

S ČERTEM ŠPATNĚ BEZ ČERTA HŮŘ aneb ČLOVĚK a

IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

ONDŘEJ KOŘISTKA

ondrej.koristka@gmail.com

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
Proton Therapy Center, s.r.o.











A young girl with dark hair and bangs is smiling at the camera. She is wearing a yellow top with a cartoon character on it. The background features a wall covered in various drawings, including a large green tree and a blue frame containing the text "A voz é
minha
extroverda".

A voz é
minha
extroverda.

S ČERTEM ŠPATNĚ BEZ ČERTA HŮŘ aneb ČLOVĚK a

IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

ONDŘEJ KOŘISTKA

ondrej.koristka@gmail.com

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
Proton Therapy Center, s.r.o.

S ČERTEM ŠPATNĚ BEZ ČERTA HŮŘ aneb ČLOVĚK a

IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

ŽIJEME V DOBĚ KDY EMOCE A
POCITY ZNAMENAJÍ VÍCE NEŽ FAKTA

ONDŘEJ KOŘISTKA

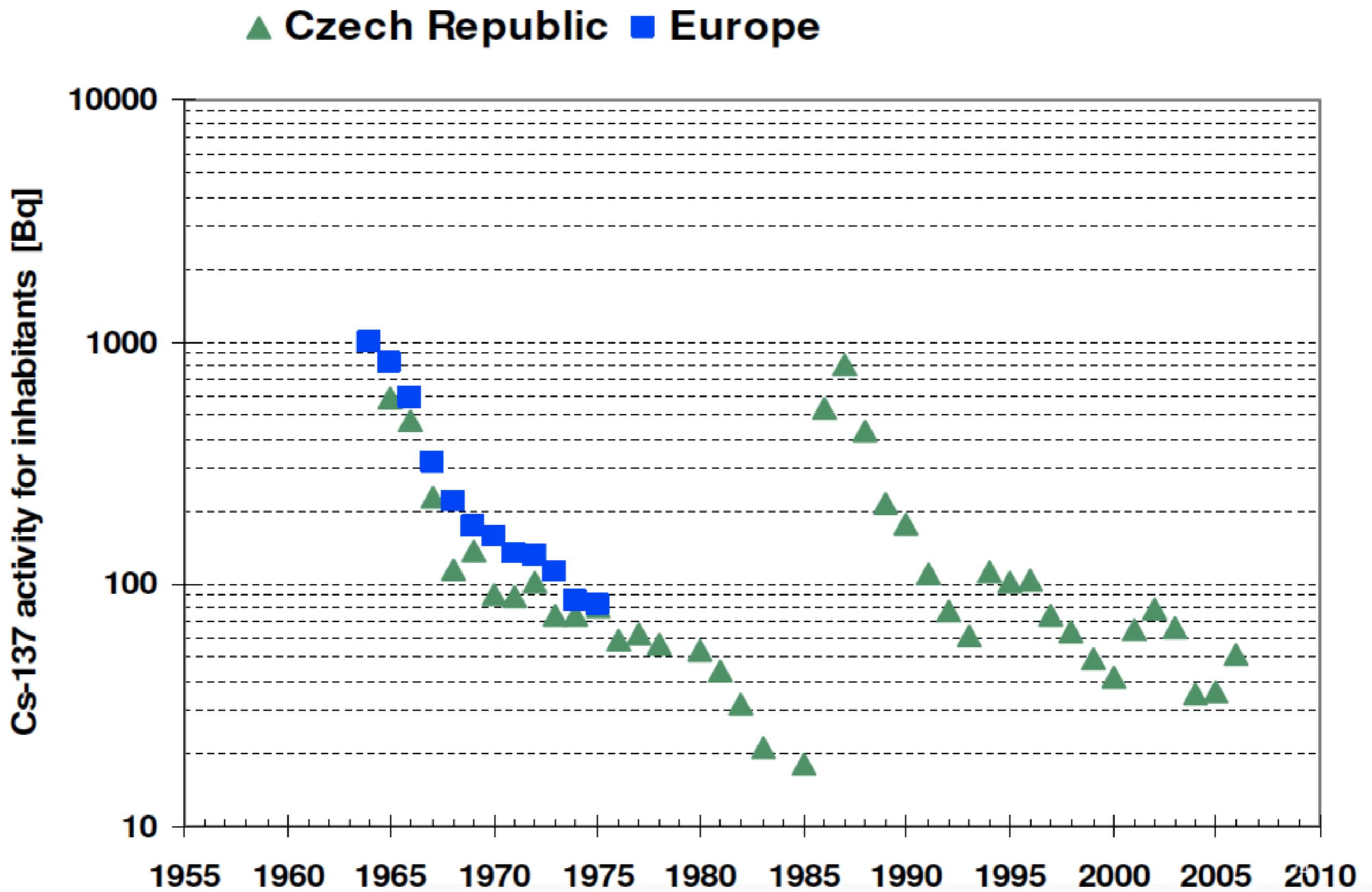
ondrej.koristka@gmail.com

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
Proton Therapy Center, s.r.o.



FUKUŠIMSKÁ HAVÁRIE

- média
- skutečnost



RADIOAKTIVITA A IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ
JSOU PŘIROZENOU SOUČÁSTÍ NAŠEHO OKOLÍ



RADIOAKTIVITA A IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ JSOU PŘIROZENOU SOUČÁSTÍ NAŠEHO OKOLÍ

Co to je?

- Co je to radioaktivita a jak s ní souvisí ionizující záření?
- Kde se lze se zářením setkat?

RADIOAKTIVITA A IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ JSOU PŘIROZENOU SOUČÁSTÍ NAŠEHO OKOLÍ

Co to je?

Proč mít z čerta
strach?

- Biologické účinky ionizujícího záření
- Rakovina ze záření nebo z éček v margotce?

RADIOAKTIVITA A IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ JSOU PŘIROZENOU SOUČÁSTÍ NAŠEHO OKOLÍ

Co to je?

Proč mít z čerta strach?

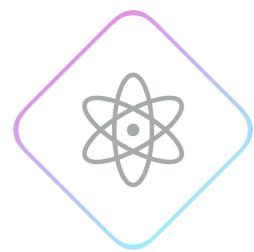
Kde mi čert může sloužit?

- Od jaderné energetiky po ozařování potravin
- Radiodiagnostika, radioterapie, nukleární medicína

RADIOAKTIVITA

GLORY TO
ATOM!



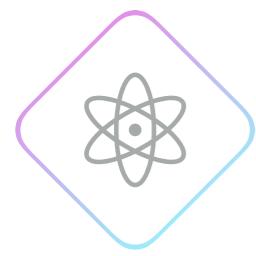


RADIOAKTIVITA

Co to je?

Radioaktivita je definována jako podíl středního počtu samovolných radioaktivních přeměn z daného energetického stavu v určitém množství radionuklidu za krátkou dobu a této doby





RADIOAKTIVITA

Co to je?



Aktivitě 1 Bq odpovídá 1 radioaktivní přeměna za 1 s. Aktivita člověka je přibližně 50-100 Bq. Aktivita uranové rudy je 25 000 000 Bq/kg. Pacient po iodoterapii štítné žlázy má aktivitu 1 000 000 000 Bq.

RADIOAKTIVITA V NÁS

Radioaktivita je přirozenou součástí našeho života i světa již miliony let. Lidské tělo obsahuje přírodní radioaktivní látky, které přijímá z vnějšího prostředí – ze vzduchu, z vody, z potravin.

DRASLÍK

⁴⁰K

Všechny přírodní formy draslíku, což je šestý nejhojnější prvek na Zemi, obsahují i radioaktivní izotop ⁴⁰K. Slouží pro regulaci krevního tlaku, srdečního rytmu či funkce svalů, je nezbytný pro správný metabolismus buněk. V lidském těle je obsaženo až 13 miligramů radioaktivního draslíku.



Jak se dostává do těla: Draslík přijímáme potravou – je obsažen v mléčných výrobcích, ovoci, zelenině, obilovinách, bramborách i v kávě. Mezi nejvýznamnější zdroje draslíku patří banány, avokáda, ořechy či čokoláda.

Zajímavost: Sloučeniny draslíku se využívají ve výrobě mýdla, pracích prášků, hnojiv, v papírenském, textilním i sklářském průmyslu.

URAN

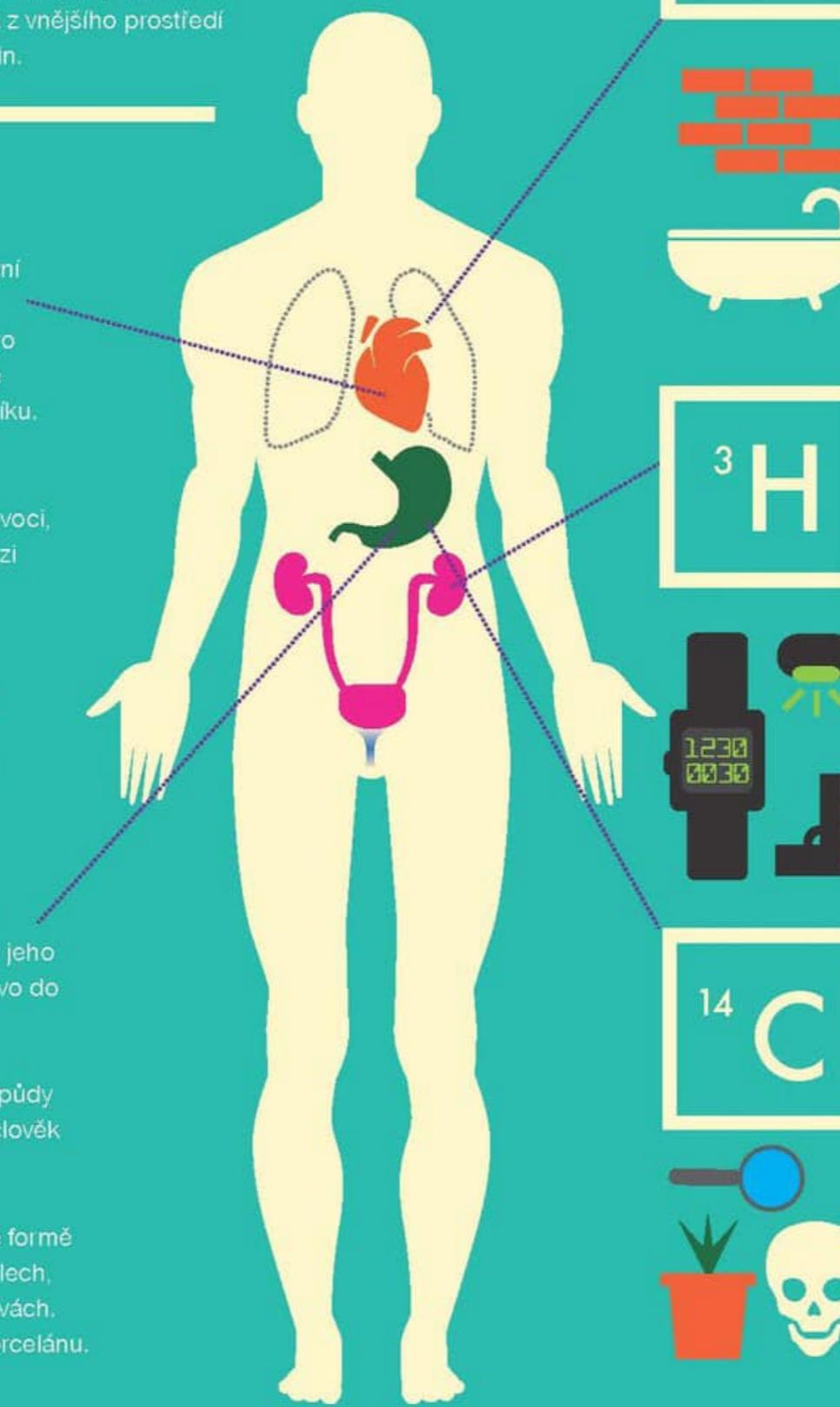
²³⁸U

Uran je těžký, stříbřitý kov běžně se vyskytující v zemské kůře, v mořské vodě i v uhlí. Všechny jeho izotopy jsou radioaktivní. Z uranu se vyrábí palivo do jaderných elektráren.



Jak se dostává do těla: Malé množství uranu z půdy absorbuje rostliny, které konzumujeme. Každý člověk obsahuje stopové množství uranu.

