

Název veřejné
zakázky:

Termovizní kamerový systém

Odůvodnění vymezení technických podmínek podle § 156 odst. 1 písm. c) ZVZ

Technická podmínka:

Odůvodnění

Termovizní kamerový systém pro mobilní aplikace (ruční IR kamera)

Minimální rozlišení detektoru
1024x768 pixelů

Pro získání kvalitního prostorového rozlišení IR obrazu - dostatečný počet pixelů na 1 mm IR obrazu

Teplotní citlivost za pokojové teploty
maximálně 50 mK

Dostatečná citlivost pro reakci detektoru (změna naměřené teploty) při změně teploty měřeného objektu

Minimální přesnost $\pm 2^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 2\%$
měřené hodnoty

Dostatečná přesnost měření teploty

Spektrální rozsah 8 až 13 μm ,
tolerance horní a spodní meze
 $\pm 1,5 \mu\text{m}$

Rozsah vlnových délek srovnatelný se stávajícími IR kamerami na pracovišti (možnost použití stejných hodnot emisivit materiálů)

Minimální teplotní rozsah -20 až
2000 $^{\circ}\text{C}$, celý teplotní rozsah musí být
pokryt maximálně třemi základními
teplotními podrozsahy, celkový počet
podrozsahů není omezen

Teplotní rozsah odpovídající experimentům prováděným na pracovišti – od nízkých teplot do velmi vysokých teplot (až 2000 $^{\circ}\text{C}$) při povrchovém zpracování nebo řezání materiálů lasery. Pokrytí teplotního rozsahu maximálně třemi podrozsahy z důvodu kontinuálního záznamu (při změně teplotního podrozsahu není možno pořizovat snímky a docházelo by tak ke ztrátě informací). Větší počet užších teplotních podrozsahů umožňuje přesnější měření teplot v daném podrozsahu.

Minimální rozsah pracovní teploty
-15 až +50 $^{\circ}\text{C}$

Možnost použití IR kamery při měření v laboratoři i v průmyslových aplikacích

Maximální hmotnost včetně baterie a
standardního objektivu 2,5 kg

Nízká hmotnost kamery při měření – držení kamery obsluhou

Maximální rozměry kamery včetně
standardního objektivu 350 x 200 x
200 mm

Maximální rozměry IR kamery pro snadnou manipulaci s kamerou

Síťové napájení 230V AC, 50 Hz
(možné řešit napěťovým adaptérem)

Napájení IR kamery ze sítě elektrického napětí. Není nutné, aby kamera byla přímo napájena uvedeným napětím, lze řešit pomocí napěťového adaptéru.

Ochrana ve vztahu k okolnímu prostředí IP54	Dostatečná ochrana kamery proti prachu a vodě odpovídající experimentům prováděným na pracovišti a v terénu
Minimální odolnost proti vibracím 2 g	Dostatečná odolnost proti vibracím odpovídající experimentům prováděným na pracovišti a v terénu
Minimální odolnost proti rázům 20 g	Dostatečná odolnost proti rázům odpovídající experimentům prováděným na pracovišti a v terénu
Bateriové napájení po dobu minimálně 3 hodiny se zapnutým displejem	Možnost používat kameru nepřetržitě po dobu tří hodin se zapnutým displejem při měření v terénu
Integrovaná videokamera, rozlišení minimálně 1.3Mpx	Videokamera pro pořízení snímků příp. videosekvencí ve viditelném spektru pro vytvoření dvojice IR a viditelný obraz – často používáno v publikacích a technických zprávách
Kamera umožňuje zobrazení infračerveného obrazu na displeji a v hledáčku	Displej a hledáček kamery pro zobrazení teplotního pole objektu měřeného IR kamerou
Možnost zobrazení prolínání viditelného a infračerveného obrazu	Zobrazení sloučeného infračerveného a viditelného obrazu pro snadnější orientaci v IR obraze a vizualizaci přehřátých oblastí
Automatický a manuální fokus	Zaostření kamery na měřený objekt, automatický fokus pro rychlé a jednoduché zaostření, manuální fokus pro doostření a přeostření na detail
Možnost nastavení parametrů a řízení záznamu z počítače	Ovládání kamery pomocí počítače
Spouštění a vypínání záznamu externím signálem	Možnost synchronizace s jiným měřicím, řídicím nebo polohovacím zařízením
Frekvence záznamu minimálně 25 Hz pro sekvenci plných radiometrických obrazů (termogramů) ukládaných do počítače s maximálním rozlišením (minimálně 1024x768 pixelů)	Dostatečná rychlost snímání a ukládání IR obrazů do PC při zachování vysokého prostorového rozlišení - odpovídá experimentům prováděným na pracovišti (snímání rychlých dějů)
Frekvence záznamu minimálně 100 Hz pro sekvenci radiometrických obrazů (termogramů) ukládaných do počítače při použití nižšího rozlišení obrazu, případně i při použití maximálního rozlišení (minimálně 1024x768 pixelů) (plné rozlišení není bezpodmínečně nutné)	Dosažení maximální rychlosti frekvence záznamu IR obrazů do PC případně i na úkor snížení rozlišení obrazů – pro měření velmi rychlých dějů.

