

Název veřejné zakázky:

Laserový systém pro pulzní fototepelnou radiometrii

Odůvodnění vymezení technických podmínek podle § 156 odst. 1 písm. c) zákona č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách

Technická podmínka:

LASER – MUSÍ MÍT NÁSLEDUJÍCÍ PARAMETRY:

- pulzní laser s možností kontinuálního módu
- délka pulzu nastavitelná minimálně v rozsahu 0,2 – 50 ms,
- laser musí umožňovat tvarovat časový profil laserového pulzu (pulse shaping)
- vlnová délka libovolná z rozsahu 1060 – 1080 nm,
- kvalita laserového svazku na výstupu z transportního vlákna - beam parameter product (BPP) musí být 5 ± 2 mm.mrad
- laserový svazek musí být svedený do transportního vlákna s následujícími parametry:
 - délka musí být minimálně 5m
 - průměr musí být 100 μ m
 - vlákno musí být zakončeno konektorem.

Parametry laseru potřebné pro splnění cíle. Pulzní a kontinuální módy jsou vhodné pro různé varianty metody. Délka pulzu v milisekundách odpovídá navrhované metodě. Relativně kvalitní svazek je vhodný pro přesné dodání tepla na určité místo.

Transportní vlákno umožní jednoduchý a variabilní přenos svazku do skenovací hlavy. Uvedené parametry jsou vhodné pro dosažení požadované velikosti laserového spotu. Konektor umožňuje přesné rozebiratelné spojení.

LASER – MUSÍ MÍT NÁSLEDUJÍCÍ PARAMETRY:

- maximální energie v pulzu musí být minimálně 30 J
- maximální špičkový výkon v pulzu musí být minimálně 3000 W
- maximální průměrný výkon pulzního módu musí být minimálně 300 W
- maximální výkon v kontinuálním módu musí být minimálně 300 W
- součástí dodávky musí být veškeré nezbytné kabely a napájení umožňující napojení do elektrické sítě s napětím 240 V
- laser musí být chlazen vzduchem a s tímto chlazením být schopen pracovat bez přerušení 8 hodin na 90% výkonu.

Laser musí mít dostatečnou energii v pulzu a výkon. Laser musí být plně funkční a spolehlivý i pro potenciální průmyslové použití.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:

Laser a příslušenství tvoří kompletní a funkční systém, který dále splňuje následující podmínky:

- Optické komponenty musí být určené pro vlnovou délku a maximální výkon a energii laseru.
- Součástí dodávky musí být software a řídicí karta včetně napájení skenovací hlavy a všech kabelů pro řízení skenovací hlavy.

Systém musí být kompletní a funkční aby ho bylo možné hned začít používat. Maximální hmotnost je dána potřebou možnosti upnutí držáku se skenovací hlavou na průmyslového robota v laboratoři zadavatele.

- Součástí dodávky musí být držák (optická lavice) pro uchycení sestavy příslušenství, který zaručí nejvhodnější optickou cestu pro svazek uvedenými optickými prvky.
- Držák (optická lavice) musí být z hliníkové slitiny a mít v sobě čtyři montážní otvory se závity M8 pro jeho uchycení. Zároveň musí být připojitelný na dodávaný motorizovaný posuv v ose Z.
- Hmotnost příslušenství (skenovací hlava, optické vlákno, optika, ...) včetně držáku musí být menší než 18 kg.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: UPÍNACÍ SYSTÉM

- Součástí dodávky musí být manuální systém rozebíratelného upínání laserové lavice k Z-ovému posuvu.
- Zároveň však ta část upínacího systému, která je na laserové lavici musí umožňovat upnutí ke stávajícímu upínacímu systému umístěnému na robota zadavatele, což je systém SCHUNK HWK-080-000-000.
- Dodávka musí tedy obsahovat 1 ks pro montáž na osu Z a 1 kus na montáž na laserovou lavici, který je kompatibilní s výše uvedeným systémem HWK-080-000-000.

Rozebíratelné upínání laserové lavice je potřeba pro použití laseru v různých konfiguracích systému se zaručenou pozicí při návratu (např. na průmyslovém robota, který má Zadavatel v užívání), přičemž je potřeba zachovat kompatibilitu se současným upínacím systémem.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: UPÍNACÍ SYSTÉM

- Upnutí a odepnutí laserové lavice od robota musí být realizováno bez použití šroubového spoje.
- Manuální upínací systém musí zajišťovat bezpečnou manipulaci s břemenem o hmotnosti minimálně 24 kg.
- Manuální upínací systém musí být schopen přenést zatížení statickými momenty M_x , M_y , až do 130 Nm a M_z do 110 Nm (osa x, y leží v dělicí rovině spoje, osa z je kolmá na dělicí rovinu spoje).
- Opakovatelnost pozice upnutí k ose Z při použití manuálního upínacího systému musí být maximálně s nepřesností upnutí 0,01 mm.

