

**Ministerstvo vnitra – generální ředitelství
Hasičského záchranného sboru ČR**



CHEMICKÁ SLUŽBA

UČEBNÍ SKRIPTA

KOLEKTIV

Praha 2012

© MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR

ISBN 978-80-87544-09-9

OBSAH

| | |
|---|----|
| ÚVOD | 13 |
| 1 CHEMICKÁ SLUŽBA | 15 |
| 1.1 Organizační začlenění a rozsah činnosti | 15 |
| 1.2 Věcné prostředky chemické služby..... | 17 |
| 1.2.1 Rozdělení..... | 17 |
| 1.2.2 Obecná pravidla pro používání věcných prostředků..... | 18 |
| 1.3 Řád chemické služby HZS ČR..... | 19 |
| 1.4 Struktura právních a technických předpisů..... | 20 |
| 1.5 Použitá a doporučená literatura..... | 22 |
| 2 NEBEZPEČNÉ LÁTKY | 23 |
| 2.1 Základní rozdělení | 23 |
| 2.2 Nebezpečné chemické látky..... | 23 |
| 2.2.1 Pojmy CBRN a HAZMAT | 23 |
| 2.2.2 Definice nebezpečných koncentrací..... | 24 |
| 2.3 Legislativa nebezpečných chemických látek | 25 |
| 2.3.1 Česká legislativa | 25 |
| 2.3.2 Evropská legislativa..... | 28 |
| 2.3.2.1 Nařízení REACH..... | 28 |
| 2.3.2.2 Nařízení CLP..... | 28 |
| 2.3.3 Přeprava nebezpečných věcí..... | 31 |
| 2.4 Základní pojmy z toxikologie..... | 33 |
| 2.4.1 Účinky toxických látek..... | 33 |
| 2.4.2 Cesty vstupu toxických látek do organismu..... | 37 |
| 2.4.3 Zjišťování toxicity látek..... | 37 |
| 2.5 Informační podpora | 37 |
| 2.5.1 Transportní informační a nehodový systém..... | 38 |
| 2.5.2 Databáze a modelování šíření nebezpečných látek..... | 39 |
| 2.6 Vyjadřování koncentrací látek | 41 |
| 2.7 Bojové chemické látky..... | 41 |
| 2.7.1 Nervově paralytické látky | 42 |
| 2.7.2 Zpuchýřující látky | 44 |
| 2.7.3 Všeobecně jedovaté látky | 44 |
| 2.7.4 Dusivé látky..... | 45 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.7.5 | Dráždivé látky | 45 |
| 2.7.6 | Zneschopňující látky..... | 46 |
| 2.8 | Zdroje ionizujícího záření | 47 |
| 2.9 | Biologická agens a toxiny | 47 |
| 2.9.1 | Rozdělení a základní pojmy..... | 47 |
| 2.9.2 | Charakteristika | 49 |
| 2.9.3 | B-agens..... | 49 |
| 2.9.4 | Toxiny..... | 51 |
| 2.10 | Použitá a doporučená literatura..... | 52 |
| 3 | DÝCHACÍ TECHNIKA | 55 |
| 3.1 | Fyziologie dýchání | 55 |
| 3.1.1 | Vnější dýchání | 56 |
| 3.1.2 | Vnitřní dýchání | 57 |
| 3.1.3 | Spotřeba vzduchu, hypoxie a hyperoxie | 61 |
| 3.2 | Rozdělení dýchací techniky a základní pojmy | 63 |
| 3.3 | Obličejové masky..... | 64 |
| 3.3.1 | Rozdělení a složení..... | 65 |
| 3.3.2 | Použití | 65 |
| 3.3.3 | Kontroly..... | 68 |
| 3.4 | Vzduchové dýchací přístroje..... | 69 |
| 3.4.1 | Složení vzduchového dýchacího přístroje..... | 69 |
| 3.4.1.1 | Redukční ventil | 70 |
| 3.4.1.2 | Plicní automatika | 70 |
| 3.4.1.3 | Manometr, varovný signál, vnější tlaková přípojka, detektor pohybu | 73 |
| 3.4.1.4 | Nosič a nosné popruhy | 73 |
| 3.1.1 | Rovnotlaké vzduchové dýchací přístroje | 74 |
| 3.4.2 | Přetlakové vzduchové dýchací přístroje..... | 76 |
| 3.4.3 | Výpočet spotřeby vzduchu..... | 81 |
| 3.4.4 | Používání vzduchových dýchacích přístrojů..... | 82 |
| 3.4.5 | Řešení krizových situací..... | 83 |
| 3.4.5.1 | Přerušeni nebo omezení dodávky vzduchu | 84 |
| 3.4.5.2 | Zablokování plicní automatiky | 84 |
| 3.4.5.3 | Zamrznutí redukčního ventilu..... | 84 |
| 3.4.5.4 | Prasklý zorník, pád pod vodní hladinu, roztržená hadice..... | 85 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.4.6 | Údržba a skladování | 86 |
| 3.4.6.1 | Čištění a sušení..... | 86 |
| 3.4.6.2 | Skladování..... | 87 |
| 3.4.7 | Kontroly..... | 88 |
| 3.4.7.1 | Uživatelská kontrola rovnotlakého VDP | 89 |
| 3.4.7.2 | Uživatelská kontrola přetlakového VDP..... | 89 |
| 3.4.7.3 | Provozní kontrola | 90 |
| 3.5 | Kyslíkové dýchací přístroje | 93 |
| 3.5.1 | Kyslíkové dýchací přístroje s tlakovým kyslíkem | 93 |
| 3.5.1.1 | Jednorázové pohlcovače..... | 95 |
| 3.5.1.2 | Plnitelné pohlcovače..... | 97 |
| 3.5.2 | Kyslíkové dýchací přístroje s chemicky vázaným kyslíkem | 98 |
| 3.5.3 | Kontroly..... | 99 |
| 3.5.4 | Srovnání kyslíkových a vzduchových dýchacích přístrojů | 100 |
| 3.6 | Hadicové dýchací přístroje | 101 |
| 3.7 | Zásady používání izolačních dýchacích přístrojů | 102 |
| 3.8 | Křísící technika..... | 103 |
| 3.9 | Filtrační dýchací přístroje..... | 106 |
| 3.9.1 | Používání..... | 107 |
| 3.9.2 | Filtry..... | 108 |
| 3.10 | Technické předpisy | 112 |
| 3.11 | Použitá a doporučená literatura..... | 113 |
| 4 | TLAKOVÉ LAHVE | 115 |
| 4.1 | Základní pojmy a rozdělení | 115 |
| 4.1.1 | Ocelové tlakové lahve..... | 115 |
| 4.1.2 | Lehčené ocelové tlakové lahve | 115 |
| 4.1.3 | Kompozitní tlakové lahve | 115 |
| 4.1.4 | Hliníkové tlakové lahve | 116 |
| 4.2 | Srovnání ocelových a kompozitních tlakových lahví | 117 |
| 4.2.1 | Hmotnost a rozměry..... | 117 |
| 4.2.2 | Životnost | 117 |
| 4.2.3 | Mechanická a chemická odolnost..... | 118 |
| 4.2.4 | Ekologická likvidace | 119 |
| 4.2.5 | Používání..... | 119 |

| | | |
|-------|--|------------|
| 4.3 | Bezpečnost práce při plnění a manipulaci..... | 119 |
| 4.4 | Značení | 121 |
| 4.5 | Lahvové ventily | 122 |
| 4.6 | Periodické kontroly | 124 |
| 4.7 | Skladování..... | 124 |
| 4.8 | Technické předpisy pro provoz a plnění..... | 125 |
| 4.9 | Základní výpočty..... | 125 |
| 4.10 | Použitá a doporučená literatura..... | 125 |
| 5 | ZAŘÍZENÍ NA PLNĚNÍ TLAKOVÝCH LAHVÍ..... | 129 |
| 5.1 | Vysokotlaké kompresory | 129 |
| 5.2 | Bezpečnost práce při plnění tlakových lahví..... | 132 |
| 5.3 | Kvalita vzduchu..... | 132 |
| 5.4 | Obsluha stabilní kompresorové stanice | 133 |
| 5.5 | Příklady vysokotlakých kompresorů..... | 134 |
| 5.5.1 | Trident III..... | 134 |
| 5.5.2 | Astra V 32..... | 135 |
| 5.5.3 | Poseidon | 136 |
| 5.6 | Použitá a doporučená literatura..... | 139 |
| 6 | PROTICHEMICKÉ OCHRANNÉ ODĚVY | 141 |
| 6.1 | Základní pojmy a rozdělení | 141 |
| 6.2 | Právní a technické předpisy..... | 143 |
| 6.3 | Zastoupení oděvů u HZS krajů | 144 |
| 6.4 | Technická provedení..... | 145 |
| 6.5 | OPCH-90 PO..... | 147 |
| 6.5.1 | Technické parametry | 147 |
| 6.5.2 | Postup oblékání..... | 148 |
| 6.6 | Zásady používání..... | 148 |
| 6.7 | Ošetřování a kontroly | 149 |
| 6.7.1 | Ošetřování | 149 |
| 6.7.2 | Kontroly..... | 150 |
| 6.8 | Přehled technických předpisů..... | 151 |
| 6.9 | Použitá a doporučená literatura..... | 152 |
| 7 | DETEKCE CHEMICKÝCH LÁTEK | 154 |
| 7.1 | Základní pojmy..... | 154 |
| 7.2 | Používání detekční techniky | 154 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 7.3 | Detekční a analytické principy | 156 |
| 7.3.1 | Katalogové číslo, citlivost, pracovní rozsah senzorů | 158 |
| 7.3.2 | Kalibrace a nulování senzorů, interference a korekční faktory | 158 |
| 7.3.3 | Selektivita senzorů, zkouška rázem, rychlost odezvy | 160 |
| 7.3.4 | Vliv teploty a vlhkosti, katalytické jedy, konstrukce senzoru | 161 |
| 7.4 | Typy senzorů, analytické principy | 162 |
| 7.4.1 | Elektrochemické senzory | 162 |
| 7.4.2 | Fotoionizační senzory | 162 |
| 7.4.3 | Infračervené senzory | 164 |
| 7.4.4 | Senzory pro katalytické spalování | 164 |
| 7.4.5 | Polovodičové elektrochemické senzory | 165 |
| 7.4.6 | Kolorimetrické chemické senzory | 165 |
| 7.4.7 | Spektrometry | 166 |
| 7.4.7.1 | Spektrometry elektromagnetické | 166 |
| 7.4.7.2 | Spektrometry hmotnostní | 168 |
| 7.4.8 | Senzory infračerveného záření | 170 |
| 7.5 | Rozdělení prostředků chemického průzkumu | 171 |
| 7.5.1 | Jednoduché detekční prostředky | 171 |
| 7.5.2 | Analyzátory | 172 |
| 7.5.2.1 | Univerzální analyzátory | 172 |
| 7.5.2.2 | Selektivní analyzátory | 172 |
| 7.5.2.3 | Multikomponentní analyzátory | 172 |
| 7.5.2.4 | Terénní analytické přístroje | 173 |
| 7.5.2.5 | Analytické systémy | 173 |
| 7.6 | Vybavení HZS krajů prostředky chemického průzkumu | 175 |
| 7.6.1 | Kombinované detekční přístroje | 175 |
| 7.6.2 | Detekční trubičky na průmyslové škodliviny | 176 |
| 7.6.3 | Chemický průkazník CHP-71 | 176 |
| 7.6.4 | Detehit | 177 |
| 7.6.5 | Detekční papírky PP-3 | 177 |
| 7.6.6 | Ramanův spektrometr FirstDefender | 178 |
| 7.6.7 | Infračervený spektrometr (FTIR) TruDefender | 179 |
| 7.6.8 | Rentgenfluorescenční analyzátor | 180 |
| 7.6.9 | Detektor nebezpečných plynů GDA 2 | 180 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.7 | Údržba detekční techniky | 182 |
| 7.8 | Odborná příprava..... | 182 |
| 7.9 | Použitá a doporučená literatura..... | 183 |
| 8 | CHEMICKÝ PRŮZKUM | 187 |
| 8.1 | Základní pojmy..... | 187 |
| 8.2 | Stupně ochrany v místě zásahu | 187 |
| 8.3 | Vymezení zón v místě zásahu..... | 188 |
| 8.4 | Režim činnosti v kontaminovaném prostředí..... | 189 |
| 8.5 | Úkoly JPO při mimořádných událostech s výskytem NL..... | 190 |
| 8.5.1 | Úkoly JPO-Z | 191 |
| 8.5.2 | Úkoly JPO-S..... | 192 |
| 8.5.3 | Úkoly JPO-O..... | 192 |
| 8.5.4 | Úkoly chemických laboratoří | 193 |
| 8.6 | Použitá a doporučená literatura..... | 194 |
| 9 | RADIAČNÍ OCHRANA | 195 |
| 9.1 | Charakteristika ionizujícího záření..... | 195 |
| 9.2 | Fyzikální veličiny a jednotky v ochraně před zářením | 196 |
| 9.2.1 | Fyzikální veličiny popisující ZIZ a kontaminaci..... | 196 |
| 9.2.2 | Fyzikální veličiny popisující absorpci záření hmotou a v lidském těle..... | 197 |
| 9.2.3 | Fyzikální veličiny popisující pole ionizujícího záření..... | 199 |
| 9.2.4 | Některé starší (nezákonné) jednotky | 199 |
| 9.3 | Biologické účinky ionizujícího záření..... | 200 |
| 9.3.1 | Deterministické následky | 200 |
| 9.3.2 | Stochastické následky | 201 |
| 9.3.3 | Systém limitování dávek..... | 202 |
| 9.4 | Zdroje ionizujícího záření | 202 |
| 9.5 | Místa s radiačním rizikem..... | 205 |
| 9.6 | Charakteristiky radiačních událostí..... | 206 |
| 9.6.1 | Události na pracovištích s radioaktivními zářiči | 206 |
| 9.6.2 | Události mimo pracoviště s radioaktivními zářiči | 207 |
| 9.6.3 | Radiologická zbraň, špinavá bomba..... | 208 |
| 9.6.4 | Rozdělení radiačních zásahů u HZS ČR | 209 |
| 9.7 | Zásady radiační ochrany při zásahu | 209 |
| 9.7.1 | Ochranné zóny pro činnost jednotek PO | 209 |
| 9.7.2 | Prvotní radiační průzkum v místě zásahu | 211 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 9.7.3 | Radiační průzkum v místě zásahu..... | 212 |
| 9.7.4 | Obecné zásady radiační ochrany v místě radiačního zásahu | 213 |
| 9.7.5 | Manipulace se zářičem..... | 214 |
| 9.7.6 | Měření a opatření při rozptylu radioaktivní látky | 214 |
| 9.7.7 | První pomoc ozářeným a kontaminovaným osobám | 215 |
| 9.8 | Taktika radiačního zásahu | 215 |
| 9.8.1 | Výjezd jednotek PO k zásahu..... | 215 |
| 9.8.2 | Činnost jednotek PO v místě zásahu..... | 216 |
| 9.8.2.1 | Činnost JPO-Z při radiačním zásahu kategorii I | 217 |
| 9.8.2.2 | Činnost JPO-Z při radiačním zásahu kategorie II..... | 217 |
| 9.8.2.3 | Činnost JPO-S v místě radiačního zásahu..... | 218 |
| 9.8.2.4 | Činnost JPO-O v místě radiačního zásahu | 218 |
| 9.8.2.5 | Činnost výjezdových skupin CHL | 219 |
| 9.8.2.6 | Některá specifika radiačního zásahu | 220 |
| 9.9 | Přístrojové vybavení u HZS krajů | 220 |
| 9.9.1 | Osobní dozimetry | 220 |
| 9.9.2 | Zásahové dozimetry..... | 222 |
| 9.9.3 | Radiometry..... | 223 |
| 9.9.4 | Přístrojové vybavení chemických laboratoří..... | 225 |
| 9.9.5 | Metrologické zabezpečení dozimetrických prostředků | 226 |
| 9.10 | Použitá a doporučená literatura..... | 227 |
| 10 | DEKONTAMINACE..... | 231 |
| 10.1 | Základní pojmy..... | 231 |
| 10.2 | Dekontaminační postupy | 231 |
| 10.3 | Dekontaminační činidla | 233 |
| 10.4 | Hlavní zásady při dekontaminaci hasičů..... | 237 |
| 10.5 | Specifika dezaktivace | 239 |
| 10.5.1 | Zásady správné dezaktivace | 240 |
| 10.5.2 | Dezaktiváční postupy | 240 |
| 10.5.3 | Dezaktiváční činidla..... | 241 |
| 10.5.4 | Další specifika dezaktivace | 242 |
| 10.6 | Dekontaminační prostředky | 243 |
| 10.6.1 | Stanoviště dekontaminace hasičů (dekontaminační sprcha)..... | 243 |
| 10.6.2 | Stanoviště dekontaminace osob | 245 |
| 10.6.2.1 | SDO-2..... | 246 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 10.6.2.2 | SDO-3..... | 247 |
| 10.6.3 | Stanoviště dekontaminace techniky..... | 250 |
| 10.7 | Právní a interní předpisy..... | 251 |
| 10.8 | Použitá a doporučená literatura..... | 252 |
| 11 | SORBENTY..... | 255 |
| 11.1 | Základní pojmy..... | 255 |
| 11.2 | Rozdělení sorbentů..... | 255 |
| 11.2.1 | Sypké sorbenty | 255 |
| 11.2.2 | Textilní sorbenty..... | 256 |
| 11.3 | Porovnání vlastností sorbentů..... | 256 |
| 11.4 | Příklady sypkých a textilních sorbentů | 257 |
| 11.4.1 | Příklady sypkých sorbentů | 257 |
| 11.4.2 | Příklady textilních sorbentů..... | 260 |
| 11.5 | Zásahy na ropné havárie | 261 |
| 11.6 | Použitá a doporučená literatura..... | 262 |
| | ZÁVĚR..... | 265 |

PŘÍLOHY

| | | |
|--------|--|-----|
| Př. 1 | Grafické a písemné symboly nebezpečnosti | 271 |
| Př. 2 | Třídy nebezpečnosti podle CLP..... | 273 |
| Př. 3 | Výstražné symboly nebezpečnosti podle CLP | 275 |
| Př. 4 | Standardní věty nebezpečnosti H-věty | 276 |
| Př. 5 | Pokyny pro bezpečné zacházení P-věty..... | 279 |
| Př. 6 | Třídy nebezpečnosti podle ADR/RID..... | 283 |
| Př. 7 | Oranžové výstražné tabulky ADR/RID..... | 284 |
| Př. 8 | Bezpečnostní značky ADR/RID | 285 |
| Př. 9 | Střediska TRINS..... | 287 |
| Př. 10 | Vlastnosti vybraných bojových chemických látek | 288 |
| Př. 11 | Databáze nebezpečných látek MEDISALARM..... | 293 |
| Př. 12 | Dopravní informační systém DOK..... | 294 |
| Př. 13 | Technické parametry kompozitních tlakových lahví Luxfer Gas Cylinders..... | 295 |
| Př. 14 | Barevné značení tlakových lahví | 296 |
| Př. 15 | Orientační havarijní přípustné koncentrace a havarijní akční úrovně..... | 298 |
| Př. 16 | Dekontaminační činidla..... | 300 |

| | |
|---|-----|
| Př. 17 Vlastnosti vybraných B-agens..... | 301 |
| Př. 18 Provozní kontrola radiometru DC-3E-98..... | 303 |
| Př. 19 Provozní kontrola zásahového radiometru DC-3H-08 | 305 |
| Př. 20 Provozní kontrola zásahového dozimetru UltraRadiac URAD 115..... | 307 |
| Př. 21 Provozní kontrola dozimetru SOR/R022, verze DMC | 309 |
| Př. 22 Zkratky | 311 |

ÚVOD

V posledních letech došlo k zásadní změně v úkolech chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky. Bylo to zejména v souvislosti s teroristickými útoky, nebezpečím použití bojových chemických látek, B-agens nebo špinavé bomby. Roste riziko vzniku průmyslových havárií a vzrůstající hustota nákladní silniční a železniční přepravy zvyšuje nebezpečí dopravních nehod s únikem nebezpečných chemických látek, nebo zdrojů ionizujícího záření.

Technici chemické služby sice stále plní tradiční úkoly, které vždy plnili jako službu hasičům, ale přibyly jim úkoly nové. To způsobilo změny, které se promítly do legislativy a do cílů, které byly stanoveny *Koncepcí chemické služby HZS ČR*. Chemicko-technická služba se rozdělila na službu chemickou a technickou, byl vydán nový *Řád chemické služby HZS ČR*, ve vztahu k zásahům s výskytem nebezpečných látek byly vydány relevantní typové činnosti a metodické listy *Bojového řádu jednotek požární ochrany*. Do výuky hasičů byly zařazeny nové kurzy týkající se dekontaminace, detekce a odběru vzorků a zásad chování v kontaminovaném prostoru. Dále byly vydány nové osnovy kurzů *Radiační ochrana a Technik chemické služby*.

Průběžně se pořizují nové technické prostředky požární ochrany. Jednotky HZS krajů jsou vybavovány protiplynovými automobily, stanovišti dekontaminace osob a techniky, technickými automobily chemickými, technickými automobily s rozšířenou detekcí, technickými automobily chemickými v provedení vozidel chemického a radiačního průzkumu, novými izolačními dýchacími přístroji, protichemickými ochrannými oděvy atd. Společně s ochrannými prostředky jsou pořizována sofistikovaná zkušební a diagnostická zařízení. Vznikají moderní provozní prostory chemické služby pro plnění tlakových lahví. V roce 2008 byly pořízeny z finančních prostředků určených na předsednictví České republiky Evropské unii prostředky chemického a radiačního průzkumu, což znamenalo plošné pokrytí ČR zásahovými a osobními dozimetry a vybavení jednotek HZS krajů nejmodernějšími přenosnými analyzátory nebezpečných chemických látek. V souvislosti se zásahy s výskytem nebezpečných látek patří HZS ČR v současnosti k nejlépe vybaveným sborům v Evropě.

Uvedené skutečnosti jsou důvodem pro vydání nových učebních textů chemické služby, které by odrážely aktuální realitu. Poslední publikaci chemické služby vydalo Ministerstvo vnitra – generální ředitelství HZS ČR v roce 1999.

Kniha je určena hlavně pro frekventanty kurzů ve Školním a výcvikovém zařízení HZS ČR, zejména kurzů *Technik chemické služby*, *Dekontaminace* nebo *Nebezpečné látky*. Lektoři Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč nebo chemických laboratoří HZS krajů ji mohou využít v kurzech *Radiační ochrana* nebo *Detekce, monitorování a odběr vzorků nebezpečných látek*. Dalšími uživateli mohou být samotní technici chemické služby a hasiči technici HZS krajů. Publikaci mohou využít jako příručku lektoři odborné přípravy jednotek požární ochrany, protože mnoho věcných prostředků chemické služby spadá do jejich kompetence. Rovněž pro lektory, kteří učí jiné předměty, mohou být skripta důležitým průvodcem.

Pro lepší orientaci v textu jsou kapitoly řazeny do čtyř úrovní, důležité pasáže nebo pojmy jsou zdůrazňovány tučnou nebo jednoduchou kurzívou, naopak méně důležité údaje nebo ilustrační informace jsou uvedeny menší velikostí písma. Autoři

uvedli bohatý ilustrační materiál v podobě více než 150 obrázků, tabulek, grafů nebo příloh. Na závěr každé kapitoly je několik témat k praktickému procvičení nebo výcviku a profilové otázky, jejichž cílem je, aby si frekventant sám kladl zásadní – profilové – otázky a hledal na ně odpovědi. Pro frekventanta je samozřejmě důležitá úloha lektora, který mu pomáhá se v publikaci orientovat.

V roce 2006 vydalo Ministerstvo vnitra – generální ředitelství HZS ČR osnovy kurzů *Technik chemické služby*, které byly v roce 2010 novelizovány. Nové osnovy se výrazně liší od předchozích osnov náplní a časovým rozvrhem jednotlivých předmětů a reflektují nové podmínky chemické služby. Osnovy by se měly promítnout do vyučovacích hodin ve Školním a výcvikovém zařízení HZS ČR, kde se výše zmíněné kurzy vyučují. Základním cílem publikace proto je, aby se učební skripta *Chemická služba stala* dobrou pomůckou ve vzdělávacím procesu hasičů.

Učební skripta *Chemická služba* jsou základním studijním materiálem pro kurz CHS, určitě ne však jediným. Pro studijní blok *Chemická služba* je určitě nejdůležitějším materiálem *Řád chemické služby HZS ČR*, vydaný Ministerstvem vnitra – generálním ředitelstvím HZS ČR v roce 2006 a následně přepracovaný v roce 2012. V roce 2007 vyšla učebnice základů obecné a anorganické chemie pod názvem *Příručka chemie pro hasiče* (autoři Matějka, Liščák), kterou studenti mohou využít v bloku *Základy chemie, fyziky a toxikologie*. Zdrojem informací z oblasti dekontaminace a pro zvládnutí studijního bloku *Dekontaminace* je nepochybně kniha *Dekontaminace v požární ochraně* (Kotinský, Hejdová), kterou Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství vydalo v edici SPBI Spektrum pod č. 34 v roce 2003. V roce 2008 vydalo MV-GR HZS ČR publikace *Prostředky pro ochranu dýchacích cest* (Sýkora) a *Speciální chemie pro požární ochranu* (Brumovská), které mohou být dalším zdrojem informací pro studijní blok *Dýchací přístroje, resp. Informační podpora o nebezpečných látkách*. A nakonec z konspektů odborné přípravy je třeba jmenovat tituly: *Požární taktika – Činnost jednotky požární ochrany při zásahu s přítomností nebezpečných látek* (Žemlička) a *Věcné prostředky – Používání vzduchových dýchacích přístrojů u jednotek požární ochrany* (Mlčoušek). Informace o taktických postupech při zásahu s výskytem nebezpečných látek nebo dekontaminaci lze získat z metodických listů *Bojového řádu jednotek požární ochrany*. Společný postup složek integrovaného záchranného systému v případě nálezu předmětu s podezřením na přítomnost B-agens nebo toxinů nebo uskutečněné a ověřené použití radiologické zbraně nebo likvidace velkochovů nakažených chřipkou ptáků najdeme v *Katalogovém souboru typových činností složek IZS při společném zásahu*. Byla zahájena práce na typové činnosti týkající se chemického útoku v pražském metru. Metodické listy a typové činnosti je možno stáhnout z webových stránek HZS ČR.

1 CHEMICKÁ SLUŽBA

1.1 ORGANIZAČNÍ ZAČLENĚNÍ A ROZSAH ČINNOSTI

Ve většině HZS krajů je *chemická služba (CHS)* společně se službou strojní a technickou součástí oddělení služeb odboru integrovaného záchranného systému a služeb na úseku integrovaného záchranného systému a operačního řízení.

Základním pracovním dokumentem CHS je ***Řád chemické služby HZS ČR*** vydaný pokynem generálního ředitele HZS ČR. V tomto materiálu je vymezena odpovědnost velitele stanice, velitele čety, velitele družstva při plnění úkolů CHS v organizačním a operačním řízení a hasičů, kteří jsou uživateli věcných prostředků CHS při nástupu do služby a při jejím výkonu.

Hlavní úkoly HZS kraje na úseku CHS

1. v organizačním řízení:

- a) zajišťuje a udržuje provozuschopnost prostředků CHS a poskytuje podporu ostatním jednotkám požární ochrany (JPO) při udržování provozuschopnosti prostředků CHS,
- b) usměrňuje po odborné stránce činnost CHS v JPO v rámci své územní působnosti,
- c) podílí se na zpracování plánů odborné přípravy, na jejím provádění a ověřování v JPO v rámci své územní působnosti; zejména zpracovává témata odborné přípravy, specifikuje požadavky na znalosti, dovednosti apod.,
- d) poskytuje odbornou podporu při odborné přípravě JPO a pro ochranu obyvatelstva,
- e) provádí odbornou přípravu JPO pro řešení mimořádných událostí s výskytem nebezpečných látek (NL) a podle zpracovaných typových činností se podílí na nácviku JPO a složek integrovaného záchranného systému pro zásahy v prostředí s výskytem NL, včetně návrhu opatření pro ochranu osob v místě zásahu před nežádoucími účinky těchto látek,
- f) vede evidenci a v platných termínech provádí kontroly prostředků CHS,
- g) soustřeďuje a vyhodnocuje informace potřebné pro zásahy JPO v prostředí s výskytem NL a pro ochranu osob v místě zásahu před jejich účinky,
- h) udržuje v aktuálním stavu produkty odborné a informační podpory pro zásahy JPO v prostředí s výskytem NL a pro ochranu obyvatelstva,

2. v operačním řízení se podílí na:

- a) průzkumu NL,
- b) označování a vytyčování oblastí s výskytem NL na místě zásahu,
- c) varování a evakuaci obyvatelstva,
- d) poskytování odborné podpory při zásahu JPO v prostředí s výskytem NL na místě zásahu a pro ochranu osob v místě zásahu,
- e) dekontaminaci hasičů a prostředků požární ochrany, zasažených osob v místě zásahu, zasahujících složek integrovaného záchranného systému, zvířat, majetku nebo životního prostředí,

- f) provádění záchranných a likvidačních prací při mimořádných událostech s výskytem NL.

Vedoucí, který je zodpovědný za přímé řízení CHS v oddělení služeb

1. řídí a kontroluje činnost na úseku CHS,
2. vytváří podmínky k uplatňování zásad bezpečnosti práce a ochrany zdraví na pracovišti CHS a kontroluje jejich dodržování,
3. zodpovídá za plnou provozuschopnost prostředků CHS a vedení příslušné dokumentace CHS,
4. podílí se na odborné přípravě a praktickém výcviku příslušníků,
5. předkládá návrhy na výběr nových pracovníků a výběr nových věcných prostředků CHS.

Technik CHS

1. zodpovídá za provádění předepsaných kontrol prostředků CHS,
2. vede předepsanou dokumentaci,
3. zodpovídá za kompletnost, celistvost a funkčnost prostředků CHS předávaných jednotce,
4. při zpětném převzetí prostředků CHS zajišťuje v případě poškození nebo nefunkčnosti jejich vyřazení z používání nebo předání do opravy,
5. v případě zjištění prošlého data kontroly (revize, kalibrace) prostředků CHS zajistí jejich výměnu za provozuschopné, informuje vedoucího a dále postupuje dle jeho pokynů,
6. je dále zodpovědný za bezpečné provádění činností na zařízeních, na jejichž obsluhu byl proškolen, a za to, že na pracovišti CHS nebudou přítomny nepovolané osoby,
7. podle pokynů velitele jednotky nebo vedoucího se podílí na odborné přípravě a praktickém výcviku příslušníků JPO.

Hlavní úkoly chemických laboratoří ve vztahu k CHS:

1. zabezpečují speciální úkoly v oblasti chemického a radiačního průzkumu, odběru vzorků, detekce nebo identifikace NL, analytické, dozimetrické nebo radiologické kontroly, vyhodnocení naměřených výsledků, zjišťování kontaminace a účinnosti dekontaminace k zabezpečení ochrany zasahujících hasičů, složek integrovaného záchranného systému a obyvatelstva v případě mimořádných událostí s výskytem NL nebo při teroristických útocích s použitím zbraní hromadného ničení,
2. interpretují na místě zásahu zjištěné údaje do podkladů a návrhů protichemických opatření nebo opatření k zabezpečení radiační či biologické ochrany pro rozhodovací proces velitele zásahu, příslušných orgánů nebo krizových štábů a pro ochranu obyvatelstva (nutnost evakuace, způsob ochrany apod.) a pro vytýčení nebezpečných oblastí se zvláštním režimem života a pro optimální postup dekontaminace zasahujících složek integrovaného záchranného systému i obyvatelstva a stanovením zbytkové kontaminace hodnotí účinnost dekontaminace.

1.2 VĚCNÉ PROSTŘEDKY CHEMICKÉ SLUŽBY

1.2.1 Rozdělení

Mezi věcné prostředky CHS patří:

1. hasiva
 - a) pěnidla,
 - b) smáčedla,
 - c) prášky,
 - d) plynná hasiva,
2. dekontaminační prostředky
 - a) stanoviště dekontaminace osob,
 - b) stanoviště dekontaminace techniky,
 - c) dekontaminační sprchy,
 - d) dekontaminační rámy pro jednotlivce,
 - e) záchytné vany,
 - f) dekontaminační činidla a látky na přípravu dekontaminačních roztoků,
 - g) ochranné obaly,
3. neutralizační, sorpční a emulgační látky a prostředky,
4. speciální věcné prostředky
 - a) detekční a měřicí
 - osobní dozimetry,
 - zásahové dozimetry,
 - radiometry, zásahové radiometry, radiometry s teleskopickou sondou,
 - měřiče kontaminace beta-gama a alfa,
 - měřiče neutronů,
 - gama spektrometry se scintilačním nebo polovodičovým detektorem,
 - přenosné a převozné kontinuální monitory radiační situace po trasách,
 - příslušenství k dozimetrům (terminál elektronické dozimetrie TED, čtečka osobních dozimetrů s programovým balíkem SEOD HZS),
 - hlásiče radiace stacionární,
 - detekční trubičky na bojové chemické látky včetně chemického průkazníku,
 - detekční trubičky na průmyslové škodliviny včetně čerpadla,
 - detekční papírky (PP3, Detehit, pH, jodoškrobové),
 - detekční přístroje na stanovení kyslíku ve vzduchu (oxymetr),
 - detekční přístroje na stanovení kyslíku ve vodě,
 - detekční přístroj na stanovení koncentrace hořlavých plynů a par (explozimetr),
 - detekční přístroje kombinované (oxymetr + explozimetr),
 - detekční přístroje s elektrochemickými čidly (toximetr),

- detekční přístroje s elektrochemickými čidly kombinované (toximetr + explozimetr, toximetr + oxymetr),
 - fotoionizační detektory (PID),
 - fotoionizační detektory kombinované,
 - spektrofotometry, fotometry (optoelektronický CMS),
 - spektrometry (Ramanův, FTIR, IMS, MS apod.),
 - soupravy pro odběr vzorků,
 - termovize, bezkontaktní teploměry a pyrometry,
 - zkušební a měřicí zařízení (měřicí skříňky a stolice pro kontrolu dýchací techniky, obličejových masek, pro zkoušení protichemických ochranných oděvů),
 - přístroje na měření hygienické nezávadnosti stlačeného vzduchu (např. aerotest),
 - kalibrované kontrolní manometry,
 - meteorologická souprava,
 - databáze NL, programy modelování šíření NL,
- b) čerpadla na NL bez motorového pohonu,
5. prostředky na olejové havárie, separátory, odlučovače, prostředky individuální ochrany a osobní výstroj
- a) protichemické ochranné oděvy,
- plynotěsné protichemické ochranné oděvy (přetlakové a rovnotlakové),
 - neplynotěsné protichemické ochranné oděvy,
- b) izolační dýchací přístroje,
- autonomní dýchací přístroje vzduchové s otevřeným okruhem,
 - autonomní dýchací kyslíkové přístroje s uzavřeným okruhem,
 - hadicové dýchací přístroje,
- c) filtrační dýchací přístroje,
- d) křísící přístroje,
6. plnicí zařízení tlakových lahví (TL) a náhradní TL
- a) vysokotlakové vzduchové kompresory a plnicí zařízení,
- b) kyslíkové přečerpávací pumpy,
- c) TL k dýchacím přístrojům a pro technické plyny.

1.2.2 Obecná pravidla pro používání věcných prostředků

1. Prostředky CHS lze do vybavení jednotek HZS krajů zařadit jen v případě, že vyhovují technickým podmínkám stanoveným právním předpisem [3], českou technickou normou nebo technickým dokumentem upravujícím tyto podmínky.
2. Prostředky CHS musí být používány podle návodu k použití výrobce. Velitel zásahu může rozhodnout o nedodržení tohoto návodu, jestliže hrozí nebezpečí z prodlení při záchraně života osob.

3. Při zjištění závady na osobních ochranných prostředcích hasič přeruší činnost a informuje svého nadřízeného velitele.
4. Všechny prostředky CHS zařazené do pohotovosti a zálohy musí být udržovány v provozuschopném stavu. Neprovozuschopné prostředky nebo prostředky vyřazené z používání musí být uloženy odděleně a zřetelně a srozumitelně označeny (např. MIMO PROVOZ nebo NEPOUŽÍVAT), popř. demontovány až do provedení jejich oprav.
5. Pro vybrané prostředky CHS je stanoveno minimální vybavení stanic HZS kraje [6] a minimální vybavení zásahových požárních automobilů, požárních kontejnerů a požárních kontejnerových nosičů [7].
6. Je-li výrobcem stanovena doba životnosti prostředku CHS, nesmí se po jejím uplynutí používat a musí být vyřazen z užívání.
7. Hasič musí provádět oblékání a nasazení osobních ochranných prostředků a uživatelskou kontrolu prostředků CHS mimo oblast kontaminace.
8. Dýchací přístroje (DP), protichemické ochranné oděvy (POO) a detekční prostředky a analyzátory musí být umístěny při přepravě ve vozidle tak, aby nepřicházely do styku se zplodinami hoření, výfukovými plyny, s výparry pohonných hmot, maziv a kyselin a aby neohrožovaly bezpečnost osádky.

1.3 ŘÁD CHEMICKÉ SLUŽBY HZS ČR

Cílem této kapitoly není opakovat ustanovení *Řádu chemické služby HZS ČR*, ale zdůraznit jeho zásadní body pro lepší orientaci v problematice. Rovněž účastníci některých kurzů si potřebují udělat o CHS základní přehled a pro ně informace o CHS uvedené v této kapitole postačují. Pro techniky CHS je však základním materiálem pro studijní blok *Chemické služby řád*.

Základním dokumentem pro vznik *Řádu chemické služby HZS ČR* byla **Koncepce chemické služby HZS ČR**. Koncepce stanovila úkoly pro Ministerstvo vnitra – generální ředitelství HZS ČR a HZS krajů. Stanovila předurčenosti JPO ve vazbě na zásahy s výskytem NL (základní, střední a opěrné body) a jejich úkoly ve vazbě na detekci a identifikaci látek, informační podporu veliteli zásahu, práci v kontaminovaném prostředí a dekontaminaci. Podobné předurčenosti a úkoly byly stanoveny pro chemické laboratoře HZS krajů (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, Kamenice, Třemošná, Tišnov a Frenštát pod Radhoštěm).

Vedení **dokumentace** je jednou ze základních činností technika CHS. V přílohách řádu jsou přehledně uvedeny věcné prostředky CHS, u kterých se vede záznam o provozu, revizích a provozních kontrolách. Dále přehled měřidel, detekčních prostředků a analyzátorů, u kterých se vede evidence o použití, ověření, kalibrace a provozní kontrola. Zároveň řád uvádí přehled a obsah dokumentace o provozu, revizích a provozních kontrolách prostředků CHS. Mezi základní dokumentaci prostředků CHS patří:

- a) záznamy o evidenci,
- b) záznamy o provozních kontrolách,
- c) revizní protokoly,
- d) kalibrační protokoly a ověřovací listy,

- e) záznamy o použití POO při zásahu,
- f) záznamy o použití vybraných prostředků,
- g) záznamy o obdržených dávkách od zdrojů ionizujícího záření a kontaminaci,
- h) záznamy o použití POO příslušníky při odborné přípravě a výcviku,
- i) provozní deník plnicích zařízení vzduchových a kyslíkových TL,
- j) deník o plnění TL.

Řád chemické služby HZS ČR je pouze základním návodem pro práci technika CHS. *Koncepce CHS HZS ČR* doporučila zpracovat na úrovni HZS krajů *pravidla provádění kontrol a vedení dokumentace věcných prostředků CHS* podle konkrétního vybavení a na základě požadavků právních předpisů, norem a řádu.

Je třeba rozlišovat rozdíl mezi revizí, provozní kontrolou a uživatelskou kontrolou. Je nutno dodržovat zásady používání věcných prostředků požární ochrany, zvláště pak osobních ochranných prostředků, a bezpečnost práce při plnění a manipulaci s TL. Součástí řádu je metodika odběru chemických vzorků, která je věnována zejména opěrným bodům HZS ČR předurčeným pro likvidaci havárií s výskytem NL.

1.4 STRUKTURA PRÁVNÍCH A TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ

V dnešní době obrovského průmyslového rozvoje a tlaku tržní společnosti na vývoj nových technologií se dostala do popředí otázka, jak sladit a sjednotit legislativu jednotlivých zemí v oblasti **bezpečnosti výrobků** a zjednodušit tak pohyb zboží, kterému pak již při splnění daných požadavků nejsou kladeny technické překážky při uvádění na trh v té či oné zemi dovozu. Proto vznikly evropské směrnice, v České republice nařízení vlády, které specifikují požadavky na konstrukci, ovládání, značení a technickou dokumentaci s důrazem na bezpečnost výrobku nebo zařízení. Výrobce, dovozce nebo ten, kdo uvádí zařízení do provozu, má za povinnost tyto požadavky zcela naplnit. V opačném případě se vystavuje postihu ze strany odpovědných orgánů.

Technik CHS se podílí nejen na provozních kontrolách a zkouškách věcných prostředků požární ochrany nebo CHS, ale i na výběrových řízeních, při kterých se vybírá výrobek, který nejenže musí vyhovovat užitným vlastnostem, ale rovněž technickým požadavkům, které jsou na prostředky kladeny. Přitom je třeba mít přehled o *posloupnosti a návaznosti právních a technických předpisů*, v nichž jsou uvedeny požadavky na výrobky. Z tohoto důvodu jsou předloženy následující definice nebo výklady pojmů.

Nařízení EU je právním aktem Evropské unie a nejúplnějším a nejbezprostřednějším opatřením v rámci nástrojů sblížování práva, který mají orgány EU k dispozici. Jsou přijímána *Radou EU* na návrh *Komise*. Mají obecnou závaznost a bezprostřední působnost, tzn., že platí v každém členském státě přímo, bez prováděcího vnitrostátního aktu. Jsou součástí sekundárních pramenů komunitárního práva EU.

Směrnice EU (Directive) je právním aktem EU závazným pro členské státy, pokud jde o výsledek, kterého má být dosaženo. Směrnice jsou implementovány (včleněny) do právního řádu daného státu. Směrnice EU mají menší normativní účinnost než *nařízení EU*.

Zákon je obecně závazný právní předpis přijatý národním zákonodárným sborem (parlamentem). Pokud jde o právní sílu, jsou zákony nadřazeny podzákonným předpisům (vyhláškám a nařízením), avšak podřízeny *Ústavě* a ústavním zákonům a jim na stejnou úroveň postaveným mezinárodním smlouvám. V případě, že zákon nebo některá jeho ustanovení jsou v rozporu s ústavním pořádkem, může zákon nebo jeho část zrušit *Ústavní soud*.

Vyhlášku ve smyslu právní terminologie smí vydat jako *prováděcí předpis* k zákonu ústřední orgán státní správy (například ministerstvo), nebo i jiný úřad, který je k tomu zákonem zmocněn. Prováděcím předpisem může kromě vyhlášky být též **nařízení vlády** – k němu bývá dáváno zmocnění v záležitostech týkajících se více resortů. *Vyhláška* bývá podepsána příslušným ministrem a *nařízení vlády* předsedou vlády.

Převzaté (harmonizované) evropské normy se označují původním označením, před něž je přidána zkratka ČSN. Norma tak může být označena např. ČSN EN 12899-1, ČSN EN ISO 9001, ČSN IEC 61713, ČSN ETS 300 976 apod. Normě bývá zároveň přiřazen třídící znak ve formě tradičního šesticiferného označení podle třídy ČSN. Podle evropských norem se zavádí i praxe označovat za dvojtečkou normu rokem vydání, např. ČSN EN ISO 9000:2001. Současně s vydáním harmonizované evropské normy musí do půl roku vyjít národní norma.

České technické normy (ČSN) – Právní rámec technické normalizace stanoví *zákon č. 22/1997 Sb.* [3]. Tento zákon byl mnohokrát novelizován. Stanoví práva a povinnosti související s tvorbou a vydáváním českých technických norem. Tento zákon stanovil, že *technické normy nejsou samy o sobě právně závazné, jejich právní závaznost však může stanovit právní předpis*. Např. pro DP nebo ochranné oděvy určuje právní závaznost technických norem, podle kterých se jednotlivé součásti přístroje zkoušejí, *vyhláška č. 255/1999 Sb.* [5]. Ústředním orgánem státní správy pro normalizaci a měření je *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*. Zákon zakázal rozmnožování a rozšiřování českých norem nebo jejich částí bez souhlasu vydavatele. Zkratka ČSN původně znamenala *Československá státní norma*, později *Československá norma*. Po osamostatnění České republiky bylo označení ČSN zachováno a zákon č. 22/1997 Sb. závazný výklad zkratky neobsahuje. Neoficiálně se její význam vykládá slovy *Česká soustava norem*. Zákonem chráněné výlučné slovní označení je *česká technická norma*.

Certifikace je činnost nezávislé nebo akreditované osoby, která vydáním certifikátu osvědčí, že výrobek nebo činnosti s výrobou související jsou v souladu s technickými požadavky na výrobky. **Autorizací** se rozumí pověření právnické osoby k činnostem při *posuzování shody* výrobků stanovených podle zákona č. 22/1997 Sb. Autorizaci uděluje *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví*. **Prohlášení o shodě** je součástí posuzování shody, při kterém výrobce nebo jeho zplnomocněný zástupce osvědčuje, že výrobek uváděný na trh je ve shodě s požadavky na tento výrobek.

Při orientaci v technických normách je třeba rozlišit 3 případy, a to, zda se provádějí zkoušky pro kontrolu technických požadavků, které jsou součástí:

- a) *výrobního procesu* (např. výstupní kontrola), které provádí zpravidla výrobce,
- b) *certifikace*, které provádí autorizovaná osoba,

- c) *provozní kontroly* nebo *revize*, které provádí zpravidla uživatel nebo jím pověřená osoba s příslušnou odbornou způsobilostí.

1.5 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Koncepce chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2005. ISBN 80-86640-40-X.
- [2] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [3] Zákon č. 22 ze dne 24. ledna 1997, o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 6, s. 128.
- [4] Nařízení č. 21 ze dne 9. prosince 2002, kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 9, s. 338.
- [5] Vyhláška č. 255 ze dne 21. října 1999 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1999, částka 86, s. 4134.
- [6] Vyhláška č. 247 ze dne 22. června 2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 95, s. 5490.
- [7] Vyhláška č. 35 ze dne 22. února 2007 Sb., o technických podmínkách požární techniky, ve znění vyhlášky č. 53/2010 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2007, částka 14, s. 246.
- [8] *Wikipedia* [online]. [cit. 2010-12-21]. Dostupný z: <<http://cs.wikipedia.org>>.

PRAKTICKÉ CVIČENÍ

1. Prakticky se seznámit s programem IKIS II – modul CHS.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Vyjmenuj hlavní úkoly technika CHS.
2. Vyjmenuj věcné prostředky CHS.
3. Vyjmenuj dokumentaci a vysvětli vedení základní dokumentace věcných prostředků CHS.
4. Vysvětli základní právní předpisy evropské legislativy a jejich návaznost na legislativu národní.
5. Vysvětli základní právní a technické předpisy české legislativy a jejich návaznosti.
6. Jsou závazné české technické normy?
7. Vysvětli rozdíl mezi certifikátem a prohlášením o shodě.

2 NEBEZPEČNÉ LÁTKY

2.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ

Za *nebezpečnou látku* (NL) se považuje každá látka, která má jednu nebo více nebezpečných vlastností. Dělí se na:

- a) *nebezpečné chemické látky,*
- b) *zdroje ionizujícího záření,*
- c) *biologická agens a toxiny.*

2.2 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

Velmi důležitým prvkem pro jakoukoli manipulaci s nebezpečnými chemickými látkami je znalost jejich vlastností. Základními faktory ohrožení jsou: ohrožení výbuchem, požárem a popálením, nebezpečné chemické reakce a nebezpečí zdraví toxickými látkami. *Nebezpečné chemické látky* lze dělit podle toho, zda jejich použití je záměrné či nikoliv:

- a) *nebezpečné chemické látky a směsi* jsou látky nebo směsi, které za podmínek stanovených chemickým zákonem [21] mají jednu nebo více nebezpečných vlastností,
 - jde zejména o průmyslové škodliviny (TICs = Toxic Industrial Compounds, TIMs = Toxic Industrial Mixtures), které souvisejí s průmyslovou výrobou a mohou být vstupní surovinou, meziproduktem, konečným výrobkem nebo vznikají při nějaké degradaci jiné látky (např. požár, hydrolýza),
- b) *bojové chemické látky BCHL (bojové otravné látky BOL)* jsou chemické látky v plynném, kapalném nebo pevném skupenství, které mohou díky svému přímému toxickému působení na živé organismy způsobit smrt, dočasné zneschopnění nebo trvalou újmu na zdraví lidem nebo zvířatům nebo zničit rostliny, pro své toxické vlastnosti mohou být využity jako bojové prostředky; jejich seznam je stanoven zákonem [18].

2.2.1 Pojmy CBRN a HAZMAT

CBRN látky je pojem, který zahrnuje nebezpečné chemické a radioaktivní látky, jaderné materiály a B-agens. Dřívější označení těchto látek bylo *NBC*. V současnosti se stále více používá označení *CBRNE* (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosive Substances) s tím, že písmeno E navíc rozšiřuje množinu látek o výbušniny.

Historicky byly CBRN látky nejčastěji spojovány se *zbraněmi hromadného ničení*. V současné době (r. 2012) však sílí aktivity v rámci EU definovat CBRN látky jako samostatnou množinu nebezpečných látek, včetně látek využívaných pouze civilním sektorem. Zjednodučeně řečeno označení CBRN v počátcích znamenalo výhradně zbraně hromadného ničení, později přibýly látky používané ve spojitosti s chemickým, radiologickým, biologickým terorismem či terorismem vedeným kon-

venčními prostředky. V souvislosti s častým používáním pojmu, někdy i neodborníky, se v celosvětově používané angličtině pojem CBRN rozšířil o látky, které předtím neoznačoval.

V současné době skupina nebezpečných látek označovaná jako CBRN není závazně vymezena a nejsou ani závazně stanovena kritéria, na základě kterých by se na vybrané látky vztahovala další omezení nad rámec v současnosti platné legislativy.

Cílem aktivity odborných skupin v rámci EU je připravit právní předpis, který zakotví seznam CBRN látek představujících vysoké bezpečnostní riziko. Základem budou nově stanovená kritéria, na základě kterých budou nebezpečné látky do takového seznamu zařazeny. V posledních letech byl EU přijat *Akční plán* na posílení bezpečnosti před účinky CBRN látek.

V angličtině se hojně používá a do češtiny se dostává zkratka **HAZMAT (Hazardous Materials)**, která zahrnuje zejména průmyslové škodliviny a lze ji identifikovat s označením nebezpečné chemické látky a směsi podle chemického zákona. HAZMAT jsou spojovány s haváriemi s výskytem chemických látek v průmyslu, dopravě nebo produktovodech, ale nikdy ne s teroristickým nebo válečným zneužitím chemických látek.

2.2.2 Definice nebezpečných koncentrací

Mezi důležité pojmy patří následující čtyři definice. První dvě vycházejí z české legislativy, druhé dvě jsou uvedeny pouze v Řádu chemické služby HZS ČR a nemají žádnou legislativní oporu, ale jsou velmi dobrými informacemi pro režim v místě s výskytem NL.

Nejvyšší přípustná koncentrace (NPK-P) chemických látek v pracovním ovzduší jsou koncentrace látek, kterým nesmí být zaměstnanec v žádném časovém úseku pracovní doby vystaven.

Přípustný expoziční limit (PEL) je vyvážená průměrná koncentrace plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž mohou být vystaveni zaměstnanci při osmihodinové pracovní době, aniž by došlo, i při celoživotní expozici, k poškození zdraví.

Havarijní přípustná koncentrace HPK-10, resp. HPK-60 je limitní koncentrace plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, které se mohou vystavit záchranáři při záchrane osob bez prostředků individuální ochrany po dobu 10 min, resp. 60 min. Koncentrace nesmí vyvolat nevratná onemocnění; koncentrace smí vyvolat vratná onemocnění, která jsou adekvátní významu zásahu, kterým je záchrana života, popř. zdraví více osob.

Havarijní akční úroveň HAU-20, resp. HAU-120 je limitní koncentrace plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, při které je nutné obyvatelstvo vyvést z kontaminovaného prostoru do 20 min, resp. 120 min od zahájené inhalace. Koncentrace nesmí vyvolat nevratná onemocnění. Látka při dané koncentraci může mít pouze vratné a lehčí snesitelné účinky na dospělé osoby a děti.e osob.

PŘÍKLADY HPK A HAU JSOU UVEDENY V PŘÍLOZE 15.

2.3 LEGISLATIVA NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Nebezpečné chemické látky lze dělit podle:

- a) *české legislativy* reprezentované chemickým zákonem [21],
- b) *evropské legislativy* reprezentované nařízenými ES REACH a CLP [26, 27],
- c) *Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR)* [24] a *Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID)* [23].

Pro hasiče je důležité znát nebezpečnost jednotlivých skupin NL. Požadavky na NL uvedené v bodech a) a b) se nevztahují na dopravu, kterou naopak řeší pro silniční přepravu ADR a pro železniční RID.

2.3.1 Česká legislativa

Chemický zákon [21] zapracovává příslušné předpisy *Evropského společenství (ES)*, práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, **označování**, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích na území České republiky, správnou laboratorní praxi a vymezuje působnost správních orgánů při zajišťování ochrany zdraví a životního prostředí před škodlivými účinky látek.

Zákon se nevztahuje na humánní a veterinární léčivé prostředky, kosmetické prostředky, potraviny, krmiva, *radioaktivní látky*, odpady, zdravotnické prostředky, *přepravu nebezpečných věcí, výbušniny*, uváděné na trh pro získání výbušného nebo pyrotechnického účinku, a slitiny a směsi obsahující polymery a elastomery, pokud nepředstavují žádné fyzikálně chemické riziko pro zdraví nebo životní prostředí.

Chemický zákon [21] rozděluje *chemické látky a směsi* (směs nebo roztok složený ze dvou nebo více látek) do skupin nebezpečnosti:

- *výbušné*, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu vzdušného kyslíku, přičemž rychle uvolňují plyny, a které za definovaných zkušebních podmínek detonují, rychle shoří nebo po zahřátí vybuchují, pokud jsou v částečně uzavřeném prostoru,
- *oxidující*, které vyvolávají vysoce exotermní reakci ve styku s jinými látkami, zejména hořlavými,
- *extrémně hořlavé* – kapaliny, které mají extrémně nízký bod vzplanutí a nízký bod varu, anebo plynné látky, které jsou hořlavé ve styku se vzduchem při pokojové teplotě a tlaku,
- *vysoce hořlavé*,
 - které se mohou samovolně zahřívat a nakonec vznítí ve styku se vzduchem při pokojové teplotě bez jakéhokoliv dodání energie,
 - pevné látky, které se mohou snadno zapálit po krátkém styku se zdrojem zapálení a které pokračují v hoření nebo shoří po jeho odstranění,
 - kapaliny, které mají nízký bod vzplanutí,
 - které ve styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v nebezpečném množství,
- *hořlavé* – kapaliny, které mají nízký bod vzplanutí,

- *vysoce toxické*, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží ve *velmi malém množství* způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,
- *toxické*, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží v *malém množství* způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,
- *zdraví škodlivé*, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou způsobit smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,
- *žiravé*, které mohou zničit živé tkáně při styku s nimi,
- *dráždivé*, které mohou při okamžitém, dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí vyvolat zánět a nemají žiravé účinky,
- *senzibilující*, které mohou při vdechování, požití nebo styku s kůží vyvolat přecitlivělost, takže při další expozici danou látkou vzniknou charakteristické nepříznivé účinky,
- *karcinogenní*
 - *kategorie 1*, u nichž existuje *průkazná souvislost* mezi expozicí člověka látkou a vznikem rakoviny,
 - *kategorie 2*, pro které existují *dostatečné důkazy* pro vznik rakoviny na základě dlouhodobých studií na zvířatech,
 - *kategorie 3*, pro které existují *některé důkazy* pro vznik rakoviny na základě studií na zvířatech, avšak tyto důkazy nejsou postačující pro zařazení látky do kategorie 2,
- *mutagenní*
 - *kategorie 1*, pro něž existují *dostatečné důkazy* pro souvislost mezi expozicí člověka látkou a poškozením dědičných vlastností,
 - *kategorie 2*, pro něž existují *dostatečné důkazy* pro poškození dědičných vlastností *na základě dlouhodobých studií na zvířatech*,
 - *kategorie 3*, pro něž existují *některé důkazy* pro poškození dědičných vlastností *na základě studií na zvířatech*, avšak tyto důkazy nejsou postačující pro zařazení látky do kategorie 2,
- *toxické pro reprodukci*
 - *kategorie 1*, pro něž existují *dostatečné důkazy* pro souvislost mezi expozicí člověka látkou a poškozením fertility (plodnosti) nebo vznikem vývojové toxicity,
 - *kategorie 2*, pro něž existují *dostatečné důkazy* pro poškození fertility (plodnosti) nebo vznik vývojové toxicity *na základě dlouhodobých studií na zvířatech*,
 - *kategorie 3*, pro něž existují *některé důkazy* pro poškození fertility (plodnosti) nebo vznik vývojové toxicity *na základě studií na zvířatech*, avšak tyto důkazy nejsou postačující pro zařazení látky do kategorie 2,
- *nebezpečné pro životní prostředí*, které při vstupu do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo pozdější nebezpečí pro jednu nebo více složek životního prostředí.

Na *obalu NL* musí být uvedeny tyto údaje:

- a) obchodní název,
- b) chemický název,

- c) symbol nebezpečnosti (příloha 1),
- d) standardní věty označující specifickou rizikovost vyjádřené R-větami [7] nebo jejich kombinacemi,
- e) standardní pokyny pro bezpečné zacházení vyjádřené S-větami [7] nebo jejich kombinacemi,
- f) množství NL,
- g) název, sídlo a IČO nebo jméno, příjmení a IČO výrobce nebo dovozce.

Základní dokumentací NL je **bezpečnostní list** [21], který musí obsahovat tyto údaje:

- a) identifikace látky nebo směsi a identifikace jejich výrobce či dovozce,
- b) informace o složení látky nebo směsi,
- c) údaje o NL nebo směsi,
- d) pokyny pro poskytování první pomoci,
- e) opatření pro hasební zásah při požárech látky nebo směsi,
- f) opatření při havarijním úniku látky nebo směsi,
- g) pokyny pro manipulaci a skladování látky nebo směsi,
- h) způsob kontroly expozice osob látkou nebo směsí a jejich ochrana,
- i) informace o fyzikálních a chemických vlastnostech látky nebo směsi,
- j) informace o stabilitě a reaktivitě látky nebo směsi,
- k) informace o toxikologických vlastnostech látky nebo směsi,
- l) ekologické informace o látce nebo směsi,
- m) informace o zneškodňování látky nebo směsi,
- n) informace pro přepravu látky nebo směsi,
- o) informace o právních předpisech vztahujících se k látce nebo směsi.

Chemickým zákonem jsou stanoveny rovněž správní delikty, kterých se může dopustit právnická nebo podnikající fyzická osoba při plnění povinností vyplývajících z nařízení. Výše pokut je zvolena jak z hlediska závažnosti možných důsledků neplnění povinností uložených nařízením, tak z hlediska výše pokut ukládaných ostatními zákony v oblasti životního prostředí. Legislativa upravující nakládání s chemickými látkami zahrnuje i další ekonomické nástroje. Jde zejména o poplatky za jednotlivé úkony stanovené nařízením, jejichž výše je dána v závislosti na množství chemické látky, kterou chce podnikatel uvádět na trh, a tím i na výši možného rizika.

Dalším velmi důležitým právním předpisem v oblasti nebezpečných chemických látek je **zákon o prevenci závažných havárií způsobených nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky** [20], který stanoví systém prevence pro objekty a zařízení, ve kterých je umístěna vybraná NL. Zákon stanoví povinnosti právnických nebo fyzických osob vlastnících nebo užívajících příslušný objekt a působnost orgánů veřejné správy na úseku prevence závažných chemických havárií.

Z množiny nebezpečných chemických látek a směsí byly vybrány takové látky a nebezpečné vlastnosti látek, které představují nebo mohou představovat významné bezpečnostní riziko. Dále byla stanovena kritická množství těchto vybraných látek, při jejichž dosažení musí odpovědný subjekt plnit další, přísnější, náročnější a také finančně nákladnější povinnosti v oblasti bezpečného nakládání s nimi.

Základní omezující podmínkou je povinnost vypracovat bezpečnostní dokumentaci (bezpečnostní program, bezpečnostní zprávu, havarijní plány), ve které jsou na základě provedené analýzy rizika popsána přijatá opatření ke zvýšení bezpečnosti a stanovena informační povinnost vůči zaměstnancům podniku, veřejnosti a správním úřadům. U provozovatelů v závažnější skupině podle zákona o prevenci závažných havárií je navíc vyžadován plán fyzické ochrany objektu nebo zařízení.

Zákonem o prevenci závažných havárií je upraven základní systém ekonomických nástrojů v oblasti prevence závažných havárií. Jde zejména o povinné pojištění provozovatele. Pojištění odpovědnosti za škody vzniklé v důsledku závažné havárie patří k základním povinnostem provozovatelů a uvedený zákon stanoví, že pojišťovnou vyčíslené škody, které mohou vzniknout mimo objekt, musí odpovídat možným dopadům vyjádřeným v provedené analýze a hodnocení rizik. Provozovatel musí být pojištěn po celou dobu užívání objektu, včetně zkušebního provozu.

JE TŘEBA ZDŮRAZNIT, ŽE PROBÍHÁ NEUSTÁLÉ SBLIŽOVÁNÍ ČESKÉ A EVROPSKÉ LEGISLATIVY O NL, O ČEMŽ SVĚDČÍ SROVNÁNÍ POSLEDNÍ VERZE CHEMICKÉHO ZÁKONA [21] A CLP [27] (VIZ NÍŽE).

2.3.2 Evropská legislativa

Evropská legislativa k NL je reprezentovaná zejména dvěma nařízením:

- a) *nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 1907/2006 (REACH) [26],*
- b) *nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) 1272/2008 (CLP) [27].*

2.3.2.1 Nařízení REACH

REACH (Registration Evaluation Authorisation Chemicals) zahrnuje veškeré povinnosti o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a přípravků v rámci EU. Nařízení by mělo do roku 2020 zajistit, aby se na území ES vyráběly a dovážely jen takové chemické látky a přípravky, u nichž jsou známy jejich nebezpečné vlastnosti a aby se vyráběly, používaly a odstraňovaly bezpečným způsobem. Všichni výrobci a dovozci chemických látek musejí zjistit a kontrolovat rizika spjatá s látkami, které vyrábějí a uvádějí na trh. Látky, které se vyrábějí nebo dovážejí v množství vyšším než 1 tona za společnost ročně, musejí výrobci a dovozci registrovat v *Evropské agentuře pro chemické látky* (se sídlem v Helsinkách), a tím dokázat, že splňují všechny požadavky pro uvedení chemické látky nebo přípravku do výroby nebo na trh. Pokud nebude látka registrována, nesmí se vyrábět ani dovážet. Kontrola, vymáhání povinností a sankcí za neplnění budou plně v kompetenci národních orgánů tak, jak to ukládá chemický zákon.

2.3.2.2 Nařízení CLP

Pro hasiče je mnohem důležitější *nařízení CLP (Classification, Labelling, Packaging)*, o klasifikaci, označování a balení chemických látek a směsí, jehož cílem je sjednotit kritéria pro klasifikaci a označování látek a směsí.

Jak se budou v následujících letech chemické látky a směsi (CLP zavádí pojem *směs* místo pojmu *přípravek*) označovat?

- od 1. 12. 2010 se *chemické látky* označují a balí výhradně *podle CLP* (platí přílohy 2 a 3, nikoliv příloha 1 této publikace),
- do 1. 6. 2015 se *chemické směsi* označují a balí *oběma způsoby* (platí přílohy 1, 2 a 3 této publikace současně),
- od 1. 6. 2015 se rovněž *chemické směsi* balí a označují *jen podle CLP* (platí přílohy 2 a 3, příloha 1 této publikace pozbývá platnosti).

Co přináší CLP nového oproti současné chemické legislativě?

- a) *třídy nebezpečnosti* (viz příloha 2),
- b) *výstražné symboly nebezpečnosti* – jiná grafická úprava (viz příloha 3),
- c) *signální slova* – zaveden nový pojem pro nebezpečí a varování,
- d) *H-věty* (příloha 4) – standardní věty nebezpečnosti nahrazují R-věty,
- e) *P-věty* (příloha 5) – pokyny pro bezpečné zacházení nahrazují S-věty.

Podle CLP jsou NL rozděleny na **4 třídy nebezpečnosti**:

- a) nebezpečné fyzikální vlastnosti,
- b) nebezpečné vlastnosti pro zdraví,
- c) nebezpečné pro životní prostředí – vodní organismy,
- d) nebezpečné pro životní prostředí – ozonovou vrstvu.

Každá třída je rozdělena na **kategorie nebezpečnosti** s upřesněním závažnosti nebezpečnosti (např. akutní toxicita kategorie 1-4). Zpravidla platí, že s nižším číslem kategorie se zvyšuje nebezpečná vlastnost (1-nejvyšší akutní toxicita a 4-nejnižší akutní toxicita).

Nebezpečné fyzikální vlastnosti jsou definovány v podstatě chemickým zákonem. Pro informaci jsou uvedeny definice nebezpečných vlastností pro zdraví:

- a) *akutní toxicita* – nepříznivé účinky, k nimž dojde po orální nebo dermální aplikaci jedné dávky látky nebo směsi či vícenásobných dávek podaných během 24 h nebo po inhalační expozici po dobu 4 h; tato nebezpečná vlastnost má 4 kategorie a člení se na orální, dermální a inhalační,
- b) *žiravost / dráždivost pro kůži* má 2 kategorie: *žiravost* – vyvolání nevratného poškození kůže, totiž viditelné nekrózy pokožky zasahující do šráry, po působení zkoušené látky po dobu až 4 h; pro žiravost jsou typické vředy, krvácení, krvavé strupy; tato kategorie má další 3 podkategorie 1A, 1B, 1C; *dráždivost* – vyvolání vratného poškození kůže po působení zkoušené látky po dobu až 4 h;
- c) *vážné poškození / podráždění očí* má 2 kategorie: *vážné poškození očí* – vyvolání poškození oční tkáně nebo zhoršení vidění po aplikaci zkoušené látky na povrch oka, které není plně vratné do 21 dnů po aplikaci; *podráždění očí* – vyvolání změn v oku po aplikaci zkoušené látky na povrch oka, které jsou plně vratné do 21 dnů po aplikaci,
- d) *senzibilace dýchacích cest nebo kůže* má 2 kategorie: *senzibilace dýchacích cest* – vyvolání přecitlivělosti dýchacích cest po vdechování; *senzibilace kůže* – vyvolání alergické reakce po styku s kůží,
- e) *mutagenita v zárodečných buňkách* – trvalá změna množství nebo struktury genetického materiálu v buňce; má 2 kategorie 1 a 2 (kategorie 1 je dále rozdělena 1A, 1B),
- f) *karcinogenita* – vyvolání rakovina nebo její větší výskyt; má 2 kategorie 1 a 2 (kategorie 1 je dále rozdělena 1A, 1B),
- g) *toxicita pro reprodukci* – nepříznivé účinky na sexuální funkci a plodnost u dospělých mužů a žen, jakož i vývojovou toxicitu u potomstva, podle čehož se také dělí; má 2 kategorie 1 a 2 (kategorie 1 je dále rozdělena 1A, 1B),
- h) *toxicita pro specifické cílové orgány* – *jednorázová expozice* je specifická neletální toxicita pro cílové orgány vyplývající z jednorázové expozice látkou; má 3 kategorie,

- i) *toxická pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice* je specifická toxicita pro cílové orgány vyplývající z opakované expozice látkou; má 2 kategorie,
- j) *nebezpečnost při vdechnutí (aspiraci)* – vniknutí kapaliny nebo tuhé látky do průdušnice a dolních cest dýchacích přímo ústní nebo nosní dutinou nebo nepřímo při dávení.

Výstražným symbolem nebezpečnosti se rozumí složené grafické zobrazení obsahující symbol a další grafické prvky, např. orámování, vzor pozadí nebo barvu, jež mají sdělovat specifické informace o daném druhu nebezpečnosti. Na štítku může být uveden jeden nebo více výstražných symbolů nebezpečnosti. Jsou stanoveny v tabulkách, které uvádějí prvky označení pro každou třídu nebezpečnosti.

Signálním slovem se označuje příslušná úroveň závažnosti nebezpečnosti za účelem varování před možným nebezpečím. Na štítku se uvádí signální slovo v souladu s klasifikací dané látky nebo směsi. Signální slova pro každou specifickou klasifikaci jsou stanoveny v tabulkách, které uvádějí prvky označení pro každou třídu nebezpečnosti. Rozlišují se dvě úrovně:

- a) *Nebezpečí (Danger)* označuje závažnější kategorie nebezpečnosti.
- b) *Varování (Warning)* označuje méně závažné kategorie nebezpečnosti.

Standardní věty nebezpečnosti (H-věty) jsou věty přiřazené dané třídě a kategorii nebezpečnosti, která popisuje povahu nebezpečnosti látky nebo směsi včetně stupně nebezpečnosti. Na štítku musí být uvedené příslušné H-věty v souladu s klasifikací dané NL nebo směsi. Standardní věty o nebezpečnosti ve tvaru *HXXX* mohou být doplněny doplňkovými větami nebezpečnosti ve tvaru *EUHXXX*. H-věty jsou stanoveny pro každou klasifikaci v tabulkách, které uvádějí prvky označení pro každou třídu nebezpečnosti.

Pokyny pro bezpečné zacházení (P-věty) popisují jedno nebo více doporučených bezpečnostních opatření pro minimalizaci nebo prevenci nepříznivých účinků způsobených expozicí danou chemickou látkou nebo směsí v důsledku jejího používání nebo odstraňování. Na štítku musí být uvedené příslušné P-věty v souladu s klasifikací dané NL nebo směsi. P-věty se uvádí ve tvaru *PXXX*. P-věty jsou stanoveny pro každou klasifikaci v tabulkách, které uvádějí prvky označení pro každou třídu nebezpečnosti. CLP používá 5 druhů pokynů:

- hlavní (P01-P03),
- preventivní (P201-....),
- reakční (v případě náhodného úniku nebo expozice; P301-....),
- pro skladování (P401-....),
- pro odstraňování (P501-....).

Označení výrobku a informace o dodavateli – Látka nebo směs klasifikovaná jako nebezpečná a opatřená obalem musí být označena štítkem, který obsahuje následující údaje. Body d)-h) musí být bezpodmínečně uvedeny v bezpečnostním listě:

- a) jméno/název, adresu a telefonní číslo dodavatele,
- b) jmenovité množství látky nebo směsi, pokud není uvedeno na jiném místě obalu,
- c) identifikátory výrobku,
- d) výstražné symboly nebezpečnosti,
- e) signální slova,
- f) standardní věty o nebezpečnosti (H-věty),

- g) pokyny pro bezpečné zacházení (P-věty),
- h) část pro doplňující informace.

2.3.3 Přeprava nebezpečných věcí

ADR je *Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě*, která ukládá podmínky přepravy nebezpečného nákladu po silnicích. Podobně **RID** je *Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí*, který ukládá podmínky přepravy nebezpečných věcí po železnici. ADR/RID zavádí pojem *nebezpečná věc*, který je v podstatě totožný s pojmem NL.

ADR/RID, stejně jako CLP, rozděluje nebezpečné věci do **tříd nebezpečnosti**, jejichž přehled je uveden v příloze 6.

V ADR/RID je třeba rozlišit, zda se označuje dopravní prostředek nebo kusy nebezpečné věci, protože jejich označování je rozdílné. Dopravní jednotky přepravující nebezpečné věci musí být označeny dvěma pravouhlými **oranžovými výstražnými tabulkami** (příloha 7), umístěnými ve svislé rovině, umístěné jedna na přední a druhá na zadní straně dopravní jednotky a pouze v předepsaných případech také velkými **bezpečnostními značkami** (příloha 8). Obě označení musejí být zřetelně viditelná. Obal vlastní nebezpečné věci je označen *UN-číslem a bezpečnostními značkami*.

Oranžové výstražné tabulky slouží k získání informací o nebezpečných věcech převážených příslušnou dopravní jednotkou (viz příloha 7) a obsahují:

- a) *identifikační číslo nebezpečnosti (Kemlerův kód)*,
- b) *UN-číslo* – identifikační číslo látky, čtyřmístný číselný kód, který látku zpravidla jednoznačně identifikuje (seznam látek podle UN-čísel je uveden v přílohách předpisů ADR a RID); UN-číslo je uvedeno v dolní polovině tabulky.

Dopravní jednotky a kontejnery přepravující volně ložené tuhé NL musejí mít na každé straně dopravní jednotky nebo kontejneru umístěny rovnoběžně s podélnou osou vozidla oranžové výstražné tabulky s identifikačními čísly nebezpečnosti, pokud tak nejsou označeny vpředu a vzadu. Kromě toho musí být po obou stranách a vzadu označeny příslušnými velkými bezpečnostními značkami o velikosti min. 25x25 cm.

Cisternová vozidla nebo dopravní jednotky s jednou nebo více cisternami přepravující kapalné nebezpečné věci musí mít na bočních stranách každé cisterny nebo cisternové komory rovnoběžně s podélnou osou vozidla oranžové výstražné tabulky s identifikačními čísly nebezpečnosti každé z látek přepravovaných v cisterně nebo cisternové komoře.

Na dopravních jednotkách přepravujících jen jednu NL nemusejí být oranžové výstražné tabulky na bocích, pokud tyto tabulky umístěné na přední a zadní straně dopravní jednotky jsou opatřeny identifikačními čísly nebezpečnosti.

Označeny musejí být i vyprázdněné, nevyčištěné a neodplyněné nesnímatelné nebo snímatelné cisterny, cisternové kontejnery a bateriová vozidla, jakož i vyprázdňená, nevyčištěná vozidla a kontejnery, která přepravovala volně ložené tuhé NL.

V silniční přepravě lze údaje o charakteru nebezpečného nákladu nalézt v **nákladním listu** a **písemných pokynech pro případ nehody**. V rámci železniční

přepravy je základním dokumentem rovněž nákladní list, který je k dispozici u vlakvedoucího. Pokyny pro případ nehody obsahují:

- název a adresu organizace, která pokyny pro případ nehody vystavila,
- pojmenování látky nebo předmětu,
- identifikační údaje o nákladu (třída, UN číslo),
- povahu nebezpečných vlastností,
- prostředky individuální ochrany, které se v případě nehody mají použít,
- základní opatření (varování a přivolání Policie ČR a HZS ČR),
- okamžitá opatření řidiče při úniku NL,
- dodatečná opatření proti malým únikům,
- zvláštní opatření pro určité věci,
- opatření v případě vzniku požáru,
- nezbytnou výbavu pro dodatečná nebo zvláštní opatření,
- informace o první pomoci,
- doklad o školení řidiče,
- doklad o schválení vozidla,
- oprávnění k přepravě.

ADR/RID ukládají osobám odpovědným za přepravu další povinnosti, které vyplývají z dopravy nebezpečných věcí. Kromě povinností označovat příslušná vozidla, nádrže či jiné obaly a vybavení vozidla pokyny pro případ nehody, o kterých je v této kapitole pojednáno, jsou to další povinnosti. Např.:

- povinnosti odesílatele, dopravce a příjemce,
- ustanovení o nakládce, vykládce a manipulaci, která zahrnují třeba preventivní opatření se zřetelem na potraviny, poživatiny a krmiva, čištění po vykládce,
- požadavky kladené na osádku vozidla,
- požadavky kladené na dozor nad vozidly,
- povinná výbava vozidel, zejména hasicími přístroji, výstražnými a osobními ochrannými prostředky,
- údaje předepsané pro přepravní doklad,
- zákazy pro společnou nakládku nebezpečných věcí,
- přiřazení NL do obalových skupin,
- základní činnosti řidiče při mimořádné události,
 - zastavit motor,
 - použít osobní ochranné prostředky,
 - nekouřit a nepoužívat otevřený oheň,
 - označit vozovku a varovat ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích včetně chodců,
 - zůstat na návětrné straně a sledovat směr větru,
 - informovat veřejnost o nebezpečí a radit ji zdržovat se na návětrné straně,
 - zabránit přístupu nepovolaným osobám do prostoru mimořádné události,
 - co nejdříve informovat příslušnou složku IZS,
- **vynětí z platnosti ADR/RID, kam patří přeprava**
 - některých nebezpečných věcí v podlimitním množství (např. méně než 100 kusů 7l TL naplněných vzduchem),

- nebezpečných věcí soukromými osobami, pokud jsou dotyčné věci baleny pro maloobchodní prodej a jsou určeny pro jejich osobní nebo domácí použití,
- *nebezpečných věcí v rámci záchrany životů a ochrany životního prostředí,*
- *plynů obsažených v nádržích vozidel provádějících přepravu, které slouží pro jejich pohon, nebo stanovené druhy plynů, jejichž tlak při teplotě 15 °C nepřevyšuje 2 bary,*
- *kapalných pohonných hmot, jejichž celkový vnitřní objem v pevných palivových nádržích nepřekročí 1500 litrů na jednu dopravní jednotku nebo jejichž objem v přenosných nádobách na pohonné hmoty je max. 60 litrů na jednu dopravní jednotku,*
- prázdných nevyčištěných obalů, které obsahovaly látky stanovených tříd.

Pro hasiče v rámci zásahu spojeném se záchranou životů, majetku a životního prostředí neplatí ustanovení ADR. Jestliže požární automobil převáží nebezpečné věci mimo zásah, vztahují se rovněž na požární vozidla ustanovení ADR. Může se to týkat např. nadlimitního převozu pohonných hmot v kanystrech nebo převozu plných TL se vzduchem. Každý HZS kraje má mít vyškoleného alespoň jednoho příslušníka s odbornou způsobilostí **bezpečnostního poradce** pro přepravu nebezpečných věcí v silniční přepravě.

2.4 ZÁKLADNÍ POJMY Z TOXIKOLOGIE

Výrok středověkého vědce Paracelsa „*Všechny látky jsou jedy, toliko správná dávka odlišuje lék od jedu*“ z počátku 16. stol. je stále základním pilířem moderní toxikologie.

Toxikologie je nauka o škodlivém působení látek na živý organismus. Zabývá se vzájemným působením chemických látek a živého organismu. U většiny látek dochází po vstupu do organismu k jejich přeměnám – biotransformacím, proto toxikologie stojí na základech *biologických* (biologie, lékařské vědy, molekulární biologie, genetiky) a *chemických* (chemie obecná, anorganická, organická a fyzikální, biochemie). Za **jedy** jsou považovány jen ty látky, které jsou schopny vyvolat nepříznivý účinek – otravu – již v malých dávkách. Jak již bylo, uvedeno toxické látky se dělí do tří skupin, a to podle akutní toxicity.

Tab. 2.1 Rozdělení toxických látek

| Skupina toxicity | Smrtná dávka [mg/kg] |
|------------------|----------------------|
| zdraví škodlivé | 200-2000 |
| toxické | 25-200 |
| vysoce toxické | < 25 |

2.4.1 Účinky toxických látek

Účinky toxických látek souvisejí velmi úzce s jejich fyzikálně chemickými vlastnostmi, z nichž nejdůležitější jsou:

a) *relativní molekulová hmotnost*

- udává kolikrát je hmotnost skutečné molekuly těžší, než je atomová hmotnostní konstanta,
- je součtem relativních atomových hmotností jednotlivých atomů prvku tvořících molekulu sloučeniny,
- např. $M_{H_2SO_4} = 2 \cdot 1,01 + 32,06 + 4 \cdot 16 = 98,08$,

b) *relativní hustota plynů a par (hustota par v porovnání se vzduchem)*

- relativní číslo, které se vypočítá jako poměr molekulové hmotnosti látky a teoretické molekulové hmotnosti vzduchu ($h = M/28,9$),
- např. $M_{CO_2} = 44$, pak $h = 44/28,9 = 1,52 \rightarrow 1,52 > 1 \rightarrow CO_2$ je těžší než vzduch; údaj má velký význam při odhadu šíření NL v prostředí,

c) *hustota kapalin*

- veličina, jejíž hodnoty lze využít při určování chování toxických látek ve vodě,
- nejsou-li látky rozpustné ve vodě, tak při hustotě nižší než 1 g/cm^3 na vodě plavou a naopak,

d) *tlak nasycených par*

- maximální množství par vyjádřené parciálním tlakem příslušné látky v daném systému, který se může nad povrchem látky při daných podmínkách vytvořit,
- s touto veličinou velmi úzce souvisí její *těkavost*; např. sarin je účinnou BOL nejen pro svou toxicitu, ale také pro optimální hodnoty tlaku nasycených par a těkavosti (viz tab. 2.2),

e) *teplota varu*

- teplota, při které dosahuje látka tlaku nasycených par, který je roven tlaku prostředí; proto je třeba, aby při teplotě varu byl uveden i údaj tlaku, protože snižováním tlaku se teplota varu snižuje a naopak,
- zároveň je to teplota, při které nastává fázová přeměna látky z kapalného do plynného stavu;

f) *reaktivita*

- velmi úzce souvisí s rozkladem,
- pokud je látka v určitém prostředí velmi reaktivní (např. oxidací na vzduchu nebo hydrolýzou ve vodě), lze předpokládat, že s časem se její toxický účinek bude velmi rychle zmenšovat, protože se bude rozkládat na méně toxické produkty,

g) *oxidace*

- spojována nejen s působením kyslíku, ale i dalších látek, jako např. halogenů, peroxidů, dusičnanů, chlorečnanů nebo kyslíkatých kyselin, které jsou schopny zvyšovat oxidační stupeň druhých látek, a tím měnit jejich chemickou povahu,
- oxidace má význam při dekontaminaci B-agens nebo BCHL, kdy v důsledku oxidace aktivním kyslíkem nebo chlórem dochází k odbourávání toxické látky, nebo usmrcení mikroorganismu (agens),

h) *hydrolýza*

- obecně reakce látek s vodou, při které dochází k rozkladu látek,
- špatná hydrolýza je ukazatelem stálosti toxických látek ve vodě a schopnosti kontaminovat vodní zdroje,
- naopak afinita k hydrolýze má velký význam při dekontaminaci BCHL, které se v důsledku hydrolýzy v zásaditém prostředí většinou velmi dobře rozkládají,

Tab. 2.2 Porovnání toxicity vybraných nervově paralytických látek – Porovnané hodnoty koncentrace AEGL 3, při které sloučenina při expozici 10 min nebo 30 min může způsobit smrt, s hodnotami tlaku nasycených par a těkavosti; VX je 20-30 krát toxičtější než sarin, ale sarin vykazuje lepší parametry rozptylu, protože má více než 4000krát vyšší tlak nasycených par a 2000krát vyšší těkavost [13]

| Chemický název | AEGL 3 [ppm] | | Tlak nasyc. par [mm Hg při 25 °C] | Těkavost při 25°C [mg/m ³] |
|----------------|--------------|--------|--------------------------------------|--|
| | 10 min | 30 min | | |
| sarin (GB) | 0,064 | 0,032 | 2,9 | 22 000 |
| soman (GD) | 0,049 | 0,025 | 0,4 | 3 900 |
| tabun (GA) | 0,110 | 0,057 | 0,057 | 490 |
| VX | 0,003 | 0,001 | 0,0007 | 10,5 |

i) rozpustnost ve vodě nebo tucích (hydrofilita/lipofilita)

- organické látky rozpustné v tucích se nevyučují močí a jsou ukládány v těle, což je významným zdrojem rizika především při opakovaném působení (požáry),
- tyto látky také lépe ulpívají na umělých površích a kůži a postupně pronikají do hloubky, což zhoršuje možnosti dekontaminace,
- při úniku do životního prostředí dochází k jejich hromadění v rámci potravního řetězce živočichů,

j) vliv ostatních látek ve směsi

- v běžném životě se většinou nevyskytují chemické látky v čistém stavu ale ve směsi nebo roztoku, kdy je nutno vždy uvažovat vliv ostatních složek,
- směsi (roztoky) dvou či více látek (složek) mohou mít na organismus kombinovaný vliv, který může být přídatný (aditivní, vlivy se sčítají),
- složky mohou také jedna s druhou interferovat (antagonistický vliv – princip antidota), nebo jejich celkový vliv na organismus může být větší, než když působí látka samostatně (synergismus); např. ovocné destiláty obsahují smrtelně jedovatý methanol, jehož toxicita je snížena hlavní komponentou ethanolem; kombinací požívání alkoholu s léky na tlumení bolesti nastává zesílení účinků - synergický efekt, který může poškodit zdraví.

V souvislosti s působením toxické látky, mohou být účinky *akutní*, které se projevují bezprostředně po jednorázové dávce cizorodé látky, nebo *chronické*, které se projevují po dlouhodobém styku s látkou. Podle způsobu (mechanismu) působení se rozlišuje:

- a) *přímý toxický účinek* – látka působí svou přítomností na kritickém místě v organismu,
- b) *biochemický účinek* – látka interaguje s cílovou molekulou (receptorem), ovlivní nějaký biochemický děj, a tím některou životní funkci buňky, či organismu,
- c) *imunotoxický účinek* – změny imunitního systému se projeví snížením imunity, nebo nepřiměřenou alergickou reakcí,
- d) *mutagenita* – změna genetické informace vede ke změně vlastností následujících generací,
- e) *karcinogenita* – změna genetické informace vede ke zhoubnému nádorovému bujení,
- f) *teratogenita* – poškození plodu vede k narození defektního jedince,
- g) *orgánová toxicita* – toxické působení na určitý orgán (játra – hepatotoxicita, ledviny – nefrotoxicita, plíce – pneumotoxicita, nervová soustava – neurotoxicita).

Závislost účinku látek na koncentraci a dávce je možno vysvětlit z následujících vztahů:

$$D = k \cdot c \cdot t \quad (1)$$

$$U = f(c \cdot t^n) \quad (2)$$

D dávka [mg.kg⁻¹]

U účinek toxické látky

k konstanta úměrnosti [m³.s⁻¹.kg⁻¹]

c koncentrace toxické látky ve vdechovaném vzduchu [mg.m⁻³]

t doba působení [s]

n exponent závislý na charakteru vazby látky na receptor

Dávka se vyjadřuje ve formě hmotnosti podané toxické látky na jednotku hmotnosti organismu. Pokud je látka plynná nebo ve formě páry, s rostoucí koncentrací toxické látky a dobou jejího působení dávka roste (1). Pod jistou prahovou hodnotou dávky se zpravidla žádný účinek neobjeví, při jejím překročení účinek s dávkou stoupá. Vzorec (2) udává, že účinek látky je funkcí koncentrace a doby působení, přičemž pro *exponent n* platí tab. 2.3.

Základem biochemických a fyziologických procesů je mezibuněčná komunikace, z nichž představuje nejčastější cestu **neurotransmise** (přenos nervového vzruchu). Nejrozšířenějším neurotransmiterem je *acetylcholin*.

Tab. 2.3 Závislost účinku toxické látky a vazby na receptor (vzorec 2)

| Hodnota n | Účinek | Příklad |
|-----------|--|--------------------|
| 0 | vazba na receptory dokonale vratná | diethyether |
| 1 | vazba na receptory nevratná, ale účinek vratný | fosgen |
| > 1 | vazba na receptory i účinek jsou nevratné | karcinogenní látky |

2.4.2 Cesty vstupu toxických látek do organismu

Transport látek v organismu lze rozdělit do čtyř fází: vstup (absorpce), přenos (distribuce), metabolické přeměny (biotransformace) a vylučování (exkrece). Pro hasiče je důležité znát možné cesty vstupu toxické látky do organismu, aby se před nimi dokázali účinně chránit:

- a) *vdechování (inhalace)* – plyny, páry, aerosol a prachové částice se částečně zadržují v horních cestách dýchacích, zbytek se dostává vdechovaným vzduchem až do plicních sklípků a odtud do krve, přičemž aerosoly jsou mnohem toxičtější než páry o stejné koncentraci,
- b) *požití (cesta perorální)* – kromě látek žíravých a dráždivých zpravidla škodlivé látky nezpůsobují v zažívacím traktu otravu, problém nastane po absorpci, nejčastěji vstřebáním v tenkém střevě, jehož hnací silou je lipofilita látek (rozpuštěnost v tucích),
- c) *vstup kůží (dermální)* – účinek látky aplikované na kůži může být lokální (dráždění, leptání), nebo systémový, pokud se látka vstřebá,
- d) *vstup očima* – přímý účinek (dráždění, poškození nebo ztráta zraku), nebo ojedinele systémový účinek (průnik do mozku a způsobení otravy).

2.4.3 Zjišťování toxicity látek

Nejde-li o novou látku, je nezbytné nejdříve zjistit, jaká toxikologická data byla dosud popsána v literatuře. Až poté se přistupuje k testování toxicity. Toxické působení látek na živé organismy se zkoumá na pokusech *in vitro* (ve skle) na poměrně jednoduchých organismech (buněčné preparáty), nebo na základě testů na zvířatech *in vivo*, odkud pochází většina toxikologických dat. Testy *in vivo* lze rozdělit na akutní, jejichž výsledkem jsou mimo jiné hodnoty LD₅₀ a LC₅₀, zatímco akutní a chronické testy dávají hodnoty NOAEL a LOAEL.

Tab. 2.4 Základní toxikologické veličiny

| Veličina | Anglický výraz | Příklad |
|------------------|--|---|
| NOAEL | No Observable Adverse Effect Level | dávka, při které ještě nebyl pozorován škodlivý účinek |
| LOAEL | Lowest Observable Adverse Effect Level | nejnižší dávka, při které byl pozorován škodlivý účinek |
| LD ₅₀ | Letal Dosis | dávka, při které uhynie 50 % pokusných zvířat do 24 h po expozici |
| LC ₅₀ | Letal Concentration | koncentrace, při které uhynie 50 % pokusných zvířat |

2.5 INFORMAČNÍ PODPORA

Informační podpora veliteli zásahu má zásadní význam při událostech s výskytem NL. Velitel zásahu má několik možností:

- a) *JPO* má k dispozici *informační zdroj* v místě zásahu na elektronickém nosiči nebo v tištěné podobě – tato možnost je málo pravděpodobná, protože jen operné jednotky jsou vybaveny notebookem s databází NL,
- b) *operační a informační střediska* jsou vybavena různými zdroji informací, např.:

- na všech operačních a informačních střediscích HZS krajů je instalována a výrobcem pravidelně aktualizována databáze NL Medisalarm,
 - lze využít internetové databáze (např. DOK Ministerstva dopravy ČR),
 - lze využít informační zdroje v tištěné podobě (Registr nebezpečných látek, Emergency Response Guidebook),
 - lze se obrátit na odborníky územně příslušné chemické laboratoře HZS kraje (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, Kamenice, Třemošná, Tišnov, Frenštát pod Radhoštěm),
- c) *Transportní informační a nehodový systém (TRINS)*,
- d) *Toxikologické informační středisko* je celorepubliková telefonická lékařská informační služba s nepřetržitým provozem pro případ akutních otrav lidí a zvířat; adresa: Klinika pracovního lékařství Všeobecné fakultní nemocnice a 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Na Bojišti 1, Praha 2, tel.: 224 91 92 93 a 224 915 402.

Pro získání základní informace o NL mohou sloužit katalogy chemických produktů velkých firem (např. Aldrich, Fluka nebo Merck). Nejběžnější toxikologické publikace jsou uvedeny v *Použité a doporučené literatuře*. V současnosti jsou však nejrozšířenějším zdrojem údajů o NL *elektronické databáze*, z nichž řada je přístupných na internetu.

2.5.1 Transportní informační a nehodový systém

Transportní informační a nehodový systém (TRINS) poskytuje prostřednictvím svých středisek (viz příloha 9) nepřetržitou pomoc při řešení mimořádných situací spojených s přepravou či skladováním NL na území České republiky. Pomoc TRINS je možné vyžadovat pouze cestou operačních a informačních středisek HZS ČR. Pomoc je poskytována na základě smluvního vztahu mezi *Svazem chemického průmyslu ČR a MV-generálním ředitelstvím HZS ČR*. Tímto je zajištěno zachování kompetencí a odpovědností při řešení mimořádných situací v plném rozsahu.

1. stupeň – telefonická porada

Podání informace, konzultace či porada odborníkem pomocí telefonu. Jedná se o předávání informací v případě, kdy výrobce, obchodník nebo příjemce NL není dosažitelný. Středisko TRINS poskytne potřebné informace o NL. Rady a doporučení jsou poskytovány tak dlouho, než bude kontaktován příslušný výrobce, obchodník nebo příjemce, který pak přebere poradenství.

2. stupeň – porada v místě zásahu (nehody)

Vyslání odborníka do místa zásahu (nehody) co nejdříve od požádání, přičemž způsob přepravy do místa zásahu bude z důvodu nebezpečí z prodlení vždy dohodnut dle konkrétní situace a řešen buď dopravními prostředky IZS, nebo příslušné požádané společnosti TRINS. V případě velké vzdálenosti od místa nehody anebo při nedosažitelnosti výrobce, obchodníka či příjemce NL, poskytne blíže ležící středisko TRINS (společnost) dle možností poradenství vlastními odborníky.

3. stupeň – praktická pomoc v místě zásahu (nehody)

Vyslání sil a prostředků do místa zásahu co nejdříve od požádání k poskytnutí praktické pomoci při likvidaci mimořádné události. Praktická pomoc je poskytována

silami a prostředky konkrétního střediska TRINS pro vymezený počet NL. Střediska TRINS mají právo odmítnout poskytnutí této praktické pomoci, a to v případě již probíhajícího řešení mimořádné události v areálu své společnosti, již probíhajícího nasazení sil a prostředků mimo areál společnosti, nebo kdy by byla poskytnutím sil a prostředků v daném okamžiku vážně ohrožena bezpečnost jejich vlastních provozů. Při respektování těchto podmínek velitel vyslaných sil TRINS informuje v místě zásahu (nehody) velitele zásahu dle svých věcných znalostí a podporuje ho silami a prostředky poskytnutými dle možností TRINS.

2.5.2 Databáze a modelování šíření nebezpečných látek

Každý HZS kraje je vybaven elektronickou databází NL **MEDISALARM** (příloha 11) firmy Medistyl, s.r.o., která obsahuje cca 10 tis. záznamů a je čtyřikrát ročně aktualizována a rozšiřována. Podle toho se označují příslušné verze, např. MEDISALARM 112B je verze vydaná ve druhém čtvrtletí roku 2012. Vyhledávat látku lze podle různých údajů, např. podle hlavního názvu, názvu a synonyma, CAS, čísla ES, indexového čísla nebo UN čísla. Při vyhledávání není třeba znát přesný název látky, stačí znát název částečně a pak databáze nabídne příslušný počet názvů, z kterých je možno dále vybírat. Databáze obsahuje 8 listů:

- *identifikace* – obsahuje synonyma a jiné názvy, sumární a strukturní vzorce, oranžové výstražné tabulky nebezpečnosti ADR/RID, grafické a písemné symboly nebezpečnosti dle chemického zákona, výstražné symboly nebezpečnosti podle CLP, identifikační údaje (registrační číslo CAS, číslo ES, UN číslo atd.), údaje týkající se české legislativy o NL, CLP a ADR, Hazchem kód, R, S, H a P věty a další užitečné informace,
- *základní vlastnosti, způsoby hašení a skladování* – pokyny pro bezpečné zacházení, údaje o zdravotní nebezpečnosti, hořlavosti a reaktivitě, nouzová opatření podle ERG 2012 (Emergency Response Guidebook; bezpečnostní pokyny pro zásah určené zejména pro hasiče a policii) a ERIC (Emergency Response Intervention Card; nehodový list evropské chemické asociace CEFIC) v českém jazyce, údaje o společnostech v TRINS, které jsou schopny poskytnout jednotlivé stupně pomoci,
- *fyzikální a chemické vlastnosti* včetně zdroje příslušného údaje,
- *přeprava* podle ADR/RID,
- *první pomoc a zdravotní ošetření*,
- *toxicita*,
- *legislativa* – důležité údaje včetně např. NPK-P a PEL,
- *legislativní předpisy* EU, České republiky a Slovenské republiky.

Nejznámější databází NL dostupných z internetu je **Dopravní a informační systém DOK** (příloha 12) Ministerstva dopravy ČR (<http://cep.mdcr.cz>), který je celostátním informačním systémem pro záchranné a likvidační práce v oblasti mobilních zdrojů nebezpečí v dopravě, který je volně přístupný, a není třeba registrace. Existují aplikace pro osobní/přenosný počítač, mobilní telefon, PDA nebo smart phone (chytřlý telefon). Po zadání adresy systém DOK rozpozná typ zařízení a nabídne optimální formu aplikace. Pro aplikaci určenou pro osobní/přenosný počítač je DOK rozdělena na moduly:

- a) *modul havárie* – po vyhledání NL se získají následující informace: oranžová výstražná tabulka, bezpečnostní značka ADR/RID, třída a balení NL, možná ohrožení, opatření pro ochranu obyvatelstva, pokyny v případě požáru a úniku, první pomoc a seznam společností TRINS, které jsou schopny poskytnout různé stupně pomoci včetně telefonického kontaktu, pokyny pro přepravu; kromě podmodulu NL – hledání jsou k dispozici další podmoduly: *Odpady – hledání*, *Přeprava nebezpečných věcí – vozy a Látky TIH* (Toxic Inhalation Hazard = těkavé látky a plyny, které jsou toxické po vdechnutí),
- b) *modul kontrola* obsahuje *přehled a vzory přepravních dokladů*, vyhledávání *bezpečnostních poradců*, vyhledávání *atestů obalů* a vyhledávání *z adresáře subjektů*,
- c) *modul legislativa* obsahuje např. aktuální legislativu ADR, RID, ICAO (letecká doprava), ADN (vodní doprava) v češtině a angličtině,
- d) *modul statistika* – lze získat přehled o počtu havárií zadané látky nebo skupiny látek v kraji, okrese, městě za určité období v různých druzích dopravy,
- e) *modul mobilní verze* – aplikace verze DOK pro mobilní telefon.

Tab. 2.5 Příklady databází nebezpečných látek dostupných na internetu

| Název | Zaměření | Adresa |
|---|--|---|
| ekotoxikologická databáze Českého ekologického ústavu PLUMBUM | environmentální nebezpečnost chemických látek pro potřeby hodnocení ekologických rizik a rizik pro lidské zdraví | http://www.piskac.cz/ETD/Default.htm |
| databáze ITER-TERA Toxicology Excellence for Risk Assessment | 500 chemických látek; pro zpracovatele analýzy rizik | http://www.tera.org/ |
| IRIS-databáze U.S EPA | hodnocení humánních rizik (karcinogenní, nekarcinogenní) | http://www.epa.gov/iris/index.html |
| TOXNET-Toxicology Data Network | síť databází o toxikologii nebezpečných chemických látek | http://toxnet.nlm.nih.gov/ |
| HSDB-Hazardous Substances Data Bank | síť databází o toxikologii nebezpečných chemických látek | http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/hsdbfs.html |
| ASTDR-Agency for Toxic Substances and Disease Registry | síť databází o toxikologii nebezpečných chemických látek | http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html |
| ECDIN-Environmental Chemicals Data and Information Network | environmentální aspekty chemických látek | http://ecdin.etomep.net/ |
| databáze NTP-National Toxicology Program | charakteristika látek, bezpečnostní listy, toxikologie, struktura | http://ntp-server.niehs.nih.gov/cgi/iH_Indexes/ALL_SRCH/iH_ALL_SRCH_Frames.html |

V systému DOK jsou zahrnuty informace z kanadské softwarové verze publikace pro záchranáře *Emergency Response Guidebook*. Po zadání vstupních údajů o látce (Kemler a UN číslo) lze zjistit nejen nebezpečnost látky, ale i potenciální reakce s vodou a vzdálenosti pro vytvoření nebezpečné zóny v případě malého a velkého úniku. Velkou výhodou je možnost prohlídky přepravních obalů a cisteren. Pomocí standardních operačních postupů pro daný okruh látek je zpracováno doporučení pro likvidaci daného typu havárie. Velkou výhodou je přístupnost této databáze zdarma on-line na internetu na výše uvedené webové adrese.

Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství je zpracovatelem databáze NL **NEBEL**, která je jednou ročně aktualizována. Elektronických nebo internetových databází NL je mnoho. Lze je rozdělit na volně dostupné a zpoplatnělé.

HZS krajů mají k dispozici software pro modelování šíření NL **ROZEX**, který ve spojení s geografickým informačním systémem představuje nástroj pro modelování dosahu průmyslových havárií s působením toxických látek, látek po smísení se vzduchem schopných přechodu z hoření do detonace nebo tepelné radiace požáru.

Rozex je určen pro prognózu projevu havarijních událostí, o jejichž průběhu je známo málo dostupných a verifikovaných informací. Koncepce programu je založena na filozofii konzervativního výsledku, který zajišťuje dostatečně přesnou prognózu i bez znalosti exaktního průběhu havárie. Počet vstupních parametrů pro výpočet prognózy je omezen na nezbytné minimum. Mapové podklady neobsahují topografické údaje (např. kopce nebo výškové budovy). Jednotlivé moduly softwaru zahrnují např.:

- a) toxický únik
 - jednorázový,
 - kontinuální,
 - kontinuální definovaným otvorem,
 - plošný odpar kapalné toxické látky,
 - turbulentní únik definovaným otvorem,
- b) únik hořlavin
 - jednorázový s následkem exploze,
 - kontinuální s následkem exploze,
 - kontinuální definovaným otvorem s následkem exploze,
 - turbulentní únik definovaným otvorem,
 - plošný odpar louže hořlavé tekutiny s následkem exploze,
 - vzkypění obsahu zásobníku zkapalněného hořlavého plynu se zahořením (BLEVE efekt),
- c) požár
 - hořlavé kapaliny plošný (Pool Fire),
 - tryskou unikajícího hořlavého plynu (Jet Fire).

POZNÁMKA: V ŘÁDU CHEMICKÉ SLUŽBY HZS ČR JSOU UVEDENY DALŠÍ RYCHLÉ NÁSTROJE PRO POSOUZENÍ NEBEZPEČÍ PŘI NEHODÁCH S NL. SYSTÉM **DIAMANT** SE VYUŽÍVÁ ZEJMÉNA V USA A **HAZCHEM KÓD** VE VELKÉ BRITÁNII.

2.6 VYJADŘOVÁNÍ KONCENTRACÍ LÁTEK

POZNÁMKA: LEKTOŘI A FREKVENTANTI VYUŽIJÍ PUBLIKACI [10], ZEJMÉNA KAPITOLY 1.4, 1.5 A CELOU KAPITOLU 7.

2.7 BOJOVÉ CHEMICKÉ LÁTKY

Bojové chemické látky (BCHL) se také nazývají *bojové otravné látky (BOL)*. Oba názvy se používají běžně a není mezi nimi žádný obsahový rozdíl. Dvojakost vznikla

prozaicky podle toho, z kterého jazyka se překládal původní materiál; v prvním případě to byla angličtina, v druhém ruština.

BCHL se dělí podle různých kritérií, např. podle skupenství na:

- *plynné* (např. chlor, fosgen),
- *kapalné* (např. yperit, sarin, soman, VX, chlorpikrin)
- *pevné* (např. chloracetofenon, adamsit, CS),

nebo podle chemické podstaty:

- deriváty kyseliny uhličitě (např. fosgen, difosgen),
- halogenové sloučeniny (např. chloracetofenon),
- halogenované sulfidy (např. sulfidický yperit),
- halogenované aminy (např. dusíkaté yperity),
- kyanové sloučeniny (např. kyanovodík, chlornan),
- anorganické sloučeniny arsenu,
- organické halogenované sloučeniny arsenu (např. lewisit, adamsit),
- organické sloučeniny fosforu (např. sarin, soman, tabun),
- alifatické sloučeniny fluoru,

nebo podle stálosti v terénu:

- *trvalé (stálé)*, které setrvávají v terénu dny až týdny (např. yperit, lewisit, VX),
- *polotrvalé* (např. chlorpikrin, tabun, soman, cyklosarin),
- *prchavé (nestálé)*, které setrvávají v terénu desítky minut až hodiny; patří sem látky, které jsou za normálních podmínek plynné a těkavé látky (např. chlor, fosgen, kyanovodík, sarin).

Nejběžněji se BCHL dělí podle toxikologické klasifikace na:

- a) *nervově paralytické*,
- b) *zpuchýřující*,
- c) *všeobecně jedovaté*,
- d) *dusivé*,
- e) *dráždivé*,
- f) *zneschopňující*,

i když některé látky kolidují mezi dvěma skupinami a jejich zařazení proto není jednoznačné.

2.7.1 Nervově paralytické látky

Nervově paralytické látky představují hlavní skupiny BCHL. Vyznačují se rychlým účinkem, vysokou letalitou a velmi nízkými dávkami způsobujícími zneschopnění, aniž by byl zasažený dříve varován smyslovými vjemy (zejména zápachem), proto patří k nejnebezpečnějším prostředkům chemického terorismu.

Nervově paralytické látky jsou organické sloučeniny odvozeny od kyseliny fosforečné nebo fosfonové, proto se rovněž nazývají *organofosfáty*. Jde o kapaliny, používané vojensky zásadně v municí na výbušném principu, vytvářející aerodisperzní oblak složený z par a kapek. V závislosti na těkavosti je v aerodisperzním oblaku sarin zastoupen relativně vysokým podílem páry (malá perzistence), u somanu a cyklosari-

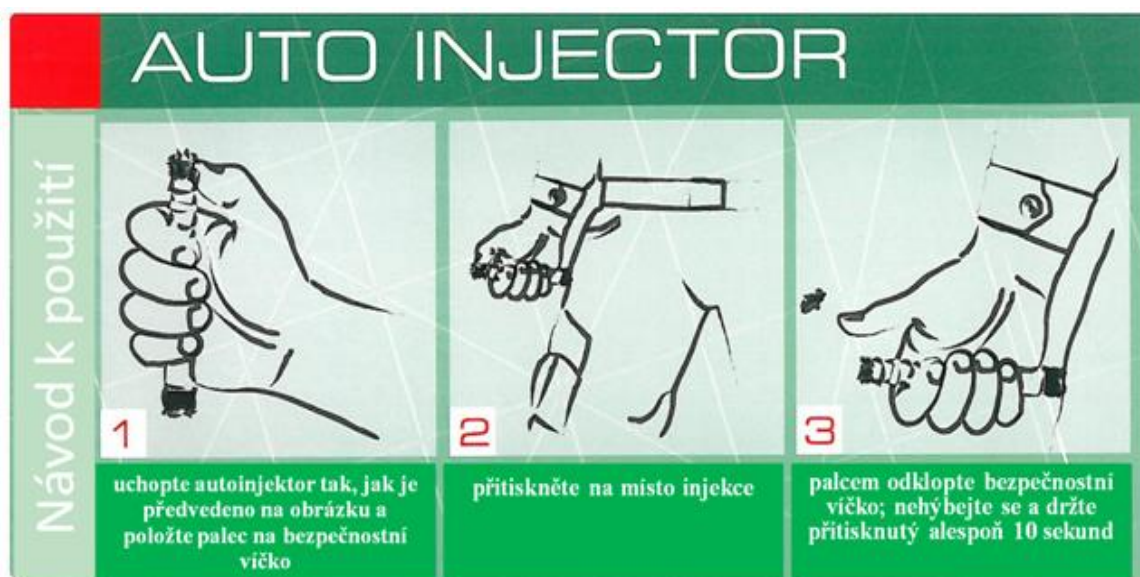
nu je podíl par menší – mají vyšší perzistenci, která je ještě vyšší u tabunu. Naopak látky typu V jsou nepatrně těkavé, proto v aerodisperzním oblaku dominují kapky.

