spočíva v overení požiadaviek prístroja pred dodaním na trh:

- správne označenie CE,
- či sú k prístroju priložené požadované doklady, návody a informácie v českom jazyku,

- či výrobca a dovozca splnili požiadavky ohľadom označenia prístroja informáciami o výrobku (identifikačné označenie, návody, informácie o firme, kontaktné informácie) [5].

Počas činnosti distribútora nesmú byť ovplyvnené vlastnosti zariadenia.

Ak sú výrobky z hľadiska elektromagnetickej **kompatibility v súlade s požiadavkami harmonizovanej európskej normy**, ku ktorej je zverejnený odkaz v Ústrednom vestníku Európskej únie, prípadne harmonizovanej českej norme alebo zahraničnej norme, ktorá preberá harmonizované európske normy, požiadavky sú považované za splnené.

Splnenie všetkých požiadaviek na zariadenie podľa NV 117/2016 Sb. , je nutné prakticky dokázať. Testovanie vyžaduje špeciálne vybavené priestory a prístroje presne určené na túto činnosť, ktoré dokážu merať elektromagnetické vyžarovanie a vykonávať skúšky na elektromagnetickú odolnosť. Výstup tvorí protokol o skúške. Celá činnosť môže byť realizovaná jedine akreditovanou osobou (skúšobne, laboratória, certifikačné orgány atd.), ktorá ak je držiteľom autorizácie (poverenie právnickej osoby k posudzovaniu zhody) dokáže zabezpečiť kompletne služby spojené s vykonaním skúšok výrobku [2].

Prehľad oznámených subjektov autorizovaných k činnosti posudzovania zhody výrobkov z hľadiska ich elektromagnetickej kompatibility:

- OS 1014 - Elektrotechnický skúšobný ústav, s. p.
- OS 1015 - Strojárske skúšobný ústav, s. p.
- OS 1017 - TÜV SÜD Czech s. r. o.
- OS 1023 - Inštitút pre testovanie a certifikáciu, a. s.
- OS 2452 - Vojenský technický ústav, s. p

2.2 Technické požiadavky na EMC poplachových systémov

Technické požiadavky sú obsiahnuté v jednotlivých normách, ktoré majú konkrétne stanovenú svoju oblasť pôsobnosti. V oblasti EMC sa na poplachové systémy a ich komponenty vzťahuje celá rada noriem. Pri stanovení okruhu odpovedajúcich požiadaviek vychádza z odborových noriem poplachových systémov ČSN EN 50130 až 50137. Oblasť CCTV (Uzavretý televízny okruh pre použitie v bezpečnostných aplikáciách) a SKV (Systém kon-

troly vstupu pre použitie v bezpečnostných aplikáciách) boli rozšírené o ďalšie číselné rady:

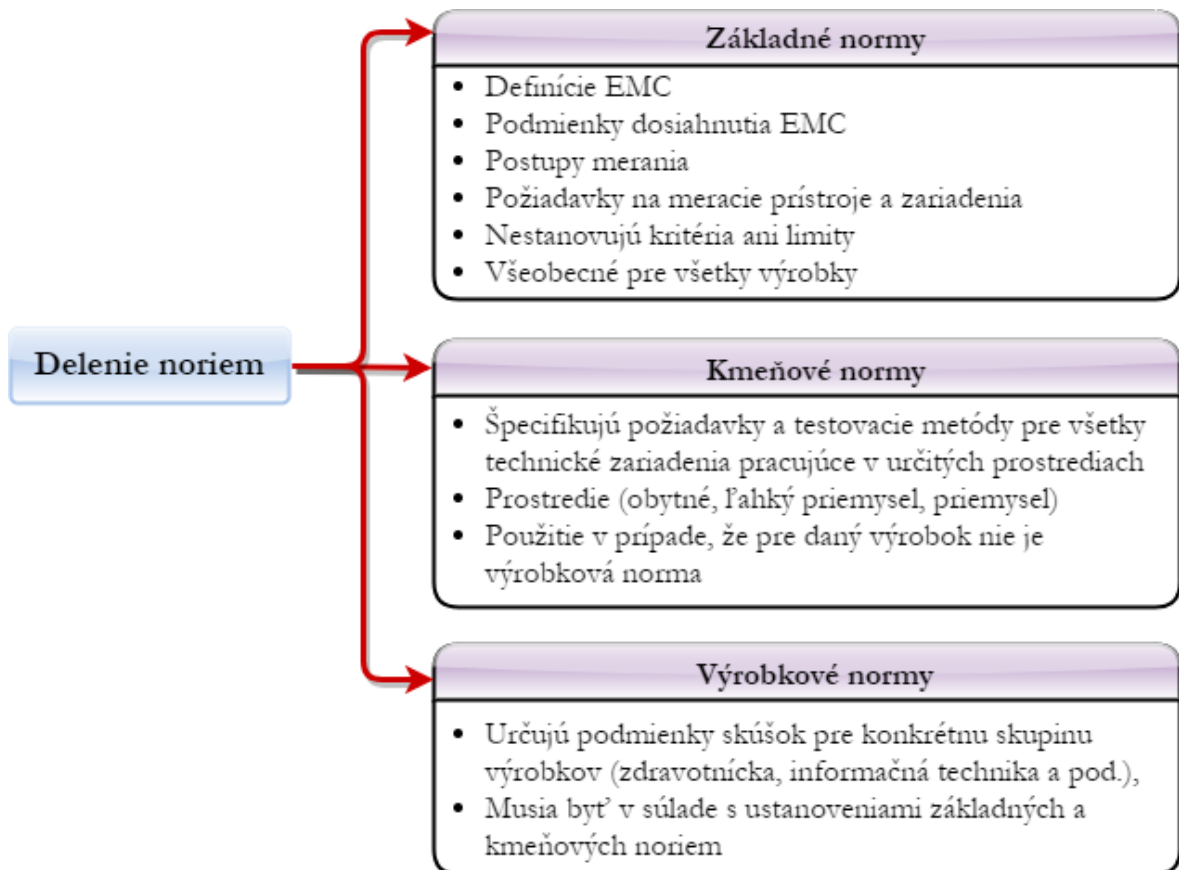
ČSN EN 62676 Dohľadové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích

ČSN EN 60839-11-1 Poplachové a elektronické bezpečnostné systémy

Tab. č. 1 Oblasti technických požiadavkou rozdelená z pohľadu výroby a skúšky zariadenia [2], upravil Košťál 2017

Technické požiadavky na elektromagnetickú kompatibilitu	
Požiadavky spojené so zariadením	<ul style="list-style-type: none"> • Metódy merania rušivých emisií • Metódy testovania odolnosti proti rušeniu • Medze rušivých emisií • Skúšobné úrovne testovania odolnosti • Kritéria funkčnej spôsobilosti skúšaného zariadenia • Podmienky merania a testovania • Skúšané v mieste inštalácie
Požiadavky spojené so skúškou zariadenia	<ul style="list-style-type: none"> • Skúšobné zostavy • Usporiadanie skúšobného zariadenia • Prevádzkové podmienky skúšaného zariadenia • Požiadavky na meracie prístroje • Požiadavky na skúšobné laboratórium • Záznamy merania, odchýlky merania • Náležitosti skúšobného protokolu

Z rozdelenia je zrejmé, že na zariadenie sa vzťahuje minimálne jedna norma na každú oblasť, avšak to vôbec nie je pravidlom. Overenie parametrov EMC poplachových systémov a ich komponentov vyžaduje aplikácia viacerých technických noriem, ktoré sú vzájomne poprepájané odkazmi.



Obr. č. 6 Delenie technických noriem z hľadiska EMC

Náplňou odborových noriem sú technické požiadavky na výrobky, z hľadiska EMC sa ďalej odkazujú na základné, kmeňové a výrobové normy, ktoré obsahujú podmienky pre splnenie požiadaviek na výrobky v súlade s ustanovením nariadenia vlády č. 117/2016 Sb.

2.2.1 Základné normy

Základné normy sa vzťahujú na oblasť testovania komponentov poplachových systémov pred uvedením na trh. Celá rada noriem ČSN EN 61000-4 obsahuje konkrétne typy a parametre možného rušenia, voči ktorému má byť zariadenie odolné.

ČSN EN 61000 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)	
• Časť 4-2 ed. 2:	Skúšobná a meracia technika- <u>Elektrostatický výboj</u> - Skúška odolnosti
• Časť 4-3 ed. 3:	Skúšobná a meracia technika- <u>Vyžarované vysokofrekvenčné elektromagnetické pole</u> - Skúška odolnosti
• Časť 4-4 ed. 2:	Skúšobná a meracia technika- <u>Rýchle elektrické prechodné javy/skupiny impulzov</u> - Skúška odolnosti
• Časť 4-5 ed. 3:	Skúšobná a meracia technika- <u>Rázový impulz</u> - Skúška odolnosti (do 19.6.2017 platná spolu s ČSN EN 61000-4-5 ed. 2)
• Časť 4-6 ed. 4:	Skúšobná a meracia technika- <u>Odolnosť proti rušeniu šíreného vedením indukovaným vysokofrekvenčnými poľami</u>
• Časť 4-8 ed. 2:	Skúšobná a meracia technika- <u>Magnetické pole sieťového kmitočtu</u> - Skúška odolnosti
• Časť 4-11 ed. 2:	Skúšobná a meracia technika- <u>Krátkodobé poklesy napätia, krátke prerušenia a pomalé zmeny napätia</u> - Skúšky odolnosti

Obr. č. 7 Prehľad základných noriem

Aplikácia parametrov jednotlivých noriem na obr. č. 9 závisí od výrobcu, požiadaviek zákazníka alebo sa na ne odkazujú normy zariadení, ktoré podľa miesta inštalácie vyžadujú rôznu úroveň odolnosti voči testovaným rušeniam.

2.2.2 Kmeňové normy

Normy popisujúce skúšobné a meracie metódy EMC javov, vrátane podrobností o skúšanom zariadení a postupe pri skúške, ktoré môžu poskytnúť návod na výber stupňa prísnosti skúšky. Neuvádzajú predpísané limity a vyhodnotenia pre vyhovenie.

ČSN EN 61000 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)	
• Časť 6-1 ed. 2:	Kmeňové normy- Odolnosť- Prostredie obytné, obchodné a ľahkého priemyslu
• Časť 6-3 ed. 2:	Kmeňové normy- Emisie- Prostredie obytné, obchodné a ľahkého priemyslu
• Časť 6-2 ed. 3:	Kmeňové normy- Odolnosť pre priemyselné prostredie
• Časť 6-4 ed. 2:	Kmeňové normy- Emisie pre priemyselné prostredie

Obr. č. 8 Prehľad kmeňových noriem

Vzhľadom na prostredie môže byť potrebná aplikácia ďalších výrobových noriem, napríklad pri použití zabezpečovacieho systému na železničiach musí každý komponent spĺňať

normu ČSN EN 50121-4 Železničné zariadenia - Elektromagnetická kompatibilita- Časť 4: Emisie a odolnosť zabezpečovacích a prenosových zariadeniach.

2.2.3 Výrobné normy

Výrobné normy obsahujú požiadavky zo všetkých hľadísk na daný typ zariadenia, avšak často sa pre spresnenie odkazujú na základné technické normy.

Výrobné normy
<ul style="list-style-type: none"> • ČSN EN 55022 ed. 3: <u>Zariadenia informačnej techniky</u> - Charakteristiky vysokofrekvenčného rušenia- Rozmedzie a metódy merania • ČSN EN 50130-4 ed. 2 <u>Poplachové systémy- Časť 4: Elektromagnetická kompatibilita</u> - Norma skupiny výrobkov: Požiadavky na odolnosť komponentov požiarneho systému, zabezpečovacích systémov a systémov privolania pomoci • ČSN EN 55024 ed. 2 <u>Zariadenia informačnej techniky: Charakteristiky odolnosti</u> - Medze a metódy merania • ČSN ETSI EN 301 489-7 V1.3.1 <u>Elektromagnetická kompatibilita a rádiové spektrum (ERM) - Norma pre EMC rádiových zariadení a služieb</u> - Časť 7:Špecifické podmienky pre pohyblivé a prenosné rádiové a pridružené zariadenia digitálnych bunkových rádiových telekomunikačných systémov (GSM a DCS)

Obr. č. 9 Prehľad výrobných noriem

V rámci výroby zariadení poplachových systémov je najvyužívanejšia výrobná norma ČSN EN 50 130-4 *Poplachové systémy Časť 4: Elektromagnetická kompatibilita. Norma skupiny výrobkov: požiadavky na odolnosť komponentov požiarneho systému, zabezpečovacích systémov a systémov privolania pomoci* [6].

Na meranie EMI je v súčasnosti aplikovaná výrobná norma ČSN EN 55022 ed. 3, keďže väčšiu časť komponentov poplachových systémov radíme do skupiny výrobkov ITE (Information Technology Equipment) označovanej taktiež ako zariadenia informačnej techniky. Platnosť tejto normy končí 03.2017 a nahrádza ju:

- ČSN EN 50561-1 *Zariadenie pre komunikáciu po vedení používané v inštaláciách nízkeho napätia - Charakteristiky vysokofrekvenčného rušenia - Medze a metódy merania - Časť 1: Zariadenia pre domáce použitie* [7].

- ČSN EN 55032 ed.2 Elektromagnetická kompatibilita multimediálních zařízení - Požadavky na emisie [8] (Súbežne s ČSN EN 55032 platí do 05.05.2018).

Tab. č. 2 Prepojenosť technických noriem EMC s normami poplachových systémov [2],
upravil Košťál 2017

		Dokumenty EMC												
		ČSN EN 50130-4	ČSN EN 55022	ČSN EN 61000-6-1	ČSN EN 61000-6-2	ČSN EN 61000-6-3	ČSN EN 61000-6-4	Výbrané normy ČSN EN 61000-4-X	ČSN EN 61000-2-2	ČSN ETSI EN 301 489-	ČSN ETSI EN 300 220-	ČSN ETSI EN 300 339	NV č. 117/2016 Sb.	Smernica 2014/30/EU
Normy poplachových systémov	ČSN EN 50130-4 (EMC)							•	•	•		•		
	ČSN EN 50130-5 (prostredie)	•												
	ČSN EN 50131-1 (PZTS)	•				•								
	ČSN EN 50131-2-2 (PIR)	•												
	ČSN EN 50131-3 (ústredne)	•											•	•
	ČSN EN 50131-6 (nap. zdroje)	•				•								
	ČSN EN 50131-5-3 (bezdrôt. zar.)									•				
	ČSN EN 50131-8 (FOG System)	•				•								
	ČSN EN 50132-1 (CCTV)	•				•								
	ČSN EN 50133-1 (ACS)	•	•	•	•	•	•							
	ČSN EN 50134-5 (SAS. komun.)	•									•			
	ČSN EN 50136-2-1 (ATS)		•	•				•						

Vzhľadom na typ prostredia sa najčastejšie normy poplachových systémov odkazujú na normu ČSN EN 61000-6-3 stanovujúcu požiadavky pre emisie v priestoroch obytných, obchodných a ľahkého priemyslu.

Zaujímavosťou je, že prístupové systémy sa ako jediná oblasť odkazuje na celú radu kmeňových noriem, ktoré stanovujú požiadavky pre všetky typy prostredí.

Tab. č. 3 Aplikácia technických noriem na komponenty poplachových systémov [2],

upravil Košťál 2017

		Technické normy EMC													
		ČSN EN 50130-4	ČSN EN 55022	ČSN EN 61000-6-1	ČSN EN 61000-6-3	Vybrané normy ČSN EN 61000-4-X	ČSN EN 61000-3-2, 3	ČSN ETSI EN 301489-7	ČSN ETSI EN 301489-3	ČSN ETSI EN 301 489-1	ČSN EN 61204-3	ČSN ETSI EN 300 683	ČSN ETSI EN 300 330-2	ČSN EN 55024	ČSN EN 55014-1,2
Normy poplachových systémov	Ústredňa PZS (slučková)	●	●												
	Ústredňa PZS (bezdrôtová)	●	●												
	GSM komunikátor	●	●					●							
	PIR detektor	●	●												
	IR bariéra	●	●												
	Napájací zdroj		●	●	●		●				●				
	Pomocné relé			●											
	Magnetický kontakt	●													
	Prijímač tiesňového signálu											●			
	Záznamová karta PC (CCTV)		●				●	●							●
	IP kamera	●	●				●	●							●
	NVR (CCTV)		●					●							●
	DVR (CCTV)		●					●							●
	Čítačka kariet (ACS)	●	●							●	●			●	
	Čítačka odtlačkov prstu (ACS)														
	Tiesňový hlásič							●							
	GSM kamera								●		●				
	Telefónny komunikátor	●	●												

Každý typ zariadenia sa vzhľadom na svoju konštrukciu a princíp fungovania odkazuje na požiadavky jednotlivých technických noriem. Ich vzájomnú prepojenosť vidieť v tab. č. 3. Najčastejšie využitou technickou normou z oblasti EMC poplachových systémov je ČSN EN 55022 ed.3 a ČSN EN 50130-4 ed.2.

2.2.4 Technické požiadavky

Norma ČSN EN 50130-4 ed. 2 stanovuje požiadavky na komponenty poplachových systémov z hľadiska EMC pre použitie vo vonkajších a vnútorných priestoroch, v prostredí obytnom, obchodnom, ľahkého priemyslu a priemyslu. Jej obsah tvoria typy a úrovne prísnosti skúšok pre každé testované zariadenia (pevné, pohyblivé, prenosné).

Norma definuje skúšané zariadenie ako EUT (Equipment under test).

Požiadavky normy ČSN EN 50130-4 ed. 2 na typy a úrovne testovaných rušení

1) Zmeny sieťového napájacieho napätia

Každý poplachový systém, či už časť systému, celý systém alebo spojenie viacerých systémov vyžadujú k svojej prevádzke elektrickú energiu dodávanú zo zdroja, ktorej parametre ovplyvňuje každé zariadenie k nej pripojené. Zmenu sieťového napätia môže spôsobiť napríklad zopnutie alebo vypnutie väčších záťaží, EUT musí byť voči týmto zmenám odolné. Rozmedzie testovania je uvedené v tab. č. 4.

