Obsah

Předmluva....4
1 Poplachové zabezpečovací systémy (PZS)....5
2 Historie PZS....10
3 Architektura PZS....14
4 Komunikace v PZS....19
4.1 Smyčkové systémy....20
4.2 Sběrnicové systémy....25
4.3 Rádiové systémy....28
5 Detektory pro PZS....32
6 Prostorové detektory....39
6.1 Objemové detektory....39
6.1.1 Pyroelektrické detektory....39
6.1.2 Mikrovlnné detektory....46
6.1.3 Radary....49
6.2 Hraniční detektory....56
6.2.1 Liniové detektory....56
6.2.1.1 Zemní liniové detektory....56
6.2.1.2 Nadzemní liniové detektory....63
6.2.2 Plošné detektory....68
7 Objektové detektory....73
7.1 Překážkové detektory....73
7.1.1 Detektory otevření....73
7.1.2 Detektory tříštění skla....75
7.1.3 Otřesové detektory....78
7.1.3.1 Lokální otřesové detektory....78
7.1.3.2 Distribuované otřesové detektory....82
7.2 Předmětové detektory....89
7.2.1 Tíhové detektory....89
7.2.2 Translační detektory....91
8 Další prvky PZS....93
Závěr....101
Literatura....102

1 Poplachové zabezpečovací systémy (PZS)

Již bylo uvedeno, že tato kniha je věnována poplachovým zabezpečovacím systémům, tj. systémům, které vyhlašují varovný signál Poplach v případě narušení bezpečnosti chráněných aktiv. Typicky se jedná o systémy, které tento signál vyhlašují v případě vniknutí zloděje do domu. Nežli se však pustíme do podrobnějšího vysvětlování, tak je vhodné vysvětlit základní pojmy a také vysvětlit místo poplachových zabezpečovacích systémů mezi ostatními zabezpečovacími systémy. V této souvislosti je nutné upozornit na skutečnost, že problematika projektování poplachových zabezpečovacích systémů se řídí příslušnými standardy, přičemž někteří odborníci trvají na tom, aby se terminologie z těchto standardů používala zcela obecně, tj. i v oblastech jako je věda, výzkum nebo školství. Anglický originál základního standardu byl však schválen v roce 2005, a tak zákonitě vzniká ten problém, že soudobé poznatky a soudobé technologie nelze popisovat pomocí terminologie, která je stará už dvacet let. Proto je jeden z cílů této knihy formulovat terminologii, která je postavena soudobých znalostech.

Nyní si vysvětlíme základní pojmy. Osoby i organizace mívají umístěn svůj hmotný majetek v určité geografické oblasti. Například výrobní firma má ve svém vlastnictví pozemek s budovami, v nichž se nacházejí stroje, zásoby a vyrobené produkty. Budovy, stroje, zásoby a produkty jsou hmotným majetkem, o který však firma může přijít v důsledku například požáru nebo krádeží. Ke snížení pravděpodobnosti a velikosti zmíněných ztrát se vytvářejí technické systémy zabezpečení, které jsou nějakou kombinací stavebního řešení, mechanických zábran a také elektronických zabezpečovacích systémů. Na obr. 1.1 je uveden příklad zabezpečení firemního areálu. Zde jsou stavebními opatřeními plot a zídky, mechanickou zábranou je vjezdová brána a elektronické zabezpečovací systémy reprezentuje dohledový videosystém, jehož jedna z kamer se nachází na stěně budovy vpravo.