Kapacita paměťového média (vnitřní paměť nebo vyjímatelná karta) minimálně 500 plných radiometrických obrazů

Možnost ukládání dostatečného počtu plných radiometrických snímků do paměti kamery (vnitřní paměť nebo vyjímatelná paměťová karta)

Zobrazování aktuálního obrazu na displeji kamery při záznamu sekvence plných radiometrických obrazů do počítače

Možnost sledovat vývoj teplotního pole měřeného objektu při záznamu sekvence – bezpečnost experimentu, možnost ovlivnit experiment

Nastavení parametrů měření: emisivita, teplota odražená, teplota atmosféry, propustnost atmosféry

Možnost nastavit parametry pro přesné měření teploty

Rozsah emisivity 0,1 – 1,00; minimální krok 0,01

Možnost měnit emisivitu měřenému objektu s dostatečně malým krokem

Možnost současného vložení bodové a plošné analýzy (AOI – Area Of Interest) do zobrazovaného obrazu na displeji kamery, zobrazení jejich aktuálních hodnot teploty

Vymezení oblastí, kde bude měřena teplota. V závislosti na prováděném experimentu je potřeba měřit teplotu na měřených objektech různých tvarů, tj. je potřeba přizpůsobit tvarově i vložené analýzy. Navíc je potřeba zobrazovat teploty jednotlivých analyzovaných oblastí pro zachování bezpečnosti experimentu nebo možnosti experiment ovlivnit.

Způsoby připojení k počítači - ethernet nebo IEEE1394(FireWire) nebo USB komunikace

Připojení k počítači přes standardní rozhraní měřicího počítače

Laser pointer

Laserový bod, na který se může kamera automaticky zaostřit, jeho pozice je viditelná na displeji kamery

GPS

Pro záznam aktuální polohy měřicího zařízení – pro měření v terénu

Jazyk kamery český nebo anglický

Jazyk kamery ve srozumitelných jazycích (úřední nebo mezinárodní jazyk)

Uzpůsobení pro montáž na stativ

Možnost uchycení IR kamery na stativ nebo jiný úchyt

Transportní kufr

Uložení kamery v pevném ochranném obalu pro transport

Nabíječka baterií

Zařízení pro nabíjení baterií

Příslušenství výměnných objektivů k mobilní IR kameře

V závislosti na aplikaci je nutno použít vhodný objektiv.

