

Detektory úniku hořlavých látek

Detectors of leak flammable mixture

Michaela Koutná

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela KOUTNÁ**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Detektory úniku hořlavých látek**

Zásady pro vypracování:

1. Charakterizujte hořlavé látky, používané v provozech a domácnostech.
2. Analyzujte důsledky mimořádných událostí, způsobených požáry, způsobenými únikem hořlavých látek.
3. Provedte analýzu principu činnosti a vlastností jednotlivých zástupců detektorů úniku hořlavých látek.
4. Vymezte současné a perspektivní trendy detektorů úniku hořlavých látek.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Beneš, P., Pumpr, V., Banýr, J. **Základy chemie 2.** Praha : Fortuna, 2004.
2. Svoboda, A. **Plynárenská příručka : 150 let plynárenství v Čechách a na Moravě [s.l.]** : Praha : GAS s.r.o., 1997.
3. Laucký, V. **Speciální bezpečnostní technologie.**Zlín : UTB, 2009.
4. Tureček, J. a kol. : **Policejní technika. 1. vydání.** Plzeň : Aleš Čeněk 2008.
5. Bebčák, P., Dudáček, A., Šenovský, M. **Vybrané kapitoly z požární ochrany III.** Ostrava : VŠB-TU, 2006.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

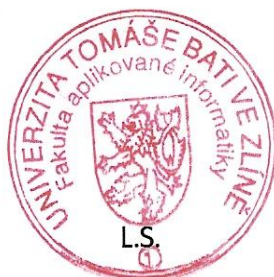
19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

19. května 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce řeší problematiku hodnocení současného stavu v oblasti detekce úniku hořlavých látek v kotelnách a průmyslových provozech. Důraz je položen na osvětlení principu činnosti jednotlivých principů činností, typů zařízení a systémů. Hodnoceny jsou jednotlivé možnosti použití a schopnosti pro typové situace. Závěr práce tvoří specifikace trendů v předmětné oblasti, především potom infračervené kamery.

Klíčová slova: detekce, hořlavá látka, princip činnosti, detektor, infračervená kamera

ABSTRACT

Bachelor thesis is addressing the issue of evaluation of the current situation in the detection of leak flammable mixtures in the boiler rooms and industrial plants. Emphasis is placed on lighting principles of individual principles, types of equipment and systems. Possibilities are ranking by single usage and capabilities for type situations. The end of thesis is consisting of specifications of trends in the subject area then mainly infrared cameras.

Keywords: detection, flammable mixture, working principle, detector, infrared camera

Děkuji svému vedoucímu doc. Ing. Lud'ku Lukášovi, CSc. za odborné vedení, podnětné rady, informace a připomínky, které mi poskytoval během zpracovávání bakalářské práce.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 HOŘLAVÉ LÁTKY POUŽÍVANÉ V PROVOZECH A DOMÁCNOSTECH.....	11
1.1 HOŘLAVÁ LÁTKA.....	11
1.1.1 Zemní plyn	12
1.1.2 Methan.....	13
1.1.3 Butan	14
1.1.4 Propan	15
1.1.5 Propan – butan.....	15
1.1.6 Aceton	16
1.2 POŽÁRY A ÚMRTÍ NÁSLEDKEM ÚNIKU HOŘLAVÝCH LÁTEK	17
1.2.1 Požáry způsobené únikem hořlavých plynů a jejich následky	17
2 PRINCIPY ČINNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH DETEKTORŮ	19
2.1 DEFINICE SENZORU DETEKCE PLYNU	19
2.2 PRINCIP POLOVODIČOVÉHO SENZORU	20
2.3 PRINCIP ELEKTROCHEMICKÉHO SENZORU	22
2.3.1 Ampérometrické senzory	23
2.3.2 Galvanometrické senzory	24
2.3.3 Elektrochemické senzory s pevným elektrolytem	25
2.4 PRINCIP KATALYTICKÉHO SENZORU	26
2.4.1 Pracovní režimy katalytických senzorů	28
2.4.2 Veličiny ovlivňující činnost katalytického senzoru	29
2.4.2.1 Katalytické senzory odolné proti katalytickým jedům.....	30
2.5 PRINCIP INFRAČERVENÉHO SENZORU	30
2.6 PRINCIP TEPELNĚ VODIVOSTNÍHO SENZORU	33
2.7 PRINCIP FOTOIONIZAČNÍHO SENZORU	35
2.7.1 Základní provedení fotoionizačních senzorů	36
3 SOUČASTNOST VE VÝVOJI DETEKTORŮ HOŘLAVÝCH LÁTEK	38
3.1 PŘENOSNÉ DETEKTORY ÚNIKU HOŘLAVÝCH LÁTEK	38
3.1.1 Přenosné detektory určené na odhalování úniku hořlavých plynů	38
3.1.2 Přenosné detektory zobrazující číselný údaj o koncentraci.....	40
3.1.3 Přenosné detektory vyhledávající únik hořlavého plynu z půdy	41
3.1.4 Přenosné detektory určené pro kontrolu výbušného prostředí	42
3.1.5 Přenosné detektory určené pro toxické a ostatní plyny	43
3.2 STACIONÁRNÍ DETEKTORY ÚNIKU HOŘLAVÝCH LÁTEK	43
3.2.1 Stacionární detektory úniku hořlavých látek používané v domácnostech	45
3.2.2 Přenosné detektory umístované v kotelnách, skladech a garážích	46
3.3 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY PRO UMÍSTĚNÍ STACIONÁRNÍCH DETEKTORŮ	48
3.3.1 Instalace stacionárních detektorů	50

4	TRENDY V OBLASTI DETEKTORŮ ÚNIKU HOŘLAVÝCH LÁTEK	52
4.1	FYZIKÁLNÍ PRINCIPY DETEKTORŮ HOŘLAVÝCH LÁTEK	52
4.2	INTEGRACE DETEKTORŮ HOŘLAVÝCH LÁTEK.....	52
4.3	KONSTRUKČNÍ ZMĚNY V PROVEDENÍ DETEKTORŮ	53
4.4	POUŽITÍ KAMER V OBLASTI DETEKCE HOŘLAVÝCH LÁTEK	54
	ZÁVĚR	59
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM TABULEK.....	65

ÚVOD

Hořlavé látky slouží pro dobro lidem, jsou ale také zrádné a těmto lidem mohou ubližovat na zdraví a životech. Existuje velké množství hořlavých látek, ať už ve formě pevném, kapalném a plynném. Ve své práci se zaměřuji právě na zmíněné plynné hořlavé látky. Hořlavé látky mají širokou škálu využití. S těmito látkami se můžeme setkat při běžném životě, ale také v různých průmyslových odvětvích. Hořlavé látky jsou známé už od nepaměti.

S velmi důležitou myšlenkou, že je zapotřebí být ve střehu před možným nebezpečím z následku úniku hořlavých látek, se lidé setkali už v dobách, kdy začali poprvé prozkoumávat různé doly, jeskyně, šachty. Zde si lidé poprvé všimli faktu, že pokud jsou plyny v těchto prostorech, začne je bolet hlava, je jim nevolno a podobně. Z toho důvodu začali přemýšlet, čím by zabránili těmto problémům. Přišli na to, že v šachtách se vyskytuje plyn, na který se na zemském povrchu za běžných podmínek nenarazí.

Po nějaké době definovali fakt, že určitá zvířata jsou citlivější právě na tyto látky. V dolech se nejčastěji používali k těmto účelům různí ptáci, nejčastěji to byli právě kanáři. Často byli využíváni díky svému stálému zpěvu, světlé barvě a jejich věčnému pohybu. Jakmile se do ovzduší uvolnil methan, a také oxid uhelnatý, kanár to velmi rychle poznal. Kanár, na kterého začaly působit účinky těchto plynů, nejdříve přestal zpívat, začal se zmateně kymáčet na bidle, a poté spadl.

Kanáři byli jedno období nahrazováni jinými zvířaty, ovšem žádné z nich se tak neosvědčilo. Jako příklad uvádím psy a myši. Ovšem hlídání nebezpečných prostor těmito zvířaty bylo nejisté a mnohdy ovlivněno další spoustou faktorů. Tak proto se nakonec opět vrátili už k dříve zmíněným kanárům.

Osud kanárů se začal pomalu, ale jistě naplňovat po 2. světové válce. K detekci úniku hořlavých plynů se začaly používat moderní přístroje, a díky nim se stala práce v podzemní mnohem bezpečnější. V Německu došlo k ukončení používání důlních kanárů v roce 1951. Přesto, že šel vývoj stále dopředu, byly v 70. letech přijaty zákony, které přímo stanovily opatření proti užívání ptáků v dolech.

BBC uvádí, že k úplnému vyřazení kanárů z britských dolů došlo v roce 1986. Poté už byly všechny tyto prostory střeženy pouze elektronicky.¹

K rozvoji takového střežení dochází v době průmyslového rozvoje, především průmyslu chemického. První detektory, jako přístroje, se objevují v dolech. Dále se tyto detektory používali při dopravě, zpracování uhlí a ropy.

Největšího rozvoje se tyto detektory dočkaly ke konci 20. století. Začaly se používat nejen v průmyslu. Lidé si začali více uvědomovat potřebu chránit svůj majetek, ale především, co se týče těchto detektorů, své zdraví a životy.

¹ Zdroj informace:

http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/december/30/newsid_2547000/2547587.stm

1 HOŘLAVÉ LÁTKY POUŽÍVANÉ V PROVOZECH A DOMÁCNOSTECH

V této kapitole vymezím základní pojmy z oblasti hořlavých látek, se zaměřením na látky plynné. Také bych chtěla přiblížit základní chemické látky, které jsou díky svým vlastnostem nebezpečné pro prostředí, ve kterém se vyskytují. Proto musí být v kotelnách, průmyslových provozech a někdy i v domácnostech použito detektorů, které detekují jejich únik, a tím pádem dokáží zabránit škodám na majetku i lidském zdraví.

1.1 Hořlavá látka

Hořlavá látka (někdy také pouze hořlavina) je taková látka, která může být v pevném, kapalném i plynném skupenství. Za podmínek požáru hoří nebo doutná a uvolňuje přitom určitou energii, většinou teplo a světlo. V hoření většinou pokračuje i po odstranění tepelného zdroje. Hořlavé látky jsou nebezpečné pro okolí, protože při jejich hoření unikají do ovzduší toxické látky.

Přesnou definici co jsou hořlavé látky, najdeme v **zákoně číslo 356/2003**, ze dne 23. září 2003, **o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů**, s platností od 1. 1. 2004.

Tento zákon upravuje v souladu s EU práva a povinnosti právnických a podnikajících fyzických osob při klasifikaci a zkoušení nebezpečných vlastností, balení a označování, uvádění na trh nebo do oběhu a při vývozu a dovozu chemických látek a chemických přípravků, při oznamování a registraci chemických látek a vymezuje působnost správních orgánů při zajištění ochrany zdraví a životního prostředí před škodlivými účinky.

Zákon dělí hořlavé látky do tří skupin: hořlavé, vysoce hořlavé a extrémně hořlavé.

- Hořlavé – jsou to kapalné látky nebo prostředky, které mají nízký bod splnutí (II. Třída – 21 – 55 °C)
- Vysoce hořlavé – jedná se o látky a přípravky:
 - Které se mohou samovolně zahřívat a vznítit se při styku se vzduchem při běžné pokojové teplotě bez jakékoli energie
 - Které se mohou snadno vznítit při krátkém kontaktu se zdrojem zapálení, a které i po jeho odstranění stále hoří nebo doutnají

- Které mají velmi nízký bod splnutí (I. Třída – do 21 °C)
- Které ve styku s vodou nebo vlhkým prostředím uvolňují vysoce hořlavé plyny v nebezpečném množství, kterým je považováno nejméně 1 $\text{litr.kg}^{-1}.\text{hod}^{-9}$
- Extrémně hořlavé – jsou jimi kapalné látky a přípravky, které mají bod vzplanutí nižší než 0 °C a bod varu nižší než 35 °C, nebo které jsou v plynném stavu a jsou vznětlivé při kontaktu se vzduchem při běžné pokojové teplotě a normálním tlaku.

Nejrozšířenější hořlavé látky jsou: zemní plyn, methan, propan, butan, propan-butan, aceton. Těmito látkami se zabývám v dalších podkapitolách.

1.1.1 Zemní plyn

Zemní plyn patří mezi hořlavé plyny. V dnešní době je hlavně používán jako významné palivo. Složen je z největší části z methanu (82 – 99 %), ostatní látky se liší podle území, ze kterého pochází.

Samotný zemní plyn je bezbarvý plyn bez zápachu, proto je důležité, aby do něj byl při přepravě k zákazníkovi přidán zapáchající plyn, díky němuž může člověk jejich únik odhalit už při koncentraci 1 %. K výbuchu zemního plynu může dojít při koncentraci zemního plynu ve vzduchu o hodnotě 4,4 % - 15 %.

Zemní plyn je podle zákona č. 356/2003 klasifikován jako nebezpečný. Patří do skupiny extrémně hořlavých látek. Tyto látky by měly být označeny bezpečnostní tabulkou se symbolem F+ a nápisem extrémně hořlavé.

Zemní plyn ve vysokých koncentracích může způsobit udušení. To se projevuje těžkým dechem, hlasitým dýcháním až chrapotem, objevuje se pěna na ústech, zmodrání rtů, tváří a nehtů, bezvědomí, zástava dechu. Pokud je nedokonale spalován, uvolňuje se do vzduchu nebezpečný oxid uhelnatý.

Zemní plyn je normalizovaný normou ČSN EN ISO 13 443.

Aby docházelo k dokonalému spalování zemního plynu, je potřebný dostatečný přístup kyslíku. Když budeme uvažovat teoretické složení vzduchu 79 % objemu dusíku a 21 % objemu kyslíku K tomu, aby docházelo k dokonalému spalování, je potřeba 9,6 – 10,1

mg/m³ objemu vzduchu. Pokud je přístup vzduchu větší, než je potřeba, měli bychom tomuto přístupu zabránit.

Při každém spalování vznikají spaliny. Tyto spaliny se dostávají do ovzduší, kde mohou nepříznivě působit. Mezi tyto škodliviny patří hlavně oxid siřičitý, oxidy dusíku a v poslední řadě také oxid uhelnatý.

Konečným produktem spalování uhlovodíků je vodní pára. Kondenzace vodní páry ve spalinách se udává v mg/m³ nebo také jako rosný bod v °C. Zemní plyn má tento bod v rozmezí 58 – 59 °C.

Podle normy ČSN 38 5502 patří zemní plyn do skupiny velmi výhřevných plynů. Spalné teplo se v plynárenské oblasti značí Q_s . Spalné teplo je teplo uvolněné při úplném spalování, přičemž výsledné produkty jsou po ochlazení na počáteční teplotu v plynném stavu, kromě vody, která při této teplotě kondenzuje. Počáteční teplota je zpravidla nastavena na 25 °C. Spalné teplo i výhřevnost má jednotku MJ.m⁻³. Zemní plyn má spalné teplo v minimální hodnotě 38,1 MJ.m⁻³.

