



# ZHODNOCENÍ VYUŽITELNOSTI SOUODOBÝCH PLYNOVÝCH DETEKTORŮ NEBEZPEČNÝCH

kpt. Bc. Jiří Daněk

# Cíl úkolu

Pro výzkum prostředků a metod chemického průzkumu a terénních analýz je celkovým obecným cílem podstatné **zvýšení úrovně, rychlosti a kvality plnění úkolů chemického průzkumu v HZS ČR a akceschopnosti chemických laboratoří a zasahujících jednotek PO při provádění detekce a analýz v terénu**, zejména s využitím stávajících přenosných prostředků.

Konkrétním cílem daného úkolu bylo vytipovat detekční techniku pro vybavení jednotek PO. S tím souvisejí dílčí cíle k naplnění uvedeného hlavního cíle, a to:

- navrhnout kritéria hodnocení plynových detektorů a analyzátorů z hlediska potřeb HZS ČR,
- vypracovat metodiku testování vhodných přístrojů,
- objektivně porovnat výrobky dostupné na tuzemském popř. evropském trhu.

# Autoři zprávy

*Vědecký vedoucí řešitelského kolektivu:*

Ing. Tomáš ČAPOUN, CSc.

*Řešitelský kolektiv:*

kpt. Bc. Jiří DANĚK

pplk. Ing. Petra LOČÁRKOVÁ

*Datum zahájení a ukončení úkolu:*

1. 9. 2022 - 30. 6. 2023

# Předmět testování

- a) Jednoduché detekční prostředky
- b) Univerzální detektory
- c) Selektivní analyzátory
- d) Multikomponentní analyzátory

- mezi jednotlivými skupinami dnes nejsou pevné hranice,
- řada běžných detektorů již dnes má některé prvky analyzátorů resp. některé jednoduché detekční prostředky poskytují kvantitativní údaj o látce, což by je řadilo mezi detektory.
- naprosto běžným konstrukčním řešením je dnes kombinace univerzální a selektivní detekce v jednom prostředku

# Přehled testovaných univerzálních detektorů a selektivních analyzátorů

V rámci testování detektorů a analyzátorů nebezpečných chemických látek využitelných v podmínkách činnosti jednotek PO byly ověřovány následující přístroje:

1. Víceplynový detektor BW Ultra (Honeywell International Inc.)
2. Detektor plynů BW Flex4 (Honeywell International Inc.)
3. Detektor Blackline Safety G7C (Blackline Safety Corp.)
4. Víceplynový detektor Dräger X-am 2800 (Drägerwerk AG & Co. KGaA)
5. Víceplynový detektor Dräger X-am 8000 (Drägerwerk AG & Co. KGaA)
6. Detektor plynů GasAlertMicroClip XL (Honeywell International Inc.)
7. Plynový detektor RIKEN KEIKI GX-3R (Riken Keiki)

# Přehled testovaných univerzálních detektorů a selektivních analyzátorů

V rámci testování detektorů a analyzátorů nebezpečných chemických látek využitelných v podmínkách činnosti jednotek PO byly ověřovány následující přístroje:

8. Univerzální ruční detektor plynů RIKEN KEIKI GX-6000 (Riken Keiki)
9. Víceplynový detektor SENKO MGT P (Senko)
10. Přenosný vícekanálový detektor T4 (Crowcon)
11. Vícekanálový detektor WatchGas POLI (WatchGas Detection)
12. Šestikanálový detektor plynů MultiRAE Pro (RAE Systems, Inc.)
13. Jednopleynový detektor SENKO SGT P (Senko)
14. Osobní jednokanálový detektor GASMAN-FL-MPS (Crowcon).

# Postupy hodnocení detektorů

## 1. údaje dodavatele

Pro všechny přístroje, které byly testovány, byly shromážděny následující údaje dodavatele (výrobce):

- cena za 1 ks,
- náklady na pětiletý provoz při uvažovaném provozu 25 měření ročně po dobu 1 hodiny (zahrnuje náklady na kalibraci, spotřební materiál, výměnu součástí s dobou životnosti nižší než 5 let apod.),
- možnost vlastní kalibrace,
- seznam látek měřitelných testovaným přístrojem a celkový počet měřitelných látek (po výměně čidel),
- možnost monitorování a způsob vyhodnocování dlouhodobého měření (možnost připojení a vyhodnocení na PC),

# Postupy hodnocení detektorů

## 1. údaje dodavatele

- možnost monitorování a způsob vyhodnocování dlouhodobého měření (možnost připojení a vyhodnocení na PC),
- rozsah měření,
- odolnost vůči nepříznivým klimatickým podmínkám a agresivnímu prostředí,
- odolnost vůči mechanickému namáhání,
- selektivita měření,
- doba nabíjení baterie a doba provozu po nabití,
- druhy alarmů,
- další specifikace.

Uvedené údaje dodavatele (výrobce) mají v protokolech o testování pouze informační charakter a neslouží pro srovnávání jednotlivých detektorů.



