

Termovízna kamera TESTO 880 pre termografickú diagnostiku konštrukcií a priemyselných zariadení.

Termovízia je dobre známa aj u nás, používa sa v rôznych oblastiach vedy, výskumu a praxe najmenej ostatných 25 rokov. Používa sa hlavne v stavebníctve, strojárstve, energetike, elektrotechnike, elektronike, automobilovom priemysle a v medicíne. V stavebníctve na kontrolu úniku tepla obvodovými plášťami budov a energovodov. V strojárstve hlavne v konštrukcii tepelných strojov a pri diaľkovej kontrole zariadení, napr. v petrochémii. V energetike umožňuje kontrolu izolácií turbín, lokálnych prehriatí na vedeniach, kontaktoch, transformátoroch atď. Použitie v medicíne je známe ako skríningová vyšetrovacia metóda, hlavne mamografia.

Termografia – termografická diagnostika je jeden zo spôsobov bezkontaktného merania rozloženia teplôt na povrchu sledovaných objektov a umožňuje ich „vidieť“ bez ohľadu, či sú osvetlené alebo nie viditeľným svetlom. Na rozdiel od skôr používaných infra teplomerov - pyrometrov, pomocou ktorých sa meria teplota jedného zvoleného miesta, termografia dáva informáciu o teplote v usporiadanej oblasti bodov. Pomocou termografie sa zaznamenávajú obrazy v tepelnom spektre a zobrazujú vo viditeľnom spektre, kde každej teplote sa priradí určitá farba. Princíp snímania teploty v nejakej oblasti sa teda podobá princípu televízie. Preto sa pre priame snímanie obrazu (in-line) používa pojem termovízia.

Kdekoľvek v anglicky hovoriacich krajinách sa kamera, ktorá sníma jednotlivé obrazy pomocou infračerveného žiarenia elektromagnetického spektra označuje typicky **Thermal Imager** – čo sa u nás interpretuje, ako termovízna či termografická kamera alebo "infračervená kamera", často jednoducho infrakamera či termokamera. Doslovný preklad by mal byť však „tepelný zobrazovač“.

Nie je teda jednoznačné pomenovanie týchto zariadení, a ako najvhodnejší by sa hodilo pre zaznamenávanie statických termovíznych/termografických obrazov pomenovanie termovízny digitálny fotoaparát. Len zriedkavo sa IR obrazy zaznamenávajú ako pohybujúce sa obrazy teda ako video. V prípade prístroja, ktorý zaznamená sekvencie termovíznych/termografických obrazov by bolo vhodné pomenovanie termovízna video kamera.

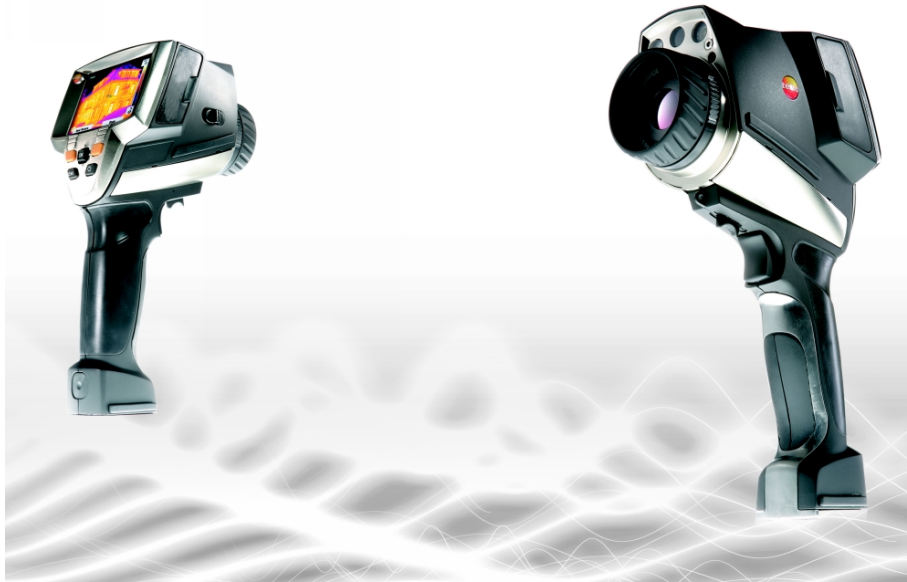
Aj naďalej budeme v texte používať pre pomenovanie prístroja testo 880 zaužívaný názov infrakamera.