Pro detekci zemního plynu se používají nejčastěji detektory, které pracují na principu polovodičovém. Další možné principy detektorů, které se pro detekci zemního plynu dají použít, jsou katalytický a elektrochemický.

1.1.2 Methan

Jeho vzorec je CH₄. Je to nejjednodušší alkan, a tedy i uhlovodík. Při běžné pokojové teplotě je to netoxický bezbarvý a nezapáchající plyn. K výbuchu methanu může dojít při kontaktu se vzduchem, halogeny nebo plynným chlórem. Jinak je málo reaktivní. Meze výbuchu jsou stejné jako u zemního plynu, a to 4,4 – 15 %. Může se také vyskytovat v kapalně podobě v tlakových nádobách.

Methan je podle zákona č. 356/2003 klasifikován jako nebezpečný. Patří do skupiny extrémně hořlavých látek.

Bod samozážehu je u methanu poměrně vysoký $t = 595$ °C, teplota se samozřejmě se vzrůstajícím objemem methanu ve vzduchu snižuje, např. při koncentraci 8,5 % je teplota 537 °C.

Methan působí na zdraví stejně jako zemní plyn. To znamená, že způsobuje udušení z nedostatku kyslíku. Další nebezpečí, které hrozí, je potřísnění kapalným methan, což může způsobit vážné omrzliny.

Spalné teplo je značeno Q_s . Methanu má klasifikován spalné teplo v minimální hodnotě $39,820 \text{ MJ}\cdot\text{s}^{-3}$.

Díky svému složení má methan také určitou výhřevnost. Výhřevnost je teplo uvolněné úplným spalováním, kde všechny výsledné produkty ochlazené na původní teplotu jsou v plynném skupenství. Výhřevnost má jednotku $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-3}$. Výhřevnost je u zemního plynu $Q_i = 35,882 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$.

Methan můžeme znát i pod dalšími názvy karban nebo bahenní plyn.

Jelikož je methan hlavní složkou zemního plynu platí pro něj stejné možnosti jako pro zemní plyn. To znamená, že nejčastěji používané detektory pro tuto látku pracují na katalytickém a polovodičovém principu. Dále je možno pro jeho detekci použít detektory založené na elektrochemickém principu.

1.1.3 Butan

Butan je triviální název pro *n*-butan. Butan je extrémně hořlavá látka, jak v plynném, tak kapalném skupenství. Je to bezbarvý plyn, který připomíná vůni slabě benzín. Je snadno stlačitelný.

Butan je klasifikován v zákoně č. 356/2003 jako nebezpečný. Jeho meze výbušnosti jsou nízké, a to 1,5 – 8,5 %.

Butan je asfyxant, což znamená, že je to látka způsobující narkózu. Butan ve vzduchu poměrně rychle vytváří chladnou mlhu, která okamžitě vytlačuje kyslík z místnosti. Už při 1 % butanu ve vzduchu pocítujeme ospalost, euforii, srdeční arytmií. Při kontaktu s kapalným butanem vznikají ošklivé omrzliny. Při velkém množství butanu v ovzduší může dojít až k smrti.

Podle normy ČSN 38 5502 patří butan do skupiny vysoce výhřevných plynů. Spalné teplo se v plynárenské oblasti značí Q_s . Spalné teplo je teplo uvolněné při úplném spalování, přičemž výsledné produkty jsou po ochlazení na počáteční teplotu v plynném stavu, kromě vody, která při této teplotě kondenzuje. Počáteční teplota je zpravidla nastavena na 25 °C.

Spalné teplo i výhřevnost má jednotku MJ.m^{-3} . Butan má spalné teplo v hodnotě $133,9 \text{ MJ.m}^{-3}$.

Díky svému složení má butan také určitou výhřevnost. Výhřevnost u butanu je $Q_i = 124,080 \text{ MJ.s}^{-3}$.

I u butanu a propanu se používají základní dva typy detektorů, a to polovodičové a katalytické detektory. Ale je možno použít i další typy, a to elektrochemický, tepelně-vodivostní a dokonce i infračervený.

1.1.4 Propan

Propan se při běžné pokojové teplotě vyskytuje ve skupenství plynném nebo jako zkapalněný plyn. Propan je bezbarvý plyn, sám o sobě má vůni připomínající benzín, ale při dodávce k zákazníkovi bývá odorizovaný. Propan je velmi snadno vznětlivý při vyšších teplotách.

Propan je podle zákona č. 356/2003 klasifikován jako nebezpečný. Patří do skupiny extrémně hořlavých látek. Propan má poměrně nízkou mez výbušnosti, v rozmezí od 2,1 % do 9,5 %.

Jak už jsem se zmínila, je propan velmi hořlavý. Při jeho úniku se velmi rychle tvoří chladná mlha, která snadno a téměř okamžitě vytěsňuje vzduch z místnosti. K jeho zapálení dochází snadno od horkého povrchu, jiskry nebo otevřeného ohně. Při jeho zapálení šlehají prameny do velkých vzdáleností a mohou způsobit další škody.

Při nízké koncentraci propanu ve vzduchu není nebezpečný, a je možné v takovém prostředí normálně být. Při vyšším množství ve vzduchu může dojít k udušení, jinak způsobuje narkotické stavy. Při kontaktu s kůží dochází k omrzlinám.

Podle normy ČSN 38 5502 patří propan do skupiny vysoce výhřevných plynů. Propan má spalné teplo v hodnotě $101,0 \text{ MJ.m}^{-3}$.

Díky svému složení má propan také určitou výhřevnost. Výhřevnost u propanu je $Q_i = 93,380 \text{ MJ.s}^{-3}$.

1.1.5 Propan – butan

Vyskytuje se také pod názvy zkapalněný uhlovodíkový plyn, LPG (Liquefied Petroleum Gas). Propan – butan je extrémně hořlavá látka, bezbarvá, bez zápachu, a proto se při

dodávce ke spotřebiteli musí odorizovat. Poté se jeho pach velmi podobá pachu benzínu. Propan – butan má nízkou mez výbušnosti, 1,5 -9,5 %.

Zkapalněný plyn je mimořádně vznětlivá látka při všech teplotách. Kapalný propan – butan se velmi rychle na vzduchu mění v plynný, v těchto situacích se tvoří velké množství chladné mlhy, která může z místnosti vytěsnit veškerý vzduch, a tím pádem způsobit udušení. Jak je tento plyn nebezpečný je vidět na tom, že pouze z 1 litru kapaliny za teploty 20 °C a při běžném tlaku, což je 20 MPa, vzniká až několik set litrů plynu (mlhy).

Při delším pobytu v místnosti, kde uniká plynná forma plynu, může osoba pociťovat malátnost, bolest hlavy, dále se může vyskytnout ospalost nebo snad narkotické účinky či dušení. Při kontaktu s kapalnou formou vznikají omrzliny.

Podle normy ČSN 38 5502 patří propan – butan do skupiny vysoce výhřevných plynů. Propan má spalné teplo v hodnotě 99,0 – 115,1 MJ.m⁻³.

Také u propan – butanu se vyskytuje rosný bod spalin této látky. Rosným bodem je označován fakt, kdy se z vlhkých spalin začíná při pomalém ochlazování kondenzovat voda v kapalně fázi. Propan-butan má stanovenou hodnotu toho rosného bodu v rozmezí 55-56 °C.

1.1.6 Aceton

Aceton je triviální název pro „propan -2- on“ nebo též, také dimethylketon. Je to bezbarvá kapalina, vysoce hořlavé, s typickým zápachem, s vodou neomezeně mísitelná. K samozáhehu dochází při teplotě 465 °C. Při zápalné teplotě, která je nad -20 °C, může snadno dojít při kontaktu s kyslíkem k explozi nebo k hoření. Tato mez je v rozmezí 2,5 - 12,8 %.

Aceton se používá jako organické rozpouštědlo. Aceton má širokou škálu využití v chemickém průmyslu, například je to základní stavební prvek plexiskla. Dále se také používá v obuvním průmyslu při výrobě podpatků a podrážek.

Při dodržení všech pracovních podmínek není aceton nebezpečný pro člověka. Při velmi vysokých koncentracích par je aceton dráždivý a působí tlumivě na centrální nervový systém. Je také velmi dráždivý při kontaktu s očima a při potenciálním vdechnutí kapalného acetonu do plic.

Pro detekci acetonu se používají jak polovodičové senzory, tak také infračervená senzory. Tyto senzory vysílají infračervený paprsek do měřeného prostoru, kde se při výskytu detekované látky vyslaný paprsek poruší a na daný senzor dojde buďto s jinou frekvencí nebo vůbec, podle množství plynu.

1.2 Požáry a úmrtí následkem úniku hořlavých látek

Úvodem si musíme uvědomit, že zdraví a život člověka je nejvyšší hodnotou. Proto bychom si toho měli vážit a s naším životem zbytečně neriskovat. Jednou ze základních věcí co můžeme udělat je fakt, že veškeré elektrické a plynové spotřebiče si necháme nainstalovat odbornou firmou. Vždyť o problematice požárů a výbuchů způsobených špatnou instalací plynových spotřebičů či jejich nevhodným používáním se objevují články či reportáže v médiích velmi často.

Největší nebezpečí přichází v období podzimu a zimy, kdy si někteří obyvatelé přitápění plynovými zařízení, které už několik let nebo snad nikdy neprošly žádnou revizí. Tyto revize je velmi důležité vykonávat, aby se předcházelo tomuto nebezpečí. Přesné informace o těchto revizích a kontrolách najdeme ve **vyhlášce č. 85/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení**. Podle této vyhlášky je přesně definováno období, kdy jsou potřeba tyto revize, kontroly provádět. Základní kontrolu zařízení bychom si měli nechat udělat každý rok. Podrobnější revizi tohoto plynového zařízení provádí vyškolený revizní technik každé 3 roky. Právě tyto revize jsou velmi často občany opomíjeny, a potom se nemůžeme divit, že dochází k úniku, výbuchu či požáru těchto plynů používaných v domácnostech, kotelnách, tak i v průmyslových provozech.

1.2.1 Požáry způsobené únikem hořlavých plynů a jejich následky

K tomu abychom si uvědomili, že následky těchto požárů nejsou nikterak malé, by měla posloužit následující tabulka, ve které jsou shrnuty základní informace o těchto požárech za období posledních 9 let.

Tab. 1. Statistika požárů způsobených používáním zápalných kapalin a plynů

	Počet požárů	Podíl v %	Přímá škoda v Kč	Usmrceno	Zraněno
2001	34	0,2	3 326 500	2	27
2002	24	0,13	3 114 400	1	8
2003	42	0,15	668 100	2	20
2004	33	0,16	3 888 900	0	22
2005	32	0,16	1 807 000	1	19
2006	24	0,12	1 480 000	0	14
2007	28	0,13	1 719 500	2	28
2008	44	0,21	10 181 800	1	30
2009	32	0,16	1 986 500	1	23

Jak je vidět ze statistiky za posledních 9 let, nejsou požáry způsobené používáním zápalných kapalin a plynů nějak častým důvodem k výjezdu hasičů. Dá se říci, že se to pohybuje stále v rozpětí 0,1 – 0,2 % všech požárů. V jiné míře to znamená, že hasiči vyjíždí v průměru 2krát až 3krát do měsíce z důvodu úniku hořlavých látek.

Nejtragičtějším rokem byl, jak je vidno, rok 2008, kdy došlo k 44 požárům, zemřel 1 člověk, dalších 30 bylo zraněno. Nakonec i výsledná škoda se vyšplhala do výše, která by mohla být součtem let 2004 – 2007.

Stačí sledovat pouze zpravodajství v televizi a dovídáme se poměrně často, že v domácnosti vybuchla špatně nainstalovaná propan-butanová láhev a způsobila škodu na majetku a zdraví lidí. Přestože nejsou následky nijak vysoké je třeba o těchto událostech mluvit a varovat další osoby před hrozícím nebezpečím.

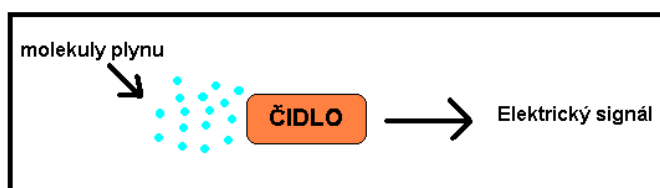
2 PRINCIPY ČINNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH DETEKTORŮ

V současné době existuje velké množství druhů detektorů, kde každý obsahuje jiný druh senzoru a to podle druhu fyzikálního principu, který využívá k detekci hořlavých látek. Všechny detektory se stále zlepšují, jak k dosažení lepších výsledků v úspěšné detekci tak v metodách detekce. Některé senzory jsou použitelné pouze v místech s nízkou prašností a podobně, proto jsou vhodné pouze k umístění v domácnostech. Jiné mají zase takové vlastnosti, že v domácnostech by neobstály, ale jsou ideální do provozů či kotelen. Proto bychom se před jejich instalací měli zamyslet i nad tím, kam je potřebujeme umístit, jaké jsou tam podmínky a zda se nám to vůbec vyplatí.

2.1 Definice senzoru detekce plynu

Senzor plynu je čidlo, které je umístěno uvnitř detektoru, a díky jeho vlastnostem odhalujeme únik hořlavých látek do ovzduší. Jelikož existuje spousta chemických plynů, které jsou nebezpečné, nejsou dělány zpravidla detektory pouze na odhalování konkrétního, ale většinou na celé skupiny těchto látek.

V praxi senzor detekce plynu pracuje tak, že snímá určitou fyzikální veličinu, u nás se jedná o monitorování potřebného plynu. Podle principu detekce použitého v detektoru je plyn transformován fyzikálním převodem na výstupní veličinu. Detekovaná veličina je snímána citlivou částí senzoru, tedy čidlem, a vyhodnocení nasnímaných dat provádí vyhodnocovací obvod. Výstupem senzoru je elektrický signál, jehož intenzita je úměrně ovlivněna koncentrací tohoto plynu v ovzduší (Obr.1).



Obr. 1. Princip funkce senzoru (čidla)

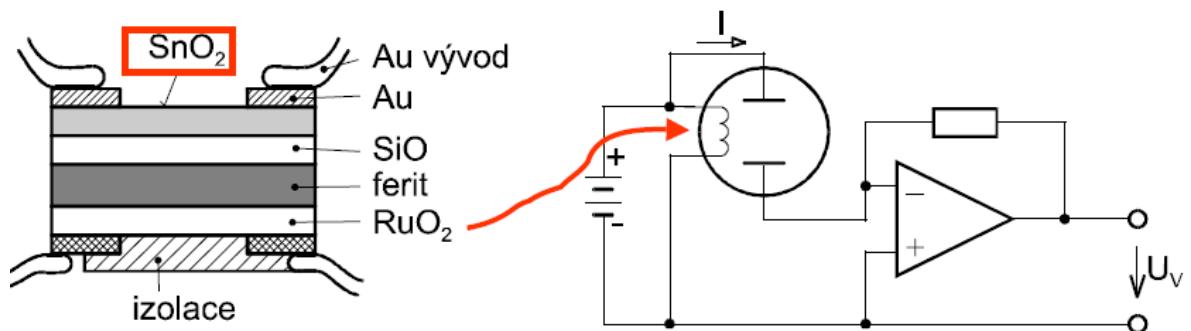
V praxi se nejčastěji používají následující typy senzorů:

- polovodičový,
- elektrochemický,
- infračervený,
- katalytický,

- fotoionizační,
- tepelně – vodivostní.