Mechanismus působení lze vysvětlit tak, že nervově paralytické látky způsobují ochrnutí tím, že blokují enzym acetylcholinesterázu, která reguluje množství acetylcholinu poté, co byl aktivován. Tím dochází k nekontrolovanému nárůstu jeho koncentrace v nervovém systému, což znemožňuje normální synaptický přenos a projeví se nejružnějšími příznaky otravy organismu (muskarinové, nikotinové a centrální). První lékařskou pomocí je aplikace **antidot**, v tomto případě atropinu, který reaktivuje acetylcholinesterázu, čímž obnoví odbourávání acetylcholinu.

Tab. 2.6 Označení nervově paralytických látek

| Nervově paralytická látka | Chemický název | Označení |
|---------------------------|---|----------|
| tabun | O-ethyl N,N-dimethyl fosforamidokyanidát | GA |
| sarin | O-isopropyl methylfosfonofluoridát | GB |
| soman | O-pinakolyl methylfosfonofluoridát | GD |
| cyklosarin | O-cyklohexyl methylfosfonofluoridát | GF |
| VX | O-ethyl S-[2-(diisopropylamino)ethyl]methylfosfonothiolát | - |
| R-VX | O-isobutyl S-[2-(diethylamino)ethyl]methylfosfonothiolát | R 33 |

Symptomy intoxikace nervově paralytickými látkami jsou popsány v příloze 10. Nutná je dekontaminace těla, popř. osobních ochranných prostředků. Pro farmakologickou profylaxi se používá karbamát *pyridostigmin*, který je reversibilním inhibi- torem acetylcholinesterázy. Armáda ČR zavedla profylaktické antidotum *PANPAL*, který obsahuje navíc dvě anticholinergní látky. V rámci první pomoci se uskutečňuje dekontaminace povrchu těla zasaženého a podání antidot. HZS ČR je vybaven antido- ty na bázi *atropinu* a *obidoximu*, které jsou určeny pro vlastní použití příslušníky (sa- mopodání).



Obr. 2.1 Návod k použití autoinjektoru

2.7.2 Zpuchýřující látky

Zpuchýřující látky patří mezi ničivé látky, které zaujímaly až do 2. světové války nejdůležitější místo. Všeobecně jde o málo těkavé a chemicky stálé látky s vysokou perzistencí v terénu.

Prostředky aplikace zpuchýřujících látek pracují buď na výbušném principu, nebo na principu roztřikovačů. Mechanismus účinků zpuchýřujících látek spočívá v zásahu do metabolismu DNA. Tyto látky ve vysokých koncentracích usmrcují, jinak způsobují dlouhodobě obtížně hojitelná zranění. Zasažení se vyznačuje zpožděním v nástupu typických symptomů, které jsou popsány v příloze 10; zasažení není rovněž subjektivně pocíťováno. Při intoxikaci je zasažen centrální a periferní nervový systém s projevy neklidu, únavy, svalových záškubů a křečí, ochablosti, deprese a melancholických stavů, útlumu krvetvorby, snížené odolnosti proti infekci a poruchy kardiovaskulárního systému. U zasažených osob je možno pozorovat jizvy na kůži, hyperpigmentaci, mléčný zákal rohovky, poškození očních víček, chronickou bronchitidu, fibrózu plic, poruchy trávení.

Tab. 2.7 Označení zpuchýřujících látek

| Zpuchýřující látka | Chemický název | Označení |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|
| yperit (S-yperit, sulfidický y.) | bis(2-chlorethyl)sulfid | H, HD |
| sesquyperit | 1,2-bis[(2-chlorethyl)thio]ethan | Q |
| kyslíkový yperit (O-yperit) | bis(2-chlorethylthioethyl)ether | T |
| dusíkový yperit | tris(2-chlorethyl)amin | HN-3 |
| dusíkový yperit | bis(2-chlorethyl)ethylamin | HN-1 |
| dusíkový yperit | bis(2-chlorethyl)methylamin | HN-2 |
| lewisit | 2-chlorvinylchlorarsan | L |

Po zasažení zpuchýřujícími látkami je nutná dekontaminace těla, popř. osobních ochranných prostředků. Pro zpuchýřující látky lze použít specifická antidota, která nejsou u HZS ČR běžně k dispozici; pro yperit je to např. thiosíran sodný.

2.7.3 Všeobecně jedovaté látky

K hlavním zástupcům této skupiny patří kyanovodík a chlorkyan; jsou to rychle působící látky, dříve označované jako krevní jedy, které lze charakterizovat jako vysoce těkavé látky s nízkou perzistencí v terénu (relativně nízká relativní hustota vůči vzduchu). Za normálních podmínek je kyanovodík kapalinou a chlorkyan plynem.

Mechanismus působení lze srovnat s intoxikací oxidem uhelnatým, při které hemoglobin vykazuje větší afinitu k CO než ke kyslíku. Na rozdíl od CO působením HCN není narušena schopnost hemoglobinu přenášet kyslík, ale dochází k inhibici cytochromoxidázy, která je způsobena větší afinitou kyanidových iontů k Fe^{3+} uvedeného enzymu, který zprostředkovává přenos kyslíku z krve do tkání.

Kyanovodík patří k nejrychleji působícím inhalačním jedům, což zneužili za 2. světové války nacisté při hromadném vyvražďování lidí v plynových komorách

přípravkem Cyklon B. Pro teroristické použití přicházejí v úvahu kyanid draselný nebo sodný, pevné látky reagující v prostředí silné minerální kyseliny za uvolňování kyanovodíku. Kyanovodík se průmyslově používá k fumigaci a pod názvem Uragán U2 jej vyrábějí Lučební závody Draslovka, a.s., Kolín.

Symptomy intoxikace všeobecně jedovatými látkami jsou popsány v příloze 10. První pomoc spočívá v umělém dýchání a přívodu kyslíku. Lékařská pomoc je založena ve zvratu vazby CN^- na hemoglobin oxidací Fe^{2+} na Fe^{3+} podáváním 3% roztoku dusitanu sodného nebo thiosíranu sodného, který přeměňuje kyanhemoglobin na netoxický thiokyanatan (rhodanid). Dekontaminace není vzhledem k rychlému odpaření nutná.

Tab. 2.8 Označení všeobecně jedovatých a dusivých látek

| Všeobecně jedovatá látka | Chemický název a vzorec | Označení |
|--------------------------|--|----------|
| kyanovodík | HCN | AC |
| chlorkyan | ClCN | CK |
| fosgen | chlorid karbonylu, COCl_2 | CG |
| difosgen | trichlormethyl-chlorkarbonát, COCIClO_3 | DP |
| chlór | Cl_2 | - |
| chlorpikrin | trichlornitromethan, Cl_3CNO_2 | PS |

2.7.4 Dusivé látky

Dusivými látkami byla zahájena éra použití toxických látek k bojovým účelům. Jsou to plyny nebo velmi těžké kapaliny, které se vojensky používaly na výbušném principu. Jelikož mají vyšší relativní hustotu par, jsou na terénu perzistentní.

Typickým jevem při intoxikaci dusivými látkami je vznik plicního edému, který je způsoben narušením buněčných membrán alveolů a plicních kapilár, v jehož důsledku se zvýší jejich permeabilita, což má za následek hromadění plazmatické tekutiny v alveolách. Otoková tekutina vytváří bariéru výměny plynů v plicích. Deficit kyslíku v plicní tkáni a naopak zvýšená rozpustnost oxidu uhličitého v otokové tekutině přispívají k zvýšené permeabilitě kapilárních stěn.

Symptomy intoxikace dusivými látkami jsou popsány v příloze 10. Zásadou první pomoci je naprostý klid a přísun kyslíku potřebný k překonání bariéry tvořené otokovou tekutinou (oxygenoterapie). Další terapie spočívá v podávání léků, které snižují povrchové napětí (otoková tekutina má pěnovitý charakter), spasmolytik, kardiotonik, steroidů nebo antibiotik. Dosud neexistují specifická antidota při terapii při otravách dusivými látkami.

2.7.5 Dráždivé látky

Dráždivé látky způsobují dočasné zneschopnění; neusmrcují ani nezpůsobují těžkou újmu na zdraví. Používají se jako látky cvičné, jako medium pro testy těsnosti ochranných prostředků, pro potlačování nepokojů nebo pro osobní ochranu při přepadení. Jde o pevné krystalické látky, které se používají ve formě aerosolu vytvářeného termickým způsobem. Rozdělují se na:

- a) slzotvorné látky (lakrimátory),
- b) látky dráždiví horní cesty dýchací (sternity),
- c) látky s polyvalentními dráždivými účinky.

Zatímco jsou *lakrimátory* látky různé chemické podstaty, *sternity* jsou aromatické, popř. heterocyklické sloučeniny arsenu. Podstatou toxického účinku lakrimátorů a sternitů je selektivní dráždění receptorů senzitivních nervů v rohovce a spojivkách, což způsobí silné pálení nebo řezání na sliznici oční spojivky, doprovázené slzením s křečovitým sevřením víček a následným zarudnutím a otokem očních spojivek a víček. Při vyšších koncentracích a delší expozici může dojít k podráždění horních cest dýchacích, bolesti hlavy a pocitům nevolnosti vedoucí ke zvracení. Tyto příznaky samy odezní do několika minut, nejvýše desítek minut po opuštění kontaminovaného prostoru.

Tab. 2.9 Označení dráždivých a zneschopňujících látek

| Chemický název | Označení | Látka |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------|
| brombenzylkyanid | CA | dráždivá, lakrimát |
| chloracetofenon | CN | dráždivá, lakrimát |
| difenylchlorarsan | Clark I; DA | dráždivá, sternit |
| difenylkvanarsan | Clark II; DC | dráždivá, sternit |
| 10-chlor-5,10-dihydrofenarsazin | Adamsit; DM | dráždivá, sternit |
| 2-chlorbenzylidenmalonnitril | CS | dráždivá, polyvalentní |
| kapsaicin | OC | dráždivá, polyvalentní |
| kys. D-lysergová a deriváty | např. LSD-25 | psychicky zneschopňující |
| fenylethylamin | např. amfetamin | psychicky zneschopňující |
| iminodipropionitril | IDPN | fyzicky zneschopňující |

Pro zmírnění subjektivních potíží po zasažení lakrimáty a sternity postačuje výplach očí 1-2% roztokem hydrogenuhlčitanu sodného, borovou vodou nebo dostatkem vody. Při první pomoci po zasažení sternity se používají specifická antidota. Dekontaminace zasaženého oděvu není nutná; postačí jeho důkladné vyvětrání.

Na rozdíl od dráždivých látek jsou polyvalentně působící dráždivé látky účinnější, protože mají nižší práh účinku, a bezpečnější, protože je třeba vyšší smrtící koncentrace.

2.7.6 Zneschopňující látky

Do této kategorie se řadí látky, po kterých dojde ke specifickým formám zneschopnění již při nízkých koncentracích. Rodějí se na:

- a) *psychicky zneschopňující*,
- b) *fyzicky zneschopňující*.

Psychicky zneschopňující látky vyvolávají již v malých dávkách bez větší poruchy vědomí změny ve sféře emoční a vnímání nebo k poruchám myšlení, aniž by byly ovlivněny fyzické funkce. Uvedené stavy organismu nastupují v době řádu minut až desítek minut a přetrvávají hodiny až dny. Tyto látky vykazují nízkou toxicitu. V mo-

derní společnosti jsou zneužívány jako drogy; jejich opakované podávání vede k psychické závislosti. Při perorální aplikaci se halucinogenní účinky u člověka objevují již při dávkách menších než 0,001 mg/kg.

Fyzicky zneschopňující látky způsobují fyzické zneschopnění, které se velmi podobá parkinsonickému symptomu u lidí (třes hlavy a končetin, svalové záškuby nebo nekoordinované pohyby s krouživými pohyby těla v obou směrech).

2.8 ZDROJE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Zdroje ionizujícího záření vyzařují záření, jehož energie je natolik vysoká, že je schopna vyrážet elektrony z atomového obalu, a tím látku ionizovat. Ionizující záření se rozděluje na dvě skupiny: záření přímo ionizující, tvořené elektricky nabitými částicemi (např. alfa, beta+, beta-, protonové záření), a záření nepřímo ionizující (rentgenové záření, záření gama, neutronové záření), jehož kvanta nejsou elektricky nabitá a svou kinetickou energii předávají v látce nejprve nabitým částicím (většinou elektronům) a ty teprve přímými účinky na atomy látku ionizují. Zdroje ionizujícího záření (ZIZ) se dělí podle:

a) *výskytu radionuklidů ve zdroji na:*

- *radionuklidové* (obsahují radionuklidy, podskupinou jsou jaderné materiály),
- *elektrické* (jsou to elektrická zařízení např. RTG, urychlovače),

b) *možnosti kontaminace na:*

- *uzavřené* (dostatečně zapouzdržené a pravidelně kontrolována těsnost ZIZ),
- *otevřené* (možnost kontaminace),

c) *svého vzniku na:*

- *přírodní* (vytvořila nebo vytváří příroda),
- *umělé* (vyrobil člověk),

d) *zabezpečení radiační ochrany na:*

- *nevýznamné, drobné, jednoduché, významné a velmi významné ZIZ.*

ZIZ JSOU PODROBNĚ PROBRÁNY V KAPITOLE 9 – RADIAČNÍ OCHRANA.

2.9 BIOLOGICKÁ AGENS A TOXINY

2.9.1 Rozdělení a základní pojmy

Biologická agens a toxiny jsou někdy také souhrnně označovány jako biologické látky. Tato charakteristika je u živých organismů (agens) poněkud nešťastná, protože jejich nebezpečné vlastnosti jsou odlišné od samotných chemických sloučenin (chemické látky, toxiny). Je třeba mít na paměti schopnost biologických agens aktivně se množit v zasažených osobách a šířit sekundární infekci. Účinky se přitom typicky projevují se zpožděním dnů a týdnů (latence, inkubační fáze). Při tomto procesu může

být původně malým množstvím agens postupně zasaženo obrovské množství lidí dle vlastností konkrétního agens (v nejhorším případě je možná i celosvětová pandemie).

Základní rozdělení této skupiny je na:

- a) *biologická agens (Biological Agents)* jsou mikroorganismy i jejich klidová stádia (spory), včetně geneticky modifikovaných mikroorganismů, buněčných kultur a endoparazitů, *patogenních nebo nepatogenních*.
- b) *toxiny* jsou jedovaté látky produkováné živými buňkami nebo organismy (člověk je sice technicky také živý organismus, látky vyrobené člověkem v umělých procesech se však v této definici obvykle nepovažují za toxiny).

Pro účely publikace a pro účely zákona [19] se uvažují patogenní biologická agens. Ta mohou být použita i jako účinná složka biologické zbraně (biologického bojového prostředku, Biowarfare). Jedná se o různorodou skupinu mikroorganismů s odlišnými vlastnostmi (bakterie, rickettsie, chlamydie, viry a mikroskopické houby). Česká republika je signatářem Úmluvy o zákazu vývoje, výroby a hromadění zásob bakteriologických a toxinových zbraní a o jejich zničení. Tato skutečnost je zakotvena v právním řádu ČR zákonem č. 281/2002 Sb. [19]. Riziková a vysoce riziková biologická agens jsou pak uvedena v prováděcí vyhlášce SÚJB [25].

Někdy je možno se setkat s označením *infekční látky*, např. v předpisech regulujících přepravu nebezpečných látek. Pro účely ADR/RID jsou infekčními látkami ty látky, o kterých je známo nebo lze důvodně předpokládat, že obsahují původce nemoci. Původci nemoci jsou definováni jako mikroorganismy (včetně bakterií, virů, rickettsií, parazitů a plísní) a jiní činitelé, jako jsou priony, které (kteří) mohou způsobit onemocnění u lidí nebo zvířat; patří sem např. viry H5N1 chřipky ptáků; zahrnují rovněž klidová stádia organismů (spory).

Samostatnou oblastí je nakládání s *geneticky modifikovanými organismy*, které mohou představovat bezpečnostní riziko, zejména vzhledem k jejich nekontrolovanému uvolnění do životního prostředí (havárie) nebo možné zneužití pro teroristický útok (cíleně modifikované).

Legislativní nástroje nemají jednotnou právní úpravu. Legislativa je rozdělena do skupin, které mají svá specifika a pro které jsou stanoveny podmínky pro bezpečné zacházení. Na úrovni EU je právní úprava realizována směrnicemi. Tyto skutečnosti vedou ke značným rozdílům v přístupu k hodnocení a řízení rizik spojených se zacházením s těmito agens. Legislativa v ČR stanoví povinnosti, které představují preventivní opatření proti ohrožení zdraví člověka a životního prostředí. Právní úpravu na srovnatelné úrovni s nebezpečnými chemickými látkami má pouze nakládání s geneticky modifikovanými organismy. Obdobně jako zákon o prevenci závažných havárií, obsahuje zákon o nakládání s geneticky modifikovanými organismy kromě stanovených základních povinností, také povinnost zpracovat havarijní plány a také komu je tato povinnost určena.

V souladu s platnou legislativou je SÚJB odpovědné za oblast biologických agens a toxinů, gestorem za oblast ochrany veřejného zdraví je Ministerstvo zdravotnictví ČR. Gesci za právní úpravu a výkon státní správy v oblasti nakládání s geneticky modifikovanými organismy má Ministerstvo životního prostředí ČR, kdy ve spolupráci s dalšími resorty, zejména s Ministerstvem zdravotnictví ČR a Ministerstvem zemědělství ČR, je odpovědné za stanovení postupů hodnocení rizik spojených s nakládáním s geneticky modifikovanými organismy a produkty z hlediska zemědělství.

2.9.2 Charakteristika

B-agens jsou značně heterogenní skupinou, což značně ztěžuje jejich detekci. Aerosol obsahující B-agens je obvykle neviditelný, bez chuti a zápachu a po počátečním rozptýlení je obtížné jej zpětně zjistit. Na rozdíl od použití BCHL má účinek zpoždění, které je dáno inkubačních dobou, takže po napadení se první příznaky projevují zpravidla až po několika dnech. Navíc prvotní příznaky bývají velmi nespecifické, často maskují různá endemická onemocnění, a když se rozvinou příznaky specifické, bývá již zpravidla pozdě na úspěšnou terapii.

Např. 10 g antraxových spor rozprášených ve formě aerosolu může vést k smrti tolika lidí jako použití tuny sarinu. Řada B-agens je navíc infekční sekundárně, takže se může přenášet z člověka na člověka. Tím může počet napadených stoupat exponenciálně a vzhledem k současné mobilitě obyvatelstva se nákaza může rozšířit na další vzdálená místa dříve, než se ji podaří lokalizovat.

Infekční dávka je kvantitativně vyjádřené množství patogenu, které je schopno způsobit onemocnění. **Patogenita** vyjadřuje infekčnost patogenu a je tedy tím vyšší, čím menší infekční dávka způsobí onemocnění. **Inkubačním intervalem** se rozumí doba od nákazy do propuknutí nemoci.

2.9.3 B-agens

B-agens jsou nehomogenní skupinou organismů, které představují závažný zdroj rizika pro zdraví člověka a životní prostředí. Jsou definovány zákonem [19] jako jakýkoliv organismus přírodní i modifikovaný, jehož záměrné použití může způsobit smrt nebo onemocnění lidí a zvířat nebo který může způsobit úhyn a poškození rostlin.

B-agens lze dělit podle objektu působení, tj. B-agens proti osobám, zvířatům nebo rostlinám.

Další dělení je podle nebezpečnosti:

- a) *patogeny kategorie A*, např. *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*, *Variola major* (pravé neštovice), virové hemorragické horečky, Botulotoxin (botulismus),
- b) *patogeny kategorie B*, např. *Brucella*, *Vozhřivka*, *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, cholera, klíšťová encefalitida, žlutá zimnice, Q-horečka, ricin,
- c) *patogeny kategorie C*, např. Hantavirus, SARS, HIV, virus pračí chřipky H5N1.

Nejběžnější je dělení B-agens podle jejich charakteru na:

- a) *bakterie*
 - *Bacillus anthracis* (způsobuje onemocnění antrax), podrobnosti příloha 17,
 - *Yersinia pestis* (černý mor),
 - *Francisella tularensis* (tularémie),
 - *Clostridium botulinum* (botulismus),
 - *Brucella* (brucelóza),
 - *Coxiella burnetii* (Q horečka).
- b) *virý*

- Variola major (pravé neštovice), podrobnosti příloha 17,
 - virové hemorrahagické horečky,
 - alfaviry,
 - Nipah virus,
 - hantaviry
- c) *rickettsie*,
- d) *chlamydie*,
- e) *houby*,
- f) *toxiny*.

Bakterie jsou jednobuněčné organismy, které se účastní přeměny látek v přírodě. Obsahují deoxyribonukleovou kyselinu (DNA), nositelku genetické informace, a ribonukleovou kyselinu (RNA), přenašeče genetické informace, a orgány, které umožňují rozmnožování nezávisle na hostiteli. Velikost organismů je 0,1-10 μm . Na rozdíl od virů se mohou některé druhy za nepříznivých podmínek přeměnit ve **spory** (klidová, spící fáze buňky). V tomto stavu jsou více odolné vůči chladu, horku, suchu, radiaci a chemickým látkám. Tvorba spory trvá řádově hodiny, opačný proces (reaktivace buňky) minuty.

Viry jsou nejmenší a nejjednodušší biologickou jednotkou. Nejprimitivnější viry obsahují pouze svou genetickou informaci v podobě DNA a RNA. Složitější viry navíc obsahují bílkovinný obal (membránu) pocházející z napadené buňky. Patří do kategorie nebuněčných organismů a jsou odkázány na parazitický způsob života v buňkách bakterií, lidí, zvířat a rostlin. Množí se v napadené buňce a jsou schopné vyvolávat chorobné stavy. Viry nerostou, nedělí se a ani nejsou schopny samy vytvářet energii a bílkoviny. Velikost virů se pohybuje od 20 nm do 200 nm, tzn., že jsou asi 5-50krát menší než bakterie.

Během posledních desetiletí viry překonávají mezidruhové bariéry. Přenos nových druhů virů na člověka je mj. dán rostoucí mobilitou obyvatel. Opomenout nelze ani postupující globální oteplování, které vede ke kolonizaci nových oblastí zejména hmyzem. Kácení deštných pralesů vede ke kontaktu lidí se zvířaty, se kterými se dosud nesetkali. S rozvojem globálního cestování a celosvětovou ekologickou krizí vzrůstá nebezpečí šíření závažných nemocí zvířat na člověka. V této souvislosti se hovoří o tzv. **zoonózách**. Příkladem může být epidemie SARS nebo šíření viru ptačí chřipky H5N1. Přitom je rozhodující nejen přenos nález z člověka na člověka, ale rovněž přenos ze zvířete na člověka. Nebezpečná je také mutace virů v tělech zvířat a následný přenos na člověka, na který nemusí být populace připravena. V důsledku vysoké mutační rychlosti a schopnosti rekombinace se pravidelně objevují nové kmeny chřipky, na které neexistují účinné protilátky.

Rickettsie jsou organismy na rozhraní mezi bakteriemi a viry. Zdrojem jsou zpravidla savci a přenašečem je různý hmyz. **Chlamydie** jsou nepohyblivé mikroorganismy, které jsou na rozhraní mezi viry a rickettsiemi. Rickettsie a chlamydie mají společnou schopnost množit se v buňce.

Houby jsou jednobuněčné nebo vícebuněčné mikroorganismy, které nejsou schopny růstu bez přítomnosti kyslíku, odolné vůči slunečnímu záření. Některé druhy produkují **aflatoxiny**.

2.9.4 Toxiny

Toxin je v uvedeném zákoně definován jako látka vzniklá z jakýchkoliv organismů včetně mikroorganismů, zvířat nebo rostlin, jakéhokoliv způsobu výroby, přírodní nebo modifikovaná, nebo látka chemicky syntetizovaná, která může způsobit smrt, nemoc nebo jinak ublížit lidem, zvířatům nebo rostlinám.

Naproti tomu jsou rizika toxinů stejná jako jedovatých chemických látek (některé toxiny patří mezi mimořádně jedovaté látky) a účinek závisí na aplikovaném množství a formě. Proto jsou některé toxiny zařazovány rovněž mezi BCHL. Mezi toxiny lze najít také látky tzv. *dvojitého užití*, které jsou legálně využívány (např. botulotoxin nebo ricinový olej v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu).

Toxiny se svou povahou odlišují od mikrobiálních B-agens tím, že se v organismu nemnoží, ale vyvolávají v něm smrt nebo dočasné či trvalé poškození účinky svých chemických látek. Jsou to toxické látky živočišného nebo rostlinného původu. Svou povahou mají tedy blíž k BCHL než k B-agens. Bakteriální toxiny jsou základním principem účinku bakteriálních B-agens. Principiálně mohou být hromadně produkovány s využitím bakterií a použity jako takové. Mezi toxiny lze nalézt látky, jejichž toxicita převyšuje toxicitu BCHL o 3 až 4 řády. Např. LD50 dioxinu je 600 ng/kg, VX 20 tis. až 30 tis. ng/kg, sarinu 200 tis. až 1,5 mil. ng/kg (pro různé živočišné druhy). Srovnej s následující tabulkou.

Tab. 2.10 Příklady některých toxinů, jejich původců a mechanismus účinku [11]

| Původce | Toxin | LD50 [ng/kg]* | Mechanismus účinku |
|---|---|---------------------------|--|
| BAKTERIE Bacillus anthracis Clostridium botulinum Clostridium tetani | Anthrax toxin Botulin A, B, C, D, E Tetanus toxin | < 114 000 0,6 < 2,5 | Poruchy regulačních mechanismů Neurotoxicita Neurotoxicita |
| PRVOCI Gonyaulax Catanella | Saxitoxin | 200 | Neurotoxicita |
| HOUBY (PLÍSNĚ) Aspergillus flavus | Aflatoxin B ₁ , B ₂ , G ₁ , G ₂ | B ₁ 300 000 | Hepatotoxicita Karcinogenita, mutagenita Inhibice syntézy nukleových kyselin |
| ROSTLINY Ricinus communis | Ricin | 100 | Inhibice syntézy proteinů |
| MĚKKÝŠI Spisula solidissima | Saxitoxin | 200 | Neurotoxicita |
| OBOJŽIVELNÍCI Kolumbijská žába | Batrachotoxin | 100 | Neurotoxicita |
| PLAZI Kobra indická a čínská | Cobratoxin | - | Neurotoxicita |
| RYBY Čtverzubec běloskvrnný | Tetrodoxin | - | Neurotoxicita |

*Pro různé živočišné druhy

2.10 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] BARTLOVÁ, I. *Nebezpečné látky I*. Ostrava: SPBI, 2000. ISBN 80-86111-60-1.
- [2] HOMMEL, D., G. *Handbuch der gefährlicher Güter*. Berlín: Springer, 1992.
- [3] HORÁK, J.; BALOG, K.; LINHART, I.; KLUSOŇ, P. *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky*. Praha: VŠCHT v Praze, 2000. ISBN 978-80-7080-548-0.
- [4] KOLEKTIV. *Bojové otravné látky, biologická agens a prostředky individuální ochrany*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 978-80-86640-99-0.
- [5] KOLEKTIV. *Emergency Response Guidebook 2012*. Kanada, USA, Mexiko, 2012.
- [6] KOLEKTIV. *Hasební látky - Díl II Chemicko fyzikální pochody*. Praha: Československý svaz požární ochrany, 1972.
- [7] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [8] MARHOLD, J. *Přehled průmyslové toxikologie – anorganické látky*. Praha: Avicenum, 1980.
- [9] MARHOLD, J. *Přehled průmyslové toxikologie – organické látky*. Praha: Avicenum, 1986. 08-059-86.
- [10] MATĚJKA, J.; LIŠČÁK, P. *Příručka chemie pro hasiče*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-66-3.
- [11] MATOUŠEK, J.; BENEDÍK, J.; LINHART, P. *CBRN biologické zbraně*. Ostrava: SPBI, 2007. ISBN 987-80-7385-003-6.
- [12] MATOUŠEK, J.; LINHART, P. *CBRN látky a ochrana proti nim*. Ostrava: SPBI, 2005. ISBN 80-86634-71-X.
- [13] NAVRÁTILOVÁ, L. *Princip ochrany obyvatelstva při zneužití bojových otravných látek ve veřejných objektech*. Brno: Univerzita obrany v Brně, 2010. Písemná práce ke státní doktorské zkoušce.
- [14] PECKA, V. *Využití kyslíkových dýchacích přístrojů u HZS ČR*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2003. Diplomová práce.
- [15] RIEDL, O.; VONDRÁČEK, V. *Klinická toxikologie*. Praha: Avicenum, 1987.
- [16] SAX, N., I; LEWIS, R., J. *Dangerous properties of industrial materials*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.
- [17] ŠENOVSKÝ, M.; BALOG, K.; HANUŠKA, Z.; ŠENOVSKÝ, P. *Nebezpečné látky II*. Ostrava: SPBI, 2004. ISBN 80-86634-47-7.
- [18] Zákon č. 19 ze dne 24. ledna 1997, o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 5, s. 107.
- [19] Zákon č. 281 ze dne 30. května 2002, o některých opatřeních souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a o změně živnostenského zákona, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 102, s. 6025.
- [20] Zákon č. 59 ze dne 2. února 2006, o prevenci závažných havárií způsobených nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (zákon o prevenci závažných havárií). In *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, částka 25, s. 842.

- [21] Zákon č. 350 ze dne 27. října 2011, o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In *Sbírka zákonů České republiky*. 2011, částka 122, s. 4353.
- [22] Nařízení č. 361 ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění vyhlášky č. 68/2010 Sb.. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2007, částka 111, s. 5086.
- [23] Vyhláška č. 8 ze dne 2. srpna 1985, o Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID), ve znění pozdějších předpisů (Úmluva o mezinárodní železniční dopravě COTIF). In *Sbírka zákonů České republiky*. 1985, částka 2, s. 0017.
- [24] Vyhláška č. 64 ze dne 26. května 1987, o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR), ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1987, částka 13, s. 0399.
- [25] Vyhláška č. 474 ze dne 1. listopadu 2002, kterou se provádí zákon č. 281/2002 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a o změně živnostenského zákona. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 164, s. 9404.
- [26] Nařízení 1907/2006/ES ze dne 18. prosince 2006, o registraci hodnocení, povolování a omezování chemických látek, ve znění pozdějších předpisů. In *Úřední věstník*. 2006, částka 396, s. 1.
- [27] Nařízení 1272/2008/ES ze dne 16. prosince 2008, o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, ve znění pozdějších předpisů. In *Úřední věstník*. 2008, částka 353, s. 1.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Prakticky se seznámit s databázemi NL MEDISALARM a Dopravním a informačním systémem DOK.
2. V rámci samostatné přípravy si frekventanti prostudují přílohu 1 zákona [20] a připraví si dotazy pro lektora.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Jaký je rozdíl mezi TICs a BCHL a mezi CBRN a HAZMAT?
2. Jaký je rozdíl mezi biologickými agens a toxiny a mezi bakteriemi a viry?
3. V rámci samostatné přípravy nastuduj, co znamenají čísla CAS, ES a indexové číslo (databáze NL Medisalarm)?
4. Uveď příklady látek oxidujících, hořlavých a toxických.
5. Co to je NPK-P, HPK-60 a HAU-120?

6. Jaký je rozdíl mezi látkou extrémně hořlavou a hořlavou, mezi vysoce toxickou a zdraví škodlivou látkou, mezi dráždivou a senzibilující látkou?
7. Co ukládá zákon o prevenci závažných havárií... podnikům, ve kterých jsou umístěny vybrané NL?
8. Co je to bezpečnostní list a jaké informace obsahuje?
9. Jaký je rozdíl mezi R, S, H a P-větami?
10. Vyjmenuj nebezpečné fyzikální vlastnosti NL podle nařízení CLP.
11. Jaké informace bys měl najít na výrobku, který je klasifikován jako nebezpečný, podle nařízení CLP?
12. Co je to TRINS a jakou pomoc lze vyžádat při mimořádné události s výskytem NL podle tohoto systému?
13. Vysvětli význam oranžových výstražných tabulek ADR/RID. Porovnej tyto tabulky s bezpečnostními značkami dle ADR.
14. Co jsou to pokyny pro případ nehody a jaké informace poskytují?
15. Vyjmenuj alespoň tři druhy přepravy, které jsou vyňaty z platnosti ADR/RID.
16. Na čem závisí dávka a účinek toxické látky? Porovnej účinek látky, jejíž exponent $n=0$ s látkami o hodnotě tohoto exponentu $n=1$ a $n=2$. Využij vzorec (2) v kap. 2.3.1.
17. Popiš možné cesty vstupu toxických látek do organismu.
18. V rámci samostatné přípravy nastuduj rychlé posouzení nebezpečí Diamant a Hazchem kód (Řád chemické služby HZS ČR).
19. V rámci samostatné práce vypracuj zadané příklady na stranách 21-22 a 86-87 publikace [10].
20. Jestliže převážíš mimo zásah 10 kanystrů s benzínem po 10 l, podléhá vůz podmínkám ADR?
21. Jestliže převážíš mimo zásah 150 TL o vodním objemu 7 l naplněných vzduchem na plnicí tlak 300 bar, podléhá vůz předpisům ADR?
22. Který z těchto plynů je těžší než vzduch: Cl_2 , NH_3 , HCl , CO , CO_2 , NO , NO_2 ? Důkaz proved' výpočtem podle kap. 2.3.1 a s použitím periodické tabulky prvků. Výsledky porovnej s údaji v databázi NL.
23. Porovnej soman a tabun z hlediska toxicity a fyzikálně chemických vlastností. Využij tab. 2.2.
24. Jak se dělí BChL?
25. Porovnej mechanismus působení a účinky nervově paralytických, zpuchýřujících, všeobecně jedovatých a dusivých BChL. Z každé skupiny vyjmenuj alespoň tři zástupce.
26. Porovnej dráždivé a zneschopňující látky. Jaký je rozdíl mezi jejich působením ve srovnání s ostatními BChL?
27. Charakterizuj jednotlivé druhy B-agens.
28. Porovnej toxiny a klasické BChL.

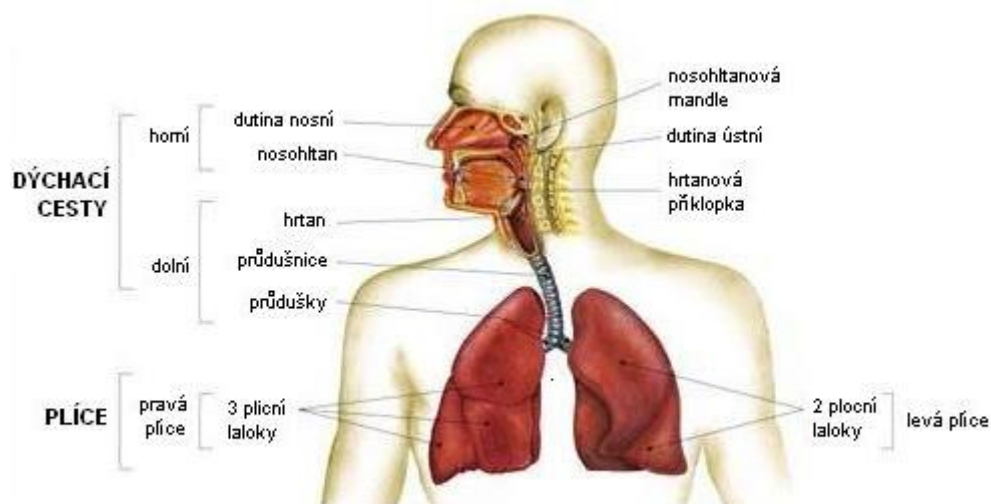
3 DÝCHACÍ TECHNIKA

3.1 FYZIOLOGIE DÝCHÁNÍ

Vzduch zemské atmosféry se skládá z plynů podle tab. 3.1, kde uvedené koncentrace odpovídají normálním stavovým podmínkám – tlaku a teplotě. Ideálního složení vzduchu bez vodních par se dosáhne vzduchovými kompresory na plnění tlakových lahví (TL), které mají odlučovací jednotku proti vlhkosti a nečistotám.

| Plyn | % obj. |
|--|--------|
| dusík N ₂ | 78 |
| kyslík O ₂ | 21 |
| argon Ar | 0,9 |
| oxid uhličitý CO ₂ , vodní páry a ostatní plyny | 0,1 |

Gravitační síla plynné atmosféry působí na zemský povrch a předměty tlakem, který je příčinou atmosférického tlaku (1 bar = 101 325 Pa = 0,987 atm = 750 Torr). Vrstvy atmosféry při povrchu Země mají různou hustotu. Se stoupající nadmořskou výškou atmosféra řídne, naopak při hladině moře je hustota vzduchu vyšší než na horách.



Obr. 3.1 Schéma vnějšího dýchání

Dýchací cesty se dělí na:

- horní cesty dýchací* – dutina ústní, dutina nosní a nosohltan,
- dolní cesty dýchací* – hrtan, průdušnice (trachea), průdušky (bronchy), průdušinky (bronchioly),
- plíce a plicní sklípky (alveoly).

Dýchání se dělí na:

- a) *vnější* – plnění plic vzduchem,
- b) *vnitřní* – rozvod O₂ krevním řečištěm k buňkám jednotlivých tkání.

3.1.1 Vnější dýchání

Dýchání člověka je nezávislé na jeho vědomí. Řídicím orgánem je centrum dýchání v prodloužené míše, které podle koncentrace kyslíku a oxidu uhličitého v krvi reguluje frekvenci dýchání. I když dýcháme nevědomě a nemusíme na dýchání myslet, lze občas frekvenci dechu záměrně ovlivnit zadržet nebo zrychlením dechu.

Nadechování a vydechování umožňuje pohyblivý hrudní koš a bránice. Při nádechu se tahem mezižeberních svalů žebra narovnávají a hrudní koš se rozpíná. V plicích tkáních nastává podtlak a plíce se plní tlakem plynů vnější atmosféry. Při výdechu žebra klesají a vytlačují vzduch z plic. Zároveň při nádechu i výdechu pracuje bránice (jako membrána). Při nádechu klesá, při výdechu jde směrem nahoru. Je-li snížena pohyblivost žeber nebo bránice po úraze, nebo jsou-li vytvořeny nadměrné tukové polštáře v oblasti břicha, vzniká tzv. *krátký dech*. Vdechovaný vzduch jde přes dutinu nosní, dutinu ústní a hrtan do průdušnice, průdušek, průdušinek až do plicních sklípků.

Tab. 3.2 Složení vydechaného vzduchu

| Plyn | % obj. |
|-------------------------------------|-----------|
| dusík N ₂ | 78 |
| kyslík O₂ | 17 |
| oxid uhličitý CO₂ | 4 |
| argon Ar | 0,9 |
| vodní páry a ostatní plyny | 0,1 |

Plíce člověka zabezpečují výměnu plynů a umožňují vazbu kyslíku na *hemoglobin* (červené krevní barvivo) a vyloučení oxidu uhličitého jako konečného produktu látkové přeměny. Mimo jiné jsou ještě vylučovány éterické oleje, silice, aceton, popř. alkohol. Vzduch obsahující kyslík proniká při dýchání až do plicních sklípků. Průměrná velikost alveoly je asi 0,03 mm; alveoly jsou po povrchu protkány velkou plochou cév. Tlakem plynů z vdechovaného vzduchu se malé množství kyslíku (4 % obj.) rozpouští v krevní plazmě. Tím končí vnější dýchání a začíná dýchání vnitřní. Koncentrace kyslíku ve vydechaném vzduchu umožňuje poskytnout umělé dýchání.

Rychlost proudění vzduchu při nádechu je 70-80 km/h, při kašli asi 300 km/h. *Vitální kapacita plic* je objem, který lze vypudit usilovným výdechem po hlubokém nádechu (asi 4 l vzduchu). Dýchací krize je způsobována podílem mrtvého prostoru na objemu jednoho nadechnutí. Dýchací krizi se bráníme rytmickým a hlubokým dýcháním. Dýchání kůží tvoří zhruba 1 % celkového dýchání.

Při dýchání se rozlišují tyto plicní objemy:

- a) *respirační* – výměna vzduchu za klidu (0,5 l),
- b) *inspirační* – usilovné nasátí vzduchu do plic (2,5 l),

- c) *expirační* – nucený usilovný výdech po respiračním nádechu (2,5 l),
 d) *reziduální* – zůstatek plynu v plicích a dýchacích cestách při nuceném výdechu – mrtvý prostor (asi 1,5 l).

Tab. 3.3 Parametry dýchání

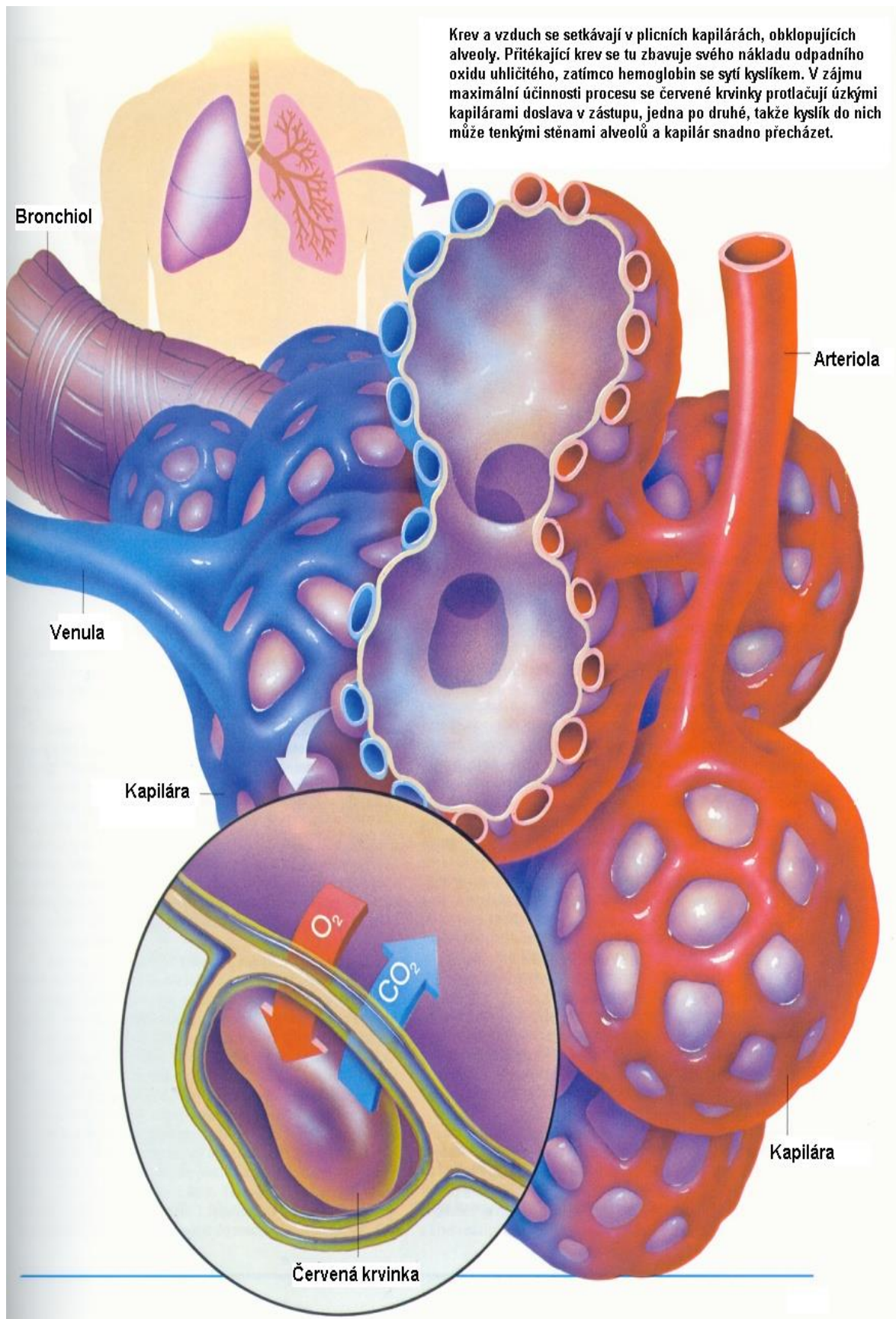
| Parametr | Klidová zátěž | Střední zátěž | Těžká zátěž | Extrémní zátěž |
|---|---------------|---------------|-------------|----------------|
| plicní ventilace [l. min ⁻¹] | 6 | 25 | 50 | 70 |
| dechová frekvence [min ⁻¹] | 15 | 20 | 25 | 30 |
| spotřeba O ₂ [l. min ⁻¹] | 0,2 | 1,1 | 2,2 | 3,2 |
| vydechovaný CO ₂ [l. min ⁻¹] | 0,2 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| energetický výdej [J. min ⁻¹] | 5 | 23 | 46 | 66 |

3.1.2 Vnitřní dýchání

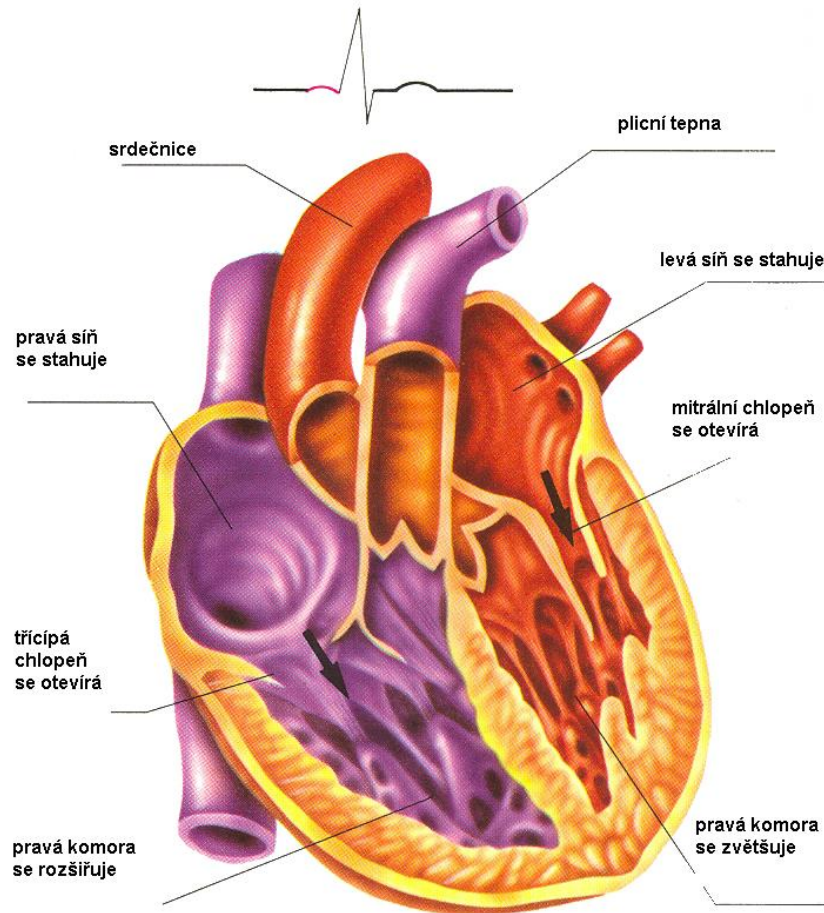
Vnitřní dýchání představuje rozvod kyslíku získaného ze vzduchu z plicních sklípků krevním oběhem k jednotlivým buňkám všech tkání v lidském organismu. V plicních sklípcích, které jsou obetkány velkým množstvím cév, se kyslík navazuje na **hemoglobin**. Kyslíkem nasycené krvinky pronikají do všech tkání a orgánů v těle, kde se v kapilárách (úzký prostor pro průchod pouze jedné krvinky 0,03 mm) dostávají do kontaktu s jednotlivými buňkami všech tkání v lidském těle.

Zde nastává **látková výměna**. Kyslík se dostává z krve do tkání a oxid uhličitý ze tkání do krve. Červené krvinky pak odnášejí oxid uhličitý žilním systémem zpět do plic, kde výměna plynů začíná znovu tím, že oxid uhličitý je plícemi vydechován do volné atmosféry a na hemoglobin se váže kyslík z nadechnutého vzduchu. Při celém procesu se uvolňuje teplo, což způsobuje tělesnou teplotu 36,5 °C. Při zvýšené zátěži organismu se zvedá dechová frekvence, tím dochází k rychlejší látkové výměně v organismu a tělesná teplota se zvyšuje. Tento koloběh se stále opakuje.

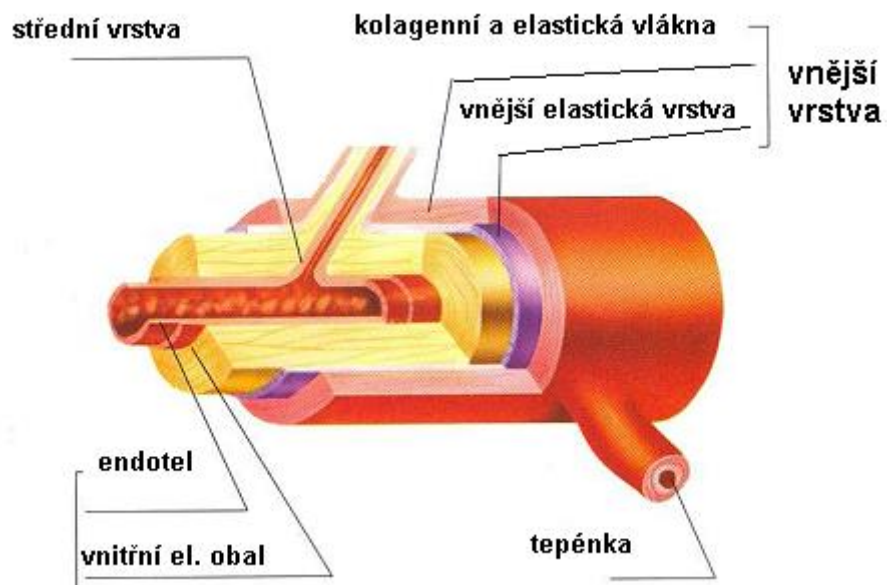
Délka **cév** v lidském těle je kolem 150 000 km. Vzárustem těla a hmotností se může lišit. **Kapiláry (vlásečnice)** prostupují všemi částmi těla. Jejich síla odpovídá velikosti krvinek, což usnadňuje látkovou výměnu. Plocha kapilár je asi 6 000 m². **Krev** je tělní tekutina složená z různých látek. Jednou z hlavních úloh krve je transport živin a kyslíku z vdechovaného vzduchu ke všem buňkám v těle a odvod CO₂ z organismu do volného ovzduší. V těle je asi 5-5,5 l krve. Její celková hmotnost činí asi 2,5 kg. Největším příjemcem kyslíku v organismu je **mozek**, který spotřebuje 20 % veškerého kyslíku. Za minutu proteče mozkiem asi 750 ml krve.



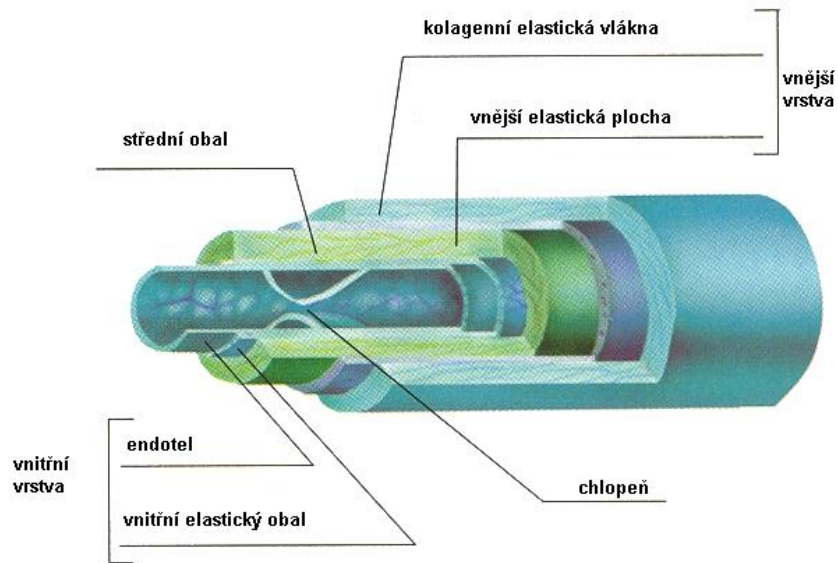
Obr. 3.2 Látková výměna



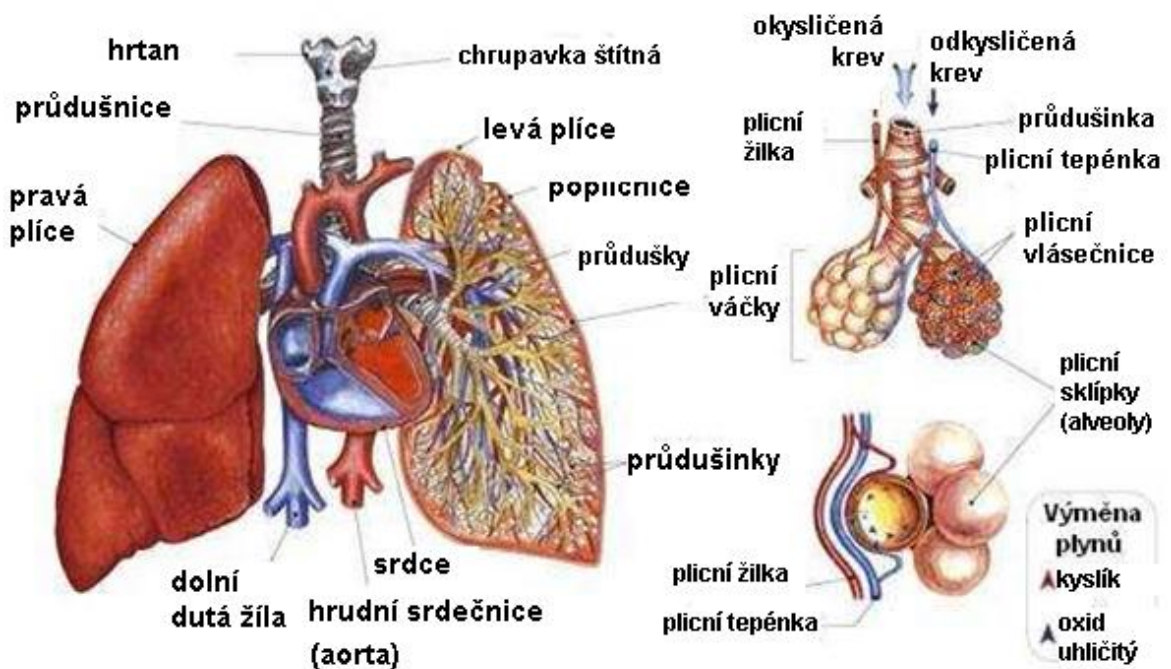
Obr. 3.3 Srdce je dutý sval o hmotnosti asi 350 g. Srdeční frekvence je asi 70-75 úderů za minutu; na jeden stah přečerpá 70 ml krve tlakem 16 kPa



Obr. 3.4 Tepny (artérie) – nejpevnější cévy dopravující kyslík z plic do všech buněk těla



Obr. 3.5 Žíly (vény) se směrem k srdci zvětšují a přivádějí tam a pak do plic krev odkysličenou s obsahem oxidu uhličitého



Obr. 3.6 Plíce – párový orgán; pravá plic má tři laloky, levá má dva a místo pro srdce; plocha plic je asi 80 m², objem plic 5-6 litrů; za jeden den se v plicích vymění 10 000 až 12 000 l vzduchu

3.1.3 Spotřeba vzduchu, hypoxie a hyperoxie

Standardní atmosféra při teplotě 15 °C má tlak 101,325 kPa (1 bar), koncentraci kyslíku 20,95 % a parciální tlak kyslíku je 21 kPa. Při nízkých koncentracích kyslíku může nastat **hypoxie** – nedostatek kyslíku v buňkách jednotlivých tkání (jejich nedostatečné okysličování), který nastává ve vysokých nadmořských výškách nebo při řadě běžných onemocnění. Nedostatek kyslíku v organismu může být způsoben:

- nedostatkem kyslíku v dýchané směsi,
- nadbytkem oxidu uhličitého v dýchané směsi,
- zástavou nebo omezením plicní ventilace (hypoventilace) způsobené vdechnutím cizího předmětu nebo šokem,
- nemocí dýchacích orgánů (zaprášení nebo otok plic),
- poruchami krevního oběhu,
- nasycením krve uhlíkem a blokováním přenosu kyslíku krví, např. při otravě oxidem uhelnatým, který vykazuje vyšší afinitu k hemoglobinu než kyslík.

Hypoxie způsobuje rozjařenost nebo naopak otupělost, ospalost, sníženou koordinaci pohybů, větší pocit sebejistoty, pocit nepohodlí, zrychlení srdečního tepu, snížení krevního tlaku, centrální cyanózu a zmodrání rtů, nehtových lůžek a kůže. Snížení parciálního tlaku kyslíku ve vzduchu pod hranici 10 kPa způsobuje bezvědomí, pod 6 kPa nastává smrt.

Naopak při vyšších koncentracích kyslíku může nastat **hyperoxie**, což je otrava přebytkem kyslíku. Dělí se na formu chronickou a akutní:

- a) *chronická forma* – pomalý způsob otravy, která postihuje plíce; jsou poškozovány sliznice dýchacích cest a dýchacích orgánů; při poměrně dlouhodobé expozici dýchání kyslíku (min. 1 den) vzniká otok plic; může nastat již při parciálním tlaku kyslíku na hranici 50 kPa.
- b) *akutní forma* – krátkodobá (desítky minut); parciální tlak kyslíku vyšší než 160 kPa.

Příznaky chronické hyperoxie jsou sucho v krku, dráždění ke kašli, dušnost, záškuby rtů a svalů v obličeji, smyslové poruchy, závratě, zvracení, tunelové vidění, křeče končetin, epileptické záchvaty, bezvědomí. První pomoc spočívá ve snížení parciálního tlaku kyslíku běžným dýcháním vzduchu.

Dospělý člověk spotřebuje za den při standardní zátěži 10 000-12 000 l vzduchu, 2-4 l tekutin a 0,7-1 kg potravin. Jsou to hodnoty, které jsou potřebné k přežití člověka za běžných podmínek, průměrné a individuální. Při zvýšené zátěži, těžké zátěži nebo extrémní zátěži se tyto hodnoty znásobují. To má úzkou souvislost s dehydratací těla ve vysokých teplotách a zároveň s přísunem potravin. Spotřeba vzduchu není pro každého člověka v normálních podmínkách stejná a každý má spotřebu vzduchu rozdílnou. To platí rovněž pro uživatele dýchací techniky.

Spotřeba dýchaného média uživatele dýchací techniky závisí na:

- psychosomatické dispozici jednotlivce,
- zdravotním stavu a momentální indispozici (rýma, nachlazení apod.),
- praxi a počtu zásahů v dýchací technice,
- fyzické kondici, kuřák – nekuřák, sportovec – nesportovec,

- teplotě prostředí, ve kterém se zasahuje,
- teplotě dýchaného média (vzduch, kyslík nebo jiné směsi),
- stresu.

Uvedené aspekty ovlivňují spotřebu dýchaného média u jednotlivých uživatelů dýchací techniky bez rozlišení, zda jde o dýchací techniku vzduchovou či kyslíkovou, nebo vyváděcí či křísící. Podstatnou roli hraje termoregulace těla a stres. Lidský organismus si udržuje stálou teplotu. Řídící centrum teploty lidského těla se nachází v části mozku, mezi velkým mozkem a prodlouženou míchou, které přijímá impulzy od chladových receptorů v kůži a spouští produkci tepla v organismu. Tyto dvě hlavní centra spolu s ostatními zprostředkovávajícími centry termoregulace způsobují stav, při kterém jsou produkce a výdej tepla z organismu v rovnováze. Poruchy termoregulace způsobují hromadění tepla v organismu, což se projevuje úpalem nebo úžehem organismu, na druhé straně podchlazením. Úpal se projevuje pocitem žízně, zvracením, bolestmi hlavy až kolapsem (závrať až omdlení). Příznaky podchlazení jsou třes, změna barvy kůže, excitace (zvýšení psychické činnosti až předráždění), svalový třes, později závratě, bolesti hlavy, ztráta orientace, poruchy dýchání až zástava srdce.

Pro organismus je důležitý optimální obsah vody, který činí přibližně 2/3 hmotnosti lidského těla. Průměrný člověk má v těle okolo 50-60 l vody a denně musí doplnit minimálně 2-3 litry. Chybí-li tělu 5 % vody, dostavuje se únava a závrať, chybí-li 10 % vody, narušuje se vidění a slyšení a dostavují se křeče, chybí-li 15-20 % vody, potom nastává smrt.

Dýchání nejvýznamnějším způsobem ovlivňuje *acidobazickou rovnováhu organismu (ABR)*. Je to dynamická rovnováha kyselin a zásad uvnitř organismu (stálý poměr mezi jejich tvorbou, odbouráváním a vylučováním). ABR je nezbytná pro udržení *homeostázy* (stálosti vnitřního prostředí). V normálním stavu dochází k větší produkci kyselých látek, které jsou ovšem neutralizovány systémem pufrů a vylučovány z těla pryč. Pufrы upravují výkyvy pH jen do výše své pufrovací kapacity. Normální hodnota pH mimobuněčné tekutiny je 7,4. Pokud je kapacita pufrů vyčerpána, dochází k poměrně rychlým změnám pH. Stav, kdy pH v krvi klesne pod hodnotu 7,36, se nazývá *acidóza*. Naopak vzrůst pH nad hodnotu 7,44 *alkalóza*. V krvi se jako hlavní pufrы uplatňují nehydrogenkarbonátový systém hemoglobin/oxyhemoglobin a erytrocytární a plasmatický hydrogenuhličitanový systém (H^+/HCO_3^-). Jejich význam spočívá ve schopnosti udržet stabilní pH tím, že se koncentrace obou složek může na sobě nezávisle měnit (CO_2 dýcháním, HCO_3^- činností ledvin a jater). Kyselost vnitřního prostředí musí být velmi přesně regulována. Tato přesná regulace je důležitá, neboť se změnami pH se mění vlastnosti bílkovin včetně aktivity enzymů, transportních mechanismů, vlastností membránových kanálů apod. Větší odchylka pH vede proto k narušení regulace velkého množství metabolických drah a fyziologických pochodů a postupně k všeobecnému metabolickému rozvratu.

Hyperkapnie je stav organismu, kdy je v krvi příliš mnoho oxidu uhličitého. Tento stav může vzniknout hypoventilací nebo inhalací vysoké koncentrace oxidu uhličitého, kdy dojde ke snížení pH krve a *respirační acidóze*, která naruší vnitřní rovnováhu organismu a vyvolá nežádoucí účinky na respiračním, kardiovaskulárním a centrálním nervovém systému – zvýší se frekvence tepu a dýchání, dochází k útlumu vědomí. Proto např. musí být v izolačním dýchacím přístroji s uzavřeným okruhem součástí tohoto okruhu pohlcovač CO_2 .

Hypokapnie je stav opačný, kdy dojde k poklesu koncentrace oxidu uhličitého v krvi a vzniku *respirační alkalózy*, která je méně častá. Nastává při nadměrné ventilaci – hyperventilaci, kdy se snižuje koncentrace CO_2 v krvi (např. při psychickém vzrušení, při rozfoukávání ohně, při nižší koncentraci O_2 ve vdechovaném vzduchu, která vede k hyperventilaci ve vysoké nadmořské výšce).

Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého představuje vážný problém nejen při požárech, ale všude tam, kde je omezená výměna vzduchu, anebo se jedná o prostory pod úrovní terénu. Vážným nebezpečím je dlouhodobé hromadění vyšší koncentrace oxidu uhličitého při zemi (vznikají neviditelná jezera plynu). Osoba, která díky nevolnosti v takovémto prostoru upadne na zem, se udusí (psí jeskyně

ve Francii). Jsou popsány případy otravy z biotechnogických procesů (vinné sklepy, jímky apod.). Také na místech, kde je velká koncentrace lidí a nepříznivé podmínky výměny vzduchu, může zvýšená koncentrace CO₂ spojená se současným úbytkem O₂ vyvolat nevolnosti a zdravotní poruchy. V těchto souvislostech jsou doporučeny hygienické normy pro výměnu vzduchu ve veřejných místnostech. Bežné detektory na obsah kyslíku varují uživatele až při překročení obsahu cca 7,2 % CO₂ ve vzduchu (tehdy poklesne obsah O₂ ve směsi pod 19,5 % což je běžná hodnota alarmu O₂). Nejdostupnějším prostředkem pro zjišťování obsahu CO₂ jsou detekční trubičky.

Tab. 3.4 Vliv oxidu uhličitého na organismus

| IDLH* | |
|---------------|---|
| cca 350 ppm | úroveň venkovního prostředí |
| 1200-1500 ppm | doporučená maximální úroveň CO ₂ ve vnitřních prostorách |
| 1000-2000 ppm | nastávají příznaky únavy a snižování koncentrace |
| 2000-5000 ppm | možné bolesti hlavy u vnímavých osob, bezpečná koncentrace bez zdravotních rizik |
| 0,5 % obj. | PEL |
| > 0,5 % obj. | nevolnost a mírně zvýšený tep |
| > 1,5 % obj. | dýchací potíže (NPK-P = 2,5 %) – „vydýchaný“ vzduch |
| 2-3 % obj. | první příznaky respirační acidózy, 2krát zvýšená dechová frekvence |
| > 4,0 % obj. | IDLH , hučení v uších, bolest hlavy, bušení srdce, možná ztráta vědomí, dušnost |
| 5 % obj. | 4krát zvýšená frekvence dýchání, omezeno vylučování CO ₂ v plicích díky vyrovnávání koncentrace v krvi a vdechovaném vzduchu |
| > 10 % obj. | velké dýchací obtíže, pocit dušení, ztráta vědomí do 15 minut |
| 20 % obj. | rychlá smrt způsobená křečí a ochrnutím dýchacích svalů po několika nadechnutích |
| 30 % obj. | smrt po pevném nádechu |

*Immediately Dangerous to Life or Health = koncentrace bezprostředně ohrožující lidský život nebo zdraví

3.2 ROZDĚLENÍ DÝCHACÍ TECHNIKY A ZÁKLADNÍ POJMY

Obecně je **dýchací přístroj (DP)** ochranný prostředek dýchacích cest, který umožňuje dýchání uživatele v prostorách, kde je ovzduší jinak nedýchatelné. Nedýchatelné ovzduší se vyznačuje buď nízkým parciálním tlakem kyslíku, nebo vysokým obsahem znečišťujících látek (např. mechanické nečistoty, toxické, infekční či radioaktivní látky). **Dýchatelný vzduch** je vzduch takové kvality, že dává záruku vhodnosti pro bezpečné dýchání; pro takový vzduch platí ČSN EN 12021:1998. V souladu s výše uvedenými informacemi **vzduch s nedostatkem kyslíku** obsahuje méně než 17 % obj. kyslíku, takže nelze použít filtrační dýchací přístroj.

ČSN EN 133 dělí prostředky pro ochranu dýchacích orgánů na dvě základní skupiny:

- a) *izolační dýchací přístroje (IDP)* umožňují uživateli dýchat nezávisle na okolním ovzduší; přístroj
 - je nezávislý na složení pracovního ovzduší a koncentraci škodlivin, protože dýchací orgány jsou zcela odděleny od okolního ovzduší a vzduch určený k dýchání pochází z jiného místa (TL), než kde se nachází uživatel,
 - zajišťuje ochranu jak v prostředí s nedostatkem kyslíku, tak ve znečištěném ovzduší,

- umožňuje díky své nezávislosti na okolní atmosféře vstup do kontaminovaného prostředí, bezpečný pobyt a práci v něm, včetně návratu do nekontaminovaného prostředí,
 - délka pobytu závisí např. na kapacitě TL v případě vzduchových dýchacích přístrojů.
- b) *filtrační dýchací přístroje (FDP)* jsou ochrannými prostředky dýchacích orgánů, ve kterých vzduch přechází přes filtr (filtry) předtím, než je vdechován;
- filtry odstraňují znečišťující látky přítomné ve vzduchu,
 - činnost FDP závisí na okolním ovzduší.

Tab. 3.5 Rozdělení dýchacích přístrojů

| | | |
|-----------|-------------|---|
| izolační | autonomní | - vzduchové s otevřeným okruhem (rovnotlaké, přetlakové) - kyslíkové s uzavřeným okruhem (se stlačeným O ₂ , chemicky vyvíjeným kyslíkem O ₂ , s kapalným O ₂) |
| | neautonomní | - hadicové s přívodem čistého vzduchu (rovnotlaké; do 20 m) - hadicové s přívodem tlakového vzduchu (přetlakové; nad 20 m) |
| | únikové | - s otevřeným okruhem - s uzavřeným okruhem |
| filtrační | | - bez nuceného přívodu vzduchu - s nuceným přívodem vzduchu |

Autonomní dýchací přístroj – dýchací přístroj, u něhož uživatel řídí sám zásobování dýchacím plynem.

Neautonomní dýchací přístroj – mobilní DP, který má dálkový přívod čistého nebo stlačeného vzduchu hadicí.

Autonomní dýchací přístroj s otevřeným okruhem na tlakový vzduch – autonomní DP, který má přenosný zásobník tlakového vzduchu a je nezávislý na okolním ovzduší. Vydechovaný vzduch odchází bez cirkulace do okolního ovzduší.

Autonomní dýchací kyslíkový přístroj s uzavřeným okruhem – autonomní DP, který zachycuje oxid uhličitý z vydechovaného vzduchu a dodává kyslík nebo směs kyslík/dusík do vzduchu vdechovaného uživatelem; je nezávislý na okolním ovzduší.

Autonomní dýchací přístroj s uzavřeným okruhem s tlakovým kyslíkem – ochranný prostředek dýchacích orgánů, jehož funkce je založena na tlakovém kyslíku v uzavřeném dýchacím okruhu.

Autonomní dýchací přístroj s uzavřeným okruhem s chemicky vyvíjeným kyslíkem – ochranný prostředek dýchacích orgánů, jehož funkce je založena na chemicky vyvíjeném kyslíku (KO₂ nebo NaClO₃) v uzavřeném dýchacím okruhu.

3.3 OBLIČEJOVÉ MASKY

Na počátku této kapitoly je třeba důrazně upozornit, že je třeba rozlišovat, zda se jedná o obličejové masky (OM), které jsou součástí vzduchových dýchacích přístrojů

jů (VDP), kyslíkových dýchacích přístrojů (KDP) nebo filtračních dýchacích přístrojů (FDP), protože jejich konstrukce se významně liší.

OM je lícnicová část, která pokrývá oči, nos, ústa a bradu. Zajišťuje dokonalé uzavření obličeje uživatele před okolním ovzduším, a to i v případě suché či vlhké pokožky, při pohybu hlavou nebo hovorů. OM musí vyhovovat ČSN EN 136.

3.3.1 Rozdělení a složení

Podle konstrukce se dělí OM na *kyslíkové* nebo *vzduchové*, na *rovnotlaké* nebo *přetlakové*, na *velikostní* nebo *univerzální*, *dvojnókové* nebo *panoramatické*. Podle účelu použití se OM rozděluje pro lehké podmínky, všeobecné nebo speciální použití.

Dále je lze dělit podle toho, zda jsou vybaveny:

- a) *náhlavním křížem* – upínací popruhy zalisované do centrální opěrky a seřiditelné přes rychloupínací spony; nevýhodou je méně komfortní nasazování,
- b) *sítkou* – podobný systém s tím, že horní dva popruhy jsou nahrazeny obvykle kevlarovou sítkou; výhodou je vyšší bezpečnost a jednodušší manipulace,
- c) *kandahárem* – moderní upínací systém vyvinutý pro potřeby policie, která potřebuje nasazovat OM bez sundání přilby, např. při použití slzného plynu; pro hasiče systém není bezpečný,
- d) *bajonetem*.

3.3.2 Použití

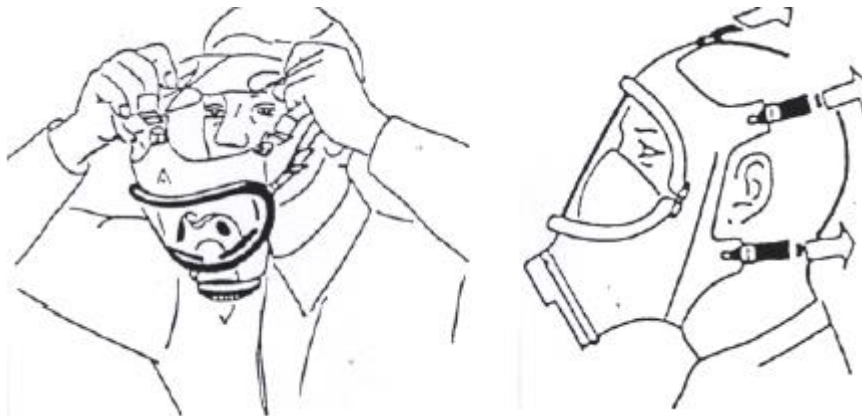
Vzduch vstupuje do OM přípojkou (přípojkami) a pak proudí do prostoru úst a nosu přímo nebo nepřímo přes prostor očí u zorníku. Vydechaný vzduch proudí přípojkou (přípojkami) přímo nebo vydechovacím ventilem do okolního ovzduší. Vnitřní maska slouží k oddělení prostoru nosu a úst od prostoru očí. Lícnice je charakterizována:

- konstrukčním materiálem (určuje použitelnost pro různé látky),
- těsnicí linií (zabezpečuje oddělení dýchacích cest od kontaminovaného prostředí),
- škodlivým prostorem (mezi lícnicí a obličejem), kde zůstává vydechnutý vzduch se sníženým obsahem kyslíku a zvýšeným obsahem oxidu uhličitého, který je opětovně vdechován, což lze částečně eliminovat vnitřní polomaskou, tvarem lícnice a hlubokým dýcháním,
- koeficientem podsávání, který charakterizuje množství okolního prostředí s kontaminantem, které se dostane do podmaskového prostoru,
- zorným polem,
- vydechovacím odporem,
- snesitelností při dlouhodobém použití.

Pro všechny typy platí stejný **způsob nasazování**. OM se nasazuje od brady nahoru. Popruhy jsou povoleny na maximum. Nejprve se maska usadí na obličej a částečně utáhne a nakonec se dotáhne; dotahují se současně oba dva spodní popruhy náhlavního kříže, pak současně oba dva vrchní popruhy a nakonec horní. Popruhy

se dotahují pouze takovou silou, aby OM těsnila k obličeji a přitom bylo umožněno řádné prokrvení mozku přes spánkové tepny.

V případě FDP je HZS ČR vybaven zejména OM CM-5D a CM-6. Ve skladech Základny logistiky Olomouc jsou k dispozici ještě starší typy CM-3 a CM-4. (Při použití těchto OM ze skladů je nutno ověřit závit připojení k filtru, protože mohou mít provedení závitu podle ruské normy GOST OZ 40x4 mm!). V současné době existuje v České republice pouze jediný výrobce obličejových masek, a to Gumárny Zubří, a.s., které vyrábějí 4 základní typy masek, z nichž 3 jsou určeny pro ochranu obyvatelstva (CM-4, CM-5D a CM-6) a jedna pro Armádu ČR (OM-90).



Obr. 3.7 Nasazování obličejové masky

OM jsou podle ČSN EN 136 rozděleny do tříd:

- a) Třída 1 – OM pro lehké podmínky používání,
- b) Třída 2 – OM pro všeobecné používání,
- c) Třída 3 – OM pro speciální používání.

Závitová připojení OM řeší ČSN EN 148:

- a) ČSN EN 148-1 stanoví závitové připojení (oblý závit) RD 40x1,7"; platí pro FDP a rovnotlaké VDP a neplatí pro přetlakové VDP a KDP,
- b) ČSN EN 148-2 stanoví závitová připojení pro KDP (pohlčovač a přístroj), neplatí pro VDP a FDP,
- c) ČSN EN 148-3 stanoví závitová připojení M 45x3; platí pro přetlakové VDP a neplatí pro DP s normálním tlakem vzduchu (rovnotlaké VDP a FDP) a KDP.

OM třídy 1 nesmí mít závitovou přípojku dle ČSN EN 148-1, 148-2 nebo 148-3, naopak OM třídy 2 a 3 musí mít pouze jednu závitovou přípojku dle EN 148-1, EN 148-2 nebo EN 148-3. OM se závitovou příjoukou EN 148-1 a OM s filtrem (pokud na filtru není žádný ventil) musí být opatřeny vdechovacím ventilem; je-li použito přípojky dle EN 148-2, pak OM nesmí mít jak vdechovací, tak vydechovací ventil. OM se závitovou příjoukou dle EN 148-1 či EN 148-3 a OM třídy 1 musí mít alespoň 1 vydechovací ventil nebo jiné odpovídající zařízení k odvodu vydechovaného anebo přebytečného vzduchu. Vydechovací ventily musí bezchybně pracovat a plnit požadavky při nepřetržitém proudu vzduchu $300 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a při podtlaku v lícnicové části 8 kPa po dobu 30 s pro každou zkoušku.



Obr. 3.8 Složení obličejové masky CM4 – lícnice (butylkaučuk, silikonový kaučuk, na vnitřní straně s těsnicí linií); zorník (plexisklo nebo tvrzené sklo); průzvučná (akustická) membrána kovová nebo plastová; vnitřní polomaska (zmenšuje mrtvý prostor v masce, u VDP se směrovými ventily); přípojka; ventilační komora – VDP a FDP nádechový a výdechový ventil – KDP ventily součástí přístroje; upínání – náhlavní kříž, popruh; nosný pás

Nesmí být možné zabudovat vydechovací ventily do vdechovacího okruhu a naopak!

Prostředky pro omezení zamlžování zorníků musí být použity tak, aby nedocházelo ke snižování průhledu a nedocházelo k podráždění nebo nepříznivému účinky na zdraví lidí.

Netěsnost OM nesmí překročit změny tlaku 100 Pa za 1 min při zkušebním podtlaku 1 kPa. Koncentrace oxidu uhličitého ve vdechovaném vzduchu nesmí v průměru překročit 1 % obj. Průnik testovací látky lícnicovou částí dovnitř nesmí překročit při vdechu 0,05 % ve vdechovaném vzduchu. OM musí být označeny min. následujícím způsobem: EN 136:1996 CL 3 (norma, za dvojtečkou rok výroby, za CL příslušné číslo klasifikační třídy). Dýchací odpory musí v závislosti na třídě a typu OM splňovat následující požadavky:

Tab. 3.6 Vdechovací a vydechovací odpor OM třídy 2 a 3 s přípojkou dle ČSN EN 148-3

| Vydechovací odpor [Pa] | | | Vdechovací odpor [Pa] |
|---------------------------------------|--|---|---|
| 10 l.min ⁻¹ plynulý průtok | 50 l.min ⁻¹ sinusoidní průtok (25 zdvihů/min při objemu zdvihu 2,0 l) | 100 l.min ⁻¹ sinusoidní průtok (40 zdvihů/min při objemu zdvihu 2,0 l) | 100 l.min ⁻¹ sinusoidní průtok (40 zdvihů/min při objemu zdvihu 2,5 l) |
| ≤ 420 | ≤ 700 | ≤ 1000 | ≤ 350 |

Tab. 3.7 Vdechovací a vydechovací odpor OM třídy 2 a 3 s přípojkou dle ČSN EN 148-2 a bez ventilů

| Vdechovací odpor [Pa] | Vydechovací odpor [Pa] |
|--|--|
| 160 l.min ⁻¹ plynulý průtok nebo 50 l.min ⁻¹ sinusoidní průtok (25 zdvihů/min při objemu zdvihu 2,0 l) | 160 l.min ⁻¹ plynulý průtok nebo 50 l.min ⁻¹ sinusoidní průtok (25 zdvihů/min při objemu zdvihu 2,0 l) |
| ≤ 60 | ≤ 60 |

Tab. 3.8 Vdechovací odpory OM s přípojkami jinými než v tab. 3.7 a 3.8

| Vdechovací odpor [Pa] | | | Vydechovací odpor [Pa] |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| 30 l.min ⁻¹ plynulý průtok | 95 l.min ⁻¹ plynulý průtok | 160 l.min ⁻¹ plynulý průtok nebo 50 l.min ⁻¹ sinusoidní průtok (25 zdvihů/min při objemu zdvihu 2,0 l) | 160 l.min ⁻¹ plynulý průtok nebo 50 l.min ⁻¹ sinusoidní průtok (25 zdvihů/min při objemu zdvihu 2,0 l) |
| ≤ 50 | ≤ 50 | ≤ 250 | ≤ 300 |

3.3.3 Kontroly

Uživatelská kontrola zahrnuje:

- celistvost a úplnost,
- kontrola upínání,
- těsnost podtlakem (nádech),
- těsnost přetlakem (výdech).

Provozní kontrola zahrnuje (ČSN EN 136):

- celistvost a úplnost,
- funkčnost dílů (popruhy, nádech a výdech ventilů, elasticnost),
- měření těsnosti podtlakem -800 Pa,
- měření těsnosti přetlakem 800 Pa,
- měření nádechového odporu u rovnotlakých max. -250 Pa,
- měření výdechového odporu u rovnotlakých max. 300 Pa, u přetlakových max. 600-700 Pa při průtoku vzduchu 160 l/min; max. 1000 Pa při průtoku 300 l/min,
- statický přetlak max. 500 Pa

Při viditelném poškození nebo nevyhovujícím naměřeným hodnotám se OM musí vyřadit.



Obr. 3.9 Srovnání obličejových masek Panorama Nova (VDP) a CM 6 (Gumárny Zubří)



Obr. 3.10 Vyváděcí maska PARAT

3.4 VZDUCHOVÉ DÝCHACÍ PŘÍSTROJE

Pro hasiče jsou nejdůležitějšími přístroji *izolační dýchací přístroje (IDP)*, protože ve většině případů nemohou předem vědět, do jakého prostředí jdou nebo v jakém prostředí budou zasahovat, takže potřebují mít stoprocentní jistotu, že vzduch, který dýchají, je dýchatelný. Proto bude pozornost zaměřena na nejrozšířenější IDP mezi hasiči všude na světě, kterými jsou *autonomní dýchací přístroje na tlakový vzduch s otevřeným okruhem*, které se zkratkou označují *vzduchové dýchací přístroje (VDP)*.

VDP se dělí na:

- a) *rovnotlaké – jednostupňové,*
- b) *přetlakové – dvoustupňové.*

U rovnotlakého VDP nadechuje uživatel čistý vzduch z TL přes plicní automatiku (PA) přívodní hadicí do obličejové masky (OM) a pak do dýchacích cest a dýchacích orgánů.

U přetlakového VDP nadechuje uživatel čistý vzduch z TL přes redukční ventil pomocí středotlaké přívodní hadice do PA, která je napojena na OM, a pak do dýchacích cest a dýchacích orgánů. Vydechovaný vzduch prochází bez recirkulace přes výdechový ventil v OM do okolní atmosféry.

3.4.1 Složení vzduchového dýchacího přístroje

VDP se skládá z:

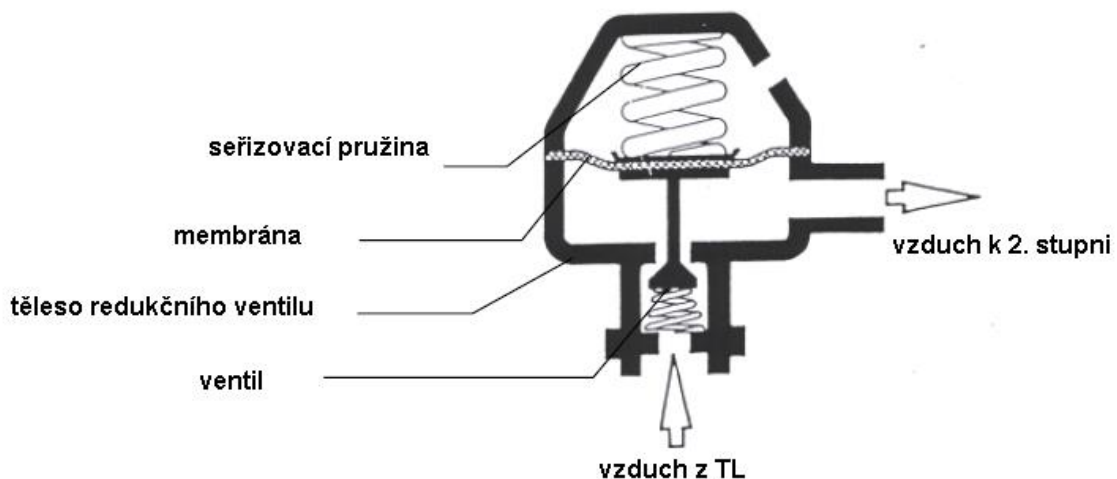
- a) *TL se stlačeným vzduchem* (viz kap. 4),
- b) *obličejové masky,*
- c) *redukčního ventilu* (pouze u dvoustupňových PA) se středotlakou přívodní hadicí,
- d) *plicní automatiky,*

- e) tlakoměru (manometru),
- f) výstražného zařízení (varovného signálu),
- g) vnější tlakové přípojky,
- h) spojovací hadice pro střední tlak, hadice k tlakoměru, dýchací hadice,
- i) nosiče a nosných popruhů.

3.4.1.1 Redukční ventil

Snižuje vysoký tlak z TL a udržuje jej na střední hodnotě (středotlak), která se pohybuje mezi 6 až 10 bary (pouze DP Scott 14 bar). Používá se u přetlakových VDP, kde je třeba pro přesné nastavení parametrů PA dodávat vzduch konstantních parametrů, zejména tlaku a průtoku.

Nádechem se vzduch odčerpá, poklesne tlak pod membránou (pístem), seřizovací pružina se napne, a tím se otevře ventil a vzduch proudí dovnitř, tlačí na membránu a seřizovací pružinu, která způsobí zavření ventilu. Následuje výdech a cyklus se opakuje. Redukční ventil, který není pod tlakem, je otevřený. Redukční ventily se konstrukčně dělí na *membránové* a *pístové*.



Obr. 3.11 Schéma membránového redukčního ventilu

3.4.1.2 Plicní automatika

Plicní automatika je nedílnou součástí VDP, jejíž úkolem je redukovat tlak vzduchu. PA se z konstrukčního hlediska dělí na:

- a) kuželkové (s vyvraccí kuželkou nebo posuvnou kuželkou),
- b) pístové,
- c) fluidní.

Podle konstrukce VDP je PA:

- a) rovnotlaká (jednostupňová),
- b) přetlaková (dvoustupňová).

Rovnotlaká (jednostupňová) PA (obr. 3.12) redukuje vysoký tlak vzduchu 200 bar na tlak nádechový. Principem je redukce tlaku na jediném ventilu PA. Těsně

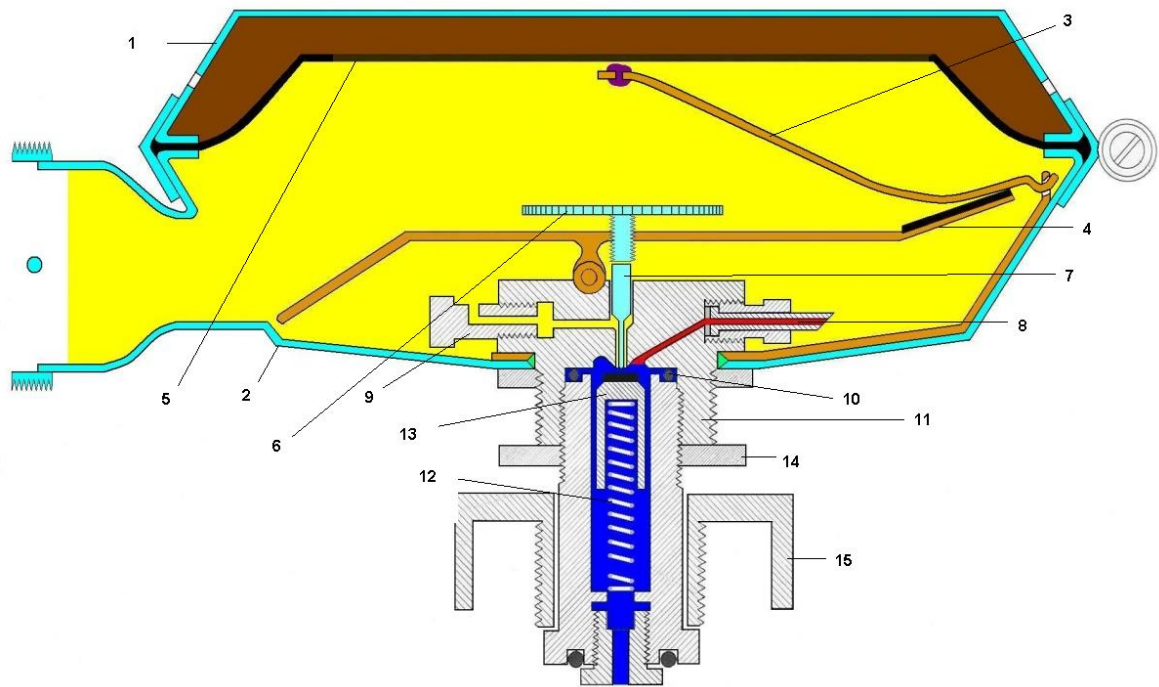
před nádechem je tlak pod membránou a tlak okolí stejný, přičemž k otevření ventilu dojde podtlakem při nádechu. Činnost rovnotlaké PA je založena na plynotěsném propojení plic, OM a PA a na narušení rovnováhy mezi tlaky nad membránou (atmosférickým) a pod membránou (plicním). Při nádechu se zvětšuje objem plic a vytváří se podtlak. V tomto momentě atmosférický tlak působící na membránu PA ji stlačí a její průhyb pomocí pákového mechanismu způsobí otevření ventilu, který přepustí vzduch z TL do PA, OM a plic. Tlak vzduchu narůstá do okamžiku, kdy se vyrovná s tlakem v okolí uživatele. Membrána se vrátí do své klidové polohy a ventil se uzavře. Při výdechu je vydechovaný vzduch usměrněn výdechovým ventilem v OM mimo PA do okolního ovzduší a na její činnost nemá žádný vliv.

Přetlaková (dvoustupňová) PA redukuje střední tlak vzduchu 6-10 bar na tlak nízký 2-4,5 mbar. U dvoustupňových PA je prvním stupněm redukční ventil a teprve pak je tento redukovaný tlak dávkován plicně automatickým ventilem do plic. PA se připojuje přímo na OM, čímž se ve srovnání s jednostupňovými PA značně snižuje nádechový odpor vznikající ve vrapových hadicích.

U přetlakové plicní automatiky dochází v OM k vytvoření trvalého přetlaku – **bezpečnostního přetlaku** – z důvodu zvýšení bezpečnosti uživatele. To má význam v kontaminovaném prostředí, kdy se významně snižuje pravděpodobnost vniknutí látky do vnitřního prostoru masky. Aby byl zajištěn přetlak v OM, musí být odpor výdechového ventilu vyšší, než je tlak v OM. Proto nelze zaměňovat OM určené pro rovnotlaké a přetlakové PA, ani záměna OM od různých výrobců není možná. Zatímco záměna OM od různých výrobců u rovnotlakých VDP je možná (závitové připojení je stejné), záměna OM u přetlakových možná není. Netěsní-li OM, díky bezpečnostnímu přetlaku nehrozí nebezpečí nadechnutí toxických par z vnější atmosféry. Nevýhodou je vyšší spotřeba vzduchu.

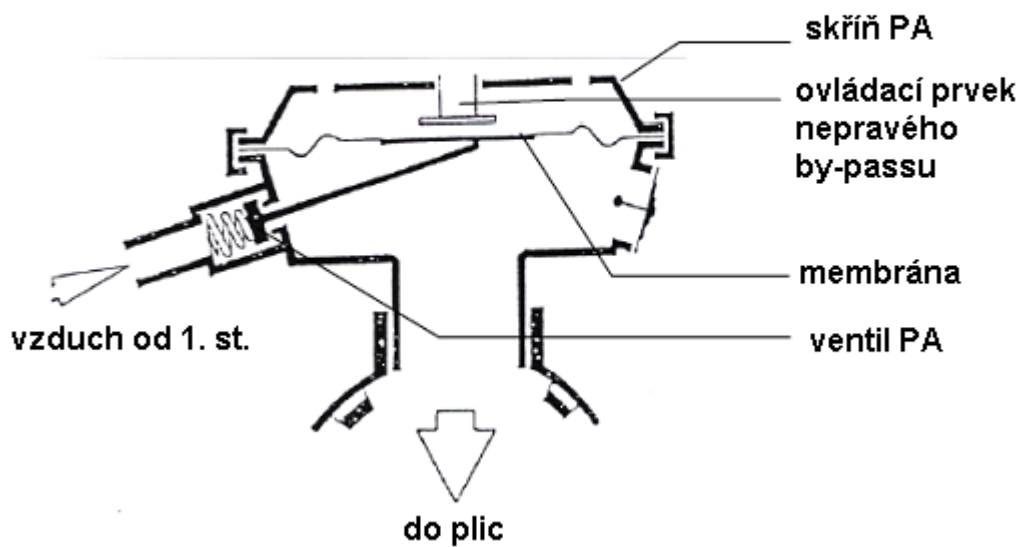
U většiny VDP bývá druhý stupeň připojen na redukční ventil pomocí **rychlospojek** – tlakové spojky umožňující připojovat a odpojovat druhý stupeň pod plným tlakem z redukčního ventilu. Vzhledem k různým rozměrům rychlospojek je většina různých přístrojů vzájemně nepropojitelná, proto zasahující hasiči mají stejné typy VDP. Propojitelné jsou navzájem VDP Auer a Dräger, poněvadž jejich výrobci používají stejné rychlospojky, ale vzájemná výměna komponentů je výrobci zakázána.

Ve srovnání s rovnotlakou PA je přetlaková PA doplněna pružinkou, jejímž úkolem je udržovat PA mírně pootevřenou při nádechu. Nejčastěji je pružinka umístěna přímo nad membránou; svým tlakem lehce pootevře ventil PA. Pokud by uživatel u takto nastavené PA otevřel ventil TL, veškerý tlak by z přístroje unikl. Proto musí být přetlakové PA vybaveny blokováním této pružiny, které se nazývá **vypínání přetlaku**.



Obr. 3.12 Řez rovnotlakou plicní automatikou

Legenda: 1-horní víko, 2-spodní víko, 3-páka horní, 4-páka spodní, 5-membrána, 6 -regulační šroub nádechového odporu, 7- jehla, 8-přípojka píšťaly výstražného zařízení, 9-injektor, 10-O-kroužek, 11-jádro, 12-pružina, 13-kuželka, 14-pojistná matice, 15-nátrubek



Obr. 3.13 Řez přetlakovou plicní automatikou s vyvraccí kuželkou

3.4.1.3 Manometr, varovný signál, vnější tlaková přípojka, detektor pohybu

Manometr je řešen *mechanicky* nebo *digitálně*. Mechanické manometry jsou spolehlivé, ale problematické z hlediska odečítání údajů. Digitální systémy jsou levnější, problémem je nutnost napájení z elektrického zdroje. Novější systémy sledují další údaje: teplotu okolí a těla uživatele, sledování pohybu uživatele a různé stupně poplachů.

Varovný signál informuje uživatele o poklesu tlaku v TL. Tato hodnota je dána normou a je pro VDP stanovena na $55 \text{ bar} \pm 5 \text{ bar}$ ($5,5 \text{ MPa} \pm 0,5 \text{ MPa}$). Konstrukčně se rozlišují *akustické (tlakovzdušné a vibrační), uzavřené, otevřené, odporové a elektronické* varovné signály. U akustického varovného signálu je tlakový vzduch do tělesa píšťaly vpuštěn přes tlakový ventil nastavený pružinou na požadovanou hodnotu. Pokud je vzduch z píšťaly vypouštěn do ovzduší, jedná se o *systém otevřený* (např. Dräger PA 94). V případě VDP SATURN je těleso píšťaly uvnitř PA a vycházející vzduch se stává součástí nádechu (*uzavřený systém*).

Vnější tlaková přípojka – Moderní DP jsou vybavovány externím odběrem redukováného tlaku, kterým může být přípojka pro druhého muže, doplňování vzduchu z jiného tlakového zdroje na bázi středotlaku (AIR LINE, AIR CHECK) nebo vysokotlakový doplňovací systém QUICK FILL, který umožňuje přepouštět vzduch přímo z přístroje do druhého VDP se vstupním tlakem 300 bar. Novinkou je rovněž systém AlphaCLICK, což je rychlospojka pro výměnu TL (MSA Auer), která díky omezovači průtoku bránícímu nekontrolovanému úniku vzduchu umožňuje výrazně rychlejší výměnu TL než běžný závitový spoj.

Detektor pohybu (mrtvý muž, pohybová čidla) je přístroj určený k hlídání pohybu osoby (zasahujícího hasiče), která je jím při výkonu činnosti vybavena. Hlásič spustí poplach automaticky při absenci pohybu uživatele, nebo jej může spustit uživatel ručně, např. v případě nebezpečí. Některé hlásiče mají zabudovaný teplotní senzor, který snímá okolní teplotu, kterou hasič při použití zásahového oděvu nemusí vnímat. Teplotní čidlo bývá nastaveno na teplotu asi 80°C. Ovládání je specifické pro každý přístroj. Některé obsahují tzv. klíč, jehož vysunutím se aktivují a klíč zanechá zasahující na kontrolním stanovišti před vstupem do nebezpečné zóny.

Přístroje mají většinou dvě úrovně poplachu, optickou a zvukovou signalizaci a autodiagnostiku správné funkce s výstupem k uživateli. Bezpečnostní hlásiče se vyrábějí jako samostatné přístroje (připevňují se na opasek, ke kapse nebo k ramennímu popruhu DP) nebo jsou součástí elektronických signalizačních zařízení u VDP. Nevýhodou je integrace do kontrolní jednotky DP, vysoká cenová náročnost výměny kombinované kontrolní jednotky v případě poruchy a nutnost udržovat zdroj (kontrolovat baterie).

3.4.1.4 Nosič a nosné popruhy

Nosič dýchacího přístroje je plastový nebo kovový s možností podélného nastavení; nesmí být vyroben z materiálu, který umožňuje vznik a výboj statické elektřiny; je nosnou kostrou a propojovacím článkem mezi uživatelem a vlastním přístrojem.

Nosné popruhy bývají vyrobeny z polyamidových nebo uhlíkových vláken. Obvykle jsou tvořeny dvěma ramenními popruhy, které přenášejí hmotnost přístroje

na ramena uživatele a lze je seřizovat samosvornými sponami, a jedním břišním popruhem, který má stabilizační funkci. Popruhy mají být dobře dekontaminovatelné a jejich šířka nesmí být menší než 60 mm.



Obr. 3.14 Mechanické a elektronické zařízení pro kontrolu tlaku VDP

3.1.1 Rovnotlaké vzduchové dýchací přístroje

Hlavním představitelem těchto VDP je jednostupňový přístroj SATURN, který se začal vyrábět v roce 1967 ve společnosti MEVA Roudnice nad Labem. Podle vývoje přístroj prošel několika typy a verzemi, z nichž některé jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 3.9 Názvy dýchacího přístroje SATURN

| Název | Vodní objem TL [l] | Vyztužená plicní automatika | Plnicí tlak [bar] | Výroba od roku |
|------------|--------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|
| S-2 | 2 | NE | 200 | 1967-68 |
| S-5 | 5 | NE | 200 | 1967-68 |
| S-7 | 7 | NE | 200 | 1967-68 |
| S-21-20 | 2 | ANO | 200 | 1971 |
| S-51-20 | 5 | ANO | 200 | 1971 |
| S-71-20 | 7 | ANO | 200 | 1971 |
| S-71/20-5 | 5 | ANO | 200 | 1984 |
| S-71/20-7 | 7 | ANO | 200 | 1984 |
| S-7-89 | 7 | ANO | 200 | 1989 |
| S-7-99 | 7 | ANO | 200 | 1999 |
| Saturn 200 | 7 | ANO | 200 | současnost |

U přístroje SATURN je jednostupňová redukce tlaku a PA je konstruována s uzavřeným varovným signálem, což znamená, že píšťala varovného signálu je umístěna ve skříni PA. Vzduch vycházející z píšťaly zůstává uvnitř PA, je vdechován uživatelem beze ztrát, na rozdíl od otevřeného varovného signálu, který se používá u přístroje Saturn 2000 Comfort a u přetlakových VDP. Přístroj s označením S-2, popř. S-21-20 je určen jako evakuační přístroj.

V současnosti se dodává Saturn 200, který se vyrábí ve dvou provedeních – *Comfort a Standard*. Verze Standard nemá reflexní pásky a výztuhu bederních popruhů. Ostatní prvky jsou shodné. Ve srovnání s předchozími verzemi jsou obě verze vybaveny novým typem nosiče s popruhy a ručním dávkovacím systémem vzduchu – *bypasem*.

VDP Saturn 200 má následující parametry:

- a) *OM* – lze použít CM 5, CM 6, Kemira, SARI,
- b) *PA* – membránová rovnotlaká s otevíráním kuželky proti tlaku pákového systému; redukuje vysoký tlak vzduchu z TL; uchycení na horním závěsu pomocí závitového připojení; opatřena zařízením bypass (min. průtok 60 l/min při přetlaku nad 5 MPa) ovládaným táhlem, které je vyvedeno na levý ramenní popruh, kde je uchyceno a opatřeno aretačním zařízením proti nežádoucímu uvedení do provozu,
- c) *varovný signál* – akustický, u verze Standard uzavřený v PA, u verze Comfort otevřený; píšťala připojena k vysokotlaké hadici; varovný signál se spouští při tlaku 5-6 MPa; intenzita signálu je více než 90 dB, průtok vzduchu nepřevyšuje 5 l/min,
- d) *manometr* – otočný, ve fluorescenční úpravě, vyveden od horního závěsu vysokotlakou hadicí na levý ramenní popruh; u verze Comfort na hadici manometru přichycena i píšťala varovného signálu,



Obr. 3.15 VDP SATURN 200 Comfort

- e) *popruhy* – verze Comfort vybavena ramenními, hrudními a bederními popruhy s reflexními pásky; ramenní popruhy vyztuženy vycpávkami, na levém popruhu jsou pásy suchého zipu k přichycení manometru a ovládnání bypassu; k seřízení popruhů se používají samosvorné kovové spony; bederní popruhy

zpevněny výztuhou (pro pohodlné nošení); pro zapínání popruhů se používá trojzubá plastová přezka, jejíž konce jsou zajištěny proti volnému pohybu pro-
vlečením pomocí přidržovací přezky,

- f) *horní závěs* – proveden jako mosazný odlitek s rozváděcími kanálky k TL, PA a hadici s manometrem; uchycen v horní části nosiče,
- e) *nosič* – anatomicky tvarovaný rám s výztuhami vyrobené z plastu; opatřen podložkou TL, u verze Comfort i zádivou podložkou; v horní části otvor pro zavěšení držáku horního závěsu, kde uchyceny i ramenní popruhy; v dolní části otvor pro zavěšení a přenášení, současně slouží jako rám chránící dno TL proti nárazu; umístěn upínací systém TL.
- f) *vrapová hadice* – pryžová hadice, která má na obou koncích navázána kovová závitová připojení pro uchycení k PA a OM; délka 70 cm,
- g) *upevnění TL* – stavitelný textilní popruh se sklápěcím lahvovým třmenem,
- h) *TL* – přístroj konstruován pro ocelové TL objemu 5 l nebo 7 l,
- i) *provozní tlak* – 200 bar,
- j) *hmotnost přístroje* – Comfort bez OM a s 5l TL 12,4 kg, bez OM a se 7l lahví 14,5 kg; Standard bez OM a s 5l lahví 12,0 kg, bez OM se 7l lahví 14,1 kg.

Nejnovejší varianty přístroje SATURN prošly výraznými změnami. Např. úplně nový nosič s popruhy, který velmi dobře sedí na zádech. Hmotnost přístroje je rovnoměrně rozložena do popruhů. PA je vybavena bypassem. Nedostatkem přístroje je vrapová hadice, která je stále náchylná k mechanickému poškození, vyšší hmotnost přístroje, nízká zásoba vzduchu a uchycení táhla ovládání bypassu k popruhu. Zmizel i ochranný kryt, který chránil lahvový ventil a PA.

3.4.2 Přetlakové vzduchové dýchací přístroje

Jak již bylo vysvětleno, jsou tak označovány VDP s *přetlakovou plicní automatikou*. Přetlakové VDP jsou *dvoustupňové* – první redukce vysokého tlaku vzduchu na tlak střední probíhá v redukčním ventilu (první stupeň) a redukce středního tlaku na tlak nízký se uskutečňuje v PA (druhý stupeň). Přetlakové dvoustupňové VDP se začaly zavádět do požární ochrany v České republice počátkem 90. let. Ve srovnání s rovnotlakými VDP mají TL s plicním tlakem 300 bar, proto je ochranná doba uživatele delší než u jednostupňového DP s tlakem 200 bar. Další předností je jejich nižší hmotnost. Naopak nevýhodou je vyšší pořizovací cena a náklady na provoz, opravy a revize.

Tab. 3.10 Přetlakové VDP používané u HZS krajů (rok 2012)

| Přetlakový VDP | Výrobce | Stát | Podíl % obj. |
|----------------|---------------------|----------------|--------------|
| Dräger | Dräger Safety | Německo | 78 |
| Auer | MSA Auer | Německo | 17 |
| Pluto | MEVA Roudnice | Česko | 4 |
| Fenzy | Fenzy | Francie | 0,9 |
| Racal | Racal Health&Safety | Velká Británie | 0,1 |
| Scott* | Scott | USA | 0 |

*VDP Scott byly u HZS hl. m. Prahy v roce 2010 zrušeny.

