

Využitie IR kamery v priemysle komerčnej bezpečnosti

Adrián Španko

Bakalárska práca
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Adrián Španko**
Osobní číslo: **A12146**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Využití IR kamery v průmyslu komerční bezpečnosti**
Téma anglicky: **The Utilization of IR Cameras in the Commercial Security Industry**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na infrakamery.
2. Vypracujte přehled využití infrakamer pro fyzické zabezpečení objektu.
3. Na dané infrakameře proveďte základní měření parametrů a navrhnete její využití pro kamerové systémy.
4. Vytvořte laboratorní úlohu pro studenty bakalářského stupně studia, vytvořte vzorové protokoly.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. KOLEKTIV, Luděk Lukáš a. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. 1.vyd. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
2. UHLÁŘ, Jan. Technická ochrana objektů. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
3. Co to je a jak se chová infračervené záření. In: Paladix [online]. 2003. Dostupné z: <http://www.paladix.cz/clanky/co-to-je-a-jak-se-chova-infracervene-zareni.html>.
4. STUPŇÁNKOVÁ, Magda. Infračervené záření v současnosti [online]. Brno, 2009. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/214917/lf_b/IR_zareni_v_soucasnosti.pdf. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita – Lékařská fakulta.
5. LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti I. Vyd. 3. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 81 s. ISBN 978-80-7318-889-4.
6. LOVEČEK, Tomáš a Peter NAGY. Bezpečnostné systémy: Kamerové bezpečnostné systémy. Žilina: Žilinská univerzita, 2008. ISBN 978-80-8070-893-1.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

6. února 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. června 2015

Ve Zlíně dne 6. února 2015

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



L.S.

Ing. Jan Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu

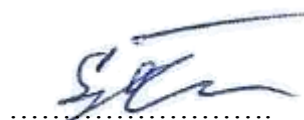
Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 1.6. 2015


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá využitím IR kamier v priemysle komerčnej bezpečnosti.

Práca sa skladá z teoretickej a praktickej časti.

Teoretická časť je rozdelená do štyroch kapitol. Prvé dve kapitoly sú venované infračervenému žiareniu, detektorom infračerveného žiarenia a ich rozdeleniu. Tretia kapitola charakterizuje infrakamery, ich konštrukciu, základné parametre a charakterizuje termogram využívaný v infrakamerách. Štvrtá kapitola popisuje využitie infrakamery na fyzické zabezpečenie objektov.

Praktická časť je zameraná na opis a využitie infrakamery TP-L0260EN. Ponúka návod na jej inštaláciu a pripojenie k počítaču a nastavenie konfigurácie IP adres. Popisuje základné funkcie užívateľského prostredia TP-L02, nastavenia minimálnej a maximálnej teploty, možnosť výberu termogramov a ich spracovanie, nastavenie alarmu. V práci je vypracovaný návrh laboratórnej úlohy pre študentov bakalárskeho stupňa štúdia odboru Bezpečnostné technológie, systémy a management.

Kľúčové slová: infračervené žiarenie, infrakamera, termogram, detektor

ABSTRACT

This thesis deals with the use of IR cameras in the commercial security industry.

The work consists of a theoretical and practical part.

The theoretical part is divided into four chapters. The first two chapters are dedicated to infrared radiation, detector of infrared radiation and their division. The third chapter characterizes the infrared camera, their structure, basic parameters and characterizes thermogram used in infrared camera. The fourth chapter describes the use of infrared camera to physical ensuring of objects.

The practical part focuses on the description and use of infrared camera TP-L0260EN. It offers instruction for the installation and connection to a computer and IP address configuration settings. It describes the basics of user interface TP-L02, settings of the minimum and maximum temperatures, selection of the thermograms and their treatment, settings of the alarm. In this work is a draft of laboratory exercises for students of bachelor degree studying professional security technologies, systems and management.

Keywords: Infrared, thermographic camera, thermogram, detector

Toto cestou sa chcem poďakovať všetkým, ktorí mi pomohli pri písaní bakalárskej práca. Veľká vďaka patrí vedúcemu bakalárskej práca doc. Mgr. Milanovi Adámkovi, Ph.D. za cenné pripomienky, všestrannú a odbornú pomoc pri konzultáciách a samotnom písaní bakalárskej práce.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČASŤ	10
1 INFRAČERVENÉ ŽIARENIE	11
1.1 HISTÓRIA	12
1.2 ROZDELENIE INFRAČERVENÉHO ŽIARENIA	12
2 DETEKTORY INFRAČERVENÉHO ŽIARENIA	14
2.1 ROZDELENIE DETEKTOROV INFRAČERVENÉHO ŽIARENIA	14
2.1.1 Intrinsické detektory.....	15
2.1.2 Extrinsické detektory	15
2.1.3 QWIP.....	15
2.1.4 Termočlánkové detektory.....	16
2.1.5 Pyroelektrické detektory	16
2.1.6 Bolometrické detektory	16
2.1.7 Mikrobolometrické detektory.....	18
2.2 PRÍKLADY MATERIÁLOV POUŽÍVANÝCH V SENZOROCH	19
3 INFRAKAMERA	20
3.1 KONŠTRUKCIA INFRAČERVENEJ KAMERY	20
3.1.1 Bloková schéma	21
3.1.1.1 Optický systém	21
3.1.1.2 Detektor infračerveného žiarenia.....	22
3.1.2 Základné parametre infračervených kamier.....	22
3.1.2.1 Teplotný rozsah.....	23
3.1.2.2 Spektrálny rozsah.....	23
3.1.2.3 Presnosť stanovenia teploty	24
3.1.2.4 Teplotná citlivosť.....	24
3.1.2.5 Optické rozlíšenie	24
3.2 TERMOGRAM.....	26
4 VYUŽITIE NA FYZICKÉ ZABEZPEČENIE OBJEKTOV	27
4.1 POHYBLIVÁ OSTRAHA OBJEKTOV	27
4.2 MONITOROVACIA OSTRAHA OBJEKTOV	28
4.3 BEZPEČNOSTNÝ SPRIEVOD	29
4.4 VYHĽADÁVANIE ODPOSLUCHOV	30
II PRAKTICKÁ ČASŤ	31
5 MERANIE ZÁKLADNÝCH PARAMETROV	33
5.1 PARAMETRE INFRAKAMERY TP-L0260EN	33
5.2 ZAPOJENIE PRACOVISKA DO PRACOVNEJ PODOBY	34
5.3 TP-L02 APPLICATION SOFTWARE VER 2.4	36
5.4 NASTAVENIE IP A KONFIGURÁCIA SOFTWARE TP-L02	36
5.4.1 Konfigurácia IP adres.....	36
5.4.2 Nastavenie TP-L02 Application Software ver2.4	39
5.5 POPIS A FUNKCIE UŽÍVATEĽSKÉHO PROSTREDIA TP-L02.....	42
5.5.1 Zobrazenie maximálnej a minimálnej teploty.....	42

5.5.2	Nastavenie alarmu	43
5.5.3	Zone Trending	43
5.5.4	Ukladanie termogramov	45
5.5.5	Farebné palety softwaru TP-L02.....	45
6	VYTVORENIE LABORATÓRNEJ ÚLOHY	46
6.1	ZADANIE LABORATÓRNEJ ÚLOHY	47
	ZÁVER	48
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	49
	ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK	52
	ZOZNAM OBRÁZKOV	53
	ZOZNAM TABULIEK	55
	ZOZNAM PRÍLOH.....	56

ÚVOD

Vo všetkých anglicky hovoriacich krajinách sa kamera, ktorá sníma obrazy pomocou infračerveného žiarenia elektromagnetického spektra označuje Thermal Imager - čo sa u nás označuje ako termovízna či termografická kamera alebo infračervená kamera, často jednoducho infrakamera alebo termokamera.

Infrakamery sa v súčasnosti čoraz viac využívajú v rôznych oblastiach priemyslu, obzvlášť v priemysle komerčnej bezpečnosti. Používajú sa na ochranu objektov v nočných hodinách, pričom je možné skontrolovať celý objekt a detekovať skryté problémy alebo sledovať teplotné procesy na jednotlivých snímkach. Termokamerami môžeme efektívne skontrolovať všetky výrobné zariadenia, či sa neprejavuje zmena ich teploty bez nutnosti prerušenia ich chodu a ušetriť čas a peniaze inak potrebné na odstávky a kontroly počas nich.

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

Cieľom práce je na základe teoretických východísk vytvoriť manuál a preskúmať možnosti využitia infrakamery TP-L 0260EN v konkrétnych situáciách pri zachytávaní ľudských objektov a spracovanie termogramov.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

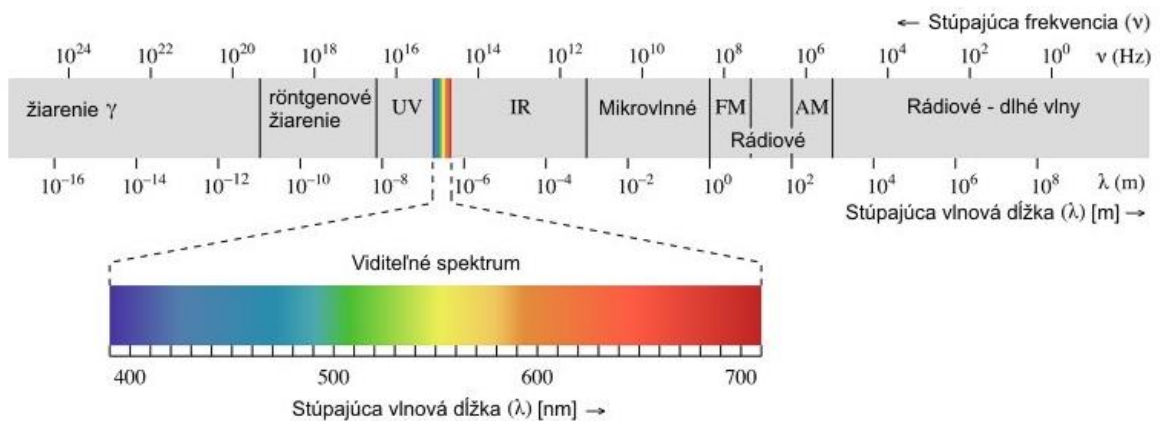
1 INFRAČERVENÉ ŽIARENIE

Infračervené žiarenie, ktoré sa často označuje skratkou IR (infrared teda "pod červenou") je súčasťou elektromagnetického žiarenia. Infračervené žiarenie využíva 3 dekády a jeho vlnová dĺžka je v rozmedzí 760 nm - 1 mm. Toto žiarenie sa nachádza medzi viditeľným a mikrovlnným spektrom, čo vyplýva z obrázku 1.

Každé teleso, ktoré má vyššiu teplotu ako je absolútna nula, vyžaruje infračervené žiarenie. IR sa nachádza v teplotnom rozsahu -273°C až 560°C . Podľa teploty daného telesa sa mení aj intenzita IR žiarenia. Telesá s nízkou teplotou vysielajú veľké vlny a so vzrastajúcou teplotou sa vlny skracujú. Teda z toho vyplýva, že telesá s vysokou teplotou budú vysielat' veľmi krátke vlny [1][2][3].

IR žiarenie vzniká zmenou elektromagnetického poľa, ktorú zabezpečuje pohyb molekúl. Na pohyb molekúl má vplyv najmä vnútorná energia, prejavujúca sa teplotou telesa. Z toho vyplýva že telesá s väčšou teplotou vyžarujú väčšie infračervené žiarenie.

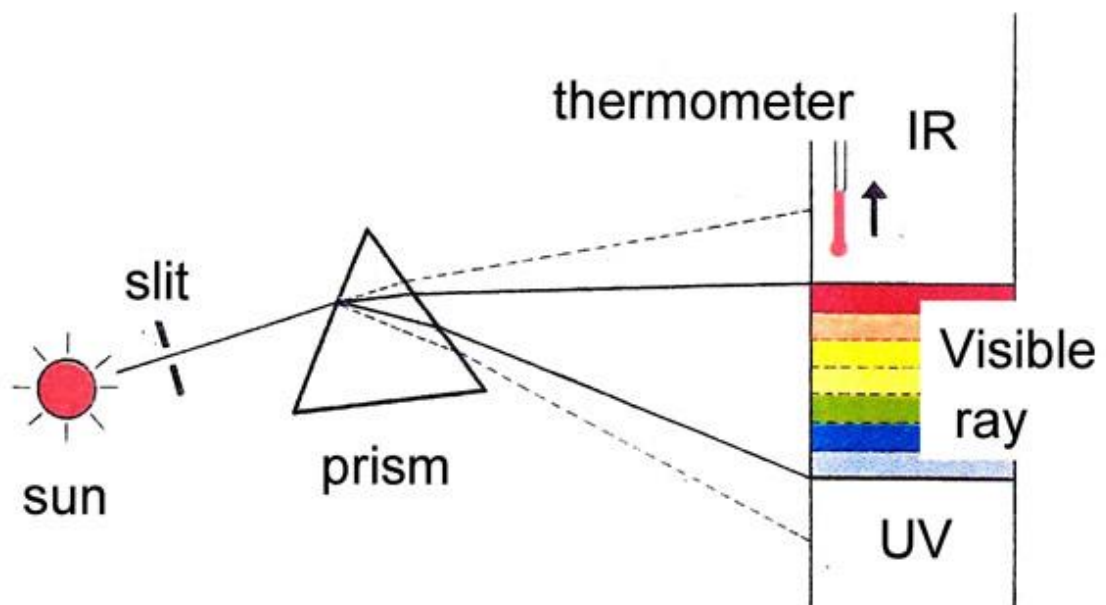
Z technologického hľadiska má IR žiarenie veľké uplatnenie. Využíva sa napríklad v infrakamerách, zabezpečovacej technike, lekárskech prístrojoch, fotoaparátach, vojenskej technike, laseroch, diaľkovému ovládaniu a podobne [4].



Obrázok 1: Elektromagnetické spektrum [5]

1.1 História

Objavenie infračerveného žiarenia sa datuje k roku 1800 a bol to britský astronóm Sir William Herschel (1738-1822). K objaveniu tohto žiarenia viedol pokus s optickým hranolom. Ten uskutočnil britský astronóm tak, že za pomoci už spomínaného hranolu rozložil slnečné svetlo do spektra a následne ku každej časti priložil teplomer. Všimol si, že teplota sa postupne zvyšovala postupne, ako sa približoval k červenej oblasti. Následne priložil teplomer aj za červenú oblasť mimo spektrum a zistil že teplota stúpala viac ako v ktorejkoľvek inej oblasti. Bolo mu jasné, že je to žiarenie, ktoré nie je viditeľné voľným okom a tak ho pomenoval infračervená žiarenie [4].



Obrázok 2: Meranie spektier [6]

1.2 Rozdelenie infračerveného žiarenia

Infračervené žiarenie sa v dnešnej dobe delí na jednotlivé pásma. No toto rozdelenie nie je jednoznačne dané a je to z toho dôvodu, že rozličné zdroje uvádzajú rôzne rozdelenie. Z technologického pohľadu sa rozdeľuje infračervené žiarenie na tri pásma A, B a C.

1. Blízke infračervené žiarenie - NIR (near) [4]

- IR pásmo A - krátke vlnové dĺžky (short wave - SWIR, 0,76 - 1,4 μm), definované podľa vodnej absorpcie, využívané pri optických vláknach
- IR pásmo B - stredné vlnové dĺžky (middle wave - MWIR, 1,4 - 3 μm), pri vlnovej dĺžke nad 1450 nm značne vzrastá vodná absorpcia
- IR pásmo C - dlhé vlnové dĺžky (long wave - LWIR, 3 - 15 μm),

2. Vzdialené infračervené žiarenie - FIR (far) [4]

- IR pásmo s vlnovými dĺžkami 15 - 1000 μm

Iné veľmi často využívané rozdelenie IR pásiem [4]

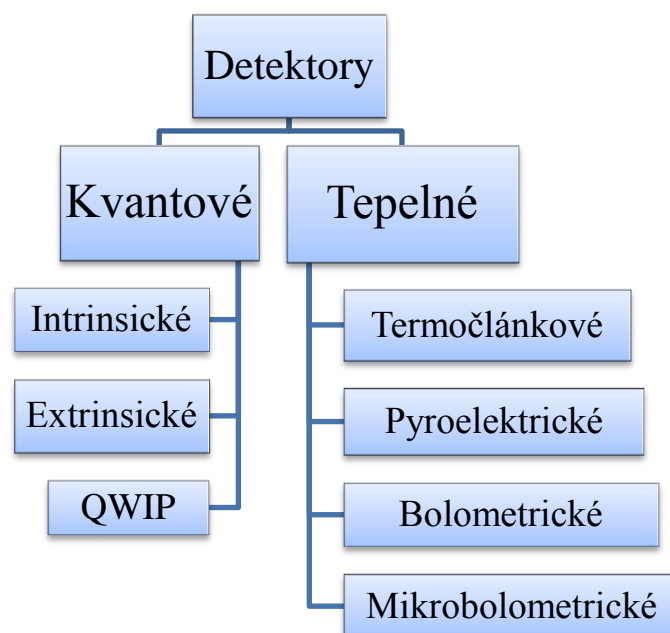
- Krátke: 0,7 - 5 μm
- Stredné: 5 - 30 μm
- Dlhé: 30 - 1000 μm

2 DETEKTORY INFRAČERVENÉHO ŽIARENIA

Pod pojmom detektor infračerveného žiarenia rozumieme snímače vyžarovanej energie. Tieto detektory nie sú citlivé na viditeľné svetlo, vďaka čomu nám umožňujú vidieť v zatmených podmienkach. Je to s toho dôvodu, že snímajú infračervené žiarenie vysielané pozorovanými objektmi. Energia zachytená detektormi je prevádzaná na obraz, ktorý zobrazuje energetické rozdiely medzi snímanými objektmi. Infračervené svetlo odkryva charakteristiky, ktoré sa pri viditeľnom svetle nedajú rozpoznať. Z tohto dôvodu aj pri úplnej tme je možné pozorovať obrys človeka alebo zvierat'a poprípade sledovať úniky tepla alebo miesta prehrievania strojov [7].