2.2 Princip polovodičového senzoru

Polovodičový senzor je založen na principu změny vodivosti v důsledku chemických jevů. Jedná se hlavně o detekci oxidačních a redukčních plynů. V senzoru je nejdůležitější částí polovodič, který se v těchto senzorech vyskytuje ve dvou provedeních, buďto ve formě keramické perličky nebo jako vodivá vrstva nanesená na elektricky izolovaném substrátu. Aby vše správně fungovalo, musí být polovodič stálý, a toho se docílí tím, že izolační vrstva je potažena chemickou sloučeninou, která už nemůže dále oxidovat. Nejčastěji se jedná se o oxid cínčitý (SnO_2), protože má správnou hodnotu měrného elektrického odporu.



Obr. 2. Princip činnosti polovodičového senzoru²

Proto, aby detektor správně detekoval, musí docházet ke kontaktu mezi polovodičem a detekovaným plynem. K tomuto kontaktu dochází ve 3 podobách – adsorpce, absorpce a chemisorpce.

1. **Adsorpce** – k chemické reakci dochází na povrchu citlivé plochy, kdy se plynná látka na povrchu uchytlí pomocí slabých interakcí. Při této reakci také dochází k desorpci, což je uvolnění těchto látek z povrchu.
2. **Absorpce** – při této chemické reakci dochází k pronikání plynných molekul, či jejich atomů do polovodiče.

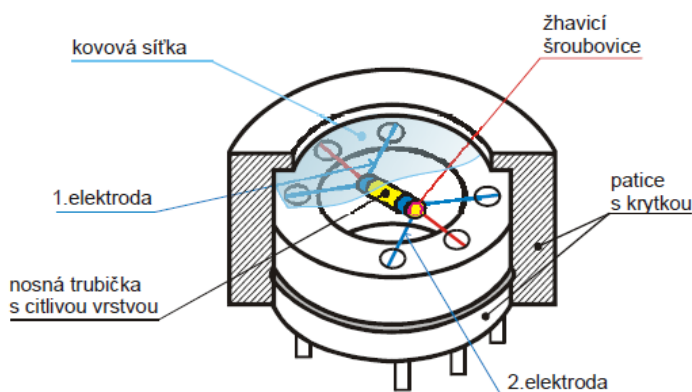
² Obrázek přejat z http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm

3. **Chemisorpce** – tuto metodu používají hlavně detektory pro únik hořlavých plynů. Při této metodě dochází k vázání molekul plynu na povrch polovodiče chemickou vazbou. Tato vazba je mnohem silnější než fyzikální.

Jako příklad uvedu situaci, když se do ovzduší dostane methan. Methan reaguje s chemisorbovaným kyslíkem za podmínek, při kterých vzniká oxid uhličitý a voda. Tyto produkty jsou neutrální a zbylý záporný náboj se vrací do polovodiče, a tam způsobí, že se zvýší vodivost polovodiče. A díky tomuto zvýšení detektor zjistí, že se děje něco špatně, vyhlásí se poplach. Jakmile se sníží koncentrace methanu ve vzduchu, dojde také ke snížení vodivosti polovodiče na nulu.

Pro správnou funkci senzoru se do něj přidává také topné tělísko, které pomocí vyhřívání zvyšuje rychlost aktivační energie chemických reakcí, což znamená, že detekce proběhne rychleji, a hrozí menší riziko ohrožení zdraví nebo majetku.

Asi nejrozšířenější konstrukce polovodičového senzoru je taková, že je senzor tvořen nosnou trubičkou z elektricky vodivého materiálu, zpravidla keramiky. Vnější povrch trubičky je vytvořen ze dvou měřících elektrod, které jsou pokryty vodivou vrstvou. Vnitřek této trubičky je naplněn topnou šroubovicí, již je zajištěn ohřev celého polovodičového senzoru (Obr. 3). Jelikož je principem tohoto senzoru interakce plynné fáze s pevnou částí polovodiče, je důležité, aby byl senzor konstruován v poměru s objemem, aby byl dostatečně velký. Tohoto se dosahuje speciální metodou výroby, buď spečením malých zrn polovodiče do podoby kapičky, nebo silné vrstvy. Nebo se nanášejí tenké vrstvy na izolovaný substrát metodou vakuovaného napařování nebo napařování.



Obr. 3. Detektor s nosnou trubičkou

Jak už jsem se zmiňovala na začátku této kapitoly, hlavní oblastí využití polovodičových senzorů jsou detektory spalitelných plynů. Abychom si uvědomili, zda je tento senzor vhodný pro naše použití, je důležité si ujasnit základní vlastnosti tohoto senzoru.

1. Pro normální použití je potřebný přístup kyslíku
2. Tlak by měl být konstantní
3. Senzor reaguje málo na sledovaný plyn až do teploty, kdy začíná být oxidačně aktivní
4. Sensory se poměrně citlivé, dokáží detekovat i nižší koncentrace než jiné principy
5. Senzor je citlivý na změnu teplot a vlhkosti

Díky těmto vlastnostem by se měly všechny detektory, pracující na tomto principu, jednoduše kontrolovat alespoň 1krát za období jednoho až tří měsíců.

Polovodičové senzory se využívají hlavně pro plynovou detekci. V dnešní době je používán v tzv. nenáročných prostředích na přesnost a stabilitu, jako jsou domácnosti a jednoduché detektory pro únik zemního plynu. Polovodičová čidla se pro detekci úniku hořlavých látek jsou známá asi jen 30 let a stále prochází nějakými inovacemi.

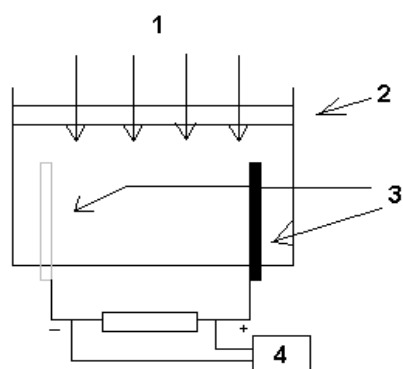
2.3 Princip elektrochemického senzoru

Sensory, pracující na elektrochemickém principu, jsou určeny především pro detekci úniku kyslíku a toxických plynů, jako je například: oxid uhelnatý (CO), sirovodík (H₂S), čpavek (NH₃), chlór (Cl₂). Citlivost těchto čidel je velmi vysoká (většinou detekují úroveň v jednotkách až stovkách ppm (ppm – miliontina objemu nebo mg/m³). Při využití těchto čidel je však nutné počítat s relativně delší časovou odezvou, zpravidla se jedná o časové rozmezí 30 – 60 sekund.

Jelikož tyto senzory umí vždy detekovat pouze jednu látku, používají se většinou v kombinaci s polovodičovým nebo katalytickým čidlem. Přesto se u nich objevuje poměrně často planý poplach z důvodu působení na jiné plyny v ovzduší. Tomuto se dá zabránit použitím jiné aplikace katalyzátorů, vhodným nastavením pracovního potenciálu, použitím speciálních filtrů nebo softwarově. Všechny tyto prostředky jsou sice použitelné, ale finančně náročnější a je proto lepší popřemýšlet, zda se to vyplatí.

Elektrochemický senzor pracuje na principu podobném, jako je u elektrického monočlánku. Ve speciálním pouzdře se nachází dvě elektrody ponořené do elektrolytu, který je od okolí oddělen speciální polopropustnou membránou. Detekovaný plyn

prostupuje přes membránu do elektrolytu a zde vyvolá chemickou reakci, která způsobí vznik kladných a záporných částic, pohybujících se k příslušné elektrodě, a tím po spojení elektrod přes vyhodnocovací elektronický obvod dojde k toku elektrického proudu, který je úměrný koncentraci měřeného plynu (Obr. 4).



- 1 – detekovaný plyn
- 2 – propustná membrána
- 3 – elektrody
- 4 – vyhodnocovací zařízení

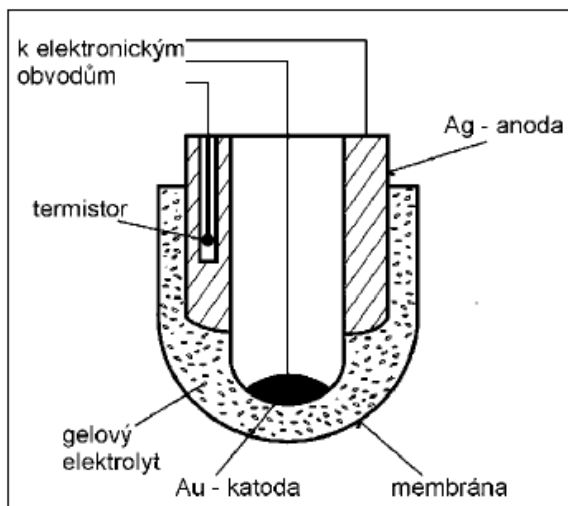
Obr. 4. Princip elektrochemického čidla

Tyto senzory jsou vyráběny několika výrobci. Každý výrobek se může lišit v použití materiálů na elektrolyt. Elektrolyt může být jak vodný, tak vyrobený z organických materiálů. Dále se tyto senzory liší tvarem, přístup plynu k detekujícím elektrodám může být odlišný. A v neposlední řadě může být použit jiné množství elektrod, při klasickém měření stačí použít jen dvě, ale často se přidává ještě třetí, které se říká referenční. Tato elektroda se nepoužívá při elektrochemických dějích, ale slouží jako stabilizátor potenciálu pracovní elektrody a umožňuje rozšířit oblast měření.

Elektrochemických senzorů existuje celá řada, ale mezi nejrozšířenější v oblasti detekce úniků hořlavých, toxických plynů se každopádně řadí ampérometrické a galvanometrické senzory.

2.3.1 Ampérometrické senzory

Ampérometrické senzory jsou založeny na měření procházejícího proudu mezi dvěma elektrodami, ponořenými do roztoku elektrolytu. Použitý elektrolyt je v podobě gelu a obsahuje roztok chloridu draselného (KCl) nebo bromidu draselného (KBr). Elektrody v tomto zapojení musí být v rozpoložení zlatá katoda a stříbrná anoda. Do tohoto obvodu je zapojen zdroj stejnosměrného napětí, avšak toto napětí musí odpovídat tzv. limitnímu proudu určované složky. Na obrázku je vidět, jak takové zapojení ve skutečnosti vypadá. Celý obvod je ještě doplněn termistorem, který zrychluje samotnou reakci (Obr. 5).



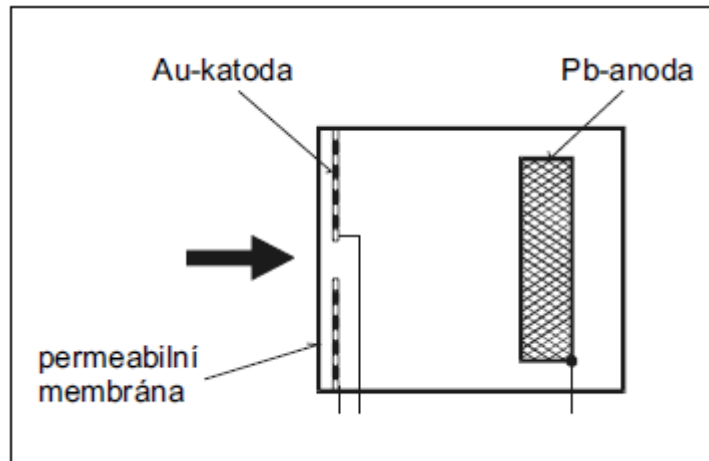
Obr. 5. Princip ampérometrického senzoru³

Ampérometrické senzory se používají hlavně v oblasti detekce kyslíku. Nejznámějším příkladem je Clarkovo čidlo, které se používá hlavně v oblasti vodárenství, ke stanovení úbytku kyslíku ve vodě.

2.3.2 Galvanometrické senzory

Galvanometrické senzory pracují na principu galvanického článku. Elektrody jsou od detekovaného plynu odděleny permeabilní membránou vyrobenou například z teflonu či silikonového kaučuku, tato membrána propouští k vyhodnocovacím elektrodám pouze plyn, nikoliv vodu či ionty. Elektrody v galvanometrickém senzoru jsou tvořeny zlatou katodou a olovenou anodou. Elektrochemické senzory se uplatňují jak ve stabilních, tak i v přenosných detektorech. Také se instalují do analyzátorů a zabezpečovacích monitorovacích systémů, které se poté umísťují do garáží, chladírenských prostor apod. (Obr..6).

³ Obrázek přejat z http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm



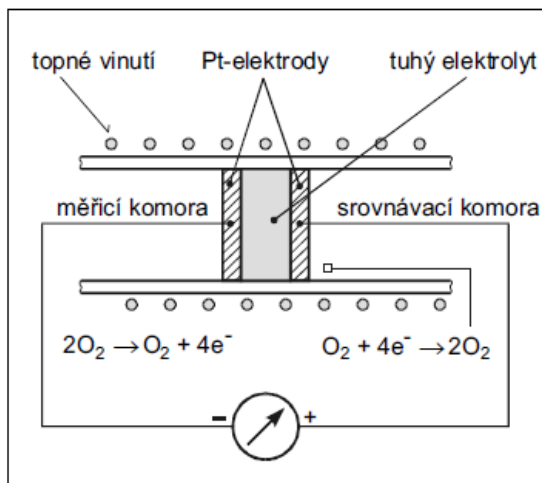
Obr. 6. Schéma galvanometrického senzory⁴

Galvanometrický senzor se také využívá hlavně pro detekci úbytku kyslíku v ovzduší, proto se vyskytuje často v kombinovaných senzorech společně s polovodičovým nebo katalytickým čidlem.

2.3.3 Elektrochemické senzory s pevným elektrolytem

Elektrochemické čidla se používají hlavně při měření kyslíku ve spalínách a chemických směsích. Tento článek bývá zpravidla v keramickém provedení a za normální teploty není vodivý. Jakmile začne teplota růst, začne klesat odpor. Běžně se snímače vyhřívají na teplotu 650 až 900 °C, ale už při teplotě 600 °C se začínají hodnoty elektrických nábojů pohybovat, což umožňuje snímání hodnot napětí na elektrodách (Obr. 7).

⁴ Obrázek přejat z http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm



Obr. 7. Schéma elektrochemického senzoru s pevným elektrolytem⁵

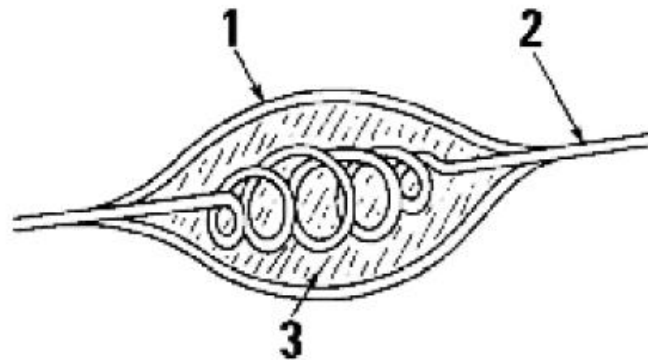
Elektrochemické senzory se uplatňují jak ve stabilních, tak i v přenosných detektorech. Také se instalují do analyzátorů a zabezpečovacích monitorovacích systémů, které se poté umisťují do garáží, chladírenských prostor apod.