Zajímavost: Díky vysoké hustotě se v ochuzené formě využívá na málo objemná závaží – např. v letadlech, plachetnicích nebo na roných vrtních soupravách. V sloučeninách se využívá na barvení skla a porcelánu.



RADON

²²²RN

Radioaktivní plyn vzniká rozpadem radia a uranu v půdě, v horninách a ve vodě. Je bez barvy, zápachu i chutě.

Jak se dostává do těla: Stopové radonu vdechujeme každý den. V otevřeném prostoru jsou tyto dávky neškodné. Radon může z podloží nebo ze stavebních materiálů pronikat do budov. Pak je nutné budovy odizolovat a často větrat.



Zajímavost: Radon je dobře rozpustný ve vodě, proto jej často najdeme v minerálních pramech z uranového podloží. Radonová voda se využívá v lázeňství na koupele stimulující pohybový aparát.

TRITIUM

³H

Radioaktivní izotop vodíku, tritium, vzniká působením kosmického záření na atmosféru Země. Nachází se přirozeně v horních vrstvách atmosféry a ve vodě. Chemicky se chová stejně jako obyčejný vodík.



Jak se dostává do těla: Stopové množství tritia přijímáme společně s vodou, kterou pijeme. Vylučuje se po několika dnech jako běžná voda.

Zajímavost: Společně s fosforem se využívá jako trvalý zdroj slabého světla: na ciferníky hodinek, mřížidla zbraní, přívěsky, nouzová svítidla.

UHLÍK

¹⁴C



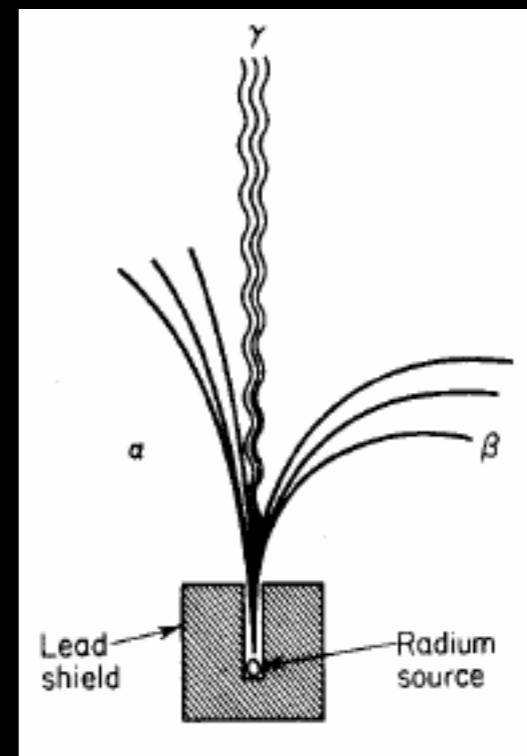
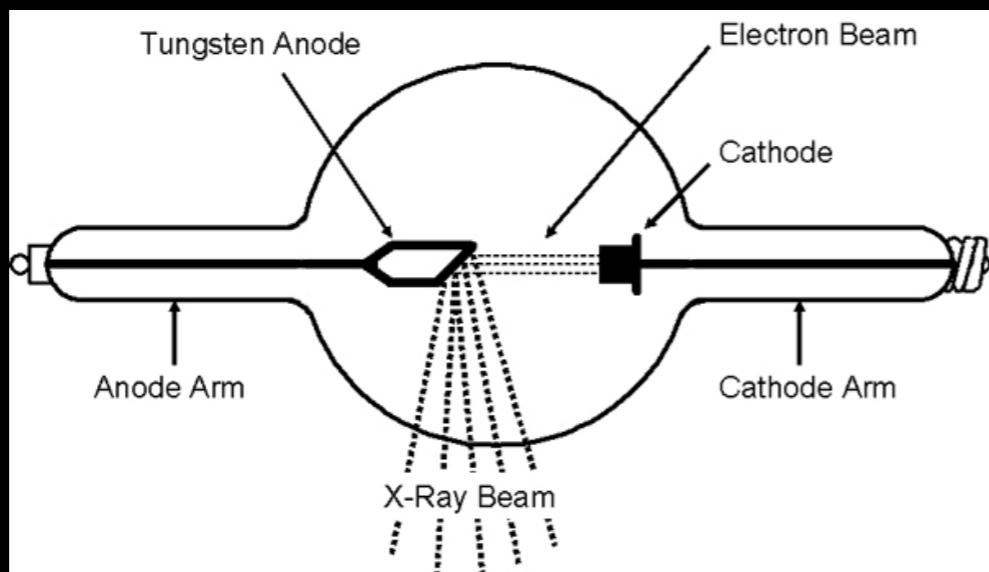
Největší podíl zemské atmosféry tvoří dusík. Působením kosmického záření se malá část atomů dusíku přemění na radioaktivní izotop uhlíku.

Jak se dostává do těla: Rostliny při zpracovávání oxidu uhličitého (CO_2) vstřebávají i malé množství uhlíku ¹⁴C. Do lidského těla se tedy dostává ve stravě. Po smrti se objem ¹⁴C v těle postupně snižuje (poločas rozpadu ¹⁴C je přes 5 700 let). Měřením zbylých izotopů uhlíku mohou tedy archeologové určit stáří nálezů z organických materiálů.

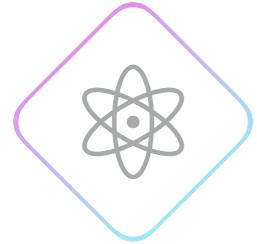


OD RADIOAKTIVITY K ZÁŘENÍ (NEBO NAOPAK?)

- 1869 J. W. Hittorf zkoumá elektrický výboj v plynech a objevuje katodové paprsky
- 1895 W. C. Rontgen zjišťuje, že se po dopadu katodových paprsků na stěnu výbojové trubice emituje záření X



- 1896 H. Becquerel při studiu fosforescence objevuje radioaktivní proces
- 1898 M. Curie-Sklodowska objevuje radioaktivitu thoria a pokračuje ve výzkumu
- 1903 E. Rutherford rozděluje radioaktivní záření magnetickým polem na 3 složky

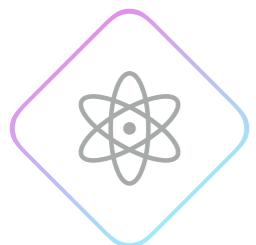


IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

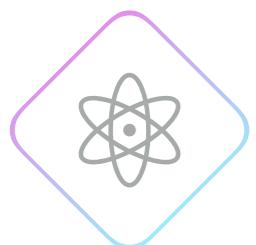
Co to je?

Elektromagnetické vlny nebo částice schopné interagovat s látkou a produkrovat ionty v důsledku depozice energie

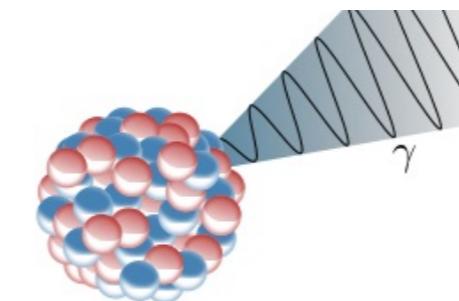
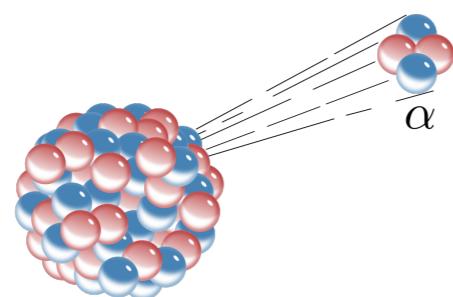




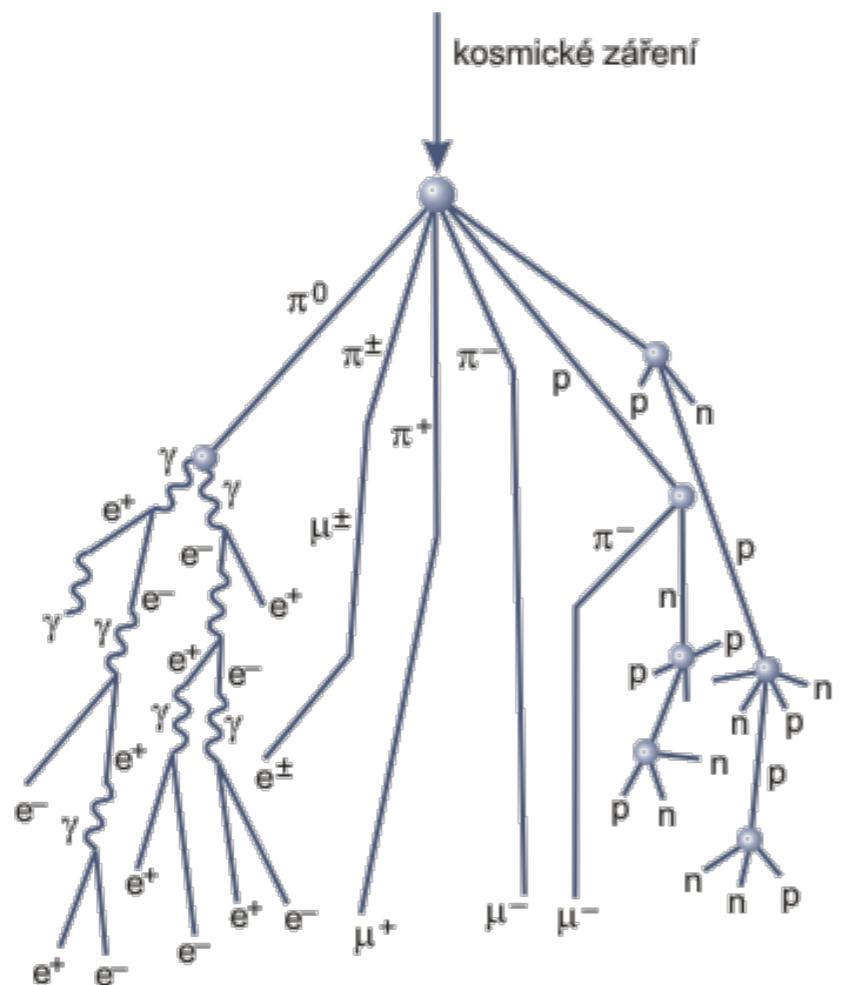
Látkové záření
(alfa, beta, protony,...)



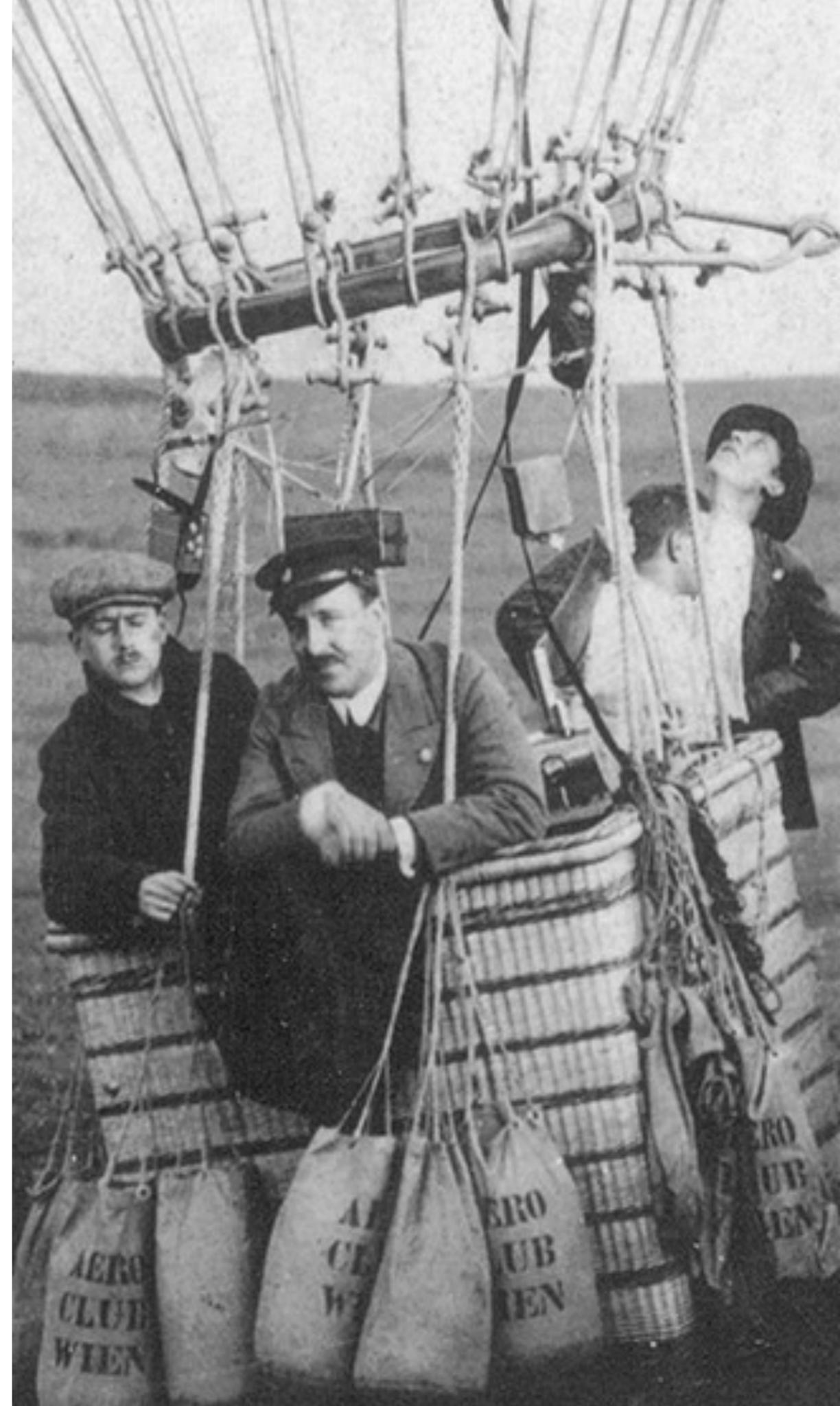
Elektromagnetické záření
(gama, X-ray)