Parametry současného upínacího systému v laboratořích zadavatele. Požadovaný protikus je musí také splňovat.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: SKENOVACÍ HLAVA

- Vstupní apertura průměr minimálně 20 mm.
- Rychlost pohybu svazku minimálně 30 m/s s objektivem $f = 500\text{mm}$ (positioning speed).
- Maximální zpoždění paprsku 0,35 ms.
- Řízení

Skenovací hlava je potřebná pro přesné nasměrování laserového svazku na určené místo. Parametry odpovídají aplikaci zadavatele – kvalitní skenovací hlava a velké pracovní pole. Konektor umožňuje přesné rozebíratelné spojení.

- o opakovatelnost polohy < 22 μ rad
- o řídící rozhraní hlavy s rozlišením minimálně 20 bit.
- o optická sestava před skenovací hlavou bude taková, aby vstupní apertura skenovací hlavy byla optimálně využita laserovým svazkem a byla vhodná pro maximální výkon a vlnovou délku laseru.
- Připojení optického vlákna od laseru k hlavě musí být realizováno pomocí kolimátoru s konektorem, jenž bude shodný s typem konektoru na konci vlákna.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: F-THETA OBJEKTIV

- musí být vhodný pro vlnovou délku laseru
- musí mít (pokud je potřeba) adaptéry pro připojení ke skenovací hlavě
- ohnisková vzdálenost musí být $f=500 \pm 50$ mm,
- pracovní pole s dodávanou skenovací hlavou minimálně 300 x 300 mm².

F-theta objektiv pro zaostření laseru v pracovní ploše. Ohnisková vzdálenost odpovídá požadovanému pracovnímu poli.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: ADAPTÉR PRO CCD KAMERU KE SKENOVACÍ HLAVĚ

- Musí být vložen do optické cesty mezi skenovací hlavu a kolimátor.
- Musí umožnit sledování pracovního místa skenovací hlavy pro monitorování a zaměřování během procesu laserového zpracování.
- montážní rozhraní pro kameru musí být C-mount.
- Pozorovací vlnová délka pro kameru musí být alespoň v rozsahu 700-850 nm.

Adaptér umožní sledování procesu kamerou ve viditelném spektru, což je potřeba jako kontrolní prvek metody.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: ŘÍDICÍ SOFTWARE PRO SKENOVÁNÍ A TVAROVÁNÍ ČASOVÉHO PROFILU PULZU

- Software musí být v českém nebo anglickém jazyce.
- Software musí umět řídit skenovací hlavu.
- Software musí umožňovat zadat vzor pro skenování ve formě vektorů.
- Software musí umožňovat import obrazců ve vektorových formátech (*.plt, *.dxf).
- Software musí umožňovat automatické řízení motorizované osy Z, jenž je součástí dodávky.
- Software musí umožňovat zadat frekvenci, výkon a délku pulzu laseru.
- Software musí umožňovat definovat časový profil pulzu laseru.
- Uvedené požadavky lze splnit i více samostatnými softwary.

K řízení procesu skenování laserovým svazkem je potřeba software. Tyto parametry jsou základní a společně s možností nastavení časového profilu pulzu jsou potřeba proměnné, které provádí zadavatel.. Na trhu jsou různé softwary a proto zadavatel umožňuje, aby řídicí software byl poskládán z několika dílčích softwarů. Požadované vektorové formáty jsou standardním výstupem softwarů zadavatele, požadována je tedy kompatibilita.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:ŘÍDICÍ KARTA

- musí umožňovat řídit skenovací hlavu,
- musí umožňovat řídit laser minimálně v rozsahu spuštění (trigrování) a vypnutí laseru,
- musí být schopná řídit další přídatná zařízení (možnost rozšíření) – signály pro krokový motor (1 osa), značení za letu.

Pro řízení laseru a skenovací hlavy je nutná řídící karta s uvedenými parametry

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:ŘÍDICÍ POČÍTAČ S OPERAČNÍM SYSTÉMEM

- musí umožňovat plynulý chod dodaného řídicího (řídících) programů
- musí být v provedení mini-tower
- operační paměť musí mít velikost minimálně 4 GB
- pevný disk musí být typu SSD o velikosti minimálně 240 GB
- součástí počítače musí být LED monitor o úhlopříčce minimálně 24“
- součástí dodávky počítače musí být operační systém vhodný pro řídicí software laseru, skenovací hlavy a motorizovaných posuvů.

Součástí dodávky musí být počítač s parametry, které zajistí plynulý chod a přehledné ovládání dodávaného laserového systému.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:MOTORIZOVANÝ POSUV OSY Z:

- Zdvih minimálně 250 mm.
- Nepřesnost najetí do pozice maximálně $\pm 0,020$ mm.
- Nosnost minimálně 18 kg.
- Musí umožňovat zatížení momentem vyplývajícím z požadavku umístění osy F-theta objektivu skenovací hlavy, která je připevněna k optické lavici, nad střed XY motorizovaného stolku.