2.4 Princip katalytického senzoru

Katalytické detektory můžeme znát jako pelistorové senzory či jako pelistor. Detektory pracující na katalytické bázi jsou v dnešní době nejrozšířenější. Používají se k měření úniku hořlavých plynů především v průmyslu. Tyto detektory jsou založeny na katalytickém spalování měřeného hořlavého plynu na žhaveném odporovém tělísku.

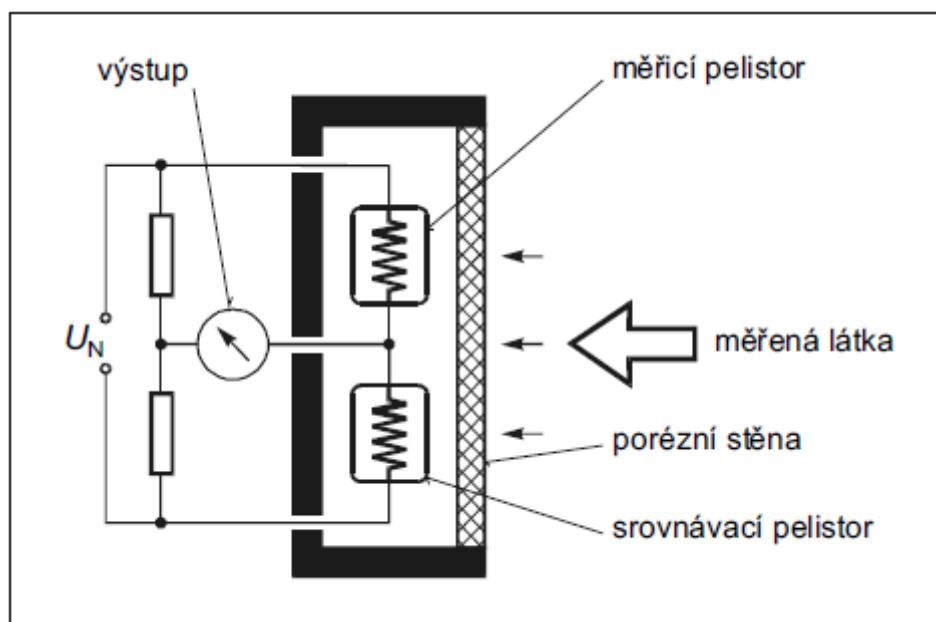
Vlastní katalytický senzor se skládá ze 3 hlavních částí. Za prvé je to keramické pouzdro, na jehož povrchu je nanesen katalyzátor, Druhá část je ta nejdůležitější, je to vinuté odporové tělísko vyrobené z planinového drátku, které slouží jako nosný mechanický prvek, jako topný prvek i jako samotný teploměr. Mezi první a druhou částí se nachází porézní hmota, která vyplňuje prázdný prostor (Obr. 8). Aby tento pelistor správně fungoval, musí být jeho provozní teplota mezi 500 až 600 °C.

⁵ Obrázek přejet z http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm



Obr. 8. Pelistor

Jakmile se detekovaný plyn dostane na vyhřáté tělíčko, dojde ke katalytickému spalování a dalšímu zahřívání. Při tomto zahřívání dochází ke změně odporu platinové cívky. Aby se tato změna dala správně vyhodnotit, je ideální, když tento pelistor je zapojen do Wheatstoneova můstku. Aby měření probíhalo bez falešných poplachů, zapojuje se do tohoto obvodu další katalytické tělíčko, které pomáhá pouze při kompenzaci rušivých vlivů při výstupu, jak je např. změna tepelné vodivosti, změna teploty.

Obr. 9. Wheatstoneův můstek s pelistory⁶

⁶ Obrázek přejat z: www.odbornecasopisy.cz/imagesold/a1001053.gif

Měřicí a pomocný pelistor se umísťují někdy odděleně, ale častěji do společné komory válcového tvaru. Stěna této komory je vyrobena z kovového porézního materiálu, například z niklu. Tento materiál umožňuje snadně vniknout detekovaným plynům dovnitř k pelistorům, ale už jim zabraňuje dostat se ven v případě, že tato látka překročí dolní mez výbušnosti a dojde k požáru.

Je důležité si uvědomit, že katalytickým senzorem nejde selektivně rozdělit jednotlivé plyny v několikasložkových směsích. Avšak nejedná se o závadu, jestliže se detektor využívá k zabezpečování, tak je to právě naopak. Hovoří se zde o selektivitě senzoru vzhledem k obsahu hořlavých plynů a par ve vzduchu.

Výstupní signál měřicího obvodu je v rozsahu do dolní meze výbušnosti (DMV) přibližně lineárně závislý na koncentraci detekované látky. Výstupní údaje se zpravidla uvádějí v procentech. Je tomu tak z důvodu, že při stejném objemu jakýkoliv detekovaných látek se velmi liší jejich vliv na pelistor. Avšak je důležité si uvědomit, že DMV je pouze orientačním vodítkem. Pokud chceme přesně detekovat určitou látku, musíme přesně nastavit DMV pro konkrétní látku. Ale tyto informace se liší podle toho, ve které zemi se nacházíme, protože každý stát má přesně určené své hodnoty. Tyto hodnoty jsou stanoveny legislativou daného státu.

2.4.1 Pracovní režimy katalytických senzorů

Pelistory pracují ve dvou základních režimech:

1. **Režim neizotermní** – nejčastěji se vyskytuje v komerčních detektorech. Měřicí zařízení fungující na tomto režimu jsou také typická svým jednoduchým zapojením do obvodu. Je založen na tom, že pokud je přítomna hořlavá látka, probíhá na citlivém prvku spalovací reakce, roste teplota, a výsledkem je změna odporu. Výsledné napětí je úměrné koncentraci hořlavé látky ve směsi, která obsahuje přebytek kyslíku. Pro vyhodnocování tohoto obvodu se používají dvě metody, které se liší způsobem napájení:
 - a. **Můstek s konstantním napětím** – používáno u přenosných detektorů.
 - b. **Můstek s konstantním proudem** – používáno u stabilních detektorů a při propojení na větší vzdálenost

2. **Režim izotermní** – v tomto režimu je teplota senzoru udržována konstantní. Při tomto měření se napájení upravuje automaticky tak, aby citlivý prvek měl konstantní teplotu. Elektrický příkon, potřebný k udržování konstantní teploty měřícího pelistoru při spalování hořlavé látky, je pak úměrný její koncentraci.

2.4.2 Veličiny ovlivňující činnost katalytického senzoru

Tyto senzory jsou velmi spolehlivé a zaručují dlouhou životnost při dlouhodobém používání. Faktory, ovlivňující velikost výstupního signálu, lze rozdělit do třech skupin:

1. **Geometrické vlastnosti** – jedná se hlavně o tvar a velikost pelistoru. Pro minimalizaci spotřeby a ideální detekci by měl mít pelistor tvar malé perličky. Rychlost reakce, a tím i rychlost uvolňování tepla a velikost signálu, je však úměrná rozměru plochy, na které je nanesen katalyzátor. Vzhledem k těmto protichůdným požadavkům bývá prvek konstruován jako malá koule z porézního materiálu.
2. **Chemické vlastnosti** – jsou uvažovány u vlivů, které způsobují pokles, někdy až ztrátu katalyzátoru. Ke ztrátě katalyzátoru může dojít při působení některých látek, které mohou být klasifikovány jako inhibitory nebo katalytické jedy. Za inhibitor jsou považovány např. halogeny. Jako katalytické jedy působí například silikony. Rozdíl v těchto dvou skupinách je především způsoben adsorpcí na katalyzátor a jeho následnou degradaci.
 - a. **Inhibitory** - rychlost reakce zmenší úměrně velikosti povrchu, na kterém je adsorbován. Reakce je inhibována úměrně koncentraci inhibitoru.
 - b. **Katalytické jedy** – jsou na rozdíl od inhibitorů adsorbovány nevratně. Velikost pokrytí aktivního povrchu nezávisí na rovnováze, ale roste v závislosti na koncentraci katalytického jedu až do zakrytí celého povrchu. Díky tomuto klesá signál katalytického snímače k nule. Rychlost deaktivace závisí na vlastnostech katalyzátoru a jedu a podmínkách reakce.
3. **Ukládání uhlíku na katalyzátoru** – se stává, když je snímač nastaven na extrémní množství uhlovodíku. Tento problém se dá redukovat přidáním thoria s paladiem do katalyzátoru. Katalytický senzor bývá pokrýván uhlíkovými sazemi i při spalování organických látek v atmosféře s nedostatkem kyslíku.

2.4.2.1 Katalytické senzory odolné proti katalytickým jedům

V současnosti není možné katalytické jedy naprosto odstranit, ale dá se jejich působení na katalyzátory značně omezit.

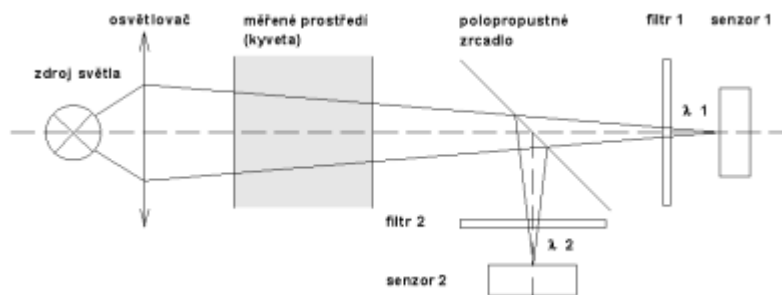
Aby byl snímač proti nim odolný, pokrývá se povrch katalyzátoru tenkou vrstvou zeolitu, který působí na katalyzátoru jako molekulové síto, a tím zabraňuje přístupu jedů na aktivní povrch snímače. Další možností je vytvoření keramického povrchu nosiče, jehož póry mezi jednotlivými částicemi nejsou větší než 20 nm. Nejlepší výsledky se objevují u pelistorů, u nichž se katalyzátor nachází nejen na povrchu tělíska, ale i na vnitřní straně pórů keramického nosiče. Řídicím dějem, který určuje velikost signálu, není rychlost oxidace, ale rychlost difúze hořlavé látky ke katalyzátoru. Dojde-li k otravě určité části plochy za předpokladu, že je k dispozici nadbytečná katalyticky účinná plocha, nepoklesne ani rychlost oxidace, ani výstupní signál.

Další možností ochrany katalytického senzoru před katalytickými jedy je zařazení uhlíkového filtru před měřicí komoru. Takové uspořádání se používá hlavně při detekci methanu.

2.5 Princip infračerveného senzoru

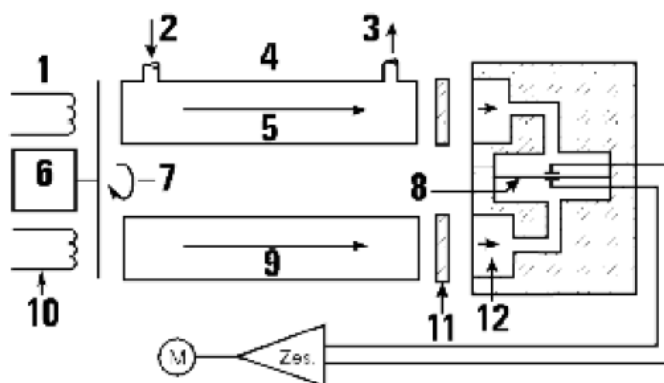
Infračervený senzor pracuje na základě Lamberta-Beerova zákona, podle nějž existují v oblasti infračerveného světla takové vlnové délky, které jsou pohlcovány některými plyny nebo párami, jejichž molekuly musí být sloučeninami minimálně dvou různých atomů. Tyto látky jsou například dusík N_2 , kyslík O_2 a nebo také methan CH_4 . Detekce hořlavých látek je nejčastěji vykonávána na vlnových délkách 3,3 až 3,4 μm . Toto rozmezí patří do infračerveného spektra a není viditelné pro lidské oko.

Úplně nejjednodušší princip infračerveného senzoru by se dal popsat takto. Světlo, vycházející ze zdroje, prochází měřeným prostředím (někdy také kyvetou), a poté dopadá na senzor. Pokud se v měřeném prostředí vyskytuje detekovaný plyn, zmenší se intenzita světelného paprsku. Ovšem tato metoda se dá použít jen ve stoprocentně stabilním prostředí. Protože jakmile by v tomto prostředí došlo k jakékoliv změně intenzity, například prachu, světla, byla by tato změna vyhodnocena jako změna koncentrace detekovaného plynu (Obr. 10).



Obr. 10. Nejjednodušší princip infračerveného senzoru⁷

Aby se těmto planým poplachům předcházelo, používá se metoda pomocného, referenčního, prostředí. Funguje to tak, že ze společného zdroje nyní vychází dva paprsky, které se rozdělí a jeden prochází měřeným prostředím, ve kterém se můžou vyskytovat detekované plyny. Druhý paprsek putuje do referenčního prostředí, ve kterém je umístěn známý plyn. Tento paprsek také pomáhá při odstranění chyb z důsledku změny teploty, vlhkosti a podobně. Nakonec se oba paprsky srovnají na kovovém snímači, který funguje jako kapacitní. Signál z toho snímače se poté dále vyhodnocuje a elektricky zpracovává (Obr. 11).



- | | |
|-------------------|-------------------------|
| 1 – zdroj | 7 – rotující clona |
| 2 – vstup | 8 – kovová membrána |
| 3 – výstup | 9 – referenční komora |
| 4 – měřený plyn | 10 – zdroj infra světla |
| 5 – měřicí komora | 11 – světelný filtr |
| 6 – motor | 12 – absorpční komora |

Obr. 11. Princip infračerveného senzoru se dvěma paprsky

⁷ Obrázek přijat z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27693

Infračervené senzory se konstruují ve dvou provedeních, buďto jako bodové, to znamená, že detekují únik plynu pouze na určitém místě, a infračervený paprsek se pohybuje pouze ve vzdálenosti několika centimetrů ve speciálním měřicím prostoru. V současnosti se ale stále více rozvíjí detekce pomocí infračerveného senzoru na velké vzdálenosti. Velká vzdálenost znamená až 200 metrů mezi vysílačem a přijímačem. Při těchto vzdálenostech pracuje následujícím způsobem. Jeden vysílač vyšle dva paprsky k přijímači. Jeden z těchto paprsků je nastaven na vlnovou délku pohlcující detekovaný plyn. Druhý je nastaven tak, aby tímto prostředím prošel a nedošlo ke změně. Je širokopásmový. Díky němu snadno vyhodnotíme, zda nedošlo ke změně z důsledku působení mlhy, kouře a podobně. Je to jednoduché vyhodnocení. Pokud dojde ke změně velikosti amplitudy u obou paprsků, je jasné, že se jedná o změnu v důsledku působení těchto jevů. Pokud se ovšem změní amplituda pouze u prvního z paprsků, znamená to, že v hlídaném prostředí se vyskytl námi detekovaný plyn.