Všechny přetlakové VDP musejí splňovat podmínky ČSN EN 137. Je třeba zdůraznit, že každý typ DP má na hadicích jiné spojovací komponenty, aby se nedala připojit např. PA jednoho výrobce na DP jiného výrobce. Výjimkou jsou společnosti Auer a Dräger, které používají na svých DP stejné spojovací komponenty. Např. nesmí být napojena PA Dräger na DP Auer, Fenzy, Pluto, Racal, Scott a naopak. To samé platí i pro redukční ventil. Výrobci si tak chrání nejen své jméno a kvalitu, ale i bezpečnou funkci svých výrobků, a tím i bezpečnost uživatelů DP. Záměnou komponentů by mohlo dojít k tomu, že DP nebude funkční v parametrech, které výrobce deklaruje. Nastavení redukčních ventilů a PA je totiž u jednotlivých výrobců rozdílné. Jediné co lze zaměnit, je TL. Výrobci DP a TL používají závitové připojení G 5/8". V případě nouze lze použít TL s plnicím tlakem 20 MPa na přístroji konstruovaném na 30 MPa, ale obráceně to nelze. I když se jedná o stejný rozměr závitu, rozdíl je v jeho délce, která nedovoluje toto propojení zatěsnit. Právě délka závitu zaručuje, že použití TL s plnicím tlakem 30 MPa na přístroji konstruovaném na 20 MPa je nemožné a nefunkční. Navíc ani PA nastavená na provozní tlak 20 MPa by nebyla schopna plnit svou správnou funkci při tlaku 30 MPa.

V následujících odstavcích jsou pro ilustraci popsány vybrané VDP výrobců, kteří jsou na českém trhu zastoupeny 99 %.

DRÁGER PA 90 PLUS

Do ČR jsou dodávány přetlakové přístroje s bajonetovým připojením. PA 90 se vyrábí ve třech verzích – Standard, Basic a Comfort. Liší se komfortem ramenních a břišních popruhů. Přístroje jsou plně kompatibilní i se staršími modely. Jedná se o jeden z nejrozšířenějších typů VDP. Výrobce dlouhodobě udržuje stejné principy funkčnosti pneumatických částí. Velmi dobře je vypracována dvojitá hadice k tlakoměru a varovnému signálu.

OM – PANORAMA NOVA – maska s průzvučnou membránou a panoramatickým zorníkem, který umožňuje dobrý výhled. Výměna výdechových a řídicích ventilů každé 2 roky. Možnost připojení integrovaného komunikačního zařízení SAVOX. Uchycení masek pomocí náhlavního kříže nebo pomocí různých přilbových rychloupínačů – kandahárů.

PA – membránová, uchycení k masce pomocí zástrčkové rychlospojky, která umožňuje otáčení o 360°. Statický přetlak je 200-390 Pa (mechanické vypínání je na tělese PA). Nepravý bypass, výkon PA až 500l/min, životnost membrány 3 roky.

Redukční ventil – pístový s pojistným ventilem. Umístěn v dolní části nosiče. Má jeden středotlaký a jeden vysokotlaký vývod. Na vyžádání možno opatřit vysokotlakým zařízením Charge Air, umožňující doplňování láhve z jiného VDP za provozu. Průtok je až 1200 l/min. Po šesti letech revize redukčního ventilu a výměna součástí.

Varovný signál – akustický, otevřený. Zařízení je zabudováno ve dvojitě hadici vedoucí k manometru a je napájeno středním tlakem. Dosahuje hlasitosti 90dB. Průtok vzduchu je 4 l/min.

Manometr – je zabudován na dvojitě hadici společně s varovným signálem a vyveden na ramenní popruh. Těleso je vyrobeno z nerezové oceli a je chráněno pryžovým pouzdrem. Klasický manometr může být nahrazen elektronickým zařízením *Bodyguard*.

Dvojitá hadice – zabezpečuje průtok středotlakého vzduchu k varovnému signálu a vysokotlakého vzduchu k manometru. Uvnitř pryžové hadice se nachází měděná trubička, která je opletená tuhým pláštěm z jemných drátků a slouží k vedení vysokého tlaku vzduchu. V pryžové hadici kolem této trubičky proudí střední tlak vzduchu.

Nosič – kompozitní výlisek v černém antistatickém provedení. V horní části je uchycení upínacího systému TL a otvor pro zavěšení VDP a uchycení ramenních popruhů. V dolní části je letmé ukotvení redukčního ventilu a uchycení bederních popruhů.

Popruhy – ramenní a bederní. Ramenní popruhy jsou polstrované, v nehořlavé úpravě a délkově stavitelné pomocí samosvorných spon. Krátkými pásky uchycena hadice s manometrem. Bederní popruhy

mohou být polstrované v nehořlavé úpravě a jsou délkově stavitelné. Může být na nich umístěn držák PA (když není napojená v masce).

Středotlaká hadice – pryžová hadice je opatřena tlakovou rychlospojkou. Účel této rychlospojky je také napojení na středotlaký manometr při měření a kontrole VDP na Medi skříně.

Upínání TL – textilní délkově stavitelný pás opatřen sponou „camlock“ (vačková), která umožňuje uchycení pouze jedné TL. Pro uchycení dvou TL se musí nahradit jiným typem.

TL – lze použít ocelové nebo kompozitní láhve o různých objemech na plnicí tlak 20 MPa nebo 30 MPa.

Hmotnost – bez OM a láhve 3,20 kg, bez OM a s 6,8l láhví 9,80 kg, bez OM a s 6l láhví 13,8 kg.

DRÄGER PSS 90 představuje modernizovanou řadu přetlakových VDP uvedenou na trh v roce 2001, která navazuje na modelovou řadu *PA 90 Plus*, proto je spousta částí na těchto modelech shodná. Přístroj může být dodáván i s elektronickým bezpečnostním zařízením *Bodyguard*, který plní funkci manometru a pohybového čidla („mrtvého muže“) zároveň.

AUER AIR MAX

Přístroj představuje dvě hlavní důležité části. Nosič s redukčním ventilem a PA. Lze je kombinovat s některými staršími typy VDP firmy MSA AUER (např. BD 96). Nová generace nosičů DP díky některým úpravám, např. výškové seřiditelnosti. Auto Max je nový typ PA, který se svým technickým zpracováním a vzhledem výrazně odlišuje od předchozích PA této firmy. Opět se jedná o DP stavebnicového typu. Provedení stejně jako u BD 96 (S, Z, Q) bez přetlaku nebo s přetlakem. Ovšem varianta „Z“ je řešena jen jednou středotlakou hadicí, na kterou je napojený „Y“ kus sloužící k připojení druhého uživatele. Další konstrukční variantou je nejnovější přístroj AIR MAX SL opatřený pouze jednou tlakovou hadicí. Má dobře vypracovaný nastavitelný nosič. Snadné ovládání PA i v rukavicích. Bude-li se používat PA s jiným typem přístroje AUER, musí se používat i OM k ní příslušná, protože má jiný typ uchycení.

OM – Ultra Elite PS-MaX, MSA řady 3S.

PA – Auto MaX – membránová s konstrukčním řešením omezujícím závislost velikosti hodnoty nízkého tlaku v PA na velikosti hodnoty středního tlaku. Má bajonetové uchycení k OM. Ovládá se třemi tlačítky – červené (slouží k vypnutí přetlaku a odpojení od OM), černé (k odpojení od OM) a ruční dávkovač vzduchu (nepravý bypass). Odpojení PA od OM se provádí zmáčknutím červeného a černého tlačítka a vytážením z OM.

Redukční ventil – AirMaXX – pístový s pojistným ventilem. Seřizovací šroub je chráněn zaplombovanou krytkou. Redukovaný tlak 0,7 MPa. Má tři vývody – pro varovný signál, středotlakou hadici a vysokotlaký vývod k tlakoměru. Doba provozu je 6 let, po kontrole u výrobce lze revizi a výměnu redukčního ventilu prodloužit max. na 9 let. Pak je nutná revize a výměna součástí.

Varovný signál – je akustický, otevřený.

Manometr – vodotěsný, vyvedený na ramenní popruh, zapouzdržený proti nárazu, otočný pod tlakem, lehce odečitatelná svítící stupnice nebo zařízení ICU (elektronická kontrolní jednotka s klasickým manometrem).

Nosič – vyroben z vysoce pevného plastu, umožňuje nastavení výšky ve třech pozicích, a tím dává na výběr nejlepší těžiště nositelům různého vzrůstu. Seřízení se provádí po stlačení zelených pozičních tlačítek na vnitřní straně nosiče. Seřizovatelným nosičem jsou vedeny hadice středotlaku a vysokotlaku. V dolní části je uchycen redukční ventil a uchycení bederních popruhů. V horní části je upínání TL, zařízení pro uložení TL a uchycení ramenních popruhů.

Popruhy – ramenní a bederní jsou nehořlavé, antistatické a nenasákavé. Ramenní jsou široké, polstrované, relativně tenké. V horní části zad jsou navzájem spojeny a výrazně vykrojeny, čímž kopírují ramena a zvyšují tak pohyblivost paží a zabraňují překrucování. Jsou délkově stavitelné a opatřené samosvornými sponami. Bederní ergonomicky tvarovaný pás je délkově stavitelný pomocí samosvorných spon na bocích. Spojení se provádí pomocí plastové přezky.

Středotlaká hadice – mimořádně ohebná hadice s příměsí silikonu opatřená tlakovou rychlospojkou. U varianty redukčního ventilu AirMaXX-Z je k běžné rychlospojce napojen tzv. „Y“ kus umožňující při-

pojení „druhého muže“. Je umístěn na přední části popruhu pro snazší připojení další osoby a její kontrolu.

Upínání TL – délkově stavitelný textilní popruh. Utažení se provádí pomocí sklápěcího lahvového třmenu. Popruh umožňuje uchycení samostatné TL nebo dvoumontáže.

TL – přístroj smí být používán s ocelovými i kompozitními láhvemi s plnicím tlakem do 30 MPa; používají se samostatné TL nebo dvoumontáže.

Hmotnost – bez OM a láhve 5 kg, bez OM a s 6,8l láhví 11,9 kg, bez OM a s 6l láhví 15,6 kg.

PLUTO 300

Přístroje byly odvozeny úpravou přístroje VDP 60 a verze PLUTO. Jsou stavebnicového provedení. Jednotlivé komponenty nejsou konstruovány jen jednou firmou – nosič (MEVA), PA a OM (INTERSPIRO). Nosič se vyrábí ve dvou provedeních: Comfort a Standard. OM s PA se dodávají ve dvou variantách – SPIROMATIC a SPIROMATIC S. Tyto OM s PA jsou úplně odlišných konstrukcí.

OM – celolícnicová panoramatická z několika druhů materiálů vyráběná v universální velikosti. SPIROMATIC – opatřena nerezovou průzvučnou membránou, kterou lze nahradit vyměnitelným víčkem, komunikačním zařízením SAVOX nebo tzv. konektorem volného dýchání (při vypnutém přetlaku lze konektor otevřít a dýchat okolní vzduch bez sundání OM, po zavření konektoru prvním nádechem se uvede systém přetlaku do činnosti). SPIROMATIC S – vybavena integrovaným krytem volného dýchání. Pokud je tento kryt otevřený, stav je signalizovaný červenou páčkou v zorném poli uživatele. Tato páčka slouží jako pojistka proti nechtěnému otevření; v případě potřeby se kryt zavře, a tím se automaticky uvede do činnosti přetlak PA. OM je opatřena vlastním výdechovým ventilem.

PA – membránová, statický přetlak 200 Pa. PA SPIROMATIC má mechanické vypnutí přetlaku pomocí páčky na tělese PA. Přichycení k OM bajonetovým zástrčkovým uzávěrem (otočení o 90°) a zajištění proti pohybu průzvučnou membránou. Nepravý bypass, tzv. potápěčská varianta, nebo pravý bypass se instaluje na vstupní šroubení PA a připojuje se na středotlakou hadici. Ovládá se otáčením červeného ovládacího kroužku. PA SPIROMATIC S má automatické zapnutí a vypnutí přetlaku v závislosti na otevření krytu volného dýchání. Přichycení k OM nastrčením a zajištěním průzvučnou membránou. Pravý bypass je nainstalován na vstupní šroubení PA a připojuje se na středotlakou hadici. Ovládá se otáčením červeného ovládacího kroužku.

Redukční ventil – membránový s pojistným ventilem, otvíraný proti tlaku. Má dva středotlaké vývody (pro uživatele a pro druhého účastníka) a jeden vysokotlaký pro manometr. Uchycení k TL pomocí závitu G 5/8". Seřizovací šroub pro redukci tlaku je zakryt zaplombovanou pryžovou krytkou. Redukovaný tlak je v rozmezí 0,6-1,0 MPa. Po pěti letech je nutná revize redukčního ventilu a PA a výměna součástí.

Varovný signál – akustický, otevřený (píšťala umístěna na vysokotlaké hadici před manometrem, tj. asi 20 cm od ucha uživatele). Intenzita 90 dB při kmitočtech 2-4 kHz. Průtok vzduchu píšťalou 5 l/min.

Manometr – vyveden hadicí na levý ramenní popruh, otočný, vodotěsný, chráněn pryžovou krytkou proti mechanickému poškození. Stupnice manometru má fosforeskující pozadí. Vysokotlaký vzduch do manometru proudí přes zpoždovací trysku, která má ochrannou funkci proti tlakovým rázům.

Nosič – anatomicky tvarovaný kompaktní rám z termoplastu. *Comfort* v horní části opatřen otvorem pro zavěšení, dále je zde pryžová opěrka a upínací systém TL. K této části je přichycena zádová podložka dvěma suchými zipy. Boční příčky tvoří lože pro vedení středotlaké a vysokotlaké hadice. V dolní části je uchycení redukčního ventilu kyvným způsobem. Závěsné oko je pro přenášení a zavěšení VDP, zároveň slouží jako ochranný rám lahvového a redukčního ventilu. *Standard* není opatřen zádovou podložkou a není zde možnost uchycení dvoumontáže. Jinak je shodný s předchozí verzí.

Popruhy – ramenní, hrudní a bederní. *Comfort*: ramenní popruhy vyztuženy vycpávkou a opatřeny ochranným vedením hadic k ochraně a vedení hlavní středotlaké hadice na pravém a vysokotlaké hadice s manometrem a varovným signálem na levém popruhu. Ochranné vedení se zapíná pomocí suchého zipu. Pro délkové seřízení jsou opatřeny samosvornými sponami a na konci popruhů jsou plastové kroužky pro snadnější uchopení. Na ochranném vedení jsou našity reflexní pruhy. Bederní popruhy mají výtuhu. Jsou délkově stavitelné a pro zapínání se používá trojzubcová spona. Volné konce přichyceny pomocí přídržovacích přezek. Na pravém popruhu je oko pro upevnění středotlaké hadice – vývod pro druhého muže. *Standard*: ramenní popruhy nejsou opatřeny ochranným vedením, ale jen su-

chými zipy pro připevnění středotlaké hadice (pravý popruh) a vysokotlaké hadice (levý popruh). Bederní popruhy jsou jednoduché bez výztuh. Ostatní části jsou shodné.

Středotlaká hadice – *Comfort* má pryžovou hadici opatřenou vnější rychlospojkou o průměru 9 mm. U této verze je druhá středotlaká hadice pro druhého účastníka. *Standard* má pouze jednu pryžovou středotlakou hadici bez rychlospojek, ale druhou hadici s rychlospojkou lze dodat.

Upínací systém TL – tvoří délkově stavitelný textilní popruh se sklápěcím lahvovým třmenem.

TL – k přístroji lze připojit ocelové a kompozitní TL buď samotné, nebo jako dvoumontáž.

Hmotnost – *Comfort*: bez OM a láhve 3,25 kg, bez OM a s 6,8l kompozitní láhví 9,85 kg, bez OM a s 6l ocelovou láhví 13,85 kg; *Standard*: bez OM a láhve 2,5 kg, bez OM a s 6,8l kompozitní lahví 9,1 kg, bez OM a s 6l ocelovou lahví 13,1 kg.



Obr. 3.16 VDP (zleva doprava): DRÄGER PSS 90, AUER AIR MAX, PLUTO, FENZY AIR 5500, RACAL 4000 a SCOTT AIR PAC 4,5

FENZY AIR

Autonomní přetlakové VDP se vyrábějí v mnoha variantách závislých na počtu, druhu a velikosti TL a typu použité OM. Do ČR byly dodávány typy s názvem *FENZY AIR 5000* a *FENZY AIR 5500*, které se lišily hlavně jiným materiálem, vyšší hodnotou statického přetlaku v OM a jiným barevným označení by passu a krytu redukčního ventilu (*AIR 5000* – červený, *AIR 5500* – žlutý). Funkcemi spolehlivé přístroje se však v ČR významně neuchytily. Uživatelé negativně hodnotili komplikované nasazení PA (nejprve OM až potom PA) zajišťované všemi 4 pojistkami.

RACAL 4000

Výroba přetlakových VDP *RACAL 4000* byla zrušena. Přístroje budou v provozu, dokud budou na trhu k dispozici náhradní díly a poskytovaný servis. Provedení PA a redukčního ventilu bylo kvalitně vypracováno do malých rozměrů. Přístroj byl konstruován ve dvou typech nosičů (pro zásah a pro velitele). Přístroje byly mnoha odborníky velmi dobře hodnoceny. Jejich nosiče jsou velice pohodlné a dobře rozkládají hmotnost přístroje, a to hlavně „velitelský nosič“, který rozkládá hmotnost pomocí vesty na celé tělo (záda a břicho) i při použití rozměrnějších TL.

SCOTT AIR PAC 4,5

Unikátně vypracovaný přetlakový VDP, který se u HZS ČR používal do roku 2010 výhradně HZS hlavního města Prahy. Využívá ojedinělého způsobu uchycení TL a dvojestupňového redukčního ventilu. Tento způsob uchycení a funkce vycházejí zejména z taktiky zásahů v USA. Servis těchto přístrojů v ČR si prováděli vyškolení technici HZS hl. města Prahy. Přístroj byl dodáván buď s manometrem, nebo kombinovaný s elektronickým bezpečnostním zařízením (čidlo na pohyb – „mrtvý muž“). Spolehlivý DP s pohodlným nosičem a velmi dobře konstruovanou PA, ve které je zabudovaný výdechový ventil a výstražné zařízení. Atypická konstrukce nosiče omezuje používání jiných TL.

3.4.3 Výpočet spotřeby vzduchu

V souvislosti s používáním VDP je pro hasiče velmi důležité umět si jednoduše vypočítat:

- a) *objem vzduchu v TL,*
- b) *osobní spotřebu vzduchu,*
- c) *ochrannou dobu VDP.*

Pro výpočet objemu vzduchu v TL se vychází ze **stavové rovnice ideálního plynu** (1). Ve skutečnosti se vzduch v TL nechová jako ideální plyn, ale jako *plyn reálný*, což se v následujících výpočtech zanedbává.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (1)$$

- p tlak [Pa]
- V objem [m³]
- n látkové množství [mol]
- R_m molární plynová konstanta; 8,314 JK⁻¹mol⁻¹
- T absolutní teplota [K]

Pro *izotermický děj* (teplota okolního vzduchu a vzduchu v TL jsou konstantní) se vztah (1) zjednodušuje:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad (2)$$

- p₁ tlak v TL [MPa; bar]
- p₂ atmosférický tlak [MPa; bar]
- V₁ vodní objem TL [l; m³]
- V₂ objem vzduchu v TL za normálních podmínek [l; m³]

Vzhledem k formě rovnice (2) se nemusejí veličiny vyjadřovat v jednotkách uvedených ve vztahu (1), ale v jednotkách libovolných, přičemž pro sobě odpovídající

stavové veličiny to musejí být jednotky vždy shodné. Pokud se ovšem tlak vyjádří v barech (atmosferický tlak je roven hodnotě $p_2 = 1 \text{ bar}$), potom se rovnice (2) zjednodušuje:

$$V_2 = p_1 \cdot V_1 \quad (3)$$

Jestliže za čas t se spotřebuje objem vzduchu V_2 , spotřeba vzduchu Q se vyjádří takto:

$$Q = V_2 / t \quad (4)$$

- V_2 objem vzduchu v TL za normálních podmínek [l]
 t ochranná doba VDP [min]
 Q spotřeba vzduchu [l/min]

Pokud zná hasič přibližně svou spotřebu vzduchu ve VDP při různých činnostech, může si odhadnout ochrannou dobu VDP:

$$t = V_2 / Q \quad (5)$$

Při výpočtech je nutno počítat se skutečností, že při změně teploty okolí dochází k významným změnám tlaku. Změna tlaku v láhvi při změně klimatických podmínkách vyplývá ze vztahu (1) (izochorický děj), kdy $p_1/T_1 = p_2/T_2$. To znamená, že např. při kontrole IDP s TL naplněnou při 20°C (293,15°K) na 280 bar se změní při poklesu teploty láhve na -10°C (263,15°K) hodnota tlaku na 260 bar (počítá se s absolutní teplotou vyjádřenou ve stupních Kelvina). Přitom množství vzduchu v TL zůstane vždy stejné. Uživatel by měl být poučen, že zjištěný údaj při kontrole tlaku v TL se musí vztáhnout na normální teplotu 15°C. Podrobnosti s mnoha případy je možno najít v použité a doporučené literatuře [3].

3.4.4 Používání vzduchových dýchacích přístrojů

Před použitím VDP provede uživatel kontrolu před použitím – *uživatelskou kontrolu*. VDP musí mít popruhy povoleny na maximum. Hadice je napojena na OM, lahvový ventil otevřen naplno (z bezpečnostních důvodů jej nutno pootočit zpět o ¼ otáčky). Dvojestupňový VDP musí mít PA přepnutou do podtlakového režimu.

Uživatelé jsou povinni:

- nasazovat si VDP v čistém prostředí a navzájem si pomáhat; řádně dotáhnout všechny délkově stavitelné popruhy a pro lepší usazení přístroje na záda je vhodné mírně poskočit a přitom dotáhnout ramenní popruhy (pozor na překroucení popruhů); bederní popruh dotáhnout tak, aby byla přezka ve středu břicha; volné konce popruhů zajistit proti volnému pohybu,
- při zásahu sledovat čerpání vzduchu VDP, přičemž na zpáteční cestu počítat s dvojnásobnou spotřebou dýchacího média než při cestě na místo zásahu; počítat se zásobou vzduchu na případnou dekontaminaci (min. 10 min),
- kontrolovat zásobu dýchacího média v TL, je-li manometr vyveden na ramenním popruhu; není-li manometr v dohledu uživatele (VDP Saturn), musí se skupina kontrolovat navzájem; klesne-li zásoba vzduchu k hodnotě potřebné

na bezpečný návrat jednomu z uživatelů VDP, opouští prostor celá skupina, i kdyby ostatní měli dostatečnou zásobu vzduchu.

Provádí-li uživatel extrémně namáhavou činnost, může mít pocit, že VDP nedává dostatečné množství vzduchu. Je to jen subjektivní pocit, kterého se může zbavit použitím bypassu (sprchy), kterým si dávákuje množství vzduchu, přičemž se výrazně zvyšuje spotřeba vzduchu. Před sejmutím OM u přetlakových VDP vypnout přetlak, aby nedocházelo ke zbytečnému úniku vzduchu z TL. Po ukončení činnosti je nutno uzavřít lahvový ventil a odtlakovat VDP pomocí bypassu.

Výměna TL DP patří mezi základní dovednosti uživatele VDP. Měla by se provádět v čistém prostředí. Postup:

- lahvový ventil TL na přístroji musí být uzavřen a celý systém VDP odtlakován, jinak nelze povolit šroubení spojující TL s přístrojem,
- povolit upínací systém TL a přístroj postavit na dno TL tak, aby byl nosič volný a mohlo se s ním pohybovat,
- rozpojit šroubení spojující láhev a přístroj; nejde-li to, pomoci si lehkými pohyby nosiče (nepoužívat kleště nebo svěrák – k některým přístrojům jsou dodávány speciální klíče na povolení),
- vytáhnout TL z nosiče a položit ji na bezpečné a k tomu určené místo hrdlem dolů, aby nedošlo ke vniknutí nečistot do lahvového ventilu,
- provést mírné od fouknutí vzduchu z nové TL jako prevenci proti zamrznutí či znečištění závitů odbočky lahvového ventilu,
- případnou vlhkost v lahvovém ventilu či na šroubení redukčního ventilu odstranit (např. otřením),
- nasadit TL na nosič (TL s nosičem postavit tak, aby nosič byl volný a mohlo se s ním hýbat),
- našroubovat šroubení TL na závit odbočky lahvového ventilu, a tím spojit láhev s přístrojem; nejde-li to, pohybovat lehce nosičem, než se najde poloha, při které půjde šroubování lehce (nepoužívat žádné prostředky k mazání),
- položit přístroj a dotáhnout upínací systém TL.

3.4.5 Řešení krizových situací

Při používání VDP může dojít k závadě na přístroji a zastavení dodávky vzduchu. Všeobecně pro řešení krizových situací platí následující pravidla:

- a) nepodléhat panice a situaci neodkladně nahlásit veliteli,
- b) urychleně řešit náhradní dýchání využitím zařízení k tomu určenému (napojení na druhý vývod) nebo improvizovaně,
- c) je-li prostor silně zakouřen, lehnout si na zem a odpojit si PA od OM; OM nechat nasazenou, chrání obličej a oči,
- d) spustit osobní alarm („mrtvého muže“), je-li jím VDP vybaven,
- e) neprodleně opustit nedýchatelný prostor, ale zbytečně neutíkat.

Důvodů, proč přístroj přestal fungovat, může být několik, a ty se mohou kombinovat. Nejpravděpodobnější závady jsou:

- a) přerušování nebo omezení dodávky vzduchu (vydýchaná TL),

- b) zablokování PA,
- c) zamrznutí lahvového nebo redukčního ventilu,
- d) prasklý zorník či jiné poškození obličejové OM,
- e) pád uživatele do vody,
- f) roztržení hadice.

3.4.5.1 Přerušení nebo omezení dodávky vzduchu

- Překontrolovat otevření ventilu TL – naplno a 1/4 otáčky zpět. Nedostatečné otevření ventilu TL může způsobit zamrznutí lahvového ventilu nebo redukčního ventilu. Příznakem závady bývá pulsování ručičky manometru – pokles při nádechu, nárůst při výdechu – nebo také volný průtok vzduchu.
- Připojit se na středotlakou přípojku druhého muže (pokud je přístroj tímto připojením vybaven). Uživatel rozeptne spoj mezi středotlakou spojkou a druhým stupněm PA a neprodleně se připojí na přípojku kolegy, který ji drží pevně v ruce (při této operaci nedýchá); oba ihned opustí prostor tak, že postižený se zaklesne za záchránce vložení ruky za jeho břišní popruh.
- Pokud je VDP vybaven systémem vysokotlakého plnění, stačí jej propojit s plnou TL, počkat až se tlaky vyrovnají a neprodleně opustit prostor (QUICK-FILL přípojka).
- Výměna TL – postižený se nadechne a zadrží dech, jeho kolega vymění TL a po připojení provede proplach (by pass), pak teprve může začít postižený dýchat.

3.4.5.2 Zablokování plicní automatiky

- Zkontrolovat tlak v TL; je-li dostatek vzduchu, zkusit použít bypass.
- V případě krátké nástupní trasy a nízké koncentrace NL odpojit hadici z OM, nádechový otvor přikrýt zásahovým kabátem a urychleně opustit prostor.
- Vyndat TL z VDP, schovat hlavu pod zásahový kabát a do tohoto prostoru pouštět vzduch z TL.

3.4.5.3 Zamrznutí redukčního ventilu

Patří k vážným krizovým situacím, ale oproti některým jiným lze této situaci předcházet. Hlavním faktorem je vysoká vlhkost vzduchu v TL (max. povolená vlhkost je 30 mg/m³ při 30 MPa a 50 mg/m³ při 20 MPa). Dále pak kondenzující vlhkost v lahvovém a redukčním ventilu, která je způsobena výrazným snížením teploty při vysokém průtoku vzduchu z TL. To samé platí v případě nečistot, které jsou zachyceny vstupním kovovým filtrem (sintrem), který zúží vstup vzduchu, což způsobí zrychlení proudění vzduchu a následně zamrznutí vnitřku lahvového nebo redukčního ventilu vlhkostí, která je obsažená ve vzduchu TL.

Jak se pozná, že zamrzá redukční ventil?

- nedostatečná dodávka vzduchu doprovázená vysokým nádechovým odporem,
- pulsování ručičky manometru (při nádechu výrazný pokles tlaku a při výdechu zvýšení tlaku),

- samovolné proudění vzduchu, aniž se uživatel nadechl.

Co urychluje zamrzání redukčního ventilu? Níže uvedené faktory, které jsou většinou zkombinované:

- a) vysoká spotřeba vzduchu uživatelem (rychlé dýchání),
- b) často používaný bypass,
- c) napojení druhého uživatele na jeden VDP,
- d) používání VDP při nízkých teplotách.

Jak předcházet zamrznutí?

- používat kvalitní kompresory s filtry zachycujícími vlhkost nebo pravidelné odkalování kompresoru,
- použité TL zcela nevypouštět – ponechat zbytkový přetlak,
- použité TL pokládat a skladovat hrdlem dolů nebo používat záslepky do odboček lahvových ventilů, aby nedošlo ke vniknutí nečistot či vody do ventilu a následně do TL,
- TL před nasazením na VDP nebo na plicí šroubení kompresoru odfouknout, aby došlo k případnému odstranění vody či nečistot z odbočky ventilu, které by mohly vniknout do TL nebo do redukčního ventilu.

Jak postupovat při zamrznutí?

- pokusit se snížit průtok vzduchu, např. pomalejším nebo mělčím dýcháním; námraza zakrátko povolí a průtok se obnoví,
- ihned opustit nebezpečný prostor a vyměnit DP,
- je-li možnost se napojit na druhý středotlaký vývod jiného přístroje, učinit tak a okamžitě opustit nebezpečný prostor a vyměnit si DP.

3.4.5.4 Prasklý zorník, pád pod vodní hladinu, roztržená hadice

Praskne-li zorník OM, odpojí se PA od OM a dýchá se přímo ze skříně PA. U pře-tlakových VDP je to riskantní, protože se mohou při spuštění přetlaku bez OM nádechem poranit plíce. U přístrojů s pravým bypasseem lze tímto zařízením bezpečně dávkovat vzduch. Extrémním řešením je dýchání přímo z proudu vzduchu z TL.

Pád s dýchacím přístrojem pod vodní hladinu – Konstrukce VDP vychází z potápěčských přístrojů a mnoho součástí a funkcí je naprosto shodných. Všeobecně lze doporučit nezmatkovat a v klidu dýchat a dotáhnout si OM. Dostane-li se do masky voda, vypudit ji silnějším a rychlým výdechem s mírně předkloněnou hlavou a snažit se dostat ven pomalým výstupem s pozvolným dýcháním. Nesmí se zdržovat dech, jinak je riziko barotraumatu. U přístroje SATURN může dojít ke zvýšení nádechového odporu, bude-li PA výše než dýchací cesty. V opačném případě může docházet k samovolnému otvírání PA vlivem hydrostatického tlaku vody. Ideální je, když je PA v úrovni úst.

Roztržená hadice – Jestliže se rotrhne nízkotlaká nebo středotlaká hadice, uživatel ji pevně stlačí a dýchá. Mimo zásah lze použít lepicí, popř. vulkanizační pásku. Dojde-li k prasknutí hadice k manometru, je to u zásahu neopravitelné. Výrobce osazuje připojení hadice *zpoždovací tryskou*, která omezuje plný průtok hadicí na hodnotu 50-60 l/min. Obecně platí stejná opatření jako při zablokování PA.

3.4.6 Údržba a skladování

Po použití musí projít každý VDP údržbou, která zahrnuje tyto činnosti:

- a) rozložení přístroje,
- b) čištění a desinfekci,
- c) sušení,
- d) kontrolu stavu součástek, popř. jejich opravu či výměnu,
- e) složení přístroje,
- f) zápis do karty nebo vyhotovení protokolu o zkoušce a měření.

3.4.6.1 Čištění a sušení

Rozložení přístroje provádí oprávněná osoba (technik CHS) v prostorech k tomu určených. Je vhodné mít jednotlivé části přístroje označené, aby nedošlo k záměně se součástkami jiného přístroje. Při rozložení přístroje je potřeba oddělit TL a dle typu přístroje např. popruhy, PA, u některých je nutné rozložit i povolené součásti PA, vrapovou hadici, OM, nosič a jeho polstrování. U těchto součástí se pak provádí čištění.

Čištění obličejové masky

- odpojit PA od OM nebo vrapové hadice,
- pokud je to možné, z OM demontovat průzvučnou membránu nebo jiné zařízení pro komunikaci, nádechové a výdechové ventily,
- malé znečištění odstranit pomocí vlhkého hadříku, OM ponořit do vlažné vody s běžnými saponátovými nebo čisticími prostředky (např. tekuté mýdlo nebo Jar); výrobci povolují použít měkké kartáčky,
- po odstranění nečistot OM opláchnout a vydesinfikovat a opět opláchnout,
- nakonec OM vysušit,
- OM složit, vyzkoušet a provést záznam o provedení kontroly a zkoušky,
- OM zabalit a uložit na určené místo.

Podobně probíhá čištění ostatních součástí VDP. Pokud výrobce v návodu k obsluze neuvede jinak, použije se následující postup:

- čistit (odstranit mechanické nečistoty) pomocí vlhkého hadříku, houbičky, jemného kartáčku, popř. ponořením do vlažné vody,
 - umýt ve slabém roztoku saponátu (např. 0,5-2% obj. roztok tekutého mýdla ve vodě),
 - desinfikovat ve slabém roztoku desinfekčního prostředku,
 - opláchnout ve vlažné vodě,
 - usušit při pokojové teplotě.
- a) PA – pokud to konstrukce a výrobce povoluje, provede se demontáž některých součástí (kryt membrány, membrána, tělo PA), které se následně čistí (viz výše),
 - b) vrapová hadice,

- c) středotlaké a vysokotlaké hadice – čištění se provádí jen povrchově bez desinfekce,
- d) popruhy a další textilní části – někteří výrobci povolují čištění popruhů v pračkách při teplotě do 40°C; před čištěním částí obsahující suchý zip je potřeba obě části zipu spojit,
- e) nosič – provést zaslepení vstupu do redukčního ventilu, aby nedošlo ke vniknutí vody; pokud se ponoří do vlažné vody, redukční ventil a konce středotlakých a vysokotlakých hadic neponořovat,
- f) TL a ochranný obal – nedesinfikovat; po vysušení preventivně odfouknout vzduch z TL; ochranný obal lze vyprat v pračce při teplotě do 40°C.

Sušení – Je důležité dokonale vysušit některé součásti, jako je PA a redukční ventil, neboť voda, kterou byly tyto součásti čištěny, může způsobit jejich zamrznutí. V každém návodu k obsluze by měl být uveden výrobcem způsob provádění sušení jednotlivých částí jejich přístroje. Všeobecné postupy a požadavky:

- a) provádět ve větraných prostorech tak, aby součásti VDP nebyly vystaveny přímému slunečnímu světlu nebo sálavému teplu,
- b) jednotlivé části zavěsit tak, aby z nich mohla volně vytékat voda; u některých součástí je třeba s nimi zatřepat, aby z nich vytekla voda,
- c) TL otřít do sucha nebo je nechat odkapat; láhev položit tak, aby bylo zabráněno jejímu pohybu a hrdlo směřovalo k zemi (pro urychlení a zkvalitnění sušení lze využít sušicí zařízení s prouděním teplého vzduchu).
- d) po sušení zkontrolovat stav součástí, popř. opravit, vyměnit, přístroj složit.

Složení přístroje

Jakmile jsou jednotlivé části vysušeny, provede se kompletace přístroje, vizuální kontrola a provozní kontrola na zkušebním zařízení. Následně se DP zařadí do pohotovosti nebo zálohy.

3.4.6.2 Skladování

VDP se skladují v pohotovosti, záloze nebo mohou být mimo provoz. DP musí být skladovány v suchém prostředí při teplotě 10° až 30°C tak, aby:

- nebyly vystaveny přímému slunečnímu záření,
- nebyly vystaveny výparům chemikálií,
- byly chráněny proti prachu (např. zakrytím),
- nebyly uloženy na sobě,
- nedocházelo k deformacím hadic, OM, manometrů nebo dalších součástí.

Skladování dýchacích přístrojů zařazených do pohotovosti

VDP zařazené do pohotovosti bývají převážně umístěny v požární technice. V závislosti na typu požárních automobilů mohou být přístroje umístěny:

- v kabině požárního automobilu (zabudované v sedadlech pro posádku nebo v držácích na krytu motoru); možnost nasazení přístroje již při jízdě k zásahu,
- v nástavbě automobilu – držáky jsou zabudovány v nástavbě a mohou být výsuvné nebo sklopné; přístroje nesmí být vystaveny působení výparů z pohon-

ných hmot nebo výfukových plynů, musejí být zajištěny proti pohybu, aby nemohlo docházet k jejich poškození, nebo zranění posádky.

Skladování přístrojů v záloze

Přístroje zařazené do zálohy bývají skladovány v dílnách nebo skladech CHS. Vzhledem k tomu, že součástí DP je také TL, tak toto místo musí splňovat požadavky pro skladování TL uvedených v ČSN 07 8304 (viz kap. 4).

Skladování přístrojů zařazených mimo provoz

DP vyřazené z užívání se skladují stejným způsobem jako přístroje v záloze. Musejí být odděleny od funkčních přístrojů a označeny „mimo provoz“.

Po ukončení údržby následuje provozní kontrola přístroje na statickém nebo dynamickém měřicím zařízení a provedení záznamu o zkoušce.

3.4.7 Kontroly

Povinnost provádění kontroly VDP ukládá vyhláška [11]. Kontroly VDP se provádějí:

- a) *před zavedením do užívání (provozní kontrola),*
- b) *před použitím (uživatelská kontrola),*
- c) *po použití (provozní kontrola),*
- d) *periodická (provozní kontrola),*
- e) *po opravě nebo revizi (provozní kontrola).*

Kontrolu před zavedením do užívání provádí technik CHS v rozsahu provozní kontroly. Kromě toho technik provede řádné zaevidování VDP dle požadavků modulu CHS v programu IKIS II (sběr dat) a pokynu HZS kraje (umístění). O naměřených údajích se provede záznam.

Kontrola přístroje před použitím se provádí uživatelem před zásahem (těsně před použitím) v rozsahu uživatelské kontroly. Kontrola se částečně liší u rovnotlakých a přetlakových VDP. Výsledek kontroly se nezaznamenává.

Kontrola přístroje po použití se provádí po celkovém ošetření DP po zásahu nebo výcviku v rozsahu provozní kontroly, bez rozlišení, zda jde o podtlakový či přetlakový VDP. Provádí ji technik CHS.

Kontrola přístroje po opravě a revizi se provádí po opravě nebo revizi VDP jako celku nebo jeho částí (např. PA nebo redukčního ventilu). Kontrolu provádí technik CHS v rozsahu provozní kontroly.

Kontrola přístroje periodická se provádí u přístrojů, které nebyly používány posledních 6 měsíců (např. přístroje zařazené do zálohy). Kontrolu provádí technik CHS v rozsahu provozní kontroly. Navíc se doporučuje vyměnit vzduch v TL, pokud nebyly používány, jinak Řád chemické služby HZS ČR určuje max. dobu mezi dvěma plněními TL 12 měsíců.

Funkční kontrola se provádí na zkušebním a měřicím zařízení. Při této kontrole se zjišťuje celkový stav a funkčnost přístroje a měří se statické, popř. dynamické hodnoty. Stejně jako u kontroly před použitím, tak i tato kontrola se liší pro VDP rov-

notlaké a přetlakové. Rozsah a četnost kontrol se provádí dle řádu nebo návodu od výrobců dýchací techniky.

3.4.7.1 Uživatelská kontrola rovnotlakého VDP

- Vizuální kontrola: Kompletnost přístroje, stav popruhů (musí být povoleny na maximum, nesmí být přetočené nebo poškozené), stav nosiče, horního závěsu, PA a OM.
- Kontrola dotažení všech spojů: Dotažení spojů mezi TL a horním závěsem, mezi horním závěsem a PA a mezi PA a vrapovou hadicí. Dále se pak kontroluje připojení vrapové hadice k OM a dotažení upínacího systému TL. Dotažení spojů se provádí pouze silou prstů ruky.
- Kontrola těsnosti vysokotlaké části a tlaku v láhvi: Otevře se ventil TL a natlakuje se vysokotlaká část DP. Tuto část tvoří horní závěs s přípojným šroubením na TL, PA a manometr i s ním samotným, včetně těsnících kroužků. Tímto se zjistí tlak na manometru. Následně se uzavře ventil TL. Dále se pak kontroluje pokles tlaku – povolený pokles je o 1 MPa za 1 min.
- Kontrola funkce PA: Otevře se ventil TL, přiloží se OM na obličej a provedou se 2-3 nádechy – kontrola, zda se otevře mechanismus PA a zda je dostatečná dávka vzduchu při velkém průtoku.
- Kontrola varovného signálu: Po kontrole vysokotlaké části se uzavře ventil TL. Jemným nádechem se snižuje tlak ve vysokotlaké i v nízkotlaké části. V rozmezí $5,5 \text{ MPa} \pm 0,5 \text{ MPa}$ musí zaznít varovný signál, který pak zní, dokud není ventil TL uzavřen, nebo dokud vzduch není vydýchán zcela na nulový tlak.
- Kontrola těsnosti nízkotlaké části: Ventil TL je uzavřen a přístroj bez tlaku. Přiložit OM k obličej, přiložit ji. Nádechem vznikne podtlak, který přisaje OM k obličej. V případě, že se podtlak snižuje, může být netěsnost v části od PA po OM. Zde jsou pouze dvě možnosti: špatná vrapová hadice nebo vadná OM.

Zjistí-li se při kontrole závada, nebo přístroj nesplňuje některou stanovenou hodnotu, musí být vyřazen z užívání do odstranění závad.

3.4.7.2 Uživatelská kontrola přetlakového VDP

- Vizuální kontrola: Kompletnost přístroje, stav popruhů (musí být povoleny na maximum, nesmí být přetočené nebo poškozené), stav nosiče, horního závěsu, PA a OM.
- Kontrola dotažení všech spojů: Dotažení spojů mezi TL a redukčním ventilem.
- Kontrola těsnosti vysokotlaké části a tlaku v láhvi: Otevře se ventil TL a nechá se natlakovat vysokotlaká část DP. Tuto část tvoří redukční ventil s přípojným šroubením na TL a hadice s manometrem, včetně těsnících kroužků. Tímto se zjistí tlak na manometru. Následně se uzavře ventil TL. Dále se pak kontroluje pokles tlaku – povolený pokles je o 1 MPa za 1 min. Minimální tlak v TL může být max. o 10 % nižší než je plnicí tlak TL.
- Kontrola středotlaké části, kterou představuje středotlaká hadice spojující redukční ventil s PA a spojovací rychlospojky. PA je v podtlakovém režimu. Otevře se ventil TL a ze středotlaké části nesmí utíkat vzduch. Kontrola se provádí poslechem.

- Kontrola funkce PA: Otevře se ventil TL, přiloží se OM na obličej (nenasazovat) s PA a provedou se 2-3 silné nádechy. Musí dojít ke spuštění přetlaku a k dodávání dostatečného množství vzduchu; zkouška bypassu.
- Kontrola varovného signálu: uzavře se ventil TL a nádechem bypassem se snižuje tlak vzduchu v přístroji a přitom se kontroluje na manometru hodnota, při které se spustí varovný signál (v rozmezí $5,5 \text{ MPa} \pm 0,5 \text{ MPa}$).
- Kontrola těsnosti nízkotlaké části: Ventil TL je uzavřen, přístroj odtlakován. Přiloží se OM k obličejí a přitlačí se. Nádechem vznikne podtlak. V případě, že se podtlak snižuje – podchází – může se projevit netěsnost způsobená špatně nasazenou PA na OM, špatným těsněním nebo špatnou a poškozenou OM.

Zjistí-li se při kontrole závada, nebo přístroj nesplňuje některou stanovenou hodnotu, musí být přístroj vyřazen z užívání do odstranění závad.



Obr. 3.17 Měřicí skříňka MEDI

3.4.7.3 Provozní kontrola

Před vlastní provozní kontrolou je nutno provést kontrolu zkušebního a měřicího zařízení, která spočívá:

- ve vizuální kontrole měřicího zařízení,
- kontrole funkce rozváděcích ventilů, dmychadla, stopek a vyrovnávacího tlaku,
- nastavení barometrického tlaku na hodnotu 0 pomocí seřizovacího šroubu „0“,
- kontrole těsnosti zařízení na podtlak a přetlak.

Zkušební zařízení je ve smyslu metrologického zákona [6] *pracovním měřidlem stanoveným*, proto musí být jednou za 2 roky ověřeno. *Ověřením* stanoveného měřidla se potvrzuje, že měřidlo má požadované metrologické vlastnosti. Ověření je oprávněn provádět Český metrologický institut nebo autorizované metrologické středisko, které opatří stanovené měřidlo úřední značkou nebo vydá ověřovací list. Před uvedením stanovených měřidel do oběhu má jejich výrobce a po provedení opravy těchto měřidel opravce povinnost zajistit jejich prvotní ověření (u ostatních měřidel jejich prvot-

ní kalibraci). Prvotní ověření dovážených stanovených měřidel zajišťuje jejich uživatel, pokud to již nebylo zajištěno dovozcem nebo zahraničním výrobcem.

VDP se zkoušejí na měřicích zařízeních:

- a) statických,
- b) dynamických.

Statická měřicí zařízení jsou zařízení, na kterých lze měřit pouze těsnost měřeného přístroje a hodnoty tlaků. Mají malé rozměry a nízkou hmotnost, takže jsou přenosné a mobilní. Přesto jsou náchylné na otřesy, proto při přenášení a převážení je třeba opatrnosti. Jedná se o *měřicí skříňky*, *měřicí kufříky* a *měřicí hlavy*. Pomocí měřicích skříněk a kufříků se zkoušejí DP, pomocí měřicích hlav OM.

Měřicí skříňky (MEDI, RZ 25) jsou určeny pro měření vzduchových i kyslíkových DP. Jsou to již dožívající měřicí zařízení, ale měření DP na nich je zcela jednoduché, rychlé a přesné. Lze na nich měřit za pomoci přídatných komponentů i DP přetlakové. Nedají se napojit na počítač. V současné době jsou nahrazovány novými modernějšími zařízeními, měřicími kufříky, které lze napojit na počítač a vytisknout protokol.

Na měřicí skříňce se provádí dle ČSN EN 137:

- zkouška těsnosti přetlakem,
- zkouška těsnosti podtlakem,
- zkouška spínání PA,
- zkouška otevírání pojistného ventilu (KDP),
- měření stálé dávky (KDP),
- zkouška těsnosti ventilů (KDP Medi),
- spínání varovného signálu (nepřímý způsob měření).

Měřicí kufřík (MSA Auer, Dräger Safety, K&V, Tensio) je dodáván ve dvou verzích: bez propojení nebo s propojením na počítač (tiskne se zkušební protokol). Na zařízení se měří:

- těsnost za podtlaku -800 Pa,
- otevírací podtlak PA,
- statický redukovaný tlak,
- vysokotlaká a středotlaká těsnost přístroje,
- vnitřní těsnost přístroje,
- sepnutí zvukové signalizace,
- tlakoměr přístroje,
- těsnost za přetlaku $+800$ Pa / $+1\ 600$ Pa,
- tlakoměry měřicích skříněk.

Měřicí hlava slouží ve spojení s měřicí skříňkou, kufříkem nebo dynamickým měřicím zařízením pro měření těsnosti a dalších parametrů OM.

Dynamická zkušební a měřicí zařízení jsou zařízení o větších rozměrech a hmotnosti, proto nejsou přenosná, ale stacionární. Měří jednak těsnost DP a OM, navíc měří *dynamické hodnoty*, jako jsou průtoky vzduchu při různých tlacích:

- těsnost přístroje za podtlaku -800 Pa,
- otevírací podtlak PA,
- dynamické měření průtoku jako funkce nádechového tlaku včetně grafického záznamu,
- dynamické měření průtoku jako funkce výdechového tlaku včetně grafického záznamu,
- kontrola statického a dynamického redukovaného tlaku včetně grafického záznamu,
- kontrola vysokotlaké těsnosti přístroje,
- kontrola vysokotlaké vnitřní těsnosti přístroje,
- kontrola činnosti zvukové signalizace,
- kontrola manometrů,
- těsnost přístrojů za přetlaku $+800$ Pa,
- kontrola vzduchové sprchy u přetlakových VDP,
- archiv měření (magnetický i písemný),
- prognóza závad u měřených DP,
- kontrola měřicích skříněk,
- kontrola plynotěsných protichemických ochranných oděvů,
- kontrola OM.



Obr. 3.18 Univerzální zkušební měřicí zařízení (K&V)

Dynamická zkušební a měřicí zařízení vyrábějí téměř všichni výrobci dýchací techniky. U HZS ČR jsou nejčastěji používána zařízení firem K&V (univerzální měřicí

zařízení) a Dräger Safety (Qvestor) v poloautomatickém nebo automatickém provedení. Obě společnosti garantují přesnost měření v rozsahu 1-2 %. Obě zařízení jsou kompatibilní s PC a tiskárnou, kde se archivují záznamy (včetně grafických) a vyhotovují a archivují se zkušební protokoly.



Obr. 3.19 Zkušební a měřicí zařízení Qvestor (Dräger Safety)

3.5 KYSLÍKOVÉ DÝCHACÍ PŘÍSTROJE

Kyslíkové dýchací přístroje (KDP) se používají ve specifických podmínkách některými HZS podniků, např. HZS Dopravního podniku hl. m. Prahy (Metro). HZS krajů používají KDP sporadicky; ve své výbavě je má pouze několik HZS krajů, takže celkový počet přístrojů je cca 100 kusů (r. 2012). Nejvíce KDP používala báňská záchranná služba.

KDP jsou IDP s uzavřeným okruhem. Jsou určeny k ochraně člověka před škodlivým ovzduším bez ohledu na koncentraci kyslíku v daném prostředí. Dělí se na KDP s:

- a) *tlakovým (plynným) kyslíkem,*
- b) *chemicky vázaným (vyvíjeným) kyslíkem,*
- c) *tekutým kyslíkem (nejsou v ČR používány).*

3.5.1 Kyslíkové dýchací přístroje s tlakovým kyslíkem

Kyslíkové dýchací přístroje (KDP) s tlakovým kyslíkem patří mezi nejrozšířenější přístroje. Princip tohoto přístroje vychází z předpokladu, že při dýchání využívá člověk ze vzduchu jen kyslík. Při výdechu, jehož vzduch obsahuje cca 17 % O₂ a 4 % CO₂, se CO₂ zachytí na pohlcovači a O₂ se doplní na optimální koncentraci z TL.

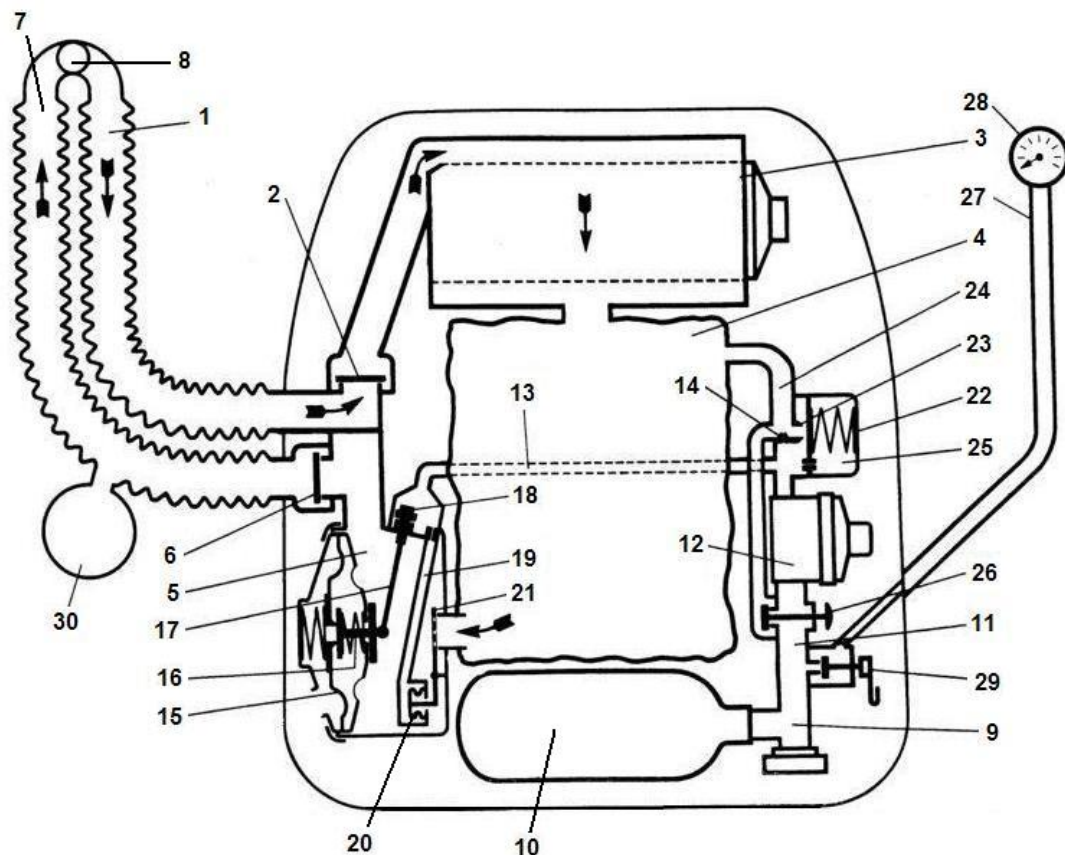
Základními částmi KDP s plynným kyslíkem jsou (viz obr. 3.20):

- *TL (9, 10)* – nejčastěji se používají TL o vodním objemu 1-2 l s plnicím tlakem 200 bar,
- *redukční ventil (12)* – redukuje vysokotlak na pracovní tlak 3-4 bar; většinou se používá pružinový redukční systém s membránou,

- *dýchací vak (4)* – pogumovaná textilie z butylkaučuku se speciální povrchovou úpravou s vývody pro vdechované a vydechované médium o objemu 4-10 l, jejímž účelem je vyrovnat objem vzdušnin,
- *pohlcovač (3)*,
- *nádechová a výdechová komora (2, 6)* – kovové pouzdro, uvnitř něhož je nádechový a výdechový ventil pro uspořádání vzdušnin v přístroji; těleso je využito pro uložení systému varovného signálu; ventily většinou pryžové – uzavřená poloha je ve směru dechu aretována buď pružinou, nebo pružností vlastního materiálu, a obráceně v protisměru dosednou do sedla ventilu,
- *centrální přípojka (8)* – slouží k připojení dýchacích hadic k masce (šroubení),
- *varovný signál (19-21)* – akustická signalizace o množství kyslíku v TL; konstruována na bázi primárního tlaku nebo na elektronickém principu,
- *vedení stálé dávky (14)* – mosazná, pryžová nebo plastová trubička k přívodu stálé dávky O₂ (0,9-2 l/min) pod či nad nádechový ventil nebo do vaku či PA,
- *PA (5, 15, 17, 18)* – slouží k automatickému dávkování O₂ do přístroje; u novějších přístrojů konstruováno na membránovém principu, který přenáší podtlak ve vaku na membránu PA, která je umístěna v pouzdře spojeném s vakem; změna průhybu membrány pak působí na páčku PA s vyvraccí kuželkou; množství O₂ při sepnutí PA se pohybuje v rozmezí 60-110 l/min,
- *ruční přidavný ventil (bypass; 26)* – slouží k ručnímu přidání tlakového O₂ do dýchacího vaku v havarijních situacích; množství cca 60-110 l/min,
- *manometr (28)* – kontrola tlaku v kyslíkové TL; buď upevněn na redukčním ventilu, nebo prodlouženém manometrovém vedení,
- *manometrové vedení (27)* – trubice o malém průměru s uzavíracím ventilem, chráněná proti vnějším mechanickým vlivům opletem a pogumováním,
- *uzavírací ventil manometrového vedení (29)* – ručně ovládaný ventil pro uzavření přívodu kyslíku k manometru (poškození vedení by znamenalo únik kyslíku),
- *přetlakový ventil (16)* – pro přepouštění případného přetlaku vzdušnin ve vaku do okolního prostoru,
- *nádechová a výdechová hadice (1, 7)* – k bezpečnému spojení přístroje s dýchacími orgány uživatele; na obou koncích šroubení pro připojení k dýchacím komorám a masce; u některých typů nosičem sliníku,
- *sliník (30)* – slouží k odstranění části kondenzátu z přístroje; kovové pouzdro vřazené do dýchací cesty na centrální přípojce nebo v nádechové hadici; na dně výpustný šroub,
- *proplachovací obvod (22-25)* – k automatickému propláchnutí přístroje po otevření lahvového ventilu (cca 6 l/min),
- *kryt přístroje s upínacími popruhy* – ochrana vnitřních částí přístroje před mechanickým poškozením; vyroben z lehkých slitin nebo z oceli.

Pohlcovač slouží k pohlcování CO₂, popř. vlhkosti z vydechovaných vzdušnin. Průměrný obsah CO₂ po dobu použití přístroje nesmí překročit 0,3 % obj., nárazově může být max. 2,5 % obj. a na konci pracovní doby nemá být vyšší než 0,5 % obj. Dýchací ventily musí od sebe bezpečně oddělit vdechované a vydechované vzdušniny a zajistit, aby veškerý CO₂ byl odveden do pohlcovače a nezůstal v mrtvém prostoru

OM, odkud by mohl být znovu vdechnut. Odpor pohlčovače nemá na konci ochranné doby přesáhnout 200 Pa.



Obr. 3.20 Schéma kyslíkového dýchacího přístroje

Požadavky kladené na pohlčovače:

- maximální možná absorbuující plocha,
- těsný kontakt výdechu a absorbentu,
- malý odpor dýchacích cest,
- dostatečná doba (dráha) pro styk výdechu s absorbentem,
- nespékavost obsahu,
- bezporuchovost v každé poloze.

Pohlčovače CO₂ se dělí na:

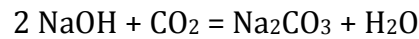
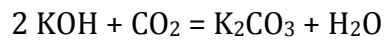
- jednorázové,
- plnitelné.

3.5.1.1 Jednorázové pohlčovače

Jednorázové pohlčovače (CS pohlčovače) se podle velikosti dělí na jednohodinové, dvouhodinové nebo čtyřhodinové. Je to nádoba elipsovitého tvaru vyrobená z ocelového plechu se vstupním a výstupním otvorem, která se skládá z obalu, náplně a sít. CS pohlčovač je opatřen víčky, kde jsou vsazeny můstky se závitem pro připojení k přístrojům. Náplň pohlčovače je rovnoměrně rozložena mezi vlnitá a rovná síta; husté síto na obou koncích zabraňuje vypadávání drobnějších částí náplně. Jako nápl-

ně se používají hydroxid sodný (NaOH) a hydroxid draselný (KOH) v poměru 9:1, které kromě CO₂ zachycují též vodní páru, čímž dochází k rozleptání a spékání zrněk.

Chemické reakce probíhající v pohlcovači:



Obr. 3.21 Kyslíkový dýchací přístroj BG 174

V obou případech se jedná o exotermickou reakci (uvolňuje se teplo), při které jsou vydechované vzdušiny ohřívány až na teplotu kolem 100 °C. CS pohlcovač neumožňuje přerušit dýchání, jinak se probíhající reakce zastaví, dojde ke spečení zrněk a pohlcovač se stane neprůchodným. Uvolněné teplo způsobuje, že jsou vzdušiny horké, což může být pro uživatele dost nepříjemné. Na druhou stranu zvýšená teplota vzdušnin je indikátorem správné funkce pohlcovače. Před použitím je nutné pohlcovač nejdříve rozdýchat, aby se nastartovaly chemické reakce a po použití je nutno zacházet s pohlcovačem opatrně, protože obsah bývá tekutý a silně žíravý. CS pohlcovač se musí přechovávat s neporušenými uzávěry, aby jej nemohla vzdušná vlhkost znehodnotit. Proto je třeba kontrolovat jeho hmotnost v časových limitech stanovených výrobcem a hmotnostní přírůstek se nesmí lišit od údaje na štítku. Při zatřepání musí náplň „chrastit“, jinak jsou zrnka spečená a pohlcovač znehodnocený.

Výhody CS pohlcovače:

- a) snadná manipulace při použití,
- b) vysoká účinnost filtrace,
- c) relativně nižší vlhkost nádechu.

Nevýhody CS pohlcovače:

- a) drahá výroba a vysoká nákupní cena,
- b) vysoká agresivita náplně,
- c) hygroskopicitá náplně (vyšší nároky na skladování),

- d) nebezpečí zablokování pohlcovače,
- e) vysoké reakční teplo,
- f) kontrola vážením.



Obr. 3.22 Pohlcovač

3.5.1.2 Plnitelné pohlcovače

Plnitelné pohlcovače (natronovým vápnem) v poslední době vytěsňují CS pohlcovače pro ekonomičtější provoz, bezpečnější manipulaci a opakované použití. Pohlcovač je tvořen plechovým obalem, v němž je zhotovena pomocí jemného síta mezikompartimenty pro proudění vzdušnin. V ČR se používá natronové vápno pro lékařské účely: směs $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH a CaCO_3 . Natronové vápno jsou bílé nebo nažedlé granulky, které po zreagování zmodrají.

Výhody natronového pohlcovače:

- a) výrazně nižší pořizovací cena (až 10krát),
- b) nižší reakční teplo,
- c) bezpečnější manipulace,
- d) možnost přerušování dýchání,
- e) nižší nároky na skladování.

Nevýhody CS pohlcovače:

- a) vyšší vlhkost v přístroji,
- b) náročnější manipulace při plnění a ukončení práce s přístrojem,
- c) horší pocit při dýchání.

KDP s natronovým pohlcovačem fungují tak, že po otevření ventilu TL o počátečním tlaku 200 bar vstupuje kyslík do redukčního ventilu, kde se jeho tlak snižuje na pracovní tlak (4 bar). Nejdříve dochází k otevření ventilu automatického proplachu a kyslík plní okruh přístroje až do okamžiku, kdy se automatický proplach v důsledku nárůstu tlaku před tryskou za membránou sám uzavře. Po uzavření automatického proplachu se kyslík dávkuje až třemi tlakovými okruhy:

1. *dávkovací okruh* – stálá dávka (1,5 l/min), tvořena tryskou a potrubím stálé dávky vyvedené do dýchacího vaku a pak do dýchacích cest, což odpovídá výkonu na úrovni rychlé chůze,
2. *dávkovací okruh* – v případě větší zátěže by se uživatel dusil, proto je KDP vybaven podpůrným okruhem (PA), který v případě podtlaku v okruhu doplní čistý kyslík (pokrytí spotřeby kyslíku při větší námaze),
3. *dávkovací okruh* – ruční přídavkový ventil, vysokotlaký okruh obcházející redukční systém a končící v potrubí stálé dávky.

Při dýchání vydechuje uživatel do výdechové komory přes centrální přípojku, výdechovou hadici, výdechový ventil, pohlcovač až do vaku. Při nádechu vdechuje zbytkové vzdušiny z vaku (O₂ a N₂) obohacené kyslíkem přes nádechový ventil a nádechovou hadici.

Pokud stálá dávka stačí pokrýt spotřebu při dané zátěži, cyklus se neustále opakuje. Při větší spotřebě kyslíku vznikne v přístroji podtlak a dojde k sepnutí PA, která doplní chybějící kyslík a opět se uzavře. Vznikne-li přetlak v okruhu přístroje, je vyrovnán do ovzduší pomocí přetlakového ventilu. Při poklesu tlaku pod havarijní zásobu se uzavře systém varovného signálu, který je rozezvučován při každém nádechu uživatele (princip foukací harmoniky). Je-li porušena těsnost na tlakovém vedení manometru, je nutné jej neprodleně uzavřít ventilem.

3.5.2 Kyslíkové dýchací přístroje s chemicky vázaným kyslíkem

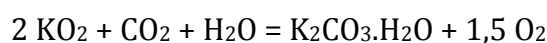
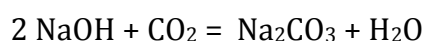
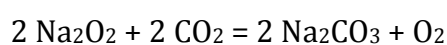
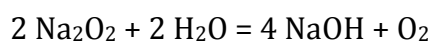
KDP s chemicky vázaným kyslíkem využívají vyvíjení kyslíku na bázi chemických reakcí. Dělí se na:

- a) *pneumatogové* – vyvíječe pracují na bázi peroxidů či hyperoxidů alkalických kovů,
- b) *nascogenové* – kyslík se vyvíjí hořením chlorečnanu draselného.

Pneumatogové přístroje používají peroxid sodíku (Na₂O₂) nebo hyperoxid draselný (KO₂). Přídavkem katalyzátoru (Mn, Cr, Ni, Co nebo Cu) se reakce urychluje. Použité chemikálie vážou vydechovaný CO₂ a vodní páry a přitom uvolňují ekvivalentní množství kyslíku. Musí být schopny reakce v teplotním rozmezí -25 °C až +60 °C a dlouhodobého skladování bez ztráty kyslíku.

Peroxidy jsou uloženy ve vyvíječích, ve kterých jsou mezi jednotlivými vrstvami síta zabraňující abrazi peroxidu nebo hyperoxidu. Vyvíjení iniciuje *startér*. Všechny reakce ve vyvíječi jsou silně exotermické (dosahuje se teplota přes 100 °C), proto pro odvod tepla z přístroje je namontován chladič. Např. 250-300 g peroxidu sodíku vyvine 50-60 l kyslíku.

Příklady reakcí:

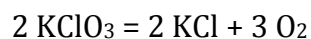


KDP Air Elite jsou pneumatogovými přístroji, u kterých se využívá vyvíjení kyslíku chemickou reakcí pouze s hyperoxidem draselným. Vzdušniny jsou poháněny měřicím dmychadlem. Přístroj je vybaven několikasupňovým systémem chlazení, který udržuje teplotu vzdušnin kolem 40 °C. Varovný signál upozorňuje uživatele při zůstatku 20 % a 5 % zásoby kyslíku.

Vydechované vzdušniny přicházejí vrapovou hadicí do vaku, který je dvoudílný (menší ve větším), pomocí dmychadla do dělicího vaku nad zásobníky a pak prochází oběma vyvíječi (v jejich mezistěně chladicí voda), které jsou naplněny KO₂. Vdechované vzdušniny obohacené o kyslík pokračují do druhého chladicího okruhu (chladič v mezistěně spodního víka). Dále vzdušniny stoupají trubicí do nádechového vaku. Vyvíječe jsou dimenzovány na zásobu 4800 l kyslíku.

Na rozdíl od KDP s plynným kyslíkem nejsou využity žádné tlakové nádoby, ani redukční systémy, protože systém je na úrovni tlaku okolní atmosféry. Přístroj se spouští automaticky po odpojení centrálního připojení, startéry jsou iniciovány elektricky, reakci nelze přerušit. Spotřebované vyvíječe se po demontování zasílají k naplnění. Výhodou přístroje je minimalizace nákladů; údržba spočívá v dobíjení akumulátorku.

U *nascogenových přístrojů* se používá chlorečnan draselný (KClO₃), který termickým rozkladem uvolňuje kyslík:



Zásoba kyslíku v přístrojích je ve formě briketových bloků ze směsi chlorečnanu, tepelně izolačního materiálu a práškového železa s přísádkou pojiva. Brikety se iniciují startovacím zařízením, při reakci se spaluje Fe na Fe₂O₃ (dále funguje jako katalyzátor) a vzniklým reakčním teplem se udržuje briketa v chodu. Tepelně izolační materiál (dříve se používal dnes již zakázaný azbest) zabraňuje roztavení brikety. Při reakci vzniká nepatrné množství chlóru, který se neutralizuje přísádkou BaO, a dalších látek; před intoxikací dýchacích cest je vřazen speciální filtr. 1 kg KClO₃ vyvine až 275 l O₂. Nastartovaná reakce se nedá přerušit.

3.5.3 Kontroly

KDP se kontrolují formou provozní kontroly jednou za 6 měsíců a po použití; stejné platí o OM k KDP.

Provozní kontrola:

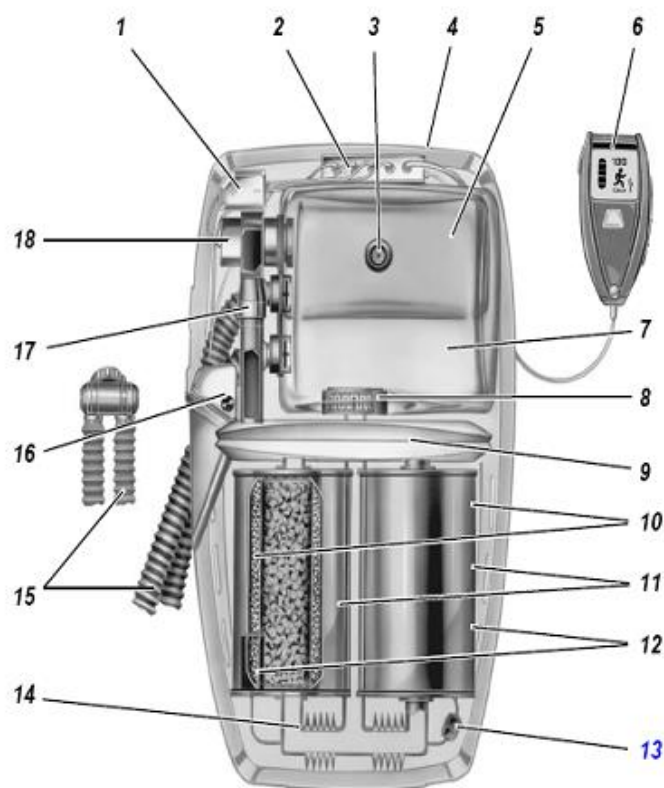
- a) uživatelská kontrola,
- b) měření stálé dávky,
- c) měření přetlakového ventilu,
- d) měření otevírání PA,
- e) měření těsnosti přetlakem 800 Pa,
- f) měření těsnosti podtlakem –800 Pa,
- g) měření těsnosti OM přetlakem 800 Pa a podtlakem –800 Pa a měření nádechového a výdechového odporu.

Uživatelská kontrola zahrnuje tyto činnosti:

- a) vizuální kontrola,

- b) kontrola dotažení spojů,
- c) kontrola těsnosti nádechového a výdechového ventilu,
- d) kontrola varovného signálu,
- e) kontrola tlaku v TL,
- f) kontrola ručně přídavného ventilu,
- g) kontrola spínání PA,
- h) kontrola přetlakového ventilu,
- i) kontrola těsnosti přístroje,
- j) kontrola těsnosti OM.

Pohlcovače se kontrolují zvážením v intervalech stanovených výrobcem. Nominální údaje musí být uvedeny na štítku.



Obr. 3.23 Schéma kyslíkového dýchacího přístroje Air Elite: 1 – akumulátor, 2 – elektrický rozvaděč, 3 – přetlakový ventil (zadní strana dýchacího vaku), 4 – zdířka pro nabíjení, 5 – výdechový vak, 6 – IC-Air, 7 – nádechový vak, 8 – filtr na zachycování částic, 9 – rozdělovač vzdušniny, 10 – chladičí plášť, 11 – kanystr s chemikálií (2x), 12 – rychlostartér (2x), 13 – přípojka kabelu startéru, 14 – vedení chladičem, 15 – sada dýchacích hadic, 16 – senzorová jednotka, 17 – přepážka se směrovými ventily, 18 – ventilátor – přípojka masky na startovací automat (na levém ramenním popruhu)

3.5.4 Srovnání kyslíkových a vzduchových dýchacích přístrojů

Průměrná ochranná doba VDP se pohybuje mezi 30-40 min, ochranná doba KDP je podle typu přístroje 2-4 h. KDP jsou oproti VDP složitější a náročnější na používání a údržbu. V KDP má vzduch poměrně vysokou teplotu, je velmi suchý a pro netrénovanou osobu to může být velmi nepříjemné. Provoz KDP je ekonomicky

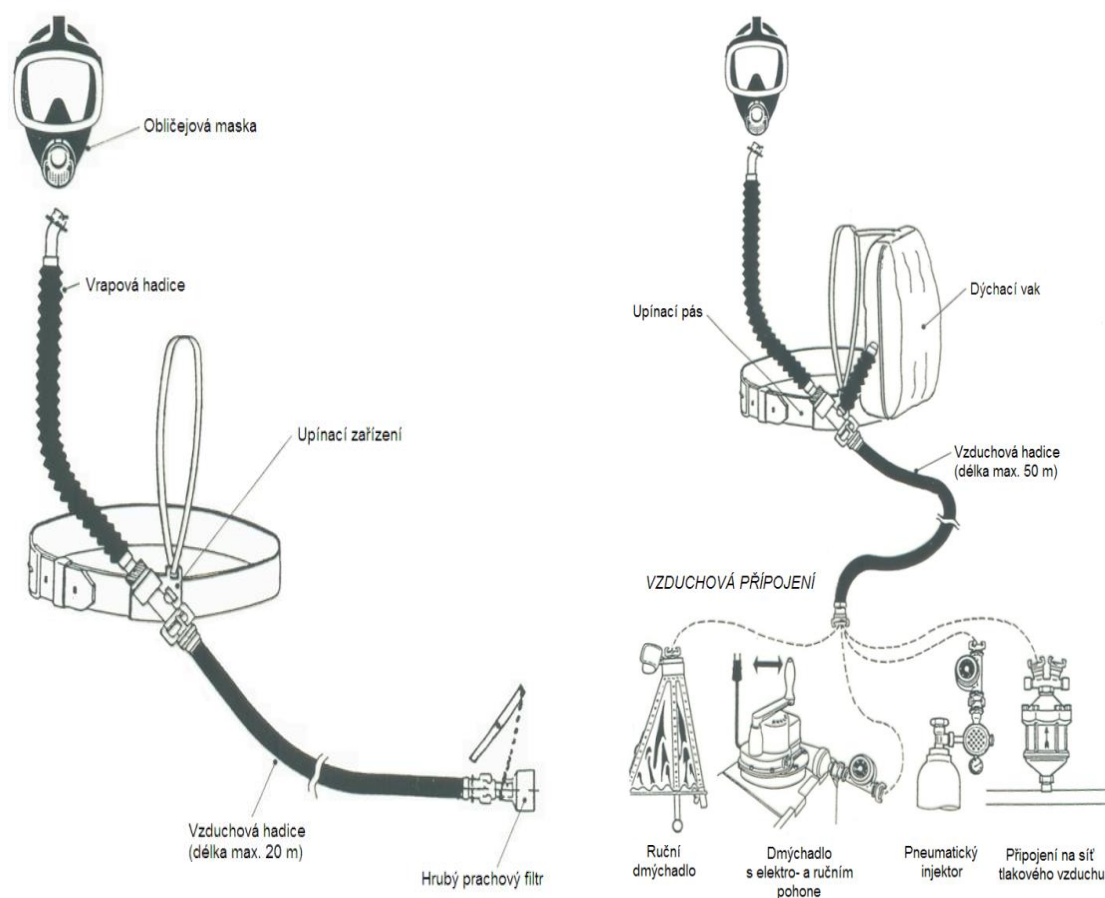
náročnější, protože je třeba pořizovat kyslík a pohlcovač. Rovněž pořizovací cena KDP je ve srovnání s VDP několikanásobně vyšší.

Obr. 3.11 Porovnání vybraných kyslíkových dýchacích přístrojů

| Přístroj | Výrobce | Rozměry [mm] | Hmotnost [kg] | Pohlcovač | Ochranná doba [h] | Zásobník O ₂ |
|------------|---------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|---|
| BG 4 | Dräger Safety | 590x450x145 | 12,8 | natron. vápno | 4 | TL O ₂ 2l/20 MPa |
| BG 174 | Dräger Safety | 485x435x160 | 12,8 | sodnodraselný | 4 | TL O ₂ 2l/20 MPa |
| Travox 120 | Dräger Safety | 485x370x145 | 10,9 | natron. vápno | 2 | TL O ₂ 1l/20 MPa |
| Tramix | Dräger Safety | 595x450x145 | 12,0 | natron. vápno | 2 | TL O ₂ /N ₂ 3l/30 MPa |
| KP 120 | MEVA | 492x375x175 | 10,0 | natron. vápno | 2 | TL O ₂ 1l/20 MPa |
| Air Elite | MSA Auer | 570x370x170 | 12,0 | - | 2 | vyvíječ O ₂ |

3.6 HADICOVÉ DÝCHACÍ PŘÍSTROJE

Hadicové dýchací přístroje (HDP) jsou neautonomní dálkové IDP. Nádech se provádí buď z čisté atmosféry nebo zásobníku dýchacího média pomocí hadice. Z názvu již vyplývá, že uživatel není závislý na okolní atmosféře a že dýchací médium je dodáváno z externího zdroje, který je vzdálen od uživatele na určitou vzdálenost.



Obr. 3.24 Schéma hadicového dýchacího přístroje rovnotlakého a přetlakového

HDP se dělí na:

- a) *rovnotlaké,*
- b) *přetlakové.*

U **rovnotlakých HDP** se vzduch pro dýchání dodává pouze podtlakem, který je způsoben nádechem. Přívodní hadice nesmí přesahovat délku 20 m a musí být takového provedení, aby nádechový odpor nebyl příliš vysoký a práce v DP byla snesitelná a bezpečná.

U **přetlakových HDP** je udržován trvale přetlak dýchaného média. Přetlak umožňuje použití neomezené délky hadice, která přivádí vzduch do OM uživatele. Vzhledem k přetlakovému provedení je zde délka limitována od 20 m výše.

Spojení přístroje a dýchacích cest uživatele je provedeno OM nebo kuklou, do které se přivádí vzduch. Pokud se jedná o přetlakový přístroj, musí být tlak přiváděného vzduchu regulován redukčním zařízením – redukčním ventilem a PA. Aby nedošlo při práci ke stržení OM, je hadice připevněna na zádech nebo v pase uživatele. Jako zdroje vzduchu se mohou použít TL, kompresor nebo dmychadlo. Použití HDP se předpokládá při dlouhodobé práci v uzavřených prostorách: práce v jímkách, silech, kanálech apod. Jeho nevýhodou je nebezpečí poškození přívodní hadice. U HZS ČR se prakticky nepoužívají.

3.7 ZÁSADY POUŽÍVÁNÍ IZOLAČNÍCH DÝCHACÍCH PŘÍSTROJŮ

V této kapitole jsou uvedeny zásady používání izolačních dýchacích přístrojů (IDP). Podle *Řádu chemické služby HZS ČR smí IDP používat pouze uživatel dýchací techniky,*

- a) který je starší než 18 let,
- b) který má platnou preventivní lékařskou prohlídku (lhůty preventivních lékařských prohlídek viz řád),
- c) který prokázal odborné znalosti a praktické dovednosti pro jejich používání,
- d) absolvoval předepsaná školení a praktický výcvik s IDP.

IDP *nesmí používat* uživatel dýchací techniky,

- a) který se subjektivně necítí dobře,
- b) který požil alkoholický nápoj nebo psychotropní látku,
- c) jehož úprava zevnějšku není z hlediska použití prostředku bezpečná,
- d) těhotná příslušnice a příslušnice do konce devátého měsíce po porodu.

IDP mohou používat pod dohledem uživatele dýchací techniky i osoby, které nejsou uživateli dýchací techniky, pokud hrozí *nebezpečí z prodlení* při záchranných pracích.

Uživatel dýchací techniky musí

- a) znát svou průměrnou spotřebu dýchacího média v DP, který JPO používá, a umět vypočítat, po jakou dobu mu vydrží momentální zásoba vzduchu v TL při průměrné spotřebě, která závisí na momentální situaci a druhu zátěže,

- b) při zásahu sledovat čerpání zásoby dýchacího média svého IDP, přičemž činnosti na místě zásahu ukončit včas tak, aby zásoba dýchacího média byla dostatečná pro zpáteční cestu i pro provedení případné dekontaminace (cca 10 min); zásoba dýchacího média pro zpáteční cestu se musí rovnat dvojnásobku objemu dýchacího média spotřebovaného k cestě na místo nasazení,
- c) použít v rámci zásahu nebo praktické odborné přípravy autonomní DP vzduchový s otevřeným okruhem nejméně jednou za 3 měsíce; doporučuje se jednou ročně absolvovat výcvik v polygonu nebo v prostorách simulující reálné podmínky zásahu,
- d) použít v rámci zásahu nebo odborné přípravy autonomní dýchací kyslíkový přístroj s uzavřeným okruhem nejméně jednou za 12 měsíců, pokud je jimi JPO vybavena.

Celková doba použití IDP je kromě kapacity tohoto přístroje omezena individuálními dispozicemi každého uživatele dýchací techniky, přičemž celková doba použití autonomního dýchacího kyslíkového přístroje s uzavřeným okruhem nesmí překročit 4 hodiny v rozmezí 24 hodin.

O použití IDP rozhoduje velitel jednotky u zásahu. Uživatel rozhoduje o použití IDP bez vědomí velitele jednotky u zásahu, je-li jeho nasazení neprodleně nutné z hlediska ohrožení zdraví nebo života. Pracovní činnosti při používání IDP vykonávají v nebezpečné zóně minimálně dva navzájem jištění hasiči. Uživatel dýchací techniky po použití IDP nesmí vypouštět zbytkové tlakové médium z TL (zbytkový přetlak brání vniknutí hygienicky závadného vzduchu do TL a korozi kovové TL).

Uživatel dýchací techniky, která je vybavena druhým vývodem středního tlaku, jej může využít při řešení nouzové situace, přičemž neprodleně opustí nebezpečný prostor a o použití napojení informuje velitele jednotky u zásahu.

Odborná příprava v IDP se musí provádět, pokud možno, v podmínkách, které imitují skutečné podmínky při zásahu. Hasič musí být vybaven ochranným oděvem, zásahovou obuví, přilbou a zásahovými rukavicemi. Doba pobytu v DP při odborné přípravě musí být až do spuštění varovného signálu.

U nepoužívaných a naplněných TL určených pro DP

- a) musí být provedena výměna vzduchu nejméně jednou za 12 měsíců,
- b) je povolený min. tlak 90 % maximálního plnicího tlaku TL.

3.8 KŘÍSICÍ TECHNIKA

Při různých mimořádných událostech poskytují hasiči pomoc zasahujícím osobám nebo obyvatelstvu pro dechovou nedostatečnost. Provádí se tzv. *umělá ventilace plic* buď dýcháním z plic do plic (přes roušky, tubusy, polomasky), nebo *křísicí technikou*. Pro záchranu osob z ohrožených objektů lze využít rovněž *vyváděcí přístroje*. (*Dýchání z plic do plic je technika předlékařské první pomoci, která se v současnosti redukuje na minimum a lékaři ji nedoporučují provádět*). Křísicí technika je určena pro:

- a) resuscitaci – obnovení činnosti životních orgánů při zástavě srdeční činnosti; provádí se v poměru 2 vdechy a 30 stlačení hrudníku,
- b) umělou ventilaci plic – k umělému dýchání při zástavě dechu,

- c) podpůrné dýchání – prohlubování spontánního dechu raněného,
- d) inhalaci kyslíku při dostatečném dýchání raněného.

Používat křísicí přístroj může uživatel, který byl s přístrojem obeznámen v rámci školení a uvedený přístroj umí obsluhovat a zná zásady poskytování první pomoci.

Křísicí technika zahrnuje přístroje:

- a) ruční,
- b) ústní,
- c) poloautomatické,
- d) automatické.

Ruční křísicí přístroje pracují s přerušovaným přetlakem, který vzniká rytmickým stlačováním a uvolňováním pružného vaku. Při uvolnění se vak rozpíná a přes sací ventil nasává okolní vzduch do vaku (v této době postižený pasivně vydechuje na základě pružnosti hrudníku). Při stlačení vaku vznikne přetlak, tím se uzavírá sací ventil a otevírá ventil výdechový, který otevře průchod vzdušnin do plic postiženého. *Pozor na ožívování v kontaminovaném prostředí nebo v prostoru s nadměrným úbytkem kyslíku v ovzduší!* Přístroje se skládají obvykle z dýchacího vaku, polomasky, dýchacího ventilu s pryžovým výdechovým ventilem a vstupního ventilu se závitem pro připojení filtru nebo přípojky na kyslík a pryžového popruhu pro přichycení polomasky na hlavu postiženého.

Ústní křísicí přístroje (Chirahelp) využívají dýchání z plic do plic. Přes tento přístroj se propojuje zachraňovaný se zachráncem. Chirahelp se skládá z vrapové hadice, polomasky, řídicího ventilu a ústenky. Zachránce se připojí pomocí polomasky pacienta na přístroj, vloží do úst ústenku a zhluboka se nadechne. Vydechne přes ústenku do přístroje, kde řídicí ventil usměrní vdechovaný vzduch do postiženého pomocí automaticky přestavitelného ventilu. Pacient vydechuje vzduch, který je řídicím ventilem usměrněn do atmosféry.

Nejrozšířenějším křísicím přístrojem u HZS ČR je **poloautomatický kyslíkový křísicí přístroj Saturn Oxy**, který umožňuje inhalaci a resuscitaci 100% kyslíkem. Základem přístroje je suchá PA, která je napojena na kyslíkovou TL o objemu 2 l a tlaku 150 nebo 200 bar (300 nebo 400 l kyslíku). Na PA je napojena vrapová hadice s polomaskou. Přístroj se používá při zástavě dechu, pro podpůrné dýchání, prohlubování spontánního dechu postiženého nebo inhalaci kyslíkem při dostatečném dýchání postiženého.

Saturn Oxy se skládá z TL, PA s tlačítkem pro kyslíkovou sprchu a clonou, plastové polomasky se silikonovým těsněním, vrapové hadice (koncovka na PA má otvor, netěsní), manometru, tubusů, dýchacího ventilu.

Postup umělé ventilace plic přístrojem Saturn Oxy

- postiženého položit na záda, pod lopatkami podložit o 6-10 cm, hlavu do záklonu,
- vyčistit ústní a nosní dutinu a vyjmout cizí předměty (protézy, zuby),
- při zranění úst zavést vzduchovod (tubus) přiměřené velikosti,

- na obličej přiložit polomasku (velikostní), aby překryla ústa i nos; přitlačit na obličej, dle situace a možnosti ji připevnit pásem,
- po otevření ventilu TL a nastavení clony na PA začít ručně dávkovat kyslík pomocí tlačítka na PA do postiženého v rytmu dýchání (muži 12-16krát/min, ženy 20krát/min, děti 30krát/min).
- při výtlaku sledovat, zda dochází ke zvedání hrudníku,
- umělou ventilaci plic provádět nepřetržitě,
- při oživení pacienta ho lze ponechat napojeného na inhalaci,
- záchránce předá postiženého zdravotnímu personálu.

Při inhalaci kyslíku

- postiženého umístit do polosedu, přiložit mu vhodnou polomasku na obličej, aby kryla ústa i nos,
- postižený si při nádechu sám spouští PA, která mu dává přiměřené množství kyslíku do plic,
- pokud nelze těsně přitisknout postiženému polomasku k obličejí pro zranění, přiložit polomasku co nejbliže k ústům a nosu a pomocí tlačítka pro kyslíkovou sprchu zajistit přívod kyslíku do oblasti nádechu.

Po ukončení provozu se uzavře ventil TL a odtlakuje se sprchou PA. Údržba přístroje se provádí v podobném rozsahu jako u VDP.

Automatický křísicí přístroj Spireta je určen pro resuscitaci postižených dechovou nedostatečností. Spireta obsahuje zařízení pro:

- a) odsávání cizích předmětů z dutiny ústní a dýchacích cest,
- b) umělou ventilaci plic s časovým přepínáním, které pracuje způsobem aktivního nádechu a pasivního výdechu se třemi digitálně volitelnými režimy (děti, ženy, muži),
- c) inhalaci kyslíkem obohaceného vzduchu se třemi digitálně volitelnými průtoky přídavného kyslíku.

Zařízení se skládá z:

- a) dvoulitrové TL naplněné kyslíkem na 15 MPa,
- b) redukčního ventilu s výstupním tlakem 0,35 MPa,
- c) odsávacího zařízení pracujícího s podtlakem na výstupním hrdle hlavice 33,3 kPa; objem láhve odsávačky je 300 ml a spotřeba kyslíku, jako zdroje pro vytvoření podtlaku, je 10 l/min O₂.
- d) zařízení pro inhalaci, které umožňuje nastavit průtoky spotřeby kyslíku na 10-5,5-3,5 l/min,
- e) zařízení pro umělou ventilaci plic pro tři volitelné režimy.

Koncentrace vzdušnin přísátých z okolí do přístroje Spireta přes sací ventil je v přístroji obohacena o medicínální kyslík z TL na koncentrační hodnotu asi 42 % obj. kyslíku, který je vháněn do plic postiženého při umělé ventilaci plic. Pojistný tlak v dýchacím systému je plynule nastavitelný v rozsahu až do 8 kPa. Vytlačovaný přetlak z přístroje nebo podtlak, pokud pacient sám začne dýchat, lze kontrolovat na manovakuometru. Hodnota přetlaku při umělé ventilaci plic u lidského těla by se měla pohybovat v rozmezí (1500-5000 Pa). Přístroj Spireta lze použít i při přesunu (přená-

šení postiženého). Postižený se napojí na přístroj přes prodlužovací propojení, které se vede přes průchod víka přístroje.

Pokud pacient po umělé ventilaci plic začne dýchat nebo má tzv. kyslíkový hlad, je možno nasadit inhalaci. Inhaluje se vždy od nejvyšší dávky. Při spotřebě 10 l/min dostává pacient asi 60 % kyslíku a 40 % vzduchu. Postupně se spotřeba snižuje a asi po 2 min je 10-6,5-3,5 l/min. Přístroj Spireta lze při dlouhodobém použití napojit na vnější zdroj kyslíku, přičemž je nutné zachovat max. provozní tlak redukčního ventilu 15 MPa.



Obr. 3.25 Křísicí přístroj Saturn Oxy

3.9 FILTRAČNÍ DÝCHACÍ PŘÍSTROJE

Mezi filtrační ochranné prostředky se řadí:

- ochranné roušky (ústenky, obličejové či zdravotnické roušky),
- filtrační polomasky k ochraně proti částicím (respirátory),
- filtrační polomasky s ventily proti plynům nebo plynům a částicím,
- ústenky,
- čtvrtmasky,
- polomasky,
- obličejové masky (OM) s filtrem.

Pro hasiče jsou nejvýznamnějším filtračním ochranným prostředkem *filtrační dýchací přístroje (FDP)*, které jsou tvořeny

- a) OM,
- b) filtrem.

FDP filtrují vdechovaný vzduch; přístroje s nucenou ventilací dodávají vzduch do dýchacích cest pomocí ventilačního systému neseného uživatelem. Nadechovaný vzduch se čistí přes filtry, které odstraňují znečišťující látky přítomné ve vzduchu. FDP neizolují uživatele od okolní atmosféry, pouze odstraňují znečišťující látky ze vzduchu, a tak se okolní vzduch stává dýchacelným. Nádech se provádí přes filtr z okolního znečištěného vzduchu, výdech je přes výdechovou komoru OM zpět do okolí. Uživatel je závislý na přítomnosti kyslíku ve znečištěném ovzduší. FDP se

dělí na *pracovní*, které jsou určeny pro zásah nebo určitou činnost, např. v chemickém provozu, a na *vyváděcí*, které jsou jednoúčelové a jsou určeny pro záchranu ohrožených osob při mimořádných událostech (požár, chemická havárie apod.). Mezi vyváděcí masky lze zařadit např. EVAC U8 nebo masku PARAT.

3.9.1 Používání

O použití FDP rozhoduje velitel zásahu. Filtrační dýchací prostředky nesmí používat uživatel,

- a) který se subjektivně necítí dobře,
- b) který požil alkoholický nápoj nebo psychotropní látku,
- c) jehož úprava zevnějšku není z hlediska provozu prostředku bezpečná.

Filtrační dýchací prostředky se smí používat jen při současném splnění těchto podmínek:

- a) v místech, kde nehrozí snížení koncentrace kyslíku (ovzduší musí obsahovat min. 17 % obj. kyslíku),
- b) v místech, kde nehrozí nebezpečí vzniku požáru nebo výbuchu,
- c) ve vnější zóně (včetně prostoru s regulovaným pohybem) při zásahu s výskytem NL v kombinaci s protichemickým ochranným oděvem (např. při svlékání dekontaminovaných hasičů, při kontrole účinnosti dekontaminace), nevylučuje-li druh a forma NL jeho použití,
- d) v nebezpečné zóně při zásahu s výskytem nebezpečné chemické látky, je-li
 - prokazatelně znám druh nebo druhy nebezpečných chemických látek a jejich koncentrace (neexistuje filtr schopný zadržet všechny škodliviny a běžné filtry jsou konstruovány pro zachyt do 0,5 % obj. škodliviny ve vzduchu),
 - použit filtr s deklarací na určenou látku, u kterého je zaručeno, že po dobu zásahu nedojde k překročení dynamické sorpční kapacity filtru, resp. nebude překročena minimální rezistenční doba filtru (uvedená na těle filtru),
 - zamezeno úniku nebo rozptýlu nebezpečné chemické látky, a tím nehrozí zvyšování její koncentrace v ovzduší,
- e) jen s takovými filtry, u kterých jsou výrobcem jednoznačně deklarovány druhy a koncentrace nebezpečných chemických látek (ve formě plynů a par) a prachu, proti nimž je filtr účinný,
- f) jen s takovými filtry, které vyhovují příslušným normám.

Omezující opatření pro použití filtračních dýchacích prostředků se nevztahují na použití vyváděcími osobami.

Údržba a skladování viz kap. 3.4.7.

S klesajícím obsahem kyslíku v ovzduší klesá jeho parciální tlak pod hranici dýchatelnosti a použití FDP je nepřípustné. Doba použití FDP je závislá na koncentraci škodlivých látek v ovzduší a na dechové spotřebě uživatele (objemová účinnost). Výhoda těchto přístrojů spočívá v jednoduchosti konstrukce, v jednoduchém použití a nízké pořizovací ceně. Stavba FDP se samozřejmě zásadně neliší od konstrukcí ostatních používaných přístrojů. Jde vždy o spojení filtrační jednotky s vhodným dechovým připojením.

Při poklesu koncentrace kyslíku pod 17 % obj. je třeba očekávat při rychlejší evakuaci dýchací problémy i u zdravých osob. Pod touto hodnotou je dýchání ve FDP u netrénovaných osob na hranici života. Velice důležitou podmínkou je co nejpřesnější znalost složení ovzduší, což je především u požárů objektů prakticky nemožné, proto i použití FDP při požárech je vyloučené. Při delších evakuačních trasách nebo při předpokládaných vyšších koncentracích látek je nutno ověřit kapacitu filtru. Zcela samozřejmou podmínkou je, že evakuované osoby musí být pod trvalým dohledem záchranáře. S mírou naplnění filtru škodlivými látkami narůstá jeho nádechový odpor a hrozí nebezpečí nadechnutí škodlivin kolem těsnicí linie OM. FDP nemají žádný indikační systém o nasycenosti filtru, proto se musí ochranná doba stanovit se značnou rezervou. Tyto přístroje jsou vhodné tam, kde lze nebezpečné zplodiny buď jednoznačně dopředu určit, např. úniky látek ve výrobních procesech, nebo jde o látky snadno identifikovatelné. Vzhledem k dýchání atmosférického kyslíku jsou konstruovány především pro nasazení na volném prostranství. V uzavřených prostorách bude nutné ověřovat koncentraci kyslíku ve vzduchu. Pohyb ve filtrační dýchací technice v podmínkách zplodin hoření neidentifikovatelných látek je z tohoto hlediska prakticky nemožný. Proto jsou rozhodně bezpečnější IDP.

3.9.2 Filtry

Vzduch vstupuje do filtru a zbavený plynů a par nebo plynů a částic vstupuje do lícnicové části. Odstraňování škodlivých plynů a par se děje:

- a) *filtrací* – fyzikální nebo fyzikálně chemické navázání škodliviny na substrát filtru,
- b) *absorpcí* – ukládání toxické látky uvnitř struktury absorpčního média (rozpouštění),
- c) *adsorpcí* – ukládání na povrchu adsorpčního média; patří sem látky s velkým měrným povrchem (např. aktivní uhlí nebo anorganické zeolity),
- d) *reakcí (chemisorpcí, katalyticky)* – chemická reakce toxické látky s materiálem filtru za vzniku neškodné, méně toxické produkty nebo látky filtrem zachytitelné; katalyticky se v hopkalitovém filtru upravuje např. silně jedovatý oxid uhelnatý (CO) na oxid uhličitý (CO₂).

Pro rychlé určení typu a vlastností průmyslových filtrů byla zavedena norma, založená na barevných pružích, vyznačených po obvodu filtru a písmenech s doplňujícím číslem třídy účinnosti. Barevný pruh určuje kategorii látek, pro které je filtr určen, písmeno upřesňuje, jaké látky z dané kategorie filtr zachycuje nejlépe a číslo určuje třídu účinnosti (sorpční kapacitu).

Filtry se dělí na tyto skupiny:

- a) *protiplynové filtry* jsou určeny k odstraňování určitých plynů a par z ovzduší; jsou kombinací jednoho nebo více typů A, B, E, K, AX; filtry typu SX jsou z této skupiny vyjmuty,
- b) *kombinované filtry* jsou kombinací protiplynového filtru nebo filtru proti více plynům a filtru proti částicím,
- c) *speciální filtry* musí vždy obsahovat filtr P3 a mohou být kombinací s dalšími protiptynovými filtry (např. NO-P3, Hg-P3),

d) *filtry proti částicím* splňují požadavky ČSN EN 143 a dělí se na P1 (proti pevným částicím), P2 a P3 (proti pevným a kapalným částicím); liší se sorpční kapacitou (P3 ji má nejvyšší); filtrační materiál a plynné látky, které by se mohly uvolnit proudem vzduchu procházejícího filtrem, nesmí ohrozit nebo obtěžovat uživatele; dýchací odpor filtru musí být co nejnižší a nesmí překročit stanovené hodnoty; filtry musí splňovat požadavky na maximální průnik.

Pro doplnění a mimo toto obvyklé dělení je třeba zmínit filtry *REAKTOR* určené pro filtraci radioaktivního jódu při činnosti zasahujících jednotek v zónách havarijního plánování v časné fázi radiační havárie jaderné elektrárny.

Protiplynové filtry A, B, E, K a P se podle své sorpční kapacity dělí na 3 třídy:

- třída 1 – filtry s malou sorpční kapacitou, do vnější koncentrace 0,1 % obj,
- třída 2 – filtry se střední sorpční kapacitou, do vnější koncentrace 0,5 % obj.,
- třída 3 – filtry s velkou sorpční kapacitou, do vnější koncentrace 1 % obj.

Filtry jsou většinou válcovitého tvaru na obou stranách opatřeny otvorem (vstupní otvor na spodní části a výstupní otvor doplněný šroubením pro připojení k OM v horní části), který je zakryt víčkem. Podle druhu filtru vnitřní část obsahuje filtrační mřížku pro záchyt hrubých částic, filtrační papír, absorpční materiál anebo sorpční vrstvu.

Tab. 3.12 Typy protiplynových a kombinovaných filtrů

| Typ | Barevný kód | Třída | Určení |
|---------|--------------|-------------|---|
| A | hnědý | 1, 2 nebo 3 | organické plyny a páry organických látek s bodem varu nad 65 °C |
| B | šedý | 1, 2 nebo 3 | anorganické plyny a páry kromě oxidu uhelnatého |
| E | žlutý | 1, 2 nebo 3 | oxidu siřičitý a ostatní kyselé plyny a páry |
| K | zelený | 1, 2 nebo 3 | amoniak a organické aminy |
| AX | hnědý | | organické plyny a páry s bodem varu ≤ 65 °C; pouze pro jedno použití |
| SX | fialový | | speciálně vyjmenované plyny |
| P | bílý | 1, 2 nebo 3 | pevné a kapalné částice nebo jejich kombinace |
| NO-P3 | modro-bílý | | nitrozní plyny |
| Hg-P3 | červeno-bílý | | páry rtuti |
| Reaktor | oranžová | | radioaktivní jód, včetně radioaktivního methyljodidu |

Dynamická sorpční kapacita určuje, kolik gramů dané škodliviny je filtr schopný zachytit či zneškodnit, než se jeho pohlcovací kapacita vyčerpá a dojde k proražení škodliviny přes filtr, zasažení osoby nosoucí OM NL a ztrátu ochranných vlastností OM až do výměny filtru za nový. Zaplňování sorbentu ve filtru neprobíhá plynule, ale vzduch (a s ním i škodliviny) je strháván cestou nejmenšího odporu. Tak může dojít k situaci, kdy škodlivina filtr rychle prorazí bodově přes relativně malou objemovou část filtru, zatímco většina sorbentu je stále škodlivinou nezaplněna. Proto je třeba pro reálné nasazení brát s rezervou výrobcí filtrů stanovené sorpční kapacity filtru, získané v optimálních laboratorních podmínkách, které v reálu obvykle nenastanou a kapacita filtrů je menší.

Rezistenční doba je doba v minutách, po kterou je filtr schopný zachycovat škodlivinu při její známé koncentraci ve vzduchu, známé dynamické sorpční kapacitě filtru a známým objemem vzduchu procházejícím filtrem. Obecně platí, že vysoká koncentrace škodliviny ve vzduchu nebo velký průtok vzduchu filtrem zkracují dobu, po kterou je filtr schopný chránit svého nositele.

Hmotnost filtrů pro OM smí být max. 500 g. Spojení mezi filtrem (filtry) a lícní-covou částí může být provedeno trvalým spojením, speciálním druhem spojení nebo závitem dle ČSN EN 148-1. **Filtr proti částicím u kombinovaného filtru musí být umístěn na vstupní straně protiplynového filtru.** Životnost protiplynového filtru je závislá na kapacitě sorbentu, koncentraci škodliviny, vlhkosti a teplotě vzduchu, frekvenci a hloubce dýchání.

HZS ČR je vybaven zejména ochrannými filtry typu MOF (malé ochranné filtry) k ochraně dýchacích orgánů a očí proti chemickým, vysoce toxickým látkám, radioaktivnímu prachu a biologickým látkám. **Tyto filtry nesmí být používány v prostředí, kde koncentrace kyslíku v ovzduší poklesne pod 17 % obj.**

POZOR filtry typu MOF nechrání proti oxidu uhelnatému (CO)! Při vstupu do atmosféry zamořené CO je nutno mít OM vybavenou hopkalitovým katalytickým filtrem, který CO katalyticky mění na neškodný CO₂ nebo raději IDP, který je spolehlivější díky plnému oddělení uživatele od okolní atmosféry.

OM s příslušnými filtry typu MOF lze použít v omezené míře též k ochraně před vybranými průmyslovými škodlivinami, jako jsou např. organické látky, NH₃, SO₂, Cl₂ a H₂S.

Malé ochranné filtry MOF-2, MOF-4, MOF-5 a MOF-6-M ve spojení s lícnicí OM nebo speciálním zařízením chrání dýchací cesty jednotlivce proti daným škodlivinám:

- a) filtry MOF-2, MOF-4 a MOF-5 jsou určeny k zachycení:
 - bojových otravných látek (BOL) ve formě plynů a par,
 - pevných a kapalných aerosolů otravných látek dle ČSN EN 143 třída P3,
 - biologických aerosolů,
 - radioaktivního prachu.
- b) filtr MOF-6-M je určen k zachycení:
 - technických plynů tříd A2, B2, E2, K2, dle ČSN EN 14387,
 - BOL ve formě plynů a par,
 - pevných a kapalných aerosolů otravných látek dle ČSN EN 143 třída P3,
 - biologických aerosolů,
 - radioaktivního prachu.

Filtry zachytávají výše uvedené škodliviny, které jsou obsaženy v ovzduší. Ve směru postupu vzdušiny jsou nejprve na filtračním složení zachytávány aerosoly a prachy škodlivin. V sorpční vrstvě se odstraňují plynné škodliviny fyzikální sorpcí a chemisorpcí.

Filtry typu MOF jsou univerzální filtry. Byly vyvinuty filtry MOF-2, MOF-4, MOF-5 a MOF-6M (civilní verze), NBC-1 a OF-90 (armádní verze). Jednotlivé typy lze zaměňovat. Na vrchlíku je filtr opatřen závitovým hrdlem uzavřeným šroubovací krytkou z polyethylenu s pryžovým těsněním. Vstupní otvor na dně je uzavřen zátkou z polyethylenu. Uvnitř filtru je aerosolová vložka a sypaný sorbent.

Ochranná doba filtru se vypočte podle následujícího vzorce (koncentrace c_{RD} a c_p je třeba uvádět ve shodných jednotkách):

$$OD = RD \times (Q_{RD}/Q_D) \times (c_{RD}/c_p)$$

| | |
|----------|--|
| OD | ochranná doba [min] |
| RD | resistenční doba [min] |
| Q_{RD} | průtok vzduchu při stanovení RD [$l \cdot min^{-1}$] |
| Q_D | spotřeba vzduchu při dýchání [$l \cdot min^{-1}$] |
| c_{RD} | koncentrace škodliviny při stanovení RD |
| c_p | průměrná koncentrace škodliviny v pracovním ovzduší |

Tab. 3.13 Technická data malých ochranných filtrů

| Parametry | MOF-2 | MOF-3 | MOF-4 | MOF-5 | MOF-6-M |
|---|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| období výroby | 1976-1980 | 1980-1985 | 1986-1992 | 1991 | 1999 |
| hmotnost filtru max. | 260 g | 240 g | 260 g | 260 g | 350 g |
| typ sorbentu | CHS-5 | SZS 710-1000 | CHS-5 | CHS-5 | ABEK-PLWK 14x35 |
| obsah sorbentu | 220 ml | 175 ml | 220 ml | 230 ml | 280 ml |
| připojovací závit | 40x4 mm | 40x4 mm | 40x4 mm | 40x4 mm | 40x4 mm, 40x1/7" |
| tlak. ztáta při 30 $l \cdot min^{-1}$ | 190 Pa | 170 Pa | 180 Pa | 150 Pa | 170 Pa |
| koeficient průniku | $7 \cdot 10^{-4} \%$ | $1 \cdot 10^{-4} \%$ | $1,5 \cdot 10^{-4} \%$ | $1 \cdot 10^{-4} \%$ | $1 \cdot 10^{-4} \%$ |
| sorpční kapacity dle technických podmínek [g] | | | | | |
| chlorkyán | - | 3,0 | 3,0 | 8,0 | 15,0 |
| kyanovodík | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 4,2 |
| chlorkyan | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| fosgen | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 8,0 | 8,0 |



Obr. 3.26 Filtry MOF

3.10 TECHNICKÉ PŘEDPISY

Na webových stránkách HZS ČR v odkaze na CHS je přehled technických norem týkajících se dýchací techniky. Tento seznam se pravidelně minimálně jednou ročně aktualizuje. Přesto jsou v následující tabulce uvedeny základní technické normy pro dýchací techniku.

