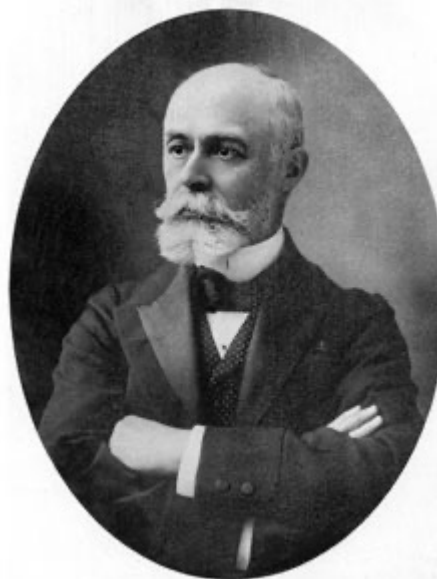


Principy radiální ochrany

BOFIA Medical, s.r.o.

Prvotní zkušenosti

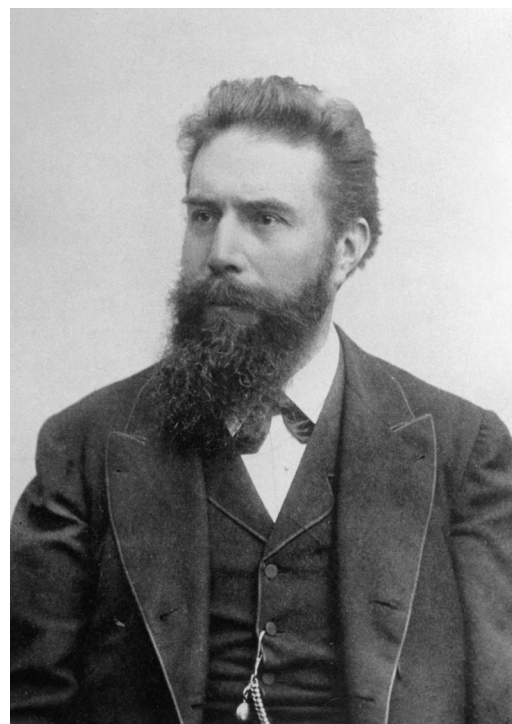
Henri Becquerel měl osobně neblahou zkušenost s možnými účinky záření na živé tkáně. Ampulka s radiem, kterou si uložil do kapsy, způsobila poškození přilehlého okrsku kůže.



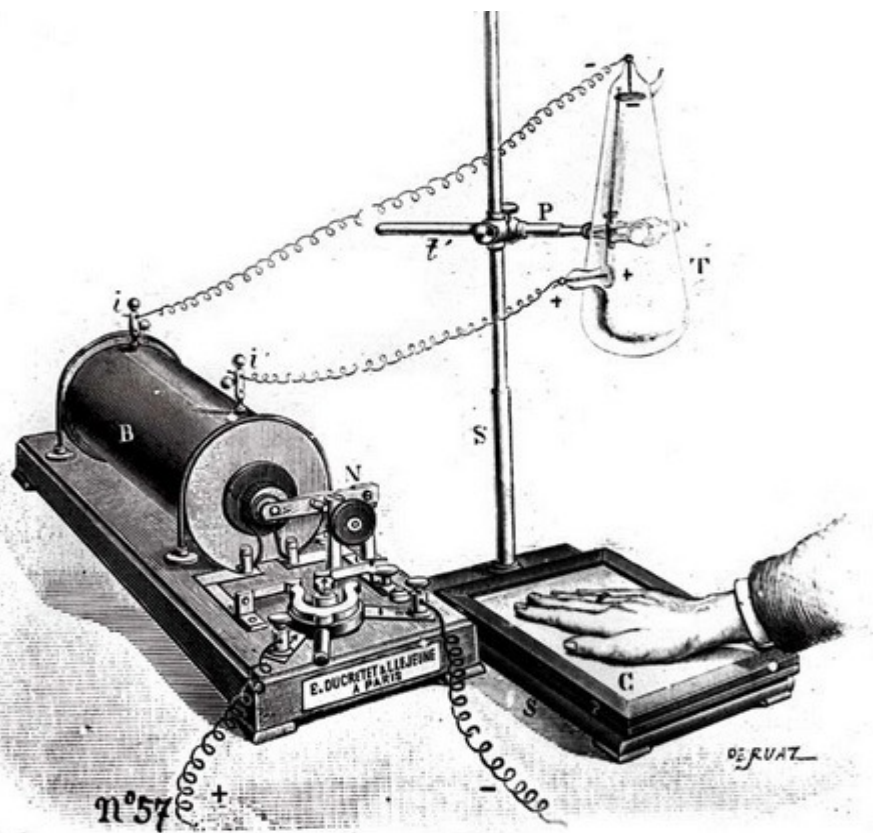
(zdroj: *Radiation: effects and sources, United Nations Environment Programme, 2016, ISBN: 978-92-807-3600-7*)

