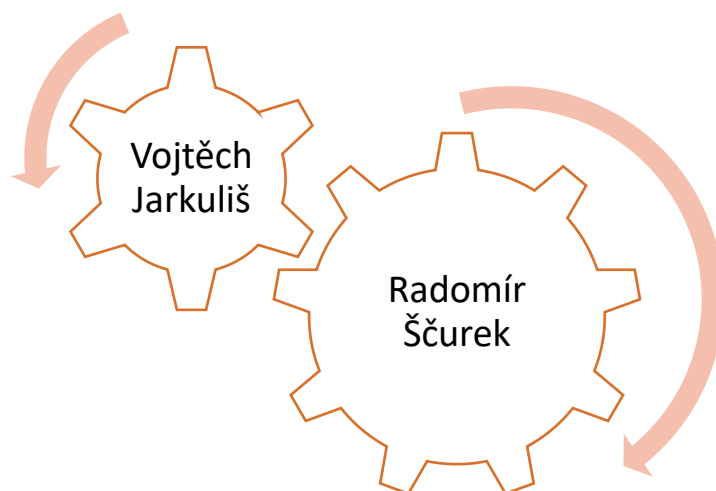


**Studijní opora do předmětu:  
Technické prostředky bezpečnostních služeb**



## Obsah

1. CHEMICKÉ, BIOLOGICKÉ, RADIAČNÍ, NUKLEÁRNÍ A EXPLOZIVNÍ (CBRNE) LÁTKY .....	2
2. IONIZUJÍCÍ A NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ .....	6
3. TECHNICKÉ MĚŘENÍ V BEZPEČNOSTI A MĚŘENÍ RYCHLOSTI AUTOMOBILŮ .....	9
4. VÝBUŠNINY .....	11
5. BIOMETRICKÉ TECHNOLOGIE V BEZPEČNOSTNÍ PRAXI .....	24
6. RFID .....	36
7. BEZPEČNOSTNÍ DONUCOVACÍ A VĚCNÉ PROSTŘEDKY PRO REGULACI DAVU .....	39
8. SPECIÁLNÍ CHEMICKÉ LÁTKY UŽÍVANÉ V BEZPEČNOSTNÍ PRAXI .....	42
9. SPECIÁLNÍ PROSTŘEDKY K VYHLEDÁVÁNÍ PŘEDMĚTŮ POD ZEMÍ, POD VODOU, VE DNE, V NOCI A KAMEROVÉ SYSTÉMY .....	43
10. PROSTŘEDKY A POSTUPY PRO BEZPEČNOSTNÍ PROHLÍDKY OSOB, OBJEKTŮ A VOZIDEL...	61

## 1. Chemické, biologické, radiační, nukleární a explozivní (CBRNE) látky

**Chemická nebezpečná látka:** chemická sloučenina, která je buď smrtelná nebo škodlivá i v malých dávkách.

### Chemická zbraň:

- Bojová chemická látka,
- Nosič,
- Zařízení schopné ji rozšířit.

### Rozdělení chemických látek

- **Otravné látky:**
  - Dráždivé (slzné, nízká toxicita, látka CS, CR, Chloracetofenon),
  - Dusivé (Chlor, Fosgen, Difosgen),
  - Zpuchýřující (Yperit, Lewisit),
  - Nervově paralytické (Tabun, Sarin, Soman, látka VX, Cyklosarin),
  - Všeobecně jedovaté (oxid uhelnatý – váže se na hemoglobin, kyanovodík),
  - Zneschopňující,
    - Psychicky (látka BZ, LSD, amfetamin, kokain),
    - Fyzicky (únava, podrážděnost, nervozita),
- **Zápalné** (hašení vodou nebezpečné):
  - Oxidy kovů (termit, elektron),
  - Upravené hořlaviny (benzín, petrolej, nafta),
  - Bílý fosfor (samovznícení 60 °C),
- **Dýmotvorné:** zastření důležitých míst.

### Detekce:

- Chemický průkazník CHP-71,
- Reagenční soupravy,
- NMR spektroskopie,
- Kvadrupolová rezonance.

### Obrana:

- Transant,
- Diazepam,
- Atropin,
- Protichemický balíček,
- Ochranná maska M-10M,
- Ochranná maska OM-90,
- Protichemická souprava JP-75A,
- Pláštěnka jednorázová JP-90,
- Převlek filtrační ochranný FOP-96.

**Biologické látky:** levné, lehce dostupné, vysoce účinné, těžce detekovatelné

**Biologická zbraň:**

- Biologická látka,
- Nosič,
- Zařízení pro její rozšíření.

**Bodový zdroj:** zásobník pitné vody

**Lineární zdroj:** letadla, lodě

**Rozdělení biologických látek**

- Bakterie: nejmenší jednobuněčné živé organismy (0,1 -10 um)
  - antibiotika,
  - tularémie, antrax, mor, cholera, vozňivka,
  - schopné vlastní reprodukce oproti virům,
- Viry: nejjednodušší typ živé hmoty (0,02-0,2 um)
  - závislé na hostiteli,
  - antivirotika,
  - Ebola, koňská encefalidita, pravé neštovice,
- Rickettsie: mikroorganismy, které mají charakteristické znaky bakterií i virů
  - antibiotika,
  - nejsou schopny se rozmnožovat mimo hostitelské buňky,
  - tyfus, q-horečka, horečka Skalistých hor
- Myotické: houby a plísně, heterotrofní organismy (sami nevytvářejí organické látky)
  - antimykotika,
  - plíseň bramborová, rez obilná,
- Toxiny: jedovaté sloučeniny produkované živými organismy,
  - vysoká toxicita,
  - rostlinné, živočišné, bakteriální
  - botulotoxin, ricin, kurare, stafylokokový enterotoxin
- Geneticky modifikované organismy
- Nemoci živočišného původu: Sin Nombre, virus západního Nilu

**Detekce biologických látek:**

- Termokamery,
- Plynová chromatografie,
- Hmotnostní spektrometrie.

**Radioaktivní látky:** energie se uvolní rozpadem těžšího jádra na lehčí

**Jaderné látky:** uvolnění energie vznikne spojením dvou lehčích jader v jedno těžší

**Radioaktivita:** přirozená schopnost některých látek vysílat (neviditelné radioaktivní) záření během samovolných přeměn, které má schopnost pronikat hmotou

**Radioaktivní záření:** ionizující záření

- Alfa – zastaví papír
- Beta – zastaví hliníková fólie
- Gama – zastaví olovo
- Neutronové – zastaví beton

**Detekce radioaktivního záření dozimetry:**

- Kontinuální
- Integrovaná
- Elektrické
- Scintilační
- Samostatné
- Filmové
- Termoluminiscenční

**Jaderný terorismus:**

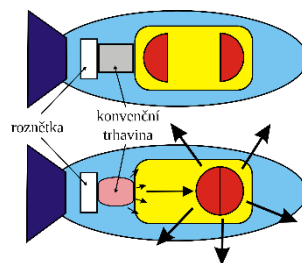
- Použití ukradených jaderných hlavic
- Zkonstruování NVS využitím štěpného materiálu
- Použití radioaktivního materiálu pro kontaminace území
- Útok na jaderná zařízení

**Špinavá bomba:**

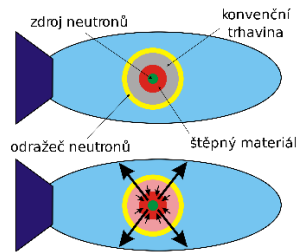
- Určité množství méněcenného radioaktivního materiálu smíchaného s průmyslovou trhavinou,
- Princip není v silném výbuch, ale v zamoření prostoru (izotopy plutonia, americia),
- Zisk materiálu z nemocnic, naftových vrtů.

**Jaderná bomba: štěpení jader**

- Dělovitého typu: dvě podkritické množství



- Implozní puma:



### Termonukleární bomba: jaderná syntéza

- Kobaltová (zamoření)
- Neutronová (zabíjení osob)
- Vodíková (ničení budov)

**Explozivní látky:** svými účinky působí na okolní prostředí s cílem poškodit, ničit materiálové hodnoty, zranit, nebo zabít vytipovanou osobu

### Rozdělení explozivní látek:

- Trhaviny,
- Třaskaviny,
- Střeliviny,
- Pyrotechnické složky,
- Výbušné plyny,
- Hořlavé látky.

**Nástražný výbušný systém (NVS)** je systém, který je za určených podmínek schopen vyvolat výbušný účinek nebo ložisko požáru.

### Složení NVS:

- Výbušnina
- Iniciační systém
- Obal

### Účinky NVS:

- Tlaková vlna,
- Teplo
- Zvukový účinek
- Fragmentační účinek

## 2. Ionizující a neionizující záření

**Neionizující záření:** proud částic, které nemají žádný elektrický náboj

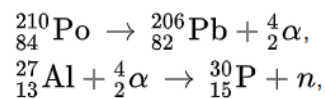
- UV, IR, viditelné světlo, el. mag. pole a lasery.

**Ionizující záření:** záření jež je schopno vyrážet elektrony z atomového obalu

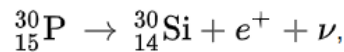
- Přímio ionizující: kvanta nesou elektrický náboj,
- Nepřímio ionizující: kvanta elektricky neutrální (fotonové, rtg, gama, neutronové).

**Radioaktivní rozpad:**

- Alfa rozpad



- Beta rozpad (emise elektronu – nebo emise pozitronu +)



- Izomerní přechod: přechod z energeticky vyšší hladiny na nižší za současné emise částice gama

**Rozpadový zákon:**

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$N_0$ ... počáteční počet částic

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \approx 0,693 \cdot \lambda^{-1}$$

$T$ ... poločas rozpadu

**Biologické účinky** závisí na druhu a energii záření, dávce a dávkovém příkonu, vlastnostech ozářené tkáně anebo orgánů.

- Smrt buňky (ztráta schopnosti se dělit),
- Změna cytogenetické informace (mutace, zhoubné novotvary),
- **Nestochastické:** předvídatelné, při vysokých dávkách (radiodermatitida, poškození oční čočky, plodnost)
- **Stochastické:** pozdní.

**Ochrana před ionizujícím zářením:**

- Časem: zkrácení doby pobytu na exponovaném místě,
- Vzdáleností: využití vhodných manipulátorů,
- Stíněním,
- Zabráněním kontaminace: hygienická pravidla,
- Zdůvodnění činností a zdrojů,
- Optimalizace ochrany,
- Dodržení dávkových limitů,
- Zajištění bezpečnosti (monitorovací systém).

#### **Využití radionuklidů a ionizujícího záření**

- Měření tloušťky,
- Hustoměry,
- Hladinoměry,
- Nedestruktivní analýza materiálů,
- Radioterapie,
- Rentgeny.

#### **Zdroje neionizujícího záření**

- Slunce,
- Výbojky pro dezinfekci,
- Elektrický oblouk při svařování,
- Lasery,
- Rozhlasové a televizní vysílače,
- Radiolokátory,
- Mikrovlnné trouby.

#### **Účinky neionizujícího záření:**

- Tvorba vitamínu D,
- Zánět spojivky, rohovky, kůže,
- Fotosyntéza,
- Fotodermatóza.

#### **Využití neionizujícího záření:**

- Displeje,
- DVD přehrávače,
- Svařování, řezání,
- Zdravotnictví,
- Opticko-kouřové hlásiče.



### **Ochrana před neionizujícím zářením:**

- Snížení expozice,
- Stínění,
- Vyloučení nechtěné expozice,
- Preventivní lékařské prohlídky,
- Použití ochranných prostředků.

### **Detektory:**

- Radiometry: stanovení úrovně radioaktivity v daném prostoru (jen intenzita),
- Spektrometry: měří energii ionizujícího záření (intenzita, energie).
  
- Kontinuální (online),
- Integrované (kumulativní).
  
- Fotografické
  - Filmové,
  - RTG filmy,
  - Mlžné,
  - Bublínové komory,
- Materiálové: barva, složení se mění,
- Elektronické: převod na proudy nebo impulzy,
- Plynové,
- Scintilační: převod absorbované energie IZ na energii fotonů,
- Polovodičové.

### 3. Technické měření v bezpečnosti a měření rychlosti automobilů

**Fyzikální veličina:** popisuje vlastnosti fyzikálních objektů, atribut hmoty, kterému jsme schopni přiřadit určitou hodnotu.

- Extenzivní:  $1 \text{ kg} + 1 \text{ kg} = 2 \text{ kg}$  (aditivnost)
- Intenzivní: nutno měřit nepřímo; teplota
- Protenzivní: spojitě se mění, nelze zpětně reprodukovat; čas

#### Projekt experimentu

- Formulace zadání
- Všeobecný rozbor
- Teoretická odvození a rozbor
- Rozbor a optimalizace nejistot
- Konkrétní návrh měření

#### Realizace experimentu

- Fyzická příprava experimentu (kalibrace, ověření funkčnosti měřidel)
- Vlastní měření
- Matematické zpracování výsledku

#### Vyhodnocení experimentu

- Soubor výsledků
  - Nejistoty
  - Podmínky, korekce
- Zhodnocení experimentu
- Protokol z měření

#### Chyby a nejistoty měření

- Systematické: přičítá se k měřené hodnotě, identifikace srovnávacím měřením
- Náhodné: velké množství malých rušivých elementů, které ovlivňují výslednou hodnotu, nelze stanovit z jednoho měření, minimálně 5-10 měření, max. je ovlivněno náklady
- Hrubé chyby: vybočující chyby, odlehlé hodnoty
  - Nesprávné zapsání výsledku
  - Selhání měřicí aparatury
  - Nesprávně nastaveny podmínky měření

#### Nejistota měření typu A

- Způsobena náhodnými vlivy, jejíž příčiny nejsou známy
- Zmenšuje se se zvětšujícím se počtem opakování měření
- Platí pro přímo měřené veličiny

#### Nejistota typu B

- Vzniká ze známých a odhadnutelných příčin pocházejících z různých zdrojů
- Nezávisí na počtu opakovaných měření

**Kombinovaná nejistota:**  $u_{Cx} = \sqrt{u_{Ax}^2 + u_{Bx}^2}$

#### Zdroje nejistot:

- Nedokonalá či neúplná definice měřené veličiny
- Nevhodný výběr přístroje
- Nevhodný výběr vzorků měření
- Nevhodný postup při měření
- Zaokrouhlení, nepřesnost etalonu a referenčních materiálů

#### Měření rychlosti vozidel

- Přenosné přístroje: umístění na stativu
- Stacionární měřiče: pevná zástavba
- Mobilní: měření za jízdy
- Ruční měření času: změřen čas, který vozidlo potřebuje k projetí předem změřené vzdálenosti mezi dvěma pevnými body
- Světelná závora: 2-3 světelné paprsky vzdálení 1 m, rychlost se spočítá z rozdílů časů protnutí drah jednotlivých paprsků a z jejich vzdálenosti
- Video tachograf: pouze na dlouhé rovné úseky, vzdálenost 15-100 m od vozidla a 10 s
- Radar: pracuje na Dopplerovu principu (MW))
- Laser: odraz paprsku od auta, z časového zpoždění se vypočte vzdálenost cíle (dva paprsky za sebou)

**Dopplerův jev:** změna frekvence a vlnové délky mezi přijímaným a vysílaným signálem, při vzájemné přibližování je frekvence přijímaného vlnění vyšší a při vzdalování nižší

$v$  = rychlost zdroje (přibližuje se -, oddaluje se +)

$v_p$  = rychlost detektoru (přibližuje se +, oddaluje se -)

$v_z$  = rychlost vln (zvuku)

$f_p$  = frekvence přijímaného signálu;  $f$  = frekvence vysílaného signálu

$$f_p = \frac{v_z \pm v_p}{v_z \pm v} f$$

## 4. Výbušniny

### Charakteristika a rozdělení výbušnin a druhy výbušné přeměny

Výbušniny jsou látky schopné chemického výbuchu. Jedná se o chemické látky, které, pokud jsou vhodným způsobem uvedeny do činnosti, tedy iniciovány a dojde k rychlému chemickému nebo fyzikálně-chemickému ději, dokážou uvolnit velké množství energie, charakteristické prudkým vývinem plynů, světla a tepla.

#### Podle vlastností:

- trhaviny,
- třaskaviny,
- střeliviny,
- pyrotechnické slože.

#### Podle způsobu vyvolání výbušné přeměny:

- přímé, které je nutné přivést k jejich typické výbuchové přeměně jednoduchým podnětem, např. třením nárazem, nápichem, plamenem. (třaskaviny a střeliviny),
- nepřímé, které můžeme přivést k výbuchu obvykle jen pomocí většího množství energie, zpravidla výbuchem přímé výbušnin. (průmyslové trhaviny).

**Citlivost výbušnin** schopnost výbušnin reagovat na vnější podnět (iniciace) výbušné přeměny (hoření nebo detonace).

- tepelný, mechanický (náraz, tření, průstřel), elektrický (jiskra), světelným zářením, detonace jiné výbušnin (sekundární)

Faktory citlivosti: vlhkost – při zvýšení citlivost klesá, teplota – čím vyšší tak citlivost stoupá, hustota – čím vyšší hustota, tím menší citlivost, příměsi (flegmatizátory, senzibil.)

**Stabilita výbušnin:** schopnost neměnit své fyzikální a chemické vlastnosti.

#### Druhy výbušné přeměny

**Výbuchové (explozivní) hoření** je druh chemického výbuchu, jehož výbuchová rychlost je menší než rychlost zvuku ve zplodinách výbuchového hoření za podmínek, které se při něm vytvoří. (trhaviny, třaskaviny)

**Detonace** je chemický výbuch, při němž vzniká ve výbušnině detonační vlna pohybující se výbušnou rychlostí větší než je rychlost zvuku ve zplodinách výbuchu, které se při něm vytvoří. (střeliviny, pyrotechnické slože)

## Trhaviny

Trhaviny jsou výbušniny, jejichž hlavním typem výbušné přeměny je detonace. Na rozdíl od třaskavin jsou však trhaviny méně citlivé a k vyvolání jejich detonace je nutné použít silného podnětu, např. detonace jiné výbušniny. Jednoduchým fyzikálním podnětem, který je schopen vyvolat detonaci třaskavin, není možné vyvolat spolehlivou detonaci trhavin.