Infračervené senzory dokáží absorbovat určité množství energie. Toto množství je hodně závislé na molekulárním uspořádání té dané látky. Nejméně citlivé jsou na metan, a při detekci butanu nebo propanu jejich citlivost velmi prudce roste. Infračervené senzory jsou náchylné na některé druhy látek. Vadí jim například vodní páry, oxid uhelnatý, a také některé druhy chladiv.

I přesto, že jsou náchylné na některé látky, mají stále docela dost předností před jinými principy:

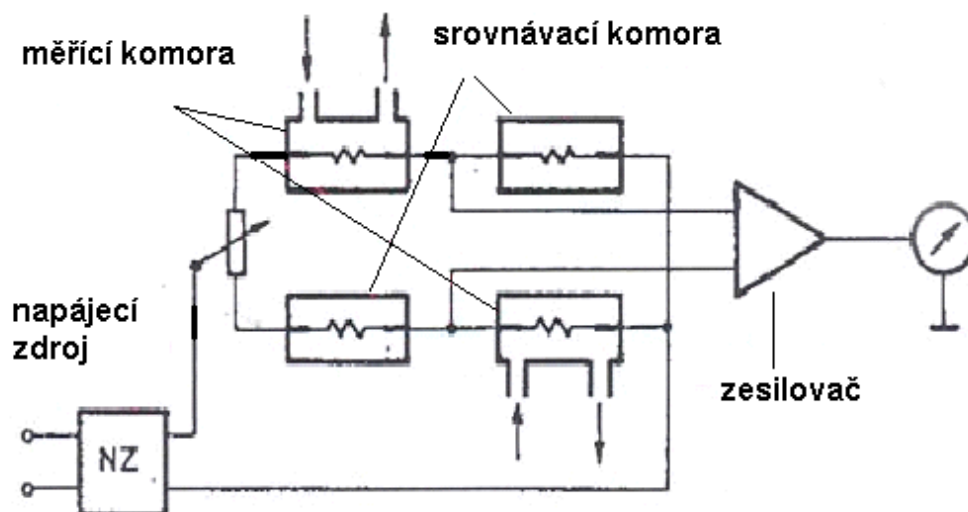
1. Doba vyhodnocení změny je velmi krátká, 1 až 2 sekundy.
2. Na tomto čidle nedochází k hoření, proto má mnohem delší životnost, než například elektrochemický senzor.
3. Okolní vlivy se dají velmi snadno odstranit.
4. Možnost měřit plyn v netečné atmosféře, například metan v dusíku.
5. Možnost detekovat plyn ve velkém otevřeném prostoru pouze jedním čidlem.

Infračervené senzory se používají stále častěji. Dříve se používaly v analyzátoch a velkých přenosných měřicích zařízeních. V dnešní době se tyto senzory vyrábí ve velmi malých rozměrech a je možné je umístit i do malých stacionárních či přenosných detektorů. Tyto senzory se instalují hlavně v těžkém provozu, kde dochází k častým únikům těchto látek anebo tam kde se často převyšuje hodnota dolní meze výbušnosti. Infračervené

senzory mají velmi vysokou životnost v porovnání s ostatními, dokáží pracovat bez problému 3 až 5 let, i to je důvodem, že se stále více rozšiřují.

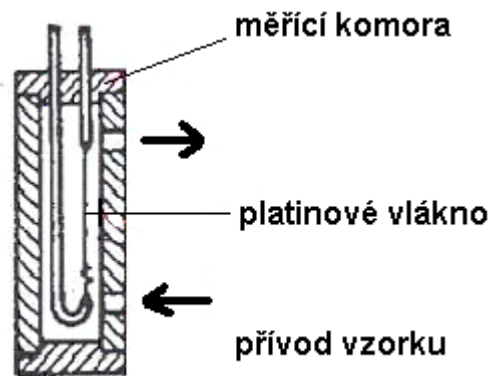
2.6 Princip tepelně vodivostního senzoru

Tepelně vodivostní senzor pracuje na principu porovnávání tepelné vodivosti detekovaného plynu s referenčním plynem, kterým bývá zpravidla čistý vzduch. Celý senzor si můžeme představit jako dvě samostatné komůrky, ve kterých jsou nainstalovány dvě totožná vyhřívaná tělíska. Tato tělíska jsou zpravidla vyrobena z platiny nebo wolframu a vyhřívána elektrickým proudem na teplotu v rozmezí 100 až 150 °C. První komůrka slouží jako referenční a do druhé je přiváděna detekovaná směs plynu. Pokud se do této komůrky dostane plyn s jinou tepelnou vodivostí, než má plyn v referenční komůrce, tak dochází k ochlazení nebo naopak zvýšení teploty vyhřívaného tělíska, a poté také dochází ke změně odporu. Změna odporu referenčního a měřicího tělíska se poté srovnává a vyhodnocuje na Wheatstonově můstku. Tato změna se poté převádí na elektrický signál, který se dále zpracovává. Aby se zvýšila citlivost tohoto obvodu, používají se dvě měřicí komory, a také dvě referenční komory (Obr. 12). Díky tomuto zapojení předejdeme jakýmkoliv planým poplachům způsobených působením prachu, vlhkosti a tak podobně.



Obr. 12. Schéma tepelně vodivostního senzoru⁸

⁸ Obrázek přejat z http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm



Obr. 13. Detail měřicí komory⁹

Pro usnadnění pochopení principu tepelně vodivostních senzorů je také nutné si zveřejnit základní vzorce, které se používají pro výpočet tepla a také si ukázat směšovací pravidlo. Vedení tepla patří k tzv. transportním jevům. Množství převedeného tepla Q [W], které projde určitou plochou S [m²] za určitý čas t [s] je:

$$Q = \lambda S t \frac{d\vartheta}{dx}$$

kde:

λ je úměrná tepelná vodivost (W.m⁻¹.K⁻¹)

$d\vartheta/dx$ je teplotní spád (K.m⁻¹).

Z tohoto vyplývá, že tepelná vodivost plynu je větší tím, čím menší je průměr molekuly a čím vyšší je teplota a měrné teplo plynu.

Tepelnou vodivost směsi plynů, které spolu nereagují, lze zpravidla vypočítat pomocí směšovacího pravidla:

$$\lambda_s = \sum_{i=1}^n m_i \lambda_i$$

kde

λ_s, λ_i jsou měrné tepelné vodivostní směsi a samostatných složek

⁹ Obrázek přejet z http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm

m_i je molová složka hmoty

Tepelně vodivostní senzory jsou vhodné pro detekci binárních směsí a jejich ekvivalentů. Tepelně vodivostní senzory lze určitě použít pro detekci H_2 , N_2 , CH_4 a dalších plynů. Aby se tyto látky daly detekovat, je nutné, aby byly v dané směsi v určitém objemu. U vodíku se jedná o objem 0,5 % a ostatní látky musí být ve směsi ve větším množství, kolem 3 %.

Tepelně vodivostní senzory se používají hlavně z toho důvodu, že mohou pracovat dlouhou dobu bez jakékoliv obsluhy, a to i v těžkých provozních podmínkách. Tyto senzory v současnosti nacházejí uplatnění v plynových chromatografech.

Tepelně vodivostní senzor se může také v jiných publikacích objevovat pod názvem katarometrický senzor nebo také pod zkratkou TCD.

2.7 Princip fotoionizačního senzoru

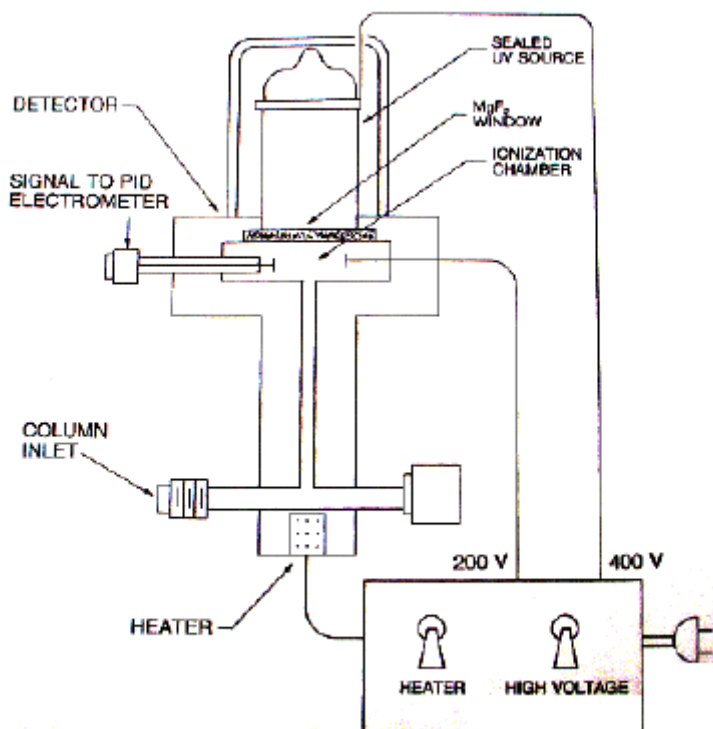
Fotoionizační senzory pracují na principu ionizace molekul plynu pomocí UV záření. Uvnitř senzoru se nachází UV lampa, která je hlavním zdrojem ultrafialového záření. Použitelnost tohoto senzoru je poté závislá na energii použité lampy, neboť pozitivní detekci vydávají všechny látky, které mají potenciál nižší než je energie UV lampy. Pro tyto případy se používají 3 základní druhy UV lamp:

1. o energii 9,5 - 9,8 eV
2. o energii 10,2 - 10,6 eV
3. o energii 11,7 eV.

V žádném tomto rozmezí se nevyskytují látky obsažené v našem ovzduší, jako příklad uvádím hodnotu energie u kyslíku (12,1 eV), u dusíku (15,6 eV) a oxidu uhličitého (13,8 eV). Tento senzor neumí detekovat zemní plyn. V úplně prvních senzorech se vyskytovaly uvnitř lampy také elektrody. V současných senzorech jsou tyto elektrody umístěné vně, a díky této inovaci mají tyto senzory mnohem delší životnost.

Vzorek vzduchu s detekovanou látkou je nasáván čerpadlem přes filtr do ionizační komůrky, kde dochází k ionizaci molekul detekované látky účinkem fotonů vyzařovaných z UV lampy. Produktem této ionizace je kation (kladně nabitá částice) a elektron. V ionizační komůrce je umístěna kladně nabitá urychlovací elektroda, která kladně nabitě částice odpuzuje směrem ke sběrné elektrodě. Signál na sběrné elektrodě, který je dále zesilován a poskytuje analogový výstup pro měření a integraci, je úměrný koncentraci

látky. Takto vzniklý proud se zobrazuje v jednotkách ppm. Ionty se v prostoru detektoru rychle rekombinují a vytvářejí tak původní molekuly (Obr. 14).



Obr. 14. Princip fotoionizačního senzoru

2.7.1 Základní provedení fotoionizačních senzorů

Fotoionizační senzory se vyrábějí ve 3 základních provedeních:

1. **Senzor s axiálním průtokem** – jeho konstrukce je taková, že detekovaný plyn vstupuje čelně k centrální anodě UV lampy a obtéká katodu. Proud plynu je tedy směřován čelně k výbojce. Tento senzor má velký vnitřní objem a tím pádem pomalejší odezvu a dlouhou dobu ustálení. Díky dlouhé dráze vzorku se zde velmi výrazně projevuje vliv vlhkosti. Tento průtok způsobuje i časté znečištění čelní plochy výbojky a je zde tedy nutnost častého čištění.
2. **Senzor „2-D“** – neboli také dvourozměrný senzor. Tento senzor má 2 rozměry, první z nich je to, že je vzorek detekovaného plynu veden podél čelní strany výbojky. A druhým rozměrem je to, že přicházející světlo z výbojky je pod úhlem 90° směrem k vedení vzorku plynu a je paralelní s tokem iontů. Umístění senzoru hned u okénka výbojky vytváří velmi malý vnitřní objem, díky němuž dokáže tento senzor velmi rychle vyhlásit poplach, zpravidla v rozmezí 3 sekund. Prostor s UV

lampou a senzorem je utěsněn pomocí kroužku, takže jeho stálost je poměrně vysoká a k ustálení dochází také velmi rychle. Tento senzor není nijak náročný na údržbu.

3. **Senzor „3-D“** – neboli také trojrozměrný senzor. Tento senzor využívá vše z 2-D senzoru a je ještě rozšířen o 3 rozměr, což je to, že proud iontů je veden kolmo k směru toku detekovaného plynu a ke světlu přicházejícímu z UV lampy. 3-D senzor je minimálně citlivý na působení vlhkosti vzorku uvnitř senzoru. Tato vlhkost se u jiných senzorů usazuje na elektrodách a tím pádem dochází ke zkreslování výsledků. „3-D“ senzory jsou používány hlavně u velmi citlivých detektorů.

Fotoionizační senzory, také se mohou vyskytovat pod názvem PID senzory, dnes patří k široce rozšířeným prostředkům měření koncentrace plynů a par v ovzduší. Dříve se využívaly pouze v plynové chromatografii. Dnes se tyto senzory používají jak ve vnitřním prostředí podniků, tak i k monitorování životního prostředí. Velmi jsou rozšířené také u integrovaného záchranného systému státu v oblasti krizového řízení.

3 SOUČASNOST VE VÝVOJI DETEKTORŮ HOŘLAVÝCH LÁTEK

Vývoj v oblasti detektorů úniku hořlavých látek jde velmi rychle dopředu. Je to způsobeno tím, že si lidé přejí, aby jejich majetek i zdraví bylo chráněno co nejúčinněji. Detektory se umisťují stále ve více podnicích, ale také v domácnostech. Základní typy detektorů jsou přenosné a stacionární.

3.1 Přenosné detektory úniku hořlavých látek

Přenosné detektory se používají na místech, kde by nebylo vhodné nainstalovat napevno detektory, anebo také na místech kde je podezření na nějakou poruchu, například prasklé potrubí plynovodu. Dále se tyto přenosné detektory používají při práci v podzemí, kde velmi často hrozí nebezpečí úniku methanu.

Přenosné detektory, užívané pro detekci úniku hořlavých látek, je možno dále rozdělit podle způsobu použití. Základní použití je založeno na pouhém vyhledávání úniku plynu, další použití je poté založeno na měření přesné hodnoty plynu, a v neposlední řadě jsou to detektory plynů, které hlídají úbytek kyslíku v prostředí.

3.1.1 Přenosné detektory určené na odhalování úniku hořlavých plynů

Při úniku plynu vyžadujeme od detektoru především rychlou odezvu a vysokou citlivost na tento plyn bez nároků na vysokou přesnost. To znamená, že nám vlastně je jedno kolik toho plynu uniklo, ale hlavní je fakt, že víme o úniku a můžeme zahájit další bezpečnostní kroky. Když nám stačí pouze tato informace, postačuje nám také levnější a jednodušší detektor. Tyto detektory většinou pracují na polovodičovém principu.

Pro tuto činnost nejsou většinou detektory vybaveny žádným číselným zobrazováním hodnot. Většinou mají na sobě pouze signalizaci pomoci skupiny LED diod. Tyto diody podle toho kolik jich je rozsvícených, detekují zvyšování či snižování koncentrace daného plynu. Přenosné detektory jsou také doplněny hlasitým bzučákem, aby informace o změně došla k uživateli co nejdříve.