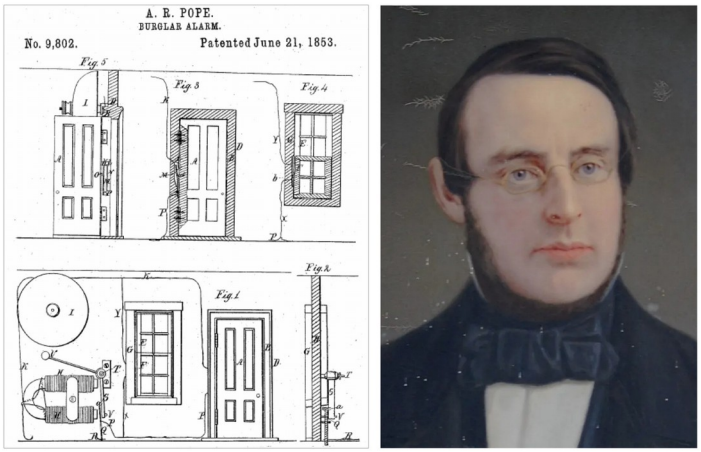
Obr. 1.1: Příklad zabezpečení firemního areálu.

Pomocí předchozího příkladu si nyní lze upřesnit několik základních pojmů. Prvním pojmem jsou **hmotná aktiva**, kterými budeme rozumět cokoliv, co má hmotnou povahu a je pro svého majitele cenné. Typicky se jedná o budovy, předměty, hotovost, ale i o osoby, jako jsou například zaměstnanci nebo návštěvníci firmy. Doplňujícím pojmem jsou **nehmotná aktiva**, což jsou cennosti nehmotné povahy, jako jsou například data, práva, pověst apod. K přímé ochraně tohoto typu aktiv nelze poplachové zabezpečovací systémy použít.

Dalším pojmem je **kontrolovaná oblast**, kterou budeme rozumět prostor, v němž daný zabezpečovací systém plní svůj účel. Obvykle se jedná o budovu, pozemek, či areál. Také si ještě zavedeme pojem **incident**, což je událost, která může způsobit ztrátu aktiv v kontrolované oblasti, tj. může majiteli aktiv způsobit škodu. Příkladem tohoto typu událostí jsou neoprávněné vniknutí do oblasti, požár, zaplavení, krádež, sabotáž, či přepadení. **Elektronický zabezpe-**

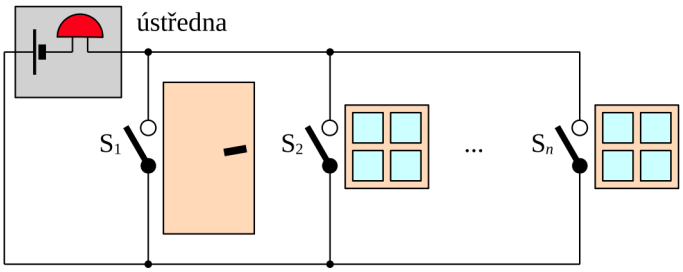
2 Historie PZS

Historicky první elektrický poplachový zabezpečovací systém byl patentován v roce 1853 (viz obr. 2.1 vlevo) v USA panem A. R. Pope (obr. 2.1 vpravo).



Obr. 2.1: Vlevo je patent z roku 1853 na první elektrický PZS systém [6] a vlevo je jeho autor pan A. R. Pope [7].

Fungování systému ilustruje obr. 2.2. Jádro systému, které se v současné době nazývá ústředna, bylo tvořeno zvonkem s baterií. K této ústředně byly paralelně připojeny detekční spínače (označeny S_1, S_2 až S_n). V chráněném domu byly detekční spínače instalovány u křídel dveří a u oken. V klidovém stavu byly rozepnuty a pokud útočník dveře nebo okno otevřel, tak došlo k sepnutí příslušného spínače, uzavřel se elektrický obvod a zvonek začal zvonit.