Standardní objektiv – horizontální úhel HFOV v intervalu 20 až 40°, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m

Objektiv pro standardní pořizování IR snímků, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m (tj. zaostření kamery s objektivem na vzdálenost $\leq 0,5\text{m}$ až ∞)

Širokoúhlý objektiv 40-70° – horizontální úhel HFOV v intervalu 40 až 70°, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m

Objektiv pro zobrazení a snímání velkých objektů, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m (tj. zaostření kamery s objektivem na vzdálenost $\leq 0,5\text{m}$ až ∞)

Teleobjektiv 10-20° – horizontální úhel HFOV v intervalu 10 až 20°, minimální fokusační vzdálenost maximálně 2m

Objektiv pro zobrazení a snímání velmi vzdálených objektů nebo detailního snímání objektů, minimální fokusační vzdálenost maximálně 2m (tj. zaostření kamery s objektivem na vzdálenost $\leq 2\text{m}$ až ∞)

Termovizní kamerový systém pro stacionární aplikace (IR kamera bez displeje a ovládacích prvků)

Minimální rozlišení detektoru
640x480 pixelů

Pro získání kvalitního prostorového rozlišení IR obrazu - dostatečný počet pixelů na 1 mm IR obrazu

Teplotní citlivost za pokojové teploty
maximálně 50 mK

Dostatečná citlivost pro reakci detektoru (změna naměřené teploty) při změně teploty měřeného objektu

Minimální přesnost $\pm 2^\circ\text{C}$ nebo $\pm 2\%$
měřené hodnoty

Dostatečná přesnost měření teploty

Spektrální rozsah 8 až 13 μm ,
tolerance horní a spodní meze
 $\pm 1,5 \mu\text{m}$

Rozsah vlnových délek srovnatelný se stávajícími IR kamerami na pracovišti (možnost použití stejných hodnot emisivit materiálů)

Minimální teplotní rozsah -20 až
 2000°C , celý teplotní rozsah musí být
pokryt maximálně čtyřmi teplotními
podrozsahy, celkový počet
podrozsahů není omezen

Teplotní rozsah odpovídající experimentům prováděným na pracovišti – od pokojových teplot do velmi vysokých teplot (až 2000°C) při povrchovém zpracování nebo řezání materiálů lasery. Pokrytí teplotního rozsahu maximálně čtyřmi podrozsahy z důvodu kontinuálního záznamu (při změně teplotního podrozsahu není možno pořizovat snímky a docházelo by tak ke ztrátě informací). Větší počet užších teplotních podrozsahů umožňuje přesnější měření teplot v daném podrozsahu.

Minimální rozsah pracovní teploty
 -15 až $+50^\circ\text{C}$

Možnost použití IR kamery při měření v laboratoři i v průmyslových aplikacích

Maximální hmotnost včetně
standardního objektivu 1,5 kg

Omezení hmotnosti pro upevnění kamery na stativ, stojan, tyčku nebo robotické rameno a následnou manipulaci se sestavou.

Maximální rozměry kamery včetně
standardního objektivu 250 x 100 x
120 mm

Maximální rozměry IR kamery pro začlenění do měřicího (příp. řídicího) systému v laboratoři nebo v průmyslu

Napájecí napětí kamery spadá do
rozsahu 10 až 30V DC (např. standard
12 nebo 24V)

Možnost napájení IR kamery stejnosměrným zdrojem elektrického napětí

Součástí dodávky musí být napěťový
adaptér z AC 230V na DC hodnotu
napájecího napětí kamery

Napájení IR kamery ze sítě elektrického napětí.

Minimální odolnost proti vibracím 2 g

Dostatečná odolnost proti vibracím odpovídající experimentům prováděným na pracovišti a v průmyslových aplikacích – např. při umístění kamery na robotické rameno