Konstrukce těchto detektorů může být velmi jednoduchá. Vlastní senzor bývá z důvodu snadného přístupu umístěn na konci detektoru nebo dokonce odděleně a k samotnému detektoru je výstup přiveden pomocí kabelu.

Mezi tyto jednoduché detektory například patří **GD51** od firmy JTO.

Detektor GD51 je přístroj určený ke kontrolám úniku hořlavého plynu do ovzduší. Jeho přednostmi jsou: snadná obsluha, jednoduché použití, malé rozměry, velká mechanická odolnost. Detektor GD51 se používá do stabilního prostředí. Nesmí se používat v místech s vysokou vlhkostí.

Základní technické parametry:

Tab. 2. Základní technické parametry přenosného detektoru GD51

Rozměry detektoru	225 × 62 × 25 mm
Princip detekčního snímače	polovodičový senzor
Detekované plyny	hořlavé plyny - methan, propan, butan, vodík
Max. detekovaná koncentrace	50 % DMV
Pracovní prostředí	bez nebezpečí výbuchu
Teplota a vlhkost prostředí	10-30 °C, 20-90 % RV
Napětí napájecího adaptéru	6 V

Správná funkce a detekce plynu je signalizována pomocí 6 svítivých LED diod a také pomocí akustické sirény. Při detekci plynu je nutno samotný detektor přiblížit k možnému místu úniku asi do vzdálenosti 1 až 2 centimetrů, takže velmi natěsno. Pokud by k úniku došlo a uniklo by větší množství je nutné detekci provádět z větší vzdálenosti. Pokud bychom detektor nechali v těsné blízkosti, mohlo by dojít k poškození či úplnému zničení polovodičového senzoru.

Pokud detektor signalizoval jakoukoliv zvýšenou koncentraci je nutné jej nechat před vypnutím na čistém vzduchu, aby se obnovili jeho původní detekční schopnosti.



Obr. 15. Přenosný detektor GD51¹⁰

3.1.2 Přenosné detektory zobrazující číselný údaj o koncentraci

Složitější detektory, které dokáží zobrazit přesný číselný údaj koncentrace detekovaného plynu, obsahují většinou katalytické senzory s vyšší citlivostí. Tato zařízení jsou konstruována tak, aby svými vlastnostmi vyhověla i prostředí, kde hrozí nebezpečí výbuchu.

Jejich konstrukce je složitější a velmi často také obsahují senzory na detekci toxických plynů a kyslíku. Jednotlivé senzory jsou buďto všechny napevno nainstalované v detektoru nebo je možno jednotlivé senzory vyměňovat. K těmto sensorům bývá detekovaný plyn přiváděn dvěma způsoby. Prvním z nich je difúzní, což znamená, že detekovaný plyn k němu pronikne samovolně. Druhým způsobem je zabudovaná nasávací elektrická pumpička, která si pomocí malého vzduchového čerpadla přivádí měřený plyn k samotnému senzoru nuceně. Dalo by se říci, že tento druhý způsob detekce je rychlejší, protože detekovaný plyn je přiváděn přímo a není možno, že by se k senzoru dostal například v ovlivněné koncentraci.

Jako příklad přenosných detektorů s číselným údajem lze uvést například **MULTIWARN** od firmy Dräger.

¹⁰ Obrázek přejat z www.jto.cz

Základní technické parametry:

Tab. 3. Základní technické parametry přenosného detektoru MULTIWARN

Rozměry detektoru	155 × 113 × 67 mm
Princip detekce	infračervený senzor
Detekované plyny	hořlavé plyny - methan, propan, butan
Max. detekovaná koncentrace	0 – 100 % DMV
Pracovní prostředí	bez nebezpečí výbuchu
Teplota a vlhkost prostředí	- 20 – 40 °C
Napětí napájecího adaptéru	6 V



Obr. 16. Přenosný detektor značky MULTIWARN¹¹

3.1.3 Přenosné detektory vyhledávající únik hořlavého plynu z půdy

Dalším druhem pro odhalování úniku hořlavých plynů jsou detektory pro vyhledávání úniku plynu z půdy. Tyto přístroje mají vysokou citlivost a velkou rychlost odezvy. U těchto detektorů se zpravidla používá princip ionizace vodíkového plamene nebo i speciální katalytický či polovodičový senzor.

Detektory, sloužící k vyhledávání úniku hořlavých plynů z půdy, jsou zpravidla větší konstrukce se speciálním nasávacím zvonem nebo kobercovou sondou, nebo také bývají ve

¹¹ obrázek přejat z <http://www.giangerloscientific.com/environmental/drager/multiinstrument.html>

formě vozíku. Některé z nich, aby mohly přesně lokalizovat místo úniku využívají sondy, které je zavrtávají či zatlačují do země a odhalují větší koncentrace.

3.1.4 Přenosné detektory určené pro kontrolu výbušného prostředí

Jedná se o kategorii detektorů, která obsahuje číselný údaj o hodnotě měřeného plynu. Většina těchto detektorů pracuje na principu katalytického spalování nebo absorpci infračerveného záření. Přenosné detektory jsou povětšinou opatřeny oddělitelnými výměnnými senzory. Výměnný senzor je možno umístit až 10 metrů od vyhodnocovacího přístroje. Detektory pro kontrolu výbušného prostředí mají buďto zabudovanou elektrickou pumpičku nebo se odběr detekovaného plynu provádí ručně za pomoci „balónku“, tento způsob se využívá hlavně na místech, kde není možno umístit samotný detektor.

Tyto přenosné detektory bývají vybaveny digitálním zobrazováním měřené hodnoty, zvukovou i optickou signalizací, dále přístroj obsahuje signalizaci o správném provozu, a také signalizaci o tom, že dochází k poklesu kapacity baterií. Některé přístroje bývají velmi robustní. To je z důvodu, aby vydržely dlouhodobý provoz v náročném prostředí.

Nejmodernější detektory jsou schopny v paměti uchovávat několik desítek měření, a také veškerá data posílat do počítače, kde se snadněji dále vyhodnocují.

Některé detektory jsou v současnosti osazeny tzv. „dvourozsahovým“ senzorem. Reálně to vypadá tak, že v detektoru jsou zabudovány dva senzory. Jeden z nich je katalytický a druhý zpravidla pracuje na principu tepelně vodivostním. Tyto detektory s dvourozsahovým senzorem se používají hlavně při měření methanu (zemního plynu). Tento senzor umožňuje poté měření celého rozsahu 0-100 % spodní meze výbušnosti (LEL). Tato mez je pro methan 0-5 % objemu v ovzduší, jakmile se tato mez překročí, automaticky se rozsah přepne a měří v rozsahu 5-100 % objemu ve vzduchu. Nejčastěji se tento princip používá při kontrole plynového potrubí nebo jiných plynových zařízení.

Přenosné detektory určené pro kontrolu výbušného prostředí musí být ze zákona certifikovány do prostředí s nebezpečím výbuchu. Novější detektory bývají certifikovány také z hlediska elektromagnetické kompatibility.

Přenosné detektory určené pro kontrolu výbušného prostředí se také velmi často vyskytují pod názvem explozimetrie.

3.1.5 Přenosné detektory určené pro toxické a ostatní plyny

Přístroje detekující toxické a ostatní plyny slouží jako ochrana člověka před účinky toxických látek. Tyto látky sice nemusí být jedovaté, ale jsou nebezpečné pro člověka tím, že vytěsňují kyslík z prostředí a velmi snadno by mohlo dojít k udušení.

Přenosné detektory určené pro toxické prostředí pracují většinou na principu elektrochemického článku nebo infračerveného senzoru.

Maximální přípustné hranice koncentrace jednotlivých látek jsou přesně stanoveny hygienickými předpisy Ministerstva zdravotnictví ve „Směrnici o hygienických požadavcích na pracovní prostředí“. V této směrnici jsou přesně stanoveny mezní hodnoty, které nesmí být překročeny ani na krátkou dobu.

Tyto přenosné detektory se vyrábějí v několika variantách. Asi tou nejpoužívanější jsou malé a lehké detektory bez ukazování číselných hodnot. Přenosné detektory určené pro toxické a ostatní plyny bez číselného údaje mají pouze zvukovou a optickou signalizaci překročení pevně nastavené hodnoty toxického plynu. Další variantou jsou detektory ukazující na displeji příslušnou koncentraci detekovaného toxického plynu v ovzduší.

3.2 Stacionární detektory úniku hořlavých látek

Stacionární detektory úniku hořlavých látek používané v průmyslových provozech, nejčastěji obsahují katalytický senzor. Je to z toho důvodu, že tyto detektory jsou poté dostatečně stabilní a není nutné kontroly provádět víckrát než 1 až 2 do roka. Dále jsou také velmi odolné vůči okolním vlivům, jako je teplota, vlhkost, prach. Jejich životnost v průměru dosahuje 5 let. Jak už víme z předchozí kapitoly, pro správnou funkci katalytického senzoru je nutno jej zahřát na teplotu 500-600 °C. Tato teplota může být nebezpečná v prostředí, kde hrozí nebezpečí výbuchu. Kvůli tomu je potřeba, aby byl senzor od prostředí dostatečně izolován. Izolace se provádí pevným uzávěrem nebo jiskrovou bezpečností.

Pevný uzávěr umožňuje průchod hořlavé látky k senzoru přes slinutý práškový kov, jinak nazývaný sintr. Tento sintr sice hořlavou látku k senzoru pustí, ale teplotu vzniklou z katalytického spalování ven ze senzoru nepustí. Některé pevné uzávěry se vyrábějí ve speciálním rozebíratelném provedení, které slouží k tomu, že jakmile skončí životnost katalyzátoru, vymění se pouze tato část. Samotný katalyzátor je levná součástka a není

nutno vyměňovat celý detektor, na kterém bývá nejdražší právě celé to kovové pouzdro (pevný uzávěr).

Jiskrovou bezpečností se rozumí speciální elektrické zapojení, které má za úkol zabránit vzniku takové elektrické energie, jež by mohla vytvořit elektrickou jiskru, a tím zapálit výbušnou směs. Takové zapojení senzoru je složitější a tím pádem také dražší, proto se využívá velmi málo.

Jako příklad tohoto detektoru uvádím detektor typu **SE-22D** od firmy KR Project.

Základní technické parametry:

Tab. 4. Základní technické parametry stacionárního detektoru SE-22D

Princip detekce	katalytický
Detekované plyny	hořlavé plyny - methan
Max. detekovatelná koncentrace	0-20 % DMV
Pracovní prostředí	bez nebezpečí výbuchu
Teplota a vlhkost prostředí	-10 – 40 °C
Napětí napájecího adaptéru	24 V _{ss} , 24V _{st} (+/-10 %)

Tento typ detektoru je dvouúrovňový, což znamená, že koncentraci detekovaného plynu vyhodnocuje ve dvou stupních, při překročení nastavené komparační úrovně se inicializuje příslušné výstupní relé. Tento typ detektorů se používá v průmyslových provozech a v místech se zvýšenou prašností. Základní látka, na kterou je detektor kalibrován, je methan.



*Obr. 17. Detektor typu SE-22D
od firmy KR Project¹²*

3.2.1 Stacionární detektory úniku hořlavých látek používané v domácnostech

Stále častěji se také detektory úniku hořlavých látek umísťují v domácnostech. V těchto místech není nutné používat detektory na katalytickém principu. V těchto místech postačuje použití detektorů pracujících na polovodičovém principu. Jsou mnohem jednodušší, a také levnější. Většina těchto detektorů má pouze signalizaci překročení pevně stanovené úrovně monitorovaného plynu. Z toho důvodu je nutno kontrolovat tyto senzory mnohem častěji, některé zdroje uvádějí dokonce 1krát za měsíc.

V této kategorii detektorů uvádím jako příklad detektor typu **GC20N** od firmy J.T.O.System.

¹² Obrázek přejat z <http://www.krprotect.cz/detail.asp?id=198>

Základní technické parametry:

Tab. 5. Základní technické parametry stacionárního detektoru GC20N

Princip detekce	polovodičový
Detekované plyny	hořlavé plyny - methan
Max. detekovatelná koncentrace	0 – 50 % DMV
Pracovní prostředí	bez nebezpečí výbuchu
Teplota a vlhkost prostředí	-20 – 50 °C
Napětí napájecího adaptéru	12 V

Detektor GC20N je stejně jako ostatní dvouúrovňový. Únik plynu signalizuje tento detektor akusticky a také opticky, na svém povrchu má 4 LED diody, které signalizují poruchu, žhavení, únik plynu. Tento detektor může efektivně chránit jak samostatně, tak i ve skupině více detektorů. Záleží na velikosti prostoru, který chceme střežit.



Obr. 18. Detektor typu GC20N
od firmy J.T.O. System¹³

3.2.2 Přenosné detektory umístované v kotelnách, skladech a garážích

Přenosné detektory je také potřeba instalovat do prostorů jako jsou například kotelny, sklady či garáže. I v těchto místech hrozí nebezpečí úniku, popř. výbuchu. Avšak není žádnou výjimkou, že se na tato místa velmi často zapomíná. Do garáží, skladů a garáží se instalují detektory zpravidla obsahující polovodičový, či citlivější elektrochemický senzor.

¹³ obrázek přejat z <http://www.jto.cz>

Jako příklad tohoto druhu detektorů uvádím dvouúrovňový detektor **GDS GDE** od firmy Aseko.

Základní technické parametry:

Tab. 6. Základní technické parametry stacionárního detektoru GDS GDE

Princip detekce	polovodičový/ elektrochemický
Detekované plyny	hořlavé plyny - zemní plyn, propan-butan
Max. detekovatelná koncentrace - 1. úroveň	0,5 % - zemní plyn, 0,2 % - propan-butan
Max. detekovatelná koncentrace - 2. úroveň	1,0 % - zemní plyn, 0,4 %- propan-butan
Pracovní prostředí	normální, těžké, nebezpečí výbuchu (1. zóna)
Teplota a vlhkost prostředí	-10 – 40 °C
Napětí napájecího adaptéru	9-12 resp. 9-18 Vss

Detektor GDS má zabudovaný polovodičový senzor. Detektor GDE obsahuje pro změnu elektrochemický senzor. Detektory GDS GDE jsou používány v prostorech, kde by z důsledku úniku hořlavých plynů mohlo dojít k výbuchu. Detektory tohoto označení se dodávají hlavně pro detekci zemního plynu a propan-butanu, ovšem nejsou to jediné látky. Příklad dalších látek: čpavek, vodík, freony.

Jak už jsem se zmínila, jedná se o dvouúrovňový detektor. Z toho důvodu je také vybaven 3 LED diodami. Zelená znamená, že je vše v pořádku. Žlutá dosažení prvního stupně a červená dosažení druhého stupně koncentrace plynu v ovzduší.



Obr. 19. Detektor typu GD od firmy Aseko¹⁴

3.3 Základní požadavky pro umístění stacionárních detektorů

Veškeré parametry a podmínky ohledně umístění těchto detektorů se nacházejí v normě ČSN EN 50073 „Návod na výběr, instalaci, používání a údržbu zařízení pro detekci a měření hořlavých plynů nebo kyslíku“. Základní myšlenkou umístování detektorů je fakt, aby hrozící nebezpečí bylo objeveno a odstraněno dříve než způsobí vážnější následky.