Tab. 3.14 Vybrané technické normy k dýchací technice

| | |
|-----------------------|---|
| ČSN EN 12021 : 2000 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Tlakový vzduch pro dýchací přístroje |
| ČSN EN 132 : 2000 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Definice názvů a piktogramy |
| ČSN EN 13274-1 : 2001 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Metody zkoušení – Část 1: Stanovení průniku a celkového průniku |
| ČSN EN 13274-3 : 2002 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Metody zkoušení – Část 3: Stanovení dýchacího odporu |
| ČSN EN 133 : 2002 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Rozdělení |
| ČSN EN 134 : 1999 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Názvosloví součástí |
| ČSN EN 135 : 2000 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Seznam ekvivalentních výrazů |
| ČSN EN 136 : 1998 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Obličejové masky – Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 137 : 2007 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Autonomní dýchací přístroje s otevřeným okruhem na tlakový vzduch s obličejovou maskou. Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 13794 : 2003 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Únikový autonomní dýchací přístroj s uzavřeným okruhem – Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 138 : 1996 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Hadicové dýchací přístroje s přívodem vzduchu s maskou, polomaskou nebo ústenkou – Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 143 : 2001 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Filtry proti částicím – Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 14387 : 2008 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Protiplynové a kombinované filtry – Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 144-1 : 2001 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Ventily plynových lahví – Část 1: Závítová spojení čepu ventilu |
| ČSN EN 144-2 : 1999 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Ventily lahví na plyny – Závítová spojení na výstupu |
| ČSN EN 145 : 1998 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Autonomní dýchací přístroje s uzavřeným dýchacím okruhem s tlakovým kyslíkem nebo se směsí tlakového kyslíku a dusíku – Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 14593-1 : 2005 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Hadicové dýchací přístroje na tlakový vzduch s plicní automatikou – Část 1: Přístroje s obličejovou maskou – Požadavky, zkoušení, značení |
| ČSN EN 148-1 : 2000 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Závity pro lícnicové části – Část 1: Připojovací oblý závit |
| ČSN EN 148-2 : 2000 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Závity pro lícnicové části – Část 2: Připojka s centrálním závitem. |
| ČSN EN 148-3 : 2000 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Závity pro lícnicové části – Část 3: Připojovací závit M 45x3. |
| ČSN EN 402 : 2003 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Autonomní dýchací sebezáchranný přístroj na tlakový vzduch s otevřeným okruhem a plicní au- |

| | |
|-------------------|--|
| ČSN EN 403 : 2005 | tomatikou s obličejovou maskou nebo ústenkou – Požadavky, zkoušení, značení. |
| ČSN EN 529 : 2006 | Dýchací sebezáchrané prostředky – Únikové filtrační dýchací přístroje s kuklou proti ohni – Požadavky, zkoušení, značení |
| | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Doporučení pro výběr, používání, ošetřování a údržbu – Návod |

3.11 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] BENEŠ, S. *Technické prostředky – vzduchové dýchací přístroje*. Frýdek-Místek: SOŠ PO a VOŠ PO, 2010.
- [2] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [3] MATĚJKA, J.; LIŠČÁK, P. *Příručka chemie pro hasiče*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-66-3.
- [4] MLČOUŠEK, J. *Používání vzduchových dýchacích přístrojů u jednotek požární ochrany. Konspekty odborné přípravy jednotek požární ochrany 3-1-01*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2001. ISBN 80-86640-32-9.
- [5] PECKA, V. *Využití kyslíkových dýchacích přístrojů u HZS ČR*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2003. Diplomová práce.
- [6] SÝKORA, V. *Prostředky pro ochranu dýchacích cest*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2008. ISBN 978-80-86640-95-2.
- [7] Zákon č. 505 ze dne 16. listopadu 1990, o metrologii, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1990, částka 83, s. 1882.
- [8] Zákon č. 22 ze dne 24. ledna 1997, o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 6, s. 128.
- [9] Nařízení č. 21 ze dne 9. prosince 2002, kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 9, s. 338.
- [10] Vyhláška č. 255 ze dne 21. října 1999 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1999, částka 86, s. 4134.
- [11] Vyhláška č. 247 ze dne 22. června 2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 95, s. 5490.
- [12] Vyhláška č. 288 ze dne 25. srpna 2003, kterou se stanoví práce a pracovní podmínky, za nichž mohou mladiství výjimečně tyto práce konat z důvodu přípravy na povolání. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 97, s. 4843.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Proved' uživatelskou kontrolu VDP, který máš k dispozici.
2. Výcvik se VDP absolvuje každý frekventant min. dvakrát za různých podmínek v různé dny. 1. den – lehká práce odpovídající normální chůzi v rovinatém terénu, 2. den – střední práce odpovídající svižné chůzi do schodů a ze schodů, nebo těžká práce odpovídající absolvování výcviku v polygonu včetně zátěžových testů. Na základě odečtu počátečních a konečných tlaků a vodního objemu TL a času výcviků (čas by měl být přibližně stejný) si každý frekventant spočítá svou spotřebu vzduchu. V kurzu budou vyhodnoceny 3 nejvyšší a 3 nejnižší spotřeby vzduchu. Frekventanti společně s lektorem budou diskutovat naměřené hodnoty.
3. Proved' kompletní údržbu přístroje, se kterým jsi provedl výcvik, a statickou zkoušku na měřicím zařízení, které máš k dispozici.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Z čeho se získává argon?
2. Popiš vnější dýchání.
3. Popiš vnitřní dýchání.
4. Co je hypoxie a hyporexie?
5. K dispozici je IDP s TL o objemu 7 l a tlakem 300 bar. Jaká je ochranná doba tohoto DP při spotřebě vzduchu 50 l/min do zaznění varovného signálu při 50 barech?
6. Popiš základní složení VDP.
7. Popiš funkci VDP Saturn.
8. Popiš funkci přetlakového VDP.
9. Kdo smí / nesmí používat IDP?
10. Vyjmenuj povinnosti uživatele IDP.
11. Popiš VDP přetlakový a uveď rozdíly ve srovnání s VDP rovnotlakým.
12. Popiš funkci PA DP Saturn a uveď rozdíly ve srovnání s PA přetlakovou.
13. Vysvětli funkci varovného signálu a vnější tlakové přípojky. Jaké je připojení pro druhého účastníka nebo přípojku na doplnění vzduchu?
14. Popiš potenciální krizové situace při použití VDP a jejich řešení.
15. Diskutuj hlavní zásady použití FDP.
16. Jak se dělí filtry, vysvětli jejich funkci. Jaký je rozdíl mezi filtry MOF-2 a MOF-6?
17. Popiš funkci KDP s tlakovým kyslíkem.
18. Jaký je rozdíl mezi jednorázovým a znovuplnitelným pohlcovačem?
19. Jaký je rozdíl mezi pneumatogovým a nascogenovým KDP?
20. Popiš postup umělé ventilace plic křísicím přístrojem Saturn Oxy.

4 TLAKOVÉ LAHVE

Není-li uvedeno jinak, je tato kapitola věnována tlakovým lahvím (TL) plněným vzduchem určeným pro dýchací přístroje (DP). HZS ČR rovněž používá TL plněné vzduchem pro plnění zvedacích vaků, kanálových ucpávek, dekontaminačních sprch, záchranných matrací nebo jako zásobníky stlačeného plynu. Pro křísící a kyslíkové DP používají hasiči TL plněné kyslíkem. TL pro technické plyny se tento text týká okrajově a bude-li o nich zmínka, bude to v souvislosti s plyny jako nebezpečnými látkami (NL) a v textu to bude zdůrazněno.

4.1 ZÁKLADNÍ POJMY A ROZDĚLENÍ

Tlaková láhev (oficiální název dle ČSN EN ISO 10286 *láhev na plyn!* se prakticky nepoužívá) je nádoba na skladování a přepravu plynů při tlaku vyšším než atmosférický tlak. TL mají širokou škálu použití v závislosti na náplni. Mohou obsahovat medicínální plyny, dýchací směsi, plyny užívané v potravinářství, technické plyny, topné plyny, hasiva aj. Obsahují většinou stlačené plyny (např. vzduch, argon), zkapalněné plyny (např. oxid uhličitý, propan) nebo rozpuštěné plyny (např. acetylen v acetonu). Podle materiálu lze TL rozdělit na *ocelové, lehčené ocelové, kompozitní a hliníkové*.

4.1.1 Ocelové tlakové lahve

Ocelové TL pro technické plyny i pro DP vyrábí *Vítkovice Cylinders, a.s.* (bývalý název *Lahvárna Vítkovice*). Láhve se vyrábějí z trubek nebo zpětným protlačováním. Výroba ocelových TL metodou zpětného protlačování a protahování za tepla (vstupním materiálem je válcovaný sochor) zajišťuje produkci vysoce jakostních TL o relativně nízké hmotnosti. Výroba ocelových bezešvých TL je technologií výroby z bezešvých trubek. Pro uzavírání trubkového konce (dna) se používá metoda rotačního kování s přidávným ohřevem v průběhu uzavírání. U obou metod po tváření za tepla a tepelném zpracování na jakost s automatickou kontrolou tvrdosti následuje strojírenské zpracování a zkoušení.

4.1.2 Lehčené ocelové tlakové lahve

V posledních letech se na trhu objevují tzv. *lehčené ocelové TL* s pracovním tlakem 300 bar určené pro izolační dýchací přístroje (IDP). Jedním z důležitých výrobců těchto TL je nadnárodní společnost *Worthington Cylinders* (dříve *Heiser*). Lehčená ocelová TL jsou ve srovnání s klasickou ocelovou lahví stejného průměru delší a lehčí.

4.1.3 Kompozitní tlakové lahve

Kompozitní TL se vyrábějí ovinutím velmi pevných spojitých vláken a epoxidové pryskyřice na bezešvé pouzdro ze slitiny hliníku, která vyhovuje mezinárodní specifikaci ISO AlMg1SiCu. Jako zpevňující materiál se používá *skelné, aramidové a uhlíkové vlákno*. Tato vlákna jsou obalena kolem *hliníkového jádra láhve (pouzdro, liner)* v souvislém vinutí vláknité výztuže, která zcela překrývá pouzdro a odhaleno zůstává pouze hrdlo TL. Dále následuje *epoxidová pryskyřice*, nakonec povrch TL tvoří skelná vlákna a znovu epoxidová pryskyřice.

Pouzdro TL slouží jako těsnicí membrána a samo o sobě plní funkci tlakové nádoby. Hlavní podíl na maximální strukturální pevnosti kompozitní TL mají vlákna. Pryskyřice chrání vlákna před účinky okolního prostředí a umožňuje ve vytvořené kompozici z radiálně a axiálně vinutých vrstev zátěžový přenos mezi vlákny.



Obr. 4.1 Řez kompozitní tlakovou lahví Obr. 4.2 Destrukce kompozitní tlakové lahve

Kompozitní TL se ještě před standardní tlakovou zkouškou podrobují procesu *autofretáže*, při které se uměle zvyšuje tlak v lahvi tak, že pouzdro přesáhne svou mez napětí a způsobuje si trvalou plastickou deformaci. Výsledné zbylé napětí v pouzdře a tlakové napětí ve vláknině při nulové hodnotě vnitřního tlaku optimálně využívají dynamické mechanické vlastnosti pouzdra a vláknové matice.

Mezi výrobce kompozitních TL patří např. americká firma *Luxfer Gas Cylinders* (základní výrobní sortiment je uveden v přílozích 13), společnosti *SCI* (dříve *EFIC*), rakouská *Worthington Cylinders* nebo švédská *Interspiro*. Z důvodů marketingové strategie nemohou být zákazníci výše uvedených společností HZS krajů, ale pouze výrobci nebo dodavatelé dýchací techniky.

Kromě „klasické“ technologie výroby kompozitních TL se využívá při konstrukci TL namísto hliníkového *lineru* plastový. Další vrstvy – uhlíková vlákna a epoxidová pryskyřice a skelná vlákna a epoxidová pryskyřice zůstávají stejné. Právě aplikace plastového lineru prodlužuje životnost kompozitních TL. Někteří výrobci garantují dokonce *neomezenou životnost (NLL = Non Limited Life)*. Uživatelé TL však poukazují na problém těchto lahví, kterým je spojení plastového lineru a kovového hrdla (plast na kov), na které se šroubuje lahvový ventil, ve vztahu k únikům vzduchu a snížení pracovní tlaku v TL. V době uzávěrky této publikace tento typ TL byl rozšířen u evropských hasičů zanedbatelně.

4.1.4 Hliníkové tlakové lahve

TL z hliníku a jeho slitin jsou vyráběny zpravidla protlačováním z plného válcového bloku nebo vylisováním z ploché desky. Dno lahví tohoto typu je rovné, na kraji se zvýšeným osazením, takže není nutná botka pro stabilní postavení lahve.

Hliníkové TL se používají pro potápění, jako zásobníky zejména pro technické speciální plyny nebo jejich směsi a nikoliv pro „suché“ DP, protože při kontaktu se zrezivělou konstrukcí existuje možnost zajiskření, a proto je nelze použít do prostředí s nebezpečím výbuchu.

4.2 SROVNÁNÍ OCELOVÝCH A KOMPOZITNÍCH TLAKOVÝCH LAHVÍ

TL lze srovnat podle hmotnosti a rozměrů, životnosti, mechanické a chemické odolnosti, ekologické likvidace i podle vlastního používání jednotkami požární ochrany (JPO).

4.2.1 Hmotnost a rozměry

Hmotnost kompozitních TL stejného objemu je ve srovnání s ocelovými TL poloviční. Např. kompozitní TL o vodním objemu 6,9 l váží 4,5 kg (odlehčená kompozitní dokonce 4,0 kg), zatímco ocelová TL o vodním objemu 7 l 10,5 kg. Kompozitní TL o vodním objemu 9 l má hmotnost 5,3 kg, zatímco ocelová TL o vodním objemu 9 l 12,3 kg.

Hmotnost lehčených ocelových lahví je mezi kompozitními a ocelovými TL. Např. lehčená ocelová TL o vodním objemu 6 l má hmotnost 7,6 kg, což je o 3 kg více než kompozitní TL a o 3 kg méně než ocelová TL.

Lehčené ocelové TL se vyrábějí běžně o vodním objemu 6,0 l, zatímco kompozitní TL o vodním objemu 6,8 l nebo 6,9 l, což při tlaku 300 bar představuje rozdíl v objemu vzduchu 240-270 l a možnost využít kapacitu DP o více než 5 min déle.

Kompozitní TL jsou oproti klasickým ocelovým širší a kratší. Např. kompozitní TL o vodním objemu 6,8 l, resp. 9 l je cca o 20 mm, resp. 40 mm širší než stejně velká láhev ocelová, ale o 100 mm, resp. 220 mm kratší. Lehčená ocelová TL je stejně dlouhá jako kompozitní (510 mm) a stejně široká (140 mm) jako klasická ocelová TL.

Údaje hmotností a rozměrů TL jsou uvedeny v příloze 13. Na rozdíl od příloh jsou výše uvedená srovnání hmotností různých druhů TL uvedena včetně lahvového ventilu, jehož hmotnost činí cca 0,5 kg pro všechny druhy TL.

4.2.2 Životnost

Pro ocelové TL vyrobené podle ČSN EN 1964-2 a zkoušené podle ČSN EN 1968 není důvod k vyřazení pro překročení životnosti (platí tzv. neomezená životnost). Pro ocelové TL, které byly vyrobeny před srpnem 2002, však platí i nadále životnost 40 let. Projde-li TL úspěšně periodickou kontrolou a zkoušením (pro TL určené pro DP 5 let), lze TL používat další období. Výrobci lehčených ocelových TL uvádějí životnost těchto TL 40 let.

Naproti tomu životnost kompozitních TL je podle roku výroby 15, 20 nebo 30 let (viz příloha 13). Kompozitní TL s životností 30 let jsou na českém trhu zastoupeny od roku 2011.

Při výrobě kompozitních TL s životností 20 a 30 let (např. typ L65C) se použil liner z hliníkové slitiny s lepšími fyzikálními vlastnostmi a s vyšší hustotou, než byly hodnoty původního lineru, a větším množstvím karbonových a skelných vláken. Aby se nezvýšila hmotnost nově vyráběných TL, byla vyvinuta nová superpevná vlákna s menší hustotou, tzv. *superlight vlákna*.

Podle vyjádření odborníků, kteří se léta pohybují v oblasti revizí tlakových zařízení a kontroly TL, technický stav kompozitních TL plně odpovídá životnosti 15 let.

Největším technickým problémem pro TL používané 13 nebo 14 let jsou závažné změny v geometrii propojovacího závitu mezi TL a lahvovým ventilem.

Podle ČSN EN ISO 11623 musejí mít TL vyrobené z kompozitních materiálů vyznačenu některou z kategorií životnosti, a to 15, 20 nebo 25 let. U starších TL, kde není životnost označena, je životnost 15 let, a takové TL musí být vyřazeny z provozu po jejím uplynutí.

Prodloužení životnosti kompozitních TL výrobce, ani příslušná ČSN EN nedoporučuje. Přesto dostane-li uživatel souhlas od *Technické inspekce České republiky* (bývalý ITI), je prolongace životnosti legitimní. Tlakové zkoušky, na základě nichž lze životnost TL prodloužit, musí provádět autorizovaná osoba vlastníci certifikát potvrzený *Technickou inspekci ČR*. Před vlastními zkouškami je vyhodnocen vnější stav TL a pak následuje zkouška neinvazivní defektoskopickou metodou na principu akustické emise. Na základě výsledků těchto zkoušek a závěrečné tlakové zkoušky autorizovaná osoba rozhodne, zda prodlouží životnost kompozitní TL, a když ano, zda o 1, 2 nebo dokonce 3 roky. HZS ČR považuje prodlužování životnosti za nesystémový krok a prolongaci doporučuje provádět pouze ve výjimečných případech.

Z uvedeného vyplývá, že v nadcházejících letech čeká HZS krajů obměna kompozitních TL s životností 15 let. Např. v letech 2010-2012 bylo u HZS krajů celkově vyřazeno cca 2 tisíce kompozitních TL.

4.2.3 Mechanická a chemická odolnost

Kompozitní TL mají desetinásobnou rezervu *pevnosti*. Pro ocelové TL je tato rezerva pouze tří až pětinašobná. Tím se do značné míry eliminuje riziko následků nepřijatelného ohřevu TL nebo poškození pláště nádoby působením vnějších sil. Kompozitní TL nevybuchují v otevřeném ohni a v ohni hoří bez výbuchu. Teplem dojde k roztavení vnitřní vrstvy a vzduch postupně uniká vrstvou sklolaminátu. Ocelové TL při zahřátí nad přípustnou teplotu vybuchují a jejich úlomky působí jako střepiny granátu.

Kompozitní TL jsou svou konstrukcí a hlavně použitými materiály náchylnější na *mechanické poškození* (oděry, vrypy ostrých předmětů apod.). Na druhou stranu ocelová TL je složena pouze z jednoho materiálu, takže její poškození může mít fatální následky, zatímco kompozitní TL, nepočítaje epoxidové vrstvy, je složena ze tří vrstev materiálu, takže poškození horní vrstvy nemusí znamenat poškození následující vrstvy, ani nebezpečí pro uživatele. (Tím není řečeno, že poškození povrchu kompozitní TL není důvodem pro její vyřazení z provozu). Podle většiny HZS krajů standardním zacházením s kompozitními TL nebyla zaznamenána potřeba jejich vyřazení z provozu. Pro omezení mechanického poškození jsou kompozitní TL vybaveny textilním obalem.

Odolnost proti chemikáliím je těžko srovnatelná, protože povrch ocelové TL mohou porušit anorganické minerální kyseliny nebo silná oxidační činidla, zatímco povrch kompozitních TL může být narušen některými organickými rozpouštědly. Nicméně chemická odolnost není zásadním problémem, protože lze těžko očekávat, že chemické působení kapalných látek bude dlouhodobé.

Lepší *odolnost proti korozi* na povrchu TL je dána materiálem, který je použit pro výrobu kompozitních TL. Tento rozdíl se zmenšuje nátěrem ocelových TL. Mno-

hem markantnější je však koroze uvnitř nádob, kde antikorozní vlastnosti lineru vyrobeného z hliníkových slitin oproti středně legované oceli, byť s 1 % Cr a 0,2 % Mo, jsou nabíledni. Ocelové TL jsou tak mnohem choulostivější na přítomnost vzdušné vlhkosti, která se může do láhve dostat např. při úplném vypuštění vzduchu z TL nedodržení zásady o zbytkovém přetlaku.

Pružnost způsobuje lepší schopnost se vyrovnat se změnami tlaku při plnění kompozitních TL než láhví ocelových vzhledem k tomu, že kompozitní vlákna, která jsou vyrobena za tepla, mají schopnost se smršťovat.

4.2.4 Ekologická likvidace

Ocelové a lehčené ocelové TL se zbaví lahvového ventilu a potom se znehodnotí, nejlépe rozřezáním na 3 díly, přičemž jeden řez má porušit hrdlo láhve a závit. Nakonec se jednotlivé znehodnocené části dají do šrotu.

Kompozitní TL se znehodnocují tak, že hliníkový liner se dá do šrotu a karbonoplastová část se ekologicky zlikviduje. V rámci HZS ČR provádí ekologickou likvidaci Opravárenský závod Olomouc.

4.2.5 Používání

Většina HZS krajů preferuje kompozitní lahve před ocelovými. V drtivé většině HZS krajů jsou na prvních výjezdech kompozitní TL a při výměně DP jsou opět preferovány kompozitní TL. Ocelové TL jsou umístěny na záložních vozidlech nebo na vozidlech, která mají menší počet výjezdů. Podle průzkumu z roku 2010 mají HZS krajů ve vlastnictví skoro 13 tisíc TL určených pro vzduchové dýchací přístroje (VDP), z toho 45 % je ocelových a 55 % kompozitních.

4.3 BEZPEČNOST PRÁCE PŘI PLNĚNÍ A MANIPULACI

1. TL se smí používat jen pro plyn nebo skupinu plynů, pro které jsou konstruovány a vyzkoušeny, pro které odpovídá jejich barevné a trvalé značení a jejichž název je vyznačen na TL. Smějí se plnit do plnicího pracovního tlaku vyraženého nebo vyznačeného na TL.
2. Plnicí zařízení a potrubí musí být zajištěno pojistným systémem, aby nemohl být překročen plnicí tlak, a zpětným ventilem, aby nemohlo dojít ke zpětnému proudění plynu. Dovolенý plnicí tlak se zajišťuje pojistným zařízením vhodného typu a kontroluje se manometrem. Plnicí zařízení musí být opatřeno zařízením pro odvodu vzduchu a pro vypuštění zbytkového přetlaku plynu.
3. Plnění TL může provádět pouze oprávněná osoba. Pracovníci pověřeni obsluhou plnicího zařízení, které patří do kategorie vyhrazených plynových zařízení, musí být seznámeni s předpisy pro obsluhu a se souvisejícími bezpečnostními předpisy, s požárním řádem pracoviště, poplachovými směrnici pracoviště a musí být zaškoleni v obsluze těchto zařízení v rozsahu, který určí provozovatel zařízení. *Ověřování znalostí pracovníků provádí revizní technik, který má platné osvědčení odborné způsobilosti příslušného druhu, jednou*

za 3 roky. V případě nevyhrazených plynových zařízení postačuje proškolení provozovatelem bez přítomnosti revizního technika jednou za 5 let.

4. O plnění TL se musí vést minimálně tyto záznamy:
 - a) datum plnění,
 - b) výrobní číslo láhve,
 - c) datum poslední tlakové zkoušky,
 - d) vnitřní objem TL,
 - e) provozní tlak láhve,
 - f) příjmení a podpis osoby, která plnění provedla.
5. Je zakázáno plnit TL:
 - a) u nichž prošla lhůta tlakové zkoušky,
 - b) které nemají předepsané barevné nebo vyražené (trvalé) značení nebo jiné předepsané značení,
 - c) TL na 200 bar tlakem na 300 bar.
 - d) které mají poškozené nebo netěsné lahvové ventily,
 - e) jejichž povrch je poškozen (trhliny, silná koroze, patrná změna tvaru apod.),
 - f) s poškozenou patkou nebo límcem tak, že neplní svou funkci, nebo se špatně nasazenou patkou, pokud jsou jimi vybaveny,
 - g) jiným plynem, než který je označen na TL,
 - h) které mají vyznačeny neúplné základní údaje (výrobce, rok výroby, plnicí médium, výrobní číslo, plnicí provozní tlak, objem TL, zkušební tlak, platná tlaková zkouška),
 - i) které obsahují údaje, které se překrývají nebo jsou přeražené,
 - j) u nichž byl zjištěn nebo je podezření, že obsahují jiný druh plynu, než pro který jsou určeny,
 - k) bez provedení předchozího proplachu plnicím médiem, není-li v TL zbytkový přetlak,
 - l) jejichž znečištění by mohlo znesnadnit nebo znemožnit plnění,
 - m) v nichž je cizí předmět,
 - n) které byly vyřazeny zkušebním orgánem,
 - o) jejichž používání nebylo v ČR povoleno,
 - p) které nemají označení vlastníka (evidenční číslo),
 - q) subjektů, s kterými nemá příslušný HZS kraje uzavřenu smlouvu na provádění plnění TL; pokud smluvní vztah existuje, musí být splněny všechny výše uvedené body.
6. U nepoužívaných a naplněných TL určených pro DP
 - a) musí být provedena výměna vzduchu nejméně jednou za 12 měsíců,
 - b) je povolený min. tlak 90 % maximálního plnicího tlaku TL.

Po kontrole stavu TL a údajů dle bodu 5 se přistoupí k vlastnímu plnění, přičemž je třeba odpustit vzduch z TL (zbytkový přetlak), čímž se odstraní nečistoty na odbočce ventilu, které by mohly znemožnit plnění nebo jeho zamrznutí. **Zbytkový**

přetlak musí zůstat v TL také proto, že znemožňuje nasátí okolního vzduchu se vzdušnou vlhkostí, která by mohla způsobit korozi uvnitř TL.

Kontrola kvality vzduchu je popsána v kapitole 5.

4.4 ZNAČENÍ

V této kapitole bude zmíněno nejen značení TL pro dýchací techniku, ale i značení TL pro technické plyny.

TL jsou značeny různými způsoby:

- a) barevné značení,
- b) trvalé značení (ražením nebo zalitím pod plastovou fólii),
- c) značení informačními nálepkami.

Barevné značení TL pro průmyslové a medicínální použití slouží jako upřesňující informace o vlastnostech plynu (hořlavý, podporující hoření, toxický atd.), není-li informační nálepka nebezpečné náplně z důvodu nepřístupnosti k TL čitelná. Barevné značení platí pro technické a medicínální plyny s výjimkou lahví pro topný plyn a hasící přístroje. Jednoznačně závazné značení obsahu plynu je provedeno informační nálepkou.

Barevné značení je předepsáno pouze pro horní zaoblenou část TL. Barva válcové části TL není ČSN stanovena. Válcová část TL je u medicínálních plynů vždy bílá, aby byly zřetelně odlišeny TL s plyny pro inhalaci (dýchací plyny) a pro medicínální použití od plynů pro průmyslové použití. Odstíny barev jsou provedeny podle mezinárodní vzorkovnice odstínů barev *RAL*.

Obecně jsou vlastnosti plynů a jejich směsí klasifikovány následujícím barevným označením v horní zaoblené části TL (kromě několika zvláštností uvedených v příloze 14):

- a) jedovaté anebo žíravé – ŽLUTÁ,
- b) hořlavé – ČERVENÁ,
- c) oxidační – SVĚTLE MODRÁ,
- d) inertní (nejedovaté, nežíravé, nehořlavé, nepodporující hoření) – JASNĚ ZELENÁ.

Jestliže má plyn nebo plynná směs dvě nebezpečné vlastnosti, musí být horní zaoblená část TL zbarvena podle hlavního nebezpečí. Na horní zaoblené části TL se může použít barva pro vedlejší nebezpečí:

- a) jedovatost (anebo žíravost) a hořlavost – ŽLUTÁ a ČERVENÁ,
- b) jedovatost (anebo žíravost) a oxidace – ŽLUTÁ a SVĚTLE MODRÁ.

U ocelových TL se **trvalé značení** provádí ražením na vrchlíku a u kompozitních TL zalitím informací pod plastovou fólii pod vrchlíkem. Vždy jsou uvedeny tyto informace o TL:

- výrobce,
- plnicí médium
- plnicí tlak,

- zkušební tlak,
- hmotnost,
- vodní objem,
- výrobní číslo,
- měsíc a rok výroby,
- poslední tlaková zkouška.

Tab 4.1 Barevné odstíny pro značení tlakových lahví

| Tabulka barev podle ČSN | Číslo RAL | Název podle RAL |
|-------------------------|-----------|------------------|
| žlutá | 1018 | zinková žlut' |
| červená | 3000 | ohnivá červeň |
| světle modrá | 5012 | světlá modř |
| jasně zelená | 6018 | žlutá zeleň |
| kaštanová | 3009 | kaštanová červeň |
| bílá | 9010 | čistá běloba |
| modrá | 5010 | enciánová modř |
| tmavě zelená | 6001 | smaragdová zeleň |
| černá | 9005 | hluboká čern |
| šedá | 7037 | prachová šed' |
| hnědá | 8008 | olivová hněd' |

4.5 LAHVOVÉ VENTILY

Tato kapitola se týká lahvových ventilů TL určených pro VDP, ale rovněž ventilů TL pro plnění technickými plyny.

Značení TL je jedním z bezpečnostních opatření, které má zabránit pomíchání TL nebo použití pro jiné účely, než je určeno. Dalším důležitým opatřením je technické provedení lahvového ventilu, vnější nebo vnitřní závit boční přípojky, průměr nebo stoupání závitu boční přípojky, které neumožňuje TL naplnit (napojení na ventil plnicí stolice) nebo použít (napojení na redukční ventil), provedení závitu čepu. (*Čep spojuje TL a lahvový ventil, boční přípojka lahvový ventil s ventilem redukčním*). Např. podle provedení lahvového ventilu (W, G, M), jeho průměru (v mm nebo v palcích), vnějšího nebo vnitřního závitu, stoupání (1/14; 3/4; 5/8; 1,5), otáčivosti závitu (pravotočivý nebo levotočivý) se rozdělují lahvové ventily do skupiny dle použitých náplní (není-li uvedeno, závit je vnější):

- a) acetylen (speciální připojení pomocí třmenu),
- b) hořlavé plyny (W 21,80 x 1/14 levý závit),
- c) inertní plyny (W 21,80 x 1/14 pravý závit),
- d) dusík (W 24,32 x 1/14),
- e) oxid uhličitý (G 3/4" pravý závit),
- f) kyslík (W 21,80 x 1/14 pravý závit),
- g) vzduch stlačený (G 5/8" vnitřní, pravý závit),

- h) vzduch syntetický (W 21,80 x 1/14 pravý závit),
- i) toxické plyny (1" levý závit),
- j) kalibrační plyny (M 19 x 1,5 levý závit).

Z přehledu vyplývá, že se konstrukčně liší lahvové ventily TL se syntetickým vzduchem a vzduchem stlačeným. Na rozdíl od výrobců technických plynů působících v ČR podle německé normy DIN provedení ventilu na kyslík odpovídá českému provedení na oxid uhličitý a naopak. Pro některé technické plyny se dále rozlišují lahvové ventily podle toho, zda jsou v ose TL (přímý) nebo zda je otočen o 90° (úhlový).

Pro ventily na kyslík a stlačený vzduch se nesmějí používat ucpávky a mazadla, která obsahují tuky, oleje a materiály snadno hořlavé. Těsnost lahvového ventilu (není povolen žádný únik) musí být dokonalá v celém rozsahu tlaku plynu až do hodnoty zkušební tlaku plynu. Tato těsnost musí být zajištěna v rozsahu teplot od -30 °C do +70 °C. Ventil musí vyhovět tlaku, který je roven zkušebnímu tlaku TL. Lahvový ventil smí demontovat a montovat osoba oprávněná k dané manipulaci.

Kontrola lahvového ventilu na těsnost:

- a) po naplnění TL ponořit uzavřený lahvový ventil do vody a pozorovat bublinky ucházejícího plynu,
- b) těsnost napojení závitů lahvového ventilu na TL (zda není závit čepu „vychozen“),
- c) těsnost ucpávky nebo vřeten při otevřeném lahvovém ventilu.

Kontrola naplnění TL se provádí kontrolním manometrem (stanovené měřidlo), otevře se lahvový ventil TL a po vyrovnání tlaku po dobu jedné minuty nesmí dojít k poklesu tlaku na manometru.



Obr. 4.3 Přímý lahvový ventil



Obr. 4.4 Úhlový lahvový ventil

Lahvové ventily musí být označeny:

- a) znakem výrobce,
- b) číslicí určující boční připojení (dle ČSN 07 8631:1987),
- c) značkou ČSN a posledním čtyřčíslím rozměrové normy,
- d) schválenou značkou,
- e) rokem výroby,

- f) značkou pracovníka, který prováděl kontrolu,
- g) symbolem označujícím jeho otevírání a zavírání (O a Z).

4.6 PERIODICKÉ KONTROLY

Periodické kontroly TL se provádějí v intervalech uvedených v tab. 4.2. *Tlaková zkouška* se provádí vodou 1,5 násobkem provozního tlaku po dobu 1 min. Při revizi kovových TL musí revizní technik (oprávněná osoba) provést kontrolu a výměnu vnitřních dílů a těsnění (kluzné podložky, kuželka a těsnicí O kroužky). Každá TL, která spadla nebo byla vystavena jiným extrémním podmínkám, se musí podrobit revizi, i mimo běžný periodický cyklus.

Podle ČSN EN 1968 se provádí periodické kontroly ocelových a kompozitních TL, které jsou určeny pro dýchací techniku, každých 5 let. Proces tlakové zkoušky kompozitních TL je časově náročnější, protože kromě tlakového hydrostatického testu se provádí test změny objemu při tlakové zátěži. Autorizovanou osobou pro provádění periodických kontrol a zkoušení je u HZS ČR *Oprávněný závod Olomouc*. Některé HZS krajů mají rovněž oprávnění k provádění těchto kontrol.

Tab. 4.2 Intervaly periodických kontrol některých tlakových lahví

| Médium | 1.1.1.1.1.1.1 Ocelové TL | Kompozitové TL |
|---|--------------------------|-------------------------|
| vzduch | 1x za 5 let | 1x za 5 let |
| kyslík | 1x za 5 let | 1x za 5 let |
| Ar, N ₂ , CO ₂ , H ₂ | 1x za 10 let | - |
| plyny pro dýchací přístroje pro potápění | 1 x za 5 let (2,5 roku) | 1 x za 5 let (2,5 roku) |

4.7 SKLADOVÁNÍ

Sklady TL jsou buď otevřené, nebo uzavřené. *Otevřené sklady* jsou přízemní zastřešené sklady, které nemají pevné stěny a jsou chráněny proti povětrnostním vlivům a nepovolaným osobám. *Uzavřené sklady* jsou samostatné přízemní zastřešené objekty bez podkrovních a sklepních místností a prostorů.

TL musejí být uloženy na určeném místě (regál nebo koš) a zabezpečeny proti pádu nebo převrnutí. TL malých objemů a hmotností se většinou skladují horizontálně v regálech s vyznačenou nosností a označením, zda jsou v nich uloženy plné, prázdné nebo poškozené lahve. *Pro prevenci poškození nebo znečištění lahvových ventilů je lepší tyto TL ukládat hrdlem směrem dolů*. TL větších objemů a hmotností se skladují nastojato a rovněž musejí být zajištěny proti pádu nebo převrnutí. V jedné místnosti se nesmí skladovat TL na vzduch a kyslík. Vytápění skladu smí být ústředním topením teplovodním, nízkotlakým parním, teplovzdušným nebo elektrickým. Provozní prostory určené pro uložení TL musí splňovat požadavky ČSN 07 8304, dále např.:

- vzdálenost TL od topných těles musí být taková, aby povrchová teplota nepřekročila 50 °C a od zdrojů otevřeného ohně byla min. 3 m,

- TL nesmějí být skladovány s radioaktivními a chemickými látkami,
- TL mohou být skladovány do max. výšky 150 cm,
- prostor musí být označen bezpečnostními tabulkami.

4.8 TECHNICKÉ PŘEDPISY PRO PROVOZ A PLNĚNÍ

Na webových stránkách HZS ČR v odkaze na CHS je přehled technických norem k TL. Tento seznam se pravidelně minimálně jednou ročně aktualizuje. Přesto jsou v následující tabulce uvedeny základní technické normy pro provoz a plnění TL.

Tab. 4.3 Vybrané technické normy k tlakovým lahvím

| | |
|-------------------------|---|
| ČSN 07 8304 : 2008 | Tlakové nádoby na plyny – Provozní pravidla |
| ČSN 07 8305 : 1976 | Kovové tlakové nádoby k dopravě plynů – Technická pravidla |
| ČSN 07 8602 : 1987 | Kovové lahve na plyny. Uzavírací ventily pro lahve na plyny s plnicím přetlakem do 20 MPa. Všeobecná ustanovení. |
| ČSN 07 8631 : 1987 | Kovové lahve na plyny. Uzavírací ventily pro lahve na plyny s plnicím přetlakem do 20 MPa. Rozměry. |
| ČSN EN 1089 - 3 | Lahve na přepravu plynů – Označení lahví (kromě lahví na LPG) – Část 3: Barevné značení |
| ČSN EN 12245 : 2009 | Lahve na přepravu plynů – Plně ovinuté kompozitové lahve |
| ČSN EN 12257 : 2002 | Lahve na přepravu plynů – Bezešvé částečně ovinuté kompozitové lahve |
| ČSN EN 144-2 : 1999 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Ventily lahví na plyny – Část 2: Závítové spojení na výstupu |
| ČSN EN 144-3 : 2003 | Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Ventily lahví na plyny – Část 3: Závítové spojení na výstupu pro plyny Nitrox a kyslík určené pro potápění |
| ČSN EN 1968 : 2002 | Lahve na přepravu plynů – Periodická kontrola a zkoušení bezešvých ocelových lahví |
| ČSN EN ISO 10286 : 2008 | Lahve na plyny – Terminologie |
| ČSN EN ISO 11623 : 2003 | Lahve na přepravu plynů – Periodická kontrola a zkoušení lahví na plyny z kompozitních materiálů |
| ČSN EN ISO 13769 : 2009 | Lahve na plyny – Značení ražením |

4.9 ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

POZNÁMKA: LEKTOŘI A FREKVENTANTI VYUŽIJÍ PUBLIKACI [6], ZEJMÉNA KAPITOLY 1.6.

4.10 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [2] *Technická dokumentace společnosti Linde Gas, a.s.* Praha: 2011.
- [3] *Technická dokumentace společnosti Luxfer Gas Cylinders*. Praha: 2011.
- [4] *Technická dokumentace společnosti Vítkovice Cylinders, a.s.* Ostrava: 2011.

- [5] *Technická dokumentace společnosti Worthington Cylinders, a.s.* Hustopeče: 2011.
- [6] MATĚJKA, J.; LIŠČÁK, P. *Příručka chemie pro hasiče*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-66-3.
- [7] HZS ČR [online]. [cit. 2012-01-09]. Dostupný z www: <http://www.hzscr.cz/clanek/predpisy-994648.aspx>.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Zkontroluj úplnost trvalého značení u jedné TL.
2. Ověř, zda TL je způsobilá pro plnění, a naplň ji na předepsaný tlak.
3. Řádně vyplň příslušnou dokumentaci.
4. TL řádně uskladni.
5. Porovnej teorii v odpovědích na otázky 1-4 s praxí.

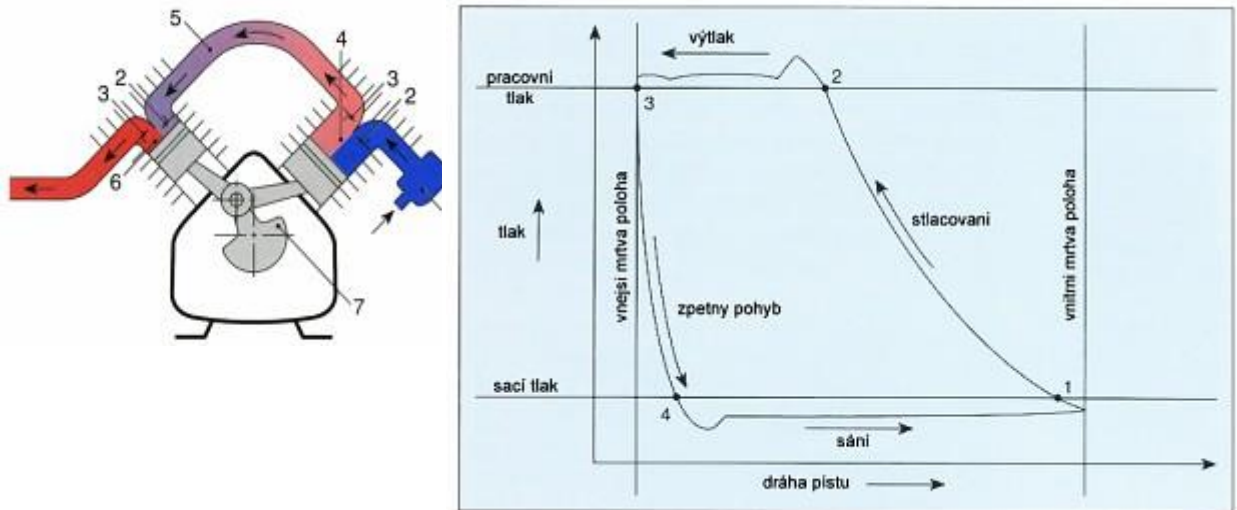
PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Porovnej výhody a nevýhody ocelových a kompozitních TL.
2. Které TL je zakázáno plnit?
3. Urči barevné značení vrchlíku TL u acetylenu, amoniaku, Ar, CO, CO₂, ethylenu, ethylenoxidu, HCl, He, H₂, chlóru, methanu, NO, N₂, O₂, propanu, H₂S, stlačeného vzduchu, syntetického vzduchu, SO₂. Využij přílohu 14 a databázi NL Medisalarm.
4. Vyjmenuj bezpečnostní pravidla při plnění TL.
5. Srovnej lahvové ventily TL na H₂, O₂, stlačený vzduch, syntetický vzduch, N₂, Ar.
6. Porovnej intervaly periodických kontrol TL určených pro izolační dýchací přístroje a technické plyny.
7. Jaké záznamy se vedou o plnění TL?
8. Pokud je kontrolní manometr stanoveným měřidlem, jaké kontroly podléhá? Co to znamená být stanoveným měřidlem?
9. Jaký objem vzduchu je přibližně v TL o vodním objemu 6,8 l s tlakem 100 bar? (Uvažuj izotermický děj, tzn., že teplota v TL je stejná jako teplota okolního vzduchu).
10. Jaký objem má TL, ve které je stlačeno 10 m³ kyslíku tlakem 200 bar? (Uvažuj izotermický děj, tzn., že teplota v TL je stejná jako teplota okolního vzduchu).
11. V rámci samostatné práce vypracuj zadané příklady na stranách 21-22 publikace [6].

12. Jaké požadavky jsou kladeny na provozní prostory určené pro skladování TL?
13. Lze napojit redukční ventil určený pro argon na TL pro kyslík? Lze napojit redukční ventil určený pro vodík na TL obsahující sirovodík?
14. Vyjmenuj alespoň 3 plyny nebo zkapalněné plyny, které se mohou plnit do TL s vrchlíkem žluté, červené, světle modré, jasně zelené nebo hnědé barvy.
15. Kde se prodějí u HZS ČR revize TL a kde likvidace kompozitních TL?
16. Jakou životnost mají ocelové a kompozitní TL? Jak to lze poznat? Lze prodloužit životnost ocelových nebo kompozitních TL?

5 ZAŘÍZENÍ NA PLNĚNÍ TLAKOVÝCH LAHVÍ

Pro plnění tlakových lahví (TL) stlačeným vzduchem pro vzduchové dýchací přístroje (VDP) se u HZS ČR používají *vysokotlaké kompresory*, pro kyslíkové dýchací přístroje (KDP) nebo křísící přístroje *kyslíková přečerpávací zařízení* nebo *kyslíkové přečerpávací stanice*. Tato kapitola je věnována výhradně vysokotlakým kompresorům a zařízením, kterých jsou součástí.



Obr. 5.1 Popis funkce dvoustupňového kompresoru

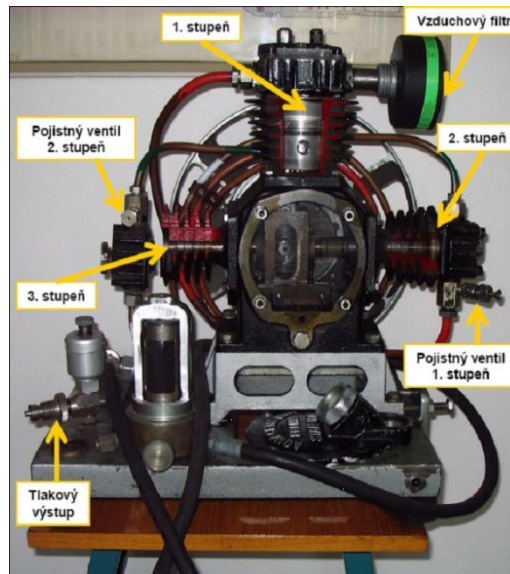
5.1 VYSOKOTLAKÉ KOMPRESORY

V pístových kompresorech se pohybují písty ve válcích lineárně protiběžně. Písty jsou poháněny klikovým ústrojím s klikovou hřídelí a ojnicemi. Řízení sání a výtlačku vzduchu se děje samočinně otvíránými a zavíranými ventily. Na obr. 5.1 je pro ilustraci schéma vzduchem chlazeného čtyřválcového dvoustupňového pístového kompresoru. Má 4 ojnice na jednom čepu klikové hřídele. Tři písty pracují paralelně jako první stlačovací stupeň, čtvrtý (levý) válec jako druhý stlačovací stupeň.

V zobrazeném dvoustupňovém provedení se vzduch stlačí v prvním válci (4) na mezitlak (5) a po ochlazení v chladiči se v druhém válci (6) stlačí na konečný pracovní tlak. Velikost mezitlaku je stanovena konstrukčně poměrem válců (průměr válce druhého stupně je vždy podstatně menší než průměr válce prvního stupně). Na obr. 5.1. jsou vyznačeny sací ventily (2) a výtlačné ventily (3).

Stlačování jednoho stupně probíhá v těchto krocích. Při sestupném pohybu pístu z horní úvratě klesne tlak v pracovním objemu válce až pod tlak sání (4). Sací ventil se otevře a vzduch proudí z místa sání do pracovního objemu válce. Při pohybu pístu z dolní úvrati do horní úvrati tlak v pracovním objemu válce stoupá a překročí nasávací tlak (1). Sací ventil se zavře. Tlak stoupá dále a překročí výtlačný tlak (2). Výtlačný ventil se otevře a stlačený vzduch se vytlačí až píst dosáhne horní úvrati. Na začátku zpětného pohybu pístu klesá velmi rychle tlak ve válci a výtlačný ventil se uzavře.

Vzduch ohřátý stlačováním se ochlazuje v chladičích zařazených za jednotlivými stupni kompresoru. Kompresory jsou chlazené vzduchem nebo vodou. V ovzduší je obsažena vzdušná vlhkost, která může při stlačování vzduchu zkondenzovat, proto jsou nutné *odlučovače* k odloučení zkondenzované vody. Kromě toho se stlačováním nasávaného vzduchu do kompresoru dostávají částice špíny, olejové páry, mazací olej, páry rozpouštědel a další látky. *Sací filtr* kompresoru přitom zachytí pouze hrubší pevné částice. Úkolem úpravy stlačeného vzduchu je odstranit tato znečištění.



Obr. 5.2 Popis vysokotlakého třístupňového kompresoru

Vysokotlaké kompresory jsou určeny pro plnění TL dýchacích přístrojů (DP) zdravotně nezávadným vzduchem. Zpravidla to jsou tříválcová třístupňová zařízení, která pracují s plnicím tlakem 30 MPa. Vzduch je nasán přes filtr do prvního stupně, kde je stlačen na tlak 0,6-0,7 MPa. Pak jde do druhého stupně, kde se stlačí na 5-6 MPa a nakonec do třetího stupně, kde se stlačí na konečný plnicí tlak 30 MPa.

Konstrukční prvky kompresoru:

- nosný rám,
- hnací jednotka (elektromotor, spalovací motor),
- kompresorová jednotka,
- filtrační jednotka,
- odlučovací jednotka,
- plnicí jednotka,
- chladič jednotka.

Na nosném rámu jsou uchyceny všechny výše uvedené součásti kompresoru. Hnací jednotka (motorová část) je propojena s kompresorovou jednotkou klínovými řemeny. Setrvačnick, který je součástí kompresorové jednotky, má vychýlené lopatky a při provozu kompresoru vhnání chladný vzduch na válce kompresoru. Pokud je kompresor poháněn spalovacím motorem, musí být spálené zplodiny odvedeny tak, aby nebyly nasávány do filtrační jednotky, a dále pak stlačovány do TL.

Tab. 5.1 Tlakové parametry třístupňového kompresoru

| Stupeň | Tlak [MPa] | Pojistný ventil [MPa] |
|--------|------------|-----------------------|
| 1 | 0,6-0,7 | 1 |
| 2 | 5-6 | 6-7 |
| 3 | 30 | 30+10 % |

Druhy zařízení na plnění TL:

- a) *kompresor stabilní* – kompresor o vysoké hmotnosti, velkých rozměrů a vysokém výkonu, který má své stálé stacionární stanoviště, kam se TL převážejí k plnění,
- b) *kompresor mobilní* – kompresor o nízké hmotnosti a menšího výkonu, který lze převézt na místo dlouhodobého zásahu; používají se výjimečně – v terénu musí být zajištěn zdroj energie (benzínový, dieselový nebo elektrický pohon),
- c) *kompresorová stanice*, která se skládá z
 - *plnicí místnosti*,
 - *kompresorovny s vysokotlakým vzduchovým kompresorem* – jeden s velkým výkonem nebo více s menším výkonem, které jsou navzájem paralelně propojeny a napojeny na jeden tlakový rozvod; max. plnicí přetlak 30 MPa; automatické odkalování a vypnutí při dosažení maximálního přetlaku; výstražná signalizace spojená s pojistnými ventily při překročení maximálního plnicího tlaku; v kompresorovně lze plnit TL,
 - *zásobníku TL* – baterie se třemi a více TL o vodním objemu většinou 50 l a tlaku 30 MPa spojených do společného sběrného potrubí,
 - *tlakového rozvodu vzduchu* – silnostěnné měděné nebo nerezové potrubí včetně příslušných pojistných ventilů,
 - *plnicí lišty*, které bývají vybaveny např. 2x4 plnicími přípojkami a přepínacím ventilem (4x20 MPa nebo 4x30 MPa); 20MPa větev je plněna z 30MPa rozvodu přes pojistný ventil 20 MPa; plnicí manometr pro 20 MPa je o rozsahu 40 MPa, plnicí manometr pro 30 MPa je o rozsahu 60 MPa,
 - *ovládacího panelu*, který slouží pro ovládání a kontrolu stavu jednotlivých součástí stanice,
 - *prostoru pro skladování TL*, který může být samostatnou místností nebo součástí plnicí místnosti nebo kompresorovny.



Obr. 5.3 Zásobníky tlakových lahví

Pro všechny druhy kompresorů platí, že při projektování plnicí místnosti stabilního kompresoru nebo tlakové stanice nebo při použití mobilního kompresoru v terénu musí být zvoleno takové umístění, aby nedocházelo k nasávání různých nežádoucích látek (např. výfukové plyny) do kompresoru a následně pak do TL.

5.2 BEZPEČNOST PRÁCE PŘI PLNĚNÍ TLAKOVÝCH LAHVÍ

Vyhláškou [2] se definují **vyhrazená plynová zařízení**. Podle této vyhlášky jsou vyhrazenými zařízení tlakové stanice, kde na kompresor navazuje tlakový rozvod s terminálem na plnicí liště. Stabilní a mobilní kompresory s plnicím místem na samotném zařízení bez tlakového rozvodu nespádají do kategorie vyhrazených plynových zařízení.

Kompresorová stanice (plnárna) musí splňovat tyto podmínky:

- a) nesmí být ohrožena bezpečnost osob a majetku,
- b) vchody musejí být označeny příslušnými bezpečnostními tabulkami,
- c) podlaha rovná, udržovaná, nehořlavá, nekluzná,
- d) budova plnárny musí být chráněna před statickým napětím a atmosférickými účinky výboje,
- e) plnicí zařízení a potrubí musí být zajištěno pojišťovacím zařízením,
- f) TL do vodního objemu 10 l lze plnit v plnárně, kde se nachází kompresor,
- g) plnicí zařízení musí mít odvzdušňovací ventil,
- h) plnicí zařízení se musí odzkoušet po dokončení montáže, po revizi, po opravě (např. výměny potrubí); periodické kontroly se provádějí jednou ročně.

Plnárna je provozována v souladu s ČSN 07 8304 a je opatřena **místním provozním řádem**, což je soubor technických a organizačních opatření a bezpečnostních zásad pro bezpečný a spolehlivý provoz. Místní provozní řád obsahuje:

- a) charakteristiku používaného plynu,
- b) charakteristiku tlakových nádob,
- c) pokyny pro obsluhu plnicího zařízení,
- d) postup plnění TL,
- e) postup vypouštění TL,
- f) pokyny pro případ požáru,
- g) pokyny pro případ úniku plynu,
- h) pokyny pro případ poruchy zařízení,
- i) lhůty pro provádění kontrol a revizí,
- j) pokyny pro provádění údržby zařízení a TL.

5.3 KVALITA VZDUCHU

Tlakový vzduch pro DP nesmí obsahovat žádné znečišťující látky v koncentracích, které by mohly být jedovaté nebo mít škodlivé účinky. Platí hodnoty

uvedené v tab. 5.2 (ČSN EN 12021). Technologie výroby stlačeného vzduchu musí směřovat k co možná nejnižším hodnotám.

Obr. 5.2 Maximální koncentrace znečišťujících látek tlakového vzduchu pro VDP

| | Tlak 200 bar | Tlak 300 bar |
|---|---|--------------|
| O ₂ [% obj.] | 21 ± 1 | 21 ± 1 |
| maziva [mg/m ³] | 0,5 | 0,5 |
| pach a chuť | vzduch nesmí mít významný pach nebo příchut' | |
| CO ₂ [ml/m ³ , ppm] | 500 | 500 |
| CO [ml/m ³ , ppm] | 15 | 15 |
| H ₂ O v kapalném skupenství | nesmí se vyskytovat žádná voda v kapalném stavu | |
| H ₂ O v plynném skupenství z kompresoru [mg/m ³] | 25 | 25 |
| H ₂ O v plynném skupenství TL [mg/m ³] | 50 | 35 |

Veškeré hodnoty platí pro normální atmosférický tlak.

5.4 OBSLUHA STABILNÍ KOMPRESOROVÉ STANICE

Před uvedením kompresoru do provozu se kontroluje:

- náplň oleje (olejznak),
- napnutí klínových řemenů,
- sací filtr (Mh),
- vložka jemného čističe (Mh),
- sběrná nádoba kondenzátu (nesmí přetéci),
- uzavření plnicích pákových ventilů na plnicí rampě,
- nastavení třicestného ventilu do polohy plnění ze zásobníku (kontrola nárůstu tlaku v potrubí),
- uzavření ventilů zásobníku vzduchu.



Obr. 5.4 Plnicí zařízení

Před plněním zásobníku stlačeným vzduchem se kontroluje kvalita stlačeného vzduchu. Plnění TL se provádí z kompresorů nebo ze zásobníků stlačeného vzduchu. Po ukončení provozu se provádí kontrola celé jednotky, kompresor se vyčistí a provedou se příslušné záznamy. U jemných čističů vzduchu s aktivním uhlím a silikagelem je nutné, aby nejprve stlačený vzduch procházel přes aktivní uhlí (zachycení pachů) a pak přes silikagel nebo keramické síto (zachycení vlhkosti). Silikagel se regeneruje při teplotě 105 °C po dobu 60 min. Pokud je silikagel znehodnocen olejem, nedá se regenerovat. Aktivní uhlí a keramické síto nelze regenerovat, musí se vyměnit. Při plnění za extrémních podmínek (mlha, déšť, inverze) se doporučuje po ukončení plnění vyměnit náplně čističů vzduchu. Při dlouhodobém skladování se musí kompresor pravidelně prohlížet a minimálně jednou ročně uvést do provozu.

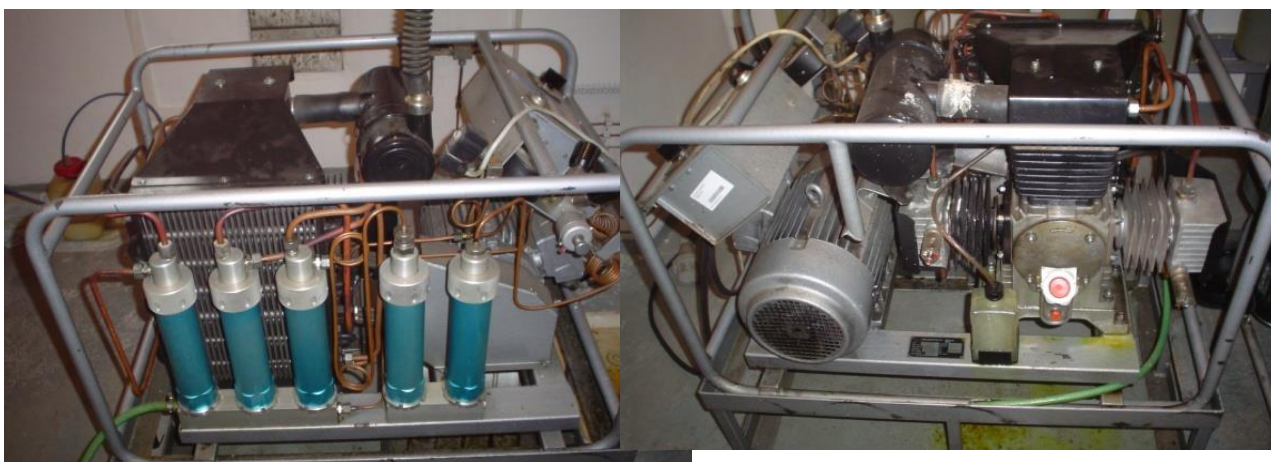
Obr. 5.3 Intervaly provozních zkoušek a revizí kompresorů

| Termín | Provádí | Způsob provedené |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| po 14 dnech provozu | provozovatel | první provozní zkouška |
| jednou za 4 měsíce | provozovatel | zkouška pojistných ventilů |
| jednou za 6 měsíců | provozovatel | kontrola manometrů (nulování) |
| min. jednou za 12 měsíců | provozovatel | provozní zkouška |
| min. jednou za 5 let | provozovatel | vnitřní revize |
| po vnitřní revizi a výměně náplně | revizní technik | zkouška těsnosti |
| min. jednou za 9 let | revizní technik | tlaková zkouška |

5.5 PŘÍKLADY VYSOKOTLAKÝCH KOMPRESORŮ

5.5.1 Trident III

Je rychloběžný třístupňový tříválcový kompresor, který slouží pro plnění TL na provozní tlak 20-30 MPa. Rovnoměrný chod zajišťuje setrvačnick, který pracuje současně jako ventilátor. Šipka na setrvačnicku udává směr otáčení. Přestože je tento kompresor již zastaralý, je neustále inovován a je doposud používán na mnoha pracovištích HZS ČR.



Obr. 5.5 Vysokotlaký kompresor Trident

Tab. 5.4 Technické parametry kompresoru Trident III

| | | |
|------------------------|--|--|
| Údaje | výkon plnicí tlak chlazení mazání | 11-12 m ³ /h (190 l/min) 30 MPa vzduchové rozřikem |
| Náplně | olej K 8 1,4 l sací filtr typu Trabant | výměna po 30 Mh výměna po 60 Mh |
| Čističe vzduchu | č. 1 – 200 g č. 2 – 30 g | Super sorbon II, výměna po 10 Mh Silikagel, výměna po 10 Mh |

Labyrinty jsou za každým stupněm. Čistí se po 10 Mh. Odkalování se provádí centrálně tlakem vzduchu od 1. stupně kompresoru. Ovládá se tlačítkovým ventilem na panelu. Stlačený vzduch z každého stupně je veden přes chladič, kde se ochlazuje. Odlučovače vody, kondenzátu a čističe vzduchu jsou naznačeny v tab. 5.5:

Tab. 5.5 Schema kompresoru Trident III



5.5.2 Astra V 32

Kompresor ASTRA se vyrábí v provedení přenosného kompresoru s možností výběru pohonu motoru. Kompresor je poháněn elektromotorem, benzinovým nebo dieselovým motorem, které jsou vhodné pro použití v místech bez elektrické energie.

Obr. 5.5 Modely kompresoru Astra V 32

| Model | Výkon [l/min] | Pohon | Hmotnost [kg] |
|--------------|---------------|----------------------|---------------|
| Astra V 32 E | 200 | E-motor 6,5 kW/380 V | 110 |
| Astra V 32 B | 230 | Honda GX390 benzín | 110 |
| Astra V 32 D | 230 | Honda GD411 diesel | 130 |

5.5.3 Poseidon

Je vzduchový třístupňový tříválcový vzduchem chlazený kompresor pro plnění TL o plnicím tlaku 20 nebo 30 MPa. Provedení kompresoru:

- P – kompresor i pohonná jednotka jsou samostatně namontovány a jsou navzájem spojeny klínovými řemeny,
- PFU – kompresor i elektromotor jsou namontovány na společné základové desce a jsou navzájem propojeny klínovými řemeny,
- SILENT – kompresor a motor jsou umístěny v uzavřené kabině s rohožemi tlumící zvuk 75 dB ve vzdálenosti 1 m.

Tab. 5.6 Technické parametry modelů kompresoru Poseidon

| Model | IC 135 | IC 201 | IC 250 | CB 250 |
|---------------------|--------|--------|--------|---------|
| sací tlak [MPa] | 100 | 100 | 100 | 100 |
| provozní tlak [MPa] | 35 | 35 | 35 | 35 |
| výkon [MPa] | 150 | 200 | 260 | 260-900 |

1. Údržba

Mazání kompresoru se provádí rozstříkáním oleje; jeho množství je dáno roztečí na měrce. Olej nesmí v žádném případě být nad maximální značkou, jinak dochází k přemazání kompresoru a ke karbonizaci ventilů. Oleje se používají syntetické. Jsou vhodné pro trvalý provoz nebo při provozu s vysokými teplotami okolí. Výměna oleje se provádí po 2000 Mh nebo po 2 letech.

Sací filtr: suchý typ Mikronik; po 50 Mh se filtr musí vyjmout a vyčistit a při montáži jej o 90° otočit, aby nevtékal vzduch ve stejném místě.

Meziodlučovač je umístěn za 2. stupněm kompresorové jednotky. Odstředivě odlučuje olej a kondenzát. Pro odloučení pevných nečistot slouží sintrová filtrační vložka. Odlučování kondenzátu a oleje se provádí při manuálním odpouštění po 10-15 min, při automatickém odpouštění max. po 6 min.



Obr. 5.6 Kompresor Poseidon

Odlučovač vody a oleje zachycuje mikropatronou částičky oleje a vody. Je umístěn za 3. stupněm kompresní jednotky. Odlučovač je dynamicky namáhán (max. na 85 000 cyklů). Jeden cyklus = 1 tlakový nárůst + 1 tlakový pokles. Po dosažení maximálního počtu cyklů zatížení se musí odlučovač vyměnit.

Při provozu je nutno dbát, aby se nepřekročily max. 4 cykly/h, což představuje optimální způsob a dobu využití. Jednotky mívají počítadlo cyklů. Odpouštění kondenzátu se provádí pravidelně pomalým otevřením ventilu před každým plnicím průběhem, během plnění po 15 min, při vysoké vlhkosti po 5-10 min.

Filtrační patrona je umístěna za posledním stupněm, kde dochází k oddělení zbytkového podílu oleje a vody v podobě páry (1/3 aktivního uhlí a 2/3 molekulárního síta), a proto stlačený vzduch nemá příchut' ani zápach (MS-molekulární síto, AC-aktivní uhlí, HP-hopkalit).

Teplota nasávaného okolního vzduchu ovlivňuje životnost patrony. Ecosafe je hlásicí přístroj, který sondou měří stav filtračních prvků ve filtrační patroně a dává po dosažení hraničních hodnot signál pomocí LED.

- zelená – patrona je v pořádku,
- žlutá bliká – patrona se musí vyměnit (zbývají 3 h provozu),
- červená bliká – vypotřebovaná patrona,
- červená svítí – chybí patrona nebo je přerušeno elektrické vedení k patroně.

Zpětný tlakový ventil je umístěn za filtračním systémem. Tlakový ventil působí tak, že se již na počátku plnění vytvoří dostatečný tlak ve filtračním zařízení, a tím se docílí konstantního optimálního filtrování a bezvadné funkce práce posledního stupně (volný píšť). Tlakový ventil je nastaven na 14-15 MPa. Zpětný ventil zabraňuje při odpouštění kondenzátu úniku filtrovaného vzduchu.

Tab. 5.7 Tlakové a teplotní parametry vysokotlakého kompresoru Poseidon

| Stupeň | Plnicí tlak 20 MPa [MPa] | Plnicí tlak 30 MPa [MPa] | Teplota vstupní [°C] | Teplota výstupní [°C] | Pojistný ventil [MPa] |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 0,6 – 0,7 | 0,7 – 0,8 | okolí | 70 | 0,8 |
| 2 | 4,0 – 4,2 | 4,3 – 4,6 | 30 | 90 | 5,0 |
| 3 | 20 | 30 | 30 | 100 | 35 (nastavitelný) |

2. Ventily

Funkce ventilů se kontroluje při každém provozu – sací vedení k ventilové hlavě má mít teplotu ruky, tlakové vedení od ventilové hlavy musí být horké. Po 400-600 Mh provozu se ventily musí vymontovat a přezkoušet. Po 1000 Mh provozu se ventily musí vyměnit, aby se předešlo únavovým lomům.

Kondenzátová automatika má elektropneumatické ovládání tlakem vzduchu z 2. stupně. Během provozu se odvodňuje po 6 min po dobu 6 s. Skládá se z meziodlučovače, odlučovače vody a oleje, jemného filtru za posledním stupněm.

Po vypnutí kompresoru se zařízení odvodňuje po dobu 25 s. Mezifiltr a odlučovač vody a oleje má ještě ruční vypouštění, které umožňuje kontrolu automatického odpouštění kondenzátu. Kondenzátové ventily je nutno jednou týdně otevřít.

Napnutí klínových řemenů se provádí po 25 Mh provozu. Povoleno je průhyb 10 mm při tahu 5 kg. Po 125 Mh provozu se provádí kontrola poškození a opotřebení, popř. výměna. Chlazení je vzduchové od setrvačnicku ventilátoru.

3. Elektronická řídicí jednotka

Kontroluje provozní stavy kompresoru:

- tlak oleje,
- nejvyšší kompresní teplotu,
- průtok mazacího oleje,

- mezitlak 1/2, 2/3, 3/4 (v příp. poruchy otevře),
- teploty 1., 2. a 3. stupně,
- zbytkový tlak v TL.

4. Skladování a konzervace

Pokud má být kompresor odstaven na déle než 6 měsíců, doporučuje se jej zakonzervovat. Zahřát kompresor na provozní teplotu a po dosažení provozního tlaku ponechat ještě běžet dalších 10 min. Potom se provedou následující úkoly:

- zkouška těsnosti rozvodů, filtrů, ventilů, pojistných ventilů,
- dotáhnout všechny závitové spoje,
- po 10 min otevřít všechny plnicí ventily, výpustný ventil a nechat kompresor běžet 5 min,
- odstavit kompresor, vypustit kondenzát (mezifiltry, odlučovač vody a oleje, tlak kompresoru na nulu),
- uzavřít výpustné a plnicí ventily,
- otevřít šroubové závity filtrů a namazat je,
- filtrační patrony ponechat ve filtrech (olej se nesmí dostat za filtry),
- demontovat sací filtr z nasávacího ústí a všechna sací vedení z ventilačních hlav,
- kompresor nechat vychladnout.

5. Konzervace

- otevřít plnicí, popř. výpustné ventily,
- zapnout kompresor a při běhu do sacích otvorů ventilových hlav stříknout asi 10 cm³ kompresorového oleje (kompresor nesmí být dlouho zapnutý, aby se zahřátím nesnížila soudržnost oleje),
- zařízení vypnout,
- uzavřít plnicí, popř. výpustné ventily,
- namontovat zpět sací vedení a krytkou uzavřít sací otvor.

6. Údržba během konzervace (po 6 měsících)

- demontovat krytku ze sacího otvoru a připojit sací filtr,
- otevřít plnicí, popř. vypouštěcí ventily,
- spustit kompresor a ponechat asi 10 min běžet (zkontrolovat tlakové mazání, kontrolní manometr),
- vypnout kompresor,
- otevřít všechny ventily vypouštění kondenzátu, vypustit tlak a všechny kohouty uzavřít,
- provést opětovnou konzervaci.

7. Příprava kompresoru k provozu

- umístit kompresor do vodorovné polohy,
- protočit kompresor tahem za ventilátor (10 otáček),
- zkontrolovat množství oleje ve skříni,
- zkontrolovat napnutí klínových řemenů,
- zkontrolovat stav připojovacího elektrického kabelu a zástrčky,
- zkontrolovat stav plnicích tlakových hadic,
- zkontrolovat znečištění sacího filtru (Mh),
- zkontrolovat znečištění náplní,
 - Super Sorbonu II (aktivního uhlí) – 10 Mh,
 - silikagelu – 10 Mh,
 - oleje – 30 Mh (dle typu oleje).

8. Postup plnění

- zkontrolovat uzavření plnicích ventilů na panelu,
- připojit zkontrolovanou TL na koncovku,
- zkontrolovat uzavření odpouštěcího ventilu na koncovce – otevřít ventil TL,
- zapnout chod kompresoru (správný směr otáčení),
- při prvním plnění nechat kompresor zahřát 3 min,
- natlakovat na 5 MPa, přičemž
 - nesmí být překročen žádný max. tlak (kompresor, TL),
 - po dosažení tlaku pomalu otevřít plnicí ventily,
 - sledovat plnění na plnicím manometru,
 - odkalovat (asi 2x1 s prodlevou 3 s) na počátku plnění a asi po 10 min provozu,
 - po dosažení plnicího tlaku uzavřít plnicí ventily,
 - uzavřít ventil TL,
 - otevřít výpustný ventil na koncovce a odtlakovat,
 - po poklesu tlaku v plnicí hadici demontovat TL.

9. Plnění TL lze provádět

- plnění dvou TL najednou, ale plnění střídavě je výhodnější postup.

10. Ukončení plnění

- zastavit chod kompresoru,
- zkontrolovat stav kompresoru,
- po vychladnutí očistit kompresor a zakrýt plachtou,
- provést záznam do knihy provozu kompresoru a evidence plnění TL.

Tab. 5.8 Intervaly provádění údržby

| Interval | Druh údržby |
|-------------|---|
| denně | kontrola stavu oleje, zkouška pojistného ventilu – natlakovat kompresor na maximum a pojistný ventil musí odpustit |
| po 30 min | ruční přezkoušení funkce ventilů |
| týdně | zkouška automatického vypouštění kondenzátu |
| po 25 Mh | kontrola napnutí klínových řemenů |
| po 50 Mh | sací filtr Mikronic |
| po 250 Mh | pojistné ventily. Zkouška těsnosti rozvodů |
| po 1000 Mh | vyčistění ventilů (výměna), výměna oleje a sintrových vložek |
| po 2000 Mh | výměna oleje, syntetické oleje, výměna ventilů |
| po 3000 Mh | kontrola pístů a pístních kroužků |
| ročně | kontrola otevírání pojistného ventilu, výměna oleje, i když je natočeno méně než 1000 Mh, kontrola počítadla cyklů. |
| po 2 letech | výměna oleje |

5.6 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [2] Vyhláška č. 21 ze dne 22. ledna 1979, kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění pozděj-

ších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1979, částka 3, s. 0056.

- [3] Vyhláška č. 85 ze dne 26. června 1978, o kontrolách, revizích a zkouškách plynových zařízení, ve znění vyhlášky č. 352/2000 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1978, částka 19, s. 0376.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Prakticky proved' kontrolu stabilní kompresorové stanice před uvedením zařízení do provozu.
2. Ověř, zda TL je způsobilá pro plnění, a naplň ji na předepsaný tlak.
3. Řádně vyplň příslušnou dokumentaci.
4. TL řádně uskladni.
5. Porovnej teorii v odpovědích na otázky 1-4 s praxí.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Popiš funkci vysokotlakého kompresoru.
2. Popiš jednotlivé části vysokotlakého kompresoru.
3. Popiš stabilní kompresorovou stanici.
4. Vyjmenuje alespoň 5 požadavků, které jsou kladeny na plnárnu.
5. Jaké požadavky musí splňovat místní provozní řád?
6. V jakém technickém předpise jsou uvedeny požadavky na kvalitu vzduchu pro VDP. Které znečišťující látky se sledují a proč?

6 PROTICHEMICKÉ OCHRANNÉ ODĚVY

Ochranným prostředkem je každé zařízení nebo prostředek navržený tak, aby byl nošen nebo držen jednotlivcem pro ochranu před jedním nebo více zdravotními anebo bezpečnostními riziky. *Osobní ochranné prostředky* patří k nejdůležitějším věcným prostředkům, protože chrání život a zdraví nebo zvyšují bezpečnost hasiče proti různým nebezpečím. Proto se klade silný důraz na vybavení jednotky těmito prostředky, optimální způsob používání, údržbu a pravidelné kontroly. *Protichemické ochranné oděvy* představují společně s dýchací technikou nejdůležitější prvek ochrany proti nebezpečným látkám (NL).



Obr. 6.1 Plynotěsné protichemické ochranné oděvy typu 1a

6.1 ZÁKLADNÍ POJMY A ROZDĚLENÍ

Protichemické ochranné oděvy (POO) jsou věcné prostředky, které slouží k ochraně těla uživatele, zejména při zásazích s výskytem nebezpečných látek. Dělí se podle různých hledisek. Podle ČSN EN 943-1 se POO dělí dle ochranné funkce na typy.

Typ 1 – plynotěsný protichemický ochranný oděv je oděv, který splňuje požadavky na těsnost, když je zkoušen podle zkoušky vnitřním přetlakem uvedeném v ČSN EN 464. Dělí se na tři podskupiny:

- *typ 1a* – plynotěsný protichemický ochranný oděv (PPOO) s přívodem dýchatelného vzduchu nezávislým na okolním ovzduší (např. autonomní DP s tlakovým vzduchem s otevřeným okruhem, nošený uvnitř POO),
- *typ 1b* – PPOO s přívodem dýchatelného vzduchu (např. autonomní DP s tlakovým vzduchem s otevřeným okruhem, nošený na vnější straně POO),
- *typ 1c* – PPOO s dýchatelným vzduchem vytvářejícím přetlak (např. přívodem vzduchu potrubím nebo hadicí).

Kromě toho je v ČSN 83 2700 definován *plynotěsný oblek (!)* jako jednodílná oděvní součást s kapucí, rukavicemi a botami, která při nasazení spolu s izolačním dýchacím přístrojem nebo dýchacím přístrojem s dálkovým přívodem vzduchu, zajiš-

tuje uživateli vysoký stupeň ochrany proti kontaminaci kapalnými látkami, pevnými částicemi a plyny či parami.

Typ 2 – neplynotěsný protichemický ochranný oděv je POO, který není plynotěsný s dýchacím vzduchem vytvářejícím přetlak uvnitř oděvu.

Typ 3 – kapalnotěsný oděv je ochranný oděv pro ochranu celého těla se spojením nepropustným proti postřiku mezi různými částmi – oděv nepropustný proti kapalinám.

Typ 4 – oděv těsný proti postřiku je ochranný oděv pro ochranu celého těla se spojením nepropustným proti postřiku ve formě spreje mezi různými částmi oděvu – oděv nepropustný proti postřiku ve formě spreje.

Typ 5 – prachotěsný oděv je ochranný oděv pro ochranu proti aerosolům suchých jemných prachů.

Typ 6 – oděv omezeně těsný proti postřiku je ochranný oděv proti chemikáliím pro omezené použití a omezené opakované použití – lehký postřík, kapalně aerosoly, nízký tlak.

Z výše uvedených definic vyplývá, že POO typu 1 jsou plynotěsné, kdežto POO typu 2-6 neplynotěsné. Dále lze POO dělit na:

- a) *oděvy s nucenou ventilací* – součástí POO je filtroventilační systém, který se skládá z čerpadla pro nasávání okolního vzduchu a několika filtrů, přes něž se filtruje vzduch tak, aby poskytoval uživateli čistý vzduch,
- b) *oděvy bez nucené ventilace*,

nebo na:

- a) *oděvy jednorázové* – po zásahu se likvidují jako nebezpečný odpad,
- b) *oděvy pro opakované použití* – po dekontaminaci je lze použít pro další zásah nebo výcvik.

Ochranný oděv proti biologickým agens je kombinovaná sestava oděvů určená k poskytnutí ochrany pokožky proti expozici nebo kontaktu s infekčním agens. Pro zásahy s podezřením na přítomnost patogenních mikroorganismů je stanoven nejvyšší stupeň ochrany (typ 1a). Někteří výrobci POO od roku 2006 začali doplňovat svůj výrobní program o ochranné oděvy splňující ochranu proti infekčním agens nebo rozšiřují certifikaci některých již vyráběných POO o certifikaci proti infekčním agens. *V praxi to znamená, že tuto certifikaci mají mít jednak oděvy typu 1a i oděvy jednorázové!* Požadavky na tento ochranný oděv se řídí normou ČSN EN 14126.

Ochranný oděv proti radioaktivní kontaminaci zajišťuje ochranu pokožky, a pokud je požadováno, i dýchacích orgánů před radioaktivní kontaminací. Požadavky na tento ochranný oděv se řídí normami ČSN EN 1073-1 a 1073-2.

Plynotěsnost (hermetičnost) se rozumí, že PPOO vytváří hradbu (izolaci) mezi tělem zasahující osoby a okolní atmosférou, která může být kontaminována NL. Dosahuje se toho provedením oděvu, který neumožňuje, aby se okolní vzduch dostal dovnitř oděvu (kvalita materiálu, nepropustnost spojů apod.). A dále působením vnitřního přetlaku, vznikajícího při vydechování vzduchu v POO, proti směru možného vnikání kontaminantu do oděvu (švy, spoji nebo přetlakovými ventily) se vytváří přetlak, který neumožňuje nasátí okolního vzduchu. Regulace přetlaku je řízena pře-

tlakovými ventily, kterých je na oděvu několik. Dříve se podle tohoto kritéria rozdělovaly POO na *přetlakové* a *rovnotlaké*.

6.2 PRÁVNÍ A TECHNICKÉ PŘEDPISY

POO mohou ve zvýšené míře ohrozit zdraví nebo bezpečnost. Proto základním právním předpisem pro způsob stanovení technických požadavků je zákon o technických požadavcích na výrobky [3]. Prováděcí vyhláškou k tomuto zákonu je nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky [4]. Nařízení stanoví mj.:

- a) druhy osobních ochranných prostředků, na které se nařízení nevztahuje,
- b) základní požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví,
- c) podmínky uvedení na trh a do provozu,
- d) technickou dokumentaci dodávanou výrobcem,
- e) postupy posuzování shody, přezkušování typu a náležitosti prohlášení o shodě,
- f) podmínky autorizace a další podrobnosti.

Oba právní předpisy jsou v souladu s právem Evropského společenství tak, aby POO splňovaly minimální technické podmínky. Další technické požadavky jsou stanovené v navazujících evropských normách a zaručují základní úroveň ochrany uživatele. V platnosti je celá řada těchto norem, které popisují úroveň ochrany proti chemikáliím.

Zejména oblast ochranných oděvů proti chemikáliím je podrobně a rozsáhle normami upravena. Podstatně jednodušeji je provedena úprava proti infekčním agens, která je řešena stejně jako proti radioaktivní kontaminaci pouze jednou normou. Je to dáno jednak četností mimořádných událostí a tím, že se události s výskytem infekčních agens začaly vyskytovat až po roce 2001. Do té doby způsob ochrany proti infekčním látkám nebyl metodicky stanoven. *Dosud se jako způsob ochrany používají u jednotek požární ochrany PPOO, které tvoří nejvyšší stupeň ochrany hasiče.*

POO jsou mj. hodnoceny podle **koeficientu průniku K_p** , který je kvantitativním ukazatelem vyjadřujícím, kolikrát byla koncentrace NL ochranným oděvem snížena. Platí, že

$$K_p = C_s / C_0$$

| | |
|-------|--|
| K_p | koeficient průniku, který se též vyjadřuje v % |
| C_s | koncentrace NL uvnitř POO |
| C_0 | koncentrace NL vně POO (okolí systému) |

Je zajímavé, že podle ČSN EN 943-1 není stanovena povinnost měření průniku u POO typu 1a. Tvůrci této normy nezvažují nutnost provádění této zkoušky u PPOO s DP uvnitř oděvu, neboť předpokládají působení vnitřního přetlaku vydechovaného vzduchu v POO proti směru možného vnikání kontaminantu do oděvu švy, spoji nebo pojistnými ventily.

6.3 ZASTOUPENÍ ODĚVŮ U HZS KRAJŮ

Ze sběru dat vyplývá několik zajímavých poznatků (r. 2008):

- typ 1a je zastoupen v počtu cca 2000 ks,
- typy 1b, 1c a 2 nejsou prakticky zastoupeny,
- typ 3 a 4 je zastoupen zejména jednorázovými POO,
- typ 5 je zastoupen velmi málo.

U starších POO museli technici CHS odhadovat funkce a odolnost oděvů pro jejich správné zařazování do příslušných typů, protože oficiální vodítka chyběla. V současné době je situace díky normativním úpravám jednodušší, protože při pořizování POO je třeba při formulování technických požadavků na výrobek v příslušné specifikaci požadovat typ oděvu. Pořízený oděv musí disponovat prohlášením o shodě a označením certifikace (CE) s udáním typu.

Z množiny PPOO typu 1a byl v roce 2007 nejvíce zastoupeným oděvem OPCH-90 PO (70 % ze všech oděvů typu 1a). Další výrobci byli pak zastoupeni více méně rovnoměrně:

- skupina oděvů TRELLECHEM,
- skupina oděvů VAUTEX,
- CHEMPION ELITE,
- DRÄGER TEAM MASTER PRO,
- OCHOM-99 FIRE,
- TYCHEM TK.



Obr. 6.2 Protichemický ochranný oděv S00-CO

6.4 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA

Jak již bylo uvedeno, za nejvyšší stupeň ochrany zasahujících hasičů v prostředí s výskytem NL je považován **PPOO typu 1a** v kombinaci s izolačním dýchacím přístrojem (IDP) vzduchovým. PPOO typu 1a je jednodílná oděvní součást s kapucí, rukavicemi a botami, která při nasazení spolu s IDP zajišťuje uživateli vysoký stupeň ochrany proti kontaminaci škodlivými kapalinami, pevnými částicemi a plyny či parami. Stupně ochrany zasahujících hasičů v prostředí s výskytem NL jsou určeny druhem dýchací techniky a typem POO. Výhodou těchto oděvů je jejich vyšší ochranná schopnost. Nevýhodou je malý výhled, velký objem, snížený volný pohyb obzvláště v úzkém průlezu, špatná manipulace s IDP, např. při kontrole spotřeby vzduchu.

ČSN stanovují minimální požadavky na vlastnosti materiálů, mezi které patří: *odolnost proti oděru, odolnost proti vzniku trhlin, pevnost v tahu, odolnost proti propíchnutí, odolnost proti propustnosti kapalin (permeace), odolnost proti plameni.*

Nosným materiálem oděvu je **kostra** – většinou polyamidová tkanina, na kterou jsou nanášeny vrstvené materiály vně i uvnitř oděvu. Kvalita POO závisí zejména na **materiálu**, z kterého byl vyroben. V tab. 6.1 jsou uvedeny materiály, které se nejčastěji používají pro výrobu POO, přičemž většina výrobců kombinuje více materiálů. Pak se hovoří o jednovrstvém, dvouvrstvém či třívrstevném oděvu, jak ukazuje tab. 6.2. Čím se na výrobu materiálu použije více vrstev, tím je pravděpodobnost průniku chemické látky materiálem oděvu (nikoliv švem, spojem, ventilem) nižší a tedy materiál je odolnější. Na druhou stranu vícevrstvé oděvy jsou těžší a hůře se v nich pohybuje.

Z následujících tabulek je rovněž patrné, že se používají kombinace kaučukových a plastových materiálů. Polymery na bázi plastů jsou zpravidla odolnější proti různým agresivním chemickým látkám než polymery na bázi kaučuku, naopak kaučuky díky své pružnosti mají lepší mechanické vlastnosti a nejsou tak náchylné k lámavosti materiálu (odolnost proti oděru a vzniku trhlin).

Tab. 6.1 Materiály pro výrobu PPO

| Obchodní název | Chemický název | Zkratka | Popis |
|----------------|-----------------------|---------|-------------------------------------|
| Viton | fluorkaučuk | FP | nejčastěji kopolymer fluorpropylenu |
| Butyl | butylkaučuk | IIR | kopolymer isobutylenu s dieny |
| PVC | polyvinylchlorid | PVC | polymer vinylchloridu |
| Neopren | chloroprenový kaučuk | CR | polymer 2-chlor-1,3-butadienu |
| Teflon | polytetrafluorethylen | PTFE | polymer tetrafluorethylenu |
| Hypalon | chlorsulfonový kaučuk | CSM | chlorsulfonací syntetického kaučuku |

Dále kvalita POO závisí na **dílenském zpracování** jednotlivých částí, které byly s oděvem spojeny (švy, ventily, zorníky, obuv, rukavice, zipy). Spoje u POO jsou svařované nebo lepené, kdy spoj je ještě přelepen izolačním pásem materiálu. Rukavice a holinky mohou být integrovány do jednoho celku, pevně přilepeny nebo mohou být oddělitelnými součástmi POO uchycením rukavic na rukávový kroužek. Podobně ochranná obuv (holínka) je buď pevně přilepena, nebo nepřichycena a pak nohavice má ponožkové ukončení.

Důležitý je rovněž nabízený **velikostní sortiment** a jeho označení:

- a) univerzální velikost – U,
- b) běžné označení konfekce – S, M, L, XL,
- c) podle výšky – V 164, V 176, V 188.

Tab. 6.2 Technické parametry vybraných protichemických ochranných oděvů

| PPO | Trellchem TSE | Vautex VS | Dräger 710 FP | OPCH-90 | SOO-CO | Sunit |
|----------|------------------|--------------|------------------------|---------|-------------------------|-------|
| typ | 1 a | 1 a | 1 a | 1 a | ? | 3-4 |
| materiál | FP/IIR/-/IIR | FP/IIR/-/IIR | CR/IIR | IIR/- | IIR/-/IIR | CSM |
| velikost | S, M, L, XL | U | V 160-180 V 180-200 | U | V 164 V 176 V 188 | 50-56 |
| rukavice | CR | CR | FP | IIR | G+IIR | G |
| zorník | PVC | plast | Triplex | PMMA | - | - |
| obuv | PVC | PVC | - | PVC | G+IIR | G+IIR |

Problémem PPOO typu 1a je **doba použitelnosti**. Na ni má vliv více faktorů, z nichž nejdůležitější jsou:

- odolnost materiálu proti NL,
- kapacita DP,
- přehřívání organismu – nedostatečný odvod tepla a vlhkosti z povrchu pokožky uživatele může vést k hypertermii lidského organismu – celkové fyzické vyčerpanosti a zvýšení psychické zátěže uživatele; ochranou může být:
 - provětrávání a ochlazování výdechem nositele ochranného oděvu má malý účinek pro vlhkost a teplo výdechu,
 - provětrávání z DP má vysoký účinek, ale je kontraproduktivní – jde na úkor zásoby vzduchu v TL,
 - chladicí vesta - OVER COOL má chladicí účinek 30-60 minut (3 kg H₂O),
 - speciální autonomně chlazené oděvy mají chladicí rozvod vzduchu uvnitř oděvu (nevýhodou je velká hmotnost a rozměry a jejich nákladný provoz),
 - použití rozptýleného vodního proudu (ne vždy možno použít).

Jednorázové PPO jsou vyrobeny zpravidla jako kombinéza bez bot a ponožek, bez rukavic a zorníku. Ochrana hlavy je tvořena pouze kapucí. Přestože tyto ochranné oděvy mají materiálovou odolnost i odolnost ve spojích, zásadním problémem zůstává utěsnění nekrytých částí a čas nutný na toto provedení. Je to obuv, rukavice a utěsnění obličejové části. Pokud je třeba zachovat úroveň ochrany, musí se stejná úroveň ochrany zajistit i pro tyto prostředky. To lze řešit u obuvi a ochranných rukavic pomocí *lepící pásky na spojení obou ochranných prostředků*. Avšak tu již výrobce nedodává a nedostatek konstrukčně neřeší. Velkým problémem však zůstává ochrana dýchacích cest. Metodické návody výrobců doporučují mj. i polomasky z filtračního materiálu. Přestože jsou zkoušeny na úroveň P3, což je nejvyšší filtrační účinnost, bývá u nich problém jednak s těsnicí linií okolo tváře a nosu a s nekrytím zbývající

části obličeje, proto jednorázový ochranný oděv proti infekčním agens spolu s respirátory při zachování požadavku stejné úrovně ochrany nelze použít.

Jako další řešení se jeví použití OM s filtrem (FDP). OM jsou certifikovány podle příslušných norem na průnik zkušebního plynu pod OM. Avšak utěsnění s ochranným oděvem lepicí páskou nezaručuje těsnost provedení. Jelikož se jednorázový ochranný oděv proti infekčním agens, který je tvořen pouze neuzavřenou kombinézou, nezkouší jako celek s ostatními ochrannými prostředky, je jeho stupeň ochrany narušen a v žádném případě nelze zaručit úplnou ochranu těla a dýchacích orgánů ve stejné úrovni ochrany.

6.5 OPCH-90 PO

Tento PPOO je nejrozšířenějším oděvem typu 1a u HZS ČR, proto mu bude věnována zvláštní pozornost.

6.5.1 Technické parametry

OPCH-90 PO je PPOO plně hermetický, jištěný vnitřním přetlakem a používáný výhradně s vzduchovým dýchacím přístrojem (VDP) a obličejovou maskou (OM) umožňující vstoupit do prostředí, v němž je nebezpečí vysokých koncentrací agresivních nebo toxických látek anebo potřísnění kapalinami. Konstruktivní řešení umožňuje použití tlakových lahví (TL) různých typů DP uvnitř kombinézy, která je uzavírána podélně zabudovaným plynotěsným zdrhovadlem. Nohavice kombinézy jsou opatřeny vnější manžetou pro přetažení přes ochranné holínky a v chodidlové části jsou uzavřeny. Pětiprsté ochranné rukavice anatomického tvaru se nasazují na podvlékačí textilní rukavice a s rukávem jsou hermeticky spojeny rozebíratelným způsobem. Únosnou hodnotu přetlaku uvnitř oděvu zajišťují dva výdechové ventily. Oděv lze oblékat na běžnou výstroj s přilbou. Pro vymezení výškových rozdílů uživatelů je uvnitř kombinézy zabudována pružná šle.

OPCH-90 PO tvoří:

- jednodílná kombinéza,
- pryžové rukavice,
- podvlékačí rukavice,
- vysoké holínky.

Technické údaje:

- hmotnost oděvu: max. 4300 g (bez DP a holínek),
- hmotnost holínek: cca 3000 g,
- přetlak v oděvu: max. 0,4 kPa,
- materiál: kombinéza – tkanina opryžovaná butylkaučukem s retardérem hoření, panoramatický zorník z polymethylmetakrylátu, holínky z PVC s antistatickou úpravou a ocelovou výztuží v podešvi a ve špici, rukavice z butylkaučuku s retardérem hoření, plynotěsné zdrhovadlo (zip),
- velikost: univerzální pro osoby do výšky 190 cm a hmotnosti 100 kg,
- barva: signální žlutá,

- délka zipu: 1400 mm,
- ochrana: plně hermetický pododěvní prostor (testováno v prostředí plynného chlóru).

6.5.2 Postup oblékání

Než si začne uživatel oděv oblékat, provede uživatelskou kontrolu. Sundá si všechny ostré předměty a obleče si vhodné savé prádlo s dlouhými rukávy nebo pracovní stejnokroj PS II. Dále pak:

- a) oděv rozloží na zem na podložku zorníkem nahoru, rozepne plynotěsný zip, otevře otvor a postaví se na stranu oděvu, kde je zip nejbližší k okraji (vpravo nebo vlevo, dle umístění zipu),
- b) vloží přes vstupní otvor nohu do nohavice, která je vzdálenější od zipu (pokud jsou v dolní části nohavice stahující kalouny, utáhnou se), vloží druhou (bližší) nohu přes vstupní otvor do nohavice a provede obdobný postup (pokud jde o ponožkové provedení, nasadit ochrannou obuv a upravit např. přetažením vnější manžety přes holínky),
- c) nasadí IDP, upevní a nasadí OM, nasadí ochrannou přilbu (výška zorníku, odělení zorníku),
- d) u OPCH-90 PO přetáhne přes IDP šle, u oděvů AUER uchytí na opasek vnitřní závěsy (nastavení výšky rozkroku),
- e) vloží ruku do rukávu (vzdálenější od plynotěsného zipu); jsou-li rukavice uchyceny na rukávu, vloží ruku do rukavice; možno si před vložením nasadit bavlněné rukavice,
- f) vloží druhou ruku do rukávu,
- g) mírným přikrčením se vsune pod kapuci oděvu,
- h) zatáhne plynotěsný zip a překryje ochrannou lézou,
- i) nasadí bavlněné rukavice,
- j) nasadí ochranné rukavice,
- k) upevní ochranné rukavice na zápěstní kroužek a zafixuje pryžovým kroužkem nebo páskem,
- l) vyhrne krycí díl rukávu, rukavici přetáhne na vnitřní část rukávu a překryje ji krycím dílem a zafixuje stahovací pružnou manžetou.

6.6 ZÁSADY POUŽÍVÁNÍ

Zásady používání POO vyplývají z Řádu chemické služby HZS ČR:

1. POO musejí být používány podle návodu k použití výrobce.
2. Uživatel, který je určen k používání POO, je musí použít v rámci zásahu nebo praktického výcviku jedenkrát za 6 měsíců.
3. Jelikož JPO při příjezdu na místo události zpravidla neznají NL a neví, jestli nedošlo k nepředpokládané reakci, jaká je úroveň a rozsah kontaminace, volí velitel jednotky zpravidla PPOO typu 1a (s dýchacím přístrojem uvnitř). Jedná se

nejčastěji o PPOO pro opakované použití, jednodílný, včetně součástí jako jsou rukavice a obuv, který umožňuje použití přilby a komunikačního zařízení.

4. POO musejí být po dobu používání účinné proti vyskytujícím se rizikům, které jsou uvedeny v návodu na použití v technických podmínkách výrobce, a jejich používání nesmí představovat další riziko nebezpečí. Vyžaduje-li přítomnost více než jednoho rizika nebezpečí, aby uživatel použil současně více druhů POO, musejí být tyto oděvy vzájemně slučitelné (kompatibilní). Skladbu POO (jejich druhy) s ohledem na nebezpečí na místě zásahu stanoví velitel jednotky.
5. Pro snížení zátěže organismu může pobyt hasičů v POO zahrnovat cyklus „činnost – přestávka“; po ukončeném pobytu a mezi opakovaným použitím POO nutno umožnit hasičům dostatečný odpočinek bez tohoto oděvu v bezpečné vzdálenosti od nebezpečné zóny.
6. S ohledem na přítomnost nebezpečí na místě zásahu a v jeho průběhu určuje příslušný velitel zasahující jednotky stupně ochrany zasahujících hasičů. V případě potřeby využívá informační podpory příslušníka určeného k provádění úkolů CHS nebo spolupracuje s operačním a informačním střediskem.
7. V případě výskytu více druhů NL se stupeň ochrany stanovuje podle nejnebezpečnější z nich. Není-li možné určit druh NL nebo posoudit riziko vyplývající z požárně technických charakteristik NL, nařizuje velitel zásahu nejvyšší ochranu těla.
8. Výjezdové skupiny chemických laboratoří (CHL) použijí věcné prostředky CHS tak, aby stupeň ochrany odpovídal stupni ochrany stanovený velitelem zásahu.

6.7 OŠETŘOVÁNÍ A KONTROLY

6.7.1 Ošetřování

Technik CHS musí vědět, kde a v jakém prostředí byl oděv nasazen, protože hrozí možnost sekundární kontaminace. Pro očistu, ošetření a desinfekci POO se používají pouze látky, které nenarušují materiál oděvu a které doporučuje výrobce. *Větrání oděvů, jejich kontrola a střídání se provádí jednou za 6 měsíců.* POO se skladují při teplotě 20-25 °C, většinou zavěšením na ramínko.

Technik musí provést dokonalou očistu oděvu, která spočívá v odstranění nečistot a dekontaminaci.

- nečistoty se odstraňují roztokem vlažné vody se saponátem (např. Jarem) nebo mýdlem,
- běžná údržba bez podezření na kontaminaci – po použití vnitřní prostory desinfikovat (např. Incidurem) a nechat působit 10 min,
- neutralizace se provádí pomocí roztoků slabých kyselin (kyselina citrónová, ocet) nebo zásad (uhličitan sodný),
- desinfekce se provádí omytím nebo namočením do desinfekčních roztoků (Persteril, Hvězda – viz kap. 10.3),

- dezaktivace se provádí omytím vodou se saponátem, potom se změří úroveň radiace (např. plošná aktivita),
- obecně detoxikace průmyslových škodlivin omytím vlažnou vodou se saponátem; při podezření na BCHL (Hvězda nebo chlornan sodný – viz kap. 10.3),
- nakonec nechat oděv v rozepnutém stavu řádně vyschnout a vysypat klouzkem,
- zorník očistit prostředkem na bázi alkoholů (Okena nebo Iron),
- zip potříít silikonovou tyčinkou, mýdlem, voskem nebo olejem.

Po potvrzené expozici při zásahu s výskytem CBRN látek (Chemical Biological Radiological and Nuclear Substances) se provádí dekontaminace po konzultaci s chemickou laboratoří HZS kraje (CHL). Dekontaminace se musí provádět za zvlášť přísných bezpečnostních opatření, např. v POO s ochrannou dýchací a cest a v prostředí digestoře.

6.7.2 Kontroly

Provozní kontroly prostředků CHS se provádí minimálně v rozsahu a termínech uvedených v Řádu chemické služby HZS ČR, pokud právním nebo technickým předpisem, mezinárodním technickým pravidlem nebo výrobcem není stanoveno jinak, *před zařazením do užívání, po opravě, po použití nebo vyskytne-li se pochybnost o jejich nezávadnosti* takto:

- a) *před zařazením do užívání* – zkoušku provádí technik CHS v rozsahu provozní kontroly,
- b) *po opravě nebo při pochybnosti o funkčnosti* – zkoušku provádí technik CHS v rozsahu provozní kontroly.
- c) *po použití* – zkoušku provádí technik CHS v rozsahu provozní kontroly,
- d) *periodická kontrola* – zkoušku provádí technik CHS v rozsahu provozní kontroly jednou za 6 měsíců, pokud zkouška po použití nebyla provedena dříve.

Provozní kontrola se zaměřuje na celistvost, úplnost, těsnost oděvu, stav základního materiálu, švů a celého ochranného oděvu:

- a) vizuální kontrola celistvosti a úplnosti (např. upínací trny, pásy, tkanice),
- b) mechanické poškození (protržení, změny barvy, popraskání, změna elasticity), neporušenost holínek, úchyty, švů a přelepení),
- c) funkce (zdrhovadlo, pružnost popruhů),
- d) *tlaková zkouška* – těsnost POO se provádí podle návodu výrobce; v tab. 6.3 je uvedeno několik příkladů tlakové zkoušky různých POO.

Tlaková zkouška podle ČSN EN 464 spočívá v nafouknutí PPOO na definovaný tlak, stanovení následného úniku vzduchu a zaznamenání tlaku zjištěného po definovaném časovém úseku. Zkušební zařízení zahrnuje:

- zdroj stlačeného vzduchu o teplotě okolí zkušebního místa (20 ± 5 °C),
- zařízení na měření tlaku,
- uzavírání výpustního ventilu,
- stopky pro měření času.

PPOO včetně rukavic, bot a OM se rozloží na vyhovující ploše s čistým povrchem, vzdálené od všech zdrojů tepla anebo proudění vzduchu. Všechna pomačkání a záhyby se srovnají. Oděv se nechá min. 1 h při okolní teplotě. Připojí se zdroj tlakového vzduchu určený k nafukování. Opatrně se zaslepí ventily. Tlakovým vzduchem se opatrně nafoukne oděv na tlak 1750 ± 50 Pa. Tento tlak se udržuje po dobu 10 min (je-li to nezbytné, vzduch se přidává). Během této doby se zjišťuje, zda všechna pomačkání jsou vyrovnána a oděv řádně napnut. Po uplynutí této doby se tlak v oděvu nastaví na hodnotu 1650 ± 30 Pa. Po uplynutí 6 min se zjistí a zaznamenává tlak v oděvu v Pa.

Dodá-li výrobce zkušební postup tlakové zkoušky, který se liší v některých parametrech od výše uvedené normy, provádí se provozní zkouška dle výrobce a její provedení se zaznamená do příslušné dokumentace.

Tab. 6.3 Příklady tlakové zkoušky těsnosti protichemických ochranných oděvů

| POO | ČSN EN 464 | Trellchem TSE | OPCH-90 PO | PF 700 | 710 AUER |
|----------------|------------------|---------------|------------|---------|----------|
| natlakování | 1750 ± 50 Pa | 2750 Pa | 1800 Pa | 2000 Pa | 1800 Pa |
| doba formování | 10 min | 2 min | 3 min | 3 min | 3 min |
| úprava tlaku | 1650 ± 30 Pa | 2000 Pa | 1600 Pa | 1800 Pa | 1600 Pa |
| doba měření | 6 min | 5 min | 3 min | 3 min | 3 min |
| max. pokles | nedefinován | 200 Pa | 200 Pa | 180 Pa | 200 Pa |

Provozní kontroly může provádět pouze *oprávněná osoba*, která k dané činnosti má *odbornou způsobilost*, pokud je stanovena, nebo pověření výrobce.

Nejsou-li dodrženy termíny revizí nebo provozních kontrol, nebo nesplňují-li prostředky CHS parametry vyžadované revizemi nebo provozními kontrolami, anebo mají závadu, musí být vyřazeny z používání.

Po zásahu s výskytem NL je nutno provést kontrolu porovnáním *povolené doby expozice chemické látky* zjištěné, resp. působící na POO, s tabulkami odolnosti stanovené výrobcem POO.

Kromě provozní kontroly provádí uživatel před použitím POO **uživatelskou kontrolu**. Uživatelská kontrola se zaměřuje na celistvost, úplnost a nepoškozenost celku a jednotlivých součástí.

6.8 PŘEHLED TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ

Na webových stránkách HZS ČR v odkaze na CHS je přehled technických norem týkajících se POO. Tento seznam se pravidelně minimálně jednou ročně aktualizuje. Přesto jsou v následující tabulce uvedeny základní technické normy pro POO.

Tab. 6.4 Vybrané technické normy k protichemickým ochranným oděvům

| | |
|--------------------|--|
| ČSN 83 2700 : 2005 | Ochranné oděvy - Slovník |
| ČSN 83 2705 : 2006 | Směrnice pro výběr, používání, ošetřování a údržbu ochranného oděvu |
| ČSN 83 2719 : 2006 | Ochranné oděvy - Směrnice pro výběr, použití, péči a údržbu ochranných |

| | |
|------------------------|---|
| | oděvů proti chemikáliím |
| ČSN EN 1073-1 : 1999 | Ochranné oděvy proti radioaktivní kontaminaci. Část 1: Požadavky a zkušební metody pro ochranné oděvy s nucenou ventilací proti kontaminaci radioaktivními částicemi |
| ČSN EN 1073-2 : 2003 | Ochranné oděvy proti radioaktivní kontaminaci - Část 2: Požadavky a zkušební metody pro ochranné oděvy bez nucené ventilace proti kontaminaci radioaktivními částicemi |
| ČSN EN 14126 : 2004 | Ochranné oděvy - Všeobecné požadavky a metody zkoušení ochranných oděvů proti infekčním agens |
| ČSN EN 14325 : 2004 | Ochranné oděvy proti chemikáliím - Metody zkoušení a klasifikace účinnosti pro materiály, švy, spoje a sestavy protichemických ochranných oděvů |
| ČSN EN 340 : 2004 | Ochranné oděvy - Všeobecné požadavky |
| ČSN EN 464 : 1996 | Ochranné oděvy. Ochrana proti kapalným a plynným chemikáliím, včetně kapalných aerosolů a pevných částic. Zkušební metoda. Stanovení těsnosti plynotěsných oděvů (Zkouška vnitřním přetlakem) |
| ČSN EN 943-1 : 2003 | Ochranné oděvy proti kapalným a plynným chemikáliím, včetně kapalných aerosolů a pevných částic. - Část 1: Požadavky na účinnost protichemických oděvů ventilovaných a neventilovaných: "plynotěsných" (typ 1) a které nejsou "plynotěsné" (typ 2). |
| ČSN EN 943-2 : 2002 | Ochranné oděvy proti kapalným a plynným chemikáliím, včetně kapalných aerosolů a pevných částic - Část 2: Požadavky na účinnost "plynotěsných" (typ 1) protichemických ochranných oděvů pro záchranná družstva (ET) |
| ČSN EN ISO 6529 : 2002 | Ochranné oděvy - Ochrana proti chemikáliím - Stanovení odolnosti materiálů ochranných oděvů proti permeaci kapalin a plynů |
| ČSN EN ISO 6530 : 2005 | Ochranné oděvy - Ochrana proti kapalným chemikáliím - Metoda zkoušení odolnosti materiálů proti penetraci (pronikání) kapalin |

6.9 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [2] KOTINSKÝ, P. *Posouzení ochranných prostředků při zásahu v prostředí s nebezpečnými látkami*. Ostrava: TU-VŠB Ostrava, 2008. Disertační práce.
- [3] Zákon č. 22 ze dne 24. ledna 1997, o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 6, s. 128.
- [4] Nařízení č. 21 ze dne 9. prosince 2002, kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 9, s. 338.
- [5] Vyhláška č. 247 ze dne 22. června 2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 95, s. 5490.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Prakticky procvič postup oblékání a svlékání PPOO OPCH-90 PO.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Napiš seznam PPO, které znáš nebo kterými je vybaveno vzdělávací zařízení. Tyto PPO zařaď podle typu.
2. Popiš plynotěsnost PPOO typu 1a.
3. Vysvětli pojem ochranný oděv proti infekčním agens.
4. Vyjmenuj nejdůležitější právní a technické předpisy týkající se PPO a stručně vysvětli jejich podstatu.
5. Definuj koeficient průniku.
6. Porovnej třívrstvý a jednovrstvý PPOO typu 1a a diskutuj výhody a nevýhody.
7. Diskutuj výhody a nevýhody použití PPOO typu 1 a.
8. Popiš OPCH-90 PO a diskutuj jeho výhody a nevýhody.
9. Vyjmenuj hlavní zásady používání PPO.
10. Jak ošetříš PPOO oděv, u kterého bylo důvodné podezření na zneužití BCHL?!!
11. Popiš uživatelskou kontrolu PPOO typu 1a.
12. Popiš provozní kontrolu OPCH-90 PO, včetně tlakové zkoušky.