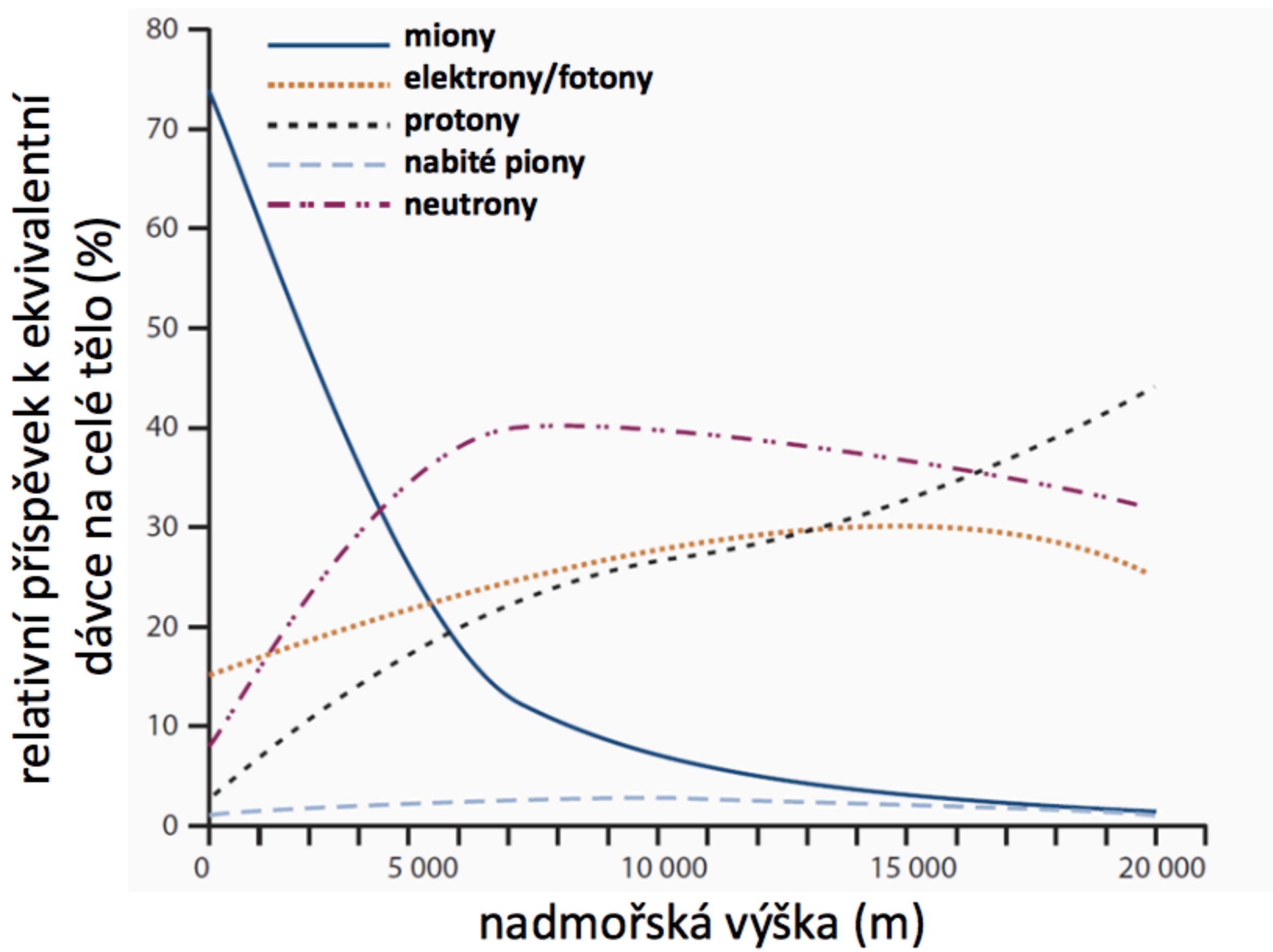


KOSMICKÉ ZÁŘENÍ

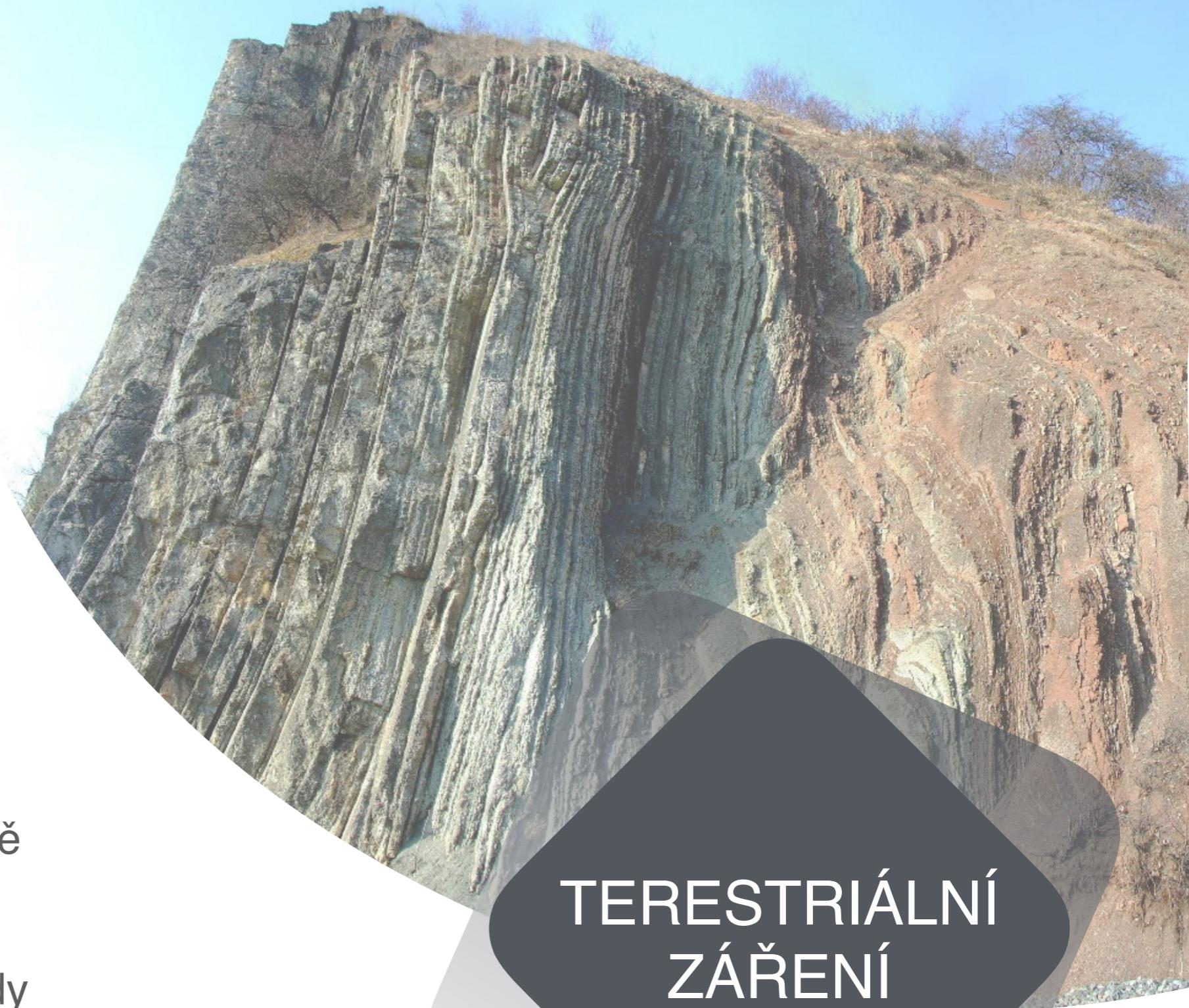


p	proton	e	elektron
n	neutron	μ	mion
π	pion	γ	foton





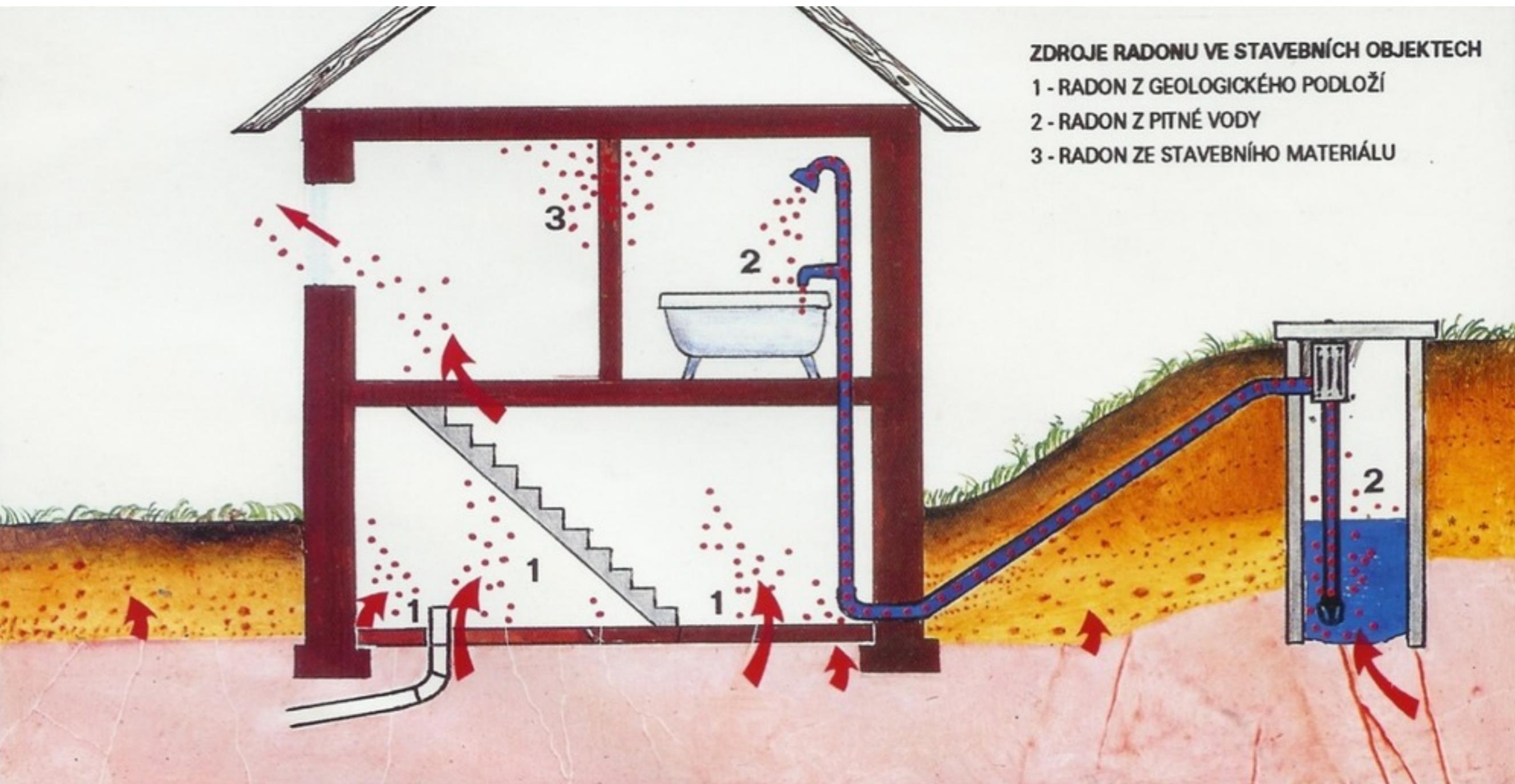
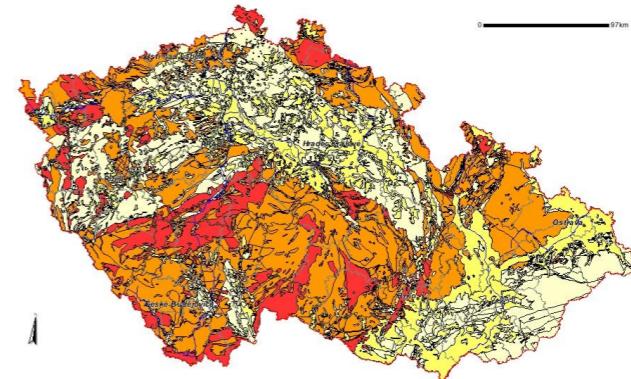