Prvotní zkušenosti

*Wilhelm Conrad
Roentgen*, který
objevil X-paprsky,
zemřel na rakovinu
střeva v r. 1923



Prvotní zkušenosti



Prvotní zkušenosti

Marie Curie, která také byla vystavena záření po celý svůj pracovní život, zemřela v r. 1934 na krevní onemocnění



Institucionalizace radiační ochrany

V r. 1928 byl zřízen Mezinárodní výbor ochrany před paprsky X a radiem a jeho prvním předsedou byl zvolen *Rolf Sievert*.

Po druhé světové válce byl změněn na Mezinárodní komisi pro radiologickou ochranu (ICRP).

V r. 1955 ustavilo Valné shromáždění OSN Vědecký výbor OSN o účincích atomového záření (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation — UNSCEAR)



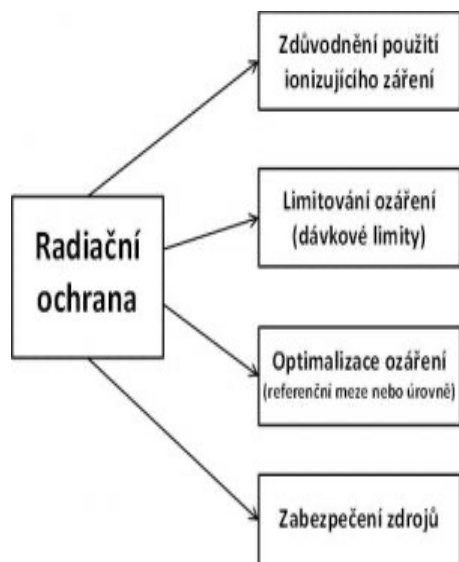
ROLF SIEVERT

Proč radiační ochrana?

- Zdaleka nejvíce mimořádných událostí tvoří tzv. radiologické události, tj. mimořádné události spojené s chybnou iradiací pacientů při zdravotnických úkonech spojených s využíváním zdrojů ionizujícího záření.
- Další velkou třídou mimořádných událostí jsou incidenty různého stupně závažnosti spojené s provozováním jaderných reaktorů, ať už energetických, nebo výzkumných.



Principy radiační ochrany



- V radiační ochraně obecně existují čtyři základní principy, které je nutné dodržovat.
- Jedná se o
 - **princip zdůvodnění,**
 - **princip optimalizace,**
 - **limitování dávek**
 - **bezpečnost zdrojů.**

Princip zdůvodnění

- Přínos pro jednotlivce nebo společnost musí vyvážit újmu, která je způsobena zářením. V úvahu se berou sociální, ekonomické a další relevantní faktory
- Zdůvodnění je součástí licenčního procesu: žadatel o povolení předkládá průkazy o přínosech a škodách
- Zdůvodnění při lékařském ozáření – lékař by měl každou indikaci k vyšetření nebo terapii zvažovat z hlediska jeho přínosu pro každého pacienta

Princip optimalizace

- ozáření musí být nejenom pod úrovněmi příslušných dávkových limitů, ale pokud možno, s ohledem na ekonomická a společenská hlediska, tak nízké, jak je rozumně dosažitelné
- Optimalizace v radiační ochraně se aplikuje na ozáření osob, obyvatel i lékařských ozáření.
- ALARA - „as low as reasonably achievable“ („tak nízké, jak je rozumně dosažitelné“). Smyslem je, aby velikosti individuálních dávek, počet ozářených osob a pravděpodobnost ozáření byly tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout.