# Postupy hodnocení detektorů

## 2. Ergonometrická kritéria a uživatelské vlastnosti

*Tabulka 1*  
*Bodové hodnocení ergonometrických a uživatelských ukazatelů plynových detektorů*

<i>Ukazatel</i>	<i>Charakteristika</i>	<i>Bodové hodnocení</i>
<b>Hmotnost</b>	≤ 0,2 kg	4
	0,21 – 0,5 kg	3
	0,51 – 1 kg	2
	> 1 kg	1
<b>Rozměry</b>	≤ 0,2 dm <sup>3</sup>	4
	0,21 – 0,5 dm <sup>3</sup>	3
	0,51 – 1 dm <sup>3</sup>	2
	> 1 dm <sup>3</sup>	1
<b>Složitost ovládání</b>	Jednoduché, intuitivní, ovládání 1 tlačítkem bez návodu	4
	Níjak složité ovládání 2 tlačítka	3
	Vyhovující, nelze se obejít bez návodu	2
	Velmi obtížné a nepochopitelné	1
<b>Počet rukou při zapínání / monitorování</b>	1/1, 1/0	4
	2/1	3
	1/2	2
	2/2	1
<b>Ovládání v hermetických oděvech</b>	Snadná, jednoduchá, bez problémů	4
	Mírně ztížená	3
	Přináší značné problémy	2
	Nelze ovládat a měřit	1
<b>Použití za snížené viditelnosti</b>	Jednoduché, výborně viditelné ve tmě	4
	Mírně ztížená viditelnost bez použití ovládání	3
	Omezené – nutno stlačit tlačítko	2
	Neviditelné	1
<b>Možnost měření v nedostupných místech</b>	Ano bez úprav přístroje a připojení přídatného zařízení	4
	Ano po připojení zařízení z vybavení přístroje	3
	Ano s dokoupeným vybavením	2
	Ne	1

# Postupy hodnocení detektorů

## 3. Odezva detektorů

Při hodnocení odezvy detektorů byly testovány následující parametry:

- doba přípravy k měření,
- čas dosažení 90 % měřené hodnoty,
- čas ustálení nuly v nekontaminovaném prostoru.

*Tabulka 2*  
*Bodové hodnocení parametrů odezvy plynových detektorů*

<i>Parametr</i>	<i>Charakteristika</i>	<i>Bodové hodnocení</i>
Doba přípravy k měření [s]	≤ 60	4
	61 – 90	3
	91 – 120	2
	> 120	1
Čas dosažení 90 % měřené hodnoty [s]	≤ 20	4
	21 – 60	3
	61 – 120	2
	> 120	1
Čas ustálení nuly v nekontaminovaném prostoru [s]	≤ 20	4
	21 – 60	3
	61 – 120	2
	> 120	1

# Postupy hodnocení detektorů

## 4. Přesnost měření

Pro účely hodnocení přesnosti měření byla testována opakovatelnost stanovení. K tomu byla zvolena metoda po úrovních z desetinásobného měření a výpočet relativní směrodatné odchylky pro statistické vyhodnocení. Ze souboru deseti naměřených paralelních hodnot koncentrací byla relativní směrodatná odchylka vypočítána pomocí statistického software (EffiValidation. Version 4.0. EffiChem s r.o., 2019). Pro kvantitativní vyjádření přesnosti byla použita hodnota celkové rozšířené nejistoty stanovení, která je pro faktor pokrytí 2 rovna dvojnásobku relativní směrodatné odchylky. Hodnota celkové rozšířené nejistoty stanovení vyjadřuje rozsah hodnot koncentrace, ve kterém s 95% pravděpodobností leží při měření správný výsledek. Podle určení přístroje a dispozic kalibračních plynů podle určení přístroje a dispozic kalibračních plynů byla opakovatelnost testována pro jeden až dva plyny.

# Postupy hodnocení detektorů

## 4. Přesnost měření

Pro objektivní porovnání jednotlivých testovaných přístrojů byly zvoleny hodnoty celkové rozšířené nejistoty stanovení podle tabulky 3.

*Tabulka 3*  
*Bodové hodnocení detektorů podle přesnosti měření*

<b><i>Celková rozšířená nejistota stanovení [%]</i></b>	<b><i>Bodové hodnocení</i></b>
$\leq 10$	4
10 – 20	3
20 – 30	2
$> 30$	1

# Výsledky hodnocení

## 1. údaje dodavatele

K porovnání parametrů, které uvádí dodavatel (výrobce), je třeba v první řadě specifikovat počet přímo detekovatelných látek. Všechny testované detektory byly určeny pro měření 4 látek. Výjimkou byl detektor BW Ultra, umožňující přímé měření 5 látek, a dále 3 jednoplynové detektory, a to SENKO SGT P a GASMAN-FL-MPS. Detektor SENKO SGT P byl osazen čidlem na amoniak, detektor GASMAN-FL-MPS čidlem na hořlavé plyny a přístroj RIKEN KEIKI GX-6000 byl testován jako fotoionizační detektor.

Uvedené údaje dodavatele (výrobce) mají v protokolech o testování pouze informační charakter a neslouží pro srovnávání jednotlivých detektorů (proto **viz výzkumná zpráva**).