2.1 Rozdelenie detektorov infračerveného žiarenia

Detektory infračerveného žiarenia rozdeľujeme na dve základné skupiny a to tepelné a kvantové. Pri tepelných detektoroch dochádza k absorpcii fotónov a to vedie k zmene teploty na citlivej časti detektora a tá ju následne zaznamenáva snímačmi teploty. Z toho vyplýva, že tepelné detektory vyhodnocujú pohltenu energiu nepriamo. Tieto detektory sa rozdeľujú na termočlánkové, pyroelektrické, bolometrické a mikrobolometrické. Vzájomným pôsobením fotónov s viazanými elektrónmi dochádza v kvantových detektoroch ku vzniku voľných nosičov elektrického náboja. Kvantové detektory sa rozdeľujú na intrinsické, extrinsické a novšie QWIP (*Quantum Well Infrared Photodetector*) [7].



Obrázok 3: Detektory infračerveného žiarenia

2.1.1 Intrinsické detektory

Intrinsické detektory delíme na dve základné skupiny a to fotovodivé a fotovoltaičné detektory.

Fotovodivý detektor je vyrobený z čistého polovodiča. Ožiarením štruktúry detektoru sa zmení jeho vodivosť, ale aby sa dala táto zmena detekovať je nutné priložiť vonkajšie elektrické pole. Vzájomné pôsobenie žiarenia fotónov a atómov polovodičovej štruktúry vyvolá zmenu vodivosti. Zmenou vodivosti dochádza k tomu, že sa uplatnia oba druhy nosiča náboja (elektrón, diera), keďže ani jeden s nich nie je majoritný ani minoritný.

Fotovoltaičné detektory pracujú na základe P-N štruktúry. Fotóny dopadajúce na detektor môžu s ním reagovať rozličným spôsobom. Pri fotovoltaičkom detektore je dôležitý spôsob, kedy fotón dodá elektrónu, ktorý je viazaný v atóme, tak veľkú energiu aby opustil elektrónový obal a stal sa z neho voľný nosič náboja. Týmto vznikne záporný nosič náboja teda elektrón. No zároveň pri opustení atómu elektrónom vznikne kladný nosič náboja teda diera. Tieto nosiče náboja (elektrón, diera) sú priťahované k opačne orientovanej štruktúre, teda elektrón je priťahovaný k oblasti P a diery k oblasti N. Pohybom tých nábojov vzniká elektrické pole, ale jeho veľkosť závisí od intenzity dopadajúceho žiarenia [8].

2.1.2 Extrinsické detektory

Extrinsické detektory sú veľmi podobné intrinsickým, rozlišujú sa len v spôsobe uvoľňovania voľného náboja. Polovodičová štruktúra, ktorá je dotovaná prímiesou tvorí základ extrinsických detektorov. Pri vzájomnom pôsobení fotónu na štruktúru voľné nosiče sa neuvoľňujú zo základnej látky, ale z prímеси. Aj pri tomto type detektoru existujú fotovoltaičné a fotovodivé detektory [8].

2.1.3 QWIP

QWIP je skratka pre ďalší typ detektoru a znamená Quantum Well Infrared Photo. Tento detektor je založený na veľmi podobnom princípe ako Extrinsické detektory. Rozdiel je v tom že prímеси sa nenachádzajú v celom objeme, ale len v malých oblastiach. V blízkosti týchto vysoko dotovaných oblastí sa zmení šírka zakázaného pásma a vznikajú takzvané kvantové paste. Energiu, ktorá je nutná k presunu elektrónu do vyššej energetickej hladiny predá fotón nielen priamym vzájomným pôsobením na elektrón, ale aj na okolitú kvantovú past'ou, ktorej šírka sa pohybuje v rozmedzí 10 - 100 atómov. Z čoho vyplýva že detektory QWIP majú vyššiu citlivosť ako detektory v predchádzajúcich prípadoch.

doch. Nevýhodou QWIP detektorov je že sa musia chladiť na veľmi nízku teplotu a to až na 65K [8].

2.1.4 Termočlánkové detektory

Termočlánok sa docieli spojením dvoch rozličných kovov a týmto spojením vzniká napätie, ktoré je úmerné teplote daného spoja. Z dôvodu zvýšenia citlivosti a zníženia vplyvov okolia musí byť termočlánok izolovaný. Ak sa zníži intenzita dopadaného žiarenia v termočlánku sa sústreďuje teplo, ktoré musí byť z neho odvádzané. Keďže tieto požiadavky (izolácia, odvod tepla) sú vo vzájomnom protiklade, tak pri výrobe termočlánkov sa musí brať v úvahu ich kompromis. Z toho nám vyplýva že termočlánkové detektory majú menšiu citlivosť ako fotodetektory, ale ich výhoda spočíva v nízkej nákupnej cene. [8]

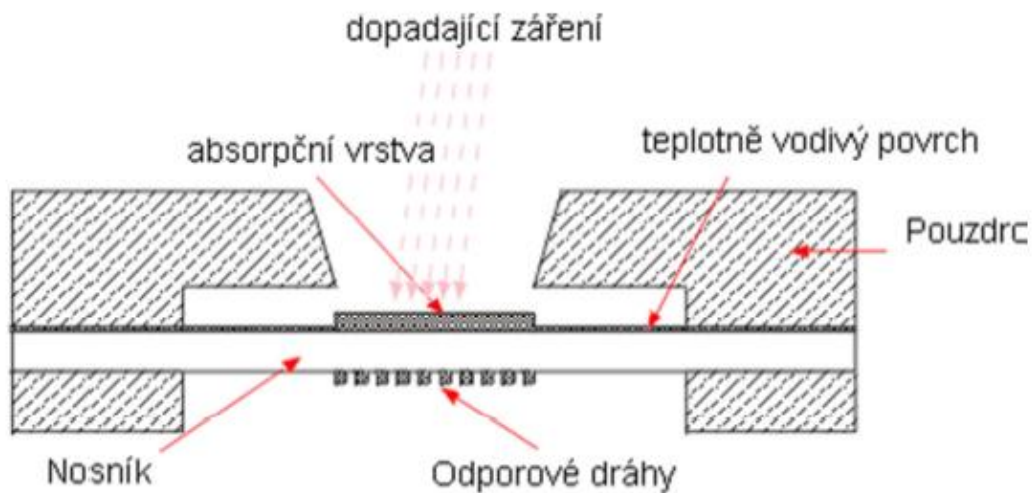
2.1.5 Pyroelektrické detektory

Ako už vyplýva z názvu tieto detektory sú založené na pyroelektrickom jave. Pri pyroelektrickom jave dochádza k zmene polarizácie pri zmene teploty telesa. Detektory pracujú tak že zmeny v ožiarení telesa sa zhodujú so zmenami polarizácie a z tohto dôvodu vznikne striedavý prúd, ktorý môže byť zosilnený vstupným zosilňovačom. Výhodou pyroelektrických detektorov je vysoká citlivosť a tá je zabezpečené veľkým rozsahom intenzity dopadaného žiarenia. [8]

2.1.6 Bolometrické detektory

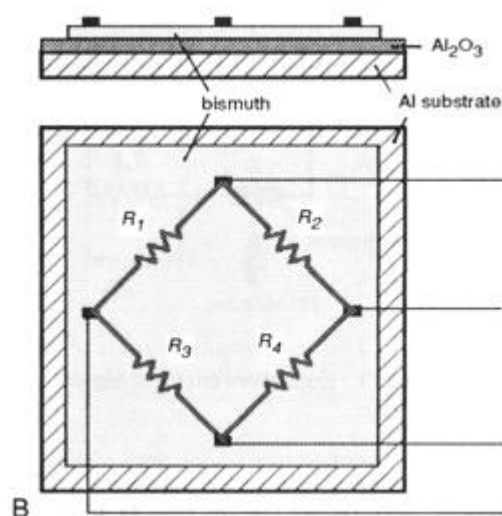
V prípade ak nemôžeme na náročné bezkontaktné meranie teploty využiť pyroelektrické alebo termočlánkové detektory, vtedy používame bolometrické detektory. Bolometry pochádzajú z gréckeho slova bole čo znamená paprsok (lúč). Sú to senzory na bezdotykové meranie teploty, ktoré merajú celkový vyžarovaný tepelný výkon objektu prostredníctvom infračerveného lúča. Tieto detektory sú vlastne eventuálna náhrada za bezkontaktné tepelné senzory. Ukážka štruktúry jednoduchého bolometru je zobrazená na obrázku 4 [9][10].

Princíp funkcie jednoduchého bolometru: *"Infračervené žiarenie dopadá na absorpčnú senzoru tvorenú zlatou fóliou, ktorá pohlcuje až 95% žiarenia. To ohrieva teplotne vodivý povrch aj nosník. Na spodnej strane nosníku je naparený meander odporovej dráhy, ktorej odpor sa mení lineárne s teplotou."* [10].



Obrázok 4: Štruktúra jednoduchého bolometru [10]

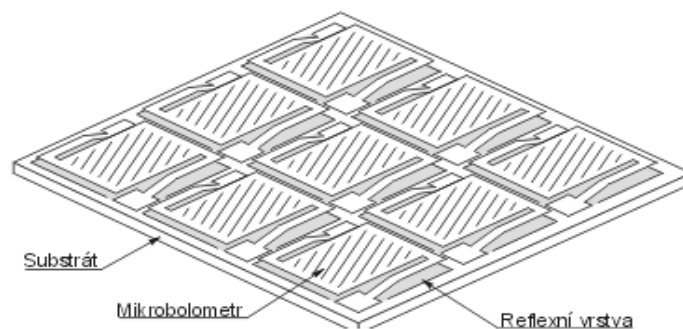
V dnešnej dobe sa však využíva častejšie integrovaný bolometer, ktorý je zobrazený na obrázku 5. Na odizolovanú hliníkovú dosku oxidom hlinitým (Al_2O_3) sa na tepelne vodivú dosku, ktorá je z bismutu, neparujú odporové drôty z oxidu MnO, MgO, TiO, TiO_2 (termistorové bolometre) alebo chalkogenidové sklo (vrstvomé bolometre). Ak sa jedná o jednoduché bolometre tak sú zapojené štyri odporové drôty (R_1 až R_4) do klasického Wheatstonového mostíka. Niektoré z nich sa používajú ako kompenzačné alebo referenčné [10].



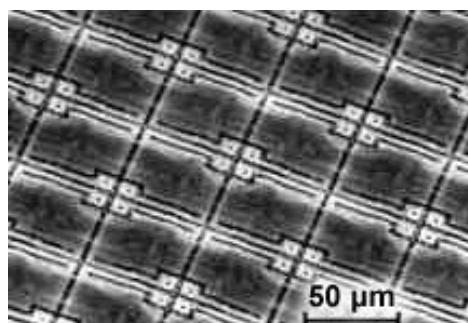
Obrázok 5: Štruktúra integrovaného bolometru [10]

2.1.7 Mikrobolometrické detektory

Mikrobolometer je integrovaný obvod, ktorý obsahuje desiatky až stovky bolometrov. Dnešné mikrobolometre sa vyrábajú na monolitických kremíkových substrátoch ako väčšina integrovaných obvodov. Dvojrozmerné pole obsahujúce, mostíkovú štruktúru, tvorí snímač, ktorý je pokrytý tepelne citlivým odporovým materiálom. Tento odporový materiál absorbuje infračervené žiarenia. Mostíková štruktúra zaisťuje dobrú izoláciu medzi kremíkovou štruktúrou a vlastným bolometrom. Čipy obsahujú aj čítaciu elektroniku a pomocné obvody. Celý čip je sa umiestňuje do vákuového puzdra. Na obrázku 6 je znázornená štruktúra mikrobolometrického poľa a na obrázku 7 je toto pole v reálnom zobrazení [11].



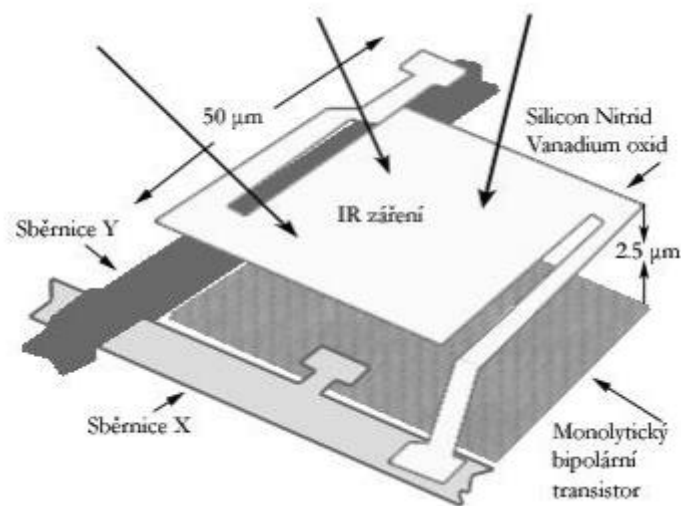
Obrázok 6: Štruktúra mikrobolometru [11]



Obrázok 7: Reálne zobrazenie mikrobolometru [11]

Jedna plocha mikrobolometru je široká pár desiatok μm a hrubá len niekoľko desiatín μm . Odporový materiál, ktorý sa momentálne využíva je oxid vanadičitý a nitrid kremíka. Plocha mikrobolometru je nad kremíkový substrát vyvýšená plieškami, ktoré majú

funkciu aj vodiacich kontaktov. Vzduch má funkciu izolantu. Okolo mikrobometru a tak tiež pod ním je umiestnená reflexná vrstva, ktorá slúži na odrážanie neabsorbovaného infračerveného žiarenia. Za pomoci hliníkových vodičov sa prepájajú jednotlivé mikrobolometre. Pod každým z nich je umiestnený spínací tranzistor, ktorý dáva informácie o zmene odporu na ňom [12].



Obrázok 8: Detail mikrobolometru [12]

2.2 Príklady materiálov používaných v senzoroch

- **vanadium oxide** (oxid vanadičity),
- **lanthanum barium manganite** (manganistan langhanito-barnatý),
- **amorphous silicon** (amorfný kremík),
- **lead zirconate titanate** (titaničitan olovnato-zirkoničity),
- **lanthanum doped lead zirconate titanate** (titaničitan olovnato-zirkoničity s prísadou lanthanu),
- **lead scandium tantalate** (nataličitan olovnato-skanditý),
- **lead lanthanum titanate** (nataličitan olovnato-lanhanitý),
- **lead titanate** (titaničitan-olovnatý),
- **lead zinc niobate** (niobičnan olovnato-zinečnatý),
- **lead strontium titanate** (titaničitan olovnato-strontnatý),
- **barium strontium titanate** (titaničitan barnato-strontnatý),
- **barium titanate** (titaničitan barnatý),
- **antimony sulfoiodide** (sulfojodid antimonitý) [13].

3 INFRAKAMERA

Infračervená kamera, poznáme ju aj pod názvom termokamera alebo termovízia, je zariadenie vytvárajúce obraz, ktoré pracuje s infračerveným žiarením na rozdiel od obvyčajnej kamery, tá vyhotovuje obraz na základe viditeľného spektra. Táto kamera pracuje s vlnovými dĺžkami okolo 14 μm [13].

Infračervená kamera predstavuje zariadenie, ktoré je schopné pracovať aj v zhoršených svetelných podmienkach, v noci, daždi, v slabšej hmle, snežení. Taktiež dokáže rozpoznať objekt pod slabou vrstvou lístia a za tenkou fóliou či látkou. Tieto kamery sa používajú na ochranu perimetru a ich dosah býva okolo 1500m. Termokamera ako napríklad Axis Q1922 dokáže rozpoznať človeka približne na 900 m a vozidlo až do vzdialenosti 2.7 km [14][15].

Infrakamery slúžia aj na bezdotykové meranie teploty. Je to z toho dôvodu, že všetky telesá, ktorých teplota je vyššia ako absolútna nula vyžarujú elektromagnetické žiarenie. Toto meranie teploty sa využíva najmä v stavebníctve na pozorovanie úniku tepla a v priemysle na monitorovanie prehriatych častí strojov [16].

Infrakamera sníma infračervené vlny vyžarované snímanými objektmi a zachytáva obraz. Na zachytenie obrazu sa používajú drahé elektronické prístroje, ktoré obsahujú detektory infračerveného žiarenia telies. Následne zosnímaný obraz prevádzajú na elektrický signál, ktorý sa digitalizuje pre lepšie spracovanie. Tieto snímače musia byť chladené na nižšiu teplotu ako je teplota snímaného objektu, lebo v opačnom prípade by sa snímač zahltil svojím vlastným tepelným žiarením. Výsledný obraz je zachytávaný a vizualizovaný vo falošných farbách. Na základe zobrazených farieb sa dá určiť teplota snímaného objektu [2].