Tab. č. 4 Rozmedzie testovaných napätí podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6],

upravil Košťál, 2017

Maximálna hodnota	<i>napájacie napätie + 10 %</i>
Minimálna hodnoty	<i>napájacie napätie - 15%</i>

V prípade EUT s viacerými možnosťami napájacieho napätia musí byť testované na každú hodnotu zvlášť. Výkyvy nesmú spôsobiť žiadne poškodenie, chybnú funkciu alebo zmenu stavu zariadenia.

2) Poklesy a krátkodobé prerušenia sieťového napájacieho napätia

K zmenám a poklesom striedavého napájacieho napätia dochádza pri prepnutí veľkých záťaží v sieti alebo prevádzke ochranných zariadení na napájacej sieti. Norma stanovuje skúšky pre jednotlivé úrovne poklesov napätia a EUT musí byť testované na každé z nich.

Tab. č. 5 Poklesy a krátkodobé prerušená siet'ového napájacieho napätia podľa
 ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál 2017

Pokles napätia	20 %	30 %	60 %	100 %
Doba poklesu - počet periód (cyklov napät'ovej vlny)	250	25	10	250
Počet poklesov pre každú dobu	3	3	3	3
Interval medzi poklesmi	≥ 10 s	≥ 10 s	≥ 10 s	≥ 10 s

Počas skúšky je EUT vystavené poklesom napätia a podľa kritérií normy nesmie vykazovať žiadne poškodenie, zmenu stavu alebo zmenu na výstupoch, ktoré by mohlo pripojené zariadenie chápať ako chybnú funkciu.

3) Elektrostatický výboj

Často sa objavujúci jav, kedy napríklad trením rôznych materiálov dochádza k vzniku energetického náboja (kladný alebo záporný) s veľmi nízkou energiou, často menšou ako 10 mJ ale ich napätie sa pohybuje na úrovni jednotiek až desiatok kV. Najčastejšie nastáva situácia, kedy sa osoba elektrostaticky nabitá dotkne zariadenia alebo jeho okolia.

Tab. č. 6 Kritéria skúšok elektrostatického výboja podľa
 ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál 2017

Skúšobné napätie:	<i>Vzdušné výboje</i>	2 kV; 4 kV; 8kV
	<i>Kontaktné výboje</i>	6 kV
Polarita	+ ; -	
Počet výbojov pre každý bod, každé napätie a každú polaritu	10	
Interval medzi výbojmi	≥ 1 s	

Počas skúšky je EUT testované na každé napätie uvedené v tab. č. 6, vykonáva sa prikladaním hrotu z generátora na jednotlivé časti prístroja (priamy výboj) alebo do jeho tesného okolia (nepriamy výboj) a tieto výboje nesmú žiadnym spôsobom EUT poškodiť, vyvolať chybu alebo zmenu jeho stavu.

4) Vyžarované elektromagnetické pole

V okolitom prostredí je neustále vyžarované elektromagnetické pole pôsobením rádiových vysieláčov, mobilných telefónov, televízneho vysielania a iné. Ich funkčnosť závisí na neustálom vysielaní a prijímaní signálu, avšak ten môže nepriaznivo pôsobiť na všetky okoli-

té elektrické a elektronické prístroje, ale aj na živé organizmy. Toto rušenie je generované signálmi so sínusovou amplitúdovou moduláciou. Počas tejto skúšky je EUT vystavené pôsobeniu elektromagnetického žiarenia v rozsahu uvedom tabuľkou č. 7.

Tab. č. 7 Medze testovania podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál 2017

Frekvenčný rozsah	80 MHz až 2700 MHz	
Intenzita pola	10 V/m	
Modulácia:	<i>Amplitúdová modulácia</i>	80 %, 1 KHz, sínusová
	<i>Impulzná modulácia</i>	1 Hz (0,5 s ZAP : 0,5 s VYP)

Impulzná modulácia: platí len pre zariadenia s frekvenciami 10 Hz a nižšie (detektory pohybu, plameňa a ďalšie.) [6].

Pri komponentoch CCTV je počas testovania monitorovaný obraz a ten musí splňať:

- pri 10 V/m nedôjde k trvalému poškodeniu alebo zmene programového nastavenia
- pri intenzite 3 V/m možno zariadenie používať
- 1 V/m nie sú pozorovateľné žiadne narušenia obrazu.

Testovacie parametre odrážajú minimálne požiadavky pre zaručenie správnej funkčnosti v prostredí, v ktorom bude EUT používané. Z dôvodu veľkého vyťaženia tohto pásma sa do budúcnosti predpokladá posunúť rozsah hornej medze testovania nad 6 Ghz.

5) Rušenie indukované elektromagnetickým polom

Rušenie je indukované vysokofrekvenčnými elektromagnetickými polami, z prenosných rádiových vysielateľov alebo rádiotelefónov na vedenie vstupných alebo výstupných portov zariadenia. Detektory pohybu alebo plameňa, ktoré monitorujú signály vnútorného prostredia s frekvenciou nižšou ako 10 Hz musia byť testované na **impulznú moduláciu**, pre ostatné EUT táto skúška neplatí.

Tab. č. 8 Hodnoty testovaného rušenia indukované elektromagnetickým polom podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál 2017

Frekvenčný rozsah	0,15 MHz až 100 MHz	
Napät'ová úroveň	<i>Napätie obvodu naprázdno, intenzita poľa vyjadrená efektívnou hodnotou spojitej vlny pred moduláciou</i>	140 dB μ V 10 V
Modulácia:	<i>Amplitúdová modulácia</i>	80 %, 1 KHz, sínusová
	<i>Impulzná modulácia</i>	1 Hz (0,5 s ZAP : 0,5 s VYP)

Počas skúšky nesmie vzniknúť žiadne poškodenie, chybná funkcia alebo zmena stavu. Pri komponentoch CCTV je rušenie obrazu povolené len za podmienok:

- pri 140 dB μ V nedôjde k žiadnym trvalým poškodeniam alebo zmene
- pri 130 dB μ V narušenie obrazu minimálne, bezproblémová funkčnosť
- pri 120 dB μ V bez spozorovaných narušení obrazu.

Návrh zariadenia musí akceptovať vybrané pásma (vysielacie a prijímacie), ktoré sú rezervované v ETSI EN 301 489 alebo ETSI EN 301 489-1 a komunikácia v nich nie je možná.

6) Rýchle prechodové deje

Tento jav pôsobí ako zmena tvaru napájacieho napätia spôsobená spínaním indukívnej záťaže (stýkače, relé, ..), ktorá sa môže indukovať do dátových obvodov alebo vodičov. Počas skúšky je EUT vystavené pôsobeniu rýchlych prechodových dejov na napájacích a signálnych vstupoch.

Tab. č. 9 Hodnoty testovania rýchleho prechodového javu podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál, 2017

Skúšobné napätie	<i>Vedenie striedavého sieťového napätia</i>	2 kV
	<i>Signálne vedenie / Ostatné napájacie vedenie</i>	1 kV
Opakovacia rýchlosť		100 kHz
Polarita		+ ; -
Opakovanie pre každé napätie a polaritu		1
Dĺžka jednej aplikácie		1 ^{+0,2} ₋₀ min

Skúška na **vedení striedavého sieťového napätia** sa vykonáva s použitím väzobnej, oddeľovacej siete.

Signálne vedenie je testované použitím metódy kapacitného kliešťového injektovania, avšak v prípade, kedy výrobca špecifikuje že nie je možné použiť vodič dlhší ako 3m, skúška nie je požadovaná.

Ostatné napájacie vedenie sa vzťahuje na obojsmerné porty, napríklad výstupy na reproduktor, ktoré nie sú určené pre zapojenie do jednosmernej distribučnej siete.

7) *Pomalý rázový napätový pulz*

Úlohou tejto skúšky je dokázať odolnosť zariadenia voči relatívne pomalému rázovému napätovému rušeniu, ktoré sa vyznačuje vysokou energiou a môže sa indukovať do napájacích a signálnych vodičov z:

- úderu blesku,
- spínania v distribučnom systéme,
- siete nízkeho napätia,
- spínania veľkých kondenzátorových batérií.

Do vedenia **striedavého sieťového napätia** sú injektované pomalé vysoko energetické napätové impulzy väzbou *vedenie- vedenie* a *vedenie- zem*.

Do **signálnych vodičov** s extrémne nízkym napájacím napätím väzbou *vedenie- zem*.

Tab. č. 10 Hodnoty testovania pomalého rázového napätového pulzu podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál, 2017

Skúšobné napätie	<i>Vedenie striedavého napájacieho napätia</i>	Vedenie- vedenie	0,5 kV a 1 kV
		Vedenie- zem	0,5 kV; 1 kV a 2 kV
	<i>Ostatné napájacie/ signálne vedenie</i>	Vedenie- zem	0,5 kV a 1 kV
Polarita			+ ; -
Minimálny počet opakovaní pre každé napätie, polaritu, väzbu a vedenie	<i>Vedenie sieťového striedavého napätia</i>		20
	<i>Ostatné napájacie/ signálne vedenie</i>		5

Skúšobné napätia sú napätia pre obvody naprázdno a ich hodnoty patria medzi nižšie úrovne prísnosti. Skúška ostatných napájacích vedení a signálnych vedení nie je vyžadovaná v prípade, ak výrobca špecifikuje maximálnu povolenú dĺžku vodiča 30m.

8) Indukované soufázové rušení od 0Hz do 150 kHz

Skúška na tento typ rušenia zatiaľ nie je v norme presne definovaná, avšak podľa normy EN 61000-4-16 sa uvažuje jej zavedenie v nasledujúcej aktualizácii cyklu [6].

Požiadavky normy ČSN EN 55022 ed. 3 na meranie elektromagnetických emisií

Z hľadiska EMC tvoria komponenty poplachových systémov zdroj rušenia a zároveň prijímač rušenia. Ako zdroj rušenia môžu pôsobiť:

- napájacie zdroje,
- komunikátory,
- káblové vedenia,
- detektory.

Z tohto pohľadu musia jednotlivé zdroje elektromagnetického rušenia spĺňať podmienky bezpečného vyžarovania daných v norme ČSN EN 55022 ed. 3.

Zariadenie informačnej techniky (ITE - Information technology equipment) je:

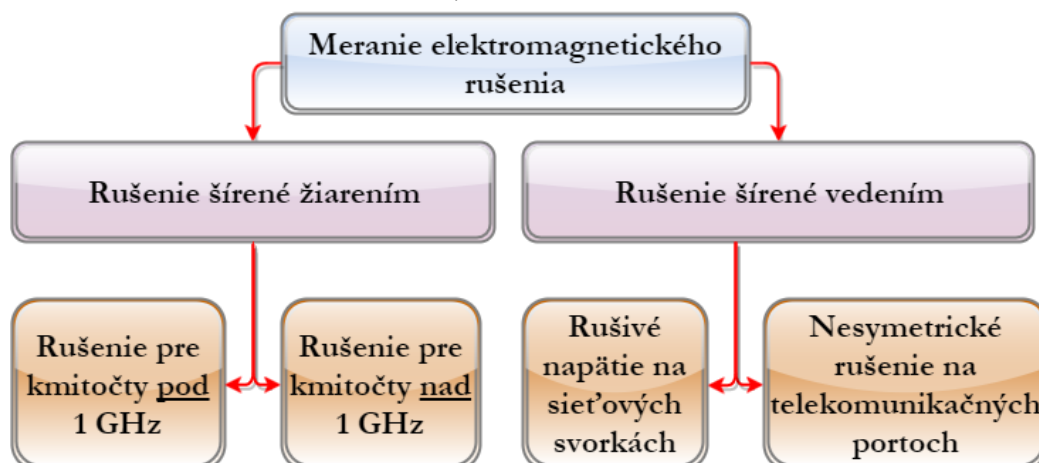
- I. zariadenie, ktorého prvotná funkcia je vstup, ukladanie, zobrazovanie, vyhľadávanie, prenos, spracovanie, prepojenie alebo riadenie dátových a telekomunikačných správ, môže byť vybavené jedným alebo viacerými koncovými portami na prenos informácií
- II. zariadenie so vstupným napätím menším ako 600V.

Norma rozdeľuje zariadenia ITE do tried:

Trieda B - zariadenia určené pre domácnosť, prísnejšie podmienky,

Trieda A - všetky ostatné, ktoré nevyhoveli triede B ale triede A áno, návod musí obsahovať upozornenie.

Základnou úlohou merania EMI je porovnanie nameraných hodnôt s hodnotami požiadaviek normy. Celý postup merania je daný normami a vykonáva sa v štandardizovaných skúšobniach. Norma stanovuje typy, obsah a medze skúšok EMI, ktoré sú rozdelené:



Obr. č. 10 Rozdelenie skúšok elektromagnetických emisií ITE [6], upravil Košťál, 2017

Počas merania jednotlivých skúšok je nutnú zaistiť, aby bolo EUT v rovnakom stave ako počas jeho činnosti.

1) Skúška na elektromagnetické rušenie šírené vyžarovaním

Zariadenia ITE sú skúšané na šírenie žiarenia v kmitočtových pásmach od 30 - 1000 MHz a 1 - 6 GHz. Voľba rozsahu kmitočtového pásma pri skúške závisí od EUT.

Tab. č. 11 Rozsah kmitočtu skúšky v závislosti na EUT

Kmitočtet interného zdroja EUT	Kmitočtový rozsah skúšky
< 108 MHz	do 1 GHz
108 - 500 MHz	do 2 GHz
500 - 1000 MHz	do 5 GHz
1 GHz <	do 6 GHz

Z tabuľky 11 je vidno, že skúšobný kmitočtet je vždy vyšší, ako kmitočtet EUT.

Tab. č. 12 Medze rušenia šíreného žiarením podľa ČSN EN 55022 ed. 3 [6],
upravil Košťál, 2017

Kmitočtový rozsah	Vzdialenosť merania [m]	ITE triedy A		ITE triedy B	
		Kvazivrcholové medze [dB μ V/m]			
20 - 230 MHz	10	40		30	
230 - 1000 MHz	10	47		37	
Kmitočtový rozsah	Vzdialenosť merania [m]	Stredná hodnota [dB μ V/m]	Vrcholová hodnota [dB μ V/m]	Stredná hodnota [dB μ V/m]	Vrcholová hodnota [dB μ V/m]
1 - 3 GHz	3	56	76	50	70
3 - 6 GHz	3	60	80	54	74

2) Skúška na elektromagnetické rušenie šírené vedením

EUT testované na sieťových svorkách a telekomunikačných portoch (ak je nimi vybavené), v kmitočtovom rozsahu 150 kHz - 30 MHz. Norma stanovuje medzné hodnoty rušenia vedením uvedených v tabuľke 13.

Tab. č. 13 Medze rušenia šíreného na sieťových svorkách podľa ČSN EN 55022 ed. 3 [6],
upravil Košťál, 2017

Kmitočtový rozsah	ITE triedy A	
	Kvazivrcholové medze [dB μ V]	Medze strednej hodnoty [dB μ V]
0,15 - 0,50 MHz	79	66
0,50 - 30 MHz	73	60
	ITE triedy B	
	Kvazivrcholové medze [dB μ V]	Medze strednej hodnoty [dB μ V]
0,15 - 0,50 MHz	66 až 56	56 - 46
0,50 - 5 MHz	56	46
5 - 30 MHz	60	50

Tab. č. 14 Medze nesymetrického rušenia šíreného vedením na telekomunikačných portoch podľa ČSN EN 55022 ed. 3 [6], upravil Košťál, 2017

Kmitočtový rozsah	ITE triedy A			
	Medze napätia [dB μ V]		Medze prúdu [dB μ A]	
	Kvazivrcholové medze	Medze strednej hodnoty	Kvazivrcholové medze	Medze strednej hodnoty
0,15 - 0,50 MHz	97 až 87	84 až 74	54 až 43	40 až 30
0,50 - 30 MHz	84	74	43	30
	ITE triedy B			
	Medze napätia [dB μ V/m]		Medze prúdu [dB μ A]	
	Kvazivrcholové medze	Medze strednej hodnoty	Kvazivrcholové medze	Medze strednej hodnoty
0,15 - 0,50 MHz	84 až 74	74 až 64	40 až 30	30 až 20
0,50 - 30 MHz	74	64	30	20

Ak podľa tabuľky č. 14 spĺňa EUT medze stredných hodnôt pri meraní kvazivrcholovým detektorom, považuje sa za vyhovujúce bez potreby ďalšieho merania. Pri nameraní kolísavých hodnôt v blízkosti krajnej hranice musí byť EUT sledované pri daných kmitočtoch minimálne 15 sekúnd [6].

V priebehu písania práce skončila norme platnosť a je nahradená normami ČSN EN 50561-1 a ČSN EN 55032 ed.2

ČSN EN 50561-1

Tento súbor noriem stanovuje medze a metódy merania charakteristík vysokofrekvenčného rušenia komunikačných zariadení pre domáce použitie, ktoré používajú ako prenosové médium nízkonapäťové napájacie inštalácie. Vzťahuje sa na kmitočtový rozsah 1,606 5 MHz až 30 MHz. Požiadavky sú stanovené pre rušenie šírené vedením na AC (striedavý prúd) napájacích vstupoch /výstupoch (portoch), na telekomunikačných vstupoch /výstupoch (porty), ktoré sú stanovené normou. Pre rušenie šírené vyžarovaním musia byť splnené požiadavky ČSN EN 55022 pre triedu B [7].

ČSN EN 55032 ed. 3

Táto norma sa vzťahuje na multimediálne zariadenie, ktorého efektívna hodnota menovitého napájacieho napätia AC alebo DC (jednosmerný prúd) nepresahuje 600 V. Účelom normy je:

- stanovenie požiadaviek, ktoré zaručia dostatočnú úroveň ochrany vysokofrekvenčného spektra umožňujúce prevádzku rádiových služieb podľa ich určenia v kmitočtovom rozsahu 9 kHz až 400 GHz,
- špecifikácia postupov pre zaistenie reprodukovateľnosti merania opakovanosti výsledkov [8].

