

# **Detektory skrytých osob a věcí ve vozidlech a kontejnerech**

Detectors hidden persons and things in vehicles and containers

Bc. Miroslav Němec

---

Diplomová práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslav NĚMEC**  
Osobní číslo: **A09737**  
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Detektory skrytých osob a věcí ve vozidlech  
a kontejnerech**

Zásady pro vypracování:

1. Vysvětlíte fyzikální principy prostředků určených k detekci osob a věcí ve vozidlech a kontejnerech.
2. Zpracujete přehled zařízení pro tyto účely.
3. Navrhnete využití prostředků k detekci osob a věcí v průmyslu komerční bezpečnosti.
4. Zhodnoťte přínosy navrhovaného řešení a jejich finanční náročnost.
5. Naznačte další vývoj těchto prostředků.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Seznam doporučené literatury:**

1. SMETANA, Ctirad. Hluk a vibrace, měření a hodnocení. 1. vyd. Praha : Sdělovací technika, 1998. 188 s.
2. FUKÁTKO, Tomáš. Detekce a měření různých druhů záření. 1. vyd. Praha : BEN, 2007. 192 s.
3. KREIDL, Marcel; ŠMÍD, Radislav. Technická diagnostika : senzory, metody, analýza signálu. 1 vyd. Praha : BEN, 2006. 406 s.
4. GEIST, Bohumil. Akustika jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi. 1. vyd. Praha: Muzikus, 2005. 281s.
5. DRASTICH, Aleš. Netelevizní zobrazovací systémy. Brno : VUT Brno, FEI, UBMI, 2001. 174 s.
6. HÁLA, Jiří. Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie. 1. vyd. Praha : BEN, 2002, 310 s.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Rudolf Drga**

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

**25. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce:

**27. května 2011**

Ve Zlíně dne 25. února 2011

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



  
doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

S rozvojem přepravy zboží kamionovou a kontejnerovou dopravou, potřebou posílení vstupní a výstupní kontroly v podnicích, nápravných zařízeních, namátkovou kontrolou celní správou či policií, vzniká požadavek na rychlou kontrolu přepravních prostředků.

V diplomové práci se chci zabývat mobilním detekčním zařízením „Avian, Heartbeat Detector<sup>TM</sup>“ - detektor skrytých osob firmy Geovox Security Inc., USA; „Colour Under Vehicle Surveillance System (CUVSS)“ - vozidlový skener firmy Chemring Group PLC, UK a mobilním rentgenovým zařízením „HCV mobile“ firmy Smiths Detection Inc, USA, Dräger Safety AG & Co – termovizní zobrazovací systém.

Klíčová slova:

Kontrola, detekce, skener, rentgen, termovize, snímač, záření

## **ABSTRACT**

With the growth of truck and container goods transportation, need of increase of entry and output inspection in facilities, correction institutes, sampling inspections done by customs or police rises need for fast transportation means inspection.

In graduation theses I will engage in mobile detection device „Avian, Heartbeat Detector<sup>TM</sup>“ – hidden persons detector by Geovox Security Inc., USA; „Colour Under Vehicle Surveillance System (CUVSS)“ – vehicle scanner by Chemring Group PLC, UK and mobile X-ray device “HCV mobile” by Smiths Detection Inc, USA, Dräger Safety AG & Co – thermo vision system.

Key words:

Inspection, detection, scanner, X-ray, thermo vision, sensor, radiation

Chtěl bych velmi poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Rudolfu Drgovi především za trpělivost, čas a ochotu, účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

**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 s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- 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 práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÚVOD</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>1. METODY DETEKCE OSOB A VĚCÍ VE VOZIDLECH A KONTEJNERECH</b> .....                           | <b>11</b> |
| 1.1 RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ.....   | 11        |
| 1.1.1 Z historie .....   | 11        |
| 1.1.2 Fyzikální vlastnosti rentgenového záření.....  | 14        |
| 1.1.3 Využití rentgenového záření .....  | 16        |
| 1.2 ZVUKOVÉ VLNĚNÍ .....   | 17        |
| 1.2.1 Z historie akustiky.....   | 17        |
| 1.2.2 Fyzikální vlastnosti zvuku.....  | 17        |
| 1.2.3 Snímač akustického tlaku - mikrofon .....  | 19        |
| 1.2.4 Propojení a zpracování elektroakustického signálu .....                                    | 20        |
| 1.2.5 Elektrokardiogram.....   | 21        |
| 1.3 SKENER .....   | 22        |
| 1.3.1 Z historie skeneru .....   | 22        |
| 1.4 INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ .....  | 25        |
| 1.4.1 Fyzikální zákonitosti infračerveného záření .....  | 25        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....   | <b>29</b> |
| <b>2 ZAŘÍZENÍ UŽÍVANÉ K DETEKCI OSOB A VĚCÍ VE VOZIDLECH A KONTEJNERECH</b> .....                | <b>30</b> |
| 2.1 RENTGEN HEIMANN CARGO VISION (HCV) FIRMY „SMITHS DETECTION INC“ .....                        | 30        |
| 2.1.1 HCV mobile V2 .....  | 30        |
| 2.1.2 Technické informace HCV mobile V2 .....  | 33        |
| 2.1.3 Architektura HCV mobile V2 .....   | 35        |
| 2.1.4 Cenové náklady <sup>26</sup> .....   | 37        |
| 2.1.5 Využití HCV mobile V2 v praxi <sup>27</sup> .....  | 37        |
| 2.1.6 Nové trendy nabízené firmou SMITHS HEIMANN .....   | 40        |
| 2.2 GEOVOX SECURITY, INC - HEARTBEAT DETECTOR™ AVIAN.....  | 41        |
| 2.2.1 Detektor skrytých osob Heartbeat Detector™ Avian .....                                     | 41        |
| 2.2.2 Technické parametry systému Avian .....  | 42        |
| 2.2.3 Osazení na snímaný objekt a vlastní detekce vozidla .....                                  | 42        |
| 2.2.4 Využití Heartbeat Detector™ Avian.....   | 44        |
| 2.2.5 Finanční náročnost zařízení Heartbeat Detector™ Avian.....                                 | 44        |
| 2.3 CHEMRING GROUP PLC – VOZIDLOVÝ SKENER.....   | 45        |
| 2.3.1 Vozidlový skener VehicleScan System „Color Under Vehicle Surveillance Systém“ (CUVSS)..... | 45        |
| 2.3.2 Blokové schéma zapojení vozidlového skeneru .....  | 46        |
| 2.3.3 Technické parametry vozidlového skeneru CUVSS.....   | 47        |
| 2.3.4 Využití vozidlového skeneru CUVSS.....   | 48        |
| 2.3.5 Finanční náročnost vozidlového skeneru CUVSS .....   | 49        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 2.4      | DRÄGER SAFETY AG & Co – TECHNOLOGIE PRO ŽIVOT.....                    | 50        |
| 2.4.1    | Termovizní zobrazovací kamery Dräger UCF® 1600, Dräger UCF® 3200..... | 50        |
| 2.4.2    | Vlastnosti kamery Dräger UCF® 1600, Dräger UCF® 3200.....             | 51        |
| 2.4.3    | Technické parametry kamery Dräger UCF® 1600, Dräger UCF® 3200.....    | 51        |
| 2.4.4    | Finanční náročnost termovizního systému Dräger.....                   | 52        |
| 2.4.5    | Nejčastější aplikační využití termovizního systému.....               | 53        |
| <b>3</b> | <b>VYUŽITÍ PROSTŘEDKŮ V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI.....</b>        | <b>55</b> |
| 3.1      | RENTGEN PRO INSPEKCI VOZIDEL.....                                     | 55        |
| 3.2      | SYSTÉM DETEKCE SKRYTÝCH OSOB HEARTBEAT DETECTOR™ AVIAN.....           | 57        |
| 3.3      | VOZIDLOVÝ SKENER CUVSS.....   | 58        |
| 3.4      | INSPEKCE VOZIDLA S TERMOVIZNÍ KAMEROU A DALŠÍ VYUŽITÍ KAMERY.....     | 60        |
| 3.5      | VLASTNÍ ŘEŠENÍ KONTROL KAMIONŮ A KONTEJNERŮ.....                      | 60        |
| <b>4</b> | <b>NOVÉ TECHNOLOGIE VYHLEDÁVÁNÍ OSOB.....</b>                         | <b>62</b> |
| <b>5</b> | <b>ZÁVĚR.....</b>   | <b>65</b> |
|          | <b>CONCLUSION.....</b>  | <b>67</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>                                 | <b>69</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>                        | <b>73</b> |
|          | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>  | <b>76</b> |
|          | <b>SEZNAM TABULEK.....</b>  | <b>78</b> |



## ÚVOD

Rozmach přepravy zboží kamionovou a kontejnerovou přepravou, uvolněním režimu na státní hranici a celkově zhoršenou bezpečnostní situací vzniká potřeba kontrol přepravy nejen státních orgánů, ale vzrůstá i ostražitost přepravních, distribučních a výrobních podniků k této situaci a tím nutnost zamezení možných útoků a možné nelegální přepravy zboží, omamných a psychotropních látek a nelegální migrace osob. Po vstupu České republiky 1.května 2004 do Evropské unie a dne 21. prosince 2007 zapojení do schengenské spolupráce mělo z části za následek zvýšení nelegálního toku zboží a zvýšení nelegální migrace přes naše území z důvodů možnosti překročení státních hranic v rámci schengenského prostoru bez následných kontrol. Kontrolní činnosti jsou nadále prováděny, ale jsou převážně přesunuty do vnitrozemí.

Zvýšená potřeba kontrol a znalostí možných rizik různých nelegálních aktivit vzniká bezesporu i v průmyslu komerční bezpečnosti. Bezpečnostní agentury se staly nedílnou součástí každodenního života kolem nás. Prováděné ostrahy objektů ať již skladových, výrobních, výzkumných či obchodních a zábavních prostor nebo zajišťování převozu peněz a cenin, zajišťování osobní ochrany života a majetku soukromých osob je nedílnou součástí pracovní náplně bezpečnostních agentur.

V diplomové práci se chci zabývat různými metodami zjišťování nežádoucích osob především v kamionové a kontejnerové přepravě. Bude zmíněno několik způsobů zjišťování, většinou zatím využívané ve státním sektoru. Čtenáře seznámím se základními metodami a prostředky jenž se používají pro tyto činnosti.

První část je věnována fyzikálním vlastnostem zařízení, se kterými se postupně seznámíme v části druhé. Ve třetím bloku bude možné využití v průmyslu komerční bezpečnosti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1. METODY DETEKCE OSOB A VĚCÍ VE VOZIDLECH A KONTEJNERECH

Mezi základní metody užívané v České republice k zjišťování osob a věcí v kamionech a kontejnerech především patří metody s použitím rentgenového záření, přenosu zvuku, skenování – odraz světla a infračervené záření.

### 1.1 Rentgenové záření

#### 1.1.1 Z historie

Rentgenové záření objeveno v druhé polovině 19.století fyzikem W. C. Röntgenem (Obr. 1), profesorem na univerzite ve Würzburgu.



Obr. 1. Wilhelm Conrad  
Röntgen

\*1845 - †1923<sup>1</sup>

Při pokusech s Hittorfovou trubicí (Obr. 2) a ověřování vlastností katodového záření opatřil trubicí lepenkou k odstínění světelného vyzařování z trubic, přičemž si povšiml, že při každém zapojení trubice k napájení opodál ve stínu položené krystaly jasně

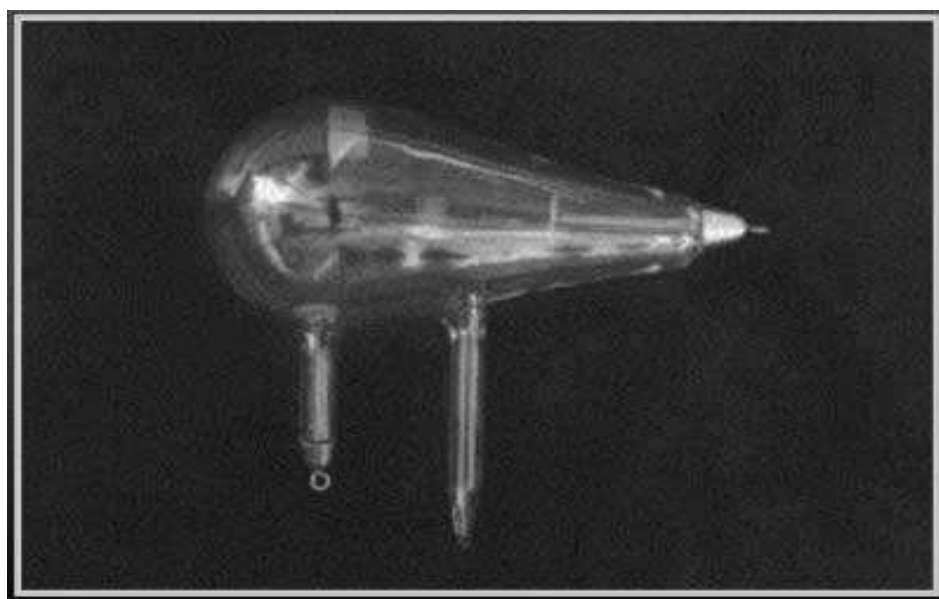
---

<sup>1</sup> <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/k12.htm> [12.2.2011]

světélkují. Domníval se, že trubice není dostatečně světelně odstíněna a krystaly nahradil dobře světelně utěsněnými fotodeskami. Po jejich vyvolání desky zčernaly. Závěr z pokusu byl, že tyto desky byly osvětleny nějakými paprsky, které 8. listopadu 1895 pojmenoval paprsky X.

V následujícím čase se věnoval Röntgen dalšímu výzkumu sledování neznámých paprsků X, přičemž došel k těmto závěrům:

- záření vznikne dopadem elektronů vyzářených z katody trubice na její anodu
- šíření paprsků je přímočaré, vzduch je nijak nezeslabuje
- elektrické či magnetické pole nemá vliv na vychýlení paprsků
- záření proniká i neprůhlednými látkami
- pohlcování záření závisí na hustotě látky, která tvoří překážku
- ionizuje okolní vzduch
- intenzita záření se zvýší zesílením napětí na trubici



Obr. 2. Hittorfova trubice<sup>2</sup>

W. C. Röntgen osvětloval paprsky X různé předměty (Obr. 3) na světlocitlivé fotografické desky a se svými výsledky 28. prosince 1895 seznámil na zasedání Fyzikální a

---

<sup>2</sup> <http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/objevite/objev4/hit.htm> [12.2.2011]

lékařské společnosti ve Würzburgu vědeckou veřejnost ve „Zprávě o novém druhu paprsků“ (Eine neue Art von Strahlen). Na úvod této zprávy se zaměřil na vysvětlení podstaty objevu:

*“Když necháme procházet elektrický výboj většího Ruhmkorffova induktoru Hittorfovou či Crookesovou trubicí nebo podobnou aparaturou a jestliže ji těsně obalíme černým kartonovým papírem v dokonale zatemněné místnosti, stínidlo pokryté kyanidem platnatobarnatým, nacházející se nedaleko trubice, světélkuje a to i tehdy, když citlivou vrstvu odvrátíme od trubice. Tuto fluorescenci pozorujeme i v tom případě, když stínidlo je ve vzdálenosti dvou metrů od experimentálního zařízení. Nejpozoruhodnější na tomto objevu je ta skutečnost, že určitý aktivní činitel prochází černým obalem, který je neprůsvitný pro viditelné a ultrafialové záření Slunce nebo elektrického oblouku ...”<sup>3</sup>*



Obr. 3. Ruka W. C. Röntgena osvětlena X paprsky<sup>4</sup>

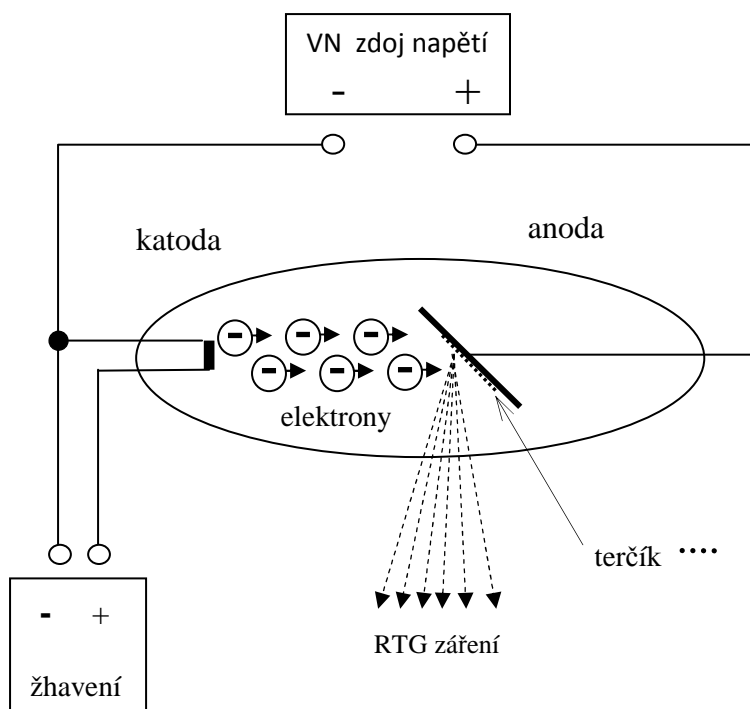
<sup>3</sup> <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/k11.htm> [citace 12.2.2011]

<sup>4</sup> [http://formaementis.files.wordpress.com/2008/11/anna\\_berthe\\_roentgen.gif](http://formaementis.files.wordpress.com/2008/11/anna_berthe_roentgen.gif) [14.2.2011]

23. ledna 1896 na návrh anatoma A. von Kollikera byly paprsky X pojmenovány Röntgenovým jménem. Tento objev se zpočátku nejvíce rozšířil v lékařství, až následně zasáhl široké spektrum vědních oborů. V Čechách bylo rentgenové záření poprvé použito v lednu 1897 MUDr. Rudolfem Jedličkou při první operaci provedené na základě diagnostiky rentgenem.

### 1.1.2 Fyzikální vlastnosti rentgenového záření

Rentgenové záření je ve své podstatě elektromagnetické vlnění s velmi malou vlnovou délkou  $\lambda = 10^{-8}$  až  $10^{-12}$  m (též označováno: 1Å – angström =  $10^{-10}$ m), což odpovídá frekvenci  $f = 10^{17}$  až  $10^{20}$  Hz. Vzniká tokem rychle letících elektronů z katody rentgenky k anodě, jejíž součástí je i terčík nejčastěji z wolframu. Zde dochází k pohlcování letících záporných elektronů na kladné elektrodě anody a zároveň k částečnému odrazu průchodem elektronů terčíkem, ale již ve formě fotonů – vznik rentgenového záření (Obr. 4).



Obr. 4. Zjednodušené schéma rentgenky

Pro žhavicí napětí se používá 12V. Vysokonapěťový (VN) zdroj má napětí na elektrodách v rozmezí 20 – 150kV, u průmyslových zařízení může dosahovat VN zdroj 30 – 450kV.