- geologické podloží Země
- přeměnové řady + ^{40}K
- fosilní paliva, uhelné rudy
- průměrná hodnota v půdě = 500 Bq/kg
- radonová problematika

TERESTRIÁLNÍ ZÁŘENÍ

- koncentrace venku $\approx 100 \text{ Bq/m}^3$
- koncentrace v budovách $\approx 400 \text{ Bq/m}^3$
- proměřování stavebních materiálů
- český radonový program na světové úrovni







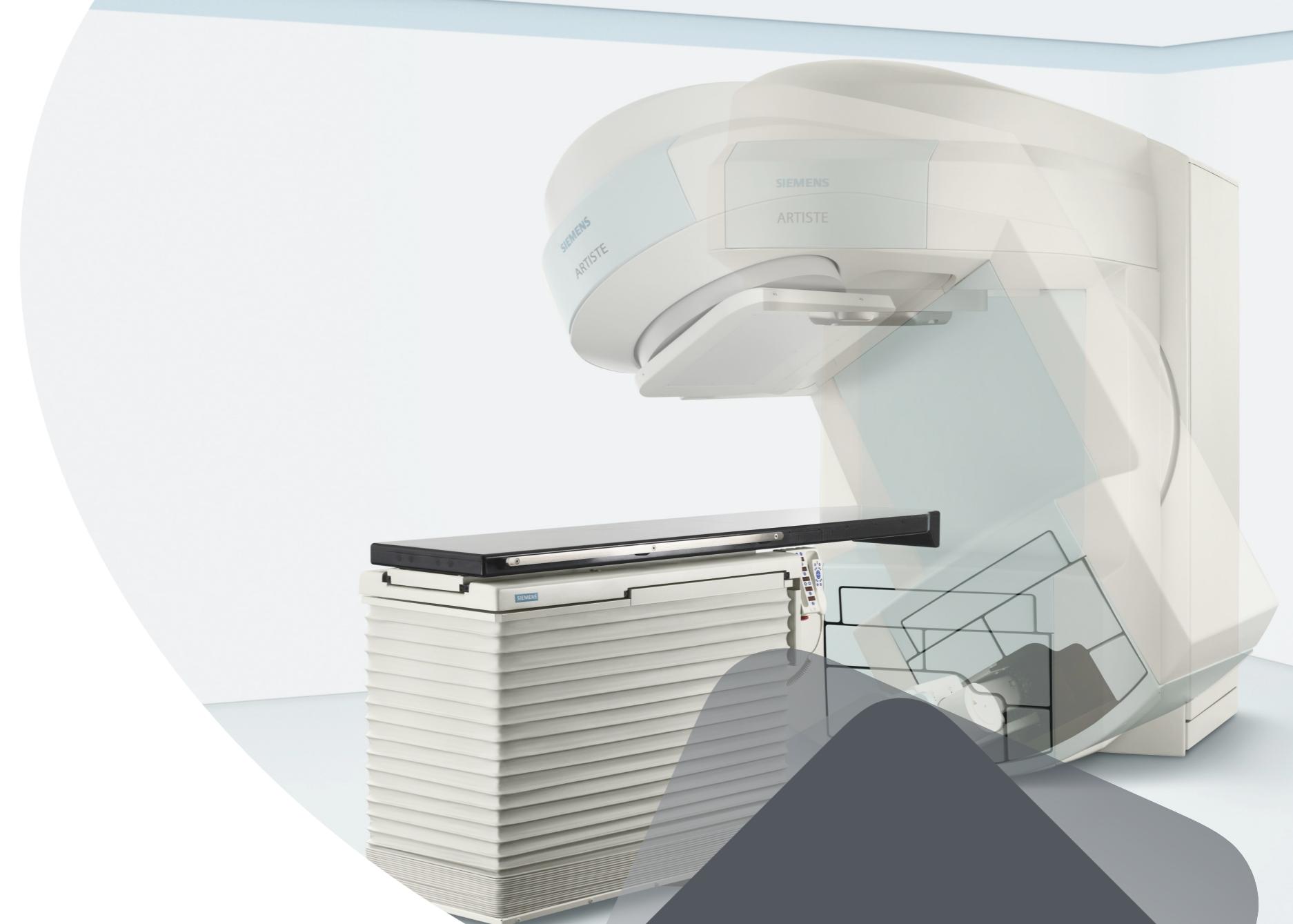








- testy jaderných zbraní
- jaderné havárie
- radiodiagnostika
- radioterapie, nukleární medicína
- interní ozáření — ^{40}K , ^{14}C , ^3H



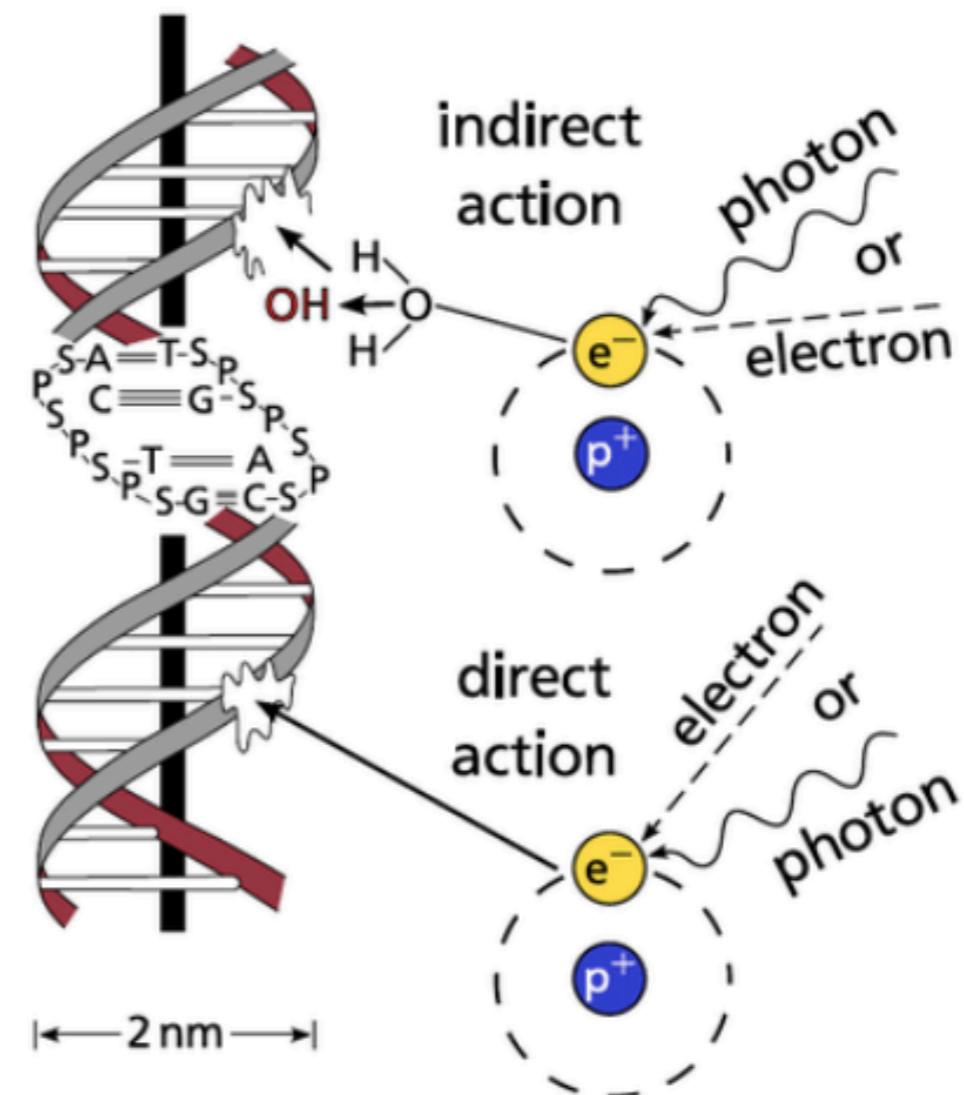
DALŠÍ ZDROJE
OZÁŘENÍ

BIOLOGICKÉ ÚČINKY ZÁŘENÍ



RADIAČNÍ POŠKOZENÍ DNA

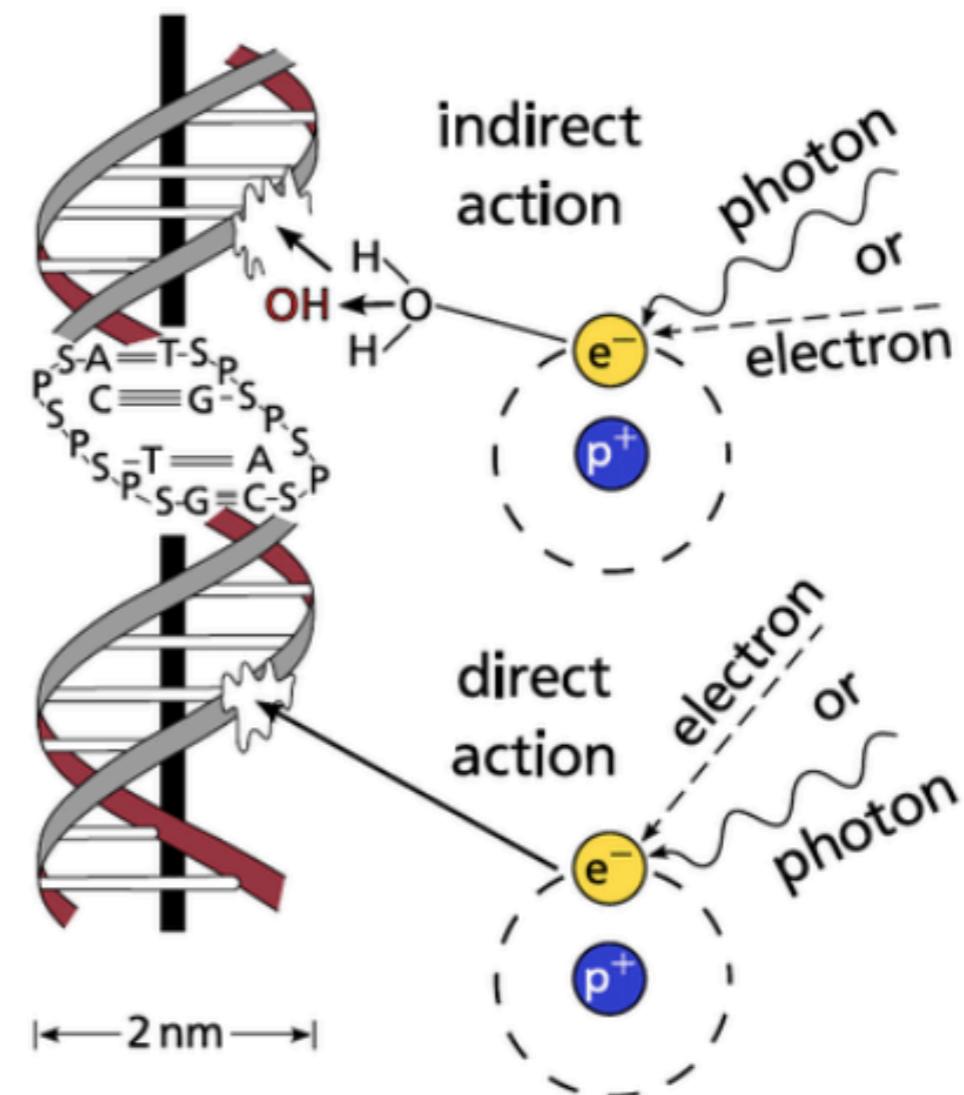
V živých buňkách převažuje oxidativní poškození radikály OH- jakožto produktů radiolýzy vody (oxidativní stres buňky)