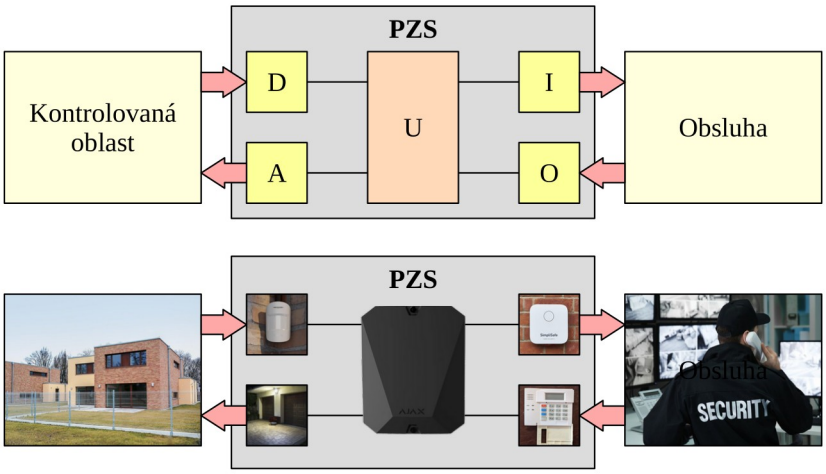


Obr. 2.2: Princip prvního elektrického PZS systému.

V roce 1858 patent odkoupil bostonský obchodník a vynálezce pan E. Holmes (obr. 2.3 vlevo). Ten začal potřebné prvky systému vyrábět, nabízet a instalovat. Zasloužil se o to, že i přes počáteční velkou nedůvěru se PZS systémy nakonec rozšířily po celých USA. Na obr. 2.3 vpravo je pro zajímavost uvedena dobová kresba zvonku, který byl v té době nejsložitější součástí systému. Zvonek fungoval na principu Wagnerova kladívka. Pokud došlo k sepnutí některého z detekčních spínačů, tak se na vodičích *f* a *g* objevilo napětí. Cívkou *D* elektromagnetu začal protékat proud a vzniklé magnetické pole přitáhlo rameno *C*. Kulička *B* tak udeřila do gongu *A*, čímž vznikl zvuk (tento stav je nakreslený na obrázku). Zároveň však došlo i k rozpojení kontaktů *a* a *b*, čímž se proud cívkou přerušil a rameno *C* se vrátilo do levé polohy. S návratem ramena došlo k opětovnému propojení kontaktů *a* a *b*, takže cívka *D* znovu rameno *C* přitáhla. To se neustále opakovalo a vzniklou sérií úderů do gongu byl signalizován incident.

3 Architektura PZS

Obecnou architekturu PZS ilustruje horní část obr. 3.1. Dolní část ilustruje možný vzhled jednotlivých prvků architektury. Jádrem systému je ústředna U, která zajišťuje řízení celého systému. Od detektorů D (např. od detektoru PIR) ústředna získává hlášení o vzniku incidentů v kontrolované oblasti a následně prostřednictvím informačních zařízení I (např. sirénou) o těchto skutečnostech informuje obsluhu. Obsluha přitom může být buď lokální (tj. nachází se v kontrolované oblasti), nebo vzdálená (tj. je mimo kontrolovanou oblast). V moderních systémech PZS ústředna také často ovládá akční zařízení A, jimiž se v kontrolované oblasti vykonávají určené akce (např. rozsvícení světel). Dalším prvkem PZS jsou ovládací zařízení O (např. klávesnice s displejem), která obsluze umožňují nastavovat a ovládat poplachový zabezpečovací systém podle potřeby. Ke komunikaci mezi ústřednou a ostatními prvky se používají různé typy spojů (např. rádio, sběrnice nebo proudové smyčky).



Obr. 3.1: Architektura PZS. Horní část je obecná prezentace a dole je pro názornost prezentována architektura PZS pomocí typického vzhledu jejích prvků.

Nyní si budeme jednotlivé prvky PZS stručně charakterizovat. **Detektory** jsou elektrická zařízení, která detekují vznik incidentu a tuto skutečnost hlásí ústředně. Uvedený typ hlášení nazveme **Poplach**. Kromě tohoto hlášení existují i jiné typy hlášení. K nejdůležitějším patří hlášení Sabotáž, Klid a Porucha. Hlášením **Sabotáž** detektor ústředně obvykle oznamuje demontáž svého krytu. Tato skutečnost indikuje, že se někdo snaží dostat dovnitř detektoru s cílem narušit jeho řádné fungování. Hlášením **Klid** detektor ústředně potvrzuje, že se nachází ve funkčním stavu a že žádný incident nenastal. A konečně pomocí hlášení **Porucha** detektor ústředně oznamuje nějaký technický problém (např. nízkou kapacitu své napájecí baterie). Exempláře dvou typů detektorů jsou na obr. 3.2. Vlevo je detektor otevření dveří a vpravo je zobrazen PIR detektor, který je kombinován s detektorem tříštění skla. Detektorům se budeme mnohem podrobněji věnovat v samostatných kapitolách.

