

Bezpečnostní rentgeny pro kontrolu osob

The use of x-ray systems for security screening

Jana Kadlečiková

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana KADLEČÍKOVÁ**
Osobní číslo: **A08051**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Bezpečnostní rentgeny pro kontrolu osob**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte současný stav v oblasti bezpečnostních rentgenů.
2. Zhodnoťte nežádoucí účinky rentgenového záření na lidský organizmus.
3. Analyzujte základní druhy rentgenů pro kontrolu osob.
4. Analyzujte princip činnosti, technické parametry a způsob použití vybraného rentgenu pro kontrolu osob.
5. Specifikujte trendy v oblasti bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Slánský, Ervín.: Analýza látek rentgenovými paprsky. Praha: Státní nakladatelství technické literatury 1970.
2. Paulík, Karel.: Psychologie lidské odolnosti. Praha: Grada 2010, ISBN 978-80-247-2959-6.
3. Fremuth, František.: Účinky záření a chemických látek na buňky a organismus. Praha: Státní pedagogické nakladatelství 1981.
4. Vaňková, Marie.: Hluk, vibrace a ionizující záření v životním prostředí. Brno: VUT v Brně, 1996, ISBN: 80-214-0818-9.
5. Tureček, Jaroslav.: Technické prostředky bezpečnostních služeb II. Praha: Policejní akademie ČR 1998
6. Tureček, Jaroslav .: Dosavadní průběh výzkumu Rentgenová detekce výbušnin. Bezpečnostní teorie a praxe č. 1/2006.
7. ČSN 770338 Stanovení ochranné účinnosti plastových a obalových výrobků proti viditelnému a UV záření. Praha: Český normalizační institut 1989.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Luděk Lukáš, CSc.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

23. května 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce řeší problematiku hodnocení bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob na letištních plochách. Důraz je kladen na princip činnosti jednotlivých typů zařízení a systému. Hodnoceny jsou možnosti použití. Bakalářská práce se také zabývá i nežádoucími účinky rentgenů na lidský organismus. Závěr práce tvoří specifikace trendů a nových technologií do budoucna.

Klíčová slova: bezpečnostní rentgen, bezpečnostní rentgen pro kontrolu osob, rentgenové záření, detekční kontrola, bezpečnostní prohlídka, typy bezpečnostních rentgenů, skenování osob, kontrola osob na letištních plochách

ABSTRACT

This bachelor thesis addresses the evaluation of problems associated with the use of X-ray systems on persons for safety checks for airports and aircraft. Emphasis will be placed on the working principle of different types of devices and systems. It will evaluate the possibilities of their usage. The thesis will also address the adverse effects of X-rays on human beings. The conclusion of this thesis will be the specification of new trends and technologies in the future.

Keywords: security X-ray, X-ray security checks for persons, x-rays, screening, security checks, types of security X-ray, scanning and inspection of persons in airport areas

Poděkování:

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Luďku Lukášovi, CSc. za odborné vedení, konzultace, informace a připomínky, které mi poskytoval během zpracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

OBSAH	7
ÚVOD.....	9
1 BEZPEČNOSTNÍ RENTGENY	10
1.1 RENTGENY V BEZPEČNOSTNÍ PRAXI	10
1.1.1 VYUŽITÍ BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ	11
1.2 SLOŽENÍ BEZPEČNOSTNÍHO RENTGENU	13
1.2.1 RENTGENOVÁ VÝBOJKA	13
1.2.2 KONCENTRÁTOR	14
1.2.3 SNÍMAČ RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ	14
1.3 VZNIK RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ.....	15
1.3.1 ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ.....	15
1.3.2 GAMA ZÁŘENÍ	16
1.3.3 BRZDNÉ ZÁŘENÍ	16
1.3.4 CHARAKTERISTICKÉ ZÁŘENÍ	16
1.4 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ.....	17
1.5 DRUHY BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ	18
1.5.1 BEZPEČNOSTNÍ RENTGENY PRO KONTROLU ZAVAZADEL	18
1.5.2 RENTGENY PRO KONTROLU DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ	21
1.5.3 MOBILNÍ RENTGENY	22
1.5.4 RENTGENY PRO KONTROLU OSOB	24
1.6 POČÍTAČOVÉ ZPRACOVÁNÍ OBRAZU.....	24
1.7 TECHNOLOGIE BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ.....	25
1.7.1 PASIVNÍ MILIMETROVÉ VLNY	26
1.7.2 AKTIVNÍ MILIMETROVÉ VLNY.....	26
1.7.3 RENTGEN SE ZPĚTNÝM ROZPTYLEM.....	26
1.8 DĚLENÍ BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ.....	27
2 NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY RENTGENŮ.....	28
2.1 NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY PRO LIDSKÝ ORGANISMUS.....	28
2.2 VYHLÁŠKA SÚJB PRO POUŽÍVÁNÍ BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ PRO KONTROLU OSOB	30
3 PRÁVNÍ NORMY PRO BEZPEČNOSTNÍ KONTROLU.....	32
3.1.1 ZÁKON O CIVILNÍM LETECTVÍ.....	32
3.1.2 VYHLÁŠKA ZÁKONA Č. 410/2006 SB. O CIVILNÍM LETECTVÍ	33
3.2 PRAVIDLA PŘI BEZPEČNOSTNÍ PROHLÍDCE NA LETIŠTÍCH.....	35
3.2.1 ZAKÁZANÉ PŘEDMĚTY	35
4 PŘÍKLADY RENTGENŮ NA SKENOVÁNÍ OSOB.....	37
4.1 RAPISCAN SECURE 1000	37

4.2	B-SCAN	38
4.3	IONSCAN SENTINEL II	39
4.4	EQO	40
4.5	SECURESCAN	41
5	TRENDY A AKTUALITY V OBLASTI BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ	44
5.1	TRENDY BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ NA TRHU	45
5.1.1	DIGITÁLNÍ RTG KAMERA	45
5.1.2	ZDROJ RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ	45
5.1.3	RENTGEN PRO KONTROLU ZAVAZADEL	46
	ZÁVĚR	48
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	50
	SEZNAM OBRÁZKŮ	52

ÚVOD

Bezpečnostním aspektem letecké přepravy je důsledná bezpečnostní prohlídka osob a zavazadel. V dnešní době je bezpečnost osob, zdraví a majetku prioritou číslo jedna. Pro bezpečnostní prohlídky se používají také bezpečnostní rentgeny, které pracují na principu rentgenového záření. V 19. století se prováděl výzkum rentgenového záření. V počátcích 19. století se uplatnili ve výzkumu rentgenového záření tito vědci: Johann Wilhem Hittorf, Heinrich Hertz, Nikola Tesla. Největším objevitelem rentgenového záření na konci 19. století se stal uznávaný německý fyzik Wilhelm Conrad Röntgen.

Wilhelm Conrad Röntgen se narodil 27. března 1845 ve starobylém městečku Lennep v Německu nedaleko města Düsseldorf. Roku 1894 se stal rektorem university a začal se zabývat výzkumem katodových paprsků. Netrvalo dlouho a 8. listopadu 1895 objevil paprsky X.

Tato bakalářská práce se zabývá principem činnosti a funkčnosti bezpečnostních rentgenů, novými technologiemi a trendy. V první kapitole si uvedeme funkčnost, využití, rozdělení, složení a fyzikální principy bezpečnostních rentgenů na trhu. V druhé kapitole se zaměříme na to, jak jsou rentgeny škodlivé na lidské tělo a co se děje s naším tělem při ozáření. V dalších kapitolách si uvedeme typy bezpečnostních rentgenů, které se běžně využívají pro kontrolu osob, zavazadel a automobilů.

1 BEZPEČNOSTNÍ RETGENY

Jedná se o bezpečnostní systém určený pro kontrolu zavazadel, balíků, automobilů a pro bezkontaktní kontrolu osob. Zrentgenování osoby v souladu s bezpečnostní prohlídkou, hlavně pro vyhledávání zbraní a různých nebezpečných předmětů ukrytých pod oděvem kontrolované osoby. Pro toto prozáření stačí rentgeny skenující povrch osoby úzkým nebo slabým rentgenovým paprskem.

Mezi velké výhody rentgenů pro osobní prohlídku patří rychlost kontroly, zachování bezpečnostních požadavků či kritérií při kontrole, kontrola bez kontaktu s kontrolními a okolními pracovníky. Další výhodou je, že rentgen umožňuje detekovat nebezpečný předmět bez ohledu na to, jaké má složení.

Bezpečnostní systém je schopen zobrazovat výsledky kontroly na monitoru už po třech sekundách. Předměty se na monitoru zobrazují v předem daných barvách podle složení materiálu. Profil detekovaných předmětů pokrývá spektrum od plastických hmot po kovové zbraně či jiné předměty i velmi malých rozměrů (např. žiletky, grafitové drátky, narkotika apod.).

Rentgeny pro kontrolu osob pracují na principu zpětného rozptylu. Tento princip je založen na interakcích rentgenového záření, který využívá Comptonova rozptylu.

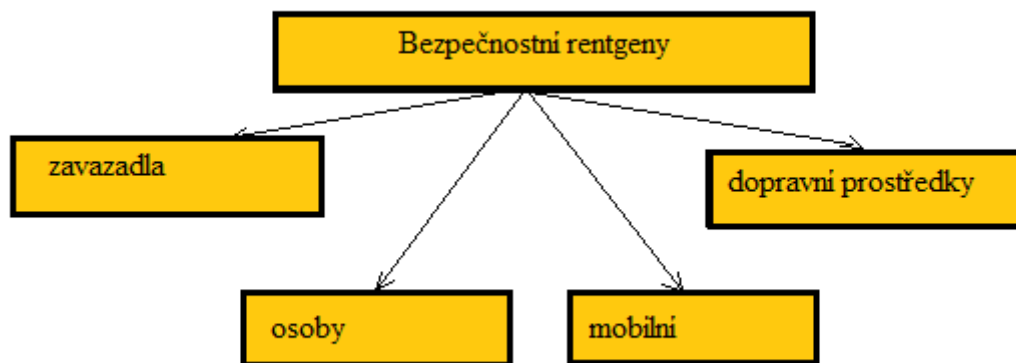
1.1 Rentgeny v bezpečnostní praxi

Aby bylo pozastaveno nežádoucího páchání trestné činnosti, je nutno provádět bezpečnostní kontroly a zajistit tak bezpečnost osob. Nároky na tyto kontroly a další bezpečnostní opatření stále rostou, protože roste i hrozba terorismu a organizovaného zločinu. Mezi tyto zločiny můžeme zařadit bombové útoky, únosy, použití zbraní hromadného ničení, pašování drog či nebezpečných látek, zbraní a padělání. Tyto zločiny se většinou odehrávají tam, kde se vyskytuje větší množství osob, jako jsou třeba letiště, nádraží, metro a velké průmyslové závody. Jelikož osobní prohlídky prováděné zaměstnanci bezpečnostních služeb nedokážou efektivně zabránit hrozbě terorismu, začaly se používat bezpečnostní rentgeny, které provádí efektivnější, rychlejší a důkladnější bezpečnostní kontroly. Bezpečnostní rentgeny se nevyužívají pouze pro kontrolu osob, ale i pro kontrolu zavazadel, zásilek, dopravních prostředků a jejich nákladu. Bezpečnostní

rentgeny se používají tam, kde je nutno detekovat nežádoucí předměty z jakéhokoliv materiálu a složení.