3.1 Konštrukcia infračervenej kamery

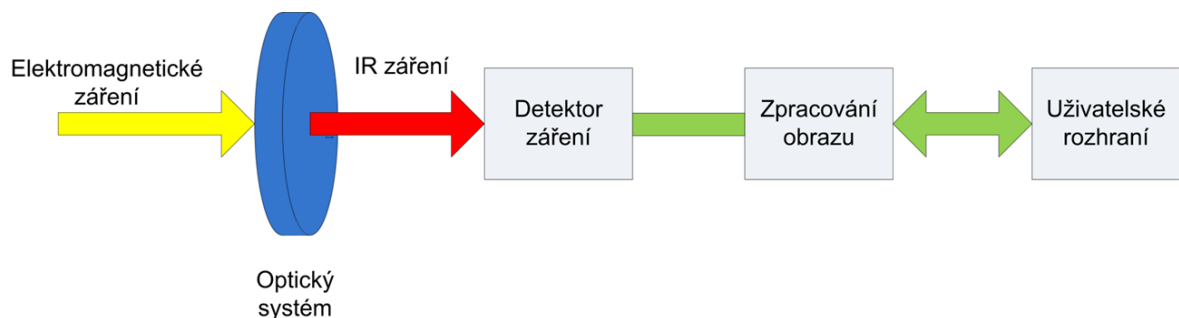
Konštrukcia infrakamery je principiálne rovnaká ako konštrukcia klasickej kamery. Šošovky objektívu sa vyrábajú z germánia, ktoré funguje ako filter a teda prepúšťa len časť elektromagnetického spektra, ktoré je dôležité na snímanie teploty objektov. Ak by boli použité klasické sklenené šošovky došlo by k pohlteniu tepelného žiarenia vplyvom molekúl vody, ktoré silne absorbujú infračervené žiarenie. Na snímanie sa nepoužívajú CCD prvky ale iné polovodičové materiáli, ktoré dôsledkom infračerveného žiarenia menia svo-

je vlastnosti a tak umožňujú prevádzať tepelné žiarenie na elektrickú energiu. Momentálne najviac využívanými prvkami sú mikrobolometre [15][18].

3.1.1 Bloková schéma

Bloková schéma infračervenej kamery sa rozdeľuje do troch kategórií:

- optický systém,
- detektor,
- elektronika na spracovanie a prezentáciu obrazu [18].

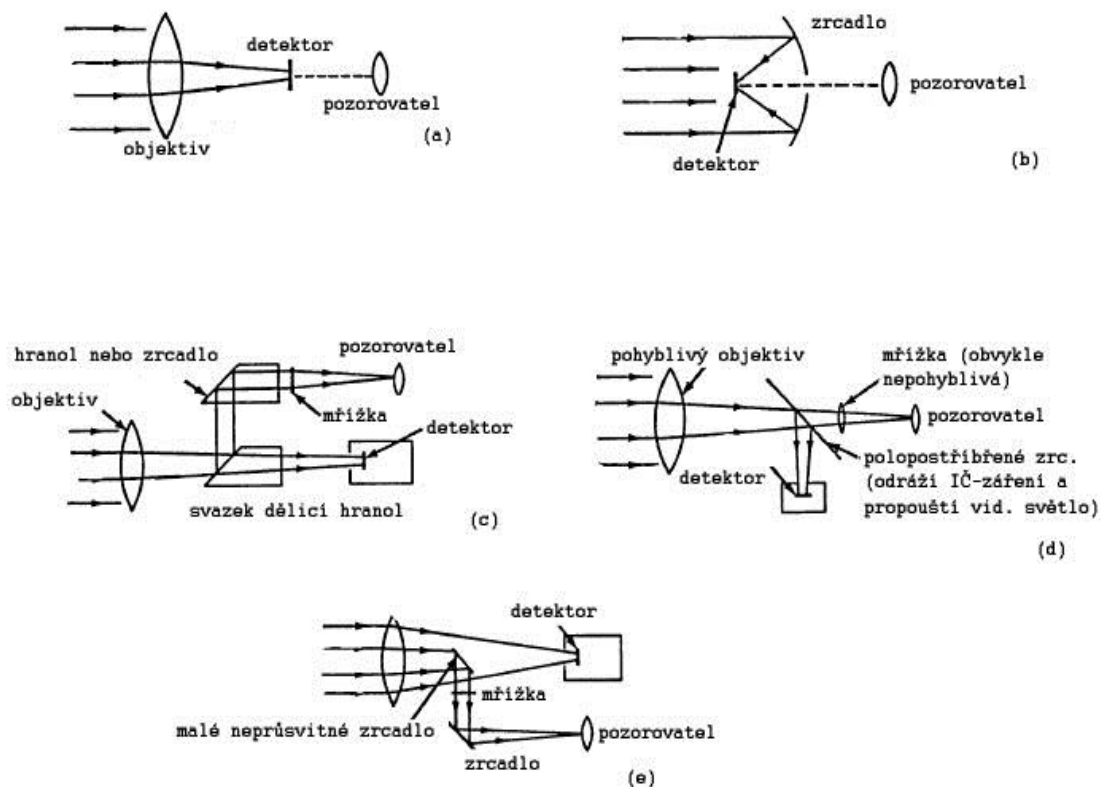


Obrázok 9: Bloková schéma infračervenej kamery [18]

3.1.1.1 Optický systém

Optický systém využívaný v infračervených kamerách je veľmi podobný systémom, ktoré sa využívajú vo fotoaparátoch a obyčajných kamerách. Rozlišuje sa len tým aký materiál sa v danom systéme využíva a aké vlnové dĺžky prepúšťa. V dnešných termokamerách sa využíva šošovka najmä germánium, ktorá nemá optický zoom. Na šošovky sa nanáša antireflexná vrstva, ktorá má za úlohu zabráňovať odrazu infračerveného žiarenia z povrchu šošovky. Toto zapríčiňuje zvýšenie priepustnosti až o 90%. Tieto šošovky fungujú aj ako filtre, čo znamená, že na ňu dopadá žiarenie všetkých vlnových dĺžok, ale prepúšťa len infračervené žiarenie [12][18].

Optický systém infračervených zariadení býva zložený zo šošoviek, zrkadiel alebo z ich kombinácie. Použitý systém zrkadiel vo všeobecnosti nevyplýva na spektrálnu citlivosť, je to z dôvodu, že odrazenie nie je závislé od vlnovej dĺžky. Na obrázku 10 sú vyobrazené jednotlivé optické systémy [7].



Obrázok 10: Schéma optických systémov [7]

3.1.1.2 Detektor infračerveného žiarenia

Detektory infračerveného žiarenia slúžia na prevod dopadajúceho žiarenia na elektrický signál. Tento signál je za pomoci ďalšej elektroniky digitalizovaný a prevádzaný na výsledný termogram, ktorý je užívateľovi termokamery zobrazený ako výsledok merania.

Detektory infračerveného žiarenia sa rozdeľujú na dve základné skupiny a to na kvantové a tepelné [18].

3.1.2 Základné parametre infračervených kamier

Ako aj iné meracie prístroje aj termokamery majú svoje parametre a tie ovplyvňujú využiteľnosť danej kamery a taktiež aj cenu. Základné parametre, ktoré sa musia brať do úvahy pri výbere kamier:

- *tepelný rozsah,*
- *spektrálny rozsah,*
- *presnosť stanovenia teploty,*

- *teplotná citlivosť,*
- *optické rozlíšenie" [19].*

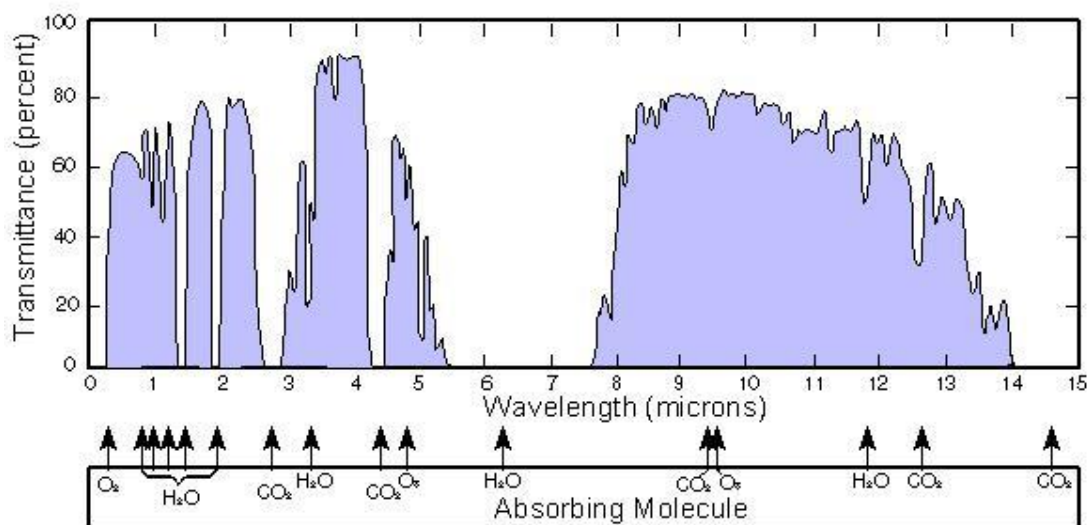
3.1.2.1 Teplotný rozsah

Teplotný rozsah udáva akú najnižšiu a akú najvyššiu teplotu dokáže kamera zaznamenať. Súčasnú infrakamery merajú v rozsahu od -40°C do 3000°C . Rozsahy závisia od typu kamery a od toho, kde sa má dané meranie uskutočniť. Infrakamery môžu mať aj niekoľko teplotných rozsahov, v ktorých merajú. Napríklad termokamera FLIR T440 má tri meracie rozsahy: -20°C až $+120^{\circ}\text{C}$, 0°C až $+650^{\circ}\text{C}$ a $+250^{\circ}\text{C}$ až $+1200^{\circ}\text{C}$ [19].

3.1.2.2 Spektrálny rozsah

Spektrálny rozsah je rozsah, v ktorom infrakamera zaznamenáva infračervené žiarenia. Spektrálny rozsah sa často rozlišuje podľa toho, či sú v kamere použité tepelné alebo kvantové detektory. Pri tepelných detektoroch býva rozsah väčšinou od $8\ \mu\text{m}$ do $14\ \mu\text{m}$. Infrakamery s kvantovými detektormi môžu merať v iných rozsahoch a dokonca môžu byť aj širokopásmové. Ako termokamera InfraTec ImageIR 9320 tá meria v spektrálnom rozsahu od $2.0\ \mu\text{m}$ do $5.5\ \mu\text{m}$.

Tieto rozsahy infrakamier bývajú v praxi obmedzované útlmom atmosféry a ten sa prejavuje najmä pri meraniach na väčšiu vzdialenosť. Na obrázku 11 sú vyobrazené zdroje útlmu ako sú molekuly vody, oxidu uhličitého a kyslíka [19].



Obrázok 11: Zdroje atmosférického útlmu [19]

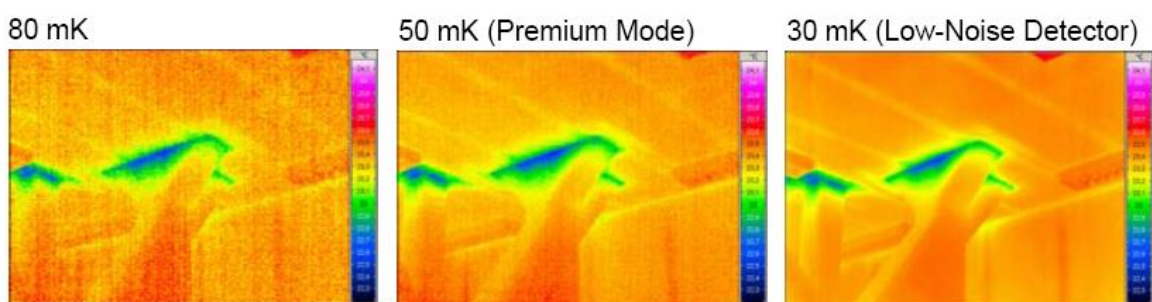
3.1.2.3 Presnosť stanovenia teploty

Presnosť stanovenia teploty býva u infrakamier väčšinou $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ alebo $\pm 2\%$ z nameraných hodnôt a platí horší z nameraných údajov. Súčasné najpresnejšie infrakamery dokážu merať s odchýlkou $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ alebo $\pm 1\%$. Odchýlku pri stanovení teploty musíme vždy uvádzať spolu s nameranou hodnotou. Teda ak sme namerali hodnotu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ s termokamerou, ktorej presnosť je $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ alebo $\pm 2\%$, tak výsledná hodnota bude v tvare $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ [19].

3.1.2.4 Teplotná citlivosť

Teplotná citlivosť pri infrakamerách sa vyjadruje parametrom NETD, čo znamená najmenší rozdiel teploty, ktorý vyvolá signál väčší ako je vlastný šum systému. V praxi to pracuje tak, že rozdiel teplôt na povrch meraného objektu musí byť väčší ako je teplotný šum meracieho prístroja teda infrakamery. NETD sa udáva v celziových stupňoch alebo kelvinoch a vyjadruje aké najmenšie rozdiely dokáže infrakamera zaznamenať na povrchu snímaného telesa. Dnešné základné modely infrakamier majú citlivosť okolo 100 mK a tie najcitlivejšie a samozrejme najdrahšie 15 mK.

Teplotná citlivosť má veľký vplyv na kvalitu výsledného snímku. Veľmi záleží od parametru NETD, lebo čím je nižší, tým sa dá na snímku spozorovať väčší šum. Na obrázku 12 je vyobrazený ten istý snímok, ale za použitia troch rôznych teplotných citlivostí [19].



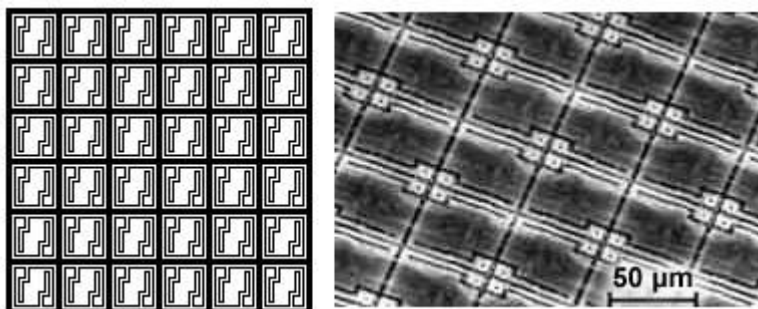
Obrázok 12: Teplotné citlivosti 80 mK, 50 mK a 30 mK [19]

3.1.2.5 Optické rozlíšenie

Šošovka premieta infračervené žiarenie na detektor, ktorý sa skladá z pixelov. Pixely sú vlastne malé detektory, ktoré prevádzajú dopadajúce infračervené žiarenie na elek-

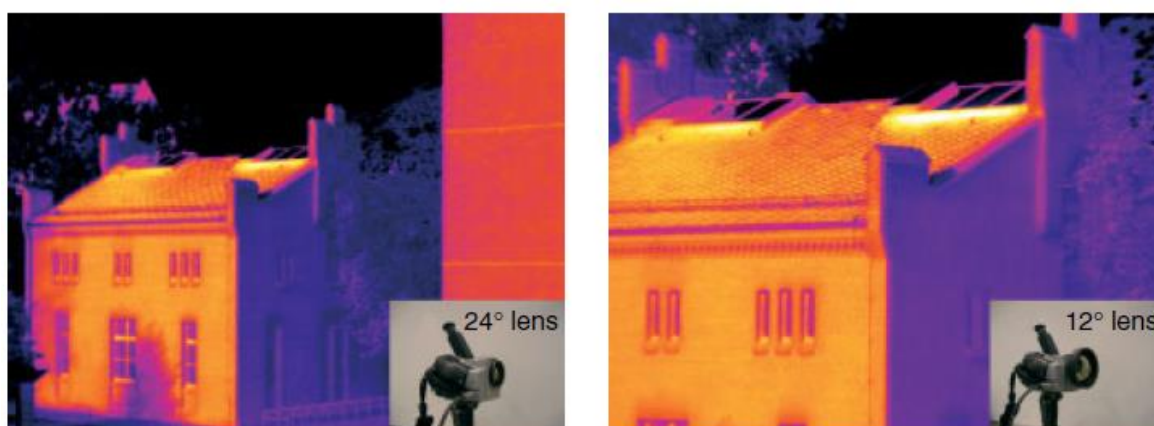
trickú energiu a potom teplotu. Z čoho vyplýva, že počet pixelov vyhotoveného obrazu je vlastne počet pixelov daného detektora.

V súčasnej dobe sa využívajú detektory s rozlíšením 60×60 , 80×80 , 120×120 , 160×120 , 240×180 , 320×240 , 640×480 a 1024×768 . Na obrázku 13 je vyobrazená ilustračná schéma detektora s rozlíšením 6×6 a časť skutočného detektora [19].



Obrázok 13: Schéma detektora, výrez zo skutočného detektora [19]

Zorné pole objektívu zapríčiňuje to ako veľká časť zo snímaného priestoru sa premietne na detektor. Zorné pole sa meria v stupňoch rovinného uhla. Od veľkosti uhla závisí aj veľkosť premietanej plochy na detektor, teda čím väčší je uhol, tým väčší priestor sa sníma a následne premietna na detektor. Má to vplyv aj na detaily lebo s narastajúcim uhlom klesá úroveň detailov. Ak sa zvolí príliš veľké zorné pole a infrakamera má malé rozlíšenie môže dôjsť k chybe merania. Na obrázku 14 je zobrazený rozdiel medzi zorným polom 12° a 24° [19][20].