Co se týče ústředen, tak soudobé **ústředny** PZS lze charakterizovat jako řídící počítače se specifickými periferiemi, jimiž jsou detektory a informační, akční i ovládací zařízení. Řídící počítač ústředny zejména vyhodnocuje hlášení detektorů a informuje o tom obsluhu prostřednictvím informačních zařízení. Případně na základě hlášení od detektorů a stavu ústředny automaticky aktivuje akční zařízení. Řízení ústředny a celého systému provádí obsluha pomocí ovládacích zařízení.

4 Komunikace v PZS

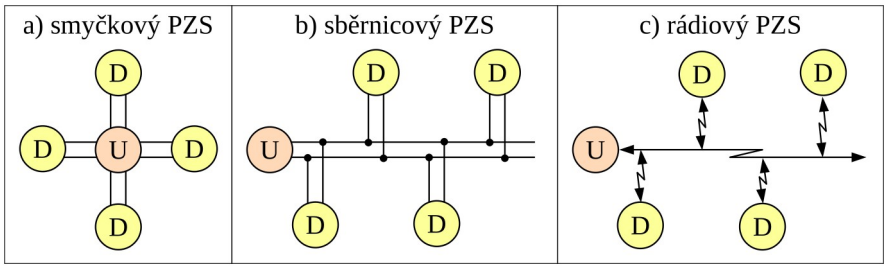
PZS systém je distribuovaný systém, jehož jednotlivé prvky jsou geograficky rozptýleny. Jak již bylo zmíněno, soudobé ústředny jsou pro komunikaci s ostatními prvky systému vybavovány různými komunikačními rozhraními (smyčky, sběrnice, rádio, Ethernet, Wi-Fi, GSM). Ale protože nejpočetnějšími prvky v systému bývají detektory, tak je účelné PZS systémy klasifikovat právě podle způsobu komunikace ústředny s detektory. Zpočátku byla tato komunikace řešena pomocí dvoudrátových smyček, ale koncem 20. století se začaly používat také sběrnice a rádiové spoje.

V současné době se lze setkat se všemi uvedenými případy, a tak PZS systémy je možné podle způsobu komunikace klasifikovat následovně:

- kabelové PZS
  - smyčkové,
  - sběrnicové,
- rádiové PZS,
- hybridní PZS.

U kabelových PZS se detektory D připojují k ústředně U vícežilovými metalickými kabely. Vodiče v těchto kabelech slouží ke komunikaci a případně i k napájení detektorů. Detektory jsou napájeny z centrálního zdroje, který bývá součástí ústředny. A protože vyřazení napájení patří k prvořadým cílům útočníka, tak je napájení ze sítě 230 V navíc zálohováno akumulátorem umístěným v ústředně. Kapacita záložního akumulátoru dovoluje po vyřazení nebo výpadku sítě 230 V napájet celý PZS až desítky hodin.

V případě smyčkových systémů (viz obr. 4.1 a) se do dvoudrátové proudové smyčky od ústředny obvykle připojuje pouze jeden detektor D, takže celkové připojovací schéma pak má topologickou podobu hvězdy. Přenos hlášení je jednosměrný, přičemž hlášení je reprezentováno velikostí proudu ve smyčce. Výhodou proudových smyček je jejich jednoduchost a robustnost. Nevýhodou je jednosměrná komunikace s velmi omezeným souborem možných hlášení. Další nevýhodou proudových smyček je složitý a tedy i nákladný kabelový rozvod.