1.1.1 Využití bezpečnostních rentgenů

Bezpečnostní rentgeny můžeme využít pro kontrolu zavazadel, osob a dopravních prostředků. Oblasti využití bezpečnostních rentgenů se dále dělí na bezpečnostní rentgeny pro kontrolu malých, středních a velkých zavazadel a u kontroly automobilů se například rozdělují podle velikosti a podle pohyblivosti rámu. Základní rozdělení bezpečnostních rentgenů dle využití můžeme vidět na obrázku číslo 1.



Obrázek 1 - Rozdělení rentgenů

Jak už jsem zmínila výše, kriminalita stoupá, a proto nároky na bezpečnost také stoupají.

V místech, kde potřebujeme zvýšit ochranu, využijeme rentgeny pro bezpečnostní prohlídku a ochranu osob. Bezpečnostní rentgeny se většinou využívají pro:

- Bezpečnostní prohlídky na hraničních přechodech
- Bezpečnostní prohlídky v přístavech
- Bezpečnostní prohlídky v jaderných elektrárnách
- Bezpečnostní prohlídky v průmyslových objektech se zvýšeným rizikem vzniku nebezpečné havárie
- Bezpečnostní prohlídky na letištích

- Používání rentgenů se zde stalo samozřejmostí a povinností. Povinnosti vychází s příslušných leteckých předpisů.
- Bezpečnostní prohlídky v bankách, vědeckých laboratořích, muzeích,...

[9]

Bezpečnostní rentgeny mají schopnost odhalovat nebezpečné skryté předměty při bezpečnostních kontrolách, především pak :

- Osob
- Dopravních vozidel
- Zavazadel
- Přepravených obalů
- Nákladových prostorů
- Poštovních zásilek
- Dopisních balíků
- Všech dalších podezřelých předmětů

[9]

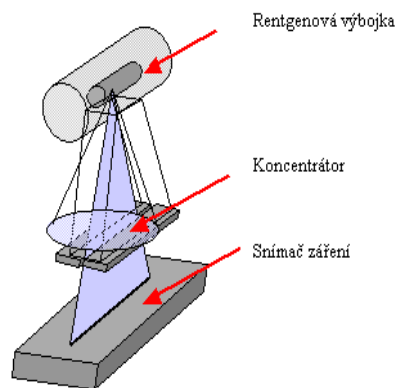
Pod pojmem nebezpečné předměty si představíme zejména:

- Zbraně
- Výbušniny ve všech skupenstvích
- Všechny ostatní nebezpečné látky (hořlavé, toxické)
- Nežádoucí předměty = drogy, omamné látky, alkohol

Bezpečnostní rentgeny můžeme tedy využít všude tam, kde je potřeba zajistit zvýšenou ochranu objektu a osob, aby se do chráněného objektu nedostaly nežádoucí předměty. Pod pojmem nežádoucí předměty si můžeme představit všechny předměty, které mají nebezpečný charakter, počínaje od nůžek, pilníků, nebezpečných látek až po různé zbraně.

1.2 Složení bezpečnostního rentgenu

Bezpečnostní rentgeny se skládají z několika základních částí. První část tvoří generátor rentgenového záření neboli rentgenová výbojka. Druhou část tvoří koncentrátor, který převádí záření na paprsek a třetí část tvoří snímač záření. Bezpečnostní rentgeny se skládají i z dalších částí, jako jsou například filtr či rentgenový detektor.



Obrázek 2 - Jednoduché složení rentgenu^[3]

1.2.1 Rentgenová výbojka

Generátor rentgenového záření obsahuje žhavenou katodu a chlazenou anodu. Elektrony jsou vytrhávány z katody a jsou urychlovány silným elektrickým polem a zároveň dopadají vysokou rychlostí na anodu. Po dopadu se kinetická energie elektronu mění na vysokoenergetické kvantum elektromagnetického záření - rentgenový foton. Napětí mezi katodou a anodou se pohybuje od 40 kV do 160 kV. Rentgenové výbojce se také říká rentgenka, která je součástí každého rentgenu. Rentgenka je skleněná trubice, která obsahuje anodu i katodu. Tato trubice obsahuje vysoký stupeň vakua. Mezi katodou a anodou je vysoké napětí, které se pohybuje od desítek až po stovky kilovoltů. Vysokým napětím bývají elektrony urychlovány a velkou rychlostí dopadají na wolframovou anodu. Při jejich dopadu se kinetická energie mění na teplo, to bývá více než 99 % a jen malá část se změní na energii fotonů rentgenového záření vystupujícího z anody. Anoda musí být stále chlazená vodou, vzduchem nebo rotací. Při chlazení se stále mění místo dopadu tohoto elektronového svazku.

Intenzita je množství rentgenového záření závislého na počtu elektrů, které dopadají na anodu a regulují změnu proudu. Proud poté nažhává vlákno katody.

Pronikavost záření se definuje změnou velikosti napětí mezi katodou a anodou. To znamená, že čím je záření pronikavější, tím je napětí větší. Malá pronikavost záření se nazývá měkká a velká pronikavost záření se nazývá tvrdá.



Obrázek 3 - Rentgenka^[8]

1.2.2 Koncentrátor

Koncentrátory jsou tvořeny olověným stínítkem s dlouhou úzkou štěrbinou. Koncentrátory mají za úkol převádět široký svazek rentgenového záření na úzký paprsek.

1.2.3 Snímač rentgenového záření

Snímač rentgenového záření neboli jeho detekční část převádí dopadající rentgenové záření na elektrické signály. Snímač rentgenového záření umožňuje zhotovení rentgenového snímku pomocí expandování neboli pomocí rozpínajícího se záření, které přes zkoumaný objekt prochází. Fotony, které projdou objektem se vstřebají. To znamená, že určitá část dopadne na detektor a určitá část objektem projde. Pomocí počítačového zpracování signálu vytvářejí obraz, který je vyveden na zobrazovací jednotku. Detekční část je tvořena soustavou detekčních elementů, které poskytují oddělený signál.

Bezpečnostní rentgeny se skládají i z dalších částí, jako jsou například zdroj rentgenového záření či filtr. Bez zdroje elektrického napětí by nemohl být bezpečnostní rentgen uveden do provozu. Filtr je využíván k zachycení rentgenového záření z důvodu nežádoucího rušení.

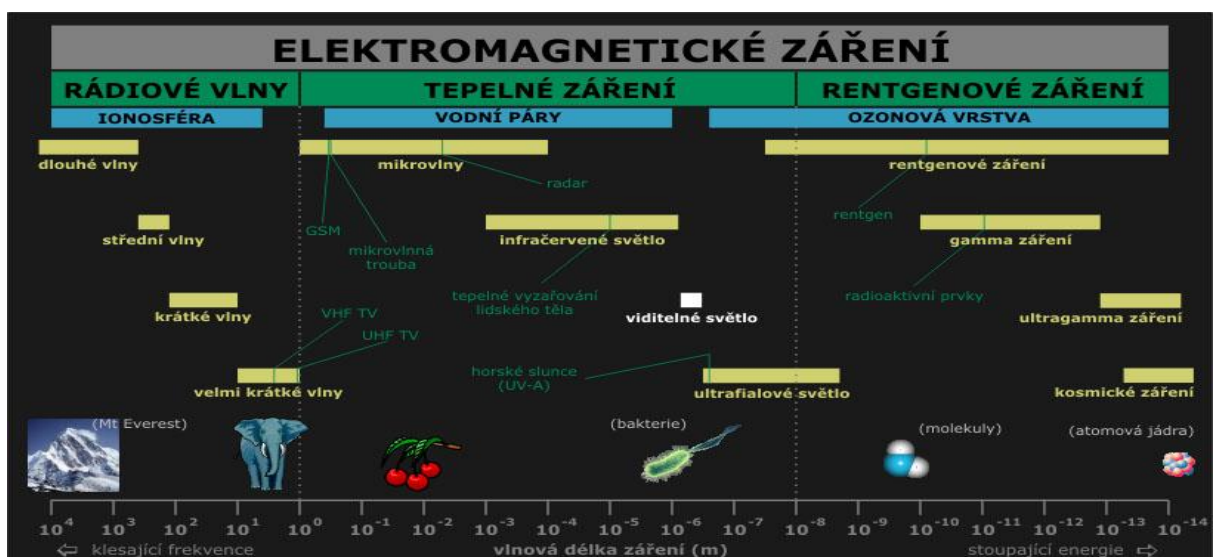
V podstatě se rentgenové přístroje skládají ze stejných částí, ať už jde o lékařský, průmyslový či bezpečnostní rentgen. Jejich hlavní části jsou totožné, i když jsou konkrétní konstrukční prvky pro každý obor jiné.

1.3 Vznik rentgenového záření

V problematice fyzikálních vlastností rentgenů jsem zmínila, že rentgenové záření je elektromagnetické záření o vysoké energii, vysoké frekvenci a velmi krátkých vlnových délkách. Přírodním zdrojem rentgenového záření jsou hlavně hvězdy. Uměle lze rentgenové záření získat v rentgenové trubici dopadem urychlených elektronů na anodu rentgenky. Po dopadu na anodu pronikají elektrony několika vrstvami atomu anody, dokud neztratí svoji kinetickou energii. Z anody vystupuje rentgenové záření dvojího druhu - brzdné (interakce s polem jádra atomu) a charakteristické (interakce s obalovými elektrony).

1.3.1 Elektromagnetické záření

Na obrázku 4 můžeme vidět přehled druhů elektromagnetických vln. Vlnová délka jednotlivých druhů záření je nakreslena ve spodní části obrázku na vodorovné ose. Elektromagnetické záření se může pohybovat rychlostí světla 299 792 458 m/s. Rychlosti světla však dosahuje jen v případě, že není brzděno odporem prostředí. Toto elektromagnetické záření se liší tím, že každé záření přenáší jiné množství energie. Nejméně této energie přenáší rádiové vlny a nejvíce pak paprsky gama a kosmické záření.