Elektron, který máme se základním elektrickým nábojem  $e=1,60219 \cdot 10^{-19}$  [C] má tedy v elektrickém poli mezi dvěma elektrodami s potenciálním rozdílem  $U=1$  V potenciální energii  $E_p$  [J] a můžeme tedy napsat podle vztahu

$$E_p = U \cdot e = 1 \text{ eV} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ [J]} \quad (1)^5$$

kde  $e$  – elektrický náboj [C - coulomb]

eV – elektronvolt – jednotka energie

$E_p$  – potenciální energie [J - joule]

VN napětím na rentgence  $U$  mezi katodou a anodou řídíme kinetickou (pohybovou) energii emitovaných (vystřelovaných) elektronů, ale také tvrdost a vlnovou délku rentgenového záření. Elektron o celkové hmotnosti  $m$  v elektrickém poli mezi katodou a anodou získá rychlost  $v$  a potenciální energie elektronu  $E_p$  se přemění na kinetickou energii  $E_k$ . Prahová vlnová délka  $\lambda_{min}$  odpovídá jedině srážce elektronu s atomem terčíku, při níž elektron ztratí celou počáteční energii. Energie se nám přemění v energii jediného fotonu  $E_e$ , jehož prahová vlnová délka vyvolaného rentgenového záření je určena vztahem

$$E_e = E_k = \frac{1}{2} m v^2 = E_p = U \cdot e = hf = \frac{h \cdot c}{\lambda_{min}} \quad (2)^5$$

kde  $h$  – Planckova konstanta  $h = 6,6260755 \cdot 10^{-34}$  J·s,

$f$  – kmitočet,

$\lambda_{min}$  – prahová (minimální) vlnová délka,

---

<sup>5</sup> KREIDL, Marcel; ŠMÍD, Radislav. *Technická diagnostika : senzory, metody, analýza signálu*. 1. Praha : BEN, 2006. 408 s.

$m$  – hmotnost elektronu,

$v$  – rychlost elektronu,

$e$  – elektrický náboj,

$c$  – rychlost světla  $c = 2,999792458 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,

$E_p$  – potencionální energie,

$E_k$  – kinetická energie,

$E_e$  – energie jediného fotonu.

Převážně se používá 0,3 – 0,5 maximální budicí energie elektronu. Tok elektronů řídíme nastavením žhavicího proudu (řádově mA) – proud rentgenky, a z výše uvedeného vyplývá, že pokud jsme schopni regulovat tok elektronů, můžeme nastavovat intenzitu rentgenového záření a při konstantním napětí na rentgence i celkovou energii zářivého toku fotonů.

### 1.1.3 Využití rentgenového záření

V současné době rentgenové záření využívá řada oborů. Stále převažuje lékařská diagnostika, v průmyslu převažuje diagnostika stavu použitého materiálu a zjišťování možných závad použitých materiálů a stavu výrobků. S rozvojem elektroniky se začaly rentgenové přístroje využívat i v bezpečnostním průmyslu, a to především v letecké dopravě na terminálech letišť, k doplňkové ostraze objektů při vstupu/výstupu osob a věcí, ale také nákladní dopravě, ať kamionové či lodní.



## 1.2 Zvukové vlnění

### 1.2.1 Z historie akustiky

Všude kolem nás je spousta zvukových podnětů, které si ani neuvědomujeme, přijímáme je jako samozřejmost každodenního dění, ale již v dávných dobách se užívalo zvukových vjemů k dorozumívání mezi kmeny, poslechu okolí při lovu či strážení osad při obraně před útoky nepřátel. Z vyučování fyziky a předvádění pokusů s šířením zvukových vln si každý vzpomene na dva kelímky propojené provázkem. Vždy je jeden kelímek jako mikrofon, provázek vlnovod a druhý kelímek reproduktor, jeden hovoří a druhý poslouchá. Akustická vlna se nám šíří po napnutém provázku.

### 1.2.2 Fyzikální vlastnosti zvuku

Všemi fyzikálními ději spojenými se zvukem, ať již s jeho vznikem, přenosem a šířením nebo vlastním vnímáním zvukových podnětů každého jedince se zabývá akustika a jako taková je jednou z nejstarších vědních oborů fyziky. Z celého oboru zabývajících se akustikou nás bude zajímat především vznik zvukových vln a jeho šíření prostředím – fyzikální akustika, a dále se budeme zabývat záznamem, šířením a reprodukcí zvuku s využitím elektrického proudu – elektroakustikou.

Zdrojem zvuku je ve své podstatě cokoli z našeho okolí, pouze je třeba si uvědomit, že jeho další šíření je závislé na prostředí a jeho pružnosti o libovolném skupenství, ať plynném, kapalném či pevném, kterým se šíří. Mezi nejběžnější patří vzduch. Dobré vodiče zvukových vln jsou například beton, sklo, ocel, a podobně. Následující tabulka (Tab. 1) uvádí stručný přehled materiálů a rychlost šíření zvuku v nich [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ].

Tab. 1. Rychlost šíření zvuku <sup>6</sup>

| Prostředí                         | Rychlost šíření | Prostředí         | Rychlost šíření |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| vzduch, -20°C, 10 <sup>5</sup> Pa | 319             | dřevo, po letech  | ≈ 4300          |
| vzduch, 0°C, 10 <sup>5</sup> Pa   | 332             | dřevo, napříč let | ≈ 1500          |
| vzduch, 20°C, 10 <sup>5</sup> Pa  | 343             | papír             | ≈ 2000          |
| vzduch, 40°C, 10 <sup>5</sup> Pa  | 356             | cihly, beton      | ≈ 2200          |
| ocel                              | ≈ 5200          | beton             | ≈ 3000          |
| hliník                            | ≈ 4900          | voda, 14°C        | 1450            |
| sklo                              | ≈ 5300          | PVC               | ≈ 850           |
| mosaz                             | ≈ 3500          | technická pryž    | ≈ 60            |
| olovo                             | ≈ 1300          | vlákniny          | ≈ 40            |

Rychlost šíření zvukové vlny je závislá na látkových konstantách a tvaru prostředí, kterým se vlna šíří. Změříme-li vlnovou délku vlny  $\lambda$  a frekvenci  $f$  případně periodu  $T$  v daném prostředí, lze ze vztahu

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

(3)<sup>7</sup>

vypočítat rychlost  $v$  zvukové vlny v daném prostředí.

Rychlost šíření zvukové vlny tenkou tyčí můžeme vyjádřit:

$$v = \frac{\sqrt{E}}{\rho} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4)$$

kde  $E$  – modul pružnosti v tahu,

$\rho$  – hustota tyče.

V plynech můžeme vyjádřit rychlost šíření zvuku  $v$  například Laplaceovým vzorcem:

$$v = \sqrt{\kappa \cdot \frac{p}{\rho}} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (5)$$

<sup>6</sup> SMETANA, Ctirad. *Hluk a vibrace : měření a hodnocení*. 1. Praha : Sdělovací technika, 1998. 188 s. ISBN 80-901936-2-5.

<sup>7</sup> HALLIDAY, D; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fyzika : Elektromagnetické vlny - Optika - Relativita*. 1. české. VUT Brno : VUTIUM, PROMETHEUS, 2003. 1198 s. ISBN 80-214-1868-0, 81-7196-213-9.

kde  $\kappa$  – Poissonova konstanta ( $\kappa$  – Kappa),

$p$  – tlak plynu,

$\rho$  – hustota plynu.

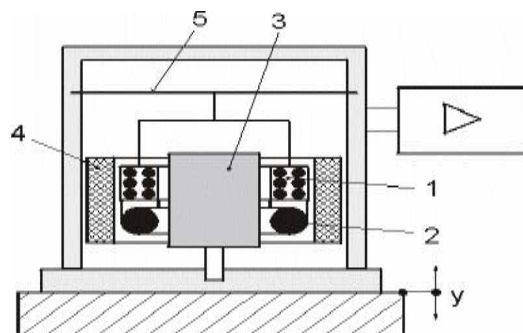
Poissonova konstanta  $\kappa$  - poměr měrných tepelných kapacit při stálém tlaku  $c_p$  a stálém objemu  $c_v$

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v} \quad [-] \quad (6)$$

### 1.2.3 Snímač akustického tlaku - mikrofon

Mikrofon je ve své podstatě akusticko-mechanicko-elektrický měnič, který snímá kmitavé podněty z prostředí a následně je převádí na elektrický signál. V současnosti se nejčastěji používají dynamické (Obr. 5), elektrostatické nebo piezoelektrické mikrofony. Při měření hluku se výhradně používá elektrostatický-kondenzátorový mikrofon.

Pro účely měření vibrací a otřesů, které bude využívat dále popisované zařízení firmy AVIAN – detektor skrytých osob, je využit elektrodynamický seismický snímač absolutních vibrací.



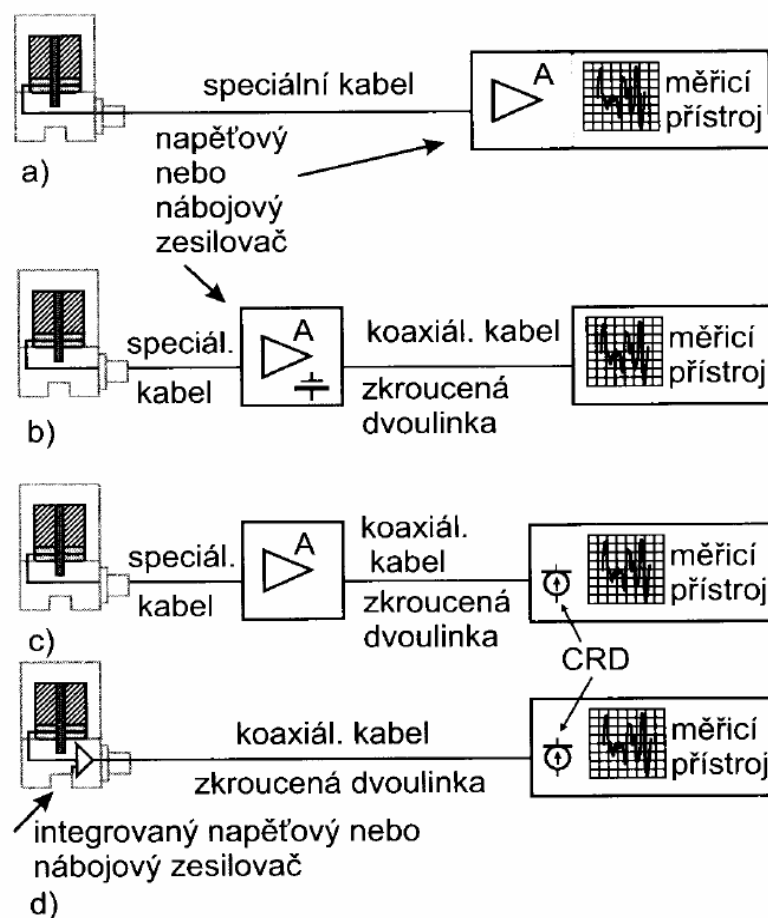
Obr. 5. Elektrodynamický senzor<sup>6</sup>

Popis obrázku:

1. Snímací cívka, 2. Tlumič vinutí, 3. Válcová část magnetického obvodu, 4. Pernamentní magnet, 5. Membrána, y - snímací plocha

### 1.2.4 Propojení a zpracování elektroakustického signálu

Nejčastěji používané metody propojení snímačů zvuku s měřicími soustavami (Obr. 6) a jejich následné zpracování na různá zobrazovací média nebo tiskárny dělíme podle měřicího řetězce na nábojové – vysokoimpedanční typ s externím zesilovačem, a napěťová – nízkoimpedanční typ s integrovaným zesilovačem do pouzdra vlastního snímače nebo zesilovač zapojený na propojovacím kabelu ze snímače do vlastní měřicí soupravy. Zesilovač výstupního akustického signálu ze snímače zde má vždy funkci impedančního konvertoru.



Obr. 6. Možná propojení snímačů s měřicí soupravou<sup>8</sup>

<sup>8</sup> KREIDL, Marcel; ŠMÍD, Radislav. *Technická diagnostika : senzory, metody, analýza signálu*. 1. Praha : BEN, 2006. 408 s. ISBN 80-7300-158-6.

*Různá uspořádání snímačů měřicího řetězce piezoelektrických akcelerometrů:*

- a) zesilovač je zabudován v měřicím přístroji,
- b) zesilovač napájený z akumulátoru, který může být umístěn i v měřicím přístroji a je zabudován v kabelovém konvertoru,
- c) zesilovač v kabelovém konvertoru je proudově napájen diodou CRD – Current Regulator Diodes – diodový zdroj proudu,
- d) zesilovač je integrován v akcelerometru a napájen proudově diodou CRD<sup>8</sup>

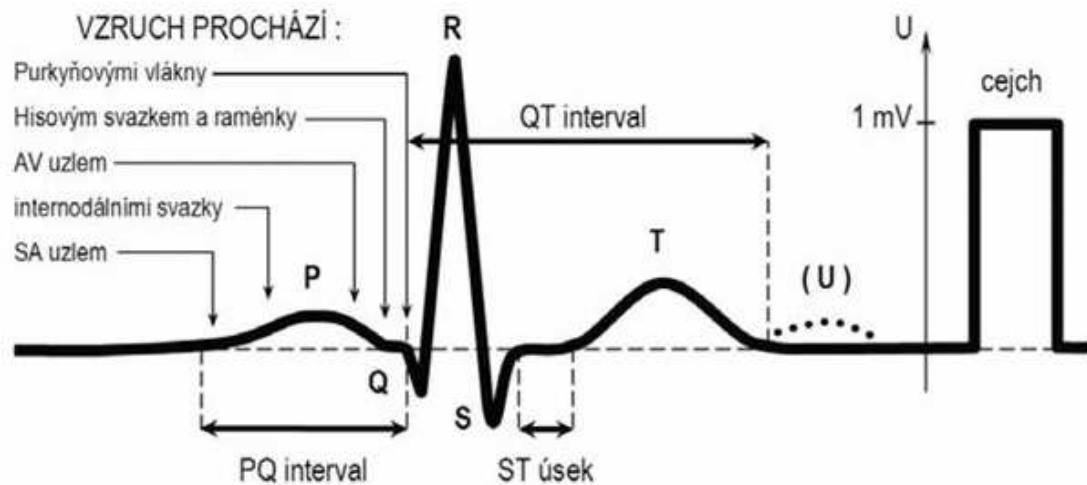
U vysokoimpedančního propojení je nutno používat speciální nízkošumový kabel. Citlivost měřičů se také podstatně zhorší se změnou kapacity a svodového odporu propojovacích kabelů. Výhodou je především možnost volby zesílení – dynamický rozsah externího zesilovače až 120dB.

Nízkoimpedanční propojení má podstatnou nevýhodu oproti vysokoimpedančním propojením v tom, že má pevně stanovené zesílení výrobcí a je citlivé na elektrostatický výboj. Výhodu můžeme spatřovat v použití lacinějšího propojovacího koaxiálního kabelu nebo kroucené dvoulinky bez následného vlivu délky kabelu na vlastní citlivost snímače a na poměr signál/šum, větší frekvenční rozsah, nižší pořizovací cena, jednodušší montáž. Mezi výhody můžeme započítat i automatickou diagnostiku zesilovače a kabelu monitorováním a vyhodnocováním hodnoty předpětí.

K vlastnímu zobrazení můžeme použít výstup na tiskárnu, ale v době výpočetní techniky se samozřejmě maximálně využívá jako zobrazovače, analyzátoru a nahrávače vlastní počítač s různým programovým vybavením, převážně dodávaným jako subdodávka s vlastními snímači.

### **1.2.5 Elektrokardiogram**

Je na místě zmínit se o principu elektrokardiogramu - EKG. Dále zmiňované zařízení bude s touto metodou snímání tepu pracovat. Elektrokardiograf je grafické vyjádření elektrické aktivity srdce (Obr. 7).

Obr. 7. Křivka elektrické aktivity srdce<sup>9</sup>

Typický záznam z EKG se skládá z mnoha křivek po sobě se opakujících. Tyto křivky jsou odchylkami od základní osy nazývané izoelektrická čára. Každá z odchylek od izoelektrické čáry znamená elektrickou aktivitu srdce. Je definováno pět základních odchylek označované písmeny P, Q, R, S a T.

Jeden cyklus srdeční aktivity je prezentován skupinou křivek, které začínají vlnou P, následným zvlněním skupinou křivek QRS a končí vlnou T. Počet tepových cyklů srdce v klidu je  $70 \div 80$  úderů za minutu.

Typické časové intervaly jednotlivých úseků:

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| Interval P-R | $0,12 \div 0,20$ sekundy |
| Interval QRS | $> 0,1$ sekundy          |
| Interval Q-T | $> 0,38$ sekundy         |

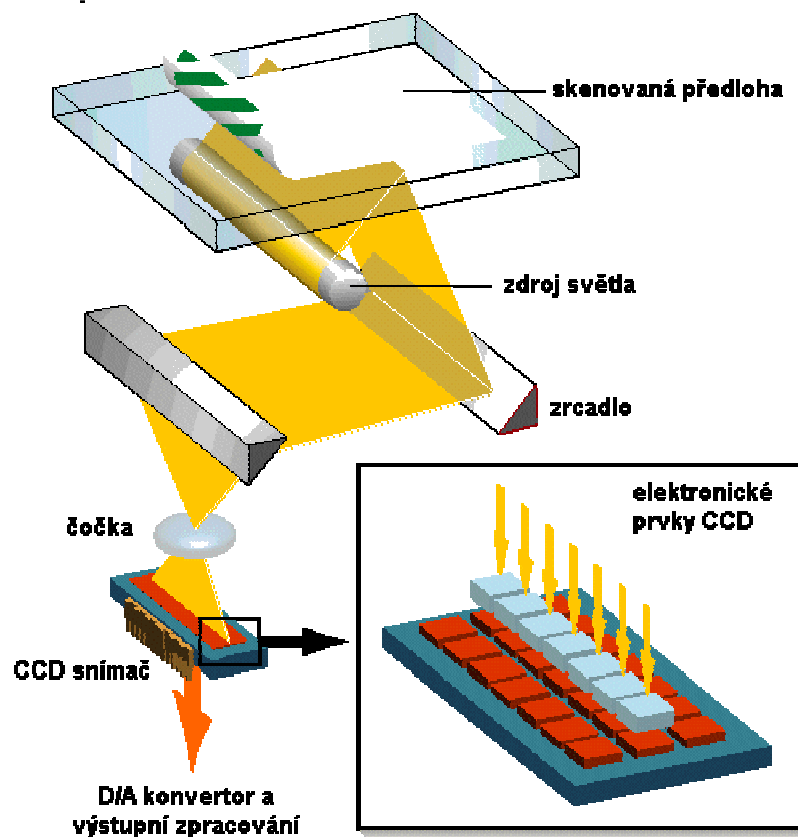
## 1.3 Skener

### 1.3.1 Z historie skeneru

Skener (Obr. 8) je velmi mladé zařízení oproti fotografii či textu, s kterým převážně pracuje. Význam skeneru je především v přenášení předloh do digitální podoby a

<sup>9</sup> [http://www.medicabaze.cz/index.php?sec=term\\_detail&catId=18&cname=Kardiologie&termId=3253&name=EKG&h=empty#jump](http://www.medicabaze.cz/index.php?sec=term_detail&catId=18&cname=Kardiologie&termId=3253&name=EKG&h=empty#jump) [16.3.2011]

možnost další práce s těmito soubory již v digitální podobě. S vývojem elektrotechniky a miniaturizace součástkové základny se zlepšila především rozlišovací schopnost a kvalita skenování. Naopak ceny skenerů, které byly kdysi tak vysoké, se dnes, hlavně u nižších a středních tříd podstatně snížily. Mimo jiné existují skenery, které nesnímají jen obrázkové a textové předlohy, ale dokáží skenovat i 3D objekty.