Velmi důležitý je také výběr jejich umístění, je důležité je umístit na takové místo, kde jim nehrozí žádné mechanické poškození, kontakt s vodou, při běžném provozu. Takové místo by mělo být vybráno a následně schváleno bezpečnostním technikem, který bude následně monitorovat veškeré údaje o tomto detektoru.

Před rozhodnutím o umístění je důležité vzít v úvahu následující faktory, které by mohly eventuálně ovlivnit správný chod detektoru:

- určení prostředí – vnitřní/venkovní,
- přítomnost výčnělků a dutin,
- definice povahy a koncentrace možných plynů a par v prostoru,
- určení teplotních vlivů,
- počet osob v provozu.

¹⁴ Obrázek přejat z http://www.marinfo.cz/Files/ASK-Aseko/KATASK_x/GDS_a_GDE.pdf

Při úniku hořlavých látek mají důležitý význam i okolní jevy. Je důležité vzít v potaz, zda je sledovaný prostor často odvětráván, nebo jestli je trvale uzavřen. Po úniku plynu je chování komplexní a závisí na spoustě parametrů. Avšak znalost těchto vlivů v praxi není dostačující pro odhad rozsahu a rychlost vytváření výbušného prostředí. Tyto odhady se dají upřesnit pomocí:

- aplikací obecně uznávaných empirických pravidel vytvořených specialisty na základě jejich zkušeností z minulosti,
- experimentování na místě pro simulaci a přesný popis chování plynů,
 - do této kategorie se dá zahrnout použití zkušebních kouřových trubiček nebo použití podrobnějších technik např. analýza značkovacím plynem,
- matematické simulace šíření plynu.

Jelikož nikdy není možné přesně definovat jaký objem detekované látky je detektor schopen pojmout, v jaké přesné výšce se musí umístit pro 100% detekci, je nutné se řídit pouze fyzikálními vlastnostmi detekovaného plynu a účelem, pro který je tento detektor použit. Vždy je potřeba zvážit následující faktory:

- typ detekovaného plynu a jeho působnost se vzduchem,
- účel, pro který je systém instalován,
- určit nejpravděpodobnější místo úniku hořlavého plynu,
- určit konkrétní vzduchotechnické podmínky v objektu.

Jako příklad uvádím pár základních míst, kde k úniku může dojít, a jak správně by v těchto místech měli být detektory nainstalovány.

1. **Kotelna s kotli na zemní plyn** – detektor by se měl umístit asi ve výšce 2 až 3 metrů nad přívod plynu do kotle. Není doporučeno detektor v takovém prostředí umístit těsně pod strop.
2. **Kotelna s kotli na propan-butan** – základní fyzikální vlastností propan-butanu je fakt, že je těžší než vzduch, pro to je důležité jej umístit k zemi ve výšce asi 20 centimetrů od podlahy do blízkosti kotle.
3. **Výskyt plynu v garážích** – v těchto prostorech se sice nejčastěji hlídá únik CO, ale jelikož se stále častěji vyskytují vozidla jezdící na LPG, tak i jeho únik. Protože se v garážích objevují lidé zpravidla sedící či stojící, je dobré detektory umístit do výše asi 120 – 140 centimetrů.

3.3.1 Instalace stacionárních detektorů

Přesné pokyny ohledně instalace stacionárních detektorů jsou taktéž popsány v normě ČSN EN 50073 „Návod na výběr, instalaci, používání a údržbu zařízení pro detekci a měření hořlavých plynů nebo kyslíku.“

Stacionární detektory pro detekci úniku hořlavých látek mají být instalovány tak, aby hlídaly prostor, kde se náhodně mohou hromadit nebezpečné plyny. Detektor musí být schopen včas podat informaci o této skutečnosti, a pokud možno zahájit její řešení pomocí alespoň jednoho následujícího opatření:

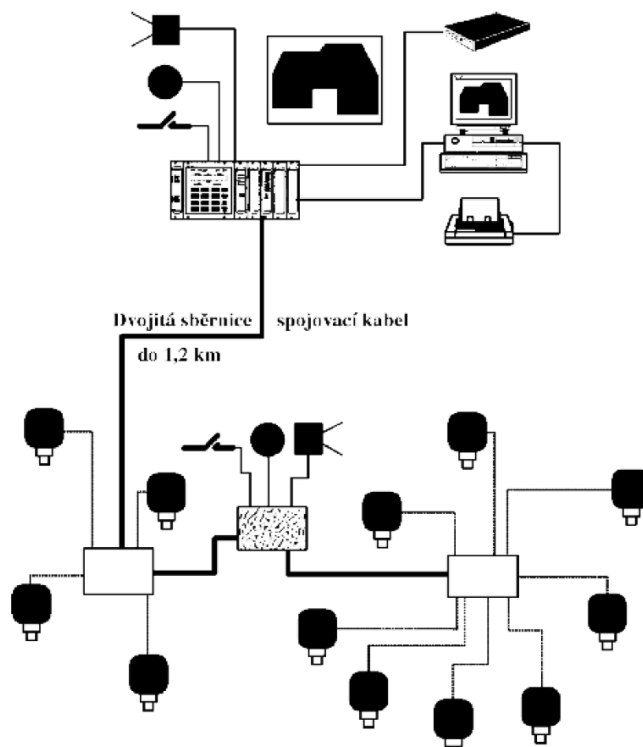
- zvýšené větrání,
- odstavení technologie,
- bezpečnostní evakuace budov.

Obecně by měly být stacionární detektory instalovány tak, aby porucha jednotlivých prvků nenarušila bezpečnost chráněných prostor. V prostorech, kde je potřeba trvalé hlídání se doporučuje zdvojení nebo ztrojení oddělených snímačů.

Ve velkých provozech je nezbytné, aby tyto detektory byly vyvedeny na ústřednu, která je propojena například s pultem centralizované ochrany (PCO), který je neustále hlídán a při změnách je ihned informován majitel objektu, hasičský záchranný sbor a další, předem určené složky.

Na takovou ústřednu by měly být napojeny adresné detektory, aby při jakémkoliv poplachu byla definována oblast a nikdo se nemusel zdržovat dohledáváním, který detektor poplach vyhlásil.

Detektory mohou být různě rozmístěny v objektu a ústředna může být umístěna až do vzdálenosti 1,2 kilometru. Takové umístění je vhodné pro případ úmyslného narušení hlídaného prostoru (Obr. 20).



Obr. 20. Schéma zapojení stacionárních detektorů¹⁵

Podle uvedených skutečností je jasné, že problematika detektorů je založena na velmi jednoduchých základech. Do detektorů se stále instalují klasické a už dlouhodobě odzkoušené senzory. Díky tomuto kroku dochází k nečekaným poruchám a problémům velmi ojediněle. Velmi důležité je provádět pravidelně kontroly a revize a všechny tyto činnosti nechat provádět kvalifikovanými pracovníky a techniky.

Přenosné i stacionární detektory odhalující únik hořlavých plynů jsou v praxi stále rozšířenější. Používají se jak v průmyslových provozech, tak i v domácnostech. Při instalaci těchto detektorů je důležité se řídit požadavky na instalaci, kvůli kvalitní detekci úniku hořlavých plynů.

¹⁵ Obrázek přejat z <http://www.jto.cz>

4 TRENDY V OBLASTI DETEKTORŮ ÚNIKU HOŘLAVÝCH LÁTEK

Pokrok vědy a techniky bude mít samozřejmě vliv na rozvoj detektorů úniku hořlavých látek. Nejdůležitější pro budoucí detektory bude nejspíše vývoj v oblasti fyzikálních a chemických principů, na jejichž základech tyto detektory zpravidla pracují.

4.1 Fyzikální principy detektorů hořlavých látek

Nové fyzikální principy se stále objevují. Největší vývoj se předpokládá v tom, že budou objeveny takové principy, které budou schopny detekovat více hořlavých látek najednou. Díky tomuto kroku se počítá s tím, že detektory se poté stanou víceúčelovými a najdou větší uplatnění.

V současné době je nejčastěji používán princip polovodičový. Je to z toho důvodu, že tento senzor je poměrně levný a jeho údržba není také nijak velká. Ovšem polovodičový senzor může vyvolávat plané poplachu nebo různé chyby při detekci. Z tohoto důvodu můžeme očekávat, že polovodičové senzory budou postupně nahrazeny jinými, přesnějšími senzory. Předpokládanou možností je větší využití katalytického a infračerveného senzoru.

Také se očekává, že systémy, které se momentálně používají pouze v laboratořích, budou minimalizovány až do takových rozměrů, které bude možné používat pro odhalování úniku v běžných průmyslech, kotelnách apod.

4.2 Integrace detektorů hořlavých látek

Dalším očekávaným pokrokem bude skutečnost, kdy se bude do jednoho detektoru zabudovávat více senzorů na odhalování různých látek. V dnešní době je už docela rozšířený detektor se dvěma senzory. Zpravidla jsou to senzory kalibrované na zemní plyn a propan-butan. V nejbližší době se dají očekávat na trhu takové detektory, které budou obsahovat až 6 senzorů detekujících 6 různých plynů. Už dnes je možné mít detektor detekující hořlavou látku a také CO či CO₂ jedním přístrojem, ovšem tato kombinace není zatím dost rozšířená. V budoucnu budou tyto přístroje zcela běžně dostupné.

Příkladem kombinovaného detektoru může být přístroj **GHD70** od firmy JTO. Detektor GHD70 umí detekovat oxid uhelnatý CO a také uhlovodíkové látky, nejčastější detekovanou látkou je methan. GHD70 obsahuje dvě výstupní relé, pro každou

detekovanou látku zvlášť. Uvedený typ detektoru je doporučován k hlídání malých kotelen a garáží, kde se předpokládá parkování vozidel jezdicích na LPG. Jako jeho nevýhodu bych uvedla fakt, že obsahuje pouze jeden senzor, kterým detekuje obě látky, proto detekce neprobíhá současně, ale na každou látku je vymezen určitý čas, a detektor se přepíná. Tento fakt by se měl při vývoji detektorů zdokonalit.

Základní technické parametry:

Tab. 7. Základní technické parametry kombinovaného detektoru GHD70

Rozměry detektoru	114 × 80 × 32mm
Princip detekce	polovodičový senzor
Detekované plyny	hořlavé plyny - methan, oxid uhelnatý CO
Max. detekovatelná koncentrace	do cca 50 % DMV, cca 300 ppm CO
Pracovní prostředí	bez nebezpečí výbuchu
Teplota a vlhkost prostředí	- 20 až 50 ° C
Napětí napájecího adaptéru	12 V



Obr. 21. Kombinovaný detektor GHD70¹⁶

4.3 Konstrukční změny v provedení detektorů

Největší změny se očekávají v konstrukční stránce detektorů. Detektory stále procházejí úpravami. Hmotnost i rozměry se stále zmenšují, ale i přesto se stále zvyšuje jejich

¹⁶ Obrázek přejet z <http://www.jto.cz>

odolnost a přesnost. Například v USA byla v roce 2008 normou stanovena přesnější koncentrace methanu v pracovním prostředí. Dříve se jednalo o hodnotu 10 % z dolní meze výbušnosti, což bylo asi 4 400 ppm. Nyní je tato hodnota zmenšena na pouhých 1 000 ppm. Z toho důvodu je potřeba vyvíjet novou, citlivější techniku. Všechny nově vyrobené detektory jsou prachotěsné a aspoň částečně odolné proti vodě. Díky tomu je možné tyto přístroje instalovat také do velmi těžkých a prašných pracovních prostředí.

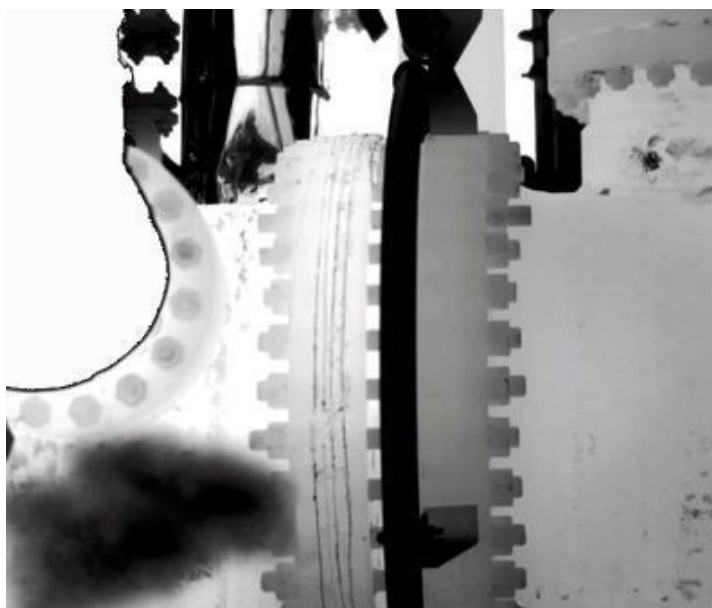
Další možností inovace je podle mého názoru fakt, že se stále více preferují ekologické materiály. Podle mého názoru se tyto materiály začnou používat i při výrobě detektorů. Asi nebude možno detektor z těchto materiálů vyrobit celý, ale jistě půjde použít aspoň na vnější kryt a ostatní plastové části. Tato změna je dána faktem, že se všichni snaží chránit životní prostředí. Důležitý fakt pro prodej tohoto výrobku je také jeho vzhled. Stále více lidí má náročnější požadavky. Přejí si určitou barvu, materiál, tvar. Všechny tyto drobnosti mají značný podíl na spokojenosti zákazníka.

Dalším důležitým bodem u vývoje detektorů je také skutečnost, jak oznamují změnu koncentrace dané látky v ovzduší. Dnes je zcela běžně používají zvukové a optické signalizační zařízení. Vědci dále předpokládají, že budou detektory obohaceny dalšími signalizačními možnostmi. Jako jedna z možností je použití propojení detektoru s mobilním telefonem či pagerem. Ideální by bylo, kdyby se u detektorů daly nastavit například telefonní čísla, na která by byla při změně koncentrace detekovaného plynu v ovzduší zaslána textová zpráva. Díky tomuto by byly detektory snáze použitelnější do různých prostředí.

4.4 Použití kamer v oblasti detekce hořlavých látek

Jedna z nových technologií v oblasti kontroly úniku hořlavých plynů jsou infračervené kamery. Jedná se o přenosnou formu detekce. Tyto kamery mají zabudované senzory, díky nimž jsou schopné odhalit velmi brzy hrozící nebezpečí. Optické zobrazení termovizních kamer nabízí lepší možnosti pro odhalení úniku než tradiční detektory. Infračervené systémy jsou velmi bezpečná zařízení, nemusíme s nimi, tak jako s jinými přenosnými zařízeními, až ke kontrolované lokalitě. Námí hlídané místo můžeme hlídat z několika metrové vzdálenosti. Infračervené kamery sloužící k detekci hořlavých plynů zaznamenávají únik hořlavé látky jako oblak páry. Pokud potřebujeme přesně znát koncentraci dané látky,

můžeme snadněji použít další prostředky pro její zjištění. Díky této kameře je také ihned odhaleno místo, kde k úniku dochází.