Obrázek 4 - Elektromagnetické záření^[12]

Podle vlnové délky můžeme rozlišit:

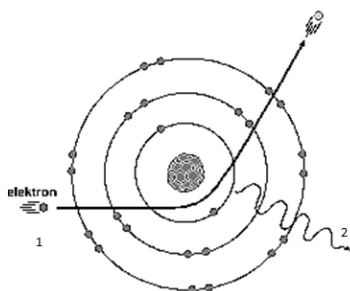
- měkké rentgenové záření – vlnová délka větší než 0,01nm
- tvrdé rentgenové záření – vlnová délka menší než 0,01nm

1.3.2 Gama záření

Záření Gama je elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami kratšími než 300pm. Kmitočet gama záření se pohybuje v rozmezích od 10^{18} až 10^{21} Hz. Toto záření vzniká při procesech uvnitř atomového jádra, kde dochází k radioaktivním přeměnám a jaderným reakcím. Radioaktivní přeměna začíná vznikat při nukleových procesech, kde dochází k přeskokům nukleonů s vyšší energií na menší, a tím jsou uvolňovány fotony gama záření. Aktivita je základní veličinou radioaktivní přeměny, která udává rychlost přeměny.

1.3.3 Brzdné záření

Na obrázku 5 vidíme vznikající zpomalení letícího elektronu (1) kolem jádra atomu, to je kladně nabitě a přitahuje elektrony. Tato přitažlivá síla závisí na počtu protonů v jádře atomu. Elektron, který je přitahován při letu kolem jádra zpomalí a změní směr.(2) Energie je na obrázku ukázána ve formě záření. Čím více se elektron přiblíží k jádru atomu, tím více je pak zvětší kinetická energie letícího elektronu a tím větší bude i energie vznikajícího kvanta rentgenového záření. Kinetická energie se zbržděním z 99% přemění na tepelné záření a pouze 1 procento je rentgenové záření. Tímto vlivem tedy vzniká spojité spektrum s mezní vlnovou délkou. Tato vlnová délka je určena vztahem :

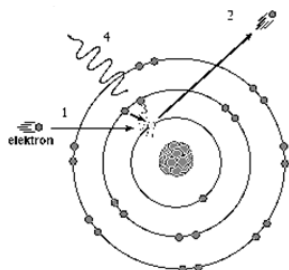


Obrázek 5 - Brzdné záření^[10]

1.3.4 Charakteristické záření

Na obrázku 6 vidíme, jak vzniká charakteristické záření. Toto záření vzniká, když elektron dopadající na anodu vyrazí z místa (odrazí, odsune) jiný elektron. Tímto způsobem vzniká

nenabitě neobsazené místo, které je ihned obsazeno jiným elektronem. Při těchto přeskokách vzniká energie ve formě fotonů rentgenového záření. Toto charakteristické záření má čárové spektrum, jež je závislé na materiálu, z kterého je anoda vyrobena.

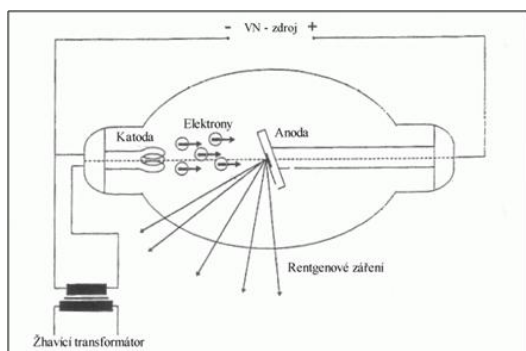


Obrázek 6 - Charakteristické záření^[10]

Rentgenové záření je charakteristické pro určitý prvek. Energie záření je tím vyšší, čím je vyšší protonové číslo materiálu anody.

1.4 Fyzikální vlastnosti bezpečnostních rentgenů

Rentgenové záření je v podstatě ionizující elektromagnetické záření o vysoké energii, vysoké frekvenci a s velmi krátkou vlnovou délkou, která je 1000x kratší než vlnová délka viditelného světla. Typické rozmezí vlnové délky rentgenového záření se pohybuje v rozmezí 10^{-12} až 10^{-8} m. Rentgenové záření má ionizační účinky. To znamená, že množství energie, které s sebou nese, stačí na uvolnění elektronu z atomu. Rentgenové záření může způsobit dočasné i trvalé poškození buněk. Přírodním zdrojem rentgenového záření jsou hlavně hvězdy. Uměle lze rentgenové záření získat v rentgenové trubici dopadem urychlených elektronů na anodu rentgenky. Rentgenka je trubice s vysokým stupněm vakua.



Obrázek 7 - Schéma rentgenového záření^[11]

1.5 Druhy bezpečnostních rentgenů

Bezpečnostní rentgeny obsahuje displej, který zobrazuje obsah kontrolovaného předmětu, proto se používají nejenom pro kontrolu osob, ale i pro kontrolu zavazadel, různých zásilek a dopravních prostředků.

Bezpečnostní rentgeny dělíme podle využití a podle obsahu kontrolovaných předmětů od poštovních zásilek až po letecké kontejnery. Jednotlivá zařízení se dále dělí podle schopnosti rozlišovat jednotlivé materiály (Single nebo Dual Energy) a podle počtu pohledů (Single View, Dual View). [14]

Single Energy neboli metoda jedné energie pracuje na jednoduchém principu rentgenového záření, které prochází přes kontrolovaný předmět. Vzniká tam průnik fotonů při ozáření látky. Dual Energy neboli metoda duální energie pracuje na principu snímání rentgenového paprsku ve dvou různých energiích. U metody duální energie prochází kontrolovaným předmětem dva paprsky o různé energii.

1.5.1 Bezpečnostní rentgeny pro kontrolu zavazadel

Tak jako cestující, tak i zavazadla musejí projít bezpečnostní prohlídkou, zda se v nich nenachází nežádoucí předměty. Celou tuto skupinu rentgenů pro kontrolu předmětů můžeme rozdělit na rentgeny pro drobná zavazadla, pro příruční zavazadla a pro rozměrná zavazadla. Také se bezpečnostní rentgeny využívají pro kontrolu dopravních prostředků a jejich náklad.

1.5.1.1 *Rentgeny pro kontrolu drobných zavazadel*

Rentgeny pro drobná zavazadla slouží většinou pro kontrolu batohů, kabelek, balíčků, malých příručních zavazadel. Může se využívat jak na letištích, tak i v administrativních budovách a hotelích s bezpečnostními požadavky. Tyto rentgeny jsou snadné pro manipulaci a dají se přenášet z místa na místo pomocí podstavce s kolečky - dopravníku, který umožňuje mobilitu přístroje. Každý typ rentgenu pro drobná zavazadla má rozdílné rozměry. Rozměry inspekčního tunelu se pohybují od 550 x 360mm a více. Rentgeny pro drobná zavazadla pracují na principu Dual energy.



Obrázek 8 - Rentgen pro kontrolu drobných zavazadel

1.5.1.2 *Rentgeny pro kontrolu příručních zavazadel*

Tento typ rentgenu se používá na letištích pro kontrolu zavazadel, také při vstupech do vládních budov, různých soudů a do přísně střežených objektů.

Slouží především pro kontrolu:

- Poštovních zásilek
- Balíčků
- Batohů
- Dámských kabelek
- Cestovních tašek
- Příručních zavazadel

Rentgeny pro příruční zavazadla jsou o něco větší než rentgeny pro drobná zavazadla. Rozměry inspekčního tunelu se pohybují od 1x1m a více. Také pracují na principu Dual Energy jako předchozí typ rentgenu, ale s rozdílem že rentgeny pro příruční zavazadla mají vyšší stupeň bezpečnosti.



Obrázek 9 - Rentgen pro příruční zavazadla^[14]

1.5.1.3 *Rentgeny pro kontrolu rozměrných zavazadel*

Rentgeny pro rozměrná zavazadla mohou zkontrolovat předměty až o rozměrech 2,5 x 2,5 m, které mohou mít hmotnost až 3 tuny. Rentgen funguje na principu Single View, využívá technologii Dual Energy a pracuje na principu zpětného rozptylu. Rozměry rentgenu na obrázku č. 9 jsou 6 492 x 2 042 x 2 874 mm a hmotnost tohoto rentgenu je 2 154 kg.

Využívá se především pro kontrolu:

- Velkých balíků nebo zavazadel
- Zásilek pro kamionovou, leteckou, lodní nebo vlakovou dopravu



Obrázek 10 - Rentgen pro rozměrná zavazadla

Kontrola na těchto typech bezpečnostních rentgenů se provádí pohybem předmětu po dopravníkovém pásu. Na jedné straně tunelu je umístěn zdroj rentgenového záření a na druhé straně tunelu je umístěna detekční část. U rentgenů, které pracují na principu zpětného rozptylu jsou obě části umístěny společně na jedné ze stran. Paprsky rentgenového záření jsou poskládány do podoby pásu nebo roviny a díky tomu dovedou detekovat nežádoucí předměty, jako jsou výbušniny, drogy, zbraně a atd.

1.5.1.4 *Rentgeny pro kontrolu zapsaných zavazadel*

Bezpečnostní rentgeny pro kontrolu zapsaných zavazadel se využívají především na letištích. Slouží pro kontrolu zavazadel, které putují do nákladového prostoru letadla. Většinou se jedná o zavazadla, které tvoří uzamčené kufry či jinak pevně uzavřená zavazadla. Váha plně naloženého kufry či zavazadla by se měla pohybovat v rozmezí od 20 kg do 40 kg nezávisle na velikosti.

Každé zavazadlo musí projít bezpečnostní prohlídkou a při zjištění nežádoucího předmětu putuje zavazadlo k fyzické prohlídce, u které musí být zúčastněný i majitel zavazadla.



Obrázek 11 - Rentgen pro zapsaná zavazadla

1.5.2 Rentgeny pro kontrolu dopravních prostředků

Rentgeny pro kontrolu dopravních prostředků jsou největší rentgeny, které se používají pro kontrolu pozemní dopravy, také pro menší dopravní letadla a helikoptéry. Nejčastěji jsou používány pro kontrolu kamionů, nákladních automobilů, osobních automobilů, vlaků a jejich nákladních vagonů. Využívají metody Singl a Dual Energy.

Rentgeny pro kontrolu dopravních prostředků dělíme do tří skupin:

1) Mobilní rentgenová zařízení

jsou určena pro snadnou a rychlou přenosnou detekční kontrolu. Mobilní rentgeny rozdělujeme na 2 skupiny:

- přenosné - jsou kompaktní a mají dobré uplatnění v terénu
- transportní - pásové rentgeny pro zavazadla

2) Přemístitelná rentgenová zařízení

skládají se z operátorského stanoviště a rentgenového systému. tento systém představuje komplexní rentgenové záření, které je možné rozebrat na několik dílů, převést na libovolné místo, znovu sestavit a uvést do provozu.

3) Stacionární rentgenová zařízení

využívají se ve velkých přístavech, vlakových nádražích a průmyslových objektech.