- **průmyslové** - jsou směsi organických a anorganických látek výbušné i nevýbušné povahy. Jsou poměrně málo citlivé k vyvolání výbušné přeměny, a proto je k jejich iniciaci zapotřebí silného počátečního impulsu, kterým je obvykle výbuch rozněcovadla. DaP, SLURRY, emulzní trhaviny,
- **vojenské** - jsou výkonnější a podstatně méně citlivé na různé druhy vnějších podnětů. K detonaci jsou obvykle přiváděny výbuchem třaskaviny /rozbuškou nebo náloží jiné brizantní výbušniny. Trhaviny velké účinnosti – oktogen, hexogen, pentrit, tetryl, trhaviny normální účinnosti – tritol, amatol, melinit. Poměrně malá citlivost trhavin na úder, tření a tepelné působení a tudíž i dostatečná bezpečnost zajišťují příznivé podmínky pro jejich praktické používání. Vojenské trhaviny jsou určeny převážně k používání v armádě jsou však používány i pro praktickou pyrotechnickou činnost Policie ČR. Jedná se převážně o ženijní náloživo a nálože.

## Třaskaviny

Zvané též látky iniciační jsou přímé výbušniny, které lze k výbuchu přivést poměrně slabým podnětem (úder, tření, jiskra). Používají se zpravidla k vyvolání detonace jiné výbušniny, při trhací práci využíváme třaskaviny k počáteční iniciaci trhavin, neboť tvoří primární náplň rozbušek.

**Třaskavá rtuť** (fulminát rtuťnatý) je jemně krystalický prášek bílé barvy. Je jedovatá, špatně rozpustná ve vodě, velmi citlivá na úder a tření. Zvlhnutím se její výbušné vlastnosti podstatně snižují. Používá se do rozbušek a zápalek. Protože se třaskavá rtuť ve styku s hliníkem rozkládá, musí být dutinky rozbušek z mědi nebo ze slitiny mědi a niklu.

**Azid olovnatý** tvoří jemné krystalky bílé barvy. Citlivost na úder, tření i oheň je menší než u třaskavé rtuti. Slučuje se s mědí, a proto se používá vždy v rozbuškách s hliníkovými dutinkami.

## Střeliviny

Střeliviny jsou látky, které mají schopnost uvolňovat po iniciaci velké množství plynů o vysokém tlaku a teplotě. Jsou to pevné látky, které udělují střele potřebnou rychlost – pohony střel.

- bezdýmé střelné prachy – náplň do výmetných složek střelných zbraní,
- pohonné hmoty (kapalné, tuhé, hybridní) – výbušniny používané k pohonu raket.

Základní komponenty střeliviny tvoří látky, které umožňují hoření. Střeliviny proto vždy obsahují látky schopné oxidace tj. palivo a složky oxidující tj. oxidant. Tyto složky mohou být buď ve formě mechanické směsi, nebo může být palivová a oxidující složka v jedné molekule chemické sloučeniny. Představitelem prvního typu střeliviny je střelný prach, druhého typu pak bezdýmý nitrocelulózní prach.

Za určitých podmínek může hoření přejít v detonaci a střeliviny se tudíž mohou chovat jako trhaviny. Například černý prach byl dlouhou dobu používán jako střelivina i jako trhavina.

**Černý prach** je nejstarší známá výbušnina. Černý prach je směs 75% dusičnanu draselného, 15% dřevěného uhlí a 10% síry. Má značnou citlivost na tření. Je šedočerné barvy s matným leskem. Malé množství se jenom vznítí a větší množství může detonovat.

V současnosti se používá:

- k plnění kroužků časovaných zapalovačů,
- k výrobě tělísek do šrapnelů, které využíváme k přenosu plamene do výmetné náplně,
- jako výmetné náplně do zápalného a osvětlovacího střeliva,
- k výrobě zpozdovacích směsí,
- k výrobě prachových tělísek do rozněcovačů,
- k výrobě zápalnic zapalovačů bezdýmých prachů a pyrotechnických směsí,
- k výrobě zapalovačů a výmetných náplní min a dělostřelecké munice,
- k výrobě zápalnic,
- k trhání sochařského kamene.

## Pyrotechnické slože

Pyrotechnické slože vyvolávají světelné, zvukové, barevné, dýmové a pohybové účinky k získání pyrotechnických efektů.

Pyrotechnické slože se využívají **v civilní, policejní i vojenské praxi**. Vpraktickém životě se s nimi střetáváme v různých formách, například v podobě ohňostrojů, časovaných rozbušek, bleskovicových zpoždovačů, zápalek, termitových směsí na sváření nebo propalování kovů. Velký význam mají ve **vojenské technice**, protože se z nich vyrábějí osvětlovací slože pro noční boj, zábleskové slože pro fotografický průzkum, trasovací slože na označování dráhy střely, zpoždovací slože sloužící k časování nebo zajišťování autodestrukce mnoha typů střel, dýmové slože se využívají k signalizačním účelům a pro zastírací (maskovací) účely.

Látky používané do pyrotechnických složí:

- oxidovadla (v procesu hoření uvolňují kyslík),
- hořlaviny (látky, které jsou schopny oxidace),
- pojidla,
- látky barvící plamen,
- barviva pro slože barevných dýmů,
- dýmotvorné látky pro dýmové směsi,
- látky zlepšující zvláštní účinek (svítivost, barvu, zvuk),
- flegmatizátory (úkolem je snížit citlivost složí na mechanické podněty),
- stabilizátory,
- látky urychlující nebo zpomalující hoření,
- rozpouštědla.

## Charakteristické jevy při výbuchu, jejich účinky a požadavky kladené na výbušniny

**Výbuch** je fyzikální, nebo fyzikálně chemický děj, vedoucí k rychlému uvolnění energie. V nejširším slova smyslu se pak jedná o náhlé a rychlé unikání plynů z omezeného prostoru pod vysokým tlakem, spojené s tvorbou vysokých teplot a doprovázené silným zvukovým efektem.

**Druhy výbuchů:**

- mechanický,
- chemický,
- nukleární.

**Mechanický výbuch** je charakteristický postupným, relativně pomalým nárůstem tlaku v tlakové nádobě. Vystaví-li se medium v ní umístěné vysoké teplotě, dochází k intenzivní tvorbě par, tedy k přechodu ze skupenství kapalného do skupenství plynného. Pokud není tlaková nádoba vybavena pojistným ventilem, dosáhne se uvnitř tlaku, který překoná materiálovou pevnost jejího pláště, a tím dochází k výbuchovému účinku.

**Chemický výbuch** způsobuje extrémně rychlá chemická reakce, při které dochází k extrémně rychlé změně skupenství tekuté nebo pevné chemické látky na skupenství plynné. Celý proces této proměny trvá velice krátký časový úsek, řádově setiny vteřiny, doprovázený značně vysokými teplotami, tlakem, světelným a zvukovým efektem. Chemický výbuch je charakteristický pro všechny výbušniny.

**Nukleární výbuch** lze vyvolat dvěma způsoby a to buď štěpením, tedy dělením jádra atomů, nebo syntézou, při které se atomová jádra pod velkým tlakem spojují.

#### **Primární výbuchové účinky**

- tlaková vlna,
- střepinový (fragmentační) účinek,
- tepelný (zápalný) účinek.

#### **Sekundární výbuchové účinky**

- zvukový efekt,
- seismický účinek,
- odraz, směrování a blokování tlakové vlny,
- požáry.

#### **Tlaková vlna**

Po odpálení výbušné nálože se uvolní velmi horké rozpínavé plyny. Tato masa rozpínavých plynů se šíří v gigantických kruhových vlnách směrem od místa výbuchu. Její energie je největší v epicentru výbuchu a s rostoucí vzdáleností od místa výbuchu postupně slábne, až se nakonec v určité vzdálenosti rozplyne. Této vlně se obvykle říká **tlaková vlna výbuchu**. Tlaková vlna výbuchu má dvě fáze:

- pozitivní (rozpínavá) tlaková fáze
  - Při vyvolání detonace vzniklé, velmi horké rozpínavé plyny stlačí okolní vzduch. Tyto stlačené vrstvy vzduchu jsou někdy viditelné jako bílé, rychle se rozpínající kruhy, kterým se říká **tlaková fronta**. Tlaková fronta je jenom zlomek milimetru silná a představuje tu část atmosféry, která je stlačována těsně před tím, než se sama dá do pohybu a stane se tak součástí **pozitivní – rozpínavé tlakové fáze tlakové vlny**.
- negativní (sací) tlaková fáze
  - Vznik rozpínavé tlakové vlny vyvolá v epicentru výbuchu částečné vakuum. Toto částečné vakuum způsobí, že pohyb stlačeného vzduchu směrem od místa výbuchu vlivem ztráty energie změní směr a začne proudit zpět. Vytvoření částečného vakuu a zpětný pohyb vzduchu se nazývá **negativní - sací fáze tlakové vlny**.



### **Střepinový (fragmentační účinek)**

Výbušnina, která je uložena v pevném obalu a je přivedena k detonaci, zpravidla způsobí jeho roztržení a rozlet fragmentů, které mají destruktivní účinek. Takovému účinku se říká **fragmentační**, neboli **střepinový účinek exploze**.

Rychlá exploziva (trhaviny), jsou díky působení obrovské teploty a tlaku způsobených explozí pokroucené, natržené, deformované a s ostrými hranami. Pomalé explozivo (střeliviny) vytvoří střepiny, které jsou větší a nejsou tak deformované, zúžené a ostré. Pokud bylo pevné pouzdro naříznuto nebo opatřeno pravidelnými zářezy, výsledné fragmenty budou mít takto připravený tvar. Tím se dosáhne i zlepšeného střepinového účinku. Pokud do výbušniny umístíme drobné kovové předměty, např. kuličky z ložisek, drobné šroubové maticky, kancelářské svorky, nebo se připevní na její povrch, pak se dosáhne značného střepinového tzv. **šrapnelového** efektu.

### **Tepelný účinek**

Viditelný jako jasný záblesk nebo plamenná koule, provázející detonaci a je značně závislý na druhu použité výbušniny. Pomalá výbušnina způsobí dlouhodobější tepelný účinek. Rychlá výbušnina vyvolává daleko vyšší teploty. V obojím případě však lze trvání tepelných účinků měřit jen na zlomky vteřiny.

### **Sekundární výbuchové účinky**

#### **Zvukový efekt**

Explozi provázejí charakteristické zvukové efekty ve formě třesku. Pokud se jedná o silnější výbuch může dojít ke značnému poškození sluchových orgánů, případně i k dalším poruchám na zdraví, především člověka.

#### **Odraz, směřování a blokování tlakové vlny**

Tlakové vlny, podobně jako zvukové nebo světelné vlny, se odrážejí od různých povrchů. Tlaková vlna se odráží od povrchů kolem sebe a odražená vlna může navíc posílit původní vlnu tím, že se s ní spojí nebo jí přesáhne. Při detonacích uvnitř budov dochází často k neobvyklým účinkům právě v důsledku odrazu nebo blokování tlakové vlny.

#### **Seismický účinek**

Negativní seismický účinek se projevuje také ve formě otřesů půdy a vody. Když se výbušná nálož uloží do země nebo pod vodu a detonuje, dojde ke stejnému náhlému uvolnění plynů, tepla, tlaku a zvuku jako ve volném prostoru. Protože země se stlačuje mnohem obtížněji než vzduch a voda není stlačitelná vůbec, detonace se zdá být slabší, i když se uvolní stejné množství energie. Tlaková vlna se přenáší zemí nebo vodou v podobě otřesu, který se dá přirovnat ke krátkému, silnému zemětřesení. (poškození základů domu, potrubí apod.) Nálož ponořená do vody způsobí explozí škody i na větší vzdálenost. Voda není na rozdíl od zeminy stlačitelná, a proto tolik nepohlí energii, vzniklou detonací.

#### **Požáry**

Teplota vyvolaná v okamžiku detonace je vysoká. Dojde-li k výbuchu uvnitř budovy, v místech s hořlavými materiály nebo snadno zápalným prostředím, často vznikne požár.

## **Pracovní schopnost**

Lze definovat jako schopnost konat práci. Vykonávání práce výbušninou je podmíněno expanzí zplodin detonace a průchodem rázové vlny prostředím. Při výbuchu výbušnin se uvolňuje její vnitřní energie, proto lze teoreticky stanovit pracovní schopnost právě podle vnitřní energie výbušnin. Pracovní schopnost lze také určit experimentálně. Nejčastějším způsobem je zkouška podle Trauzla. Jedná se o olovený válec s dutinou, která se zaplní určeným množstvím zkoumané výbušnin. Iniciací se přivede k výbuchu a výbuchem vzniklá dutina (výduť) v oloveném válci se měří. Objem vzniklé dutiny se přepočte na pracovní schopnost. Výbušnin je velmi mnoho, ale jen malý počet našel praktické uplatnění.

Má-li výbušina být prakticky použitelná, musí splňovat jednak řadu požadavků všeobecných, jednak i požadavky speciální pro daný účel použití.

### **Všeobecně se požaduje:**

- dostatečně vysoký obsah energie v objemové jednotce výbušnin,
- přiměřená citlivost k vnějším podnětům. Dosti vysoká, aby byla zajištěna bezpečnost při zpracování, dopravě a manipulaci, ale na druhé straně taková, aby byla zaručena spolehlivá funkce výbušnin při iniciaci a použití,
- dlouhodobá chemická a fyzikální stabilita. Výbušnin nemají dále chemicky reagovat s materiály, se kterými přicházejí do styku,
- ekonomická dostupnost výchozích surovin, technologická schůdnost, bezpečnost a ekonomičnost výroby,
- technologická zpracovatelnost,

## **Brizance**

Schopnost výbušnin tříštit okolní pevná tělesa. Příčinou brizance je prudký náraz zplodin detonace na pevné těleso. Účinky brizance se projevují pouze v bezprostřední blízkosti a rychle klesá se čtvercem vzdálenosti. Největší brizanci mají třaskaviny.

## **Kyslíková bilance**

Rozdíl mezi množstvím kyslíku v trhavině a jeho množstvím potřebným k úplnému zreagování všech složek trhaviny. Kladná (nadbytek kyslíku), záporná (nedostatek kyslíku), vyrovnaná (kyslík stačí právě k oksličení složek výbušnin).

## **Explozivní materiály, nástražné výbušné systémy, konstrukce, iniciace a jejich detekce**

**NVS:** jedná se o systém tvořený výbušninou a funkčními prvky iniciace, které jsou kombinovány s určitou zákeřnou nástrahou. Tento systém je schopen vyvolat za určitých, výrobcem předem stanovených podmínek, výbušný účinek, nebo ložisko požáru. Nástražný výbušný systém bývá zpravidla ukryt v takovém obalu, nebo má takovou vnější formu, která záměrně kamufluje pravý účel tohoto souboru – zabít, zranit, nebo způsobit materiální škody.

### **Účel NVS**

- pouze hrozba, bez vzniku větších škod a ukázka toho, že mohu NVS zhotovit a kdekoliv a kdykoliv nastražit a použít,
- způsobení pouze materiálních škod různého rozsahu,
- výstražně zranit, nebo zabít vytipovanou osobu.

### **Účinky NVS**

Účinky nástražného výbušného systému na lidský organismus a okolní předměty jsou konstrukčně závislé na použitých komponentech, na obalu a brizanci použité výbušniny:

- přímé působení výbuchu: tlaková vlna, rázová vlna, teplo a akustický projev,
- střepinový účinek (fragmentace): dochází k roztržení obalu na drobné díly – střepiny – fragmenty. Tyto fragmenty při střetu s lidským organismem jsou schopny zranit a zabít. Z násobují ranivý účinek takového NVS,
- pád uvolněných předmětů: vzniká působením tlakové, případně seismické vlny výbušného předmětu na předměty v okolí výbuchu,
- poškození vedení, nebo zásobníků elektrického proudu vody, páry, plynu, barev, ředidel: vzniká působením tepla tlakové a seismické vlny výbuchu na tyto zásobníky,
- požár – vzniká působením tepla uvolněného při výbuchu na lehce zápalné látky,
- panika – vzniká působením výbuchu na psychiku člověka.

### **NVS se skládá z:**

- výbušniny,
- iniciačního systému,
- obalu.

### **Použitý obal**

Maskuje – zakrývá jeho typické, hlavně vizuální rozpoznávací znaky. Nástražný výbušný systém pak může získat vzhled běžných dopisních zásilek, balíků, zavazadel, elektroniky. V případě, že obal je vyroben z materiálu, který působením výbuchu vytváří střepiny – fragmenty, může obal podstatným způsobem zvýšit fragmentační schopnost NVS při jeho výbuchu a tím i zvětšit jeho ranivý účinek a ohrožený prostor.

## Výbušná, nebo zápalná látka

Výbušná látka svými účinky působí na okolní prostředí s cílem poškodit, ničit materiální hodnoty, případně zranit, nebo zabít vytipovanou oběť.

- trhavina (Semtex, DAP),
- třaskavina (acetonperoxid – ACP, hexamethylen triperoxodiamin – HMTD),
- střelivina (černý střelný prach),
- pyrotechnická slož,
- výbušné plyny – propan butan, acetylén, apod.

## Iniciační systém

Hlavní funkcí iniciačního systému je uvést iniciátor v nástražném výbušném systému do činnosti. To znamená spolehlivě způsobit výbuch použité výbušniny, nebo plynu a zahoření hořlavé látky ve stanovený okamžik, nebo při nedovolené manipulaci s ním. Jako iniciátor je použita buď rozbuška – k vytvoření prvotní detonační vlny, nebo pyrotechnický palník – k vytvoření plamene. V nástražných výbušných systémech jsou používány, jak průmyslově vyráběné iniciátory – rozbušky, palníky, iniciátory imitačních prostředků, tak i iniciátory improvizované – např. vlákna žárovek, kterým je odstraněna skleněná baňka.

V některých případech nemusí být celý iniciační systém umístěn v obalu společně s výbušninou, ale některé části mohou být umístěny mimo a vyhodnocovat různé vnější podněty – hlasy, zvuky, světlo apod. a na základě těchto podnětů pak zvolit vhodný okamžik iniciace výbušniny. Případně vlastní iniciační systém může být umístěn mimo výbušnou nálož, a pak je iniciátor umístěn ve výbušnině připojen elektrickým vedením. Iniciační systém je pak ale zpravidla odnesen autorem z místa výbuchu a jeho dohledání je obtížné.

**Rozbuška** – iniciátor vytvářející detonační vlnu, určený k iniciaci počínové nebo přenosové náplně zapalovače, popřípadě trhavinové náplně jiné munice, nebo k iniciaci trhavinové náložky při ničení munice. Podle způsobu přivedení k činnosti rozbušky rozdělujeme do 4 skupin:

1. zážehové, aktivované plamenem od roznětky, palníku, zpoždovače nebo zápalnice a detonačním impulsem bleskovice,
2. nápichové, aktivované nápichem jehlou,
3. nárazové, aktivované nárazem na cíl, resp. překážku,
4. elektrické, aktivované průchodem elektrické energie palníkem, který je aktivačním činitelem v jinak zážehové rozbušce.