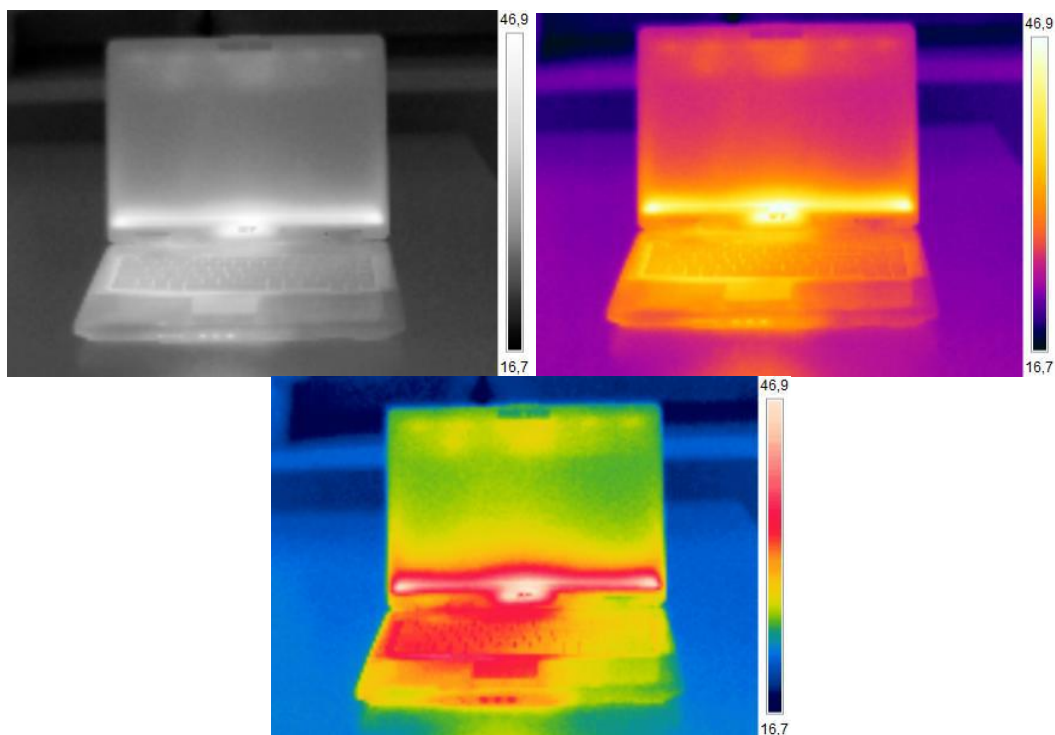


Obrázok 14: Rozdiel medzi zorným polom 12° a 24° [19]

3.2 Termogram

Termogram býva často označovaný aj ako termovízny snímok alebo infračervený snímok. Je to obraz, ktorý vytvára infračervená kamera. Keďže infračervené žiarenie je pre ľudské oko neviditeľné, tak sa termogramy zobrazujú v paletách pre človeka viditeľných, čo znamená, že sa rôznym teplotám pridávajú rôzne farby. Z tohto dôvodu môžeme rovnaký obrázok zobrazit' v rôznych farebných paletách a tak zdôrazniť niektoré miesta. Termogramy majú základné palety a to: rôzne odtiene šedej, železo a dúha [21].

Termogramy sa rozdeľujú na radiometrické a neradiometrické, ktoré len zobrazujú snímaný priestor. Neradiometrické termogramy sa využívajú najmä v bezpečnostnom priemysle. Je to z toho dôvodu, že sa neuskutočňuje kvantitatívne vyhodnocovanie obrazu. Radiometrické termogramy umožňujú meranie a výpočet teploty na povrchu snímaného objektu, ale taktiež sa dajú upravovať parametre daného snímku aj po jeho uložení [22].



Obrázok 15: Termografické snímky v paletách šedá, dúha a železo [22]

4 VYUŽITIE NA FYZICKÉ ZABEZPEČENIE OBJEKTOV

Infrakamery sa postupom času dostávali do všetkých odvetí priemyslu. Priemysel komerčnej bezpečnosti nebol žiadnou výnimkou. Zvyšovanie výskytu infrakamier v tejto oblasti je zapríčinený najmä vývojom technológií a klesajúcou cenou.

Využitie infrakamier má široké spektrum, ale najčastejšie sa s nimi stretávame tam, kde je zhoršená viditeľnosť (zalesnené oblasti, vysoká tráva, hmla). Infrakamery sa veľmi často využívajú na zabezpečenie objektov a to hlavne v noci. Hlavným dôvodom je, že infrakamera rozpozná objekt na väčšiu vzdialenosť ako obyčajná kamera s infračerveným prísvitom [23].

Využitie infrakamier na zabezpečenie objektov:

- pohyblivá ostraha objektov,
- monitorovacia ostraha objektov,
- bezpečnostný sprievod,
- vyhľadávanie odposluchov [24][25][26].

Iné využitie:

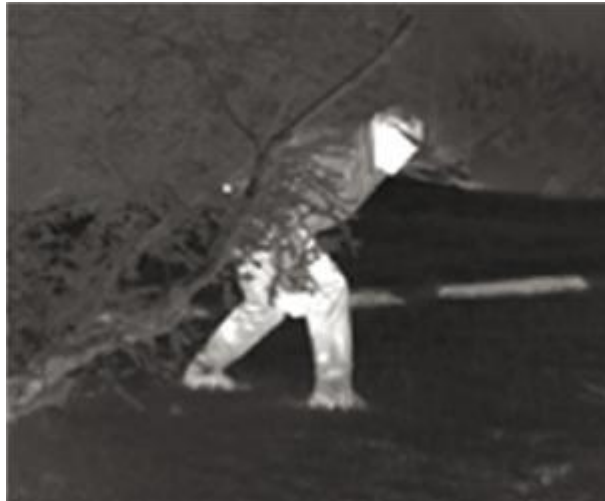
- lodná doprava,
- letectvo,
- požiarna ochrana,
- armáda [25].

4.1 Pohyblivá ostraha objektov

V dnešnej dobe infrakamery využívajú takmer všetky bezpečnostné agentúry na svete. Prenosné infrakamery dávajú v noci veľkú výhodu pracovníkom PKB. Je to z toho dôvodu, že ľahko odhalia skrývajúceho sa narušiteľa. Je jedno či sa skrýva za kríkmi alebo pod autom. Taktiež sa dajú využívať na nočné pozorovanie z auta. Strážnik nemusí mať zapnuté svetlá a to mu dáva výhodu oproti narušiteľovi. Infrakamery nielenže pomáhajú strážnikom nájsť páchatel'ov, ale aj zvyšujú ich bezpečnosť. Bezpečnosť im zvyšujú najmä tým, že narušiteľ stráca výhodu útoku z tmavých miest [25].

Požiadavky na infrakamneru:

- prenosné, ručné zariadenie,
- možnosť zvýraznenia osôb,
- detektor s vysokým rozlíšením,
- odolnosť,
- možnosť vytvárania videa a fotografií [25].



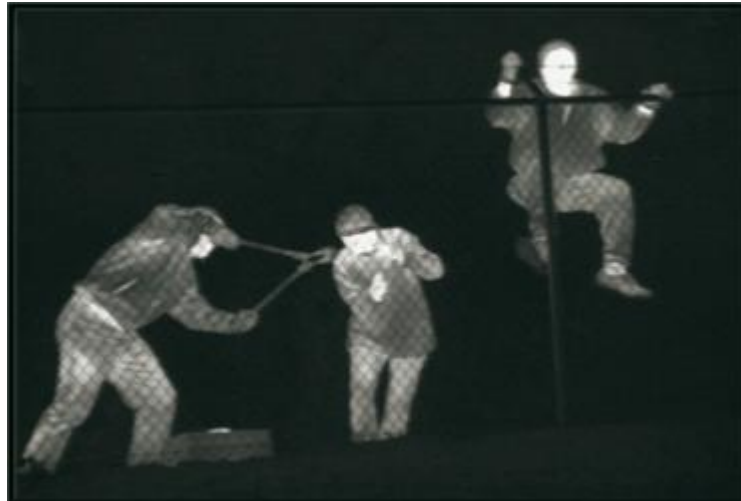
Obrázok 16: Srývajúci sa narušiteľ [27]

4.2 Monitorovacia ostraha objektov

Tu sa využívajú najmä stacionárne infrakamery. Tieto môžu byť upevnené na stenách, stropoch alebo rôznych stĺpkoch. Taktiež je možnosť ich pripojiť k okruhu CCTV a ovládať ich prostredníctvom softwaru z dohľadového centra. Infrakamery využívané na monitorovanie objektov umožňujú záznam, analýzu a streamovanie videa v reálnom čase. Taktiež veľmi často obsahujú detektory pohybu [25][27].

Požiadavky na infrakameru:

- možnosť pripojenia k CCTV systémom,
- duálny režim,
- odolné proti poveternostným podmienkam,
- pohyblivé
- možnosť optického zoomu.



Obrázok 17: Pokus o narušenie objektu [27]

4.3 Bezpečnostný sprievod

Infrakamery sa dnes inštalujú už do sériových automobilov, ale ako nadštandardná výbava alebo si ju možno dodatočne primontovať. Montujú sa do osobných automobilov, autobusov alebo nákladných áut. Tento systém zlepšuje viditeľné podmienky pre vodiča, nakoľko infrakamera má väčší dosah ako svetlomety. Teda vodič dokáže aj za úplnej tmy a na väčšiu vzdialenosť vidieť zver, prekážku alebo potencionálnu hrozbu a to mu pridáva čas potrebný na reagovanie [25][28].

Infrakamery sa umiestňujú do predných masiek automobilov alebo na čelné sklo aby mali dobrý výhľad na cestu. Taktiež je potrebné mať monitor na sledovanie snímaného obrazu. Ten býva umiestnený buď v stredovom paneli auta alebo v držiaku pripnutom na čelnom skle podobne ako GPS [25].



Obrázok 18: Pohľad z infrakamery v aute [28]

Požiadavky na infrakameru:

- vysoká odolnosť,
- vyššia obnovovacia frekvencia,
- možnosť zoomu,
- zvýrazňovanie osôb alebo predmetov[25].

4.4 Vyhľadávanie odposluchov

V súčasnosti sa infrakamery používajú aj na vyhľadávanie odposluchov. Je jedno či ide o aktívne (rádiové, GSM odposluchy alebo bezdrôtové kamery) alebo pasívne (mikrodiktafóny) odposluchy.

Detekcia špionážnych zariadení spočíva v tom že sa pri fungovaní zahrievajú, najmä v oblasti zdroju, a vyžarujú teplo, ktoré je väčšie ako okolie. Toto tepelné pole okolo odposluchov nie je možné skryť a teda pre infrakameru je ľahko detekovateľné [26].

Požiadavky na infrakameru:

- vyhľadávanie aktívnych prvkov,
- vyhľadávanie pasívnych prvkov,
- vyhľadávanie kamuflovaných prvkov (v omietke, iných elektrických zariadení),
- analýza ťažko rozoberateľných častí zariadení,
- malé rozmery a hmotnosť [26].



Obrázok 19: Profesionálna termovízna kamera FLIR T440bx [26]

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

Praktická časť má zadané dve úlohy. V prvej časti je potrebné uskutočniť meranie základných parametrov kamery TP-L0260EN. Následne navrhnuť jej využitie v zabezpečovacích kamerových systémoch.

Druhou úlohou je vytvorenie laboratórnej úlohy pre študentov bakalárskeho stupňa štúdia a následne vytvorenie vzorového protokolu.

Na uskutočnenie merania je potrebné najskôr zostaviť pracovisko a následne správne nakonfigurovať kameru. Z toho dôvodu je prvá kapitola praktickej časti písaná formou návodu. Ďalej sú vysvetlené základné parametre a funkcie programu, ktorý je potrebný pre meranie na infrakamere TP-L0260EN.

Druhá kapitola obsahuje zadanie protokolu, ktorý budú merať študenti bakalárskeho ročníka. Vzorové meranie a vypracovanie daného protokolu je umiestnené na konci bakalárskej práce, v sekcii prílohy.

5 MERANIE ZÁKLADNÝCH PARAMETROV

Na to aby sa mohlo uskutočniť meranie, si musíme najskôr zostaviť pracovisko so všetkým potrebným príslušenstvom. Toto pracovisko obsahuje infrakameru typu TP-L0260EN, transformátor s usmerňovačom 230V AC / 12V DC, počítač so softwarom pre danú infrakameru a kabeľáž potrebnú na prepojenie.

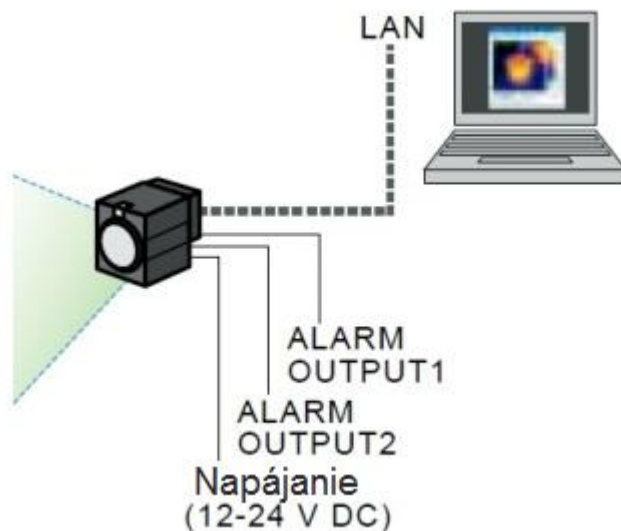
5.1 Parametre Infrakamery TP-L0260EN

Infrakamera TP-L0260EN má rozlíšenie 2000 pixelov a 2 vstupy pre alarm. Prepojenie s PC je realizované pomocou LAN kabeľáže.

Teplotný rozsah	-20 to 300°C
Odchýlka merania	±2% alebo ±3°C
Detektor	tepelný, 2000 pixelov
Vlnová dĺžka	Stredné vlny, 10 μm
Optické rozlíšenie	60x60
Snímacia frekvencia	3 fps
Zaostrenie	pevné
Ethernet	10BASE-T/100BASE-TX
Alarm	2 vstupy
Napájanie	12 až 24V DC
Pracovná teplota	-10 to 50°C
Pracovná vlhkosť	10 to 80%
Váha	150 g

Tabuľka 1: Parametre infrakamery TP-L0260EN [29]

5.2 Zapojenie pracoviska do pracovnej podoby



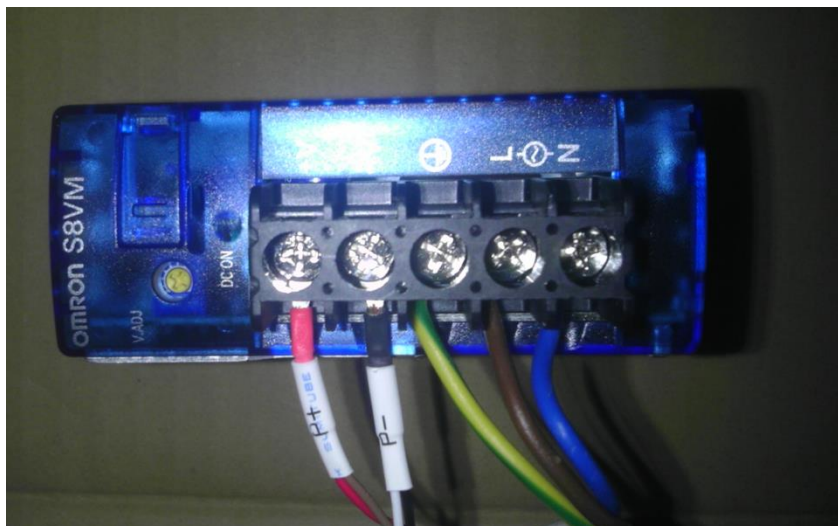
Obrázok 20: Schéma zostaveného pracoviska [29]

Na zadnej strane infrakamery sa nachádzajú dva konektory. Konektor označený I/F slúži na prepojenie kamery s PC. Prepojenie sa realizuje pomocou ethernetového káblu s klasickou koncovkou RJ-45. Druhý konektor s označením DC IN slúži na pripojenie napájacej kabeláže. Obe koncovky na kamere fungujú ako rýchlo upínacie svorky.

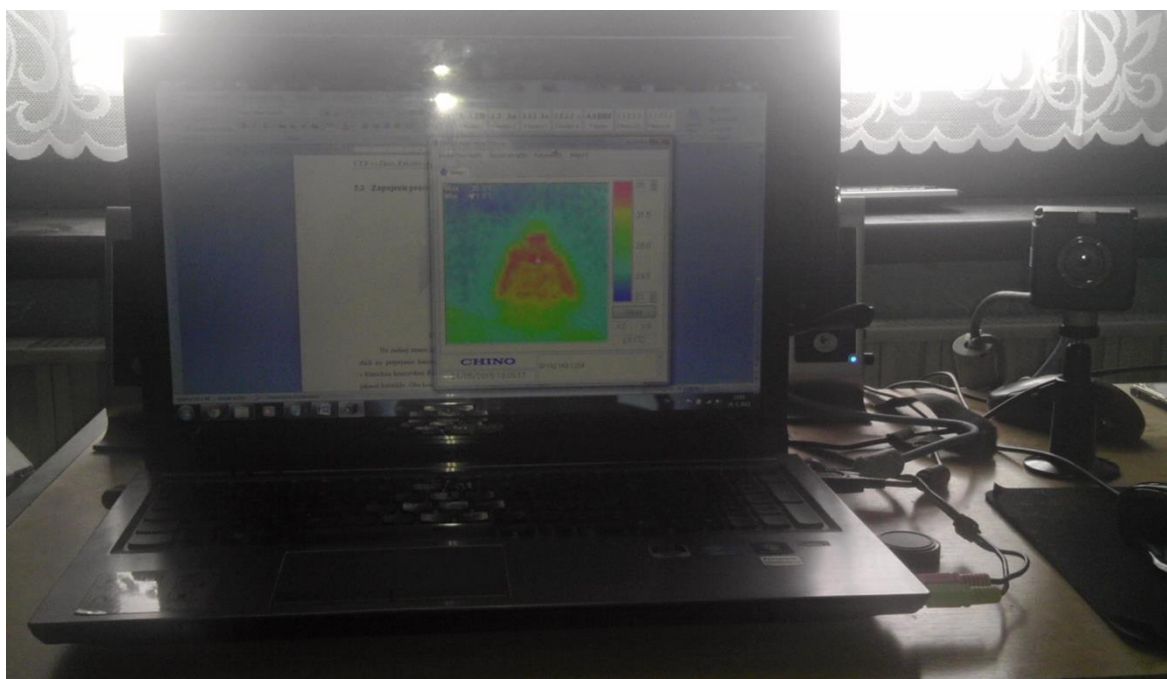
Na napájanie musíme použiť transformátor s usmerňovačom keďže je potrebné jednosmerné napájanie. V tomto prípade sme použili typ OMRON S8VM. Tento typ transformuje a usmerňuje napätie z 230V AC na 12V DC.