Obr. 8. Zjednodušené schéma funkce skeneru<sup>10</sup>

V dnešní době se používají dva druhy nasvícení snímaného objektu a jejich snímání. Ve starších typech skenerů se používala chladná katodová lampa – zářivka, jako snímací prvek je zde použit CCD (*Charge Coupled Device*), snímač citlivý na elektrický náboj. Přeměňuje energii dopadajícího světla na energii elektrického signálu a následně převádí na signál digitální. Ve skeneru je použita soustava zrcadel a čoček k dosažení co nejlepšího světelného toku právě na snímací CCD prvek.

<sup>10</sup> <http://www.markonet.cz/pages/vyuka/principy-pocitacu/skenery/schema-skenovani-predlohy.php>  
[16.3.2011]

Novější technologie využívaná ve skenerech CIS (*Compact Image Sensor*) – kompaktní obrazový senzor (Obr. 9). U těchto skenerů je osvětlovací i snímací část na jedné pracovní liště. Jednu řadu tvoří vysoce svítivé LED diody – osvětlení, a řada diod světlocitlivých – snímač. V takto vyrobených skenerech je minimum optických soustav. Cena a velikost skenerů se podstatně snížila na úkor kvality snímané scény.



Obr. 9. CIS snímač<sup>11</sup>

---

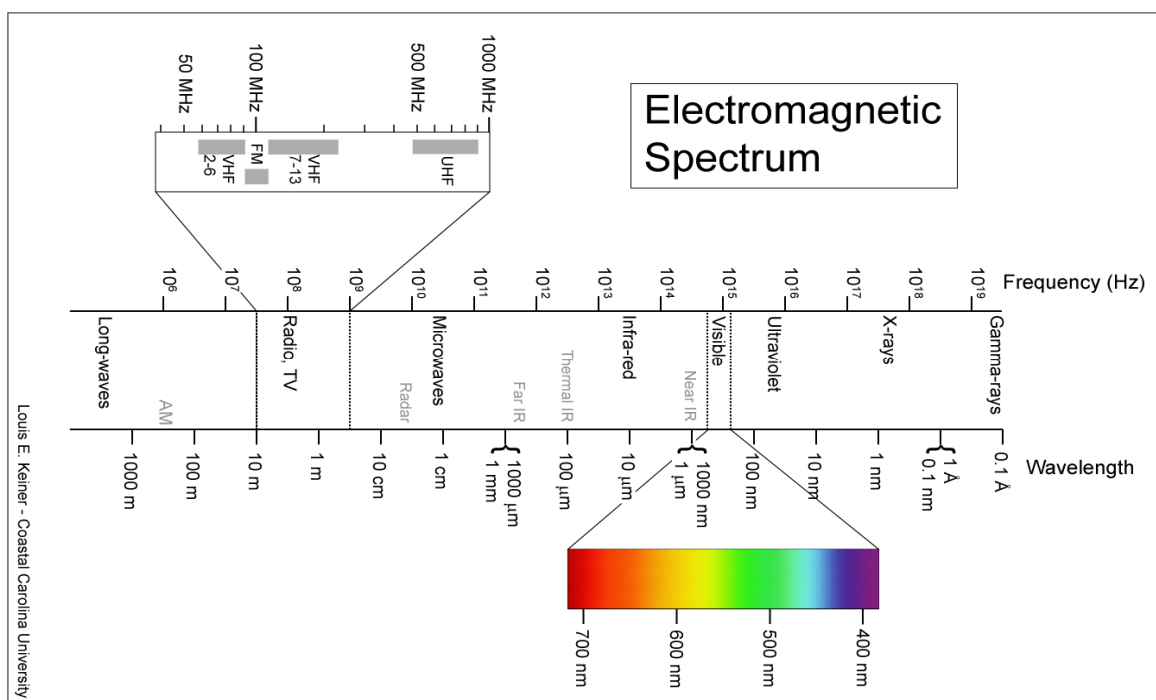
<sup>11</sup> <http://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/research/activities/capabilities/cis.cfm> [16.3.2011]



## 1.4 Infračervené záření

### 1.4.1 Fyzikální zákonitosti infračerveného záření

V části věnované infračervenému záření budeme vycházet z vědomí, že každá věc, člověk či zvíře vydává nějaký typ elektromagnetického vlnění. Ve své podstatě se jedná o tepelné záření – sálání vyzařované například člověkem. Pro teplotu lidského těla je udávané *teplotní záření v teplotním rozmezí  $-273\text{ }^{\circ}\text{C} \div +560\text{ }^{\circ}\text{C}$* <sup>12</sup>, o vlnové délce  $\lambda$  (wavelength) tohoto záření v rozmezí  $\lambda = 9,3 - 9,4\mu\text{m}$  (Obr. 10) – v pásmu infračerveného záření.



Obr. 10. Elektromagnetické spektrum<sup>13</sup>

Díky tomu, že infračervené záření nám prakticky vyzářují všechna tělesa v našem okolí, nejsme omezeni tato zařízení použít ve tmě či za snížené viditelnosti. Především se jedná o dalekohledy s nočním viděním, fotoaparáty a kamery přímo vyrobené se snímacími prvky infračerveného záření nebo pasivní infračervené snímače v zabezpečovací technice.

Snímání infračerveného obrazu je v podstatě obdoba snímání obrazu na filmu, na CCD prvku digitálního fotopřístroje nebo v lidském oku. U všech těchto snímačů je

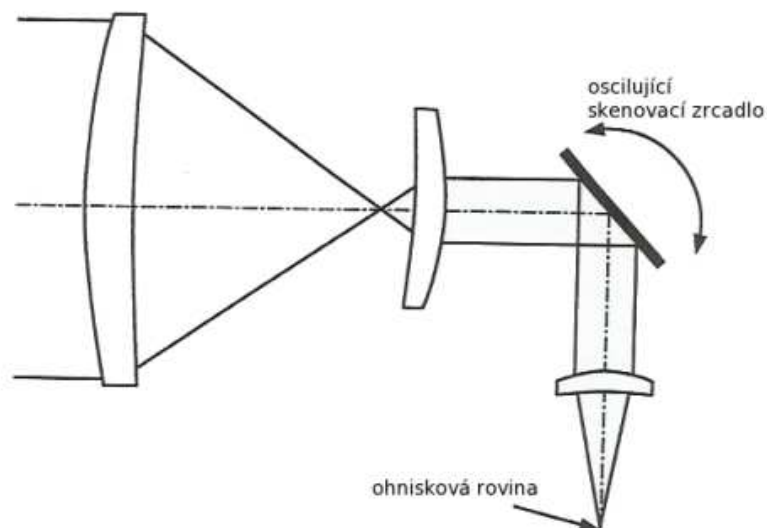
<sup>12</sup> doc.LUKÁŠ Luděk, Technické prostředky bezpečnostního průmyslu, studijní materiály

<sup>13</sup> <http://kingfish.coastal.edu/marine/Animations/index.html> [20.3.2011]

společné, že v obrazové rovině jsou umístěny světlocitlivé prvky, které zachytí obraz. Do ohniskové roviny objektivu se tedy umísťuje snímací plocha infračerveného detektoru - FPA (focal plane array).

Infračervené detektory pro tepelné záření vyžadují při své výrobě speciální postupy, přičemž náklady na jejich výrobu se podstatně zvětšují. Kvůli své nákladnosti na výrobu těchto infračervených snímačů byly v počátku využívány k detekci jen "jednopixelové" prvky. Zorné pole bylo snímáno ve dvou na sobě kolmých směrech, a tudíž se obraz zaznamenal v časové posloupnosti bod po bodu.

Později se začaly vyrábět lineární snímače, kdy v jedné línii byla umístěna řada snímačů a snímání probíhalo jen v jednom směru. Vlastní snímání bylo realizováno kmitavým pohybem zrcadla (Obr. 11).

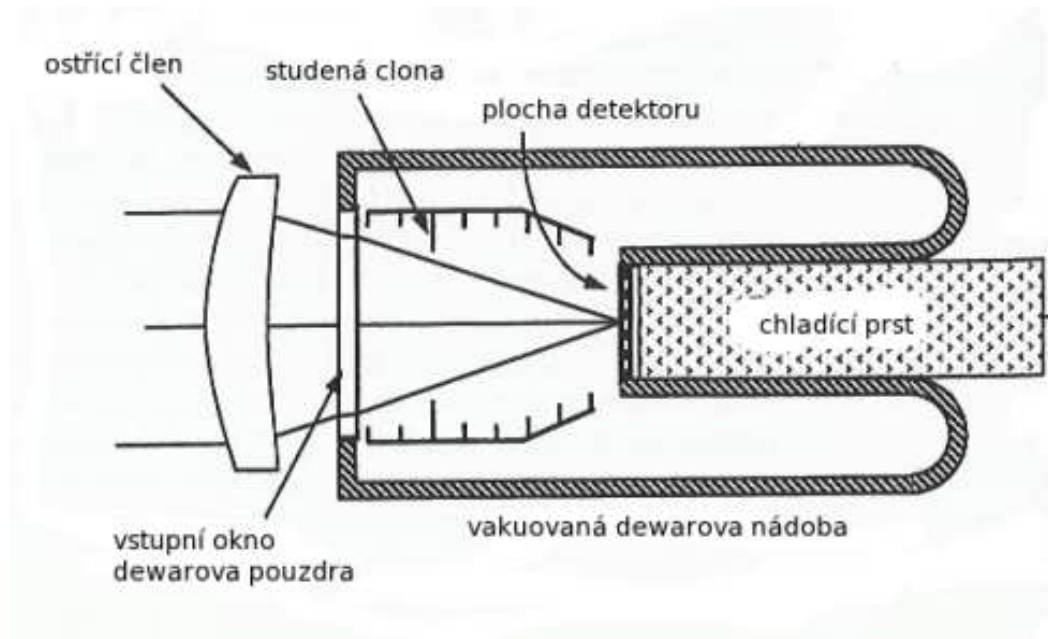


Obr. 11. Snímání IR záření <sup>14</sup>

Nově vyráběné detektory jsou již dvourozměrné a tudíž umožňují současnou detekci celého snímaného pole jako u CCD prvků. Zde se ale také projevuje již zmiňovaná zvláštnost, že všechny předměty mají své tepelné záření, které vyzařují do svého okolí, tedy i objímky objektivu, zobrazovací čočky a dokonce detektor sám. Toto vše vedlo k vyvinutí speciálního pouzdra (Obr. 12) k umístění vlastního infračerveného snímače, které zabrání zobrazování nežádoucích jevů například zdvojení obrazů, rozostření,

<sup>14</sup> <http://www.infrared.cz/Technologie/Termovize/> [2.4.2011]

rozkmitání a podobně. Celý systém je doplněn nezářivými clonami a také musí být zajištěno dostatečné chlazení detektoru.



Obr. 12. Pouzdro infračerveného detektoru<sup>15</sup>

Poznámka: Dewarova nádoba<sup>16</sup> – obdoba známé termosky; jedná se o vakuovou nádobu bez víka nebo s víkem záměrně netěsnícím. Dvojitěná s vakuem nám umožní lepší izolační vlastnosti.

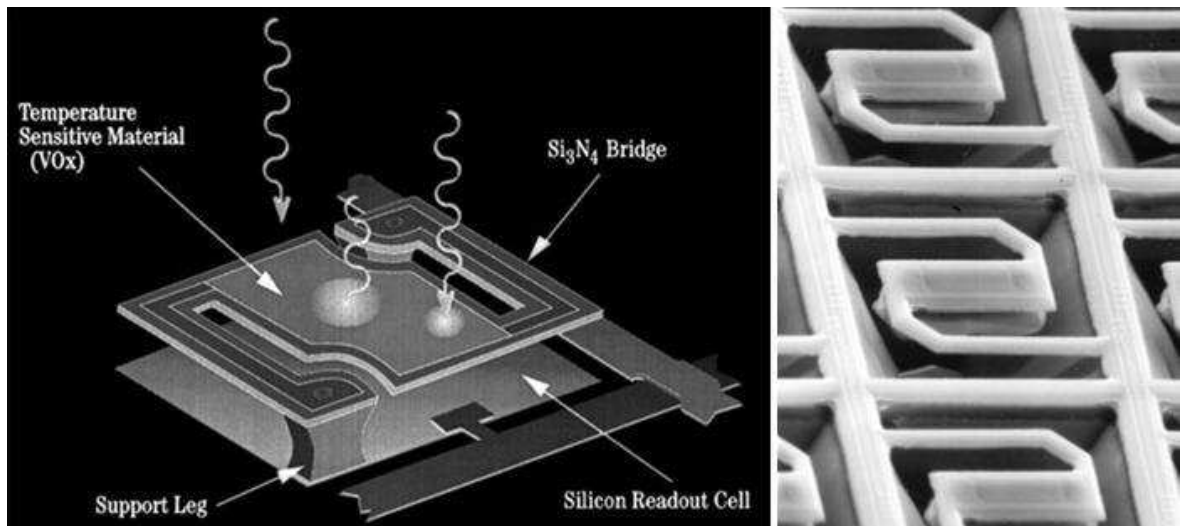
Materiály pro výrobu zobrazovacích prvků musí být schopny propouštět oblast vlnových délek infračerveného záření. Optické sklo je pro tyto účely nepoužitelné. Typickými materiály užívané k výrobě čoček pro infračervené objektivy jsou převážně z germania (Ge), safíru, zinkoselenové (ZnSe), sulfidu zinečnatého (ZnS) nebo Catena-poly-disubstituovaný křemík (Csi). Tyto materiály jsou většinou nepropustné pro viditelné světlo.

V současnosti se nejčastěji používají v termokamerách výhradně infračervené senzory ve formě čipů takzvané bolometry (z řeckého bole: paprsek). Jedná se o bezdotykové měření teploty celkového vyzářeného tepelného výkonu prostřednictvím infračerveného záření. Tvoří tak alternativu k ostatním sensorům pro bezdotykové měření

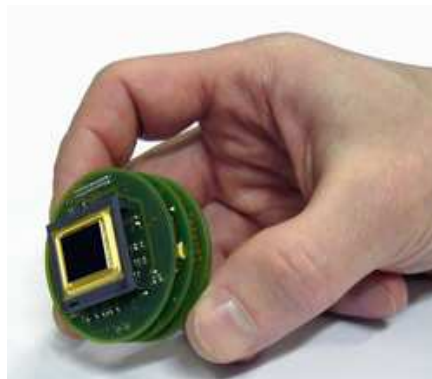
<sup>15</sup> <http://www.infrared.cz/Technologie/Termovize/> [2.4.2011]

<sup>16</sup> <http://fyzmatik.pise.cz/10259-rozdil-mezi-dewarovou-nadobou-a-termoskou.html> [2.4.2011]

teploty, infratermočlánky, pyroelektrické senzory a fotonové snímače. Díky miniaturizaci se bolometry vyrábějí v podobě integrovaných obvodů obsahující sestavu několika desítek až tisíců bolometrů do matice označované jako mikrobolometry (Obr. 13a,b)<sup>17</sup>.



Obr. 13a. Jeden čip bolometru - vlevo, matice z čipů - vpravo



Obr. 13b. Bolometr

---

<sup>17</sup> [http://wll.kr/bbs/board.php?bo\\_table=qna&wr\\_id=1235](http://wll.kr/bbs/board.php?bo_table=qna&wr_id=1235) [14.4.2011]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 2 ZAŘÍZENÍ UŽÍVANÉ K DETEKCI OSOB A VĚCÍ VE VOZIDLECH A KONTEJNERECH

Mezi nejčastěji používaná zařízení k detekci osob a věcí v kamionové dopravě a přepravě kontejnerů jsou především používaná zařízení pracující s rentgenovým zářením, infračerveným zářením na bázi vyzařování tepelných stop, detekcí zvuku s použitím citlivých mikrofonů a snímání částí vozidla za užití vozidlového skeneru.

### 2.1 Rentgen HEIMANN CARGO VISION (HCV) firmy „Smiths Detection Inc“

#### 2.1.1 HCV mobile V2

V České republice jsou využívány mobilní rentgen Autovan Linescan 207 na podvozku Mercedes Sprinter 413CDI, který poskytla jako dar vláda Spojených států amerických České republice na pomoc proti terorismu a šíření zbraní hromadného ničení.

*„V pátek 26 listopadu 2004 předal velvyslanec Spojených států amerických pan William Cabanis generálnímu řediteli GŘC Zdeňkovi Richtrovi dar vlády USA – mobilní rentgen.*

*Tento dar je symbolem porozumění společného úsilí ČR a USA v boji proti terorismu a šíření zbraní hromadného ničení a souvisí s programem EXBS (Export Control and Border Security Program – Program na ochranu hranic a exportu), jenž je financován vládou USA a spadá pod Ministerstvo obrany a bezpečnosti USA.“<sup>18</sup>*

Druhý mobilní rentgen HCV mobile V2 (Obr. 14) je využíván Celní správou České republiky, který byl ve stejném roce pořízen z rozpočtových zdrojů Ministerstva financí České republiky a Generálního ředitelství cel především na odhalování omamných

---

<sup>18</sup> Tisková zpráva Generálního ředitelství cel ČR: <http://www.celnisprava.cz/cz/tiskove-zpravy/2004/Documents/041126b.html> [26.3.2011]

a psychotropních látek a na zboží podléhající podle zákona 353/2003 Sb., § 41, Oprávnění celních úřadů a celních ředitelství, odstavec 4, Zákon o spotřebních daních.

*„Kterýkoliv celní úřad nebo celní ředitelství jsou oprávněny zastavovat dopravní prostředky a provádět jejich kontrolu za účelem zjištění, zda druh a množství dopravovaných vybraných výrobků odpovídají druhu a množství vybraných výrobků uvedených v průvodních dokladech nebo v dokladech stanovených pro dopravu vybraných výrobků. Tuto kontrolu jsou celní úřad nebo celní ředitelství oprávněny provádět také u dopravovaných zásilek. Kontrolovaná osoba je povinna úkony vyplývající z tohoto oprávnění strpět a poskytnout celnímu úřadu nebo celnímu ředitelství potřebnou součinnost“<sup>19</sup>.*

Sem především patří vybrané výrobky jako jsou tabák, tabákové výrobky, alkohol a výrobky z něj, minerální oleje, a podobně.

Dále slouží k podpoře činností při pátrání po zboží uniklém celnímu dohledu a při kontrole přeprav mezi členskými státy Evropské unie a přeprav na území České republiky. K této činnosti je celní správa zmocněna na základě zvláštních právních předpisů, například zákona č. 185/2004 Sb., o Celní správě České republiky, zákona č. 185/2001Sb., o odpadech, § 77, který přímo ukládá celním úřadům *„kontrolu vnitrostátní i přeshraniční přepravu odpadů; kontrolu dovozu baterií a akumulátorů ze států, které nejsou členskými státy Evropské unie. Mohou také ukládat nápravná opatření při porušení povinností vztahujících se k přepravě odpadů“*.<sup>20</sup> Patří zde zmínit i kontrolu nebezpečných látek – ADR (Accord Dangereuses Route) - evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí dle zákona 356/2003 Sb.<sup>21</sup>, § 36, kde se určuje vedení evidence zásilek, kontroluje dovoz a vývoz těchto látek, balení a správné označení těchto látek, dává podněty ministerstvu k výkonu státního dozoru při dovozu a vývozu látek a přípravků, a podobně.