Odlíšnosti oproti klasickej televíznej technike sú v spektre žiarenia, ktoré je snímané, a v princípe rozkladu snímaného obrazu. Infrakamery môžu snímať teploty od -40 °C do 2000 °C a pracujú v rozsahu vlnových dĺžok 2-5.4 μm (tzv. krátke vlnové dĺžky) resp. 8-14 μm (dlhé vlnové dĺžky), ktoré vyplývajú z priepustnosti atmosféry pre infračervené lúče.

Namiesto CCD senzorov, ktoré využíva väčšina videokamier, sa v súčasných termovíznych kamerách využívajú senzory typu FPA – Focal Plane Array vyrobené technológiou CMOS. FPA označuje detektor na báze mikrobolometra, ktorý pozostáva z matice veľkého počtu jednotlivých detekčných plôšok (pixelov), ktoré si "rozdedia" a súčasne snímajú infračervené žiarenie z celej viditeľnej plochy. Najpoužívanejším typom materiálu na senzory býva InSb, InGaAs a QWIP FPA. Infračervené žiarenie v špecifickom pásme vlnových dĺžok dopadá na senzor, ohrieva ho, čím sa mení jeho elektrický odpor. Zmeny elektrického odporu sa merajú a vyhodnocujú ako zmeny teploty vo forme grafického zobrazenia. Najnovšie technológie používajú cenovo lacné FPA senzory na báze nechladených mikrobolometrov. Ich rozlíšenie je podstatne nižšie ako u kamier s optickým rozkladom obrazu, väčšinou s rozlíšením 160x120 alebo 320x240 pixelov až do 640x512 v prípade najdrahších modelov.

Infrakamery sú ale podstatne drahšie ako video kamery a najdrahšie modely sú často ešte aj dnes exportne embargované (z dôvodu možného zneužitia na vojenské účely).

Nová infrakamera testo 880 prináša špičkovú technológiu v cenovo konkurenčnej dimenzii.



Snímací senzor použitý v infrakamere testo 880 je nechladený mikrobolometer typu FPA s rozlíšením 160x120 pixelov (približne 20 000 bodov). Meracie spektrum je v rozsahu 8-14 μm a rozsah meraných teplôt je v dvoch meracích rozsahoch -20 ... +100 $^{\circ}\text{C}$ / 0 ... +350 $^{\circ}\text{C}$ (prepínateľný) s presnosťou ± 2 $^{\circ}\text{C}$ $\pm 2\%$ z nameranej hodnoty. Termická citlivosť senzora (NETD) je lepšia ako 0,1 $^{\circ}\text{C}$ pri 30 $^{\circ}\text{C}$.

Infrakamera testo 880 má možnosť použiť výmenné objektívy pre komfortnejšie meranie blízkych, ako aj vzdialených predmetov. Zorný uhol optiky je 32° x 24° a minimálna ohnisková vzdialenosť je 0,1 m (pre štandardný objektív), 12° x 9° / 0,6 m (pre teleobjektív). Geometrické rozlíšenie objektívov je 3,5 mrad /1,3 mrad. S pomocou teleobjektívu je možno zaistiť požadovaný výrez obrazu ak sa sníma obraz z ťažšie dostupného zariadenia alebo stroja na veľkú vzdialenosť.

Minimálny priemer meraného miesta predstavuje veľkosť 3 x 3 pixelov: teda 10 mm z 1 m (štandardný objektív) a 4 mm z 1 m pre teleobjektív. Obnovovacia frekvencia snímania obrazov je 9 Hz a 33 Hz pre krajiny EÚ. Zaostrovanie sa dá realizovať ručne a u modelov testo 880-3 aj motorický. Pre zaistenie jednoduchej obsluhy jednou rukou využíva testo 880 patentovanú technológiu dynamického zaostrovania pomocou motora a obsluhu s 5 smerovým pákovým ovládačom (joystick) a 4 tlačidlami pre navigáciu v obslužnom menu a galérii obrazov.

Dve z týchto tlačidiel slúžia na rýchlu voľbu a okamžitý prístup ku najdôležitejším funkciám prístroja.