Limity

- limity – nástroj optimalizace
- limity ozáření jsou závazné kvantitativní ukazatele, jejichž překročení není z hlediska radiační ochrany přípustné.
- limity ekvivalentní dávky směřují k vyloučení deterministického účinku
- limity efektivní dávky představují nejvyšší a zároveň ještě přijatelné individuální riziko stochastických účinků

Limitování dávek

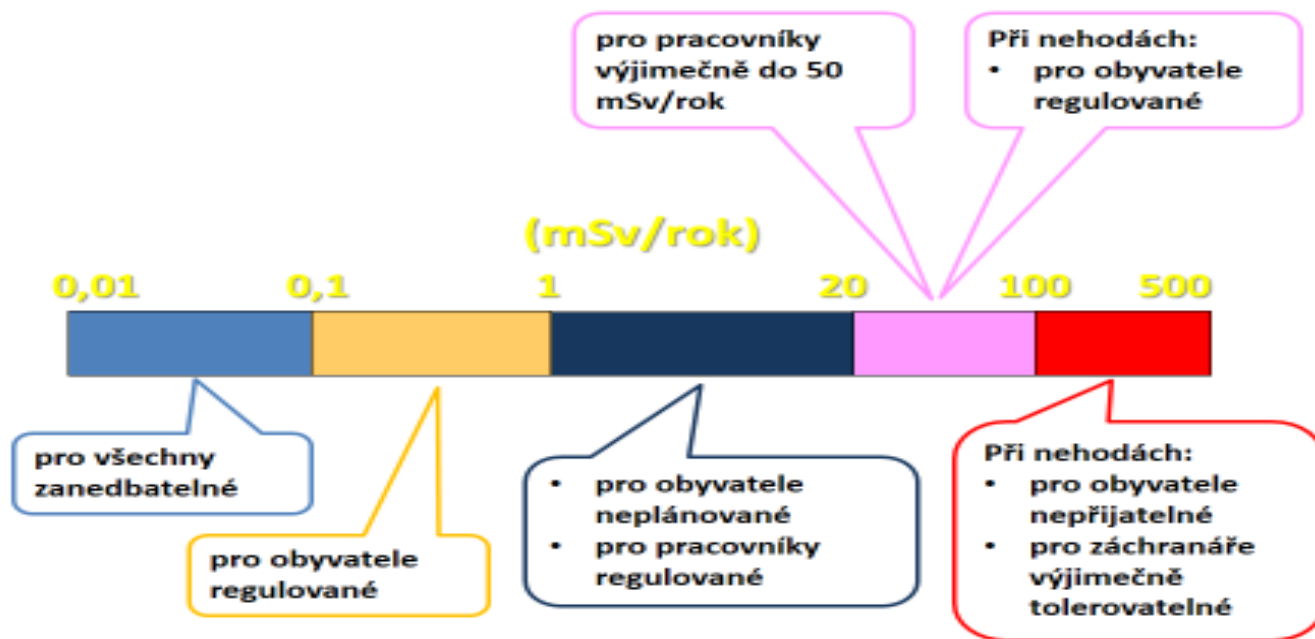
Limity ozáření jsou rozděleny do tří skupin:

- obecné limity (limity pro obyvatelstvo)
- limity pro radiační pracovníky
- limity pro žáky a studenty

Limity stanoví vyhláška č. 422/2016 Sb.



Limity dávek



Limity pro obyvatele

- Obecnými limity pro obyvatele z ozáření ze všech povolených nebo registrovaných činností za jeden kalendářní rok jsou
 - a) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření 1 mSv,
 - b) pro ekvivalentní dávku v oční čočce 15 mSv a
 - c) pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže 50 mSv bez ohledu na velikost ozářené plochy.

Limity pro radiační pracovníky

- Limity pro radiačního pracovníka musí být použity pro omezení profesního ozáření a jsou
 - a) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření 20 mSv za kalendářní rok nebo hodnota schválena Úřadem podle § 63 odst. 4 atomového zákona, nejvýše však 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let a současně 50 mSv za jeden kalendářní rok,
 - b) pro ekvivalentní dávku v oční čočce 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let a současně 50 mSv v jednom kalendářním roce,
 - c) pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže 500 mSv za kalendářní rok bez ohledu na velikost ozářené plochy a
 - d) pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky 500 mSv za jeden kalendářní rok.

Limity pro pacienty při lékařském ozáření

- Obecně nejsou pro ozáření pacientů stanoveny dávkové limity, zatímco pro ozáření pracovníků limity stanoveny jsou.
- Pro ozáření pacientů jsou stanoveny pouze směrné hodnoty ve formě diagnostických referenčních úrovní, které představují průměrnou dávku pro konkrétní vyšetření.
- Rozdíl mezi limitem a diagnostickou referenční úrovní je v tom, že limit nesmí být překročen, zatímco referenční úroveň ano. Dochází-li však k častému překračování referenční úrovně, mělo by být zjištěno proč tomu tak je a popř. by měla být provedena náprava.