Obr. 4.1: Typy PZS systémů podle způsobu komunikace: a) smyčkový, b) sběrnicový, c) rádiový. Legenda: U = ústředna, D = detektor.

Stále více se v PZS využívají sběrnice (viz obr. 4.1 b). V tomto případě jsou ústředna U a detektory D paralelně připojeny na společnou dvojici vodičů (tzv. sběrnici). Komunikace probíhá výměnou bloků bitů, které nazveme rámce. Různé bitové kombinace rámců reprezentují buď příkazy ústředny nebo hlášení detektorů. Velkou výhodou sběrnicového řešení je možnost obousměrné komunikace mezi ústřednou a detektory s rozsáhlým souborem možných hlášení a příkazů. To také umožňuje na sběrnici připojit i jiné typy prvků, jako jsou akční, informační i

5 Detektory pro PZS

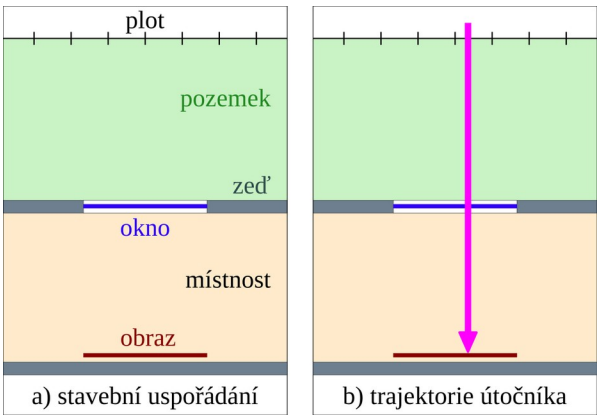
Již bylo zmíněno, že účelem PZS systémů je detekovat a hlásit incidenty. Problematika hlášení incidentů není nijak složitá. V rámci kontrolované oblasti se vesměs používají sirény, či majáky, které jsou k ústředně připojeny smyčkou nebo sběrnicí. Pro hlášení do vzdálených míst se nejčastěji využívají počítače, či smartfony připojené datovými komunikačními spoji. Problematika detekce incidentů je však mnohem složitější a proto ji budeme věnovat prakticky celý zbytek této knihy.

Připomínáme, že detektory jsou elektrická zařízení, která detekují vznik incidentu a že incident je definován jako událost vedoucí k možné ztrátě aktiv. Podle typu detekovatelného incidentu můžeme detektory klasifikovat následovně.

- **Intruzní**: slouží k detekci neoprávněných aktivit osob. Typicky se jedná o neoprávněné vniknutí do kontrolované oblasti a o neoprávněnou manipulaci s aktivy.
- **Požární**: slouží k detekci požárů.
- **Látkové**: slouží k detekci výskytu nebezpečného množství, či koncentrace nějaké látky. Typicky se jedná o zaplavení místnosti vodou nebo o výskyt nebezpečného plynu.

Detektory využívají skutečnost, že každý incident je doprovázen specifickými jevy, které nazveme příznaky incidentu. Například osoba přelézající plot způsobuje jeho otřesy, požár je doprovázen výskytem kouře a nebezpečí výbuchu vzniká při překročení určité hodnoty koncentrace hořlavého plynu. Příznaky zmíněných incidentů jsou pak otřesy plotu, kouř v místnosti, resp. vysoká koncentrace například metanu. Principem detektorů je sledovat a vyhodnocovat výskyt odpovídajících příznaků. Problémem však je, že sledované příznaky mohou být způsobeny i jinými událostmi. Například otřesy plotu mohou být způsobeny také poryvy větru, kouř v místnosti může být jen kouřem z cigarety a vysoká koncentrace metanu může být způsobena větry, které produkuje osoba stojící v blízkosti detektoru. Vznikají tak tzv. falešné poplachy. K minimalizaci falešných poplachů se při detekci kombinuje více typů příznaků doprovázející daný incident (u požáru např. kouř a teplota) a využívají se přesnější techniky měření i sofistikovanější techniky zpracování výsledků těchto měření (např. se průměrují hodnoty několika po sobě jdoucích měření).