Obrázek 12 - Rentgen pro kontrolu automobilů



Obrázek 13 - Rentgen pro kontrolu automobilů

Na obrázku 12 vidíme integrovaný rentgen pro kontrolu dopravních prostředků, který je umístěn v lokálním kolejišti. Tento typ rentgenu má vlastní pohon, to znamená, že skenovaný automobil může stát a rám se pohybuje a skenuje daný automobil.

Na obrázku 13 vidíme také rentgen pro kontrolu dopravních prostředků. Avšak od předchozího typu rentgenu se liší tím, že je integrovaný v pevném rámu, to znamená, že se pohybuje skenovaný automobil či vozidlo. Oskenované obrázky jsou automaticky odesílány na hlavní portál, který je ovládán z kontrolního pracoviště. Výrobce udává, že tento typ rentgenu zvládne oskenovat 180 vozidel za hodinu.

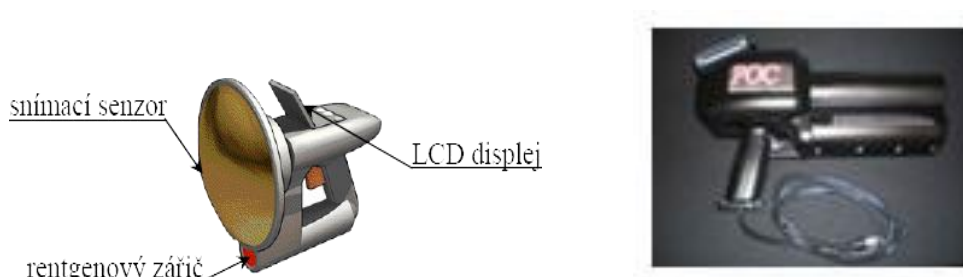
1.5.3 Mobilní rentgeny

Využívají se pro rychlou a snadno přenosnou detekční kontrolu. Mobilní rentgeny můžeme rozdělit na přenosné rentgeny a transportní rentgeny.

1.5.3.1 Přenosné rentgeny

Přenosné rentgeny uplatňujeme většinou v terénu. Slouží k identifikování nežádoucích předmětů v poštovních obálcích, malých zásilkách a v malých předmětech. Jsou velmi

kompaktní a mají malé rozměry, pohybují se velikostně v desítkách centimetrů a díky tomu se dají lehce přenášet a různě s nimi manipulovat.

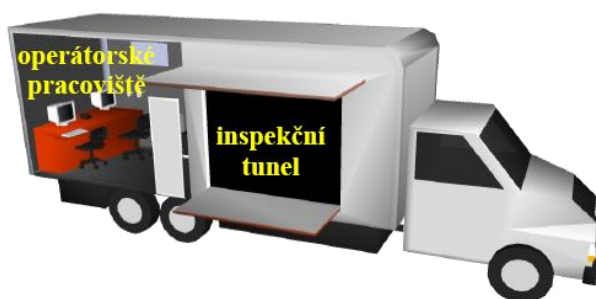


Obrázek 14 - Lexid - přenosný rentgen

Na obrázku 14 vidíme mobilní přenosný rentgen s názvem LEXID (Lobster Eye X ray Imagine Device). Řadí se mezi nejmenší ruční bezpečnostní rentgeny a pracují na principu Comptonova rozptylu. Výhodou tohoto rentgenu je, že lze získávat obrazy přes zeď i přes dveře od auta a tím se lehčeji i rychleji najdou skryté předměty. Provedení tohoto typu přenosného rentgenu je tvořeno několika částmi, bývá to zpravidla rentgenový zářič, speciální snímací čočka a displej. Většina ručních detektorů obsahuje i zobrazovací jednotku, u některých typů je zobrazovací jednotka samostatnou třetí částí. Získané obrazy zpracuje daný software a poté je zobrazí na zobrazovací jednotce, která je tvořena z tekutých krystalů.

1.5.3.2 Transportní

Transportní rentgeny jsou většinou klasické pásové rentgeny pro zavazadla. Poskytují plné rentgenové pracoviště, kde je umístěn i inspekční tunel v části dodávkového automobilu. Transportní rentgeny využívají metodu duální energie.



Obrázek 15 - Transportní rentgen^[9]

1.5.4 Rentgeny pro kontrolu osob

Rentgeny pro kontrolu osob jsou určeny pro bezkontaktní kontrolu osob. Slouží pro bezpečnostní prohlídku, aby identifikovaly ukryté předměty u kontrolovaných osob. Profil detekovaných předmětů pokrývá spektrum od klasických plastových hmot až po kovové zbraně, ale také i velmi malé předměty, jako jsou například žiletky, drátky, narkotika a atd.



Obrázek 16 - Rentgen pro kontrolu osob

Rentgeny pro kontrolu osob jsou schopny detekovat kov, plasty, keramické předměty, tekutiny, organické a anorganické látky. Rentgeny využívají rentgenové záření a zároveň pracují na technologii pasivních milimetrových vln. Výrobce udává, že rentgen pro kontrolu osob s názvem TADAR, který vidíme na obrázku 16, je schopen odbavit kolem 200 osob za hodinu. Systém dokáže zobrazit výsledky detekování už po 3 sekundách a dávka ozáření při prohlídce je pod $2,5 \mu\text{S}$.

Rentgeny pro kontrolu osob bývají podle konstrukce podobné detektorům kovu. Správné kontroly dosáhneme, když oskenujeme stojící osobu ze zadu a pak ze předu. Některé rentgeny obsahují pohyblivý se podstavec, na který si kontrolovaná osoba stoupne. Výsledné snímky poté ukazují předměty, které má kontrolovaná osoba u sebe.

1.6 Počítačové zpracování obrazu

Počítačové zpracování obrazu je samozřejmou částí každého bezpečnostního rentgenu. Viditelný obraz také usnadňuje práci obsluze bezpečnostního rentgenu. Díky moderním technologiím je možné v obraze zvýrazňovat určité požadované informace. Většinou se jedná o zobrazení:

- černobílé standardní,
- černobílé reverzní (černá je zobrazena jako bílá a naopak),
- se zvýrazněním hran,

- se zvýrazněním kontrastu,
- se zvětšením určené části obrazu,
- pseudobarevné - vypočítané z odstínů šedi, vytvořené z klasického černobílého zobrazení přiřazením různých barev
- z různých odstínů šedi,
- barevné



Obrázek 17 - Snímek zrengenovaného předmětu^[17]

Obraz a jeho funkce také umožňují rozlišit anorganické a organické látky pomocí barevných odstínů. Většinou jsou anorganické látky zobrazovány modrou barvou, organické látky jsou zobrazovány oranžovou až hnědou barvou a materiály s velikou hustotou jsou zbarveny do zelena. Barevné rozlišení můžeme vidět na obrázku číslo 16, kde jsou vidět barevné přechody mezi různými látkami.

Bezpečnostní rentgeny nám tedy pomáhají vykonat rychlou bezpečnostní prohlídku osob a jejich zavazadel. Jsou zkonstruovány tak, aby detekovaly kovové předměty, ale i velmi malé předměty z běžných materiálů. Bezpečnostní rentgeny umožňují odhalit i drogy, jako jsou například narkotika, kokain a atd. Kriminalita stále více stoupá, proto se bráníme moderními technologiemi, které jsou už dnes schopny detekovat předměty od miniaturních předmětů, osob až po velká auta.

1.7 Technologie bezpečnostních rentgenů

Stále se vyvíjejí různé technologie bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob. Většinou bezpečnostní rentgeny využívají technologii rentgenového záření, avšak existují i další technologické principy, na kterých mohou bezpečnostní rentgeny pracovat. Technologie bezpečnostních rentgenů se můžou zařadit také technologie pasivních milimetrových vln, aktivních milimetrových vln a rentgen se zpětným rozptylem.

1.7.1 Pasivní milimetrové vlny

Tento systém pasivních milimetrových vln nevydává žádné záření. Vytváří nezřetelné a rozmazané obrazy lidského těla, avšak kovové i nekovové předměty dokáže jasně zobrazit. Vytváří obraz díky přirozenému neboli tepelnému vyzařování milimetrových vln, které odráží lidské tělo nebo které odráží prostředí či přilehlé okolí. Ve studiích o zdraví nejsou v souvislosti s využitím této technologie pasivních milimetrových vln vyjádřeny žádné obavy o zdraví.

1.7.2 Aktivní milimetrové vlny

Tento systém aktivních milimetrových vln pracuje na principu prozáření lidského těla, kdy tělo je prozářeno krátkými rádiovými vlnami o určité vlnové délce v kmitočtovém pásmu přibližně od 30 do 300 GHz. Díky tomuto principu se vytváří obrazy s vysokým rozlišením jak kovových, tak i nekovových předmětů a odhalují i detaily lidského těla.

Tato technologie využívá neionizující záření, které se považuje za neškodné pouze se srovnáním s ionizujícím zářením. Evropské právní předpisy stanovily pro bezpečnostní rentgeny v milimetrovém vlnovém pásmu maxima hustoty výkonu. Pro kmitočty od 2 do 300 GHz je úroveň maximální hustoty výkonu pro veřejnost 10 W/m^2 a pro pracovníky vystavené expozici 50 W/m^2 .

1.7.3 Rentgen se zpětným rozptylem

Tento systém se zpětným rozptylem prozařují lidské tělo nízkými dávkami rentgenových paprsků a zároveň měří rozptýlené záření s výsledkem vytvoření dvojrozměrného obrazu lidského těla. Tyto systémy vytvářejí obrazy s velmi kvalitním a vysokým rozlišením kovových i nekovových předmětů a také odhalují detaily povrchu lidského těla, stejně jako technologie aktivních milimetrových vln. Úřad pro ochranu zdraví zveřejnil, že technologie, které používají princip zpětného rozptylu vyzařují dávku kolem $0,02 \mu\text{Sv}$.

Používání bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob podléhá požadavkům právních předpisů Euratomu o ochraně před rentgenovým zářením a zejména ustanovením o používání neionizujícího záření pro nezdravotní účely. Maximální expozice ionizujícího záření nesmí být vyšší než 1 mSv za rok pro veřejnost a 20 mSv za rok pro pracovníky vystavené expozici. Vnitrostátní povolení pro používání ionizujícího zařízení se vydávají na základě hodnocení dávek potenciální expozice a četnosti expozice za účelem posouzení případného kumulativního účinku ionizujícího záření. Posádky letadel na některých

leteckých linkách vystavených záření jsou například vystaveny záření o více než 1 mSv za rok, a proto tedy podléhají zvláštní ochraně podle evropských právních předpisů. [18]

1.8 Dělení bezpečnostních rentgenů

Bezpečnostní rentgeny dělíme celkově do tří generací. Dělí se podle technologického postupu, vývoje a složitosti.