### **Dělení NVS podle způsobu iniciace**

- časové,
  - o fyzikální (změna rozměru, tvaru, el. odporu, el vodivosti),
    - mechanické (kuch. minutky, domácí budíky – upravené ručičky),
    - elektronické (vlastní zdroj, dig. hodiny, časovač v mobilu),
  - o biologické (změna objemu – růst rostlin, klíčení semen (uvolnění pružiny)),
  - o chemické (naleptání, zkorodování, prohoření - iniciátor citlivý na teplo),
- citlivé na vnější podněty,
  - o manipulace (zrychlení/zpomalení, přeru./spojení vodiče, zatížení/odlehčení),
  - o změna vnějšího prostředí (tlak, teplota, vyschnutí/zvlhnutí, zvuk, světlo),
  - o pohyb,
    - mechanické nástrahy (drát, nášlap, zatížení/odlehčení),
    - elektronická prostorová čidla (MW, UZ, PIR),
    - elektronické závory,
- dálkově ovládané (mobilním telefonem, zvukem, světlem, bezdrátově elektronicky),
- kombinované

### **Dělení NVS podle jejich výroby:**

- Průmyslově – pro vojenskou oblast,
- Ilegálně – v průmyslových výrobnách v malých sériích,
- Podomácku amatérsky zhotovené.

### **Dělení NVS podle cílů sledovaných pachatelem**

- taktické (proti konkrétním osobám),
- strategické (upoutání pozornosti, zastrašení, proti skupinám lidí).

### **Dělení NVS podle způsobu umístění**

- volně uložené (kufříky, balíky, batohy, krabice, plechovka, taška, odpadkový koš),
- vnitřně zapuštěné (motorová vozidla, výpočetní technika).

### **Dělení NVS podle subjektu umístění**

- v objektech nebo prostorech,
- v dopravních prostředcích,
- v poštovních zásilkách (poškození zdraví, ne smrt, výhružný charakter),
- na osobách.

### **Dělení NVS podle subjektu iniciování**

- iniciované na signál nebo povel pachatele,
  - o pod dozorem pachatele,
  - o bez dozoru pachatele,
- iniciované cílovým subjektem,
  - o tlakové,
  - o tahové s nástrahovým drátem, silonem,
  - o odlehčené,
  - o elektrické,
  - o elektro-chemické,
  - o seismické,
  - o akustické,
  - o fotoelektrické.

-

### **Dělení NVS podle druhu použité výbušniny**

- třaskaviny,
  - o jododusík,
  - o acetylit mědnatý,
  - o acetylit stříbrný,
  - o acetylit měďný,
  - o azid olovnatý,
  - o pikrát olovnatý,
- trhaviny,
  - o nitroglycerin (kys. dusičná + kys. sírová + glycerol),
  - o nitrocelulóza,
  - o dusičnan amonný,
  - o dynamity,
- plynné výbušné látky,
  - o acetylén + vzduch,
  - o vodík + vzduch,
  - o zemní plyn + vzduch,
  - o propan-butan + vzduch,
- pyrotechnické slože,
  - o manganistan draselný,
  - o černý prach,
  - o chlorečnan draselný.

## DETEKCE NVS

**Mobilní rentgenové přístroje** – jsou základním technickým prostředkem k prověřování podezřelých předmětů. Mobilní RTG zařízení umožňuje pyrotechnikům zobrazit na obrazovce počítače, televizním monitoru, nebo na fotografickém papíru rentgenový obraz vnitřního prostoru předmětu, který má znaky NVS. Tento RTG obraz je možné pořídit bez nutnosti jakékoli manipulace s tímto předmětem. Vyhodnocení obrazu značným způsobem napomáhá pyrotechnikovi při rozhodování o způsobu neinvazního, nebo invazního zneškodnění případného NVS, což zvyšuje efektivitu a bezpečnost zákroku.

**Detektory výbušnin** – jsou prostředky, s jejichž pomocí je možné vyloučit, respektive potvrdit výskyt výbušniny v podezřelém předmětu, nebo v zájmovém prostoru. Možnosti těchto prostředků jsou omezeny jejich schopností detekovat pouze omezené množství druhů výbušnin.

**Detektory výbušných plynů** – jsou používány nejen při prověřování NVS, zda součástí systému nejsou výbušné plyny, ale slouží i k prověření prostoru v okolí NVS. Při pyrotechnickém zákroku je například nutné ověřit, zda po možném výbuchu NVS nedojde k druhotnému výbuchu výbušných plynů.

**Detektory ionizujícího záření** – jsou používány k vyloučení možnosti, že jsou v NVS použity radioaktivní látky. V případě použití radioaktivní látky jako součásti NVS – tzv. „špinavá bomba“, může následkem radioaktivního zamoření vzniknout několikanásobně vyšší škoda jak na zdraví, tak na majetku osob než při samotném výbuchu výbušniny.

**Endoskopy** – jsou to optické přístroje snímající obraz, které jsou použity k prozkoumání vnitřního prostoru podezřelého předmětu. Jedná se o zařízení, s jehož pomocí je možné prozkoumat vnitřní obsah podezřelého předmětu s minimálním zásahem do obalu, nebo provést kontrolu nepřístupných dutin, zda v nich NVS není uložen. Průměr sondy s optickým vláknem, který se k tomuto účelu používá, je 6–8 mm.

**Stetoskopy** – jsou akustické přístroje snímající zvuk a použity ke zjištění, zda se v podezřelém předmětu nacházejí pohyblivé části časovacího, nebo jiného zařízení, které vydávají tikot. V soupravě elektronického stetoskopu jsou jak kontaktní, tak bezkontaktní sondy, s jejichž pomocí je možné zaznamenat mechanický pohyb i v předmětech, jejichž obal je měkký a zvuk nepřenáší.

**Použití vycvičených psů pro detekci výbušnin** – tuto speciální „živou“ kategorii prostředků, kterou řadíme do detektorů výbušnin, je nutné zde uvést už z toho hlediska, že je nejspolehlivější při stanovení pravděpodobnosti, zda podezřelý předmět, nebo NVS obsahuje, nebo obsahoval výbušninu. Pes dovede oddělit zápach i různých jiných výrazně aromatických látek, např. nafty a benzínu a spolehlivě určit výbušninu umístěnou v palivové nádrži vozidla.

### **Psa lze tedy s výhodou použít v rámci:**

- prohlídek objektů: budovy, buňky domky, dvory, benzínová čerpadla,
- prohlídek dopravních prostředků: letadel, lodí, autobusů, železničních vagónů, tramvajových souprav, souprav metra, nákladních i osobních vozidel, návěsů, přívěsů,
- prověrky předmětů: tašky, kufříky, balíky, krabice, květináče,
- prověrky osob,
- prohlídky terénu.

### **Prostředky používané při manipulaci a přepravě NVS**

- **souprava odstupné manipulace** (lana, háky, kladky, karabiny, přísavky),
- **tyč odstupné manipulace** (v kombinaci s ochranným oblekem),
- **kontejnery pro přepravu NVS** (výbuchové komory).

### **Prostředky používané při zneškodňování NVS**

- **destrukční zařízení** (invazní deaktivace – rozstřelení, pomocí sloupce kapaliny, dojde k rozmetání NVS, k samotnému výbuchu ve většině případů nedojde),
- **speciální náloživo a iniciátory** (oddělování částí NVS, mikronálože, usměrněné trhaviny),
- **brokovnice** (rozstřelení NVS broky, kontakty, spoje jsou odděleny dříve, než dojde k výbuchu),
- **zařízení na dopravu tekutého dusíku** (podchlazení NVS, menší riziko výbuchu).

### **Pyrotechnický robot**

- dálkově ovládaný vybaven kamerou, reflektory a manipulační rukou.



## 5. Biometrické technologie v bezpečnostní praxi

**Biometrie:** využívá jedinečných tělesných znaků pro identifikaci osoby, rozpoznání lidských jedinců na základě jejich charakteristických anatomických a behaviorálních rysů.

**Verifikace** (ověřování) je proces, při němž dochází k ověření identity osoby systémem, jemuž je od začátku předložena ověřovaná identita. Při tomto procesu dochází k porovnání nasnímaného biometrického vzorku a referenční šablony. Verifikace je také nazývána porovnání 1 : 1 (při verifikaci může dojít k porovnávání 1 ku několika, jestliže je k identitě přirovnáno více šablon).

**Identifikace** je nazýván proces, při němž dojde k porovnání sejmутého biometrického vzorku se všemi referenčními šablonami v databázi. Identifikace se též označuje jako porovnání 1 : N nebo 1 ku mnoha. Tento proces je časově náročnější než verifikace a je závislý na velikosti databáze.

**Autentizace** při tomto procesu dochází k potvrzení hodnověrnosti identity dané osoby a přidělení statusu např. „oprávněný“ nebo „neoprávněný“, k němuž se pojí předem stanovená práva. Autentizace může probíhat jak při identifikaci, tak verifikaci.

Autentizace může probíhat na základě tří mechanismů k určení míry hodnověrnosti identity vstupujícího. Tyto mechanismy určují identitu tím:

- co člověk zná: heslo (levné, snadno realizovatelné, málo spolehlivé),
- co člověk vlastní: token,
  - paměťové – obsahují identifikační řetězec jednoznačně přiřazený konkrétní osobě (magnetické karty),
  - udržující heslo – pro vyslání identifikačního řetězce tokenem je potřeba zadat jednoduché heslo,
  - s logikou – token je schopen zpracovávat příkazy a reagovat na ně,
  - inteligentní – může komunikovat s uživatelem přes vlastní vstupní zařízení, může obsahovat časovou základnu atd.
- a čím člověk je: biometrie.

Velkou výhodou je, že ztráta tokenu je rychle zjistitelná a může být neprodleně zablokován. Může obsahovat více informací a může sloužit k prokázání do více systémů. Je obtížné ho padělat, a tím se zvyšuje bezpečnost. Nevýhodou je, že bezpečnost je závislá na složitosti tokenu a tudíž i na jeho ceně, navíc je token přenositelný. Bez tokenu se nelze autentizovat do systému, a jestliže je token poškozen nebo nefunkční, lze to jen velmi špatně zjistit.

Při biometrické autentizaci dochází k prokázání hodnověrnosti oprávněné osoby, že skutečně je tou oprávněnou osobou, v případě verifikace. Při identifikaci je hledaná osoba ztotožněna s identitou nebo neztotožněna se žádnou identitou v prohledávané množině identit. Zásadní rozdíl oproti předchozím způsobům autentizace spočívá ve faktu, že nelze při autentizaci jednoznačně odpovědět, zda předložená biometrická vlastnost skutečně patří oné osobě. Vždy tu bude nějaká nejistota, vyplývající z nemožnosti sejmout biometrický vzorek pokaždé naprosto shodě (uživatel neprovede snímání zcela shodně, dojde ke zkreslení signálu, podmínky snímání budou jiné atd.)

Na základě míry hodnověrnosti autentizace norma ČSN EN 50133-1 klasifikuje 4 třídy, které reprezentují **hodnověrnost**, že se skutečně jedná o osobu přijatou systémem. Při klasifikaci se bere v potaz riziko prozrazení oprávnění bez ztráty zachování možnosti vlastní autentizace:

- Třída identifikace 0 – žádná přímá identifikace – osoba se neproказuje a je vpuštěna pouze na základě požadavku (tlačítko, senzor),
- Třída identifikace 1 – informace uložené v paměti (osobní identifikační čísla, čárové kódy, hesla), c) Třída identifikace 2 – identifikační prvek nebo biometrie (tokeny, fyzické klíče, otisky prstů),
- Třída identifikace 3 – identifikační prvek nebo biometrie spolu s informací uloženou v paměti (vícefaktorová autentizace).

Biometrii lze chápat jako: automatizované rozpoznávání lidských jedinců na základě jejich charakteristických anatomických a behaviorálních rysů. Rozhodnutí, zda daná vlastnost je vhodná pro automatizované zpracování závisí na splnění daných kritérií:

- **Univerzálnost:** každý člověk by danou charakteristiku měl mít. Toto kritérium nelze zaručit vždy a u všech. Mohou se najít případy, a většinou se najdou, kdy člověku není možno sejmout biometrický charakteristický rys, např. přijde o ruce nebo oči.
- **Jedinečnost:** vlastnost je unikátní pro každého člověka. Vlastnost má vysokou míru entropie a pravděpodobnost, že dvě osoby mají totožnou vlastnost, je minimální.
- **Stabilita:** vlastnost se časem nemění a zůstává zachována.
- **Získatelnost:** vlastnost je kvantitativně měřitelná.
- **Výkonnost:** zaručení vhodných pracovních a přírodních podmínek pro správný chod technologie a získání spolehlivých a přesných dat.
- **Přijatelnost:** ochota lidí akceptovat měření biometrické vlastnosti.
- **Odolnost:** jak je vlastnost odolná proti falzifikaci.

**Biometrický systém** – automatizovaný systém schopný zachytit biometrická sensorová data uživatele, extrahovat data charakteristik z těchto zpracovaných získaných dat, porovnat zpracovaná data charakteristik s daty obsaženými v jedné nebo více biometrických šablonách, rozhodnout do jaké míry se shodují a indikovat, zda bylo nebo nebylo dosaženo identifikace nebo ověření identity.

Rozhodnutí o identifikaci, verifikaci nebo autentizaci závisí na míře ztotožnění biometrického vzorku a šablony, která je vyjádřena porovnáním skórem podobnosti s prahovou hodnotou  $T$ .

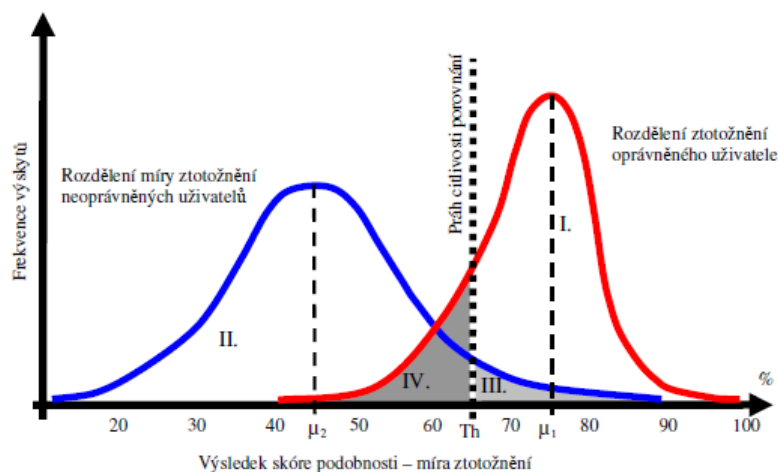
Obě tyto hodnoty leží v intervalu  $\langle 0;100 \rangle$ . Při porovnání dochází ke dvěma výsledkům:

- a) jestliže  $s \geq T$  je osoba přijmuta,
- b) jestliže  $s < T$  je osoba zamítnuta.

Na základě těchto porovnání může u systému dojít ke čtyřem stavům:

1. správné přijetí – oprávněnou osobu přijme jako oprávněnou,
2. správné odmítnutí – neoprávněnou osobu zamítne jako neoprávněnou,
3. chybné přijetí – neoprávněnou osobu přijme jako oprávněnou (chyba II. typu),
4. chybné odmítnutí – oprávněnou osobu zamítne jako neoprávněnou (chybu I. typu).

3. a 4. stav jsou negativní a nežádoucí jevy, které slouží k hodnocení spolehlivosti a bezpečnosti biometrických systémů. Vyjadřují se jako míra chybného přijetí a míra chybného odmítnutí. Míry jsou velmi důležité k hodnocení výkonnosti systému a spolu s koeficientem vyrovnané chyby, dobou zápisu šablony a dobou ověření slouží jako ukazatelé při porovnávání jednotlivých systémů.



**Míra chybného přijetí** označována jako FAR (False Acceptance Rate) se stanovuje jako podíl zaznamenaných transakcí provedených s nulovým úsilím útočníka, které byly chybně přijaty. Je to vyjádření pravděpodobnosti, že systém dojde k chybnému závěru a neoprávněnou osobu přijme jako oprávněnou. FAR se stanoví:

$$FAR = \frac{N_{FA}}{N_{IIA}} \text{ nebo } FAR = \frac{N_{FA}}{N_{IVA}}$$

kde:

$N_{FA}$  – počet chybných přijetí.

$N_{IIA}$  – počet pokusů neoprávněných osob o identifikaci.

$N_{IVA}$  – počet pokusů neoprávněných osob o verifikaci.

Hodnota FAR je důležitá z pohledu bezpečnosti, protože značí, s jakou pravděpodobností může dojít k bezpečnostnímu incidentu bez vynaložení prostředků útočníkem.

**Míra chybného zamítnutí** označovaná jako FRR (False Rejection Rate) se stanovuje jako podíl zaznamenaných oprávněných transakcí, které byly chybně zamítnuty. Vyjadřuje pravděpodobnost, že oprávněnou osobu systém zamítne jako neoprávněnou. Stanovuje se následovně podle:

$$FRR = \frac{N_{FR}}{N_{EIA}} \text{ nebo } FRR = \frac{N_{FRA}}{N_{EVA}}$$

kde:

$N_{FR}$  – počet chybných přijetí.

$N_{EIA}$  – počet pokusů neoprávněných osob o identifikaci.

$N_{EVA}$  – počet pokusů neoprávněných osob o verifikaci.

FRR nemá tak velký vliv na bezpečnostní hledisko jako FAR, ale je uživatelsky nežádoucí. Dochází ke ztrátě důvěry v biometrický systém uživateli, kteří jsou donuceni podrobit se opětovnému snímání biometrické vlastnosti.

**Míra selhání snímání** je označována jako FTA (Failure To Acquire) jedná se o podíl verifikačních či identifikačních pokusů, u kterých systém selže při snímání či lokalizaci vzorku s dostatečnou kvalitou 5. Tato hodnota zahrnuje pokusy, při nichž nedošlo k autentizaci oprávněné osoby z důvodu, jestliže nemůže být sejmuta nebo dočasně předložena biometrická vlastnost (např. nemoc), jestliže algoritmem nebudou stanoveny biometrické charakteristiky ze vzorku, a jestliže biometrická charakteristika nedosahuje požadované kvality. Tato hodnota vypovídá o vhodnosti senzoru pro snímání dané biometrické vlastnosti.