7 DETEKCE CHEMICKÝCH LÁTEK

7.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Charakterizace látky je přibližné určení látky a jejích nebezpečných vlastností pro přiřazení do určité skupiny látek, např. látka výbušná, zásaditá, kyselá, oxidující, hořlavá.

Detekce je zjišťování přítomnosti určité látky v kontrolovaném prostoru nebo vzorku; závěrem detekce je zjištění, zda látka ve vzorku je nebo není přítomna minimálně v množství větším, než je mez detekce. *Mez detekce* je množství (koncentrace) látky, kterou je detekční přístroj nebo prostředek schopen zaznamenat (detekovat), tj. rozlišit od pozadí.

Identifikace znamená přesné určení látky nebo jejího chemického vzorce (kvalitativní rozbor).

Stanovení látky představuje přesné určení obsahu látky v daném vzorku vyjádřené většinou koncentrací.

Detekčními prostředky jsou prostředky, které jsou určeny k provádění detekce chemických látek, bojových chemických látek (BCHL), zdrojů ionizujícího záření a přístroje ke zjišťování přítomnosti B-agens.

Analytické přístroje jsou přístroje pro přesnou identifikaci látek (kvalitativní rozbor) anebo pro přesné stanovení (obsahu) látek (kvantitativní rozbor) v odebraném vzorku.

Odběr vzorku je postup, jehož cílem je získat reprezentativní vzorek v pevném, kapalném nebo plynném skupenství pro analýzu ve stacionární nebo mobilní laboratoři.

Dolní mez výbušnosti (DMV) je nejnižší koncentrace hořlavého plynu ve směsi se vzduchem, při které je směs výbušná. *Horní mez výbušnosti (HMV)* je nejvyšší koncentrace hořlavého plynu ve směsi se vzduchem, při které je ještě směs výbušná. Methan má DMV = 5 % obj. a HMV = 15 % obj. V tomto intervalu je směs se vzduchem výbušná. Detekční přístroje na stanovení koncentrace hořlavých plynů a par (explozimetrie) udávají naměřenou hodnotu v % DMV. Např. pro explozimetr kalibrovaný na methan znamená údaj 50 % DMV, že byla naměřena koncentrace methanu 2,5 % obj.

Při činnosti s detekčními prostředky je třeba mít vždy na paměti *základní pravidlo správného chemického průzkumu*. *Nebezpečné látky (NL)* je možno spolehlivě identifikovat až na základě *tří nezávislých důkazů*, např. dvěma nezávislými detekčními metodami a třeba charakteristickým zápachem nebo údajem z přepravní dokumentace.

7.2 POUŽÍVÁNÍ DETEKČNÍ TECHNIKY

O nasazení detekčních prostředků a analyzátorů v místě zásahu rozhoduje velitel zásahu nebo velitel jednotky. Detekční prostředky a analyzátory musí umět

obsluhovat technik, velitel družstva nebo určení hasiči v družstvu. Není-li schopna jednotka HZS kraje dostupnými detekčními prostředky nebo analyzátory identifikovat látku, povolá na místo zásahu místně příslušnou výjezdovou skupinu chemické laboratoře (CHL), provede odběr vzorku a předá jej příslušné CHL. *Hasiči, kteří jsou určeni používat detekční prostředky a analyzátory, velitelé družstev a technici procvičí minimálně jednou za měsíc použití těchto prostředků.*

Z naměřených a zjištěných údajů je nutné připravit návrhy protichemických opatření pro rozhodovací proces velitele zásahu (např. stupeň ochrany příslušníků JPO, nasazení sil a prostředků, vytýčení zón, optimální způsob a účinnost dekontaminace), příslušných orgánů nebo krizových štábů a pro ochranu obyvatelstva (např. varování nebo evakuace obyvatelstva) a vyloučit možná rizika (např. vzájemná reakce látek, rychlé šíření plynných látek v ovzduší, nepříznivý vliv klimatických podmínek na šíření látek).

Detekční prostředky a analyzátory se používají k detekci, charakterizaci, identifikaci nebo stanovení NL, a to zejména:

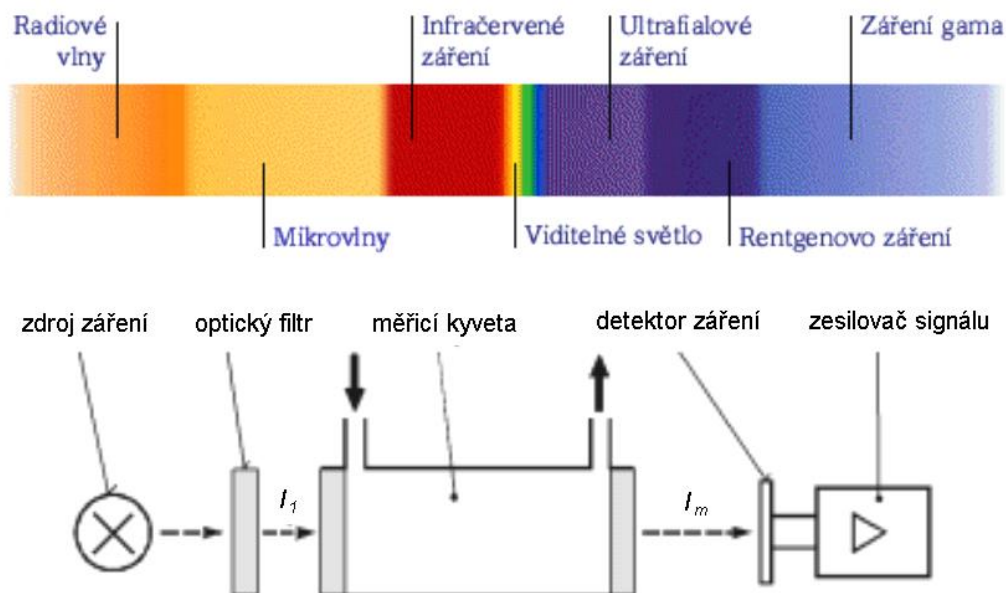
- a) při chemickém průzkumu k určení zdroje nebo místa úniku NL,
- b) při chemickém průzkumu k vytýčení hranice nebezpečné zóny a pro ověření, zda koncentrace NL je v bezpečných mezích,
- c) při monitorování chemické situace v místě a okolí zásahu pro potvrzení nebo vyloučení přítomnosti NL,
- d) při stanovení kontaminace zasahujících hasičů, obyvatelstva, techniky, objektů, terénu nebo věcných prostředků požární ochrany,
- e) při identifikaci sekundárních zdrojů kontaminace,
- f) při stanovení účinnosti dekontaminace,
- g) pro snížení rizika ohrožení zasahujících osob.

Detekční prostředky a analyzátory lze použít pro daný účel, jen jsou-li provozuschopné a splňují-li následující podmínky:

1. Kalibraci *pracovních měřidel nestanovených* provádí středisko kalibrační služby, které je akreditováno, výrobce nebo uživatel, pokud získá od výrobce k této činnosti oprávnění a osvědčení způsobilé osoby.
2. Dokladem o kalibraci pracovního měřidla je *kalibrační list*.
3. Pracovní měřidla nestanovená mohou být používána pro daný účel jen po dobu platnosti provedené kalibrace. Lhůtu kalibrace těchto měřidel nejsou stanoveny předpisem. Lhůtu kalibrace určuje uživatel podle četnosti používání měřidla, podle podmínek prostředí, ve kterém je měřidlo používáno, podle technického stavu a stáří měřidla a na základě doporučení výrobce uvedeného v technické dokumentaci nebo doporučení střediska kalibrační služby provádějící kalibraci měřidla.
4. Kalibrace pracovního měřidla ve smyslu zákona o metrologii se nesmí zaměřovat s činnostmi, které se většinou provádějí uživatelem před měřením nebo v pravidelných intervalech, zpravidla pro nastavení kalibrační křivky měřidla.
5. Pro měření detekčními trubičkami se nesmí používat trubičky po expiraci.

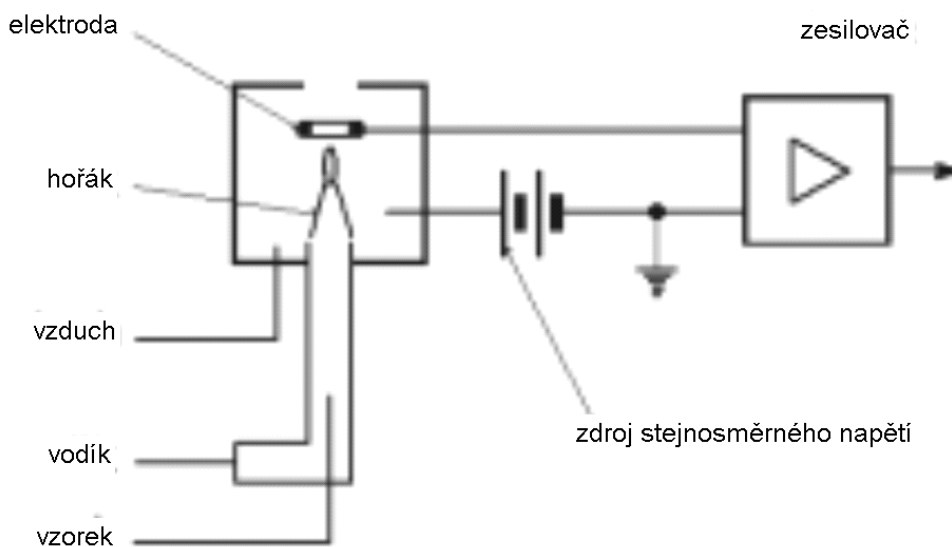
7.3 DETEKČNÍ A ANALYTICKÉ PRINCIPY

Fyzikální metody využívají absorpce elektromagnetického záření, tj. detektory pracující v rentgenové, ultrafialové, viditelné nebo infračervené oblasti spektra (spektrometry, fotometry); své místo zde také zaujímá Ramanova spektrometrie.



Obr. 7.1 Spektrum elektromagnetického záření (nahore) a základní uspořádání fotometrického analyzátoru

Fyzikálně chemické metody využívají změny molekul během analýzy v důsledku vlivu různých efektů, jako je ionizace molekul UV zářením, plamenem či zářiči nebo rozpad molekul elektronovou ionizací souběžně se separací jednotlivých iontů (hmotnostní spektrometry). Do této široké skupiny lze dále zařadit nejrůznější elektrochemické senzory a polovodičové detektory.



Obr. 7.2 Schéma plamenově ionizačního detektoru

Chemické metody využívají pro detekci nebo stanovení látky chemickou reakcí za vzniku barevné sloučeniny, která charakterizuje přítomnost hledané látky. Vyhodnocení se pak provádí vizuálně nebo fotometricky.



Obr. 7.3 Barevné chemické reakce lakmusového a jodoškrobového papírku vlivem změny pH nebo oxidačních vlastností látky

Na výše uvedených principech pracují běžné typy senzorů, které obsahují detekční prostředky a analyzátory používané u HZS ČR. Schopnost detekčního prostředku identifikovat danou látku je vždy limitována vlastnostmi použitých senzorů. Jedná se zejména o veličiny popisující citlivost a chování senzorů. Výrobci většinou uvádějí pouze hlavní charakteristiky detekčních přístrojů a o konkrétních údajích o vlastnostech senzorů odkazují na originální technickou dokumentaci a často i jiného výrobce, proto je vhodné konzultovat detaily fungování a používání detekčního přístroje s pracovníky místně příslušné CHL.



Obr. 7.4 Příklady různé velikosti senzorů na sirovodík od výrobce Alphasense

Pro základní informovanost uživatelů o vlastnostech senzorů z hlediska použití při zásahu na neznámou látku jsou rozhodující níže popsané obecné vlastnosti senzorů.

7.3.1 Katalogové číslo, citlivost, pracovní rozsah senzorů

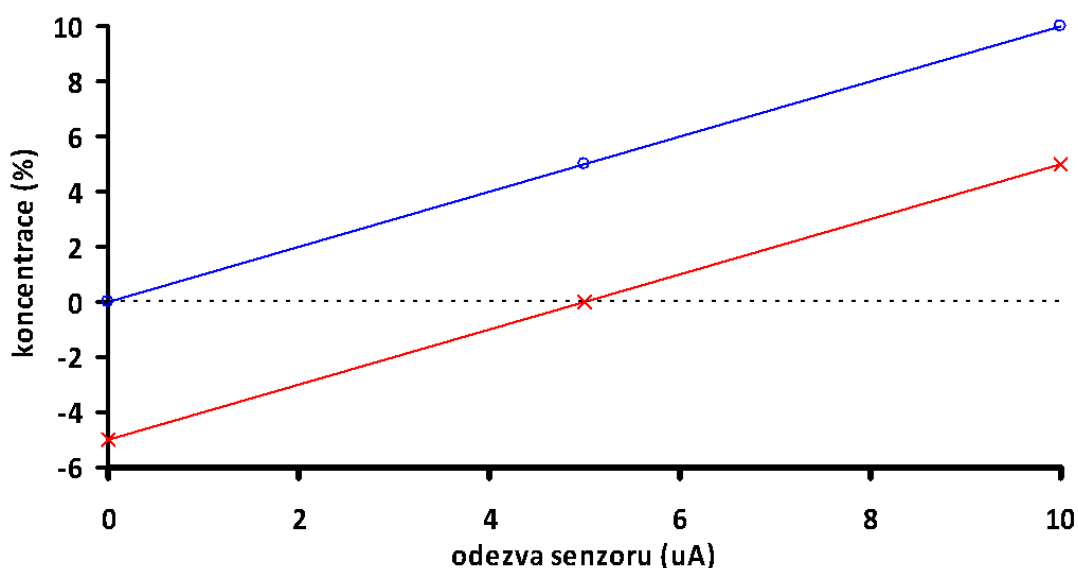
Katalogové číslo senzoru je označení senzorů, které je specifické pro daný senzor a pomocí kterého lze dohledat informace o senzoru nebo pořídit nový.

Citlivost (Sensitivity) je nejnižší množství látky, které je senzor schopen zaznamenat a předat detekčnímu prostředku jako smysluplný signál oproti šumu na pozadí. Bývá uváděna při konkrétních podmínkách prostředí (např. vzduch nebo dusík) a může se výrazně měnit se změnou podmínek, např. obsahem ostatních složek ve směsi nebo změnou fyzikálních podmínek (teplota, tlak). Citlivostí senzoru a vlivem podmínek prostředí je podmíněna *mez detekce* – nejnižší přístrojem měřitelná koncentrace látky.

Pracovní rozsah (Detection Range) je rozsah senzoru, který lze popsat pomocí vhodné matematické závislosti, většinou *kalibrační křivky nebo kalibrační přímky*. *Kalibrační přímka je závislost výstupní hodnoty signálu na koncentraci látky a je uložena v paměti detekčního prostředku*. V praxi bývá překročení horní hranice pracovního rozsahu senzoru možnou příčinou poškození senzoru. Sensory používané u HZS ČR mají většinou pracovní rozsah v rozmezí nejvyšších přípustných koncentrací nebo dolní meze výbušnosti (DMV) měřených látek, tj. nejsou určeny pro měření vysokých koncentrací.

7.3.2 Kalibrace a nulování senzorů, interference a korekční faktory

Kalibrace (adjustace) je nastavení výstupních hodnot měřicího systému senzoru tak, aby odpovídaly hodnotám etalonů (např. koncentraci kalibračního plynu) s definovanou přesností. Jinými slovy jde o „narovnání“ kalibrační křivky do původní polohy, na kterou byl senzor nastaven při poslední kalibraci. Výrobce doporučuje pro daný typ senzoru kalibrační interval, který je nutné dodržovat jako minimální lhůtu pro kontrolu správné činnosti senzorů.



Obr. 7.5 Kalibrační křivka (O) a její posuv v případě nevhodného nastavení nuly (X)

Nulování (*Zeroing*) je nastavení nuly senzoru v prostředí bez výskytu měřeného plynu. Jinými slovy jde o nastavení průniku kalibrační přímky s nulovou koncentrací. V případě nevhodně provedeného nulování přístroj může vykazovat záporné hodnoty (v laboratorních podmínkách se pro nulování používá tzv. *slepý pokus* – analýza bez zkoumané látky).

Tab. 7.1 Příklady známých křížových citlivostí senzoru na CO používaných v detekčních přístrojích GasAlert

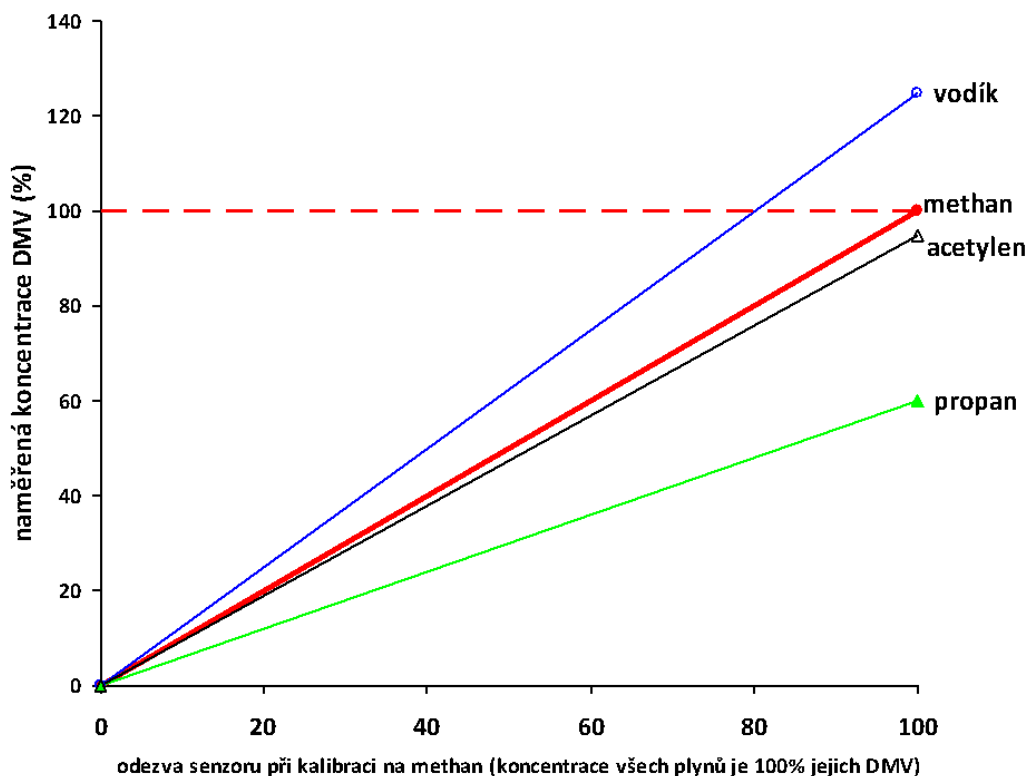
| Plyn | Použitá koncentrace [ppm] | Reakce senzoru (odezva přístroje) [ppm CO] |
|----------------------------|---------------------------|--|
| acetylen | 100 | 88 |
| ethylen | 100 | 97 |
| vodík | 100 | < 28 |
| oxid dusnatý | 48,6 | 14 |
| oxid dusičitý | 19,5 | <0.5 |
| chlór | 13,7 | <0.5 |
| ethanol | 200 | 0 |
| sulfan (H ₂ S) | 50 | 0 |
| oxid siřičitý | 20 | 0 |
| amoniak (NH ₃) | 20 | 0 |

Křížová citlivost, interference (*Cross Sensitivity, Interference*) souvisí s předchozí vlastností a je důležitá pro pochopení chování specifického senzoru v přítomnosti NL. Křížovou citlivost lze pochopit z tab. 7.1. U daného přístroje opatřeným senzorem na měření CO způsobí přítomnost např. acetylenu o koncentraci 100 ppm odezvu 88 ppm CO. I když není ve vzduchu přítomen CO, přístroj ukazuje uvedenou koncentraci CO.

Interference se uvádí zejména v souvislosti s elektrochemickými senzory, které jsou vyráběny jako specifické pro jeden detekovaný plyn, přesto se u nich v určité míře projevují křížové citlivosti, které nejsou problémem při stanovení znečištění životního prostředí, avšak představují velký problém při výskytu neznámé látky, u níž není známa koncentrace. Údaje jsou vždy specifické pro daný typ senzoru a každý výrobce je udává s cca 30% spolehlivostí v závislosti na čistotě plynu. Výrobci netestují senzory na směsi látek a v návodech zdůrazňují, že senzor byl zkoušen pouze plyny, které si vyžádali uživatelé. Výrobce tedy nedává jednoznačnou záruku na selektivitu senzoru!

Korekční faktory (*Span Gas, Correction Factors*) jsou hodnoty vyjadřující rozdíl citlivosti senzorů k jiným látkám, než je kalibrační látka/plyn. Problematiku korekčních faktorů vysvětluje obr. 7.6. Např. odezva explozimetru je 100 % DMV (osa x). Pokud byl senzor nakalibrován na methan a v ovzduší je přítomen methan, údaj odpovídá skutečnosti, tj. 100 % DMV (přerušovaná červená čára protíná osu y), což odpovídá koncentraci 5 % obj. methanu, protože DMV methanu je 5 % obj. Pokud ovšem je v ovzduší přítomen vodík a odezva je opět 100 % DMV, odpovídá to ve skutečnosti cca 120 % DMV (rovnoběžka s osou y procházející odezvou 100 % DMV protíná modrou kalibrační křivku vodíku v naměřené hodnotě 120 % DMV). Proto je třeba odezvu vynásobit korekčním faktorem 1,2. V případě propanu a acetylenu korekční

faktory nabývají hodnot 0,6, resp. 0,95.



Obr. 7.6 Korekční faktory senzoru MICROpeL™ 75C – detektoru hořlavých látek v přístroji GasAlertMicroClipXT a jejich vliv na přesnost měření

Údaje může využít obsluha senzoru v případě selektivních vlastností jednoho senzoru pro monitorování více různých látek (explozimetr, PID). Při měření různých plynů pak není třeba pro každý plyn zvlášť provádět kalibraci, pokud toto již provedl výrobce senzoru a hodnoty uložil. Korekční faktory senzoru udává výrobce a jsou většinou zabudovány v paměti přístroje, takže lze rychle a snadno zjistit koncentraci plynu nebo páry, popř. přepočítat ručně. Podobně je tomu rovněž u fotoionizačních detektorů (PID).

7.3.3 Selektivita senzorů, zkouška rázem, rychlost odezvy

Selektivitou se rozumí schopnost senzoru reagovat jen na látky určitého typu. V praxi lze zvýšení selektivity dosáhnout vhodnou kombinací senzorů pro detekci látky v daném prostředí nebo použitím separační techniky (izolace určitých látek od ostatních látek). Separaci látek lze většinou lépe provést v CHL. U jednoduchých sensorových detektorů představuje největší problém právě selektivita pro přesnou identifikaci látky, neboť se často použije jeden detekční princip pro detekci řady látek a jsou pouze modifikovány podmínky měření (filtr u senzoru apod.).

Z hlediska možností charakterizace látky představuje naopak selektivita velkou výhodou, neboť umožňuje použít jednu **univerzální** detekční metodu (přístroj) pro charakterizaci celé řady látek, např. identifikovat oxidačně působící látky pomocí jodoškrobových papírků či hledat únik těkavých organických NL pomocí PID. Dalším příkladem je identifikace explozivních hořlavých látek pomocí senzoru na principu

katalytického spalování, kdy senzor nakalibrovaný na methan, umožňuje při znalosti korekčního faktoru měřit i další hořlavé plyny. V závislosti na sofistikovanosti přístroje pak buď uživatel přímo nastaví v menu univerzálního detekčního přístroje název plynu, anebo u starších přístrojů a méně běžných plynů přepočítává naměřené hodnoty ručně pomocí tabulky korekčních faktorů (číselných konstant pro daný typ plynu).

Zkouška rázem (*test funkčnosti systému, kontrolní měření, Bump Test*) je krátká nebo nárazová expozice detekčního prostředku známé koncentraci cílového analytu (plynu), která se používá pro potvrzení, že senzor a celý měřicí systém funguje správně (bývá opomíjen zvláště u elektrochemických senzorů).

Pro dodržení podmínek *správné laboratorní praxe* je v laboratorních podmínkách samozřejmostí v rámci každé analýzy provést tzv. **analýzu standardů** – kontrolních vzorků, kdy se ověří funkčnost použité analytické techniky. Výrobci doporučují test provádět zejména z důvodů, že žádný kontrolní mechanismus nezaručí 100% spolehlivost chování senzoru a prostředku v případě např. zanesení membrány senzoru nečistotami. Kontrolní měření se doporučuje provádět u každého systému před použitím tam, kde na něm závisí životy a zdraví lidí.

Rychlost odezvy (*Response Time*) bývá uváděna při konkrétních podmínkách prostředí (teplota 20°C, normální tlak a složení atmosféry) a může se výrazně měnit se změnou zejména obsahu ostatních složek ve směsi (pokles obsahu kyslíku u senzoru pracujícím na principu katalytického spalování), nebo s teplotou (zvláště u chemických reakcí). Rychlost odezvy závisí kromě konstrukce senzoru i na konfiguraci detektoru a rychlosti úniku analyzované látky z oblasti senzoru. Rychlost odezvy se pohybuje řádově od jednotek sekund po desítky sekund. S odezvou souvisí tzv. **zotavovací čas** (*Recovery Time*) – čas potřebný k obnovení původního stavu senzoru na čistém vzduchu. Pokud se má senzor použít k monitorování, je vhodné, aby tento čas byl co nejkratší. Zotavení představovalo problém hlavně u starších typů senzorů. Obecně se stárnutím senzoru se časy pro rychlost odezvy a zotavení spíše prodlužují.

7.3.4 Vliv teploty a vlhkosti, katalytické jedy, konstrukce senzoru

Vliv teploty a vlhkosti – Pro práci senzorů jsou limitující udávané pracovní rozsahy teploty a vlhkosti. Nerespektování těchto hodnot může vést k poškození senzorů a nesprávným výsledkům. Např. pracovní teploty elektrochemických senzorů oxidu uhelnatého se pohybují v rozsahu -40°C až 50°C. Sensory vykazují posun hodnoty nuly (v intervalu teplot 20 až 50°C se může nulová linie posunout až o 9 ppm) i posun kalibrační křivky (0,3 % na 1 °C).

Katalytické (senzorové) jedy – Jde zejména o elektrochemické senzory, které jsou vystaveny charakteristickým agresivním plynům, jimiž mohou být tzv. otráveny, a dojde ke snížení citlivosti (např. pro senzor O₂ je katalytickým jedem vysoká koncentrace CO₂). Těmto jevům se výrobci snaží zabránit instalací různých filtrů a membrán před vlastní senzor.

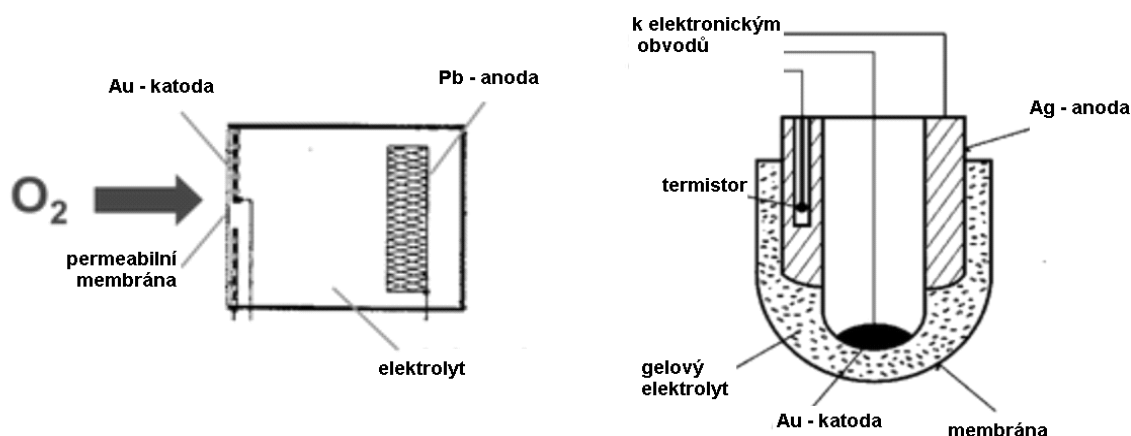
Konstrukce senzoru – Běžné senzory v přístrojích, které využívají JPO, vykazují nízké citlivosti, malý rozsah měření, jsou náchylné k poškození, ale mají nízkou cenu. Naopak speciální senzory jsou většinou robustní, s velkým rozsahem měření např. pro vysoké koncentrace látek a agresivních plynů. Jsou relativně drahé.

7.4 TYPY SENZORŮ, ANALYTICKÉ PRINCIPY

7.4.1 Elektrochemické senzory

Elektrochemický senzor (Microfuel Cell, Electrochemical Sensor) je systémem 2, 3 nebo 4 elektrod, které jsou umístěny v gelovém elektrolytu. Prostor s elektrolytem a elektrodami je oddělen od okolní atmosféry difúzní membránou, kterou procházejí molekuly měřeného plynu, jež reagují s elektrolytem. Na elektrodách dochází k oxidačně redukční reakci, která má za následek změnu potenciálu článku. Se vzrůstající koncentrací plynu vzrůstá i potenciál. Měří se buď proud (galvanometrický detektor), nebo napětí článku (ampérometrický detektor). Získaný signál je možno odečítat opticky nebo je převáděn na údaj zjistitelný na displeji detekčního přístroje přímo v jednotkách koncentrace dané látky.

Výhodou je, že pro „běžné“ plyny se jedná o spolehlivé a levné detektory. Naopak nevýhodami jsou dlouhá odezva (někdy až minuty), vysoká cena pro speciální plyny, možnost poškození vysokou koncentrací plynu, interference (u senzoru ozonu se jedná i o vliv prouděním vzduchu, teploty a vlhkosti) nebo životnost senzoru (pohybuje se od měsíců po několik let).



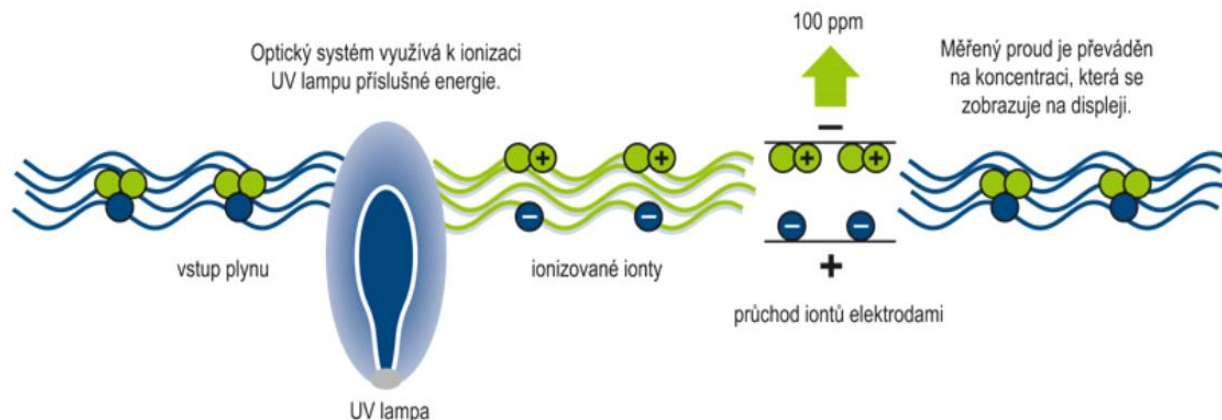
Obr. 7.7 Princip elektrochemického detektoru kyslíku, galvanometrické uspořádání (vlevo), ampérometrické uspořádání (vpravo)

7.4.2 Fotoionizační senzory

Fotoionizační senzor (Photoionization Detector, PID) pracuje na principu měření elektrického náboje vzniklého při ionizaci měřeného plynu. U většiny plynů lze určit tzv. *specifický ionizační potenciál*, který má jednotku eV. Měřený plyn je ionizován ultrafialovou zářivkou, což se projeví vznikem elektrického náboje. Ionizace plynu je však podmíněna skutečností, že ionizační potenciál plynu bude menší než hodnota potenciálu (eV) použité UV lampy (respektive energie vzniklých fotonů) – viz obr 7.8.

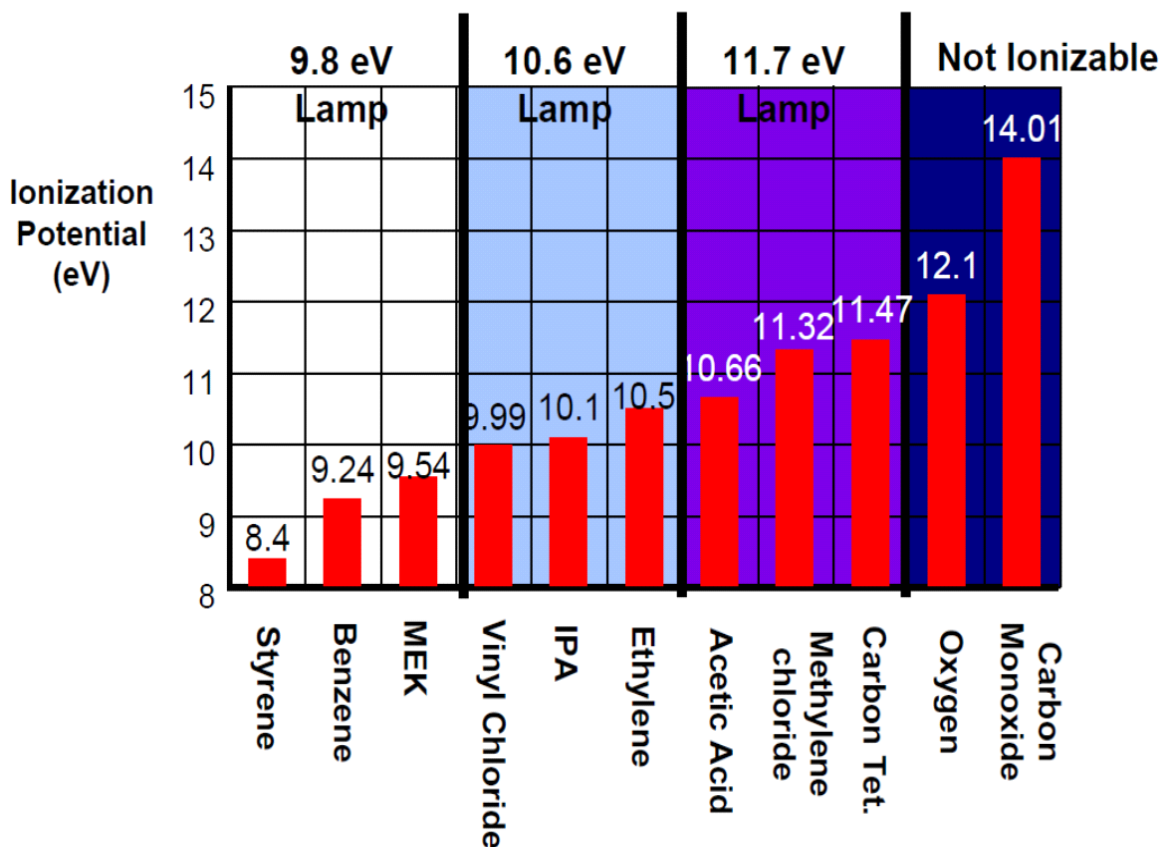
Limitujícím faktorem je ionizační potenciál kyslíku 12 eV, který je dominantní složkou vzduchu, a proto mohou být prakticky použity pro detekci látek ve vzduchu jen lampy s ionizační energií nižší (maximálně 11,7 eV). Vlastní senzor detekuje

vzniklý náboj ionizovaného plynu a ten je převeden na elektrický proud. Proud je zesílen a převeden na koncentraci v jednotkách ppm nebo ppb.



Obr. 7.8 Princip fotoionizačního detektoru

Moderní typy (3D) nepodléhají vlivům teploty ani vlhkosti. Dalšími výhodami je, že jedním detekčním přístrojem lze měřit široké spektrum látek, vysoká citlivost a měřicí rozsah (jednotky ppb až desítky tisíc ppm), vynikající rychlost odezvy (< 3 s), vysoká přesnost i při velice nízkých koncentracích nebo dlouhá životnost senzoru (UV lampy lze samostatně vyměnit). Nevýhodami je nízká selektivita (okruh látek lze ovlivnit výběrem energie UV lampy).

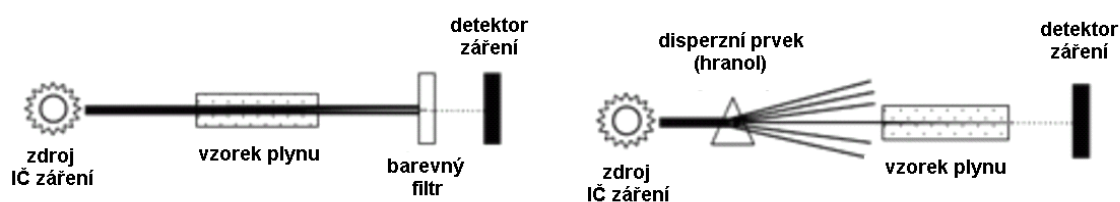


Obr. 7.9 Vliv výběru UV lampy na spektrum detekovatelných látek PID

7.4.3 Infračervené senzory

Infračervený senzor (Infra-Red, IR) využívá schopnosti plynů se dvěma nebo více atomy (např. oxid uhličitý, methan) absorbovat infračervené záření zdroje. Plyn je v infračerveném detektoru detekován měřením absorpce (pohlčení) na určité frekvenci IR záření, která odpovídá vibraci nebo rotaci molekulární vazby mezi rozdílnými atomy. S nárůstem koncentrace měřeného plynu se snižuje úroveň výstupního signálu z IR senzoru a zvyšuje se absorpce (přibližně logaritmická závislost).

Existují nedisperzní a disperzní detektory. Při správné volbě zdroje záření a filtrace vlnových délek (disperzním hranolem nebo filtrem) umožňuje tato metoda s vysokou selektivitou určovat a měřit složení jednoho nebo více plynů, jejichž absorpční pásma pohlcují světlo a leží ve spektru infračervených vlnových délek. Mezi plyny splňující tento požadavek patří např.: SO₂, NO, NH₃, CO, CO₂, H₂O a CH₄.



Obr. 7.10 Porovnání principu NDIR (nedisperzní, vlevo) a DIR (disperzní, vpravo)

Výhodami systému je, že detektory měří i v atmosféře bez přítomnosti kyslíku, nejsou poškozovány katalytickými jedy. Jsou opatřeny varovacím systémem při znečištění optiky; kvalitní detektory pracují až do 80 % znečištění optiky. Další výhodou je dobrá selektivita (v rámci kombinace absorpčních maxim měřených plynů lze eliminovat křížové citlivosti a při použití různých filtrů nebo ovládní disperzního prvku lze pomocí jednoho detektoru měřit i více plynů) nebo dlouhá životnost senzoru až 8 let. Nevýhodou je vyšší cena.

7.4.4 Senzory pro katalytické spalování

Senzor pro katalytické spalování (Pellistor, Catalytic Bead) se skládá ze dvou spirálek tenkého platinového drátku zalitých v hliníkových perličkách a zapojených do Wheatstoneova můstku. Jedna z perliček je impregnována speciálním katalyzátorem podněcujícím oxidaci hořlavých plynů (par), naopak druhá je upravená pro inhibici oxidace. Platinovými spirálkami prochází elektrický proud a zahřívají se na teplotu, při které dojde k oxidaci přítomných hořlavých plynů (par) na katalyzátoru. Oxidační proces dále zvyšuje teplotu hliníkové perličky s katalyzátorem, zahřívá platinovou spirálku, a tím zvyšuje její elektrický odpor. To má za následek elektrickou nerovnováhu můstkového zapojení.

Výhodami jsou: lineární závislost až do 100 % DMV, levný a stabilní senzor, vysoká rychlost odezvy (< 10 s), rozsah pracovní teploty -40 až +60°C. Nevýhody: náchylnost na otravu katalyzátoru, a tím snížení citlivosti, pro svou činnost vyžaduje atmosféru s obsahem minimálně 10 % kyslíku, „otrávený“ pellistor dává signál jako při nulové koncentraci, proto je nutno ho ověřovat kalibračním plynem, vyšší energetická náročnost (vývojem a miniaturizací dochází k snižování).

7.4.5 Polovodičové elektrochemické senzory

Polovodičové senzory (polovodičové senzory oxidačního typu, Metal Oxide Sensors, MOS) jsou určeny pro detekci oxidačních nebo redukčních plynů. Tuto skupinu senzorů lze rozdělit na dvě podskupiny. Senzory s *povrchovou (adsorpční)* detekcí, kdy k chemické reakci dochází na povrchu citlivé plochy, a senzory s *objemovou (absorpční)* detekcí, kdy k chemické reakci dochází v objemu citlivé plochy. Běžnější senzory s povrchovou detekcí jsou složené z plošky slabého oxidu kovu (ZrO_2 , SnO_2 , TiO_2 apod.) okolo jemných cívek – topných meandrů (platinové nebo různé oxidy kovů). Plošky absorbují molekuly kyslíku, a když je ploška zahřívána, dochází k reakci aktivovaného kyslíku s molekulami oxidačních nebo redukčních plynů na povrchu plošky a změně elektrické vodivosti oxidové vrstvy.

Výhody: lze detekovat téměř každý oxidační plyn, citlivost je v rozsahu 20-100 ppm, levná technologie umožňuje vyrábět levné senzory. Nevýhody: menší stabilita parametrů, malá selektivita a velká křížová citlivost k doprovodným plynům.

Příklady přístrojů: analyzátoři se senzory na bázi oxidu zirkoničitého pro měření obsahu kyslíku nebo na bázi oxidu cíničitého pro přesné zjišťování koncentrace oxidu uhelnatého ve výfukových plynech.

7.4.6 Kolorimetrické chemické senzory

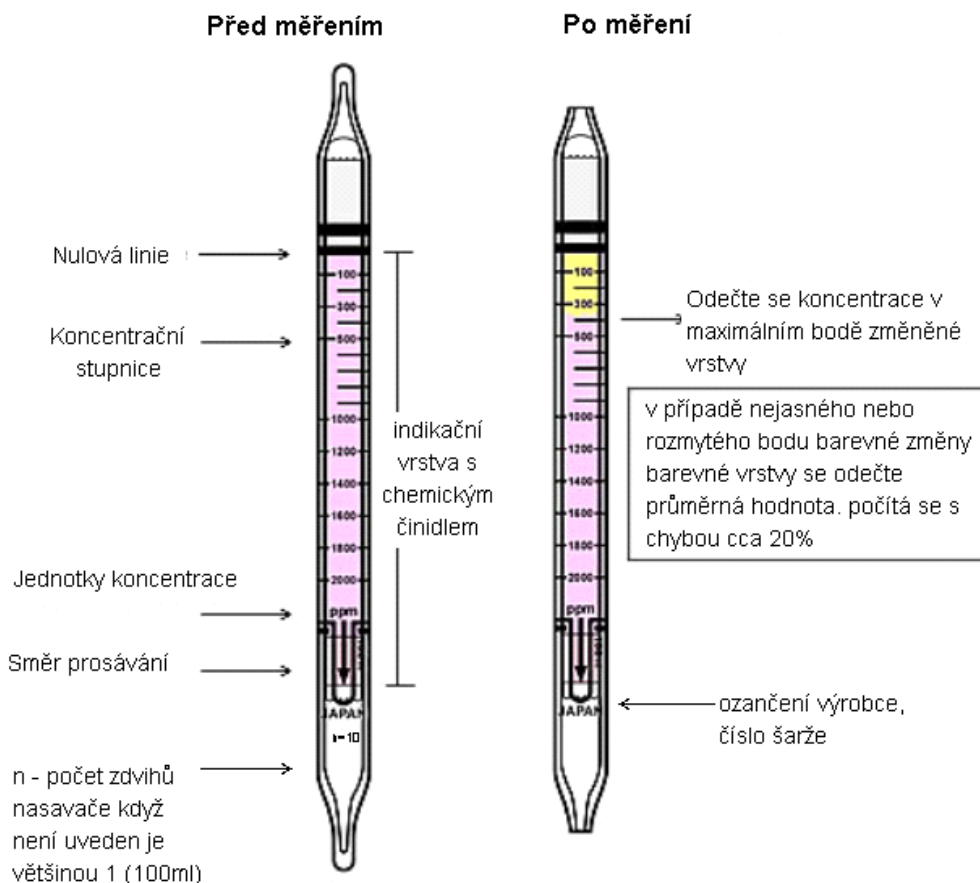
Detekční trubičky (jednorázové) přímo ukazující výskyt NL jsou založeny na principu chemické reakce měřené látky s chemikáliemi ve vrstvách chemické náplně trubiček. Jsou-li tyto reakce spojené se změnou barvy, mohou být tyto trubičky označeny jako *kolorimetrické chemické senzory*. Látková výměna v trubičkách probíhá v první aproximaci úměrně objemu reagujícího plynu. Potom je vyjádřena kvantitativně v podobě délky trvání barevné změny a bývá tak indikována na stupnici na boku trubičky – *délkové trubičky*.

Další možností je, že se tato látková výměna odehrává v celém objemu náplně a projeví se změnou barevné intenzity v objemu, která se srovnává na vzorových trubičkách (porovnávacích) nebo etalonu – *kolorimetrické trubičky*.

V náplňových vrstvách trubiček se využívají různé reakční systémy, kterých je však omezené množství. Pro uživatele trubiček je důležité si zvolit vhodnou trubičku. Spektrum detekovaných látek začíná od trubiček, které indikují jednotlivé sloučeniny (CO_2), až po trubičky indikující celé skupiny látek (chlorované uhlovodíky, BChL). Ke klasickým trubičkovým reakcím patří např. reakce jodičnanů v kyselém prostředí s oxidem uhelnatým. Selektivita se dá vhodnými předvrstvami stupňovat.

Na základě těchto parametrů se trubičky určené pro okamžité měření rozdělují na trubičky s indikační vrstvou, trubičky s jednou, nebo více předvrstvami + s indikační vrstvou, kombinace dvou a více trubiček, trubičky se spojovacími trubičkami, trubičky s reakční ampulkou, trubičky se simultánním měřením – identifikací více látek současně.

Zvláštní skupinu představují trubičky použitelné pro zachycení vzorku pro pozdější analýzu, tzv. *sorpční trubičky*, s náplní např. aktivního uhlí nebo tenaxu, které slouží pro vzorkování neznámých plyných látek s následnou identifikací CHL nebo jiným odborným pracovištěm.



Obr. 7.11 Princip délkové detekční trubičky

Výhody: jednoduchá obsluha, rychlost detekce (vyhodnocení v minutách), možnost provedení odběru vzorku, schopnost detekce BCHL i průmyslových škodlivin. Nevýhody: jednorázové měření, citlivost (nutno odhadnout rozsah koncentrace látky před měřením), nutnost kontroly expirace, velké nepřesnosti stanovení (udává se 40-60 %), nutnost manipulace s trubičkami (otvírání, prosávání, vyhodnocení).

Kromě výše uvedených senzorů se v současné době stále více rozvíjí aplikace v oblasti elektrochemických a biochemických senzorů, např. detekce glukózy v krvi u diabetiků, imunochromatografické testy (screening na drogy, B-agens).

7.4.7 Spektrometry

Spektrometry představují výborné senzorové nástroje pro zkoumání chemických vlastností vzorků, které se díky miniaturizaci komponentů a počítačových řídicích systémů postupně dostávají do vybavení HZS ČR. Princip metody je založen na interakci záření s hmotou vzorku a vyhodnocením této interakce pomocí spektrálních detektorů.

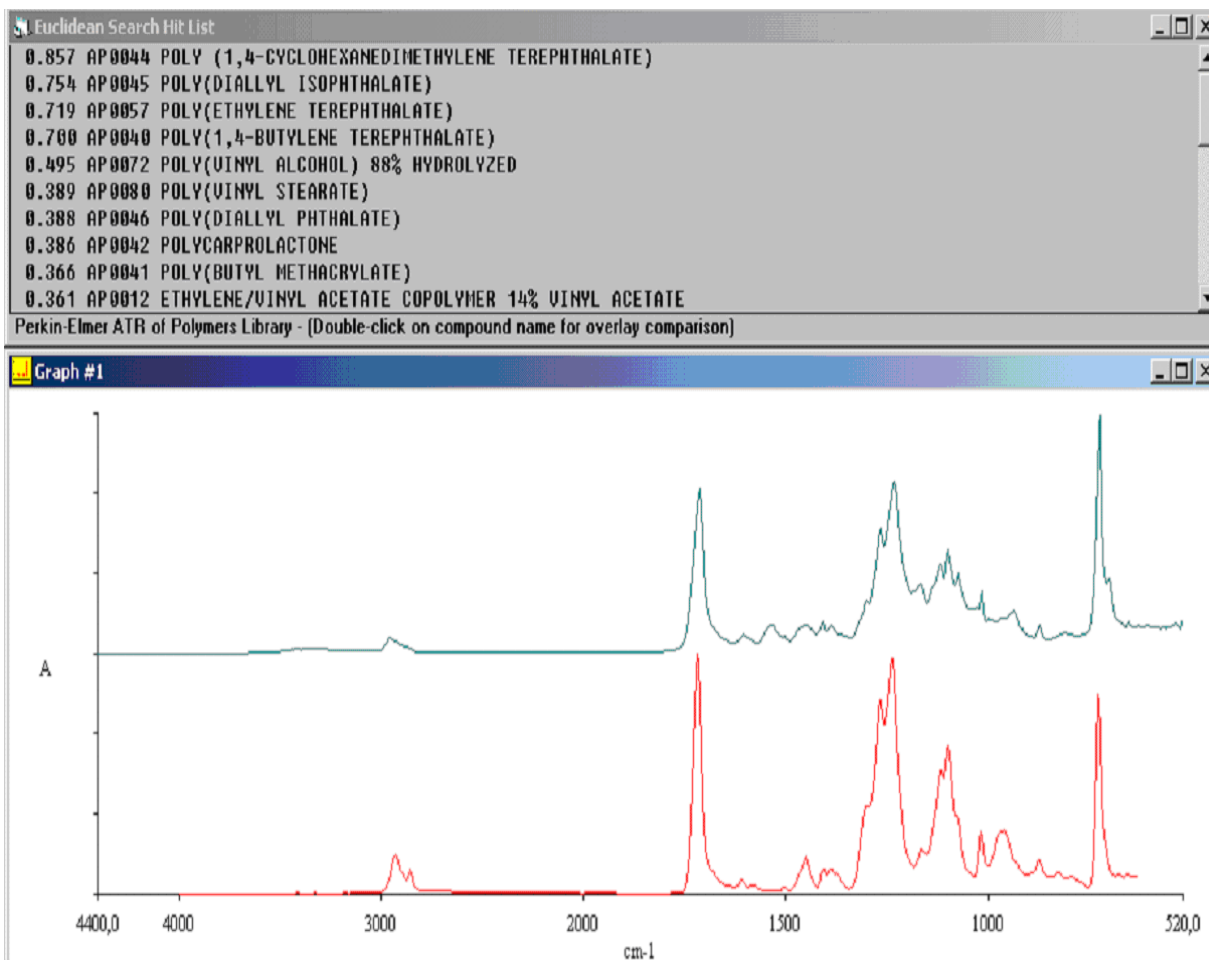
7.4.7.1 Spektrometry elektromagnetické

Spektrometry elektromagnetické měří intenzitu elektromagnetického záření v závislosti na frekvenci, resp. vlnové délce (Ramanovy, FTIR, UV/VIS spektrofotometry, atomové absorpční spektrometry a rentgenofluorescenční analyzátoři). Přístroje

využívají základní vlastnosti hmoty, tj. atom nebo molekula mohou záření pohltit (absorpce), mohou naopak uvolnit energii ve formě záření (emise), nebo mohou záření pohltit a po čase jej opět emitovat (fluorescence a fosforescence).

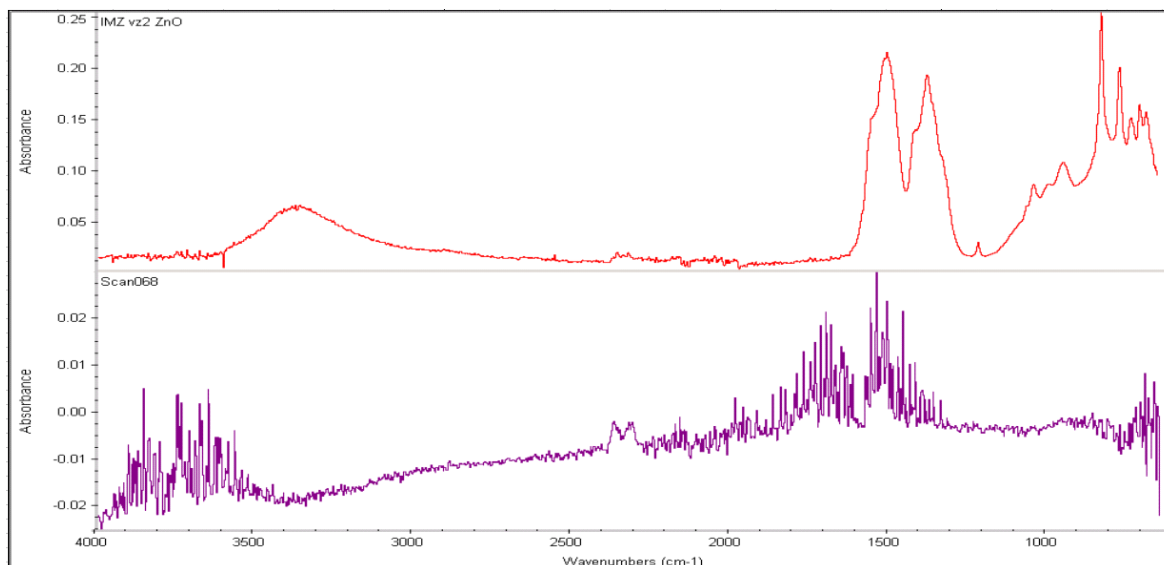
Základní fyzikální vlastností látek je, že se vždy jedná o záření určitých specifických vlnových délek. Absorbované nebo emitované spektrum není spojitě, ale skládá se z mnoha linií (čar nebo pásů), které jsou specifické pro každou látku. Neexistují dvě chemicky odlišné látky mající stejné absorpční nebo emisní spektrum. Pokud se tedy provede dostatek měření známých látek anebo jsou známy zákonitosti vytváření daného typu spekter, lze na základě změření spektra vzorku zjistit jeho chemické složení.

HZS ČR využívá všechny níže popsané spektrometrické systémy. Obecné schéma spektrometru bylo popsáno v odstavci popisující infračervený senzor s disperzním uspořádáním – vždy je součástí systému disperzní prvek rozkládající záření a prvek pro detekci jednotlivých vlnových délek. Zdroj záření může nebo nemusí být součástí spektrometru v závislosti na uspořádání systému. Nejdůležitější součástí přístroje je kromě detektoru vyhodnocovací software a knihovna spekter, které musejí buď být zcela automatické u terénních přístrojů, nebo umožňovat zkušenému uživateli provést detailní práci se spektry (odečet spekter, vyhledávání částí spektra apod.) v případě laboratorních přístrojů, které mají navíc mnohem vyšší citlivost.



Obr. 7.12 Naměřené FTIR spektrum (nahore) a jeho porovnání s knihovnou

Problémem zůstává omezení spektrometru z hlediska charakteru vzorku; pro analýzu pevných vzorků nebo plynů jsou třeba konstrukčně zcela odlišné přístroje, resp. jejich měřicí uspořádání.



Obr. 7.13 Naměřené FTIR spektrum ZnO na mobilním přístroji (dole) a jeho porovnání s daty získanými přístroji laboratorním (nahore)

Velice efektivní a do budoucna nepochybně perspektivní metodu sledování plyných látek v prakticky neohrazeném prostoru tvoří spektrometry pro detekci plyných látek v otevřeném prostoru (dálkové spektrometry) – SIGIS 2 (Scanning Infrared Gas Imaging System; má k dispozici Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč) a LIDAR (Light Detection And Ranging; VŠB-TU Ostrava). Ve valné většině aplikací těchto spektrometrů dochází k detekci v prostoru o malém objemu či dokonce v prostoru zcela uzavřeném. Princip je jednoduchý, technické nároky na zařízení, především na rychlost zpracování signálů, jsou však značné, cena proto odpovídající.

LIDAR vysílá nad sledovanou oblast pulsni laserový paprsek o vlnové délce, kterou absorbuje analyt a měří intenzitu tohoto záření odraženou z atmosféry (od molekul plynů, prachových či aerosolových částic) zpět k přístroji. Intenzita přijatého záření závisí jednak na vzdálenosti, z které bylo záření odraženo, a jednak na obsahu absorbujících molekul analytu. Korekce na zeslabení intenzity záření vzdáleností je provedena tak, že souběžně s měřicím zářením je vysíláno záření o vlnové délce, kterou analyt neabsorbuje. Vyhodnocuje se rozdíl intenzit těchto dvou záření v závislosti na vzdálenosti od LIDARU.

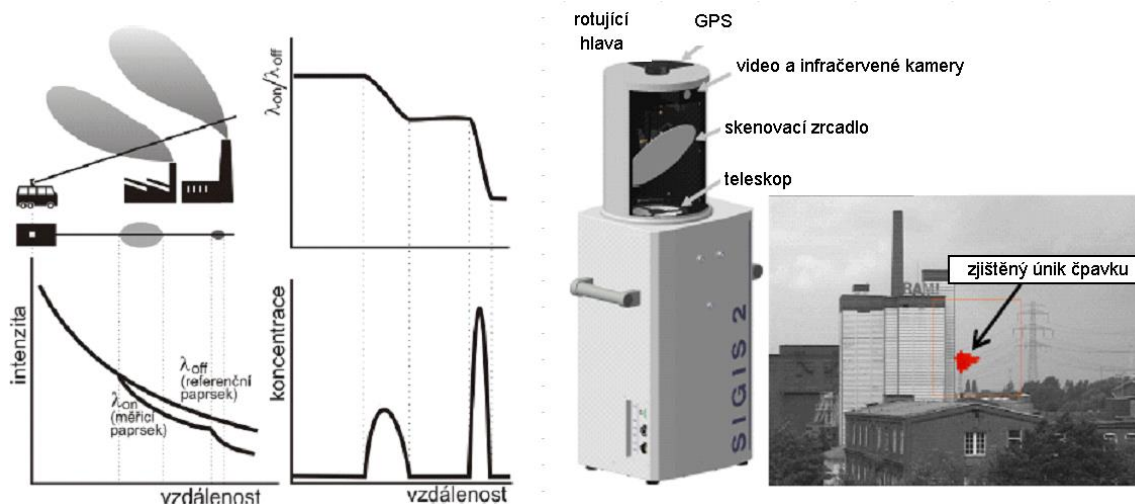
Současná elektronika je schopna zpracovat odražený signál již ze vzdálenosti řádově stovek metrů. Směr vysílaného záření lze měnit v horizontálním i vertikálním směru a získat tak prostorový obraz obsahu analytu nad sledovanou oblastí. Naproti tomu systém SIGIS pracuje pouze s přicházejícím infračerveným zářením. Oba systémy tak umožňují zobrazit přítomnost oblaku potenciální NL na vzdálenosti stovek metrů až několika kilometrů. Praktické zkušenosti se u HZS ČR teprve získávají.

7.4.7.2 Spektrometry hmotnostní

Princip *hmotnostní spektrometrie* je založen na ionizaci chemických sloučenin, výrobě nabitě molekuly nebo fragmentu molekuly a měření její hmotnosti vzhledem k náboji. Mezi tyto přístroje patří klasické laboratorní hmotnostní spektrometry, které v kombinaci s vhodnou separační technikou (např. separace látek pomocí plynového chromatografu; systém GC/MS) představují nejvyspělejší techniku pro analýzu

plynů. V současné době už existují mobilní i přenosné přístroje, které jsou však velmi drahé.

Zjednodušenou verzí spektrometru je mobilní detekční technika, kterou u HZS ČR zastupují **IMS spektrometry** – *detekční systémy pracující na principu spektrometrie pohyblivosti iontů* (IMS = Ion Mobility Spectrometry), což je metoda založená na snímání spektra, které vznikne díky různé pohyblivosti iontů (kationtů nebo aniontů) ve vícenásobném elektrickém poli. Vzorek měřeného plynu ve vzduchu je dopraven do ionizačního prostoru, kde je vystaven radiaci americia (^{241}Am), které způsobí jeho ionizaci. Uvnitř elektrického pole se ionty pohybují směrem k anodě, popř. katodě (duální polarita), charakteristickou rychlostí a jsou zaznamenány jako krátkodobé impulzy v rozsahu nanoampérů. Software vyhodnotí tyto impulzy v závislosti na čase a amplitudě, čímž vznikne *hmotnostní spektrum* vzorku. Porovnáním spektra s knihovnou spekter uloženou v přístroji je v některých případech možno přímo určit danou látku, jejíž spektrum je uloženo v knihovně nebo přesněji řečeno charakterizovat okruh látek, které by mohly spektrum mít.

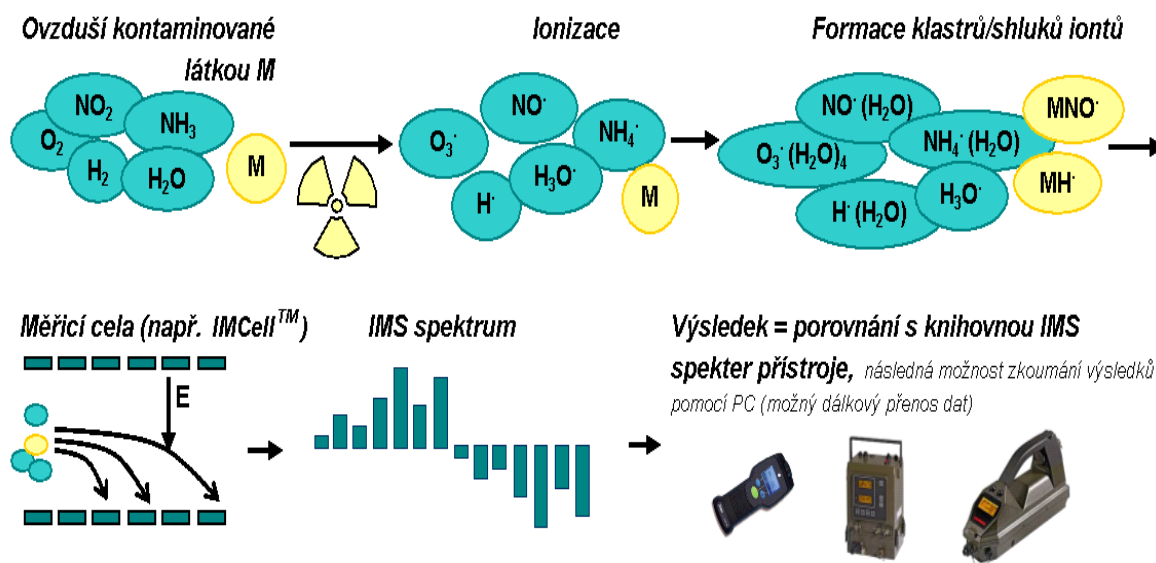


Obr. 7.14 Schéma použití LIDARU (vlevo) a systém SIGIS II (vpravo)

Na obr. 7.15 je zdroj ionizujícího záření (Ni-63) znázorněn pod první šipkou, M znázorňuje příslušnou molekulu plynu, E elektrické pole, IMCell šestikanálový senzor a graf znázorňuje spektrum, což je v tomto případě závislost elektrického signálu na časovém posunu (driftu), který díky různé pohyblivosti iontů v elektrickém poli charakterizuje konkrétní molekulu nebo její část.

IMS technologie představuje jeden z nejmodernějších monitorovacích systémů, který je konstruován pro zjišťování BChL a toxických chemických látek. Je součástí přístrojů RAID a GDA-2. Vzhledem k velmi vysoké citlivosti je detektor velmi náchylný na kontaminaci, a proto pro jeho fungování je třeba zajistit promývání pomocí čistého vzduchu z filtračního okruhu přístroje, které může trvat i delší dobu. V reálných podmínkách však přístroj často není schopen provést dobré měření z důvodu běžné kontaminace prostředí i necílovými analyty (výpary a parami z různých materiálů, např. guma, vonné látky, rozpouštědla). Nejvhodnějším řešením

je předřadit vhodnou separační techniku, což by bylo možné jen v laboratorním uspořádání.



Obr. 7.15 Schéma činnosti IMS detektoru

Výhody: výborný prostředek pro provádění screeningových měření, vysoká citlivost, nízké detekční limity, relativně dobrá selektivita, schopnost detekce BCHL i průmyslových škodlivin, schopnost rychlé kontroly kontaminace povrchů BCHL. Nevýhody: náchylnost na kontaminaci a následnou dlouhodobou dekontaminaci detekčního systému, vliv necílových látek (falešná odezva), vysoké pořizovací náklady, nákladný provoz (speciální filtry). Přístroj obsahuje drobný zdroj ionizujícího záření (ZIZ) emitující beta záření, proto je nutné respektovat předpisy k ochraně proti ozáření a vést agendu spojenou s držením ZIZ dle ustanovení atomového zákona. V rámci kontroly zářiče se provádí testy dlouhodobé stability a provozní stálosti zdroje.

7.4.8 Senzory infračerveného záření

Senzory infračerveného záření slouží k zjišťování vyzařované tepelné energie objekty nebo procesy. Kromě kontaktního měření pomocí teploměrů existuje řada bezkontaktních přístrojů, které umožňují převod infračerveného záření vyzařovaného měřeným objektem na elektrické napětí, které je buď akusticky či opticky signalizováno, nebo dále digitalizováno a zaznamenáno. Prakticky se jedná o fotodetektor, který je citlivý (selektivní) na infračervenou část spektra. Podle uspořádání senzorů se rozlišují *bodové* nebo *plošné detektory* záření tzv. FPA detektory (Focal-Plane-Array). Podle interakce fotonů s materiálem detektoru se zase člení na *tepelné* a *kvantové detektory*.

Základním prvkem tepelných FPA detektorů jsou *mikrobolometry*, u kterých absorbcí fotonů dochází k oteplení odporové vrstvy, čímž dochází ke změně elektrického odporu, který je následně vyhodnocen. V případě *kvantových detektorů* je princip detekce fotonů v infračervené oblasti založen na fotoelektrickém jevu: tj. přímé přeměně energie fotonů na elektrickou energii. Konstrukce těchto detektorů je však vzhledem k řadě fyzikálních skutečností poměrně náročná. *Bodové detektory* jsou určeny k bodovému měření teploty pomocí bezkontaktních teploměrů – pyrometrů, nebo indikátorů horkých povrchů. *Plošné detektory* jsou maticí bodových detektorů se schopností zaznamenat tepelný obraz (termogram). Používají se při konstrukci termovizních kamer. Přístroje jsou neocenitelným pomocníkem při vyhledávání skrytých ohnisek požáru, úniků žhavých spalin, provozních závad a k vyhledávání osob.

7.5 ROZDĚLENÍ PROSTŘEDKŮ CHEMICKÉHO PRŮZKUMU

7.5.1 Jednoduché detekční prostředky

Jednoduché detekční prostředky jsou vhodné pro rychlá měření v terénu, přičemž dávají okamžité výsledky. V naprosté většině jsou založeny na chemických metodách, kdy NL reaguje s činidlem exponovaným na vhodném nosiči za vzniku barevného produktu, jehož zbarvení se vyhodnocuje vizuálně.

K jejich hlavním výhodám pro využití v místě mimořádné události patří rychlost měření, většinou relativně nízká cena, malé rozměry a hmotnost, nenáročnost na údržbu a kvalifikaci či proškolení obsluhy. Nevýhodami pak jsou v některých případech nízká selektivita (tj. nespecifičnost pro detekovanou látku), omezená citlivost, přesnost a relativně malá životnost (doba expirace většinou 1 rok až 5 let).

Do této skupiny lze zařadit jednoduché detekční prostředky typu *průkazníkových trubiček*, *detekční papírky PP-3 (Calid-3) nebo Detehit na BCHL, pH nebo jodoškrobové papírky*, které indikují koncentraci NL a o kterých bude pojednáno v kap. 7.6

Na těchto principech je také postavena **souprava pro určení ohrožujících účinků NL SOUL** vyvinutá pracovníky IOO Lázně Bohdaneč přímo pro jednotky HZS krajů, která obsahuje prostředky pro charakterizaci látek z hlediska jejich nebezpečných vlastností (výbušnost, hořlavost, výparnost – potenciální možnost inhalační otravy, oxidační účinky, žíravost, nebezpečné reakce s vodou). Testy použité v soupravě jsou jednoduché, rychlé a nenáročné na obsluhu. Pomocí přiloženého návodu je lze provést přímo v terénu s možností okamžitého vyhodnocení podle přehledných tabulek, které uvádějí i nejběžnější příklad látek s danou vlastností. V každé tabulce je zvýrazněno možné nebezpečí, na základě kterého může velitel přijmout a realizovat prvotní ochranná opatření v místě zásahu. Vedle testů k určení hlavních účinků nebezpečných chemických látek je v soupravě zařazen *test pro stanovení aktivního chlóru, který je možné využít pro stanovení účinnosti dekontaminačních látek a směsí*.



Obr. 7.16 Souprava SOUL

7.5.2 Analyzátory

Analyzátory představují plně automatizované přístroje používané ke stanovení a někdy i k identifikaci NL. Obecně se skládají z detekčních prvků – detektorů, vyhodnocovací (paměťové) a zobrazovací jednotky a zdroje napájení. Přístroje lze rozdělit na skupiny.

Mezi níže uvedenými druhy prostředků nelze stavět pevné hranice. Již dnes má řada běžných detekčních přístrojů některé prvky analyzátorů. Výběr vhodného prostředku k plnění úkolů chemického průzkumu závisí na požadované citlivosti, konkrétní látce, frekvenci monitorování a způsobu přenosu informací. Pro měření v místě události a jeho okolí nemusí vždy drahý přístroj znamenat to nejlepší řešení. Některé moderní plně automatizované analyzátory, byť určené ke stanovení unikající látky, měří jen do nízkých hodnot koncentrací, neboť jsou určeny ke kontrole životního prostředí, popř. mohou mít „měřicí nulu“ nastavenou na pozadí, což při zahájení měření po mimořádné události, kdy v daném místě koncentrace NL klesá, představuje dosahování záporných hodnot koncentrací nebo dojde k překročení měřicího rozsahu přístroje. S takovými přístroji potom není možné požadavky chemického průzkumu naplnit. Proto by naprostou samozřejmostí při výběru vhodného prostředku a interpretace výsledků detekce měla být spolupráce s odborníky.

Hlavními výhodami využívání analyzátorů při mimořádných událostech je vysoký komfort měření, možnost nepřetržitého monitorování, ukládání naměřených dat do paměti, jejich vyhodnocení na PC, možnost zapojení akustického i světelného signálu při dosažení určité koncentrace, vysoká selektivita apod. K nevýhodám často patří velmi vysoké pořizovací náklady, značné nároky na údržbu a servis, nutnost kvalifikované obsluhy.

7.5.2.1 Univerzální analyzátory

Univerzální analyzátory měří hodnotu určité vlastnosti prostředí a v závislosti na její změně lze stanovit látku. Typickým příkladem jsou PID a detekční přístroje na stanovení koncentrace hořlavých plynů a par (explozimetrie). Přístroje mohou na základě známých zákonitostí měřit koncentraci známé látky v prostředí po nastavení příslušných korekčních faktorů. Při měření je však nutno počítat s možným vlivem ostatních látek ve směsi (u explozimetrů hořlavých plynů). K přesnému (selektivnímu) měření koncentrace jedné určité látky je lze využít v případech, kdy koncentrace této látky výrazně převažuje nad ostatními. Tvoří bezpochyby nejpočetnější skupinu prostředků chemického průzkumu. Tyto přístroje jsou velmi dobře využitelné při vyhledávání zdroje úniku a nebezpečí.

7.5.2.2 Selektivní analyzátory

Selektivní analyzátory selektivně měří koncentraci určité nastavené NL a jsou schopny ji dlouhodobě monitorovat, a to i ve směsi s jinými plyny a parami (na rozdíl od univerzálních detekčních přístrojů), jsou vybaveny většinou elektrochemickými čidly (např. na CO).

7.5.2.3 Multikomponentní analyzátory

Multikomponentní analyzátory vedle stanovení koncentrace a dlouhodobého

monitorování NL umožňují rovněž identifikaci látek neznámého složení. V současnosti narůstá trend využití tzv. HAZMAT (First Response Analysers), inteligentních přístrojů s vlastní pamětí a zabudovanou analytickou vyhodnocovací jednotkou a databází NL použitelných pro získání prvotních informací u zásahu.

7.5.2.4 Terénní analytické přístroje

Terénní analytické přístroje představují vrcholnou třídu mezi detekčními prostředky. Jedná se o miniaturizované přístroje, které jsou schopny v terénu provádět měření s laboratorní přesností a získaná data vyhodnotit tak, aby byla srozumitelná i neodborníkům nebo přenést tato data dálkově odborníkům, kteří tak mohou ještě před příjezdem na místo události získat prvotní naměřené výsledky a vyhodnotit je. Problémem zůstává nutnost kvalifikovaně odebrat vzorky nebo vybrat vhodné místo pro umístění přístroje, které je rozhodující pro provedení správné identifikace NL.

7.5.2.5 Analytické systémy

Analytické systémy představují nejvyšší stupeň detekčních prostředků chemického průzkumu, neboť splňují podmínky již zmíněného základního pravidla správného chemického průzkumu – umožňují NL *identifikovat na základě více nezávislých důkazů*. Představiteli těchto prostředků jsou:

1. **Přenosné chemické laboratoře** jsou určeny k podrobnějším analýzám v terénu. Využívají v první řadě chemické barevné reakce, výsledné zbarvení se většinou vyhodnocuje vizuálně pomocí barevných etalonů, nebo fotometricky. K hlavním výhodám patří možnost úpravy vzorků životního prostředí a provádění různých operací, jako je např. zahřívání, var, filtrace nebo extrakce. K nevýhodám patří nutnost zaškolení obsluhy a pravidelného výcviku, často vysoká cena a zdoluhavost některých analýz.

Kromě speciálních vojenských laboratoří, polních chemických laboratoří PCHL 54 a 75, určených primárně k detekci BChL, převzaly HZS ČR při slučování se systémem civilní ochrany také PCHL-CO, s jejíž pomocí lze provádět rozборы běžných škodlivin. Komerční systémy dodávané renomovanými zahraničními firmami jsou většinou finančně velmi nákladné, modulární a obsahují obdobné sety, např. HAZCAT.

2. **Mobilní laboratoře** představují nejsložitější nástroj pro analýzy na místě zásahu. Vozidlo zajišťuje dopravu posádky (1+2 osoby) z místa dislokace do místa mimořádné události a dopravu technických prostředků pro detekci NL. V místě mimořádné události je možné provést chemickou a radiometrickou analýzu pomocí měřicí techniky uvnitř i vně vozidla, v každé denní době a za každého počasí.

V *pracovním prostoru* nástavby je vyčleněn prostor pro uložení ochranných prostředků. Dekontaminaci je možné provést vlastními prostředky. *Laboratorní část je plynotěsně oddělena* od části pro přepravu vzorků, které je možné předat pomocí předávacího otvoru ve speciálním „hazard“ boxu. Vozidlo je též vybaveno *digestoří, trezorem s olověným stíněním na přepravu zdrojů ionizujícího záření, meteostanicí nebo filtroventilačním systémem s možností vytvářet uvnitř vozidla přetlak*.

Vybavení detekčními prostředky zahrnuje: *toximetry* (detekční přístroje s elektrochemickými čidly) s čidly na běžné průmyslové chemikálie (NO, NO₂, CO, NH₃, HCN, COCl₂, SO₂, H₂S, Cl₂, HCl), *Dräger CMS* (čipový optoelektrický detektor obsahující 10 trubiček s náplní, která barevně reaguje na přítomnost požadovaných toxických plynů na principu chemické reakce), *multi-komponentní infračervený plynový analyzátor Gasmeter DX-4000*, *plynový analyzátor s polem detektorů GDA 2*, *mobilní Ramanův spektrometr FirstDefender* a podle místa dislokace vozidla i *mobilní infračervený spektrometr TruDefender*, *plynový chromatograf nebo mobilní rentgenofluorescenční analyzátor*. Souprava pro stanovení kvality vody obsahuje *multimetr pro měření pH a vodivosti* a sadu činidel pro identifikaci řady chemických látek a těžkých kovů pomocí *UV-VIS spektrometrie*.

Dále jsou k dispozici *odběrové soupravy* na kapaliny a půdu a prostředky na *odběr vzorků plynů*. Součástí TACHP je rovněž *bezpečnostní transportní přetlaková plynotěsná komora*

s manipulátorem s přívěsem (zařízení pro převoz, manipulaci a dočasné uložení NL všeho druhu, např. otvírání tlakových nádob s neznámým obsahem v inertní atmosféře). Výbava je průběžně rozšiřována s ohledem na nástup nových detekčních technologií. Nevýhoda mobilních laboratoří spočívá ve vysokých pořizovacích nákladech, které několikanásobně převyšují ceny standardního laboratorního vybavení, a v omezení prostorovém a časovém (obsluha má relativně malý prostor pro provádění analýz a méně času na detailní provedení analýzy). Proto je v řadě případů lepší volbou provedení odběru vzorku a jeho transport do stacionární laboratoře.



Obr. 7.17 Technický automobil chemický v provedení vozidla chemického a radiačního průzkumu TACHP (Mercedes-Benz Vario)

3. **Stacionární laboratoře** mají analytické nástroje k provádění analýzy neznámých vzorků s důrazem na důkaz toxických látek ve všech typech matric pevných (zeminy, potraviny, stěry z povrchů), kapalných (pitná a znečištěná voda, barvy, ředidla, rtuť), plyných (vaky s odebraným vzduchem z místa havárie, vzorků ze sorpčních trubiček, SPME vláken, páry organických rozpouštědel), provádějí stanovení toxických anorganických látek a iontů (např. kyanidů, těžkých kovů) ve všech typech vzorků nebo akceleračních hoření pro potřebu zjišťování příčin požáru.

V současné době patří mezi standardní vybavení CHL *infračervený spektrometr*, *UV-VIS spektrofotometr*, *plynový chromatograf s hmotnostním detektorem* a u některých CHL je k dispozici i *atomový absorpční spektrometr* nebo *rentgenofluorescenční analyzátor* pro rychlou analýzu prvků.

Výhodou laboratorního zpracování odebraných vzorků je možnost provést detailní vysoce citlivé a přesné analýzy a hlavně separaci jednotlivých složek vzorku, protože hledání toxické látky ve směsi nelze často bez separačních kroků realizovat. CHL představují nejvyšší stupeň zajištění chemického průzkumu v rámci HZS ČR a poskytují kromě odborného zajištění koncového stupně chemického průzkumu detailním prozkoumáním vzorku také zázemí a odbornou pomoc JPO z hlediska výcviku, pořizování detekčních prostředků a školení obsluhy.

CHL NEJSOU v současné době VYBAVENY k provádění mikrobiologických rozborů (podezření na použití B-agens), ale provádějí rozbor mouky, prášku do pečiva, které jsou často posílány v obálcích s „bílým práškem“. Některé CHL mají vybavení pro stanovení znečišťujících bakterií v pitné vodě. Speciální detekci a identifikaci rizikových a vysoce rizikových biologických agens provádějí dle souboru typové činnosti složek IZS STČ 05/IZS *Nález předmětu*

s podezřením na přítomnost *B-agens* nebo toxinů a v rámci dohod o spolupráci další složky IZS. Zpravidla jsou vzorky analyzovány na stacionárním pracovišti Státního ústavu jaderné, chemické a biologické ochrany (SÚJCHBO) nebo mohou být předány k analýze do stacionární mikrobiologické laboratoře AČR. V odůvodněných případech je možné povolat mobilní laboratoř SÚJCHBO s odběrovými soupravami nebo speciální mobilní biologický tým AČR.“

7.6 VYBAVENÍ HZS KRAJŮ PROSTŘEDKY CHEMICKÉHO PRŮZKUMU

Jednotky HZS krajů musejí být vybaveny prostředky chemického průzkumu v souladu s požadavky vyhlášky 247/2001 Sb., ve které je v příloze č. 5 určeno vybavení stanic požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany. Vyhláška pak pro jednotlivé typy stanic určuje i minimální počty těchto prostředků.

Základní vybavení pro detekci NL dnes splňuje řada přístrojů. Při výběru a porizování nových přístrojů je nutno od roku 2007 dodržovat požadavky stanovené MV-generálním ředitelstvím HZS ČR uvedených v katalogu technických podmínek požární techniky a věcných prostředků, kde jsou obecné minimální technické požadavky na tyto přístroje (viz web CHS):

- a) detekční přístroj pro stanovení kyslíku v ovzduší,
- b) detekční přístroj hořlavých plynů a par,
- c) selektivní analyzátor BChL,
- d) univerzální detekční přístroj.

7.6.1 Kombinované detekční přístroje

JPO používají mnoho kombinovaných detekčních přístrojů (kombinace různých senzorů), které splňují technické požadavky. Jako příklad lze uvést řadu přístrojů s názvem *GasAlert*. Nejjednodušší přístroje této řady představují modely *Extreme Single*, *MicroClip* a *Micro 5*, které jsou vybaveny displejem s podsvícením, nastavitelnými alarmy a datalogerem a zobrazují standardně údaje požadované JPO při zásahu. Nejsofistikovanější přístroj řady může být navíc vybaven PID nebo IR senzorem s integrovaným čerpadlem (obr. 7.18).



Obr. 7.18 Detekční přístroje řady GasAlert

Přístroj MicroClip v konfiguraci osazené senzorem na výbušné látky a kyslík tak svými parametry splňuje požadavky kladené na explozimetr a oxymetr a zároveň přidává možnost detekce dalších plynů (výhodné je např. čidlo na CO). Je třeba konstatovat, že v současné době je možnost pořízení obdobné řady detekčních přístrojů od několika výrobců: Dräger, Oldham, Crowcon aj.

Kromě těchto přístrojů tvoří základní výbavu jednoduché prostředky typu pH papírky, jodoškrobové papírky na zjišťování oxidačních vlastností látek a u některých jednotek i celá souprava SOUL.

Prostředkem pro detekci BCHL je na každé stanici souprava detekčních papírků (Detehit, PP3), chemického průkazníku CHP-71 s detekčními trubičkami. Na stanicích opěrných bodů a CHL pak přenosný analyzátor nebezpečných plynů a BCHL GDA 2, přenosný Ramanův spektrometr First Defender, popř. infračervený spektrometr TruDefender.

7.6.2 Detekční trubičky na průmyslové škodliviny

Detekční trubičky na průmyslové škodliviny zahrnují jednoduché detekční prostředky, které pracují na chemickém principu, jež byl již popsán. Důležité je, že základními průmyslovými škodlivinami se míní těchto 10 plynů: amoniak (čpavek), fosgen, chlor, chlorovodík, kyanovodík, oxidy dusíku (NO_x), oxid siřičitý, oxid uhelnatý, sirouhlík, sulfan (sirovodík),

7.6.3 Chemický průkazník CHP-71

Chemický průkazník CHP-71 představuje přenosný nasavač určený k prosávání vzduchu detekčními trubičkami. Přístroj je napájen buď monočládky, nebo jej lze připojit k palubní síti vozidla. Umožňuje provádět regulaci průtoku vzduchu, ohřev průkazníkových trubiček při nízkých teplotách, nepřetržitý provoz ve vozidle, šestihodinový provoz mimo vozidlo, prosávání vzduchu, par nad vzorky zeminy či jiných pevných materiálů a osvětlení prostoru umístění trubiček.

Detekční trubičky (indikační, průkazníkové či zkušební trubičky, trubičkové detektory) jsou skleněné nebo plastové trubice s vrstvou pevného sorbentu, na kterém je buď nanášeno vhodné detekční činidlo, nebo se činidlo nanáší z ampulky po prosátí vzduchu. Styk kontaminovaného vzorku se sorbentem je po otevření trubičky zajišťován prosáváním nasavačem. Tuzemský trh dnes k chemickému průkazníku nabízí detekční trubičky pokrývající všechny známé významné BCHL a některé průmyslové toxické látky. Z nich jsou u všech jednotek HZS krajů používány trubičky na nervově paralytické látky (označení DT-11), na sulfidický yperit (DT-15), BCHL na bázi arsanu (Lewisit, DT-14) a kombinované trubičky na fosgen, difosgen, chlorkyan a kyanovodík (DT-12).

Vedle chemického průkazníku CHP-71 nabízí v současné době český trh inovovanou verzi přístroje *CHP-5*, vyznačující se efektivnějším způsobem ohřevu trubiček a možností prosávat trubičky různých typů. Velká výhoda průkazníku navzdory jeho zastaralosti spočívá v nadčasovosti koncepcí, možnosti servisu u HZS ČR a také v možnosti provádět kvalifikovaně odběry vzorků vzduchu pomocí sorpčních trubiček s aktivním uhlím/tenaxem, které je možno vyhodnotit na citlivých analytických přístrojích CHL.

7.6.4 Detehit

Detektor nervově paralytických látek *Detehit* je příkladem jednoduchého prostředku, u kterého je činidlo naneseno na textilii. Jedná se o plastický proužek, na jehož jednom konci je nalepen indikační papír a na druhém konci vedle sebe bílá detekční a žlutá srovnávací tkanina. Principem je biochemická reakce založená na inhibici enzymu acetylcholinesterázy. Detehit umožňuje detekci nervově paralytických látek ve vodě nebo vodném extraktu, v ovzduší a na površích. Detekce je velmi jednoduchá a spočívá pouze v namočení detekční tkaniny do zkoumaného roztoku, popř. namočení do vody a ponechání po určitou dobu v kontaminované atmosféře nebo setření povrchu. Potom se proužek přehne a indikační papír se přitiskne k detekční tkanině. V případě přítomnosti nervově paralytické látky či jiného inhibitoru acetylcholinesterázy (např. organofosforové nebo karbamátové pesticidy způsobující inaktivaci enzymu) zůstává bílá barva detekční tkaniny nezměněna. V opačném případě tkanina zežloutne, k posouzení změny zbarvení se porovnává se srovnávacím testem s navlhčenou tkaninou. Souprava Detehit vykazuje vysokou citlivost na nervově paralytické látky v ovzduší, která při 20°C a době expozice 2 minuty činí pro soman 0,008 mg/m³, pro sarin 0,01 mg/m³ a pro látku VX 0,05 mg/m³.



Obr. 7.19 Chemický průkazník CHP-71

7.6.5 Detekční papírky PP-3

Detekční papírky PP-3 (CALID-3) jsou určeny k detekci a rozlišení kapalných BChL nervově paralytických a yperitu. Dodávají se v samolepícím provedení ve formě sešitku s vytrhávacími listy. Po dopadu kapek (koncentrované) BChL na povrch papírku dochází k jejich vsakování a reakci s detekčním činidlem, přičemž látky typu G (např. sarin, soman, tabun), látky typu H (např. yperit nebo lewisit) nebo látky typu V (např. VX) poskytují odlišné zbarvení – podle druhu látky se vytvoří během několik sekund barevná skvrna (žlutá, resp. červená, resp. zelenočerná).



Obr. 7.20 Jednoduché detekční prostředky: Detehit a detekční papírky PP3 (Calid-3)

7.6.6 Ramanův spektrometr FirstDefender

Přenosný Ramanův spektrometr *FirstDefender* je určen k identifikaci pevných a kapalných vzorků, gelů, kalů, pastovitých hmot. Z chemického hlediska dokáže identifikovat široké spektrum organických i anorganických látek, průmyslové toxické látky, BCHL, výbušniny, drogy atd. Podmínkou je přítomnost referenčního Ramanova spektra v knihovně spekter (podle toho, kdy byly přístroje pořízeny, mají knihovny s 3,5-12 tis. látkami). Přístroj naopak není schopen identifikovat především biatomové molekuly s iontovými nebo iontově polárními vazbami (např. chlorid sodný), kovy a většinu nekovových prvků, vodu, bílkoviny, vysoce fluoreskující sloučeniny, B-agens, plyny apod. Obecně je velmi rychlé a bezproblémové měření jakýchkoli kapalin. U pevných látek jsou potom značné rozdíly, které vyplývají mj. z polohy ohniska laserového paprsku a intenzity Ramanova spektra vzorku. Měření jsou totiž nastavena tak, že u kapalin je ohnisko laseru „uvnitř“ látky, zatímco u pevných látek na povrchu. Znamená to, že čím je pevná látka tmavší a lesklejší, tím více odráží excitační záření a měření trvá déle. Spektrometr velmi spolehlivě identifikuje čisté látky, přičemž rozlišuje i izomery látek, např. správně určuje polohy atomů chloru v chlorovaných uhlovodících (umí rozlišit 1,1,1-trichlorethan od 1,1,2- izomeru nebo vzájemně rozlišit o-, m- a p-dichlorbenzen).



Obr. 7.21 Ramanův spektrometr a příklad výstupu z měření dusičnanu draselného (nahore), výstupy z měření (dole)

Pro praktické měření je velmi důležitá schopnost vyhodnocovacího software přístroje identifikovat jednotlivé složky směsi látek, přestože manuál k přístroji označuje analýzu za méně spolehlivou. Analýza směsi je velmi komplikovanou záležitostí i v laboratorních podmínkách. V Institutu ochrany obyvatelstva byla úspěšně ověřena možnost identifikace všech BChL, které jsou v knihovně přístroje. Zde je třeba vyzdvihnout významné zvýšení bezpečnosti práce, kdy je danou látku možno často identifikovat přímo přes obal, nebo malý odebraný vzorek v uzavřené ampuli a předejít tak potenciální nebezpečné kontaminaci. Identifikovány byly i značně rozložené preparáty, u nichž ještě přístroj rozpoznal případné produkty rozkladu. Rozsáhlé testy byly provedeny při aplikaci na identifikaci výbušnin, kdy je třeba věnovat zvláštní pozornost bezpečnosti práce, neboť energie řádově stovky mW dokáže iniciovat zahorení směsi a v určitých případech i rozsáhlý výbuch a zničení přístroje. Proto je možno u neznámých látek spustit měření s časovou prodlevou, aby se obsluha mohla vzdálit do bezpečí a také snížit intenzitu budícího laserového paprsku ve třech krocích. Cenné výsledky rovněž přístroj poskytoval při terénních měřeních hornin a minerálů. Přenosný Ramanův spektrometr je ve vybavení všech HZS krajů včetně CHL.

7.6.7 Infračervený spektrometr (FTIR) TruDefender

Mobilní infračervený spektrometr TruDefender je zodolněný mobilní analyzátor pracující na principu FTIR, který je využitelný pro rychlou identifikaci neznámých chemikálií v terénu (hmotnost 1,4 kg). Podobně jako mobilní Ramanův spektrometr umožňuje zasahujícím jednotkám měřit a vyhodnocovat neznámé vzorky přímo v nebezpečné zóně. Podmínkou je, aby infračervená spektra zkoumaných látek (nebo komponent směsí) byla uložena v interní knihovně přístroje (cca 6500 látek v roce 2011). Přístroj informuje i o tom, že našel pouze podobnost vzorku se spektrem v knihovně. Vzorek je možno měřit jako kapalinu, gel nebo pevnou látku kontaktně pomocí jednodrazového diamantového ATR nástavce s přitlačným systémem (konfigurace označovaná FT) nebo jako plyn (pára) pomocí jednodrazové reflexní plynové kvyety (konfigurace označovaná FTG). Pro každou aplikaci je potřebná samostatná verze přístroje – není možno kombinovat měřicí prostory na jednom zařízení, což představuje nevýhodu z hlediska investic.

Přístroj je schopen pomocí unikátního software vyhodnotit přítomnost látek nebo směsí látek v naměřeném spektru a poskytnout jasné výsledky analýzy, které nevyžadují uživatelskou interpretaci nebo hodnocení. Současně přístroj stejně jako mobilní Ramanův spektrometr nabídne zasahujícím příslušníkům v angličtině základní informace o nebezpečnosti identifikované látky. Rozsah identifikovaných látek je omezen použitou knihovnou spekter, kterou lze rozšířit.

Další možnosti identifikace přináší porízení přístroje s ATR nástavcem na konfiguraci FTi, která je pomocí zabudovaného GSM modemu schopna zaslat získané informace z analýzy (jako název chemikálie, CAS číslo a naměřené spektrum) přímo na operační středisko nebo odborníkům z CHL k dalšímu zpracování formou běžné SMS nebo e-mailu s přílohou (čitelném např. na mobilu, mobilním počítači nebo smartphonu). Tato možnost minimalizuje vznik komunikačních chyb v průběhu předávání informace mezi zasahujícími (velitelem zásahu a operačním a informačním střediskem) a poskytuje odborníkům v týlovém zázemí možnost porovnávat a vyhodnocovat naměřené údaje prakticky on-line z místa nálezu neznámé látky bez nutnosti jejich dojezdu na místo události v prvotní fázi zásahu. Přístroje bez modemu umožňují

stáhnout naměřené údaje přes paměťovou datovou kartu ve formě JPEG reportů výstupu analytického software a primárních dat v obecném formátu s příponou *.spc* čitelnou běžnými spektrometrickými programy.

7.6.8 Rentgenfluorescenční analyzátor

V roce 2010 zakoupila licence na mobilní spektrometry od společnosti Ahura Corp. firma Thermo Scientific, která ve svém portfoliu nabízí mobilní Ramanův a FTIR spektrometr jako vzájemně se doplňující techniky. V kombinaci s ručním **rentgenofluorescenčním analyzátozem** prvků firmy Innov-X, schopným měřit prvky v rozsahu od fosforu po uran, představuje kombinace těchto tří technik jedinečnou kombinaci pro rychlou identifikaci nebezpečných pevných a kapalných látek. Rentgenofluorescenčním analyzátozem jsou již vybaveny některé CHL.

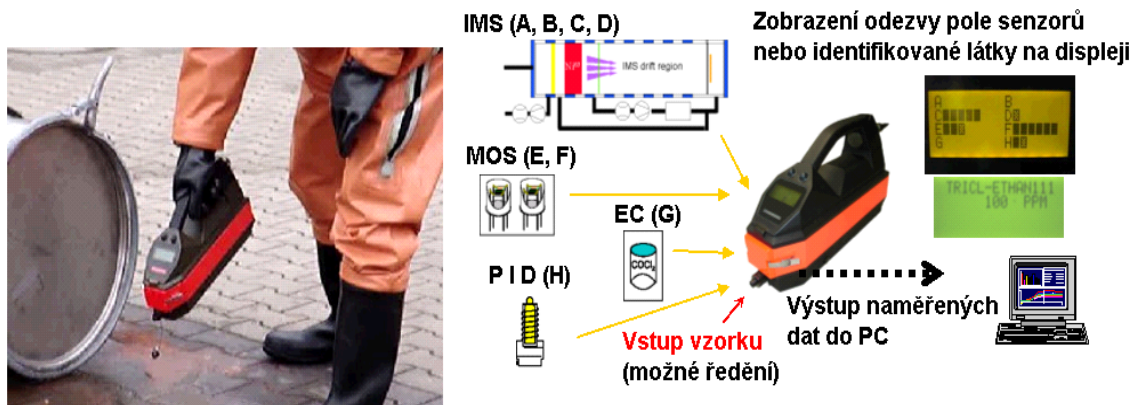


Obr. 7.22 Přenosný mobilní analyzátor FTIR (vlevo), FTG (uprostřed), ruční rentgenofluorescenční analyzátor prvků Innov-X (vpravo)

7.6.9 Detektor nebezpečných plynů GDA 2

Přenosný detektor nebezpečných plynů GDA 2 je určen k identifikaci a stanovení BCHL a průmyslových toxických látek v ovzduší. Se zařízením lze pracovat v terénu buď ve stacionárním, nebo v mobilním režimu. Pomocí přístroje GDA 2 lze plnit následující úkoly: detekci neznámé látky v ovzduší, světelnou a zvukovou výstražnou signalizaci dosažení určené koncentrace detekovaných látek, identifikaci a stanovení BCHL a průmyslových toxických látek v ovzduší, monitorování ovzduší, detekci, identifikaci, stanovení a monitorování BCHL a průmyslových toxických látek na kontaminovaných površích.

Přístroj GDA 2 pracuje na principu vyhodnocování měření pole detektorů (Gas Detector Array) pracujících na čtyřech detekčních principech: IMS, PID, detekce elektrochemickým článkem, detekce polovodičovými čidly. Každá látka v ovzduší se vyznačuje při dané koncentraci určitým signálem v některých z uvedených čidel. Software přístroje vyhodnotí poměr signálů v jednotlivých dílčích detektorech pole, porovná je s daty uloženými v knihovně a přiřadí nejpravděpodobnější strukturu látky včetně jednoduchých směsí. Na základě intenzity signálu určí koncentraci látek v ovzduší.



Obr. 7.23 Analyzátor nebezpečných plynů a par a bojových otravných látek GDA 2

K zamezení přesycení detekční komory vysokými koncentracemi látek je přístroj vybaven automatickým ředicím systémem, který reguluje ředění měřeného vzorku plynu podle skutečně naměřeného signálu. Další ochranou proti nadměrnému množství chemických látek je promývací proces (Cleaning Mode), kdy je do přístroje přiváděn pouze okolní vzduch čištěný filtrem. Kromě toho se GDA 2 při tomto směru průtoku sám čistí před měřením. Je ve vybavení všech HZS krajů včetně CHL. Analyzátor dnes představuje jediný prostředek analýzy plynů a par neznámého složení.

Přístroj je schopen identifikovat pouze určité látky, které jsou uloženy v jeho knihovně (cca 40 plynů). Jedná se o látky, které záchranné sbory a jednotky evropských států považují v současné době a na současném stupni rozvoje chemického průmyslu za nejaktuálnější. Patří mezi ně anorganické toxické plyny, chlór, amoniak, kyanovodík, chlorkyan, sulfan, sirouhlík, chlorovodík, fluorovodík, fosfin, fosgen, hydrazin a oxidy siřičitý, dusičitý a uhelnatý, z organických látek pak alifatické a aromatické uhlovodíky, chlorované uhlovodíky, vinylchlorid, trichlorethan, trichlorethylen a tetrachlorethylen, dále toluylendiisokyanát a kyslíkaté sloučeniny methanol, ethanol, formaldehyd, akrolein, aceton a kyselina octová. Dále knihovna analyzátoru obsahuje nervově paralytické látky (tabun, sarin, soman, cyklosarin, látka VX) a zpuchýřující (sulfidický a dusíkatý yperit a lewisit). Analyzátor umožňuje měření plynů a par v ovzduší ve třech následujících režimech:

Základní režim – režim GDA – používá se vždy za účelem prvotní detekce a identifikace látky v ovzduší. Režim se automaticky nastaví po zapnutí přístroje a na displeji se objeví jednotlivé měřicí kanály a příslušné signály. Již v této fázi se provádí detekce neznámé látky, neboť určitý signál na některém z kanálů již vypovídá o skutečnosti, že v měřeném vzduchu je přítomna nějaká látka. Po ustálení signálů na jednotlivých kanálech provede analyzátor identifikaci látky. Při pozitivní identifikaci látek se na displeji objeví písmenný symbol identifikované látky a její koncentrace.

Do režimu PID (měření samotným fotoionizačním detektorem) se přechází z důvodu potřeby přesného stanovení průmyslových toxických látek v ovzduší. Umožňuje měření koncentrace následujících 17 látek: aceton, akrolein, amoniak, benzen, chlorbenzen, sirouhlík, kyselina octová, ethanol, sulfan, hexan, hydrazin, isobutylem, styren, toluen, toluylendiisokyanát, trichlorethylen, vinylchlorid. Koncentrace látek lze stanovit v režimu PID pouze za předpokladu, že identita měřené látky je známa a měřená látka je ve vzduchu přítomna sama nebo je proti ostatním přítomným průmyslovým toxickým plynům a parám ve výrazném přebytku. Displej v režimu PID ukazuje název (symbol) měřené látky, hodnotu její zásahové tolerovatelné koncentrace ETW (tj. tolerovatelná koncentrace pro čtyřhodinový pobyt bez ochrany dýchacích cest) a její změřenou koncentraci.

Režim IMS – měření samotným spektrometrem pohyblivosti iontů – se zapíná v případě, kdy přístroj v režimu GDA identifikuje BCHL a je nutné vyloučit falešné signály. Na displeji se objeví tři

řádky označené G (látky s pozitivní detekcí v kladném módu, tj. zejména nervově paralytické látky), H (látky s pozitivní detekcí v záporném módu, tj. zejména zpuchýřující látky) a T (jiné toxické látky). Při pozitivní detekci se objeví symbol BCHL látky a formou sloupcového diagramu její množství. Přístroj je možno vybavit WiFi a GPS modulem, kdy v případě mimořádných událostí může údaje odečítat obsluha mimo nebezpečnou zónu.



Obr. 7.24 Souprava IMKOP pro nácvik detekce NL a BCHL

7.7 ÚDRŽBA DETEKČNÍ TECHNIKY

Vzhledem k různorodosti přístrojů lze jen těžko popisovat všechny úkoly nezbytné pro údržbu přístrojové techniky. Obecně by měli uživatelé v souladu s návodem výrobce zavést systém pravidelné údržby, jejíž součástí by mělo být i ověřování správné funkce přístroje. Tam, kde to vyžaduje Řád chemické služby HZS ČR či návod k obsluze, je nutno provádět zátěžovou zkoušku, kontrolní měření či kalibraci prostředku. Poslední jmenovaná činnost je většinou podmíněna získáním odborné způsobilosti a pořízením kalibračního vybavení, prováděna pak musí být v pravidelných intervalech. V souvislosti s předpokládanou nebo prakticky zjištěnou životností senzorů je také nutno plánovat prostředky na provádění výše zmíněných úkolů.

7.8 ODBORNÁ PŘÍPRAVA

Na základě požadavků HZS ČR na výcvik s detekčními prostředky, zejména typu GDA2 a Ramanova spektrometru byla pracovníky Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč sestavena a vyrobena souprava pro výcvik detekce prostředky chemického průzkumu pod názvem IMKOP – **imitanty kontaminovaného prostředí**. Je

určena k nácviiku detekce plynných, kapalných a pevných BCHL a toxických látek z průmyslu. Soupravu tvoří 18 látek v různých obalech a soubor 18 cvičných testů.

Kurzy k problematice detekce jsou uvedeny v úvodní kapitole této publikace a reflektují aktuální potřeby HZS krajů v relaci k jejich novému vybavení.

7.9 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] ČAPOUN, T. Nový plynový analyzátor ve vybavení jednotek HZS krajů. *112*, 2009, roč. VIII, č. 4, s. 20.
- [2] ČAPOUN, T.; KRYKORKOVÁ, J. Terénní identifikace látek přenosným Ramanovým spektrometrem. *Sborník přednášek 17. celostátního semináře o separační chemii a analýze toxických látek*, 2007, B.1.
- [3] ČAPOUN, T.; KRYKORKOVÁ, J. Testování nového detektoru plynů GDA 2. *Informační zpravodaj MV-GŘ HZS ČR, Institutu ochrany obyvatelstva*, 2008, roč. 19, č. 1, s. 5.
- [4] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J., ULBRICH, J.; KALA, D. Nová souprava pro výcvik s prostředky chemického průzkumu HZS ČR. *The Science for Population Protection*, 2010, roč. 2, č. 1, s. 19.
- [5] ČAPOUN, T.; KRYKORKOVÁ, J.; URBANOVÁ, D.; LOČÁRKOVÁ P.; NAVRÁTILOVÁ L. *Souprava pro určení ohrožujících vlastností nebezpečných látek SOUL*. Lázně Bohdaneč: MV-GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2005.
- [6] ČAPOUN, T.; LINHART, P. *Systém chemického průzkumu a laboratorní kontroly v HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007.
- [7] ČAPOUN, T.; MATĚJKA, J. Ramanův spektrometr. *112*, 2007, roč. VI, č. 2, s. 24.
- [8] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [9] KOLEKTIV. *Koncepce chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2005. ISBN 80-86640-40-X.
- [10] KOZÁK, F. *Jednoduché prostředky detekce bojových chemických látek*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2003. ISBN 80-86640-14-0.
- [11] KOZÁK, F. *Určení, základní technické údaje, princip činnosti a praktické použití chemického průkazníku CHP-71*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2002. ISBN 80-86640-00-0.
- [12] MATĚJKA, J. Nové možnosti detekce bojových chemických látek. *112*, 2004, roč. III, č. 5.
- [13] OPEKAR, F. *Senzory (skripta)*. Praha: VŠCHT, 2007.
- [14] PITSCHMANN, V. *Analýza toxických látek detekčními trubičkami*. 2. vyd. Drahelčice: ECONT CONSULTING, 2005. 194 s.
- [15] STŘEDA, L.; HALÁMEK, E.; KOBLIHA, Z.; MUSIL, K. *Soupravy a materiál používané pro výcvik s bojovými chemickými látkami*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2002. ISBN 80-86640-01-9.
- [16] *Produktový katalog společnosti Chromservis, s.r.o. – Detekční systémy monitorování plynů a radiace*. Praha, 2011.
- [17] *Technická dokumentace společnosti GES CZ, s.r.o. Pardubice*, 2011.