Bezpečnostní rentgeny I. generace

Bezpečnostní rentgeny, které zařazujeme do třídy I. generace, jsou všechny rentgeny které neurčují druhy látek skenovaných předmětů. Do I. generace patří některé pásové rentgeny, všechny stolní rentgeny pro kontrolu zásilek, balíků a také i ruční rentgeny.

Bezpečnostní rentgeny II. generace

Bezpečnostní rentgeny II. generace využívají princip snímání Dual Energy neboli technologie dvojí energie, to umožňuje barevné rozlišení kontrolovaných předmětů na displeji. Rentgeny, které spadají do této třídy používají technologii Comptonova rozptylu.

Bezpečnostní rentgeny III. generace

Bezpečnostní rentgeny III. generace využívají technologie dvojí energie, nebo kontrolují objekt z několika stran. Rentgeny III. generace detekují všechny materiály, oproti II. generaci, která je schopna detektovat pouze tři druhy materiálu to jsou kovové předměty, organické a anorganické látky.

2 NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY RENTGENŮ

Spousta zdrojů, které jsou kolem nás, mají na naše zdraví neblahý vliv, jako je například používání kterýchkoliv druhů rentgenů (lékařské, průmyslové), televizi či lety v letadlech ve výšce vyšší než 10 km. Známymi zdroji zvýšených radioaktivních dávek a látek v životním prostředí byly výbuchy jaderných zbraní a havárie jaderných elektráren.

Mezi nejznámější a nejohroživější patří např. výbuch atomové bomby svržené 6. srpna 1945 na japonskou Hirošimu a 9. srpna 1945 na Nagasaki.

Havárie jaderné elektrárny Černobyl – 26. dubna 1986 – to je největší jaderná nehoda v historii jaderné energetiky. K události došlo ve 4. bloku jaderné elektrárny v Černobyli, která leží na území dnešní Ukrajiny. V té době byla Ukrajina součástí Svazu sovětských socialistických republik (SSSR).

Havárie japonské jaderné elektrárny Fukušima severovýchodně od metropole Tokia a dvou dalších – 11. března 2011 – po mohutném zemětřesení provázené vlnou tsunami.

Většina odborníků se shoduje v názoru, že v podstatě neexistuje tak nízká úroveň radioaktivního záření, aby byla úplně bezpečná. Proto každé zvýšení radioaktivity, zvyšuje i riziko pro živé organismy.

Dlouhodobé i krátkodobé působení rentgenového záření má negativní účinky na člověka a živé organismy. Způsobuje v organismech řadu změn, které vedou k poškození struktury buněk. Negativní působení záření může mít na plod dítěte, poškození kůže, oční čočky, kostní dřeně, střevní potíže, neuropsychické problémy a ve vysokých dávkách mohou způsobovat nemoc z ozáření.

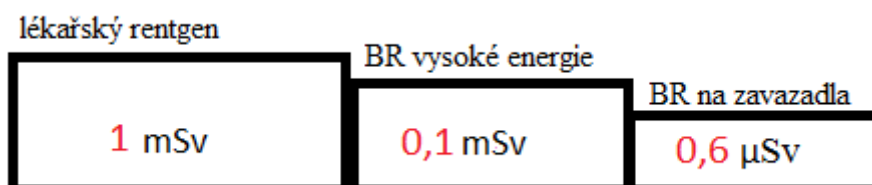
2.1 Nežádoucí účinky pro lidský organismus

Lidské tělo je složeno z mnoha buněk, jež plní určitou úlohu v lidském organismu. Buňka je složena z molekul, které mohou být rozbity či znehodnoceny radioaktivním zářením nebo se mohou změnit vlastnosti atomů v molekule. Tyto poškozené buňky většinou mění své chování nebo mohou úplně zahynout. Poškozené buňky jsou schopny se opravovat, aby to buňky zvládly, nesmí být překročena jistá mez nebo zasáhnuta citlivá část buňky, poté by mohla být škoda dokonce nenapravitelná. Život buňky zasažené radioaktivitou se může vyvíjet různými směry:

1. Buňka je schopna opravy a žije dál
2. Buňka zahyne na následky rozsáhlých poškození - to záleží na počtu odumřelých buněk.
V případě odumření většího počtu se může stát, že selže celý organismus, což způsobí smrt.
 - Vysoké dávky nad 30 Sv mohou poškodit centrální nervový systém tak, že smrt nastává během několika hodin až dnů. Hlavními příznaky je nevolnost, prudké zvracení, dezorientace a koma.
 - Nižší dávky od 10 do 30 Sv mohou způsobit poškození vnitřních orgánů, nejčastěji trávicího ústrojí. Nejdříve se dostaví nevolnost a zvracení, poté se objeví vředy, ztráta tekutin. Smrt nastává během několika dnů či týdnů.
 - Dávky mezi 1 a 10 Sv ze začátku mohou vyvolat nevolnost či zvracení.
Poté následuje období, kdy se pacientu uleví. Avšak i tato dávka může být smrtelná.
3. Buňka přežije, ale není schopna celkové opravy - v tomto případě hrozí rakovinné bujení, u ženy mohou nastat i vady u narozených dětí.

Osoby při jedné kontrole pohltnou dávky, které nejsou prospěšné pro zdraví. Efektivní dávka se pohybuje od 0,1 do 10 μSv na kontrolu.

Na obrázku číslo 17 můžeme vidět příklad dávkového ekvivalentu, který určuje určité množství záření, které předmět či osoba pohltnou při kontrole bezpečnostním rentgenem. Jedno prozáření bezpečnostním rentgenem o vysoké energii se rovná délce letu 2 hodin, to znamená, že člověk za 2 hodiny letu pohltnou stejné množství dávky záření jako při jedné kontrole.



Obrázek 18 - Dávkové ekvivalenty

Evropské a mezinárodní organizace stále zkoumají rizika spojená s ionizujícím rentgenovým zářením. Použití bezpečnostních rentgenů musí vždy předcházet posouzení proporcionality a zdůvodnění návrhových opatření. Například pořízení jednoho rentgenového snímku s použitím technologie se zpětným rozptylem vyzařují dávky pro jednu osobu od 0,02 do 0,1 μSv . Celková dávka závisí na počtu snímání. Aby bylo dosaženo maximální a zároveň limitní dávky, musela by osoba projít kolem 40ti detekčními kontrolami za den.

Pracovníci či zaměstnanci pro obsluhu bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob a osoby pracující v blízkosti těchto rentgenů obdrží dávku záření ve výši 0,1 μSv na jednu kontrolovanou osobu. Takový zaměstnanec většinou odbaví asi 500 osob za den, to znamená, že dávka jednoho pracovníka obsluhy za jeden rok činí 300 - 1000 μSv .

2.2 Vyhláška SÚJB pro používání bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob

V roce 2008 evropská komise podala návrh na zařazení bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob do standardního vybavení evropských letišť, kdy SÚJB vždy bude u každého zařízení požadovat bezpečnost dle daného zákona. Zároveň aby uživatel doložil parametry a vlastnosti k posouzení, zda dávky, které obdrží člověk při jedné kontrole jsou bezpečné. To znamená, že každý budoucí uživatel bezpečnostních rentgenů musí svůj záměr konzultovat s SÚJB.

SÚJB doposud vydal 4 povolení k distribuci bezpečnostních rentgenů.

V každém povolení je uvedena klasifikace a podmínka, která zavazuje distributora informovat zájemce o používání, že tento přístroj podléhá povolení SÚJB. SÚJB při jednání uvedl, že bude při posuzování žádosti brát v úvahu především, zda použití rentgenového zařízení za účelem bezpečnostní kontroly osob bude pro konkrétní podmínky zdůvodněno.

Pro toto zdůvodněné použití pak bude dále brát v úvahu zda:

- bude zaměřeno cíleně pouze na vybrané (podezřelé) osoby,
- bude stanoven věkový limit takto kontrolovaných osob,

- je prováděna evidence kontrolovaných osob a jakým způsobem,
- pro konkrétní účel použití bude činnost optimalizována jak vzhledem k radiačním pracovníkům obsluhujícím rtg. zařízení, tak pro kontrolované osoby;
- nebudou překročeny limity ozáření pro tyto osoby stanovené ve vyhlášce č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů;
- kontrolované osoby budou uživatelem informovány (o dávce záření, použitém principu)

[16]

V současné době nelze vyloučit negativní účinek záření na člověka ani u velmi malých dávek, proto je nutné, aby i takové ozáření podléhalo stanoveným pravidlům radiační ochrany č.499/2005 Sb., z důvodu, že ozáření prochází velké skupiny osob obou pohlaví a všechny věkové kategorie. Proto SÚJB bude vždy rozhodovat při používání bezpečnostních rentgenů pouze ze svého pohledu, tedy z hlediska radiační ochrany a na základě platných právních předpisů.

3 PRÁVNÍ NORMY PRO BEZPEČNOSTNÍ KONTROLU

Bezpečnost civilního letectví České republiky se řídí danými právními normami. Vzhledem k rozsahu vyhlášek budou probrány pouze části, které se týkají bezpečnostních kontrol osob a zavazadel na letištích.

3.1.1 Zákon o civilním letectví

Základní právní normou, která upravuje činnost civilního letectví na území České republiky je zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. [20]

§ 85

Protiprávním činem se podle tohoto zákona rozumí přestupek nebo jiný trestný čin, který může ohrozit nebo omezit bezpečnost letectví.

§ 85d

- (1) Fyzická osoba provádějící detekční kontrolu podle přímo použitelného předpisu Evropských společenství (dále jen "detekční kontrola") musí mít osvědčení odborné způsobilosti. Osvědčení odborné způsobilosti vydává na žádost osoby podle věty první Ministerstvo dopravy. Žádost lze podat po úspěšném absolvování bezpečnostního školení. Osvědčení je platné po dobu 5 let ode dne jeho vydání.
- (2) Technické prostředky a bezpečnostní zařízení používané při bezpečnostní kontrole musí mít osvědčení technické způsobilosti. Osvědčení technické způsobilosti vydává Úřad na žádost provozovatele letiště, leteckého dopravce nebo schváleného agenta podle § 85e, prokáže-li se účinnost a spolehlivost technických prostředků a bezpečnostních zařízení používaných při bezpečnostní kontrole. [20]

§ 85i - Povinnosti cestujících a ostatních osob v prostorech letiště

- (1) Cestující a ostatní osoby, které vstupují do prostorů určených provozovatelem letiště a leteckým dopravcem nebo se v těchto prostorech zdržují, jsou povinni:
 - a. chovat se tak, aby neohrozili bezpečnost na letišti
 - b. podrobit se bezpečnostní kontrole
 - c. řídit se pokyny a příkazy provozovatele letiště, leteckého dopravce a jimi pověřených osob při zajišťování bezpečnosti na letišti a na palubě letadla.