Zhrnutie

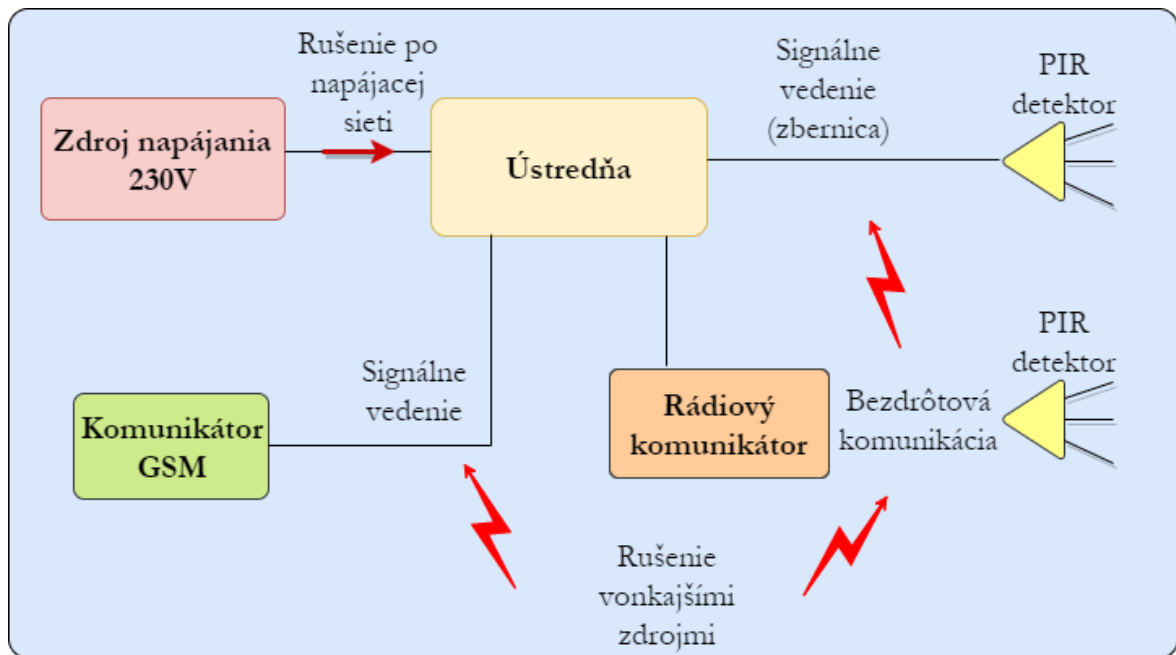
Z pohľadu zaistenia spoľahlivosti funkcií poplachových systémov je nutné riešiť oblasť EMI a EMS ako nepriaznivé vplyvy, ktoré môžu spôsobiť zvýšené množstvo planých poplachov, narušenie správnej činnosti alebo až deštrukciu elektronických častí, či už vplyvom úmyselného pôsobenia technických alebo prirodzených zdrojov elektromagnetického rušenia. Pre zníženie rizika vzniku negatívneho ovplyvňovania je potrebné splniť legislatívne a technické požiadavky ako podmienku pre uvedenie zariadenia na trh a jeho spoľahlivej prevádzky.

Základnou požiadavkou je aby systém pracoval správne bez zhoršenia jeho funkcií, teda aby bol odolný voči elektromagnetickému rušeniu vo svojom okolí a zároveň aby svojou činnosťou neovplyvňoval okolité zariadenia.

Podľa požiadaviek na komponenty systému sa jednotlivé normy zariadení odkazujú na vykonanie skúšok odolnosti voči vyžarovanému rušeniu, ktoré stanovuje norma ČSN EN 50130-4 ed. 2 a konkrétne zmeny sieťového napájacieho napätia, poklesy a krátkodobé prerušenia sieťového napájacieho napätia, elektrostatický výboj, vyžarované elektromagnetické pole, rušenie indukované elektromagnetickým polom, rýchle prechodové deje, pomalý rázový napäťový pulz a indukované soufázové rušenie od 0Hz do 150 kHz.

3 TYPY A ZDROJE ELEKTROMAGNETICKÉHO RUŠENIA

Rastúci počet elektrických a elektronických zariadení má za následok zvyšovanie problémov počas ich prevádzky. Hlavným z faktorov je vzájomné ovplyvňovanie elektromagnetickými vlastnosťami prístrojov, systémov alebo okolitých rušivých vplyvov.



Obr. č. 11 Schéma poplachového systému s okolitými vplyvmi

Obrázok č. 11 znázorňuje jednoduchú schému zapojenia poplachového zabezpečovacieho systému s využitím drôtových a bezdrôtových komponentov. Rušenie môže do systému preniknúť z napájacej siete po vedení alebo môžu vonkajšie zdroje ovplyvňovať komunikáciu medzi jednotlivými komponentmi.

Dôležitými oblasťami v problematike sú typy a zdroje interferenčných vplyvov. Celý proces prebieha vznikom rušenia na zdroji, pomocou elektromagnetickej väzby cez prenosové prostredie (vzduch, vodič) ovplyvňuje zariadenia [9].

Tab. č. 15 Delenie rušivých signálov [6], upravil Košťál 2017

Podľa pôvodu	Funkčné	<ul style="list-style-type: none"> • Zaisťujú činnosť zariadenia • Rádiotelekomunikačné vysielanie, radary
	Parazitné	<ul style="list-style-type: none"> • Nežiaduce signály pri činnosti systému • Nelineárne záťaž, spínacie pochody, skraty
	Vytvorené umelo	<ul style="list-style-type: none"> • Dôsledok ľudskej činnosti • Funkčné + parazitné
	Prirodzené rušenie	<ul style="list-style-type: none"> • Nemá súvislosť s ľudskou činnosťou • Elektromagnetické javy (bleskové a elektrostatické výboje), mimozemského pôvodu (slnečný vír, polárna žiara)
Časový priebeh	Impulzné	<ul style="list-style-type: none"> • Postupnosť jednotlivých impulzov
	Spojité	<ul style="list-style-type: none"> • Neprerzité pôsobenie
	Kvazi-impulzné	<ul style="list-style-type: none"> • Kombinácia impulzného a spojitého

Množstvo rušivých vplyvov vzniká v rôznych podmienkach a tie ovplyvňujú vlastnosti rušenia. Ich delenie z hľadiska pôvodu a časového priebehu je uvedené v tabuľke č. 15.

Podľa povahy rušivého signálu generovaného **umelými** technickými zdrojmi ich možno rozdeliť na skupiny:

- šum - ovplyvňuje tvar napríklad napájacieho napätia, väčšinou má periodický charakter,
- impulz - rušivý signál s veľkou veľkosťou a krátkym časom trvania, graficky sa zobrazuje ako kladná alebo záporná špička signálu,
- prechodné javy - náhodné jednorazové javy s dobou trvania od niekoľkých *ms* až *sekundy*, príčinami vzniku môžu byť náhle zaťaženia energetickej siete vypnutím alebo zapnutím spotrebičov veľkých výkonov [9].

3.1 Elektromagnetické väzby prenosu rušivého signálu

Vznik rušivého signálu na negatívne ovplyvnenie nestačí a potrebuje sa dostať ku prijímaču. Nežiaduce interferenčné vplyvy využívajú ako prenosové prostredie priamo pripojené vedenie alebo elektromagnetické pole. Týmito cestami ďalej prenikajú parazitnými väzbami, ktoré existujú:

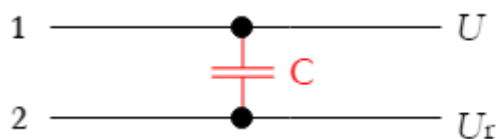
- kapacitná väzba,

- induktívna väzba,
- galvanická väzba,
- elektromagnetické pole [10].

3.1.1 Kapacitná väzba

Dôvodom vzniku je parazitná väzobná kapacita medzi rôzne usporiadanými vodičmi alebo časťami systému. Typická je pre uzly galvanicky oddelených elektrických obvodov, medzi ktorými existuje vzájomné pôsobenie prostredníctvom elektromagnetického poľa. Veľkosť kapacity je priamo úmerná ploche, ktorou pôsobí intenzita magnetického poľa z jednej elektródy na druhú a permitivita prostredia je nepriamo úmerná vzdialenosti týchto elektród. Z pohľadu obvodovej analýzy sa miesto s najpravdepodobnejším výskytom malých impedancií kapacitného charakteru nachádza:

- veľké plochy elektród,
- malé vzdialenosti elektród,
- vysoký pracovný kmitočet [10].



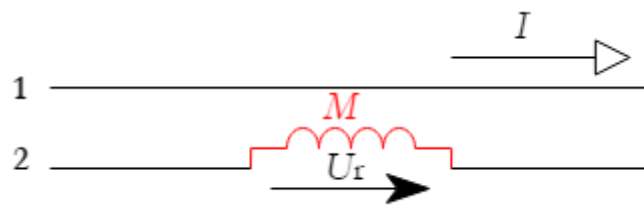
Obr. č. 12 Princíp pôsobenia kapacitnej väzby medzi vodičmi [11],

upravil Košťál, 2017

3.1.2 Indukčná väzba

Induktívne rušivé vplyvy vznikajú pri galvanicky oddelených prúdových obvodoch, pričom aspoň cez jednu z nich preteká výrazne väčší elektrický prúd a tým vytvára premenlivé magnetické pole. Vplyv väzby určuje:

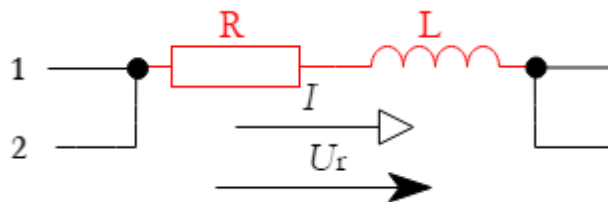
- veľkosťou prúdu,
- strmosťou nárastu alebo poklesu,
- magnetické vlastnosti prostredia,
- geometrické usporiadanie vodičov [9].



Obr. č. 13 Princíp pôsobenia indukčnej väzby medzi vodičmi [11],
upravil Košťál, 2017

3.1.3 Galvanická väzba

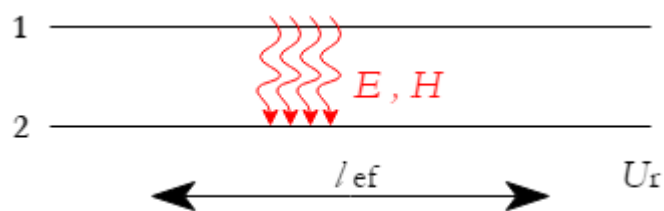
Galvanické rušivé vplyvy vznikajú spoločnou impedanciou (odpor kladený striedavému prúdu) dvoch prúdových obvodov so spoločným uzemnením alebo cez spoločné napájanie. V tomto type rušenia zohráva dôležitú úlohu indukčnosť vodiča, ktorá môže byť interná (daná vlastným poľom) alebo externá (daná vonkajším poľom). Veľkosť indukčnosti závisí od vzdialenosti, dĺžky a priemeru vodičov [9].



Obr. č. 14 Princíp pôsobenia galvanickej väzby medzi vodičmi [11],
upravil Košťál, 2017

3.1.4 Rušivá väzba vyžarovaním

Príčinou ovplyvňovania vyžarovaním je elektromagnetické pole, ktoré v závislosti od vlastností môže byť blízke alebo vzdialené. Do blízkeho poľa patrí elektrická alebo magnetická zložka a najčastejšie sa negatívne vplyvy prejavujú kapacitnou alebo indukčnou väzbou. U vzdialeného poľa dochádza k zachytávaniu elektromagnetickej energie na vodičoch a rušivé napätie transformujú na užitočný signál. Tento proces môže nastať aj opačne, kedy sa vodiče správajú ako anténa a vysielajú elektromagnetickú energiu okolo seba [9].



Obr. č. 15 Princíp pôsobenia rušivej väzby vyžarovaním medzi vodičmi [11],
upravil Košťál, 2017

3.2 Zdroje elektromagnetického rušenia

V každom mieste inštalácie poplachového systému je nutné počítať s pôsobením rušenia. Všetky elektrické a elektronické systémy, zariadenia alebo ich časti môžu súčasne pôsobiť ako zdroj a zároveň aj prijímač rušenia. V závislosti od prostredia sa menia aj potenciálne zdroje, ktoré podľa oblastí možno rozdeliť na:

- obytné,
- obchodné,
- ľahký priemysel,
- priemysel,
- zvláštny prípad (železnice, ..).

Tieto oblasti sa rozlišujú rôznymi zdrojmi rušenia a v závislosti od nich aj požiadavky na EMI a EMS pracujúcich zariadení v tomto prostredí.

3.2.1 Zdroje rušenia v obytnom a obchodnom prostredí

Obytné a obchodné prostredie tvorí väčšiu časť oblasti využitia poplachových systémov. Stúpajúcim množstvom elektroniky narastá množstvo rušivých vplyvov, ktoré ovplyvňuje nie len techniku, ale aj živé organizmy.

Tab. č. 16 zdroje rušenia obytného prostredia [12]

Zdroj rušenia	Poznámka
Indukčná varná doska	väčšinou 19 kHz, niektoré 55 až 85 kHz
Výt'ah	20 MHz - silné polia vytvorené motormi do vzdialenosti až 3m
Inteligentné merače spotreby elektriky, vody, tepla	v určitých časových intervaloch odosiľajú cez Wi-fi/GSM aktuálne informácie.
Plazmový televízor / obrazovka	od stoviek kHz až po desiatky MHz
Náradie (vrtáčka, brúska, ..)	náradie, ktorého funkčnú zložku tvorí elektromotor
Úsporné žiarivky	32 až 50 kHz
Počítač	zdroj v počítači obsahuje transformátor ktorý vyžaruje elektromagnetické pole
Mikrovlnná trúba	2.45 GHz (+/- 10 GHz) únik mimo rúry až do 3m
Bezdrôtové telefóny	1880 až 1900 MHz
Wi-fi	2410 až 2480 MHz 5180 až 5805 MHz
Dial'kové ovládanie hračiek	17 až 49 MHz
Bezdrôtová myš + klávesnica (bluetooth)	2402 až 2480 MHz
Úsporné žiarovky	Menej kvalitné pracujú od 30 do 60 kHz

Tabuľka č. 16 obsahuje zoznam základných zdrojov rušenia bežných v oblasti prostredia, väčšinou sú to zariadenia ktoré človek bežne používa počas dňa. Vyžarované rušenie narastajúcou vzdialenosťou od zdroja rýchlo klesá.

3.2.2 Zdroje rušenia v priemyselnom prostredí

V priemyselnej oblasti pracujú zariadenia a prístroje s omnoho vyššími energiami, ako je to pri obytnom prostredí. Väčšie zaťaženie siete vplýva na tvar elektrickej energie a vysoký pretekajúci prúd môže okolo vodiča vytvárať silné elektromagnetické pole. Základné príklady zdrojov EMS sú uvedené v tab. č. 17.

Tab. č. 17 Zdroje rušenia priemyselného prostredia [11]

Zdroj rušenia	Poznámka	Frekvenčné pásmo
Motory	žeriavy, sústruhy, obrábacie stroje, fréza, prerušovanie a zapínanie cievok motora spôsobuje indukčné impulzy	väčšinou 50 Hz
Oblúkové pece	vysoké výkony, impedancia sa mení dĺžkou oblúku	50 Hz
Hromadné diaľkové ovládanie	k prenosu signálu využíva energetickú sieť	183,33 Hz, 216,66 Hz, 283,3 Hz, 760 Hz a 1060 Hz
Zváračky	zmeny elektrického oblúku pôsobia na tvar napájacej energie	30,4 kHz, 40 kHz, 80 kHz
Halogénové žiarovky	pracujú s nízkymi napätiami, potrebujú veľký prúd, problém tvoria ich napájacie vodiče voľne vedené vo vzduchu bez uzemnenia	100 Hz

3.2.3 Trakčné vedenia železníc, električiek a trolejbusov

Napájanie nadzemných trakčných vedení spôsobuje silné elektromagnetické polia v okolí vodičov. Prechádzajúce napätie vytvára elektrické pole a pretekajúci prúd magnetické pole. Na veľké vzdialenosti (železnice) je vhodnejší striedavý prúd, ktorý sa ľahšie prenáša na dlhé trasy avšak vytvára striedavé magnetické polia. Opačný prípad tvoria kratšie vzdialenosti (mestské železnice, trolejbusy, električky) s ideálnejším použitím jednosmerného prúdu, pomocou ktorého sú riadené otáčky motora. Oblasť rušenia je v okolí 30 až 50 metrov.

Tab. č. 18 Hodnoty napájania trakčných vedení [12]

Zdroj rušenia	Parametre napájania
Železnice	Väčšina používa napájacie napätie 25 kV AC s frekvenciou 50 Hz
Metro	Napätie 600 V DC až 750 v DC s frekvenciou 16,7 Hz a 50 Hz
Električky	Napätie 600 V DC s frekvenciou 50 Hz
Trolejbusy	Napätie 750 V DC s frekvenciou 50 Hz

3.2.4 Rušenie po sieti

Vodič elektrickej energie predstavuje prenosové prostredie pre rušenie a zároveň aj zdroj rušenia, zo zdroja až ku koncovému zariadeniu môžeme elektrickú sieť rozdeliť na 2 časti:

- vedenie vysokého napätie,
- rozvod v budove

Vedenie vysokého napätia

Stožiare elektrickej rozvodnej siete sú rozmiestnené po celej krajine a umožňujú prenášať elektrickú energiu na veľké vzdialenosti, podľa veľkosti napätia sú delené:

- VVN (veľmi vysoké napätie) - 52 až 800 kV, spojenie elektrární s lokálnymi rozvodňami a prepojenie medzi rozvodňami,
- VN (vysoké napätie) - 1000 V až 52 kV, zriedkavé použitie, väčšinou ako doplnkové napájacie trasy k VNN,
- NN (nízke napätie) - 50 až 1000 V, z rozvodní napájanie okresov, miest, menších rozvodní.

Prúd pretekajúci vedením vytvára v okolí každého vodiča magnetické pole, v závislosti od veľkosti prúdu a napätia sa priamou úmerou zvyšuje veľkosť okolitého pola. Taktiež je ovplyvnená umiestnením vodiča (vzduchom na stožiaroch alebo zakopané v zemi). Uloženie vodiča do zeme znižuje úroveň magnetického pola v závislosti od jeho dĺžky, na krátke vzdialenosti vytvára veľké polia ale zväčšujúcou dĺžkou sa pole znižuje.

Elektrické rozvody v budovách

Ako zdroj elektromagnetického rušenia bez ohľadu na prostredie tvorí elektrická sieť v každom prostredí. Odber elektrickej energie akýmkoľvek prvkom pripojeným k elektroinštalácií, spôsobí prietok elektrického prúdu vodičom čo má za následok vznik magnetického poľa.