Minimální odolnost proti rázům 20 g	Dostatečná odolnost proti rázům odpovídající experimentům prováděným na pracovišti a v průmyslových aplikacích – např. při umístění kamery na robotické rameno
Ochrana ve vztahu k okolnímu prostředí minimálně IP54	Dostatečná ochrana kamery proti prachu a vodě odpovídající experimentům prováděným na pracovišti a v průmyslu
Možnost nastavení parametrů a řízení záznamu z řídicího počítače	Ovládání kamery pomocí řídicího počítače
Spouštění a vypínání záznamu externím signálem	Možnost synchronizace s jiným měřicím, řídicím nebo polohovacím zařízením
Frekvence záznamu minimálně 50 Hz pro sekvenci plných radiometrických obrazů (termogramů) ukládaných do počítače s maximálním rozlišením (minimálně 640x480 pixelů)	Dostatečná rychlost snímání a ukládání IR obrazů do PC při zachování vysokého prostorového rozlišení - odpovídá experimentům prováděným na pracovišti a v průmyslových aplikacích (snímání rychlých dějů)
Způsoby připojení k počítači - ethernet nebo IEEE1394(FireWire) nebo USB komunikace	Připojení k počítači přes standardní rozhraní měřicích počítačů
Minimálně 1 digitální vstup a 1 digitální výstup, může být realizováno i externím zařízením vně kamery	Možnost ovládání kamery digitálním vstupem a řízení jiného zařízení digitálním výstupem
Uzpůsobení pro montáž na stativ	Možnost uchycení IR kamery na stativ nebo jiný úchyt
Transportní kufr	Uložení kamery v pevném ochranném obalu pro transport

Příslušenství výměnných objektivů ke stacionární IR kameře

V závislosti na aplikaci je nutno použít vhodný objektiv.

Standardní objektiv – horizontální úhel HFOV v intervalu 20 až 40°, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m	Objektiv pro standardní pořizování IR snímků, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m (tj. zaostření kamery s objektivem na vzdálenost $\leq 0,5m$ až ∞)
Teleobjektiv 5-15° – horizontální úhel HFOV v intervalu 5 až 15°, minimální fokusační vzdálenost maximálně 2m	Objektiv pro zobrazení a snímání velmi vzdálených objektů, minimální fokusační vzdálenost maximálně 2m (tj. zaostření kamery s objektivem na vzdálenost $\leq 2m$ až ∞)
Širokoúhlý objektiv 40-70° – horizontální úhel HFOV v intervalu	Objektiv pro zobrazení a snímání velkých objektů, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m (tj. zaostření kamery

40 až 70°, minimální fokusační vzdálenost maximálně 0,5m

s objektivem na vzdálenost $\leq 0,5\text{m}$ až ∞)

Makropředsádka – prostorové rozlišení lepší než 50 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ (IFOV), pracovní vzdálenost spadá do intervalu 40 až 100mm

Objektiv pro detailní zobrazení a snímání velmi blízkých objektů, malá pracovní vzdálenost (vzdálenost mezi kamerou a měřeným objektem) zajišťuje dostatečné prostorové rozlišení na pixel

Software pro řízení termovizního systému a zpracování termovizního záznamu:

Minimální počet licencí 4

Licence pro minimálně 4 uživatele (PC), dvě pro měřicí PC, dvě pro vyhodnocování uskutečněných měření, lze řešit pomocí multilicence tj. oprávnění pro instalaci softwaru na větší počet počítačů

Jazyk softwaru český nebo anglický

Software ve srozumitelných jazycích (úřední nebo mezinárodní jazyk)

Kompatibilita softwaru s operačními systémy používanými na pracovišti zadavatele (např. PC Windows XP 32-bitů, Windows 7 32-bitů a 64bitů)

Kompatibilita s operačními systémy používanými na pracovišti

Software v součinnosti s kamerou (online mód):

Nastavení parametrů měření: emisivita (0,1 – 1,00; minimální krok 0,01), teplota odražená, teplota atmosféry, propustnost atmosféry, teplota a propustnost externí optiky

Možnost nastavit parametry pro přesné měření teploty

Ovládání kamery z řídicího počítače – možnost spouštění a vypínání záznamu sekvence, možnost volby frekvence záznamu

Možnost ovládání kamery a nastavení frekvence záznamu z řídicího počítače v závislosti na prováděném experimentu

