



Safety **News** No. 20:

Dnešní Safety News jsou monotematické a jsou zaměřeny pouze na jednu problematiku:

Bezpečnost při měření s mobilními Ramanovými spektrometry.

V úvodu bychom Vás rádi informovali o konferenci **HAZMAT PROTECT 2018**, kterou pořádá Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v. v. i. ve spolupráci s MV-GŘ HZS ČR. Jedná se již o 3. ročník odborné konference o ochraně proti CBRN látkám HAZMAT PROTECT 2018. Konference se uskuteční ve dnech 13. – 15. listopadu 2018 v areálu SÚJCHBO, v. v. i., Kamenná 71, Milín. Zájemci o účast na konferenci najdou více informací zde: <http://hazmat-protect.sujchbo.cz>



Bezpečnost při měření s mobilními Ramanovými spektrometry.

V poslední době se často setkáváme s dotazy ohledně zajištění bezpečnosti při měření s mobilními Ramanovými spektrometry. V následujícím textu se pokusíme odpovědět na dvě nejčastěji kladené otázky.

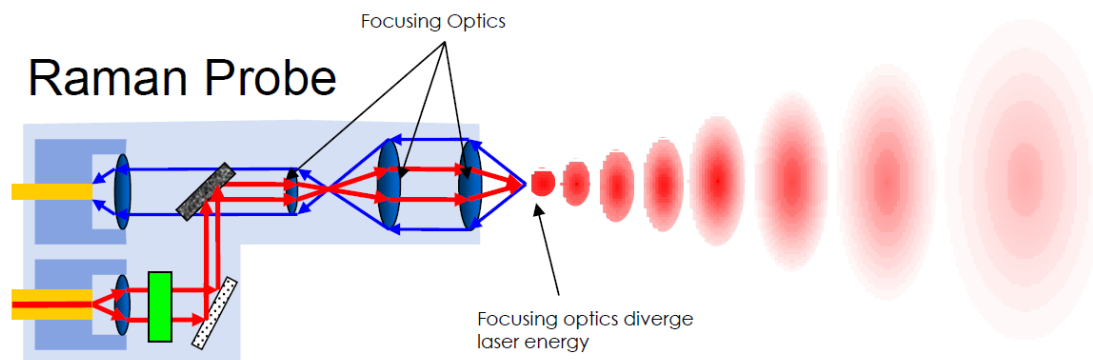
1. Je záření laserů bezpečné pro obsluhu a osoby vyskytující se v měřicí zóně přístroje?
2. Může záření laseru iniciovat energeticky nestabilní vzorek? Jak bezpečně měřit energetické materiály?

Je záření laseru bezpečné pro obsluhu a osoby vyskytující se v blízkosti přístroje?

Toto závisí na třech faktorech:

Maximálním výkonu laseru, vlnové délce laseru a optice Ramanovy sondy. Pokud Ramanova sonda používá dostatečně velkou divergenci paprsku, je možné docílit toho, že pro určitý maximální výkon

laseru je v určité vzdálenosti od výstupu Ramanovy sondy již tak nízká energie laseru, že nemůže dojít k poškození zraku. Velmi jednoduše tento jev vysvětluje následující obrázek.