- (2) Provozovatel letiště, letecký dopravce nebo jimi pověřené osoby jsou oprávněni osoby, které neuposlechnou pokynů a příkazů podle odstavce 1 písm. c), vykázat z prostor uvedených v odstavci 1.

3.1.2 Vyhláška zákona č. 410/2006 Sb. o civilním letectví

Vyhláška č. 410 ze dne 14. srpna 2006 o ochraně civilního letectví před protiprávními činy a o změně vyhlášky Ministerstva dopravy a spojů č. 108/1997 Sb., kterou se provádí zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů. [20]

Část první - vyhláška o ochraně civilního letectví před protiprávními činy

§ 2 - Způsob provádění bezpečnostní kontroly (K § 85c odst. 2 zákona)

- (1) Bezpečnostní kontrola se provádí zejména jako
- a. detekční kontrola
 - b. uložení zavazadel, nákladu, pošty a kurýrních a expresních zásilek, které nelze podrobit detekční kontrole, do skladovacích prostorů určených provozovatelem letiště
 - c. další postupy uvedené v přímo použitelném předpise Evropských společenství
- (2) Detekční kontrola se provádí jako fyzická kontrola osob, fyzická kontrola věcí a kontrola technickými prostředky podle přímo použitelného předpisu Evropských společenství.
- (3) Fyzickou kontrolu osob provádí osoba stejného pohlaví vizuální prohlídkou a hmatem ruky na oblečeném těle kontrolované osoby, jakož i ve volných a odložených částech jejího oděvu. Při provádění fyzické kontroly osob lze použít ručního detektoru kovů.
- (4) Fyzická kontrola věcí se provádí vizuální prohlídkou a hmatem ruky a zahrnuje kontrolu vnitřního prostoru věci, včetně obalu a pomocných konstrukcí, a kontrolu všech vložených předmětů, jejich obsahu a částí.
- (5) Fyzická kontrola osob a fyzická kontrola věcí se provádí s použitím ochranných rukavic.

- (6) Náklad, pošta a kurýrní a expresní zásilky, které nelze z důvodu jejich rozměru nebo použitého materiálu podrobit detekční kontrole, se před naložením do letadla uloží nejméně na dobu 24 hodin do skladovacích prostorů určených provozovatelem letiště.
- (7) Po provedení bezpečnostní kontroly se zapsaná zavazadla podle přímo použitelného předpisu Evropských společenství, náklad, pošta a kurýrní a expresní zásilky označí značkou obsahující nápis "Security checked", pořadové číslo a místo provedení kontroly. [20]

Část druhá - základní normy pro zabezpečení civilního letectví před protiprávními činy

Kontrola vstupu

1. Vstupy do neveřejných prostor letiště se omezují s cílem zabránit vstup neoprávněných osob a vjezdu vozidel bez povolení k vjezdu do tohoto prostoru.
2. Vstup do vyhrazených bezpečnostních prostorů se kontroluje s cílem zajistit, aby do těchto prostorů nevstoupily žádné neoprávněné osoby a nevjela žádná vozidla bez povolení k vjezdu. Avšak osobám i vozidlům může být přiděleno povolení k přístupu do vyhrazených prostorů, jen v případě, že splňují požadované bezpečnostní podmínky.
3. Osoby, včetně členů posádky letadla, při vstupu do vyhrazených prostorů musí před vydáním ID průkazu absolvovat ověření spolehlivosti.

Kontrola vozidel

Vozidla, které vjíždí do vyhrazeného bezpečnostního prostoru se musí také podrobit bezpečnostní prohlídce, s cílem zabránění vnesení nežádoucích předmětů do vyhrazeného prostoru.

Ochrana cestujících a zavazadel

1. Cestující a jejich kabinová zavazadla musí být od okamžiku, kdy jsou podrobeni detekční kontrole, do odletu letadla, v němž budou přepraveni, chráněni před neoprávněnými činy.
2. Odletoví cestující podrobení detekční kontrole nesmějí přijít do styku s příletovými cestujícími, s výjimkou případů, kdy

- a. cestující přilétají z členského státu, pokud Komise nebo příslušný členský stát neposkytly informace o tom, že tyto příletové cestující a jejich kabinová zavazadla nelze považovat za podrobené detekční kontrole podle společných základních norem, nebo
- b. cestující přilétají ze třetí země, ve které se uplatňují normy ochrany před protiprávními činy, jež jsou regulativním postupem podle čl. 19 odst. 2 uznány za rovnocenné společným základním normám. [20]

3.2 Pravidla při bezpečnostní prohlídce na letištích

Při bezpečnostní prohlídce je ochrana osob na prvním místě a musí se respektovat daná pravidla. Letecká přeprava se řídí přísnými bezpečnostními předpisy a pravidly, která se týkají předmětů a věcí, jež se dostanou na palubu letadla.

Před vstupem na palubu letadla musí každý cestující projít bezpečnostní prohlídkou. Předtím než kontrolované osoby projdou bezpečnostním rámem, musí si odložit své věci na pás bezpečnostního rentgenu pro zavazadla. Žádná kontrolovaná osoba nesmí mít u sebe při průchodu bezpečnostního rámu kovové věci. Bezpečnostní kontrolou procházejí nejenom veškerá elektronická zařízení, mobilní telefony, počítače, ale i pásky, hodinky, bundy, mikiny, baterie, cigarety, mince. Dalším krokem bezpečnostní prohlídky je kontrola bezpečnostním rámem, kterým musí projít každá kontrolovaná osoba. Na Ruzyňském letišti v Praze je bezpečnostní rám jediným vstupem do odletové haly. Z odletové haly vede cesta pouze na palubu letadla, kde už musí být osoby plně zkontrolované. Jestliže bezpečnostní prohlídka proběhla v pořádku, kontrolované osoby jsou povinny si posbírat své věci z pásu bezpečnostního rentgenu. Pokud ale bezpečnostní rentgen nebo bezpečnostní rám zaznamenal nějakou hrozbu či nežádoucí předmět, může obsluha bezpečnostního rentgenu vyzvat kontrolovanou osobu k sundání určitého svršku oděvu a může vyzvat k opětovanému projití bezpečnostním rámem. Při opětovném zaznamenání bezpečnostního rámu či obsluhy nežádoucího předmětu u kontrolované osoby, musí se kontrolovaná osoba okamžitě podrobit fyzické kontrole, na kterou se využívají ruční detektory kovu.

3.2.1 Zakázané předměty

Dle platných mezinárodních předpisů nesmí mít cestující u sebe a ani v příručním zavazadle tyto předměty:

- zbraně (střelné a palné)

- střelivo
- nože, ostré předměty bodné a sečné povahy
- hračky, které odpovídají skutečným útočným zbraním (pistole, granáty)
- látky nebezpečné povahy (hořlaviny, žíraviny, plyny, toxické a radioaktivní materiály)

Dále mohou být zakázány předměty dle zákona č. 300/2008 Sb. takové, které mohou způsobit zranění a to jsou:

- a) ochromující zařízení - jejich účel je ochromit nebo znehybnit
- b) pracovní nářadí - lze způsobit zranění
- c) tupé předměty - lze použít k úderu, s cílem způsobit zranění
- d) výbušniny a zápalné látky a zařízení - lze způsobit zranění nebo ohrozit bezpečnost letadla nebo v jejichž případě se toto použití jeví jako možné

Podle aktuálních požadavků letištních aerolinií České republiky si cestující smí vzít na palubu letadla co se týká nápojů pouze malé množství tekutin, které musí být v originálním balení do maximálního objemu 1 litr na osobu. Dále si smí cestující vzít na palubu letadla kojenecké a zdravotní stravy a léky, ale pouze jen v množství, které je nutné pro cestu. Pracovník bezpečnostní kontroly v případě pochybností může požádat o kontrolu dané tekutiny.

Pod pojmem tekutiny se rozumí:

- voda, polévky, sirupy
- krémy, mléka, oleje, líčidla
- parfémy
- spreje
- gely, šampóny, pěna na holení, deodoranty
- zubní pasty
- tuhé a tekuté materiály

Každá kontrolovaná osoba je povinna předložit pracovníkům bezpečnostní kontroly všechny kapaliny k prohlídce.

4 PŘÍKLADY RENTGENŮ NA SKENOVÁNÍ OSOB

Rentgeny pro kontrolu osob jsou určeny pro bezkontaktní kontrolu, kdy zjišťujeme, zda u sebe kontrolovaná osoba má nežádoucí předměty, jako jsou například drogy, nože, žiletky, zbraně a další předměty, které by případně mohly ublížit okolnímu prostředí či lidem.

4.1 Rapiscan Secure 1000

Rapiscan Secure slouží pro bezkontaktní kontrolu osob. Odhaluje předměty bez ohledu na to z jakého jsou materiálu, dokáže odhalit organické i anorganické látky. Organické látky (např. tuhé a kapalné výbušniny, narkotika, zbraně, keramika) a anorganické látky (např. kov) jsou vidět na vytvořeném obrázku. Daný obrázek je tvořen ve vysokém rozlišení, který snadno dokáže identifikovat skryté hrozby a pašování zboží.

Secure 1000 obsahuje vestavěný softwarový filtr, díky kterému provozovatel nevidí totožnost osoby procházející detekční kontrolou. Každá osoba musí mít naskenované 4 snímky: jeden ze zadu, jeden ze předu a dva z boku. Výrobce udává, že jeden snímek zabere 5 - 7 sekund na jeden pohled. Secure 1000 pracuje pomocí technologie zpětného rozptylu, která se používá v osobní letecké přepravě. Takový rentgen má cenovou hodnotu kolem 16 milionů korun.

Použití:

- letecká doprava
- vojenské základny
- nápravná zařízení
- hraniční přechody

Specifikace

Rychlost skenování: méně než 7 sekund na jeden pohled

Displej: 19 " high-rozlišení barevný monitor

Na skenování: méně než 0,1 μ Sv

Certifikace: Ministerstvo pro vnitřní bezpečnost v USA certifikovalo Rapiscan 1000 pro bezpečnostní kontroly. Řídí se podle normy ISO 9001:2000

Záruka : výrobce udává 2 roky

Technické specifikace

115V systémy: 115V jednofázové, 60 Hz, 12 Ampér

230V systémy: 220-240V jednofázové, 50/60 Hz, 6 Ampér

Provozní specifikace

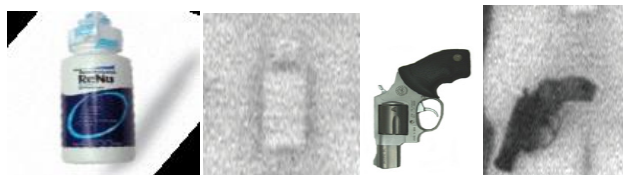
Skladovací teplota: 0 ° C až 50 ° C

Provozní teplota: 0 ° C až 40 ° C

Relativní vlhkost: 5 až 95% non-kondenzace

Hmotnost přístroje: 499 kg

Rozměry: 1261 (Š) x 951 (H) x 2184 (V) mm



Obrázek 19 - Ukázky skenovaného předmětu



Obrázek 20 - Skenovaná osoba

Rapiscan Secure 1000 je nyní využíván v několika státech. Kontrola osob s tímto rentgenem se provádí v Americe - Callifornia, v Kanadě, v Carribiku, v Asii - Singapore, v Evropě - Velká Británie a v Austrálii - Melbourne. Amsterdam používá secure 1000 od roku 2010.