V dalším se budeme zabývat především intruzními detektory, které jsou určeny k detekci neoprávněného vniknutí do kontrolované oblasti a k detekci neoprávněné manipulace s aktivy. Nejprve si uvedeme jednoduchý příklad jejich nasazení (viz obr. 5.1).



Obr. 5.1: Příklad stavebního uspořádání kontrolované oblasti (vlevo) a trajektorie útoku na aktivum (vpravo).

6 Prostorové detektory

Již jsme si uvedli, že prostorové detektory slouží k detekci útočníka ve volném prostoru. Oblast, v níž je takovýto detektor schopen útočníka detekovat, jsme nazvali detekční oblastí. Také již bylo řečeno, že detekční oblast může být třírozměrná, dvourozměrná nebo jednorozměrná. Pokud má detektor třírozměrnou detekční oblast, tak jej řadíme mezi objemové detektory, protože může útočníka detekovat kdekoliv v celém objemu své detekční oblasti. V případě dvourozměrné detekční oblasti (tj. plochy), resp. jednorozměrné oblasti (tj. linie) tyto detektory označujeme jako hraniční, protože příslušná plocha, resp. linie tvoří hranici, jejíž překročení útočníkem je detekováno. V následujících podkapitolách si podrobněji vysvětlíme typické zástupce obou výše zmíněných tříd prostorových detektorů.

6.1 Objemové detektory

Objemové detektory slouží k detekci útočníka v oblasti, která má podobu třírozměrného geometrického útvaru. Z této kategorie detektorů se v praxi nejčastěji používají detektory PIR, mikrovlnné detektory a radary. Uvedené typy detektorů si nyní vysvětlíme.

6.1.1 Pyroelektrické detektory

Pyroelektrický detektor je často zkráceně označován jako **detektor PIR** („Passive Infra-Red“). Jedná se o pasivní detektor, který je určen k detekci pohybu útočníka v třírozměrné oblasti, přičemž příznakem incidentu je infračervené (IR) záření lidského těla. Typický vzhled PIR detektoru je na obr. 6.1 a podrobnější popis jeho vnějšího a vnitřního uspořádání je uveden na obr. 6.2.

Obr. 6.1: Typický vzhled PIR detektoru. Vlevo je pohled zepředu, uprostřed je pohled zboku a vpravo je pohled na detektor zepředu po sejmutí víka [37].

Podle obr. 6.2 je základním prvkem PIR detektoru pyroelektrický snímač, který dokáže detekovat infračervené záření generované lidským tělem. Další důležitou součástí detektoru je soustava čoček, která se však v praxi nepřesně označuje jen jako čočka. Na obrázku je vidět i tělo detektoru s držákem, ke kterému přiléhá víko detektoru s čočkou. Pro zajímavost je na obrázku ještě vyznačen sabotážní spínač a také svorkovnice pro připojení vodičů. Jedná se tedy konkrétně o PIR detektor pro smyčkové systémy.

Již bylo zmíněno, že u PIR detektorů je příznakem incidentu infračervené záření lidského těla. A protože lidské tělo má teplotu cca 37 °C, tak nejintenzivněji vyzařuje v pásmu o vlnové délce kolem 9,4 µm. K detekci tohoto typu záření se používá **pyroelektrický snímač**, jehož obvyklý vzhled je uveden na obr. 6.3 vlevo. Ve víku snímače se nachází okénko, které zároveň funguje jako filtr pro IR záření v pásmu kolem 9,4 µm. Přes toto okénko se infračervené záření dostává dovnitř snímače, kde dopadá na dvě pyroelektrické destičky. Na obr. 6.3 vpravo mají tyto destičky podobu oblastí překrytých černou absorpční vrstvou.

7 Objektové detektory

Objektové detektory detekují neoprávněnou manipulaci s nějakým objektem. Již jsme si uvedli, že tímto objektem je buď překážka, nebo chráněný předmět a proto je dělíme na překážkové a předmětové.