Na označenie miesta merania možno použiť laserové zameranie s laserom o vlnovej dĺžke 635nm. Meranie IR obrazov ako aj skutočného obrazu pomocou fotoaparátu, sa spúšťa pomocou tlačidla na rukoväti podobne, ako v prípade spúšte na pištoľi.

Testo 880 sa vyznačuje veľkým 3,5" LCD displejom s interpoláciou obrazu na 320x240 pixelov pre dokonalé zobrazenie meraných obrazov a profesionálnu analýzu. IR obrázky sa dajú prezentovať v 8 paletách nastavenia farieb. Pri úplne využívanej obrazovke bez obmedzenia možno pomocou obslužného menu prístroja vykonať spoľahlivú diagnostiku meraných obrazov.

Štandardné meranie IR obrazov je jednobodové ale podľa potreby sa dá na displeji zobrazovať aj dvojbodové meranie, čím sa ľahko vyhodnocujú rozdiely teplôt označených bodov na obraze.

Modely testo 880-1 a 880-2 zobrazujú len IR obraz - snímku. Model testo 880-3 umožňuje okrem IR snímky zobrazovať aj skutočný obraz zosnímaný pomocou digitálneho fotoaparátu s dvoma výkonnými osvetľovacími LED diódami pre nasvetlenie tmavých priestorov alebo aj ich spoločné zobrazenie vo funkcii PIP (picture in picture) čo zjednodušuje dokumentáciu merania. Pri vizuálnom zobrazovaní je zorné pole optiky 33,2° x 25,2° s minimálnou vzdialenosťou zaostrenia 0,4 m. Skutočné obrazy sa zaznamenávajú s rozlíšením 640 x 480 pixelov a na displeji sa obnovujú s frekvenciou 8 ... 15 Hz. Zachytené IR obrazy a odfotografované skutočné obrazy sa môžu zaznamenávať na SD kartu s kapacitou 1 GB, čo predstavuje asi 800-1000 obrazov vo formáte .bmt; možnosť exportu do .bmp, .jpg, .csv. Vďaka jednoducho vytvorenej adresárovej štruktúre menu sa minimalizuje náročnosť administratívy plánovania, správy obrazov, miest merania a prípravy ciest merania.

Model testo 880-3 umožňuje pripojiť bezdrôtovo aj vlhkosťno/teplotnú sondu s meracím rozsahom 0 ... 100 % r.v. / -20 ... +100 °Ctd/ -20 ... +70 °C (teplota vzduchu) s presnosťou ± 2 % r.v. / $\pm 0,5$ °C (teplota vzduchu). Rovnako jedinečnou funkciou v rozsahu aplikácii v stavebnej termografii je určenie povrchovej vlhkosti pomocou merania dynamickej vlhkosti vzduchu a výpočtu parametrov pre rýchle lokalizovanie miest s rizikom vzniku plesní.

Testo 880 zobrazuje rizikové miesta na základe ručného zadania teploty rosného bodu alebo v prípade použitia vlhkosťnej/teplotnej sondy s rádiovým prenosom vykonáva výpočet teploty rosného bodu prístroj a zobrazuje potenciálne rizikové miesta.

Infrakamera testo 880 je napájaná pomocou výmenných Li-Ionových akumulátorov, ktoré sa dajú dobíjať v prístroji alebo rýchlonabíjačke. Prevádzková doba nabitých akumulátorov je asi 5 hodín pri 20 °C.

Prevádzková teplota je -15 ... +40 °C a skladovacia -30 ... +60 °C pri relatívnej vlhkosti 20 % až 80 % bez kondenzácie. Krytie prístroja je IP54. Hmotnosť kamery je 900 g a rozmery sú 152 x 106 x 262 mm Na držanie má kamera ergonomickú rúčku, kde je umiestnená akubatería a závit na pripojenie statívu.

Pri prenose zaznamenaných obrazov do PC sa vyžaduje OS Windows XP (Service Pack 2) alebo Windows Vista. Prístroj má výstup mini USB. Tento spolu s prípojkou na napájanie a modulom bezdrôtového prenosu z vlhkosťnej sondy je pod krytkou.