Výkon	15 W
Vstupné napätie	100-240 VAC
Vstupný prúd	0,5 A
Výstupné napätie	12 VDC
Výstupný prúd	1,3 A
Účinnosť	78 %

Tabuľka 2: Transformátor s usmerňovačom OMRON S8VM [30]



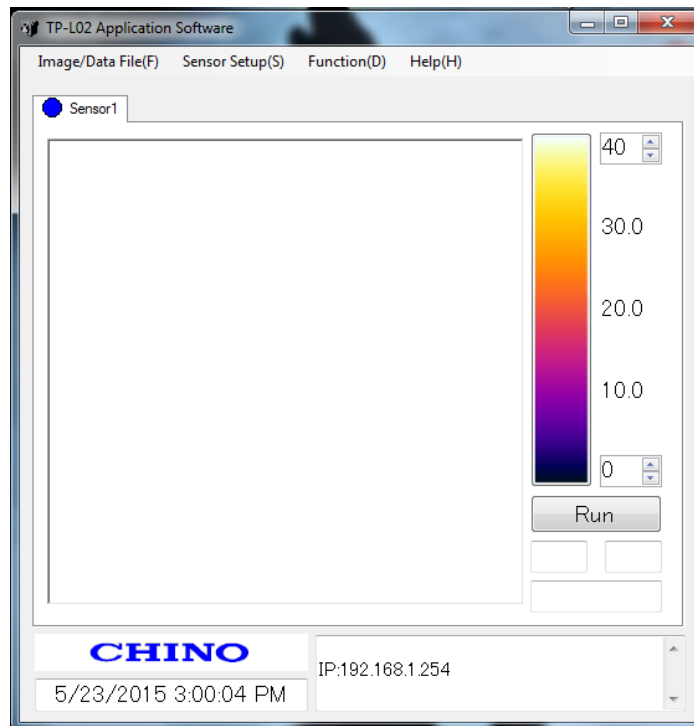
Obrázok 21: Foto zapojeného transformátora s usmerňovačom OMRON S8VM



Obrázok 22: Reálne foto zapojeného a funkčného pracoviska

5.3 TP-L02 Application Software ver 2.4

Tento software obsahuje balenie infrakamery už v základe. Je potrebné, aby bol nainštalovaný v počítači. Software pracuje v jednoducho ovládateľnom užívateľskom prostredí. Pomocou neho sa nastavuje kamera na správne používanie a taktiež sa dajú jednoducho ukladať termogramy a priebehy teplôt. Ďalej si taktiež cez tento software nastavujeme aj alarmy.



Obrázok 23: Pracovné prostredie v Software TP-L02

5.4 Nastavenie IP a konfigurácia softwaru TP-L02

Pred tým, ako začneme merať, musíme uskutočniť konfiguráciu IP adresy a správne nastaviť software. Nastavenie IP adresy uskutočnime v sieťových nastaveniach nášho operačného systému Windows. Presnejšie ide o TCP/IP protokol. Nastavenie softwaru uskutočnime podľa priloženého manuálu.

5.4.1 Konfigurácia IP adresy

Predtým ako kameru pripojíme k PC je vhodné ju zresetovať na továrenské nastavenia. Zresetovanie kamery uskutočnime tak, že po zapnutí demontujeme držiak a dolu v

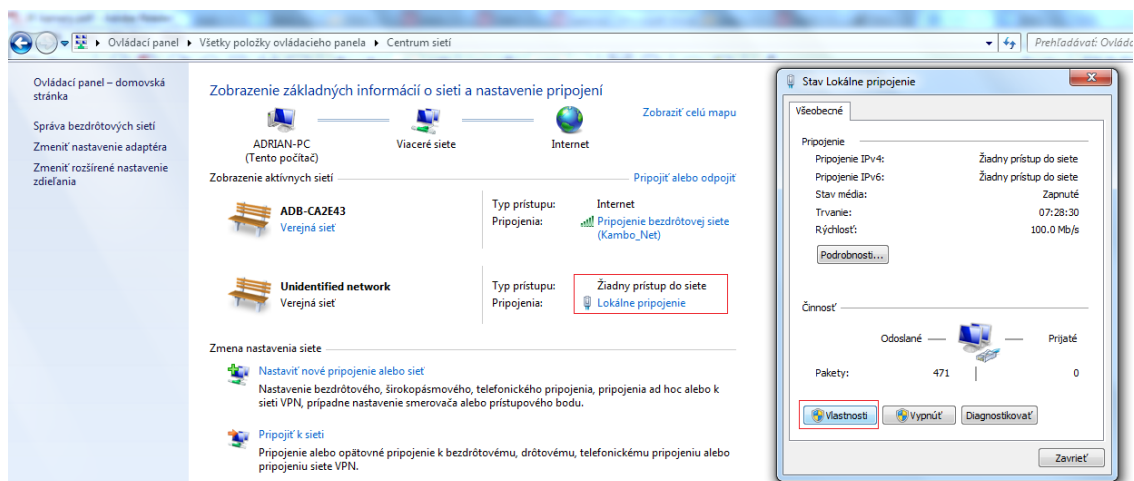
dierke so závitmi je tlačidlo na resetovanie. Na to potrebujeme niečo tenké a dosť dlhé (špáradlo), toto tlačidlo podržíme asi 2-3 sekundy. Po uskutočnení tohto kroku máme kameru v továrenských nastaveniach.

IP adresa	192.168.1.254
Maska podsiete	255.255.255.0
Alarm	vypnutý

Tabuľka 3: Továrenské nastavenia kamery [29]

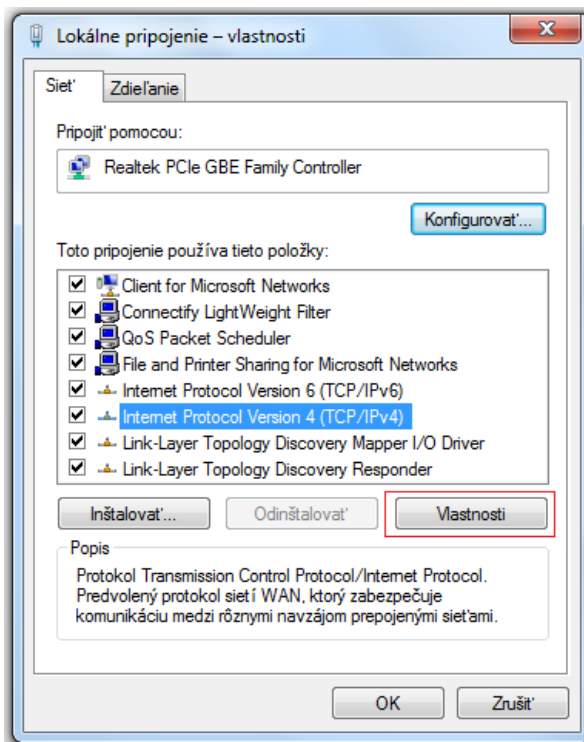
Momentálne kameru už môžeme pripojiť k počítaču. Infrakameru pripojíme k PC pomocou sieťovej karty a následne nastavíme IP adresy. Konfiguráciu a následné meranie sme uskutočnili na PC s operačným systémom Windows 7, ale myslíme si, že aj pre iné operačné systémy budú tieto nastavenia fungovať alebo sa len minimálne obmenia.

Cez menu **Štart** (ľavý dolný roh, ikona Windows) sa prepneme do **Ovládacieho panelu**. Ak je v ňom nastavené zobrazenie na malé ikony tak je potrebné si nájsť **Centrum sietí**. Následne ľavým tlačidlom myši klikneme na **Lokálne pripojenie** a potom klikneme na **Vlastnosti**.



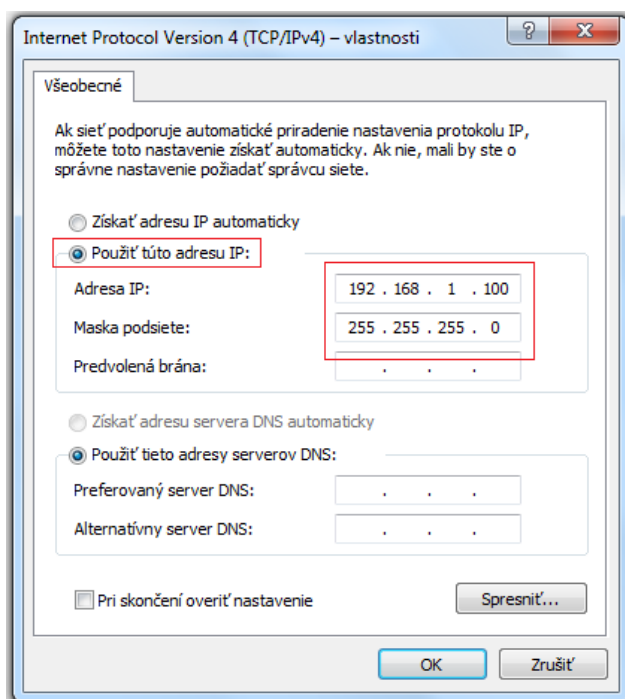
Obrázok 24: Centrum sietí

Pri správnom postupe sa nachádzame v okne **Lokálne pripojenie - vlastnosti**. Tu si zvolíme z ponuky **Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)** a znovu dáme **Vlastnosti**.



Obrázok 25: Lokálne pripojenie - vlastnosti

Momentálne sa nachádzame vo vlastnostiach protokolu IPv4. Tu si musíme vybrať ponuku **Použiť túto adresu IP**. Následne musíme vyplniť IP adresu: **192.168.1.100** a masku podsiete **255.255.255.0** a zmeny potvrdíme tlačidlom OK. Teraz už máme nastavené IP adresy pre komunikáciu PC s infrakamerou.



Obrázok 26: Nastavenie protokolu TCP/IPv4

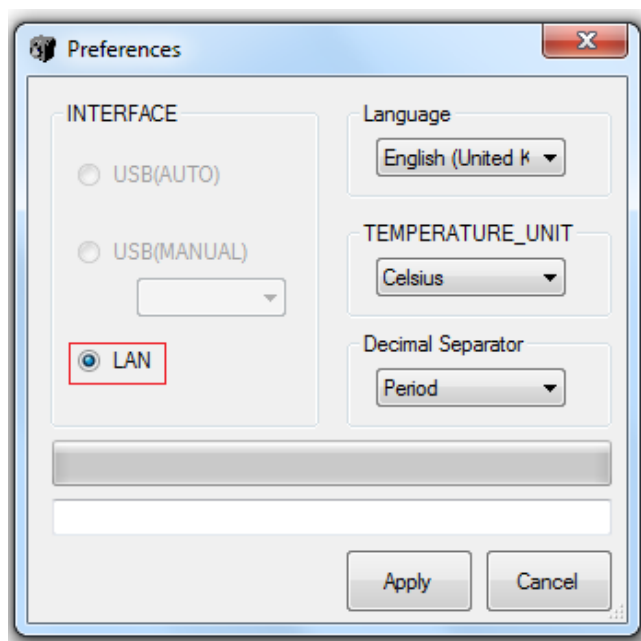
5.4.2 Nastavenie TP-L02 Application Software ver2.4

Inštalácia tohto softwaru je veľmi jednoduchá, zvládne ju aj úplný začiatočník. Stačí ak sa bude klikat' na next a software sa nainštaluje sám a spúšťačiu ikonu umiestni automaticky na pracovnú plochu. Požiadavky na hardware sú veľmi nízke a spustenie softwaru bude bezproblémové aj na starších PC.

Operačný systém	Windows 2000/XP/Vista/7
Pamäť	1 GB (2000/XP), 2 GB (Vista/7)
Procesor (CPU)	1,5 GHz (2000/XP), 2 GHz (Vista/7)

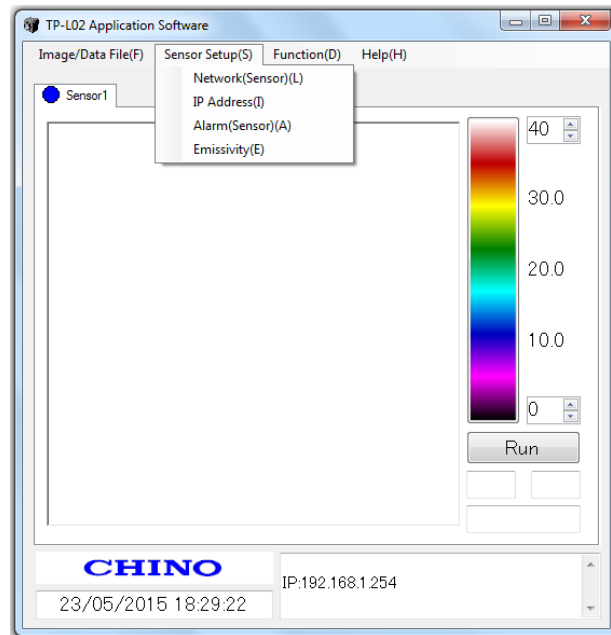
Tabuľka 4: Minimálne požiadavky pre TP-L02 [17]

Hneď ako spustíme software sa nám zobrazí okno Preferences. Tu si vyberieme jazyk, jednotku pre teplotu a spôsob oddeľovania desatinných miest a typ pripojenia. Ako typ pripojenia si vyberieme LAN.

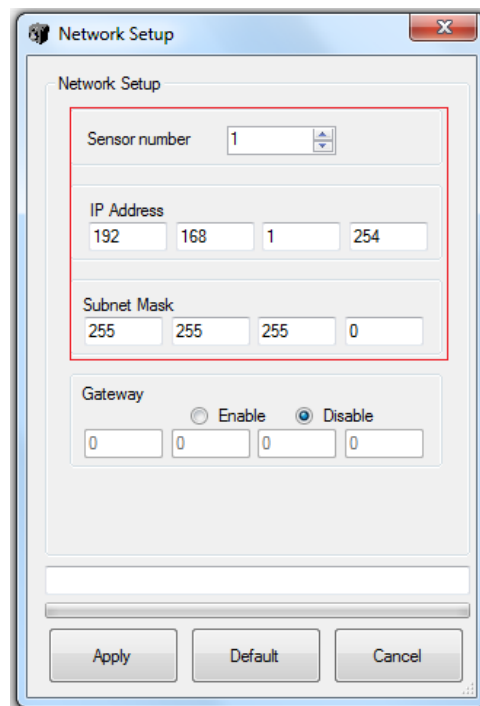


Obrázok 27: Prvé okno Preferences

Po potvrdení sa dostávame do užívateľského prostredia, ale obraz z kamery ešte nie je vidno. Je to z toho dôvodu že software ešte nemá nastavenú IP adresu kamery. To uskutočnime tak, že v hlavnej ponuke si vyberieme **Sensor Setup(S)** a následne **Network (Sensor)(L)**. Do časti Sensor Number napíšeme 1, IP adresu zvolíme 192.168.1.254 a Masku podsiete (Subnet Mask) zvolíme 255.255.255.0. Ostatné časti necháme tak ako sú.