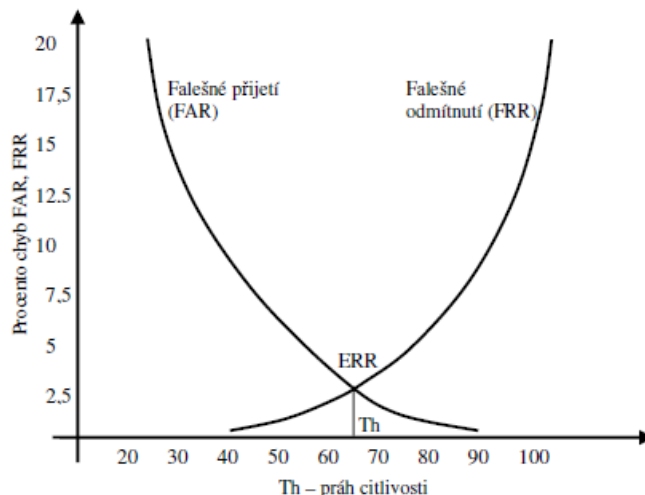
**Míra selhání registrace** je označována jako FTE (Failure To Enroll) je podíl populace, pro kterou systém selže při kompletaci procesu registrace 6. V této hodnotě jsou zahrnuti lidé, kteří z důvodu nemožnosti předložení biometrické vlastnosti nebo ti, kteří nemají dostatečnou kvalitu vzorků při zápisu a nemohou být registrováni.

**Míra chybné neshody** označována jako FNMR (False Non-Match Rate) je podíl vzorků získaných z pokusů oprávněných uživatelů, které jsou chybně deklarovány jako neshodné se šablonou stejné vlastnosti od stejného uživatele, poskytnuvšího vzorek.

**Míra chybné shody** označována jako FMR (False Match Rate), je podíl vzorků získaných z pokusů neoprávněných uživatelů, které jsou chybně deklarovány jako shodné se šablonou jiné vlastnosti od jiného uživatele, poskytnuvšího vzorek. Tyto dvě hodnoty se podobají hodnotám FAR a FRR, ale nejsou do nich zahrnuty hodnoty vycházející z nemožnosti těch lidí, co se nemůžou zaregistrovat do systému (FTE), nebo těch, jejichž biometrická vlastnost nemohla být sejmuta (FTA). Hodnoty FTA a FTE ovlivňují jejich vypovídací hodnotu, kdy FTA zvyšuje hodnotu FRR a FAR snižuje a u FTE je to zcela naopak.

**Míra vyrovnaní chyb** je označována jako EER (Equal Error Rate) a vyjadřuje hodnotu prahu citlivosti, při které bude míra chybné shody a neshody rovna, takže bude na základě chybného závěru chybně přijat a odmítnut stejný počet lidí. To umožňuje nastavení prahu citlivosti podle požadavků. Míra vyrovnaní chyb slouží k porovnání jednotlivých systémů, kdy slouží jako ukazatel přesnosti. Porovnání samo o osobě však

není jednoduchou záležitostí. Výrobci často demonstrují nejlepší dosažené výsledky, ale již neuvádějí jak k nim dospěli. To má za následek, že hodnota EER se pohybuje v dokumentaci kolem 1 % a ve skutečnosti to může být více než desetinásobek.



U multimodální autentizace dochází k tomu, že uživateli je sejmuto více biometrických vlastností. Při tomto způsobu se snižuje míra chybného přijetí a zvyšuje míra chybného odmítnutí, protože útočník musí mít všechna skóre podobnosti vyšší než práh citlivosti, dochází k velkému snížení FAR, což vyjadřuje:

$$FAR_C = FAR_1 \cdot FAR_2 \cdot \dots \cdot FAR_N$$

kde:

$FAR_C$  je celková míra chybného přijetí,

$FAR_i$  je dílčí míra chybného přijetí, počet dílčích mír udává počet použitých čidel.

Nežádoucí je to však pro uživatele, protože stačí, aby jednou bylo skóre podobnosti menší než je práh citlivosti, a bude označen jako neoprávněný, čímž dochází ke zvýšení FRR vyjádřené vzorcem:

$$FRR_C = FRR_1 + FRR_2 + \dots + FRR_N$$

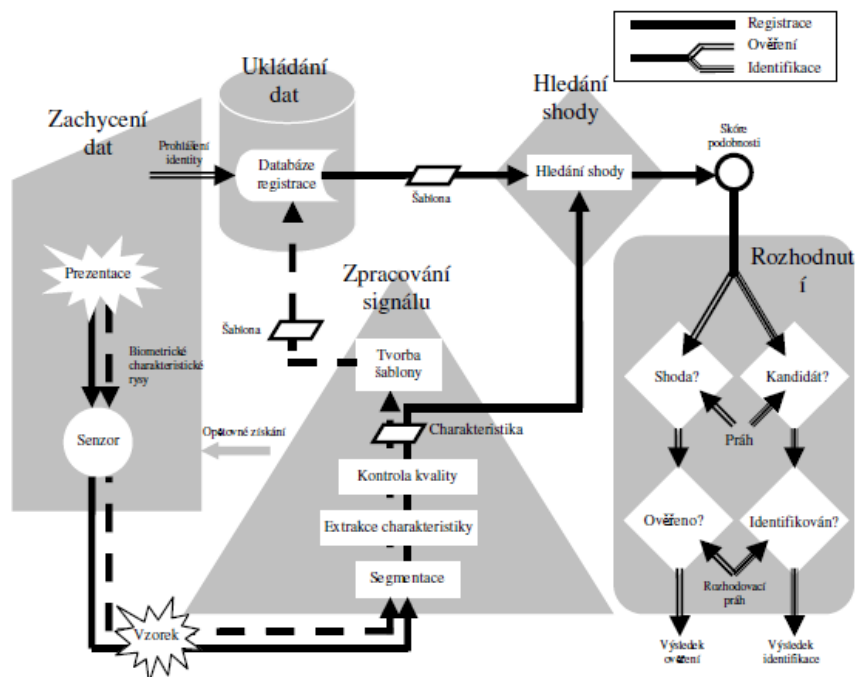
$FRR_C$  - je celková míra chybného odmítnutí,

kde:

$FRR_i$  - je dílčí míra chybného odmítnutí, počet dílčích mír udává počet použitých čidel.

Jak vyplývá ze vzorců, výhodou multimodální autentizace je, že při zvýšení bezpečnosti přidáním biometrických senzorů dochází k mnohem rychlejšímu poklesu míry chybného přijetí než zvýšení míry chybného odmítnutí.

Obecný systém, který je zobrazen na obrázku 2, a je tvořen strukturou subsystémů, kdy každý subsystém plní určitou funkci:



Obrázek 2: Struktura obecného biometrického systému [6]

**Zachycení dat:** Senzor sejme předložený biometrický charakteristický rys a předává ho v podobě biometrického vzorku na výstup senzoru.

**Komunikace:** Tento subsystém přenáší biometrické vzorky, charakteristiky a šablony mezi ostatními subsystémy. Při těchto přenosech může dojít k znehodnocení v důsledku šumu, během procesu komprese či expanze nebo úmyslným zásahem, proto je potřeba chránit přenosové cesty a zaručit autenticitu, integritu a důvěrnost biometrických dat.

**Zpracování signálu:** Z biometrického vzorku se získávají matematickými postupy a algoritmy charakteristiky, ze kterých se tvoří referenční šablona. V tomto subsystému je zařazena kontrola kvality vzorku, která s určitou pravděpodobností zaručí, že charakteristiky jsou rozlišitelné a opakovatelné.

**Ukládání dat:** Získané šablony jsou prostřednictvím registrační databáze uchovány a opatřeny údaji registrovaného subjektu. Jako úložiště může sloužit token, čtecí zařízení nebo centrální databáze.

**Přiřazování:** Charakteristiky zde prochází procesem porovnávání s jednou nebo více šablonami. Výsledkem tohoto procesu je skóre podobnosti, které reflektuje míru shody porovnávané charakteristiky a šablony. Při procesu verifikace dochází k porovnání s jednou šablonou (může jich být i několik), a to vede ke skóre podobnosti. Při identifikaci je porovnávána charakteristika se všemi nebo jenom s určitou množinou šablon, čímž je vytvořen soubor skóre podobnosti.

**Rozhodování:** Rozhodování probíhá na základě skóre porovnání. Způsob rozhodnutí závisí na tom, zda jde o verifikaci nebo identifikaci. U verifikace dochází k prohlášení identity jako hodnověrné, jestliže skóre podobnosti přesáhne práh citlivosti. Při identifikaci, jestliže dojde k přesažení prahu citlivosti, je šablona přiřazena na seznam možných kandidátů, z něhož je identita osoby vybrána na základě nejvyšší hodnoty skóre podobnosti. Politika rozhodování může umožnit nebo vyžadovat více porovnání, než je rozhodnuto o verifikaci nebo identifikaci.

### **Rozpoznávání podle otisku prstů**

Podstata této technologie spočívá v tom, že téměř všichni lidé mají na bříškách prstů obrazce tvořené papilárními liniemi (vyvýšené reliéfy kůže vysoké 0,1 až 0,4 mm, o šířce 0,2 až 0,5 mm). Obrazce jsou tvořeny základními markanty (krátká linie, začátek a konec, háček, můstek, křížení, zdvojení, posunutí, dvojitá vidlice, trojitá vidlice, tečka, očko, ostrůvek, ostrůvek s čárkou, uzavřená smyčka a speciální markanty), které dávají vysokou míru entropie a zaručují vysokou spolehlivost identifikace. Sejmutí biometrického vzorku je prováděno senzory, které pracují na různých fyzikálních principech. Senzory lze rozdělit podle toho, na jakém fyzikálním principu pracují:

**Optický:** Digitalizace otisků prstu u kontaktních optických senzorů je provedena prostřednictvím ozáření povrchu bříška prstu přiloženého k ochrannému sklu senzoru a snímání zpětného odrazu světla. Intenzita odraženého světla je závislá na tom, zda se odrazila od hřebenu linie nebo brázdy.

**Kapacitní:** Kapacitní senzor se skládá z pole miniaturních navzájem izolovaných vodivých ploch. Při přiložení prstu na vodivé pole dojde k propojení jednotlivých ploch papilárními liniemi a brázdy se chovají jako izolanty. Obrazec se vykreslí na základě napětí a úbytku kapacity.

**Elektrooptický:** Tyto senzory se skládají z několika vrstev. Dotyková první vrstva je polymer, který při dotyku lidské kůže emituje světlo, a to je následně zpracováno fotodiodami na elektrický signál, ze kterého je zpracován obraz papilárních linií.

**Tlakový:** Senzor je tvořen ze tří vrstev, kdy mezi dvě vodivé vrstvy, přičemž dotyková vrstva je elastická, je vložen nevodivý gel. Při přiložení prstu dochází k tlaku na elastickou vrstvu a nevodivý gel a dochází k propojení vodivých vrstev. V místě, kde jsou na bříšku papilární linie, dochází k většímu tlaku, než tam kde jsou brázdy, čímž dochází k digitalizaci otisku prstu. Tato technologie není citlivá na mokré nebo suché prostředí.

**Termický:** Pyroelektrická buňka senzoru snímá tepelné záření lidského těla při přejetí prstu přes senzor. Papilární linie vyzařují vyšší intenzitu tepelného záření oproti brázdám, čímž senzor může vykreslit papilární obrazec prstu. Tím že senzor snímá tepelné záření, dochází k vyloučení některých pokusů o autentizaci falzifikátem.

**Ultrazvukový:** Senzor se skládá z vysílače a přijímače, kdy obě části senzoru rotují kolem osy prstu. Vysílač vysílá krátké impulzy, které se odráží od prstu, kde se deformují v závislosti na tom, zda se odrazí od brázdy či linie. Impulzy pronikají až pod kůži, takže lehce mohou odhalit falzifikáty.

Velkou výhodou rozpoznávání podle otisku prstů je obrovský potenciál jejího využití, což se projevuje na implementaci do různých technologií (telefony, notebooky, pouzdra na pistoli ...), čemuž napomáhá možnost různého způsobu snímání. Určitou nevýhodou může u rozpoznávání podle otisku prstu být asociace na kriminální činnost. Mnohem podstatnější nevýhodou může být „jednoduchost“ snímání některých senzorů (na vytvoření jednoduchého systému stačí kvalitní skener a počítač) a z toho vyplývající možnosti předložení falzifikátu otisku prstu (vytisknutý otisk na fólii).

### **Geometrie ruky**

Pracuje na 3 dimensionálním snímání délky, šířky, tloušťky a povrchu ruky umístěné na podložce s pěti polohovými kolíky pomocí CCD kamery. Vybrané měřené parametry (lze provést až 90 měření) poté slouží autentizaci. Jelikož ale není geometrie ruky příliš unikátní biometrickou vlastností, je její aplikace v bezpečnostní sféře omezena právě stupněm bezpečnosti, kterého chceme dosáhnout.

### **Geometrie tváře**

Jsou dva odlišné přístupy k rozpoznávání geometrie tváře:

- geometrický: rysy tváře,
- otometrický: vzhled obrazu tváře.

Tři nejlépe prozkoumané:

- **PCA**: tvář je rozložena na tzv. eigenfaces (matice jasových úrovní) a poté jde opět složit. Každá eigenface je reprezentována pouze číslem.
- **LDA**: třídí se pořázené obrazy a tvoří se skupiny. Cílem je maximalizace rozdílů jednotlivých skupin a minimalizace rozdílů v každé skupině.
- **EBGM**: bere v potaz okolní vlivy (osvětlení okolí, pozice hlavy nebo mimiku). Na obličejích jsou definovány uzlové body, které se propojí a tím se definují linie tváře v prostoru, vznikne tím souřadnicová síť obličeje. Samotné vyhodnocení poté probíhá na základě systému filtru uzlových bodů. Problém je přesnost lokalizace orientačních bodů na tváři.

### **Duhovka oka**

Biometrický parametrem je vzorkování duhovky, které vzniká nezávisle (obě duhovky jednoho člověka nejsou totožné), při snímání duhovky je potřeba kvalitní digitální kamera a IR osvětlení. Porovnání mapy duhovky s tou referenční probíhá pomocí testu statistické nezávislosti, jestliže test selže je dotyčná osoba považována za oprávněnou, míra spolehlivosti vysoká.

### **Sítnice oka**

Biometrický parametrem je obraz struktury cév na pozadí lidského oka v okolí slepé skvrny, k získání obrazu se využívá zdroj světla o nízké intenzitě, neskenovaný obraz je převeden do 40 bitového čísla. Vyžaduje nároky na uživatele: sundat brýle, dívat se do vymezeného prostoru, míra spolehlivosti: vysoká.

### **Akustická charakteristika hlasu**

Pro ověření identity subjektu slouží předem uložené vzorky hlasu (klíčová věta). Výhoda ověření identity pomocí hlasu spočívá nejen ve specifiku lidského hlasu, ale také ve flexibilitě klíčových vět. V reálném prostředí je mnohem náročnější a zatím není systém, který by byl dostatečně přesný.



## **Struktura žil na zápěstí**

Snímá hřbet ruky speciální kamerou v IR světle. Tak lze získat černobílý obraz stromové struktury žil, které tvoří zřetelný vzorec. Velkou výhodou je, že některé technologie vyžadují živou ruku, čímž je mnohem obtížnější falzifikace. Snímání probíhá tak, že zdroj prosvítí ruku a na základě různé absorpce záření krevních cév a ostatních tkání se vytvoří obraz pomocí snímací CCD kamery. Extrahováním se získávají body, úhly větvení a tloušťka cév. Prosvícením IR světlem se zvýrazní rozdíl řečiště a okolní kůže.

**Behaviorální:** měřenými parametry jsou parametry pocházející z chování měřené osoby.

## **Psaní na klávesnici**

Obdoba dynamiky podpisu, sleduje dynamika úhozů na klávesnici. Parametrem je doba držení klávesy, prodleva mezi jednotlivými stisky kláves. Vytvoření šablony je časově náročnější. Velká pravděpodobnost „zaměnitelnosti“ a časová nestálost. Může sloužit jako další opatření proti neoprávněné autentizaci.

## **Dynamika podpisu**

Využívá se jak dynamických, tak statických vlastností. Základními dynamickými parametry jsou rychlost, akcelerace, časování, tlak a směr tahu. Statický parametr je shodnost podpisů. Tyto parametry nelze z obrazu podpisu naučit. Lze je využít pouze pro verifikaci.

## **Dynamika chůze**

Sledovaným parametrem při měření je styl chůze: pohyb po nohách nebo bipedální lokomoce. Porovnává křivky drah, které opisují určité body na lidském těle, tedy hlavně jeho těžiště. Jedinečnost křivky vychází z jedinečnosti svalově kosterního systému a svým dynamickým stereotypem. Velkou výhodou je možná detekce maskovaných osob.

## **Typování a profilování potencionálního pachatele v bezpečnostní praxi letiště**

**Profilace:** preventivní metoda, která umožňuje identifikovat nestandardní fyziologické projevy a chování u posuzovaných osob a na základě analýzy těchto odchylek identifikovat potenciální ohrožení chráněných aktiv. Slouží k selekci podezřelých osob z páchání TČ. Nastavení parametrů profilace se liší dle oblasti aplikace.

Pro uplatnění profilace je nezbytné znát profil běžného cestujícího, aby bylo možno hodnotit míru odchylek u nestandardních reakcí. Před profilací by se měly učinit následující kroky:

- analýza ohrožení: definice letů s největším potencionálním rizikem ze strany pachatelů,
- znalost profilu standardního cestujícího: profil cestujícího, který ji standardně využívá k přepravě,
- vizuální profil potencionálních pachatelů: na základě zkušeností, odborných publikací a dat z historie,
- znalost informací o každém cestujícím: dle cestovní dokumentace (rezervace, letenka, doklady atd.)
- znalost postupu při pohovoru: získání informací o cestujícím a jeho cestě, srovnání s údaji z cestovní dokumentace, ověření pravdivosti údajů, ověření reakcí na úmyslně aplikované podněty.

Pro určení profilu standardního cestujícího je potřeba znát odpovědi na následující otázky:

- o jaký druh letu se jedná,
- jaký druh cestujícího standardně využívá tento let,
- jak je běžný cestující tohoto letu oblečen,
- jak se běžně chová cestující daného letu,
- jaký je jeho běžný etnický původ,
- jaká zavazadla standardně používá,
- standardní trasa cesty cestujícího tohoto letu,
- jaký je nejčastěji udávaný účel cesty daného letu.

**Míra reakce** člověka na vnější podněty, lze využít tzv. fyziologické funkce a jejich biosignály. Biosignály jsou proměnné v čase dle míry působení vnějšího podnětu a citlivosti daného jedince na daný podnět (rozdílná reakce jedinců).

**Biosignály** je možno rozdělit na typy podle původu či vzniku: elektrické, impedanční, magnetické, akustické, chemické, mechanické, optické, tepelné, radiologické a ultrazvukové.

### **Metody profilace a typování**

**Real-Time Pulse Monitor:** měření srdeční frekvence osob v reálném čase (detekce změn světlosti obličeje způsobených průtokem krve), rozpoznává pohyb obličeje či celého těla a tyto pohyby jsou na základě výpočtů eliminovány. Lze využít standardních digitálních kamery.