- [18] *Technická dokumentace společnosti ORITEST, s.r.o. Praha, 2011.*
- [19] *Technická dokumentace společnosti RMI, s.r.o., k přístrojům GDA 2 a First Defender. Lázně Bohdaneč, 2007.*
- [20] *Technická dokumentace společnosti BRUKER k přístroji SIGIS 2. Bruker Sigma, 2011.*
- [21] *Vyhláška č. 247 ze dne 22. června 2001 Sb. o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb. In Sbírka zákonů České republiky. 2001, částka 95, s. 5490.*

| |
|--------------------------|
| PRAKTICKÁ CVIČENÍ |
|--------------------------|

1. V databázi NL MEDISALARM zjisti DMV vodíku.
2. Jaká je koncentrace vodíku v ovzduší, jestliže explozimetr kalibrovaný na vodík naměřil 50 % DMV.
3. Jaká je koncentrace vodíku v ovzduší, jestliže explozimetr kalibrovaný na methan naměřil 10 % DMV (korekční faktor z methanu na vodík je 1,2).

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Vysvětli pojem horní mez výbušnosti.
2. Porovnej fyzikální a chemické metody detekce.
3. Jak souvisí citlivost a pracovní rozsah senzorů?
4. Vysvětli podstatu kalibrace a nulování senzoru. Charakterizuj kalibrační přímkou.
5. Definuj mez detekce.
6. Vysvětli pojem interference.
7. Na čem závisí rychlost odezvy detekčního přístroje?
8. Co si představuješ pod pojmem analýza standardů.
9. Srovnej selektivní a univerzální detekční systémy.
10. Popiš a srovnej elektrochemický a polovodičový senzor.
11. Popiš funkci PID.
12. Na jakém principu pracují kolorimetrické senzory?
13. Co je to pelistor?
14. Na čem je založena spektrometrie? Jmenuj přístroje, kterými disponují jednotky HZS krajů a které pracují na některém principu spektrometrie.
15. Jaké činnosti umožňuje provádět TACHP.
16. Systém SIGIS II se poprvé využil na MS ve fotbale v Německu roku 2006. Odhadněte, která chemická látka byla na stadiónu pokaždé identifikována?
17. Které látky dokáže identifikovat CHP-71? Jaké další jednoduché detekční prostředky na BCHL mají jednotky PO k dispozici? Popiš jejich funkci.
18. Jaké jsou největší přednosti Ramanova spektrometru FirstDefender? Které látky není schopen identifikovat? Který přístroj vhodně doplňuje jeho možnosti? Je schopen Ramanův spektrometr FirstDefender identifikovat výbušné látky?
19. Které látky je schopen detekovat analyzátor GDA2? Jaké jsou jeho výhody a nevýhody?
20. Pro co je důležitá souprava IMKOP?

8 CHEMICKÝ PRŮZKUM

8.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Chemický průzkum je nedílnou součástí zásahu s výskytem nebezpečných látek (NL). Metodický list *Zásah s výskytem nebezpečných látek*, který je součástí *Bojového řádu jednotek požární ochrany*, je nejkomplexnějším materiálem v této oblasti. Zásady chemického průzkumu jsou rovněž součástí *Řádu chemické služby HZS ČR*.

Za mimořádnou událost s výskytem nebezpečných látek je považována mimořádná událost, kdy se nebezpečná látka ocitla mimo kontrolu v tak velkém množství, že jsou ohroženi lidé, zvířata a životní prostředí a je nutné provádět záchranné a likvidační práce.

Chemický průzkum je soubor činností vedoucí k detekci, charakterizaci, identifikaci nebo stanovení nebezpečných chemických látek nebo bojových chemických látek (BCHL) v terénních podmínkách v případě jejich úniku do životního prostředí a interpretace naměřených údajů a dalších zjištěných okolností s cílem identifikovat charakteristická nebezpečí, stanovit rozsah mimořádné události, navrhnout postupy pro zamezení šíření mimořádné události, snížení míry rizika a ochranu zasahujících osob. Získané poznatky velitel zásahu použije při rozhodování o způsobu vedení zásahu.

Nebezpečná zóna je vymezený prostor bezprostředního ohrožení života a zdraví účinky mimořádné události; prostor této zóny ohraničuje *hranice nebezpečné zóny*; vymezuje se zpravidla při ohrožení nasazených sil a prostředků účinky nebezpečných látek nebo jiných charakteristických nebezpečí (pád předmětů); je to zóna, kde platí z hlediska ochrany životů a zdraví režimová opatření, např. ochranné prostředky, stanovená doba pobytu včetně řízeného vstupu a výstupu z této zóny.

Prostor regulovaného vstupu je prostor s omezeným pohybem osob, se zamezením vstupu nepovolaným osobám, který je uzpůsoben k manipulaci s prostředky nasazenými v nebezpečné zóně po jejich dekontaminaci. Je součástí vnější zóny.

Vnější zóna je prostor, který obklopuje nebezpečnou zónu. V této zóně se zřizuje nástupní prostor a jsou zde soustředěny zasahující síly a prostředky; na hranici nebezpečné a vnější zóny se zřizuje dekontaminační pracoviště.

Monitorování je proces zjišťování, předávání, vyhodnocování, interpretace naměřených hodnot a využívání údajů o chemické, radiační a biologické situaci pro potřeby ochrany obyvatelstva.

8.2 STUPNĚ OCHRANY V MÍSTĚ ZÁSAHU

S ohledem na přítomnost nebezpečí na místě zásahu a v jeho průběhu určuje příslušný velitel zasahující jednotky *stupně ochrany zasahujících hasičů*. V případě potřeby využívá informační podpory příslušníka určeného k provádění úkolů chemické služby (CHS) nebo spolupracuje s operačním a informačním střediskem.

V případě výskytu více druhů NL se stupeň ochrany stanovuje podle nejnebezpečnější z nich. Není-li možné určit druh NL nebo posoudit riziko vyplývající z požárně technických charakteristik NL, nařizuje velitel zásahu nejvyšší dostupnou ochranu těla a dýchacích cest. Výjezdová skupina chemické laboratoře (CHL) použije prostředky CHS tak, aby stupeň ochrany odpovídal stupni ochrany stanovenému velitelem zásahu.

Stupně ochrany zasahujících hasičů v prostředí s výskytem NL jsou určeny druhem dýchací techniky a typem protichemického ochranného oděvu (POO). *Nejvyšším stupněm ochrany zasahujících hasičů v prostředí s výskytem NL je plynotěsný protichemický ochranný oděv (PPOO) typu 1a v kombinaci s izolačním dýchacím přístrojem vzduchovým umístěným uvnitř oděvu.*

8.3 VYMEZENÍ ZÓN V MÍSTĚ ZÁSAHU

Při zásahu jednotek požární ochrany (JPO) v případě události s výskytem nebezpečných chemických látek se vytyčuje *nebezpečná zóna a vnější zóna*, která ji obklopuje. Velikost zón může být dle zjištěných nebo naměřených údajů během zásahu změněna.

Nebezpečná zóna na místě zásahu s výskytem nebo podezřením na přítomnost NL musí být vytyčena co možná nejdříve na základě dostupných informací a obecných znalostí. Její hranice musí být přísně dodržována, vyznačuje se zpravidla páskami, dopravními kužely, lany, různými zábranami, hadicemi, přirozenými nebo umělými překážkami nebo tabulkami s označením, např. NEBEZPEČNÁ ZÓNA, VSTUP ZAKÁZÁN apod. Vstup do nebezpečné zóny a výstup z nebezpečné zóny musí být pro JPO označeny.

Obr. 8.1 Minimální vzdálenosti hranice nebezpečné zóny od ohniska nebezpečné látky

| Nebezpečné látky | Minimální vzdálenost |
|---|----------------------|
| výbušniny, rozsáhlá oblaka par | 100 m |
| neznámá látka | 100 m |
| radioaktivní látky | 50 m |
| látky schopné výbuchu (páry, plyny, prachy) | 30 m |
| jedovaté, žíravé plyny a páry | 15 m |
| hořlavé kapaliny, louhy, kyseliny | 5 m |
| B-agens | 15 m * |

**Pokud neurčí hygienik nebo veterinář jinak.*

Pro předběžné určení vzdálenosti hranice nebezpečné zóny od zdroje NL je prvotním kritériem druh přítomné NL. Minimální vzdálenosti hranice nebezpečné zóny od NL jsou uvedeny v *Řádu chemické služby HZS ČR*. Po identifikaci nebezpečné chemické látky se hranice nebezpečné zóny vytyčí takto:

- a) *je-li průzkum veden směrem od ohniska NL, vytyčí se hranice nebezpečné zóny v místech, kde již nebyla naměřena přítomnost nebezpečné chemické látky nebo kde byla naměřena její bezpečná koncentrace,*

- b) *je-li průzkum veden směrem k ohnisku NL, vytýčí se hranice nebezpečné zóny v místech, kde byla zaznamenána zvýšená, ale bezpečná koncentrace nebezpečné chemické látky.*

Velikost a tvar jednotlivých zón může významně zvětšit zejména množství NL, které uniklo do volného prostoru nebo které je přítomno na místě havárie, povětrnostní podmínky nebo charakter terénu.

8.4 REŽIM ČINNOSTI V KONTAMINOVANÉM PROSTŘEDÍ

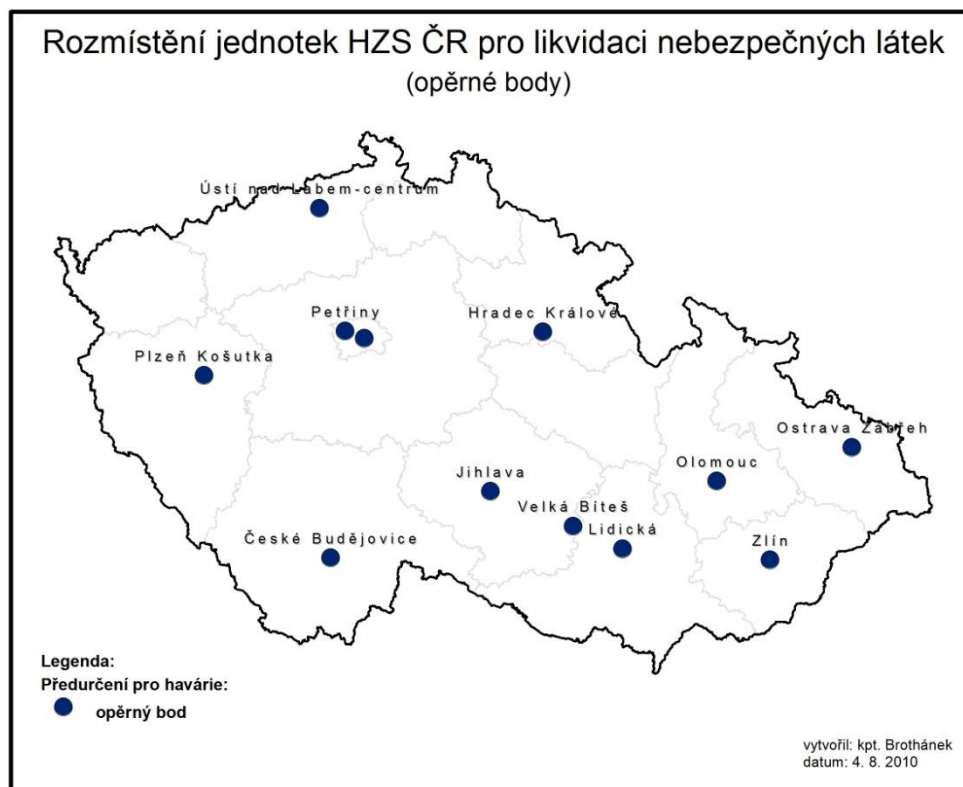
Při zásahu v prostředí s výskytem NL musí být proveden před vstupem do kontaminovaného prostředí (nebezpečné zóny) s hasiči *bezpečnostní pohovor*, při kterém jsou seznámeni s:

- a) místem plnění úkolů,
- b) vlastnostmi NL, pokud byla charakterizována, detekována nebo identifikována,
- c) maximální dobou pobytu v kontaminovaném prostředí s ohledem na spotřebu vzduchu IDP, dobou použití POO a dobou nutnou pro provedení následné dekontaminace,
- d) postupy a prostředky, kterých se má využít,
- e) předpokládaným nebezpečím,
- f) vstupní a výstupní trasou,
- g) místem a způsobem provedení dekontaminace,
- h) spojovými prostředky a signály pro komunikaci s velitelem zásahu (jednotky),
- i) organizací činnosti zasažených osob a se způsobem provedení dekontaminace.

Činnost v kontaminovaném prostředí (nebezpečné zóně) je nutno provádět tak, aby byla eliminována možnost vzniku zavlečené (druhotné) kontaminace mimo nebezpečnou zónu. Zejména je třeba:

- a) omezit co nejvíce přímý styk s NL,
- b) omezit dobu pobytu v nebezpečné zóně jen na dobu nezbytně nutnou pro plnění úkolů,
- c) vyvarovat se přímému styku s osobami ve vnější zóně (např. podávací skupina),
- d) provést po ukončení činnosti v nebezpečné zóně důkladnou dekontaminaci zasahujících hasičů, zasažených osob a kontaminovaných věcných prostředků a techniky,
- e) věcné prostředky, které nelze dekontaminovat na místě, je třeba vložit do neprodyšných obalů, které pak musí být dekontaminovány a uschovány do kontejnerů nebo sudů,
- f) dekontaminované věcné prostředky přemístit do neprodyšných obalů a uschovat do kontejnerů nebo sudů,
- g) před likvidací dekontaminačního stanoviště jej řádně dekontaminovat,
- h) provést stanoveným postupem likvidaci odpadních vod po dekontaminaci,
- i) provést důkladnou následnou dekontaminaci použitých POO (včetně vnitřních částí oděvů) a věcných prostředků a ve spolupráci s CHL kontrolu účinnosti

- dekontaminace; v případě kontaminace B-agens, radioaktivními látkami, BCHL, vysoce toxickými nebezpečnými chemickými látkami nebo neznámými látkami provést následnou dekontaminaci na pracovišti vybaveném digestoří,
- j) po dekontaminaci provést kontrolu účinnosti dekontaminace osob,
- k) po dekontaminaci techniky provést kontrolní měření kontaminace v jejich vnitřních prostorech (kabina osádky).



Obr. 8.1 Opěrné jednotky pro likvidaci nebezpečných látek

8.5 ÚKOLY JPO PŘI MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH S VÝSKYTEM NL

Jedním z nejdůležitějších úkolů JPO u zásahu je provedení chemického průzkumu místa události. Při provádění průzkumu musí velitel zásahu získat mimo jiné informace o přítomnosti NL a předmětů, které mohou nepříznivě ovlivnit průběh zásahu. Podle výsledků průzkumu je veden zásah, na kterém závisí záchrana osob, zvířat a majetku i bezpečnost jednotky.

Úkoly chemického průzkumu souvisejí s průběhem zásahu a závisí na jeho vývoji. Každopádně průběžné výsledky chemického průzkumu jsou zásadním vodítkem pro rozhodovací proces velitele zásahu. Výsledky chemického průzkumu lze shrnout do úrovní, které se navzájem prolínají. Lze je rozdělit s ohledem na:

- opatření na ochranu obyvatelstva, např. překročení zákonných limitů,
- likvidaci ohniska (zdroje) úniku NL, popř. dekontaminaci tohoto místa; je jednou z nejdůležitějších činností, protože na něm závisí rozsah, průběh a délka zásahu; rychlé zastavení úniku mechanicky (ucpávky) nebo chemicky (dekon-

- taminace ohniska),
- c) osobní ochranné prostředky zasahujících osob, dekontaminaci a spol.; mimořádná událost se může vyvíjet směrem ke změně osobních ochranných prostředků (vyšší nebo nižší stupeň ochrany), což může zvýšit bezpečnost zasahujících nebo zefektivnit zásah; v souvislosti s dekontaminací mohou být požadavky na dekontaminační činidla, odpadní vodu po dekontaminaci a spol.,
 - d) potvrzení detekce nebo identifikace na místě zásahu; výsledkem činnosti chemického průzkumu je rovněž snaha o potvrzení výsledků chemického průzkumu ve stacionární laboratoři, proto odběr vzorků má zásadní význam,
 - e) další monitoring místa události a jeho okolí s cílem aktualizovat přijatá opatření.

Základním cílem chemického průzkumu je potvrdit, nebo vyloučit možnou přítomnost nebezpečných chemických látek na místě zásahu. Pokud je to možné, zjistit jejich množství – koncentraci ve vzduchu, vodě nebo půdě. *Pro praktické vedení zásahu má hlavní význam porovnání naměřených údajů na místě události se zákonem stanovenými limity koncentrace NL v daném prostředí, nebo případné zjištění údajů o toxicitě identifikovaných látek z některých dalších zdrojů (havarijní a toxikologické databáze). Při provádění chemického průzkumu musí být vždy kladen důraz na objektivitu, správnost a přesnost získaných výsledků.*

Odběr vzorků je podrobně popsán v Řádu chemické služby HZS ČR.

Závěrečným logickým krokem je pak předávání, vyhodnocování a využívání údajů o chemické situaci pro potřeby ochrany obyvatelstva a životního prostředí, kdy současně dochází i k vývoji následků havárie v čase. V souvislosti se sledováním vývoje situace v čase se hovoří o *monitoringu*, tj. o déletrvajícím sledování vývoje situace na místě události. Monitoring zahrnuje i zpětnou vazbu – kontrolu účinnosti přijatých ochranných opatření.

Výše uvedené cíle však z časových technických i personálních důvodů není schopna naplnit jedna JPO u zásahu, a proto bylo pro provádění chemického průzkumu v rámci organizace služby přistoupeno k rozdělení úkolů JPO z hlediska úrovně detekce na *základní (JPO-Z), střední (JPO-S) a opěrné (JPO-O)*. Nejvyšší stupeň detekce pak tvoří CHL, které jsou schopny naměřené výsledky navíc validovat (potvrdit) na přesných laboratorních přístrojích a v rámci možnosti přinést nejpřesnější informace o neznámých vzorcích spolu s odbornou informační podporou.

V celém systému má pak nedílné místo i operační a informační středisko příslušného HZS kraje, které kromě převzetí a vyhodnocení zprávy o události a vyslání příslušných jednotek poskytuje průběžnou informační podporu jak veliteli zásahu, tak odborníkům na místě události, pokud nemají možnost použít jiné informační kanály. Souhrn výše jmenovaného rozdělení úkolů jednotlivých složek HZS v rámci operačního řízení je známý jako *system chemického průzkumu a laboratorní kontroly HZS ČR*. Tento systém se opírá o technické vybavení, odbornou přípravu, informační podporu a předurčenost JPO.

8.5.1 Úkoly JPO-Z

JPO-Z dokáže rozpoznat únik NL, umí jej určit z bezpečné vzdálenosti na základě vnějších znaků a projevů havárie, podle jejich označení a speciálních obalů; dokáže

prostřednictvím komunikace s operačním a informačním střediskem podle havarijního plánu, přepravní dokumentace nebo identifikačních údajů NL posoudit nebezpečnost látky pro zasahující jednotky i obyvatelstvo.

JPO-Z má k dispozici a umí používat jednoduché detekční prostředky hořlavých plynů a par a toxických látek, s nimiž je v zásahovém obvodu nakládáno (výroba, skladování, zpracování apod.), a jednoduché detekční prostředky BCHL a průmyslových škodlivin (např. CHP-71 s detekčními trubičkami na BCHL a průmyslové škodliviny, PP3 papírky a Detehit).

JPO-Z má osvojeny metody, postupy a prostředky pro provedení zásahu malé mimořádné události s výskytem NL dle svého předurčení; je schopna provést prvotní opatření u velkých mimořádných událostí s cílem stabilizovat situaci do příjezdu JPO vyššího typu; má osvojeny metody, postupy a prostředky pro dekontaminaci hasičů, ochranných a věcných prostředků PO po zásahu a pro dekontaminaci osob.

8.5.2 Úkoly JPO-S

Kromě úkolů, které provádí JPO-Z, má dále JPO-S osvojeny metody, postupy a prostředky pro provedení zásahu malé mimořádné události s výskytem NL dle svého předurčení, kdy nepostačuje JPO-Z.

JPO-S je schopna provést prvotní opatření u velkých mimořádných událostí a stabilizovat situaci do příjezdu JPO vyššího typu; má osvojeny metody, postupy a prostředky pro úplnou dekontaminaci hasičů, osobních ochranných prostředků při zásahu a při střídání u zásahu a hrubou dekontaminaci věcných prostředků při střídání a po opuštění nebezpečné zóny po zásahu a následnou dekontaminaci omezeného počtu osob, které opustily nebezpečnou zónu.

8.5.3 Úkoly JPO-O

Kromě úkolů, které provádí JPO-S, dokáže dále JPO-O určit únik NL a nebezpečnost látky pro zasahující jednotky a obyvatelstvo a má k dispozici a umí používat složitější detekční techniku, speciální selektivní analyzátory a detekční prostředky BCHL (kromě přístrojů JPO-S jsou opěrné jednotky vybaveny navíc např. přenosným Ramanovým spektrometrem FirstDefender a analyzátozem plynů GDA 2).

JPO-O určuje hlavní účinky NL (výbušnost, hořlavost, nebezpečí intoxikace, silné oxidační schopnosti, žíravost apod.) v případě jejich havarijního úniku či při nálezů (jsou vybaveny soupravami pro určení nebezpečných vlastností látek SOUL). Jednotka je schopna odebírat vzorky životního prostředí (vzduch, voda, zemina, potraviny, povrchy aj.) ke zjištění přítomnosti NL.

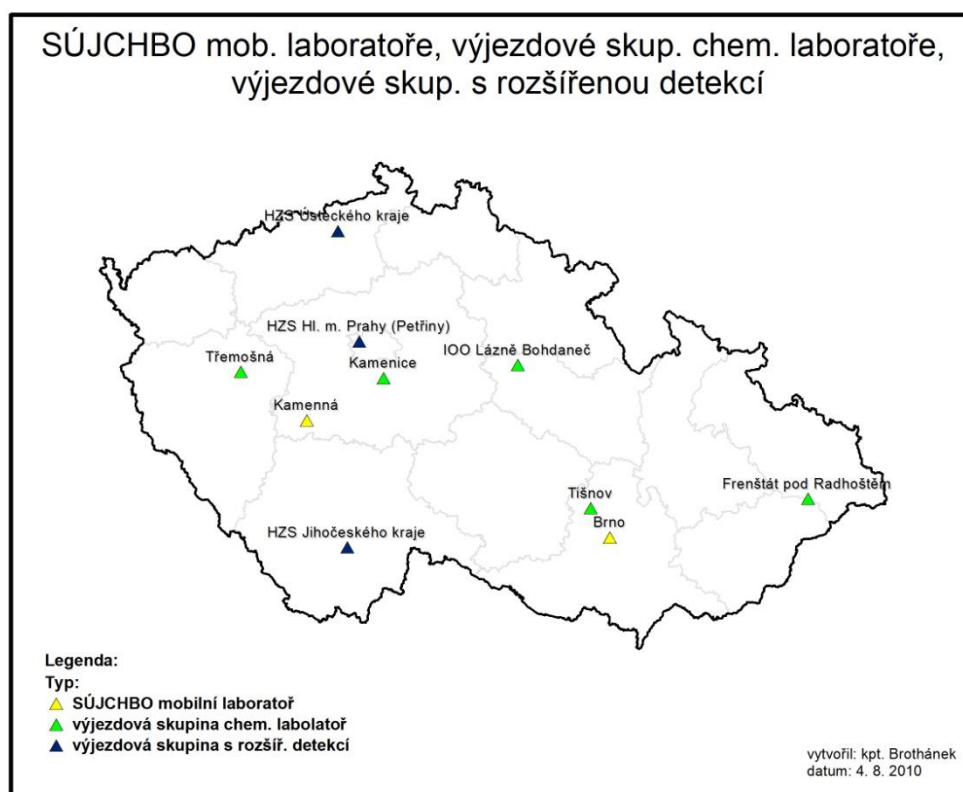
JPO-O spolupracuje s výjezdovou skupinou CHL (orgány ochrany veřejného zdraví, životního prostředí apod.), organizuje monitorování úniku NL a označování nebezpečných oblastí, ve spolupráci s operačním a informačním střediskem interpretuje naměřené hodnoty kontaminace do návrhů opatření k ochraně obyvatelstva a do modelů šíření plynných NL v ovzduší, na základě jejichž vyhodnocení předpovídá další postup kontaminované atmosféry a vyvozuje z nich závěry pro ochranu osob v místě zásahu.

Dále má osvojeny metody, postupy a prostředky pro provedení zásahu při mi-

možné události s výskytem NL velkého rozsahu; na základě znalostí vlastností kontaminantů povrchů a materiálů organizuje provádění dekontaminace zasahujících hasičů, zasažených osob, prostředků individuální ochrany, techniky, přístrojů a zařízení zasahujících složek IZS. V případě úniku či nálezu neznámé látky a při haváriích doprovázených rozsáhlou kontaminací spolupracuje s výjezdovou skupinou CHL. Umí obsluhovat specializovaná stanoviště dekontaminace osob, pokud jím je jednotka vybavena.

8.5.4 Úkoly chemických laboratoří

CHL zabezpečují speciální úkoly v oblasti chemického průzkumu, odběru vzorků, detekce NL, identifikace, analytické kontroly, vyhodnocení naměřených výsledků, zjišťování kontaminace a účinnosti dekontaminace k zabezpečení ochrany zasahujících hasičů, složek IZS a obyvatelstva v případě mimořádných událostí s výskytem NL nebo při teroristických útocích při použití zbraní hromadného ničení.



Obr. 8.2 Výjezdové skupiny CHL, HZS krajů a Státního ústavu jaderné, chemické a biologické ochrany

Interpretují na místě zásahu zjištěné údaje do podkladů a návrhů protichemických opatření pro rozhodovací proces velitele zásahu, příslušných orgánů nebo krizových štábů a pro ochranu obyvatelstva (nutnost evakuace, způsob ochrany apod.) a pro vytýčení nebezpečných oblastí se zvláštním režimem života a pro optimální postup dekontaminace zasahujících složek IZS i obyvatelstva a stanovením zbytkové kontaminace hodnotí účinnost dekontaminace.

CHL jsou vybaveny detekční technikou stejně jako JPO-O s tím, že disponují speciálním výjezdovým automobilem konstruovaným k chemickému průzkumu

(TACHP), dovybaveným přístroji jako je např. mobilní plynový chromatograf, plynový infračervený spektrometr GASMET, UV-VIS spektrofotometr, pH-metr a konduktometr, rentgenofluorescenční spektrometr, mobilní infračervený spektrometr. Odebrané vzorky jsou odváženy do stacionární laboratoře, kde jsou provedeny podrobnější analýzy, případně potvrzující analýzy.

8.6 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [2] KOLEKTIV. *Koncepce chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2005. ISBN 80-86640-40-X.
- [3] KOLEKTIV. *Bojový řád jednotek požární ochrany*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 978-80-7385-026-5.
- [4] *Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 46/2001*.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Formou samostatného studia si přečtete přílohu *Řádu chemické služby HZS ČR Metodika odběru vzorku*. Diskutujte hlavní zásady a pod vedením lektora proveďte odběr vzorků po havárii cisterny s nebezpečnou látkou.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Definuj ochranné zóny při mimořádné události s výskytem NL. Jakým způsobem a na základě čeho se vytyčují?
2. Vyjmenuj a diskutuj zásady chování v prostoru kontaminovaném NL.
3. Jaké základní úkoly při chemickém průzkumu má JPO-Z?
4. Jaké základní úkoly při chemickém průzkumu má JPO-S?
5. Jaké základní úkoly při chemickém průzkumu má JPO-O?

9 RADIAČNÍ OCHRANA

9.1 CHARAKTERISTIKA IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Jako **radioaktivní látky** se označují látky, které obsahují nestabilní izotopy prvků. Jádra těchto prvků, tzv. *radionuklidy*, se přeměňují v jádra jiných izotopů a přitom emitují (vysílají) *ionizující záření*, především ve formě fotonů (záření *gama*), elektronů (záření *beta-*), pozitronů (záření *beta+*), heliových jader (záření *alfa*), popř. neutronů (*neutronové záření*). Záření *beta+* a *beta-* se obecně označuje jako záření *beta*. Ionizující záření je schopno přímo nebo nepřímo ionizovat atomy a molekuly prostředí, kterým prochází. Často, avšak méně správně, bývá toto záření označováno jako radioaktivní záření. Ionizující záření emitují nejen radioaktivní látky, ale i jiné *zdroje ionizujícího záření ZIZ* (např. rentgeny, urychlovače částic, jaderný reaktor).

Podle toho, jak je pohlcováno hmotou, dělí se ionizující záření na *záření pronikavé* (gama a neutrony) a *záření nepronikavé* (alfa, beta a záření ostatních nabitých částic).

Pronikavé záření se obecně nedá zcela odstínit, lze jej však vhodnými stínicími materiály zeslabit. Tloušťka materiálu, která pohltí polovinu částic záření, se nazývá *polovrstva*. Dvě polovrstvy záření gama zeslabí čtyřikrát, tři polovrstvy osmkrát, čtyři polovrstvy šestnáctkrát, deset polovrstev tisíckrát. Např. pro záření gama tvoří polovrstvu až 100 m vzduchu (platí pro aktivitu zdroje záření řádově TBq), cca 10 cm tkáně nebo vody, cca 5 cm stavebního materiálu, cca 2 cm oceli nebo cca 1 cm olova. Nejlepší stínicí vlastnosti má ochuzený uran. Uvedené hodnoty polovrstev jsou pouze orientační, neboť polovrstva závisí na energii záření, aktivitě zdroje a příkonu ekvivalentní dávky, což dokumentuje tab. 9.1.

Tab. 9.1 Polovrstvy pro záření gama ve vzduchu pro různé energie fotonů, aktivity ZIZ a změny příkonu ekvivalentní dávky

| Aktivita ZIZ | Změna příkonu ekvivalentní dávky | Co-60 (117+1333) keV | Cs-137 662 keV | Am-241 60 keV |
|--------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------|
| 1TBq | ze 2 na 1 $\mu\text{Sv/h}$ | 160 m | 81 m | 18 m |
| | ze 2 na 1 mSv/h | 5,1 m | 2,6 m | 0,57 m |
| | ze 2 na 1 Sv/h | 0,16 m | 0,081 m | 0,018 m |
| 1GBq | ze 2 na 1 $\mu\text{Sv/h}$ | 5,2 m | 2,6 m | 0,57 m |
| | ze 2 na 1 mSv/h | 0,16 m | 0,081 m | 0,018 m |
| | ze 2 na 1 Sv/h | 0,0052 m | 0,0026 m | ----- |
| 1MBq | ze 2 na 1 $\mu\text{Sv/h}$ | 0,16 m | 0,081 m | 0,018 m |
| | ze 2 na 1 mSv/h | 0,005 m | 0,0026 m | ----- |
| | ze 2 na 1 Sv/h | ----- | ----- | ----- |

Nepronikavé záření se dá odstínit konečnou vrstvou stínicího materiálu, která nabitě částice záření zcela pohltí. Maximální vzdálenost, kterou částice může ve stínicím materiálu urazit, než se pohltí, se nazývá *dolet* (např. dolet záření beta činí jednotky metrů ve vzduchu, několik milimetrů v tkáni a cca 2 mm v hliníku; dolet záření alfa je cca 5 cm ve vzduchu a cca 0,07 mm v tkáni).

Ze členění ionizujícího záření na pronikavé a nepronikavé a z uvedených hodnot polovrstev a doletů vyplývá, že při různých způsobech ozáření osob mají jednotli-

vé druhy ionizujícího záření různou významnost. Při *vnějším (zevním)* ozáření osob je nejnebezpečnější záření gama, při ozáření z *povrchové kontaminace* záření beta a při *vnitřní kontaminaci* záření alfa. Ke vnitřní kontaminaci může dojít především *inhalací* (vdechováním) nebo *ingescí* (požitím) radioaktivních látek.

9.2 FYZIKÁLNÍ VELIČINY A JEDNOTKY V OCHRANĚ PŘED ZÁŘENÍM

Ke kvantifikaci ZIZ, ionizujícího záření a jeho účinků se používá celá řada fyzikálních veličin. V dalším textu budou uvedeny definice a vysvětlen význam některých z nich; jmenovitě těch, které je třeba znát při provádění zásahu a zajišťování radiační ochrany zasahujících i dalších osob.

9.2.1 Fyzikální veličiny popisující ZIZ a kontaminaci

Mohutnost radionuklidového zdroje ionizujícího záření charakterizuje fyzikální veličina nazývaná *aktivita*. Je-li aktivita rozptýlena na ploše, používá se veličina *plošná aktivita*; při distribuci aktivity ve hmotě, resp. objemu se používá veličina *měrná aktivita*, resp. *objemová aktivita* (tab. 9.2).

Tab. 9.2 Fyzikální veličiny charakterizující zdroje ionizujícího záření a kontaminaci

| | |
|--------------------|--|
| Název veličiny | Aktivita |
| Definiční vztah | $A = N / t$ |
| Definice veličiny | Počet radioaktivních přeměn (N) ve zdroji ionizujícího záření za jednotku času (t) |
| Význam veličiny | Aktivita charakterizuje mohutnost zdroje ionizujícího záření; je „mírou radioaktivity“ ZIZ |
| Fyzikální jednotka | 1 Bq (becquerell) = 1 s ⁻¹ |
| Název veličiny | Plošná aktivita |
| Definiční vztah | $a_p = A / S$ |
| Definice veličiny | Množství aktivity (A) nacházejí se na jednotkové ploše (S) |
| Význam veličiny | Plošná aktivita je mírou rozložení aktivity na površích, mohutnosti kontaminace ploch (např. kontaminace terénu, osob) |
| Fyzikální jednotka | 1 Bq/m ² |
| Název veličiny | Měrná aktivita (hmotnostní aktivita) |
| Definiční vztah | $a_m = A / m$ |
| Definice veličiny | Množství aktivity (A) v jednotkovém (hmotnostním) množství látky (m) |
| Význam veličiny | Měrná aktivita je mírou mohutnosti kontaminace hmotných předmětů či látek (např. kontaminace potravin) |
| Fyzikální jednotka | 1 Bq/kg |
| Název veličiny | Objemová aktivita |
| Definiční vztah | $a_v = A / V$ |
| Definice veličiny | Množství aktivity (A) v jednotkovém objemu látky (V) |
| Význam veličiny | Objemová aktivita je mírou mohutnosti kontaminace kapalin a plynů (např. kontaminace vody, mléka, ovzduší) |
| Fyzikální jednotka | 1 Bq/m ³ , popř. 1 Bq/litr |

Aktivita zdroje s časem exponenciálně klesá. Doba, za kterou klesne aktivita zdroje na polovinu, se nazývá *poločas přeměny*. Za dva poločasy přeměny klesne aktivita zdroje na čtvrtinu, za tři poločasy na osminu, za čtyři poločasy na šestnáctinu, za deset poločasů na tisícinu. Poločas přeměny je pro každý radionuklid jiný a může činit od zlomků sekund po miliardy let. Poločas přeměny je základní ukazatel pro rozhodování o způsobu dekontaminace a o optimalizaci opatření k zabezpečení radiační ochrany.

Tab. 9.3 Charakteristiky vybraných radionuklidů

| Radionuklid | Emise záření | Poločas přeměny | Radionuklid | Emise záření | Poločas přeměny |
|-------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|-----------------|
| H 3 | beta | 12,28 roků | I 131 | beta, gama | 8,05 dne |
| C 14 | beta | 5730 roků | Cs 137 | beta gama | 30,17 roků |
| S 35 | beta | 88 dnů | Ir 192 | beta, gama | 74,04 dne |
| Co 60 | beta, gama | 5,27 roků | Ra 226 | alfa, gama | 1600 roků |
| Sr 90 | beta | 28,60 roků | Pu 239 | alfa | 24131 roků |
| Mo 90 | beta | 2,80 dne | Am 241 | alfa, gama | 432 roků |

Aktivitu, která je přijata do těla při vnitřní kontaminaci vyjadřuje fyzikální veličina nazývaná *příjem*; fyzikální jednotkou příjmu je 1 Bq.

Přístroje, které měří plošnou aktivitu, se nazývají *měřiče kontaminace*. Přístroje užívané k identifikaci radionuklidů a stanovení jejich aktivity se nazývají *spektrometry*.

9.2.2 Fyzikální veličiny popisující absorpci záření hmotou a v lidském těle

Vlastní ionizující záření nese energii. Při průchodu záření hmotným prostředím se energie záření tomuto prostředí předává. Míra energie předaná prostředí (absorbovaná prostředím) a vztažená na jednotku hmotnosti tohoto prostředí se nazývá *dávka*.

Od dávky jsou odvozeny další veličiny, kterými jsou *ekvivalentní dávka* a *efektivní dávka* (tab. 9.4). Při odvozování ekvivalentní dávky se používají *radiační váhové faktory* uvedené v tab. 9.5. Při odvozování efektivní dávky se používají *tkáňové váhové faktory* uvedené v tab. 9.6. Součet hodnot všech tkáňových váhových faktorů je roven jedné.

Efektivní dávku je svým způsobem mj. možno interpretovat i tak, že se jedná o dávku z ozáření jednotlivých orgánů a tkání rozpočtenou na rovnoměrné celotělové ozáření. Velikost efektivní dávky je přímo úměrná pravděpodobnosti stochastických zdravotních následků (kap. 9.3).

Dojde-li k vnitřní kontaminaci těla radioaktivními látkami, člověk se tím „uváže“ k určité dávce. Proto se zavádí veličiny *úvazek ekvivalentní dávky* (na určitý orgán nebo tkáň) a *úvazek efektivní dávky*; jedná se o dávky, které v důsledku příjmu radioaktivních látek dostane dospělá osoba za 50 let života, resp. dítě za období do 70 let věku.

Přístroje měřící dávku či ekvivalentní dávku se nazývají *dozimetry*. Pokud jsou určeny ke sledování a evidenci dávek osob, jde o *osobní dozimetry*. Jedná-li se o dozimetry umožňující průběžně kontrolovat dávku během zásahu, jsou označovány jako *operativní dozimetry*.

Tab. 9.4 Fyzikální veličiny charakterizující absorpci záření hmotou a v lidském těle

| | |
|--------------------|---|
| Název veličiny | Dávka |
| Definiční vztah | $D = E / m$ |
| Definice veličiny | Množství energie E pohlcené v jednotkovém (hmotnostním) množství látky či hmotného prostředí (m) |
| Význam veličiny | Dávka je mírou energie ionizujícího záření pohlceného hmotným prostředím. U živých organismů, orgánů a tkání souvisí s mírou jejich možného biologického poškození, a tedy možností a závažností případných zdravotních následků ozáření. Aby mohly být tyto následky předvídané, zavádějí se další veličiny, kterými jsou ekvivalentní dávka a efektivní dávka |
| Fyzikální jednotka | 1 Gy (gray) = 1 J/kg |
| Název veličiny | Ekvivalentní dávka |
| Definiční vztah | $H_T = D \cdot W_R$ |
| Definice veličiny | Dávka (D) násobená radiačním váhovým faktorem (W_R) |
| Význam veličiny | Všechny druhy záření nemají stejné biologické účinky. Proto je jednotlivým druhům záření připsán radiační váhový faktor, který udává, kolikrát je daný druh záření biologicky účinnější než záření fotonové (záření X nebo gama). Ekvivalentní dávka je pak dávkou přepočtenou tak, že je mírou biologických účinků záření na lidské orgány a tkáně. Radiační váhové faktory jsou uvedeny v tab. 9.5 |
| Fyzikální jednotka | 1 Sv (sievert) = 1 J/kg |
| Název veličiny | Efektivní dávka |
| Definiční vztah | Součet součinů ($H_T \cdot W_T$) pro všechny ozářené orgány a tkáně |
| Definice veličiny | Součet efektivních dávek násobených tkáňovými váhovými faktory u všech ozářených orgánů a tkání |
| Význam veličiny | Efektivní dávka je mírou biologických účinků záření na člověka. Lidské tělo je pomyslně rozděleno na jednotlivé orgány a tkáně, kterým jsou připsány tkáňové váhové faktory w_T , jejichž součet pro celé tělo má hodnotu 1. Efektivní dávka udává „celkovou dávku na lidský organismus“ vypočtenou jako součet efektivních dávek násobených hodnotou w_T všech ozářených orgánů a tkání. Efektivní dávka je vlastně jakousi ekvivalentní dávkou na celé tělo; zahrnuje ekvivalentní dávky na ozářené orgány a tkáně „rozpočtené na rovnoměrné celotělové ozáření“. Tkáňové váhové faktory jsou uvedeny v tabulce 9.6 |
| Fyzikální jednotka | 1 Sv (sievert) = 1 J/kg |

Tab. 9.5 Radiační váhové faktory

| Typ záření | w_R | Typ záření | w_R |
|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Fotony | 1 | Neutrony, méně než 10 keV | 5 |
| Elektrony | 1 | Neutrony, 10 – 100 keV | 10 |
| Protony, více než 2 MeV | 5 | Neutrony, 100 keV – 2 MeV | 20 |
| Částice alfa, těžká jádra | 20 | Neutrony, 2 MeV – 20 MeV | 10 |
| Štěpné fragmenty | 20 | Neutrony, více než 20 MeV | 5 |

Tab. 9.6 Tkáňové váhové faktory

| Orgán / tkáň | w_R | Orgán / tkáň | w_R |
|---------------------|-------|------------------------|-------------|
| Gonády | 0,20 | Játra | 0,05 |
| Červená kostní dřeň | 0,12 | Jícen | 0,05 |
| Tlusté střevo | 0,12 | Štítná žláza | 0,05 |
| Plíce | 0,12 | Kůže | 0,01 |
| Žaludek | 0,12 | Povrchy kostí | 0,01 |
| Močový měchýř | 0,05 | Ostatní orgány a tkáně | 0,05 |
| Mléčná žláza | 0,05 | Celkem (součet) | 1,00 |

9.2.3 Fyzikální veličiny popisující pole ionizujícího záření

Místo nacházející se v poli ionizujícího záření je nevhodnější popsat veličinou, která udává, jak velkou dávku (ekvivalentní dávku, efektivní dávku) je možné v daném místě obdržet za jednotku času. Tato veličina se nazývá *dávkový příkon* (*příkon ekvivalentní dávky, příkon efektivní dávky*).

Přístroje měřící dávkový příkon (resp. příkon ekvivalentní dávky) se nazývají *radiometry*. Radiometry zobrazují buď dávkový příkon v jednotkách Gy/h a jejich dílech (mGy/h, μGy/h) nebo příkon ekvivalentní dávky (popř. příkon dávkového ekvivalentu, což je veličina ekvivalentní dávce podobná) v jednotkách Sv/h (mSv/h, μSv/h).

Dávkový příkon měřený v jednom metru nad terénem v nepřítomnosti ZIZ či rozptýlených radioaktivních látek se nazývá přírodní (radiační) pozadí. Na území ČR se pohybuje v rozmezí od 0,05 do 0,30 μGy/h (μSv/h).

9.2.4 Některé starší (nezákonné) jednotky

V literatuře se ještě stále lze setkat s některými staršími, dnes již nezákonnými fyzikálními jednotkami. Jsou to např. jednotky *dávky* (1 rad = 10 mGy; 1 Gy = 100 rad), *ekvivalentní a efektivní dávky* (1 rem = 10 mSv; 1 Sv = 100 rem). Dále je používána jednotka rentgen (R), která nepřísluší dávce, ale jí podobné veličině; pro záření gama obvyklých energií lze hodnotu 1 R interpretovat jako dávku přibližně 1 rad (tj. cca 10 mGy). Starší jednotkou *aktivity* je curie, přičemž platí, že 1 Ci = 3,7 · 10¹⁰ Bq.

9.3 BIOLOGICKÉ ÚČINKY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Účinky ionizujícího záření na živé systémy jsou pozorovány od objevu ionizujícího záření a zejména pak v souvislosti s využíváním zdrojů ionizujícího záření. Účinky ionizujícího záření na člověka se mohou projevit přímo na ozářeném jedinci – *somatické následky*, nebo se mohou projevit na potomcích ozářeného jedince, a sice až do několika generací – *genetické následky*.

Znalost biologických účinků vyvolaných ionizujícím zářením u člověka má zásadní vliv na způsoby zabezpečování radiační ochrany, tvorbu systému limitování dávek, poskytování lékařské péče ozářeným apod.

Při průchodu ionizujícího záření lidským tělem dochází k interakci záření s živou hmotou; dochází k celé řadě ionizací a excitací, přičemž živá hmota absorbuje energii záření. Tyto základní děje vyvolávají sérii dalších fyzikálních, chemických a biochemických procesů, které ve svém důsledku vedou k poškození molekul a buněk.

Účinky záření na buňku lze rozdělit do dvou hlavních skupin:

- a) při každé dávce záření dochází k cytogenetickým změnám buňky (ke změnám genetického kódu buňky), což vyvolává genetické a somatické mutace buňky; vznikají tak *stochastická (nahodilá) poškození*,
- b) při vysokých dávkách záření dochází ke smrti buňky, vznikají *deterministická (zákonitá) poškození*.

Obecně je možno říci, že na každého jedince ozáření působí trochu jinak; říká se tomu, že každý člověk je jinak *radiosenzitivní*. Lidské buňky mají schopnost se reparovat (opravovat). Tato reparace způsobuje, že člověk lépe snáší více menších dávek rozložených do delšího časového intervalu než jednu velkou jednorázovou dávku.

Celkové účinky ozáření rovněž závisejí na prostorovém rozložení dávky. Zcela jinou biologickou odezvu mají lokálně ozářené orgány nebo části těla, než když je stejnou dávkou ozářeno celé tělo (tab. 9.6). Zvláštním případem nerovnoměrného ozáření je kontaminace radioaktivními látkami (povrchová nebo vnitřní). Účinky ionizujícího záření závisejí také na druhu záření způsobujícího ozáření organismu. Některé druhy záření organismu způsobí až několikanásobně větší újmu než při stejné dávce způsobí záření gama (např. záření alfa způsobuje 20krát větší újmu, tab. 9.5).

9.3.1 Deterministické následky

K *deterministickému poškození* dochází až při překročení určité dávky – *prahové dávky*, a to v důsledku usmrcení části ozářené buněčné populace. Při podprahových dávkách se tato poškození nevyskytují. Nejznámějším deterministickým poškozením je **akutní nemoc z ozáření** (prahová dávka je 1 Gy; 50 % ozářených osob umírá při dávce 4 Gy a 100 % při 6 Gy) a akutní radiační zánět kůže (prahová dávka je 3 Gy, při 6 Gy vypadává ochlupení, při 10 Gy vznikají puchýře). Existují i další prahová poškození, jako je přechodná sterilita u mužů při prahové dávce 0,2 Gy (trvalá sterilita je při dávce 3 Gy až 8 Gy) a u žen při překročení prahové dávky 3 Gy. Všechna výše jmenovaná poškození je možno označit za **časná deterministická poškození**, která nastávají do několika hodin, dnů, týdnů, maximálně pak měsíců po ozáření. Mezi tato poškození lze zařadit rovněž radiační zánět plic nebo nosohltanu, který vzniká

po jednorázovém ozáření hrudníku nebo hlavy dávkou nad 8 Gy. Útlum krvetvorby nastává při dávce kostní dřeně nad 0,7 Gy a již od dávky 0,2 Gy lze specializovaným vyšetřením zjistit změnu krevního obrazu.

Vedle časných deterministických poškození existují také **deterministická poškození pozdní**, která vznikají v průběhu let při opakovaném ozáření. Patří mezi ně chronický zánět kůže a zákal oční čočky. Zákal oční čočky nastává při jednorázové dávce nad 1,5 Gy až 2 Gy nebo při opakovaných dávkách v celkové hodnotě nad 4 Gy až 6 Gy.

Průběh nemoci z ozáření (akutní postradiační syndrom) je obvykle rozdělován do čtyř časových úseků. Po ozáření následuje období počátečních příznaků (celková nevolnost, nechutenství, pocit na zvracení, žízeň, bolesti hlavy, krvácení z nosu, vnitřní krvácení apod.), které trvají několik hodin, max. dnů. Intenzita obtíží a délka počátečních příznaků závisí na velikosti dávky. Následuje období bez klinických příznaků (druhé stadium, latence). Délka období, kdy postižení nemají žádné potíže, je různá, podle velikosti dávky. Třetím stádiem akutní nemoci z ozáření je období vystupňovaných klinických příznaků (seps). U postižených se projevuje zhoršení celkového stavu, nemocný trpí horečkami, zhroucením imunitních obranných mechanismů, krvácí ze sliznic, projevuje se obecně zvýšená krvácivost zejména na kůži. Tyto projevy vrcholí při dávkách kolem 6 Gy mezi 7. až 9. dnem po ozáření, při dávkách kolem 4 Gy kolem 20. dne. Při dávkách od 6 do 10 Gy nastupují již po 4 až 7 dnech silné střevní potíže a průjemy, někdy krvavé zvracení, krvácení ze střev s nebezpečím chirurgických komplikací (střevní forma nemoci). Při dávkách nad 4 Gy je asi 50% pravděpodobnost úmrtí do jednoho měsíce. Při dávkách kolem desítek Gy dochází ke vzniku nervové formy nemoci z ozáření, která v závislosti na velikosti dávky může vést během několika hodin ke klinické smrti. Pokud celotělová dávka není příliš vysoká (jednotky Gy), nastupují v závislosti na individuální odolnosti ozářené osoby, po 6 až 8 týdnech známky postupného zlepšování zdravotního stavu a rekonvalescence postiženého (čtvrté stadium).

9.3.2 Stochastické následky

Stochastická poškození se projeví jen u části ozářených osob z významného statistického souboru všech ozářených osob, tj. každý ozářený jedinec má určitý koeficient pravděpodobnosti, že po ozáření u něho poškození nastane. U stochastických účinků nelze u žádného jednotlivce nikdy exaktně rozhodnout, zda k onemocnění konkrétní osoby došlo či nedošlo v důsledku ozáření, lze hovořit jen o určité míře pravděpodobnosti.

Stochastické následky se projevují jako následky pozdní, tj. onemocnění vznikají až v průběhu několika let (někdy až desítek let). Při stochastických účincích vznikají rakoviny a genetické následky, jejichž pravděpodobnost vzniku je přímo úměrná obdržené dávce.

Při hodnocení stochastických účinků se vychází z následujících **koeficientů rizika**:

Koeficient rizika radiačně indukované fatální (tj. ke smrti vedoucí) rakoviny se v současné době odhaduje na $0,06 \text{ Sv}^{-1}$ (tj. 0,6 % na 100 mSv dávky). To např. při ozáření tisíce osob dávkou 200 mSv znamená, že se u 12 z nich časem projeví fatální rakovina. Rakovina nevzniká bezprostředně po ozáření, ale až po několikaletém období

latence (např. u plicních nádorů po 10 až 40 letech). Průměrná roční dávka obyvatele ČR představuje v průměru 3 mSv, čemuž odpovídá 1800 případů výskytu radiačně podmíněných fatálních rakovin v ČR ročně. Celkový výskyt rakoviny *veškerého původu* je mnohonásobně vyšší, zhruba každý pátý člověk v populaci umírá na rakovinu nejruznějšího původu; někteří autoři udávají tento počet ještě vyšší.

Koeficient rizika pro radiačně indukovaná genetická poškození potomstva ozářených osob se v současné době odhaduje na $0,013 \text{ Sv}^{-1}$ pro první dvě generace.

9.3.3 Systém limitování dávek

Systém limitování dávek pro zabezpečení radiační ochrany vychází ze zásad nepřekročitelnosti prahových dávek pro vznik deterministických poškození a ze snahy omezit stochastické následky na míru, která je pro společnost únosná. Přehled limitů podává tabulka 9.7.

Tab. 9.7 Limity dávek

| Typ limitu | Efektivní dávka |
|---|--|
| Obecný limit (pro obyvatelstvo) | 1 mSv za 1 rok |
| Limit pro radiační pracovníky | 20 mSv za rok (max. 100 mSv za 5 let nebo 50 mSv za rok) |
| Limit pro zásah při mimořádných radiačních situacích | 100 mSv za rok |
| Maximálně zdůvodnitelný limit (jedná-li se o případ záchrany lidských životů či zabránění rozvoje nehodové expoziční situace s možnými rozsáhlými společenskými a hospodářskými důsledky) | max. 500 mSv za rok |

9.4 ZDROJE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Zdroje ionizujícího záření (ZIZ) jsou zdroje takového záření, jehož energie je natolik vysoká, že je schopna vyrážet elektrony z atomového obalu, a tím látku ionizovat. Ionizující záření se rozděluje na dvě skupiny: záření přímo ionizující, tvořené elektricky nabitými částicemi (např. alfa, beta+, beta-, protonové záření), a záření nepřímo ionizující (rentgenové záření, záření gama, neutronové záření), jehož kvanta nejsou elektricky nabitá a svou kinetickou energii předávají v látce nejprve nabitým částicím (většinou elektronům) a ty teprve přímými účinky na atomy látku ionizují.

ZIZ se dělí

- podle výskytu radionuklidů ve zdroji – na *radionuklidové zdroje záření* (obsahují radionuklidy, jejich podskupinou jsou jaderné materiály), na *zařízení obsahující radionuklidové zdroje* a na *elektrické ZIZ* (jsou to elektrická zařízení, např. RTG, urychlovače apod.),
- podle možnosti způsobit kontaminaci – na *uzavřené* (dostatečně zapouzdražené a pravidelně kontrolované na těsnost) a *otevřené ZIZ* (možnost kontaminace),

- c) podle svého vzniku – na *přírodní* (vytvořila je nebo vytváří příroda) a *umělé* (vyrobené člověkem),
- d) pro účely zabezpečení radiační ochrany – na *nevýznamné, drobné, jednoduché, významné a velmi významné ZIZ*.

Radionuklidový zdroj záření je radioaktivní látka nebo předmět, který obsahuje radionuklidy nebo je jimi znečištěn v míře vyšší, než stanoví právní předpis (vyhláška SÚJB č. 422/2016 Sb.); *základní charakteristiky* radionuklidového zdroje jsou:

- druh radionuklidu (druh a energie emitovaného záření a poločas přeměny),
- aktivita zdroje,
- stav zářiče z hlediska možnosti rozptylu radionuklidů (uzavřený či otevřený zdroj),
- dávkový příkon v definované vzdálenosti od zářiče (na povrchu zdroje, ve vzdálenosti 1 m od zářiče, v místech možného pobytu osob apod.),
- fyzikálně chemické a chemické složení zdroje,
- údaje o obalu a stínění zdroje.

Radionuklidový zdroj může být samostatný (ve stínění) nebo může být součástí zařízení. Příkladem takového zařízení mohou být různé měřicí přístroje jako vlhkoměry, tloušťkoměry, hladinoměry, požární hlásiče, přístroje na kontrolu sváru apod.

Zdroji ionizujícího záření jsou také zařízení, při jejichž provozu vznikají radionuklidy (např. jaderný reaktor, urychlovače na pracovištích experimentální fyziky) a zařízení, při jejichž provozu vzniká ionizující záření o energii vyšší než 5 keV (např. rentgenové přístroje a urychlovače sloužící k ozařování zářením gama a beta).

Jaderné materiály jsou materiály, které obsahují radionuklidy, jejichž jádra podléhají štěpení. Mezi tyto materiály patří palivo do jaderných elektráren, vyhořelé palivové články, výrobky z ochuzeného uranu (např. stínící kontejnery), chemické sloučeniny obsahující radionuklidy s protonovým číslem 92 a vyšším, materiál pro výrobu jaderné pumy apod. Jaderné materiály se musí evidovat prostřednictvím Mezinárodní atomové agentury (IAEA) ve Vídni a být speciálně fyzicky chráněny; vlastníci jaderného materiálu musí mít od SÚJB vydáno platné povolení pro nakládání s jadernými materiály.

Nevýznamným zdrojem záření se rozumí

- elektrické zařízení emitující ionizující záření, avšak neobsahující komponenty pracující s rozdílem napětí převyšujícím 5 kV,
- radioaktivní látka, u níž součet podílů aktivit či hmotnostních aktivit radionuklidů a příslušných zprošťovacích úrovní aktivity či hmotnostní aktivity není větší než 1 (zprošťovací úrovně uvedeny ve vyhl. SÚJB č. 422/2016 Sb.),
- uzavřený radionuklidový zářič, u něhož součet podílů aktivit či hmotnostních aktivit a příslušných zprošťovacích úrovní aktivity či hmotnostní aktivity není větší než 10 (zprošťovací úrovně jsou uvedeny ve vyhl. SÚJB č. 422/2016 Sb.),
- zařízení obsahující uzavřený radionuklidový zářič a konstruované tak, že příkon ekvivalentní dávky na kterémkoli přístupném místě ve vzdálenosti 0,1 m od povrchu zařízení je menší než 1 $\mu\text{Sv/h}$,
- další jiné zdroje uvedené ve vyhlášce SÚJB č. 422/2016 Sb.

Drobným zdrojem ionizujícího záření je

- generátor záření, který není nevýznamným zdrojem, konstruovaný tak, že příkon ekvivalentní dávky na kterémkoli přístupném místě ve vzdálenosti 0,1 m od povrchu zařízení je menší než 1 $\mu\text{Sv/h}$ s výjimkou míst určených za běžných pracovních podmínek k manipulaci a obsluze zařízení výhradně rukama, kde může příkon ekvivalentní dávky dosahovat až 250 $\mu\text{Sv/h}$,
- uzavřený radionuklidový zářič, u něhož součet podílů aktivit či hmotnostních aktivit radionuklidů a příslušných zprošťovacích úrovní aktivity či hmotnostní aktivity není větší než 100 v případě dlouhodobých alfa zářičů, včetně alfa-neutronových zdrojů, a menší než 1000 v ostatních případech (zprošťovací úrovně jsou uvedeny ve vyhlášce SÚJB č. 422/2016 Sb),
- zařízení obsahující uzavřený radionuklidový zářič, konstruované tak, že příkon dávkového ekvivalentu na kterémkoli přístupném místě ve vzdálenosti 0,1 m od povrchu zařízení je menší než 1 $\mu\text{Sv/h}$ s výjimkou míst určených za běžných pracovních podmínek k manipulaci a obsluze zařízení výhradně rukama, kde může příkon dávkového ekvivalentu dosahovat až 250 $\mu\text{Sv/h}$,
- ionizační hlásič požáru, u něhož je součet aktivit zářičů větší než desetinásobek příslušné zprošťovací úrovně aktivity, nacházející se současně v jedné budově a v držbě jedné osoby (zprošťovací úrovně jsou uvedeny ve vyhlášce SÚJB č. 422/2016 Sb).

Jednoduchými zdroji ionizujícího záření jsou všechny ZIZ, které nejsou nevýznamnými, drobnými, významnými ani velmi významnými ZIZ.

Významným zdrojem ionizujícího záření je

- generátor záření určený k radioterapii nebo radiodiagnostice, kromě kostních densitometrů, kabinových rentgenových zařízení a zubních rentgenových zařízení,
- urychlovač částic, u něhož s ohledem na typický způsob nakládání s ním, související míru možného ozáření a potenciální riziko plynoucí z předvídatelných poruch a odchylek od běžného provozu, byl typově schválen,
- ZIZ určený k radioterapii protony, neutrony a jinými těžkými částicemi,
- zařízení obsahující uzavřené radionuklidové zářiče určené k radioterapii, včetně brachyterapie, kromě typově schválených zařízení,
- radionuklidový ozařovač pro ozařování potravin a surovin nebo jiný stacionární průmyslový ozařovač, který byl typově schválen nebo pro něj bylo SÚJB vydáno povolení k nakládání se ZIZ,
- mobilní defektoskop s uzavřenými radionuklidovými zářiči,
- vysokoaktivní zářič.

Velmi významným zdrojem ionizujícího záření je jaderný reaktor.

Podmínky nakládání se zdroji ionizujícího záření – Každý subjekt, který chce ZIZ záření využívat, vyrábět, skladovat, dodávat, převážet apod., musí mít povolení od SÚJB a každý zdroj SÚJB nahlásit. SÚJB vede rejstřík ZIZ a subjektů vlastních ZIZ a pravidelně zasílá na KOPIS krajů HZS aktualizované seznamy (kap. 9.5).

Subjekty musí se zdroji nakládat tak, aby nedošlo ke ztrátě kontroly nad ZIZ. Ztrátou kontroly nad ZIZ se rozumí jakýkoliv atypický stav (událost) neodpovídající

řádnému provozování, přechovávání či transportu zdroje, který může přímo nebo nepřímo vést k ozáření nebo kontaminaci osob.

Při podezření či zjištění, že dochází či může dojít ke ztrátě kontroly nad ZIZ, je nutno předmětnou událost ohlásit SÚJB, resp. jeho příslušnému regionálnímu centru.

9.5 MÍSTA S RADIČNÍM RIZIKEM

Místa s nebezpečím ionizujícího záření jsou:

1. Objekty, v nichž se nacházejí pracoviště s otevřenými nebo uzavřenými radionuklidovými zářiči nebo místa jejich uložení, popř. skladování. Jsou to především jaderná zařízení, dále oddělení nukleární medicíny, radioterapeutická pracoviště, defektoskopická pracoviště, úložiště radioaktivního odpadu apod. SÚJB provádí licencování, vede evidenci těchto pracovišť a spravuje databázi ZIZ. Tato pracoviště musí mít zpracovaný rovněž havarijný plán.
2. Místa mimo stálé objekty, kde se zřizují přechodná pracoviště pro nakládání se ZIZ. Vyskytují se zde radionuklidové zářiče, zařízení je obsahující a radioaktivní látky z různých důvodů, např. mobilní defektoskopická pracoviště. ZIZ se na tato pracoviště dopravuje přepravními prostředky.
3. Přepravní prostředky, ve kterých se dopravují ZIZ v přepravních kontejnerech a obalech. V přepravním prostředku se spolu se ZIZ přepravuje rovněž havarijný řád, radiometr a popis převáženého ZIZ. Prostředky jsou označeny bezpečnostní značkou. Přepravní prostředky přepravující radioaktivní látky nebo jiné ZIZ musí odpovídat příslušným předpisům.
4. Místa, kde se nepředpokládá, že by se zde ZIZ mohl nalézat. Jedná se např. o převážené ZIZ bez řádného označení, nalezení zapomenutého nebo úmyslně odloženého ZIZ. Zdroj může být rovněž nalezen v železném šrotu nebo ve výrobkách z tohoto šrotu.
5. Místa teroristického úroku (např. místo výbuchu klasické výbušniny na pracovištích se ZIZ, výbuch zbraně obsahující ZIZ či radioaktivní látky s cílem jejich rozptýlení, rozptýlení otevřeného ZIZ do ventilační jednotky určitého objektu, úmyslné vyvolání požáru zejména na pracovištích s otevřenými ZIZ, místa vhodná pro kontaminaci pitných vod tzv. radiotoxickými látkami).
6. Místa v trajektorii pádu satelitu a místa, kde mohou nastat jiné obdobné jevy s velmi malou pravděpodobností výskytu.

Možné nebezpečí ozáření a kontaminace představuje pro jednotky požární ochrany (JPO) i dopravní nehoda přepravního prostředku s nákladem radioaktivní látky či jiného ZIZ, při které může dojít k porušení obalu zářiče; nebezpečí představuje i požár objektu, v němž se nacházejí otevřené a uzavřené ZIZ.

Pracoviště se ZIZ jsou označena bezpečnostní značkou. Evidenci pracovišť se ZIZ a databázi ZIZ vede SÚJB a jeho regionální centra. SÚJB pravidelně zasílá krajským ředitelstvím HZS krajů prostřednictvím MV-GŘ HZS ČR aktualizované seznamy pracovišť se ZIZ záření a seznamy radionuklidových zdrojů záření, které by mohly být zneužitelné a u kterých je z hlediska zásahu nutno brát zvláštní zřetel na možné ozáření a případnou kontaminaci (v seznamech jsou uvedeny jednoduché a významné ZIZ). Tyto seznamy jsou uloženy na KOPIS. HZS kraje musí mít pro svůj hasební obvod seznam těchto objektů a zdrojů se základními údaji z havarijního plánu charakterizu-

jíci používané ZIZ, stupeň a druh radiačního rizika (zda může dojít k akutnímu ozáření, rozptylu radioaktivních látek a kontaminaci, radiační havárii apod.) při různých zásazích. Tyto seznamy je povinen pravidelně inovovat.

Informace o ZIZ by měla JPO obdržet při výjezdu k požáru a měla by se s nimi průběžně seznamovat i v rámci odborné přípravy. Zjistí-li JPO v příslušném hasebnímu obvodu nesrovnalosti mezi skutečným stavem a příslušným seznamem, musí takovou okolnost nahlásit KOPIS a jeho prostřednictvím i SÚJB.

9.6 CHARAKTERISTIKY RADIAČNÍCH UDÁLOSTÍ

9.6.1 Události na pracovištích s radioaktivními zářiči

Identifikace objektu jako pracoviště s radioaktivními zářiči by měla vyplynout přímo z ohlášení události. Pokud se tak nestane, k rozpoznání by mělo dojít ještě před zásahem na základě porovnání adresy objektu se seznamem objektů, kde se ZIZ nachází, výpovědí osob pracujících v objektu nebo strážní služby. Kontrolovaná pásma pracovišť, okolí zdrojů i vlastní zdroje jsou označeny značkou radioaktivní zářič.

Při identifikaci objektu jako pracoviště s radioaktivními zářiči je nutno se co nejdříve spojit s vedoucím pracoviště nebo s dohlížejícím pracovníkem schopným posoudit radiační aspekty události, nebezpečnost zářičů přítomných na pracovišti, možnost jejich rozptylu a ovlivnění zásahu radiačními hledisky. Tyto informace a opatření pro jednotlivé druhy událostí jsou obsaženy v havarijním plánu, který je zpracován na každém pracovišti s radioaktivními zářiči.

Pracoviště s uzavřenými zářiči – Uzavřené zářiče vysokých nebezpečných aktivit jsou nejčastěji používány v ozařovacích zařízeních (ozařovačích) na radioterapeutických, defektoskopických a jiných specializovaných pracovištích. Zářiče nižších aktivit jsou užívány při průmyslových aplikacích. Zářiče jsou umístěny v ochranných hlavicích nebo boxech (stínění), které zabezpečují snížení hodnot dávkových příkonů v prostorách okolo stínění na přípustné hodnoty při „uzavřeném“ stavu ozařovače. Velmi vysoké dávkové příkony existují v ozařovacím prostoru pouze při „otevřené poloze“.

Následkem události může ozařovač zůstat v otevřené poloze (režim ozařování nebyl přerušen následkem opomenutí, výpadkem elektrického proudu, poškozením příslušných mechanických nebo ovládacích prvků). Je proto nutno ověřit stav ozařovače a zářiče. Pokud nelze jednoznačně prokázat uzavřenou polohu, je vstup a zásahy v blízkosti zdroje a ozařovacího prostoru nutno posuzovat na základě radiačního průzkumu.

Otevřenou polohu je nutno změnit na uzavřenou. Poruchy ovládání obvykle vyžadují odborný zásah. Pro případné provizorní zásahy platí dále uvedené pokyny (viz manipulace se zářičem).

Stínění zářičů zvyšuje jejich tepelnou i mechanickou odolnost. Je proto málo pravděpodobné, aby událost vedla k porušení celistvosti zářiče a k rozptylu radioaktivní látky obsažené ve zdroji.

Prostory, v kterých jsou zářiče umístěny, obsahují obvykle málo hořlavých látek. Případné druhy hasebních postupů a prostředků nemusí být přítomností vlastního zářiče modifikovány.

Pracoviště s otevřenými zářiči – Pracoviště s otevřenými zářiči jsou oddělení nukleární medicíny, různé radioisotopové laboratoře, specializované ústavy a mimořádně některé průmyslové podniky. Za normálních okolností jsou radioaktivní látky uchovávány a skladovány ve stíněních (kontejnerech). Aktivity, a tím i dávkové příkony, otevřených zářičů jsou obvykle podstatně nižší než aktivity uzavřených zářičů používaných v ozařovačích.

Principy ochrany a zásady vedení zásahů se neliší od mimořádných událostí s uzavřenými zářiči, pokud zůstala zachována celistvost radioaktivní látky nebo alespoň radioaktivní látka zůstala lokalizována. Pokud se tak nestalo, k ochraně před zevním ozářením přistupuje ochrana vůči povrchové a vnitřní kontaminaci a činnosti směřující k zabránění dalšího rozptylu radioaktivní látky.

Pokud je podezření, že při události došlo k rozptylu radioaktivní látky, je nutno, vedle radiačního průzkumu orientovaného na měření dávkových příkonů, provádět i měření potvrzující či vyvracející rozptyl radioaktivní látky.

Pokud nelze rozptyl radioaktivní látky vyvrátit nebo zjistit úroveň kontaminace v prostředí, kde je veden zásah, či objektech, s nimiž je nutno manipulovat, překračují dále uvedené úrovně, je nutno uplatňovat ochranná opatření vůči vnitřní a povrchové kontaminaci a při volbě hasebních či jiných zásahů je nutno vzít v úvahu to, aby nepřispěly k rozptylu radioaktivních látek.

9.6.2 Události mimo pracoviště s radioaktivními zářiči

Události mimo pracoviště s radioaktivními zářiči kladou vyšší nároky na kvalifikovanost a samostatnost, neboť jsou zde horší podmínky pro rozpoznání radiačních aspektů události a možnosti jejich posouzení kvalifikovanou osobou.

Události mimo pracoviště představují především dopravní nehody a havárie. Přeprava radioaktivních zářičů a látek je upravována příslušnými směrnici a zabezpečována řadou opatření chránících osádka i osoby manipulující s nákladem (stínění zářiče) a zabraňujících či omezujících rozptylu radioaktivní látky. Mj. platí:

- a) poštou a prostředky hromadné dopravy mohou být přepravovány zásilky tak, aby na povrchu obalu zásilky byl dávkový příkon nižší než 5 $\mu\text{Sv/h}$,
- b) pro povrchy vozidel přepravujících zářič platí přípustná hodnota do 2 mSv/h, přičemž ve vzdálenosti 2 metry nesmí dávkový příkon překročit 0,1 mSv/h (konkrétní hodnoty a kategorizace zásilek lze nalézt v předpisech ADR),
- c) náklad se ve vozidle umísťuje tak, aby na místě řidiče nebo spolujezdce nebyla překročena hodnota 30 $\mu\text{Sv/h}$.

Upozorněním na radiační aspekt události je:

- a) značka radioaktivního zářiče umístěná na automobilech, obalech, kontejnerech atd.,
- b) výpovědi osob zúčastněných na přepravě,
- c) dokumentace o přepravovaném nákladu, dotaz u vlastníka dopravního prostředku, odesílatele nebo příjemce zásilky,

- d) selhávají-li výše uvedené informační zdroje, potom podezřením může být např. přítomnost olověných kontejnerů,
- e) signalizace indikátoru radiačního pole, elektronického dozimetru, popř. prozkoumání pole záření radiometrem.

V případě rozpoznání přítomnosti radioaktivního zářiče nebo při podezření na takovou okolnost je nutno získávat další informace směrodatné pro posouzení radiačního rizika, možnosti rozptylu látky a důležité z hlediska provádění zásahu.

9.6.3 Radiologická zbraň, špinavá bomba

V poslední době se ve světě objevují hrozby teroristů použít tzv. *radiologickou zbraň*. Radioaktivní látky mohou být rozptýleny explozí pomocí výbušnin a munice, pomocí rozprašovačů, sprejů a jiných disperzních zařízení nebo cílenou činností, např. kontaminací vodních zdrojů, útokem na jaderná zařízení (jaderné reaktory, sklady a mezisklady jaderného materiálu, kontejnery jaderného paliva při přepravě apod.). Zařízení umožňující rozptyl radioaktivních látek se nazývá radiologická zbraň. Takové zbraně mohou být jak miniaturní, tak i zařízením o velikosti nákladního automobilu. Jako radioaktivní komponentu je možno použít jaderné materiály (vyhořelé jaderné palivo, zvláštní štěpné materiály, např. plutonium) nebo ZIZ či zařízení z nich vyrobená a používaná v průmyslu, zdravotnictví, vědě a výzkumu nebo pro vojenské účely.

Nejjednodušší metodou rozptýlení radioaktivních látek je využít řízenou explozi výbušniny, ke které byl přidán ZIZ či jaderný materiál. Exploze může radioaktivním materiálem kontaminovat relativně malé území nebo může být použita ke kontaminaci vodního zdroje. „Amatéřsky“ vyrobené zařízení, které explozí rozptýluje radioaktivní látky do okolí, je označováno jako špinavá bomba („*Dirty Bomb*“).

Odhlédne-li se od možnosti válečného použití jaderných zbraní, včetně útoků na jaderné elektrárny, pravděpodobnost teroristických útoků *s reálnou radiologickou hrozbou* je malá. Útok „špinavou bombou“ není ve srovnání s klasickými bombovými teroristickými útoky o mnoho efektivnější (dokonce může být méně efektivní než vhodně volené útoky s chemickými či biologickými látkami). Teroristický útok s radiologickou hrozbou má však výrazný *psychologický dopad* na širokou veřejnost. Jde o použití faktoru, kterého se člověk podvědomě bojí, není vidět, cítit, jeho účinek je dlouhodobý a neprojevuje se okamžitě. Z těchto důvodů nelze hrozbu tohoto typu teroristických útoků podceňovat – může být využita zejména k psychologickému vydírání, snižování kreditu dané země, a to i tehdy, kdy skutečné dopady by nebyly vyšší než v případě jiného typu útoku.

Bezprostřední ohrožení zdraví a života osob v blízkosti místa exploze *radiologické zbraně* závisí především na účincích vlastního výbuchu a až následně na ozáření a kontaminaci osob radioaktivními látkami. Z hlediska radiační ochrany je důležitá kritická cesta ozáření. Pro období, kdy jsou radioaktivní látky rozptýleny v ovzduší a dochází k jejich unášení větrem a vypadávání na terén, je nejzávažnější vnitřní a vnější kontaminace. Po vypadnutí radioaktivních látek na terén je nejzávažnější vnější ozáření a druhotná je vnitřní a povrchová kontaminace. Závažnost kontaminace radioaktivními látkami závisí na chemické formě, velikosti částic, aktivitě a druhu radionuklidů a emitovaného záření. Lze předpokládat, že v případě radiologického útoku by se nejednalo pouze o jeden druh záření, ale o kombinaci různých druhů zá-

ření. Zdravotní poškození by se projevovала především jako stochastická, tj. zvýšeným počtem výskytů rakoviny po uplynutí několika let.

9.6.4 Rozdělení radiačních zásahů u HZS ČR

Pro účely optimálního zabezpečení radiační ochrany příslušníků JPO jsou zásahy s výskytem radioaktivních látek či jiných ZIZ rozděleny podle závažnosti do tří kategorií (tab. 9.8), přičemž pro každou kategorii zásahu je stanovena tolerovatelná dávka. **Velitel zásahu je povinen využít všech možností k minimalizaci dávek u zasahujících osob**, a proto na tolerovatelné dávky nelze nahlížet tak, že by měly být při zásahu vždy vyčerpány. Naopak, snahou musí být zajistit dávku co nejnižší, jak jen je s ohledem na vykonávané práce rozumně dosažitelné.

Tab. 9.8 Rozdělení radiačních zásahů u HZS

| Kategorie radiačního zásahu | Popis radiačního zásahu | Referenční úrovně pro zásah | |
|-----------------------------|--|-----------------------------|-------|
| | | μSv | mSv |
| I. | Zásah nevede k ohrožení života, zdraví lidí a majetku (např. záchyty a nálezy ZIZ) | 1 000 | 1 |
| II. | Zásah vede k ohrožení života, zdraví lidí a majetku (např. požáry a zásahy na pracovištích se ZIZ, dopravní nehody) | 20 000 | 20 |
| III. | Zásah vede k ohrožení života většího počtu osob a ke vzniku rozsáhlých majetkových škod (např. radiační havárie, teroristický útok, kontaminace velkých území) | 100 000 | 100*) |

*) Ve zdůvodněných případech při záchraně života nebo při zabránění rozvoje radiační mimořádné situace s rozsáhlými společenskými a hospodářskými důsledky je ozáření zasahujících osob ospravedlnitelné až po úroveň prahu deterministických účinků (až 500 mSv celotělového ozáření)

Pokud není možné tolerovatelné dávky v rámci příslušné kategorie radiačního zásahu dodržet (např. z důvodu nemožnosti vystřídat zasahující jednotku nebo proto, že doby pobytů vypočtené z tolerovatelné dávky jsou příliš krátké k provedení zásahu), má velitel zásahu možnost radiační zásah „povýšit“, a tím využít k provedení zásahu vyšší tolerovatelnou dávku.

9.7 ZÁSADY RADIAČNÍ OCHRANY PŘI ZÁSAHU

9.7.1 Ochranné zóny pro činnost jednotek PO

K ochraně životů a zdraví příslušníků před nebezpečím vyplývajícím z účinků ionizujícího záření a kontaminace radioaktivními látkami je při zásahu nutno dodržovat zejména následující zásady.

Při radiačním zásahu kategorie I a II (tab. 9.8) se vytyčuje **vnější zóna** minimálně 50 m od místa zásahu, a to tam, kde hodnoty dávkového příkonu jsou menší

než $1 \mu\text{Sv/h}$ ($1 \mu\text{Gy/h}$). Na základě radiačního průzkumu se dále vytyčují následující prostory:

- a) **bezpečnostní zóna** pro zevní ozáření zářením gama s vnější hranicí v úrovni dávkového příkonu $10 \mu\text{Sv/h}$ ($10 \mu\text{Gy/h}$) a pro kontaminaci v úrovni plošné aktivity 10 Bq/cm^2 ,
- b) **nebezpečná zóna** pro zevní ozáření zářením gama na vnitřní hranici bezpečnostní zóny v úrovni dávkového příkonu 1 mSv/h (1 mGy/h) a pro kontaminaci v úrovni plošné aktivity 1000 Bq/cm^2 (1 kBq/cm^2). Nebezpečná zóna se vytyčuje pouze tehdy, pokud to nastalá situace vyžaduje, tj. když JPO bude v nebezpečné zóně provádět nějakou činnost,
- c) **dekontaminační stanoviště** pro dekontaminaci osob v případě rozptýleného ZIZ se zřizuje v prostoru, kde úroveň dávkového příkonu nepřesahuje $1 \mu\text{Sv/h}$ ($1 \mu\text{Gy/h}$); v místech s vyšším dávkovým příkonem by totiž radiometr v důsledku zvýšeného pozadí vykazoval hodnotu plošné aktivity větší než 3 Bq/cm^2 .



Obr. 9.1 Terminál elektronické dozimetrie TED

Pro radiační zásah kategorie III jednotky vytyčují zóny podle schválených typových činností (např. *Typová činnost při skutečněném a ověřeném použití radiologické zbraně*) nebo podle vnějších havarijních plánů velmi významných ZIZ. Zde se předpokládá, že hodnoty $10 \mu\text{Sv/h}$ pro vytyčení bezpečnostní zóny nebude možno z hlediska velmi komplikované a silně nehomogenní kontaminace velkého území dodržet. Je např. možné, že JPO budou muset být dislokovány podstatně blíže k místu zásahu (kde hodnota dávkového příkonu bude vyšší, např. i okolo $100 \mu\text{Sv/h}$) a že mezi nástupním prostorem JPO a místem zásahu bude nutno zavést kontinuální přepravu zasahujících osob v ochranných prostředcích, zraněných z místa zásahu, dopravu materiálu a techniky apod.

Ochranné zóny (bezpečnostní a nebezpečná zóna) se vytyčují z důvodu zavedení režimových opatření. Jde především o zamezení vstupu nepovolaných osob, zavedení evidence zasahujících osob a omezení doby jejich pobytu, měření a sledování obdržených dávek u každého jednotlivce (buď pomocí vydaných dozimetrů nebo výpočtem z dávkových příkonů v místech činnosti: dávka je součinem hodnoty dávkové

vého příkonu a doby ozařování) a provádění dozimetrické kontroly na dekontaminačním místě při dekontaminaci osob a věcných prostředků.

9.7.2 Prvotní radiační průzkum v místě zásahu

Pro vedení zásahu je důležité provést v místě zásahu a jeho nejbližším okolí prvotní průzkum. K celé řadě jednotlivých dílčích činností, ze kterých se prvotní průzkum skládá, patří rovněž zjištění, zda se v místě zásahu nevyskytují ZIZ. Soubor úkonů, vedoucích k tomuto zjištění, nazýváme prvotním radiačním průzkumem.

Oproti tomu, kdy prvotní průzkum je veden již od počátku s cílem potvrdit nebo vyvrátit předem nahlášenou nebezpečnou látku, je případ, kdy není předem známo, zda se ZIZ či radioaktivní látka v místě zásahu vyskytují, mnohem složitější. Jisté indicie může poskytnout značka radioaktivního zářiče nebo nápisy „radioaktivní látka“, „sledované pásmo“ či „kontrolované pásmo“. Ať již jsou či nejsou tyto indicie k dispozici, je nutno mít vždy na zřeteli, že bez použití potřebné dozimetrické techniky není možno výskyt ZIZ v místě zásahu zjistit! Při prvotním radiačním průzkumu proto musí být tato technika neustále v chodu, aby hasiče včas varovala před ZIZ.

Pro prvotní radiační průzkum je nejvhodnější přístroj, který příslušníky zasahující JPO v co nejkratším čase informuje o přítomnosti ZIZ emitujícího záření gama, neboť záření gama je pro zasahující z hlediska možného ozáření ve většině případů nejrizikovější. K tomu je každá JPO vybavena **zásahovým dozimetrem** typu URAD 115 (popř. novější verzí URAD PLUS). Zásahový dozimetr je schopen se 100% úspěšností indikovat hodnotu 1 $\mu\text{Sv/h}$ za dobu do 16 sekund a 10 $\mu\text{Sv/h}$ do 10 s. (Poznámka: Starší typ indikátoru GI 3-H není pro JPO vhodný. Jednak existují problémy s jeho nabíjením, jednak má mnohem horší dozimetrické vlastnosti: 2 $\mu\text{Gy/h}$ indikuje s 85% úspěšností za 20 sekund a 10 $\mu\text{Gy/h}$ není schopen indikovat vůbec. Tyto skutečnosti snižují význam použití tohoto jednoúčelového a přitom nepřiliš levného indikátoru).

K provádění prvotního radiačního průzkumu je zásahový dozimetr nastaven na signalizační úroveň 1 $\mu\text{Sv/h}$. V případě výskytu ZIZ emitujícího záření gama se při dosažení signalizační úrovně zapne současně optická, akustická i vibrační signalizace. Vlastní prvotní radiační průzkum je nutno začít provádět tak, že zapnutý zásahový dozimetr se drží v ruce před sebou. Celé místo zásahu se co nejrychleji důkladně prohlédne ze vzdálenosti, kterou situace dovolí. K této *vizuální části průzkumu* se dá využít dalekohled. Na možnost výskytu radioaktivních látek nebo ZIZ může poukázat již vizuální průzkum. Pokud ne, je nutno zahájit *indikační část průzkumu*. Se zapnutým zásahovým dozimetrem se přesuneme blíže k místu zásahu. Místo zásahu se projde ze všech stran a přitom se pokračuje ve vizuálním průzkumu. Pokud při těchto činnostech zásahový dozimetr signalizuje přítomnost ZIZ emitujícího záření gama nebo je vizuálně zjištěna přítomnost znaků ZIZ či RAL (radioaktivní látka), je prvotní radiační průzkum ukončen s pozitivním výsledkem; následuje sled činností podle *metodického listu N4 Bojového řádu JPO a Řádu chemické služby HZS ČR*. Pokud žádná z obou částí průzkumu neprokáže přítomnost ZIZ, je prvotní radiační průzkum ukončen s negativním výsledkem; zásahový dozimetr se však nevypíná a je až do konce zásahu neustále provozován v indikačním režimu pro případ, že by k signalizaci přece jen došlo až během zásahu. Zásahový dozimetr by měl mít u sebe právě ten zasahující, který se v centru místa zásahu bude zdržovat co nejdéle.

9.7.3 Radiační průzkum v místě zásahu

Obecně vzato, požadavek na optimalizaci ozáření při zásahu není pro velitele zásahu jednoduchou záležitostí. Na pomoc velitelům zásahu jsou proto jednotlivé radiační zásahy kategorizovány (tab. 9.8) Kategorizace slouží jako vodítko pro stanovení *tolerovatelných dávek*. Podle této tabulky velitel zásahu může rozhodnout, o jakou kategorii radiačního zásahu se jedná, a na základě toho přijmout taková opatření, aby nebyly překročeny referenční úrovně pro zásah pro danou kategorii radiačního zásahu, tj. určit *dobu pobytu* v místě zásahu. Pokud doba pobytu není dostatečná, velitel má možnost přivolat další jednotky, aby došlo k prostrídání zasahujících, nebo *ve zdůvodněných případech* může během zásahu událost „povýšit“ o jeden stupeň výše. Při svém rozhodování velitel zásahu musí mít vždy na paměti jak záchranu životů zasažených osob, tak i minimalizaci dávek u zasahujících osob!



Obr. 9.2 Technický automobil chemický v provedení vozidla chemického a radiačního průzkumu (TACHP)

Při události odpovídající **radiačnímu zásahu kategorie I** je prvořadé vymezit bezpečnostní zónu (bezpečnostní zóny) pro ozáření zářením gama, tj. prostory, ve kterých příkon dávkového ekvivalentu přesahuje hodnoty $10 \mu\text{Sv/h}$. Pokud to situace vyžaduje, je možno vytyčit rovněž nebezpečnou zónu (prostor, ve kterém jsou hodnoty větší než 1mSv/h). Tato činnost se provádí v přetlakových ochranných oděvech s dýchacími přístroji.

Při události odpovídající **radiačnímu zásahu kategorie II** je prvořadé určit dobu pobytu, tj. maximální dobu, kterou je možno na místě zásahu pobývat, aby obdržená dávka nepřevýšila tolerovatelnou dávku. Doba pobytu se určí tak, že tolerovatelnou dávku (20mSv) vydělíme maximální zjištěnou hodnotou dávkového příkonu (příkonu ekvivalentní dávky) v prostoru zásahu. Poté se provede vlastní zásah tak, aby vypočtená doba pobytu nebyla překročena. Pokud vypočtená doba nedostačuje, je nutno zajistit vystřídání zasahujících osob. Jestliže to není možné *a je to odůvodněno* velitel zásahu využije referenční úroveň pro zásah vyššího typu, kdy doba pobytu je delší. Nejnižší stupeň ochrany v případě nebezpečí z prodlení při záchraně života je zásahový oděv pro hasiče včetně kukly společně s ochranou dýchacích cest. Doba pobytu lze stanovit pomocí zásahového dozimetru (po celou dobu stanovení je stlačeno tlačítko ALARM a na displeji je zobrazena hodnota doby pobytu pro dávku 20mSv

v minutách) nebo pomocí zásahového radiometru DC-3H-08 (přístroj má přímo tlačítko pro stanovení doby pobytu pro kategorie I, II a III). Vedle základní JPO (JPO-Z) provádějící zásah musí na místo zásahu přijet i střední JPO (JPO-S), která provede vytyčení ochranných zón tak, jak bylo popsáno u události kategorie I. Je-li při výjezdu k zásahu předem známo, že jde o radiační událost, vysílá se do místa zásahu minimálně JPO-S. Součástí činnosti JPO-S je rovněž vyhledání míst kontaminace a vytyčení ochranných zón pro kontaminaci. Střední jednotka na závěr provede kontrolu kontaminace osob a techniky a případnou dekontaminaci.

Každou radiační událost je nutno oznámit cestou OPIS na SÚJB; prostor s vytyčenými ochrannými zónami je možno předat k ostraze Policii ČR.

9.7.4 Obecné zásady radiační ochrany v místě radiačního zásahu

Ke snížení dávek ze zevního ozáření zářeními gama (k dodržení tolerovatelné dávky) je třeba dodržovat tato pravidla:

- a) činnosti v bezpečnostní a zejména pak v nebezpečné zóně a poblíž ZIZ vykonávat pouze nezbytně nutným počtem zasahujících osob,
- b) činnosti, které není nutno provádět v blízkosti ZIZ provádět co nejdále od ZIZ (dávkový příkon klesá se druhou mocninou poměru vzdáleností),
- c) v bezpečnostní a zejména pak v nebezpečné zóně a poblíž ZIZ se zdržovat pouze po nezbytně nutnou dobu, tj. dobu pobytu zkrátit, jak jen to je možné (kolikrát se zkrátí doba ozařování, tolikrát se sníží dávka),
- d) podle možností pracovat za stínicí zástěnou (mezi zasahující osoby a ZIZ umístit stínicí materiál (např. automobil, stavební materiál, pytle s pískem),
- e) včas a v dostatečné míře střídat osoby zasahující v nebezpečné zóně.

K ochraně před rozptýlenými radioaktivními látkami, kdy hrozí povrchová a vnitřní kontaminace osob vdechnutím nebo požitím RAL, je nutno používat izolační dýchací přístroje a protichemické ochranné oděvy, které chrání proti kontaminaci; neposkytují však ochranu proti vnějšímu ozáření zářeními gama a neutrony.

Ke sledování obdržených dávek zasahujících osob se u HZS ČR používají osobní elektronické dozimetry SOR/R022 verze DMC, které se vydávají prostřednictvím *Prozatímní služby osobní dozimetrie (PSOD)*. Osobní dozimetr by měl zpravidla obdržet každý příslušník, který vstupuje do nebezpečné zóny. Pro účely evidence dávek vydává územní dozimetrista každé JPO-Z osobní dozimetr (v režimu skupinový dozimetr). Na těchto dozimetrech jsou nastaveny dva alarmy, které signalizují překročení dávek (1 mSv, 20 mSv) nebo dávkových příkonů (20 mSv/h, 200 mSv/h). Osobními dozimetry musí být vybaveni příslušníci provádějící radiační průzkum a alespoň jeden člen družstva (jednotky), která provádí radiační zásah (dozimetrem je nutno vybavit toho příslušníka, který obdrží reprezentativní dávku).

Pro měření dávkového příkonu, vytyčování ochranných zón pro zevní ozáření (kap. 9.7.1), ke zjišťování doby pobytu a lokalizaci ZIZ se u HZS ČR používají zásahové dozimetry (UltraRadiac URAD 115), zásahové radiometry (DC-3H-08) a radiometry (DC-3E-98). Pro stanovení plošné aktivity, lokalizaci míst kontaminace, vytyčování ochranných zón pro kontaminaci a kontrolu kontaminace se používají zásahové radiometry (DC-3H-08) a radiometry (DC-3E-98).

9.7.5 Manipulace se zářičem

V souvislosti se ztrátou kontroly nad zdrojem vysoké aktivity a při nebezpečných dávkových příkonech bývá nutno manipulovat se zářičem s cílem jeho přemístění, uložení do stínění apod.

Příslušníci HZS ČR mohou manipulovat se ZIZ samostatně bez přítomnosti kvalifikovaných osob pouze v naléhavých případech (nelze-li jinak zabránit pokračujícímu ozařování postižených osob nebo když je nezbytné snížit ozáření zasahujících osob).

Podmínkou manipulace je stanovit možnou dobu pobytu osoby, která manipulaci bude provádět. Při manipulaci s uzavřeným zářičem je nejdůležitější *ochrana vzdáleností*, neboť dávkový příkon klesá se čtvercem vzdálenosti; např. ve vzdálenosti 1 cm (uchopení zářiče rukou) lze očekávat dávkové příkony zhruba 10 000krát větší než ve vzdálenosti 1 m. K manipulaci (přenesení) se proto používají vhodné nástroje (manipulační kleště apod.). Další ochranou je *minimalizovat čas při manipulaci*, tj. mít postup řádně promyšlen a připraven.

V případě manipulace s malým „bodovým“ zářičem, kdy dávkový příkon strmě klesá se vzdáleností od zdroje, je nutno monitorovat i ozáření rukou. Pro ozáření rukou jsou směrné hodnoty ozáření vyšší než pro celé tělo (viz radiační váhové faktory, tab. 9.6).

9.7.6 Měření a opatření při rozptylu radioaktivní látky

V případě podezření, že událost vedla k rozptylu RAL, je nutno, mimo výše popsaný radiační průzkum a monitorování, provádět další měření s cílem posoudit, zda je nutno též uplatňovat ochranu vůči kontaminaci a provádět opatření omezující další rozptyl.

Zjišťování rozptylu RAL měřením dávkového příkonu záření gama v blízkosti zářiče může být znesnadňováno detekcí záření gama z tohoto zářiče. V tomto případě se ke zjištění rozptylu radioaktivní látky do okolí provádí odběr materiálů, předmětů, stěrů z povrchů. Proměření se uskuteční v místě, kam záření z vlastního zářiče nezasahuje. Další možností je přímé měření povrchové aktivity na místě prostřednictvím detekce záření beta přístrojem DC-3E-98 nebo DC-3H-08.

Rozptyl je prokázán, když po přiložení detektoru k odebraným vzorkům přístroj vykazuje zvýšení dávkového příkonu. Při měření povrchové kontaminace přístrojem DC-3E-98 nebo DC-3H-08 se za kontaminované považují povrchy o plošné aktivitě větší než 10 Bq/cm². Oblast kontaminovaná nad tuto hodnotu musí být vytyčena jako bezpečnostní zóna.

Při vstupu do bezpečnostní zóny a především při manipulacích s kontaminovanými látkami a předměty je nutno uplatňovat přiměřená opatření vůči kontaminaci osob a kontrolovat jejich kontaminaci. Nutné je použití ochranných prostředků.

Kontaminované látky a předměty je třeba uložit tak, aby nedocházelo k dalšímu rozptylu a ohrožování osob. Při dekontaminaci je nutno se řídit vydanými normativy. Podrobnosti k postupům dezaktivace je možno konzultovat s příslušnou chemickou laboratoří HZS ČR.

9.7.7 První pomoc ozářeným a kontaminovaným osobám

První pomoc spočívá v co nejrychlejšímu přerušení ozařování. V případě zevního ozařování to je vzdálení ozařovaného od zářiče nebo vzdálení či stínění zářiče. V případě povrchové kontaminace to je odložení kontaminovaných oděvů a ochranných pomůcek a omytí kontaminovaného povrchu těla běžným postupem. V případě kontaminace inhalací to je očista nosní dutiny.

Další postupy jsou záležitostí lékařů a jiných odborníků. Časově naléhavé jsou pouze další postupy urychlení eliminace do organismu vniklých látek. Pokud jde o léčbu poškození z již způsobeného ozáření, nebezpečí z prodlení nehrozí.

V případě důvodného podezření na ozáření zasahující osoby na úroveň prahových dávek deterministických poškození je nutno zajistit její přesun do „Střediska speciální zdravotnické péče o osoby ozářené při radiačních nehodách“, Rovněž při podezření, že zasahující osoby byly vnitřně kontaminovány je nutno zajistit jejich monitorování na specializovaných pracovištích (SÚRO, pracoviště vnitřní dozimetrie jaderných elektráren).

9.8 TAKTIKA RADIAČNÍHO ZÁSAHU

JPO se obvykle jako první dostavují na místa nejrůznějších událostí. Tyto události mohou být spojeny se ztrátou kontroly nad ZIZ a z toho vyplývajícího radiačního rizika. K záchraně postižených, k zamezování dalších zdravotních a materiálních následků i ke své ochraně musí být příslušníci HZS ČR schopni kvalifikovaně a samostatně posoudit radiační aspekty událostí a provádět patřičná opatření k zajištění radiační ochrany do doby, kdy odborné řízení převezmou pracovníci SÚJB nebo jimi pověřené osoby a další opatření budou vykonávána ve spolupráci s dalšími orgány a organizacemi.

K zásahům v jaderných elektrárnách a zónách havarijního plánování těchto elektráren, popř. v dalších provozech jaderného palivového cyklu a v jejich blízkém okolí, stejně tak jako k zásahům v místech teroristického použití radioaktivních látek, jsou určeny specializované jednotky zasahující podle jiných, zvláště k tomu zpracovaných, směrnic (havarijní plány, typové činnosti).

Cílem radiační ochrany příslušníků HZS ČR je zabránit zevnímu ozáření a kontaminaci nad tolerovatelné hodnoty. Za radiační ochranu svých podřízených odpovídá velitel zásahu.

O způsobu a podmínkách uvedení ZIZ pod kontrolu, o podmínkách dekontaminace radioaktivně kontaminovaných prostorů v místě mimořádné události, jakož i o způsobu likvidace kontaminovaných vod a roztoků po dekontaminaci rozhoduje SÚJB.

9.8.1 Výjezd jednotek PO k zásahu

1. Je-li známo, že jde o radiační událost, vysílá se do místa zásahu JPO-S.
2. Je-li přítomnost ZIZ nebo RAL zjištěna JPO-Z až po příjezdu do místa zásahu či v průběhu zásahu, JPO-Z to oznámí na KOPIS a na místě *provede základní úko-*

ny k zajištění radiální ochrany. Pokud JPO-Z na místě zásahu provádí činnost spojenou se záchranou lidských životů (kategorie radiálního zásahu II) nebo je to nezbytné z jiných důvodů, KOPIS vyšle do místa zásahu i JPO-S.

3. Nestačí-li síly a prostředky nebo odbornost JPO-S k provedení činností v místě radiální události, vysílá se do místa zásahu i JPO-O.
4. Jde-li o radiální havárii nebo radiální teroristickou událost (kategorie radiálního zásahu III), k zásahu se vysílá JPO-O a výjezdová skupina CHL.
5. Výjezdová skupina CHL se na místo zásahu dále vysílá tehdy, je-li vyžádána u operačního a informačního střediska HZS kraje, na žádost SÚJB (k plnění úkolů radiální monitorovací sítě nebo k šetření na místě nálezů ZIZ), k zabezpečení dozimetrické služby (vyžaduje-li to rozsah zásahu) a ke speciálním měřením dávkových příkonů (ZIZ emitující neutrony) nebo míst kontaminace (přítomnost záření alfa). Výjezdovou skupinu CHL je vhodné do místa radiálního zásahu povolat v případech, kdy je nutno potvrdit důležité údaje, které jsou předávány mimo systém HZS ČR.



Obr. 9.3 Mobilní spektrometr pro kontinuální monitorování radiální situace iRSS Unispec a přenosný spektrometr InSpector 1000

9.8.2 Činnost jednotek PO v místě zásahu

O způsobu a podmínkách uvedení ZIZ pod kontrolu, o podmínkách dekontaminace radioaktivně kontaminovaných prostorů v místě mimořádné události, jakož i o způsobu likvidace kontaminovaných vod a roztoků po dekontaminaci rozhoduje SÚJB.

JPO na místě zásahu provádí prvotní radiální průzkum. Jestliže při této činnosti nebo v průběhu zásahu zásahový dozimetr indikuje přítomnost ionizujícího záření gama nebo u zasahujících osob vznikne důvodné podezření na přítomnost ZIZ nebo RAL, přestává jít o běžný zásah a jde o radiální zásah, při kterém JPO musí svoji činnost přizpůsobit příslušné kategorii radiálního zásahu.

9.8.2.1 Činnost JPO-Z při radiačním zásahu kategorii I

Na místě zásahu, kde nehrozí nebezpečí z prodlení, JPO-Z provádí tento sled činností:

- uzavře místo zásahu a vytyčí vnější zónu,
- provede kontrolu kontaminace průzkumné skupiny (z důvodu možné kontaminace při průzkumu) a případnou dekontaminaci,
- zabezpečí činnosti dle zásad řízení a organizace zásahu na nebezpečnou látku,
- vytyčí bezpečnostní zónu,
- měří dávkové příkony v místech konkrétních činností a odhaduje nebo měří obdržené dávky osob, které se pohybují v bezpečnostní zóně,
- po ukončení činnosti provede kontrolu kontaminace zasahujících osob, materiálu a techniky a případnou dekontaminaci,
- pro případ potřeby potvrdit důležité údaje z místa radiačního zásahu, které budou předávány mimo systém HZS ČR, je vhodné na místo zásahu povolát výjezdovou skupinu CHL, která situaci došetří, připraví podklady a vyhotoví „Záznam o nález radioaktivního materiálu“ dle metodiky SÚJB (VDMI 005),
- prostřednictvím operačního a informačního střediska se o nález informuje SÚJB (na SÚJB se zašle „Záznam o nález radioaktivního materiálu“) a místo zásahu se předá k ostraze Policii ČR.

9.8.2.2 Činnost JPO-Z při radiačním zásahu kategorie II

Na místě zásahu, kde je nutno provádět záchranu osob, likvidovat požár nebo provádět další činnosti spojené se zamezením rozvoje nehody či havárie, JPO-Z provádí souběžně s činnostmi obvyklými při provádění zásahu ještě tento sled činností spojených s radiační ochranou:

- uzavře místo zásahu a vytyčí vnější zónu,
- na místech konkrétních činností změří nebo z tolerovatelné dávky a dávkového příkonu odhadne tolerovatelnou dobu pobytu a porovná ji s dobou potřebnou pro vlastní zásah; velitel zásahu na základě toho rozhoduje o případném střídání zasahujících osob a provádí regulaci pohybu osob (*záchrana životů osob má přednost před ostatními činnostmi*),
- vyžádá výjezd JPO-S,
- po ukončení činnosti provede kontrolu kontaminace zasahujících i zasažených osob, materiálu a techniky a provede případnou dekontaminaci,
- pro případ potřeby potvrdit důležité údaje z místa radiačního zásahu, které budou předávány mimo systém HZS ČR, je vhodné na místo zásahu povolát výjezdovou skupinu CHL, která situaci došetří, připraví podklady a vyhotoví „Záznam o nález radioaktivního materiálu“ dle metodiky SÚJB (VDMI 005),
- prostřednictvím operačního a informačního střediska se o nález informuje SÚJB (na SÚJB se zašle „Záznam o nález radioaktivního materiálu“) a místo zásahu se předá k ostraze Policii ČR.

9.8.2.3 Činnost JPO-S v místě radiačního zásahu

Dostaví-li se do místa zásahu JPO-S jako první, provede výše uvedené činnosti jinak určené pro JPO-Z (kap. 9.8.2.1 a 9.8.2.2) a dále zabezpečuje následující činnosti:

- je-li již při vyslání známo, že se jedná o radiační zásah, jednotka provádí již při přesunu monitorování radiační situace pomocí dozimetrických přístrojů,
- po příjezdu do místa zásahu provede především ty činnosti, které dosud nebyly provedeny JPO-Z,
- vyčlení osobu pro vydávání osobních dozimetrů a kontrolu obdržených dávek všech zasahujících osob a zajistí dokumentování události,
- provádí radiační průzkum a vytyčí bezpečnostní zónu, a pokud je to nezbytné, také nebezpečnou zónu,
- v závislosti na konkrétní situaci provádí opatření ke snížení pole záření gama v místě zásahu,
- provede proměření plošné aktivity, zjistí případná místa kontaminace a označí je; nejsou-li žádná místa kontaminace nalezena, je možno odvolat používání protichemických ochranných prostředků,
- při nalezení míst kontaminace provede opatření k zamezení šíření a rozvlékání RAL (včetně sledování meteorologických údajů, pokud je to třeba),
- nestačí-li síly a prostředky nebo odbornost JPO-S k provedení činností v místě radiačního zásahu, vyžaduje vyslání JPO-O,
- po ukončení činnosti provede kontrolu kontaminace osob, materiálu a techniky a případnou dekontaminaci,
- při získání indicií o možné přítomnosti záření alfa nebo neutronů a pro případ potřeby potvrdit důležité údaje z místa radiačního zásahu, které budou předávány mimo systém HZS ČR, je nutno na místo zásahu povolat výjezdovou skupinu CHL, která situaci došetří, připraví podklady a vyhotoví „Záznam o nálezu radioaktivního materiálu“ dle metodiky SÚJB (VDMI 005),
- prostřednictvím operačního a informačního střediska se o nález informuje SÚJB (na SÚJB se zašle „Záznam o nálezu radioaktivního materiálu“) a místo zásahu se předá k ostraze Policii ČR.

9.8.2.4 Činnost JPO-O v místě radiačního zásahu

JPO-O povolána do místa radiačního zásahu posiluje provádění všech činností určených k provedení pro JPO-S. JPO-O je vždy povolávána v případě kategorie radiačního zásahu III. Dostaví-li se JPO-O do místa zásahu jako první, vykonává všechny činnosti určené k provedení pro JPO-Z a JPO-S. Dále plní tyto další úkoly:

- pomocí terminálu osobních dozimetrů (TED) řídí vydávání osobních dozimetrů zasahujícím osobám,
- provádí činnosti vyžadující vstup do nebezpečné zóny (nebezpečných zón),
- odebírá vzorky,
- zabezpečuje informační podporu,
- provádí dekontaminaci,
- plní úkoly spojené s ochranou obyvatelstva,

- zjišťuje a vytyčuje místa kontaminace většího rozsahu a vyhledává místa s nečekaně extrémně vysokou aktivitou („hot spots“),
- spolupracuje s výjezdovou skupinou CHL.

Konkrétní činnost JPO-O závisí na vzniklé situaci, a proto časový sled a bližší konkretizace činností JPO-O v místě zásahu jsou možné až při provádění zásahu.

9.8.2.5 Činnost výjezdových skupin CHL

Výjezdové skupiny CHL jsou schopny provádět následující činnosti:

- navrhovat opatření na zabezpečení radiační ochrany složek IZS,
- vykonávat činnosti spojené se zabezpečením radiační ochrany v místě zásahu,
- potvrzovat důležité údaje z místa radiačního zásahu, které jsou předávány mimo systém HZS ČR,
- identifikovat a kvantifikovat ZIZ,
- posuzovat kontaminaci RAL emitující záření alfa, beta, gama,
- ohodnotit zdroje emitující neutronové záření,
- manipulovat se ZIZ za účelem snížení pole záření gama nebo manipulaci odborně usměrňovat,
- monitorovat rozsáhlejší kontaminované prostory,
- monitorovat trasy přesunu jednotek HZS krajů (např. přes zónu havarijního plánování jaderných elektráren),
- na vyžádání SÚJB provádět dokumentaci záchytu ZIZ a převoz ZIZ,
- organizovat dozimetrickou službu (sledování obdržených dávek, vydávání dozimetrů, nastavování osobních dozimetrů, návrhy na regulaci pohybu osob),
- organizovat kontrolu kontaminace osob,
- organizovat nebo provádět odběry vzorků,
- zjišťovat meteorologické parametry v přízemní vrstvě atmosféry,
- odhadovat možné způsoby ozáření a cesty kontaminace osob a jejich relativní závažnost,
- monitorovat RAL v oblaku a na terénu.