RADIAČNÍ POŠKOZENÍ DNA

V živých buňkách převažuje oxidativní poškození radikály OH- jakožto produktů radiolýzy vody (oxidativní stres buňky)

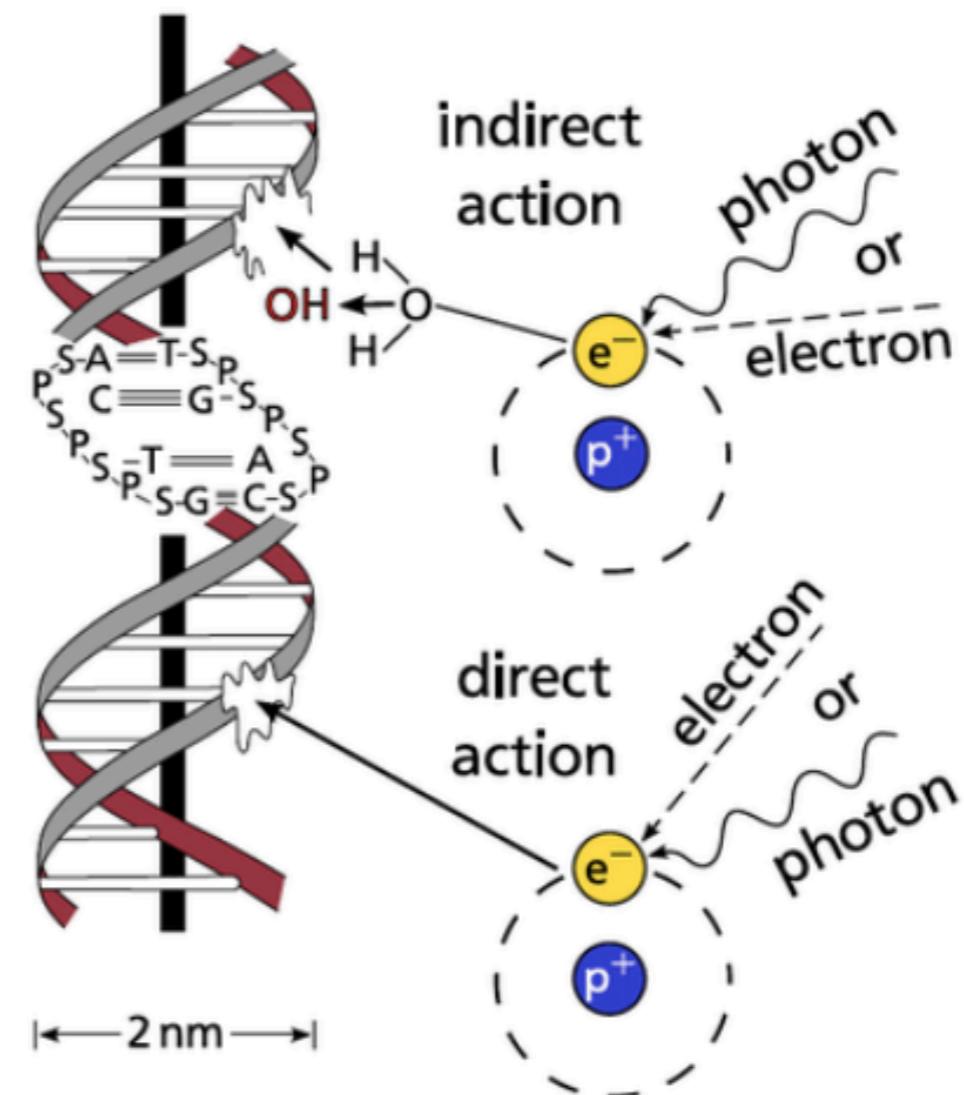
Oxidativní stres... Nepřipomíná vám tento termín něco?

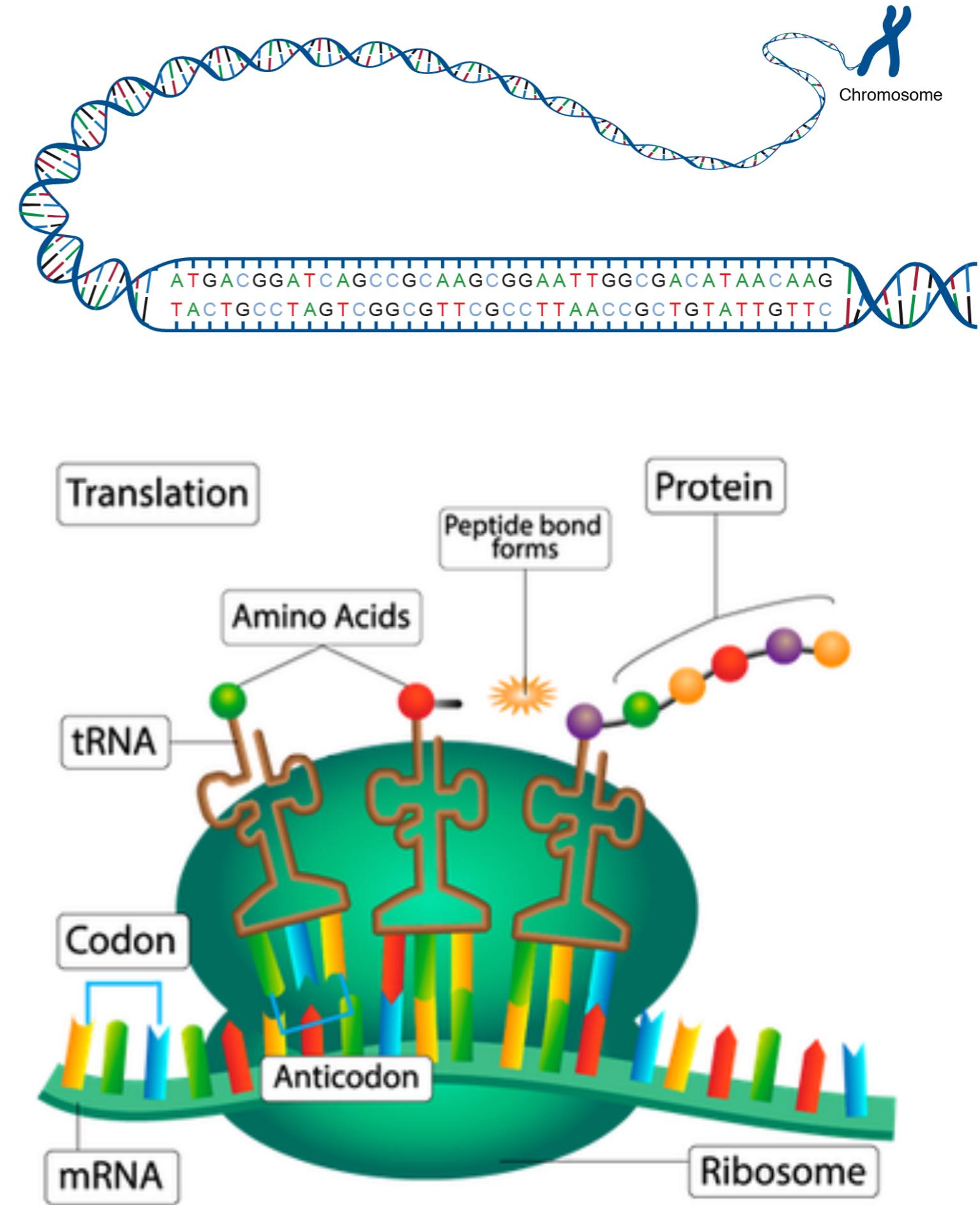
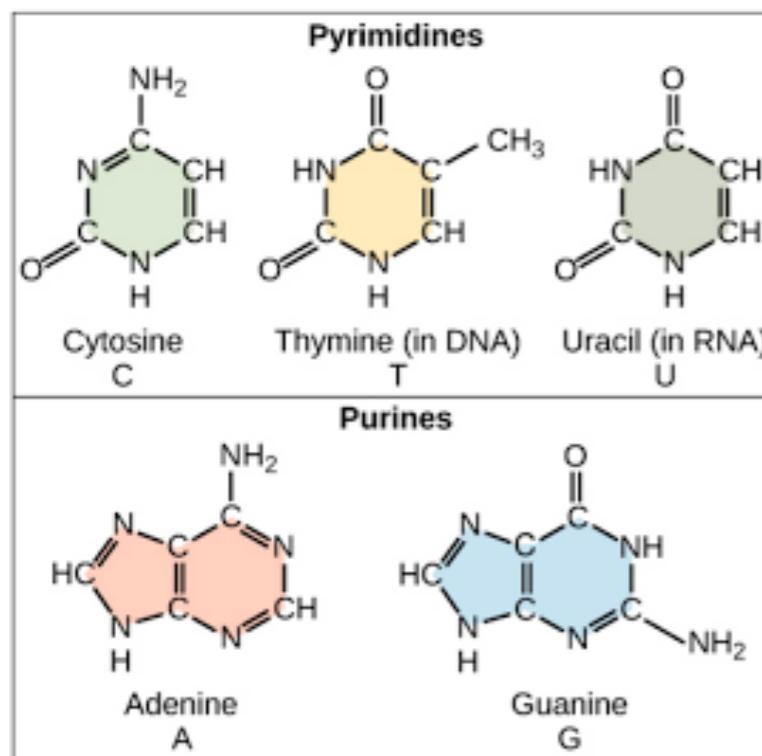
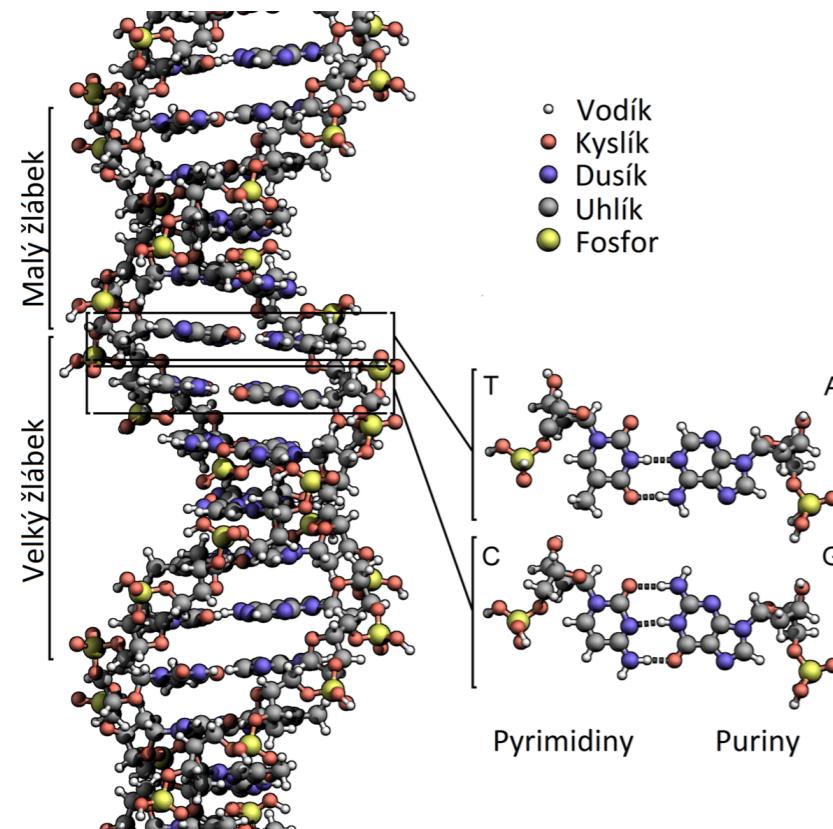


RADIAČNÍ POŠKOZENÍ DNA

V živých buňkách převažuje oxidativní poškození radikály OH- jakožto produktů radiolýzy vody (oxidativní stres buňky)

Oxidativní stres... Nepřipomíná vám tento termín něco?