### **Systém WeCU**

Metoda je založena na hodnocení reakcí osob na specifické obrazové vjemy ve spojení s potenciální hrozbou. Systém dokáže snímat fyziologické signály lidského těla, jako teplotu těla, srdeční frekvenci a rychlé oční pohyby a vyhodnocovat jejich změny na základě vnějších podnětů. Detekce je časově nenáročná, postačuje přibližně dvacet až třicet sekund, a pro dotčenou osobu je tento proces nepozorovatelný.

Promítá infračervený podprahový obrazový vjem, který by rozpoznal pouze teroristu. Princip je založen na faktu, že lidé reagují na jim dobře známý obrazový vjem, pokud ho spatří na neobvyklém místě. Snímá se změna fyziologických parametrů způsobená vjemem.

### **Malintent**

Umožňuje dálkovou detekci stavu mysli člověka a jeho případný nežádoucí úmysl. Je snímána: tělesná teplota, srdeční frekvence, frekvence dýchání, tělesný pach a nonverbální projevy. V rámci detekce by mělo dojít k rozeznání vystresovaného jedince od osoby s úmyslem páchní TČ.

## Video analýza

Využívá se analytického softwaru pro zpracování a vyhodnocování kamerového záběru, jestliže dojde k pozitivní detekci, proběhne automatické uplatnění opatření nebo upozornění obsluhy. Lze využít následující funkce videoanalýzy:

- *zónování monitorovaného prostoru*: rozdělení obrazu kamerové jednotky na oblasti, při vstupu osoby do střežené zóny je vyvolán poplach,
- *vzdálený monitoring předmětů*: lze využít dvou možností, při první možnosti se střeží vybraný předmět umístěný v obrazu kamerové jednotky (při změně polohy předmětu dochází k vyhlášení poplachu), při druhé možnosti je detekce ponechaného předmětu v prostoru monitorovaného kamerového systému a umožňuje rozpoznat změnu obrazu vzhledem k původnímu a zároveň eliminovat dynamické vlivy (průchod osob se zavazadly),
- *počítání osob*: lze zajistit aplikací úsečky do zorného pole kamerové jednotky a pokud dojde k jejímu překročení, je to zaznamenáno, problémy nastávají při aplikaci na větší skupinu osob (nelze rozeznat veškeré pohybující se objekty),
- *Heat mapping*: grafické znázornění pohybu osob ve sledovaném prostoru a grafické odlišení prostoru scény dle hustoty pohybu, z pohledu bezpečnosti se uplatňuje analýza nestandardního pohybu jedince, včetně jeho trajektorie.

## Analýza hlasu

Funguje na principu přednastaveného setu vokálních parametrů definovaných výzkumem v korelaci s klíčovými lidskými emocemi v různých kombinacích, aby byla schopna odhalit podvodné úmysly v běžných situacích. Analýza může být provedena v reálném čase při hovoru nebo telefonátu.

Používaná analýza je tzv. LVA (vrstevná analýza hlasu), která je schopna zachytit emoční křivky v lidském hlasu, čímž lze analyzovat duševní stav a emoční rozpoložení posuzované osoby.

Identifikované jevy: různé typy stresu, nadšení, zamyšlení, zmatenost, kognitivní procesy, emocionální reakce atd.

## Metoda vedení pohovoru

Jsou kladeny nároky na osobu, která vede pohovor (faktor lidské chyby, který nelze vyloučit). Úspěšnost metody závisí na několika aspektech:

- správnost určení hrozby daného letu,
- znalost profilu standardního cestujícího daného letu a možného teroristy,
- precizní provedení kontroly cestovních dokladů cestujícího,
- pozorování cestujícího, zavazadel, spolucestujících,
- správná technika vedení pohovoru.

Otázky by měly být kladeny systematicky dle naučeného scénáře pro efektivní rozlišení nestandardní reakce. Otázky by měly vycházet z informací získaných z prvotního pozorování a kontroly cestovních dokladů. Využívají se čtyři základní typy otázek:

- **kontrolní:** cílené přivedení k lživé odpovědi, abychom mohli porovnat reakci při pravdivé a lživé výpovědi,
- **neutrální:** navrácení osoby do neutrálního fyziologického stavu, pokud předtím reagovala na jiný podnět (zvýraznění rozdílů mezi reakcemi na relevantní otázky),
- **relevantní:** cílem otázek je vyvolat fyziologickou reakci doprovázenou registrovatelným projevem (např. „Jste terorista?“),
- **symptomatické:** užívání otázek pro zjištění nepřírodných reakcí posuzované osoby (např. „Je něco v nepořádku?“).

#### **Verbální projevy rozrušení osob (akustické):**

- hluboce vzdychá, kocká, mluví váhavě, není schopen odpovědět, neodpoví na položenou otázku, neustále vás žádá o bližší vysvětlení otázek, odpoví na otázku otázkou, pomlaskává, přerývaný hlas, skřípe zuby,
- třese se mu hlas, váhá s odpovědí, zadržává se v řeči, zívá (velmi důležitý znak), zopakuje otázku a opět požádá o zopakování.

Důležitým faktorem jsou projevy nonverbální komunikace:

- dává si nohy křížem a brzy se vrací do běžného postoje,
- dotýká se, uhlazuje nebo masíruje jakoukoli část těla,
- hraje si se šperky, má husí kůži, intenzivně se potí (pokud k tomu není příčina prostředí, oblečení nebo činnosti),
- ježí se mu chlupy na rukou nebo vlasy na zátylku,
- klopí zrak, kouše se do rtů, křiví ústa, mhouří se, mne si nos, nebo se jej dotýká,
- mne si ruce nebo prsty, mračí se, není schopen udržet pohled na jednom místě, neudrží chodidla v klidu,
- neudrží paže v klidu, neustále přenáší váhu z jedné nohy na druhou.

## 6. RFID (Radio Frequency Identification)

Neboli radiofrekvenční identifikace, jedná se o systém využívající el. magnetické vlny, který umí identifikovat objekt, aniž by byl přímo viditelný. Systém lze uplatnit například pro sledování pohybu zboží (logistika), při výrobním procesu, pro identifikaci zvířat s implementovaným RFID Tagem, pro bezhotovostní platby a v neposlední řadě také pro ochranu zboží v retailu a skladech. RFID technologie postupně nahrazuje technologii čárových kódů, kde je potřeba mít čárový kód umístěn na viditelném a přístupném místě, a poté je nutné ho fyzicky načíst, čímž je kód vystaven okolním vlivům, kde na druhou stranu RFID Tagy může být umístěn uvnitř zásilky, zboží.

### Systém RFID

Má tři základní komponenty:

- Tag
- RFID čtečka
- Počítač pro zpracování informací

V Tagu je zaznamenána informace o sledovaném předmětu. Tag se skládá z jednoúčelového zákaznického obvodu (ASIC) spojeného s anténou. RFID čtečka je zařízení sloužící k bezdrátové komunikaci s Tagem – identifikuje ho. Tag s čtečkou jsou schopny polo duplexní komunikace a umí směřovat rádiový signál.

Pro rozdělení systému RFID se nejčastěji využívá parametr kmitočtového pásma, může se jednat o systémy:

- LF (Low Frequency) 125 KHz – 148 KHz
- HF (High Frequency) 13,56 MHz
- UHF (Ultra High Frequency) 860 - 960 MHz
- MW (Microwave) 2,5 GHz a 5,8 GHz

LF využití například pro sledování pohybu zvířat a přístupové systémy. HF se využívá v knihovnách pro management knih. UHF najde uplatnění ke sledování zboží, předmětů v Supply Chain. Nevýhodou je použití rozdílných kmitočtů v jednotlivých částech světa. MW slouží nejčastěji k identifikaci vozidel pro systém elektronického mýtného. Vyšší frekvence zvyšuje přesnost a rychlost čtení tagů, ale zvyšuje také náchylnost na kovy a snižuje vše směrovost.

### RFID Tag

Jedná se o čip, ve kterém je uložena informace o sledovaném předmětu. Tento čip potřebuje ke své funkci elektrickou energii. Na základě toho, jak tuto energii získává, tyto čipy dělíme na:

- Aktivní
- Pasivní
- Semi-aktivní
- Semi-pasivní

**Aktivní čipy** mají svůj vlastní zdroj napájení. Výhoda těchto čipů spočívá v možnosti integrace senzorických systémů pro měření teploty, vlhkosti, otřesů. Fungují na vyšší vzdálenosti, ale jejich cena je oproti ostatním kategoriím vyšší, životnost kratší a prostorově jsou větší.

**Pasivní čipy** nemají svůj vlastní zdroj napájení. Využívají elektromagnetického vlnění vysílaného RFID čtečkou. Aby byla zajištěna správná funkce systému je potřeba zajistit dostatečný výkon k aktivaci čipu, následně musí být dostatečný výkon odražený čipem pro umožnění detekce čtečkou. Důležitými faktory pro tento typ čipů je vzdálenost čtečky a materiál, na kterém je čip umístěn.

**Semi-aktivní čipy** mají svůj vlastní zdroj napájení, ale který nevyužijí, dokud neproběhne aktivace čipu pomocí čtečky, tento zdroj poté využijí pro komunikaci se čtečkou. Jejich výhodou je možnost komunikace na větší vzdálenosti, delší životnost, na druhou stranu nevýhodou bývá dlouhá odezva. Semi-pasivní čipy využívají napájecí zdroj pro integrovaný obvod, ale ne pro komunikaci se čtečkou.

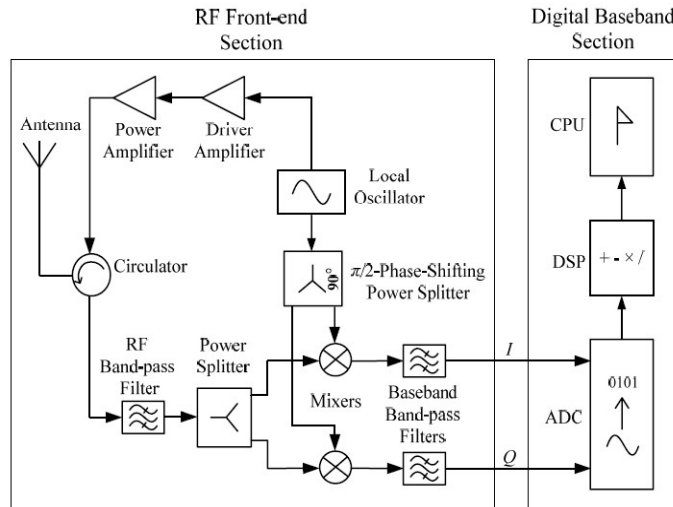
RFID Tagy lze dále rozdělit podle jejich vlastností do pěti tříd.

- Nepřepisovatelné
- Zapisovatelné pouze jednou
- Opakovatelně přepisovatelné
- Semi-pasivní s opakovatelným přepisováním
- Aktivní - schopné komunikovat s dalšími aktivními tagy

## RFID čtečka

Komunikace mezi RFID čipy je zajištěna pomocí RFID čtečky, která vysílá, přijímá a vyhodnocuje elektromagnetické vlny. Funkci RFID čtečky lze vidět na schématu níže viz obrázek. Schéma se dělí na dvě části: blok vysokofrekvenční a číslicového zpracování.

Vysokofrekvenční část je vytvořena z přijímače, vysílače, oscilátoru, cirkulátoru a antény. Přijímač je tvořen z vysokofrekvenční pásmové propusti, děliče výkonu, bloku posouvajícího fázi, dvěma směšovači a dvěma pásmovými propustmi, které fungují v defaultním pásmu. Vysokofrekvenční pásmová propust zamezuje interferencím, které vznikají mimo pásma operační frekvence. Data modulovaná tagem jsou obnovována pomocí kvadrurního demodulátoru, který je tvořen děličem výkonu, blokem posouvajícím fázi a směšovačem. Pásmová propust naladěná na základní pásma má za úkol eliminovat nízkofrekvenční a vysokofrekvenční rušivý signál a šum. Pro dosažení požadované výkonové úrovně obsahuje vysílač zesilovače. Cirkulátor separuje přijímač od vysílače a je nutný za předpokladu, že využíváme jednu anténu pro vysílač i přijímač. Anténa vyzařuje energii vysílače do volného prostoru a zároveň přijímá signály „odražené“ od tagů a překážek nacházející se v daném prostoru. Blok číslicového zpracování se skládá z A/D převodníku (ADC), digitálního signálového procesoru (DSP) a centrálního procesoru (CP).



Kmitočet, na kterém čtečka funguje, není stálý, ale využívá frekvenčního posunu, jehož účelem je omezit rušení, které může nastat jako důsledek využívání kmitočtového pásma jinými zařízeními. Pro komunikaci mezi RFID čtečkou a tagem, musí kromě shodného kmitočtového pásma – frekvence, využívat i stejná modulační schémata, která jsou specifikovaná vybranými komunikačními protokoly.

Komunikaci čtečky a tagu může vyvolat samotná čtečka, která vyšle signál a tag odpovídá, nebo samotný tag vyšle signál, když je v přítomnosti elektromagnetického pole čtečky. Na základě typu čipu – pasivní/aktivní dojde k vyslání energie. Pasivní tag komunikuje se čtečkou, jakmile získá potřebnou energii. Aktivní tag vysílá pořád pokud má dostatek energie, i když se nenachází v blízkosti čtečky, což usnadňuje odposlech komunikace mezi čtečkou a čipem.

## 7. Bezpečnostní donucovací a věcné prostředky pro regulaci davu

### Nesmrtící prostředky – k regulaci a zastavení davu

Slouží k zneschopnění osob s nízkou pravděpodobností poškození anebo k vyřazení techniky minimálním poškozením. Účinné pro boj s terorismem a proti únosům bez ohrožení rukojmí, také k potlačování nepokojů.

### Nesmrtící zbraně s mechanickým účinkem

Využívá se šoková munice s malou energií využívající své hmotnosti a zrychlení k zasažení cíle (pryžové střely) nebo jako zásahová rozbuška, která vytváří před davem akustický detonační a optický efekt, nemá však střely. Barevná munice zamezí výhled. Patří zde také zátarasy, překážky, ploty a jiné mechanické systémy. Nejčastěji jsou využívány tyto prostředky:

- **Jednouúčelové zbraně:** mají porážecí a bolestivý účinek. Vystřelují dle typu a počtu hlavní počet gumových míčků o průměru 35 mm, které se pro zmírnění bolesti při dopadu na útočníka rozpadnou na dvě poloviny. Efektivní zásahy těchto zbraní jsou do 15 metrů. Nebezpečné při zásahu do hlavy, krku a břicha.
- **Universální granátometry:** uzpůsobeny na přímou a nepřímou střelbu do davu. Používají se kouřové, slzné, barvicí světelné a zvukové nábojnice. Také se používají pro nepřímou střelbu. V náboji je cca 200 kusů gumových kuliček, kdy se tyto po vystřelení odrážejí od země a takto působí úder na osoby.
- **Vystřelovací sítě:** sítě pro polapení agresivních lidí, nebo zvířat a zamezení jejich útěku. Používá se takzvaná síťová puška, využívaná hlavně ve vězeňské službě. Puška má čtyři hlavně, do kterých se vloží prachová náplň a na ní se nasadí náboje z pěnového plastu, ke kterým jsou přivázány konce sítě uložené ve vaku střelce. Po odpálení jsou pěnová závaží vystřelena a táhnou za sebou síť, která omotá osobu na útěku.
- **Rychle tuhnoucí pěny:** Používají se při potlačování davových nepokojů. Na dav se dopraví větší množství roztoku tvořícího bohatou pěnu, která rychle tuhne a znemožní pohyb osob i vozidel. Po zpacifikování je dav postupně vysvobozován pomocí další chemické látky po jednotlivcích. Výsledkem je volně odtékající, zdravá a přírodě nezávadná kapalina, která steče do kanalizace.
- **Služební vozidla s radlicí:** vytlačuje agresivní dav z veřejných prostranství pomalou jízdou proti davu, kdy vytlačování sledují bezpečnostní složky. Bývají často kombinovány s vodními děly.
- **Vodní děla:** používají se hasičská vozidla k překonání odporu proudem vody. Při méně agresivním vystoupení postačí dav kropit. V policejní praxi se využívá přímý proud vody na nohy první řady davu do vzdálenosti 50 m, nebo nepřímý postřik nad hlavy davu do vzdálenosti 100 m. Do vody se může přidávat barvivo k označení agresivních osob a slzotvorné prostředky, popřípadě specifický odrazující zápach. Pro zvýšení účinku na agresivní dav se může proud vody také elektrifikovat.



## Nesmrtící zbraně s chemickým účinkem

Aplikují se nejčastěji jako: narkotizační střely, roztočové látky, aerosol, kouř, pěna, prášek, vyvíječe mlhy.

Používají se slzotvorné prostředky CN, CS, OC a jejich směsi. Dráždivé látky způsobují silné pálení a slzení očí, které se samovolně zavírají, dále pálení v ústech, na horních cestách dýchacích a na nekryté pokožce, spouští se rýma, při větších koncentracích se objevuje slinění a kašel, skutečně silná dávka může přivodit krvácení z nosu, průjmy a zvracení. Účinek je bohužel závislý na duševním stavu nepřátelského objektu a jeho hladině adrenalinu.

Mohou s minimálními náklady dočasně vyřadit z činnosti živou sílu nebo bojovou techniku či zbraně. Psychotropní preparáty znehybňující, stav rozkoše, pocit hladu, únavy, ospalosti, úzkosti, strachu, deprese. -Doprava granátem z pušky, aerosolové pumy (poškodí nebo vyřadí bojovou techniku - zahuštění paliva, zničení pryžových částí).

## Nesmrtící zbraně se světelným účinkem

Jedná se o ruční svítilny se zábleskovou funkcí a municí pyrotechnického principu. Obojí způsobuje záblesk světla, který za tmy způsobí dočasné oslepnutí na dobu cca 5-10 minut. Používají se jako ruční granáty a ruční svítilny.