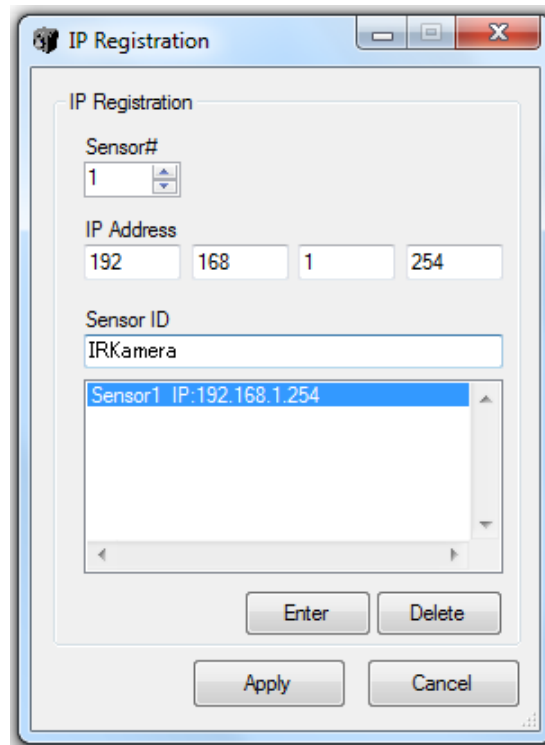


Obrázok 28: Výber z hlavného menu



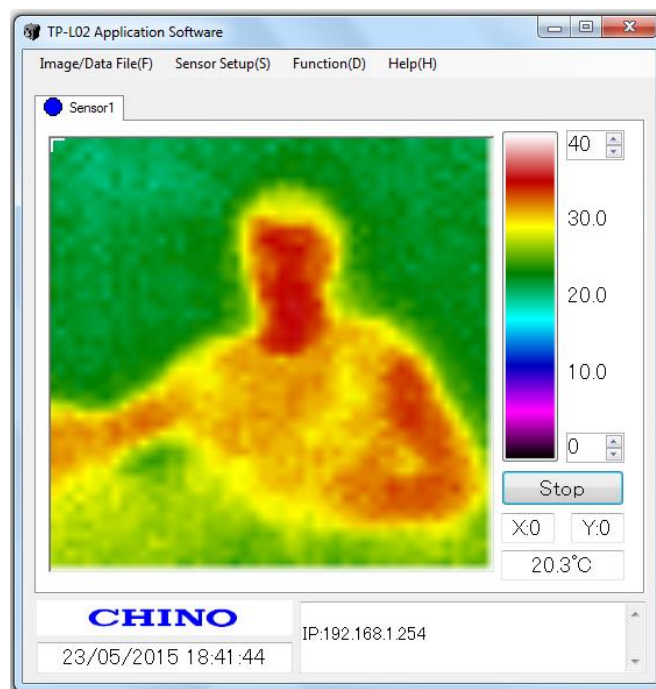
Obrázok 29: Nastavenie siete

Teraz už musíme nastaviť len IP adresu kamery. Opäť vyberieme **Sensor Setup(S)**, ale teraz zvolíme **IP Address(I)**. Číslo senzoru necháme 1, IP adresu 192.168.1.254 a Sensor ID si pomenujeme ako budeme chcieť napríklad IRKamera. Už len kameru pridáme stlačením **Enter** a všetky zmeny následne potvrdíme.



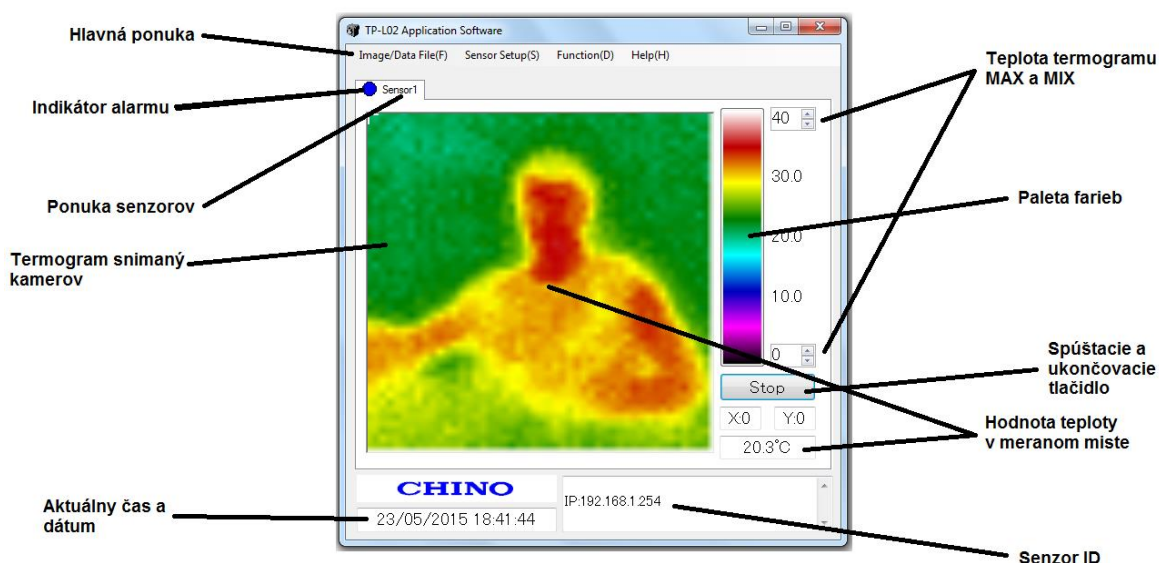
Obrázok 30: Nastavenie IP kamery

Teraz už stačí len stlačiť tlačidlo **Run** a začať merať. Ak by sa meranie nespustilo stačí zresetovať software. A teda vypnúť ho a opätovne spustiť.



Obrázok 31: Pohľad cez IR kameru v hlavnom okne

5.5 Popis a funkcie užívateľského prostredia TP-L02



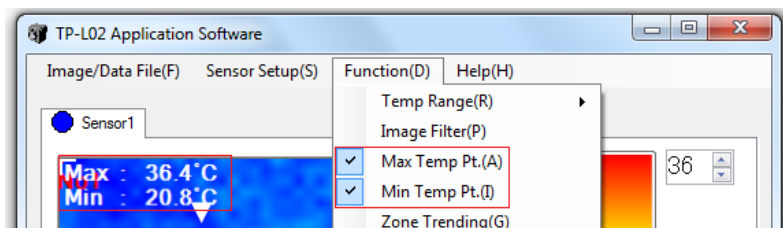
Obrázok 32: Popis užívateľského prostredia

Funkcie softwaru TP-02:

- zobrazenie maximálnej a minimálnej teploty meraného objektu,
- nastavenie alarmu,
- zone Trending,
- ukladanie termogramov,
- nastavenie emisivity,
- obrazové filtre.

5.5.1 Zobrazenie maximálnej a minimálnej teploty

Automatické zobrazenie maximálnej a minimálnej teploty uskutočníme tak, že v hlavnom menu si vyberieme možnosť **Function(D)** a následne zaškrtneme možnosti **Max Temp Pt.(A)** a **Min Temp Pt.(I)**. V ľavom hornom rohu na termograme by sa mali zobraziť obe teploty.



Obrázok 33: Zobrazenie maximálnej a minimálnej teploty

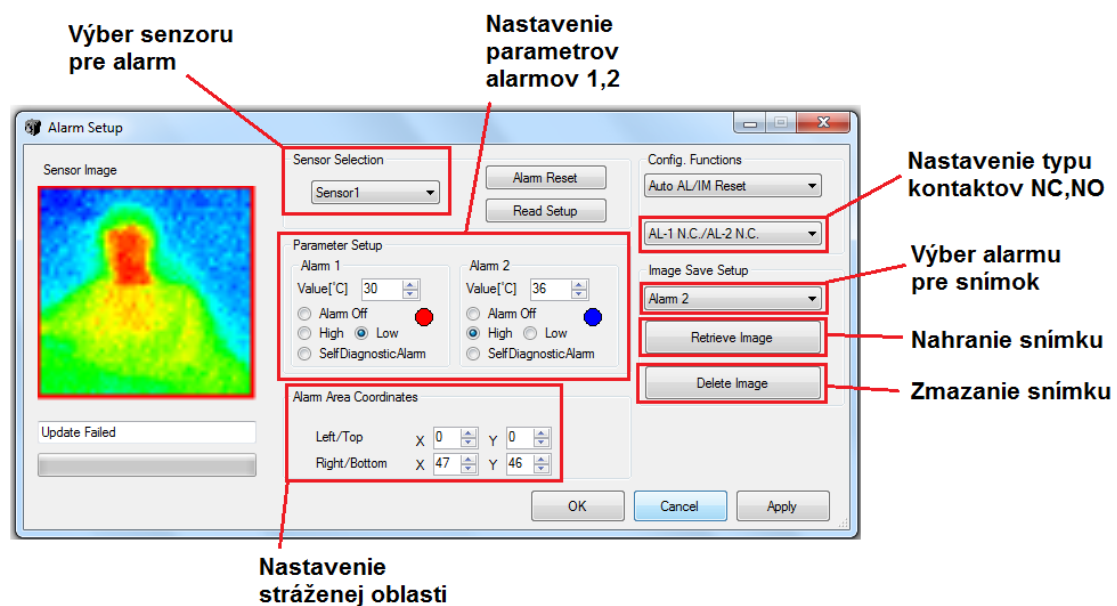
5.5.2 Nastavenie alarmu

Ako už bolo spomenuté kamera disponuje dvomi od seba nezávislými alarmami. To znamená, že každý z nich môže byť nastavený inak. Spustenie alarmu môžeme nastaviť buď na prekročenie určitej teploty alebo naopak na pokles teploty. Taktiež máme možnosť nastavenia spustenia alarmu len v určitom mieste snímanej scény.

Infrakamera dokáže aj zaznamenať a uložiť si snímok objektu, ktorý spustil poplach. No bohužiaľ si dokáže uložiť do pamäte len jeden snímok, teda buď z alarmu 1 alebo alarmu 2. Snímok následne nahráme z kamery cez tlačidlo Retrieve image.

Spustenie alarmu si môžeme nastaviť na zopnuté alebo rozopnuté kontakty. Teda buď režim NO alebo NC. Spustenie alarmu nám indikuje blikanie červenej LED diódy na kryte kamery.

Do nastavení alarmu sa dostaneme cez hlavné menu a sekciu **Sensor Setup(S)** a ďalej si vyberieme možnosť **Alarm(Sensor)(A)**.



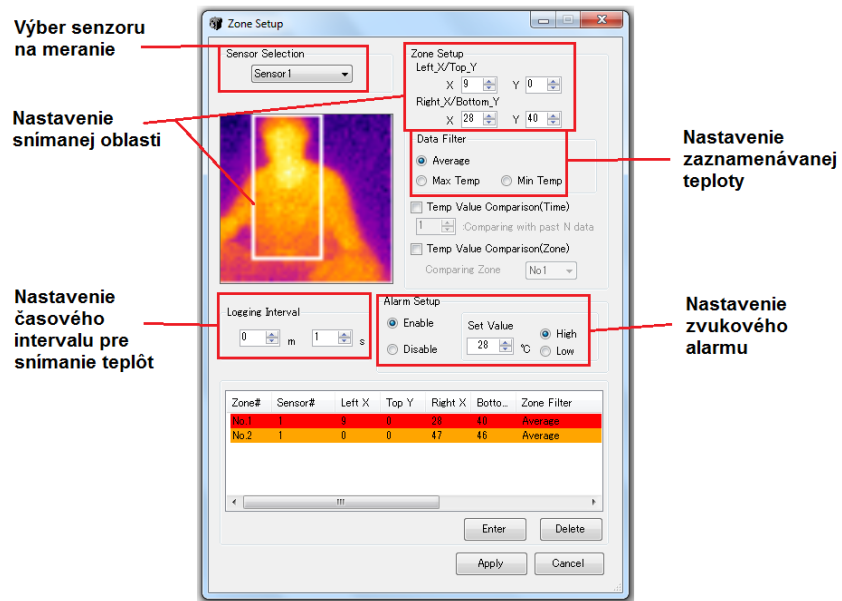
Obrázok 34: Popis poľa pre nastavenie alarmu

5.5.3 Zone Trending

Je to zaznamenanie priebehu teplôt v čase a následné vykresľovanie grafu.. Oblasť, ktorá bude zaznamenávaná si vyberáme sami.

Do nastavení Zone Trending sa dostaneme cez hlavné menu a v ňom možnosť **Function(D)**. Následne si vyberieme **Zone trending(G)**. Otvorí sa nám nové okno, v ňom

si vyberieme možnosť **Zone Setup(G)** a potom **Zone Setup(S)**. Teraz sme už v nastaveniach Zone Trending, kde si môžeme vybrať oblasť, ktorá bude zaznamenávaná (súradnicovým systémom alebo myšou v náhľade), teplotu (priemerná, maximálna, minimálna), časový interval pre zaznamenanie hodnôt a zvukový alarm pri prekročení stanovenej teploty.



Obrázok 35: Nastavenie Zone Trending



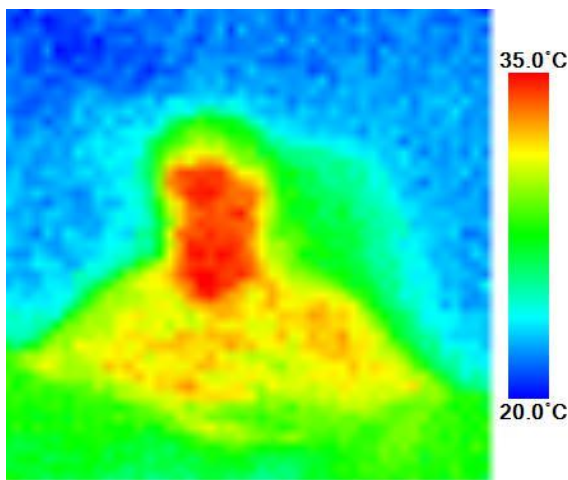
Obrázok 36: Grafické znázornenie priebehu teplôt

5.5.4 Ukládanie termogramov

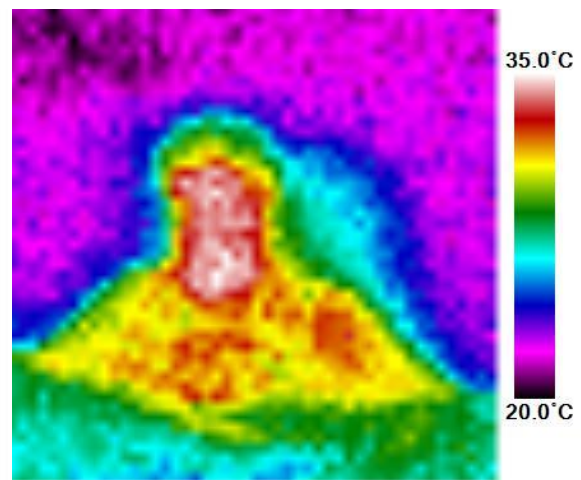
Termogramy môžeme ukladať dvomi spôsobmi buď to ako obrázok (formát JPEG) alebo ako dokument Excel (formát CSV). Ak si vyberieme formát CSV, tak nám zapíše do tabuľky všetky teploty zaznamenané na termograme. Ukladanie termogramov si môžeme nastaviť automaticky v časových intervaloch.

Nastavenia ukladania nájdeme v sekcii **Image/Data File(F)** a následne **Image/Data Setup(S)**. V sekcii **Image/Data File(F)** nájdeme taktiež aj možnosti na spustenie a zastavenie ukladania.

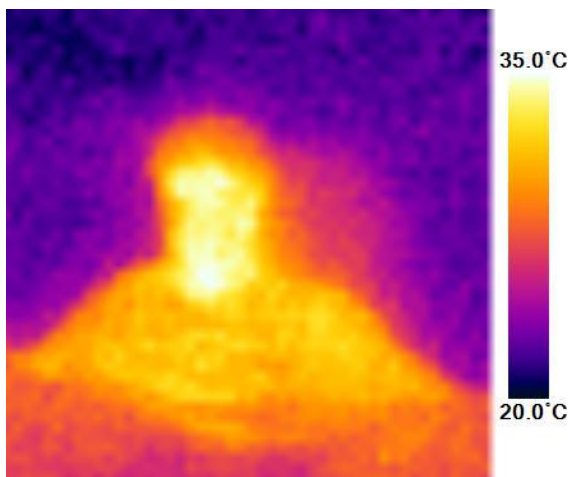
5.5.5 Farebné palety softwaru TP-L02



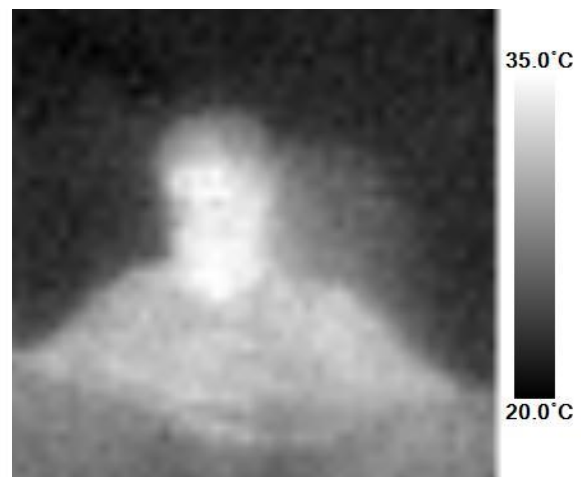
Obrázok 37: Paleta Gradation



Obrázok 38: Paleta Rainbow



Obrázok 39: Paleta Gray Scale



Obrázok 40: Paleta Iron

6 VYTVORENIE LABORATÓRNEJ ÚLOHY

Túto laboratórnu úlohu budeme uskutočňovať na pracovisku ako je popísané už v bakalárskej práci. Meranie je určené pre študentov bakalárskeho stupňa štúdia odboru Bezpečnostné technológie, systémy a management. Toto meranie sa môže uskutočniť v rámci niektorého z predmetov ako napríklad Elektronické bezpečnostné systémy.

Uskutočnením merania a vypracovaním následného protokolu sa študenti oboznámia ako pracuje infrakamera, s jej využitím a so všetkými funkciami softwaru.

6.1 Zadané laboratornej úlohy

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky			
Ústav bezpečnostního inženýrství			
Meno a Priezvisko		Ročník / Skupina	
Predmet		Dátum merania	
		Dátum odovzdania	
Názov úlohy	Infrakamera TP-L0260EN	Hodnotenie	

Na danej Infrakamere TP-L0260EN uskutočnite meranie. Pomocou softwaru TP-02 Application Software ver2.4 sa zoznámte so všetkými funkciami kamery. Ako pomôcku k meraniu môžete využiť bakalársku prácu Využitie IR kamery v priemysle komerčnej bezpečnosti alebo manuál poskytovaný ku kamere.

Úloha 1: Zostavte a zapojte plne funkčné pracovisko (zapojenie kabeláže, inštalácia softwaru, nastavenie komunikácie PC-kamera).

Úloha 2: Vytvorte termogramy všetkých farebných paliet, na termogramoch bude zobrazená maximálna a minimálna teplota.