3.2.5 Vonkajšie elektromagnetické rušenie

Toto rušenie spôsobujú zariadenia väčšinou vysielajúce nepretržite na vzdialenosť rádovo v jednotkách, desiatkach až stovkách kilometrov.

Tab. č. 19 Zdroje vonkajšieho rušenia [12]

Zdroj rušenia	Prenosové frekvencie
Stanice mobilnej siete (tvoria základ pokrytia mobilného signálu, jeden z najsilnejších zdrojov)	2G - GSM 900 (928 až 958.7 MHz) GSM 1800 (1810.1 až 1860.0 MHz) 3G - UMTS 2100 TDD (1900 až 1915 MHz) UMTS 2100 FDD (2110 až 2170 MHz) 4G - LTE 800 FDD (791 až 821 MHz) LTE 1800 FDD (1850 až 1871 MHz) LTE 2600 FDD (2620 až 2690 MHz) LTE 2600 TDD (2570 až 2620 MHz)
Televízne rozhlasové vysielanie (umiestnené na kopcoch, pohoriach pri mestách, v závislosti od výkonu pokrývajú územie)	bežné televízne pásmo (48.5 až 869 MHz) MMDS - uplink 2080 až 2110 MHz - downlink 2245 až 2300 MHz DAB predbežne plánované 174 až 230 MHz
Rozhlasové vysielanie	150 kHz až 30 MHz - AM rozhlas 87 až 108 MHz - FM rozhlas 170 - 230 MHz - digitálny rozhlas
Radary (vysielajú rádiové vlny alebo mikrovlny, intenzita závislá od veľkosti)	2 až 4 GHz - terminál riadenia letovej prevádzky, počasie, námorné radary 4 až 8GHz - meteorológia, sledovanie na veľké vzdialenosti 8 až 12 GHz - navádzanie zbraní, námorné radary, meteorológia, krátky dosah sledovania 12 až 18 GHz - navádzanie zbraní, námorné radary, mapovanie a pozemné sledovanie 18 až 24 GHz - zbrane, policajné rýchlostné radary, detekcia mrakov v meteorológií
Satelity	z obežnej dráhy zeme pokrývajú veľké územie (TV vysielanie, komunikácia, ..) 10.70 až 12.75 GHz - satelitné televízne vysielanie 14.0 až 14.5 GHz - vysielanie k satelitu
GPS- Global position system	1227 MHz 1575.42 MHz pásmo prenosu civilného GPS

Vonkajšie zdroje rušenia uvedené v tabuľke č. 18 pôsobia svojou činnosťou väčšinou ako zdroje a pracujú neustále. S ich prevádzkou je spojené vyžarovanie do svojho okolia podľa použitého typu prenosu.

Zhrnutie

Správnou funkčnosť poplachového systému z hľadiska EMC je možné zabezpečiť jedine prispôbením jeho vlastností vzhľadom k prostrediu, v ktorom bude pracovať. Od prostredia sa odvíjajú zdroje rušenia, ktoré sa v ňom nachádzajú a z nich plynúce typy rušenia. Je veľký rozdiel v použití zariadenia alebo systému v prostredí s veľkými zmenami hodnôt napájacej siete alebo vyžarovaného rušenia v prostredí. Každé z typov rušenia ovplyvňuje inú časť systému, avšak ovplyvnenie aj menej dôležitej súčiastky môže mať za následok nesprávne funkcie systému ako celku alebo až jeho poškodenie.

Vzhľadom na zdroj rušenia je potrebné riešiť nie len vzájomnú kompatibilitu, ale aj rozmiestnenie jednotlivých častí systému, teda nepoužiť zariadenie v tesnej blízkosti intenzívneho zdroja.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VPLYV ELEKTROMAGNETICKEHO RUŠENIA NA ČINNOSŤ POPLACHOVÝCH SYSTÉMOV

Po celom svete je množstvo elektronických poplachových a zabezpečovacích tiesňových systémov (PZTS), ktoré sa skladajú z jedného alebo viacerých detektorov, ústredne, komunikačných a ovládacích zariadení. Výstup z nich, teda všetky informácie o aktuálnom stave sú posielané na ústredňu, ktorá funguje ako centrálna jednotka. Vyhodnocuje stav celého systému na základe komunikácie so zariadeniami a spracované informácie môže ďalej vyhodnotiť viacerými spôsobmi:

- obrazové zobrazenie na paneli alebo obrazovke,
- telefonátom,
- textovou správou.

Kvalita a komplexnosť systému sa môže značne odlišovať v závislosti od použitej technológie a presná podoba systému bude závisieť od očakávanej hrozby a veľkosti chránenej oblasti [13].

V nasledujúcej kapitole budú rozobraté technické spôsoby, ktorými je možné ovplyvniť činnosť poplachového systému. V závislosti od väzby šírenia rušenia sa líšia negatívne dôsledky spôsobené elektromagnetickým rušením. To môže byť vytvorené neúmyselne alebo úmyselne, páchatelom za konkrétnym účelom.

4.1 Spôsob preniknutia rušenia do systému

Rušenie ako pôsobenie okolitých vplyvov na činnosť PZTS môže do systému prenikať viacerými cestami a podľa miesta sú delené:

- väzba prednými dverami (Front door coupling),
- väzba zadnými dverami (Back door coupling).

4.1.1 Front door coupling

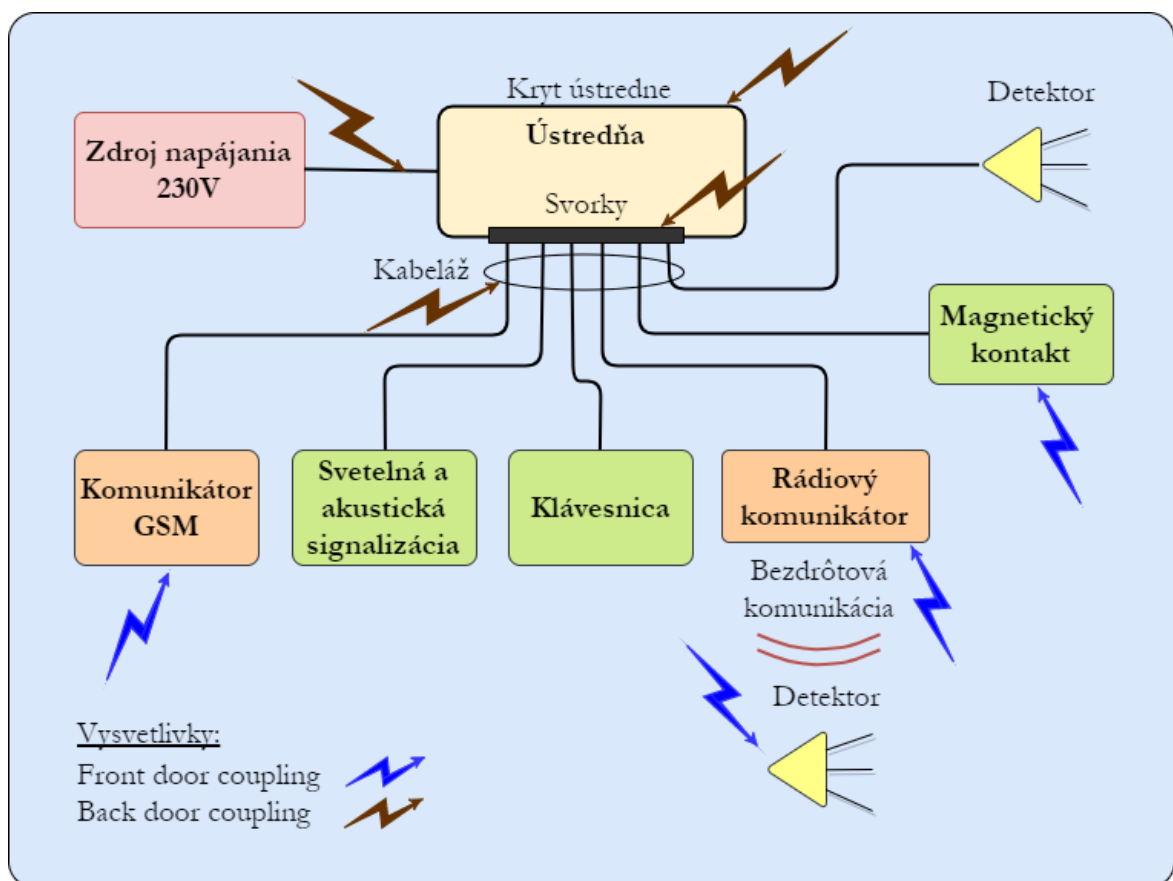
Väzba prednými dverami znamená ovplyvňovanie vyžarovaným elektromagnetickým poľom cez komponenty systému určené na komunikáciu alebo interakciu elektromagnetickým prostredím. Medzi tieto zariadenia patria senzory, antény, komunikátor bezdrôtového spojenia.

Front door coupling on the first order - prípad, kedy je frekvencia rušenia rovnaká alebo sa minimálne z veľkej časti zhoduje s pásmom využívaným zariadeniami systému. Na toto rušenie je náchylnejšia väčšina aplikácií.

Front door coupling on the second order - prípad, kedy sa frekvencia rušenia zhoduje len minimálne alebo vôbec s pásmom využívaným zariadeniami systému, ale aj napriek tomu čiastočne prenikne [14].

4.1.2 Back door coupling

Väzba zadnými dverami sa vyskytuje v prípade, kedy elektromagnetické pole preniká do systému cez miesto, ktoré nie je určené na interakciu elektromagnetickým prostredím. Jedná sa o kryty komponentov, zlé tienenie, zlý kontakt, káblové prívody, svorky vodičov [14].



Obr. č. 16 Schéma zapojenia PZTS s vyznačením možného prieniku EM rušenia do systému

Na obrázku č. 16 je zobrazená schéma zapojenia PZTS s možnosťami preniknutia elektromagnetického rušenia do systému. **Väzbou prednými dverami** sa rušenie dostane cez

komponenty ako komunikátor GSM, rádiový komunikátor, magnetický kontakt alebo bezdrôtový detektor ovplyvňované rušením, ktoré sa šíri vyžarovaním. Takto preniknuté negatívne vplyvy pôsobia na primárnu funkciu komponentu. Zdrojmi rušenia v prostredí sa zoberá predchádzajúca kapitola, ktoré možno považovať za neúmyselné. Avšak v tomto prípade môže nastať úmyselné rušenie páchatel'om, ktorý s použitím rušiaceho zariadenia (zariadenie generujúce elektromagnetické vyžarovanie) ovplyvní funkcie systému. Jeho účel môže spočívať:

- narušenie komunikácie - pôsobenie na prenášaný signál,
- pôsobenie na komunikačné zariadenie - neustále vyhlasovanie planého poplachu, majiteľ si môže myslieť, že ide o poruchu v systéme a vypne ho.

Väzbou zadnými dverami rušenie preniká miestom, ktoré nie je určené na interakciu s okolitým prostredím. Zo zdroja napájania (napájacieho vedenia) môže systém najčastejšie ovplyvňovať rušenie galvanickou väzbou, v priemyselnom prostredí napríklad z motorov, zvracích sústav, osvetlenia a ďalšie, kedy napájacie prúdy zdroja rušenia pretekajú cez spoločné napájanie do prijímača rušenia.

Funkciu systému ovplyvňuje **indukčná väzba**, ktorá vzniká medzi dvoma alebo viacerými vodičmi, kedy cez aspoň jeden z nich preteká prúd. Jej dôsledkom je pôsobenie magnetického poľa zdroja rušenia (najčastejšie v napájacom vodiči alebo obvode) na susedné vedenie (napájacie, uzemňovacie alebo dátové), tieniace plášte, kryty alebo svorky zariadení.

Systém môže taktiež narušiť **elektrostatický výboj**, napríklad pri dotyku človeka s elektrostatickým nábojom na miesto, ktoré nie je dostatočne odrušené (poškodená izolácia alebo tienenie vodiča, nezabezpečené svorky zariadení, v prípade kovového krytu zariadenia so zlým alebo chýbajúcim uzemnením).

4.2 Typy zapojenia slučiek

Na obrázku č. 16 je zapojenie detektorov znázornené jednoducho, v skutočnosti však existuje viac možností, ktorými je možné detektory zapojiť do slučky. Jednotlivé slučky väčšinou predstavujú zóny systému, ktoré rozdelia zabezpečený objekt na časti. Ku každej slučke môže byť pripojený jeden alebo viac detektorov. Zapojenie sa rozdeľuje na základné typy:

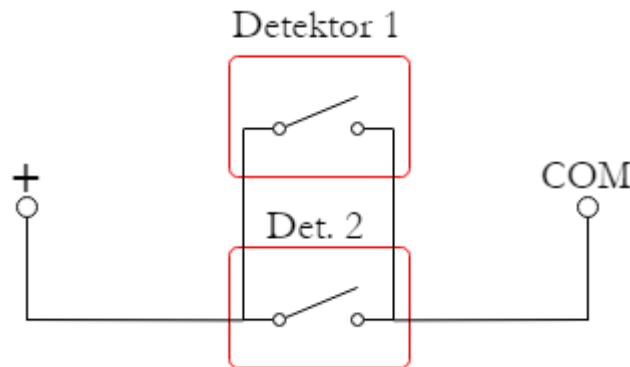
- NO (normally open) - v aktívnom stave otvorená,
- NC (normally closed) - v aktívnom stave zatvorená,

- EOL (end of line) - koniec slučky vyvážený odporom,
- 2EOL - slučka vyvážená dvomi odpormi,
- 3EOL - slučka vyvážená tromi odpormi s funkciou antimasking,
- ATZ - slučka s rozdielnymi vyvažovacími odpormi.

Každé zo zapojení má rozdielny spôsob detekovania poplachu a možného narušenia.

4.2.1 Zapojenie slučky NO

Pri zapojení typu NO sú kontakty detektoru v stave činnosti otvorené (obvod nie je zopnutý). Pri vyhlásení poplachu sa kontakt zopne a detektorom začne pretekať napätie. V tomto type zapojenia dokáže ústredňa vyhodnocovať iba 2 stavy a nedokáže určiť, ktorý detektor vyvolal poplach.

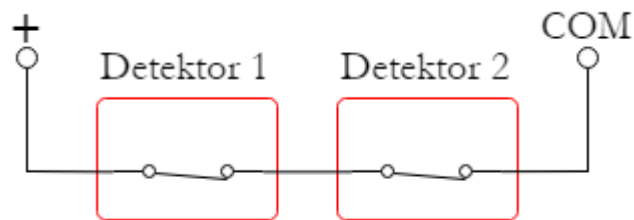


Obr. č. 17 Zapojenie slučky NO

Typ slučky podľa obrázku č. 17 predstavuje jednoduché zapojenie, v dnešnej dobe už málo používané. Ústredňa nedokáže rozoznať, ktorý detektor vyvolal poplach a nedisponuje ochranou proti sabotáži. Potencionálny páchatel' môže jednoducho narušiť funkčnosť slučky poškodením kabeľáže alebo samotného detektoru a ústredňa nevyhodnotí stav sabotáže.

4.2.2 Zapojenie slučky NC

Tento typ zapojenia sa odlišuje od NO tým, že kontakty detektoru sú v stave bez poplachu stále zopnuté. Z toho vyplýva, že slučkou neustále preteká elektrický prúd. Pri aktivácii detektoru a teda vyhlásení poplachu dochádza k rozopnutiu kontaktov. V tom momente prestane pretekať elektrický prúd a na tento podnet ústredňa vyhodnotí poplach.

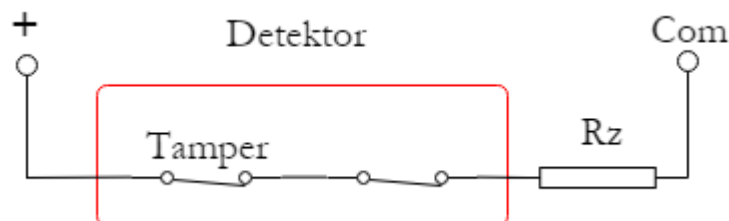


Obr. č. 18 Zapojenie slučky NC

Zapojenie slučky podľa obrázka č. 18 dokáže ústredňa vyhodnocovať iba dva stavy: poplachový stav a stav bez poplachu. Keďže slučkou preteká neustále prúd, môže pôsobiť aj ako zdroj rušenia ale v prípade, že je ovplyvnená indukčnou väzbou z okolitých zdrojov rušenia alebo elektrostatickým výbojom, zmení sa hodnota prúdu a ten môže spôsobiť poškodenie alebo až deštrukciu vyhodnocovacieho obvodu ústredne. Páchatel' môže demontovať kryt zariadenia bez detekcie narušenia a spôsobiť skratovanie obvodu.

4.2.3 Zapojenie slučky EOL

Typ zapojenia slučky EOL obsahuje na jej konci odpor a detektor je vybavený ďalším ochranným prvkom tamperom. Slučkou v aktívnom stave neustále preteká napätie s odporom R_z , ktoré vyhodnocuje ústredňa.

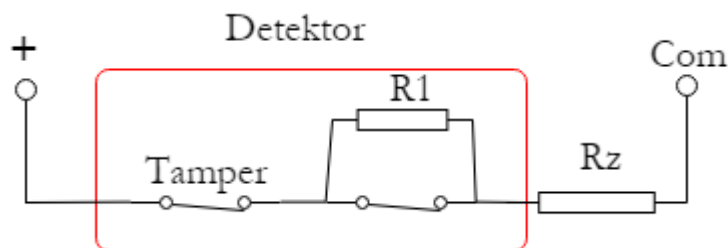


Obr. č. 19 Zapojenie slučky EOL

Na obrázku č. 19 je zobrazená schéma zapojenia slučky EOL. Oproti predchádzajúcim zapojeniam disponuje detektor tamperom, ktorý slúži ako ochrana proti nepovolenej manipulácii s krytom zariadenia na detekciu sabotáže. Ak sa páchatel' pokúsi demontovať kryt zariadenia, rozopne kontakt čo spôsobí prerušenie pretekajúceho napätia, odpor slučky sa bude rovnať nule a ústredňa vyhlási poplach, avšak nedokáže rozoznať rozdiel medzi vyvolaním poplachu a detekciou sabotáže. Na obvod slučky môže taktiež vplývať rušenie indukčnou väzbou z okolitých zdrojov.