Pro přesné najetí do ohniska laseru je nezbytná uváděná přesnost. Zatížení odpovídá předpokládané hmotnosti sestavy – skenovací hlava+ objektiv + kolimátor + lavice.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:MOTORIZOVANÝ POSUV OSY Z:

- Součástí posuvu v ose Z musí být i nutné redukce pro připevnění upínacího systému, jenž je součástí dodávky.
- Součástí dodávky musí být veškeré kabely (napájecí, datové) a napájecí zdroje (jsou-li potřeba) tak aby bylo možné napájet posuv síťovým napětím 240V AC.
- Motorizovaný posuv osy Z musí být možné řídit skrze řídicí software pro skenování.
- Součástí dodávky musí být podpěra (podložka) posuvu Z taková, aby v nejnižší poloze Z posuvu

Konstrukce posuvu v ose Z musí zajistit plné využití oblasti XY stolku a zároveň i plné využití osy Z.

bylo ohnisko laseru procházejícího požadovanou optickou cestou, na pracovní desce motorizovaného XY stolu.

- Musí být připevněn k optickému stolu skrze podložku výše uváděnou.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: MOTORIZOVANÝ STŮL XY:

- Velikost pracovní desky stolu musí být minimálně 250 x 250 mm².
- V pracovní desce stolu musí být minimálně 17 otvorů se závitem M6 symetricky rozmístěných.
- Pracovní rozsah každé osy minimálně 300 mm.
- Opakovatelnost polohy s chybou maximálně $\pm 0,005$ mm.
- Přesnost najetí do pozice s chybou maximálně $\pm 0,01$ mm.
- XY stůl musí být osazen koncovými spínači
- Nosnost XY stolu musí být minimálně 5kg

Motorizovaný stolek umožní fixaci vzorku a přesné najetí do pozice, kterou je potřeba analyzovat.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: MOTORIZOVANÝ STŮL XY:

- Součástí dodávky musí být kontroler pro řízení os stolu umožňující řízení z PC plus veškeré kabely pro propojení systému s počítačem.
- Součástí dodávky musí být veškeré kabely a případné adaptéry, které zaručí možnost napájet systém napětím 240V AC.

Se stolem musí být dodán kontroler zajišťující komunikaci s PC.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: MOTORIZOVANÝ STŮL XY:

- Součástí dodávky musí být software, který:
 - o Musí umožňovat řízení XY stolu z PC.
 - o Musí umožňovat vytvářet trajektorie pohybu stolu.
 - o Musí umožňovat načítat data v DXF formátu.
 - o Umožní spouštět laser a řídit jeho výkon.
 - o Musí umožňovat definovat pro jednotlivé části trajektorie rychlost pohybu stolu a výkon laseru.

Součástí stolku, musí být software zajišťující jeho pohyb po předem zvolené trajektorii a zároveň zajišťující alespoň minimální možnost ovládání laseru.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: IR KAMERA

- Minimální rozlišení detektoru musí být 360x240 pixelů;
- Minimální teplotní citlivost za pokojové teploty maximálně 90 mK;
- Přesnost měření teploty musí být $\pm 2^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 2\%$ nebo lepší;
- Spektrální rozsah citlivosti na vlnových délkách 8 až 13 μm , tolerance horní a spodní meze $\pm 1,5$ μm ;

Pro měření teploty povrchu vzorku je potřeba IR kamera. Zadavatel požaduje malou, ale kvalitní kameru. Parametry odpovídají požadavkům na přesnost měření. Mechanické vlastnosti zajistí možnost umístění kamery do blízkosti povrchu vzorku, s minimálním omezením pole laseru.

- Minimální teplotní rozsah -20 až 1500°C, celý teplotní rozsah musí být pokryt maximálně čtyřmi základními teplotními podrozsahy, celkový počet podrozsahů není omezen;
- Maximální frekvence záznamu minimálně 70 Hz pro sekvenci plných radiometrických obrazů (termogramů - rozlišení minimálně 360x240 Hz)
- Minimální rozsah pracovní teploty 0 až +50°C;
- Maximální hmotnost včetně standardního objektivu 400 g;
- Připojení k počítači skrze USB rozhraní.
- Ochrana ve vztahu k okolnímu prostředí minimálně IP67;
- Minimální odolnost proti vibracím 2 g;
- Minimální odolnost proti rázům 20 g;

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:IR KAMERA

- Součástí dodávky musí být tři objektivy:
 - o s hodnotou HVOF (horizontální úhel) v intervalu 10-15°,
 - o s hodnotou HVOF (horizontální úhel) v intervalu 35-40°,
 - o s hodnotou HVOF (horizontální úhel) v intervalu 60-65°.
- Součástí dodávky musí být kalibrace objektivů s kamerou.