Kde limity neplatí

- Ozáření z přírodních zdrojů, kromě ozáření z těch zdrojů, které jsou vědomě a záměrně využívány (např. těžba a zpracování uranové rudy)
- Lékařské expozice – ozáření pacientů při lékařských výkonech (radioterapie, radiodiagnostika)
- Havarijního ozáření fyzických osob v důsledku radiační nehody nebo radiační havárie
- Havarijní ozáření zasahujících fyzických osob

Bezpečnost zdrojů

- fyzické zabezpečení zdrojů ionizujícího záření (krádež, zneužití)
- technická bezpečnost (z hlediska personálu nebo pacientů) – zkoušky zdrojů

Sledované pásmo

Sledované pásmo je ucelená a jednoznačně určená část pracoviště, zpravidla bývá stavebně oddělena.

Na vchodech nebo ohraničení se sledované pásmo označuje znakem radiačního nebezpečí a upozorněním „Sledované pásmo se zdroji ionizujícího záření“, případně i údaji o charakteru zdrojů a rizik s nimi spojených.

Vymezuje se tam, kde lze předpokládat, že by efektivní dávka mohla být vyšší než 1 mSv ročně nebo by ekvivalentní dávka mohla být vyšší než jedna desetina limitu ozáření pro radiačního pracovníka pro oční čočku, kůži a končetiny,



Sledované pásmo a zubní pracoviště

- Sledované pásmo se na běžném zubním rtg pracovišti se zpravidla nevymezuje
- Může se týkat pracovišť se zubním CT
- Ve sledovaném pásmu pracují radiační pracovníci kategorie A nebo B, pro ostatní vstupující je třeba stanovit operativní hodnoty ozáření. Zvláštní pozornost by měla ve sledovaném pásmu být věnována ochranným prostředkům a pomůckám stínění
- Vymezení sledovaného pásma je třeba oznámit Úřadu

Další aspekty související s ochranou před ionizujícím zářením

- Pro účely odstupňovaného přístupu k regulaci činností podle míry ohrožení zdraví a životního prostředí ionizujícím zářením dochází v atomovém zákoně ke:

1) Kategorizaci zdrojů

2) Kategorizaci pracovišť

3) Kategorizaci radiačních pracovníků

A dále je zaveden systém autorizace radiačních činností.

Kategorizace zdrojů

Podle míry ohrožení zdraví osob a životního prostředí rozeznáváme

5 kategorií:

- nevýznamné
- drobné
- **jednoduché**
- **významné**
- velmi významné

Kategorizace zdrojů

- nevýznamné – generátor záření s energií pod 5 keV, radioaktivní látka s vymezenou aktivitou
- drobné – generátor záření, v 10 cm od povrchu $< 1 \mu\text{Sv/hod}$, etalony
- jednoduchý – ten, který není nevýznamným, drobným, významným nebo velmi významným
- významný – generátor k lékařskému ozáření, urychlovač částic
- velmi významný – jaderný reaktor

Zařazení zubních RTG z hlediska kategorizace zdrojů

- Atomový zákon pracuje s pojmem **zubní rentgenové zařízení**
- V rámci tohoto pojmu pak odlišuje jeho podmnožinu zubní výpočetní tomograf (tomografem v praxi budou CBCT nebo také tzv. 3D zařízení).
- **Tomograf je významným zdrojem ionizujícího záření, ostatní zubní rentgenová zařízení jsou jednoduchými zdroji.**

Zařazení zubních RTG z hlediska kategorizace zdrojů

- Z hlediska povinností provozovatele zubních rentgenových zařízení však je jediný rozdíl, a to v tom, že u výpočetních tomografů je třeba zkoušky dlouhodobé stability dělat 1x ročně, zatímco o ostatních zubních rentgenových zařízeních (tedy tzv. zubního intraorálního rtg přístroje a tzv. ortopantomogramu, ve zkratce OPG) se zkouška dlouhodobé stability dělá podle nových předpisů 1x za 3 roky.

Kategorizace pracovišť

Pracoviště, kde se vykonávají radiační činnosti, se kategorizují vzestupně podle ohrožení zdraví a životního prostředí - I., II., III. a IV. kategorie

kritéria :

- kategorie zdrojů
- očekávané možné ozáření
- vybavení pracoviště
- zaměření radiační činnosti apod.