Výjezdové skupiny opěrných chemických laboratoří (CHL IOO Lázně Bohdaneč, CHL Tišnov, CHL Třemošná) jsou dále schopny:

- odhadovat dávky na základě dokumentace zásahu,
- identifikovat a kvantifikovat vypadené RAL látky metodou „in-situ“ (v terénu),
- provádět kvantitativní a kvalitativní analýzu vzorků emitujících záření gama,
- stanovovat aktivitu vzorků emitujících záření alfa a beta u vybraných radionuklidů.

Konkrétní činnost CHL v místě zásahu závisí na vzniklé situaci, a proto časový sled a bližší konkretizace činností CHL jsou možné až při provádění zásahu.

9.8.2.6 Některá specifika radiačního zásahu

- a) Osoby z řad obyvatelstva, které se vyskytovaly v místě zásahu, je nutno evidovat a seznam osob po skončení radiačního zásahu předat SÚJB cestou KOPIS.
- b) Zjistí-li se přítomnost ZIZ nebo RAL až po ukončení zásahu, je třeba provést ve spolupráci s CHL kontrolu kontaminace zasahujících osob, materiálu a techniky a případnou dekontaminaci, popř. další opatření po konzultaci s SÚJB.
- c) V případě záchrany osob nebo likvidace požáru může velitel zásahu v odůvodněných případech, pokud nehrozí zasažení jinými nebezpečnými (neradioaktivními) látkami, rozhodnout, aby činnost v místě zásahu byla prováděna bez protichemických ochranných oděvů, avšak vždy s použitím dýchacích přístrojů a ochranných rukavic.
- d) Šíření ionizujícího záření v prostoru činnosti zasahujících osob lze zamezit či omezit např.
 - uzavřením kontejneru,
 - nasměrováním kontejneru se ZIZ jiným směrem,
 - vložení stínění mezi ZIZ a ozařované osoby (automobil, stavební materiál, pytle s pískem apod.),
 - odsunutím ZIZ na bezpečnou vzdálenost či bezpečné místo (např. výkop).
- e) Šíření radioaktivních látek lze zamezit či omezit např.
 - u prachových částic překrytím plachtou, plachtu zatížit dostupnými prostředky; vhodné je také prozkoumat možnost fixace částic na gely, laky apod.,
 - u kapalin použitím hydrofilního sorbentu (nesmí na kapalinách plavat),
 - ve vzduchu vytvářením vodní clony.
- f) Při požáru je třeba
 - zamezit šíření požáru směrem k pracovišti se ZIZ,
 - uzavřené ZIZ v provozech chladit,
 - podle situace ve vzduchu vytvářet vodní clonu.

9.9 PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ U HZS KRAJŮ

9.9.1 Osobní dozimetry

HZS krajů jsou vybaveny **osobními dozimetry typu SOR/R022**, verze DMC.

Osobní dozimetr měří *dávkový ekvivalent* a *příkon dávkového ekvivalentu*. Tyto veličiny, které jsou podobné veličinám *ekvivalentní dávka* a *příkon ekvivalentní dávky* nebyly v této publikaci definovány; proto pro srozumitelnost dalšího textu (nejen u osobního dozimetru, ale i u ostatních měřidel) jsou označeny tyto veličiny jako ekvivalentní dávka a příkon ekvivalentní dávky.



Obr. 9.4 Osobní dozimetr SOR/R022 se čtečkou

Detektorem záření gama je *křemíková dioda*. Přístroj má podsvícený displej a ovládá se pomocí jednoho funkčního tlačítka. Každých 10 minut je automaticky testována funkce dozimetru a napájení baterie, která zajišťuje provoz dozimetru v úrovni přirozeného pozadí po dobu až 12 měsíců.

Tab. 9.9 Takticko technická data osobního dozimetru SOR/R022

| | |
|--|--|
| rozsah měření ekvivalentní dávky | 1 μ Sv-10 Sv |
| rozsah měření příkonu ekvivalentní dávky | 10 μ Sv/h-10 Sv/h |
| alarmová úroveň ekvivalentní dávky dolní | 1 mSv |
| alarmová úroveň ekvivalentní dávky horní | 20 mSv |
| alarmová úroveň příkonu ekvivalentní dávky dolní | 20 mSv/h |
| alarmová úroveň příkonu ekvivalentní dávky horní | 200 mSv/h |
| čtečka – spojení s PC | USB |
| čtečka – spojení s dozimetrem | radiosignál |
| rozměry | 80,5 x 48 x 9 mm |
| hmotnost | 55 g |
| baterie | 3VLiMnO ₂ CR2450N Renata, Toshiba |

Osobní dozimetr nosí hasiči pod zásahovým oděvem, na bezpečnostní tkanici vedoucí kolem krku tak, aby byl dozimetr umístěn na hrudi ve výšce prsou (stanovené referenční místo u HZS ČR). Při zásahu osobní dozimetr slouží ke stanovení obdržených dávek a pro signalizaci překročení dvou alarmových úrovní dávky a dvou alarmových úrovní příkonu dávkového ekvivalentu. Změřenou hodnotu dávkového ekvivalentu je možné odečíst z displeje dozimetru po skončení zásahu a později z historie ukládané v dozimetru.

JPO-Z, kterým byl zatím přidělen jeden dozimetr (stav v r. 2012), jej využívají jako *skupinový*, přičemž nositelem dozimetru musí být osoba vystavující se nejvyššímu, resp. reprezentativnímu dávkovému příkonu. JPO-S (3 ks) a JPO-O (10 ks) mohou sledovat osobní dávkový ekvivalent prakticky u všech zasahujících.

Hlavním smyslem zavedení osobních dozimetrů je sledování obdržených dávek v rámci *dozimetrické služby HZS ČR*. Pro sběr dat a evidenci dávek se využívají speciální čtečky a mobilní *terminál elektronické dozimetrie (TED)*, který umožňuje u JPO-O organizovaný výdej dozimetrů. Celý *systém elektronické osobní dozimetrie* je

nastaven tak, aby autorizované osoby (většinou technici CHS) měly přístup k přehledu dat týkajících se příslušníků a dozimetrických prostředků v rámci své územní působnosti. Modul sběru dat (lokální aplikace TED) umožňuje provoz i bez připojení k síti; data se pak vymění s centrální databází při navázání spojení po intranetu.

9.9.2 Zásahové dozimetry

HZS krajů jsou dále vybaveny **zásahovými dozimetry UltraRadiac URAD 115**. Přístroj slouží při zásahu jako

- a) indikátor přítomnosti zdrojů záření gama,
- b) měřič příkonu ekvivalentní dávky pro účely stanovení doby pobytu zasahujících,
- c) prostředek umožňující vytyčování bezpečnostní zóny pro záření gama,
- d) operativní dozimetr s možností přímého odečítání ekvivalentní dávky.

Tab. 9.10 Takticko technická data zásahového dozimetru UltraRadiac URAD 115

| | |
|---|---------------------------|
| rozsah měření ekvivalentní dávky | 0,01 μ Sv-10 Sv |
| rozsah měření příkonu ekvivalentní dávky | 0,1 μ Sv/h-5 Sv/h |
| alarmová úroveň ekvivalentní dávky dolní | 1 mSv |
| alarmová úroveň ekvivalentní dávky horní | 20 mSv |
| alarmová úroveň příkonu ekvivalentní dávky dolní | 1 μ Sv/h |
| alarmová úroveň příkonu ekvivalentní dávky horní | 1 mSv/h |
| energetický rozsah záření gama | 80 keV-3 MeV |
| odezva (interval aktualizace hodnot na displeji) | 1 s |
| čtečka – spojení s PC | USB |
| čtečka – spojení s dozimetrem | infračervený port |
| Hmotnost | 275 g |
| Baterie | 4 ks AAA n. dobíjecí NiMH |
| životnost baterií v úsporném režimu | 1500 h |
| životnost baterií při běžném nepřetržitém provozu | 150 h |
| životnost baterií při nepřetržité signalizaci | 10 h |

Oproti jiným obdobným přístrojům má UltraRadiac URAD 115 výrazně rychlejší odezvu, automatické přepínání rozsahů, robustní konstrukci a je lehce ovladatelný pomocí šesti funkčních tlačítek.

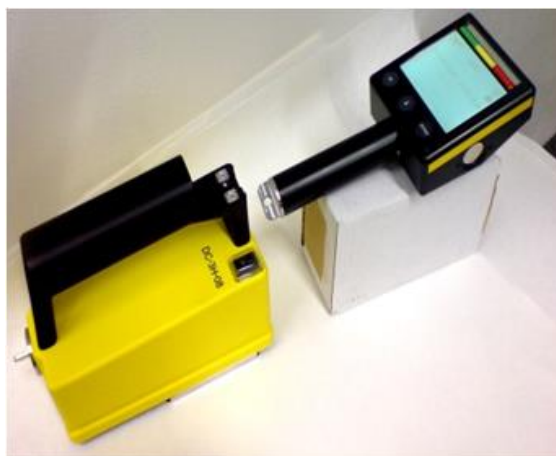
Přístroj standardně zobrazuje na podsvíceném displeji hodnotu příkonu ekvivalentní dávky, po stisknutí tlačítka DOSE zobrazí hodnotu kumulované ekvivalentní dávky. Na přístroji lze nastavit dvě úrovně signalizace jak pro ekvivalentní dávku, tak pro příkon ekvivalentní dávky. V podmínkách HZS ČR plní dolní úroveň signalizace příkonu ekvivalentní dávky funkci indikace přítomnosti ZIZ gama, horní úroveň indikuje nebezpečí „velkého ozáření“. Dolní úroveň signalizace ekvivalentní dávky se nastavuje jako úroveň výstražná, horní úroveň jako limitní. Pro optickou signalizaci alarmu slouží dvoubarevné LED umístěné pod displejem (levá – dávkový příkon, pra-

vá – kumulovaná dávka). Vedle optické signalizace umožňuje přístroj i signalizaci akustickou a vibrační.



Obr. 9.5 Zásahový dozimetr UltraRadiac u 115 s nabíječkou

Každá JPO (včetně JPO-Z) je vybavena minimálně jedním zásahovým dozimetrem (stav v r. 2012), přičemž u JPO-Z by zásahový dozimetr měl postupně nahradit zastarávající radiometry DC-3E-98.



Obr. 9.6 Zásahový radiometr DC-3H-08

9.9.3 Radiometry

Zásahový radiometr DC-3H-08 je koncipován tak, aby u HZS postupně nahradil radiometr DC-3E-98 soudobým přístrojem se snadnějším ovládáním, větším množstvím funkcí a širším měřicím rozsahem. Koncepte výzbroje jednotek je nastavena tak, že DC-3E-98 bude u JPO-Z postupně nahrazován zásahovým dozimetrem UltraRadiac URAD 115 a u JPO-S a JPO-O zásahovým radiometrem DC-3H-08.

Přístroj DC-3H-08 má robustní konstrukci a je vhodný pro měření v terénu. Umožňuje:

- provádět radiační průzkum,

- měřit příkon ekvivalentní dávky,
- měřit plošnou aktivitu,
- zjišťovat ekvivalentní dávku a stanovit přípustnou dobu pobytu pro zadané hodnoty tolerovatelné dávky,
- provádět kontrolu kontaminace osob a předmětů,
- indikovat překročení zásahových úrovní,
- vyhledávání ZIZ,
- vytyčování ochranných zón.

Tab. 9.11 Takticko technická data zásahového radiometru DC-3H-08

| | |
|---|--|
| rozsah měření ekvivalentní dávky | 0,01 μ Sv-10 Sv |
| rozsah měření příkonu ekvivalentní dávky (PDE) | 0,1 μ Sv/h-1 Sv/h |
| rozsah měření plošné aktivity | 0,3 Bq/cm ² -30 kBq/cm ² |
| alarmová úroveň 0 – zelená: PDE // plošná aktivita | 1-10 μ Sv/h // 1-10 Bq/cm ² |
| alarmová úroveň 1 – žlutá: PDE // plošná aktivita | 0,01-1mSv/h // 0,01-1 kBq/cm ² |
| alarmová úroveň 2 – červená: PDE // plošná aktivita | 1-1000 mSv/h // 1-30 kBq/cm ² |
| energetický rozsah záření gama | 60 keV-1,5 MeV |
| energetický rozsah záření beta | 150 keV-2,5 MeV |
| odezva – vyhledávací režim | 0,5 s |
| odezva – měřicí režim | 0,5-50 s |
| spojení detekční a vyhodnocovací jednotky | bluetooth |
| rozměry detekční jednotky | 108 x 210 x 103 mm |
| hmotnost detekční jednotky | 1767 g |
| rozměry vyhodnocovací jednotky | 67 x 235 x 100 mm |
| hmotnost vyhodnocovací jednotky | 650 g |
| baterie | 4 akumulátory NiMH typu R14 |

Zásahový radiometr DC-3H-08 se skládá z detekční a vyhodnocovací jednotky.

Detekční jednotka obsahuje desky s elektronikou detektorů, dva detektory (SBT-10 a ZP-1302), držadlo s připojením vyhodnocovací jednotky, vypínače a bateriové připojení. Na krabici přístroje je vyveden konektor používaný při nabíjení, konektor USB pro připojení k PC (sdílení dat). Detektor SBT-10, jehož okno je kryto ochrannou mřížkou, je umístěn na spodní straně. Vně mřížky je usazena ve vodicích lištách kompenzační clona, která ve vysunuté poloze umožňuje měřit záření gama a beta a v zasunuté poloze jen záření gama. Detektor ZP-1302 umožňuje měřit příkony ekvivalentní dávky vyšších hodnot.

Vyhodnocovací jednotka obsahuje řídicí jednotku s procesorem a pamětí, 5 ovládacích tlačítek, displej, bargraf a dvojici paralelně zapojených bzučáků. Vyhodnocovací jednotku lze od jednotky detekční oddělit; komunikace pak probíhá bezdrátově pomocí *bluetooth* (max. dosah 150 m).

Měření lze provádět ve vyhledávacím režimu s velmi rychlou odezvou, měřícím režimu s automatickým přepínáním detektorů nebo manuálním režimu s mož-

ností ručního výběru detektoru. Předností přístroje je mj. automatické přepínání rozsahů a akustická indikace impulsů pro dohledávání ZIZ.

Přístroj se ovládá čtyřmi tlačítky umístěnými na vyhodnocovací jednotce. Měřené jednotky a další údaje se zobrazují na displeji vyhodnocovací jednotky. Při překročení přednastavených signalizačních úrovní se nadpisy měřených veličin rozblíkají a překročení je doprovázeno akustickým signálem. Nad displejem je umístěn bargraf s řadou barevných LED, které se rozsvěčují podle velikosti naměřené hodnoty (tab. 9.11).



Obr. 9.7 Radiometr DC-3E-98

Ve výbavě JPO zatím stále zůstává i **radiometr DC-3E-98**, se kterým lze provádět radiační průzkum, měřit dávkový příkon, plošnou aktivitu, provádět kontrolu kontaminace, vyhledávat ZIZ a vytyčovat zóny. Nejvyšší měřitelný dávkový příkon činí 10 mGy/h, neboť přístroj má jen detektor SBT-10; v ostatních měřicích rozsazích je obdobný zásahovému radiometru DC-3H-08. Přístroj má analogové provedení s nutností nastavovat komplikovaně rozsahy a celkově nižší uživatelský komfort, který odpovídal technickým možnostem 80. a 90. let 20. století.

9.9.4 Přístrojové vybavení chemických laboratoří

Výjezdové skupiny chemických laboratoří (CHL) jsou schopny provádět řadu specializovaných činností (kap. 9.8.2.5). K tomu účelu jsou vybaveny relevantní technikou, věcnými prostředky a přístrojovým vybavením. Kromě dozimetrických přístrojů, které byly popsány v předchozích odstavcích, mají dále k dispozici:

- technický automobil chemický v provedení vozidla chemického a radiačního průzkumu (TACHP),
- soupravu tvořenou řídicím notebookem, přenosným spektrometrem záření gama Exploranium GR 135, geografickým pozičním systémem GPS III Plus a dalším příslušenstvím,
- přenosný monitor kontaminace Contamat FHT 111,
- univerzální operativní měřič RDS 120 s teleskopickou tyčí,
- digitální spektrometr InSpector 1000,
- polovodičový přenosný mnohokanálový analyzátor pro gamaspektrometrii „in-situ“ Falcon 5000 N nebo InSpector 2000,
- mobilní monitorovací systém iRSS Unispec,
- ruční laserový dálkoměr Leica DISTO,

- manipulátory se ZIZ a kontejnery na ZIZ,
- soupravu pro odběr velkoobjemových vzorků,
- meteorologickou soupravu.



Obr. 9.8 Radiometr FH 40G s teleskopickou sondou

9.9.5 Metrologické zabezpečení dozimetrických prostředků

Metrologické zabezpečení dozimetrických prostředků vychází z § 18 zákona o metrologii č. 505/1990 Sb. Do systému HZS ČR bylo implementováno

- pokynem generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č 11/2006,
- oznámením náměstka generálního ředitele HZS ČR pro ekonomiku v SIAŘ, ročník 2006, částka 11, část II,
- oznámením náměstka generálního ředitele HZS ČR pro ekonomiku v SIAŘ, ročník 2008, částka 67, část II.



Obr. 9.9 Mobilní polovodičový gama spektrometr Falcon 5000 N a měřič kontaminace alfa, beta, gama Contamat FHT 111H

Ze zákona o metrologii jednoznačně vyplývá, že u dozimetrických přístrojů, které se používají pro ochranu zdraví zaměstnanců, bezpečnost práce a životního prostředí, musí být zajištěna jednotnost a správnost měřidel a měření. U každého typu přístroje musí organizace stanovit režim užívání, k čemu se budou přístroje daného typu používat a zda běží o pracovní měřidla stanovená nebo nestanovená. U každého přístroje musí být vedena evidence kalibrací, oprav, servisních zásahů, provozních kontrol a ověření.

Státní metrologický dozor u dozimetrických měřidel zajišťuje Český metrologický institut (ČMI), který v předmětné oblasti provádí i pravidelné kontroly dodržování zákona o metrologii. U HZS ČR je tímto úkolem pověřen Opravárenský závod (OZ) Olomouc, ve kterém se nachází středisko kalibrační a metrologické služby. OZ Olomouc provádí opravy radiometrů DC-3E-98, servisní nastavení zásahových radiometrů DC-3H-08 a osobních dozimetrů SOR/R022, verze DMC. Provádí také kalibraci a ověřování dalších dozimetrických přístrojů pro HZS ČR.

Uživatel dozimetrických prostředků (pracovních měřidel stanovených i nestanovených) je povinen:

- vést u všech přístrojů evidenci o účelu používání měřidel, o provedených zkouškách, kalibracích, ověřeních a případných opravách,
- pravidelně minimálně jednou za měsíc provádět provozní zkoušku každého měřidla, která se většinou skládá z vizuální kontroly, kontroly stavu napájecích zdrojů a kontroly funkce přístroje pomocí kontrolních ZIZ,
- u pracovních měřidel stanovených zabezpečit jednou za dva roky jejich ověření (a případnou kalibraci) v OZ Olomouc,
- u pracovních měřidel nestanovených po každé opravě přístroje, nebo pokud výsledek provozní zkoušky je negativní zabezpečit kalibraci měřidla podle pokynu výrobce.

Nároky jsou kladeny rovněž na obsluhu přístrojů. Z těchto důvodů je nutno, aby v rámci odborné přípravy byli příslušníci, kteří tyto prostředky používají při zásahu, minimálně jedenkrát za 12 měsíců proškoleni a příslušníci, kteří provádějí provozní kontroly, minimálně jedenkrát za 6 měsíců.

Popis provozních kontrol radiometru DC-3E-98, zásahového radiometru DC-3H-08, zásahového dozimetru UltraRadiac URAD 115 a osobních dozimetrů SOR/R022, verze DMC, je uveden v přílohách 18 až 21.

9.10 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Bojový řád jednotek požární ochrany* (metodický list N4). Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 978-80-7385-026-5.
- [2] KOLEKTIV. *Koncepce chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2005. ISBN 80-86640-40-X.
- [3] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [4] Zákon č. 18 ze dne 24. ledna 1997, o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 6,

s. 82.

- [5] Vyhláška č. 307 ze dne 13. června 2002, o radiační ochraně, ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2002, částka 113, s. 6362.
- [6] Vyhláška č. 247 ze dne 22. června 2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 95, s. 5490.
- [7] Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 6 ze dne 26. ledna 2001, kterým se stanoví rozdělení regionální působnosti výjezdových skupin chemických laboratoří, Institutu civilní ochrany a školicích středisek civilní ochrany k zabezpečení chemického a radiačního průzkumu, dozimetrické a laboratorní kontroly. In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2001.
- [8] Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 11 ze dne 16. března 2006, o metrologickém zabezpečení dozimetrických měřidel HZS ČR. In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2006
- [9] Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 14 ze dne 30. března 2007, kterým se mění pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 27/2006, kterým se stanoví opěrné body HZS ČR a typy předurčenosti jednotek požární ochrany pro záchranné práce. In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2007.
- [10] Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 35 ze dne 27. července 2009 ke zřízení a zabezpečení prozatímní služby osobní dozimetrie u Hasičského záchranného sboru České republiky. In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2009.
- [11] Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 8 ze dne 23. února 2011, část II. - Oznámení ředitele odboru IZS a výkonu služby MV-GŘ HZS ČR, kterým se stanoví předurčenost jednotek HZS ČR pro dekontaminaci osob a techniky pro zónu havarijního plánování jaderných elektráren Temelín a Dukovany, předurčenost chemických laboratoří HZS ČR a konkrétní předurčení sil a prostředků HZS ČR. In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2011.
- [12] Katalogový soubor typových činností složek integrovaného záchranného systému při společném zásahu: *Uskutečněné a ověřené použití radiologické zbraně*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Proved' provozní kontroly:
 - osobního dozimetru SOR/R022,
 - zásahového dozimetru URAD 115,
 - zásahového radiometru DC-3H-08,
 - radiometru DC-3E-98.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Co to je radionuklid? Charakterizuj ionizující záření. Jaký je rozdíl mezi pronikavým a nepronikavým zářením?
2. Definuj aktivitu a plošnou aktivitu.
3. Definuj dávku. Jaký je rozdíl mezi ekvivalentní a efektivní dávkou?
4. Charakterizuj dávkový příkon.
5. Jaké jsou biologické účinky ionizujícího záření? Popiš deterministické a stochastické účinky.
6. Jaké jsou zdroje ionizujícího záření? Vymenuj je. Jak se liší?
7. Charakterizuj místa s radiačním rizikem?
8. Jaké jsou limity dávek?
9. Charakterizuj pracoviště s uzavřenými a otevřenými zářiči.
10. Jaké jsou přípustné hodnoty pro povrchy vozidel, která přepravují zdroje ionizujícího záření?
11. Jaká nebezpečí přináší teroristický útok s použitím špinavé bomby?
12. Jaké jsou kategorie radiačního zásahu?
13. Jaké jsou ochranné zóny pro činnost jednotek požární ochrany při radiačním zásahu?
14. Jaké jsou úkoly prvotního radiačního průzkumu a radiačního průzkumu při radiační události?
15. Jaké jsou zásady radiační ochrany v místě zásahu? Jak se manipuluje se zdrojem ionizujícího záření? V čem spočívá poskytnutí první pomoci ozářeným nebo kontaminovaným osobám?
16. Jaké jsou taktické zásady radiačního zásahu?
17. Jaké jsou úkoly JPO-Z, JPO-S a JPO-O při radiačním zásahu?
18. Charakterizuj osobní dozimetr SOR/R022.
19. Charakterizuj zásahový dozimetr URAD 115.
20. Charakterizuj radiometr DC-3E-98.
21. Charakterizuj zásahový radiometr DC-3H-08.
22. Která měřidla jsou stanovená a jak jsou metrologicky zabezpečena?
23. Jaké činnosti provádí chemická laboratoř v místě zásahu? Charakterizuj její vybavení



Obr. 9.10 Územní působnost chemických laboratoří: Třemošná, Kamenice, Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, Tišnov, Frenštát pod Radhoštěm

10 DEKONTAMINACE

10.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Dekontaminace je soubor metod, postupů, organizačního zabezpečení a prostředků k účinnému odstranění nebezpečných látek (NL, kontaminantu). Vzhledem k tomu, že absolutní odstranění kontaminantu není možné (zůstává tzv. *zbytková kontaminace*), rozumí se dekontaminací snížení škodlivého účinku kontaminantu na bezpečnou úroveň, která neohrožuje zdraví a život osob a zvířat, a jeho likvidace.

Podle druhu odstraňovaných látek se rozlišuje:

- a) *dezaktivace* – proces odstranění radioaktivní kontaminace,
- b) *detoxikace* – proces odstranění, zneškodnění nebo odbourání toxických nebo jiných nebezpečných chemických látek,
- c) *dezinfekce* – proces likvidace B-agens usmrcením mikroorganismů.

Odpadní voda po dekontaminaci je směs odpadních látek, která vznikla během dekontaminace. Obsahuje použité dekontaminační činidlo, vodu a nečistoty smyté z kontaminovaných objektů. V případě kontaminace chemickými látkami obsahuje dále zředěnou nebo chemicky odbouranou/neodbouranou látku. Jde-li o kontaminaci B-agens, obsahuje dále usmrcený/neusmrcený mikroorganismus. V případě kontaminace radioaktivními látkami obsahuje odstraněné radioaktivní látky, a proto je nutno s ní nakládat jako s radioaktivním odpadem.

Zavlečená (druhotná, sekundární) kontaminace není způsobena původním zdrojem NL, ale vlivem kontaktu s kontaminovanou technikou, věcnými prostředky, únikem osob mimo stanoviště dekontaminace nebo činností zasahující jednotky mimo nebezpečnou zónu, která vede ke kontaminaci.

10.2 DEKONTAMINAČNÍ POSTUPY

Podle provedení se rozděluje dekontaminace *suchým, polosuchým* nebo *mokrým způsobem*. Suché způsoby jsou zejména mechanické, např. odsávání, ometání, otírání do sucha nebo použití práškových dekontaminačních činidel. Mezi suché způsoby dekontaminace patří rovněž prosté svlečení kontaminovaného oděvu. Polosuché metody spočívají především v použití suchých pěn, které se dají vyrobit pomocí speciálních pěnogenerátorů ve spojení s kompresorem nebo tlakovou lahví. K mokrým způsobům patří používání dekontaminačních směsí, roztoků, těžkých pěn, vodní páry, postřik a smývání. Speciálním způsobem dekontaminace, zejména techniky, je např. používání filmů na kontaminované technice a jejich následná likvidace. Jednotky požární ochrany (JPO) provádějí dekontaminaci převážně mokrým způsobem; některé jsou vybaveny i pro polosuchý způsob.

Dekontaminace se provádí fyzikálními nebo chemickými postupy. Kromě toho existují i přírodní způsoby dekontaminace.

Přírodní způsoby dekontaminace lze charakterizovat jako procesy, které nejsou ovlivněny člověkem, ale jsou vyvolány samovolnými procesy, které probíhají buď na základě určitých podmínek v místě úniku (např. teplota, vítr), fyzikálně chemicky

kých vlastností kontaminantu (např. bod varu, tenze par), nebo reaktivitě látky za daných podmínek (reakce se vzdušnou vlhkostí, oxidace, hydrolýza apod.). Důležitá je doba potřebná pro uskutečnění samovolné dekontaminace a fakt, aby při ní nedošlo k ohrožení životů a životního prostředí. Proto lze tyto mechanismy využít jako podpůrný nebo doplňkový způsob dekontaminace. Pro ilustraci jsou uvedeny některé přírodní způsoby dekontaminace:

- přirozené odbourání radionuklidů, které závisí na poločasu jejich přeměny (době, za kterou se rozpadne polovina jader radionuklidů, tj. aktivita poklesne na polovinu),
- odpařování kapaliny (přeměna kapaliny v páru) a její následné zředění v ovzduší na bezpečnou koncentraci,
- působení ultrafialového záření, pomocí kterého může dojít k odbourání molekuly NL,
- hydrolýza (reakce s vodou), jejímž produktem je látka, která není nebezpečná,
- ředění vodou, kterým se může redukovat škodlivý účinek NL.

Fyzikální způsoby dekontaminace spočívají v tom, že NL je odstraněna z povrchu, ale zůstává v odpadní vodě po dekontaminaci. Patří sem:

- a) *adsorpce* – molekuly NL jsou zachycovány na povrchu adsorpčního materiálu; příkladem jsou látky s velkým povrchem, např. aktivní uhlí ve filtrech dýchacích přístrojů; na tomto principu pracují různé dekontaminační směsi, jejichž aktivní složkou je tenzid, nebo dekontaminační pudry, které se používají na dekontaminaci kůže,
- b) *rozpouštění* – látky se rozpouštějí v látkách s podobnou chemickou strukturou nebo za pomoci látek snižující povrchové napětí (tenzidy); mezi hydrofilní látky (ve vodě dobře rozpustné) patří např. anorganické soli, ethanol, anorganické kyseliny nebo zásady, sarin; mezi lipofilní látky (dobře rozpustné v tucích) benzín, nafta, oleje nebo VX,
- c) *odpařování* – změna kapalného skupenství v plynné,
- d) *sublimace* – změna pevného skupenství v plynné,
- e) *mechanické odstraňování* – např. ruční seškrabávání mechanických nečistot z povrchu (bláto, mastnota apod.); pro mechanické čištění kůže se používají kartáčky nebo se do mýdla přidává abrazivo.

Chemické způsoby dekontaminace odstraní NL z povrchu chemickým odbouráním nebo rozložením, tzn. změnou struktury molekuly kontaminantu vznikne látka neškodná. Jinými slovy reakcí kontaminantu s dekontaminačním činidlem vznikne produkt, který není NL. Nejčastějšími zástupci výše uvedených reakcí jsou:

- a) *oxidace* – při dekontaminaci se uplatňují silná oxidační činidla, mezi která patří např. chlornan sodný nebo peroxidické sloučeniny,
- b) *hydrolýza* – reakce látky s vodou; příkladem hydrolýzy je např. reakce sacharózy v kyselém prostředí za vzniku glukózy a fruktózy, nebo hydrolýza látky VX v alkalickém prostředí,
- c) *neutralizace* – reakce kyseliny se zásadou, jejímiž produkty je sůl příslušné kyseliny a voda.

10.3 DEKONTAMINAČNÍ ČINIDLA

Dekontaminační činidla jsou chemické látky, které reagují s kontaminanty za vzniku méně toxických či netoxických produktů, umožňují odstranění kontaminantů z povrchů (smytí) nebo způsobují smrt patogenních mikroorganismů. Životnost dekontaminačních činidel je dána pokyny výrobce.

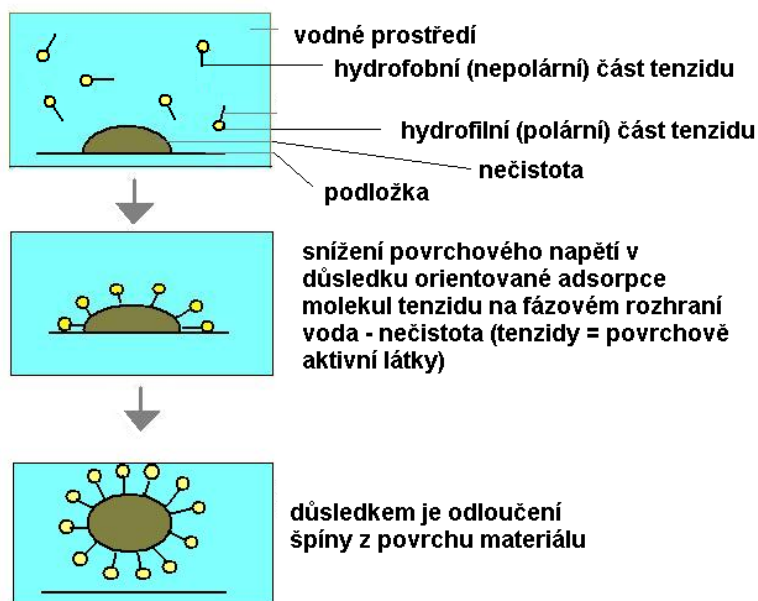
V chemickém průmyslu, zdravotnictví nebo v jiných oborech lidské činnosti se využívají **selektivní** dekontaminační činidla, která jsou určena pro dekontaminaci konkrétních nebezpečných chemických látek, které se v určitém podniku vyrábějí nebo používají, nebo patogenních mikroorganismů, které se mohou s vysokou pravděpodobností vyskytnout na speciálních pracovištích. Zkušenosti JPO naopak inklinují k **univerzálním** dekontaminačním činidlům, která by byla účinná pro široké spektrum kontaminantů, protože při zásazích s výskytem NL hasiči zpravidla neznají druh, ani typ látky. Univerzální dekontaminační činidlo, které by bylo účinné na všechny chemické, radioaktivní a biologické látky neexistuje. Zkušenosti však ukazují, že některá dekontaminační činidla dokážou být účinná na široké spektrum chemických a biologických látek.

Dekontaminační směsi jsou směsi nebo roztoky dekontaminačních činidel s rozpouštědlem, které jsou určeny k provádění dekontaminace. HZS ČR využívá zejména dekontaminační činidla, která jsou rozpustná ve vodě z důvodů rychlé a bezproblémové přípravy dekontaminační směsi.

Voda je nejdůležitější a nejuniverzálnějším dekontaminačním činidlem a zároveň rozpouštědlem, protože je všude dostupná. Z tohoto důvodu je základem dekontaminačních směsí a roztoků používaných v požární ochraně. Někdy je třeba rychlá reakce s vědomím, že účinnost nebude absolutní. V některých případech samotná voda NL hydrolyzuje, a tím ji chemicky odbourá, ve většině případů však nedokáže NL rychle chemicky či biologicky odbourat, rozložit nebo zničit. Vodou lze kontaminant většinou odstranit z povrchu s tím, že zůstane nadále v odpadní vodě. V souvislosti s vysokým povrchovým napětím vody je třeba počítat s tím, že ani odstranění kontaminantu z dekontaminovaného povrchu není absolutní, ale má určitou účinnost, která závisí na kontaminantu, způsobu a době aplikace vody a na její teplotě. Obecně lze říci, že s rostoucí teplotou roste účinnost vody jako dekontaminačního činidla. To neplatí pro lidskou kůži, kde při dekontaminaci vodou nebo jinou dekontaminační směsí nemá její teplota přesáhnout teplotu lidského těla. Lidská kůže je svým způsobem ochranný oděv, který má rozhodující účinek pro ochranu člověka. Obecně při aplikaci dekontaminační směsi, jejíž teplota je větší než teplota lidského těla, dochází k otevírání kožních pórů, čímž se zvyšuje pravděpodobnost průchodu kontaminantu kůží nebo do krve.

Saponátové prostředky (detergenty) jsou po vodě druhým nejuniverzálnějším dekontaminačním činidlem. Saponáty se míchají s vodou podle své povahy od 0,5 % obj. do 5 % obj. V podstatě pro užití saponátu jako dekontaminační směsi platí to, co pro vodu s tím rozdílem, že mycí účinnost je vyšší než po aplikaci vody. (Po aplikaci je množství NL na dekontaminovaném povrchu menší, ale množství kontaminantu v odpadní vodě po dekontaminaci je větší). Proč je mycí účinek saponátů větší než mycí účinek vody? Protože saponátový prostředek obsahuje látky, které snižují povrchové napětí vody, a tím se zvětšuje povrch působící kapaliny na kontaminant, a tím i účinnost dekontaminace. Saponát obsahuje rozpouštědlo, ve kterém jsou všechny ingredience rozpustné. Může a nemusí to být

voda. Není-li to voda, musí být rozpouštědlo při aplikaci v požární ochraně ve vodě rozpustné. Dalšími složkami mohou být inhibitory koroze, stabilizátory pěny, soli (cheláty), změkčovadla atd. Nejdůležitější složkou je však *tenzid*, který pomocí aktivních částí své chemické struktury na sebe naváže molekuly kontaminantu. Důležité je, aby tato vazba byla silnější, než je síla, kterou je kontaminant přilnut k dekontaminovanému povrchu. Saponátové prostředky používá HZS ČR zejména pro dekontaminaci od radioaktivních látek. Mechanismus působení tenzidu je uveden na obrázku.



Obr. 10.1 Mechanismus působení tenzidu

Hvězda je dekontaminačním činidlem zavedeným do vybavení HZS ČR v roce 2010; byla doporučena zejména z těchto důvodů:



Obr. 10.2 Dekontaminační činidla Hvězda a chlornan sodný

- a) univerzálnost – lze ji použít na průmyslové škodliviny a bojové chemické látky (BCHL, detoxikace), B-agens (desinfekce) nebo kontaminaci radioaktivními látkami (dezaktivace), což ji zásadně odlišuje od dosud používaných dekonta-

minačních činidel, která tuto univerzálnost postrádají; kromě toho díky použitým tenzidům významně snižuje povrchové napětí vody, čímž má výborné smáčecí vlastnosti; všechny výše uvedené vlastnosti byly testovány akreditovanými laboratořemi,

- b) jednoduchá příprava dekontaminační směsi – je dvousložkovou směsí,
- první složka (alkalická, označovaná AB) je kapalina, která obsahuje mj. 3 % hm. NaOH, 10 % hm. kationogenního tenzidu (alkyldimethylbenzylamonium chlorid) a méně než 5 % hm. neionogenního tenzidu,
 - druhá složka (peroxidická, označovaná CC) je kapalina, která obsahuje mj. 20 % peroxidu vodíku,
 - složky AB a CC se skladují každá ve zvláštním obalu,
 - „koncentrovaná“ dekontaminační směs se připraví smícháním 4 objemových dílů složky AB a 1 objemového dílu složky CC,
 - postup přípravy zředěných roztoků Hvězdy spočívá ve zředění složky AB vodou a následném přidání složky CC (eliminace pěnění),
 - expozice Hvězdy pro detoxikaci, desinfekci a dezaktivaci je vždy 5 min,
- c) je ve vybavení Armády ČR a jsou na ni velmi dobré reference,
- d) nevykazuje žádné významné korozní účinky na konstrukční prvky dekontaminačních stanovišť používaných HZS ČR, ani žádný negativní vliv na technologii těchto dekontaminačních zařízení,
- e) nemá žádný negativní účinek na kůži, což ji zásadně odlišuje od používaných dekontaminačních činidel na BCHL (např. NaClO), které nelze aplikovat na lidskou kůži, proto se využívá klasické mýdlo,
- f) expirace složky AB je 3 roky, expirace složky CC je 1 rok,
- g) při její aplikaci lze díky mírnému pěnění směsi dobře kontrolovat nános a oplach dekontaminační směsí; je-li k dispozici pěnотvorné zařízení, lze Hvězdu využít ve formě pěny,
- h) byla schválena hlavním hygienikem ČR a Státní veterinární správou ČR.

Tab. 10.1 Nejnižší povolené koncentrace dekontaminačního činidla Hvězda (v % obj.)

| Kontaminant | Typ dekontaminace | Dekontaminovaný objekt – místo dekontaminace | | |
|---------------------------|-------------------|--|---------------|----------|
| | | Osoby | Hasiči v POO* | Technika |
| toxické látky včetně BCHL | detoxikace | 10** | 75 | 10 |
| radioaktivní látky | dezaktivace | 5 | 10 | 10 |
| B-agens | dezinfekce | 10 | 10 | 10 |

*Protichemické ochranné oděvy

**4 obj. díly složky AB + 45 obj. dílů vody a nakonec 1 obj. díly složky CC

Persteril je vysoce efektivní biocid s rozsáhlými desinfekčními a oxidačními vlastnostmi. Při běžných teplotách dosahuje 100% sterility v celém spektru mikroorganismů. Spolehlivě ničí bakterie, mykobakterie, viry, vč. HIV, TBC, ptačí chřipky, plísni a spor Antraxu. Persteril je desinfekční prostředek schválený hlavním hygienikem ČR a Státní veterinární správou. Vyrábí se ve třech koncentracích pod obchodními názvy Persteril 36 %, Persteril 15 % a Persteril 4 %. Při přípravě dekontaminačního roztoku se bere každý z uvedených persterilů jako 100% roztok.

Persteril 36 % je vodným roztokem kyseliny peroxooctové (36 % obj.), peroxidu vodíku (15 % obj.) a kyseliny sírové (1 % obj.).

Tab. 10.2 Nejnižší povolené koncentrace dekontaminačního činidla Persteril (v % obj.)

| Kontaminant (typ Persterilu) | Dekontaminace | Dekontaminovaný objekt | | |
|------------------------------|---------------|------------------------|--------------|----------|
| | | Osoby | Hasiči v POO | Technika |
| B-agens (Persteril 36 %) | desinfekce | 0,2 | 2 | 2 |
| B-agens (Persteril 15 %) | desinfekce | 0,4 | 4 | 4 |

Chlornan sodný je dekontaminační činidlo určené zejména pro detoxikaci BCHL. Dodává se v podobě vodného roztoku, který obsahuje jako aktivní složky chlornan sodný, hydroxid sodný (1 % hm.) a aktivní chlór (min. 12,3 % hm.). Je slabě alkalickým roztokem se silně oxidačními vlastnostmi, žíravými a bělicími účinky. Hydroxid sodný způsobuje alkalitu roztoku, což přispívá k úspěšné hydrolýze nervově paralytických a zpuchýřujících otravných látek. Zároveň působí jako stabilizátor aktivního chlóru, protože brání jeho uvolňování do atmosféry. Vzhledem k tomu, že doporučená koncentrace aktivního chlóru v aplikované dekontaminační směsi je min. 2,5 % hm., zakoupený chlornan sodný se ředí vodou na roztok o koncentraci 20 % obj., tj. v poměru 1 objemový díl chlornanu sodného a 4 objemové díly vody.

Chlornan vápenatý se používá na dekontaminaci stejných látek jako chlornan sodný. HZS ČR však preferuje chlornan sodný před chlornanem vápenatým, který se dodává ve formě pevné látky, hůře se rozpouští ve vodě, což způsobuje tvorbu hrudek v dekontaminační směsi, které ucpávají trysky dekontaminačních sprch. Chlornan vápenatý se dodává s obsahem aktivního chloru 60 % hm. Aby se splnil požadavek koncentrace aktivního chloru min. 2,5 % hm., ředí se vodou zakoupený chlornan vápenatý na roztok 5 % hm., tj. v poměru 1 hmotnostní díl chlornanu vápenatého a 19 hmotnostních dílů vody. Stejně jako chlornan sodný nelze aplikovat na lidskou kůži.

K dezaktivaci kůže se používá speciální mýdlo **Neodekont**. Bližší podrobnosti o tomto prostředku jsou uvedeny v odst. 10.5.

Mýdlo je důležitým dekontaminačním činidlem. Zejména klasická sodnodraselná mýdla mají rovněž desinfekční účinky, je lze využít nejen k dekontaminaci těla od průmyslových škodlivin, BCHL a dezaktivaci, ale i k desinfekci. Stejně jako saponátové prostředky snižuje povrchové napětí, a tím zefektivňuje dekontaminační proces.

Další dekontaminační činidla používaná HZS ČR jsou uvedena v příloze 15.

Jak již bylo uvedeno, existují dekontaminační činidla, která odbourávají molekulu kontaminantu, čímž změní jeho chemickou strukturu tak, že ztratí např. svou toxicitu, nebo způsobí smrt mikroorganismu. Neexistují však dekontaminační činidla, která zastaví pochody uvnitř jader atomů radioaktivních látek a produkci radioaktivního nebo ionizujícího záření u zdrojů ionizujícího záření obecně.

Expoziční doba závisí na použité dekontaminační směsi a kontaminantu. Pro saponátové prostředky je cca 1 min, pro Persteril podle způsobu aplikace 1-2 min a pro Hvězdu a chlornanové suspenze 5 min. Dekontaminační činidla uvedená v této publikaci jsou tzv. *základní dekontaminační činidla*. V případě identifikace B-agens

určí orgán veřejného zdraví, jde-li o humánní desinfekci, nebo Státní veterinární správa, jde-li o dezinfekci veterinárního charakteru, *selektivní dekontaminační činidlo*.

Je třeba:

- a) počítat s tím, že dekontaminací se nepodaří kvantitativně (stoprocentně) zlikvidovat kontaminant chemicky nebo biologicky,
- b) nabádat hasiče k provádění úzkostlivě pečlivé dekontaminační činnosti tak, aby se veškerý kontaminant dostal z kontaminované plochy do odpadní sběrné nádrže,
- c) počítat s tím, že v odpadní vodě po dekontaminaci mohou být zbytky kontaminantu, proto je třeba s ní zacházet velice obezřetně a vždy s použitím ochranných prostředků.

10.4 HLAVNÍ ZÁSADY PŘI DEKONTAMINACI HASIČŮ

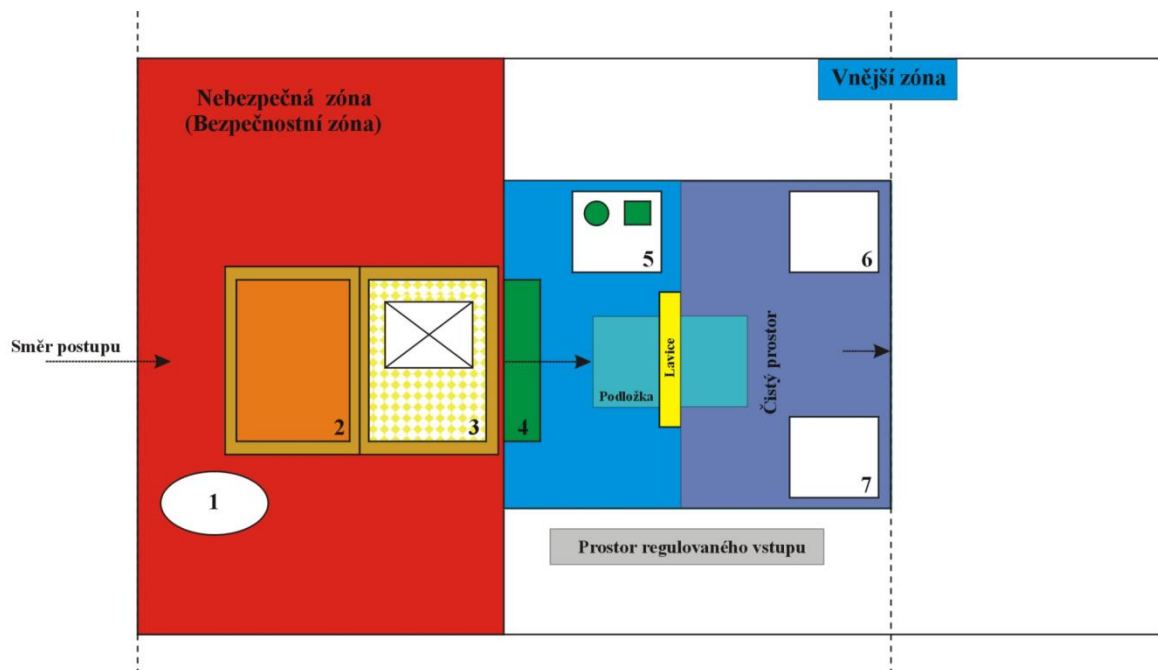
Dekontaminace se provádí v případech nebezpečí ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí vyplývající z povahy NL a z důvodu zamezení jejího šíření. Zásady, postupy činnosti a nutná opatření při dekontaminaci jsou uvedeny v metodických listech Bojového řádu jednotek požární ochrany, popř. v typových činnostech. Dekontaminace se provádí u zasahujících hasičů, osob zasažených NL nebo věcných prostředků a techniky. Na rozsáhlejší dekontaminaci povrchů objektů a terénu a zvířat není HZS ČR vybaven relevantními prostředky. Na místě zásahu rozhoduje o provedení dekontaminace velitel zásahu.

Pro provádění dekontaminace se zřizuje **dekontaminační prostor**, který je určen pro dekontaminaci zasahujících hasičů a věcných prostředků po návratu z nebezpečné zóny. Kromě toho dekontaminační prostor slouží pro odkládání ochranných prostředků po provedené dekontaminaci a odkládání kontaminovaných prostředků a jejich izolaci v neprodyšných obalech. Je umístěn na návětrné straně na hranici mezi nebezpečnou a vnější zónou s výjimkou radiálních událostí, kdy se zřizuje mezi hranici bezpečnostní a vnější zóny, tam, kde hodnota příkonu ekvivalentní dávky je menší než 1mikroSv/h (pokud není stanoveno jinak). Je-li nutná dekontaminace, dekontaminační prostor je jediným možným prostorem pro výstup z nebezpečné zóny, popř. bezpečnostní zóny při kontaminaci radioaktivními látkami.

Vlastní **dekontaminační pracoviště** je rozděleno na místa pro odkládání věcných prostředků, nanášení dekontaminační směsi a její splachování, kontrolu kontaminace, odkládání osobních ochranných prostředků a místo pro opětovné vystrojení. Dekontaminace musí být zajištěna nejpozději před vstupem prvních hasičů do nebezpečné (případně bezpečnostní) zóny.

Činnosti v dekontaminačním prostoru je třeba provádět velice pozorně a poctivě tak, aby nedošlo k zavlečené kontaminaci sil a prostředků. Je nutné dodržovat dekontaminační postupy, přípravu dekontaminační směsi a její aplikaci. Je-li kontaminantem B-agens, radioaktivní látka, BCHL, jiná vysoce toxická nebezpečná chemická látka nebo neznámá látka, musí být obsluha dekontaminačního stanoviště, která se pohybuje v nebezpečné zóně, a hasiči, kteří provádějí likvidaci stanoviště, vybaveni stejným stupněm ochrany jako hasiči nasazení v nebezpečné zóně. Obsluha místa pro odkládání osobních prostředků může mít nižší stupeň ochrany, např. filtrační dýchací přístroj (FDP) a jednorázový protichemický ochranný oděv (POO).

Bylo-li prokázáno, že NL je radioaktivní látka nebo BCHL, je třeba zajistit kontrolu kontaminace po provedené dekontaminaci. Obsluha dekontaminačního pracoviště musí být v části svlékání ochranného oděvu a může být i v části nánosu dekontaminačního činidla. S ohledem na zásoby stlačeného vzduchu v tlakové lahvi (TL) dýchacího přístroje (DP) při zásahu je nutné počítat s časem pro dekontaminaci 10 min.



Obr. 10.3 Schéma dekontaminačního pracoviště

Vzhledem k tomu, že na místě události nemusí být vždy k dispozici dekontaminační prostředky, lze pro dekontaminaci využít běžné věcné prostředky ve vybavení jednotky. Podle způsobu provádění se dekontaminace dělí na:

- a) *zjednodušenou*, která se provádí běžnými věcnými prostředky ve vybavení družstva a CAS, kterými jsou pevná fólie o rozměrech 4x4 m, hadice B, rozdělovač pro vytvoření záchytné vany, prostředky pro nanášení dekontaminační směsi (kbelík, smeták nebo postřikovač), hadice C s proudnicí s roztříštěným proudem pro oplachování a neprodyšné obaly na kontaminovaný odpad a na použité věcné prostředky,
- b) *základní*, která se provádí speciálními prostředky určenými k provádění dekontaminace (např. dekontaminační sprcha, záchytná vana) s obsluhou.

Před nanášením dekontaminační směsi se mechanicky odstraňují hrubé nečistoty (např. bláto z podrážek bot). Vlastní dekontaminace se provádí postupně od shora dolů a vždy jedním směrem. Při dekontaminaci POO je nutno věnovat zvýšenou pozornost částem, kde je největší pravděpodobnost kontaminace: rukavicím, podrážkám bot, zorníkům, prostoru přetlakových ventilů, místům pod pažemi a v rozkroku, zipům nebo částem oděvu, které nejsou navzájem pevně spojeny. Nanesená dekontaminační směs se nechá působit (expoziční doba závisí na použité dekontaminační směsi a kontaminantu). Nelze podceňovat následné osprchování v dekontaminační sprše, které má být velmi intenzivní a má trvat za neustálého otáčení min. 30 s tak, aby byl dokonale omyt celý povrch oděvu. Na místě určeném pro odkládání osobních ochranných prostředků je lavice a na zemi plastová fólie s textilním sorbentem. Ob-

sluha při svlékání dodržuje zásadu zbytečně se nedotýkat vnějších částí oděvu. Ochranný oděv včetně vnitřních rukavic se ukládá do neprodyšného obalu, do kterého se odkládají všechny části POO vyjma DP, pokud byl umístěn pod oděvem a nebyl kontaminován. Rovněž ostatní prostředky, které nelze dekontaminovat na místě, je třeba ukládat do neprodyšných obalů a uzavíratelných obalů (plastových sudů), které se následně rovněž dekontaminují. Po ukončení činnosti je nutno zajistit bezpečnou likvidaci dekontaminačního prostoru a dekontaminačního pracoviště tak, že se nejprve dekontaminují vnější části a pak části vnitřní.

Některé zvláštnosti dekontaminace biologických látek – Pokud nanášení desinfekčního roztoku nebylo provedeno účinným postřikovačem, ale smetáčkem, je třeba jej provést dvakrát po sobě. Při dekontaminaci osob se oděv zásadně odkládá v ochranných rukavicích a ukládá se do dvou neprodyšných a samostatně uzavíratelných obalů (obal do obalu), přičemž ceniny se ukládají zvlášť.

Odpadní voda po dekontaminaci kontaminovaná radioaktivními látkami, B-agens, BCHL nebo nebezpečnými chemickými látkami musí být jímána do sběrných nádrží. Jímání odpadní vody po dekontaminaci se provádí čerpadlem ze záchytné vany. O jímání odpadní vody po dekontaminaci od ostatních nebezpečných chemických látek rozhodne velitel zásahu na základě charakteru NL a po dohodě s orgány životního prostředí (Česká inspekce životního prostředí ČIŽP, Ministerstvo životního prostředí). V případě kontaminace radioaktivními látkami nebo BCHL rozhoduje o dalším nakládání se sběrnou nádrží či nádobou naplněnou odpadní vodou po dekontaminaci Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB), popř. Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany (SÚJCHBO). V případě kontaminace i při podezření na kontaminaci B-agens se po ukončení oplachu vodou provede desinfekce odpadní vody ve sběrné nádobě přebytkem desinfekčního prostředku a po stanovené expozici a se souhlasem orgánu životního prostředí, orgánu veřejného zdraví, popř. veterinární správy se může tato odpadní voda vypustit do kanalizace. Veškeré vypouštění odpadních vod po dekontaminaci, u kterých není zřejmé jejich kvalitativní a kvantitativní složení, podléhá režimu příslušných právních předpisů o odpadech. Rozhodnutí o způsobu ekologické likvidace odpadních vod musí provést příslušné orgány, které je nutno povolát do místa zásahu (SÚJB, orgány Ministerstva životního prostředí, orgány veřejného zdraví nebo orgány Státní veterinární správy).

Tab. 10.3 Doporučená aplikační množství dekontaminačních kapalin

| Způsob nanášení dekontaminačních kapalin | Množství [l/m ²] |
|--|------------------------------|
| dekontaminační roztok sprchou | 0,5 |
| dekontaminační roztok mechanicky | 1 |
| oplach vodou (sprcha, mlhová proudnice) | 10 |
| oplach vodou (sprcha, mlhová proudnice) při zasažení radioaktivní látkou | 50 |

10.5 SPECIFIKA DEZAKTIVACE

Dezaktivace je prováděna s cílem odstranit radioaktivní látky z povrchů, či z prostředí. Tento proces však nevede k destrukci radionuklidů, které nadále zůstávají zdroji ionizujícího záření. Radioaktivní rozpad nelze ovlivnit ani chemicky, ani fyzikálně. Proto na rozdíl od detoxikace či desinfekce odpady vzniklé při dezaktivaci mo-

hou být zdrojem další kontaminace. Na tyto odpady se nahlíží jako na radioaktivní odpady a způsob jejich likvidace musí být v souladu s atomovým zákonem a příslušnými vyhláškami SÚJB. MV-GŘ HZS ČR má uzavřenu s Ústavem jaderného výzkumu smlouvu o likvidaci kapalných radioaktivních odpadů po dezaktivaci.

Dezaktivace se provádí u osob, ochranných pomůcek, přístrojů, nástrojů, zařízení a prostředků, včetně dopravních; v některých případech může být vyžadována i dekontaminace terénu. Aby byla dezaktivace dostatečně účinná a efektivní, je zapotřebí volit činidla odpovídající reálné situaci a stanoveným cílům dezaktivace a tomu odpovídající technické prostředky a k jejich aplikaci i správné metody (pracovní postupy) dezaktivace. Zvláštní péči vyžaduje dezaktivace osob, zejména s ohledem na výběr činidla.

Specifickým případem dezaktivace je využití poločasu přeměny radionuklidů v kontaminantu, kdy se kontaminované předměty či prostředky používají až po uplynutí doby, kdy radioaktivita klesne pod kontrolovanou hodnotu, což je možné pouze v případě radionuklidů s krátkým poločasem přeměny.

10.5.1 Zásady správné dezaktivace

1. Dezaktivace musí být prováděna cíleně, tj. s ohledem na druh kontaminantu, stupeň kontaminace a fyzikálně chemické vlastnosti dekontaminovaných povrchů.
2. Dezaktivace musí být zahájena co nejdříve (v čase, kdy to situace dovolí), neboť čím později je dezaktivace zahájena, tím je náročnější, složitější a v některých případech by byla již neúčinná (kontaminant se může zabudovat do struktury povrchu a poté již nebude odstranitelný).
3. Použitá činidla a dezaktivací postupy musí zabezpečit rychlý nástup účinku a nesmí narušovat či poškozovat dekontaminované povrchy.
4. Je třeba volit taková činidla a postupy, které zabezpečí minimalizaci spotřeby činidel, vody a času potřebného k účinné dezaktivaci.
5. Použité dekontaminační technologie by měly vést k tvorbě minimálních objemů kapalných odpadů, či minimální hmotnosti tuhých odpadů.
6. Pracovní postupy by měly být co nejjednodušší, nenáročné či přímo nezávislé na energii a na kvalifikaci pracovníků provádějících dezaktivaci.
7. Proces dezaktivace nesmí poškozovat životní prostředí.

10.5.2 Dezaktivací postupy

Suché metody – Ze suchých metod jsou realizovatelné jednoduché mechanické metody jako otírání, metení, vysávání apod. Tyto metody zpravidla nevyžadují složitější technologická zařízení. Jejich výhodou je malý objem produkovaných radioaktivních odpadů a jednoduchost. Zásadními nevýhodami jsou ale značná pracnost, časová náročnost a relativně nízká účinnost, zejména při odstraňování malých částic. Za suchý způsob lze považovat opatrné sundání ochranných oděvů, např. srolováním oděvu typu *Tyvek* od hlavy dolů tak, aby nedocházelo ke zviřování kontaminantu, popř. jeho přenosu na vnitřní oděv.

Polosuché metody – Z polosuchých metod, které jsou založeny na působení pěn, past, nebo gelů, jsou nejvhodnější především pěnové metody. Jsou velice účinné

zejména tam, kde došlo ke kontaminaci suchou cestou (aerosoly, prach). Princip spočívá v nanesení suché pěny (generované ve speciálním zařízení) na povrch kontaminovaného objektu. Roztok pro vytváření pěny obsahuje povrchově aktivní látku (tenzid), která podmiňuje vznik pěny a mycí proces, komplexující látku, která zabraňuje redepozici uvolněného kontaminantu, popř. další látky. Výhodou je dlouhá doba působení (suchá pěna se i na svislých plochách udrží dlouhou dobu).

Mokré metody – Za mokré dekontaminační metody lze považovat oplachy, ostříky apod. Vzhledem k jejich jednoduchosti se jedná o nejběžnější a nejvíce užívané dekontaminační metody. K jejich realizaci je možno použít vedle speciální dekontaminační techniky i běžnou požární nebo čisticí techniku. Pro provádění oplachů nebo ostříků (tlakových až vysokotlakých) je možno použít samotnou vodu nebo různé typy dekontaminačních roztoků. Nevýhodou těchto postupů je fakt, že dochází ke vzniku značného množství sekundárních radioaktivních odpadů, se kterými je nutno dále nakládat v souladu s platnými předpisy.

10.5.3 Dezaktivační činidla

Hlavní složkou dezaktivačních činidel jsou tenzidy, které snižují povrchové napětí, a tím zkvalitňují mycí proces. Dále se používají komplexotvorné sloučeniny k zabránění redepozice uvolněného kontaminantu a látky k úpravě pH na hodnoty, při nichž jsou radionuklidy v iontové formě. Dále uvádíme některá činidla, zvláště vhodná pro účinnou dezaktivaci.

Dekontaminační tekuté mýdlo s abrazivem Neodekont je dekontaminační prostředek s mycím a čisticím účinkem, určený především pro dekontaminaci rukou a také ostatních částí těla, přístrojů, nástrojů, podlah a jiných povrchů kontaminovaných radioaktivními látkami. Neodekont je koncentrovaný mycí a čisticí prostředek obsahující sloučeniny, které snižují povrchové napětí kapalin, a tím usnadňují smáčení povrchu a odstraňování radionuklidů. Neodekont obsahuje i abraziva, která rovněž napomáhají odstranit radioaktivní látky ulpělé na pevných površích. S vodou vytváří mírně alkalické suspenze, které nemají korozivní účinek na dekontaminované materiály. Spojením fyzikálních a chemických účinků Neodekontu je dosaženo vysoké dekontaminační účinnosti při odstraňování radioaktivního kontaminantu bez ohledu na to, zda je vázán na organické či anorganické materiály, včetně povrchů znečištěných tukem.

Pro dekontaminaci kůže se nanese na vlhké ruce 2-3 ml prostředku, pečlivě se roztírá a opláchně vodou. Vlhká kůže se dekontaminuje roztíráním prostředku tamponem a opláchnutím vodou. Nepoužívá se v blízkosti sliznic a očí.

Při dekontaminaci pevných povrchů se roztírá na povrchu asi 5 ml prostředku hadříkem a povrch se opláchně. V některých případech je vhodné nejen činidlo nanést a nechat působit, ale taktéž převést radioaktivní látky pomocí kartáčů do vzniklé pěny, a tím usnadnit jejich přenos. Činidlo se následně odstraní spláchnutím dostatečným množstvím vody do odpadní jímky.

Suché pěny a jejich generátory – Chemické složení pěnotvorného roztoku, z něhož bude pěna generována, je třeba volit v závislosti na povaze dekontaminovaného povrchu, radionuklidového složení kontaminantu a také podmínek, za nichž ke kontaminaci došlo.

Příklad pěnotvorného dezaktivacího roztoku B1:

- 3 až 5 % hm. SPOLAPON AES 253 (popř. 242),
- 2,5 % hm. kyselina citrónová,
- 2 % hm. thiomčovina,
- ad 100 % voda (pH pěnotvorného roztoku cca 2).

Složení dezaktivacíh roztoků – Ostriky či oplachy je možno provádět čistou vodou, nebo lépe roztokem obsahujícím chemické látky (kyseliny, hydroxidy, tenzidy, komplexotvorné látky atd.). Nejčastěji jsou používány roztoky detergentů pro usnadnění čistícího procesu a komplexotvorných látek zajišťujících přechod kontaminantu do roztoku a zabraňující jeho redepozici. Dále jsou součástí činidel kyseliny, např. kyselina šťavelová nebo citrónová, popř. další chemické látky. Roztoky je vhodné používat na rovné, málo členité povrchy, které jsou relativně málo znečištěné.

Příklad dezaktivacího roztoku A1:

- 1 až 3 % hm. Na₂EDTA (disodná sůl kyseliny etylendiamintetraoctové),
- 1 % hm. SPOLAPON AES 253 (anionogenní tenzid),
- 1 % hm. kyselina citrónová,
- ad 100 % voda.

10.5.4 Další specifika dezaktivace

Každý, kdo přichází z bezpečnostní zóny, musí projít dozimetrickou kontrolou. Pokud dozimetrická kontrola neprokáže hodnotu plošné aktivity vyšší než kontrolovaná hodnota (zpravidla 3 Bq/cm², viz dále), není třeba provádět dekontaminaci. Při zjištění hodnoty vyšší než hodnoty kontrolované, osoba odchází k dekontaminačnímu stanovišti k provedení dezaktivace.

Při použití P00 se provádí dekontaminace *suchým způsobem* (opatrné vysvělení ochranných prostředků, např. srolování *Tyveku*) a následuje dozimetrická kontrola. Při použití jednorázového P00 s respirátorem se dekontaminace oděvu zásadně provádí *pouze suchým způsobem*. Po vysvělení a zjištění možné kontaminace se provede dekontaminace, např. prostým umytím rukou vhodným dekontaminačním činidlem (nejlépe Neodekont).

Při použití plynotěsného protichemického ochranného oděvu je v případě pozitivního výsledku měření nutno použít *polosuchý nebo mokrý způsob* dekontaminace. S použitím tenzidových prostředků, kartáčů, smetáku apod. se kontaminant převede do pěny, načež následuje důkladný oplach velkým množstvím vody. Je-li dozimetrická kontrola opět pozitivní, celý proces se opakuje. Pokud jsou zjištěny nadlimitní hodnoty u spodního oděvu, musí se hasič zcela vysvléci a provést dezaktivaci celého povrchu těla.

Při *dezaktivaci osob* se provádí odstraňování radioaktivních látek z odkrytých částí těla otíráním, vypláchnutím úst, nosu a očí. Odloží se vnější část oděvu do označených uzavíratelných nádob a provede se dozimetrická kontrola osob na povrchovou kontaminaci. Pokud je překročena kontrolovaná hodnota, veškeré ošacení se odkládá do uzavíratelných nádob. Následuje omytí celého těla včetně vlasů za použití tekutého mýdla s přísávkem abraziv a šampónů bez kondicionéru. Při mytí je nutno dbát na to, aby nedošlo k poškození kůže v kontaminovaných místech (a tedy k ná-

sledné vnitřní kontaminaci organismu vlivem penetrace kontaminantu přes pokožku). Stejně tak je třeba dát pozor, aby při mytí nedošlo k ingesci radioaktivních látek. Poté se provede osprchování a osušení na dekontaminačním pracovišti. Je-li výsledná hodnota povrchové kontaminace po dozimetrické kontrole nižší než kontrolovaná hodnota, zasažená osoba se obleče do náhradního oblečení a postupuje na lékařskou prohlídku. Pokud ani při opakované dezaktivaci nedojde k poklesu pod kontrolovanou hodnotu, vzniká podezření, že se kontaminant zabudoval do povrchu kůže nebo že došlo ke vnitřní kontaminaci. Osobu je v takovém případě nutno odeslat do speciálního zdravotnického zařízení a nechat monitorovat na vnitřní kontaminaci.

Odpadní voda po dekontaminaci kontaminované radioaktivními látkami musí být jímána do sběrných nádrží a nakládá se s ní jako s radioaktivním odpadem. Se vším, do čeho byly převedeny radioaktivní látky, tj. tampóny, utěrky, kartáče apod., je rovněž nutno nakládat jako s radioaktivním odpadem!

Kontrolovaná hodnota pro rozhodování o provádění dezaktivace obecně závisí na optimalizaci radiační ochrany, na typu kontaminantu (jeho chemickém složení, rozpustnosti, typu radionuklidu apod.) a rovněž na okolnosti, zda kontaminované předměty či technika přijdou do styku s osobami. Při radiačním zásahu JPO není možno ihned určit typ kontaminantu; proto je kontrolovaná hodnota pro kategorie radiačního zásahu I. a II. stanovena pro osoby na 3 Bq/cm^2 a pro prostředky a techniku na 10 Bq/cm^2 . Tyto hodnoty zaručují, že ať je kontaminant jakýkoliv, nemůže způsobit zdravotní újmu. V případě, že nebude možno tyto hodnoty dodržet (dosáhnout), bude nutno na základě identifikace radionuklidu v kontaminantu určit novou kontrolovanou hodnotu. U kategorie radiačního zásahu III. není předem stanovena žádná kontrolovaná hodnota. U tohoto zásahu bude nutno zavést celou řadu opatření tak, aby se zamezilo zavlékání kontaminace mimo prostor zásahu. Půjde např. o vyčlenění prostředků a techniky, která se bude používat pouze v ochranných zónách či v zónách havarijního plánování apod.

10.6 DEKONTAMINAČNÍ PROSTŘEDKY

10.6.1 Stanoviště dekontaminace hasičů (dekontaminační sprcha)

Stanoviště dekontaminace hasičů (dekontaminační sprcha) je mobilním technologickým celkem, který je určen pro dekontaminaci hasičů nebo zasahujících jednotek v POO po návratu z nebezpečné zóny (bezpečnostní zóny), malého počtu osob nebo drobného materiálu. Dekontaminační sprcha umožňuje provádět dekontaminaci osob od chemických, biologických nebo radioaktivních látek bez nutnosti provádění úprav pro postup dekontaminace na stanovišti. Nikdy se však zároveň neprovádí v jedné dekontaminační sprše dekontaminace obyvatelstva a zasahujících složek.

Jednotlivé části dekontaminační sprchy se vyrábějí ze snadno dekontaminovatelných a mechanicky a chemicky odolných materiálů. Dekontaminační sprcha se skládá ze:

- *záchytné vany*, která
 - je určena pro nánášení dekontaminační směsi ručně (nádobu se směsí a smetáček) nebo postřikovačem,

- zachytí použitou odpadní vodu min. 4 osob, přičemž hladina se nesmí dostat nad úroveň rohoží,
- má rozměry min. 3x3 m,
- je zpravidla plastová a nafukovací s ventily pro nafukování z TL,
- je vybavena vypouštěcím otvorem pro snazší vypouštění odpadní vody,
- činnost provádí obsluha, ale mohou dělat také dva hasiči vzájemně,
- se nachází v nebezpečné zóně, proto jsou osobní ochranné prostředky stejné jako u zasahujících v nebezpečné zóně,



10.4 Příklady dekontaminačních sprch

- vlastní dekontaminační sprchy, jejíž součástí je další záchytná vana, které splňují tyto parametry:
 - jsou plastové a nafukovací s ventily pro nafukování z TL,
 - šířka a výška (s rohožemi) umožňuje bezproblémové otáčení a průchod osoby v PPOO,
 - mezi výstřikovou tryskou a dekontaminovaným povrchem je vzdálenost min. 30 cm,
 - při dekontaminaci raněného je dostatečný prostor pro průchod obsluhy, svlékání kontaminované osoby a vlastní dekontaminaci,
 - trysky jsou dobře rozebíratelné a v počtu umožňujícím rovnoměrné sprchování celého povrchu oděvu (ze 4 stran min. po 3 tryskách),
 - vybavena ruční sprchou a kartáčem,
 - ovládací ventily sprchy jsou snadno dosažitelné obsluhou nebo dekontaminovatelnými osobami,
 - je vybavena vstupním filtrem pro zachyt mechanických nečistot z použité vody,
 - vybavena zástěnou, která zamezuje roztržku oplachové vody; obsluha řídí pracoviště na dálku,
 - sprcha umístěna na hranici nebezpečné a vnější zóny,
- rohoží do dekontaminační sprchy a záchytné vany, které
 - zamezují styku s odpadní vodou,
 - jsou vyrobeny z plastu s protiskluzovým neporézním povrchem,
 - mají výšku min. 10 cm,

- zakrývají povrch obou záchytných van,
- *ručního postřikovače s kartáčem,*
- *sběrné nádrže na odpadní vodu po dekontaminaci – jednoduše smontovatelné a rozebíratelné a schopné pojmout min. 2 m³ kapaliny,*
- *plynotěsných plastových sudů na kontaminované látky a věcné prostředky – určeny pro věcné prostředky, které nelze dekontaminovat na místě nebo pro uskladnění odebraného vzorku NL (min. tři 20l sudy) a pro sběr POO odložených po dekontaminaci (min. dva 200l sudy,*
- *igelitových pytlů – o rozměrech umožňujících vkládat jako vložku do plynotěsných plastových sudů (počet min. pro každý sud),*
- *fólií pro odkládání věcných prostředků a převlékání po dekontaminaci,*
- *sorpčních rohoží pod záchytnou vanu a dekontaminační sprchu,*
- *plastových nosítek pro dekontaminaci raněných (perforovaných) – jsou opatřena otvory pro odtok kapaliny,*
- *čerpadla na odčerpávání odpadní vody po dekontaminaci ze záchytné vany nebo vlastní dekontaminační sprchy do sběrných nádrží – dostatečný výkon pro odčerpávání odpadní vody, tzn. průtok je dimenzován na větší množství vody, než proteče dekontaminační sprchou a ruční sprchou.*

Uvedení do pohotovostního stavu je zpravidla velmi jednoduché a proveditelné max. 4 osobami do 15 min. Se stejným počtem osob lze zařízení provozovat: 1-2 osoby pro nánášení dekontaminační směsi, 1-2 osoby pro obsluhu vlastní dekontaminační sprchy a zdroje vody (cisterny) a 1-2 osoby asistující při svlékání dekontaminovaných hasičů.

10.6.2 Stanoviště dekontaminace osob

Stanoviště dekontaminace osob (SDO) je mobilním technologickým celkem, určeným pro dekontaminaci obyvatelstva.

Základními požadavky na stanoviště dekontaminace osob jsou:

- dostatečná kapacitní propustnost,
- oddělené sekce pro dekontaminaci mužů, žen a obsluhy a dostatečný prostor pro provádění dekontaminace osob na nosítkách,
- jednoduchá stavba a krátký čas uvedení stanoviště do pohotovosti s využitím družstva 1+5,
- možnost okamžitého vytápění a využívání teplé vody,
- nízká spotřeba vody (nízké průtoky dekontaminačními sprchami) a zajištění jímání odpadní vody po dekontaminaci,
- možnost provádění dekontaminace při teplotách mírně pod bodem mrazu,
- materiál použitý na stavbu stanoviště musí být mechanicky a chemicky odolný a snadno dekontaminovatelný.

HZS ČR má v současnosti k dispozici typy SDO, které jsou uvedeny v tabulce. Nejrozšířenějšími typy jsou SDO-2, SDO-3KR a SDO-3R. **SDO-1** se skládá ze tří nafukovacích stanů sestavených v linii (svlékárna, sprcha, oblékárna), dekontaminačního

pracoviště obsluhy a technologického zabezpečení. Sestava je podélně rozdělena na část pro dekontaminaci mužů a část pro dekontaminaci žen. Celková délka sestavy je 18 m a šířka 6 m. Podobné je zařízení **SDO-A** Záchranný útvar HZS ČR (ZÚ HZS ČR), což je klasické armádní stanové uspořádání bez vybavení pro dekontaminaci raněných. Posledním stanoviště dekontaminace osob **SDO-Z** si pořídil HZS Zlínského kraje na vlastní náklady. SDO-1, SDO-2, SDO-3KR a SDO-3R jsou majetkem Správy státních hmotných rezerv a HZS krajů a ZÚ HZS ČR plní ochraňovatelkou úlohu.

Tab. Rozmístění stanovišť dekontaminace osob u HZS ČR (r. 2012)

| HZS kraje | SDO-A | SDO-1 | SDO-2 | SDO-Z | SDO-3KR | SDO-3R |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| Hl. m. Prahy | - | - | 2 | - | - | - |
| Středočeského | - | - | - | - | 1 | - |
| Jihočeského | - | - | 1 | - | 1 | - |
| Plzeňského | - | - | - | - | 1 | - |
| Karlovarského | - | - | - | - | 1 | - |
| Ústeckého | - | - | - | - | - | 1 |
| Libereckého | - | - | - | - | - | - |
| Pardubického | - | - | - | - | - | - |
| Královéhradeckého | - | - | 2 | - | - | - |
| Vysočina | - | - | 2 | - | - | - |
| Jihomoravského | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Olomouckého | - | - | - | - | - | - |
| Moravskoslezského | - | - | 1 | - | - | - |
| Zlínského | - | - | - | 2 | - | - |
| ZÚ HZS ČR | 2 | 1 | 1 | - | - | 2 |
| CELKEM | 2 | 1 | 10 | 2 | 4 | 4 |

10.6.2.1 SDO-2

SDO-2 je tvořeno dvounápravovým přívěsem s výklopnými bočními vraty, kde je uložen stanový dílec, který se po otevření vrat rozvine. V pohotovosti zaujímá SDO-2 plochu 9x6 m.

V přední části přívěsu je technologický prostor pro obsluhu a v zadní části průchozí zařízení pro dekontaminaci obsluhy. Uprostřed přívěsu je prostor pro celý mokrý proces dekontaminace. Součástí přívěsu je zachytná jímka na odpadní vodu. Technologická část je vybavena průtokovým ohříváčem vody, přiměšovači, nádrží na pitnou vodu, rozvody vody a dekontaminačního roztoku, čerpadlem odpadní vody a nádržemi na odpadní vodu. Dále pak elektrocentrálou, vnitřním osvětlením a topením pro první a třetí část zařízení včetně rozvodů.

V první části přívěsu se kontaminovaná osoba vysvlékne a odloží svůj oděv a cennosti do připravených neprodyšných obalů a nádob. Dále se provede výtěr uší a nosu a výplach očí a dutiny ústní. Kontaminovaný materiál se odhazuje do připravených nádob.



Obr. 10.5 Stanoviště dekontaminace osob SDO-2

Ve druhé části se provádí mokrý proces dekontaminace, nejdříve nános teplého dekontaminačního roztoku (neplatí pro deaktivaci, zde je důležitý objem vody, kterou se osoba osprchuje), pak prostor pro působení dekontaminačního činidla a následuje část pro oplachování teplou vodou.

Třetí část zařízení je určena pro osušení osob ručníky na jedno použití, oblékání a obutí. Použité textilie se odhazují do připravených nádob. Lze-li provést kontrolní detekci účinnosti dekontaminace, provádí se na výstupu ze sprchové části přívěsu. Jeden přívěs je koncipován pro dekontaminaci mužů, druhý pro dekontaminaci žen, proto kompletní soupravu tvoří dva přívěsy.

10.6.2.2 SDO-3

SDO-3 jsou vyrobená v provedení:

- a) dvounápravových přívěsů označovaných jako **SDO-3R** (4 přívěsy),
- b) kontejnerů označovaných jako **SDO-3KR** (4 kontejnery).

Obě provedení SDO-3 jsou technologicky tvořena:

- a) vstupní částí,
- b) sprchovací částí,
- c) výstupní částí,
- d) stanovištěm pro dekontaminaci obsluhy,
- e) technologickou částí (strojovnou),

- f) úložným prostorem,
- g) vanou na svod odpadní vody po dekontaminaci,
- h) vybavením a příslušenstvím.

Vstupní část je umístěna po delší straně přívěsu/kontejneru v prvním stanovém přístřešku; je určena zejména pro svlékání osob, odložení kontaminovaných oděvů a osobních věcí a jejich uložení do plastových obalů, dekontaminaci očí, dutiny ústní, uší a nosu.

Sprchovací část je umístěna na přívěsu/kontejneru; je určena pro nános dekontaminační směsi sprchami a osprchování čistou vodou. V mužské a ženské sekci jsou vždy dva koridory. Systém sprchování umožňuje nastavit automatické dávkování dekontaminační směsi a vody ze sprch a centrální nastavení doby nánosu a sprchování. Systém rovněž umožňuje centrálně nastavit časovou prodlevu mezi ukončením nánosu a zahájením sprchování (požadavek dodržet dobu působení dekontaminačního roztoku).

Výstupní část je umístěna po delší straně přívěsu ve druhém stanovém přístřešku; je určena pro osušení po sprchování a oblékání náhradních oděvů a obuvi.

Stanoviště pro dekontaminaci obsluhy je umístěno ve třetím stanovém přístřešku v zadní části přívěsu/kontejneru; je určeno pro rychlou dekontaminaci obsluhy nebo zasahujících osob oblečených v protichemických ochranných oděvech.

Všechny tři stanové přístřešky vzniknou otevřením obou bočních a zadních dveří a jsou pevně spojeny s přívěsem/kontejnerem. Logistika vstupu a postupu osob do jednotlivých částí je řízena semaforem (zelená/červená). Sprchovací část je koncipována zároveň pro oddělenou dekontaminaci mužů, žen a dětí a raněných osob. Dekontaminace raněných se provádí v horizontální poloze pomocí pojezdového nosiče vyrobeného z nerezové oceli a skládacích nosítek.

Vstupní a výstupní části jsou vytápěny přímotopnými elektrickými panely; systém vytápění s pevně zabudovanou samostatnou topnou jednotkou zaručuje okamžitý výhřev prostoru v obou stanových přístřešcích. K ohřevu vody se používá naftové topení; systém rozvodu vody zaručuje na výstupu z trysek stabilní teplotu oplachové vody a dekontaminační směsi (37 °C).

Technologická část (strojovna) je srdcem zařízení a je umístěna v přední části přívěsu/kontejneru; je určena pro výrobu tepelné energie, teplé vody, distribuci vody do sprch a přípravu dekontaminační směsi o nastavené koncentraci. SDO-3 umožňuje upravit pomocí kohoutů množství oplachových trysek a přivádět do sprchovací části a stanoviště dekontaminace obsluhy současně dekontaminační směs a oplachovou vodu o stanovené teplotě (37°C). Součástí technologické části jsou přiměšovače pro přípravu nastavené koncentrace dekontaminační směsi. Na ovládacím panelu s centrálními uzávěry vody lze spouštět vodu pro jednotlivé sekce s možností nastavení ručního nebo automatického provozu. Současně lze nastavit časy nanášení dekontaminační směsi, prodlevy pro její působení, sprchování čistou vodou a zpoždění.



Obr. 10.6 Technologická část SDO-3, pojezdové nosiče s nosítky

Všechny mokré procesy při dekontaminaci osob jsou konstrukčně řešeny na podvozku přívěsu/kontejneru. Celý podvozek/kontejner je řešen jako sběrná vana odpadní vody po dekontaminaci s vloženými rošty. Vana s rošty zabraňuje, aby osoby při provádění dekontaminace byly vystaveny působení odpadní vody a aby se odpadní voda dostávala do okolního prostředí. Odpadní voda ze sprchovací části, vstupní části a stanoviště pro dekontaminaci obsluhy se odvádí samospádem do vany a potom do nádrží na odpadní vodu. V SDO-3 je kapacita vany cca 500 l a přenosných odpadních nádrží 8 m³. Pro přečerpávání odpadní vody je nutno umístit v nejnižším místě vany kalové čerpadlo. Čerpadla a jeho armatury odolávají žíravých kapalin.

Ve složeném stavu jsou veškeré součásti, technologická zařízení, vybavení a příslušenství uloženy v jednom stanovišti. Uvedení SDO-3 do pohotovosti se provádí osádkou v počtu 1 + 5 osob do 15 min. Rovněž provozní obsluha zařízení se provádí max. 6 osoby. Vybavení SDO-3 umožňuje přepravu i provoz ve dne i v noci, za ztížených povětrnostních podmínek nebo v zimních podmínkách do teploty -5 °C. Materiál stanoviště musí být odolný nízkým teplotám a zředěným žíravým látkám. Benzínová elektrocentrála je zdrojem elektrické energie; její výkon je vypočítán na min. 1,5 násobek potřebného výkonu všech spotřebičů. SDO-3 umožňuje odvodnit a vysušit všechny technologické součásti (např. armatury, trysky) s možností připojení tlakového vzduchu.

Ve srovnání s SDO-2 je rozdílná cesta vstupu a výstupu do/ze zařízení. U SDO-3 je přímá a je koncipována kolmo na podélnou osu přívěsu/kontejneru, kdežto u SDO-2 je cesta od vstupu do výstupu ze zařízení esovitá. SDO-3 lze použít pro dekontaminaci mužů, žen a dětí nebo smíšenou dekontaminaci (muži i ženy v jednom přívěsu

nebo kontejneru) s podmínkou oddělení žen a mužů do vlastních sekcí. I když SDO-2 je vybaveno nosítky, dekontaminace ležících raněných je náročná. SDO-3 je vybaveno speciálně pro dekontaminaci raněných osob lyžinami s nosítky tak, že vlastní dekontaminace ležícího raněného by neměla být tolik fyzicky namáhavá. Rozdílný je způsob ohřevu teplé vody. Možností nastavit dobu nánosu a dobu působení dekontaminační směsi, dobu vyčkání a dobu osprchování lze proces dekontaminace urychlit. Rovněž postup osob v SDO-3 mezi jednotlivými částmi dekontaminace řízený semaforem by měl přispět k urychlení procesu. Díky čtyřem koridorům ve sprchovací části by se teoreticky měla zvýšit kapacita zařízení až čtyřikrát.

10.6.3 Stanoviště dekontaminace techniky

Stanoviště dekontaminace techniky je mobilním technologickým celkem, určeným pro dekontaminaci techniky.

Stanoviště dekontaminace techniky je rozděleno na tato pracoviště:

1. *3 záchytné vany* o rozměrech 6x10 m – určeny pro záchyt odpadní vody pro činnosti ad 3), 4), 5) a vybaveny pojezdovými rošty v podobě dvou rovnoběžných pásů, po kterých jede vozidlo.
2. *Měření kontaminace vozidel* – se provádí před vjezdem do první záchytné vany. Poctivá kontrola např. nákladního automobilu je značně časově a fyzicky náročná a je ji třeba provádět s použitím teleskopických tyčí (aby se dosáhlo těžce přístupných míst), které nejsou běžně u HZS ČR k dispozici, proto se omezuje na místa zřetelně kontaminovaná a na místa s vysokou pravděpodobností kontaminace (např. pneumatiky). Pro měření kontaminace radioaktivními látkami jsou HZS krajů vybaveny radiometry nebo zásahovými radiometry, v případě kontaminace neznámými nebezpečnými chemickými látkami lze použít např. analyzátor nebezpečných plynů a par GDA-2, v případě známé NL příslušný detekční přístroj. HZS ČR není vybaven přístroji pro detekci B-agens.
3. *Oplach hrubých nečistot* – vysokotlakým čističem WAP (vlastní ohřev vody a možnost přimíchání dekontaminačního činidla) zejména na těžko dostupných místech vozidla (podvozek, pneumatiky, prostory za kabinou). Podlahu tvoří záchytná vana s pojezdovými rošty a pracoviště je umístěno v nebezpečné zóně, proto obsluha WAP musí být náležitě chráněna ochrannými prostředky.
4. *Nanášení dekontaminačního roztoku* – tvořeno 4 nastavitelnými rámy (dvěma bočními, jedním spodním a jedním horním s hydraulickým a mechanickým pohonem) s tryskami pro nános dekontaminační směsi. Rámy umožňují měnit průjezdní profil od 2x2 m až po 4x4 m; pracoviště je rovněž v nebezpečné zóně, ale jeho obsluhu provádí dálkově operátor z ovládacího pultu. Po nanášení dekontaminační směsi vozidlo vyčká po dobu, která závisí na době působení činidla (expozici). Průjezd vozidla je řízen semaforem. (V případě deaktivace se uvažuje tryskami aplikovat pěnu z přídatného generátoru pěn).
5. *Oplach dekontaminační směsi vodou* – pracoviště je tvořeno stejnými díly jako ad 4) s tím rozdílem, že je určeno pro oplach dekontaminační směsi vodou a je umístěno na hranici nebezpečné a vnější zóny.
6. *Dekontaminace obsluhy* – je klasickým stanovištěm pro dekontaminaci hasičů v POO.



Obr. 10.7 Stanoviště dekontaminace techniky SDT

7. *Vodní hospodářství* – tvoří zdroj tlakové vody pro 5), ponorná čerpadla umístěna v každé zachytivé vaně pro odčerpání odpadní kontaminované vody, 8 rámových sběrných nádrží o objemu 2 m³ na odpadní kontaminovanou vodu. Dekontaminační směs je připravována v čisté zóně ve dvou rámových sběrných nádržích o objemu 2 m³ a je dopravována do 4) elektrickým čerpadlem.
8. *Technologické pracoviště* – umístěné v kontejneru, tvoří agregáty pro ohřev vody a dekontaminačního roztoku, hydraulický agregát, elektrocentrála, trafostanice 380 V/24 V.
9. *Řídicí panel (ovládací pult)* – řídí nanášení dekontaminační směsi a oplach vodou a pohyb rámců; obsluhuje jedna osoba.
10. *Měření účinnosti dekontaminace* – provádí se po výjezdu z dekontaminační linky a úkolem je zjistit, zda dekontaminace byla dostatečná či nikoliv.

10.7 PRÁVNÍ A INTERNÍ PŘEDPISY

Základní koncepci pro dekontaminaci stanoví pokyn [8]. Pro zabezpečení plošného pokrytí území České republiky JPO dle § 1 odst. 1 vyhlášky [6] *opěrným bodem* je stanice HZS kraje, na které je náležitá technika pro provádění speciálních záchranných prací stanovených pokynem, potřebný počet hasičů pro obsluhu této techniky a dále chemické laboratoře v rozsahu dle pokynu [7]. *Předurčenost jednotky* je určení jednotky HZS kraje nebo jednotky sboru dobrovolných hasičů vybrané obce k provádění záchranných prací při silničních nehodách a při zásazích na NL v závislosti na předem stanoveném rozsahu jejich vybavení, početních stavech a předpoklá-

dané době dojezdu. Např. předurčenost jednotek pro dekontaminaci osob a techniky pro zónu havarijního plánování jaderných elektráren Temelín a Dukovany je dána v oznámení [9].

Metodika provádění dekontaminace je uvedena v Bojovém řádu jednotek požární ochrany [3], popř. příslušných typových činnostech složek integrovaného záchranného systému při společném zásahu.

HZS ČR je v případě vzniklé mimořádné události, při které je předpoklad nutnosti nasazení dekontaminační techniky, první složkou, která má potřebné vybavení a odbornou způsobilost k provedení zásahu pro záchranu lidí, majetku a životního prostředí a následné eliminace účinků vyplývajících z mimořádné události. HZS ČR je způsobilý provádět zejména dekontaminaci osob, věcných prostředků, techniky a do jisté míry (improvizovaně) majetku a životního prostředí, nikoliv však asanaci. Toto je po zajištění bezpečných podmínek prováděno odbornou firmou.

10.8 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Řád chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 80-86640-70-1.
- [2] KOLEKTIV. *Koncepce chemické služby HZS ČR*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2005. ISBN 80-86640-40-X.
- [3] KOLEKTIV. *Bojový řád jednotek požární ochrany*. Ostrava: SPBI, 2007. ISBN 978-80-7385-026-5.
- [4] KOTINSKÝ, P.; HEJDOVÁ, J. *Dekontaminace v požární ochraně*. Ostrava: SPBI, 2003. ISBN 80-86634-31-0.
- [5] LOČÁREK, M.; URBAN, I; MAREK, R. *Dekontaminace zasahujících osob od radioaktivních látek*. Lázně Bohdaneč: Institut ochrany obyvatelstva, 2004. Průběžná výzkumná zpráva úkolu DEKONTA.
- [6] Vyhláška č. 247 ze dne 22. června 2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, částka 95, s. 5490.
- [7] Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 6 ze dne 26. ledna 2001, kterým se stanoví rozdělení regionální působnosti výjezdových skupin chemických laboratoří, Institutu civilní ochrany a školicích středisek civilní ochrany k zabezpečení chemického a radiačního průzkumu, dozimetrické a laboratorní kontroly. In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2001.
- [8] Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 14 ze dne 30. března 2007, kterým se mění pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 27/2006, kterým se stanoví opěrné body HZS ČR a typy předurčenosti jednotek požární ochrany pro záchranné práce. In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2007.
- [9] Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 8 ze dne 23. února 2011, část II. – Oznámení ředitele odboru IZS a výkonu služby MV-GŘ HZS ČR, kterým se stanoví předurčenost jednotek HZS ČR pro dekontaminaci osob a techniky pro zónu havarijního plánování jaderných elektráren Temelín a Dukovany, předurčenost

chemických laboratoří HZS ČR a konkrétní předurčení sil a prostředků HZS ČR.
In *Sbírka interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR*. 2011.

PRAKTICKÁ CVIČENÍ

1. Připrav 10 l dekontaminační směsi Hvězda určenou pro dekontaminaci hasičů v POO.
2. Pracovní skupina 1+5 postaví stanoviště pro dekontaminaci hasičů (dekontaminační sprchu) a provede dekontaminaci dvou hasičů, kteří se vrátili z chemického průzkumu v nebezpečné zóně, kde byla nalezena otevřená skleněná láhev o objemu 2 l s nervově paralytickou látkou VX.

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Co je to dekontaminace, jaké je základní rozdělení dekontaminace a jaké typy dekontaminace dle druhu odstraňování nebezpečných látek znáš?
2. Vysvětli pojem zavlečená (sekundární) dekontaminace.
3. Vysvětli rozdíl mezi fyzikálními a chemickými způsoby dekontaminace.
4. Jaká dekontaminační činidla se používají u HZS ČR? Vysvětli rozdíly v jejich působení.
5. Vysvětli působení samotné vody a saponátových prostředků při dekontaminaci.
6. Jaké maximální množství dekontaminačního roztoku o koncentraci 2 % Persterilu 36 % lze připravit z 2 l Persterilu 36 %?
7. Vypočti objem složky AB, CC a vody, které budeš potřebovat pro přípravu 20 l 10% roztoku Hvězdy.
8. Co je to základní a zjednodušená dekontaminace? Vyjmenuj prostředky používané při základní a zjednodušené dekontaminaci.
9. Popiš postup dekontaminace a dekontaminační pracoviště pro dekontaminaci hasičů.
10. Jaká dekontaminační činidla lze použít pro dekontaminaci lidské kůže při kontaminaci BCHL?
11. Jaké koncentrace se používá při dekontaminaci obyvatelstva pro tyto dekontaminační činidla: Jar, Hvězda, NaClO, Ca(ClO)₂, Persteril 36 %?
12. Jaký je rozdíl mezi expoziční dobou a expirací dekontaminačních činidel?
13. Jak se liší dekontaminace B-agens a radioaktivních látek? Vysvětli rozdíly mezi dekontaminací od nebezpečných chemických látek, B-agens a radioaktivních látek
14. Diskutuj základní zásady dekontaminace. Jaké jsou zvláštnosti při dekontaminaci B-agens a radioaktivních látek?

15. Popiš stanoviště dekontaminace osob SDO-2.
16. Popiš stanoviště dekontaminace techniky SDT.
17. Jak se likviduje odpadní voda po dekontaminaci?
18. Jaká jsou doporučená aplikační množství pro nános dekontaminačních směsí a oplach vodou?
19. Jaké jsou právní a interní předpisy pro dekontaminaci?

11 SORBENTY

11.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Sorbenty jsou látky, které se používají k odstranění nebezpečných látek (NL) ze životního prostředí; jsou schopny odstraňovanou kapalinu sorbovat – na sebe vázat, pohlcovat nebo s ní reagovat. Nejčastěji jsou používány pro likvidaci ropných havárií, ale rovněž pro kapalné chemické látky nejrůznější chemické povahy, počínaje agresivními kapalinami (minerální kyseliny nebo zásady) a konče organickými polutanty. Sorpci lze rozdělit na:

- a) *absorpci* – pohlcování odstraňované kapaliny dovnitř objemu pevné látky (sorbent je absorbentem),
- b) *adsorpci* – pohlcování odstraňované kapaliny na povrch pevné látky; je-li adsorpce spojená s následnou chemickou reakcí mezi kapalinou a pevnou látkou jedná se o *chemickou adsorpci*.

Ropné látky jsou uhlovodíky nebo jejich směsi, které jsou při normálním tlaku a teplotě 40 °C tekuté, např. benzín, nafta, petrolej, lehké a těžké oleje, mazut, surová ropa nebo benzen a jeho deriváty.

Ropná havárie je mimořádná událost, při níž došlo k úniku ropných látek v takovém množství, že je ohroženo životní prostředí, zejména jakost podzemních i povrchových vod.

11.2 ROZDĚLENÍ SORBENTŮ

Sorbenty se dělí na sypké a textilní.

11.2.1 Sypké sorbenty

Sypké sorbenty jsou látky různého chemického složení v pevném skupenství s velkým aktivním povrchem. Jsou vhodné zejména pro odstraňování tenkých vrstev uniklých kapalin na velké ploše. Nevýhodou je poměrně velká prašnost při práci a špinavost. Sypké sorbenty lze dělit podle toho, zda jsou na přírodní bázi (drtě kůry, kameniva, zeminy) nebo syntetické bázi (polymery nebo jiné organické látky).

Sypké sorbenty se dělí na:

- a) *hydrofilní (vodomilný, schopný vázat vodu nebo se v ní rozpouštět)* se primárně používají na pevném povrchu (nikdy ne na vodní hladině) pro sorpci chemických látek, které jsou vodnými roztoky (agresivní kapaliny jako kyseliny, louhy), směsí vodných roztoků nebo vody a olejů, pokud je třeba sorbovat obě složky, ale i pro sorpci ropných látek; dále se dělí na
 - *údržbové*, které se používají k pravidelným únikům olejů, chladicích emulzí a jiných méně agresivních kapalin; odběratelé jim dávají přednost s ohledem na jejich příznivou cenu, díky které se řadí k nejpoužívanějším materiálům,

- *univerzální*, které se používají na všechny kapaliny včetně agresivních chemikálií; pro vyšší cenu se v převážné většině používají pro odsávání chemikálií,
 - *chemické*, které se používají výhradně na sorpci chemických látek.
- b) *hydrofobní (voduodpuzející)* jsou sorbenty, které se výhradně používají pro sorpci ropných produktů, nikdy ne vody nebo vodných roztoků, proto se používají tam, kde se vyžaduje, aby sorbent vysál skutečně jen ropný produkt, např. při sorpci ropné látky na vodní hladině.

11.2.2 Textilní sorbenty

Textilní sorbenty pracují většinou na principu *adsorpce*, to znamená, že rozlitá kapalina přilne k povrchu sorbentu a ve srovnání se sypkými sorbenty je prakticky eliminována prašnost. Vyrábějí se ve formě rohoží, koberců, hadů, norných stěn, polštářů, sorpčních pásků a sorpční drti a jsou na bázi buničiny, tkaných nebo netkaných polypropylenových textilií apod.

Pro textilní sorbenty platí stejné rozdělení jako pro sypké sorbenty; dále se vyznačují:

- a) vynikajícími sorpčními vlastnostmi – po odsátí srovnatelného množství kapaliny je jejich hmotnost asi 30krát nižší než při použití sorbentů sypkých,
- b) dlouhou životností – odolávají plísni i slunečnímu záření; při déle trvajícím zásahu je lze použít i několikrát – použitý sorbent se jednoduše mechanicky vyždímá, což lze využít pouze do vyčerpání kapacity daného sorbentu,
- c) snadnou manipulací, malou hmotností a snadnou úpravou tvaru.

11.3 POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ SORBENTŮ

Při výběru vhodného sorbentu hrají největší roli účel použití, sorpční schopnost a cena. Z hlediska účelu použití lze sorbenty rozdělit podle povahy látky, kterou je třeba odstranit (nejčastěji ropné produkty nebo vodné roztoky). A dále podle povrchu, na kterém došlo k úniku, a to, jde-li o pevný povrch nebo vodní hladinu. Pro použití na vodní hladině se dává přednost hydrofobním sorbentům. Při zařazování sorbentů do vybavení HZS ČR se posuzují zejména následující vlastnosti:

- a) účel použití,
- b) sorpční schopnost,
- c) příznivá cena,
- d) univerzálnost,
- e) komfort použití
- f) dostupnost,
- g) dobrá skladovatelnost,
- h) stálost.

Výrobci a dovozci často uvádějí *sorpční kapacitu (sorpční schopnost)* jednotlivých sorbentů ve vztahu k obsahu balení, což může být zavádějící, protože objem

těchto obalů a sypaná hmotnost sorbentů jsou často odlišné. Proto je důležité uvádět *sorpční kapacitu v kilogramech sorbentu, který je třeba na odstranění (sorpci) látky v litrech (kg/l)*. Podle sorpční kapacity v kg sorbentu na litr ropné látky existují mezi jednotlivými sorbenty rozdíly, které se pohybují od hodnoty 1 kg/l až po 14 kg/l. Obecně platí, že hydrofobní sorbenty disponují vyšší sorpční kapacitou než sorbenty hydrofilní. Někdy se sorpční kapacita vyjadřuje v procentech. Např. údaj OLEJ/VODA 500 %/0 % znamená, že prostředek dokáže sorbovat ropné látky tak, že se zvýší hmotnost sorbentu po sorpci pětinašobně a že vodu nesorbuje vůbec, tudíž je hydrofobní.

Cena sorbentů se pohybuje od 20 Kč do 240 Kč za kilogram (v roce 2011). Tento cenový rozptyl je zásadním vodítkem při volbě sorbentů, protože roční náklady na pořízení sorbentů u HZS ČR se pohybují řádově 10 mil. Kč. Z toho vyplývá, že jestliže je vybrána množina potenciálních sorbentů z hlediska **účelu použití**, následuje výběr podle jednotkové ceny sorbentu (Kč za kg sorbentu). Toto hledisko nemusí být vždycky ekonomicky výhodné, protože i cenu je třeba relativizovat k likvidaci jednoho litru ropné látky. To znamená *uvádět cenu ve vztahu k sorpční kapacitě – v korunách na sorpci 1 litru ropné látky*. Podle tohoto kritéria se pohybuje cenový rozptyl na českém trhu cca od 5 Kč/l do 80 Kč/l.

Nakonec je třeba přihlídnout k dalším vlastnostem, např. **komfortu použití (prašnosti)**. Z praxe vyplývá, že sorbenty s dobrými sorpčními vlastnostmi a přijatelnou cenou mají vyšší nároky na skladovací prostory, nebo trpí některými z neduhů, které ztěžují práci (prašnost, špinavost, pomalá reakce, špatně se po zásahu odklízí).

11.4 PŘÍKLADY SYPKÝCH A TEXTILNÍCH SORBENTŮ

11.4.1 Příklady sypkých sorbentů

Absodan – sorpční granule, vysoce porézní, rychlá sorpce. Dodáván jako *Universal* s různě velkými granulemi (sorpční kapacita 20 kg na 25 l kapaliny), *Plus* s drobnými granulemi (10 kg na 13 l) a *Superplus* s velmi jemnými granulemi (10 kg na 20 l).

Absorpční drť – vysoce sorpční hydrofobní drť, neprašná a bez abrazivních účinků. Tvoří ji 100% polypropylen, jež dokonale absorbuje kapaliny hydrofobní povahy z vodní hladiny i pevných povrchů. Chemicky odolává vodě, roztokům anorganických solí, vybraným organickým látkám a ropným produktům.

ALL Purpose pojí spolehlivě a rychle oleje všech viskozit, tuky, mazací prostředky a mnohé jiné tekutiny. Silně sající produkt je spořivý při spotřebě, pachově neutrální, pevný při našlápnutí, málo prašný a nemaže.

Cansorb – sypký přírodní organický materiál hnědé barvy, který má svůj původ v Kanadě. Je netoxický. Při speciálních úpravách se stává vodě odolným a schopným vázat oleje. Absorbuje účinně a rychle uhlovodíky, PCB (polychlorované bifenoly) a jiné chemikálie. U olejů je schopen absorbovat 8-10 násobek své hmotnosti podle druhu a teploty oleje. Nasáklý se nevyluhuje a obsahuje látky, které vyvolávají **biodegradaci** stimulací mikrobiologického procesu – molekuly této látky mají schopnost v rozmezí 6-18 měsíců plně rozložit uhlovodíky obsažené v ropných látkách na oxid uhličitý a vodu, čímž dochází k naprostému biologickému odbourání absorbované látky. Teoreticky by se tedy použitý Cansorb mohl ukládat na běžné skládky. Samotný výrobce však doporučuje jeho likvidaci spálením. Absorpční schopnost Cansorbu je 95 l ropného produktu na jeden pytel sorbentu o hmotnosti 11,4 kg.

Conex CB pojme tekutiny v množství 75krát větším, než je jeho vlastní hmotnost. Nebezpečné reakce chemikálií se u tohoto sorbentu značně zpomalí, až úplně zaniknou (např. tvorba plynů). Brzdí emise a působí jako parní uzávěra, čímž chrání zasahující personál.

Conex WB – sorbent vyrobený ze speciálního plovoucího perlitu. Lze ho nasadit při likvidaci olejů ve vodě i na silnici. Materiál má vysokou kapacitu pojmání oleje a zůstává i ve vířivých vodách plovoucí.

Hydrofobní rašelinová sorpční drť Peatsorb podporuje biodegradaci zachycených ropných produktů. Použití pro likvidaci ropných havárií na pevném povrchu i vodní hladině. 5 kg sorbentu má schopnost zachytit 32 l. Zachycenou kapalinu v sorpční drti lze likvidovat ve spalovnách nebo na biodegradačních polích.

Chemsorb III R – přírodní minerál vhodný pro hladké i pórovité povrchy. Zvyšuje hospodárnost odstraňování uniklých kapalin vzhledem k možnosti několikanásobného použití. Sorbent kapaliny po haváriích nejen pohlcuje, ale je i váže. Poté se ihned regeneruje a může se tak použít opakovaně. 1 kg sorbentu váže 0,742 l oleje.

Chezacarb – speciální sorpční saze s vysoce hydrofobizovaným povrchem. Patří do modifikované řady sazí, která z hlediska své struktury a složení spojuje dominující fyzikálně chemické vlastnosti nutné k dosažení vysoké účinnosti při likvidaci ropných uhlovodíků, uhlovodíkových derivátů a dalších látek schopných se vázat na povrchu sazí.

Kurol – vyroben z drcené borovicové kůry, která je upravena pro pohlcování ropy a odpuzování vody; použitelný na zdroje pitné vody a pro použití v přírodě; sorpční kapacita 8 kg na 25 l kapaliny.

Nowap – materiál určený k rychlému odstranění ropných látek a jiných nebezpečných kapalin, zejména paliv, maziv, brzdových a chladicích kapalin z povrchu půdy a vod při ekologických haváriích. 100 g sorbentu Nowap pohltí 116 ml motorového oleje, nebo 222 ml směsi nafta/benzín.

ROP-EX – univerzální absorpční prostředek, sypký, jemnozrnný, na bázi gumy o velikosti částic až 0,4 mm. Slouží k rychlé a bezpečné likvidaci ropných a olejových látek. Má hydrofobní vlastnosti. Je stálý, netoxický a zdravotně nezávadný. Schopnost dokonale a rychle pohlcovat ropné a olejové látky je umožněna jeho absorpční vlastností, tj. schopností okamžitě reagovat při styku s uvedenými látkami. V procesu reakce ropné a olejové látky postupně vnikají dovnitř hmoty sorbentu. Absorbované látky se neuvolňují ani při mechanické manipulaci, a to po dobu několika let. Látka absorbuje veškeré oleje (přírodní i syntetické), naftu, veškeré druhy benzínu, parafín, jedno a vícesytné alkoholy, např. metanol, etanol, butanol, glykol, heterocyklické sloučeniny a další chemikálie.