Úloha 3: Nastavte a vyvolajte alarm, pri spustení alarmu sa uloží termogram. Hodnota na spustenie bude teplota ľudského tela.

Úloha 4: Nastavte Zone Trendig a z hodnôt vytvorte graf.

Úloha 5: Vyskúšajte na akú vzdialenosť je infrakamera schopná rozpoznať ľudské telo a taktiež cez aký materiál dochádza k tomuto rozpoznaní.

ZÁVER

Cieľom práce bolo spracovať využitie infrakamery v priemysle komerčnej bezpečnosti a konkrétne infrakamery TP-L0260EN

Teoretická časť obsahuje základnú charakteristiku infračerveného žiarenia a jeho využitie v termokamerách. Ďalej sú spracované detektory infrakamier zachytávajúce infračervené žiarenie, ich funkcia a rozdelenie, a charakterizuje termogramy využívané v infrakamerách. Štvrtá kapitola popisuje využitie infrakamery na fyzické zabezpečenie objektov.

V praktickej časti bolo potrebné najskôr uskutočniť meranie základných parametrov kamery TP-L0260EN, nainštalovanie softwaru, ktorý tvorí príslušenstvo infrakamery a konfiguráciu IP adresy a softwaru TP-L02. Prvá kapitola praktickej časti je preto písaná formou návodu a pre jednotlivé kroky sme vytvorili aj obrázkového sprievodcu. Na uskutočnenie merania sme zostavili pracovisko obsahujúce správne nakonfigurovanú infrakameru pripojenú k PC. Detektor zaznamenával termogram, ktorého parametre sme si sami nastavili. Získané údaje sme využili ako obrázkový materiál popisujúci funkciu užívateľského prostredia ako nastavenie minimálnej a maximálnej teploty, farebnú škálu a spracovanie termogramov, popis poľa pre nastavenie alarmu, nastavenie Zone Trending a grafické znázornenie priebehu teplôt. Vytvorili sme zadanie laboratórnej úlohy a vzorový protokol pre študentov bakalárskeho stupňa štúdia odboru Bezpečnostné technológie, systémy a management. Toto meranie sa môže uskutočniť v rámci niektorého z predmetov ako napríklad Elektronické bezpečnostné systémy.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] Infračervené žiarenie. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://sk.wikipedia.org/wiki/Infra%C4%8Derven%C3%A9_%C5%BEiarenie
- [2] Co to je a jak se chová infračervené záření. DZIK, Petr. *Paladix* [online]. 2003 [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.paladix.cz/clanky/co-to-je-a-jak-se-chova-infracervene-zareni.html>
- [3] KOLEKTIV, Luděk Lukáš a. Bezpečnostní technologie, systémy a nagement I. 1.vyd. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
- [4] STUPŇÁNKOVÁ, Magda. Infračervené záření v současnosti [online]. Brno, 2009 [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/214917/lf_b/IR_zareni_v_soucasnosti.pdf. Bakalárska práca. Masarykova Univerzita - Lekárska fakulta.
- [5] EM spectrum. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:EM_spectrum_SK.jpg
- [6] What is FIR? *Japan Far Infrared Rays Association* [online]. 2009 [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: http://www.enseki.or.jp/e_ippo.php
- [7] Nováček jirí, Kalibrace termovizního systému (kamery) Fluke Ti30, Masarykova univerzita - Brno 2007, 41s
- [8] SUMARA, Jan. *Termografie v elektroenergetice*. Praha, 2012. Dostupné také z: http://www.centrumtermografie.cz/wp-content/uploads/2012/07/termografie_elektroenergetika.pdf. Diplomová práca. České vysoké učení technické v Prahe. Vedoucí práce Ing. Jan Sovova
- [9] VOJÁČEK, Antonín. Co jsou BOLOMETRY a MIKROBOLOMETRY ? *Automatizace* [online]. 2005 [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2005111601>
- [10] HUSÁK, CSC, Prof. Ing. Miroslav. *Teplotní senzory* [online]. Praha, 2011, 75 s. [cit. 2015-05-28]. Dostupné také z: <http://www.micro.feld.cvut.cz/home/X34SES/prednasky/05aTeplotn%A1%20senzory.pdf>

- [11] PECH, Ing. Jan a Ing. Pavel ZAHRADNÍK, CSC. Mikrobolometrické obrazové snímače. *Elektrorevue* [online]. 2003 [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/03015/index.html#kap22>
- [12] VANČOVÁ, Bc. Jana. *Využití termografie při screeningu nádorového onemocnění prsu* [online]. Praha, 2013 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: http://www.centrumtermografie.cz/wp-content/uploads/2013/01/termovize_medicina.pdf. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAHE. Vedoucí práce Ing. Jan Sova.
- [13] Thermographic camera. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Thermographic_camera
- [14] KUŽNÍK, Jan. Termokamera vás i ve tmě uvidí přes půl města. *Technet CZ* [online]. 2012 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/inteligentni-kamerove-systemy-axis-co-vsechno-umi-fws-/tec_technika.aspx?c=A121112_132456_tec_technika_kuz
- [15] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
- [16] Princip a funkce. *Termokamera* [online]. 2009 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/>
- [17] KU, Itabashi. Thermal Imaging Sensor. *Chino america* [online]. Tokio, 2010 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: http://www.chinoamerica.com/dl/spec/pdf_thermoimaging/TP-L_PSE-703.pdf
- [18] Konstrukce termokamery. *Termokamera* [online]. 2009 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/konstrukce-termokamery/>
- [19] Parametry termokamery. *Termokamera* [online]. 2009 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/parametry-termokamery/>
- [20] LOVEČEK, Tomáš a Peter NAGY. *Bezpečnostné systémy: Kamerové bezpečnostné systémy*. Žilina: Žilinská univerzita, 2008. ISBN 978-80-8070-893-1.
- [21] Termografie. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Termografie>

- [22] FRŇKOVÁ, Zuzana. *VYUŽITÍ TERMOKAMERY VE VÝUCE FYZIKY* [online]. Olomouc, 2013 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://theses.cz/id/gfd4th/00171849-480773549.pdf>. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce RNDr. Renatě Holubové.
- [23] *Termokamera FLIR* [online]. Praha, 2008 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.termokamery-flir.cz/>
- [24] LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti I*. Vyd. 3. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 81 s. ISBN 978-80-7318-889-4.
- [25] ICELA, Jakub. *Infrakamera a její využití v BT* [online]. Zlín, 2008 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/5249/icela_2008_bp.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati v Zlíně. Vedoucí práce Ing. Rudolf Drga.
- [26] Profesionální termovizní kamera FLIR T440bx. *Odposlechy* [online]. Praha, 2012 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.odposlechy.com/profesionalni-termovizni-kamera-flir-t440bx>
- [27] ABBAS. Termocitlivé kamery FLIR chrání sluneční elektrárnu. *Nazeleno* [online]. Brno, 2010 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika/studie-termocitlive-kamery-flir-chrani-slunecni-elektrarnu.aspx>
- [28] TERMOKAMERA FLIR PATHFINDER II. *Termokamera FLIR* [online]. Praha, 2011 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.termokamery-flir.cz/termokamera-flir-pathfind-ir/>
- [29] KANEZAKI, Mickey. TP-L Thermal Imaging Sensor. *CHINO America* [online]. Los Angeles, 2009 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.chinoamerica.com/products/thermoimaging/tpl/>
- [30] S8VM-01512CD. *OMRON* [online]. 2014 [cit. 2015-05-30]. Dostupné z: <http://www.ia.omron.com/product/item/s8vm0062g/>

ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK

AC	anglická skratka striedavého prúdu (alternating current)
CCD	nábojovo viazaná súčiastka (charge-coupled device)
CCTV	uzavretý televízny okruh (Closed Circuit Television)
DC	anglická skratka jednosmerného prúdu (direct current)
fps	snímky za sekundu (frames per second)
GSM	Globálny systém mobilných komunikácií
IP	základný komunikačný protokol Internetu (Internet Protocol)
IR	Infračervené (žiarenie)
km	kilometer
LAN	lokálna počítačová sieť (Local area network)
LED	luminiscenčná dióda (light-emitting diode)
m	meter
MgO	oxid horečnatý
mk	milikelvin
mm	milimeter
MnO	oxid manganatý
NETD	najmenší rozdiel teplôt (noise equivalent temperature difference)
NO	Normal open
NC	Normal close
PC	Počítač (Personal computer)
PKB	priemysel komerčnej bezpečnosti
TCP/IP	Protokol riadenia prenosu/ Internetový protokol
TiO	Oxid titanatý
TiO ₂	Oxid titaničitý

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Elektromagnetické spektrum [5].....	11
Obrázok 2: Meranie spektier [6].....	12
Obrázok 3: Detektory infračerveného žiarenia.....	14
Obrázok 4: Štruktúra jednoduchého bolometru [10].....	17
Obrázok 5: Štruktúra integrovaného bolometru [10].....	17
Obrázok 6: Štruktúra mikrobolometru [11].....	18
Obrázok 7: Reálne zobrazenie mikrobolometru [11].....	18
Obrázok 8: Detail mikrobolometru [12].....	19
Obrázok 9: Bloková schéma infračervenej kamery [18].....	21
Obrázok 10: Schéma optických systémov [7].....	22
Obrázok 11: Zdroje atmosférického útlmu [19].....	23
Obrázok 12: Teplotné citlivosti 80 mK, 50 mk a 30 mK [19].....	24
Obrázok 13: Schéma detektora, výrez zo skutočného detektora [19].....	25
Obrázok 14: Rozdiel medzi zorným polom 12° a 24° [19].....	25
Obrázok 15: Termografické snímky v paletách šedá, dúha a železo [22].....	26
Obrázok 16: Srývajúci sa narušiteľ [27].....	28
Obrázok 17: Pokus o narušenie objektu [27].....	29
Obrázok 18: Pohľad z infrakemery v aute [28].....	29
Obrázok 19: Profesionálna termovízna kamera FLIR T440bx [26].....	30
Obrázok 20: Schéma zostaveného pracoviska [29].....	34
Obrázok 21: Foto zapojeného transformátora s usmerňovačom OMRON S8VM.....	35
Obrázok 22: Reálne foto zapojeného a funkčného pracoviska.....	35
Obrázok 23: Pracovné prostredie v Software TP-L02.....	36
Obrázok 24: Centrum sietí.....	37
Obrázok 25: Lokálne pripojenie - vlastnosti.....	38
Obrázok 26: Nastavenie protokolu TCP/IPv4.....	38
Obrázok 27: Prvé okno Preferences.....	39
Obrázok 28: Výber z hlavného menu.....	40
Obrázok 29: Nastavenie siete.....	40
Obrázok 30: Nastavenie IP kamery.....	41
Obrázok 31: Pohľad cez IR kameru v hlavnom okne.....	41
Obrázok 32: Popis užívateľského prostredia.....	42

Obrázok 33: Zobrazenie maximálnej a minimálnej teploty.....	42
Obrázok 34: Popis poľa pre nastavenie alarmu	43
Obrázok 35: Nastavenie Zone Trending	44
Obrázok 36: Grafické znázornenie priebehu teplôt	44
Obrázok 37: Paleta Gradation Obrázok 38: Paleta Rainbow	45
Obrázok 39: Paleta Gray Scale Obrázok 40: Paleta Iron	45
Obrázok 41: Rozpoznanie človeka na vzdialenosť 12 m.....	61
Obrázok 42: Snímané osoby	61
Obrázok 43: Ľudská ruka - naprekrytá	61
Obrázok 44: Ruka - prekrytá papierom	62
Obrázok 45: Ruka - prekrytá obalovou fóliou	62
Obrázok 46: Ruka - prekrytá skolom (2 mm).....	62
Obrázok 47: Ruka - prekrytá alobalom.....	63
Obrázok 48: Ruka - prekrytá korkom	63

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Parametre infrakamery TP-L0260EN [29].....	33
Tabuľka 2: Transformátor s usmerňovačom OMRON S8VM [30]	34
Tabuľka 3: Továrenské nastavenia kamery [29]	37
Tabuľka 4: Minimálne požiadavky pre TP-L02 [31].....	39

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha PI: Vypracovanie laboratórnej úlohy

PRÍLOHA P I: VYPRACOVANÁ LABORATÓRNA ÚLOHA

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky			
Ústav bezpečnostního inženýrství			
Meno a Priezvisko	Adrián Španko	Ročník / Skupina	3/3B1X
Predmet		Dátum merania	20.5.2015
		Dátum odovzdania	1.6.2015
Názov úlohy	Infrakamera TP-L0260EN	Hodnotenie	

Zadanie:

Na danej Infrakamere TP-L0260EN uskutočnite meranie. Pomocou softwaru TP-02 Application Software ver2.4 sa zoznámte so všetkými funkciami kamery. Ako pomôcku k meraniu môžete využiť bakalársku prácu Využitie IR kamery v priemysle komerčnej bezpečnosti alebo manuál poskytovaný ku kamere.

Úloha 1: Zostavte a zapojte plne funkčné pracovisko (zapojenie kabeláže, inštalácia softwaru, nastavenie komunikácie PC-kamera).

Úloha 2: Vytvorte termogramy všetkých farebných paliet, na termogramoch bude zobrazená maximálna a minimálna teplota.

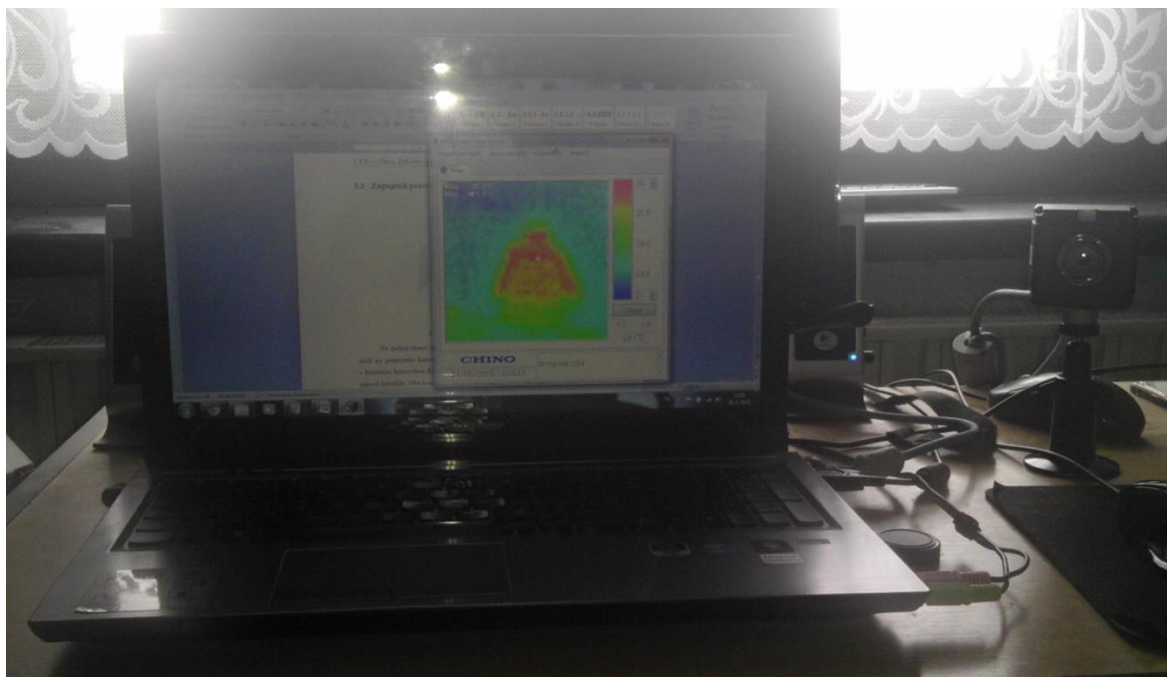
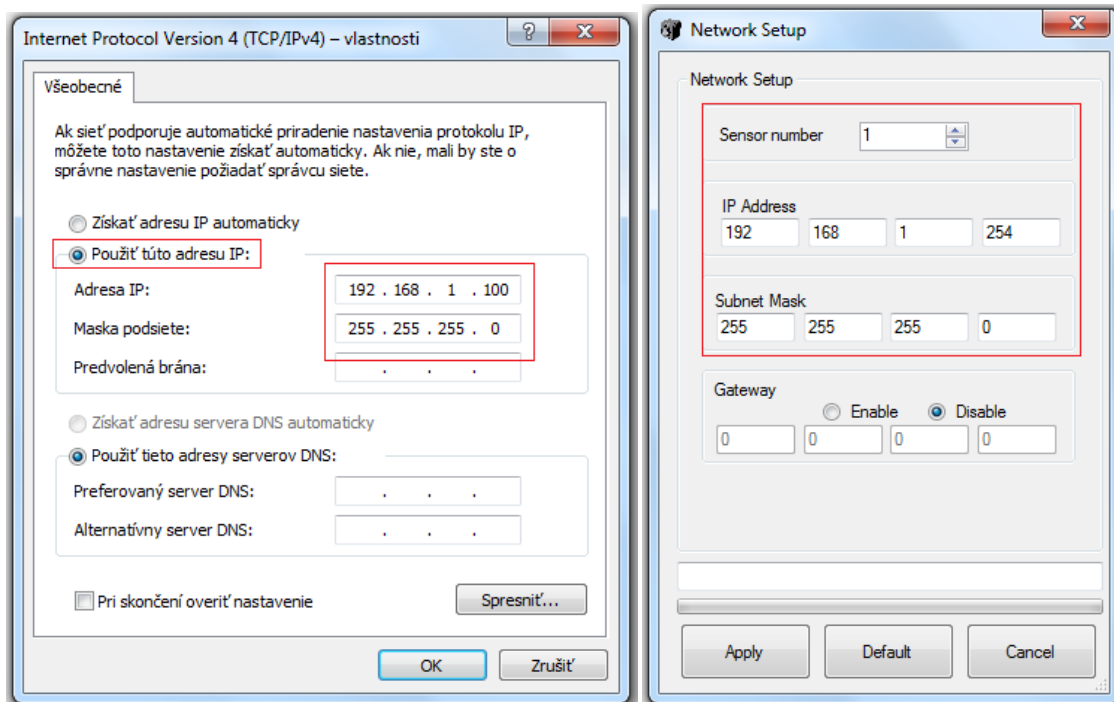
Úloha 3: Nastavte a vyvolajte alarm, pri spustení alarmu sa uloží termogram. Hodnota na spustenie bude teplota ľudského tela.