---

<sup>19</sup> Zákon 353/2003Sb. ze dne 26.září 2003, o spotřebních daních, § 41 Oprávnění celních úřadů a celních ředitelství, odstavec 4

<sup>20</sup> Zákon 185/2001Sb. ze dne 15.května 2001, o odpadech

<sup>21</sup> Zákon 356/2003 Sb. Ze dne 23.září 2003, o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů



Obr. 14. Mobilní rentgen HCV mobile V2<sup>22</sup>

Využití mobilního rentgenu HCV mobile V2 je nepochybně také v boji proti terorismu, nelegální migraci (Obr.15a,b) a přepravě omamných a psychotropních látek a jedů na území celé České republiky.

Toto zařízení dokáže během několika minut oskenovat celý ložný prostor kamionu včetně kabiny nebo kontejneru a obsluha vyhodnotí pořízený obraz. Mezi jeho velké přednosti patří především mobilita a operativnost nasazení v relativně krátkém časovém horizontu v rámci celého území ČR.

Model mobilního rentgenu HCV mobile V2 zakoupený v roce 2004 bohužel neumožňuje rozlišování organických a anorganických látek jako již v současnosti vyráběné modely firmy HCV (Tab. 2).

---

<sup>22</sup> Generální ředitelství cel, Budějovická 7, Praha [e-mail,22.04.2011]





a) záběry z rentgenu HCV



b) fotodokumentace Celního ředitelství Brno

Obr. 15a,b. Záchyt běženců 17.7.2006 Břeclav<sup>23</sup>

## 2.1.2 Technické informace HCV mobile V2

HCV mobile V2 je klasifikováno jako významný zdroj ionizujícího záření<sup>24</sup>, využívající brzdné záření generované svazkem elektronů o energii 3,8MeV, proudu 3,2μA

---

<sup>23</sup> <http://www.celnisprava.cz/cz/crbrno/tiskove-zpravy/2006/Stranky/060717-celnici-objevili-bezence.aspx> [26.3.2011]

<sup>24</sup> Zákon 18/1997 Sb. o mírovém využití jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon); Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost 213/2010 Sb. o evidenci a kontrole jaderných materiálů a oznámení údajů požadovaných předpisy Evropských společenství.

z lineárního urychlovače typu Linatron M3 firmy Varian Medical Systems. Penetrace udávána až 270mm oceli.

Rentgen je instalován na podvozku vozidla MERCEDES ATEGOS 2528.

Rozměr vozidla pro převoz 11,9x2,5x4,0 m (DxŠxV).

Pracovní teplota v rozmezí  $-15 \div 45^{\circ}\text{C}$ .

Rozteč (Obr. 16) skenované scény 0,4(1)  $\div$  4,65(2) m.

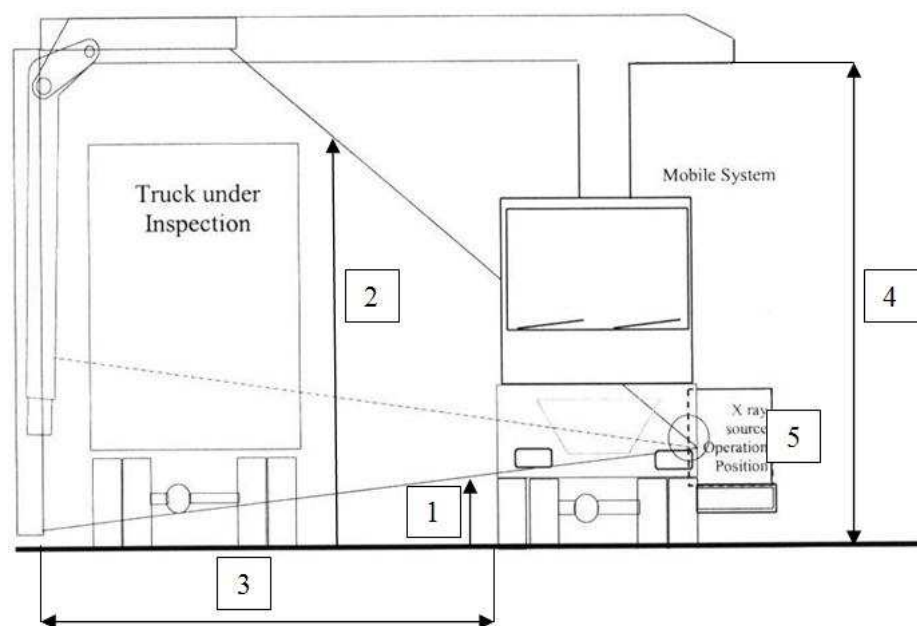
Maximální velikost kontrolované zásilky 28x2,8(3)x4,65(4) m.

Maximální povolené zatížení nárazového větru:

rozkládání rampy 70km/hod. respektive 95km/hod. vlastní skenování.

Napájení: 3x400V/50Hz z diesel generátoru 44kVA Atlas Copco.

Rychlost kontroly: 25 vozidel za hodinu.



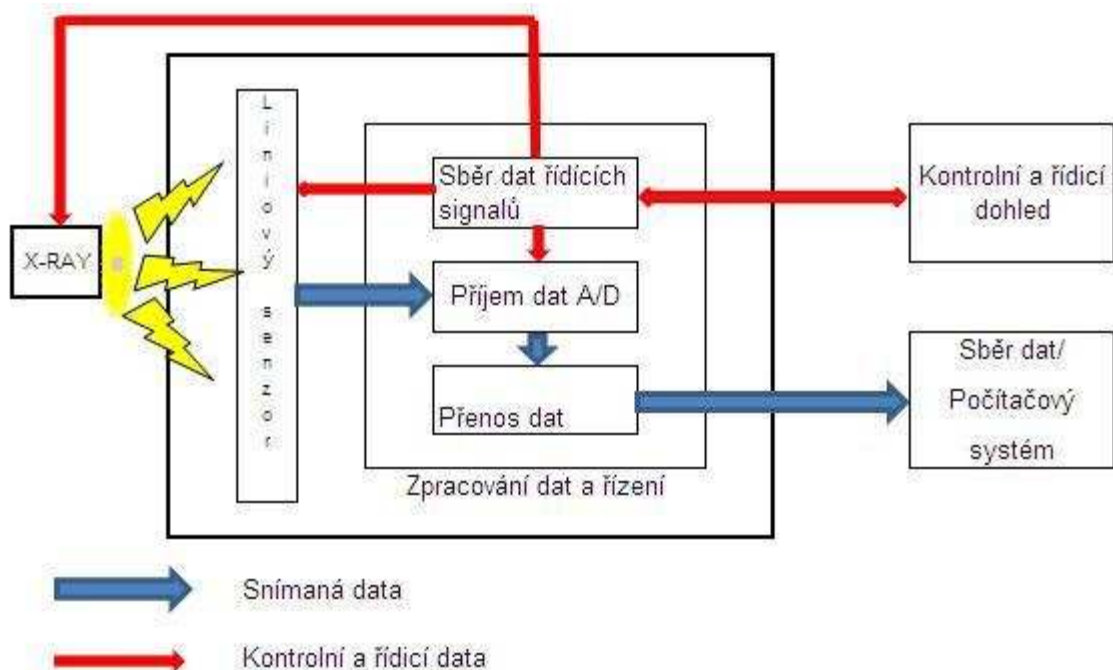
Obr. 16. Poziční členění snímání<sup>25</sup>

Kolimátor (zaměřovač) slouží především k přesnému zaměření snímaného objektu a správného nastavení toku paprsků z rentgenové lampy do požadovaného směru. Vlastní

<sup>25</sup> Firemní materiály SMITHS HEIMANN: Technical offer HCV-Mobile 3.8MeV, 2003

lampa je odstíněna a směřována od své středové osy lampy v rozmezí úhlů  $-150^\circ \div +35^\circ$  (Obr. 16)(5).

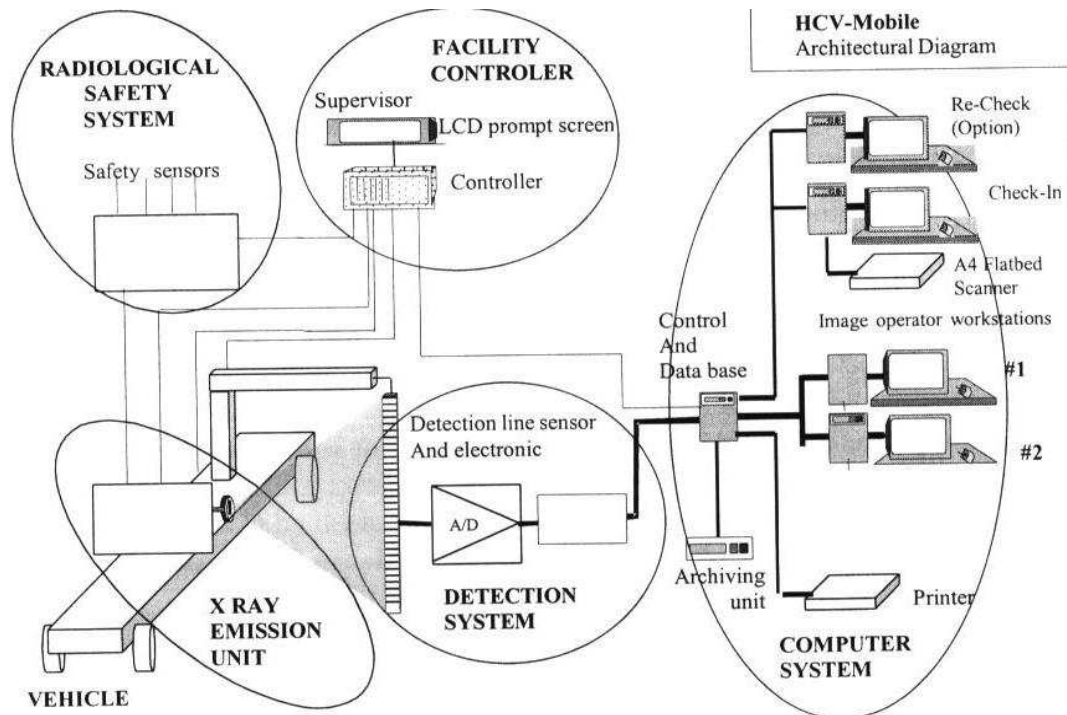
Snímací část je tvořena detekčním liniovým senzorem, který se skládá z 1216 elementárních detektorů o velikosti 5mm. Snímaný signál v analogové podobě je přiváděn do analogovodigitálního (A/D) převodníku, dále zpracován již v digitální podobě, vyobrazen a uložen v počítači (Obr. 17).



Obr. 17. Blokové schéma HCV

### 2.1.3 Architektura HCV mobile V2

Každý prvek použitý v HCV mobile V2 je velice důležitý a tím i rozhodující pro výkon a vlastní funkčnost celého systému. Díky jedinečným provozním zkušenostem je firma SMITHS HEIMANN schopna optimalizovat návrh a volbu každého subsystému tak, že celkovou kvalitou a výkonností splňuje nebo překračuje požadavky nejnáročnějších zákazníků. Kontrolní a řídicí centrum je schopna přizpůsobit podmínkám provozovatele. Vlastní výstup je řešen architekturou síťového připojení ethernet (Obr. 18).

Obr. 18. Celkové blokové schéma HCV mobile V2<sup>26</sup>

Popis obrázku:

VEHICLE – mobilní rentgen HVC mobile V2

X RAY EMISSION UNIT – rentgenový zářič

RADIOLOGICAL SAFETY SYSTÉM – radiologický bezpečnostní systém

SAFETY SENSOR – bezpečnostní snímače rentgenového záření

FACILITY CONTROLER – hlavní kontrolní pracoviště supervisory

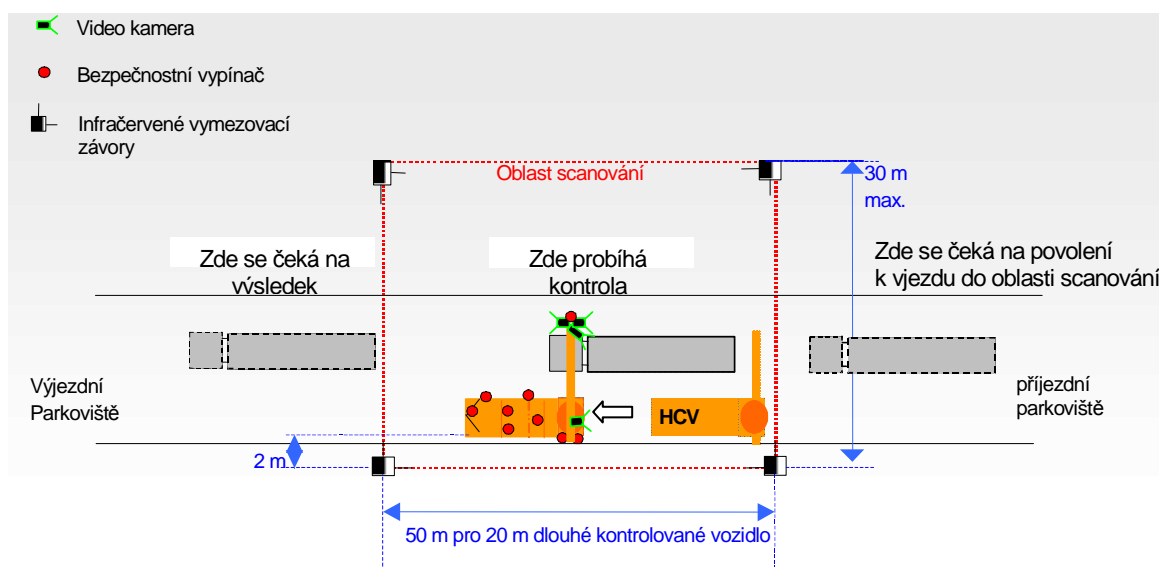
DETECTION SYSTÉM – líniový sensor, A/D převodník, detekční systém

COMPUTER SYSTÉM – vlastní počítačové pracoviště včetně tiskárny, skeneru, síťového rozbočovače a uložení archivních dat.

Pro správnou funkčnost zařízení a dostatečnou bezpečnost je také potřeba dostatečný prostor ať již z bezpečnostního hlediska kvůli možnému ozáření rentgenovými paprsky, ale především je třeba si uvědomit, že většina skenovaných automobilů jsou velké kamiony, které také potřebují manipulační prostor. Z podkladů celního ředitelství je nákres

<sup>26</sup> Firemní materiály SMITHS HEIMANN: Technical offer HCV-Mobile 3.8MeV, 2003

(Obr. 19) doporučených rozměrů pro bezproblémový chod mobilního rentgenu HCV mobile V2.



Obr. 19. Doporučené rozmístění pracoviště s HCV mobile V2<sup>27</sup>

#### 2.1.4 Cenové náklady<sup>26</sup>

Pořizovací cena zde uváděného zařízení HCV mobile V2 byla v roce 2004 kolem 80 milionů Kč. Podle informací je současná pořizovací cena o 20-25% nižší. Celkové roční náklady na provoz HCV mobile V2 včetně nákladů na mzdy obsluhy a nákladů na pojištění rentgenu byly vypočítány v záruční době na 5.439.000,- Kč, po záruční době cca 5.639.000,- Kč.

Dne 24.1.2005 byla zřízena rozkazem generálního ředitele Generálního ředitelství cel České republiky stálá pracovní skupina velkokapacitního mobilního rentgenu HCV mobile V2, která v současnosti má 8 pracovníků.

#### 2.1.5 Využití HCV mobile V2 v praxi<sup>27</sup>

Mobilní velkokapacitní rentgen představuje zařízení, které je jedním z mála svého druhu ve střední Evropě a zcela ojedinělé v rámci ČR. Toto zařízení dokáže během

<sup>27</sup> Generální ředitelství cel, Budějovická 7, Praha [e-mail,16.12.2010]

několika minut oskenovat celý náklad kamionu nebo kontejneru a vyhodnotit pořízený obraz. V takto krátkém okamžiku lze určit, zda nedochází k podloudné přepravě zboží či osob. Opodstatněnost využívání mobilního velkokapacitního rentgenu dokazují konkrétní případy záchyťů pomocí tohoto zařízení, ať to byl již záchyt omamných a psychotropních látek, tabákových výrobků nebo ilegální přeprava osob do zahraničí. Další jeho předností je mobilita a operativnost nasazení v relativně krátkém časovém horizontu v rámci celého území České republiky.

Záchyty velkokapacitního mobilního rentgenu v roce 2005<sup>27</sup>:

*17.1.2005 HP Lanžhot - 10,4 kg heroin v kabině řidiče, bulharský kamion (Obr. 20);*

*14.2.2005 HP Lanžhot - 21 600 ks neznačených cigaret zn.ROTHMANS v nápravě návěsu, rumunský kamion;*

*23.2.2005 HP Lanžhot - 45 600 ks neznačených cigaret zn.LM nad nápravami návěsu, rumunský kamion;*

*27.2.2005 HP Lanžhot - 20 600 ks neznačených cigaret zn. LM v kabině řidiče, rumunský kamion;*

*30.3.2005 HP Lanžhot - 21 000 ks neznačených cigaret zn. LM v nákladním prostoru návěsu, rumunský kamion;*

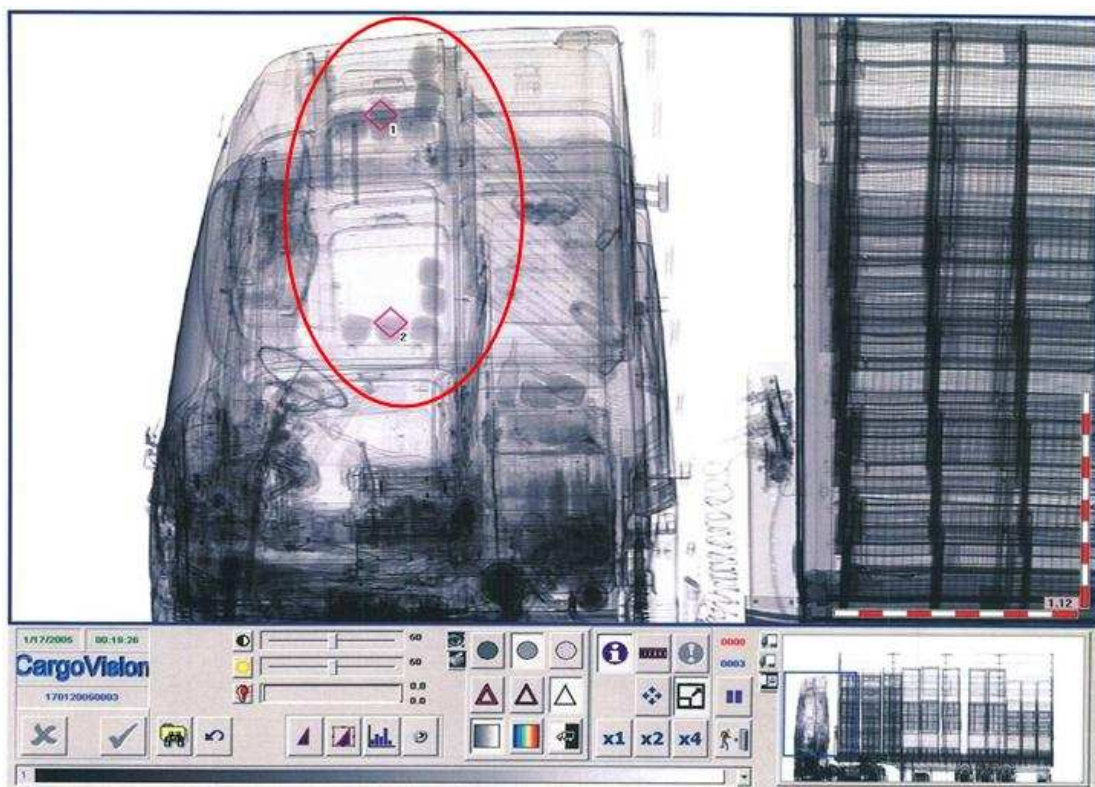
*6.5.2005 Pernštejn - 30 400 ks značených cigaret zn. HB, WEST v nákladním prostoru návěsu, český kamion směřující do SRN;*

*27.6.2005 HP Lanžhot - 4 000 ks neznačených cigaret zn.LM v podvozku návěsu, rumunský kamion;*

*8.11.2005 HP Pomezí - 9 osob asijského vzhledu v nákladním prostoru dodávky, česká dodávka směřující do SRN;*

*10.12.2005 HP Lanžhot - 6,5 kg omamných a psychotropních látek, umístěno ve střechě osobního vozidla, české vozidlo, společná akce s PČR;*

*16.12.2005 HP Lanžhot – 18,9 kg heroin v kabině řidiče, maďarský kamion.*



a) pohled rentgenu



b) fotodokumentace Celního ředitelství Brno

Obr. 20a,b. Záchyt 17.1.2005 HP Lanžhot –  
10,4 kg heroin v kabině řidiče

Z obrázku (Obr. 20a) je patrné, jak lineární snímač rentgenového záření vyobrazil nalezené balíčky s heroinem v kabině řidiče kamionu. Vyobrazení dvakrát je způsobeno ramenem snímače ve tvaru písmene „L“, je tudíž snímáno dle umístění dvakrát jako pohled z boku a vrchu kabiny.