4.2.4 Zapojenie slučky 2EOL

Typ zapojenia 2EOL sa oproti predchádzajúcemu EOL líši pridaním odporu na každý poplachový kontakt.



Obr. č. 20 Zapojenie slučky 2EOL

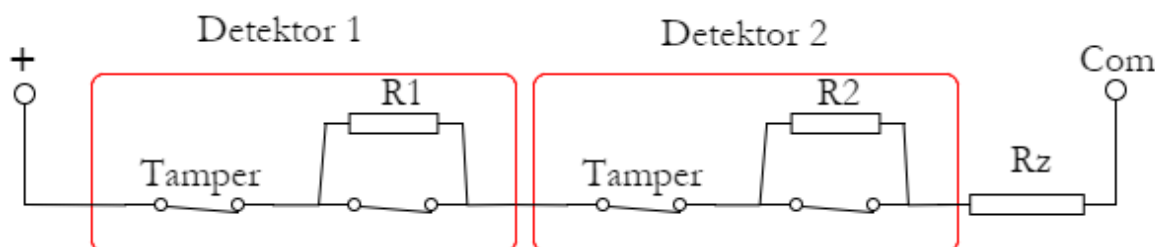
Slučka so zapojením detektorov podľa obrázku č. 20 dokáže rozoznať, či je poplach vyvolaný sabotážou v snahe páchatel'a narušiť komponent systému alebo poplachovým kontaktom. Ďalší zdroj rušenia predstavujú indukčné väzby zo zdrojov rušenia v okolí.

4.2.5 Zapojenie slučky 3EOL

Pri zapojení slučky 3EOL pribudol ďalší kontakt na funkciu antimasking, ktorá dokáže rozpoznať zakrytie detektoru. Paralelne pripojený odpor navýši odpor slučky o jeho hodnotu, súčet jeho hodnoty s koncovým odporom R_z ústredňa vyhodnotí ako zakrytie detektoru a vyvolá poplach.

4.2.6 Zapojenie slučky ATZ

Pri tomto type zapojenia každá skupina detektorov v slučke obsahuje odpor o rôznych hodnotách. To znamená, že ústredňa dokáže rozoznať, ktorý detektor vyvolal poplach.

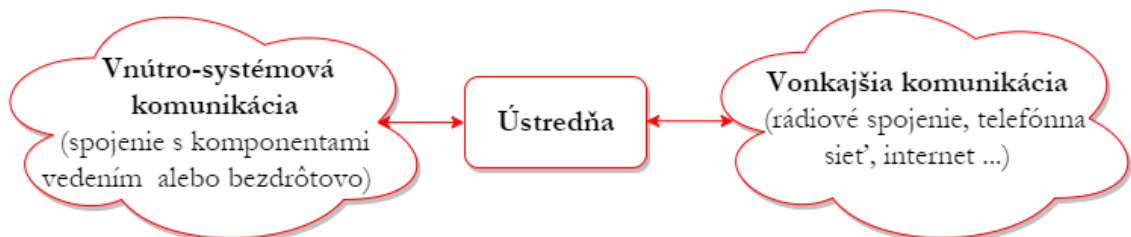


Obr. č. 21 Zapojenie slučky ATZ

Na obrázku č. 21 je zobrazená schéma zapojenia slučky ATZ. V stave bez poplachu ústredňa vyhodnocuje odpor slučky ako hodnotu R_z , v prípade narušenia sa odpor zvýši o veľkosť odporu R_1 alebo R_2 , podľa toho ktorý detektor vyhlási poplach. Pri detekcií sabotáže na komponent systému nedokáže ústredňa rozpoznať, ktorý detektor sa pokúsil páchať narušiť. Rušenie môže ako aj pri ostatných typoch zapojenia do systému prenikat' indukčnou väzbou, nevhodným použitím vodičov, zlou ochranou svoriek alebo väzbou vyžarovaním priamo vplývať na funkciu detektoru.

4.3 Typy komunikácie ústrední

Ústredne poplachových systémov potrebujú prenášať informácie, k čomu využívajú rôzne spôsoby spojenia. Každý typ komunikácie pracuje na základe svojich konštrukčných parametrov, teda využíva fyzikálny princíp s určitými hodnotami a pre jednotlivé spôsoby sa odlišujú ich vlastnosti, spôsoby narušenia a vplyv elektromagnetického rušenia. Zo systémového hľadiska možno komunikáciu rozdeliť do dvoch kategórií:



Obr. č. 22 Rozdelenie komunikácie zo systémového hľadiska

Podľa obrázku č. 22 je komunikácia rozdelená na dve časti, **vnútro-systémová** do ktorej je zaradený prenos medzi komponentmi systému a ústredňou, do **vonkajšej komunikácie** je zaradené spojenie ústredne s vonkajším prostredím, t.j. na DPPC (dohľadové a poplachové prijímacie centrum) alebo komunikácia s užívateľom systému.

4.3.1 Prenosové trasy z ústredne

Spôsob, akým ústredňa odošle vyhodnotenú správu zo systému závisí od požiadaviek zákazníka, stupňom zabezpečenia podľa možností pripojenia k objektu, ktoré sú:

- **Sieť nízkeho napätia** (230/400 V) - pripojenie prijímača aj vysielača na rovnaký okruh elektrického rozvodu, v prípade poplachu ústredňa opakovane vysiela bezpečnostnú digitalizovanú informáciu. Medzi nevýhody patrí jednoduché znemož-

nenie komunikácie, žiadna kontrola funkčnosti, nízka odolnosť proti rušeniu, falošné poplachy.

- **Linka telekomunikačnej siete** - v dnešnej dobe už menej využívaná prenosová cesta, možnosť využitia, ak je objekt vybavený prípojkou, menej náchylná na rušenie než sieť nízkeho napätia, potreba komunikácie aj pri obsadenej linke.
- **Pripojenie k internetu** - možnosť využiť metalické alebo optické vedenie, vysoká prenosová rýchlosť, vzhľadom ku geografickej polohe objektu nemusí byť vždy možné použitie tohto typu spojenia.
- **Rádiový prenos** - spôsob bezdrôtového spojenia vo vlastnom vyhradenom pásme, objekt musí byť vybavený anténou na vysielanie.
- **GSM pripojenie** - typ bezdrôtového pripojenia mobilnou sieťou s možnosťou využitia viacerých spôsobov komunikácie (textová správa, hovor, pripojenie na internet), širšia oblasť pokrytého územia.

Každý zo spôsobov pripojenia pracuje vo svojom frekvenčnom pásme, v ktorého rozsahu sú konštruované komunikovať. Každý zo zdrojov rušenia taktiež vyžaruje rušenie vo frekvenciách, ktoré ak sú rovnaké alebo sa aspoň približne zhodujú s pracovnými frekvenciami komunikácie, môžu negatívne vplývať na činnosť systému a prenos informácií.

Prehľad frekvencií vonkajšej komunikácie je uvedený v nasledujúcej tabuľke.

Tab. č. 20 Vonkajšia komunikácia s ústredňou [15, 16, 17]

Spôsob spojenia	Frekvencia
Sieť nízkeho napätia	50 Hz
Telefónna linka v hovorovom pásme	330 Hz až 3.3 kHz
Telefónna linka v nad hovorovom pásme	18 kHz, 20 kHz, 48 kHz
Prenos GSM (hovorové pásmo, SMS, GPRS)	850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz a 1900 MHz
Rádiový prenos	27 MHz, 80 MHz, 160 MHz a 300 MHz,
Rádiová sieť global	420 - 470 MHz

V tabuľke č. 20 sú uvedené frekvencie jednotlivých typov spojenia, ktorými môže ústredňa komunikovať s DPPC alebo užívateľom systému. Dôležité sú z hľadiska zaistenia správnej činnosti systému. Ak sa v mieste inštalácie vyskytuje zdroj rušenia s frekvenciou rovnakou ako niektorý typ komunikácie, nie je vhodné použiť práve tento spôsob komunikácie ale zvoliť ten, na ktorý v danom prostredí nevplýva, alebo vplýva minimálne s možnosťou eliminovania jeho následkov.

4.3.2 Pracovné frekvencie komponentov vnútro-systémovej komunikácie

Zariadenia v systéme využívajú ku svojej činnosti pracovné frekvencie, ktoré môžu byť ovplyvnené vonkajšími vplyvmi a tým narušené základné funkcie. Následkom rušenia nemusí systém vyhodnotiť poplach v prípade vzniknutia, zapríčiniť **plané poplachy, zníženie citlivosti**, v najhorších prípadoch spôsobiť zmenu stavu zariadenia alebo **deštrukciu niektorej z jeho častí**.

Tab. č. 21 Komponenty vnútro - systémovej komunikácie s frekvenciou ich pracovnej činnosti [15, 18]

Komponent systému	Frekvencia
Mikrovlnné detektory a bariéry	Väčšinou 10 GHz, inak v pásmach 2,5 GHz, 9,2 GHz až 24,25 GHz
Dvojité mikrovlnné detektory	Pásmo 10,5 GHz
Mikrovlnné bariéry	Staršie typy 10,125 GHz Novšie typy 24,125 GHz
Reflexný detektor dynamických zmien elektrického poľa	Vysiela sínusový signál v pásme 18,182 kHz
Ultrazvukové detektory	Väčšinou 40 KHz, ostatné v rozsahu 20 až 60 KHz
Aktívne infračervené detektory	1013 GHz
Pasívne infračervené detektory	31,8954 THz
Infračervené bariéry a závory	30 THz až 300 THz
Laserové bariéry	Približne 330 THz
Osobné tiesňové hlásiče	27 MHz, 300 MHz a 450 MHz

Použitím viacerých kusov mikrovlnných bariér môže dôjsť k vzájomnému ovplyvňovaniu, z toho dôvodu je možné nastaviť modulačnú vysielanú frekvenciu na 3 kHz, 4,5 kHz, 7,5 kHz alebo 10,5 kHz [18].

4.4 Spôsob vyhodnotenia signálu

Spôsob spracovania signálu predstavuje dôležitú časť pri návrhu systému. Spoľahlivosť a odolnosť voči planým poplachom závisia na kvalite tohto spracovania. Zo základného fyzikálneho hľadiska možno spôsob vyhodnotenia signálu rozdeliť do dvoch skupín:

- analógovo,
- digitálne.

4.4.1 Analógový signál

Pri analógovom type detekcie musí veľkosť vybranej hodnoty prekročiť stanovenú úroveň a ústredňa podľa nej vyhodnotí stav, pričom dokáže rozpoznať príčinu problému podľa typu použitých slučiek (uvedené v ďalšej kapitole).

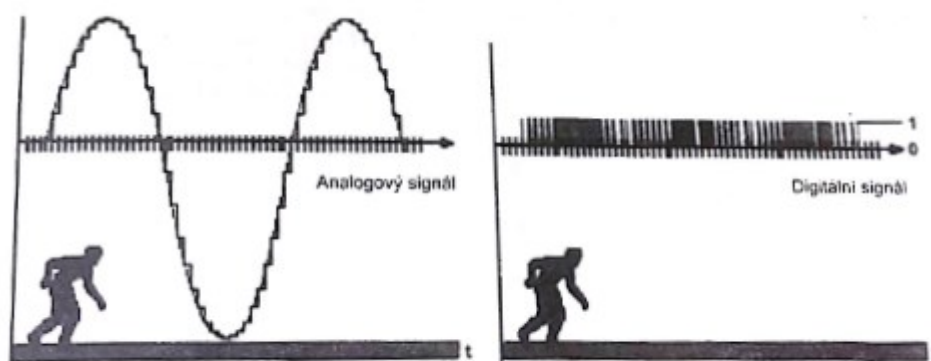
Takto spracovaný signál je možné vyhodnotiť zvukovou alebo svetelnou signalizáciou, napríklad sa na pulte centralizovanej ochrany rozsvieti žiarovka a informuje o vzniknutom probléme.

Tento spôsob spracovania býva u väčšiny detektorov kombinovaný s počítadlom pulzov. Tým je vyhlásenie poplachu podmienené spôsobom, že prekročenie prahovej hodnoty sa musí opakovať niekoľko krát behom definovaného časového úseku [15].

4.4.2 Digitálny signál

Oproti analógovému signálu sa pri digitálnom spracovaní vyskytuje menej porúch, možnosti spracovania a vyhodnocovania algoritmami na mikroprocesore sú veľkou výhodou spolu s uložením dát (nepodlieha starnutiu na rozdiel od analógového záznamu).

Na digitálny signál je možné použiť množstvo filtrov, ktoré umožňujú takmer úplné odstránenie nežiaducich vplyvov rušenia.



Obr. č. 23 Prevod analógového signálu na digitálny [15]

Pri prevode analógového signálu sa hodnotí viac jeho veličín, ako je veľkosť signálu a jeho strmosť, časový priebeh, tvar, amplitúda, energia a frekvenčné spektrum. Uvedené kritéria sa vyhodnocujú a vzájomne kontrolujú, či ich hodnoty odpovedajú stavu narušenia [15]. Na obrázku č. 23 je zobrazený spôsob prevodu z analógového signálu do digitálneho, ak

EM rušenie ovplyvní signál, v závislosti od jeho charakteristiky môže zmeniť každú jeho veličinu. Každé narušenie pôvodného signálu môže viesť k nesprávnemu vyhodnoteniu ústredne.

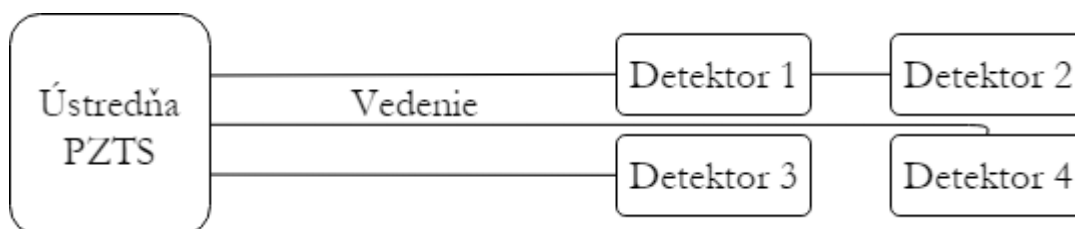
4.5 Typy ústrední

Ústredne podľa typu zapojenia slučiek do systému v závislosti od použitých komponentov delíme:

- slučková ústredňa analógová,
- zbernicová ústredňa s priamym adresovaním detektorov,
- ústredňa zmiešaného typu s koncentrátorom,
- bezdrôtové ústredne,
- hybridné ústredne.

4.5.1 Slučková ústredňa analógová

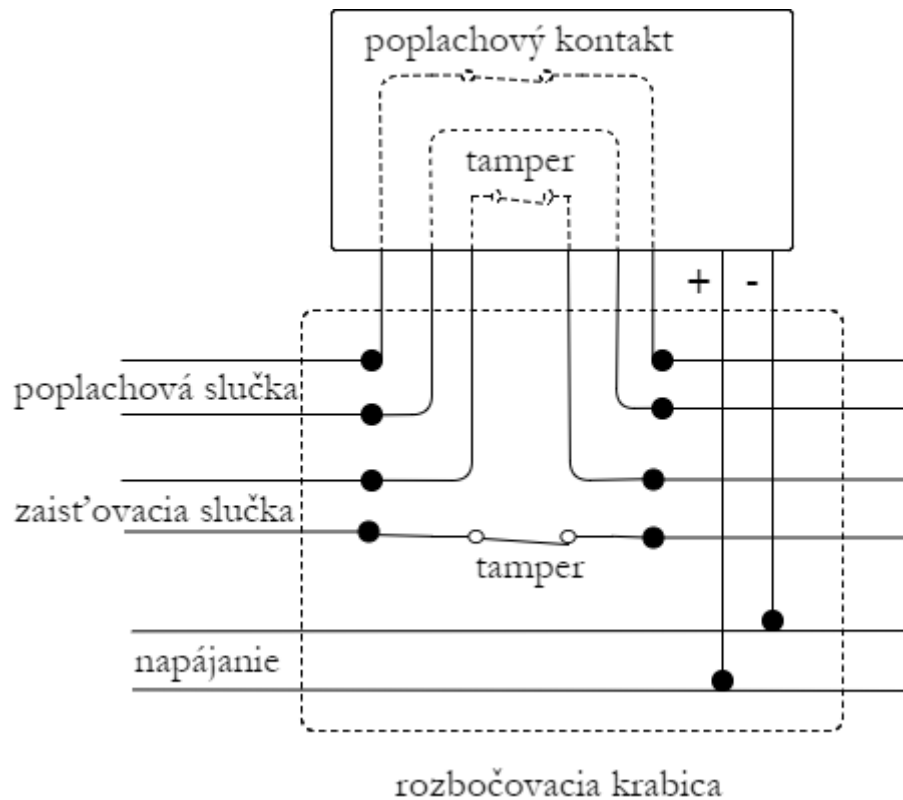
Tento typ ústredne má pre každú poplachovú slučku vlastný vstupný vyhodnocovací obvod, ktorý je riešený pre pripojenie prúdových slučiek s definovanou hodnotou a toleranciou.



Obr. č. 24 Zapojenie slučkovej analógovej ústredne [15], upravil Košťál 2017

Na konci každej slučky je umiestnený konečný odpor s predpísanými parametrami podľa ústredne. Zmena odporu slučky, spôsobená aktiváciou niektorého z detektorov alebo sabotážou na slučke, zmení hodnotu pretekajúceho prúdu a túto zmenu vyhodnotí ústredňa.

System so slučkovou ústredňou si vyžaduje rozsiahlejšiu kabeľáž nakoľko je nutné ku každému detektoru priviesť kábel príslušnej slučky, v ktorej sa nachádza.



Obr. č. 25 Zapojenie detektoru pohybu [19], upravil Košťál 2017

Zapojenie detektoru podľa obrázku č. 25 si vyžaduje minimálne šesť vodičový kábel, kedy sú dva vodiče využité pre napájanie, dva vodiče pre poplachový kontakt detektoru, dva vodiče pre sabotážny kontakt a v prípade ďalších dodatkových funkcií ako napríklad pamäť poplachu, test chôdze, antimasking a pod. je potrebné priviesť ďalšie dva vodiče [15].