První skener Rapiscan byl v roce 2009 zaveden ve zkušebním provozu v Manchesteru a britská vláda jej chtěla zavést na všech letištích. Tento typ rentgenu zobrazuje na displeji pouze kontury lidského těla. Firma Rapiscan, vyrábějící tento skener prohlásila, že se snímky po několika minutách automaticky smažou.

4.2 B-SCAN

B-SCAN slouží k bezkontaktní kontrole osob, pomáhá omezit pašování drog, zbraní, nožů a dalších nežádoucích předmětů, které jsou skryté interně nebo externě na těle. B-SCAN poskytuje vysoké rozlišení 3D obrazu, kde jde vidět celá osoba, která prochází kontrolou.

Tento typ bezpečnostního rentgenu vyvinula firma Smiths Detection, jež má více než 100 B-SCANů rozmístěných po celém světě v různých aplikacích. Většinou se využívají na

letištích plochách, věznicích a při celní kontrole, také se používají v dolech, aby zamezily krádeži diamantů, drahokamů a dalších drahých kovů.

Funkce

Detekuje objekty skryté interně nebo externě na těle

Odhaluje pašování zbraní, výbušnin, narkotik a podobné hrozby

Skenuje za méně než 7 sekund,

Zajišťuje kompletní kontrolu od hlavy až k patě,

Způsobuje nízké dávky záření $<0,1$ mSv /1 scan.

Specifikace

Bezpečnostní rentgen může detekovat kov, keramiku, plast, prášky, výbušniny, narkotika atd.

Typ skenování celého těla - skenování v jednom průchodu inspekce

Nízká dávka technologie přenosu záření při kontrole osob



Obrázek 21 - B-SCAN

Tento typ bezpečnostního rentgenu je využíván v bezpečnostním sektoru a na letištích pro kontrolu osob. Umožňuje detekci nežádoucích předmětů, drog, zbraní, a dalších předmětů, které jsou zakázány vnášet na palubu letadla nebo do vládních budov.

4.3 Ionscan sentinel II

Bezpečnostní rentgen Ionscan sentinel II slouží také k bezkontaktní kontrole osob od hlavy až k patě. Je využíván hlavně pro detekci výbušnin, narkotik a dalších omamných látek. Tento typ rentgenu je naprogramován tak, aby byl schopen detekovat výbušniny typu: RDX, PETN, TNT, Semtex, NG a narkotika: typu kokain, heroin, PCP, THC, metamfetamin a extázi. Výrobce uvádí, že výbušniny a drogy jsou detekovány během

několika sekund. Dotykový barevný displej, na kterém jsou snímky zobrazovány, lze vidět na obrázku číslo 22.

Ionscan sentinel stejně jako B-SCAN vydává firma Smiths Detection. Využívá se všude tam, kde je potřeba rychlá kontrola a velká pohyblivost osob. Nejvíce je využíván na letištích, ve vládních budovách, v nápravných zařízeních, na vojenských základnách.

Technické parametry

Rozměry se pohybují 188 x 140 x 229 cm

Hmotnost rentgenu je 860 kg



Obrázek 22 - Ionscan sentinel II

Zajímavostí na tomto rentgenu je, že má tvar modulární rámové konstrukce a v sobě má zabudovaný integrovaný rentgen pro detekci. Využívá technologii pasivních milimetrových vln.

4.4 Ego

Ego je typ bezpečnostního rentgenu, který slouží pro bezkontaktní kontrolu osob. Vyrábí jej firma Smiths Detection. Není to klasický rentgen, který využívá rentgenové záření, proto označení rentgen je rozporuplné a není jednoznačně přijato odborníky. Tento typ využívá technologii pasivních milimetrových vln. Tento typ rentgenu je novinkou na trhu, který využívá 3D skenovací systém s vysokým rozlišením. Detekuje nežádoucí předměty během několika sekund, které zobrazí na displeji. Na displeji se graficky znázorní obraz osoby, na kterém budou umístěny grafické značky v případě detekce nežádoucího předmětu. Je schopen zachytit předměty z jakéhokoliv materiálu například kov, keramiku, plast či kapaliny, ale i kůži a papír.



Obrázek 23 - Eqo

Jak můžeme vidět na obrázku 23, rentgen je velmi praktický a jednoduchý. Při bezpečnostní kontrole může kontrolovaná osoba komunikovat s provozovatelem. Také je tento rentgen praktický v tom, že nezabírá moc místa, skenovací plocha má tvar krychle a její rozměry jsou 1,1 x 1 x 2 m.

4.5 SecureScan

SecureScan je digitální radiografický rentgen, který se používá pro osobní a bezkontaktní prohlídky osob. Rentgen SecureScan využívá nízké dávky rentgenového záření a při použití kvalitního softwaru poskytuje na monitoru kvalitní zobrazení. Rentgenový paprsek je transformován lineární řadou polovodičových detektorů na digitální signál. Tento bezpečnostní rentgen využívá technologii na bázi úzkých rentgenových paprsků a filtračních systémů, které umožňují rychlou osobní prohlídku celého těla. Výrobce udává, že jeden snímek je vytvořen během 8 sekund. Radiační dávka se pohybuje pod 2 μSv za jednu prohlídku.

Rentgen SecureScan je určen pro bezkontaktní kontrolu osob a zjišťování nebezpečných předmětů, jako jsou například zbraně, narkotika, elektronické přístroje, plastické a kapalné výbušniny, chemické a biologické materiály, kovy a další nežádoucí předměty. Nežádoucími předměty se rozumí jakékoliv předměty, které mohou být použity jako zbraně (jsou to například jehly, hřebíky, nůžky, pilníky, atd.).

Oblasti využití

Bezpečnostní rentgen SeruceScan je možno využívat:

- letištní plochy - kontrola osob,
- věznice - kontrola vězňů, návštěvníků a zaměstnanců,
- přístavy, železnice, hraniční přechody, vládní budovy
- jaderné elektrárny, vojenské prostory, velvyslanectví,

- diamantové doly, závody na zpracování kovů,
- ochrana a bezpečnost VIP klientů.

Technické parametry

Rozměry 255cm x 199cm x 247m

Rozměry skenované zóny 208 cm x 74 cm

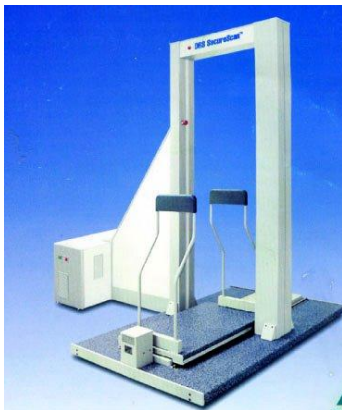
Digitální rentgenový přijmač

Skenovaná doba je 8 sekund

Radiační dávka méně než 2 μ Sv

Váha 650 kg

Výkon 220 V



Obrázek 24 - SecureScan

Rentgen SecureScan se využívá pro bezkontaktní kontrolu osob. Využívá se všude tam, kde je nutná ochrana a bezpečnost.

Existuje několik druhů bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob od různých výrobců. Bezpečnostní rentgeny se liší nejenom tvarem a velikostí, ale i druhem použité technologie. Bezpečnostní rentgeny nevyužívají pouze rentgenové záření, ale i technologii pasivních nebo aktivních milimetrových vln nebo technologii zpětného rozptylu. Změny technologií jsou vyvolány potřebou řešit neblahý vliv rentgenového záření na člověka, proto jde o proces, který se stále vyvíjí a zdokonaluje.

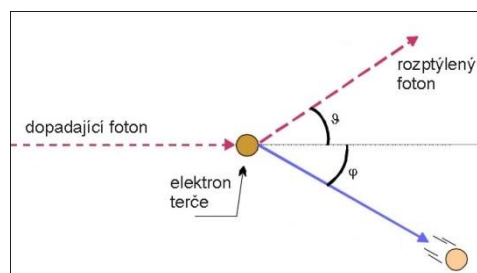
Dle mých studií za poslední necelé dva roky je aktuálně pořizován na letištích rentgen pro kontrolu osob Rapiscan Secure 1000, který využívá technologii zpětného rozptylu. Tento typ však naráží na odpor ochránců práv, protože odhaluje více než je nutné a mohlo by docházet ke zneužití záznamů. Firma Rapiscan se brání, že se snímky po několika minutách automaticky smažou. Ani tato populární technologie není dokonalá a neustále se vyvíjí.

5 TRENDY A AKTUALITY V OBLASTI BEZPEČNOSTNÍCH RENTGENŮ

Trendem v oblasti bezpečnostních rentgenů je důležité pro zabezpečení minimalizovat pronášení nežádoucích předmětů a tím maximalizovat ochranu v daném sektoru. Bezpečnostní rentgeny i ochrana s nimi spojená se stále vyvíjí a zároveň i rozšiřuje na dalších letištích. Jen některá letiště po celém světě vlastní bezpečnostní rentgen pro kontrolu osob, z důvodu jeho cenové dostupnosti. Bezpečnostní rentgen se všemi prostředky stojí kolem 16 milionů korun.

Novodobé rentgeny využívají technologii na zpětném rozptylu. Tato metoda je založena na interakci rentgenového záření, která využívá Comptonův rozptyl.

Při Comptonově rozptylu naráží foton na nízkoenergetický obalový elektron, zpravidla z vnější hladiny, který se při srážce chová téměř jako volný. Foton v důsledku srážky změní směr pohybu a ztratí část své energie, kterou předal elektronu. [5]



Obrázek 25 - Comptonův rozptyl

Na obrázku číslo 25 můžeme vidět jak se rentgenový foton odráží, ztrácí energii a mění svoji vlnovou délku. Foton se při srážce odráží pod určitým úhlem, jehož velikost závisí na velikosti ztracené energie daného fotonu. Comptonův rozptyl vzniká nejvíce v materiálech, kde je nízké protonové číslo.