# Výsledky hodnocení

## 2. Ergonometrická kritéria a uživatelské vlastnosti

*Tabulka 4*

*Hodnocení plynových detektorů z hlediska ergonometrických a uživatelských vlastností*

<i>Detektor</i>	<i>Bodové hodnocení</i>
<b>SENKO SGT P</b>	24
<b>GASMAN-FL-MPS</b>	23
<b>RIKEN KEIKI GX-3R, SENKO MGT P, BW Flex4</b>	22
<b>BW Ultra, GasAlertMicroClip XL, WatchGas POLI</b>	21
<b>T4</b>	20
<b>Dräger X-am 2800</b>	19
<b>RIKEN KEIKI GX-6000</b>	18
<b>Dräger X-am 8000, MultiRAE Pro</b>	17
<b>Blackline Safety G7<sup>C</sup></b>	15

# Výsledky hodnocení

## 3. Odezva detektorů

*Tabulka 5*  
*Hodnocení plynových detektorů z hlediska časových parametrů odezvy*

<i>Detektor</i>	<i>Doba přípravy k měření [s]</i>	<i>Čas dosažení 90 % konečné hodnoty [s]</i>	<i>Čas nulování [s]</i>	<i>Bodové hodnocení časových parametrů</i>
<b>RIKEN KEIKI GX-3R</b>	40	50	20	11
<b>RIKEN KEIKI GX-6000</b>	30	7	30	11
<b>GasAlertMicroClip XL</b>	45	25	21	10
<b>WatchGas POLI</b>	102	10	11	10
<b>GASMAN-FL-MPS</b>	70	50	20	10
<b>Blackline Safety G7<sup>C</sup></b>	60	80	38	9
<b>Dräger X-am 2800</b>	50	67	27	9
<b>BW Flex4</b>	82	62	14	9
<b>BW Ultra</b>	104	16	101	8
<b>Dräger X-am 8000</b>	143	13	38	8
<b>SENKO MGT P</b>	38	65	70	8
<b>T4</b>	82	11	130	8
<b>SENKO SGT P</b>	25	62	115	8
<b>MultiRAE Pro</b>	215	5	25	8

# Výsledky hodnocení

## 4. Přesnost měření

*Tabulka 6*  
*Hodnocení plynových detektorů z hlediska přesnosti měření*

<i>Detektor</i>	<i>Celková rozšířená nejistota stanovení [%]</i>	<i>Bodové hodnocení přesnosti měření</i>
<b>BW Ultra</b>	2	4
<b>MultiRAE Pro</b>	2	4
<b>RIKEN KEIKI GX-6000</b>	3	4
<b>Dräger X-am 8000</b>	3	4
<b>WatchGas POLI</b>	10	4
<b>Blackline Safety G7<sup>C</sup></b>	11	3
<b>T4</b>	11	3
<b>GASMAN-FL-MPS</b>	17	3
<b>GasAlertMicroClip XL</b>	18	3
<b>RIKEN KEIKI GX-3R</b>	22	2
<b>Dräger X-am 2800</b>	22	2
<b>BW Flex4</b>	23	2
<b>SENKO MGT P</b>	25	2
<b>SENKO SGT P</b>	45	1



# Celkové hodnocení

*Tabulka 7*  
*Celkové hodnocení plynových detektorů*

<i>Detektor</i>	<i>Celkové bodové hodnocení</i>
<b>GASMAN-FL-MPS</b>	36
<b>WatchGas POLI</b>	35
<b>RIKEN KEIKI GX-3R</b>	35
<b>GasAlertMicroClip XL</b>	34
<b>BW Ultra</b>	33
<b>BW Flex4</b>	33
<b>RIKEN KEIKI GX-6000</b>	33
<b>SENKO SGT P</b>	33
<b>SENKO MGT P</b>	32
<b>T4</b>	31
<b>Dräger X-am 2800</b>	30
<b>Dräger X-am 8000</b>	29
<b>MultiRAE Pro</b>	29
<b>Blackline Safety G7<sup>C</sup></b>	27

# Celkové hodnocení

Z tabulky 7 vyplývá, že rozdíly v celkovém hodnocení testovaných přístrojů jsou zcela minimální, což svědčí o vysoké kvalitě a podobných uživatelských a technických vlastnostech detektorů nabízených v současné době na trhu. Nejvyšší bodové hodnocení získaly detektory GASMAN-FL-MPS, WatchGas POLI a RIKEN KEIKI GX-3R, nejnižším počtem bodů byl hodnocen Blackline Safety G7C . K bodovému porovnání jednotlivých detektorů je třeba znovu připomenout, že zařazení detektoru MultiRAE Plus do tohoto hodnocení není objektivní, protože se jedná o přístroj, který je vybaven senzorem dávkového příkonu, čemuž odpovídají i některé rozdílné parametry.

# Celkové hodnocení





# Děkuji za pozornost

Jiří Daněk

Kontakt: +420 777527 219

Email: [jiri.dane@hzscr.cz](mailto:jiri.dane@hzscr.cz)