Laserový paprsek z laseru je nejprve defokusován na větší průměr (např. cca 12 až 14 mm) a následně fokusován do měřícího bodu. Za tímto měřícím bodem dochází k rychlému „rozbíhání“ paprsku (divergenci) a tím pádem také k rychlé ztrátě energie laseru dopadající na definovanou plochu. Například pro laser o vlnové délce 785 nm s výkonem 300 mW a při použití výše zobrazeného optického uspořádání dojde k tomu, že ve vzdálenosti větší jak 40 cm je již tzv. bezpečná úroveň energie. V tomto případě pak stačí do Standardních operačních postupů uvést, že obsluha musí s přístrojem pracovat s nataženými rukami a že obsluha musí zajistit, aby přístroj nemířil na nikoho ze vzdálenosti kratší než např. 40 cm. Za těchto podmínek je pak možné považovat přístroj za bezpečný i bez použití ochranných brýlí, pokud přístroj obsluhuje poučená osoba (zajistí se spuštěním laseru pouze po zadání bezpečnostního hesla). Jiná situace nastane, pokud se použije menší divergence paprsku (levnější Ramanovy sondy s defokusací do užšího svazku) nebo pokud je možné divergenci paprsku měnit nastavitelnými optickými členy. Pak je možné spektrometr bezpečně obsluhovat pouze v ochranných brýlích a není také možné spektrometr používat v prostorech, kde není možné zajistit pohyb osob v bezpečné vzdálenosti od přístroje (letiště, další veřejné prostory atd.). Bezpečná vzdálenost se samozřejmě také prodlužuje, pokud se zvyšuje maximální použitelná energie laseru (některé spektrometry používají výkon i vyšší jak 500 mW), tam je pak jediným řešením pro dosažení ještě přijatelné bezpečné vzdálenosti další zvýšení divergence. To už jde ale na úkor možnosti měření přes tlusté skleněné obaly. Toto nemusí být na překážku u některých aplikací, v oblasti HAZMAT a bezpečného měření podomácku vyrobených výbušnin (viz dále) je ale potřeba mít schopnost měřit alespoň přes obaly s tloušťkou 10 mm. Naprosto běžně se vyskytují skleněné obaly s tloušťkou stěny 8 nebo 9 mm.

Z výše uvedených skutečností tedy vyplývají základní principy, kdy je možné považovat použití přístroje za bezpečné i bez ochranných brýlí. Každý přístroj by měl mít tyto podmínky jednoznačně definované v operačním manuálu. Pokud tomu tak není, tak jej není možné považovat za bezpečný a obsluha by vždy měla používat ochranné brýle a vyvarovat se použití v prostorech s pohybem osob v měřící zóně. Pozor, laserové záření může být nebezpečné, i když není přímo viditelné (vlnová délka 1064 nm).

Může záření laseru iniciovat energeticky nestabilní vzorek? Jak bezpečně měřit energetické materiály?

Žádný Ramanův spektrometr není možné považovat z tohoto pohledu za zcela bezpečný, každý Ramanův spektrometr může iniciovat určité typy vzorků. Míra rizika iniciace závisí na více faktorech, jako je vlnová délka laseru, použitá energie laseru a velikost spotu. Je možné ale maximalizovat bezpečnost obsluhy vhodným uspořádáním hardware (zejména použitím optické sondy) a důsledným používáním správných zásad měření, (viz příklady z reálných měření výbušnin v improvizovaných laboratořích a varnách uvedené níže).

Jaké parametry mají zásadní vliv na riziko iniciace vzorku:

Energie laseru – čím větší je použitá energie laseru, tím větší je riziko iniciace vzorku. Je tedy vhodné začínat měření s nižší energií laseru, to má ale řadu omezení. S klesající energií laseru klesá také intenzita Ramanova signálu, to je kritické zejména u spektrometrů s vyšší vlnovou délkou (1000, 1038, 1064 nm), kdy je cca 4x nižší intenzita Ramanova signálu oproti vlnové délce laseru 785 nm. Pokud je naším vzorkem například bílý nebo šedivý prášek mastek (často zneužívaný pro vyvolání paniky v poštovních zásilkách) budeme mít problém. Tento materiál vykazuje nízkou Ramanovu aktivitu. Stejně tak pokud potřebujeme měřit přes silnější plastové obaly nebo hnědé láhve, je třeba vyšší energie laseru.