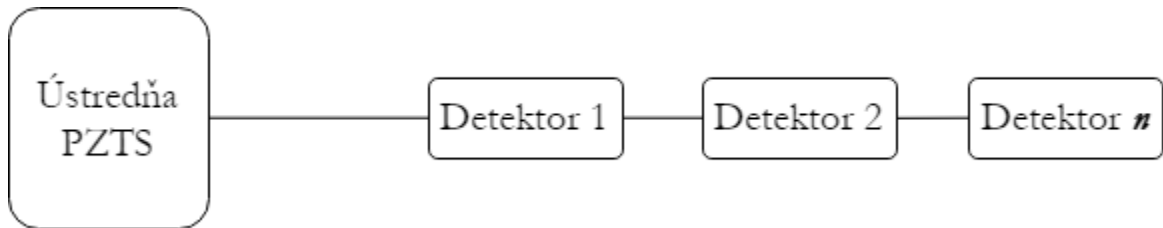
Avšak niektoré typy ústrední dokážu napájať detektory bez potrebného privedenia dvoch napájacích vodičov, spolu s absenciou dodatkových funkcií stačí použiť kábel so štyrmi vodičmi.

Pre napájanie slučky sa bežne používajú vodiče s väčším priemerom, nakoľko nimi preteká prúd s vyššou hodnotou ako u dátových vodičoch.

4.5.2 Zbernicová ústredňa s priamou adresáciou

Typ komunikácie pracujúci na princípe dátovej zbernice, kedy každý detektor obsahuje vlastný komunikačný modul, ktorý má vlastnú adresu. Ústredňa periodicky generuje signál adresám jednotlivých komponentov a prijíma príslušné odozvy. Káblová sieť pre tento typ systému je minimálna, keďže môže byť prakticky tvorená ľubovoľnou konfiguráciou káb-

lovej siete. Jednotlivé detektory sú pripojené v ľubovoľnom poradí a vo väčšine prípadov postačuje k napojeniu kábel so 4 vodičmi (dva slúžia ako napájanie a dva ako dátová zbernica).

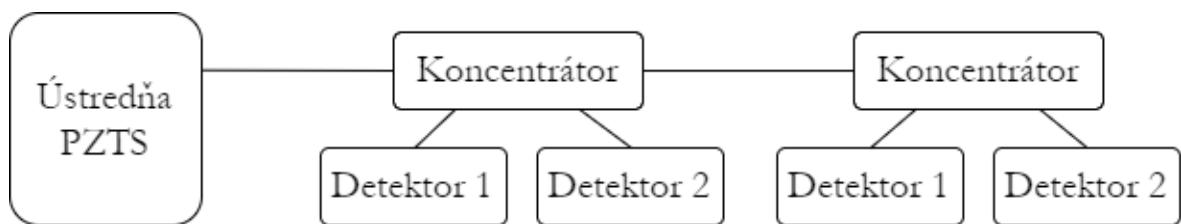


Obr. č. 26 Zapojenie ústredne s priamym adresovaním [15], upravil Košťál 2017

Veľkou výhodou systému je, že po narušení objektu ústredňa oznámi, ktorý konkrétny detektor bol aktivovaný a o aký druh rušenia ide. Konfigurácia má však aj svoje obmedzenia, medzi ktoré patrí celková dĺžka vedenia, nutnosť vyvarovať sa uzavretým okruhom cez nezanedbateľnú plochu, do ktorej sa môže indukovať elektromagnetické rušenie indukčnou väzbou [15].

4.5.3 Ústredne s koncentrátorom

Tento typ ústredne je kombináciou analógovej slučkovej a zbernicovej. Jednou alebo viacerými slučkami sú k ústredni pripojené koncentrátory, ktoré slúžia ako analógové niekoľko slučkové pod-ústredne a komunikujú navzájom po dátovej zbernici. Detektory sú ku koncentrátoru pripojené ako analógové slučky.



Obr. č. 27 Zapojenie ústredne s koncentrátorom [15], upravil Košťál 2017

Podľa zapojenia na obrázku č. 27 je výhodou menšie množstvo kabeľáže a s tým spojené aj menšie riziko ovplyvňovania elektromagnetického rušenia indukčnou väzbou, avšak prítomnosť koncentrátorov môže toto riziko zvýšiť, ak nebude ich kryt a svorky dostatočne elektromagneticky tienené.

4.5.4 Ústredne s bezdrôtovým pripojením

V tomto type spojenia si komunikácia nevyžaduje žiadne vodiče. Na prenos signálu bluetooth systém zvyčajne využíva pásmo 433 MHz alebo 868 MHz a pri využití wi-fi spojenia pásmo 2,4 GHz alebo 5 GHz. V priestoroch bez prekážok dokážu spolu komunikovať aj na vzdialenosť niekoľko sto metrov, avšak vo vnútri objektu s prekážkami sa táto vzdialenosť podstatne znižuje.

4.5.5 Hybridné ústredne

Tento typ ústredne využíva bezdrôtový aj drôtový typ komunikácie. Majú všetky výhody a nevýhody oboch typov ústrední a obsahujú už vstavaný kombinovaný komunikátor, ktorý umožňuje komunikáciu a diaľkový prístup do ústredne.

4.6 Negatívne dôsledky elektromagnetického rušenia

Negatívne dôsledky je možné rozdeliť do dvoch skupín, z pohľadu funkčnosti systému a spokojnosti majiteľa.

V prípade častého vyhlasovania planého poplachu môžu zapríčiniť vysoké náklady spojené s výjazdom zásahovej jednotky a komunikácie, ak systém posiela majiteľovi textové správy bez neobmedzeného tarifu u operátora. Na druhú stranu, ak majiteľovi príde niekoľko upozornení o vyhlásení poplachu za jednu noc, pravdepodobne systém vypne.

Prerušenie komunikácie medzi ústredňou a DPPC bude mať za dôsledok, že ústredňa a komunikačné zariadenie na DPPC generuje poruchový signál, ústredňa pošle správu majiteľovi a DPPC môže na miesto poslať výjazdovú skupinu. Ak majiteľ obdrží mnoho podobných správ za noc, môže systém vypnúť.

4.6.1 Vplyv na systém uzavretého televízneho okruhu

Elektromagnetické rušenie môže v systéme uzavretého televízneho okruhu najčastejšie ovplyvňovať vedenie na prenosu signálu z kamery a môže zapríčiniť zhoršenie kvality obrazu, skreslenie, šum v alebo až úplnú deformáciu signálu.

Ďalším prípadom môže byť, ak príde páchatel' do objektu za úmyslom spôsobiť škodu a použije zariadenie, ktoré pôsobí ako zdroj rušenia, môže ním znefunkčniť kamerový systém s nedostatočnou ochranou proti elektromagnetickým vplyvom. Majiteľ nebude mať žiadny záznam o činnosti páchatel'a a spôsobenú škodu si musí vynahradiť sám.

Kamerové systémy väčšinou nahrávajú obraz na záznamové zariadenie, môže byť v počítači, externom disku alebo serveri. V prípade nedostatočného zabezpečenia proti rušeniu zo elektrickej siete môže dôjsť k poškodeniu zariadení, na ktorých sú nahrané dáta. Náklady na získanie dát z úložných priestorov sú vysoké a v mnoho prípadoch sú dáta neobnoviteľne stratené.

4.6.2 Vplyv na systém kontroly vstupu

Systémy kontroly vstupu je určený na spracovanie údajov o pohybe osôb, vozidiel alebo ďalších nositeľoch identifikačných prvkov (karty, čipy, ..). Sleduje vstupy a výstupy z objektu, pohyb po objekte podľa konfigurácie systému.

Systémy využívajú ku kontrole prístupu bezkontaktné karty, ktoré sú napájané po priložení z elektromagnetického pola čítačky. Toto pole môže byť rušené vonkajšími vplyvmi a spôsobiť nesprávne vyhodnotenie, čo má za následok odmietnutie prístupu.

Dáta o nositeľoch kariet a ich pohybe sa ukladajú vyhodnocujú najčastejšie počítačom, ten sa taktiež môže stať potencionálny cieľ narušenia, napríklad v prípade vypadnutia prívodu elektrickej energie bez záložného generátoru nemôže systém pracovať a nikto neprejde z objektu ani do objektu.

Elektromagnetické rušenie môže mať vplyv aj na prenos signálu medzi kontrolnými čítačkami a vyhodnocovacím zariadením, ovplyvnený signál bude na základe jeho zmeny zle vyhodnotený a nedôjde k požadovanej činnosti.

4.6.3 Vplyv na systém elektronickej požiarnej signalizácie

Vplyv elektromagnetického rušenia na činnosť elektronickej požiarnej signalizácie môže mať najčastejšie za následok vyvolanie planého poplachu, v horších prípadoch poškodenie alebo deštrukciu zariadenia.

Ak bude napríklad vo výrobnom závode vyhlásený falošný poplach v takmer každom prípade viesť k prerušeniu prevádzky strojov a montážnych liniek. V dnešných práve dodávateľských reťazcoch to môže ľahko znamenať, že dodávateľ nemôže včas dodať danú vec, čím zastaví aj výrobu svojich zákazníkov. Takže jednoduchý falošný poplach môže mať veľmi vážne následky, viesť k strate dôležitých zákazníkov alebo strate veľkého množstva financií. Navyše veľký počet falošných poplachov môže ľahko viesť k oslabeniu takýchto poplachov, ktoré vedú k tomu, že ľudia nedodržiavajú pokyny na evakuáciu v prípade skutočného požiaru.

Zhrnutie

Rušenie môže do systému prenikat' komponentmi určenými na komunikáciu alebo interakciu elektromagnetickým prostredím, do tejto skupiny patrí bezdrôtový detektor, komunikátor, anténa alebo osobný tiesňový hlásič. Tieto typy spojenia vo vnútri systému využívajú frekvenčné pásma 433 MHz alebo 868 MHz, wi-fi spojenie pracuje na frekvenciách 2,4 GHz alebo 5 GHz. Vplyv elektromagnetického rušenia na funkcie PZTS z vnútro-systémového hľadiska môže mať za následok skreslenie vysielaného signálu, nefunkčnosť zariadenia, vyvolanie planého poplachu alebo znemožnenie vzájomnej komunikácie.

Druhým spôsobom preniknutia parazitných vplyvov magnetického rušenia je miestom nie určeným na interakciu elektromagnetickým prostredím - krytom zariadenia alebo vodičom. Naindukované napätie iným elektrickým zariadením v okolí alebo napríklad bleskom, môže poškodiť, v horších prípadoch až zničiť časti komponentov.

5 PROTIOPATRENIA K ZNÍŽENIU VPLYVU ELEKTROMAGNETICKÉHO RUŠENIA VZHLADOM NA CHARAKTER PROSTREDIA

V prípade preniknutia rušivých vplyvov do systému PZTS, môžu pôsobiť na prenášaný signál alebo priamo ovplyvňovať komponent systému. Nasledujúca kapitola bude obsahovať možné protiopatrenia, ktorými je možné znížiť vplyv EM rušenia na činnosť poplachových systémov z hľadiska prostredia, v ktorom bude pracovať. Niektoré protiopatrenia sú rovnaké pre priemyselné aj obytné prostredie, avšak z dôvodu rôznych zdrojov rušenia sa v niektorých protiopatreniach líšia.

Zamedzenie vplyvu je možné dosiahnuť z dvoch hľadísk:

- protiopatrenia voči prieniku rušenia do systému (vedenie vodičov, vhodný typ vodiča, umiestnenie komponentov),
- prvky na odstránenie rušenia, ktoré sa už dostali do systému (filtre, prepäťové ochrany).

5.1 Zásady inštalácie

Pri návrhu poplachových systémov je nutné dbať na :

- správne umiestnenie komponentov (eliminovať vplyv rušenia vyžarovaním šíreného vzdušným prostredím z okolitých zariadení),
- vhodné vedenie vodičov spolu s výberom správneho typu (uzemnenie, dátové a napájacie vodiče),
- použitie filtru alebo prepäťovej ochrany.

Tieto oblasti sú faktormi, ktoré môžu ovplyvniť systémovú kompatibilitu v danom elektromagnetickom prostredí.

5.1.1 Zásady vedenia vodičov

Množstvo parazitných vplyvov preniká do systému práve vedením kabeláže, ktoré nemusí spĺňať zásady správneho vedenia. Pre maximálnu elimináciu ich ovplyvňovania je potrebné dodržať zásady vedenia kabeláže:

Použitie vhodnej kabeláže - najlepším riešením je použitie optického vedenia, ktoré nie je možné elektromagnetickým rušením ovplyvniť, zatiaľ nie je tento typ vedenia veľmi rozšírený a je vhodné ho použiť hlavne pri kamerových systémoch.

Pri ostatných poplachových systémoch sa používa metalické vedenie, ktoré je citlivé na elektromagnetické rušenie a môže pôsobiť aj ako zdroj rušenia.

Najvhodnejším typom vedenia je:

- S/FTP - krútené páry vodiča sú tienené hliníkovou fóliou + spoločné tienenie všetkých párov opletením oceľovou sieťkou s ochranným vodičom,
- F/FTP - krútené páry vodiča sú tienené hliníkovou fóliou + spoločné tienenie všetkých párov fóliou s ochranným vodičom,
- SYKIFY - krútené páry s ochranným vodičom, tienené hliníkovou fóliou, počet žíl podľa potreby systému (počet zón a detektorov, typ detektorov).

V prípade špeciálnych požiadaviek vzhľadom na prostredie s nebezpečenstvom výbuchu je vhodné použiť vodič typu EB JE-Y(ST)Y, ktorý je odolný proti požiaru.

Vyhnúť sa spájaniu vodičov - v prípade potreby spojiť dva vodiče je toto riešenie odporúčané len rozbočovacej krabici alebo vo vnútri zariadenia, aby bol spoj ochránený krytom zariadenia pred elektromagnetickým rušením.

Použiť jeden hlavný vodič na uzemnenie - jeho jednotlivé časti spájať čo najkratšou trasou (zamedzenie vzniku náhodných zemných prúdov pri použití viacerých uzemňovacích vodičov),

Oddelené vedenie dátových a napájacích vodičov - popri prípade sa úplne vyhnúť súbežnému vedeniu, ideálne je uloženie vedenia do elektroinštalačných trubiek.

Minimálna vzdialenosť medzi vodičmi nízkeho napätia a signálnym vedením je určená vzťahom:

$$A = S * P$$

Ak je **A** minimálna vzdialenosť medzi signálnym a napájacím vodičom [mm],

S minimálny odstup podľa tabuľky č. 3 a 4 v norme CSN EN 50174-2 ed.2,

P je koeficient kabeláže napájania podľa tabuľky č. 5 v norme CSN EN 50174-2 ed.2 [20].

5.1.2 Uloženie vodičov

Najčastejšie sa vyskytujúcim spôsobom uloženia vodičov je do elektroinštalčných trubiek pod omietku, použitie možné v objektoch s murovanou konštrukciou.

V prípade požiadaviek majiteľa na nepoškodenie muriva (historické budovy) alebo v priemyselnom prostredí, kde sa nepoužívajú murované steny je potrebné vedenie vodiča po povrchu v trubkách alebo lištách. Najideálnejšou variantov je použitie kovového prevedenia vyrobeného z ocele alebo hliníku.

5.1.3 Zásady umiestnenia komponentov

Dbáť na správne umiestnenie a vyhýbať sa miestam v blízkosti zdrojov rušenia, väčšinou elektrických zariadení v okolí. V domácnosti sú to väčšinou elektrické spotrebiče uvedené v teoretickej časti ako zdroje rušenia, to isté platí aj pre zdroje rušenia v priemyselnom prostredí.

5.2 Prostriedky proti rušeniu

Vzhľadom na typ väzby a spôsobu preniknutia do systému je vhodné:

- väzba vyžarovaním - použitie tienenie vodiča a krytu zariadenia,
- rušenie po sieti - filtre a tlmivky proti rušeniu, kondenzátory, obmedzovače prepätia.

5.2.1 Tlmivky odrušovania

Pasívny prvok proti rušeniu napájacích obvodov, umiestňuje sa na napájací vodič kúsok od zariadenia.



Obr. č. 28 Feritový filter EMC [21]

Na obrázku č. 28 je feritový filter, ktorý sa použije na napájací vodič ústredne. Slúži ako ochrana proti vysokofrekvenčnému elektromagnetickému rušeniu.

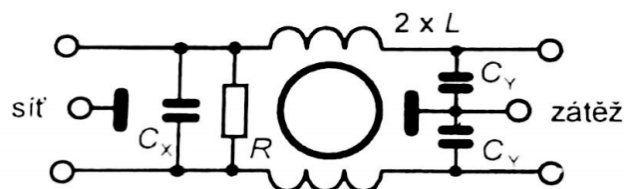


Obr. č. 29 Tlmivka rušenia na feritovom jadre [22]

Tlmivka na feritovom jadre zobrazená na obrázku č. 29 sa používa proti potlačeniu parazitných väzieb na signálnych a riadiacich obvodoch. V prípade poplachových systémov sa používa v obvode základnej dosky.

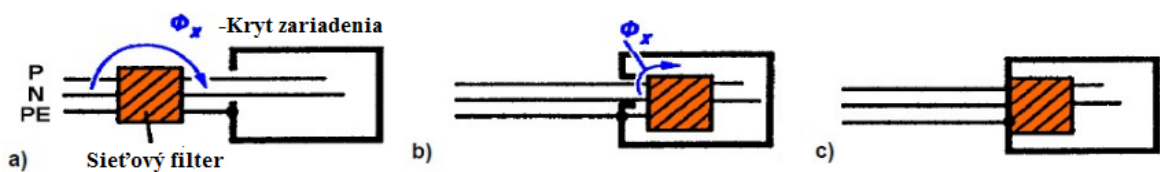
5.2.2 Sieťový filter rušenia

Pre zamedzenie vplyvu EMI na prenášaný signál vodičmi je vhodné použiť filter rušenia, ktorého súčasťou je zabudovaná tlmivka odrušovovania. Pracuje na princípe dolnej priepustnosti. To znamená, že má nadstavenú hodnotu prúdu, ktorú aj keď prenášaný signál prekročí, filter v tom prípade prepustí signál len v jeho maximálnej konštrukčnej hodnote.