## Nesmrtící zbraně s elektrickým účinkem:

- **Dotekové paralyzéry:** výboj 50 až 200 kV. Napájí se běžnou 9V baterií. Šokový výboj zasáhne tělo i přes oděv v počtu 15 vysokonapěťových pulsů za sekundu.
- **Elektrické štíty:** složí k potírání agresivního davu. Povrch štítu je pokryt kovovými pásky, tak aby měl zasahující orgán mezi nimi výhled. Každá páska po sobě jdoucí je jiného elektrického potenciálu. Při kontaktu tělem se osoba dotýká více pásků. Spoušť má zasahující v držadle štítu.
- **Elektrické opasky:** používají se k transportu vězňů a zadržených osob. Opasek, který si sama transportovaná osoba nemůže sundat může tuto osobu paralyzovat elektrickým výbojem při jejím útěku, nebo vzdálením se od dozorce. Elektrody bývají dvě, na každé části zad jedna.
- **Mobilní zátarasy:** existují na instalaci na vozovku i výsuvné z vozidla policie.
- **Tasery:** jde o malé ruční paralyzéry. Při zmáčknutí spouště vystřelí pomocí bezdýmového střelného prachu dvě kovové šípky. Za každou se odvíjí tenký kovový drát, vodič el.proudu. Dostřel je cca 5 metrů. Šípky s 4 mm hroty se zabodnou do těla, nebo oblečení útočníka a jedním drátkem postupuje proud, který prochází tělem a vychází druhým drátkem zpět do pistole. Šípky mají tupé rozšíření bránící hlubšímu vniknutí do těla útočníka. Efektivně lze zbraň použít při vzdálenosti šipek tak 20 cm od sebe. Míří se vždy do hrudníku a do zad. Existují tasery kde je hnací silou šipek pyrotechnický, nebo pneumatický výmet. Pneumatické mají kratší dostřel, cca 2-3 metry.

### **Nesmrtící zbraně se zvukovým účinkem**

Jedná se o pyrotechnické zbraně, které vedle světelného využívají také zvukový efekt. Výborně proniká do budov a při intenzitě okolo 100 db působí infrazvukovým signálem na uši a nervový systém. Způsobuje pocity nevolnosti, narušuje rovnováhu. Při 130 až 150 db překračují hranici bolestivosti a narušuje se dýchání a zažívání. Vznikají stavy typické pro epilepsii. Dnes se vyvíjejí přesné směrově paprskovitě působící akustické nesmrtící zbraně. V praxi se užívají také ruční akustické granáty, které dočasně ohluší a šokují agresivní osobu a odvádějí její pozornost. Na trhu jsou také kapesní sirény, které spoléhají na to, že zvukem odradí útočníka, jelikož tím na sebe upozorní. Proti útočícím psům se používají generátory ultrazvuku s dosahem cca 5 metrů.

### **Vysokofrekvenční nesmrtící prostředky**

Účinek není přímo lidským zrakem vidět. Vyzařují elektromagnetickou energii v části elektromagnetického spektra rádiových vln. Mechanismus působení vysokofrekvenčních zbraní na lidský organismus je možné rozdělit na energetický a informační. Vysokofrekvenční elektromagnetické záření, v závislosti na nosném kmitočtu a výkonu, narušuje činnost mozku a centrální nervové soustavy a dočasně vyřazuje člověka z činnosti. Může způsobovat poruchy vnímání, únavu, neklid, stres, pocit hladu, žízně, teploty, chladu, bolesti. Účinek je současně vnímán jednotlivcem jako nesnesitelný bolestivý pocit intenzivních šumů a pískání, nevolností v závislosti na konkrétních podmínkách a parametru signálu. Na rozdíl od optických zbraní vysokofrekvenční zbraně prostupují i některými přírodními překážkami jako porostem. Všechny účinky a neškodnost zbraně na lidský organismus nejsou zatím známy.

### **Prostředky elektromagnetického impulsu**

Zbraně založené na vyzařování energie vysoké hustoty ve formě krátkého impulsu elektromagnetických vln v široké oblasti spektra (od optické po rádiovou). Intenzivní impulzy systémů, které generují toto záření mohou přímo ničit elektrická a elektronická zařízení. Mezi zranitelné systémy patří zejména motory s elektrickým zapalovacím systémem, radar, spojovací, datové a navigační prostředky, jaderné zařízení, osvětlení a nechráněné elektronické rozněty.

Výhodou je jejich selektivita (lze přesně vymezovat oblast a dobu jejich působení), vybavení navigačním systémem GPS zvyšuje jejich selektivitu a účinek v cíli. Čím větší přesnost navedení, tím menší výkon generátoru postačuje k dosažení stejného účinku.

Více informací k donucovacím prostředkům ve studijním textu **Technika bezpečnostních služeb - skripta ISBN 978-80-248-1733-0**.

## 8. Speciální chemické látky užívané v bezpečnostní praxi

Jedná se o látky umožňující udělit konkrétním objektům takové znaky, podle kterých je možno tyto objekty blíže určit a individualizovat.

### Umožňují

- odhalit a určit pachatele podle nástrahových látek, které ulpěly na jeho těle, oděvu,
- určit označený předmět, cestu pohybu předmětu a určit všechny osoby, které s předmětem přišly do kontaktu,
- ozřejmit fakt vniknutí pachatele do prostoru a zahájit jeho pronásledování po označené stopě,
- zjistit fakt padělání, nebo výměny dokumentů, dokladů či veřejných listin,
- zefektivnit použití služebního psa použitím nástrahové látky zesilující pachy.

### Speciální nástrahové látky

**Pigmenty:** barviva, která snadno ulpívají na předmětech, resp. oděvu pachatele. Působením vlhkosti intenzivně probarvují pokožku i oděv a pronikají do mikrostruktury materiálů. Jsou obtížně omyvatelné, to se daří až po několika hodinách mechanického a chemického působení. Nanesení na chráněné předměty se provede štětečkem a rozprášením. Používáme Eosin, který je červenohnědé barvy a vykazuje reakci i v ultrafialovém světle. Fuchsin, hnědozelený prášek, Bromfenolová modř, metylvioletě.

**Acidobazické indikátory:** jsou bezbarvé a po dosažení určité kyselosti (PH) se vybarvují. Používají se označování kapalných medií, alkoholu, ale i vody. Dinitrofenol, světlolžlutý prášek, který se v alkalickém prostředí vybarví žlutě. Fenolftalein, nažloutlý prášek dobře rozpustný v alkoholu, který působí jako silné projímadlo. V alkalickém prostředí se zbarví fialově. Tymolftalein, nažloutlý prášek rozpustný ve vodě a tucích. V alkalickém prostředí se zbarví modře.

**Regenty:** reagují na některou složku potu za vzniku intenzivního vybarvení. V původním stavu jsou bezbarvé. Reagují až po několika minutách, aby se pachatel co nejvíce potřísnil. Ninhydrin, světle žlutý prášek. Používá se také k vyvolání stop na papíře. Dusičnan stříbrný, jeví se jako bílý prach. Reaguje černě. Kdysi se používal na likvidaci bradavic, ale způsobuje rakovinu kůže.

**Fotoluminiscenční látky:** tyto látky nejsou viditelné, a tak je označení předmětů bezpečnější. Vyznačují se fotoluminiscenčními vlastnostmi viditelnými pod ultrafialovým zářením. Oxin, v ÚV září zeleně. Tetracyklin, září červeně. Trifenylypyrazolin, září intenzivní modrou barvou. Rivanol, žlutozelená luminiscence. (na dokumenty, cihly a beton, kovy).

**Radioaktivní látky:** pronikají i vrstvou materiálu, lidské smysly jej nevnímají, přístroje i z velké vzdálenosti (tetracyklin, oxin, rivanol).

**Pachové látky:** chemické sloučeniny, dávají výrazný zápach, pes je schopen identifikovat i po několika týdnech. Používá se Perubalzám (mast na léčení pokožky), kafrové masti, deriváty sirovodíku a další. Pes je schopen identifikovat tyto uměle vyvolané pachy i po několika týdnech.

## 9. Speciální prostředky k vyhledávání předmětů pod zemí, pod vodou, ve dne, v noci a kamerové systémy

### Technické prostředky k vyhledávání objektů na zemi, pod zemí a pod vodou.

- k vyhledávání skrytých prostor, předmětů, mrtvol a munice,
- obsluha vyžaduje důkladné zaučení.

#### Detektory kovů

Slouží k vyhledávání kovových materiálů mělce pod zemí, munice, předměty na místě činu. Detektor kovů je zařízení, které reaguje na kov. Nejjednodušší detektor kovů se skládá z oscilátoru a cívky vyzařující střídavé magnetické pole. Nachází-li kus elektricky vodivého kovu v blízkosti cívky, indukují se do něj vířivé proudy, a to vytváří střídavé magnetické pole. Cívka se používá k měření magnetického pole (jako magnetometr), malými změnami v magnetickém poli pak může být detekován kovový předmět.

- **Frekvenční:** dávají signál optický a akustický (musíme pohybovat přístrojem), čím je předmět větší tím silněji detektor signalizuje (dvě cívky vysílací a přijímací).
- **Pulsně indukční:** jedna cívka plní činnost cívky vysílací i přijímací.

#### Půdní radary

Mapování podpovrchového profilu v zemi, pod betonem a vodou. Rozlišují veškeré předměty jinou materiální strukturou než okolní prostředí. Dosah až 5 m.

Elektromagnetická vlna je vyzářena v určitém směru a pokud narazí na překážku, hranici mezi vrstvami nebo na hladinu spodní vody, odrazí se a vrací se zpět k přístroji, kde je zachycena anténou. Přístroj pak dokáže přesně vyhodnotit, v jaké vzdálenosti se překážka nachází.

#### Magnetometry

Vyhledávání magnetických anomálií Země. Dosah až 6 m. Vyhledávání v dutinách nemožné. Použití pro vyhledávání munice. Pasivní detektor. Vyhledávání pouze feromagnetických kovů.

#### Mikrogravimetry

Měří nepatrné odchylky přitažlivosti země. Vyhledávání podzemních chodeb. Dosah 10 m.

#### Fonendoskopické a seismické systémy

Zesilování zvuků pod závalem. Použití k lokalizaci lidí pod závalem, lavinách, sesuvech.

#### Elektrické odporové měniče

Vyhledávání zakopaných mrtvol. Zjišťují průběh zemního odporu na zkoumaném pozemku a vyhledávají se tak odporové anomálie svědčící o pravděpodobném místě hledaného objektu.

#### Sonary (sound navigation ranging system)

- **pasivní:** určují jen směr a původ (nevysílají akustický signál, vyhledávání objektů na dně není možné)

- **aktivní:** vysílá se akustický signál pod vodní hladinu a pokud signál narazí na nějakou překážku, odrazí se od ní a hydrofon poté vyhodnotí vzdálenost a tvar překážky. (ultrazvuk)

Problémem při sonarovém průzkumu jsou nežádoucí odrazy zvukových vln, které vznikají na rozhraních vrstev s odlišnými teplotami. Proto se při vyhledávání objektů ve větších hloubkách používá detekční prvek sonaru, který je na laně spuštěn do určité hloubky. Tam, kde je dobrá viditelnost se kombinuje s kamerovým monitoringem.

### **Kamerové podvodní systémy**

Používají se dálkově ovládané vodotěsné kamery s reflektory. Viditelnost do 1 m. Pouze pro ohledání podezřelých míst.

### **Gravimetr**

Měření se provádí na zemském povrchu či v podzemí s cílem určit hustotní odchylky v podloží, které mohou být způsobeny například dutinami. Gravimetrie je založena na měření tíhového pole na zemském povrchu.

### **Principy technických prostředků pro pozorování a za snížené viditelnosti.**

#### **Dalekohledy a optické soustavy**

Dalekohled je přístroj sloužící k optickému přiblížení (za dne) pomocí soustavy čoček nebo i zrcadel. Dělí se na:

- **reflektory:** objektiv je tvořen zrcadlem
- **refraktory:** objektiv je tvořen jednou čočkou, nebo jejich soustavou.

#### **a) Čočkové dalekohledy (refraktory)**

Refraktory používají pro zobrazení pouze čoček nebo jejich soustav.

- zařízení se 2 čočkami (spojka-rozptylka, spojka-spojka),
- převrácený obraz,
- všechny čočky mají vady (barevná vada, zkreslení).

#### **b) Zrcadlové dalekohledy (reflektory)**

Reflektory využívají k zobrazení kromě čoček a jejich soustav také zrcadla. Obraz v reflektoru obvykle vzniká odrazem paprsku na dutém zrcadle (kulovém nebo parabolickém), které tvoří objektiv optické soustavy. Odražené paprsky jsou pak soustředěny do okuláru.

- vysoké zvětšení (až 50x),
- nevýhody: velká velikost a hmotnost.

#### **c) Binokulární dalekohled (trieder)**

Triedr je dalekohled, tvořený soustavou čoček a hranolů. V principu se jedná o Keplerův dalekohled se dvěma spojnými čočkami. Mezi ně je navíc vložena soustava dvou optických hranolů, které obraz čtyřikrát odrazí. Hranoly jsou vzájemně pootočený o 90°. Tím je původně převrácený obraz narovnan, a navíc se tak prodlouží ohnisková vzdálenost a tím i zvětšení triedru. Triedr se vyrábí v binokulárním provedení.

- umožňuje používat obě oči,
- používá se optický hranol - obraz není převrácen.

### **Noktovizory**

- prostředky zesilující zbytkové osvětlení, násobí viditelné světlo i světlo v infračervené oblasti.
- použití: policie, soukromé bezpečnostní služby, armáda.
- složení: optická soustava + zesilovač obrazu (elektrooptický měnič) + čočka okuláru

### **Dělení noktovizorů**

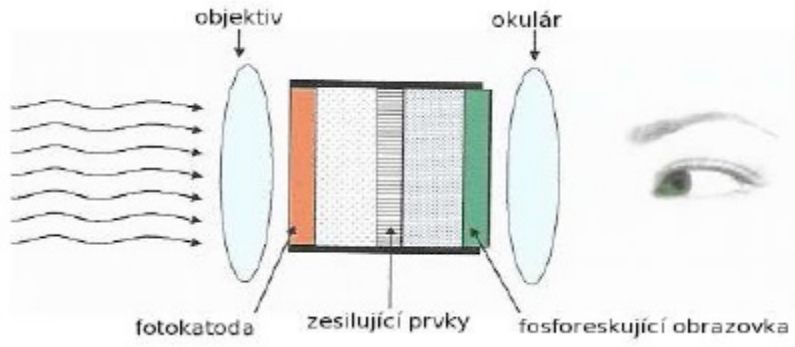
- zesilovače 1. generace - obraz žlutozelený; použití: výstražná detekce
- zesilovače 2. generace - ostřejší obrysy, menší zkreslení; použití: hlídkový vůz; princip: stejný jako u 1. generace jen mezi katodou a anodou jsou kanálky → zesílení elektronů
- zesilovače 3. generace - lze je použít k digitálnímu záznamu, použít lepší materiál na fotokatodě.

Princip činnosti noktovizních přístrojů, je založen na zesílení světelného toku, který vstupuje do pozorovacího přístroje.

Zesilující prvek může mít více podob. V současné době je nejrozšířenější mikrokanálový zesilovač označovaný MCP (microchannel plates). Objektiv zobrazí pozorovaný objekt na fotokatodu. Fotony, které dopadnou na fotokatodu, uvolní elektrony, které prochází jednotlivými kanálky MCP, ve kterých se jejich počet zmnohonásobí. Velké množství elektronů z každého kanálku dopadá na obrazovku, způsobí fosforescenci, fosforeskující světlo je díky velkému množství elektronů podstatně intenzivnější, než bylo to, které dopadlo na fotokatodu. Na fotokatodě tak můžeme pozorovat obraz předmětu. Při tomto postupu jsme ztratili informaci o barvě fotonů. Fotokatoda je obvykle citlivá na fotony v pásmu vlnových délek 400 nm až 900 nm, které zde vybudí vždy stejný elektron, který dále putuje kanálkem, kde nárazy na jeho stěny v silném elektrickém poli vybuzuje další elektrony. Na konci kanálku je již velké množství elektronů, které dopadá na určité místo fosforeskující obrazovky. Výsledná fosforescence má jen jednu barvu podle typu fosforeskujícího barviva (obvykle zelenou). Celkový vzhled kanálku odpovídá jednoduchému válečku, který je zobrazen na přiloženém obrázku.

Někdy se uvádí, že noktovize zesiluje infračervené světlo. Toto tvrzení ale nesprávně zužuje podstatu zesilovače obrazu. Obvykle používané kanálové zesilovače zesilují světlo z celé viditelné oblasti a také z úzkého pásma blízké infračervené oblasti.

- výhoda: nízká cena oproti termovizi
- nevýhoda: splývají předměty stejné barvy



## Termokamery

Termokamery neboli termovizory jsou pasivní zobrazovací přístroje, které umožňují pozorovat objekty na základě jejich tepelného záření, ke své funkci nepotřebují dodatečné osvětlení a fungují v mlze i v noci. Termokamery umožňují zobrazovat tepelné rozdíly objektů. Lze je využít pro účely zajištění fyzické bezpečnosti objektů, a to buď ve formě stacionárního systému, který monitoruje teploty vstupujících osob do objektu a v případě překročení nastavené teplotní hranice mu znemožní vstup, popřípadě upozorní obsluhu, která následně provede další úkony. Vyšší teplota vstupující osoby může souviset např. s infekčním onemocněním – aktuálně by se mohlo jednat o chřipku Covid-19, dále existuje teplotní vazba mezi teplotou na určitých částech obličeje s alkoholovou intoxikací. Nelze jednoznačně říct, že se u testované osoby jedná o ebrietu, ale lze targetovat užší okruh osob, u kterých se následně provádí dechová zkouška. Dále lze pomocí termovize sledovat perimetr objektu i za snížených viditelných podmínek nebo v noci a lze je využít také pro hledání osob např. v lesním porostu.

## Termální zobrazování

Předpokladem pro termální zobrazování je tepelné záření tělesa. Těleso vyzařuje teplo pokud je jeho teplota vyšší než absolutní nula. Se stoupající teplotou se snižuje vlnová délka záření viz uvedené zákony níže. Z hlediska termálního zobrazování je důležitá teplota, proto je níže pro přehled uvedena tabulka č. 1 se základními hodnotami teploty v různých jednotkách.