### 2.1.6 Nové trendy nabízené firmou SMITHS HEIMANN

V současné době nabízí firma Smiths Heimann několik druhů rentgenových zařízení, ať již mobilních nebo stacionárních o různých výkonech rentgenek. V tabulce (Tab. 2) jsou uvedeny základní parametry uvedené na stránkách výrobce.

Tab. 2. Základní zveřejněné parametry rentgenů HCV<sup>28</sup>

| Typ            | výkon rentgenky [MeV] | Mobilní / Stacionární | Penetrace - ocel [mm] |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| HCV CAB 2000MA | 3,5                   | M/S                   | do 140                |
| HCVM-L         | 6                     | M                     | do 320                |
| HCVM-T         | 6                     | M                     | do 320                |
| HCVP           | 4 nebo 6              | S                     | do 230, do 300        |
| HCVG           | 3,5;4,0;4/6           | S                     | do 280, do 400        |
| HCVS           | 6 nebo 9              | S                     | do 410                |

| Typ            | Teplota prostředí [°C] | Posádka (min.) | Poznámka        |
|----------------|------------------------|----------------|-----------------|
| HCV CAB 2000MA | neuveďeno              | 1              |                 |
| HCVM-L         | -20 ÷ +43 / -20 ÷ +50  | 2              |                 |
| HCVM-T         | -20 ÷ +43 / -20 ÷ +50  | 2              | autodetekce ADR |
| HCVP           | -20 ÷ +40              | 2              | autodetekce ADR |
| HCVG           | -20 ÷ +40              | 2              | autodetekce ADR |
| HCVS           | neuveďeno              | 3              | autodetekce ADR |

Zajímavostí je především u novějších typů rentgenů možnost autodetekce nebezpečných a radioaktivních látek ADR nebo možnost volby výkonu rentgenové lampy a tím i volby prostupnosti materiálem.

Systém HCV CAB 2000MA je především určen pro malé a střední firmy, které předpokládají pohyb standartních kontejnerů. Naopak HCVG či HCVS jsou přímo určena pro velká překladiště lodní a letecké dopravy.

<sup>28</sup> [http://www.smithsdetection.com/x-ray\\_inspection.php](http://www.smithsdetection.com/x-ray_inspection.php) [26.3.2011]



## 2.2 Geovox Security, Inc - Heartbeat Detector™ Avian

Malá americká soukromá firma Geovox Security, Inc založena 5. 6. 1996 v Houstonu, Texas, Markem a Andrew Whitem se od svého prvopočátku zabývá detektory tepové aktivity srdce a jejím využitím v bezpečnostním průmyslu.

### 2.2.1 Detektor skrytých osob Heartbeat Detector™ Avian

Systém detekce skrytých osob Heartbeat Detector™ Avian (Obr. 21) je založen na principu snímání tepové aktivity srdce jedním až čtyřmi citlivými mikrofony, které se musí před spuštěním detekce připevnit na pevně spojené díly se snímanou plochou. Mikrofony jsou opatřeny silnými magnety, tudíž je připevňujeme na železné části vozidla spojené napevno s korbou vozidla.



Obr. 21. Sestava Heartbeat Detector™ Avian<sup>29</sup>

Rychle a efektivně detekuje přítomnost osob skrytých uvnitř vozidla všech druhů, nebo kontejneru. Pořízená nasnímaná data ze senzorů přesně lokalizují rázové vlny vytvořené aktivitou lidského srdce, které přenáší jakýkoli povrch nebo objekt, se kterým je tělo v kontaktu ať již přímém nebo nepřímém. Systém Avian shromažďuje data a analyzuje je pomocí pokročilých algoritmů zpracování signálu pro detekci skrytých osob za méně než jednu minutu.

---

<sup>29</sup> <http://www.colsys.cz/cz-20product-04hbd.php> [2.4.2011]

### 2.2.2 Technické parametry systému Avian

System se skládá z průmyslového odolného počítače, standardního operačního systému Windows, vlastního software firmy Avian, touch-screen monitoru a sady senzorů, připojených přes samonavíjecí cívky s kabely, instalovanými ve skřínce, v levnější variantě volně loženými kabely.

Napájecí napětí  $180 \div 264\text{V}$  ( $90 \div 132\text{V}$ ),  $50 \div 60\text{Hz}$  s příkonem 70VA.

### 2.2.3 Osazení na snímání objekt a vlastní detekce vozidla

Vlastní osazení není nijak náročné. Podle velikosti vozidla osazujeme minimálně dva a maximálně čtyři snímače přímo na kovové části vozidla (Obr. 22), nepříjemností zde může být znečištění vozidla.

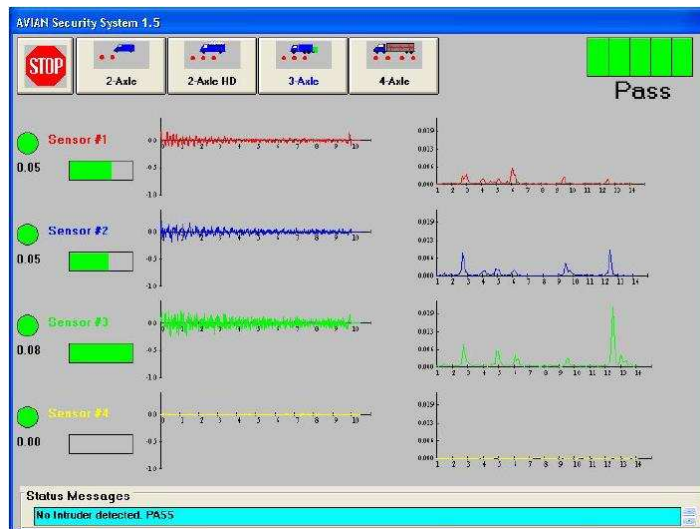


Obr. 22. Osazení snímačů na vozidlo<sup>30</sup>

---

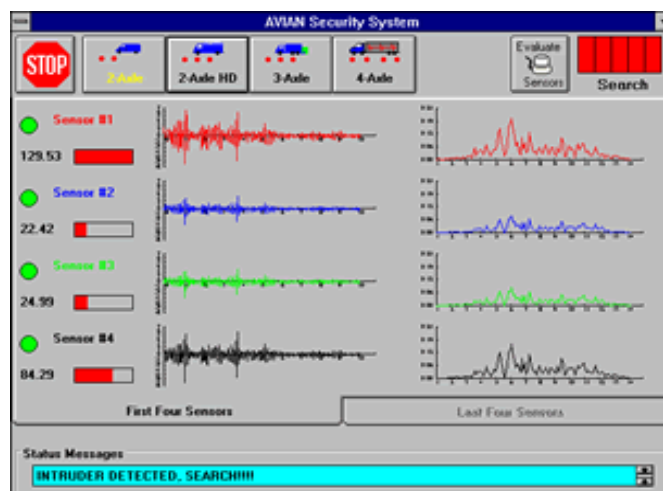
<sup>30</sup> [http://www.colsys.cz/\\_download/hbd.pdf](http://www.colsys.cz/_download/hbd.pdf) [2.4.2011]

Vlastní test se spouští v klidovém stavu vozidla s vypnutým motorem, případně vypnutým přídavným topením či klimatizací nebo chlazením. Řidič a spolujezdci si z kontrolovaného vozidla vystoupí. Na počítači spustíme vlastní program Avian a navolíme si velikost auta a tím i počet snímačů (Obr. 23).



Obr. 23. Obrazovka pro nastavení programu Avian<sup>31</sup>

Po zahájení snímání máme řádově do 30 sekund první výsledky na obrazovce. Systém je nastaven na opakované spuštění detekčního procesu při naměření velkého počtu nežádoucích ruchů, které mohou negativně ovlivnit výsledek detekce.



Obr. 24. Pozitivní vyhodnocení<sup>31</sup>

<sup>31</sup> [http://www.colsys.cz/\\_download/hbd.pdf](http://www.colsys.cz/_download/hbd.pdf) [2.4.2011]

Jediné existující omezení z pohledu práce s tímto detektorem je nespolehlivost zařízení při zhoršení povětrnostních podmínek, především za větru, silného deště či krupobití, popřípadě bouřky. Tyto povětrnostní podmínky mají za následek nesprávné snímání akustického signálu ze snímaného vozidla a tudíž nesprávné vyhodnocení možného výskytu skrytých osob v něm. Tomuto se lze celkem dobře bránit tím, že inspekci vozidla budeme provádět v kryté uzavřené hale.

Závěrem lze konstatovat o systému detekce za pomoci citlivých mikrofonů připevněných na vozidlo, že se jedná o spolehlivé řešení k vyhledávání nežádoucích osob ve vozidlech a kontejnerech. Doba potřebná na kontrolu jediného vozidla se pohybuje kolem čtyř minut, a to od nasazení snímačů po vlastní vyhodnocení a sejmutí snímačů z vozidla.

#### **2.2.4 Využití Heartbeat Detector™ Avian**

Nejčastějším využitím systému za použití citlivých mikrofonů je ze své podstaty použití v nápravných zařízeních, na základnách a kasárnách armády, hraničních přechodech. Mimo jiné je lze použít i při kontrole vjezdu vozidel do objektů jaderných elektráren a jinak chráněných prostor, kde je nežádoucí vniknutí či pohyb neoprávněných osob. Pro svoji rychlost inspekce vlastního vozidla nedochází takřka k žádnému zdržení vozidel při příjezdu/výjezdu vozidel z/do těchto prostor.

#### **2.2.5 Finanční náročnost zařízení Heartbeat Detector™ Avian**

Pořizovací cena zařízení Heartbeat Detector™ Avian se dle informací výhradního dovozce pro Českou republiku, firmy COLSYS s.r.o. se sídlem v Kladně, pohybuje v rozmezí 3,5 – 5 milionů korun českých. Cena se odvíjí od použité sestavy 2 až 4 snímací detektory, vždy k sestavě jeden náhradní, a použitých typu kabelů včetně navíjecího bubnu nebo volného ložení kabelů.

Obsluhu si určuje klient sám. Ve většině případů jsou k obsluze jeden až dva zaškolení pracovníci na směnu. Programové vybavení je upraveno pro co nejjednodušší nastavení volbou kliknutím na tlačítko dotykového monitoru od vybrání počtu snímačů (a tím i velikosti vozidla) po Start/Stop snímání (Obr. 23 a 24).

## 2.3 Chemring Group PLC – vozidlový skener

Společnost Chemring Group založena již v roce 1905 jako „*British Foreign & Colonial Automatic Light Controlling Company Limited*“<sup>32</sup> ve Velké Británii. Je součástí globální skupiny společností, které se především specializují na výrobu energetických produktů a výrobků moderní techniky pro vojenské účely, ale i komerční bezpečnost. V současnosti působí nejen ve Velké Británii, ale po celé Evropě, Spojených státech amerických a Austrálii.

### 2.3.1 Vozidlový skener VehicleScan System „Color Under Vehicle Surveillance Systém“ (CUVSS)

Z názvu je již patrné, že se jedná o typ skeneru, který bude skenovat námi dodané předlohy, v tomto případě podvozky vozidel osobních, kamionů, různých návěsů, autobusů i motocyklů. Vozidlový skener CUVSS je určen k vyhledávání nástražných výbušných zařízení, střelných zbraní, pašovaného nelegálního zboží a v neposlední řadě osob, jenž se mohou ukrývat v různých místech podvozků velkých kamionů a návěsů. V nabídce je typ stacionární k zabudování na námi kontrolovanou komunikaci nebo varianta mobilní určená k rychlé montáži na požadované zájmové místo (Obr. 25).



Obr. 25. Vozidlový skener, vlevo – stacionární, vpravo - mobilní<sup>33</sup>

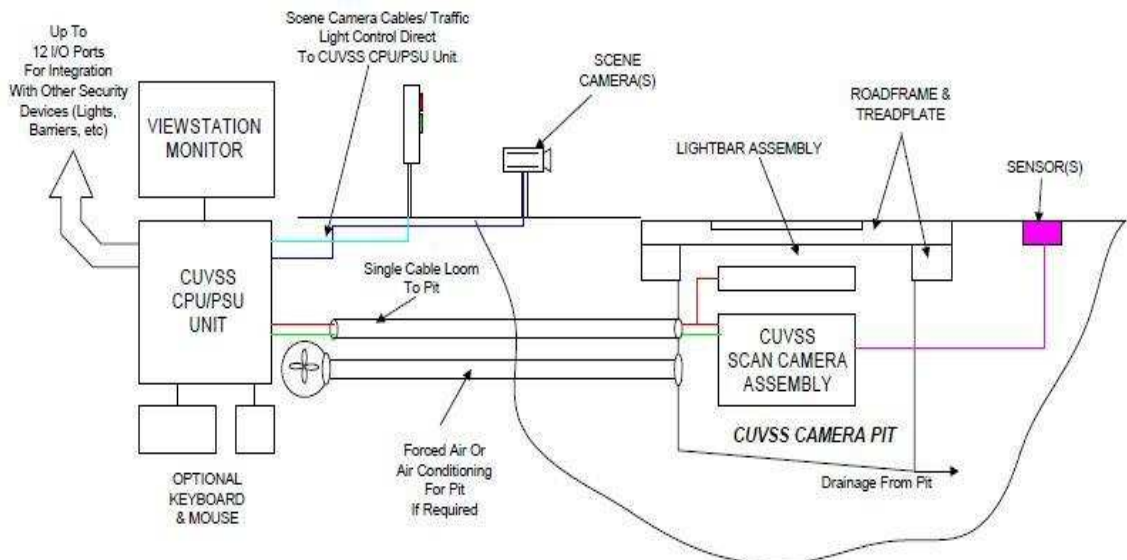
---

<sup>32</sup> <http://www.chemring.co.uk/about-chemring/history-growth.aspx> [21.2.2011]

<sup>33</sup> <http://www.vehiclesscansystems.com/> [21.2.2011]

### 2.3.2 Blokové schéma zapojení vozidlového skeneru

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 26) máme vyobrazeno blokové schéma modelu pro pevnou montáž na přístupovou cestu do zájmového objektu.



Obr. 26. Blokové schéma zapojení skeneru<sup>34</sup>

Popis obrázku:

LIGHTBAR ASSEMBLY – montážní rampa;

ROADFRAME & TREADPLATE – čtecí díly;

SENSOR(S) – senzor průjezdu;

CUVSS CAMERA PIT – blok snímání;

CUVSS SCAN CAMERA ASSEMBLY – snímací kamera propojena se senzorem;

SCENE CAMERA (S) – scénická kamera, registrační značka a barva vozidla;

CUVSS CPU/PSU UNIT – centrální počítač s perifériemi a připojením na síť;

VIEWSTATION MONITOR – monitor sestavy;

SINGLE CABLE LOOM – optický propojovací kabel;

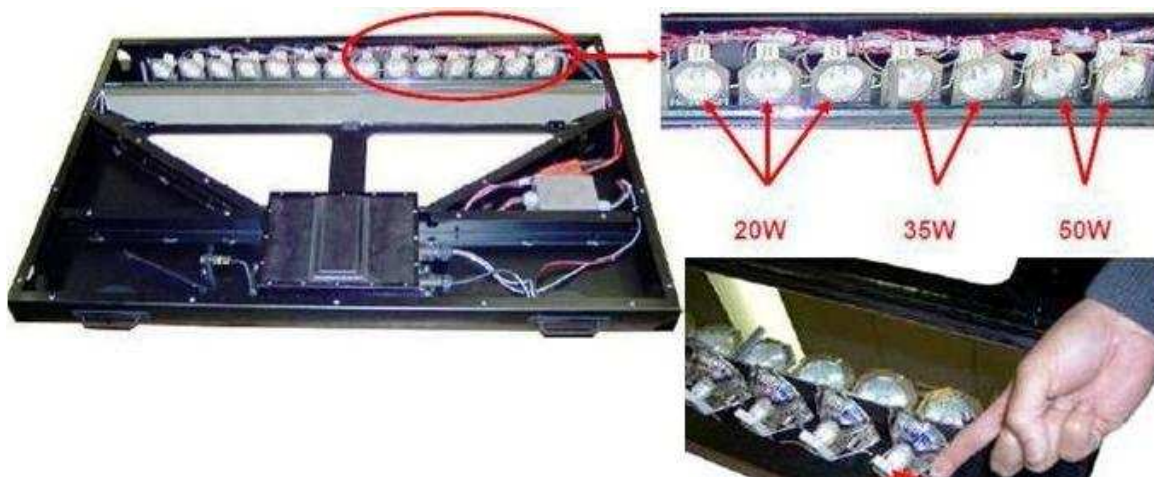
klávesnice, myš, výstup na tiskárnu, chlazení.

<sup>34</sup> Firemní materiál: User and Maintenance Manual For The WM Robot's Color Under Vehicle Surveillance Systems (CUVSS) Static and Mobile, Document Number: 04/CUVSS/WMRobots/Gen/2.12c, January 2008 dostupné na: [http://www.wmrobots.com/images/CUVSS\\_Manual\\_ver\\_2-12c.pdf](http://www.wmrobots.com/images/CUVSS_Manual_ver_2-12c.pdf)

### 2.3.3 Technické parametry vozidlového skeneru CUVSS

Zařízení se skládá ze dvou základních částí. První z nich je skenovací díl, který obsahuje liniový snímač s přísvitkem (Obr. 27), snímač pro detekci vozidla na patě nájezdu. Může být doplněno snímací kamerou pro čtení registrační značky vozidla a zároveň napojeno na přístupový systém firmy. Za pomoci přístupových karet, vytvořené databáze fotografií zaměstnanců a spojení se systémem kontrolní kamery registračních značek vjezdu/výjezdu z objektu může obsluha okamžitě analyzovat oprávněnost vjezdu do zájmového prostoru.