Přerušení chemické vazby

Jednoduchý zlom DNA
(single-strand break, SSB)

Poškození cukru, báze,
abasické místo (DNA sugar
or base damage, abasic site)

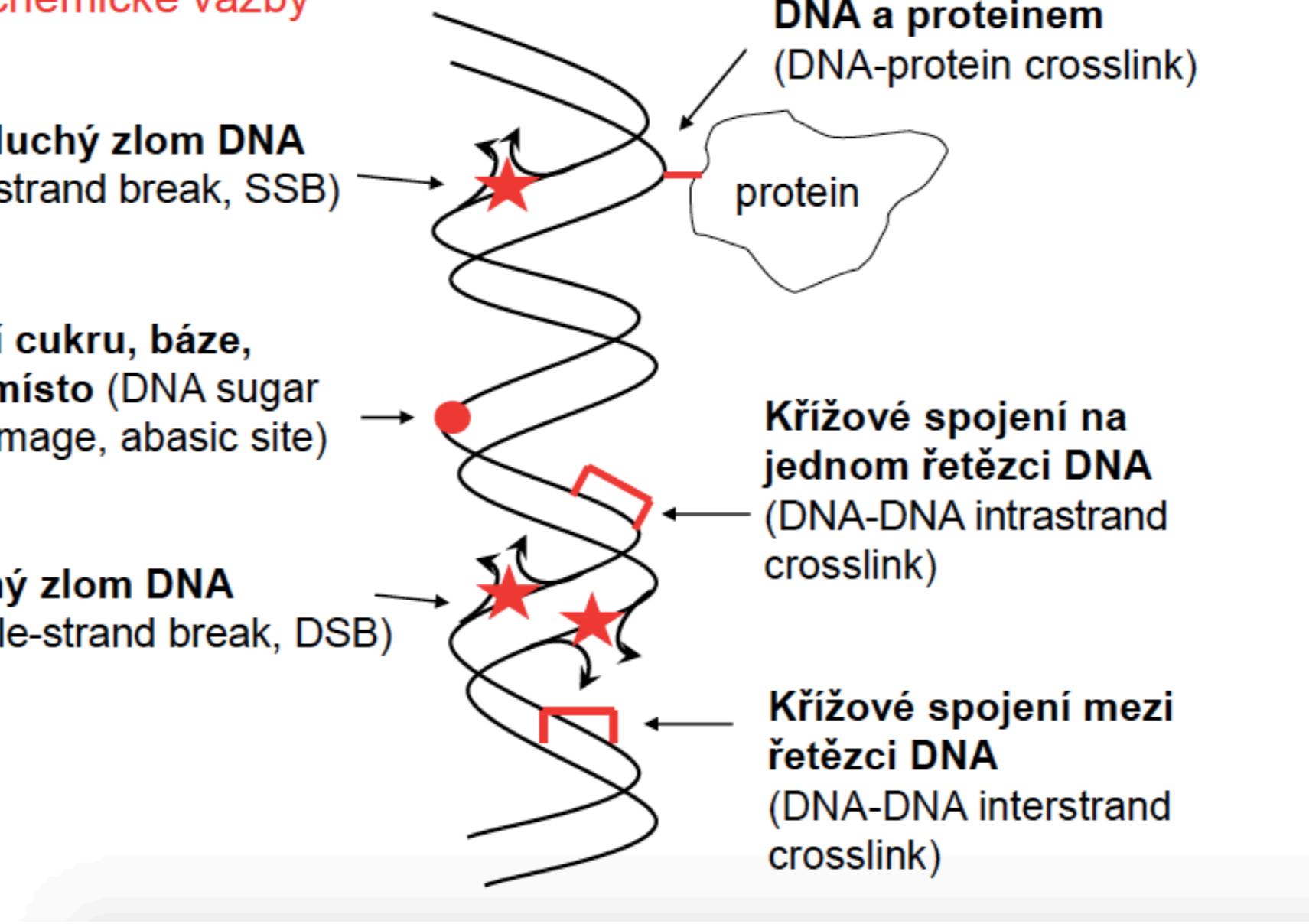
Dvojný zlom DNA
(double-strand break, DSB)

Vytvoření kovalentní
chemické vazby

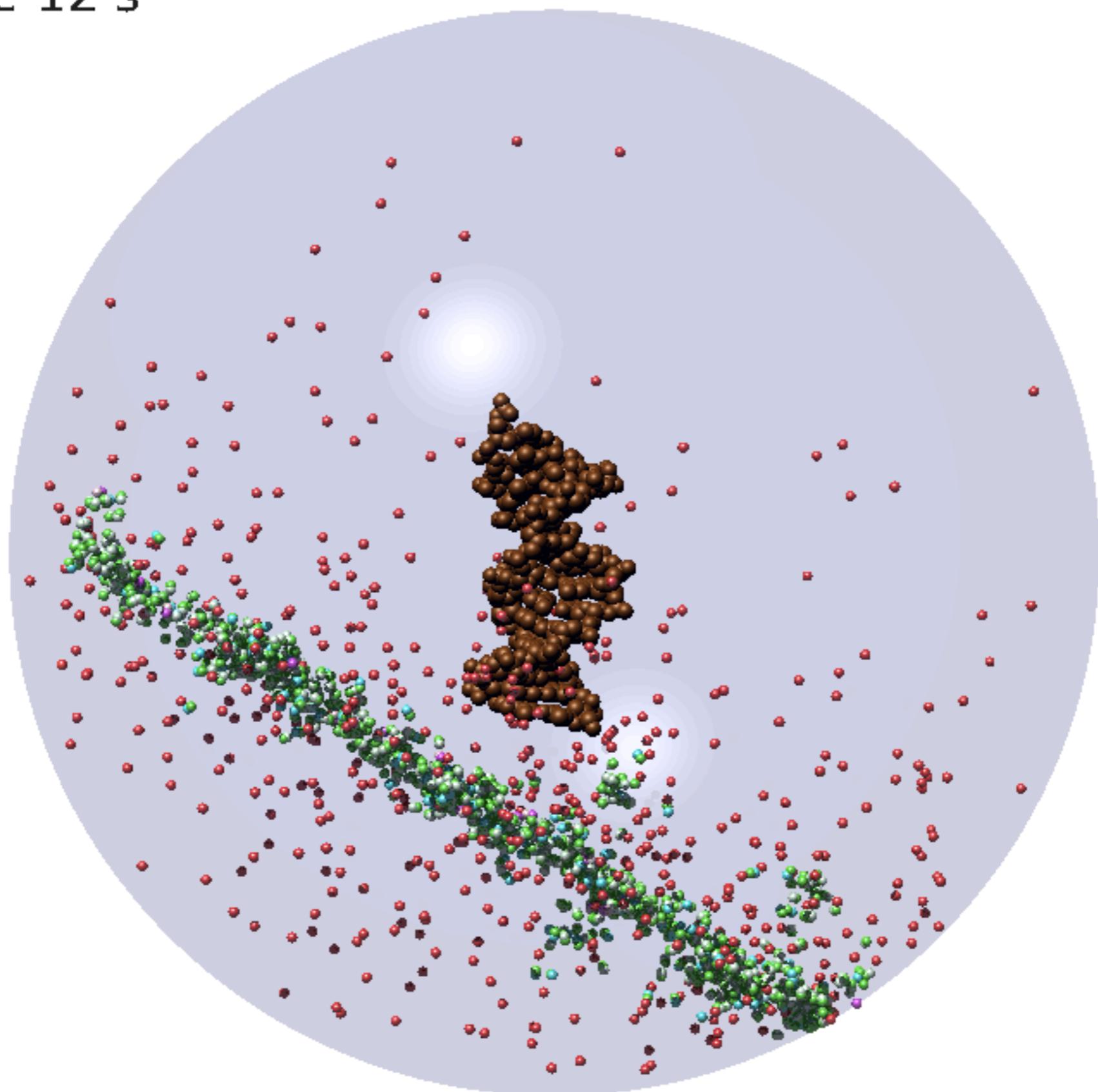
Křížové spojení mezi
DNA a proteinem
(DNA-protein crosslink)

Křížové spojení na
jednom řetězci DNA
(DNA-DNA intrastrand
crosslink)

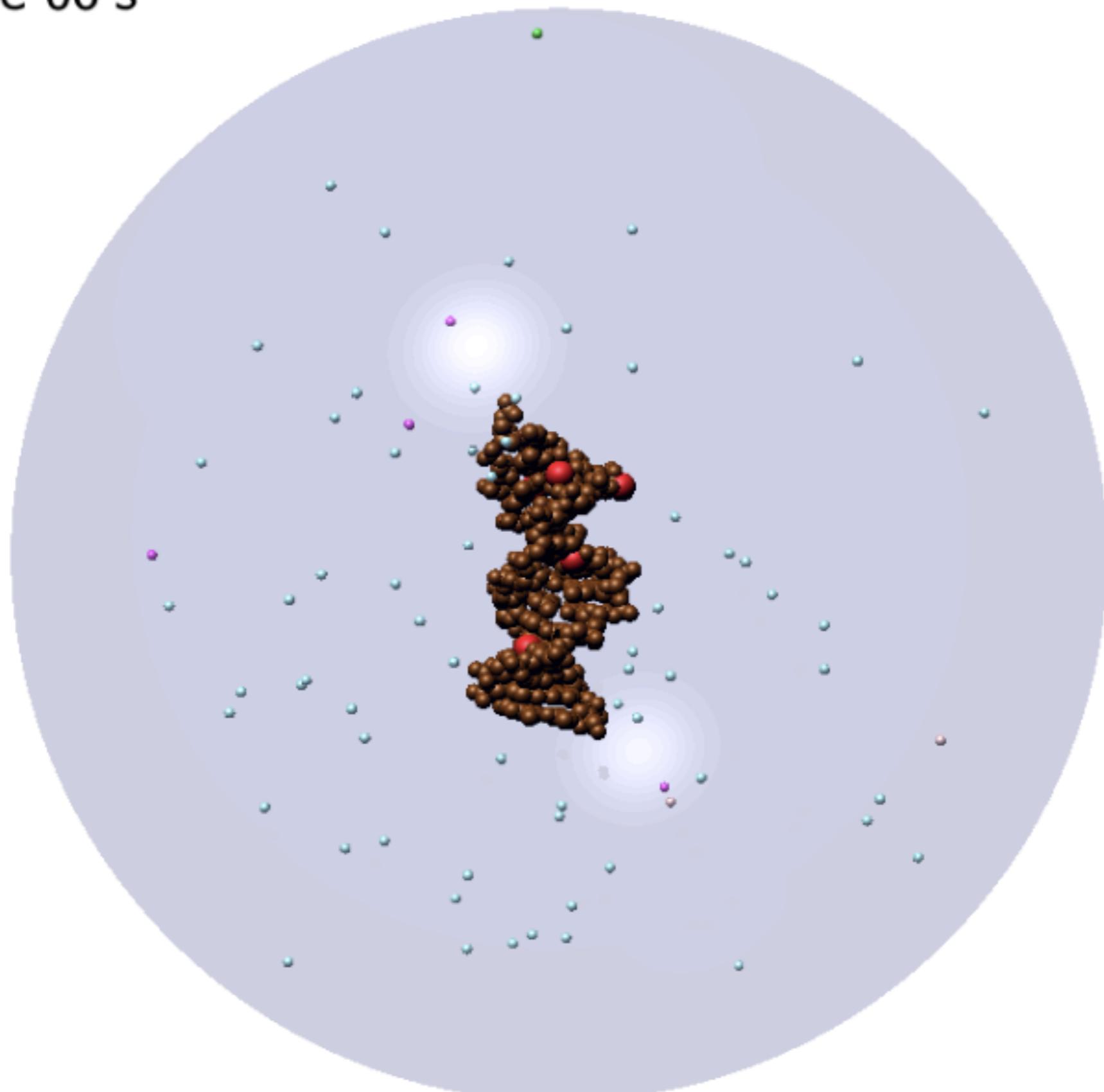
Křížové spojení mezi
řetězci DNA
(DNA-DNA interstrand
crosslink)