Vztah mezi třemi nejčastěji používanými teplotními jednotkami

T (K)	T (°C)	T (°F)
0 (absolutní nula)	-273,15	- 459,67
273,15	0	32
373,15	100	212
1273,15	1000	1832

Další důležitou částí je problematika šíření elektromagnetického vlnění, která je popsána na vzorci (1) níže respektive na obrázku č. 1, kde lze vidět, že viditelné elektromagnetické vlnění pokrývá pouze úzkou část elektromagnetického spektra o vlnové délce 0,38 do 0,78  $\mu\text{m}$ . Následuje infračervené s delší vlnovou délkou 0,78  $\mu\text{m}$  do 1 mm. [1]

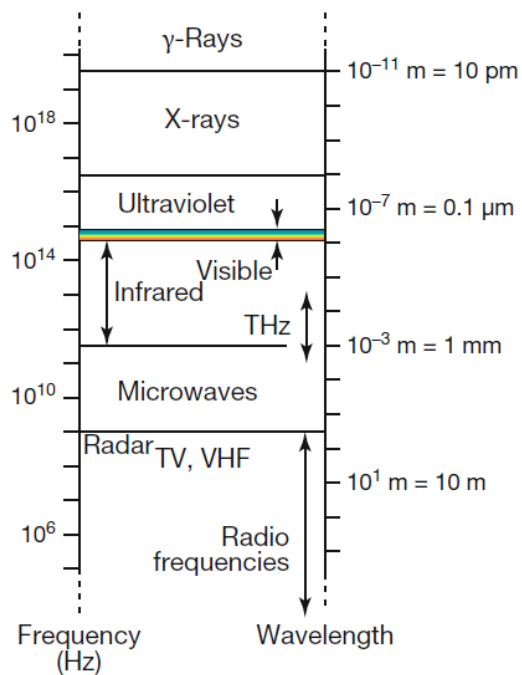
$$c = f \cdot \lambda \quad (1)$$

*c - rychlost šíření elektromagnetického vlnění*

*f – frekvence šíření*

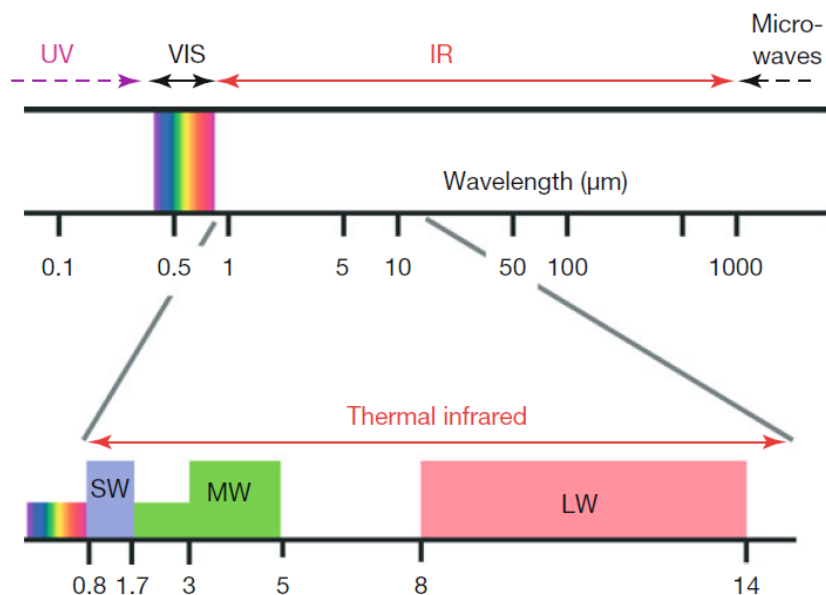
*$\lambda$  – vlnová délka*





Elektromagnetické spektrum

Pro termální zobrazování je důležitá část IR záření nazývána také jako termální IR záření viz obrázek č. 2 a lze ji rozdělit na tři regiony podle typu použitého systému pro IR zobrazování. SW region pro systémy podporující krátkou vlnovou délkou, MW se střední délkou a LW s největší délkou. Existují samozřejmě i speciální systémy, které mají jednotlivé regiony úměrně zvětšeny případně zmenšeny.



IR spektrum

## Parametry ovlivňující termální zobrazování

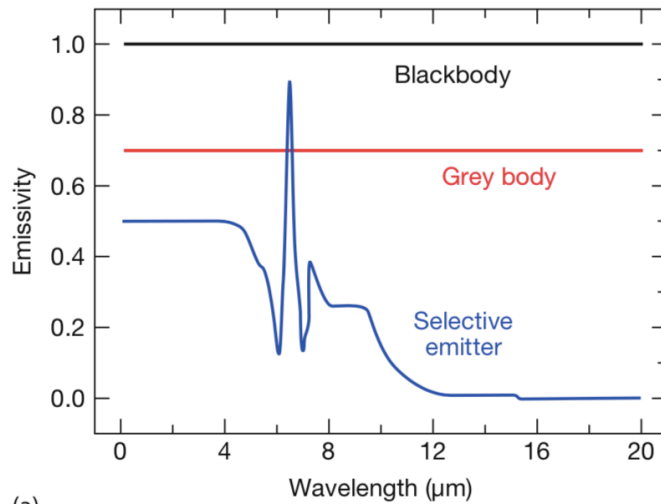
Níže je uveden výčet některých parametrů, které přímo ovlivňují výsledky termálního zobrazování.

- Emisivita
- Vzdálenost kamery od objektu
- Velikost objektu
- Relativní vlhkost
- Okolní teplota
- Atmosférická teplota
- Teplota optiky
- Rozsah vlnových délek termokamery
- Úhel pozorování
- Filtry
- Rychlost větru
- Stíny vedlejších objektů
- Sluneční zátěž
- Teplotní vlastnosti objektů v čase

## Emisivita

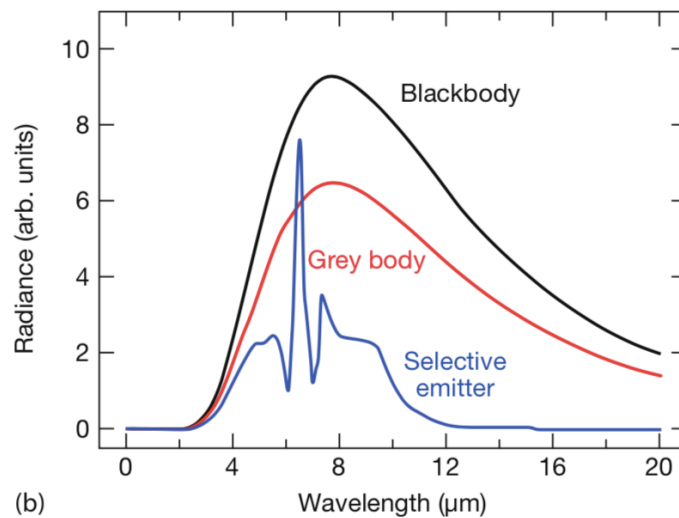
Emisivitu můžeme odvodit pomocí Kirchhoffova zákona, který říká, že množství energie absorbované tělesem se rovná množství energie vyzářené tímto tělesem. Nejčastěji je to vyjádřeno pomocí vzorce (2). Emisivitu a tepelné vyzařování černého a šedého tělesa a selektivního zářiče pro různé vlnové délky lze vidět na obrázcích níže.

$$\varepsilon = \alpha \quad (2)$$



(a)

Emisivita černého a šedého tělesa a selektivního zářiče



(b)

Tepelné vyzařování černého a šedého tělesa a selektivního zářiče

## Planckův zákon

Stanovuje kolik energie těleso vyzáří na jednotlivých vlnových délkách. Graficky je vyzařování černého tělesa zobrazeno na obrázcích č. 5 a 6 níže.

$$M_{\lambda}(T) d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/(\lambda kT)} - 1} d\lambda \quad (3)$$

$c$  – rychlost světla ve vakuu

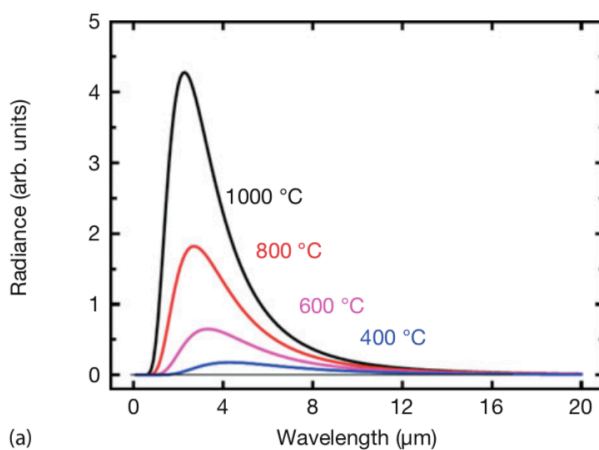
$h$  – Planckova konstanta ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J}$ )

$M$  – celková intenzita vyzařování

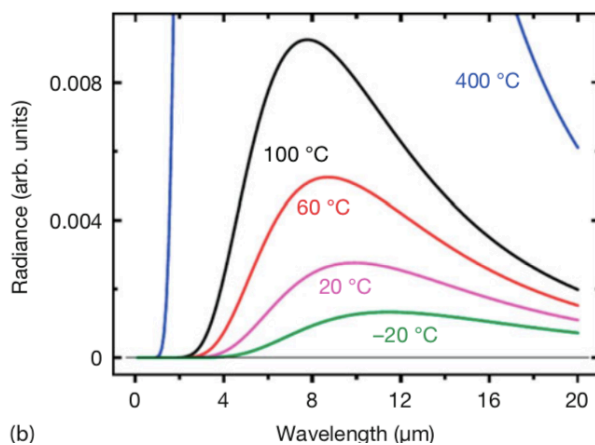
$\lambda$  – vlnová délka

$T$  – termodynamická teplota

$k$  – Boltzmanova konstanta



Vyzařování černého tělesa při teplotě do 1000 °C



Vyzařování černého tělesa při teplotě od -20 °C

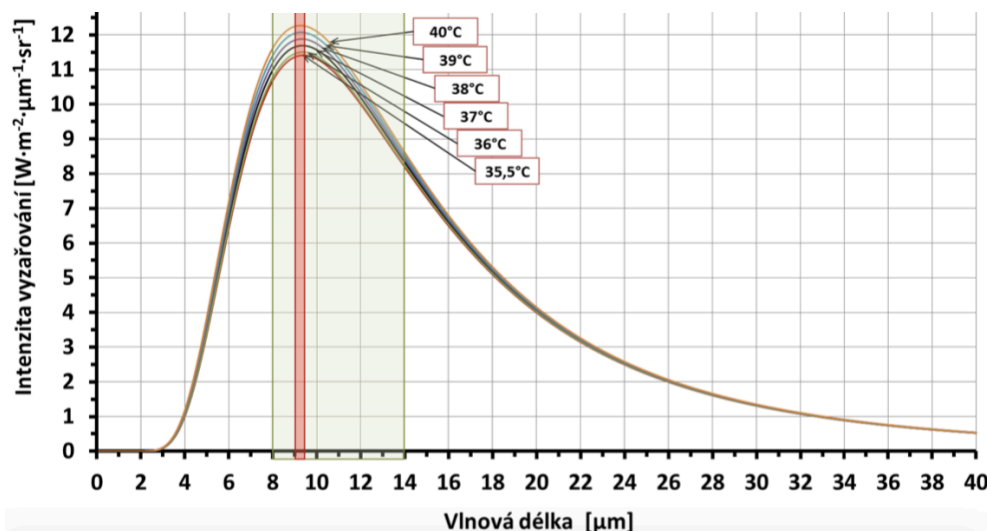
Na rozdíl od emisivity jsou spektra na obrázcích výše spojitá. Pokud budeme uvažovat určitou vlnovou délku tak záření se s rostoucí teplotou zvyšuje. Nízká teplota vede k větší vlnové délce, vysoká teplota k menší vlnové délce.

### Wienův posunovací zákon

S rostoucí teplotou se zmenšuje vlnová délka, na které těleso vyzařuje a naopak s klesající teplotou roste vlnová délka. Maximální intenzita vyzařování lidského těla je na vlnové délce 9,3  $\mu\text{m}$  viz obrázek níže. Ve vzorci (4) lze vidět klasickou reprezentaci Planckova zákona, ale existují i jiné reprezentace, protože spektrometry mohou měřit signály např. jako funkci frekvence viz vzorec (5).

$$\lambda_{\max} \cdot T = 2897.8 \mu\text{m K} \quad (4)$$

$$\frac{\nu_{\max}}{T} = 5.8785 \cdot 10^{10} \text{ Hz/K} \quad (5)$$



Spektrální intenzita vyzařování lidského těla

### Stefanův–Boltzmannův zákon

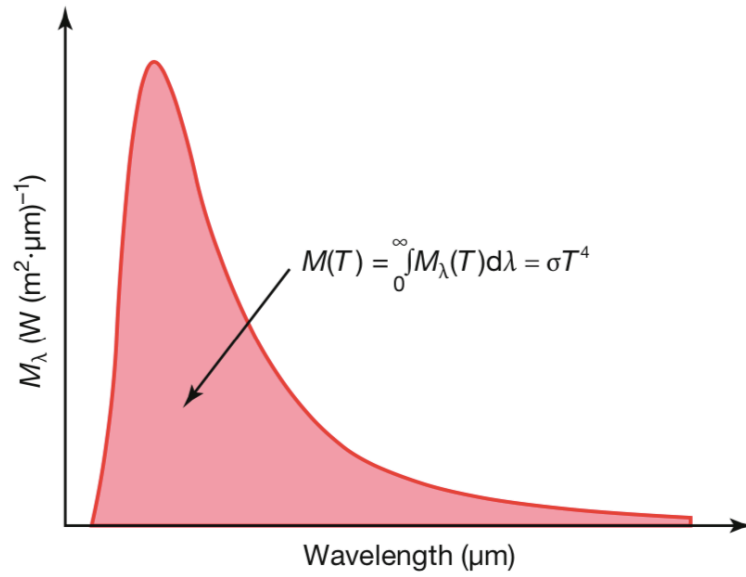
Celková intenzita vyzařování absolutně černého tělesa je úměrná čtvrté mocnině termodynamické teploty zářiče viz obrázek č. 8 a 9 a vzorec (6).

$$M(T) = \int_0^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda = \int_0^{\infty} M_{\nu}(T) d\nu = \sigma T^4 \quad (6)$$

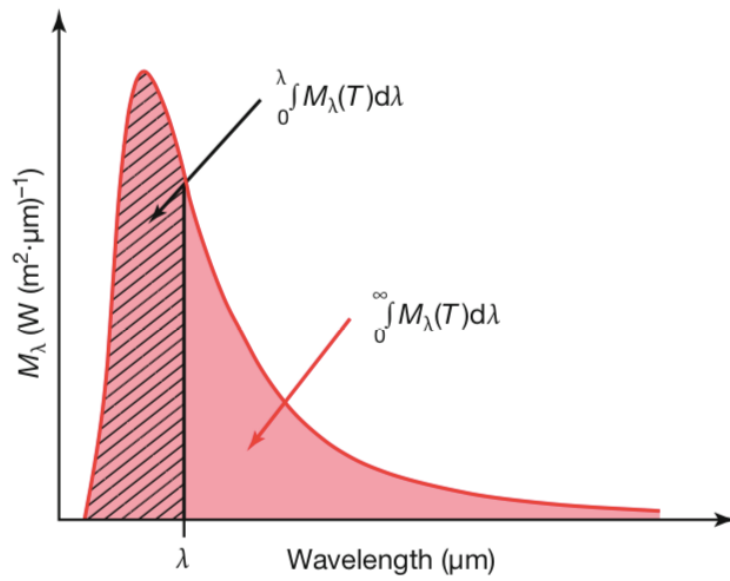
$\sigma$  – Stefan-Boltzmannova konstanta ( $5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ )

$T$  – termodynamická teplota

$M$  – celková intenzita vyzařování



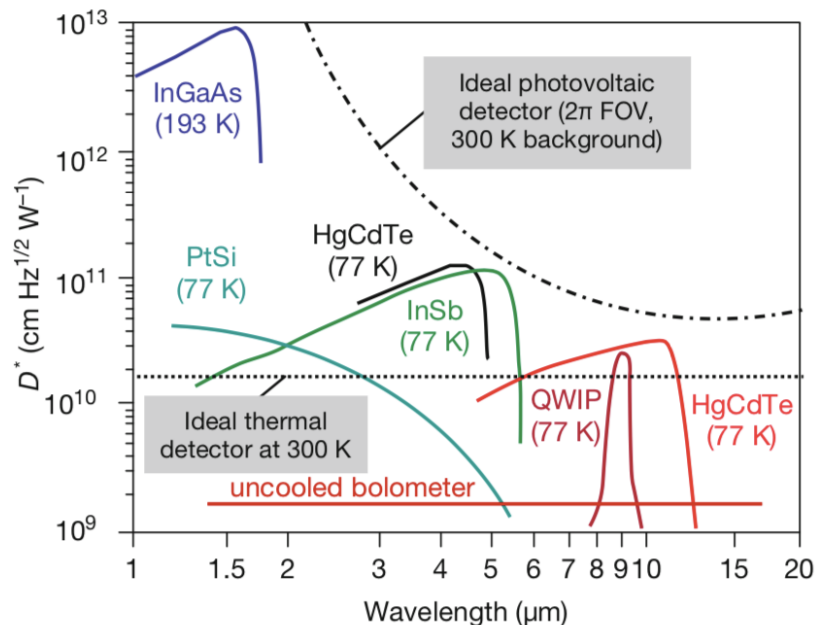
Vizualizace Stefan-Boltzmanova zákona



Definice funkce černého tělesa

## Detektory

Přeměňují dopadající IR záření na elektrický signál, který je následně zpracován. Existují dva základní typy detektorů: tepelné a fotonové. Spektrální citlivost tepelných a fotonových detektorů lze vidět na obrázku níže.



Nechlazené bolometrické pole

## Tepelné detektory

Jsou tvořeny mikroprocesory, na které dopadá IR záření, podle intenzity tohoto záření dochází k odchýlkám v generovaném elektrickém signálu viz obrázek č. 11. Nejčastějším typem tepelných detektorů jsou bolometrické, kdy dochází ke změně elektrického odporu v závislosti na teplotě mikrobolometrického pole viz obrázek č. 12.