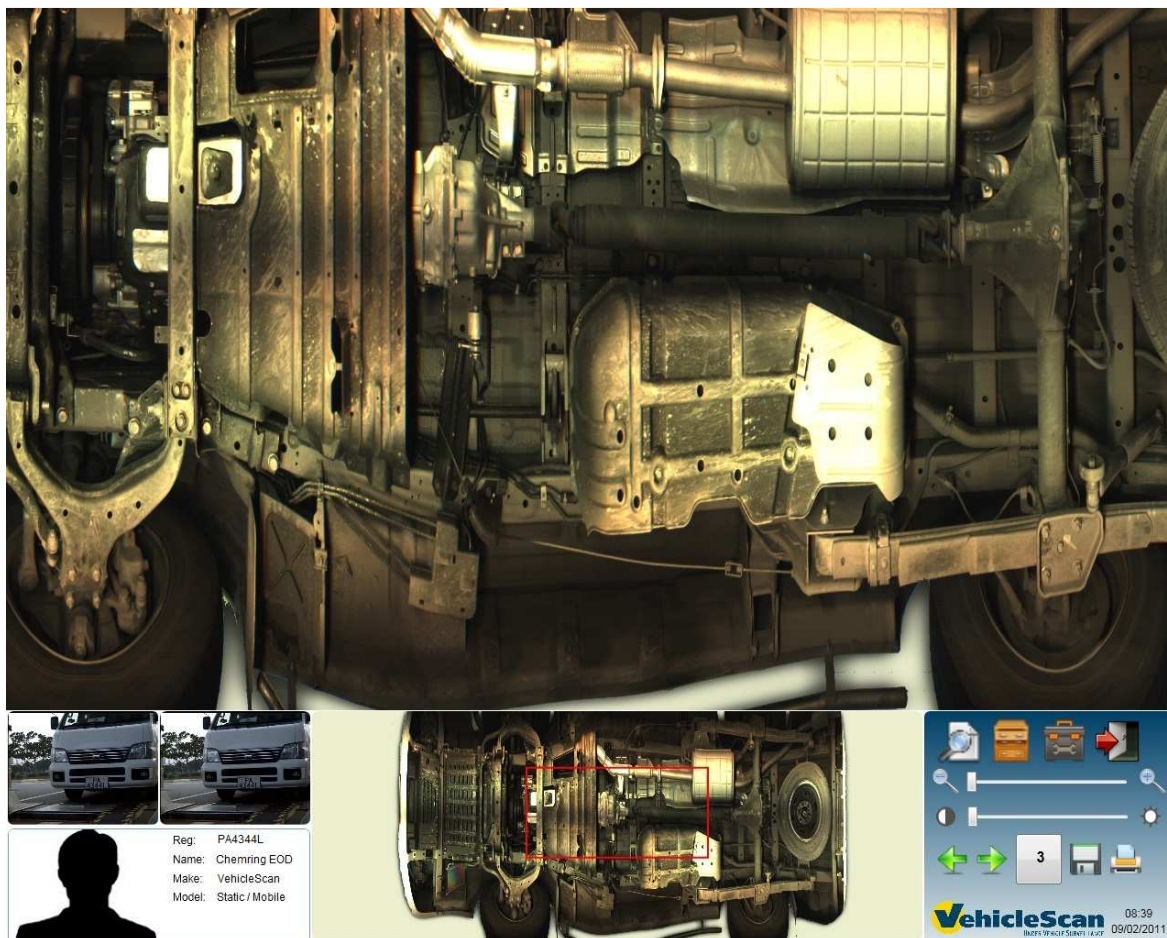
Vozidlo je díky liniovému snímači naskenováno na jednom snímku ve vysokém rozlišení. Průjezdová rychlost přes snímací rampu je maximálně 30km/hodinu bez nutnosti zastavení vozidla. Uváděná průjezdnost skeneru je minimálně 20 vozidel za minutu.



Obr. 27. Rampa se snímačem a přísvitkem se zrcadlem<sup>34</sup>

Skenovací rampa je propojena datovým kabelem na druhou část zařízení, která se skládá z průmyslového počítače vybaveného vlastním softwarem firmy Chemring Group PLC. Výstup pro okamžitou analýzu vozidla může být na dotykovém monitoru počítače v místě nebo můžeme využít možnosti síťového připojení a tudíž využít dálkové správy a kontroly zařízení, například při použití většího počtu skenerů.

Snímek, jak již bylo napsáno, je nasnímán jako jeden celek. Nainstalovaný program nám umožní se snímkem dále pracovat. Můžeme například vytáhnou ze snímku jen tu část, která nás zajímá, rozdělit snímek na více dílů, a podobně. Na (Obr. 28) máme vyobrazenou nasnímanou scénu, jak ji vidí operátor zařízení.

Obr. 28. Pracovní obrazovka operátora s vyobrazenou scénou<sup>35</sup>

### 2.3.4 Využití vozidlového skeneru CUVSS

Díky své rychlosti zpracování celého pohledu podvozku vozidla nám vozidlový skener efektivně nahradí činnosti prohledávání za pomoci inspekčních zrcátek nebo kamer. Nejčastější nasazení zařízení v České republice je na vjezdech/výjezdech z nápravných zařízení, zastupitelských úřadech, vojenských základnách a letištích, VIP rezidencích. Mobilní varianta je využívána například Generálním ředitelstvím cel České republiky. V zahraničí je využito vozidlového skeneru například na vjezdech k Eurotunelu mezi Francií a Velkou Británií.

<sup>35</sup> <http://www.vehiclescansystems.com/system-overview.html> [21.2.2011]



### 2.3.5 Finanční náročnost vozidlového skeneru CUVSS

Cena vozidlového skeneru se odvíjí od konkrétního provedení. Například, pro montáž do vozovky je třeba připočítat cenu za terenní úpravy a výkopy. Mobilní CUVSS je ideální řešení pro případ, kdy nechceme nebo nemůžeme provádět stavební úpravy. V tabulce (Tab. 3) vidíme nabídku firmy COLSYS s.r.o., Kladno, za základní sestavu CUVSS včetně počítače a vlastního softwaru.

Tab. 3. Cenová nabídka firmy COLSYS s.r.o., Kladno<sup>36</sup>

|   |      |             |            |                |                   |
|---|------|-------------|------------|----------------|-------------------|
| <b>Materiál</b>   |      |             |            |                | <b>478 524 Kč</b> |
| <b>Práce</b>  |      |             |            |                | 28 950,00         |
| <b>Ostatní náklady</b>                                    |      |             |            |                | 1 800,00          |
| <b>CELKEM bez DPH</b>                                     |      |             |            |                | <b>509 274 Kč</b> |
| <b>Rozpis položek</b>                                     |      |             |            |                |                   |
| Název položky   | MJ   | Množství    | Cena / MJ  | Cena / položku |                   |
| <b>Materiál</b>   |      |             |            |                |                   |
| Počítač PC V průmyslovém provedení pro RACK + monitor 22" | ks   | 1           | 37 590,00  | 37 590,00      |                   |
| Prezentační a databázový software                         | ks   | 1           | 117 860,00 | 117 860,00     |                   |
| Liniový snímač s přísvitom                                | ks   | 1           | 289 904,00 | 289 904,00     |                   |
| Zálohovaný napájecí zdroj zdroj AXSP K40, 12/10A          | ks   | 1           | 6 890,00   | 6 890,00       |                   |
| Akumulátor 38Ah/12V                                       | ks   | 1           | 3 980,00   | 3 980,00       |                   |
| Kabeláž   | ks   | 1           | 12 500,00  | 12 500,00      |                   |
| Detektor přítomnosti vozidla                              | ks   | 1           | 9 800,00   | 9 800,00       |                   |
| Kamery, čtečky, semafor                                   | ks   | dle potřeby |            |                |                   |
| <b>Práce</b>  |      |             |            |                |                   |
| Práce technika, montáž, oživení, nastavení, měření,       | kpl. | 1           | 28 950,00  | 28 950,00      |                   |
| Revize  | kpl. | 1           |            |                |                   |
| <b>Ostatní náklady</b>                                    |      |             |            |                |                   |
| Doprava   | kpl. | 1           | 1 800,00   | 1 800,00       |                   |
| Stavební úpravy nejsou v ceně této nabídky                |      |             |            |                |                   |

K mobilnímu CUVSS je v sestavě kovová kostra s gumovým nájezdem a krytím vlastního zařízení v ceně kolem 40 000,- Kč jako stavebnicový systém (Obr. 25).

<sup>36</sup> Cenová nabídka firmy COLSYS s.r.o. [e-mail, 12.5.2011]

## 2.4 Dräger Safety AG & Co – technologie pro život

Firma nebo spíše laboratoř Dräger byla založena Johannem Heinrichem Drägerem již v roce 1889 v Lübecku, Německo. Jedná se o rodinnou společnost, jenž se od prvopočátku zabývala technikami ochrany zdraví osob v nebezpečných provozech a na výzkumu a vývoji ochranných pomůcek v této době převážně pro válečné potřeby. Za více než 120-ti letou praxí se skrývá nejen spolehlivá firma, ale v neposlední řadě v současnosti celosvětově uznávaná společnost spolupracující a vyvíjející produkty v oblasti medicíny, ochrany zdraví, bezpečnosti práce a zabezpečovací techniky převážně pro potřeby hasičských sborů a medicíny. Na druhou stranu vyvíjí celkově uspořádané techniky a prostředky pro potřebu ochranu obyvatelstva nejen ve válečných stavech, ale hlavně ve chvílích ohrožení života při požárech, zasažení nebezpečnými látkami nebo při přírodních katastrofách, a sem hlavně patří vývoj a výstavba záchranných a úkrytových systémů.

### 2.4.1 Termovizní zobrazovací kamery Dräger UCF® 1600, Dräger UCF® 3200

Termovizní zobrazovací kamery Dräger UCF® 1600/3200 (Obr. 29) jsou především určeny pro potřeby hasičských záchranných sborů na pomoc při vyhledávání osob na požářištích, při závalech a podobných vyhledávacích akcích, popřípadě vyhledávání ohnisek zdrojů tepla v zakouřeném nebo jinak nepřehledném prostředí. Z principu funkčnosti lze tyto kamery použít i při prohlídkách vozidel s nekovovým povrchem. Tudíž nevhodné pro kovové kontejnery.



Obr. 29. Termovizní kamera Dräger UCF® 1600 /3200<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> [http://www.draeger.com/media/10/01/09/10010912/werdurchsfeuergeht\\_br\\_9046325\\_de.pdf](http://www.draeger.com/media/10/01/09/10010912/werdurchsfeuergeht_br_9046325_de.pdf)  
[12.4.2011]

### 2.4.2 Vlastnosti kamery Dräger UCF® 1600, Dräger UCF® 3200<sup>38</sup>

Termovizní kamery Dräger jsou navrženy pro snadnou obsluhu a manipulaci. Vlastní konstrukce je řešena pro extrémní podmínky při zachování nízké váhy. Obal kamery je vodotěsný, nárazuodolný a z nehořlavých materiálů s vysokou odolností proti žáru. Dräger UCF® 1600 má nižší rozlišení – 160x120 pixelů, Dräger UCF® 3200 320x240 pixelů. Lze nasnímat až 300 snímků, případně 30 minut videosekvencí. Přístroj pracuje s tepelným skenováním a tím umožňuje pracovníkovi manuální volbu barevného zabarvení tepelného obrazu, který je viděn v normálním režimu. Touto úpravou zabarvení může přístroj upozornit na oblasti s vyšší teplotou okolí do žluta, případně na potenciální nebezpečí vysokých teplot s vyobrazením červených skvrn (Obr. 30a). Tato vlastnost funguje i obráceně, pro nižší teploty než je okolí se zbarvením do bíla až světlemodra na displeji (Obr. 30b).



a) nižší teplota okolí<sup>39</sup>

b) vyšší teplota okolí<sup>40</sup>

Obr. 30a,b. Rozdílné nastavení tepelného skenování

### 2.4.3 Technické parametry kamery Dräger UCF® 1600, Dräger UCF® 3200<sup>40</sup>

Mezi již zmiňované vlastnosti termovizní kamery patří zmínit možnost použití optického digitálního zoomu 2x a různé barevné palety v normálním režimu pro lepší zobrazení snímané scény.

<sup>38</sup> <http://www.hzs-zlkraje.cz/aktuality8/0812/termokam.pdf> [14.4.2011]

<sup>39</sup> [http://www.insatecsl.com/tig\\_026.htm](http://www.insatecsl.com/tig_026.htm) [12.4.2011]

<sup>40</sup> [http://www.draeger.com/media/10/01/88/10018879/ucf1600\\_3200\\_br\\_9046316\\_en.pdf](http://www.draeger.com/media/10/01/88/10018879/ucf1600_3200_br_9046316_en.pdf) [12.4.2011]

Základní technická data:

Snímací prvek: Uncooled MicroIR® VOx bolometer;

Rozlišení snímače:

Dräger UCF® 1600 160x120 pixelů, teplotní citlivostí 0,05°C, zorný úhel 44°;

Dräger UCF® 3200 320x240 pixelů, teplotní citlivostí 0,05°C, zorný úhel 54°;

Objektiv: Germanium;

Displej: Liquid Crystal Display (LCD) 3,5“ (9 cm);

Barevné palety: žlutá, oranžová, červená a modrá;

Obnovovací frekvence: 60Hz;

Rozměry: 14x14x18 cm (vxšxd);

Váha: 1,3 kg;

Baterie: nabíjecí Li-Ion, podle zvolené kapacity určujeme výdrž.

Vlastní obal kamery je zhotovený ze silikonových materiálů s povrchem potaženým nehořlavým Kevlarem se stupněm krytí IP 67 (*ingress protection*); 6 - před nebezpečným dotykem - jakoukoli pomůckou, vniknutím předmětu - proti prachu; 7 - vniknutím vody - chráněno proti ponoření do vody. Ponoření lze na 30 minut do hloubky 1 metr.

#### 2.4.4 Finanční náročnost termovizního systému Dräger<sup>41</sup>

Ze zde zmiňovaných zařízení patří mezi relativně levnější. Pořizovací cena se pohybuje kolem 500.000,- Kč.

Není zapotřebí zvláštní obsluhy k ovládání termovizní kamery, běžně postačí proškolení pracovníků k její obsluze. Jedinou nevýhodou může tedy být starost o správné dobíjení akumulátorů používaných k napájení.

---

<sup>41</sup> <http://www.hzs-zlkraje.cz/aktuality8/0812/391.htm> [14.4.2011]

#### 2.4.5 Nejčastější aplikační využití termovizního systému

Termovizní systémy se využívají v různých oborech. Od medicíny, k zjištění různých nádorových či zánětlivých chorob, přes stavebnictví, ke zjištění efektivity izolací a možných úniků tepla různých staveb, či ve strojírenském průmyslu při zátěžových zkouškách zařízení při mechanickém namáhání materiálů nebo elektroenergetice k zjišťování možných zkratů na elektroinstalaci. V neposlední řadě jsou termovizní systémy využívány při záchranných pracích hasičského záchranného sboru nebo při vyhledávání pohřešovaných osob policií. Mimo jiné mají své využití i ve zbrojním průmyslu.

Z uvedeného vyplývá, že bezkontaktní měření teplot v prostoru termovizní kamerou, samostatným infračerveným detektorem nebo pyrometrem má své využití v průmyslu komerční bezpečnosti, v prostorech bez překážek, z důvodu neprůchodnosti infračerveného záření přes ně. Musíme si zde uvědomit, že termovizní kamera snímá vyzařované infračervené záření do okolí. Je tedy vhodnější například při kontrolách na letištích, VIP rezidencích nebo jinak bezpečnostně chráněných objektech, při vstupu do takto zabezpečeného objektu snímat průchod osob, jejich infračervený obraz, a ten poté vyhodnocovat (Obr. 31).



Obr. 31. Sejmутý obraz osoby se skrytým předmětem a vlastní IR kamera<sup>42</sup>

<sup>42</sup> [http://ihned.cz/c4-10146900-23211990-009000\\_d-nova-kamera-prokoukne-teroristy](http://ihned.cz/c4-10146900-23211990-009000_d-nova-kamera-prokoukne-teroristy) [9.5.2011]

Vyobrazená kamera, doplněna o standardní kameru pro sejmutí skutečného obrazu snímané scény, vyobrazuje osobu se skrytým předmětem odlišné teploty, zamezujícím prostup IR záření z těla snímané osoby. Z obrázku je patrné, že překážka zamezí souměrnému prostupu infračerveného záření. Překážka, jako je zde oděv, nám propustí infračervené záření, oproti tomu další překážka s větší hustotou nám infračervené záření zcela odizoluje a následně je vyobrazena na monitoru jako tmavá skvrna na těle.

Velkou nevýhodou je tedy neprůchodnost infračerveného záření přes překážky, vidíme vlastní teplotu snímaného prostoru. Naproti tomu je této vlastnosti využito ve stavebnictví při zjišťování tepelných ztrát, ať již snímání interiéru, kde můžeme vyobrazit obraz s nejnižší teplotou, což naznačuje vniknutí chladného vzduchu zvenčí, nebo snímání z exteriéru, a zde naopak vidíme únik tepla z budovy (Obr. 32). Za přispění takových vyobrazení můžeme navrhnout nejlepší řešení k izolaci budov.



Obr. 32. Termovizní vyhodnocení objektu z interiéru a exteriéru<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> <http://www.tmvss.cz/Aplikace/Termovize/Stavby.html> [9.5.2011]

### 3 VYUŽITÍ PROSTŘEDKŮ V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI

Tato část je věnovaná možnému využití jednotlivých prostředků zmiňovaných v diplomové práci v průmyslu komerční bezpečnosti.

#### 3.1 Rentgen pro inspekci vozidel

Z informací, které jsem měl možnost přečíst a konzultovat, nemohu jednoznačně doporučit využití mobilního rentgenu HCV mobile V2 ke každodennímu využití v průmyslu komerční bezpečnosti. Nejde v tuto chvíli ani o to, že by zařízení nebylo možné využívat k detekci osob a věcí v kamionech a kontejnerech v běžné praxi. Zde spíše vyvstal problém s finanční zátěží pro firmu či bezpečnostní agenturu, jenž by chtěla takové zařízení vlastnit či provozovat za úplatu. Od pořizovací ceny, přes provozní náklady na provoz a údržbu a v neposlední řadě stálý personál k obsluze zařízení se jeví užití rentgenu přinejmenším jako neekonomické.

V České republice je v současnosti jen jedno zařízení provozované Generálním ředitelstvím cel s využitím pro Celní ředitelství po celém území ČR.

Pokud si dovolím opomenout finanční náklady je samozřejmě využitelnost takového zařízení velice zajímavá. Vlastní rentgeny se vyrábějí v různých variacích. Firma SMITHS HEIMANN vyrábí a dodává šest různých řešení. Dvě jsou přímo určena pro malé a střední firmy.

