

E-ZAK

|           |                                  |              |                            |
|-----------|----------------------------------|--------------|----------------------------|
| Útvar:    | odd. veřejných zakázek           | Spisová zn.: | SZ UKZUZ 081126/2021/26162 |
| Vyřizuje: | JUDr. Vít Vlček                  | Č. j.:       | UKZUZ 108177/2021          |
| E-mail:   | vit.vlcek@ukzuz.cz               | Vaše čj:     |                            |
| Telefon:  | +420 724295047                   |              |                            |
| Adresa:   | Ztracená 1099/10, 161 00 Praha 6 | Datum:       | 17.6.2021                  |

## **Věc: Veřejná zakázka „NIR/MIR analyzátor**

### **Vysvětlení zadávací dokumentace**

Česká republika – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, organizační složka státu, sídlo: Hroznová 63/2, IČO: 00020338 jako zadavatel podlimitní veřejné zakázky „NIR/MIR analyzátor“, Systémové číslo: P21V00000534, obdržel dne 15. 6. 2021, v 15.06 hod následující požadavky na vysvětlení **Článku 2. odstavec 2.2.** zadávací dokumentace k této veřejné zakázce.

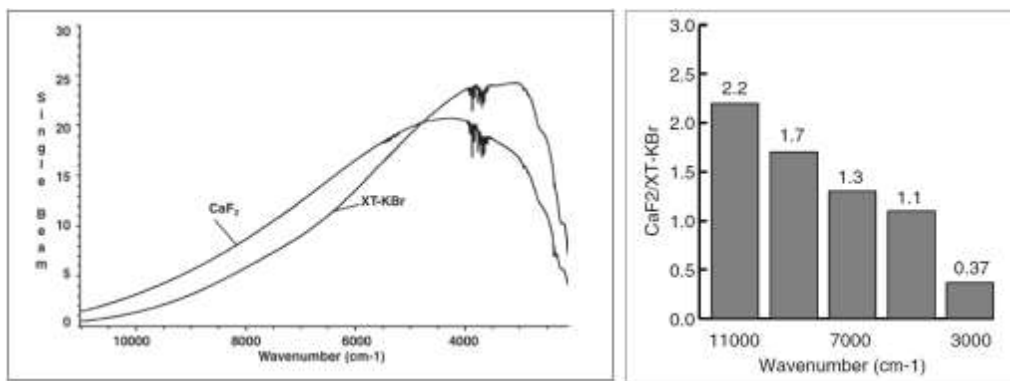
K požadavkům na vysvětlení zadávací dokumentace uvádíme následující:

#### **Dotaz č. 1**

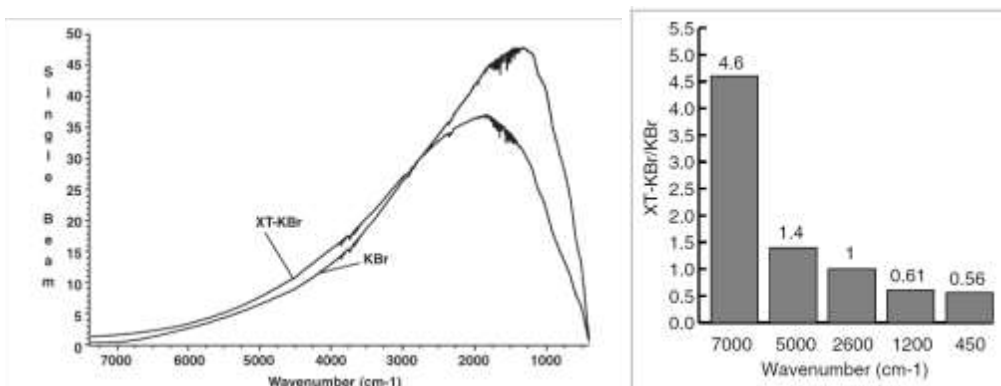
***1) V odstavci s označením 2.2.1 FT-IR spektrometr je uvedeno v bodě i): „Dělič paprsků KBr, širokospektrální, pokrývající celý rozsah 11.000 – 350 cm<sup>-1</sup>.“***

Použití děliče paprsků s rozšířeným spektrálním rozsahem (dále jen XT-KBr) pro měření spekter vzorků v NIR i v MIR oblasti je kompromis, který umožňuje měření infračervených spekter v širším rozsahu za cenu snížení spektrální propustnosti ve spektrometru a tím pádem zvýšení šumu ve spektrech a kvadraticky delší dobu měření.