Vlnová délka laseru – ta určuje intenzitu absorpce záření v materiálu. Například vlnovou délkou 785 nm se spolehlivě „odpálí“ černé střelné prachy a obecně je rizikové měřit černé vzorky. Bílé, žluté a obecně světlé vzorky nedělají žádné problémy, je tedy možné bezpečně měřit podomácku připravené peroxidové výbušniny nebo například kyselinu pikrovou. Při použití vlnové délky laseru 1064 nm dochází již k intenzivní absorpci záření u většiny netransparentních materiálů, může tedy dojít snadno k inicializaci i světlých vzorků (například kyseliny pikrové) a to zejména v kombinaci s vysokou energií laseru a případnou fokusací paprsku laseru do malého spotu na povrch vzorku.

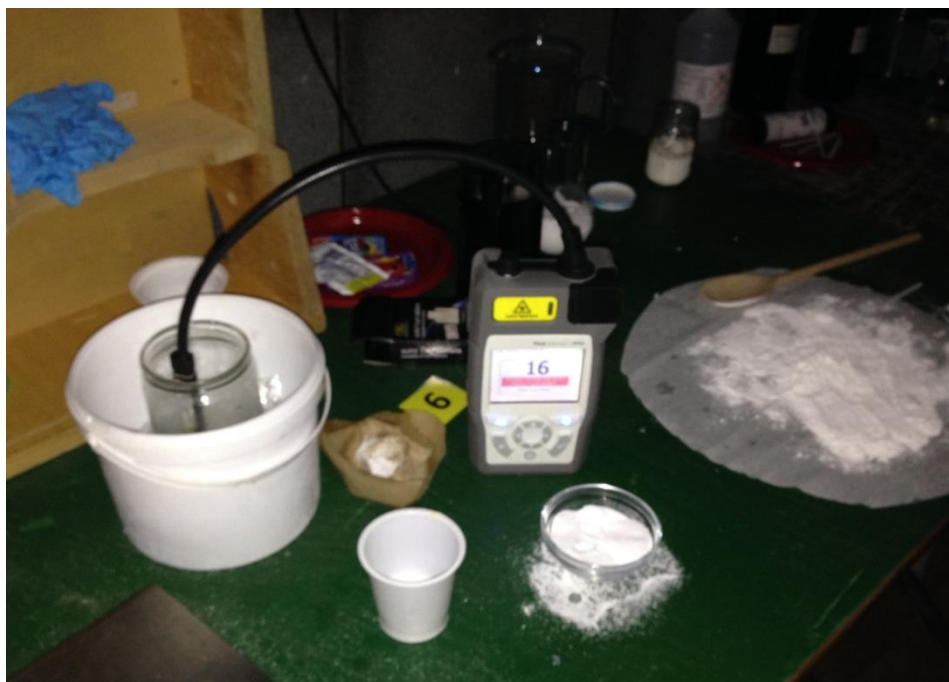
Speciálním případem jsou improvizované laboratoře a varny. Zde se stále častěji setkáváme s přítomností peroxidových výbušnin (nejčastěji TATP). Nalezené produkty mohou být značně nestabilní a také nemusí být čisté. To přináší hned dvě rizika – pokud to je možné, je nutné vyloučit jakoukoliv manipulaci s nádobou nebo obalem obsahujícím podezřelou látku (bílé nebo světlé prášky). Látky mohou být velmi nestabilní a explozivně reagovat na jakoukoliv manipulaci (zejména po delším čase od výroby). Druhé riziko spočívá v možnosti kontaminace produktu tmavými částicemi, případně může být látka nalezena na tmavém nosiči (typicky hnědý filtrační papír pro kávovary!!!). V těchto případech je zvýšené riziko inicializace při použití JAKÉHOKOLIV Ramanova spektrometru, i vlnová délka 785 nm rychle ohřeje černé cizorodé těleso (kontaminaci) ve vzorku. **Jak tedy postupovat v takovémto případě?**

1. Je nutné použít spektrometr s flexibilní pancéřovanou optickou sondou. Sondou vhodně vytváříme tak, abychom se dostali do blízké vzdálenosti ke vzorku (ne do přímého tlaku na vzorek!!) a současně jsme mohli umístit spektrometr vedle měřené nádoby/vzorku BEZ nutné manipulace se vzorkem. Toto není možné udělat, pokud spektrometr nemá tvarovatelnou optickou sondu!