Úloha 4: Nastavte Zone Trendig a z hodnôt vytvorte graf.

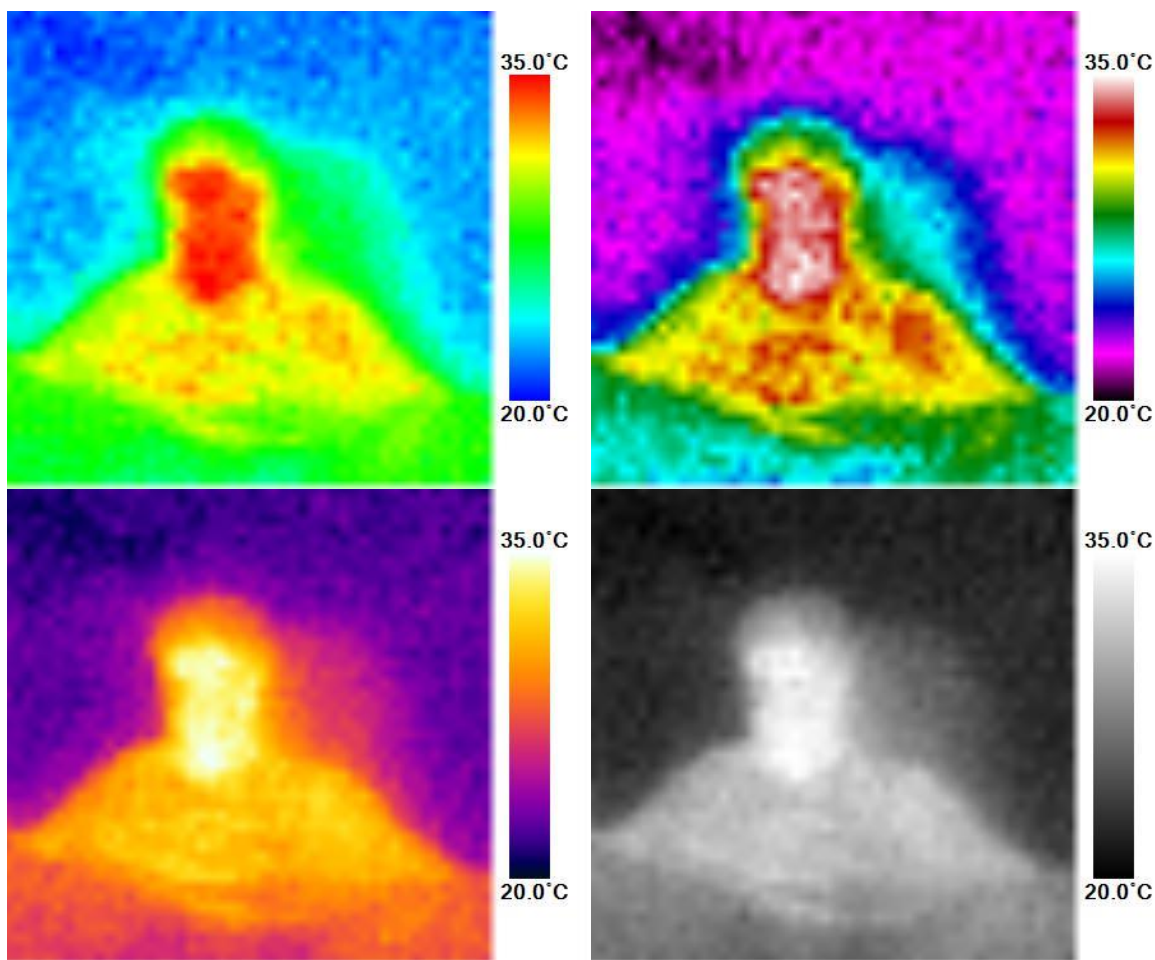
Úloha 5: Vyskúšajte na akú vzdialenosť je infrakamera schopná rozpoznať ľudské telo a taktiež cez aký materiál dochádza k tomuto rozpoznaníu.

Vypracovanie:

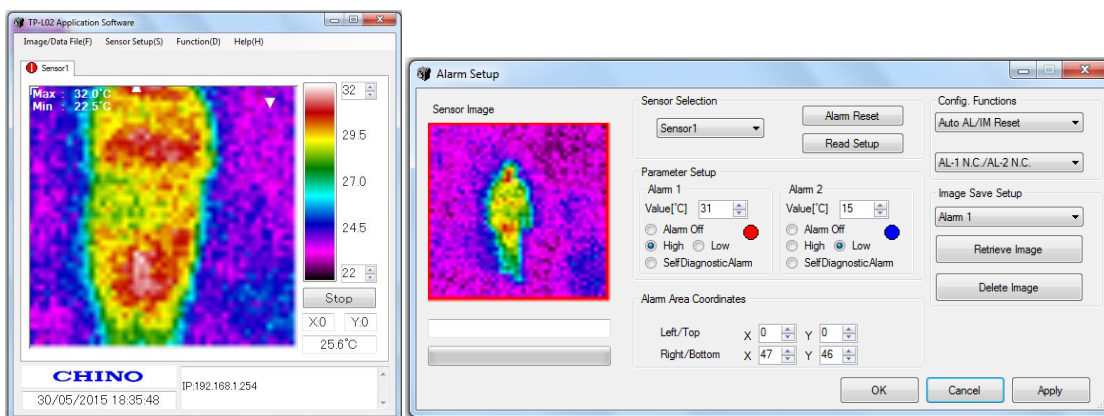
Úloha 1: Nastavenie IP adres v PC, softwari TP-L02 a foto pracoviska.



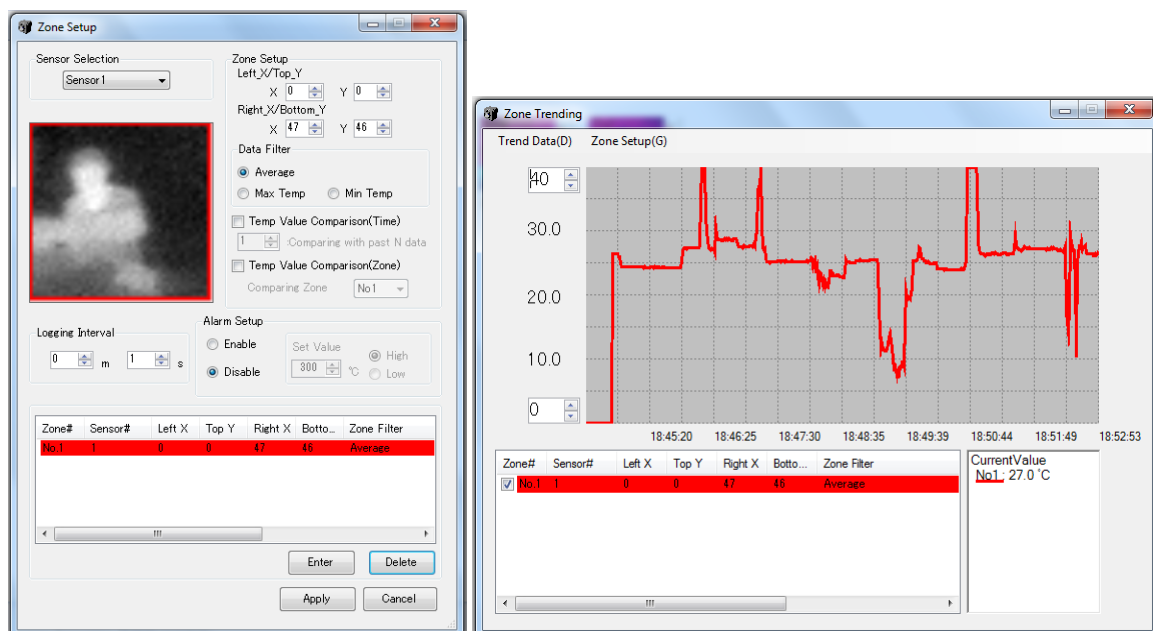
Úloha 2: Všetky typy termogramov a zobrazenie maximálnej a minimálnej teploty na nich.



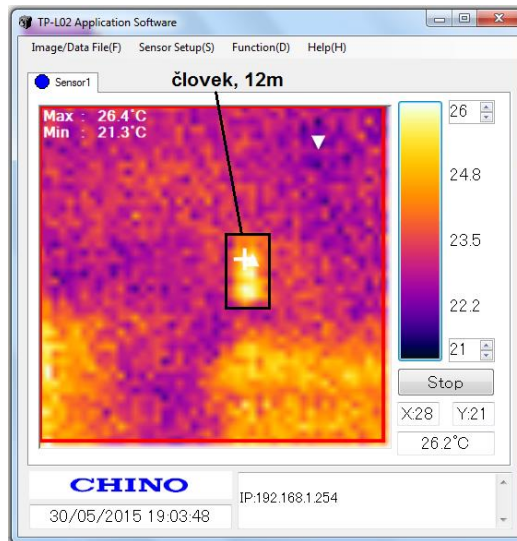
Úloha 3: Nastavenie alarmu, spustený alarm a foto objektu, ktorý ho spustil.



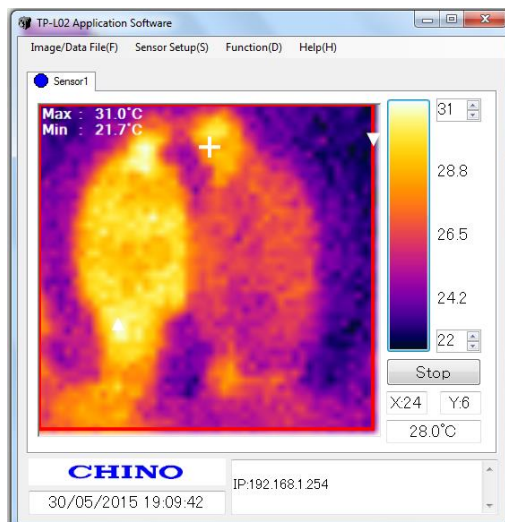
Úloha 4: Nastavenie Zone Trending a zobrazenie priebehu teplôt v grafickej podobe. Pre vytvorenie grafu boli zaznamenané teploty izby, ľudskeho tela, horiacej sviečky, zmrazeného mäsa a chladeného jogurtu.



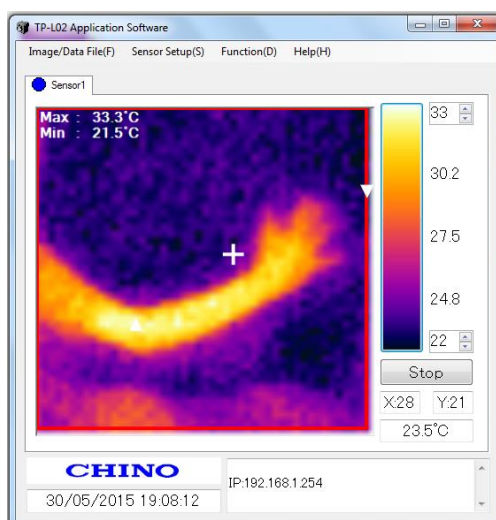
Úloha 5: Kamera dokázala rozpoznať človeka na vzdialenosť 12 m. Následne boli nasnímané dve osoby. Osoba na ľavej strane bola oblečená len zľahka (jedna vrstva tenkého oblečenia) a osoba na pravej strane mala oblečené dve vrstvy. Teda ako je vidno na obrázku 42 čím viac vrstiev má človek na sebe tým viac pohlcuje infračervené žiarenie. Na obrázkoch 44 až 48 vyobrazené ľudská ruka, ktorá je prekrytá rôznymi materiálmi (papier, sklo, alobal, baliaca fólia dvojvrstvová a korok).



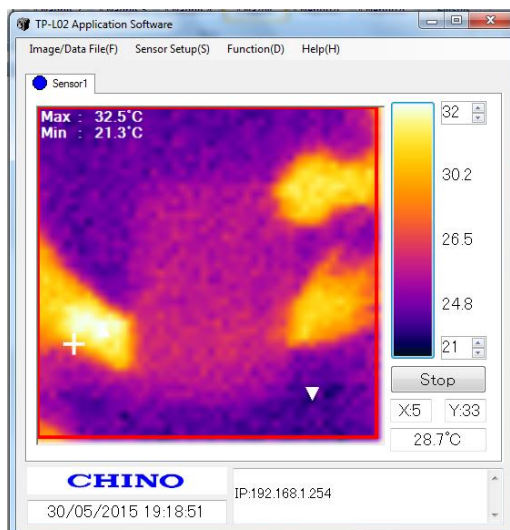
Obrázok 41: Rozpoznanie človeka na vzdialenosť 12 m.



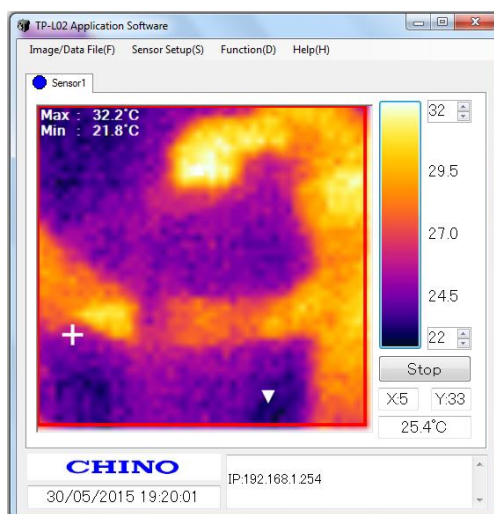
Obrázok 42: Snímané osoby



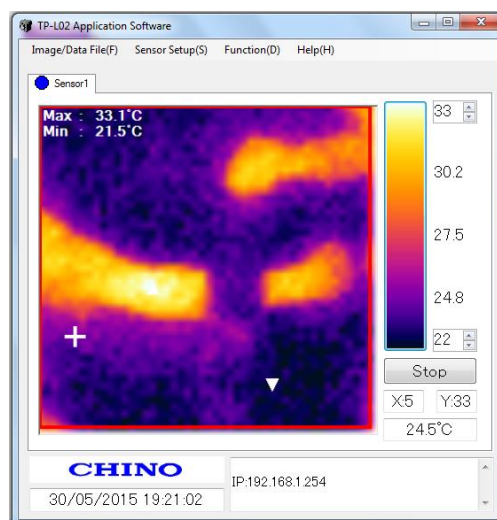
Obrázok 43: Ľudská ruka - naprekrytá



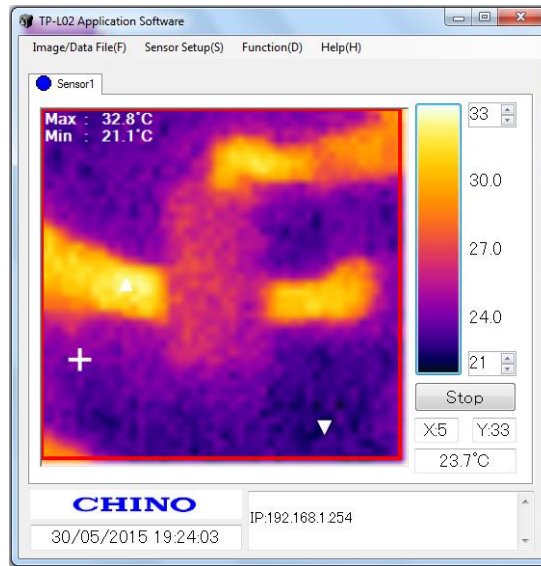
Obrázok 44: Ruka - prekrytá papierom



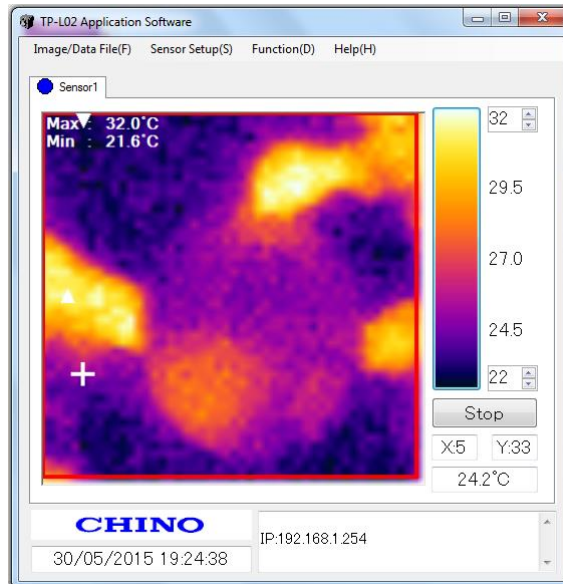
Obrázok 45: Ruka - prekrytá obalovou fóliou



Obrázok 46: Ruka - prekrytá sklom (2 mm)



Obrázok 47: Ruka - prekrytá alobalom



Obrázok 48: Ruka - prekrytá korkom