7.1 Překážkové detektory

Připomínáme, že překážkou rozumíme nějakou materiální strukturu, která útočníkovi znemožňuje dostat se do určitého místa. V praxi se obvykle jedná o stavební překážky, jako jsou například ploty, zdi, dveře, okna, ale mohou to být i bezpečnostní úložiště, jako je například trezor. Uvedené překážky útočník může například přelézt, či podhrabat (např. plot), může si v nich vytvořit průchod (např. proražením zdi, rozbitím okenní tabule) a v případě výplní stavebních otvorů (dveře, okna) může překonat jejich uzavírací mechanismy a otevřít je.

Překážkové detektory slouží k detekci výše uvedených způsobů překonání překážek. Nejčastěji jsou založeny na detekci otevření stavební výplně nebo na detekci mechanických vibrací vznikajících při překonávání překážky. K detekci takovýchto vibrací u rozsáhlejších překážek se jako snímače často používají speciálně upravené kabely. Ty se připevní k překážce (typicky plot nebo obvodová zeď budovy), čímž se vibrace z překážky přenášejí i do snímacího kabelu. U rozměrově menších překážek (např. trezor) se používají lokální detektory vibrací založené na akcelerometrech. Principy fungování výše zmíněných detektorů si nyní vysvětlíme.

7.1.1 Detektory otevření

Detektor otevření slouží k detekci otevření stavební výplně – obvykle dveří nebo okna. Z energetického hlediska se jedná o direktní detektor, kde vysílačem je permanentní magnet a přijímačem je magnetický spínač. Tento spínač je nainstalován do rámu výplně a magnet je připevněn ke křídlu výplně tak, aby se při zavřené výplni nacházel v těsné blízkosti spínače. Pokud je výplň zavřená, tak je spínač magnetickým polem magnetu udržován v sepnuté poloze. Otevřením křídla se magnet od spínače vzdálí, magnetické pole z okolí spínače zmizí, a tak dojde k rozepnutí spínače a vyhlášení poplachu. Příznakem incidentu je tedy vymizení magnetického pole z okolí spínače.

Přijímačem detektoru bývá nejčastěji jazýčkový magnetický spínač (viz obr. 7.1 vlevo). Zmíněný typ spínače sestává ze dvou pružných vodičů z magneticky měkkého materiálu. Ty jsou zataveny do skleněné baňky, která je naplněna inertním plynem. Oba kontakty jsou napruženy tak, aby se nedotýkaly, tj. spínač je za normálních okolností rozepnutý – viz obrázek a) vpravo. Pro popis fungování spínače budeme póly magnetů značit tak, že severní pól bude zbarven červeně a jižní pól modře. Připomínáme, že kontakty jsou z magnetického materiálu. To znamená, že ve vnějším magnetickém poli se mikroskopicky malé magnetické domény kontaktů zorientují podle vnějšího magnetického pole a kontakty se tak samy stávají magnetem. Použitý materiál je však tzv. magneticky měkký, tj. po vymizení vnějšího pole se magnetické domény kontaktů vrátí ke své náhodné magnetické orientaci a kontakty se přestanou chovat jako magnety.