První HCV Silhouette M (Obr. 33) na podvozku sériově vyráběného vozidla dodávkového typu je předurčen k rychlému přesunu dle požadavků zákazníka nebo potřeby nasazení na jiné místo. Druhá varianta je kontejnerová – buňková montáž označena HCV CAB2000 (Obr. 34). Oba systémy lze sestavit a zprovoznit za méně než jednu hodinu, platí i pro demontáž zařízení a následný přesun, ke kterému u druhého typu potřebujeme nákladní vozidlo s rovnou plošinou.

Jako podstatnou nevýhodu zde mohu uvést omezení v průchodnosti rentgenového záření, která u těchto modelů dosahuje průchodnost 140 mm oceli. Průjezdová výška je standardní výška vozidel do 2,5 m kontrolovaného vozidla, počet kontrolovaných vozidel nebo kontejnerů je 30 za hodinu. Řešení je navrženo k instalacím do již stávajících bezpečnostních systémů firem.

Obr. 33. HCV Silhouette M<sup>44</sup>Obr. 34. Buňkový rentgen HCV CAB 2000<sup>45</sup>

Zařízení lze tedy s úspěchem použít nejen v rámci státní správy k vyhledávání nežádoucích osob a věcí v kamionech a kontejnerech, ale lze jej s úspěchem použít jako

---

<sup>44</sup> <http://www.smithsdetection-sci.com/eng/490.php> [26.3.2011]

<sup>45</sup> [http://www.smithsdetection.com/HCV\\_CAB\\_2000\\_M.php](http://www.smithsdetection.com/HCV_CAB_2000_M.php) [26.3.2011]



doplňkovou nebo i základní kontrolu vjezdu/výjezdu vozidel do střežených objektů k určení neoprávněných vstupů v úkrytech vozidla. Zcela jistě by rentgen našel svoje uplatnění na místech s velkým pohybem vozidel, ať se jedná o výrobní, výzkumné, energetické, přepravní podniky či VIP rezidence, kde je požadavek a nutnost jejich kontroly ze strany zákazníka nebo bezpečnostní firmy zabývající se její ostrahou.

Do budoucna bych si dovilil uvažovat nad možností převedení snímané scény do modelu 3D. Tím by došlo za pomoci programového vybavení, rentgenového skenu a firemní databáze s vyobrazením možných objektů určených k expedici z místa střeženého objektu k jejich kontrole oprávněného pohybu.

Pro spediční firmy s vlastními skladovacími prostory se spíše hodí řešení k pevné montáži rentgenového skeneru, a tím lze využít většího výkonu rentgenové lampy a možnosti autodetekce nebezpečných látek ADR.

Ve světě se všechny typy rentgenových zařízení určených ke kontrole výskytu nežádoucích osob a věcí v kamionové a kontejnerové přepravě s úspěchem využívají především ve stacionárním provedení v přístavištích a v přepravních uzlech, na letištích, v nápravných zařízeních. Mobilní provedení se převážně uplatňují při kontrolách celních úřadů v boji proti pašerákům různého zboží a zabránění nežádoucí migraci a obchodu s lidmi. S úspěchem se tato zařízení využívají při důležitých státních a ekonomických setkáních politiků po celém světě, k hloubkové kontrole všech vozidel směřujících do střeženého prostoru.

### **3.2 Systém detekce skrytých osob Heartbeat Detector<sup>TM</sup> Avian**

Systém detekce skrytých osob za použití elektrodynamických seismických snímačů je pro svou rychlost a operativnost možného přesunu za použití standardního osobního vozidla na potřebné místo zcela ojedinělou možností detekce nežádoucích osob v prohledávaných kamionech a kontejnerech. V současné době je v České republice využíván takřka výhradně popisovaný systém v nápravných zařízeních po celé republice k možnému zamezení úniku osob z výkonu trestu či vazby z nápravného zařízení.

V bezpečnostních agenturách, které se zabývají ostrahou skladových prostor přepravců a areálů překladišť s možným vniknutím nežádoucích osob v uzavřených nebo jinak uzamčených kamionech a kontejnerech do střeženého objektu je tato varianta záchyty

velmi rychlou, finančně nenáročnou metodou inspekce daného prostoru vedoucí k odhalení případné nežádoucí osoby. Metodu vyhledávání lze zcela bez obav využít i ve střežených výrobních areálech firem, VIP rezidencích, výzkumných ústavech, na letištích a podobně, s velkým pohybem dodávkových, nákladních a jinak celkově nepřehledných vozidel jako náhradu pro běžnou kontrolu nákladového prostoru pohledem.

Velká výhoda je i nenáročnost vlastního nasazení zařízení. Připevnění magnetického senzoru na kovové, pevně spojené části vozidla, vlastní spuštění a tlačítka předvolený počet snímačů může obsluhovat zaškolený personál. Vlastní analýzu a vyhodnocení provádí dodávaný software k zařízení.

### 3.3 Vozidlový skener CUVSS

Vozidlový skener je jedno z nejzajímavějších aplikačních řešení standardních vlastností kancelářských skenerů dokumentů, se kterými se setkáváme v běžném životě. Jednoduchost ovládání, možnost mobility předurčuje zařízení sice ke specifickému využití v průmyslu komerční bezpečnosti, na druhou stranu nahradí prohlížení podvozků vozidel ostrahou se zrcátky velice praktickou a rychlou inspekcí vozidla.

Vozidlový skener zabudovaný na všech přístupových vjezdových/výjezdových místech do střežených areálů, VIP rezidencí a podobně, se zabudovanou kamerou snímání registračních značek a kamerou pro snímání obličeje řidiče kontrolovaného vozidla, propojené s elektronickým přístupovým systémem střežené firmy, databází oprávněných osob a zaměstnanců ke vstupu, umožní okamžité vyhodnocení oprávněnosti k vjezdu vozidla do střeženého objektu, včetně možnosti zabránění zavlečení nežádoucího zařízení na podvozcích vozidel. Při kombinaci s automatickým zádržným systémem jsme tedy schopni zabránit nežádoucímu průniku do objektu již v počátku napadení či jakéhokoli nežádoucího vstupu.

V době hrozících bombových útoků na důležité úřady, výzkumné laboratoře, jaderná zařízení, vojenské objekty či letiště je inspekce vozidla včetně podvozků nedílnou součástí kontroly. Skener nám pomůže odhalit různé nestandardní doplňky na skenovaném vozidle. Při rozšíření těchto skenerů by nebylo na škodu vytvořit databázi pohledů na nejčastěji používaná vozidla s možností jejich rozšiřování, a poté spustit při kontrole program k porovnávání s již uloženými snímky v databázi. Vznikla by sice nutnost mít

počítač s velkým početním a grafickým výkonem, vytvoření úložiště dat, naproti tomu výsledky inspekce velmi urychlíme včetně upozornění na nesrovnalost s obrazem v databázi, tudíž jsme schopni okamžitě reagovat na možné nebezpečí či jiné ohrožení.

Problémem zde může být místo nasazení skeneru. V případě, že máme rozlehlý areál a dostatečný prostor k zabudování skeneru včetně zádržného systému, eliminujeme nebezpečí jakéhokoli napadení na minimum. Případné odpálení nástražného systému mimo zastavěnou plochu nám sníží možné ztráty na lidských životech a majetkové škody. Umístění skeneru například na vjezd již přímo do budovy nám sice pomůže k odhalení nástražného výbušného systému, bohužel při odpálení vzniknou podstatné ztráty na životech a velké škody na majetku. Důmyslnost útočníků vzrůstá, odpalování nástražných systému provádí na dálku. V případě možného odhalení a neúspěchu jejich záměru může dojít k okamžité reakci na danou situaci při kontrole, ke zkratovému jednání a odpálení nálože. Zde stojí za zvážení umístění průjezdových skenerů již do přístupových vozovek k takto situovaným zájmovým objektům s přenosem obrazu na centrální středisko ostraha objektu a zde již s předstihem lze vyhodnocovat možné útoky a podezřelé vozidlo vůbec nepustit do střeženého prostoru.

V současné době jsou skenery na velmi vysoké úrovni rozlišení snímané scény, v kombinaci s výkonným počítačem máme potřebné informace s přehledovou fotografií okamžitě k dispozici. Zařízení vozidlového skeneru lze na druhou stranu, pokud nebudeme uvažovat jen o možnosti napadení či bombového útoku na objekt, využít ke zjišťování skutečného technického stavu vozidel v konkrétní firmě a můžeme tudíž reagovat na možnou závadu na vozidle, vozidlo z bezpečnostních důvodů zastavit a odstavit k následné opravě závady.

Další možné využití může být například v prostorách vícepatrových garáží nebo garáží u obchodních center, kde dochází ke koncentraci většího počtu lidí na jednom místě. Dostáváme také okamžitě obraz přijíždějících vozidel a můžeme tudíž reagovat na nežádoucí zařízení namontované na podvozcích vozidel nebo jejich součástí. Může zde být například vyobrazené vozidlo na plyn (vidíme tlakový ventil). Vozidla s touto úpravou pohonů nemají povolený vjezd do takového prostoru uzavřených garáží, tudíž může ostraha okamžitě reagovat a vozidlo vykázat z těchto prostor.

### 3.4 Inspekce vozidla s termovizní kamerou a další využití kamery

Kontrola nákladního prostoru pohledem je nedílnou součástí kontrol prováděných ostrahou střežených objektů. Pravidla kontrol vozidel jsou předem stanovena smlouvou o provádění ostraha daného objektu. Může se stát, že ostraha nemá oprávnění na kontrolu obsahu vlastního nákladního prostoru vozidla a zboží v něm, přičemž požadavek na kontrolu pohybu osob do a z areálů je předmětem smlouvy. Zde nám může právě pomoci termovizní kamera k odhalení nežádoucí osoby ukrývající se v takto nepřehledném prostoru. Díky snímání v pásmu infračerveného záření nám napomůže odhalit ohnisko rozdílných teplot a tudíž zaměření vlastní kontroly na předem stanovené místo. Neukáže se velikost ani počet skrývajících se osob díky neprůchodnosti infračerveného záření přes překážky. Každá překážka se nám chová jako tepelný izolant. Záleží na hustotě takové překážky a možnosti přejímat vyzařované teplo z osoby, dále, byť s nižší teplotou a tudíž jinou vyobrazenou barvou na infrakameře, může sama překážka určité teplo vyzařovat.

Infračervená kamera není prvotně určena k odhalování nežádoucích osob v kamionech a kontejnerech, ale k vyhledávání osob v nepřehledných či jinak znečištěných prostorách převážně při záchranných pracích na požářištích, závalech nebo třeba v mlze.

Pokud ovšem bude daná bezpečnostní agentura vlastnit termovizní kameru, nemusí ji použít jen k inspekci vozidel. Lze ji například využít při analýze a posouzení objektů při navrhování řešení, ať již vlastního zabezpečení, ale i v případě návrhu řešení k různým úsporným opatřením nebo zjištění možného nebezpečí vzniku zahoření od přehřátých zařízení a tudíž možnost prevence následného požáru při vlastní inspekci objektu. Další možné využití je například kontrolní činnost v nočních hodinách či snížené viditelnosti, kdy nám kamera může napomoci nalézt ukrývajícího se narušitele objektu.

### 3.5 Vlastní řešení kontrol kamionů a kontejnerů

Možnost technického využití zde zmiňovaných prostředků s opomenutím ekonomické náročnosti na pořízení a vlastní provoz zařízení je z mého pohledu ve využití těchto prostředků především v kombinaci.

Jako nejzajímavější se jeví kombinace mobilního nebo buňkového rentgenu s mobilním skenerem a zádržným systémem k zabránění vjezdu do střežených prostor.

Na vjezdu umístěný skener se snímáním podvozku, doplněný pevnou montáží kamery se snímáním registrační značky a obličejů jsou propojené na přístupový elektronický systém. Součástí průjezdové brány je postavený buňkový rentgen a místo používané závory zádržný vysouvací systém se zabráněním vjezdu proražením pneumatik nebo vysunutím pevné překážky. Takto zařízenou průjezdovou bránu lze následně dohledovat z centrálního pracoviště. V případě nutnosti nasazení rentgenu či skeneru na jiné místo tyto prostředky jednoduše přemístíme a následně nám zůstane zádržný systém jako jediná zábrana, dohledové kamery propojeny na přístupový systém s nutností posílení fyzické ostrahy objektu. Po ukončení nasazení můžeme vše vrátit na předchozí místo.

Využití zařízení Avian s citlivými mikrofony je rychlé, snadné a opět v kombinaci se skenerem nám dá možnost rychlé inspekce kontrolovaného vozidla. Bohužel, oproti rentgenu nebudeme mít možnost celkového pohledu do útrob snímané scény.

Další možností na vjezdech je použití skeneru podvozku a termovizní kamery doplněné o kameru pro snímání registračních značek a obličejů. Nevýhoda řešení je především v nutnosti dostat se s termovizní kamerou do nákladového prostoru k provedení vlastní inspekce prostoru, a nemožnost prověření zaskládaného prostoru. Tato varianta je tudíž nejméně reálná pro běžné použití. Nicméně, termovizní kamery mají své uplatnění v průmyslu komerční bezpečnosti na jiných místech, ať již při ostraze jako pomocník nočního přehledu střeženého prostoru nebo při analyzování možných bezpečnostních rizik na zařízení k nabídce komplexního řešení zabezpečení daného podniku.

Z mého pohledu bych vždy volil jakékoli ze zde popisovaných zařízení především v mobilním provedení z důvodu možného nasazení na jiném místě podle potřeby bezpečnostní agentury a požadavků zákazníků.

## 4 NOVÉ TECHNOLOGIE VYHLEDÁVÁNÍ OSOB

V únoru 2011 proběhla tiskem zpráva o novém systému vyhledávání osob v budovách, při závalech a jiných neštěstích včetně možnosti odhalování teroristických útočníků skrytých v jinak nepřehledných prostorách. Technologie má být založena na principu mikrovlnné širokopásmové komunikace mezi vlastním, v jednom monobloku umístěným vysílacím a přijímacím zařízením (Obr. 35). Snímání detekuje jemně se chvějící nebo dýchající osobu. Vlastní funkčnost zařízení je prozatím přísně utajována. Využití je prvotně určeno pro účely ozbrojených a bezpečnostních složek Spojených států amerických, do budoucna má být využito pro potřeby záchranných složek a pro ostatní civilní účely. Možná osoba je vyobrazena jako křivka na zobrazovací jednotce.



Obr. 35. Nový radarový systém vyhledávání osob<sup>46</sup>

Následně, při rozebírání možné technologie využití u tohoto radaru, jsem narazil na zajímavý český výrobek firmy RETIA a.s. Pardubice ReTWis® (Obr. 36). Firma RETIA se již 15 let zabývá především vývojem radarové techniky a elektroniky zbraňových, lokalizačních a záznamových systémů.

---

<sup>46</sup> <http://tn.nova.cz/zpravy/zahranici/citlivy-radar-pozna-cloveka-podle-dechu-i-za-betonovu-zdi.html> [2.3.2011]



Obr. 36. Vyhledávací zařízení ReTWis®<sup>47</sup>

Firma RETIA nabízí ve svém portfoliu detekční radar ReTWis®, pracující v pásmu radarů přibližně od 1,04 do 3,5 GHz. V Evropě není pásmo pro radary harmonizováno z důvodů malého tržního potenciálu a individuálního přístupu jednotlivých států. V České republice je určeno rozdělení kmitočtových pásem a jejich následné využití vyhláškou 105/2010 Sb..<sup>48</sup>

Vlastní detekce funguje na principu zjišťování a následného vyhodnocení nepatrných pohybů ve sledovaném prostoru, které jsou průvodními projevy základních biologických funkcí živých bytostí, především dýchání a tlukot srdce. Ze zde zmíněného je zařízení předurčeno k vyhledávání osob při závalech, v zakouřených a uzavřených prostorech. Využití bezpochyby nalezne i u bezpečnostních složek při zásahu proti možným teroristům či jiným pachatelům trestné činnosti v zástavbě.

---

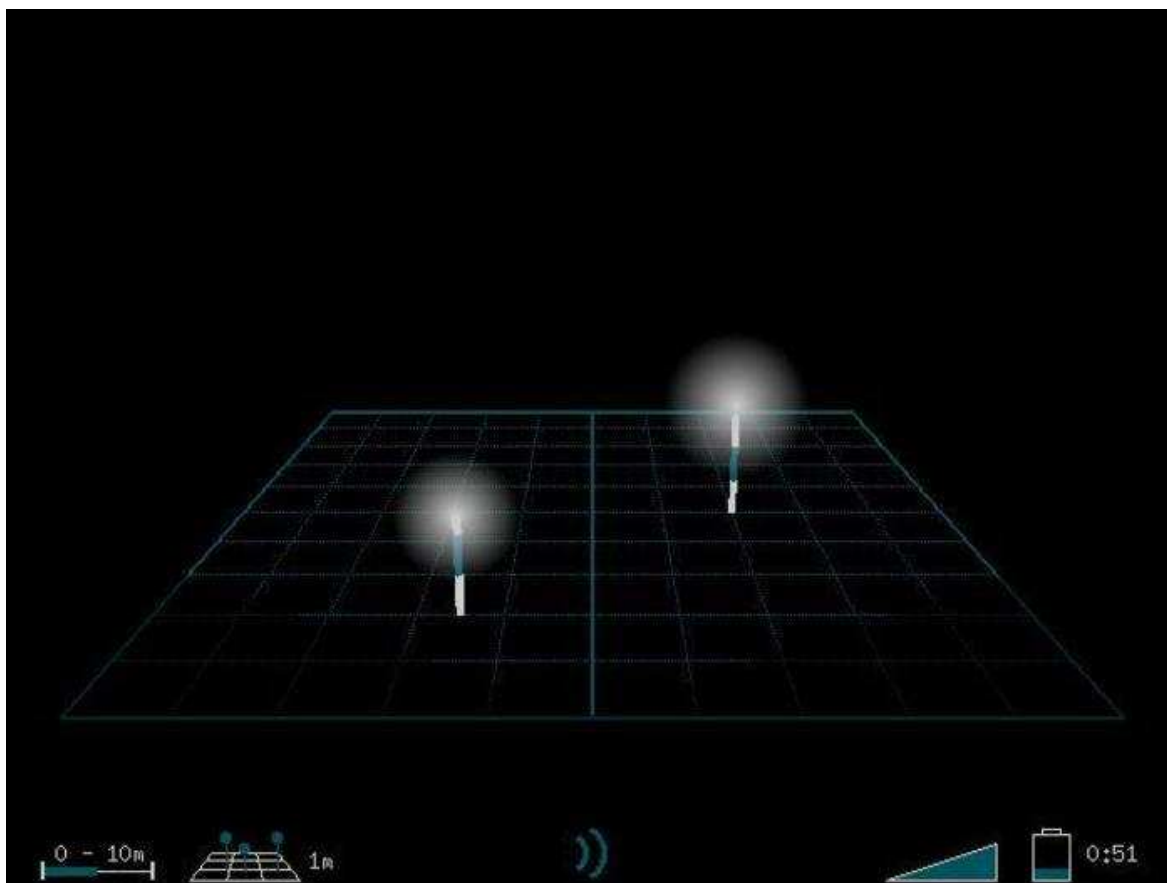
<sup>47</sup> <http://www.lokalizacni-systemy.cz/cs/retwis/#retwis-49db6cf5c08ea> [28.4.2011]

<sup>48</sup> Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu 105/2010 Sb. o plánu přidělených pásem (národní kmitočtová tabulka).