Sorb – vysoce aktivní buničina ze syntetických vláken odpuzujících vodu. Je schopna pojmout 2krát více oleje, než je její vlastní hmotnost. Použitelná ve vodě i v zemině a poslouží i v oblasti pracovního lékařství. Formy jeho použití jsou: šátky pro menší znečištění, desky asi 1 cm silné (ideální pro ochranu vod a pro zachycení kapek olejů), role (pro dílny, povrchy vod a ochrany břehů), kostky použitelné ve stojatých a tekoucích vodách, pro krátkodobé i dlouhodobé použití, přičemž kostky jednou třetinou svého objemu plavou pod povrchem a prorážejí a pohlcují nečistoty a vrstvy oleje.

Sorbenty ŌL-EX – dodáván jako OE 1 – hydrofobní středně těžký polyuretanový sorbent (19 kg na 17 l); OE 2 – těžký břidlicový protiskluzový sorbent (21 kg na 8 l); OE-3 – polyuretanový olejový sorbent tvořený kostkami o hraně 5 cm a určený pro použití na vodní hladinu.

Sorpční drť Reosorb – vyrobena drčením hydrofobních koberců, má neomezenou dobu skladování. 5 kg sorpčního materiálu zachytí až 69 l kapaliny. Vysoká rychlost nasakování. Výhodné použití této sorpční drti v kombinaci se sorpčními hady.

Spilkleen Granules SK1 – recyklovaný vedlejší výrobek papírenského průmyslu o nestejně velikosti granulí. Použití jako absorbent i jako rychlý úklidový prostředek. Jelikož se jedná o tepelně upravenou sedlinu, je zcela nehořlavý. Jelikož je směsí uhličitanu vápenatého a čínského jílu, lze jej použít i při únicích některých kyselin, popř. na jejich neutralizaci.

Spilkleen Granules SK2 – bezprašné nekluzké granule, které se nerozpadnou na prach. Po celou dobu udržují granule nekluzký povrch, který se po zametení stává suchým. Lze je použít při únicích ropných produktů i jiných chemikálií. Granule jsou odolné vůči ohni. 10 kg sorbentu zachytí 11 l kapaliny.

Spilkleen Oil Plus SK3 – pro své abrazivní účinky výborný pro čištění barvou natíraných (hladkých) podlah. Olej je při zásahu soustředěn do hrudek, které lze vysát pomocí vysavače.

Spilkleen Oil Selective SK4 – hydrofobní charakter + vysoká sorpční schopnost ropných produktů. Ošetřený povrch dovoluje vytvářet chemickou vazbu se všemi uhlovodíky, což umožňuje mnoho způsobů praktického použití. Chemická vazba zabraňuje uvolňování zadržené látky jak při použití, tak

při uložení na skládce. Lze výhodně použít pro sběr ropných látek z vodní hladiny. Je biologicky odbouratelný.

Uni-Safe – směs zrnitého polymeru a látky, která má velkou pohlcovací schopnost. Je schopen zabránit vzniku nebezpečných reakcí při styku s tak agresivními chemikáliemi, jakými jsou kyselina dusičná, fluorovodíková, sírová nebo peroxid vodíku. Je schopen jímat množství vodného roztoku uniklé látky až do 75násobku své původní hmotnosti. V případě olefinových bezvodných substancí účinkuje v první řadě křemíková kostra. Při malém množství vody v pohlcované kapalině polymer reaguje nadprůměrně a projeví se tak v plné míře jeho obrovská pohlcovací schopnost. Zatímco Uni-Safe zachycuje látku, která neobsahuje vodu přes kapilární princip fyzikálně, jsou látky ve směsi s vodou vsávány na chemicko fyzikálním principu. Vzniklá želatinová hmota je lehce odstranitelná. UNI-SAFE brání vypařování látek – pracuje jako brzda emisí, díky čemuž se dostane do ovzduší méně škodlivých substancí. V případě kyseliny dusičné a chlorovodíkové jsou emise sníženy až o dvě třetiny. Působením na kyselinu chlorosulfonovou a sírovou se dýmení zastavuje okamžitě a při pozdějším mechanickém odstraňování již nedochází k dalším emisím. UNI-SAFE pracuje rovněž jako **indikátor**, což umožňuje barvivo, přimíchané do sorbentu. Při kontaktu s kyselinami se zbarví na žluto, stykem s alkáliemi se barva mění na tmavě zelenou až modrou. Se znečištěným sorbentem lze zacházet různě, např. je možno s ním házet, nabírat na lopatu, odsávat, odčerpat, zamést. Účinný je rovněž sběr zametacími stroji. Likvidace se doporučuje spalováním. Produktem spalování je voda a oxid uhličitý. Při likvidaci ropných látek lze silné olejové vrstvy odčerpat a na vozovce zůstává tenký olejový film, který při použití běžných sorbentů nelze odstranit, protože na sebe váže látku pouze fyzikálně. To se stává zvláště nebezpečným při případném dešti, kdy olejové skvrny vyplavou a opětovně mohou vytvořit velmi kluzký povrch. Takovýmto způsobem se dostávají zbytky olejů i do podzemních vod. Uni-Safe odstraňuje skvrny beze zbytku. Sorbent se v malém množství nanese na olejový film, polymer uzavře do sebe olej a vodu (fyzikálně chemické působení), olejový film plave na hladině vody a po zametení je beze zbytku odstraněn.



Obr. 11.1 Havarijní souprava na agresivní látky

Univerzální sorbent Eco-Dry – nehořlavá bezprašná granulovaná drť s vysokou sací schopností. Zvláště výhodný na vozovku, neboť granule zůstávají tvrdé i po nasycení kapalinou, proto při jejich použití je sníženo riziko uklouznutí nebo smyku. Není hydrofobní, proto se nehodí k použití na vodní hladině.

Univerzální sorpční drť Lite-Dri a Lite-Dri Duplex – sypký sorbent používaný pro rychlou likvidaci vyteklé kapaliny. Je neabrazivní, neprašný a zdravotně nezávadný. 5 kg sorbentu zachytí 16 l kapaliny. Lite-Dri je vhodný pro úklid vozovek, Duplex pro použití na vodní hladině.

US Special – materiál velmi savý, nejedovatý, nehořlavý, který nezanechává zbytky. Po akci zůstává tvrdý a aktivní v sací schopnosti, díky čemuž může být hodiny a dny použit jako trvalý absorbent.

Vapex – hydrofobizovaný perlit, sypký zrnitý pórovitý materiál bílé barvy. Při styku se směsí vody a ropných produktů (resp. nepolárních kapalin obecně) váže na svém povrchu v otevřených pórech přednostně nepolární látky. Tato vlastnost se s úspěchem využívá při čištění odpadních vod a podlah. Jeho chemické složení je: min. 67 % SiO₂, max. 19 % Al₂O₃, max. 2,8 % Fe₂O₃. Na 1000 l Vapexu se absorbuje min. 250 l ropy, 130 l nafty nebo 80 l benzínu.

11.4.2 Příklady textilních sorbentů

Absorpční had – hydrofobní sorpční textilie nastříhaná na proužky. Je zpevněna síťovým obalem tvaru válce. Na obou koncích je osazena karabinkou a kroužkem pro snadné napojování více hadů k sobě. Lze jej použít jako sorpční nornou stěnu pro likvidaci olejových havárií, prevenci ropných havárií na výstupech čistíren odpadních vod, dočišťování vod za lapoly, pro lokalizaci ropné havárie na vodní hladině i pevném povrchu (ochranná hráz). Jeho složení: polypropylen 97 % (náplň), nylon 3 % (obal). Parametry: délka 3-6 m, průměr 0,08-0,2 m, hmotnost 0,4-4,2 kg, sorpční kapacita až 69 l.

Absorpční koberec – má stejné vlastnosti, chemickou odolnost i složení jako absorpční drť. Rozdíl je v tom, že se dodává v rolích. Umožňuje sorpci z pevných materiálů i vodní plochy, mechanické stírání nečistot z povrchu strojů, předmětů a podlah, trvalou sorpci malých množství ropných látek (tzv. úkapů). Role se dodávají v délce až 46 m, široké 0,8 m. U největšího rozměru se udává sorpční kapacita 228 l. Výrobek je netoxický a nemění toxicitu ani agresivitu absorbovaných látek.

Absorpční koberec antistatický – hydrofobní koberec, vyroben z mikrovláken zpevněných tepelným prolisováním se speciální antistatickou úpravou. Po chemické stránce je to 100% polypropylen. Slouží jako sorpční materiál pro prostory s nebezpečím výbuchu par a plynů a nebezpečí vzplanutí kapalin následkem přeskožení elektrostatického náboje. Jinak má podobné využití jako předešlý výrobek. Na trh je uváděn s následujícími parametry: délka 49 m, šířka 0,76 m, hmotnost 15 kg, sorpční kapacita 165 l. Barva koberce je růžová.

Had – se vyrábí v délce 3 m a o průměrech 8 a 15 cm. Jeho hmotnost činí 1500-2500 g, sorpční kapacita je 22-37 l podle průměru. I zde je možné snadné spojení v nekonečně dlouhou trasu. Slouží pro použití jak na pevné zemi, tak na vodní ploše.

Havarijní souprava na agresivní látky – absorpční prostředky pro likvidaci havárií kyselin a louhů, včetně likvidace a prevence olejových havárií. Uložena v sudu. Sorpční kapacita celé soupravy o hmotnosti 12,7 kg je 41 litrů agresivní látky. Souprava obsahuje: sorpční rohože 6 ks, sorpční hady 6 ks, chemické polštáře 5 ks, sběrný sáček s tkanicí 3 ks.

Netkaná textilie REO FIBROIL – částečně zpevněná vpichem v podélných 2cm pružících vzdálených 5 cm. Složení: 55 % polypropylenu, 35 % polyethylenu, 10 % vápence. Je vhodná jako podložka pod zdroje úkapů, vložka do ochranných van při skladování ropných látek, vodopropustná membrána k ochraně půdy před ropným znečištěním, stírání pevných povrchů znečištěných ropnými látkami. Parametry: délka 10 m, šířka 0,8-2,4 m, hmotnost 6-8 kg, sorpční kapacita až 135 l.

Polštáře – určeny pro likvidaci ropných produktů na vodě i pevné zemi s dobrými sacími vlastnostmi. Slouží jako vhodná kombinace k vodním válcům a hadům. Obdobné vlastnosti mají i další aplikace, např. pásy, koberce, nepropustné rohože, zpevněné rohože, ponožky, sací kostky nebo absorpční drti. Pro ilustraci jsou uvedeny parametry koberce.

Obr. 11.1 Parametry absorpčního koberce

| | | | |
|------------------|-----------|-----------|-------------|
| délka | 10 m | 25 m | 50 m |
| šířka | 80 cm | 120 cm | 160 cm |
| hmotnost | 320 g/bm* | 480 g/bm | 640 g/bm |
| sorpční kapacita | do 5 l/bm | do 7 l/bm | do 9,5 l/bm |

*bm = běžný metr

Universální drť LITE DRI – 100% celulóza. Výrobce udává dokonalou sorpci všech druhů kapalin s nízkým obsahem vody. Sorpční kapacita je 10 kg na 42 l.

Vodní válec s nornou stěnou slouží k uzavěru vodní hladiny při ropné havárii na tekoucí nebo stojaté vodě. Válec je opatřen spojovacími články pro možnost rychlého spojení více hadů. Norná stěna může být opatřena závažím pro použití na neklidné hladině. Při použití bez závaží se zlepšuje absorpce na stojaté vodě na povrchu hladiny. Výrobek dokonale odpuzuje vodu a zachytává jen ropné látky. Plave, nepotopí se ani po nasáknutí. Jeho parametry jsou: délka 300 cm, průměr 15 cm, hmotnost 2750 g, sorpční kapacita 41 l.

11.5 ZÁSAHY NA ROPNÉ HAVÁRIE

Nežádoucí ropné látky se odstraňují tak, že se místo posype a sorbent se nechá působit. Po určité době sorbent absorbuje nebo adsorbuje závadné látky, ztmavne a může se odstranit. Při použití na vodní hladině se zabrání rozptýlení použitím norných stěn, umístěných ve směru vodního toku pod aplikovaným sorbentem. Po aplikaci na suchém povrchu se sorbent smete do papírových pytlů, ve kterých se prodává. Z vodního toku se sbírá pomocí sítkových sběračů. Použité sorpční prostředky likviduje odborná firma většinou ve spalovně nebo na biodegradačních polích.



Obr. 11.2 Vodní válec s nornou stěnou

Metodika zásahů v případě ropných havárií na vodní hladině je uvedena v *metodickém listu č. 11 Bojového řádu jednotek požární ochrany*. Nutnou podmínkou pro úspěšný zásah na vodní hladině je stabilní fázové rozhraní mezi vodní hladinou a ropnou látkou. Pokud ropná látka ve vodě disperguje, lze ji těžko nornou stěnou zachytit.

Kromě sorbentů lze při zásazích na pevných površích použít **odmašťovací a emulgační kapaliny** nebo **biodegradanty**. Jejich nespornou výhodou je schopnost dokonale očistit povrch vozovky tak, že veškeré zbytky ropné látky jsou odstraněny, a tím se eliminuje nebezpečí následného smyku. V USA a některých evropských státech je dokonce povoleno produkty po odmašťování vozovky spláchnout do příkopu bez omezení. Odmašťovací a emulgační kapaliny a zvláště pak biodegradanty, společně s ropnými produkty, totiž obsahují ropné bakterie, které společně s procesy v půdě dokážou během několika týdnů závadné látky **biodegradovat**, tzn. rozložit (odbourat) na produkty, které již nejsou pro životní prostředí nebezpečné (CO_2 , H_2 , H_2O , O_2). V ČR však není takto benevolentní legislativa a pro používání odmašťovacích a emulgačních kapalin a biodegradantů existují daleko tvrdší pravidla, která jsou uvedena ve vyhlášce č. [9]. Podle ní je bezpodmínečně nutné zajistit, aby se ropné látky, popř. produkty reakce ropné látky s jinou látkou nedostaly do životního prostředí, např. ohrazením místa úniku.

Opatřeními ke zneškodňování havárie jsou tedy mj. ohrazování a odstraňování látek ze zemského povrchu, utěsnění a zaslepení kanalizačních výpustí, zaslepení (uzavření) kanalizací, použití zvláštních záchytných systémů, zachycení plovoucích látek pomocí norných stěn a sorpčních prostředků z povrchových vod, odstranění znečištěných sedimentů z koryt vodních toků aj.

Vyhláška doporučuje při zneškodňování havárie v blízkosti vodních toků, v ochranných pásmech vodních zdrojů, na nepevných plochách a pozemních ko-

munikacích odvodněných kanalizací nebo odvodněných na nezpevněný terén či do povrchových vod, zejména v oblastech s možným ohrožením jakosti povrchových nebo podzemních vod použitím pevných sorbentů; *odmašťovací kapaliny, emulgační přípravky a biodegradanty nelze v těchto případech použít. V ostatních případech, včetně případů, kdy je na pozemních komunikacích nezbytný urychlený zásah a kdy jsou učiněna opatření proti dalšímu úniku závadných látek i emulzí závadných látek s látkami sloužícími k jejich odstranění, lze odmašťovací kapaliny, emulgační přípravky nebo biodegradanty použít v závislosti na ekotoxicitě a biologické rozložitelnosti jejich emulze s odstraňovanou závadnou látkou a na posouzení, zda jejím průnikem přes zachytňné bariéry nedojde ke zhoršení následků havárie. Postupy se použijí pouze podle pokynů vodoprávního úřadu.*

Po dohodě s *Generálním ředitelstvím silnic a dálnic* se JPO budou primárně vybavovat sorbenty, kdežto dočišťování vozovky odmašťovacími a emulgačními přípravky nebo biodegradanty bude v režiji pracovníků *Správy a údržby silnic a dálnic*.

11.6 POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV. *Bojový řád jednotek požární ochrany*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007. ISBN 978-80-7385-026-5.
- [2] KOLEKTIV. *Likvidace ropných havárií*. Ostrava: SPBI, 2000. ISBN 80-86111-61-X.
- [3] NEBESÁŘ, J. *Úprava perlitového hydrofobního sorbentu pro odstraňování ropných látek*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2007. Diplomová práce.
- [4] ORLÍKOVÁ, K.; MÁRTON, J. *Využití sorbentů v požární ochraně*. Praha: MV-GŘ HZS ČR, 2007.
- [5] *Technická dokumentace společnosti HAPPY END CZ, a.s.* Neratovice, 2011.
- [6] *Technická dokumentace společnosti JUTA, a.s.* Dvůr Králové nad Labem, 2011.
- [7] *Technická dokumentace společnosti PRONOL, GmbH.* Freiburg, 2011.
- [8] *Technická dokumentace společnosti REO AMOS, s.r.o.* Ostrava, 2011.
- [9] Vyhláška č. 450 ze dne 4. listopadu 2005, o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků, ve znění vyhlášky č. 175/2011 Sb. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2005, částka 158, s. 8298.

PRAKTICKÉ CVIČENÍ

1. SAMOSTATNÁ PRÁCE. Lektor zadá každému frekventantovi situaci s únikem ropné látky (např. únik motorového oleje na vodní hladině nebo úniky kyseliny chlorovodíkové na dálnici, včetně množství). Současně mu zadá 6 konkrétních sorpčních prostředků, které může použít. Úkolem frekventanta je na základě informací z této kapitoly nebo webových stránek navrhnout optimální prostředek z různých hledisek (účelu použití, sorpční kapacity, množství, ceny apod.).

PROFILOVÉ OTÁZKY

1. Porovnej různé vlastnosti sorbentů.
2. Jaké jsou mechanismy působení sorbentů?
3. Jak se dělí sypké a textilní sorbenty z hlediska účelu použití?
4. Co vyplývá z vyhlášky [9]?
5. Vypočítej sorpční kapacitu sypkého sorbentu, jehož jedno balení zachytí 20 litrů ropné látky. Balení obsahuje 10 kg sorbentu. Jaká je cena sorbentu na likvidaci 1 litru ropné látky, pokud 10kg balení stojí 100 USD?

ZÁVĚR

Závěrem upozorňujeme na webové stránky Ministerstva vnitra – generálního ředitelství HZS ČR <http://www.hzscr.cz/>, kde lze nalézt aktuální informace o chemické službě v záložce *Jednotky požární ochrany*.

V odkazu *Předpisy* jsou uvedeny platné pokyny generálního ředitele HZS ČR a seznam technických norem, které se týkají ochrany dýchacích orgánů, ochranných oděvů a tlakových lahví.

V odkazu *Zásahy s výskytem nebezpečných látek* je možno nalézt *Typové činnosti složek IZS* při společném zásahu a *metodické listy Bojového řádu jednotek požární ochrany* a články související se zásahy a cvičeními.

V odkazu *Aktivity chemické služby* jsou uvedeny přednášky, které zazněly na instrukčně metodických zaměstnáních chemické služby, aktuality a propojení na články v odborném měsíčníku *112*, které se týkají chemické služby, B-agens, radi-ační ochrany, CBRN, zásahů s výskytem nebezpečných látek, vzdělávání, výzkumu a zkušebnictví.

V odkazu *Věcné prostředky* jsou propojení na články ve *112*, které se týkají detekce, dýchacích prostředků, dekontaminace, tlakových lahví, chemických laboratoří a protichemických ochranných oděvů.

A nakonec v dalších odkazech lze nalézt rovněž kontakty na vedoucí pracovníky chemické služby HZS krajů a MV-GŘ HZS ČR a archiv článků, který se týká chemické služby.





| | |
|--|--|
| <p>1. třída Fyzikální nebezpečnost</p> | <p>Nestabilní výbušniny Výbušniny podtříd 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 Plyny pod tlakem - stlačené plyny - zkapalněné plyny - zchlazené zkapalněné plyny - rozpuštěné plyny</p> <p>Hořlavé plyny Hořlavé aerosoly Hořlavé kapaliny Hořlavé tuhé látky Samovolně reagující látky a směsi, typy A, B, C, D, E, F Samozápalné kapaliny Samozápalné tuhé látky Samozahřívající se látky a směsi Látky a směsi, které při styku s vodou uvolňují hořlavé plyny Oxidující plyny Oxidující kapaliny Oxidující tuhé látky Organické peroxidy, typy A, B, C, D, E, F Látky a směsi korozivní pro kovy</p> |
| <p>2. třída Nebezpečné vlastnosti pro zdraví</p> | <p>Akutní toxicita Žíravost / dráždivost pro kůži Vážné poškození očí /podráždění očí Senzibilace dýchacích orgánů nebo kůže Mutagenita v zárodečných buňkách Karcinogenita Toxicita pro reprodukci Toxicity pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice Nebezpečnost při aspiraci (vdechnutí)</p> |

| | |
|--|----------------------------------|
| 3. třída Nebezpečné pro životní prostředí | Nebezpečnost pro vodní prostředí |
| 4. třída Nebezpečné pro životní prostředí | Nebezpečnost pro ozonovou vrstvu |



Dráždivé látky



Hořlavé látky



Korozivní a žíravé látky



Látky nebezpečné pro zdraví



Látky nebezpečné pro životní prostředí



Oxidační látky



Plyny pod tlakem



Toxické látky



Výbušné látky

Fyzikální bezpečnost

| | |
|------|--|
| H200 | Nestabilní výbušnina |
| H201 | Výbušnina; nebezpečí masivního výbuchu |
| H202 | Výbušnina; vážné nebezpečí zasažení částicemi |
| H203 | Výbušnina; nebezpečí požáru, tlakové vlny nebo zasažení částicemi |
| H204 | Nebezpečí požáru nebo zasažení částicemi |
| H205 | Při požáru může způsobit masivní výbuch |
| H220 | Extrémně hořlavý plyn |
| H221 | Hořlavý plyn |
| H222 | Extrémně hořlavý aerosol |
| H223 | Hořlavý aerosol |
| H224 | Extrémně hořlavá kapalina a páry |
| H225 | Vysoce hořlavá kapalina a páry |
| H226 | Hořlavá kapalina a páry |
| H228 | Hořlavá tuhá látka |
| H240 | Zahřívání může způsobit výbuch |
| H241 | Zahřívání může způsobit požár nebo výbuch |
| H242 | Zahřívání může způsobit požár |
| H250 | Při styku se vzduchem se samovolně vznítí |
| H251 | Samovolně se zahřívá: může se vznítit |
| H252 | Ve velkém množství se samovolně zahřívá; může se vznítit |
| H260 | Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny, které se mohou samovolně vznítit |
| H261 | Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny |
| H270 | Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant |
| H271 | Může způsobit požár nebo výbuch; silný oxidant |
| H272 | Může zesílit požár; oxidant |
| H280 | Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout |
| H281 | Obsahuje zchlazený plyn; může způsobit omrzliny nebo poškození chladem |
| H290 | Může být korozivní pro kovy |

Zdraví

| | |
|------|--|
| H300 | Při požití může způsobit smrt |
| H301 | Toxický při požití |
| H302 | Zdraví škodlivý při požití |
| H304 | Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt |
| H310 | Při styku s kůží může způsobit smrt |
| H311 | Toxický při styku s kůží |
| H312 | Zdraví škodlivý při styku s kůží |
| H314 | Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí |

- H315 Dráždí kůži
- H317 Může vyvolat alergickou kožní reakci
- H318 Způsobuje vážné poškození očí
- H319 Způsobuje vážné podráždění očí
- H330 Při vdechování může způsobit smrt
- H331 Toxický při vdechování
- H332 Zdraví škodlivý při vdechování
- H334 Při vdechování může vyvolat příznaky alergie nebo astmatu nebo dýchací potíže
- H335 Může způsobit podráždění dýchacích cest
- H336 Může způsobit ospalost nebo závratě
- H340 Může vyvolat genetické poškození
- H341 Podezření na genetické poškození
- H350 Může vyvolat rakovinu
- H351 Podezření na vyvolání rakoviny
- H360 Může poškodit reprodukční schopnost nebo plod v těle matky
- H361 Podezření na poškození reprodukční schopnosti nebo plodu v těle matky
- H362 Může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka
- H370 Způsobuje poškození orgánů
- H371 Může způsobit poškození orgánů
- H372 Způsobuje poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici
- H373 Může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici

Životní prostředí

- H400 Vysoce toxický pro vodní organismy
- H410 Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky
- H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky
- H412 Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky
- H413 Může vyvolat dlouhodobé škodlivé účinky pro vodní organismy

Doplňkové informace – fyzikální vlastnosti

- EUH 001 Výbušný v suchém stavu
- EUH 006 Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu
- EUH 014 Prudce reaguje s vodou
- EUH 018 Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem
- EUH 019 Může vytvářet výbušné peroxidy
- EUH 044 Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu

Doplňkové informace – zdraví

- EUH 029 Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou
- EUH 031 Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami
- EUH 032 Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami
- EUH 066 Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže
- EUH 070 Toxický při styku s očima
- EUH 071 Způsobuje poleptání dýchacích cest
- EUH 059 Nebezpečný pro ozonovou vrstvu

| | |
|----------|---|
| EUH 201 | Obsahuje olovo. Nemá se používat na povrchy, které mohou okusovat nebo olizovat děti |
| EUH 201A | Pozor! Obsahuje olovo |
| EUH 202 | Kyanoakrylát. Nebezpečí. Okamžitě slepuje kůži a oči. Uchovávejte mimo dosah dětí |
| EUH 203 | Obsahuje chrom (VI). Může vyvolat alergickou reakci |
| EUH 204 | Obsahuje isokyanáty. Může vyvolat alergickou reakci |
| EUH 205 | Obsahuje epoxidové složky. Může vyvolat alergickou reakci |
| EUH 206 | Pozor! Nepoužívejte společně s jinými výrobky. Může uvolňovat nebezpečné plyny (chlor) |
| EUH 207 | Pozor! Obsahuje kadmium. Při používání vznikají nebezpečné výpary. Viz informace dodané výrobcem. Dodržujte bezpečnostní pokyny |
| EUH 208 | Obsahuje (název senzibilizující látky). Může vyvolat alergickou reakci |
| EUH 209 | Při používání se může stát vysoce hořlavým |
| EUH 209A | Při používání se může stát hořlavým |
| EUH 210 | Na vyžádání je k dispozici bezpečnostní list |
| EUH 401 | Dodržujte pokyny pro používání, abyste se vyvarovali rizik pro lidské zdraví a životní prostředí |

Všeobecné

- P101 Je-li nutná lékařská pomoc, mějte po ruce obal nebo štítek výrobku
- P102 Uchovávejte mimo dosah dětí
- P103 Před použitím si přečtěte údaje na štítku

Prevence

- P201 Před použitím si obzarejte speciální instrukce
- P202 Nepoužívejte, dokud jste si nepřčetli všechny bezpečnostní pokyny a neporozuměli jim
- P210 Chraňte před teplem/jiskrami/otevřeným plamenem/horkými povrchy. Zákaz kouření
- P211 Nestříkejte do otevřeného ohně nebo jiných zdrojů zapálení
- P220 Uchovávejte/skladujte odděleně od oděvu/.../hořlavých materiálů
- P221 Proveďte preventivní opatření proti smíchání s hořlavými materiály...
- P222 Zabraňte styku se vzduchem
- P223 Chraňte před možným stykem s vodou kvůli prudké reakci a možnému náhlému vzplanutí
- P230 Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ...
- P231 Manipulace pod inertním plynem
- P232 Chraňte před vlhkem
- P233 Uchovávejte obal těsně uzavřený
- P234 Uchovávejte pouze v původním obalu
- P235 Uchovávejte v chladu
- P240 Uzemněte obal a odběrové zařízení
- P241 Používejte elektrické/ventilační/osvětlovací/.../zařízení do výbušného prostředí
- P242 Používejte pouze náradí z nejiskřícího kovu
- P243 Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
- P244 Udržujte redukční ventily bez maziva a oleje
- P250 Nevystavujte obrušování/nárazům/.../tření
- P251 Tlakový obal: nepropichujte nebo nespálujte ani po použití
- P260 Nevdechujte prach/dým/plyn/mlhu/páry/aerosoly
- P261 Zamezte vdechování prachu/dýmu/plynu/mlhy/par/aerosolů
- P262 Zabraňte styku s očima, kůží nebo oděvem
- P263 Zabraňte styku během těhotenství/kojení
- P264 Po manipulaci důkladně omyjte ...
- P270 Při používání tohoto výrobku nejezte, nepijte ani nekuřte
- P271 Používejte pouze venku nebo v dobře větraných prostorách
- P272 Kontaminovaný pracovní oděv neodnášejte z pracoviště
- P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí
- P280 Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít
- P281 Používejte požadované osobní ochranné prostředky
- P282 Používejte ochranné rukavice proti chladu/obličejový štít/ochranné brýle
- P283 Používejte ohnivzdorný/nehořlavý oděv
- P284 Používejte vybavení pro ochranu dýchacích cest
- P285 V případě nedostatečného větrání použijte vybavení pro ochranu dýchacích cest

P231+232 Manipulace pod inertním plynem. Chraňte před vlhkem

P235+410 Uchovávejte v chladu. Chraňte před slunečním zářením

Reakce

P301 PŘI POŽITÍ:

P302 PŘI STYKU S KŮŽÍ:

P303 PŘI STYKU S KŮŽÍ (nebo s vlasy):

P304 PŘI VDECHNUTÍ:

P305 PŘI ZASAŽENÍ OČÍ:

P306 PŘI STYKU S ODĚVEM:

P307 PŘI expozici:

P308 PŘI expozici nebo podezření na ni:

P309 PŘI expozici nebo necítíte-li se dobře:

P310 Okamžitě volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře

P311 Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře

P312 Necítíte-li se dobře, volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře

P313 Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření

P314 Necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření

P315 Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření

P320 Je nutné odborné ošetření (viz ... na tomto štítku)

P321 Odborné ošetření (viz ... na tomto štítku)

P322 Specifické opatření (viz ... na tomto štítku)

P330 Vypláchněte ústa

P331 NEVYVOLÁVEJTE zvracení

P332 Při podráždění kůže:

P333 Při podráždění kůže nebo vyrážce:

P334 Ponořte do studené vody/zabalte do vlhkého obvazu

P335 Volné částice odstraňte z kůže

P336 Omrzlá místa ošetřete vlažnou vodou. Postižené místo netřete

P337 Přetrvává-li podráždění očí:

P338 Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování

P340 Přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu v poloze usnadňující dýchání

P341 Při obtížném dýchání přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu v poloze usnadňující dýchání

P342 Při dýchacích potížích:

P350 Jemně omyjte velkým množstvím vody a mýdla

P351 Několik minut opatrně oplachujte vodou

P352 Omyjte velkým množstvím vody a mýdla

P353 Opláchněte kůži vodou/osprchujte

P360 Kontaminovaný oděv a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím vody a potom oděv odložte

P361 Veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte

| | |
|--------------|--|
| P362 | Kontaminovaný oděv svlékněte a před opětovným použitím ho vyperte |
| P363 | Kontaminovaný oděv před opětovným použitím vyperte |
| P370 | V případě požáru: |
| P371 | V případě velkého požáru a velkého množství: |
| P372 | Nebezpečí výbuchu v případě požáru |
| P373 | Požár NEHASTE, dostane-li se k výbušninám |
| P374 | Haste z přiměřené vzdálenosti a dodržujte běžná opatření |
| P375 | Kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti |
| P376 | Zastavte únik, můžete-li tak učinit bez rizika |
| P377 | Požár unikajícího plynu: Nehaste, nelze-li únik bezpečně zastavit |
| P378 | K hašení použijte ... |
| P380 | Vykliďte prostor |
| P381 | Odstraňte všechny zdroje zapálení, můžete-li tak učinit bez rizika |
| P390 | Uniklý produkt absorbujte, aby se zabránilo materiálním škodám |
| P391 | Uniklý produkt seberte |
| P301+310 | PŘI POŽITÍ: Okamžitě volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře |
| P301+312 | PŘI POŽITÍ: Necítíte-li se dobře, volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře |
| P301+330+331 | PŘI POŽITÍ: Vypláchněte ústa. NEVYVOLÁVEJTE zvracení |
| P302+334 | PŘI STYKU S KŮŽÍ: Ponořte do studené vody/zabalte do vlhkého obvazu |
| P302+350 | PŘI STYKU S KŮŽÍ: Jemně omyjte velkým množstvím vody a mýdla |
| P302+352 | PŘI STYKU S KŮŽÍ: Omyjte velkým množstvím vody a mýdla |
| P303+361+353 | PŘI STYKU S KŮŽÍ (nebo s vlasy): Veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte. Opláchněte kůži vodou/osprchujte |
| P304+340 | PŘI VDECHNUTÍ: Přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu v poloze usnadňující dýchání |
| P304+341 | PŘI VDECHNUTÍ: Při obtížném dýchání přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu v poloze usnadňující dýchání |
| P305+351+338 | PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování |
| P306+360 | PŘI STYKU S ODĚVEM: Kontaminovaný oděv a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím vody a potom oděv odložte |
| P307+311 | PŘI expozici: Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře |
| P308+313 | PŘI expozici nebo podezření na ni: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření |
| P309+311 | PŘI expozici nebo necítíte-li se dobře: Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře |
| P332+313 | Při podráždění kůže: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření |
| P333+313 | Při podráždění kůže nebo vyrážce: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření |
| P335+334 | Volné částice odstraňte z kůže. Ponořte do studené vody/zabalte do vlhkého obvazu |
| P337+313 | Přetrvává-li podráždění očí: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření |
| P342+311 | Při dýchacích potížích: Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře |
| P370+376 | V případě požáru: Zastavte únik, můžete-li tak učinit bez rizika |
| P370+378 | V případě požáru: K hašení použijte ... |
| P370+380 | V případě požáru: Vykliďte prostor |

P370+380+375 V případě požáru: Vyklid'te prostor. Kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti

P371+380+375 V případě velkého požáru a velkého množství: Vyklid'te prostor. Kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti

Skladování

P401 Skladujte ...

P402 Skladujte na suchém místě

P403 Skladujte na dobře větraném místě

P404 Skladujte v uzavřeném obalu

P405 Skladujte uzamčené

P406 Skladujte v obalu odolném proti korozi/... obalu s odolnou vnitřní vrstvou

P407 Mezi stohy/paletami ponechte vzduchovou mezeru

P410 Chraňte před slunečním zářením

P411 Skladujte při teplotě nepřesahující ... °C/...°F

P412 Nevystavujte teplotě přesahující 50 °C/122 °F

P413 Množství větší než ... kg/... liber skladujte při teplotě nepřesahující ... °C/...°F

P420 Skladujte odděleně od ostatních materiálů

P422 Skladujte pod ...

P402+404 Skladujte na suchém místě. Skladujte v uzavřeném obalu

P403+233 Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte obal těsně uzavřený

P403+235 Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte v chladu

P410+403 Chraňte před slunečním zářením. Skladujte na dobře větraném místě

P410+412 Chraňte před slunečním zářením. Nevystavujte teplotě přesahující 50 °C/122 °F

P411+235 Skladujte při teplotě nepřesahující ... °C/...°F. Uchovávejte v chladu

Odstraňování

P501 Odstraňte obsah/obal ...

Předpisy pro přepravu po silnicích ADR a železnici RID rozdělují nebezpečné věci podle tříd nebezpečnosti (v závorce jsou uvedeny názvy podle RID).

| | |
|-----------|--|
| třída 1 | výbušné látky a předměty |
| č. 1 | podtřídy 1.1, 1.2 a 1.3 |
| č. 1.4 | podtřída 1.4 |
| č. 1.5 | podtřída 1.5 |
| č. 1.6 | podtřída 1.6 |
| třída 2 | plyny |
| č. 2.1 | hořlavé plyny |
| č. 2.2 | nehořlavé, netoxické plyny |
| č. 2.3 | toxické plyny |
| třída 3 | hořlavé kapaliny (zápalné kapalné látky) |
| třída 4.1 | hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečištěné výbušniny (zápalné pevné látky) |
| třída 4.2 | samozápalné látky |
| třída 4.3 | látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé (zápalné) plyny |
| třída 5.1 | látky podporující hoření (působící oxidačně) |
| třída 5.2 | organické peroxidy |
| třída 6.1 | jedovaté látky |
| třída 6.2 | infekční látky (látky způsobivé vyvolat nákazu) |
| třída 7 | radioaktivní látky |
| č. 7A | kategorie I |
| č. 7B | kategorie II |
| č. 7C | kategorie III |
| č. 7E | štěpné látky tř. 7 |
| třída 8 | žiravé látky |
| třída 9 | jiné (různé) nebezpečné látky a předměty |

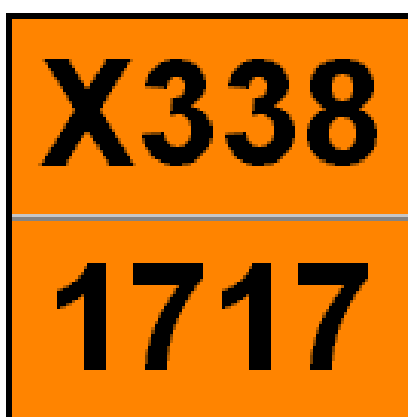
Identifikačním číslem nebezpečnosti (Kemlerův kód) je označována dvou až třímístná kombinace čísel, která může být doplněná znakem X; prvé číslo označuje primární nebezpečí, druhé, popř. třetí číslo sekundární nebezpečí.

- Postačuje-li k označení nebezpečnosti látky jediná číslice, doplní se tato číslice na druhém místě nulou.
- Zdvojení stejné číslice označuje zvýšení příslušného nebezpečí (látko označená 60 je toxická a látka označená 66 je vysoce toxická).
- Pokud je před identifikačním číslem nebezpečnosti uvedeno písmeno X, znamená to, že látka reaguje nebezpečně s vodou.

Obecně označují čísla tato nebezpečí:

- 2 – uvolňování plynů pod tlakem nebo chemickou reakcí,
- 3 – hořlavost par kapalin a plynů,
- 4 – hořlavost tuhých látek,
- 5 – oxidační účinky (podporuje hoření),
- 6 – jedovatost (toxicita),
- 7 – radioaktivita,
- 8 – žíravost,
- 9 – nebezpečí samovolné prudké reakce (samovolný rozklad nebo polymerace),
- 0 – doplňující číselný řád,
- X – látka nesmí přijít do kontaktu s vodou.

Kemlerův kód bývá nejčastěji aplikován na oranžových výstražných tabulkách nebezpečnosti, které jsou ve tvaru obdélníku o rozměrech 40 x 30 cm, jenž je černě orámován a podélně rozdělen. V dolní polovině tabule je UN-číslo, které látku jednoznačně identifikuje, a v horní polovině vlastní Kemlerův kód.



Např. označení na výše uvedené tabulce znamená:

- X338 vysoce hořlavá kapalina, žíravá, reagující nebezpečně s vodou (Kemlerův kód)
- 1717 acetylchlorid (UN-číslo)



Výbušné látky
a předměty tř. 1.1



Výbušné látky
a předměty tř. 1.2



Výbušné látky
a předměty tř. 1.3



Výbušné látky
a předměty tř. 1.4



Výbušné látky
a předměty tř. 1.5



Výbušné látky
a předměty tř. 1.5



2.1 Hořlavé plyny



2.1 Hořlavé kapaliny



2.2 Nehořlavé netoxické
plyny



2.2 Nehořlavé
netoxické plyny



2.3 Toxické plyny



3 Hořlavé kapaliny



3 Hořlavé kapaliny



4.1 Hořlavé tuhé látky



4.2 Samozápalné látky



4.3 Látky s vodou vyví-
jející hořlavé plyny



4.3 Látky s vodou vyvíjející hořlavé plyny



5.1 Látky podporující hoření



5.2 Organické peroxidy



5.2 Organické peroxidy



6.1 Toxické látky



6.2 Infekční látky



7A Radioaktivní látky I. kat.



7B Radioaktivní látky II. kat.



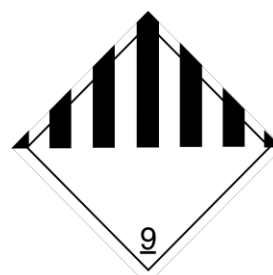
7C Radioaktivní látky III. kat.



7E Štěpné látky



8 Žíravé látky



9 jiné nebezpečí a předměty



Chránit před vlhkem



Křehké zboží



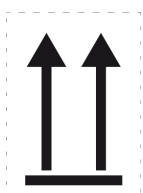
Látky ohrožující životní prostředí



Látky ohrožující životní prostředí



Opatrně přesouvat



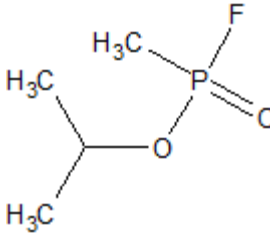
Touto stranou nahoru

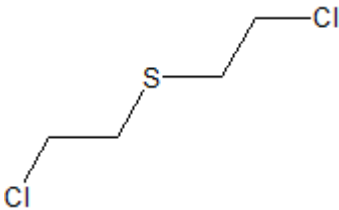


Zvýšená teplota

| Číslo střediska | Společnost | Stupeň pomoci | Dosažitelnost |
|-----------------|---|---------------|---------------------|
| 1 | UNIPETROL RPA, s.r.o. (Litvínov) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 2 | SYNTHOS KRALUPY, a.s. (Kralupy nad Vltavou) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 3 | PARAMO, a.s. (Kolín) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 4 | SPOLANA, a.s. (Neratovice) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 5 | Spolek pro chemickou a hutní výrobu, a.s. (Ústí nad Labem) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 6 | SYNTHESIA, a.s. (Pardubice) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 7 | DEZA, a.s. (Valašské Meziříčí) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 8 | SILON, a.s. (Planá nad Lužnicí) | 1 | nepřetržitě |
| 9 | HEXION SPECIALTY CHEMICALS, a.s. Sokolov | 1, 2 | nepřetržitě |
| 10 | BorsodChem-MCHZ, a.s. (Ostrava) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 11 | COLORLAK, a.s. (Staré Město) | 1 | Po-Pá 6.00-14.00 |
| 12 | LOVOCHEMIE, a.s. (Lovosice) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 13 | FARMAK, a.s. (Olomouc) | 1 | nepřetržitě |
| 14 | MESSER TECHNOGAS, a.s. (Praha) | 1, 2 | Po-Ne 8.00-16.30 |
| 15 | AIR PRODUCTS, s.r.o. (Litvínov) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 16 | REICHHOLD CZ, s.r.o. (Ústí nad Labem) | 1 | Po-Ne 7.00-18.00 |
| 17 | Česká rafinérská, a.s. (rafinérie Litvínov) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 18 | Česká rafinérská, a.s. (rafinérie Kralupy nad Vltavou) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 19 | CS CABOT, s.r.o. (Valašské Meziříčí) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 20 | LINDE GAS, a.s. (Praha) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 21 | Eurosupport Manufacturing Czechia, s.r.o. Litvínov | 1 | nepřetržitě |
| 22 | BOCHEMIE, s.r.o. (Bohumín) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 23 | ČEPRO, a.s. (Praha) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 24 | AKZO NOBEL COATINGS, a.s. (Opava) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 25 | PARAMO, a.s. (Pardubice) | 1, 2 | nepřetržitě |
| 26 | PETROTRANS, a.s. (Praha) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 27 | DEKONTA, a.s. (Ústí nad Labem) | 1, 2, 3 | nepřetržitě |
| 28 | Lučební závody Draslovka, a.s. (Kolín) | 1, 2 | nepřetržitě |

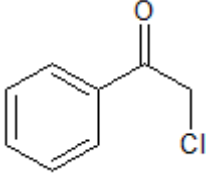
* Z důvodu případné aktualizace nejsou uvedena telefonní čísla nepřetržité služby

| | |
|----------------------------|---|
| SARIN |  |
| Chemický název | isopropyl-methylfosfonofluoridát |
| Kód látky | GB (USA); R35 (Rusko) |
| Registrační číslo CAS | 107-44-8 |
| Fyzikální stav (20 °C) | Je nejtěkavější nervovou látkou |
| Zápach | bezbarvá kapalina, technický produkt nažloutlý |
| Bod tuhnutí | bez zápachu, technický produkt slabá vůně po ovoci |
| Bod varu | -57 °C |
| Relativní hustota (vzduch) | 151 °C (za rozkladu) |
| Hustota | plynné látky 4,86 |
| Maximální koncentrace | kapaliny 1,0887 g.ml ⁻¹ (25 °C) |
| Tlak nasycených par | 22 000 mg.m ⁻³ (25 °C) |
| Stupeň hydrolyzy | 385,7 Pa (25 °C) |
| Stabilita při skladování | poločas hydrolyzy je 175 h při pH 4-6,5; rychlá hydrolyza při nízkém pH, velice rychlá v alkalických roztocích; s vodou se mísí ve všech poměrech, rovněž tak s většinou organických rozpouštědel |
| LC ₅₀ | téměř stabilní; slabě korozivní účinek na ocel |
| IC ₅₀ | Stálost v terénu: Vypařuje se přibližně ve stejném rozsahu jako voda; perzistence v terénu činí v létě 2-6 h, v zimě 6-12 h |
| LD ₅₀ | inhalací 100 mg.min.m ⁻³ , přes nekrytou kůži 12 000 mg.min.m ⁻³ , přes kůži chráněnou běžným ochranným oděvem 15 000 mg.min.m ⁻³ |
| Rychlost působení | 75 mg.min.m ⁻³ |
| Symptomy | 1,7 g kapaliny pro člověka intoxikací přes kůži, perkutánně |
| První pomoc | velice rychlé |
| Ochrana | Zvýšená produkce slin, výtok z nosu, obtížné dýchání v důsledku přítomnosti sekretů v dýchacím ústrojí, zvýšená potivost, zvracení, průjem, bezděčné uvolnění moči a výkalů, křeče. Nejkritičtější účinky jsou paralýza dýchacích svalů v kombinaci s účinky na dýchací centrum v centrálním nervovém systému. Působí také na centrální nervový systém za vzniku takových symptomů, jako jsou úzkost a stres. Smrt je obecně způsobena paralýzou dýchání. Typický symptom intoxikace nervovými látkami ve formě plynu nebo aerosolu je miosa, tj. zúžení zornice vyvolané již ve velice nízkých dávkách. Toto vede ke zhoršení vidění v noci. |
| Dekontaminace | Prvním zásahem je včasné a správné nasazení OM. Bezprostředně po nasazení OM si postižený vpíchne pomocí autoinjektoru antidotum proti nervově paralytickým látkám. Dalším krokem svlečení kontaminovaného oděvu a dekontaminace. Při bezvědomí položit zasaženého na tvrdou plochu, záklonem hlavy uvolnit dýchací cesty (zapadlý jazyk) a provádět zevní masáž srdce až do příjezdu zdravotnického personálu. Po obnovení základních životních funkcí položit pacienta do stabilizované polohy. |

| | |
|---|---|
| YPERIT |  |
| <p>Chemický název</p> <p>Kód látky</p> <p>Registrační číslo CAS</p> <p>Fyzikální stav (20 °C)</p> <p>Zápach</p> <p>Bod tuhnutí</p> <p>Bod varu</p> <p>Relativní hustota (vzduch)</p> <p>Hustota</p> <p>Maximální koncentrace</p> <p>Tlak nasycených par</p> <p>Stupeň hydrolyzy</p> <p>Stabilita při skladování</p> <p>Stálost v terénu</p> <p>LC₅₀:</p> <p>IC₅₀</p> <p>Rychlost působení</p> <p>Symptomy</p> | <p>bis(2-chlorethyl)sulfid</p> <p>HD (USA)</p> <p>HD je destilovaný yperit; chemicky nečistý produkt obsahující přibližně 30 % jiných sirných sloučenin je označován jako H. Další látky této skupiny jsou seskviyperit Q, zimní yperitová směs HT a kyslíkatý yperit T.</p> <p>505-60-2</p> <p>Yperit, také zvaný sírový yperit, mustard gas nebo v Německu Lost nebo Senfgas byl nazýván králem BChL a považován za jednu z nejnebezpečnějších BChL. Poranění kůže způsobené yperitem jsou dlouhotrvající a hojí se mnohem pomaleji než popáleniny. Výroba yperitu je jednoduchá a vlastní yperit splňuje většinu požadavků, které se kladou na BChL, nehledě na jeho zpožděný účinek. Pomalu se rozpouští ve vodě a jeho kapky mají sklon plavat po dlouhou dobu na povrchu vody, ačkoli yperit má větší hustotu než voda.</p> <p>kapalina</p> <p>po česneku</p> <p>14 °C</p> <p>228 °C (za rozkladu)</p> <p>plynné látky 5,4</p> <p>kapaliny 1,268 g.ml⁻¹ (25 °C)</p> <p>610 mg.m⁻³ (20 °C)</p> <p>9,576 Pa (20 °C)</p> <p>Yperit se pomalu rozpouští ve vodě, rozpustnost je přibližně 0,8 g/l. Po rozpuštění v destilované vodě yperit rychle hydrolyzuje; poločas hydrolyzy je přibližně 5 min (25 °C). Ve slané vodě je poločas hydrolyzy 60 min (25 °C). Dobře se rozpouští v organických rozpouštědlech.</p> <p>stabilní v ocelových a hliníkových obalech</p> <p>Stálá látka; od 1-2 dnů za středních meteorologických podmínek, do několika týdnů za zimních podmínek. Použití je technicky možné v širokém rozmezí teplot, pokud je smíchán s vhodnými rozpouštědly, nitrobenzenem, chlorbenzenem nebo tetrachlormethanem. Přidáním vysokomolekulárních látek vznikají viskózní směsi („ztužené yperity“), které vynikají mimořádnou stálostí v terénu i při vysoké teplotě a jsou značně odolné vůči dekontaminaci. Nemrznoucí přísady umožňují nasazení těchto BChL také hluboko pod bodem tuhnutí („zimní yperity“). Jejich kombinace s nervově paralytickými látkami (sarin) nebo jinými BChL (lewisit) pozměňuje charakter účinku yperitů, znesnadňuje diagnózu a terapii mimořádně komplikuje.</p> <p>inhalací 1 500 mg.min.m⁻³, absorpcí kůží 10 000 mg.min.m⁻³</p> <p>Při zasažení kůže 2000 mg.min.m⁻³; zasažení očí 200 mg.min.m⁻³. Teplá a vlhká kůže absorbuje více yperitu než suchá kůže. Následně IC₅₀ je nižší při vlhkých horkých meteorologických podmínkách.</p> <p>Doba latence do 12 h; obvykle se symptomy objevují po 4-6 h po expozici.</p> <p>Místní působení yperitu na kůži se vyvíjí od svědivého a bolavého zanícení, které se podobá popáleninám prvního stupně, až ke vzniku rozsáhlých puchýřů naplněných tekutinou. V tomto případě existuje vážné nebezpečí infekce. Yperit zasahuje nejvíce vlhké oblasti těla, jako krk, podpaží, genitálie a hrud' nebo břicho. Látka dráždí oči, oční víčka mohou napuchnout. Přímá kontaminace očí kapalným yperitem může způsobit zranění rohovky a duhovky, které může vést k permanentní slepotě. Po inhalaci působí yperit na plíce podobně jako fosgen a těžké intoxikace mohou vést ke smrtelnému otoku plic. Jako alkylační činidlo může také vyvolat systémové účinky. Tyto symptomy jsou podobného charakteru jako při ozáření organismu radioaktivními paprsky, tj. např. nevolnost,</p> |

| | |
|---------------|---|
| | <p>zasažení kostní dřeně, lymfatických uzlin a sleziny. Výsledný pokles bílých krvinek zvyšuje náchylnost k infekcím. Při zasažení trávicího ústrojí se klinický obraz poranění rozvíjí téměř okamžitě, bez vyznačení dlouhé doby latence. Již v první hodině po požití kontaminované potravy nebo vody se dostávají bolesti v nadbřišku, nevolnost a úporné opakované zvracení. Dochází k nekróze sliznice, což se projevuje horečkou a průjmy s příměsí krve.</p> |
| První pomoc | <p>Při lokálním zasažení kůže provést dekontaminaci. Co nejrychleji vypláchnout oči a ústa 2-3% roztokem hydrogenuhličitanu sodného, nebo 0,5-1,0% vodným roztokem monochloraminu B (T) a nanést alkalickou oční mast. U perorální otravy vyvolat zvracení.</p> |
| Ochrana | <p>Yperit snadno a rychle bez ztráty účinnosti proniká některými materiály jako dřevem, textilem a kůží; suchými materiály proniká přitom o něco pomaleji než materiály vlhkými. Některé syntetické druhy pryže a umělé hmoty zadržují zpuchýřující BCHL na delší dobu. Současné typy OM většinou dostatečně chrání před otravou inhalační cestou. K ochraně ostatního povrchu těla je nutno použít protichemický ochranný oděv s rukavicemi. Normální oděv musí být v případě kontaminace co nejdříve vyměněn. Rukavice určené k použití v domácnostech chrání po dobu asi 10 minut, vojenské boty po dobu 21 min před průnikem.</p> |
| Dekontaminace | <p>Kapalný yperit musí být z kůže šetrně odstraněn tampony, přičemž je třeba dávat pozor na možnost kontaminace prstů. K dekontaminaci jsou vhodné chlorové vápno a monochloramin B (T), dále roztoky sulfidu sodného a chlornanu sodného.</p> |

| | |
|----------------------------|--|
| FOSGEN |  |
| Chemický název | karbonyl dichlorid |
| Kód látky | CG v USA, R-Ju (P-) Rusko |
| Registrační číslo | CAS: 75-44-5 |
| Fyzikální stav (20 °C) | bezbarvý plyn |
| Zápach | čerstvé seno |
| Bod tuhnutí | -120 °C |
| Bod varu | 7,6 °C |
| Relativní hustota (vzduch) | plynné látky 3,4 |
| Hustota | kapaliny 1,37 g.ml ⁻¹ (20 °C) |
| Maximální koncentrace | 2 200 000 mg.m ⁻³ (-10 °C), 4 300 000 mg.m ⁻³ (7,6 °C) |
| Tlak nasycených par | 48 545 Pa (-10 °C), 156 009 Pa (20 °C) |
| Stupeň hydrolyzy | V polních podmínkách rychle hydrolyzuje, především při dešti a na listnatých površích. Dobře rozpustný ve vodě i v organických rozpouštědlech. |
| Stabilita při skladování | stabilní v suchých ocelových zásobnících; v přítomnosti vlhkosti má korozivní účinky |
| Stálost v terénu | krátká; v letním období se účinné koncentrace udrží v terénu 5-10 min, v zimě 10-20 min |
| LC ₅₀ | 3200 mg.min.m ⁻³ |
| IC ₅₀ | 1600 mg.min.m ⁻³ ; koncentrace převyšující 10 mg.min.m ⁻³ působí podráždění očí a horních cest dýchacích |
| Rychlost působení | Okamžitě po expozici vysokými koncentracemi; zpoždění 3 h nebo více po expozici nízkými koncentracemi. |
| Symptomy | Bezprostředně po vdechnutí dochází k podráždění nervových zakončení ve sliznicích nosu a horních cestách dýchacích. Zasažený dráždivě kašle, je dušný, pociťuje tíhu a pálení na prsou. Dále nevolnost, bolest hlavy, pálení a slzení očí, celkovou malátnost a slabost, bolest v krajině srdeční s negativním nálezem na EKG. Při těžkých intoxikacích dochází k edému plic (toxický otok plic), tj. abnormální akumulaci kapaliny v tkáních plic a v puchýřích na plicích, jejichž stěny pukají za uvolnění krve a kapaliny. Edém brání výměně plynu v plicích. V konečné fázi oběti umírají v důsledku nedostatku kyslíku. Úplný toxický účinek není obvykle patrný do 3-4 h po expozici. Většina smrtelných následků nastává v průběhu 24 h po expozici. |
| První pomoc | Postiženému nasadit OM, vynést ho ze zamořené atmosféry a zaručit mu absolutní klid. Při bezvědomí položit zasaženého na tvrdou plochu, záklonem hlavy uvolnit dýchací cesty (zapadlý jazyk) a provádět zevní masáž srdce až do příjezdu zdravotnického personálu. Po obnovení základních životních funkcí položit pacienta do stabilizované polohy. Zasaženým svléci kontaminovaný oděv, teple je přikrýt, podávat tekutiny a psychicky uklidnit. |
| Ochrana | Spolehlivou ochranou před vniknutím dusivých BCHL do organismu představuje OM s vysoce účinnými filtry. Další podmínkou je dodržení pravidel hygienické kázně při konzumaci vody a potravin. |
| Dekontaminace | vodné roztoky louhů, čpavku a hexamethylentetraminu |

| | |
|---|--|
| CHLORACETOFENON |  |
| <p>Chemický název Kód látky Registrační číslo</p> <p>Fyzikální stav (20 °C) Zápach Bod tání Bod varu Relativní hustota (vzduch) Hustota Maximální koncentrace Tlak nasycených par Stupeň hydrolyzy Stabilita při skladování Stálost v terénu:</p> <p>LC₅₀ IC₅₀ Rychlost působení Symptomy První pomoc Ochrana Dekontaminace</p> | <p>ω-chloracetofenon CN (USA) CAS: 532-27-4</p> <p>Pevná látka, která je aplikována především ve formě aerosolu. Ačkoliv těkavost chloracetofenonu je relativně nízká, jeho účinnost je dostatečně vysoká pro vytvoření účinné koncentrace. Kromě lakrymačního účinku dráždí dýchací cesty.</p> <p>bílá krystalická pevná látka, technický produkt žluté až hnědé barvy po květech střemchy 54 °C 248 °C plynné látky 5,3 kapaliny 1,187 g.ml⁻¹ (58 °C) 2,36 mg.m⁻³ (0 °C); 34,3 mg.m⁻³ (20 °C) 0,3458 Pa (0 °C); 0,5453 Pa (20 °C) velice pomalá; ve vodě se téměř nerozpouští (patří k nejstálejším BChL), dobře se rozpouští v některých BChL a organických rozpouštědlech stabilní krátká; v pevném stavu vydrží v terénu v letním období několik dní, v zimě 1-2 týdny</p> <p>7000-14000 mg.min.m⁻³ 80 mg.min.m⁻³ téměř okamžitě Silný slzný účinek a podráždění dýchacího systému. Ve vyšších koncentracích dráždí kůži, vyvolává popálení a pocit svědění. Vysoké koncentrace mohou způsobit puchýře, které jsou neškodné a zmizí v průběhu několika hodin. Látka může vyvolat nevolnost.</p> <p>Nasazení OM, urychlené opuštění kontaminovaného prostředí a ochrana očí před prudkým světlem. Projevy podráždění většinou pobytem na čerstvém vzduchu a spontánně mizí, neboť slzení odplavuje částičky slzotvorné látky z očí. Po opuštění kontaminovaného prostředí se dekontaminují oči, nos, ústa a hrdlo výplachy 1-2% roztokem hydrogenuhličitanu sodného, borovou vodou, fyziologickým roztokem nebo izotonickým roztokem, obsahujícím 0,25 % siřičitanu sodného. Při ošetřování očí se nepoužívají adstringentní masti ani roztoky, stejně jako se nedoporučuje přikládat obvazy. Postižený si nemá třít oči, neboť mechanické dráždění může vyvolat erozi rohovky. Zpravidla není nutná žádná zvláštní léčba a po expozici nezůstávají následky. Při podráždění horních cest dýchacích se kontaminované partie kůže potírají 1-2% roztokem hydrogenuhličitanu sodného, 1% vodným roztokem sulfidu sodného.</p> <p>Spolehlivou ochranu před účinky dráždivých látek poskytují OM, které vedle adsorpční vrstvy obsahují i protidýmovou vložku. Pro dekontaminaci dráždivých látek se používá alkoholových roztoků hydroxidu sodného, vodného nebo alkoholového roztoku sulfidu sodného.</p> |

Medis-Alarm 111D

Kapitoly Látka Oblíbené Pomoc

Vysvětlivky F1 Signální slovo

R-věty S-věty H-věty P-věty

Název a synonyma Hledej

HYDRAZIN ; bezvodý

Kemlerův kód (ADR): -

UN číslo: 2029

Výstražný symbol DSD

Výstražný symbol CLP

Bezpečnostní značka ADR/RID

Identifikace:

Registrační číslo CAS: 302-01-2

Číslo ES (EINECS/ELINCS/NLP): 206-114-9

Indexové číslo (EEC): 007-008-00-3

Sumární vzorec: H4-N2

Funkční vzorec: NH2NH2

Klasifikace:

R10

Carc. Cat. 2; R45

T; R23/24/25

C; R34

R43

N; R50-53

DSD

Výstražný symbol: T - *Toxický*

N - *Nebezpečný pro životní prostředí*

R-věty: 45-10-23/24/25-34-43-50/53

S-věty: 53-45-60-61

Poznámky: E

Koncentrační limity: C >= 10 %; C; R34
3 % <= C < 10 %; Xi; R36/38

CLP

Klasifikace:

Flam. Liq. 3; H226

Carc. 1B; H350

Acute Tox. 3 (M); H331

Acute Tox. 3 (M); H311

Acute Tox. 3 (M); H301

Skin Corr. 1B; H314

Skin Sens. 1; H317

Aquatic Acute 1; H400

Aquatic Chronic 1; H410

Výstražný symbol: GHS02 GHS06 GHS08 GHS05 GHS09

Signální slovo: Nebezpečí

H-věty (označení): H226 H350 H331 H311 H301 H314 H317 H410

P-věty: viz kapitola F2

Koncentrační limity: C >= 10 %; Skin Corr. 1B; H314
3 % <= C < 10 %; Skin Irrit. 2; H315
3 % <= C < 10 %; Eye Irrit. 2; H319

Pr

Kemlerův kód (ADR): -

Kemlerův kód (RID): 886

UN číslo: 2029

ADR: 8,CFT

RID: 8,CFT

ADN: 8,CFT

ev

Další označení ADR: Značka pro látky ohrožující životní prostředí

Bezpečnostní značka (ADR): 8 + 3 + 6.1

Bezpečnostní značka (RID): 8 + 3 + 6.1

Obalová skupina ADR/RID: I

IMDG: 8

IMDG-vedlejší nebezpečí: 3 / 6.1

Synonyma a jiné názvy:

hydrazine • (dle 1272/2008/ES)

Hydrazin • (dle Vyhl. 369/2005 Sb.)

hydrazin • (dle Zák. 163/2001 Z.z.)

H₂N-NH₂

Nouzová opatření:

ERG 2008 **ERG132**

Příbuzné záznamy:

[HYDRAZIN ; roztok, s více než 37 % hydrazinu](#)

[HYDRAZIN ; vodný roztok, s max. 37 % hm. hydr...](#)

[HYDRAZIN ; VODNÝ ROZTOK, HORLAVÝ, obsahující ...](#)

Start

Jiri Matejka - Dořlá p... Publikace CHS_11122... Obrázky Medis-Alarm 111D Hledat v počítači 12:43

Dopravní informační systém DOK - Windows Internet Explorer


http://cep.mdr.cz/dok2/DokPub/dok.asp

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené položky Nástroje nápověda

Oblíbené položky Galerie oblastí Web Slice Navrhované weby no

Dopravní informační systém DOK

Stránka Zabezpečení Nástroje





Dopravní informační systém DOK

Ministerstvo dopravy ČR, nábreží L. Svobody 12, 110 15

Detail nebezpečné látky

Název látky
ETHYLENOXID

| Bezpečnostní tabulka | Bezpečnostní značky | Třída, balení | Související odkazy |
|---|---|---|---|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">263</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">1040</div> |   | Třída 2.3 Jedovaté plyny 2TF (Klasifikační kód) | <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; width: 100%;">Odpady</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; margin-bottom: 2px; width: 100%;">Řidiči</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; width: 100%;">Havárie</div> |

Bezpečnostní pokyny

| | | | | |
|----------------|------------------|-------|------------|-------------|
| Možná ohrožení | Ochrana obyvatel | Pozár | Znečištění | První pomoc |
| | | | TIH | |

OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI
 TOXICKÉ; Při nadýchání nebo absorpci pokožkou může být smrtelné.
 Styk s plynem či se skvapalněným plynem může způsobit poleptání, vážné poškození zdraví a/nebo omrzliny.
 V ohni může uvolňovat dráždivé, toxické a/nebo žíravé plyny.
 Odtok vody použité k hašení může způsobit znečištění životního prostředí.
 NEBEZPEČÍ OHNĚ ČI VZDUCHU
 Hořlavé; může se vznítit horkem, jiskrami nebo plameny.
 Při používání výbušné směsi par se vzduchem může dojít k přenosu par ke zdroji vznícení a zpětnému prolehnutí ohně.
 Při zahřátí, či v ohni mohou tyto látky, označené písmenem P, polymerovat při explozivní reakci.
 Páry skvapalněného plynu jsou na počátku těžší než vzduch a šíří se při zemi.
 Některé z těchto materiálů mohou prudce reagovat při styku s vodou.
 Obaly mohou vybuchovat při zahřátí.
 Prasklá tlakové láhve se mohou vlivem unikajícího plynu chovat jako raketa.
 Přetečení může vyvolat nebezpečí výbuchu či otravy.

Informace pro přepravu

| | | | |
|--|-----|-------------|-------------|
| | ADR | ADN (Tab.A) | ADN (Tab.C) |
|--|-----|-------------|-------------|

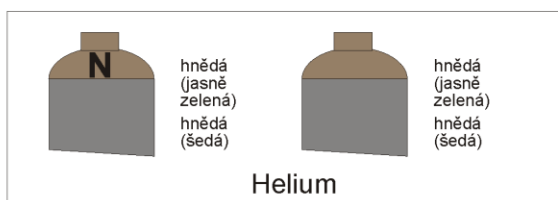
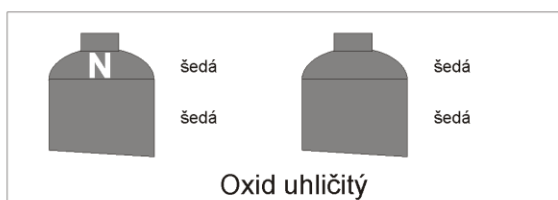
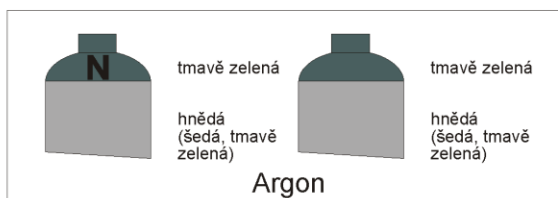
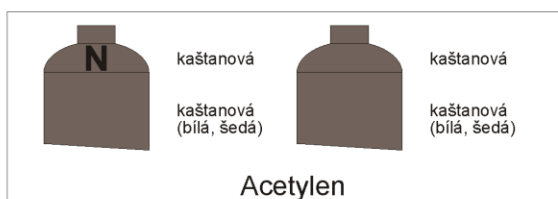
Doplňující informace pro přepravu podle ADR

| | | |
|---|------|--------------------------------------|
| Zvláštní ustanovení pro určité látky nebo předměty | | |
| Omezené množství | LQ0 | Otevřít papís |
| Vyňaté množství | E0 | Otevřít papís |
| Pokyny pro balení | P200 | Popsis(PDF dokument) |
| Zvláštní ustanovení pro obaly | | |
| Ustanovení o společném balení | MP9 | Otevřít papís |
| Pokyny pro přemístitelné cisterny | (M) | Popsis(PDF dokument) |

| Typ | L19C | L29C | L45D |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Technické parametry</i> | | | |
| <i>Objem vody</i> | 2 L | 3 L | 4,7 L |
| <i>Specifikace</i> | CE | CE | CE |
| <i>Provozní tlak</i> | 300 bar | 300 bar | 300 bar |
| <i>Zkušební tlak</i> | 450 bar | 450 bar | 450 bar |
| <i>Průměr</i> | 103 mm | 114 mm | 137 mm |
| <i>Délka</i> | 376 mm | 442 mm | 490 mm |
| <i>Váha prázdná</i> | 1,2 kg | 1,9 kg | 3,4 kg |
| <i>Životnost</i> | 15 let | 15 let | 15 let |
| <i>Vnitřní závit</i> | M18x1,5 ISO | M18x1,5 | M18x1,5 ISO |
| Typ | L65C | L65F | L65E |
| <i>Technické parametry</i> | | | |
| <i>Objem vody</i> | 6,8 L | 6,9 L | 6,9 L |
| <i>Specifikace</i> | CE | CE | CE |
| <i>Provozní tlak</i> | 300 bar | 300 bar | 300 bar |
| <i>Zkušební tlak</i> | 450 bar | 450 bar | 450 bar |
| <i>Průměr</i> | 157 mm | 156 mm | 161 mm |
| <i>Délka</i> | 525 mm | 522 mm | 523 mm |
| <i>Váha prázdná</i> | 4 kg | 3,5 kg | 4,09 kg |
| <i>Životnost</i> | 15 let | 15 let | 20 let |
| <i>Vnitřní závit</i> | M18x1,5 ISO | M18x1,5 ISO | M18x1,5 ISO |
| Typ | L65B | L87A | |
| <i>Technické parametry</i> | | | |
| <i>Objem vody</i> | 6,8 L | 9 L | |
| <i>Specifikace</i> | CE | CE | |
| <i>Provozní tlak</i> | 300 bar | 300 bar | |
| <i>Zkušební tlak</i> | 450 bar | 450 bar | |
| <i>Průměr</i> | 161 mm | 178 mm | |
| <i>Délka</i> | 525 mm | 554 mm | |
| <i>Váha prázdná</i> | 4,4 max. | 4,8 kg | |
| <i>Životnost</i> | 30 let | 15 let | |
| <i>Vnitřní závit</i> | M18x1,5 ISO | M18x1,5 ISO | |

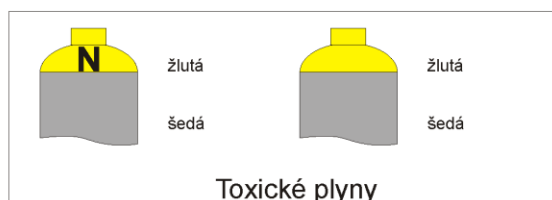
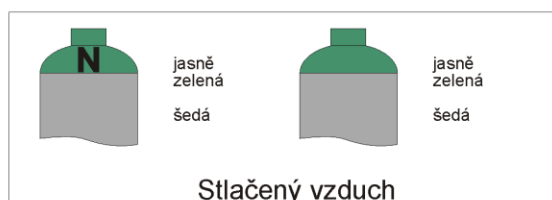
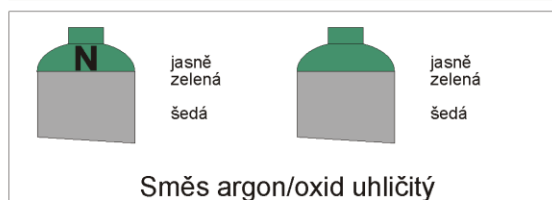
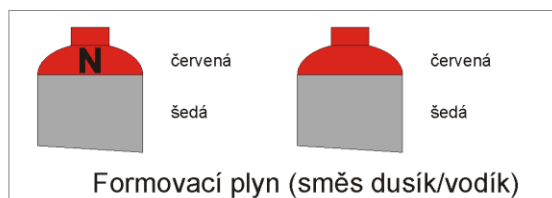
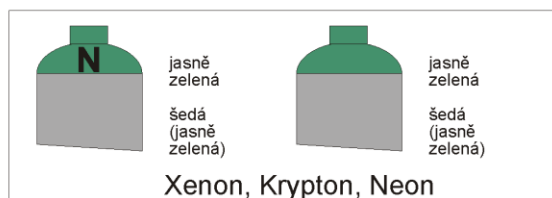
Původní stav
do 30.6. 2008

Nový stav
od 1.7. 2008



Původní stav
do 30.6. 2008

Nový stav
od 1.7. 2008

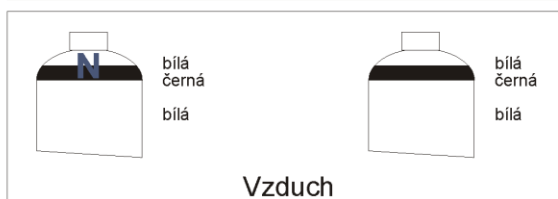
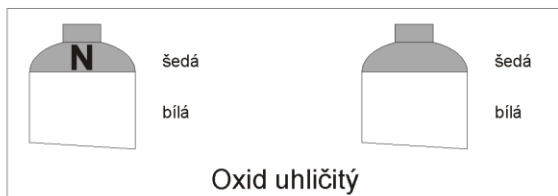
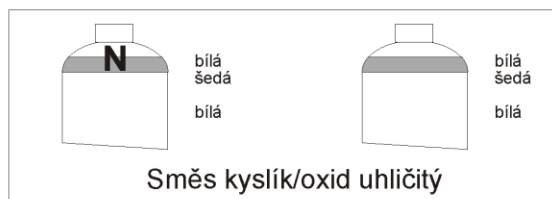


Původní stav
do 30.6. 2008

Nový stav
od 1.7. 2008

Původní stav
do 30.6. 2008

Nový stav
od 1.7. 2008



| Barva podle normy | číslo RAL | název RAL |
|-------------------|-----------|------------------|
| žlutá | 1018 | zinková žlut' |
| červená | 3000 | ohnivá červen' |
| světle modrá | 5012 | světlá modř |
| jasně zelená | 6018 | žlutá zeleň |
| kaštanová | 3009 | oxidační červen' |
| bílá | 9010 | čistá běloba |

| Barva podle normy | číslo RAL | název RAL |
|-------------------|-----------|----------------|
| modrá | 5010 | enciánová modř |
| tmavě zelená | 6001 | smaragd. zeleň |
| černá | 9005 | hluboká čern' |
| šedá | 7037 | prachová šed' |
| hnědá | 8008 | olivová hněd' |

V databázích NL jsou uvedeny hodnoty nejvyšší přípustné koncentrace pro pracovní prostředí (NPK-P) a přípustného expozičního limitu (PEL). Pro zásahy s výskytem nebezpečných látek mají daleko větší význam níže uvedené havarijní koncentrace, což jsou hodnoty, které vznikly extrapolací hodnot získaných v titulech renomované zahraniční literatury. Tyto informativní hodnoty vypovídají o možnosti určité činnosti po danou dobu a o riziku dané činnosti.

| LÁTKA | HPK-10 [ppm] | HPK-60 [ppm] | HAU-20 [ppm] | HAU-120 [ppm] |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| chlor | 6 | 3 | 3 | 1 |
| kyanovodík | 50 | 25 | 25 | 10 |
| ethylenchlorhydrin | 15 | 10 | 10 | 5 |
| chlorid fosforitý | 5 | 3 | 4 | 2 |
| oxid siřičitý | 67 | 15 | 50 | 20 |
| oxid sírový | 21 | 5 | 5 | 2 |
| ethylenoxid | 2250 | 500 | 400 | 200 |
| propylenoxid | 3300 | 750 | 600 | 300 |
| epichlorhydrin | 250 | 100 | 80 | 35 |
| chlorovodík | 500 | 100 | 35 | 15 |
| fluorovodík | 100 | 25 | 10 | 5 |
| chloroform | 10000 | 5000 | 250 | 100 |
| trichlorethylen | 5000 | 1000 | 300 | 200 |
| perchlorethylen | 2000 | 1000 | 200 | 150 |
| formaldehyd | 40 | 30 | 35 | 25 |
| sirouhlík | 500 | 300 | 300 | 200 |
| amoniak | 1500 | 500 | 500 | 200 |
| fosfin | 3 | 2 | 2 | 1,5 |
| arsin | 10 | 10 | 10 | 10 |
| oxidy dusíku | 25 | 10 | 20 | 8 |
| fosgen | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 0,2 |
| sulfan | 50 | 50 | 26 | 20 |
| fenyliothiokyanát | 5 | 4 | 3 | 1 |
| allyliothiokyanát | 5 | 4 | 3 | 1 |
| acetonitril | 300 | 250 | 160 | 60 |
| akrylonitril | 120 | 75 | 60 | 40 |
| acetonkyanhydrin | 60 | 40 | 30 | 10 |
| propionitril | 250 | 150 | 80 | 40 |
| butyronitril | 300 | 200 | 100 | 50 |
| isobutyronitril | 300 | 200 | 100 | 50 |
| adiponitril | 120 | 75 | 60 | 40 |

| | | | | |
|------------------------|-------|-------|------|-----|
| benzonitril | 150 | 80 | 60 | 40 |
| benzylkyanid | 150 | 80 | 60 | 40 |
| methanol | 15000 | 10000 | 1000 | 500 |
| ethanol | 20000 | 10000 | 1000 | 500 |
| 2-propanol | 3000 | 1000 | 300 | 150 |
| allylalkohol | 200 | 100 | 10 | 5 |
| 1-butanol | 5000 | 1000 | 500 | 300 |
| 1-pentanol | 2000 | 1000 | 500 | 300 |
| 2-methyl-2,4-pentadiol | 1000 | 100 | 50 | 20 |
| cyklohexanol | 2000 | 1000 | 100 | 50 |
| benzen | 15000 | 7500 | 200 | 100 |
| toluen | 10000 | 5000 | 200 | 100 |
| o-xylen | 8000 | 3000 | 200 | 100 |
| m-xylen | 6000 | 3000 | 200 | 100 |
| p-xylen | 5000 | 2000 | 200 | 100 |
| technická směs xylenu | 8000 | 3000 | 200 | 100 |
| acetaldehyd | 200 | 3000 | 200 | 100 |
| krotonaldehyd | 200 | 50 | 40 | 20 |
| akrolein | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| acetal | 100 | 25 | 25 | 10 |
| pyridin | 2000 | 500 | 500 | 200 |
| pikolin | 1500 | 350 | 300 | 150 |
| methylamin | 90 | 20 | 20 | 10 |
| dimethylamin | 160 | 40 | 30 | 15 |
| ethylamin | 160 | 40 | 30 | 15 |
| oxid uhelnatý | 200 | 100 | 100 | 50 |
| chlorid fosforečný | 5 | 2 | 5 | 2 |
| antimonovodík | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| diboran | 3 | 2, | 3 | 2 |
| thionylchlorid | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| sulfurylchlorid | 3 | 1 | 3 | 1 |

| Kontaminant | Dekontaminační činidla | | |
|---------------------------|--|---|--|
| | Povrchy | Protichemický ochranný oděv | Povrch těla |
| čpavek | 8% kyselina octová (ocet) | 8% kyselina octová (ocet) | voda |
| chlór | 1. sorbent + voda 2. soda, mletý vápenec nebo vápno v pevné formě 3. 5 až 10% NaHCO ₃ nebo K ₂ CO ₃ | 5 až 10% NaHCO ₃ nebo K ₂ CO ₃ | voda |
| kyanidy | 1. sorbent + voda 2. soda, mletý vápenec nebo vápno v pevné formě 3. 5 až 10% NaHCO ₃ nebo K ₂ CO ₃ | 10% NaHCO ₃ | 10% NaHCO ₃ |
| nebezpečné chemické látky | 1. voda 2. 0,5 až 3% detergent 3. 10% Hvězda | 1. voda 2. 0,5 až 3% detergent 3. 10% Hvězda | 1. mýdlo + voda 2. 10% Hvězda |
| radioaktivní látky | 1. 0,5 až 3% detergent 2. Neodekont 3. 10% Hvězda | 1. 0,5 až 3% detergent 2. Neodekont 3. 10% Hvězda | 1. 0,5 až 3% detergent 2. mýdlo + voda 3. Neodekont 4. 10% Hvězda |
| BCHL | 1. 10% Hvězda 2. roztok NaClO + 2% NaOH 3. roztok „Savo Prim“ (obsahuje již NaOH) | 1. Hvězda 3:1, tj. 75% 2. roztok NaClO + 2% NaOH 3. roztok „Savo Prim“ (obsahuje již NaOH) | 1. mýdlo + voda (pro dekontaminaci očí 1 až 2% NaHCO ₃) 2. 10% Hvězda |
| B-agens | 1. 2% „Persteril 36 %“ ¹ (20 min) 2. 4% „Persteril 15 %“ (20 min) 3. 10% Hvězda | 1. 2% „Persteril 36 %“ 2. 4% „Persteril 15 %“ expozice 1 minutu při aplikaci dekontaminační sprchou nebo 2 minuty při ruční aplikaci 3. 10% Hvězda | 1. 0,2% „Persteril 36 %“ 2. 0,4% „Persteril 15 %“ expozice 1 minutu při aplikaci dekontaminační sprchou nebo 2 minuty při ruční aplikaci (mytí pokožky a vlasů mýdlem s dezinfekčním účinkem) 3. 10% Hvězda |

¹K dezinfekčnímu roztoku pod obchodním názvem „Persteril 36%“ a „Persteril 15%“ se přistupuje jako ke 100% roztokům.

| | Bacillus anthracis |
|---------------------------------|---|
| Popis | Nepohyblivá grampozitivní anaerobní sporující tyčka, která způsobuje vysoce infekční onemocnění býložravců, např. koňů, krav, ovcí nebo koz, při níž se může nakazit i člověk při manipulaci s kontaminovaným materiálem (chlupy, kůže, krev, fekálie). |
| Způsob nakažení | Infekce způsobená spory proniká do organismu trhlinami v kůži, inhalací nebo požitím nedostatečně tepelně zpracovaného masa. Možný je rovněž přenos bodavým hmyzem. |
| Charakteristika spor | Spory antraxu mohou přetrvávat v přírodě desítky let. Po namnožení mohou být rozšiřovány ve formě vlhkého nebo suchého aerosolu. Spory se díky mikroskopickým rozměrům chovají jako prachové částice a snadno se rozšiřují po okolí, a to především v klimatizovaných prostorách. |
| Klinické projevy | Podle místa vstupu spor se rozlišuje forma kožní, inhalační a střevní. |
| Kožní forma | Vyskytuje se na ruce, předloktí, výjimečně v obličeji osob pracujících na farmách. Začíná jako vyrážka, později se mění v krusty uhlově černé barvy (antrax = uhlák). Je-li léčena, vykazuje tato lokální infekce mortalitu < 10 %, jinak systémová infekce má mortalitou až 20 %. Při vhodné antibiotické léčbě nebývá kožní antrax smrtelný. |
| Střevní forma | Vzniká po konzumaci nedostatečně tepelně zpracovaného masa nakažených zvířat nebo kontaminované vody. Spory mohou vyrůst v horní nebo spodní části zažívacího traktu. Pacient s nemocí v horní části zažívacího traktu má vředy v ústech nebo hltanu, které jsou doprovázeny zvětšením uzlin a edémem. U nemocných se sníženou imunitou může infekce přejít v systémové onemocnění a sepsi. Pacient s postižením spodní části zažívacího traktu trpí nevolností, zvracením a bolestmi břicha prováženými krvavými průjmy. Jestliže nemoc postihne celý organismus, bývá úmrtnost vysoká. |
| Inhalační forma | Woolsortersova nemoc (endemická inhalace antraxu) je vzácné onemocnění způsobené vdechnutím spor antraxu. Vyskytuje se u zaměstnanců koželužen a podniků zpracovávajících kůži zvířat. Po inkubační době 1-6 dní (závisí na množství vdechnutých spor) jsou počáteční symptomy plynulé a nespecifické, pak následují horečka, neklid a únava spojená se suchým kašlem a mírným tlakem na prsou. Počáteční příznaky mohou střídát krátké zlepšení stavu následovaným prudkým zhoršením se závažnými dýchacími potížemi, dušností, pocením a cyanosou. Sepse, septický šok a smrt následují obvykle za 24-36 h od počátku potíží. |
| Diagnostické možnosti | Bacillus anthracis je detekovatelný v krvi hemokultivací metodou ELISA nebo polymerázovou řetězovou reakcí (PCR). V případě rozvinuté sepse detekovatelný mikroskopicky v krvi postižených osob. Může být detekován v mozkomíšním moku a v terminální fázi i v mozkové tkáni. Během infekce jsou v těle přítomny jen vegetativní bacily a spory se v těle nenacházejí, pokud nejsou bacily vystaveny okolnímu vzduchu. Bacily a toxin se v krvi objeví druhý až třetí den po infekci. Se symptomy dochází k nárůstu počtu bílých krvinek. |
| Infekce a bezpečnostní opatření | Přenos z člověka na člověka kapénkovou infekcí není popsán. Při jakékoliv proceduře je třeba nástroje a místo zásahu ošetřit desinfekčními prostředky (jód, chlornan sodný nebo vápenatý). |
| Léčba a prevence | Pro terapii byl vybrán penicilin v dávce 2 mil. jednotek po dvou hodinách intravenózně. U pacientů alergických na penicilin použít tetracyklin a erytromycin. V případě inhalačního antraxu lze po zlepšení stavu přejít na tabletovou léčbu antibiotiky. Při střevním antraxu nutná agresivní terapie obdobná jako při inhalačnímu antraxu. V USA vyrobena vakcína a od r. 2002 kvalita vakcíny splňuje kritéria pro všeobecné nasazení proti antraxu. Pro širokou veřejnost není dosud vakcína proti antraxu dostupná. Profylaxe jedinců při ohrožení antraxem pomocí 500 mg ciprofloxacinu nebo 200 mg doxycyklinu. Při potvrzení útoku antraxem, musí léčba přetrvávat u všech zasažených jedinců po dobu nejméně 60 dnů. |

| | Variola major (pravé neštovice) |
|---------------------------------|---|
| Popis | Pravé neštovice jsou způsobeny virem varioly (DNA virus). |
| Způsob nakažení | V důsledku prevence tohoto onemocnění v celosvětovém měřítku není v dnešní době v lidské populaci virus přítomen a nejsou známi přenašeči z živočišné říše. Nemoc se v populaci udržovala pouze přenášením z člověka na člověka. Dvě formy nemoci: pravé neštovice s letalitou 20-40 % a plané neštovice. Během 20. stol. způsobily pravé neštovice smrt asi 100 mil nemocných. |
| Uchovávání viru | USA (CDC laboratoře v atlantě) a Rusko (Koltsovo). Existují obavy z přechovávání i na jiných místech a mohou být potenciální a obávanou biologickou zbraní. |
| Eradikace viru | Vyhlášena Světovou zdravotnickou organizací (WHO) v roce 1980 a pak upuštěno od další vakcinace dětí. Vakcinovaní jedinci si udržují imunitu asi 10 let, v některých populacích 20 let. Proto je většina populace k viru citlivá. Zásoby vakcíny jsou malé, USA má k dispozici cca 200 mil. dávek. Účinné léky proti neštovicím neexistují. Navíc jen málo současných lékařů má s pravými neštovicemi praktické zkušenosti. |
| Klinické projevy | Snadno přenosný z člověka na člověka kapénkovou infekcí. Ve vhodném prostředí přežije až 1 týden. Počáteční příznaky se projevují jako akutní viróza. Po uplynutí inkubační doby (7-17 dní) následuje další fáze (2-5 dní) s vysokými horečkami, neklidem, bolestí hlavy a zad, zimnicí, třesavkou a zvracením. Pacient se často dostává do deliria. Vyrážka se zpravidla objeví do 48 h, nejdříve v ústech, pak se rozšiřuje na ruce, předloktí, nohy a trup. Osmý den začínají puchýřky zasychat. Po oddělení stroupků zůstávají nepigmentované skvrny a jizvy. Smrt přichází zpravidla na konci prvního týdne nebo během druhého týdne nemoci a je způsobena toxikémií způsobenou přemnožením virů. |
| Diagnostické možnosti | Stanovení diagnózy je založeno na charakteristickém obrazu vyrážky. Variola může být potvrzena klinickým obrazem a elektronovou mikroskopií tekutiny z puchýřků. Bližší klasifikace virů vyžaduje buněčnou kulturu nebo růst na chorioalantoické vaječné membráně. Vyšetření mohou provádět pouze laboratoře úrovně biohazard BL4. |
| Infekce a bezpečnostní opatření | Nemocný pacient musí být převezen do nemocnice vybavené místností s podtlakem a HEPA filtrací. Osobní ochranné prostředky (minimálně jednorázový protichemický oděv s rukavicemi a rouškou) jsou nezbytné pro všechny zaměstnance nemocnice, kteří s nemocným přijdou do styku. Zdravotníci by měli být imunizováni. Kontaminovaný materiál musí být umístěn do pytlů a před likvidací autoklávován. Na čištění povrchů lze použít standardní desinfekční prostředky. |
| Léčba a prevence | Léčba neštovic je primárně podpůrná. Z dostupných antivirotik testovaných na zvířatech je k dispozici <i>cidofovir</i> , který byl účinný <i>in vitro</i> , ale dosud nebyl vyzkoušen na člověku. Jestliže by došlo k potvrzení infekce variolou, bylo by nezbytné neprodleně zahájit rozsáhlý vakcinační program. Osoby vakcinované před skončením programu eradikace, musí být rovněž považovány za citlivé k neštovicím. Neštovice jsou vyjíměčné v tom, že vakcinace může vést k prevenci propuknutí nemoci nebo zmírnění jejího průběhu, a to i při zpoždění 4 dny po expozici. Každý, kdo přišel do styku s nemocným, musí být vakcinován co nejdříve. Kontaktní osoby musí být převedeny do izolace, jakmile jejich teplota přesáhne 38 °C během 17 dnů po expozici. Ani vakcinace není bez rizika. Nejzávažnější komplikace představuje zánět mozkových blan a otok mozku. Před celosvětovým vymýcením neštovic byla jedinou kontraindikací k vakcinaci gravidita, některé poruchy imunity a ekzém. |

Radiometrické nastavení přístroje při měření

Pozadí nastavit na nulu a vynulovat.

Červený přepínač v poloze 1 s se zvukovou signalizací.

Detekční část oddělena od vyhodnocovací.

Při měření dávkového příkonu je clona uzavřena.

Stanovení plošné aktivity se určuje jako rozdíl odezvy s otevřenou a uzavřenou clonou.

Měřicí rozsah se zvolí tak, aby výchylka na ciferníku byla v rozsahu od 2 do 8.

Popis pravidelných kontrol

| | |
|---------------------------------------|---|
| Před použitím: | |
| 1. Vizuální kontrola | Zkontrolovat slídové okénko a celkový vzhled přístroje, zda není poškozen. |
| 2. Kontrola BAT | Zkontrolovat stav nabití monočlánku. Nastavit FUNKCE na BAT, ručička by měla na horní stupnici ukazovat více než 7. |
| 3. Kontrola funkce | Nastavit FUNKCE na $\mu\text{Gy/h}$ – ROZSAH do polohy 0,3 – RC do polohy 1 s – POZADÍ do polohy „0“ – sonda připojena, clona uzavřena – musí se ozvat zvukové signály s různými časovými odstupy s četností 2 až 4 impulsy za 10 sekund – Ručička ukazuje neustále se měnící výchylku v rozmezí celé stupnice. |
| Měsíčně: | |
| 1. Kontrola pozadí na pracovním stole | Přístroj se položí na místo určené pro kontrolu pozadí. Na přístroji se nastaví FUNKCE na $\mu\text{Gy/h}$ – ROZSAH do polohy 0,3 – RC do polohy 45 s – POZADÍ do polohy „0“ – sonda připojena, clona uzavřena. Přístroj se nechá po dobu $3 \times \text{RC}$ ustálit (135 s). Každých 10 s se pod sebe zapisují okamžité hodnoty dávkového příkonu v $\mu\text{Gy/h}$. Celkem se naměří 10 hodnot, které se sečtou a vydělí 10. Takto vzniklá hodnota je považovaná za naměřenou hodnotu pozadí, která je pak porovnána s nominální hodnotou pozadí na pracovním stole; určí se odchylka v % od nominální hodnoty. Výsledky se zaznamenají do tabulky a vyhodnotí v grafu. |
| 2. Kontrola na etalon | Z přístroje se sundá clona a na sondu se umístí etalon. Na přístroji se nastaví FUNKCE na Bq/cm^2 – ROZSAH do polohy 300 – RC do polohy 2,5 s – POZADÍ do polohy „0“ – sonda připojena. Na etalonu se otočný kryt přestaví z polohy „Z“ do „O“. Každých 10 sekund se pod sebe zapisují okamžité hodnoty plošné aktivity v Bq/cm^2 . Celkem se naměří 10 hodnot, které se sečtou a vydělí 10. Takto vzniklá hodnota je považovaná za naměřenou hodnotu plošné aktivity, která je pak porovnána s nominální hodnotou plošné aktivity etalonu přepočítanou ke dni měření, určí se odchylka v % od nominální hodnoty. Výsledky se zaznamenají do tabulky a vyhodnotí v grafu. |



Umístění radiometru DC-3E-98 při provádění kontroly pozadí na pracovním stole



Umístění radiometru DC-3E-98 při provádění kontroly na etalon

Popis pravidelných kontrol

| | |
|---------------------------------------|---|
| Před použitím: | |
| 1. Vizuální kontrola | Zkontrolovat slídkové okénko a celkový vzhled přístroje, zda není poškozen. |
| 2. Kontrola BAT | Zkontrolovat stav nabití monočlánku podle piktogramů na displeji pro detekční i vyhodnocovací část. |
| 3. Kontrola funkce | Nastavit funkci DÁVKOVÝ PŘÍKON a zkontrolovat zda naměřené hodnoty se pohybují do 0,3 $\mu\text{Sv/h}$ a zda přístroj vydává zvukovou signalizaci s různými časovými odstupy s četností 4 až 6 impulsů za 5 sekund. |
| Měsíčně: | |
| 1. Kontrola pozadí na pracovním stole | Přístroj se položí na místo určené pro kontrolu pozadí. Tlačítkem \downarrow zvolit KONTROLA NA POZADÍ (referenční pozadí na pracovním stole musí být předem stanovené dohlížející osobou). Tlačítkem ENTER spustit měření – výsledkem je aktuální naměřená hodnota a odchylka od referenčního pozadí v % – rozsah měření a volba detektoru se přijímají automaticky. Obě získané hodnoty se zaznamenají do tabulky a vyhodnotí se v grafu. |
| 2. Kontrola na etalon | Před provedením kontroly etalonu je nutno provést kontrolu správnosti hodnoty DATUM A ČAS. Tlačítkem \downarrow zvolit KONTROLA NA ETALON. (Do přístroje musí být Opravářenským závodem nahrány parametry etalonu). Postupuje se podle pokynů na obrazovce – otevřít clonu DC – přišroubovat etalon – otevřít etalon (číslo etalonu se musí shodovat) – spustit měření. Tlačítkem ENTER spustit měření – výsledkem je aktuální naměřená hodnota a odchylka od referenčního etalonu v %. Rozsah měření a volba detektoru se přijímají automaticky. Obě získané hodnoty se zaznamenají do tabulky a vyhodnotí se v grafu. |



Umístění zásahového radiometru DC-3H-08 při provádění kontroly pozadí na pracovním stole



Umístění zásahového radiometru DC-3H-08 a etalonu při provádění kontroly na etalon

Základní nastavení přístroje

| Parametr | Význam parametru | Stav nastavení |
|---|--|--|
| celková dávka za život přístroje | celková evidovaná dávka | nemazat |
| zamezit smazání akumulované dávky příkonu | povoleno mazání hodnot dávky uživatelem | nezatrženo |
| zamezit nastavení mezních hodnot | zakázány změny nastavení limitů uživatelem | zatrženo |
| dolní limit dávky | varování pro dávku | 1 mSv |
| horní limit dávky | alarm pro dávku | 50 mSv |
| dolní limit dávkového příkonu | indikace zdroje záření gama | 1 μ Sv/h |
| horní limit dávkového příkonu | alarm pro hranici nebezpečné zóny | 1 mSv/h |
| alarm | všechny typy alarmu u všech limitů | zatrženy všechny volby (Aud, Vis, Vib) |
| upozornění na záznam do historie | signalizace při záznamu hodnot do paměti | bez signalizace |
| nastavení automatického ukládání | záznam hodnot do paměti přístroje | povoleno (kromě kalibrace a ověřování) |
| práh pro spouštění automatického ukládání | práh pro záznam do historie | 1 μ Sv/h |
| perioda ukládání | frekvence sběru dat | 5 (sekund) |
| synchronizovat čas s PC | datum a čas | provést při každém připojení k PC |
| Doplňkové parametry | | |
| Parametr | Význam parametru | Stav nastavení |
| výstup dat | povolit výstup dat na IR port | nezatrženo |
| nastavení typu baterie | dle užívaných článků | dobíjecí/NiMH |

Popis pravidelných kontrol

| | |
|----------------------|---|
| Před použitím: | |
| 1. Vizuální kontrola | Zkontrolovat displej, tlačítka, okénko reproduktoru a infraportu, zda nejsou poškozeny. |
| 2. Kontrola BAT | Dlouhý stisk tlačítka ON/OFF, proběhne sekvence čísel 0,1,2,3,4. Na displeji se objeví režim dávkového příkonu RATE. Jestliže se zobrazuje blikající <i>b</i> , přístroj neměří a je téměř vybitý. Jestliže je v levém horním rohu displeje blikající BAT, je zbývající provozní kapacita menší než 10 hodin. |
| 3. Kontrola funkce | Nastavit funkci rychlé odezvy (stlačí se RATE, dokud se hodnota na displeji nezmění na 1). Zkontrolovat, zda se naměřené hodnoty pohybují do 1 $\mu\text{Sv/h}$ a zda přístroj vydává zvukovou signalizaci s různými časovými odstupy s četností 2 až 4 impulsy za 10 sekund. |
| Měsíčně: | |
| Kontrola na etalon | Kontrola se provádí pomocí etalonu od přístroje DC-3E-98. Zásahový dozimetr se položí na podložku. Otevře se clona etalonu a středem ZIZ se vloží na střed detektoru přístroje (značka +). Přístroj se poté ponechá 60 s stabilizovat. Po 60 s se z displeje každých 5 sekund zaznamená zobrazená hodnota. Sled 16 po sobě jdoucích hodnot se sečte a podělí hodnotou 16. Takto získaná naměřená hodnota se zaznamená do tabulky a vyhodnotí v grafu. |



Umístění kontrolního etalonu od DC-3E-98 při kontrole zásahového dozimetru URAD 115 na etalon

Základní nastavení přístroje

| Základní parametry | | | |
|--|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Parametr | Karta v DOSIMASS | Název pole v DOSIMASS | Nastavení hodnoty |
| perioda záznamu údajů | Assign | History period | 1 min |
| varování pro dávku | Measures & Tresh. | Primary dose warning | 1 mSv |
| alarm pro dávku | Measures & Tresh. | Primary dose threshold | 50 mSv |
| varování pro příkon | Measures & Tresh. | Primary rate warning | 20 mSv/h |
| alarm pro příkon | Measures & Tresh. | Primary rate threshold | 200 mSv/h |
| režim dozimetru | Operating Param. | Current mode | Satelite |
| podsvícení | Operating Param. | Backlight | Enabled |
| zobrazované veličiny | Operating Param. | Displayed measures | Dose (rate) |
| trvalá signalizace alarmu | Operating Param. | Rate alarm latched | Disabled |
| četnost cvrkotu | Operating Param. | Chirp rate | No beep |
| zobrazované jednotky | Operating Param. | MSv | MSv ($\pm 1\mu\text{Sv}$) |
| desetinná čárka | Operating Param. | Format | Floating point |
| zvuková signalizace | Operating Param. | Speaker | Enabled |
| signalizace výstrah | Operating Param. | Warning | Enabled |
| zobrazení chyby historie | Operating Param. | History fault | Reported |
| záznam maxim | Operating Param. | Measured rates are | Maximum |
| Nastavení do pohotovostního režimu pro jednotky JPO-S | | | |
| Parametr | Karta v DOSIMASS | Název pole v Dosimass | Nastavení hodnoty |
| pohotovostní režim | Operating Param. | Fast entry | Enabled |

Popis pravidelných kontrol

Před použitím:

Provést vizuální kontrolu přístroje na přítomnost prasklin a zobrazení chybových hlášení na displeji. Zkontrolovat, zda na tkanici nejsou uzly a případně je rozvázat či tkanici vyměnit. Pokud nejsou zjištěny závady, zavěsit za tkanici kolem krku tak, aby dozimetr byl umístěn v referenčním místě na hrudi.

Měsíčně:

Vždy do 10. dne v měsíci, před vydáním dozimetru, krajský či územní dozimetrista provede kontrolu dozimetru na etalon takto:

- 1) Vydát dozimetr a aktivovat jej do měřicího režimu.
- 2) Dozimetr přiložit k otevřenému etalonu od radiometru DC-3E-98 nebo vložit do pole ionizujícího záření gama.
- 3) Dozimetr ozařovat po dobu nutnou k načtení dávky alespoň 1 μSv .
- 4) Načíst údaje a následně:
 - a) vymazat dávku se zdůvodněním provozní zkouška,
 - b) zkontrolovat aktuálnost časových údajů historie.



Umístění kontrolního etalonu od DC-3E-98 při kontrole osobního dozimetru SOR/R022 na etalon

| | |
|----------|--|
| ABR | Acidobazická rovnováha organismu |
| AČR | Armáda České republiky |
| ADR | Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě |
| BCHL | Bojová chemická látka |
| BOL | Bojová otravná látka |
| DMV | Dolní mez výbušnosti |
| CAS | Registrační číslo – jednoznačný numerický identifikátor chemických l. |
| CAS | Cisternová automobilová stříkačka |
| CBRNE | Chemical Biological Radiological Nuclear Explosive Substances (chemické, biologické, radiologické, nukleární látky nebo výbušniny) |
| CEFIC | Evropská chemická asociace |
| CLP | Classification Labelling and Packaging (klasifikace, označování, balení) |
| CMS | Chip Measurement Systém (čipový systém měření) |
| ČIŽP | Česká inspekce životního prostředí |
| ČMI | Český metrologický institut |
| DNA | Deoxyribonukleová kyselina (nositelka genetické informace) |
| DOK | Dopravní a informační systém |
| DP | Dýchací přístroj |
| ERG | Emergency Response Guidebook (příručka pro zásahy prvosledových jednotek) |
| ERIC | Emergency Response Intervention Card (zásahová karta pro zasahující) |
| ES | Evropské společenství |
| ES ČÍSLO | Identifikační číslo látky EINECS/ELINCS/NLP |
| ETW | Tolerovatelná koncentrace pro čtyřhodinový pobyt bez ochrany dýchacích cest |
| FDP | Filtrační dýchací přístroj |
| FTIR | Infračervený spektrometr s Fourierovou transformací |
| GC/MS | Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem |
| HAU | Havarijní akční úroveň |
| HAZMAT | Hazardous Material (nebezpečná látka) |
| HDP | Hadicový dýchací přístroj |
| HMV | Horní mez výbušnosti |
| HPK | Havarijní přípustná koncentrace |
| HZS ČR | Hasičský záchranný sbor ČR |
| CHL | Chemická laboratoř HZS kraje |
| CHS | Chemická služba |
| IAEA | Mezinárodní atomová agentura (sídlí ve Vídni) |
| IČO | Identifikační číslo organizace |

| | |
|--------------|--|
| IDP | Izolační dýchací přístroj |
| IDLH | Immediately Dangerous to Life or Health (koncentrace nebezpečné látky, která bezprostředně ohrožuje zdraví nebo život) |
| IMS | Spektrometr pohyblivosti iontů (Ion Mobility Spectrometer) |
| IZS | Integrovaný záchranný systém |
| IR | Infračervený senzor |
| JPO | Jednotka požární ochrany |
| JPO-Z | Jednotka požární ochrany základní |
| JPO-S | Jednotka požární ochrany střední |
| JPO-O | Jednotka požární ochrany opěrná |
| KDP | Kyslíkový dýchací přístroj |
| KOPIS | Krajské operační a informační středisko |
| MOS | Metal Oxide Senzor (polovodičový senzor oxidačního typu) |
| MS | Hmotnostní spektrometr |
| MV-GŘ HZS ČR | Ministerstvo vnitra – generální ředitelství HZS ČR |
| NL | Nebezpečná látka |
| NPK-P | Nejvyšší přípustná koncentrace |
| OM | Obličejová maska |
| OPIS | Operační a informační středisko MV-GŘ HZS ČR |
| PA | Plicní automatika |
| PCR | Polymerázová řetězová reakce |
| PDE | Příkon dávkového ekvivalentu, resp. příkon efektivní dávky |
| PEL | Přípustný expoziční limit |
| PID | Fotoionizační detektor |
| POO | Protichemický ochranný oděv |
| PPOO | Plynotěsný protichemický ochranný oděv |
| PP3 | Detekční papírky na stanovení některých BChL |
| PSOD | Prozatímní služba osobní dozimetrie |
| RAL | Radioaktivní látka |
| REACH | Registration Evaluation Authorisation Chemicals (registrace, hodnocení a autorizace chemických látek) |
| RID | Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí |
| RNA | Ribonukleová kyselina |
| SEOD HZS | Systém elektronické osobní dozimetrie hasičského záchranného sboru |
| SOUL | Souprava pro určení ohrožujících účinků nebezpečných látek |
| SPME | Solid Phase Micro Extraction (mikroextrakce tuhou fází) |
| SÚJB | Státní úřad pro jadernou bezpečnost |
| SÚJCHBO | Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany |

| | |
|--------|---|
| SÚRO | Státní ústav radiační ochrany |
| TACHP | Technický automobil chemický v provedení vozidla chemického a radiačního průzkumu |
| TED | Terminál elektronické dozimetrie |
| TIMs | Toxic Industrial Mictures (průmyslové škodliviny – směsi) |
| TICs | Toxic Industrial Compounds (průmyslové škodliviny – sloučeniny) |
| TL | Tlaková láhev |
| TRINS | Transportní informační a nehodový systém |
| UV/VIS | Ultrafialová / viditelná část spektra |
| VDP | Vzduchový dýchací přístroj |
| WHO | Světová zdravotnická organizace |
| ZIZ | Zdroj ionizujícího záření |

| | | |
|------------|--|---|
| Název | CHEMICKÁ SLUŽBA | |
| Autoři | pplk. Ing. Jiří Matějka | MV - generální ředitelství HZS ČR |
| | plk. Ing. Ladislav Geleta | MV - generální ředitelství HZS ČR Školní a výcvikové zařízení HZS ČR |
| | kpt. Bc. Jan Slovák | MV - generální ředitelství HZS ČR Školní a výcvikové zařízení HZS ČR |
| | pplk. Ing. René Marek | MV - generální ředitelství HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč |
| | mjr. Mgr. Pavel Kukleta | HZS Jihomoravského kraje |
| | Ing. Josef Márton | Ostrava |
| | Ing. Jiří Mlčoušek | Frýdek-Místek |
| Lektor | plk. Ing. Petr Kotinský, Ph.D. | HZS Kraje Vysočina |
| Fotografie | Autoři | |
| Vydal | MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, Kloknerova 26, 148 01 Praha 4 | |
| Tisk | Tiskárna Ministerstva vnitra ČR, p.o., Bartůňkova 4, 149 01 Praha 4 | |
| Vydání | První | |
| Rok vydání | 2012 | |
| Náklad | 1000 výtisků | |
| ISBN | 978-80-87544-09-9 | |