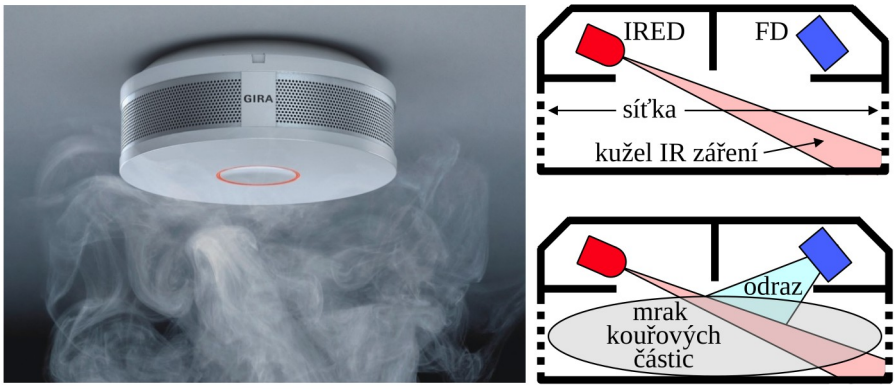
Předpokládejme nyní, že se ke spínači blíží magnet podle obrázku b). Prodiskutujme nejprve situaci u pravého z kontaktů. Jeho pravá strana je blíže severnímu pólu blížícího se magnetu a magnetické domény v tomto kontaktu se proto natočí svými jižními póly směrem doprava a severními póly zákonitě doleva. Pravý kontakt se tak přemění na magnet, na jehož levé straně je severní pól a na pravé straně je jižní pól. U levého kontaktu nastane opačná situace. Z ob-

8 Další prvky PZS

V této kapitole se budeme stručně věnovat zařízením, která dovolují PZS systému reagovat i na jiné typy incidentů, než-li je neoprávněné vniknutí a neoprávněná manipulace (tj. intruze). Jedná se o požární a látkové detektory a o tísňová tlačítka. Účelem požárních detektorů je včasná detekce požáru, látkové detektory se používají k detekci nebezpečné koncentrace nebo nebezpečného množství určité látky (např. hořlavého plynu) a tísňová tlačítka umožňují ohlásit ohrožení osoby. Reprezentativní typy zařízení výše uvedených kategorií si podrobněji vysvětlíme v následujících odstavcích.

Již bylo řečeno, že **požární detektory** slouží k detekci požáru. Podle příznaku, který je použit k jeho detekci, jsou známy detektory kouře, detektory teploty a detektory plamene. Ze všech uvedených typů jsou v PZS systémech zcela nejrozšířenější detektory kouře, a tak si popíšeme právě tento typ požárního detektoru. Navíc si ještě vysvětlíme detektory teploty, které jsou konstrukčně velmi jednoduché a často se s detektory kouře používají v kombinaci. Zvyšuje se tím pravděpodobnost a úspěšnost detekce požáru.

Detektory kouře fungují na principu detekce kouřových částic. Zpravidla se umisťují na strop (viz obr. 8.1 vlevo), protože horký vzduch způsobený požárem stoupá vzhůru a s ním stoupají vzhůru i částice kouře. Podle principu detekce kouře se detektory rozdělují na optické a ionizační. My si popíšeme jen ty obvykle používané, tj. optické. Reflexní variantu optického detektoru ilustruje dvojice řezů tímto typem detektoru na obr. 8.1 vpravo.



Obr. 8.1: Příklad optického detektoru kouře [92] (vlevo) a princip jeho fungování (vpravo).

Horní obrázek zobrazuje uspořádání detektoru a dolní obrázek ilustruje situaci při výskytu kouře. Již bylo zmíněno, že popisovaná varianta detektoru je reflexní typ. Vysílačem budící energie je dioda emitující infračervené záření (IRED) a přijímač tvoří fotodioda FD. Dioda IRED emituje do dolní komory detektoru pulzy infračerveného záření, které se šíří v podobě kuželu. Toto záření je povrchem komory vesměs absorbováno a případné odrazy jsou tvarem komory směrovány tak, aby odražené fotony v žádném případě nedopadly na fotodiodu. Po obvodu komory je síťka s otvory, jejichž velikost umožňuje přístup kouřových částic do komory a zároveň znemožňuje přístup hmyzu. Případný výskyt hmyzu v komoře by totiž způsoboval falešné poplachy. V případě požáru se v komoře postupně vytvoří mrak kouřových částic (obrázek vpravo dole). Některé emitované fotony se od částic kouře odrazí směrem k fotodiodě FD, dopadnou na ni a v důsledku fotoelektrického jevu vznikne na fotodiodě elektrický náboj. Ten je kritériem k vyhlášení poplachu.