2. Na spektrometru nastavíme vhodnou dobu prodlevy mezi spuštěním měření obsluhou a skutečným spuštěním laseru. Obsluha tak má dostatečný čas na opuštění místa měření a v případě iniciace vzorku nedojde k ohrožení obsluhy. Druhou možností je vzdálené spuštění laseru pomocí Wi-Fi po vzdálení se obsluhy z místa měření. Tento postup ale někdy naráží na SOP, řada EOD týmů výslovně zakazuje použití Wi-Fi v místě incidentu.
3. Je vhodné, aby spektrometr měl automatické chemometrické algoritmy pro optimalizaci měření – sám bez zásahu obsluhy nastaví vhodné podmínky měření (zejména dobu integrace), tak aby bylo dosaženo dostatečné kvality spektra pro následnou identifikaci při co nejkratší době expozice.
4. Spektrometr provede zcela automatickou identifikaci měřeného materiálu.

Následující dva obrázky, které ukazují dva reálné případy z měření v improvizovaných domácích laboratořích. K měření byl použit spektrometr First Defender RMX s tvarovatelnou sondou (tento spektrometr byl vyvinut speciálně na základě požadavků pyrotechniků vstupujících do improvizovaných laboratoří zaměřených na domácí výrobu explozivních látek).

Na prvním obrázku vidíme skleněný obal, který je umístěn v plastovém „kyblíku“, na dně skleněného obalu je bílá krystalická látka. Z obrázku je evidentní, že měření je možné provést pouze s použitím sondy. Obsluha nemusí manipulovat se vzorkem, ani držet spektrometr v rukou po dobu měření. Fotografie byla pořízena během speciálního kurzu, situace věrně kopíruje reálný případ, kdy byla na místě prokázána přítomnost TATP.



Na druhém obrázku vidíme modrý plastový kontejner, ve kterém je uložený tlustý plastový pytlík obsahující cca 150 g bílé látky, skrze obal je nezřetelně vidět, že se jedná pravděpodobně o krystalickou látku. Toto je běžně se vyskytující případ, k plastovému obalu je přístup pouze z horní části a opět je nutné použít optickou sondu. Pokud by spektrometr nebyl vybaven sondou, pak by obsluha musela držet spektrometr po celou dobu analýzy v rukou a nemohla by

se vzdálit do bezpečné vzdálenosti. V tomto případě se jednalo pouze o dusičnan amonný a po identifikaci látky byla možná běžná manipulace s kontejnerem.



Dva z výše uvedených příkladů ukazují možná rizika při analýze v závadovém prostředí s možným výskytem podomácku připravených výbušnin. Naše firma řeší tuto problematiku s našimi zákazníky již během standardních školení po dodávce spektrometrů, navíc nabízíme také specializované kurzy, zaměřené na analýzu energetických materiálů. Výše zmíněný mobilní Ramanův spektrometr First Defender RM/RMX je dnes k dispozici již ve své čtvrté generaci (kontinuálně je vylepšován jak HW, tak i SW spektrometru, snížil se tak významně vliv fluorescence, integrační časy pro některé látky klesly na desítky milisekund). Tento spektrometr stále představuje světový standard v oblasti bezpečnostních aplikací, zejména pokud je riziko výskytu výbušnin a obecně energetických materiálů (standard NATO a většiny policejních složek v celém světě). Spektrometr First Defender RM/RMX je dnes používán více jak 10 000 zákazníky ve světě a stále je nejprodávanějším mobilním ručním spektrometrem pro bezpečnostní aplikace.

Váš tým firmy RMI, s.r.o. – **jsme tu pro Vás** 😊.

RMI, s.r.o.

Horka 221, 533 41 Lázně Bohdaneč

Tel.: 466 921 885, 466 921 404

e-mail: sale@rmi.cz