Bezpečnostní rentgeny pro kontrolu osob pracují pomocí metody zpětného rozptylu. Zpětný rozptyl pracuje s odraženým zářením, kdy zpětně rozptýlené fotony dopadají na stranu rentgenového zářiče. Objekty se ozařují velmi úzkým paprskem v průměru 10 mm. Výhodou této metody je, že ozářením nevidíme dovnitř objektu, ale pouze do malé vzdálenosti pod povrch. Další výhodou je, že metoda zpětného rozptylu dokáže zobrazit i materiály s velmi nízkým protonovým číslem. Ovšem nevýhodou této metody je, že se snímky musí pořídít dvakrát ze dvou opačných stran.

5.1 Trendy bezpečnostních rentgenů na trhu

Kvůli rostoucí kriminalitě se bezpečnostní rentgeny stále vyvíjejí. Požadavky na bezpečnostní rentgeny se stále zvyšují. Je nutná rychlost, flexibilita a kvalitní zobrazení obrazu, ale i zmenšení velikosti a objemu.

5.1.1 Digitální RTG kamera

Novinku na trh vydala firma ELMES - digitální RTG kameru s názvem DiXcam, která je hlavně vyrobená pro potřebu a rychlou práci pyrotechniků. Aby byla RTG kamera plně funkční, využívá ke své práci i notebook sloužící hlavně pro zpracování obrazu. Výhodou je digitální přenos signálu, který umožňuje přenos velkého množství dat. Přenos uskutečňuje radiově, pomocí optického kabelu nebo bezdrátově.



Obrázek 26 - Rentgenová kamera

Rentgenová kamera se ovládá přímo z notebooku a zároveň je možno ihned vidět zrentgenovaný obraz. Specifikace notebooku jsou dané výrobcem. Notebook je také vybaven softwarem, který umožňuje rychle a efektivně pracovat se snímkem.

5.1.2 Zdroj rentgenového záření

Mezi miniaturizace můžeme zařadit další typ přenosného rentgenu, který se rovněž využívá pro pyrotechnické zákroky. Zdroj rentgenového záření se využívá pro kontrolu zavazadel a balíků, pro hledání drog a dalších nežádoucích látek, dále se využívá při hledání štěnic a mikrofonů.



Obrázek 27 - Zdroj rentgenového záření

Tento přístroj neobsahuje žádný radioaktivní materiál a vytváří radioaktivní záření pouze při pulzech, proto je nutné při provozu dodržovat bezpečnostní zónu udávanou výrobcem. Díky své hmotnosti, která se pohybuje kolem 8 kg a svými rozměry 317,5 x 115 x 190 mm lze tento přístroj snadno převážet a snadno s ním manipulovat.

5.1.3 Rentgen pro kontrolu zavazadel

Rentgen pro kontrolu osob s názvem Rapiscan 620 XR, který vydala na trh firma PCS spol. s.r.o., je zástupcem nové generace rentgenů pro kontrolu zavazadel, zásilek, balíků. Rapiscan 620XR obsahuje sklopné dopravníky, proto dovoluje snadnou manipulaci při přemísťování. Nejvíce se používá na letištích, v administrativních budovách, v soudních budovách i v armádě, atd...

Specifikace Rapiscan 620XR

velikost tunelu: 620(Š) x 420(V) mm

rozměry: 2028(D) x 1,38(V) x 840(Š) mm

hmotnost: cca 512 Kg

výška dopravníku: 800 mm

rychlost dopravníku: 0,22 m/s

maximální zatížení: 165 Kg

únik radiace: 1 mSv/h



Obrázek 28 - Rentgen pro kontrolu osob

Zajímavostí na tomto rentgenu je, že obsahuje operační systém s názvem OS600, který umožňuje snadné ovládání. Také obsahuje zobrazovací systém Dual Energy, který umožňuje automatické označení barev různým materiálům s rozdílnými protonovými čísly. Díky systému dual Energy může obsluha lehce identifikovat předměty obsažené v zavazadle.

Všechny technické specifikace a údaje jsou u daných výrobků orientační a mohou se s postupujícím časem měnit.

ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla zhodnocena problematika bezpečnostních rentgenů pro kontrolu osob. Bezpečnostní rentgeny patří mezi rychlou a velmi účinnou kontrolu. Poslední dobou jsou bezpečnostní rentgeny čím dál více modernější na všech světových letištích. Bezpečnostní rentgeny slouží pro bezkontaktní kontrolu osob, pro kontrolu zavazadel, kontejnerů, automobilů a atd., jejichž hlavním úkolem je detekovat nežádoucí předměty.

Bezpečnost na letištích a v letadlech rapidně stoupla po roce 2001, kdy se stal útok na americká dvojčata. Byla zvýšena ochrana na letištních plochách a také se zvýšily osobní kontroly. V této situaci byl bezpečnostní rentgen dobrou alternativou pro urychlení bezpečnostních prohlídek na letištích, proto se bezpečnostní rentgeny začaly objevovat na většině letištích. Výhodou bezpečnostních rentgenů je, že vidí a detekuje vše, co pouhé oko nemusí spatřit. U modernějších rentgenů se na monitoru zobrazují barevně odlišné materiály, které se nacházejí v kontrolovaném předmětu.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The problems associated with X-rays security systems for the control of people at airport areas were evaluated. Security X-ray systems are a fast and very effective control method. Recently, the use of X-rays for security at modern airports has increased worldwide. The main task of security is to detect and control any unwanted items. Therefore, X-rays are used as a non-contact control of people, luggage, containers, cars, etc.

Security increased rapidly after 2001 at most airports and aeroplanes, since an attack on America's Twin Towers on 11/9/2001. There was heightened protection of airport areas and also an increase in people safety control. In this situation, the security x-ray became a good alternative to accelerate security checks at airports; subsequently security X-rays systems began to appear at most airports. The advantage of the security X-rays is to screen everything and improve the possibility of revealing items that would not be detected with the naked eye. The modern security X-rays are capable of detecting different colours of a controlled item and subsequently display it on the screen.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Slánský, Ervín – Analýza látek rentgenovými paprsky, Praha: Státní nakladatelství technické literatury 1970
- [2] Paulík, Karel – Psychologie lidské odolnosti, Praha: Grada 2010, ISBN: 978-80-247-2959-6
- [3] Fremuth, František – Účinky záření a chemických látek na buňky a organismus, Praha: Státní pedagogické nakladatelství 1981
- [4] Vaňková, Marie – Hluk, vibrace a ionizující záření v životním prostředí, Brno: VUT v Brně, 1996, ISBN: 80-214-0818-9
- [5] Tureček, J. – Technické prostředky bezpečnostních služeb II. Praha: Policejní akademie ČR 1998
- [6] Tureček, J. – Dosavadní průběh výzkumu „Rentgenová detekce výbušnin“, bezpečnostní teorie a praxe č. 1/2006
- [7] ČSN 770338 – Stanovení ochranné účinnosti plastových a obalových výrobků proti viditelnému a UV záření, Praha: Český normalizační institut 1989
- [8] *cez.cz Rentgenové záření* [online]. Dostupný z WWW
<<http://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/k11.htm>>
- [9] Vít Hofman, Rentgeny v bezpečnostní praxi, Vysoká škola báňská, Ostrava
- [10] Ing. Ján Ivanka, Bezpečnostní rentgeny, Ústav elektrotechniky a měření, Zlín
- [11] *rentgen.eu Teorie RTG záření* [online]. Dostupný z WWW
<http://www.rentgen.eu/prilohy/5/teorie_rtg_zareni.mht>
- [12] *svetlo.cz Dobré světlo* [online]. Dostupný z WWW
<http://www.dobre-svetlo.cz/galerie_int.php>
- [13] *elmes.cz Bezpečnostní technika* [online]. Dostupný z WWW
<<http://www.elmes.cz/index.html>>

- [14] psc.cz *Kontrola zavazadel* [online]. Dostupný z WWW
<<http://www.pcs.cz/rapiscan/produkty-a-sluzby/kontrola-zavazadel-a-zasilek.ep/>>
- [15] Slabá, J., - *Radioaktivní látky a jejich působení*, [online]. Dostupný z WWW
< <http://www.ekoskola.mssch.cz/Slaba%20Radioaktivita%20.ppt> >
- [16] sujb.cz *Stanovisko SÚJB k instalaci a používání "bezpečnostních rentgenů" pro účely kontroly osob* [online]. Dostupný z WWW
<http://www.sujb.cz/?c_id=937>
- [17] Jaromír Zrník, *Technické a taktické metody, prostředky určené pro bezpečnostní prohlídku osob a zavazadel v činnosti SBS*, Universita Tomáše Bati, Zlín
- [18] europarlament, *používání bezpečnostních skenerů na letištích EU*[online]. Dostupný z WWW
<[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com\(2010\)0311_/com_com\(2010\)0311_cs.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2010)0311_/com_com(2010)0311_cs.pdf)>
- [19] RapiscanSecure 1000, materiály dodané firmou Rapiscan Systém
- [20] Ministerstvo dopravy ČR, *právní normy o civilním letectví* [online]. Dostupný z WWW
<http://www.mdcr.cz/cs/Letecka_doprava/security/letecky_dopravce/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SÚJB - Státní úřad pro jadernou bezpečnost

BR - bezpečnostní rentgen

EK - evropská komise

RTG - rentgen

Sv - sievert

ID karta - identifikační karta

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Rozdělení rentgenů	11
Obrázek 2 - Jednoduché složení rentgenů ^[3]	13
Obrázek 3 - Rentgenka ^[8]	14
Obrázek 4 - Elektromagnetické záření ^[12]	15
Obrázek 5 - Brzdné záření ^[10]	16
Obrázek 6 - Charakteristické záření ^[10]	17
Obrázek 7 - Schéma rentgenového záření ^[11]	17
Obrázek 8 - Rentgen pro kontrolu drobných zavazadel	19
Obrázek 9 - Rentgen pro příruční zavazadla ^[14]	19
Obrázek 10 - Rentgen pro rozměrná zavazadla	20
Obrázek 11 - Rentgen pro zapsaná zavazadla	21
Obrázek 12 - Rentgen pro kontrolu automobilů	22
Obrázek 13 - Rentgen pro kontrolu automobilů	22
Obrázek 14 - Lexid - přenosný rentgen	23
Obrázek 15 - Transportní rentgen ^[9]	23
Obrázek 16 - Rentgen pro kontrolu osob	24
Obrázek 17 - Snímek zrengenovaného předmětu ^[17]	25
Obrázek 18 - Dávkové ekvivalenty	29
Obrázek 19 - Ukázky skenovaného předmětu Obrázek 20 - Skenovaná osoba.....	38
Obrázek 21 - B-SCAN	39
Obrázek 22 - Ionscan sentinel II	40
Obrázek 23 - Eqo	41
Obrázek 24 - SecureScan	42
Obrázek 25 - Comptonův rozptyl	44
Obrázek 26 - Rentgenová kamera.....	45
Obrázek 27 - Zdroj rentgenového záření	46
Obrázek 28 - Rentgen pro kontrolu osob.....	46