Manuální a automatický fokus

Zaostření kamery na měřený objekt, automatický fokus pro rychlé a jednoduché zaostření, manuální fokus pro doostření a přeostrění na detail

Možnost přepínání teplotních podrozsahů kamery

V případě, že je teplotní rozsah kamery rozdělen na podrozsahy, je nutné mít možnost se mezi nimi přepínat – pro různé experimenty jsou vhodné různé podrozsahy

Vložení bodových, čárových a plošných (kruhových, obdélníkových, nepravidelných) analyzovaných oblastí AOI (AOI – Area Of Interest) na obrazovku počítače, minimálně 50

Vymezení oblastí, kde bude měřena teplota. V závislosti na prováděném experimentu je potřeba měřit teplotu na měřených objektech různých tvarů, tj. je potřeba přizpůsobit tvarově i vložené analýzy

Možnost nastavit hodnotu emisivity pro každou analyzovanou oblast AOI nezávisle na ostatních analyzovaných oblastech

Různé oblasti měřeného objektu mohou mít různé povrchové vlastnosti, tj. i emisivity. Pro přesné měření teplot je potřeba mít možnost nastavit každé analyzované oblasti emisivitu nezávisle na ostatních oblastech.

Možnost nastavit popis jednotlivých analyzovaných oblastí AOI nezávisle na ostatních analyzovaných oblastech

Popis jednotlivých vložených analyzovaných oblastí AOI pro jejich snadnou identifikaci

Paralelní grafické zobrazení časových průběhů maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých minimálně dvou vložených analyzovaných oblastí (AOI)

Grafické zobrazení časového průběhu teplot z více analyzovaných oblastí současně do jednoho grafu – zobrazení teplotního trendu (nárůst teploty, stagnace, pokles)

Paralelní zobrazení aktuálních číselných hodnot maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých vložených analyzovaných oblastí

Zobrazení aktuálních hodnot maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých vložených analyzovaných oblastí v průběhu měření – kontrola průběhu experimentu (např. ustálení teploty objektu na konstantní hodnotě)

Paralelní grafické zobrazení čárového teplotního profilu minimálně dvou čárových analyzovaných oblastí

Kontrola rozložení teplot na měřeném objektu – např. teplotní homogenita objektu ve vodorovném a svislém směru

On-line zobrazování plného radiometrického obrazu a hodnot (teplot) AOI na obrazovce počítače při záznamu s frekvencí nižší než 1 Hz

Možnost sledovat vývoj teplotního pole měřeného objektu při záznamu sekvence – bezpečnost experimentu, možnost ovlivnit experiment

Možnost předávat hodnoty teplot a výsledky logických operací jiným programům skrze komunikační protokoly

Možnost předávat hodnoty teplot nebo výsledky logických operací jinému programu pro automatizaci procesu v laboratorních a průmyslových aplikacích

Po pořízení IR snímků (termogramů) nebo jejich sekvence (offline mód):

Možnost změnit parametry, které lze nastavit před pořízením plných radiometrických obrazů nebo jejich sekvence [emisivita (0,1 – 1,00; minimální krok 0,01), teplota odražená, teplota atmosféry, propustnost atmosféry, teplota a propustnost externí optiky]

Možnost nastavit správné parametry měření, pokud byly při pořízování plných radiometrických obrazů nastaveny nesprávně

Vkládání bodových, čárových a plošných analyzovaných oblastí AOI (kruhových, obdélníkových, nepravidelných), minimálně 50

Vymezení oblastí, kde bude analyzována teplota. V závislosti na prováděném experimentu je potřeba analyzovat teplotu na měřených objektech různých tvarů, tj. je potřeba přizpůsobit tvarově i vložené analýzy

V aktuálním termogramu možnost nastavit hodnotu emisivity pro každou analyzovanou oblast (AOI) nezávisle na ostatních analyzovaných oblastech