Různé objektivy jsou potřeba pro různé konfigurace metody. Kalibrace je požadována pro umožnění měření se všemi objektivy s jednou kamerou.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:SOFTWARE V SOUČINNOSTI S IR KAMEROU MUSÍ UMOŽŇOVAT:

- Nastavení parametrů měření: emisivita (0,1 – 1,00; minimální krok 0,01), teplota prostředí, propustnost externí optiky.
- Ovládání kamery z řídicího počítače – možnost spouštění a vypínání záznamu sekvence, možnost volby frekvence záznamu;
- Možnost přepínání teplotních podrozsahů kamery.

Základní parametry pro výzkumné využití kamery.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:SOFTWARE V SOUČINNOSTI S IR KAMEROU MUSÍ UMOŽŇOVAT:

- Vložení bodových, čárových a plošných analyzovaných oblastí AOI (AOI – Area Of Interest) na obrazovku počítače.
- Možnost nastavit hodnotu emisivity pro každou analyzovanou oblast AOI nezávisle na ostatních analyzovaných oblastech.
- Možnost nastavit popis jednotlivých analyzovaných oblastí AOI nezávisle na ostatních analyzovaných oblastech;

Vlastnosti softwaru potřebné pro detailní vyhodnocení měření pomocí IR kamery a pro možnost automatizace metody.

- Paralelní grafické zobrazení časových průběhů maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých minimálně dvou vložených analyzovaných oblastí (AOI);
- Paralelní zobrazení aktuálních číselných hodnot maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých vložených analyzovaných oblastí;
- Paralelní grafické zobrazení čárového teplotního profilu minimálně dvou čárových analyzovaných oblastí;
- Možnost exportu časových průběhů maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých (minimálně dvou) vložených analyzovaných oblastí AOI do souboru textového typu;
- Ruční a automatické nastavení teplotní škály podle minimální a maximální teploty;
- Export obrazu termogramu.
- Možnost předávat hodnoty teplot a výsledky logických operací jiným programům skrze komunikační protokoly.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: OPTICKÝ STŮL MUSÍ SPLŇOVAT NÁSLEDUJÍCÍ POŽADAVKY:

- velikost desky minimálně 600 mm x 900 mm, maximálně 750 mm x 1000 mm,
- tloušťka desky stolu minimálně 50 mm, konstrukce musí být z „včelích pláství“ s vrchní a spodní deskou z nerezové oceli, jejichž tloušťka musí být minimálně 5 mm
- ve vrchní desce musí být díry se závitem M6 a roztečí 25 mm, díry musí být zaslepené voskem či jemu podobným materiálem,
- rovinnost desky musí být do $\pm 0,15$ mm na 1 m²

Optický stůl je třeba pro sestavení systému v jeden pevně spojený celek. Uvedené požadované parametry zajistí dostatečně tuhé a zároveň modulární uchycení jednotlivých komponent.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU: OPTICKÝ STŮL MUSÍ SPLŇOVAT NÁSLEDUJÍCÍ POŽADAVKY:

- rám stolu (podstavec) musí být ocelový
- nosnost rámu desky musí být minimálně 500 kg,
- nohy rámu musí umožňovat změnu výšky v rozsahu minimálně ± 6 mm
- výška rámu musí být v intervalu od 650 mm do 750 mm.
- Součástí rámu musí být kolečka, která umožní při nastavení minimální výšky noh rámu transport (převezení) stolu. Při nastavení výšky noh větší než minimální, nesmí mít kolečka kontakt s podlahou.

Podstavný rám pod optický stůl musí být dostatečně tuhý. Zároveň musí umožňovat jednoduchý transport celého systému.

PŘÍSLUŠENSTVÍ K LASERU:

- Součástí dodávky musí být dva kusy ochranných brýlí pro vlnovou délku laseru s dostatečnou optickou hustotou pro dodávaný laserový systém.

Ochranné brýle jsou potřeba pro bezpečnou práci s dodávaným laserovým systémem.

SOUČÁSTÍ DODÁVKY MUSÍ BÝT MANUÁLY KE VŠEM ZAŘÍZENÍM, KTERÉ MUSÍ BÝT V ČESKÉM NEBO ANGLICKÉM JAZYCE.

Uvedené jazyky jsou akceptovatelné pro obsluhu zařízení.

SOUČÁSTÍ DODÁVKY MUSÍ BÝT:

- Plné zprovoznění laserového systému a příslušenství
- Předvedení plné funkčnosti systému.
- Školení v rozsahu minimálně 8 hodin pro minimálně 2 pracovníky zadavatele.

Uvedené požadavky jsou nezbytné pro používání systému.