Pro dosažení maximální kvality spekter je ve spektrálním rozsahu 11.000 – 350 cm<sup>-1</sup> je nutné použít dva děliče paprsků se substrátem z CaF<sub>2</sub> a KBr. V NIR oblasti má XT-KBr dělič paprsků nad 5000 cm<sup>-1</sup> horší propustnost. U 7000 cm<sup>-1</sup> se poměr propustnosti děličů paprsků CaF<sub>2</sub>/XT-KBr pohybuje na úrovni 1,3; u 11000 cm<sup>-1</sup> na úrovni 2,2. (viz následující obrázek spektrálních propustností a sloupcový graf poměrů propustnosti).



Podobně je tomu i při porovnání děličů paprsků KBr a XT-KBr pro střední oblast infračerveného spektra (viz následující obrázek spektrálních propustností a sloupcový graf poměrů propustnosti), kde se poměr propustnosti XT-KBr/ KBr pohybuje u 4000 cm-1 na hodnotě 0,9, ale pod 2600 cm-1 propustnost XT-KBr děliče prudce klesá a u 1200 cm-1 se poměr propustností pohybuje okolo 0,61 a při 450 cm-1 dokonce na úrovni 0,56. Tím jsou spektra ve střední oblasti infračerveného spektra v nejdůležitější oblasti otisku prstu výrazně horší v porovnání s KBr děličem paprsků..



V uvedené veřejné zakázce se jedná převážně o měření práškových vzorků (půd), proto bude nutné mít co nejlépe naměřená spektra k dalšímu přesnému vyhodnocování, zejména pro předpokládanou kvantitativní analýzu.

**Dotaz:** Požaduje zadavatel použití dvou děličů paprsků CaF2 a KBr místo širokospektrálního KBr děliče paprsků pro dosažení výrazně kvalitnějších spekter v rozhodujících spektrálních oblastech?

#### Odpověď:

Požadavky zadavatele na kvalitu spekter jsou definovány konkrétními parametry v technické specifikaci (S/N poměr za definovaných podmínek, rozlišení, přesnost vlnové délky atd.), a to s ohledem na aplikace, které budeme na zařízení realizovat i s ohledem na parametry širokospektrálního děliče. Proto trváme na použití děliče paprsku pracujícího v celém spektrálním rozsahu 11.000 – 350 cm-1 bez nutnosti výměny jakýchkoliv komponent a splnění specifikací uvedené v zadávací dokumentaci.

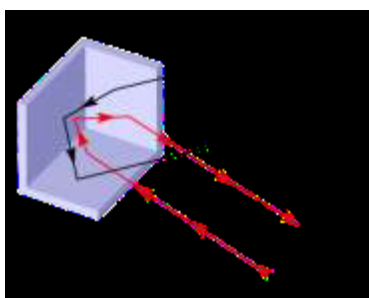
#### Dotaz č. 2

**2) V odstavci s označením 2.2.1 FT-IR spektrometr je uvedeno v bodě g): „Interferometr musí být Michelsonova typu s permanentní justací bez**

***použití kompenzačních technik typu „dynamic alignment“, pohyb zrcadel interferometru musí být zajištěn mechanismem bez tření“***

Optické součásti spektrometru, např. zrcadla, čočky, krystaly včetně děličů paprsků podléhají vlivem i velmi malých změn teploty, případně výjimečně i vibrací, mikro- anebo nano- deformacím. Dilatace a kontrakce jsou obecné vlastnosti všech materiálů kolem nás. V případě FT-IR spektrometru dochází vlivem těchto deformací k odchylkám dráhy infračerveného i laserového paprsku od infračerveného zdroje přes interferometr a vzorek na detektor. Tyto mikro- anebo nano- deformace mají zásadní vliv na kvalitu spekter (zvyšují šum). Kompenzace deformací s cílem maximalizovat průchod energie spektrometrem je prováděna všemi výrobci FT-IR spektrometrů a historicky je prováděna třemi způsoby:

1. Přístroj je seřízen/najustován ve výrobním závodě a zákazník s frekvencí jeden den až jeden týden maximalizuje optický průchod (justuje) pomocí sady šroubků na zrcadlech nebo děliči paprsků, na kterých se jemně mění poloha justovaných optických členů. Výroba takovéto kompenzace skončila v 90. letech minulého století prakticky u všech výrobců FT-IR spektrometrů.
2. Přístroj je seřízen/najustován ve výrobním závodě a interferometr obsahuje místo plochých zrcadel koutové odražeče. Obrázek převzat z [https://en.wikipedia.org/wiki/Corner\\_reflector](https://en.wikipedia.org/wiki/Corner_reflector)



Takový koutový odražeč skvěle kompenzuje paprsky, které jsou posunuty od původního, najustovaného, směru vpravo, vlevo, nahoru nebo dolů. Vůbec však nekompenzuje paprsky se změněným úhlem dopadu (porovnání červeného a černého paprsku na obrázku výše), naopak je může zcela vychýlit od původního směru na detektor a způsobit velmi nízkou kvalitu spekter. Tato technologie vůbec nekompenzuje změny na úseku od interferometru k detektoru infračerveného záření. Naše společnost přestala dodávat takovéto spektrometry před cca 15ti lety a zcela tuto levnou a nespolehlivou technologii nahradila elektronickým řízením = kompenzací náklonu zrcadel při každém scanu interferometru. Stejně tak i většina dalších výrobců. Ponechána byla jen u některých modelů FT-IR spektrometrů nižší cenové kategorie. Toto uspořádání není společnost přestala dodávat takovéto spektrometry před cca 15ti lety a zcela tuto levnou a nespolehlivou technologii nahradila elektronickým řízením = kompenzací náklonu zrcadel při každém scanu interferometru. Stejně tak i většina dalších výrobců. Ponechána byla jen u některých modelů FT-IR spektrometrů nižší cenové kategorie. Toto uspořádání není příliš vhodné u spektrometrů s více děliči paprsků, protože je v továrně seřízen pouze na jeden z nich.

3. Kontrola a kompenzace spektrometru elektronickou cestou při každém scanu. Vnitřní inteligence interferometru dynamicky a trvale sleduje dráhu

paprsku a v případě jakkoliv malé odchylky reaguje v průběhu mikrosekund na vrácení do uspořádání na maximální průchod infračerveného záření. Navíc tato technologie umožňuje maximalizovat energii na infračerveném detektoru i v závislosti na použitém vzorkovacím nastavení či vzorku. Tuto technologii využívá dnes prakticky každý výrobce FT-IR spektrometrů pod různými názvy, převážně dynamic alignment.

**Dotaz:** Povoluje zadavatel použití interferometru s pokročilejší technologií kompenzací typu „dynamic alignment“ v nabídce uchazeče?

**Odpověď:**

Při splnění všech ostatních technických specifikací uvedených v zadání, připouštíme použití i justací typu „Dynamic alignment“.

**Dotaz č. 3**

**3) V odstavci s označením 2.2.1 FT-IR spektrometr je uvedeno v bodě k):**

**„Kalibrační laser: diodový laser.“**

Diodové lasery byly v posledních letech firmami vyrábějícími FTIR spektrometry použity u levnějších přístrojů pro svou nižší cenu, potenciálně delší životnost a menší rozměr. Jejich nevýhodou je mírně rozdílná vyzařovaná vlnová délka u každého vyráběného kusu a její závislost na teplotě. S tím souvisí nutnost temperovat a kalibrovat laser ve spektrometru z důvodu jeho dlouhodobé stability. Diodový laser má tedy v porovnání s He-Ne laserem méně stabilní vlnovou délku, z tohoto důvodu se ve vědeckých přístrojích všech výrobců používají právě He-Ne lasery, které mají mnohem lepší technické parametry v čase. Za povšimnutí stojí fakt, že většina výrobců FT-IR spektrometrů ve svých technických specifikacích neuvádí vlnovou délku používaného diodového laseru.

**Dotaz:** Povoluje zadavatel použití přesnějšího He-Ne laseru, se zárukou delší než je jinde požadovaná v technické specifikaci, místo méně kvalitního diodového laseru?

**Odpověď:**

Požadavky zadavatele na kvalitu spekter jsou definovány konkrétními parametry v technické specifikaci (S/N poměr za definovaných podmínek, rozlišení, přesnost vlnové délky atd.), a to s ohledem na plánované aplikace zařízení. Dále tedy trváme na požadavku použití diodového laseru, a to zejména vzhledem k výrazně vyšší životnosti a tedy výrazně nižším provozním nákladům přístroje.

S pozdravem

Ing. Daniel Jurečka  
ředitel