Obr. č. 30 Schéma zapojenia sieťového filtru rušenia [23],

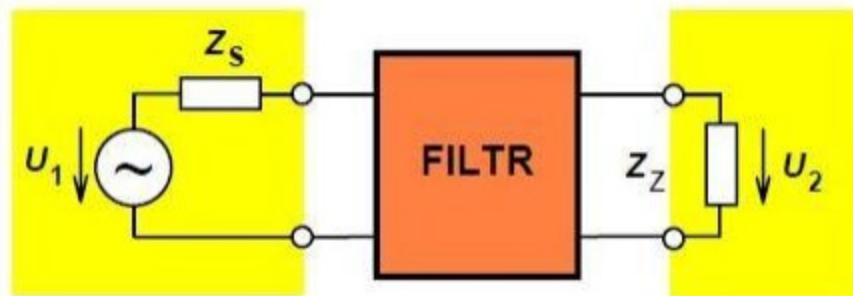
Na obrázku č. 30 je zobrazená schéma sieťového odrušovacieho filtru vstavaného do prístrojovej zásuvky zariadenia. Pri jeho zapojení treba dbať na správne umiestnenie.



Obr. č. 31 Zapojenie filtru proti rušeniu, správne je c) [24], upravil Košťál 2017

Z obrázku č. 31 zapojenie filtra proti rušeniu je v prvých dvoch prípadoch nesprávne, nakoľko môžu negatívne vplyvy túto ochranu obísť a pokračovať. Správne zapojenie je uvedené na obrázku c) , kedy sa musí priamo dotýkať krytu zariadenia a tým pádom rušenie neprejde okolím. Kryt prístroja musí byť vyrobený z vodivého materiálu (kovu) a správne pripojený na uzemňovací vodič.

V súčasnosti je to najpoužívanejší typ filtra, ktorý sa zapája do elektrických rozvodov na napájací vstup zariadenia.



Obr. č. 32 Schéma zapojenia sieťového filtra rušenia [24]

Podľa obrázku č. 32 sa filter zapája medzi zdroj a prijímač rušenia tak, aby nebolo možné túto ochranu obísť.

Zásady návrhu:

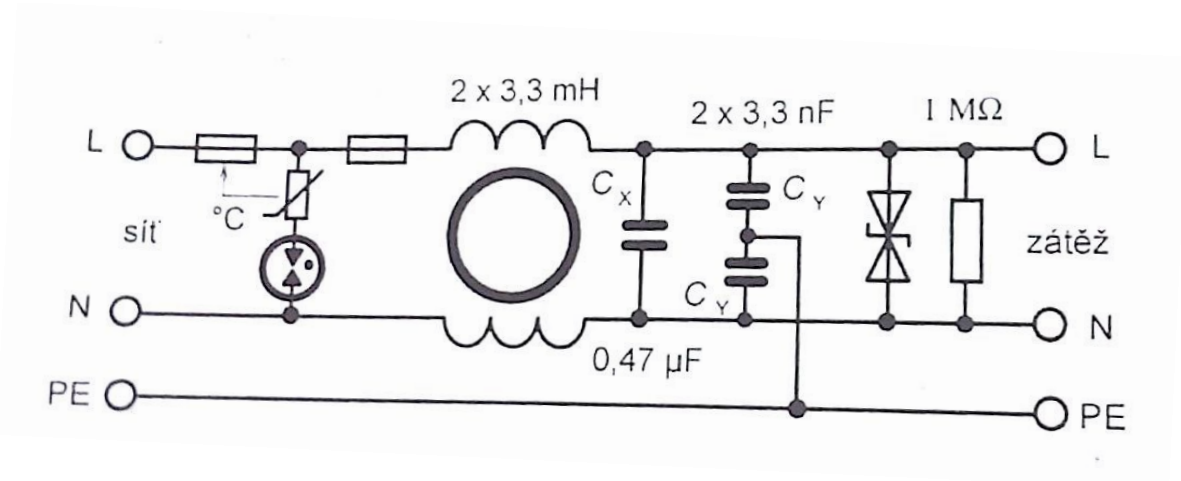
- ak filtrom prechádza prúd o frekvencií 50 Hz, nesmie na tlmivkách vzniknúť úbytok napätia väčší než dve percentá,
- inštalácia filtra na vstup nesmie nijak ovplyvniť požadovanú funkciu zariadenia alebo ohroziť jeho činnosť.

Zásady inštalácie:

Filter je umiestnený vo vnútri zariadenia, jeho ochranný vodič je pripojený k tieniacemu krytu zariadenia a svorky k napájacíemu vedeniu [24].

5.2.3 Špeciálne filtre proti rušeniu

V objektoch so stupňom zabezpečenia štyri sa používajú špeciálne typy filtrov na ochranu proti elektromagnetickému impulzu vyvolaného bleskom a jadrovým výbuchom. Konštrukcia je rovnaká ako pri sieťovom filtri, avšak navyše obsahuje prepät'ovú ochranu (varistor, bleskopoistka alebo supresorová dióda).



Obr. č. 33 Schéma sieťového filtra NEMP proti rušeniu [23]

Na obrázku č. 33 je zobrazená schéma zapojenia NEMP filtra, ktorý taktiež obsahuje prepäťovú ochranu, ktorej úlohou je obmedziť veľkosť prepäťových rušivých impulzov.

Využitie môžu byť rovnako aj špeciálne filtre typu TEMPEST (prechodové úniky a nepravé prenosy), použitie týchto filtrov slúži ako ochrana proti úniku dát predovšetkým po telekomunikačnej sieti. pracujú s vysokými útlmami a širokým kmitočtovým rozsahom až 1 GHz [23].

5.2.4 Elektromagnetické tienenie

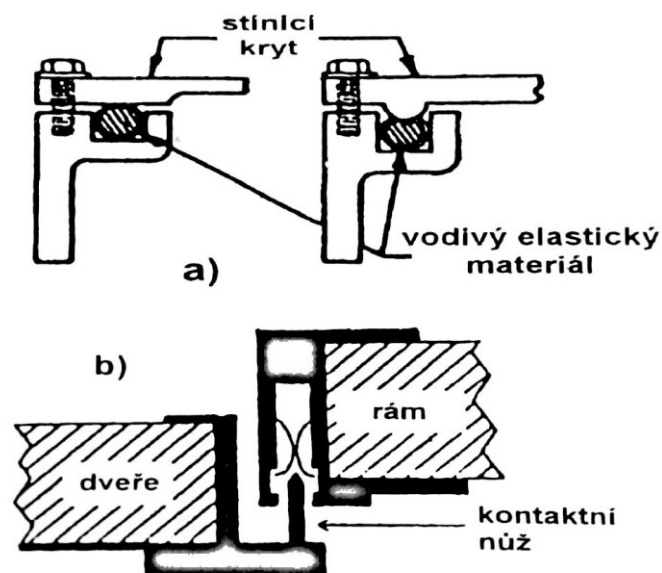
Najúčinnejšia **ochrana zariadenia** proti vplyvom elektromagnetického rušenia vyžarovaním, ktorá zároveň plní funkciu ochrany vyžarovania do okolia je ochranný kovový kryt zariadenia, ktorým môžu byť chránené súčiastky alebo celé zariadenie. Z ochranného krytu je potrebné vytvoriť spoj s uzemňovacím vodičom.

Tienenie **káblových vedení** je najčastejšie realizované hliníkovou fóliou alebo oceľovou sieťkou, poprípade ich kombináciou. Zabraňuje prenikaniu elektromagnetického rušenia do vodiča a zároveň chráni pred vyžarovaním z vodiča. Častým je použitie dvojitej ochrany, kedy sú vnútorné páry vodiča chránené fóliou a všetky páry (celý vodič) je ešte opletený oceľovou sieťkou alebo hliníkovou fóliou.

5.2.5 Elektromagnetické tesnenie

Kryt zariadenia má v prostredí s elektromagnetickým rušením plniť funkciu ochrany pred jeho negatívnymi dopadmi. V obytnej zóne, kde sa nevyskytuje silné rušenie a požiadavky na zabezpečenie sú minimálne, postačuje použitie plastových krytov.

V priemyselnom prostredí a v prostredí vyžadujúcom špeciálne podmienky je vhodnejšie použiť kovový kryt ústredne alebo zariadenia, ktorý chráni vnútorné obvody pred vplyvom okolitého rušenia. Avšak okrem plnenia ochrannej úlohy musí byť možné kryt zariadenia demontovať z dôvodov údržby a konfigurácie, taktiež musí obsahovať vývody na napájacie a dátové vodiče. Miestami, v ktorých je narušená integrita krytu, môže rušenie prenikať a ovplyvňovať funkcie zariadenia. Z toho dôvodu je potrebné aj tieto miesta zabezpečiť tesneniami proti prenikaniu rušenia.

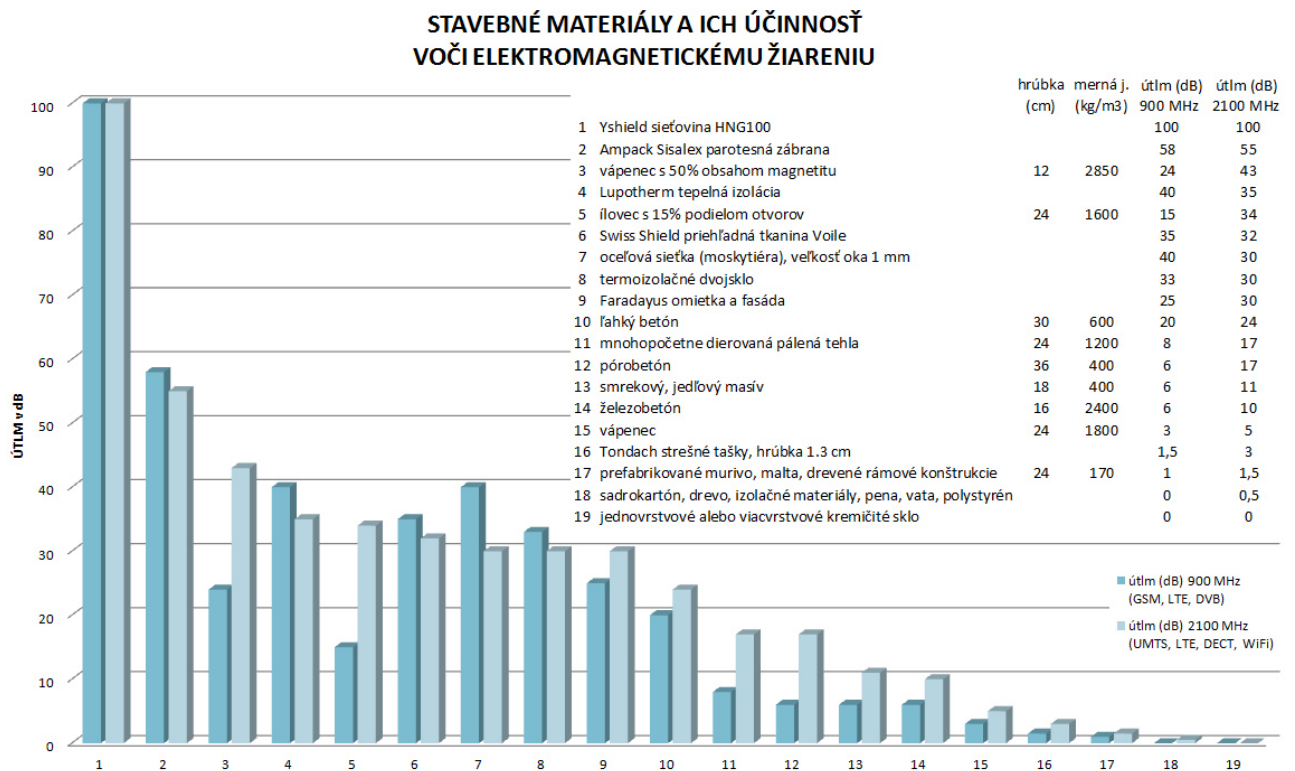


Obr. č. 34 Riešenie elektromagnetického tesnenia [23]

Elektromagnetické tesnenie podľa obrázka č. 34 je vhodné použiť po celom obvode krytu zariadenia medzi pevnou časťou a odnímateľným krytom. Ako tesniaci materiál v mieste spojenia použiť vodivý elastický materiál, ktorá vyplní medzery a zamedzí prieniku rušenia.

5.2.6 Ochrana stavebnými materiálmi

Tak, ako je možné predísť vplyvu rušenia tienením vodičov a zariadení, aj stavebné materiály môžu plniť funkciu ochrany, zväčša proti vplyvom vonkajšieho rušenia.



Obr. č. 35 Účinnosť stavebných materiálov proti elektromagnetickému rušeniu [24]

Na obrázku č. 35 je zobrazená účinnosť jednotlivých materiálov proti rušeniu v pásme 900 MHz a 2 100 MHz. Najúčinnnejšia je sieťovina Ysiehld HNG100 priamo určená k účelu odrušenia vnútorných priestorov, v ktorých je potrebné zabezpečiť 100%-tnú ochranu. Jej cena je približne 30eur za 1 m², takže aplikácia na rozsiahle objekty by bola veľmi nákladná.

5.2.7 Prepäťová ochrana

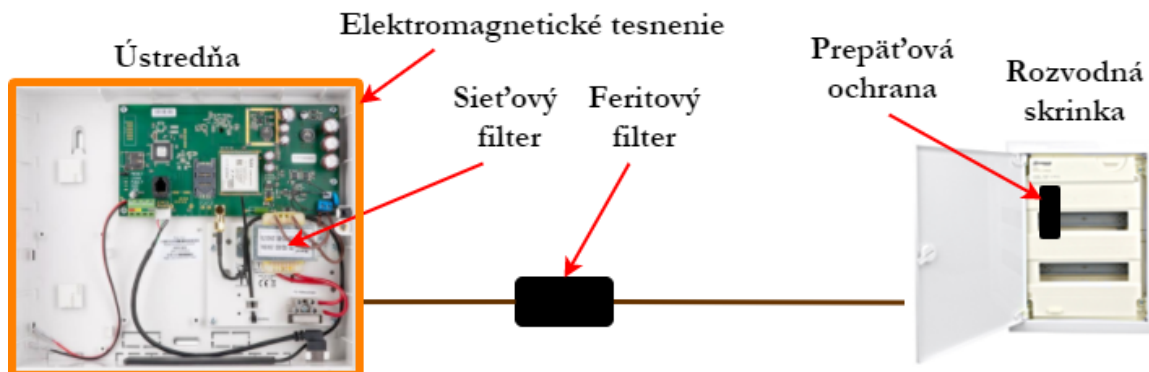
V rámci funkčných požiadaviek musí byť systém PZTS odolný voči prepätiu. S tou požiadavkou sa odvíjajú dva nároky:

- odolnosť,
- rýchlosť reakcie na prepätie.

Na trhu existuje množstvo prvkov, ktoré dokážu systému tieto vlastnosti docieľiť, avšak väčšinou dokáže docieľiť len jednu z vlastností. Z toho dôvodu je doporučená kombinácia dvoch prvkov, kedy prvý z nich dokáže rýchlo zareagovať ale nedokáže prenášať veľké množstvo prúdu a druhý má pomalú reakciu ale dokáže preniesť veľké množstvo prúdu.

Prvky ochrany proti prepätiu:

- **varistor** - ochrana silno-prúdových rozvodov, dokáže preniesť veľké prúdy, nevýhodou je čas reakcie,
- **supresorová dióda** - pracujú na princípe, že ak úroveň prepätia stúpne nad hodnotu ich prierezového napätia, dôjde k zmene vodivosti diódy a prebytočné napätie pošle do uzemnenia [20].



Obr. č. 36 Schéma s vyznačením umiestnenia ochrany pred rušením

Na obrázku č. 36 je znázornené umiestnenie prepät'ovej ochrany, zväčša v rozvádzačej krabici vo vnútri objektu (trieda C) v prostredí obytnom alebo obchodnom. Rozsiahlejšie objekty si vyžadujú umiestnenie prepät'ovej ochrany aj na hlavné rozvádzačie zariadenie, umiestnené na hlavnom prívode elektrickej energie (trieda B), jej údelom je z čo najväčšej časti eliminovať prepätie bleskových prúdov.

Saltek DA-275



Saltek SLP-275



Saltek FX-090



Obr. č. 37 Zariadenia prepät'ovej ochrany [25]

Prepět'ovou ochranu triedy C je nutné umiestniť v rozvádzači vo vnútri objektu, tam môže byť umiestnené väčšie množstvo, rozdelené môžu byť napríklad podľa poschodí, miestností alebo blokov. V prípade menších objektov, hlavne v obytnom prostredí postačuje použiť kombinovanú ochranu B + C, teda umiestniť prepět'ovú ochranu len do vnútra objektu.

Príklad tejto ochrany je na obrázku č. 37, konkrétne prvok Saltek SLP-275.

Do triedy D patria koncové ochrany s umiestnením pred zariadenie, napríklad ústredňa, televízor alebo počítač. Príklad týchto zariadení je na obrázku č. 37:

- Saltek FX-090 ako ochrana na koaxiálnom vedení,
- Saltek DA-275 slúži ako prepět'ová ochrana s vf filtrom, inštalácia v blízkosti chráneného zariadenia, ideálne použitie k ochrane napájania riadiacich systémov.

Táto ochrana slúži na zachytenie zvyšného napätia a do koncového zariadenia prepustí minimálne napätie, ktoré nemôže zariadenie poškodiť. Do tejto kategórie patrí integrovaná zásuvka, koaxiálna priechodka s prepět'ovými výbojkovými ochranami alebo ochrana dátových (internetových) liniek.

5.2.8 Ochrana pred poklesom alebo prerušením napájacieho napätia

Keďže poplachový systém tvoria elektrické zariadenia, ku svojej prevádzke potrebujú elektrickú energiu dodávanú zo siete. Jej kvalitu a spoľahlivosť systém nedokáže ovplyvniť, takže vplyvom ďalších zariadení k nej pripojených a samotného dodávateľa elektrickej energie môže dôjsť k zmenám, poklesom alebo prerušeniu napájacieho napätia. Veľký pokles alebo výpadok zapríčiniť vypnutie systému, ak neobsahuje náhradný zdroj elektrickej energie. Ako ochrana proti negatívnym vplyvom a zároveň ako záložný zdroj elektrickej energie sa používa batéria.

Pri návrhu systému je potrebné vypočítať celkový prúdový odber systému a na základe výsledku zvoliť batériu s vhodnou kapacitou. V prípade nedostatočnej kapacity nebude schopná poskytovať systému potrebné napätie a jej využitie by bolo v tomto prípade zbytočné.