Na šošovky infrakamery nebolo použité sklo, pretože to pre infra červené žiarenie nie je priepustné. Namiesto toho je ako materiál šošoviek použité germánium, ktoré síce IR žiarenie prepúšťa, ale má nevýhodu, že je mäkké a navyše drahé. Od verzie 2 Testo 880 preto využíva osvedčenú ochranu optiky IR – ochranné sklo voči prachu a poškrabaniu. To je tiež z germánia. Keďže nie je zakrivené ako šošovky možno tu dosiahnuť tvrdšiu vrstvu. Keby germánium bolo poškrabane postačuje vymeniť len ochranné sklo nie celú optiku.

Infrakamera testo 880 sa ponúka v 3 verziách.

testo 880-1	testo 880-2	testo 880-3	testo 880-3 Pro-Set
Základný prístroj pre rýchle nájdenie porúch a kontrolu kvality	Profesionálna infrakamera s rozšírenými analytickými funkciami, rozšíriteľným teleobjektívom	Expertná infrakamera pre celkovú analýzu a dokumentáciu reálnych obrazov budov, elektrických systémov a strojov.	Expertná infrakamera s výhodou neprekonateľnej ceny
Vlastnosti	Vlastnosti	Vlastnosti	Vlastnosti
Širokouhlá optika s vysokou kvalitou 32° s optikou F1 Obrazová frekvencia 9 Hz Detektor 160 x 120 s interpoláciou na 320 x 240 pixelov NETD < 0.1°C Manuálne zaostrovanie Pamäť na SD, 1 GB pre asi 800-1000 obrázkov Minimálne ohnisko 10 cm	Širokouhlá optika s vysokou kvalitou 32° s optikou F1 Obrazová frekvencia 33 Hz Detektor 160 x 120 s interpoláciou na 320 x 240 pixelov NETD < 0.1°C Manuálne zaostrovanie Pamäť na SD, 1 GB pre asi 800-1000 obrázkov Minimálne ohnisko 10 cm	Vstavaný fotoaparát s výkonným nasvetlením výkonnými LED Dynamické zaostrovanie motorom Zobrazenie rozloženia povrchovej vlhkosti v reálnom čase a možnosť pripojenia bezdrôtovej (rádiovéj) sondy vlhkosti/teploty (voľba) Širokouhlá optika s vysokou kvalitou 32° s optikou F1 Obrazová frekvencia 33 Hz Detektor 160 x 120 s interpoláciou na 320 x 240 pixelov NETD < 0.1°C Manuálne zaostrovanie Pamäť na SD, 1 GB pre asi 800-1000 obrázkov Minimálne ohnisko 10 cm	Vstavaný fotoaparát s výkonným nasvetlením výkonnými LED Dynamické zaostrovanie motorom Zobrazenie rozloženia povrchovej vlhkosti v reálnom čase a možnosť pripojenia bezdrôtovej (rádiovéj) sondy vlhkosti/teploty (voľba) Širokouhlá optika s vysokou kvalitou 32° s optikou F1 Obrazová frekvencia 33 Hz Detektor 160 x 120 s interpoláciou na 320 x 240 pixelov NETD < 0.1°C Manuálne zaostrovanie Pamäť na SD, 1 GB pre asi 800-1000 obrázkov Minimálne ohnisko 10 cm
Dodávka zahŕňa	Dodávka zahŕňa	Dodávka zahŕňa	Dodávka zahŕňa
IR software s integrovanou funkciou tvorby správ USB kábel Li-ion batéria Veľmi kvalitný odolný kufer	IR software s integrovanou funkciou tvorby správ USB kábel Li-ion batéria Ochrana optiky Veľmi kvalitný odolný kufer	IR software s integrovanou funkciou tvorby správ USB kábel Li-ion batéria Ochrana optiky Veľmi kvalitný odolný kufer	IR software s integrovanou funkciou tvorby správ USB kábel Li-ion batéria Ochrana optiky Veľmi kvalitný odolný kufer Teleobjektív Ďalšia batéria Rýchlo nabíjačka akumulátorov Slnečný kryt

Dodávka infrakamery štandardne zahŕňa: kameru včítane kufra, SD-cartu, USB-kábel, software, sieťový adaptér a adaptér na statív. Modely testo 880-2/-3 aj ochranné sklo optiky. Verzia pre profesionálov testo 880-PRO aj teleobjektív, ďalšiu akubatériu, rýchlonabíjačku, slnečný kryt displeja.