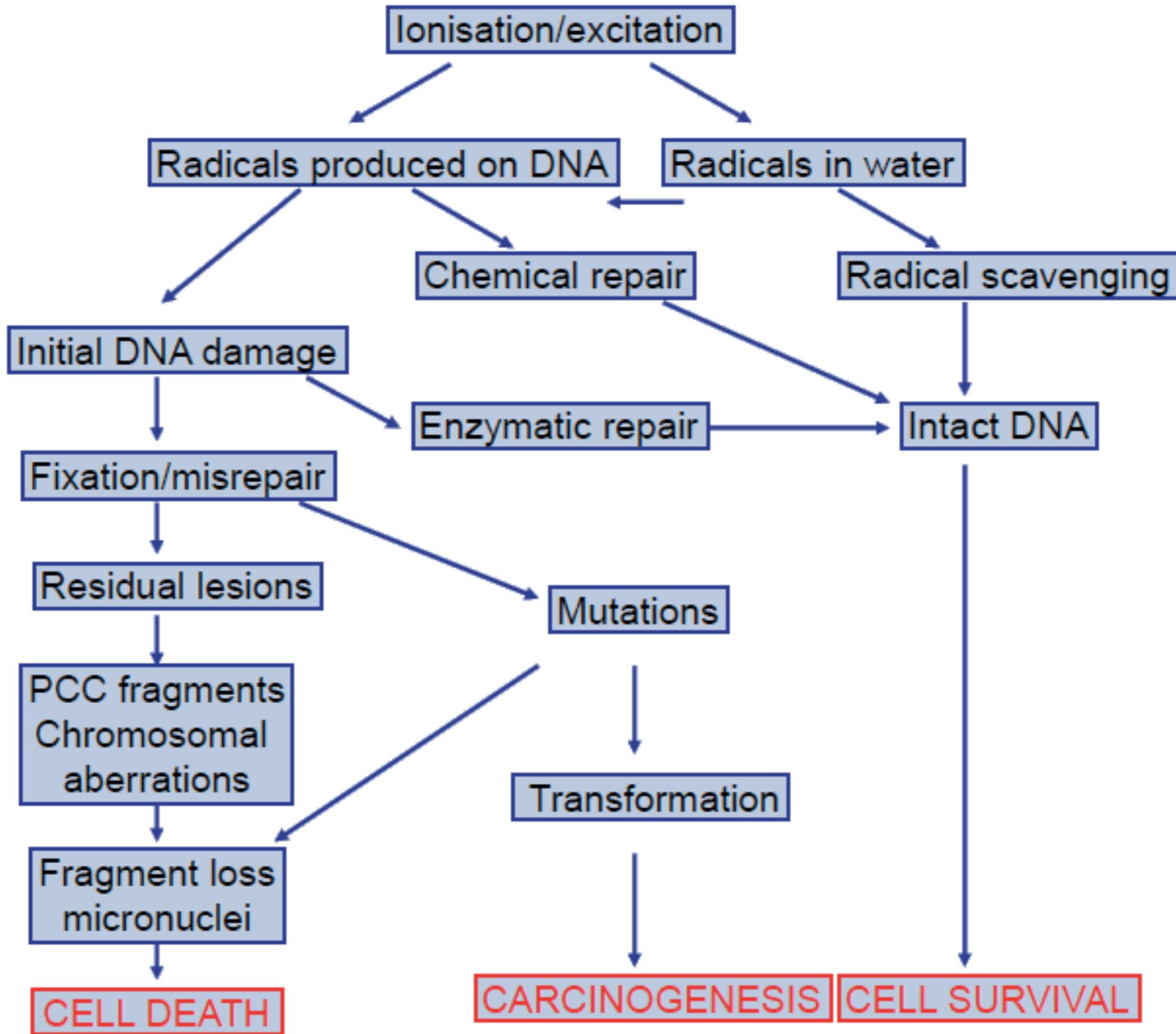


$1e-12$ s



$1e-06$ s





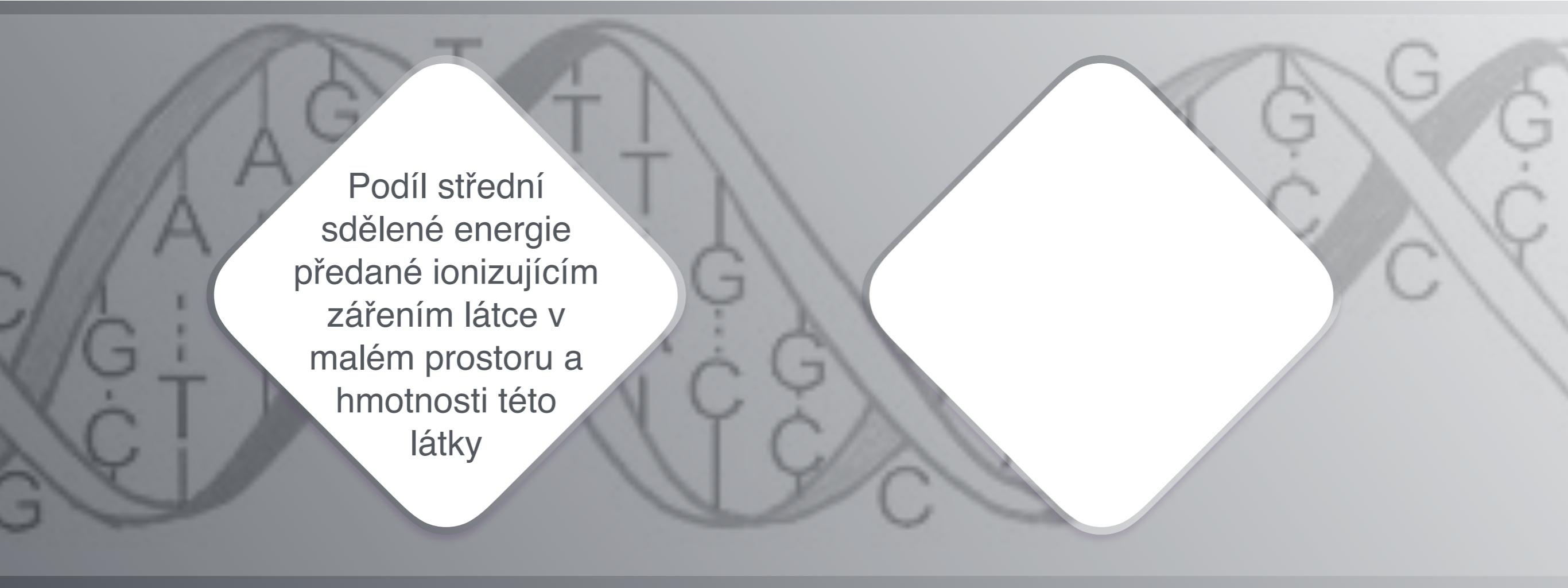
JAK KVANTIFIKUJEME "MNOŽSTVÍ" POŠKOZENÍ DNA?



JAK KVANTIFIKUJEME "MNOŽSTVÍ" POŠKOZENÍ DNA?

DÁVKA

JAK KVANTIFIKUJEME "MNOŽSTVÍ" POŠKOZENÍ DNA?



Podíl střední
sdělené energie
předané ionizujícím
zářením látce v
malém prostoru a
hmotnosti této
látky

- $D = dE/dm$, $[D] = J/kg = Gy$
- Na ohřátí hrnku vody o $1^{\circ}C$ je potřeba cca 1 000 J energie
- Smrtelná dávka při celotělovém ozáření je 5-10 Gy

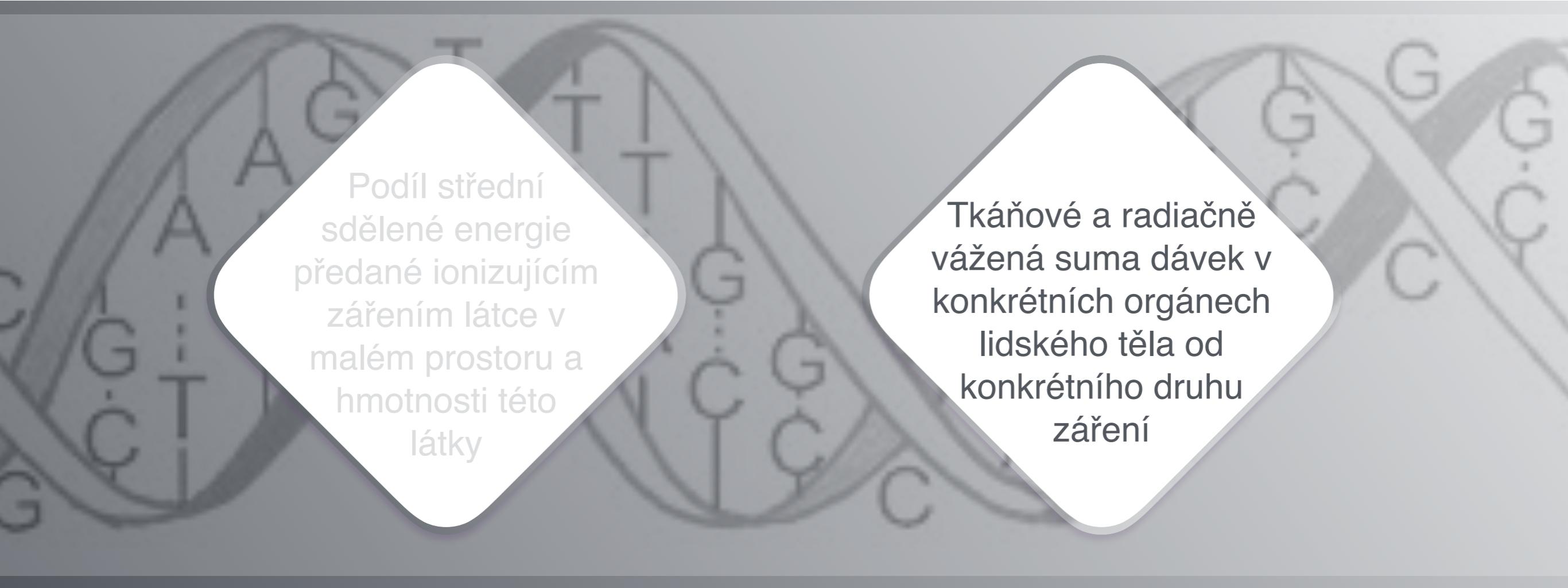
JAK KVANTIFIKUJEME "MNOŽSTVÍ" POŠKOZENÍ DNA?



Podíl střední
sdělené energie
předané ionizujícím
zářením látce v
malém prostoru a
hmotnosti této
látky

**EFEKTIVNÍ
DÁVKA**

JAK KVANTIFIKUJEME "MNOŽSTVÍ" POŠKOZENÍ DNA?