V prípade rozsiahleho systému s veľkým množstvom zariadení, kedy na napájanie nepostačuje batéria, je vhodné použiť ako záložný zdroj energie generátor.

5.3 Bezdrôtový prenos

Na trhu existuje množstvo rôznych systémov, ktoré pracujú s rozdielnymi frekvenciami. Základné pásma komunikácií sú 433 MHz a 868 MHz, patria medzi lacnejšie prevedenie vhodné do obytného prostredia s nízkym stupňom zabezpečenia.

Pre objekty s vyšším stupňom zabezpečenia je vhodné použiť systém s pracovnou frekvenciou 5 GHz alebo špeciálne vyhradenú rádiovú frekvenciu, v ktorej rozsahu nebude pôsobiť žiadne okolité EMI. Takto vyhradené pásmo je vhodné použiť pre dosiahnutie maximálnej spoľahlivosti prenosu signálu.

5.4 Komponent systému

Nové generácie požiarých detektorov AVENTAR detektor 4000 od spoločnosti Bosch Security Systems zaisťujú nepretržité merajú elektromagnetické rušenie, ktorému sú jednotlivé detektory vystavené, počítajú ich hodnoty v reálnom čase a v dlhodobom priemere. Obsluha môže tieto hodnoty sledovať a na ich základe dokáza predvídať prekročenie hodnôt rušení a vyvarovať sa zbytočným planým poplachom.

Z pohľadu zaistenia kompatibility systému je zvolenie ochrany s funkciou detekcie rušenia veľkým prínosom a určite odporúčaným riešením.

Zhrnutie

Základným krokom k dosiahnutiu EMC poplachových systémov je riešenie tejto problematiky ešte počas návrhu systému, ktorý zahŕňa obhliadku priestoru, v ktorom bude inštalovaný. Z hľadiska protiopatrení je nutné dbať na:

- umiestnenie komponentov - vyhnúť sa miestam v blízkosti zdrojov rušenia,
- vedenie vodičov - vyhnúť sa súbežnému vedeniu dátových (signálnych) a napájacích vedení.

Tieto protiopatrenia zamedzia vplyvu a prieniku elektromagnetického rušenia do systému. Ak nie je možné dostatočne zaistiť EMC protiopatreniami, je nutné použiť prvky, ktoré dokáza eliminovať jeho vplyv:

- tienenie vodičov - obsahujúce hliníkovú fóliu alebo oceľové opletenie,
- uloženie vodičov do ochranných prostriedkov (žľabov, trubiek),
- použitie detektorov s funkciou merania EMI - pôsobené rušenie nespôsobí planý poplach,

- tlmivky odrušenia - ochrana na napájacom vodiči alebo priamo na obvode zariadenia proti vysokofrekvenčnému elektromagnetickému rušeniu,
- sieťový filter rušenia - ochrana pred negatívnymi vplyvmi z napájacej siete,
- elektromagnetické tienenie - elektrické obvody ústredne ochrániť kovovým krytom pred preniknutím rušenia,
- elektromagnetické tesnenie - na otvory pre vodiče a netesnosti odnímateľného krytu zariadenia použiť tesnenie proti preniknutiu rušenia,
- ochrana stavebnými materiálmi - v prípade potreby maximálneho odrušenia miestnosti alebo objektu použiť sieťovinu proti rušeniu (100% účinnosť),
- prepäťová ochrana - zamedzí vplyvu pôsobenia vysokého napätia, ktoré by mohlo poškodiť alebo zničiť zariadenie,
- bezdrôtový prenos - pri využití bezdrôtovej komunikácie zvoliť frekvenciu 5 GHz alebo špeciálne vyhradené rádiové pásmo,
- dostatočná batéria - v prípade poklesov alebo prerušení dodávky elektrickej energie poskytuje zariadeniam dočasný náhradný zdroj,
- generátor napätia - vhodné použiť pre rozsiahli systém, na ktorého napájanie by v prípade výpadku elektrickej energie nestačila batéria,
- použiť komponenty s funkciou detekcie elektromagnetického žiarenia v okolí - zníženie množstva planých poplachov.

Aplikáciou uvedených protiopatrení je možné doceliť dostatočnú kompatibilitu na zabezpečenie správnej funkcie systému v elektromagnetickom prostredí.

ZÁVER

Elektromagnetické rušenie je každodennou súčasťou bežného života väčšiny ľudí na svete. Obklopuje nás v širokom spektre frekvencií a rovnako aj elektrické alebo elektronické zariadenia. Každé môže svojou konštrukciou predstavovať zdroj a zároveň aj prijímač rušenia.

Teoretická časť práce sa zameriava na analýzu a následné spracovanie aktuálnych legislatívnych a technických požiadaviek v oblasti elektromagnetickej kompatibility poplachových systémov, predovšetkým na požiadavky elektromagnetickej odolnosti. Druhá kapitola teoretickej časti sa zameriava na typy rušenia, ktoré z hľadiska časového priebehu môžu na systém pôsobiť stále, v impulzoch alebo kombináciou oboch. Podľa pôvodu môžu byť vytvorené prírodne alebo umelo človekom, ktoré pre aplikácie poplachových systémov predstavujú hlavný zdroj rušenia. V závislosti na type rušenia sa odvíja väzba (galvanická, kapacitná, indukčná, väzba vyžarovaním), ktorou preniká do systému.

Praktická časť analyzuje negatívne vplyvy elektromagnetického rušenia na činnosť poplachových systémov s ohľadom na jeho typ. Preniknúť môže komponentom systému, ktorý je určený k interakcii cez elektromagnetické pole a jeho účinkami spôsobí zhoršenie kvality vlastností systému, planými poplachmi až nespoľahlivosť fungovania. Ďalšou možnosťou je preniknutie cez kryt zariadenia, poškodeným tienením vodiča alebo elektrickou sieťou, vplyv na systém takto vniknutého rušenia môže mať za následok poškodenie funkcie alebo až deštrukciu zariadenia.

Posledná kapitola sa zaoberá znížením vplyvu elektromagnetického rušenia, ktoré je možné eliminovať použitím správneho vedenia a jeho zásadách inštalácie vzhľadom na prostredie, umiestnením filtrov na napájacích vedeniach, tieneným krytom zariadenia alebo zvolením vhodnej frekvencie bezdrôtovej komunikácie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VACULÍKOVÁ, Polina, VACULÍK, Emil. Elektromagnetická kompatibilita elektrotechnických systémů: Praktický průvodce techniky omezení elektromagnetického vř rušení. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 1998. 487 s. ISBN 80-7169-568-8.
- [2] VALOUCH, Jan. Projektování integrovaných systémů. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2015. 169 s. ISBN 978-80-7454-557-3.
- [3] 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.
- [4] Česká republika. Nařízení vlády 426/2016 Sb. o posuzování shody rádiových zařízení při jejich dodávání na trh. In *Sbírka zákonů*. 2016, 24, s. 6913-6930.
- [5] Česká republika. Nařízení vlády 117/2016 Sb. o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh. In *Sbírka zákonů*. 2016, 80, s. 2037-2051.
- [6] ČSN EN 50130-4 *Poplachové systémy*. Část 4: Elektromagnetická kompatibilita - Norma skupiny výrobkov: Požiadavky na odolnosť komponentov požiarnych systémov, zabezpečovacích systémov a systémov privolania pomoci. Praha: Český normalizační inštitút, 1997. 20 s.
- [7] ČSN EN 50561-1 *Zariadenia pre komunikáciu po vedení používanéj v inštaláciách nízkeho napätia - Charakteristiky vysokofrekvenčného rušenia - Medze a metódy merania - Časť 1: Zariadenia pre domáce použitie*. Praha: Úrad pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo, 2014.
- [8] ČSN EN 55032 ed. 2 *Elektromagnetická kompatibilita multimedialnych zariadení - Požiadavky na emisie*. Praha: Úrad pre technickú normalizáciu, metrológiu a štátne skúšobníctvo, 2016.
- [9] KÚS, Václav, SKÁLA, Jiří, HAMMERBAUER, Jiří. Elektromagnetická kompatibilita výkonových elektronických systémů. 1. Vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2013. 374 s. ISBN 978-80-7300-476-7.
- [10] KAŇUCH, Jan, KOVÁČ, Dobroslav, KOVÁČOVÁ Irena. EMC z hlediska teorie a praxe. 1. vydání. Praha: BEN- technická literatura, 2006. 216 s. ISBN 80-7300-202-7.

- [11] ELEKTROREVUE, *Elektromagnetická kompatibilita*, 2013 [online]. [cit. 15.4.2017]. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/00031/index.html>
- [12] ELEKTROSMOG, *Elektromagnetické zdroje* 2011 [online]. [cit. 16.4.2017]. Dostupné z: <http://www.elektrosmog.voxo.eu>.
- [13] Researchgate.com. *High Power Microwave effects on alarm system and components* 2008 [online]. [cit. 6.5.2017]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228901058_High_Power_Microwave_effects_on_alarm_systems_and_components.
- [14] NILSSON, Tony. Investigation of Limiters For HPM and UWB Front-door Protection. Linköping, 2006. Závěrečná práce. Linköpings Universitet. Vedúci práce Dr. Mats Bäckström.
- [15] UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů: II. díl - EZS II. Praha: PA-ČR, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
- [16] Cisco.com. *WAN technologie*, 2008 [online]. [cit. 6.5.2017]. Dostupné z: <http://cisco-academy.aspone.cz/wan-technologie.html>.
- [17] MACHO, Ondřej. *Aplikace anten v poplachových systémech*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016, 81 s. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/38905>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav bezpečnostního inženýrství. Vedúci práce Valouch Ján.
- [18] Supdigitalsecurity.sk. *Mikrovlnné bariéry* [online]. [cit. 7.5.2017]. Dostupné z: http://web.supdigitalsecurity.sk/?page_id=29.
- [19] KŘEČEK, Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. Blatná: Cricetus, 2003, 351 s. ISBN 80-902-9382-4.
- [20] ElektriKa.cz, *Odstup vodičův* [online]. [cit. 21.5.2017]. Dostupné z: <http://elektriKa.cz/data/clanky/horak-6-instalace-vnitrnich-silnoprudych-a-slaboprudych-kabelovych-rozvodu-dle-csn-en-50174-2-ed.2>.
- [21] Ferrite.ru, *Filtre EMC* [online]. [cit. 20.5.2017]. Dostupné z: <http://ferrite.ru/products/tdk/>.
- [22] Tme.eu, *Tlmivky EMI* [online]. [cit. 20.5.2017]. Dostupné z: http://www.tme.eu/html/SK/drotove-tlmivky-emi-bourns/ramka_15526_SK_pelny.html.

- [23] SVAČINA, Jiří. *Elektromagnetická kompatibilita: principy a poznámky*. Brno: Vysoké učení technické, 2001, 156 s. Připojujeme se k Evropské unii. ISBN 8021418737.
- [24] Encyklopedie EMC. DŘÍNOVSKÝ, Jiří, Tomáš FRÍZA a Jiří SVAČINA. VUT. *Elektromagnetická kompatibilita: přednášky* [online]. Vyd. 1. V Brně: Vysoké učení technické, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2010 [cit. 8.5.2017]. Dostupné z: <http://www.radio.feec.vutbr.cz/emc/>.
- [25] Saltek.eu, *Prepät'ové ochrany* [online]. [cit. 21.5.2017]. Dostupné z: <http://www.saltek.eu/sk/>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EMC	Electromagnetic compatibility (elektromagnetická kompatibilita)
EMI	Electromagnetic interference (elektromagnetické rušenie)
EMS	Electromagnetic susceptibility (elektromagnetická citlivosť)
RFI	Radio frequency interference
FCC	Federal Communications Commission
NV	Nariadenia vlády
EU	Európska únia
ITE	Information Technology Equipment (zariadenia informačnej techniky)
EUT	Equipment Under Test (skúšané zariadenie)
CCTV	Uzavretý televízny okruh pre použitie v bezpečnostných aplikáciách
SKV	Systém kontroly vstupu pre použitie v bezpečnostných aplikáciách
ms	Mili sekunda
Hz	Hertz (jednotka kmitočtu)
MHz	Mega Hertz
vf	Vysoko frekvenčný
kV	Kilo Volt
mJ	Mili Joule
dB μ V	Logaritmická jednotka napätia
GHz	Giga Hertz
VVN	Veľmi vysoké napätie
VN	Vysoké napätie
NN	Nízke napätie
EMP	Elektromagnetické pole
CFL	Úsporné žiarovky

Wi-Fi	Wireless local area network (bezdrôtová sieť)
GPS	Global position system (navigačný systém)
ITE	Information technology equipment (zariadenie informačnej techniky)
AC	Alternating current (striedavý prúd)
DC	Direct current (jednosmerný prúd)
PIR	(Passive Infrared Receiver) pasívny infračervený detektor
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tiesňový systém
NO	Normally open (normálne otvorená)
NC	Normally closed (normálne zatvorená)
EOL	End of line (na konci)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Základná klasifikácia EMC	11
Obr. č. 2 Proces elektromagnetického rušenia [1], upravil Košťál 2017.....	12
Obr. č. 3 Rozdelenie zariadení [5], upravil Košťál 2017.....	20
Obr. č. 4 Postup posúdenia zhody podľa interného riadenia výroby [5],	22
Obr. č. 5 Postup posúdenia zhody s typom založenej na internom riadení výroby [5],	24
Obr. č. 6 Delenie technických noriem z hľadiska EMC	28
Obr. č. 7 Prehľad základných noriem	29
Obr. č. 8 Prehľad kmeňových noriem.....	29
Obr. č. 9 Prehľad výrobkových noriem	30
Obr. č. 10 Rozdelenie skúšok elektromagnetických emisií ITE [6], upravil Košťál, 2017	39
Obr. č. 11 Schéma poplachového systému s okolitými vplyvmi.....	43
Obr. č. 12 Princíp pôsobenia kapacitnej väzby medzi vodičmi [11],	45
Obr. č. 13 Princíp pôsobenia indukčnej väzby medzi vodičmi [11],.....	46
Obr. č. 14 Princíp pôsobenia galvanickej väzby medzi vodičmi [11],	46
Obr. č. 15 Princíp pôsobenia rušivej väzby vyžarovaním medzi vodičmi [11], upravil Košťál, 2017.....	47
Obr. č. 16 Schéma zapojenia PZTS s vyznačením možného prieniku EM rušenia do systému.....	55
Obr. č. 17 Zapojenie slučky NO	57
Obr. č. 18 Zapojenie slučky NC	58
Obr. č. 19 Zapojenie slučky EOL	58
Obr. č. 20 Zapojenie slučky 2EOL	59
Obr. č. 21 Zapojenie slučky ATZ	59
Obr. č. 22 Rozdelenie komunikácie zo systémového hľadiska	60
Obr. č. 23 Prevod analógového signálu na digitálny [15]	63
Obr. č. 24 Zapojenie slučkovej analógovej ústredne [15], upravil Košťál 2017	64
Obr. č. 25 Zapojenie detektoru pohybu [19], upravil Košťál 2017	65
Obr. č. 26 Zapojenie ústredne s priamym adresovaním [15], upravil Košťál 2017	66
Obr. č. 27 Zapojenie ústredne s koncentrátorom [15], upravil Košťál 2017	66
Obr. č. 28 Feritový filter EMC [21].....	72
Obr. č. 29 Tlmivka rušenia na feritovom jadre [22]	73

Obr. č. 30 Schéma zapojenia sieťového filtra rušenia [23],	73
Obr. č. 31 Zapojenie filtra proti rušeniu, správne je c) [24], upravil Košťál 2017	73
Obr. č. 32 Schéma zapojenia sieťového filtra rušenia [24]	74
Obr. č. 33 Schéma sieťového filtra NEMP proti rušeniu [23].....	75
Obr. č. 34 Riešenie elektromagnetického tesnenia [23]	76
Obr. č. 35 Účinnosť stavebných materiálov proti elektromagnetickému rušeniu [24].....	77
Obr. č. 36 Schéma s vyznačením umiestnenia ochrany pred rušením.....	78
Obr. č. 37 Zariadenia prepäťovej ochrany [25]	78

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 Oblasti technických požiadavkou rozdelená z pohľadu výroby a skúšky zariadenia [2], upravil Košťál 2017.....	27
Tab. č. 2 Prepojenosť technických noriem EMC s normami poplachových systémov [2], upravil Košťál 2017	31
Tab. č. 3 Aplikácia technických noriem na komponenty poplachových systémov [2],	32
Tab. č. 4 Rozmedzie testovaných napätí podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6],	33
Tab. č. 5 Poklesy a krátkodobé prerušenia sieťového napájacieho napätia podľa	34
Tab. č. 6 Kritéria skúšok elektrostatického výboja podľa	34
Tab. č. 7 Medze testovania podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál 2017.....	35
Tab. č. 8 Hodnoty testovaného rušenia indukované elektromagnetickým polom podľa ČSN EN 50130-4 ed.2 [6], upravil Košťál 2017	36
Tab. č. 9 Hodnoty testovania rýchleho prechodového javu podľa	36
Tab. č. 10 Hodnoty testovania pomalého rázového napäťového pulzu podľa	37
Tab. č. 11 Rozsah kmitočtu skúšky v závislosti na EUT.....	39
Tab. č. 12 Medze rušenia šíreného žiarením podľa ČSN EN 55022 ed. 3 [6],.....	40
Tab. č. 13 Medze rušenia šíreného na sieťových svorkách podľa ČSN EN 55022 ed. 3 [6], upravil Košťál, 2017	40
Tab. č. 14 Medze nesymetrického rušenia šíreného vedením na telekomunikačných portoch podľa ČSN EN 55022 ed. 3 [6], upravil Košťál, 2017	41
Tab. č. 15 Delenie rušivých signálov [6], upravil Košťál 2017.....	44
Tab. č. 16 zdroje rušenia obytného prostredia [12]	48
Tab. č. 17 Zdroje rušenia priemyselného prostredia [11].....	49
Tab. č. 18 Hodnoty napájania trakčných vedení [12].....	49
Tab. č. 19 Zdroje vonkajšieho rušenia [12]	51
Tab. č. 20 Vonkajšia komunikácia s ústredňou [15, 16, 17].....	61
Tab. č. 21 Komponenty vnútro - systémovej komunikácie s frekvenciou ich pracovnej činnosti [15, 18].....	62

SEZNAM PŘÍLOH