Různé oblasti analyzovaného objektu mohou mít různé povrchové vlastnosti, tj. i emisivitu. Pro přesné vyhodnocení teplot je potřeba mít možnost nastavit každé analyzované oblasti emisivitu nezávisle na ostatních oblastech

Možnost nastavit popis jednotlivých analyzovaných oblastí AOI nezávisle na ostatních analyzovaných oblastech

Popis jednotlivých vložených analyzovaných oblastí AOI pro jejich snadnou identifikaci

Výpočet emisivity ze známé teploty vložené analyzované oblasti AOI (minimálně bodové oblasti)

Stanovení emisivity povrchu měřeného objektu a použití vypočtené hodnoty pro vyhodnocení měření

Paralelní grafické a číselné zobrazení časových průběhů maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých (minimálně dvou) vložených analyzovaných oblastí AOI a možnost jejich exportu do textového souboru

Zobrazení aktuálních hodnot (grafické i číselné) maximální, minimální a průměrné teploty jednotlivých vložených analyzovaných oblastí – přehlednost teplot analyzovaných oblastí a záznam hodnot do souboru pro externí zpracování dat

Paralelní grafické zobrazení čárového teplotního profilu minimálně dvou čárových analyzovaných oblastí

Analýza rozložení teplot čárového teplotního profilu na vzorku – např. teplotní homogenita vzorku ve vodorovném a svislém směru

Možnost exportu vybraných čárových teplotních profilů do souboru textového typu

Export vybraných čárových teplotních profilů do souboru pro další zpracování

Pro vložené plošné a čárové analýzy export měřené teploty, výsledků a nastavení analyzovaných oblastí v určitém čase do souboru textového typu

Export dat do souboru pro další zpracování

Export dat (teplot) z celého termogramu do ASCII nebo xls souboru ve formátu matice čísel

Export dat (teplot) z celého termogramu do souboru pro další zpracování

Každému termogramu musí být přiřazen jednoznačný časový údaj v řádu ms, který je možné v softwaru zobrazit a pracovat s ním, např. v grafu teplotního trendu

Jednoznačnost časového údaje s přesností na milisekundy každého termogramu je nutná pro vytvoření časového průběhu teplot (např. časový průběh průměrné teploty AOI)

Uzamčení teplotní palety, teplotní stupnice, parametrů měření (emisivita, teplota odražená, teplota atmosféry, propustnost atmosféry, teplota a propustnost externí optiky) a zvětšení obrazu (zoomu) pro přechod mezi jednotlivými snímky

Zafixování teplotní palety, teplotní stupnice, parametrů měření a zvětšení obrazu pro přechod mezi jednotlivými termogramy při analýze sekvence termogramů

Ruční a automatické nastavení teplotní škály podle minimální a maximální teploty

Možnost nastavit teplotu na teplotní škále automaticky podle maximální a minimální teploty na obraze nebo ručně nastavit minimální a maximální teplotu pro zobrazení detailu teplotního pole dané části obrazu

Možnost prolínání viditelného a infračerveného obrazu a jeho export do souboru obrazového typu (v souvislosti s mobilní IR kamerou)

Zobrazení sloučeného infračerveného a viditelného obrazu pro snadnější orientaci v IR obraze a vizualizaci přehřátých oblastí s možností exportu do souboru

Export sekvence termogramů do videosekvence– export IR obrazů včetně vložených analyzovaných oblastí a teplotní stupnice

Možnost exportu sekvence IR obrazů včetně vložených analyzovaných oblastí a teplotní stupnice do videosekvence pro prezentační účely

Export termogramu do souboru obrazového typu

Možnost exportu IR obrazu do obrázku formátu jpg nebo bmp, které jsou zobrazitelné běžnými prohlížeči, lze je prezentovat, vkládat do publikací a zpráv

Možnost předávat hodnoty teplot a výsledky logických operací jiným programům skrze komunikační protokoly

Možnost předávat hodnoty teplot nebo výsledky logických operací jinému programu (např. při testování automatizace v laboratorních a průmyslových aplikacích...)