Zařízení lze velmi dobře využít ve standardní bytové zástavbě. Dosah vlastního radaru je 20 m při tloušťce cihlové zdi 50 cm, ale projde i betonem. Zorné pole 130° vodorovně a 100° svisle. Pro umístění lze využít podstavce, předmontáže k upevnění na robotické vozidlo nebo držet v rukou. Vlastní zobrazovací jednotka je umístěna přímo na zařízení, případně ji lze připojit přes síťové rozhraní k počítači a dále dohledovat a obsluhovat z něj (Obr. 36).

Z výše uvedeného můžeme zařízení s úspěchem použít na inspekci standardního plachtového kamionu či nákladního vozidla. Nevhodný pro kontejnery a jiná celokovová zařízení.

Finanční náročnost zařízení ReTWis® se pohybuje kolem 700 tisíc korun českých, především závisí na vybavení a požadovaných funkcích.



Obr. 37. Zobrazení osob na monitoru počítače<sup>47</sup>

Na dotaz ve firmě RETIA, zda lze zařízení použít i na inspekci vozidla, jsem dostal kladné stanovisko s ujištěním, že zařízení bylo zkoušeno i na tyto situace s použitím trojnožky a pevné montáže na zeď, ale vozidlo musí zastavit.



## 5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce je seznámit čtenáře se základními vlastnostmi nejčastěji používaných metod a zařízení k odhalování osob a nežádoucích materiálů v kamionech a kontejnerech převážejících rozličné druhy nákladů. Ne všechna zařízení jsou přímo určena k detekci pro tyto konkrétní účely, na druhou stranu jsou nápomocna především v jiných oborech při vyhledávání osob, například při požárech, závalech a jiných přírodních neštěstích. Tudíž jsou ve své podstatě použitelné nebo mohou být nápomocné v průmyslu komerční bezpečnosti k odhalování skrytých osob v rozličných prostorách nebo mohou být využity jako pomocné technické prostředky při bezpečnostním posuzování rizik možného vzniku zahoření nebo technické závady.

V současnosti není ekonomicky únosné mít jen jednoúčelové zařízení na jednom místě s nemožností dalšího využití. V práci se zabývám prostředky s víceúčelovým využitím, mobilními prostředky k okamžitému nasazení podle potřeby a požadavku zákazníků bezpečnostních agentur, případně konkrétního požadavku bezpečnostní agentury jako reakci na vzniklou bezpečnostní situaci, z toho plynoucí možné ohrožení střeženého objektu zjištěné vlastním bezpečnostním šetřením při vyhodnocování bezprostředních situací každodenní práce těchto agentur.

Nejvhodnější prostředek pro plnění úkolů kontroly a zajištění bezpečnosti, přehledu přepravovaného zboží a materiálů v kamionové a kontejnerové přepravě je bezesporu řešení se zde zmiňovaným mobilním rentgenovým zařízením HCV. Největší výhodou je zde celkový přehled daného kontrolovaného prostoru a okamžité odhalení nežádoucích osob v něm, tudíž zamezení napadení střeženého objektu. Nové možnosti rentgenů jsou při použití automatické detekce nebezpečných a radioaktivních látek, zařízení nám pomáhá například při nebezpečí chemického nebo radiačního útoku na střežené objekty všeho druhu. Neméně významnou vlastností je i možnost nastavení intenzity výkonu rentgenové lampy a tím průchodnosti skenovaným materiálem až do tloušťky 400mm oceli. Největší nevýhody jsou především velké pořizovací náklady rentgenů v řádu desítek milionů korun, nezanedbatelné provozní náklady a potřeba stálého pracovního týmu pro obsluhu a vlastní činnost inspekce kontrolovaného zařízení.

Další možností je tedy použití levnějších zařízení a jejich kombinace pro vlastní činnost kontrol. Ztratíme sice efektivitu přehlednosti a rychlosti kontroly, ale ekonomická nákladnost nám vše vynahradí. Použití kombinace například systému Avian s citlivými

mikrofony, vozidlového skeneru CUVSS a termovizní kamery může být plnohodnotnou náhradou za zmiňovaný rentgen. Ekonomická nákladnost při pořízení těchto tří zařízení nám nepřesáhne deset milionů korun. Velkou výhodou je fakt, že není zapotřebí speciálního týmu pracovníků pro obsluhu kteréhokoli z těchto zařízení, a možnost použití zařízení i pro samostatnou činnost při využití k jiným činnostem bezpečnostní agentury.

Vývoj nových elektronických součástek, jejich miniaturizace, rozvoj výpočetní techniky vede ke stálému zdokonalování prostředků nejen pro potřeby bezpečnostního průmyslu. V poslední části jsou uvedena dvě podobná zařízení pracující na obdobném principu využívající ultra širokopásmového spektra na krátkou vzdálenost. Zda se bude ubírat vývoj prostředků k detekci osob a věcí tímto směrem se ukáže v dalších letech.

## CONCLUSION

The purpose of the graduation theses is to introduce the readers to basic properties of most common methods and devices used for person and undesired materials detection in trucks and containers transporting various kind of cargo. Not all devices are especially designed for this specific purpose, but on the other side it mainly helps to locate people during fire, cave-in, and other natural disasters. Thus it can be used or help in commercial security industry for hidden persons discovering in various locations or can be used as complementary technical means during fire ignition or technical fault safety risk assessing.

It is not economically efficient to have single-purpose device on one place without the possibility for further use at this time. In the text I explain multipurpose devices, mobile devices for immediate use according to security agency customers needs, eventually security agency exact requirement as a reaction to discovered security situation and resulting in possible danger to guarded object determined by own security investigation during evaluation of actual situations in daily work of those agencies.

Most suitable instrument for inspection and safety assuring, truck and container transported goods and material overview is certainly use of here described mobile X-ray device HCV. The biggest advantage here is overall view of inspected area and immediate detection of undesired persons and thus prevention from object attack. X-ray new possibilities are in automatic danger and radiation material detection. The device helps for example in danger of chemical or radiation attack to guarded object of all kinds. Next important property is the possibility of X-ray lamp power intensity setting which sets permeability of scanned material up to 400 mm thick of steel. The biggest disadvantages are high purchase costs in tens of millions of CZK, high operational costs and the need of constant work team for operation and own inspection work.

Another possibility is use of cheaper devices and its combination for own inspection work. We are losing the effectiveness of clarity and inspection speed, but the economical costs will compensate it. Use of combination of Avian system with sensitive microphones, vehicle scanner CUVSS and thermo vision camera can be adequate supplement to mentioned X-ray device. Economical costs for those three devices will be below ten million CZK. Big advantage is the fact that no special work team is needed for any of the devices and the possibility to use the devices even for individual tasks in other activities in security agency.

Progress in development of new electronic components, its miniaturization and computer technology development leads to continuous improvement of devices not only for security industry. Two similar devices working on similar principle using wide-band spectra for short distances are described in last part. Whether development on field of persons detection will go this way will be shown in next years.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] SMETANA, Ctirad. Hluk a vibrace, měření a hodnocení. 1. vyd. Praha : Sdělovací technika, 1998. 188 s.
- [2] FUKÁTKO, Tomáš. Detekce a měření různých druhů záření. 1. vyd. Praha : BEN, 2007. 192 s.
- [3] KREIDL, Marcel; ŠMÍD, Radislav. Technická diagnostika : senzory, metody, analýza signálu. 1 vyd. Praha : BEN, 2006. 406 s.
- [4] GEIST, Bohumil. Akustika jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi. 1. vyd. Praha: Muzikus, 2005. 281s.
- [5] DRASTICH, Aleš. Netelevizní zobrazovací systémy. Brno : VUT Brno, FEI, UBMI, 2001. 174 s.
- [6] HÁLA, Jiří. Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie. 1. vyd. Praha : BEN, 2002, 310 s.
- [7] HALLIDAY, D; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fyzika : Elektromagnetické vlny - Optika - Relativita*. 1.české. VUT Brno : VUTIMUM, PROMETHEUS, 2003. 1198 s. ISBN 80-214-1868-0, 81-7196-213-9.

Interní materiály:

- [8] doc.LUKÁŠ Luděk, Technické prostředky bezpečnostního průmyslu, studijní materiály
- [9] Firemní materiály SMITHS HEIMANN: Technical offer HCV-Mobile 3.8MeV, 2003
- [10] Firemní materiál: User and Maintenance Manual For The WM Robot's Color Under Vehicle Surveillance Systems (CUVSS) Static and Mobile, Document Number: 04/CUVSS/WMRobots/Gen/2.12c, January 2008. Dostupný také z WWW: <[http://www.wmrobots.com/images/CUVSS\\_Manual\\_ver\\_2-12c.pdf](http://www.wmrobots.com/images/CUVSS_Manual_ver_2-12c.pdf)>

Zákony a vyhlášky:

[11] Česká republika. Zákon o mírovém využití jaderné energie a ionizujícího záření: atomový zákon. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 1997, 1997, částka 5, Zákon 18, s. 82-106. Dostupný také z WWW: <[http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=18/1997&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=18/1997&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)>.

[12] Česká republika. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2001, 2001, částka 71, Zákon 185, s. 4074-4113. Dostupný také z WWW: <[http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=185/2001&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=185/2001&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)>.

[13] Česká republika, EU. Vyhláška o evidenci a kontrole jaderných materiálů a oznamování údajů požadovaných předpisy Evropských společenství . In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2010, 2010, částka 72, Vyhláška 213, s. 2476-2493. Dostupný také z WWW:<[http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=72&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_castky](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=72&typeLaw=zakon&what=Cislo_castky)>.

[14] Česká republika. Zákon o spotřebních daních. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2003, částka 118, Zákon 353, s. 5730-5788. Dostupný také z WWW: <[http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=353/2003&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=353/2003&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)>.

[15] Česká republika. Vyhláška o plánu přidělení kmitočtových pásem : národní kmitočtová tabulka. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2010, 2010, částka 38, Vyhláška 105, s. 1178 - 1296. Dostupný také z WWW: <[http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=105/2010&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=105/2010&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)>.

Veřejné internetové zdroje:

[16] <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/k12.htm> [12.2.2011]

[17] <http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/objevite/objev4/hit.htm> [12.2.2011]

[18] <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/k11.htm> [citace 12.2.2011]

- [19] [http://formaementis.files.wordpress.com/2008/11/anna\\_berthe\\_roentgen.gif](http://formaementis.files.wordpress.com/2008/11/anna_berthe_roentgen.gif)  
[14.2.2011]
- [20] [http://www.medicabaze.cz/index.php?sec=term\\_detail&categId=18&cname=Kardiologie&termId=3253&tname=EKG&h=empty#jump](http://www.medicabaze.cz/index.php?sec=term_detail&categId=18&cname=Kardiologie&termId=3253&tname=EKG&h=empty#jump) [16.3.2011]
- [21] <http://www.markonet.cz/pages/vyuka/principy-pocitacu/skenery/schema-skenovani-predlohy.php> [16.3.2011]
- [22] <http://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/research/activities/capabilities/cis.cfm> [16.3.2011]
- [23] <http://kingfish.coastal.edu/marine/Animations/index.html> [20.3.2011]
- [24] <http://www.infrared.cz/Technologie/Termovize/> [2.4.2011]
- [25] <http://fyzmatik.pise.cz/10259-rozdil-mezi-dewarovou-nadobou-a-termoskou.html>  
[2.4.2011]
- [26] [http://wll.kr/bbs/board.php?bo\\_table=qna&wr\\_id=1235](http://wll.kr/bbs/board.php?bo_table=qna&wr_id=1235) [14.4.2011]
- [27] <http://www.celnisprava.cz/cz/crbrno/tiskove-zpravy/2006/Stranky/060717-celnici-objevili-bezence.aspx> [26.3.2011]
- [28] [http://www.smithsdetection.com/x-ray\\_inspection.php](http://www.smithsdetection.com/x-ray_inspection.php) [26.3.2011]
- [29] <http://www.colsys.cz/cz-20product-04hbd.php> [2.4.2011]
- [30] [http://www.colsys.cz/\\_download/hbd.pdf](http://www.colsys.cz/_download/hbd.pdf) [2.4.2011]
- [31] <http://www.chemring.co.uk/about-chemring/history-growth.aspx> [21.2.2011]
- [32] <http://www.vehiclescansystems.com/> [21.2.2011]
- [33] [http://www.wmrobots.com/images/CUVSS\\_Manual\\_ver\\_2-12c.pdf](http://www.wmrobots.com/images/CUVSS_Manual_ver_2-12c.pdf)
- [34] <http://www.vehiclescansystems.com/system-overview.html> [21.2.2011]

- [35] [http://www.draeger.com/media/10/01/09/10010912/werdurchsfeuergeht\\_br\\_9046325\\_de.pdf](http://www.draeger.com/media/10/01/09/10010912/werdurchsfeuergeht_br_9046325_de.pdf) [12.4.2011]
- [36] <http://www.hzs-zlkraje.cz/aktuality8/0812/termokam.pdf> [14.4.2011]
- [37] [http://www.insatecsl.com/tig\\_026.htm](http://www.insatecsl.com/tig_026.htm) [12.4.2011]
- [38] [http://www.draeger.com/media/10/01/88/10018879/ucf1600\\_3200\\_br\\_9046316\\_en.pdf](http://www.draeger.com/media/10/01/88/10018879/ucf1600_3200_br_9046316_en.pdf) [12.4.2011]
- [39] <http://www.hzs-zlkraje.cz/aktuality8/0812/391.htm> [14.4.2011]
- [40] <http://www.smithsdetection-sci.com/eng/490.php> [26.3.2011]
- [41] [http://www.smithsdetection.com/HCV\\_CAB\\_2000\\_M.php](http://www.smithsdetection.com/HCV_CAB_2000_M.php) [26.3.2011]
- [42] <http://tn.nova.cz/zpravy/zahranici/citlivy-radar-pozna-cloveka-podle-dechu-i-za-betonovu-zdi.html> [2.3.2011]
- [43] <http://www.lokalizacni-systemy.cz/cs/retwis/#retwis-49db6cf5c08ea> [28.4.2011]
- [44] [http://ihned.cz/c4-10146900-23211990-009000\\_d-nova-kamera-prokoukne-teroristy](http://ihned.cz/c4-10146900-23211990-009000_d-nova-kamera-prokoukne-teroristy) [9.5.2011]
- [45] <http://www.tmvss.cz/Aplikace/Termovize/Stavby.html> [9.5.2011]



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

3D    trojdimenzionální (trojrozměrný)

AG & Co    Aktiengesellschaft (akciová společnost)

Co    Company

A/D    Analogodigitální

CCD    Charge (zařízení s vázanými náboji)

C    Coupled

D    Device

CIS    Compact (kompaktní obrazový snímač)

I    Image

S    Sensor

CUVSS    Colour (barevný vozidlový systém dozoru)

U    Under

V    Vehicle

S    Surveillance

S    Systém

EKG    Elektrokardiogram

EXBS Export Control (*Export Control and Border Security Program*- program kontroly vývozu a zabezpečení hranic)

B Border

S Security

FPA Focal (ohnisková rovina)

P Plane

A Aray

GŘC Generální

Ř Ředitelství

C Cel

HCV Heimann (Heimannova automobilní vize)

C Cargo

V Vision

IP Ingress (stupeň krytí - ochrany - odolnost elektrospotřebiče)

P Protection

kpl. kompletní dodávka

ks počet kusů

LCD Liquid (displej z tekutých krystalů)

C Crystal

D Display

LED Light (světlo emitující-vyzařující dioda)

E Emitting

D Diode

Li-Ion Lithium (dobíjecí baterie)

Ion iontová

PLC Public (společnost s ručením omezeným)

L Limited

C Company

VIP Very (velmi důležitá osoba)

I Important

P Person

WiFi Wireless (bezdrátová věrnost)

Fi Fidelity

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|   |    |
|---|----|
| Obr. 1. Wilhelm Conrad Röntgen *1845 - †1923.....                             | 11 |
| Obr. 2. Hittorfova trubice.....   | 12 |
| Obr. 3. Ruka W. C. Röntgena osvětlena X paprsky.....                          | 13 |
| Obr. 4. Zjednodušené schéma rentgenky.....                                    | 14 |
| Obr. 5. Elektrodynamický senzor.....  | 19 |
| Obr. 6. Možná propojení snímačů s měřicí soupravou.....                       | 20 |
| Obr. 7. Křivka elektrické aktivity srdce.....                                 | 22 |
| Obr. 8. Zjednodušené schéma funkce skeneru.....                               | 23 |
| Obr. 9. CIS snímač.....   | 24 |
| Obr. 10. Elektromagnetické spektrum.....                                      | 25 |
| Obr. 11. Snímání IR záření.....   | 26 |
| Obr. 12. Pouzdro infračerveného detektoru.....                                | 27 |
| Obr. 13a. Jeden čip bolometru - vlevo, matice z čipů - vpravo.....            | 28 |
| Obr. 13b. Bolometr.....   | 28 |
| Obr. 14. Mobilní rentgen HCV mobile V2.....                                   | 32 |
| Obr. 15a,b. Záchyt běženců 17.7.2006 Břeclav.....                             | 33 |
| Obr. 16. Poziční členění snímání.....   | 34 |
| Obr. 17. Blokové schéma HCV.....  | 35 |
| Obr. 18. Celkové blokové schéma HCV mobile V2.....                            | 36 |
| Obr. 19. Doporučené rozmístění pracoviště s HCV mobile V2.....                | 37 |
| Obr. 20a,b. Záchyt 17.1.2005 HP Lanžhot – 10,4 kg heroin v kabině řidiče..... | 39 |
| Obr. 21. Sestava Heartbeat Detector <sup>TM</sup> Avian.....                  | 41 |
| Obr. 22. Osazení snímačů na vozidlo.....                                      | 42 |
| Obr. 23. Obrazovka pro nastavení programu Avian.....                          | 43 |
| Obr. 24. Pozitivní vyhodnocení.....   | 43 |
| Obr. 25. Vozidlový skener, vlevo – stacionární, vpravo - mobilní.....         | 45 |
| Obr. 26. Blokové schéma zapojení skeneru.....                                 | 46 |
| Obr. 27. Rampa se snímačem a přísvitom se zrcadlem.....                       | 47 |

---

|  |    |
|--|----|
| Obr. 28. Pracovní obrazovka operátora s vyobrazenou scénou.....            | 48 |
| Obr. 29. Termovizní kamera Dräger UCF® 1600 /3200.....                     | 50 |
| Obr. 30a,b. Rozdílné nastavení tepelného skenování.....                    | 51 |
| Obr. 31. Sejmутý obraz osoby se skrytým předmětem a vlastní IR kamera..... | 53 |
| Obr. 32. Termovizní vyhodnocení objektu zInteriéru a exteriéru.....        | 54 |
| Obr. 33. HCV Silhouette M.....   | 56 |
| Obr. 34. Buňkový rentgen HCV CAB 2000.....                                 | 56 |
| Obr. 35. Nový radarový systém vyhledávání osob.....                        | 62 |
| Obr. 36. Vyhledávací zařízení ReTWis®.....                                 | 63 |
| Obr. 37. Zobrazení osob na monitoru počítače.....                          | 64 |

**SEZNAM TABULEK**

|   |    |
|---|----|
| Tab. 1. Rychlost šíření zvuku.....                      | 18 |
| Tab. 2. Základní zveřejněné parametry rentgenů HCV..... | 40 |
| Tab. 3. Cenová nabídka firmy COLSYS s.r.o., Kladno..... | 49 |