Obr. 22. Snímek z infračervené kamery s místem úniku hořlavého plynu¹⁷

Základní skupinou kamer, které se k těmto účelům používají, jsou ThermaCAM® skupiny GasFindIR™ (GF) od firmy FLIR Systems. Infračervené kamery byly původně určeny pro diagnostiku závad a stavů zařízení v mnoha aplikacích (elektrotechnice, strojírenství, stavebnictví apod.), a později se jejich uplatnění také rozšířilo do petrochemického průmyslu, elektroenergetiky, kde se používají právě pro detekci úniku hořlavých plynů.

Infračervený systém je osazen chlazeným mozaikovým fotonovým detektorem, který pracuje ve spektrálním rozsahu 3-5 μm . Tento detektor obsahuje speciální filtr. Pomocí filtru jsou zachytávány částice vyhledávaných plynů, a díky tomu je lze zobrazit pomocí termografického systému.

Kamera se používá obdobně jako jiné přenosné detektory. Obsluha při kontrole daného prostoru směřuje kameru na předem vytypovaná místa, a v hledáčku kontroluje, zda se neobjeví oblak plynu. Tento oblak vypadá stejně jako kouř stoupající z ohně.

¹⁷ Obrázek přejat z <http://www.tmvss.cz/Aplikace/Termovize/Uniky-plynu.html>

Kamery se staly oblíbené na celém světě. Díky svým možnostem našly uplatnění ve spoustě firem, kde se používají k preventivním kontrolám zařízení.

Na trhu jsou 3 druhy kamer typu GF:

1. FLIR GF306 – Tato infračervená kamera je prioritně určena na detekci fluoridu sírového (SF_6).
2. FLIR GF309 – Uvedený typ kamery je určen pro kontrolu pece a elektrické inspekce.
3. FLIR GF320 – Infračervená kamera je určena k detekci úniku hořlavých látek, především methanu.

FLIR GF320 je nejnovější typ infračervených kamer. Sami konstruktéři kamery ji nazývají jako „revoluční“. Je určena hlavně k detekci emisí methanu a jiných těkavých látek. Díky své přesnosti detekují únik už při velmi nízkém množství plynu. FLIR GF320 umí skenovat rychle velké prostory a přesně určit úniky v daném čase.



Obr. 23. Infračervená kamera FLIR GF320¹⁸

Největší uplatnění našla v monitoringu zařízení, u kterého je kontrola obtížně proveditelná s běžnými kontaktními detektory. Během jedné směny můžeme zkontrolovat „tisíce“ součástek bez potřeby zastavit práci. FLIR GF320 výrazně zlepšuje a zjednodušuje pracovní bezpečnost, životního prostředí a dodržování právních předpisů.

Základní informace o FLIR GF320:

¹⁸ Obrázek přejet z

<http://www.flir.com/thermography/eurasia/EN/content/?id=19006&rCC=2iWY&rLang=EN&rHide=234567>

- vysoká teplotní citlivost (<25 mK),
- vysoké rozmezí teplot, ve kterých kamera správně pracuje (-40 °C až +350 °C s přesností ± 1 °C),
- zabudované nahrávání videa, digitální kamera, laserové ukazovátko,
- vestavěný GPS přijímač pomáhá přesně lokalizovat místo úniku,
- výkonný LCD displej, sklopný hledáček s vysokým rozlišením poskytuje jasný a živý obraz ve špatně osvětlených prostorech nebo v rámci slunečnímu záření,
- robustní design a přesto poměrně nízká hmotnost (pouze 2,4 kg),
- laboratorní testování až na 20 různých plynů.

Nejčastěji jsou tyto kamery aplikovány:

- na ropných rafinériích,
- v petrochemickém a chemickém průmyslu,
- při kontrolách plynových zařízení.



Obr. 24. Příklady nasnímaných scén infračervenou kamerou¹⁹

Díky své široké škále využití si myslím, že postupně tyto kamery nahradí přenosné detektory v průmyslových provozech. Sice je jejich pořizovací hodnota celkem vysoká, jedná se o statisíce, ale díky tomu, že měření probíhá rychle a je ihned přesně určeno místo úniku, ušetří firmy na dalších poplatcích.

¹⁹ Obrázek přejet z

http://www.flir.com/uploadedFiles/Thermography/MMC/Brochures/T559179/T559179_EN.pdf

Vývoj v oblasti detektorů úniku hořlavých látek je v neustálém pokroku. Detektory jsou stále vylepšovány a integrovány v komplexnějších, využitelnějších systémech detekce. Jasným příkladem komplexnosti jsou mnou zmíněné infračervené kamery. V budoucnu se předpokládá možný přenos informací z detektorů na mobilní telefony a pagery. Případně se jejich využití bude aplikovat v tzv. systémech inteligentních budov, kde bude chod celé budovy ovládán automaticky.

ZÁVĚR

Z obsahu práce vyplývá, že cíle zadání byly naplněny. V práci jsem analyzovala jednotlivé plynné hořlavé látky, které se nejčastěji vyskytují v našem okolí. Dále jsem zpracovala přehled jednotlivých, nejčastěji používaných principů detekce hořlavých látek. Existují i další metody detekce, ale ty se buď používají méně, nebo jsou to jen kombinace mnou definovaných. V další kapitole jsou představeny základní typy ručních i nepřenosných detektorů, které jsou na našem trhu. A tvoří důležitý prvek průmyslových provozů, kotelen, garáží a dalších. Mírně jsem se dotkla také oblasti správné instalace. Na závěr jsou pak shrnuty současné trendy v oblasti detekce hořlavých látek, a jejich budoucí vývoj.

V současné době je vidět, že se díky miniaturizaci technologií dostávají do komerčních detektorů metody, dříve využívané pouze v laboratořích. Spousta institucí a výzkumných center se také snaží o to, aby byla zlepšena citlivost stávajících detektorů a schopnost odhalovat další hořlavé látky.

Citlivost u některých detektorů nemusí být přesná, proto je důležité, aby se i na tento fakt zaměřila výzkumná centra a snažila se ji upravit. Hodnota množství hořlavé látky ve vzduchu je velmi důležitá pro tuto detekci, proto je důležité, aby tyto přístroje detekovaly přesně a bylo tak zabráněno hrozícímu nebezpečí.

Nepřenosné detektory jsou stále více využívány pro domácí účely. Lidé si stále více uvědomují cenu svého zdraví, života a majetku, a proto svůj domov více zabezpečují. Z toho vyplývá, že výrobci detektorů musí používat jiné materiály než pro detektory používané v těžkém prostředí. „Domácí“ detektory musí být skoro „neviditelné“, aby nenarušovaly vzhled obytných prostor domu. Také je stále více rozšířeno využití ekologických materiálů. To platí u všech detektorů.

Nejnovější metodou detekce je využití kamer, jedná se o kombinaci digitální kamery s infračerveným principem detekce hořlavých látek. Infračervené kamery mají širokou škálu využití. Nejčastěji se využívají v oblasti dopravy, stavebnictví, energetiky. Tyto kamery jsou hojně využívány v zahraničí, především ve Spojených státech a ve vyspělých zemích, jako je Rusko, Čína. Do dalších zemí se rozšiřují. V České republice je využívá pouze malé procento firem. Je to z důvodu, že mají poměrně vysokou pořizovací cenu, kterou si většinou nemohou dovolit zaplatit ani velké prosperující podniky.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

From the content of the thesis results that all assignments have been realized. In the thesis I have analyzed the various gaseous flammable mixtures which are most often to occur in our neighborhood. Then I worked up the summary, the most often used principles of detection of flammable mixtures. There are other detection methods, but they are either less or is it just a combination of defined me. The next chapter presents the basic types of hand and stationary detectors, which are in our market. And it constitutes an important element of industrial plants, boiler rooms, garages and more. I gently touched the correct installation. In conclusion, summarizes current trends in the detection of flammable mixtures, and their future development.

At present, we can see that, thanks to miniaturization technologies come into commercial detection methods, previously used only in laboratories. A lot of institutions and research centers are striving to improve the sensitivity of existing detectors and the ability to detect other flammable mixtures.

Sensitivity of certain detectors may not be accurate, that even at this fact focused research center and tried to edit it. The value of the flammable mixture in the air is very important for this detection so it is important that these devices accurately detected and was to prevent imminent danger.

Stationary detectors are used increasingly for domestic purposes. People aware of the price of their health, life and properties and therefore your home more secure. It is clear that manufacturers must use for these detectors other materials than for detectors used in heavy industry. "Home" detectors must be almost "invisible" that do not disrupt the appearance of the residential areas of the house. It is also increasingly widespread use of organic materials. This is true for all types of detectors.

The latest method of detection is the use of cameras it is a combination digital camera with infrared principle. These cameras have a wide range of uses. The most frequently are using in transport, construction, energy. These cameras are widely used abroad, particularly in the United States and in developed countries such as Russia, China. In the Czech Republic are using by only a small percentage of firms. It's because they have a relatively high price they cannot afford to pay or a thriving business.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SVOBODA, Alexandr, et al. *Plynárenská příručka: 150 let plynárenství v Čechách a na Moravě* [s. l.] : GAS s.r.o., Praha, 1997. 1192 s. ISBN 80-902339-6-1.
- [2] KIZEK, Ján. Detekcia plynov [online]. Košice: Technická univerzita v Košicích, 2007 [cit. 2009-12-10]. Detekce plynů bezpečnostní a přístrojová technika. Dostupné z WWW: <<http://people.tuke.sk/jan.kizek/bezpe/Detekcia%20plynov.pdf>>.
- [3] LAUCKÝ, Vladimír. *Speciální bezpečnostní technologie*. 1. vyd. [s. l.] : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 223 s. ISBN 978-80-7318-762-0.
- [4] BENEŠ, Pavel, PUMPR, Václav, BANÝR, Jiří. *Základy chemie 2*. [s. l.] : Fortuna, 2004. 96 s. ISBN 80-7168-748-0
- [5] SKÁLA, Radovan. *Elektrochemické senzory pro měření složení plynů*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 62 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [6] ŠAFÁR, Patrik. *Elektrická požiarňa signalizácia* [online]. Žilina: Žilinská univerzita v Žilíně, 2005/2006. 5 s. Referát. Žilinská univerzita v Žilíně. Dostupné z WWW: <http://fel.uniza.sk/~nagy/BS/PDF/Safar_EPS.pdf>.
- [7] KADLEC, Karel. Provozní analyzátory plynů. *Automa*. 2001, 10/2001, s. **1-30**. Dostupný také z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=33683>.
- [8] *IRZ - Integrovaný registr znečišťování* [online]. 2005 [cit. 2009-10-16]. Dostupný z WWW: <http://www.irz.cz/repository/latky/methan.pdf>
- [9] *Zákony o chemických látkách* [online]. 21. 9. 2007 [cit. 2009-10-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.eurochem.cz/index.php?LA=CS&MN=Z%C1KONY+O+CHEMICK%DDCH+L%C1TK%C1CH&ProdID=00021F06FD45F0860002ECE1&DT=4097&TXTID=236&PHPSESSID=f7dcfda2ac1616820f49e8174d82b364>>.
- [10] *Air Liquide* [online]. 5. 3. 2007 [cit. 2009-10-15]. Dostupný z WWW: <http://www.airliquide.cz/file/otherelement/pj/propan13568.pdf>

- [11] *RWE: The energy to lead* [online]. 2008 [cit. 2009-10-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.rwe.cz/cs/>>.
- [12] J.T.O. System, s.r.o. [online]. 2009 [cit. 2010-02-20]. J.T.O. System, s.r.o. elektronické detekční systémy. Dostupné z WWW: <<http://www.jto.cz/>>.
- [13] *Přenosné detektory* [online]. 2005 [cit. 2010-03-23]. ACER-Proseč spol. s.r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.acer-prosec.cz/vyrobky.htm>>.
- [14] *Detektory plynů hořlavých i toxických* [online]. 2007 [cit. 2010-02-12]. Detektory plynů hořlavých i toxických. Dostupné z WWW: <<http://www.krprotect.cz/detail.asp?id=198>>.
- [15] *Přenosné infračervené kamery pro detekci úniků plynů* [online]. 2010 [cit. 2010-03-02]. Detekce úniku plynů. Dostupné z WWW: <<http://www.tmvss.cz/Aplikace/Termovize/Uniky-plynu.html>>.
- [16] *FLIR Thermal Camera for Gas Leak Detection* [online]. 2010 [cit. 2010-02-20]. Thermal Cameras for Gas Imaging. Dostupné z WWW: <<http://www.flir.com/thermography/eurasia/en/content/?id=11918&CFID=1704906&CFTOKEN=16127988>>.
- [17] Product Datasheet FLIR GF306. Sweden : FLIR, 2010. 2 s.
- [18] Product Datasheet FLIR GF320. Sweden : FLIR, 2010. 2 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ppm miliontina objemu nebo mg/m^3

CO Oxid uhelnatý

CO₂ Oxid uhličitý

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Princip funkce senzoru (čidla).....	19
Obr. 2. Princip činnosti polovodičového senzoru.....	20
Obr. 3. Detektor s nosnou trubičkou.....	21
Obr. 4. Princip elektrochemického čidla.....	23
Obr. 5. Princip ampérometrického senzoru	24
Obr. 6. Schéma galvanometrického senzory.....	25
Obr. 7. Schéma elektrochemického senzoru s pevným elektrolytem	26
Obr. 8. Pelistor	27
Obr. 9. Wheatstoneův můstek s pelistory	27
Obr. 10. Nejjednodušší princip infračerveného senzoru.....	31
Obr. 11. Princip infračerveného senzoru se dvěma paprsky.....	31
Obr. 12. Schéma tepelně vodivostního senzoru.....	33
Obr. 13. Detail měřící komory	34
Obr. 14. Princip fotoionizačního senzoru	36
Obr. 15. Přenosný detektor GD51	40
Obr. 16. Přenosný detektor značky MULTIWARN	41
Obr. 17. Detektor typu SE-22D od firmy KR Project.....	45
Obr. 18. Detektor typu GC20N od firmy J.T.O. System	46
Obr. 19. Detektor typu GD od firmy Aseko.....	48
Obr. 20. Schéma zapojení stacionárních detektorů.....	51
Obr. 21. Kombinovaný detektor GHD70.....	53
Obr. 22. Snímek z infračervené kamery s místem úniku hořlavého plynu	55
Obr. 23. Infračervená kamera FLIR GF320	56
Obr. 24. Příklady nasnímaných scén infračervenou kamerou.....	57

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Statistika požárů způsobených používáním zápalných kapalin a plynů	18
Tab. 2. Základní technické parametry přenosného detektoru GD51.....	39
Tab. 3. Základní technické parametry přenosného detektoru MULTIWARN.....	41
Tab. 4. Základní technické parametry stacionárního detektoru SE-22D	44
Tab. 5. Základní technické parametry stacionárního detektoru GC20N.....	46
Tab. 6. Základní technické parametry stacionárního detektoru GDS GDE.....	47
Tab. 7. Základní technické parametry kombinovaného detektoru GHD70	53