Kategorizace pracovišť

Příklady

- I. kategorie – **zubní rtg (včetně OPG i CBCT),**
veterinární rtg,...
- II. kategorie – zdravotnická rtg pracoviště,
defektoskopická pracoviště
- III. kategorie – radioterapie, průmyslové ozařovače
- IV. kategorie – jaderná elektrárna, sklad
radioaktivního odpadu

Kategorizace radiačních pracovníků

- radiační pracovník – vystaven profesnímu ozáření
- podle možné míry zdravotního rizika spojeného s ozářením se radiační pracovníci zařazují do kategorie A nebo B
- **kategorie A** – není vyloučeno překročení 6 mSv pro efektivní dávku, 15 mSv pro ekvivalentní dávku na oční čočku nebo 3/10 limitu ekvivalentní dávky pro kůži, končetiny
- **kategorie B** - ostatní

Radiační pracovníci

- vzdělání (kdo je oprávněn provádět rtg diagnostiku)
- poučení před zahájením práce
- ověření znalostí 1x ročně
 - zkouška s předepsaným záznamem (zkouška se nevyžaduje u osob zajišťujících radiační ochranu registranta)
 - záznam o zkoušce

kategorie A

- osobní monitorování,
- lékařské prohlídky 1x ročně
- informovat o osobních dávkách

Způsoby ochrany před zevním ionizujícím zářením

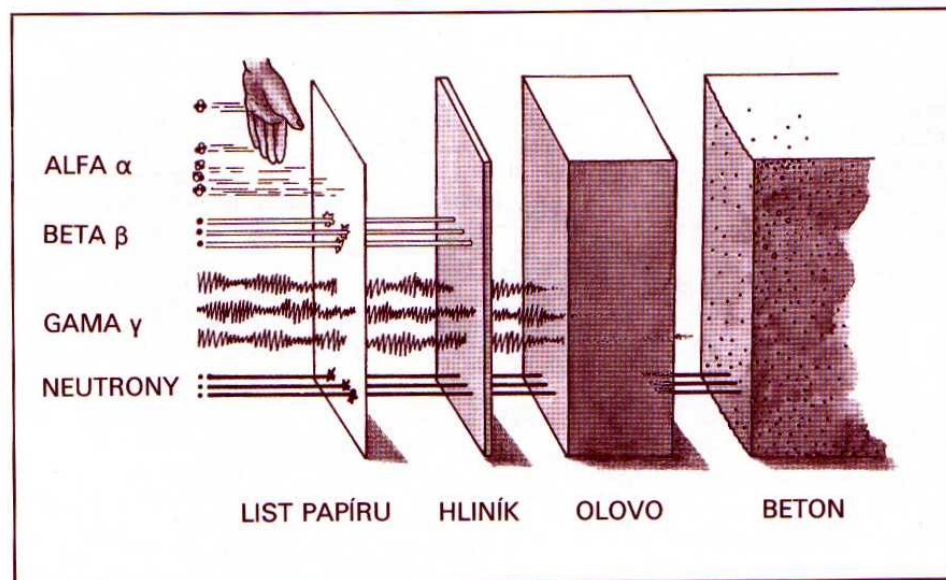
- Standardními metodami ochrany před ionizujícím zářením jsou postupy, které zmenšují velikost ozáření.
- Patří k nim ochrana vzdáleností, stíněním a časem.

Ochrana vzdáleností

- Ionizující záření se ze zdrojů šíří všemi směry stejně (izotropně). Dávkový příkon (a s ním spjaté další příkony) klesá úměrně vzdálenosti umocněné na druhou
- Dle principu ochrany vzdáleností je nutné, abychom pracovali co nejdále od zdroje.

Ochrana stíněním

Ochrana stíněním spočívá v tom, že mezi zdroj a cílovou oblast (nejčastěji prostor, kde se mohou pohybovat lidé) vložíme vrstvu, která je schopna část energie ionizujícího pohltit. Stínící vrstvy vybíráme dle druhu záření.



Ochrana časem

- Ochrana časem je způsob ochrany, při kterém se snažíme minimalizovat dobu ozáření člověka.

Autorizace radiačních činností

- ohlášení
- registrace
- povolení

Používání zubního nebo veterinárního rtg zařízení, rentgenového kostního denzitometru podléhá tzv. **registraci**.