Všetky tieto doplnky si možno dokúpiť aj ako príslušenstvo, medzi ktoré patrí aj AI statív, samolepiaca páska s definovanou emisivitou $\epsilon=0,95$, $t_{max}=300^{\circ}\text{C}$, $l=10\text{ m}$, $\delta=2,5\text{ cm}$.

Na infrakameru si možno objednať aj **ISO kalibračný certifikát** s kalibračnými bodmi 0°C , 25°C , 50°C v meracom rozsahu $-20\dots+100^{\circ}\text{C}$, kalibračnými bodmi 0°C , 100°C , 200°C v meracom rozsahu $0\dots+350^{\circ}\text{C}$ alebo voľne voliteľnými kalibračnými bodmi v rozsahu $-18\dots+250^{\circ}\text{C}$.

Pre spracovanie a vyhodnotenie termografických obrazov dodáva výrobca program, ktorý je súčasťou dodávky každej kamery a spĺňa všetky požiadavky užívateľov na hodnotenie IR obrazov. Výstupom z programu sú histograpy, grafické priebehy teploty v zvolených rezových rovinách a mnoho ďalších.



Typická zostava testu 880 Pro s príslušenstvom.

Výhody termografie

- Možnosť získať viditeľný obraz pre porovnanie teplôt na veľkej ploche.
- Je schopná v reálnom čase zachytiť aj pohybujúce sa ciele.
- Umožňuje nájsť poškodené súčiastky pred ich haváriou
- Meranie v oblastiach nedostupných alebo nebezpečných pre iné metódy
- Je to nedeštrukčná metóda testovania

Oblasti použitia infrakamery testu 880:

- Preventívna údržba mechanických súčasti strojov a zariadení (ložiská, skrine, spojky...)
- Preventívnej údržbe elektrických zariadení a strojov (poistkové skrine, rozvádzače)



- Analýza energetickej účinnosti v stavebníctve (úniky vzduchu, tepelné mosty, poruchy v izolácii), resp. kontrola stavieb po rekonštrukcii
- Analýza poškodení plesňami resp. ohrozených stavebných prvkov
- Analýza HVAC inštalácií, napr. podlahové vykurovanie v prípade zakrytia alebo úniky.



- monitorovanie výroby a zaistenia kvality výrobkov, v potravinárstve, energetike, strojárstve...
- kontrola elektrických súčiastok, napr. plošných spojov počas vývoja a výskumu



A mnoho ďalších aplikácií.

Viac informácií o infrakamere testo 880 získate na:

IVAR Slovensko, s.r.o.

Benediktiho 5

811 05 Bratislava

SLOVAK REPUBLIC

Tel:+421 2 52 450 137

Fax:+421 2 526 243 32

Email: senzory@senzory.sk

Web: www.automatizacia.sk

Radiometrický vyhodnotiteľný formát – ukladanie obrazu a každej teploty pre jej ďalšie spracovanie na PC (kompletní 14-bitový formát obsahujúci mēřené hodnoty včetnē dalších doprovodných dat)

.bmt

.bmt - Ami Pro button image

do .bmp, .jpg, .csv.

.bmp - Alpha Microsystem BMP image format

.bmp - Mime: image/bitmap

.bmp - Mime: image/bmp

.bmp - Mime: image/x-bmp

.bmp - Mime: image/x-windows-bmp

.bmp - standard Windows Bitmap image (also OS/2)

Rádiometrický – vyhodnotiteľný formát jpeg (ale so stratovou kompresiou)? (kompletní 14-bitový formát obsahujúci mēřené hodnoty včetnē dalších doprovodných dat)

.jpeg - Soubor platformy MAC (JPEG file)

.jpeg - Soubor platformy MAC (JPEG Imageanizer Fileijpg)

.jpeg - JPEG Image

.jpeg - Mime: image/jpeg

.jpeg - Mime: image/pjpeg

.jpg - JPEG obrázek

.jpg - JPEG Image

.jpg - Mime: image/jpeg

.jpg - Mime: image/pjpeg

.csv - Comma Separated Value Microsoft Excel (among others)

.csv - CompuShow adjusted EGA/VGA palette

.BML	Image library files.
.BMT	
.BMX	

.bml - Bookmark library (SyncURL)

.bml - binary markup language, sim. to XML but binary, used in 3d

.bmx - Buzz music soubor