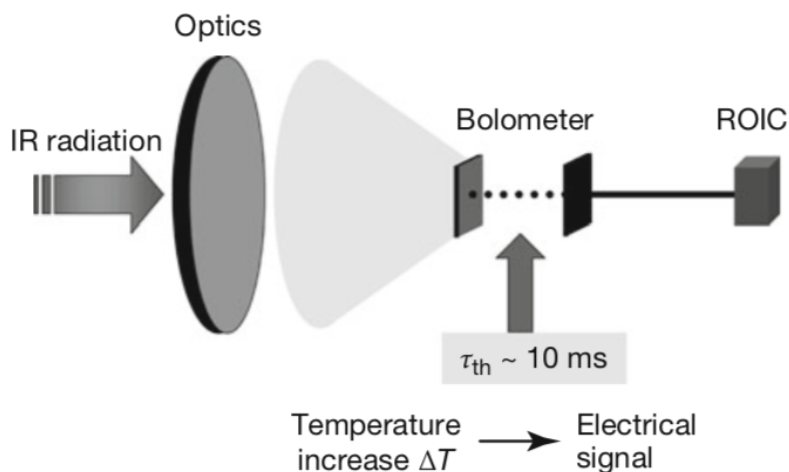
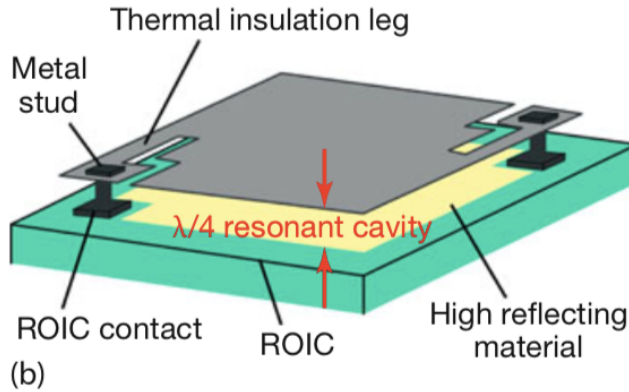


Schéma funkce bolometrické kamery



Jeden pixel bolometrického pole

### Fotonové detektory

Jedná se o zařízení, které detekují kvanta el.magnetického záření v úzkém rozsahu vlnových délek viz obázek č. 13. Schématicky jsou zobrazeny na obrázku č. 14 vrstvy. V daném rozsahu vlnových délek jsou přesnější než tepelné detektory, ale vyžadují dodatečné chlazení, což zvyšuje hmotnost celého zařízení. [8]

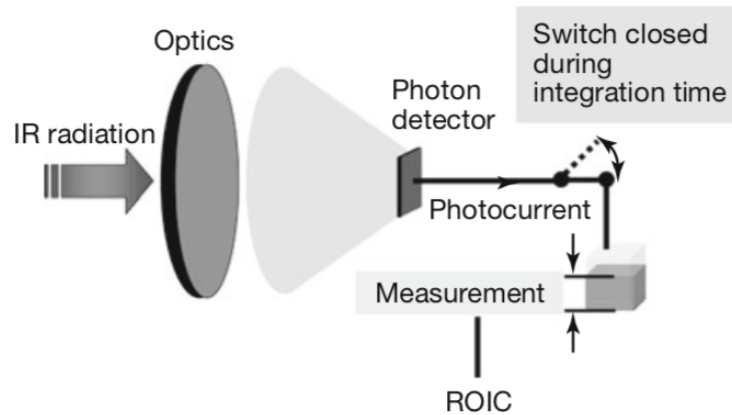
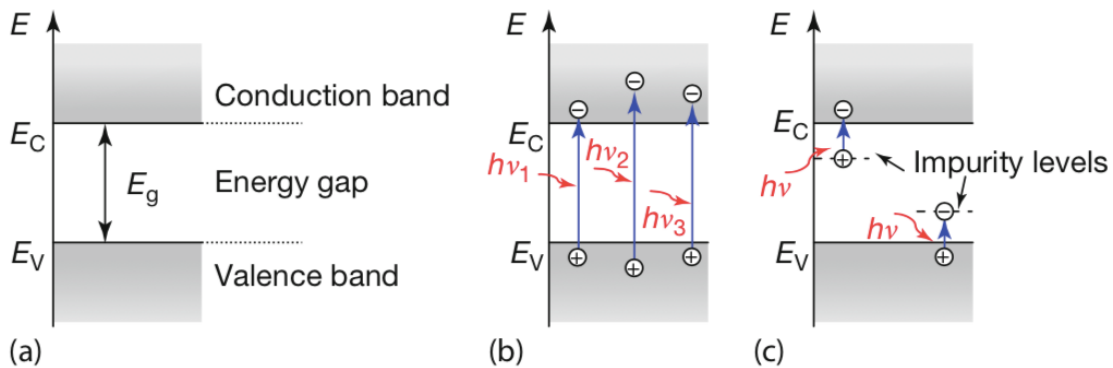


Schéma funkce fotonové kamery

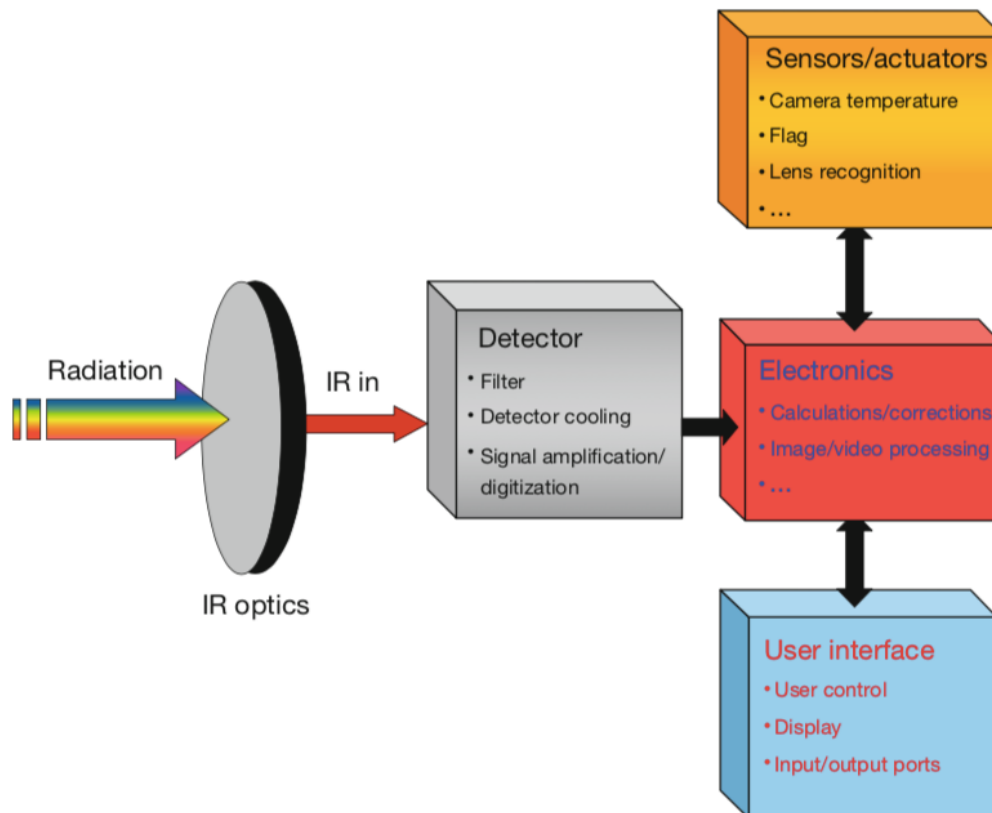


(a) Schéma vrstev (b) vnitřní fotoelektrický jev (c) vnější fotoelektrický jev



## Konstrukce termokamery

Kamera se skládá viz obrázek č. 15 z objektivu, který zaostřuje IR záření na detektor, který následně převede IR záření na elektrický signál v závislosti na použitém typu detektoru. Optika kamery je složená ze spojné čočky z germánia, díky čemuž lze vyselektovat určitá el.magnetická spektra. [8]



Zjednodušené schéma

## Parametry termokamery

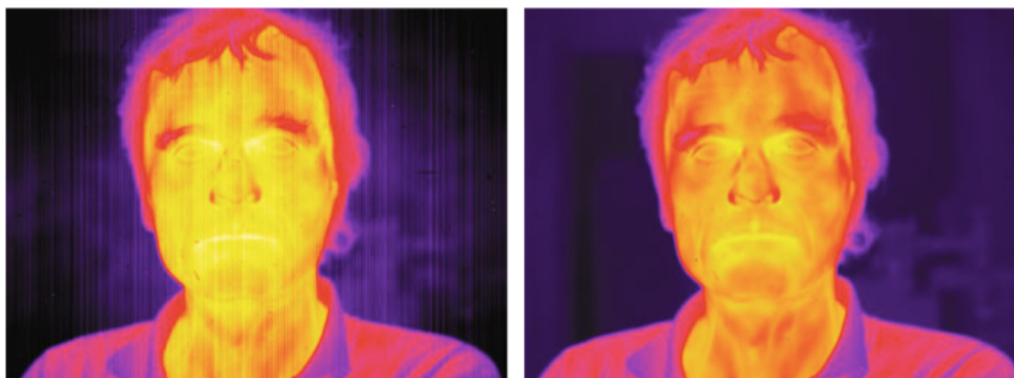
V případě výběru vhodné termokamery pro určitou aplikaci, je nejčastěji nutné brát zřetel na parametry uvedené v tabulce níže.

Parametry termokamery

Teplotní rozsah	Nejnižší a nejvyšší měřitelná teplota
Spektrální rozsah	Rozsah vlnových délek
Přesnost stanovení teploty	Např.: $\pm 1$ °C nebo $\pm 1$ %
Teplotní citlivost	Nejmenší rozdíl teplot okolí
Optické rozlišení	Zorné pole, které je kamera schopna zachytit
Měřicí a další funkce	Měření teploty v bodě, min. max. teplota, poplachy v případě překročení určité teploty, kombinace fotografie a termogramu

## Výstup z termokamery

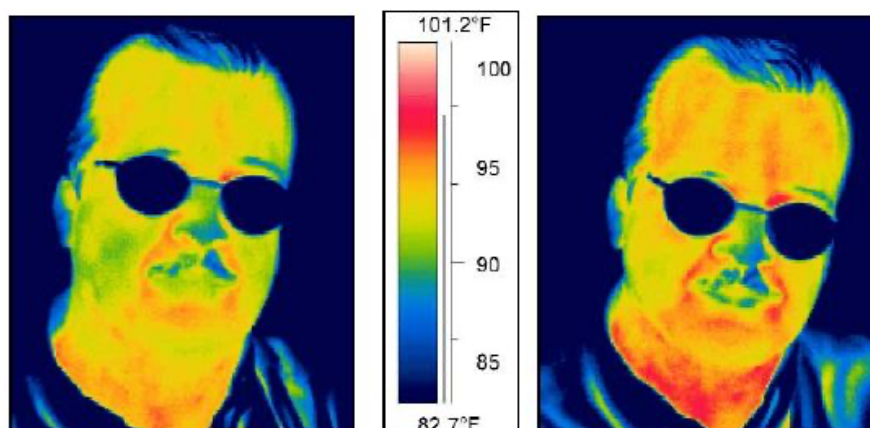
Zpracovaný elektrický signál je následně zobrazen jako výstup ve formě termogramu. Surový termogram bez další aplikace filtrů lze vidět na obrázku č. 16 v levé části, korigovaný termogram lze vidět v pravé části. Snímek může být radiometrický, ze kterého lze následně vyčíst teplotu na povrchu tělesa viz obrázek č. 17 a 18 a neradiometrický, který slouží pouze k zobrazení.



Obrázek č. 16: Termogram před a po korekci



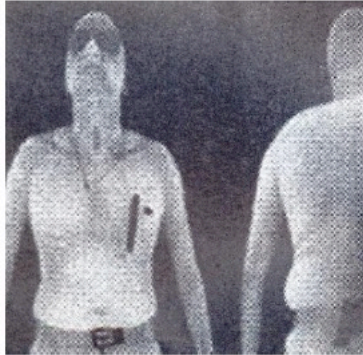
Obrázek č. 17: Měření teploty pomocí systému Dahua



Obrázek č. 18: Změna termogramu při lhaní

## Terahertzové zobrazování

Jedná se o T-paprsky, které jsou v oblasti elektromagnetického spektra ležící mezi mikrovlnným a infračerveným zářením. Terahertzové vlny proniknou oblečením, papírem, dřevem, zdivem, umělou hmotou i keramikou. Škodlivost těchto vln nebyla zatím prokázána. Toto záření má potenciál v řadě aplikací spektroskopii, nedestruktivní zkoušení, bezpečnostní technologii, biologii, medicíně i astronomii. Používá se jako nástroj pro bezpečnostní kontroly. Pro identifikaci skrytých materiálů, zbraní a výbušnin. Terahertzové skenery na letištích zatím nejsou povoleny, protože odstraňují oblečení a vytváří fotografie. Používá se i jako sonda některých typů nádorů.



## Milivize

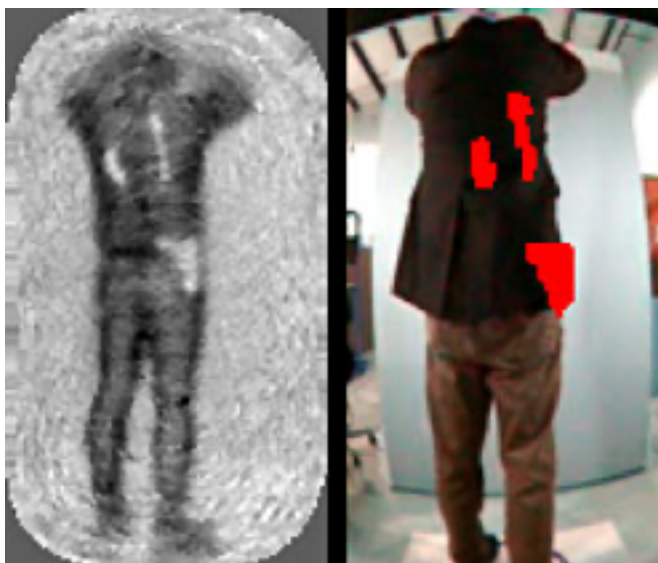
Slouží ke kontrole osob vstupujících do hlídaného prostoru, aby nedocházelo ke vnášení zbraní či výbušnin. Jde o technologii kamer, která zachycuje elektromagnetické vlnění o vlnové délce 3 mm, tedy frekvenci 94 GHz. Lidské tělo je totiž poměrně silným zdrojem tohoto záření. Záření prochází oblečením, avšak odráží se či je absorbováno jinými pevnými předměty a ty pak můžeme na obrazu pozorovat, i když jsou ukryty, jako tmavé oblasti. Lze tak zachytit skrytou zbraň a to i keramickou, výbušninu či drogy.

**Princip:** pasivní zobrazování elektromag. vlnění (tepelného sálání těles) v oblasti vlnových délek na rozhraní infračerveného záření a rádiových vln

**Použití:** pozorovací a monitorovací kamery; brány –pro prohlídku osob

- Umožňuje detekovat kovové i nekovové předměty.
- Snímání elmag. pole v milimetrovém pásmu: cca 3 mm (100GHz) spadá pod rádiové vlny.
- Milimetrová oblast části tepelného záření lidského těla.
- Dobrá propustnost milimetrových vln skrze oděvy, a zachování dostatečné přesnosti pro rozlišení předmětů.
- Jedná se o vyhodnocení pasivní.

Technicky můžou vypadat jako ruční kamery, bezp. rámy, motorické kamery na stojanu (dosah až 30 m)



## Kamerové systémy

Slouží k monitorování prostor za účelem vyhodnocení nestandardních událostí:

- Neoprávněný pohyb osob
- Ponechání cizích předmětů
- Neautorizovaná manipulace s předměty
- Detekce a identifikace cizích osob, požárů atd.
  
- Preventivní charakter
- Možnost napojení na výstup z pokladny
- Detekce RZ (SPZ)
- Biometrická identifikace
- Možnost propojení s PIR
  
- Digitální (TCP/IP)
- Analogové (koaxiální kabel)

Části kamery:

- Snímací část
- Přenosová část
- Řídící a nahrávací část: videorekordér, počítač, server, cloud, diskové pole, paměťová karta
- Zobrazovací část: monitor displej
- Doplňková zařízení: ovládání a polohování kamer

Právní úprava pro oblast kamerových systémů:

- Zákoník práce: zaměstnavatel nesmí bez závažného důvodu narušovat soukromí zaměstnance na pracovišti a ve společných prostorách, tím že jej podrobuje otevřenému nebo skrytému sledování (ani se souhlasem zaměstnanců).
- GDPR
- Zákon o zpracování osobních údajů č. 110/2019
- Občanský zákoník
  
- Kamerový systém se záznamem
- Kamerový systém bez záznamu

Kamerový systém se záznamem již není třeba registrovat u Úřadu pro ochranu osobních údajů.

## 10. Prostředky a postupy pro bezpečnostní prohlídky osob, objektů a vozidel

### Objekty

Nezákladnější obecná pravidla při prohlídkách jsou:

- prohlídková akce začíná vždy vně,
- pokračuje směrem dovnitř,
- uvnitř začíná od nejnižší úrovně a pokračuje směrem nahoru,
- zvuková kontrola poslechem,
- pomyslné rozdělení místností; určení výškových prohlídkových sledů (1. sled – do asi 0,6 až 1,2 m; 2. sled – od konce prvního sledu až po strop).

Některá místa zasluhující zvláštní pozornost při prohlídce objektů:

- odpadové a vodovodní systémy,
- popelnice, odpadové nádoby, kontejnery,
- elektrické instalace, transformátory, elektrické rozvodné skříně,
- telefonní ústředny,
- ventilační šachty a kanály hal a sálů,
- výtahové systémy vícepodlažních budov, hal a sálů,
- stoupačky a přístupné části plynových rozvodů,
- dílny, sklady a místnosti s technickým zařízením.

### Auta

Typické úkryty:

- střešní okno, vnitřní obložení, ovládací prvky vozu, palubní deska a přístroje, ventilátor klimatizace, vzduchový filtr, čelní nárazník, čelní mřížka a světlomet, akumulátor, brzdový systém, kola, poklice, podběhy, koberečky, odhlučnění, prostor sedadel, rezerva, zavazadlový prostor.

Systematická prohlídka se skládá z těchto úkonů:

- vnější část,
- vnitřní část,
- zavazadlový prostor,
- hnací jednotky.

## Osoby

Klíčová místa při prohlídce osob:

- vlasy-paruky, límec, klopy, sako, podpaží, paže, hodinky, náramky, svrchník, ruce, kapsy, opasek, záda, lem saka, kapes, poklopec, záložky, ponožky, boty, klobouk, vycpávky ramen, vázanka, tělo, vnitřní podšívka, nohy a co osoba drží

## Technické prostředky pro zabezpečení prohlídky osob a zásilek

Jedná se o soustavu přístrojů určených ke zjišťování výbušnin, zbraní, drog, jedů a omamných látek v poštovních zásilkách nebo pronášených v příručních zavazadlech, v oděvu nebo na těle osob.

Dle druhu určení dělíme tato zařízení do tří nezávislých skupin:

- **speciální detektory k detekci výbušnin**, vybraných jedů a omamných látek. Tyto přístroje reagují na vybrané syntetické i přírodní instance, které se z těchto sloučenin odpařují.
- **rentgenové scanery** poskytují obrazový výstup obsahu prohlíženého objektu s pravděpodobným určením původu vybraných objektů.
- **přístroje k detekci kovových předmětů** jako jsou např. teplé i studené zbraně apod. Tato skupina je zastoupena průchozími rámovými a ručními detektory kovů. Obecně platí, že každý z těchto přístrojů je schopen detekovat každý materiál obsahující feromagnetické, či paramagnetické hmoty, tedy ocel, měď, dural apod. Tyto přístroje mají nastavitelnou citlivost - hmotnost feritových materiálů, na které reagují, čímž je dána pohodlná eliminace malých (potenciálně neohrožujících) předmětů. Jako měřítko citlivosti můžeme uvést schopnost ručních detektorů zaregistrovat krabičku cigaret obsahující ochranou kovovou fólii.
- **ultrazvukové detektory pneumatik a nádrží**
- **služební pes**