Podíl střední
sdělené energie
předané ionizujícím
zářením látce v
malém prostoru a
hmotnosti této
látky

Tkáňové a radiačně
vážená suma dávek v
konkrétních orgánech
lidského těla od
konkrétního druhu
záření

$$\bullet E = \sum w_T \cdot \sum w_R \cdot D_R \quad [E] = J/kg = Sv$$

tkáň/orgán	ICRP 27 (1977)	ICRP 60 (1990)	ICRP 103 (2007)
červená kostní dřeň	0.12	0.12	0.12
gonády (varlata, vaječníky)	0.25	0.2	0.08
játra		0.05	0.04
jícen		0.05	0.04
kostní povrchy	0.03	0.01	0.01
kůže		0.01	0.01
mléčná žláza	0.15	0.05	0.12
močový měchýř		0.05	0.04
mozek			0.01
ostatní tkáně	0.3	0.05	0.12
plíce	0.12	0.12	0.12
slnná žláza			0.01
štíttná žláza	0.03	0.05	0.04
tlusté střevo		0.12	0.12
žaludek		0.12	0.12

BIOLOGICKÉ ÚČINKY ZÁŘENÍ



BIOLOGICKÉ ÚČINKY ZÁŘENÍ

DETERMINISTICKÉ

- Výskyt akutní nemoci z ozáření
- Vyjadřují se pomocí dávky v jednotkách Gy
- Je-li deponovaná dávka nižší než prahová dávka, účinky se neprojeví

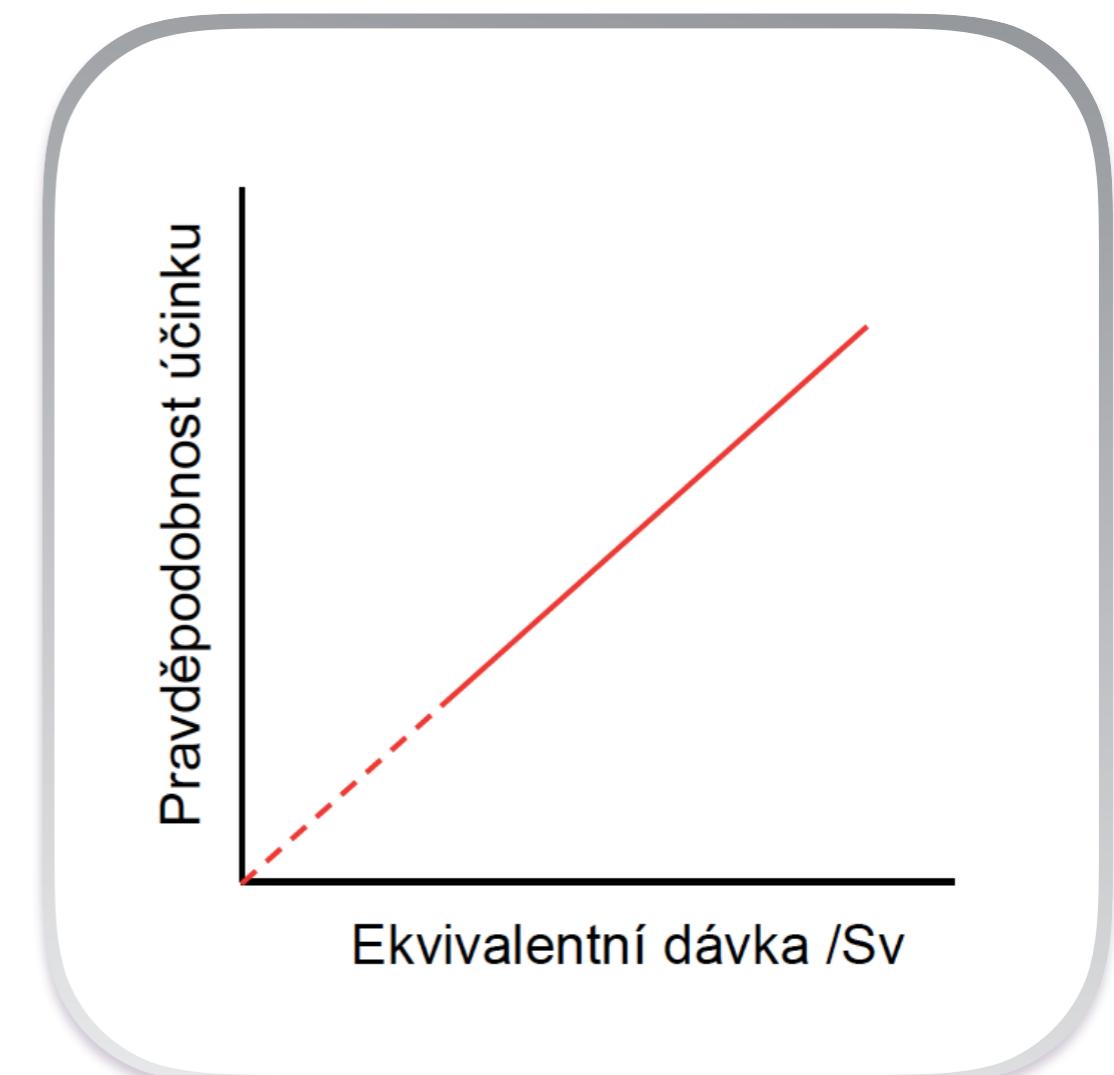
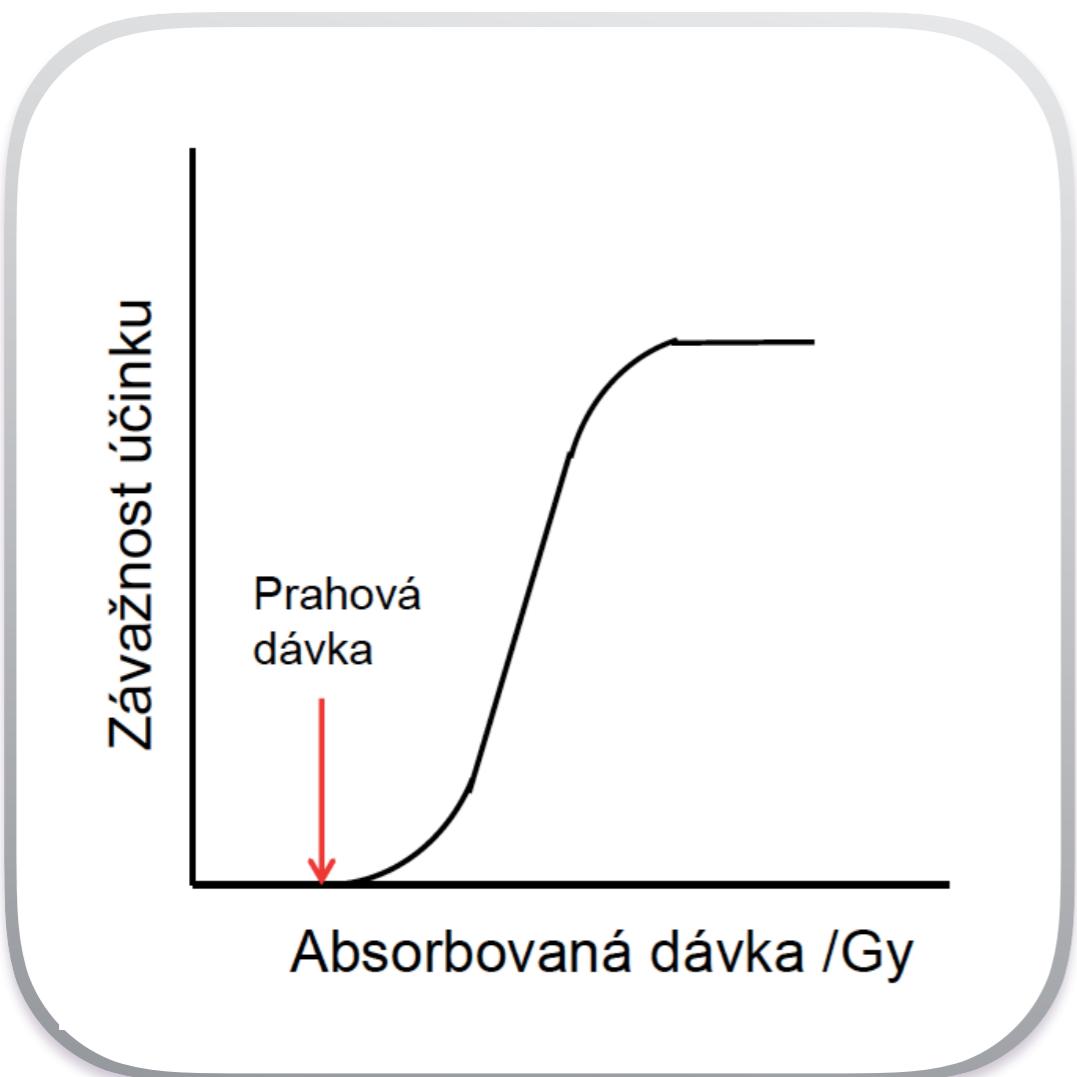
BIOLOGICKÉ ÚČINKY ZÁŘENÍ

DETERMINISTICKÉ

STOCHASTICKÉ

- Pravděpodobnost výskytu mutace/rakoviny
- Vyjadřují se pomocí efektivní dávky v jednotkách Sv
- Bezprahové, riziko spojené s výskytem rakoviny u 1 % populace je 0,05 Sv = 50 mSv

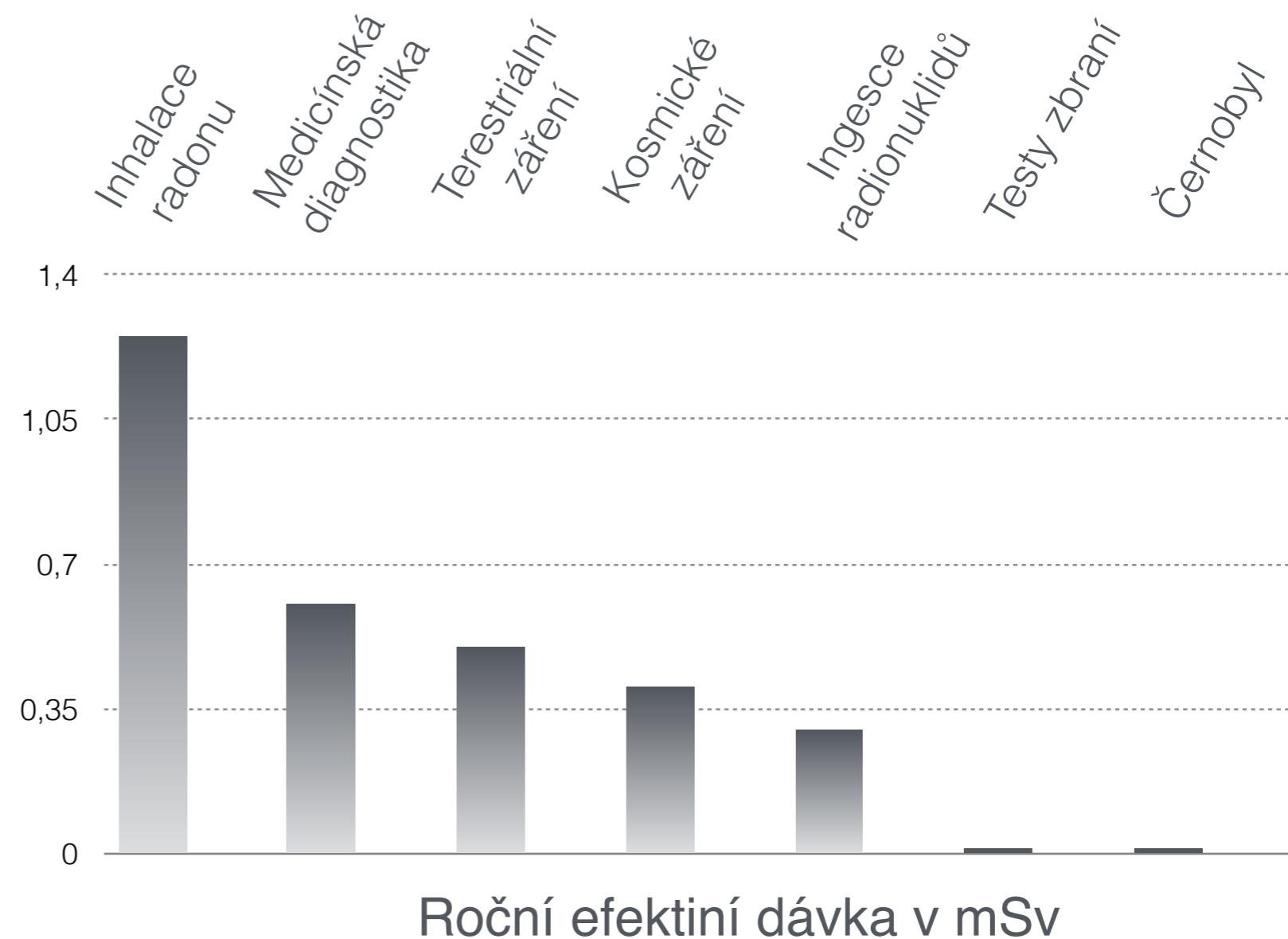
BIOLOGICKÉ ÚČINKY ZÁŘENÍ



ROČNÍ EFEKTIVNÍ DÁVKA

3,2 mSv/rok

Limit pro radiační
pracovníky stanovený
SÚJBem je 20 mSv/rok
(100 mSv/5 let)



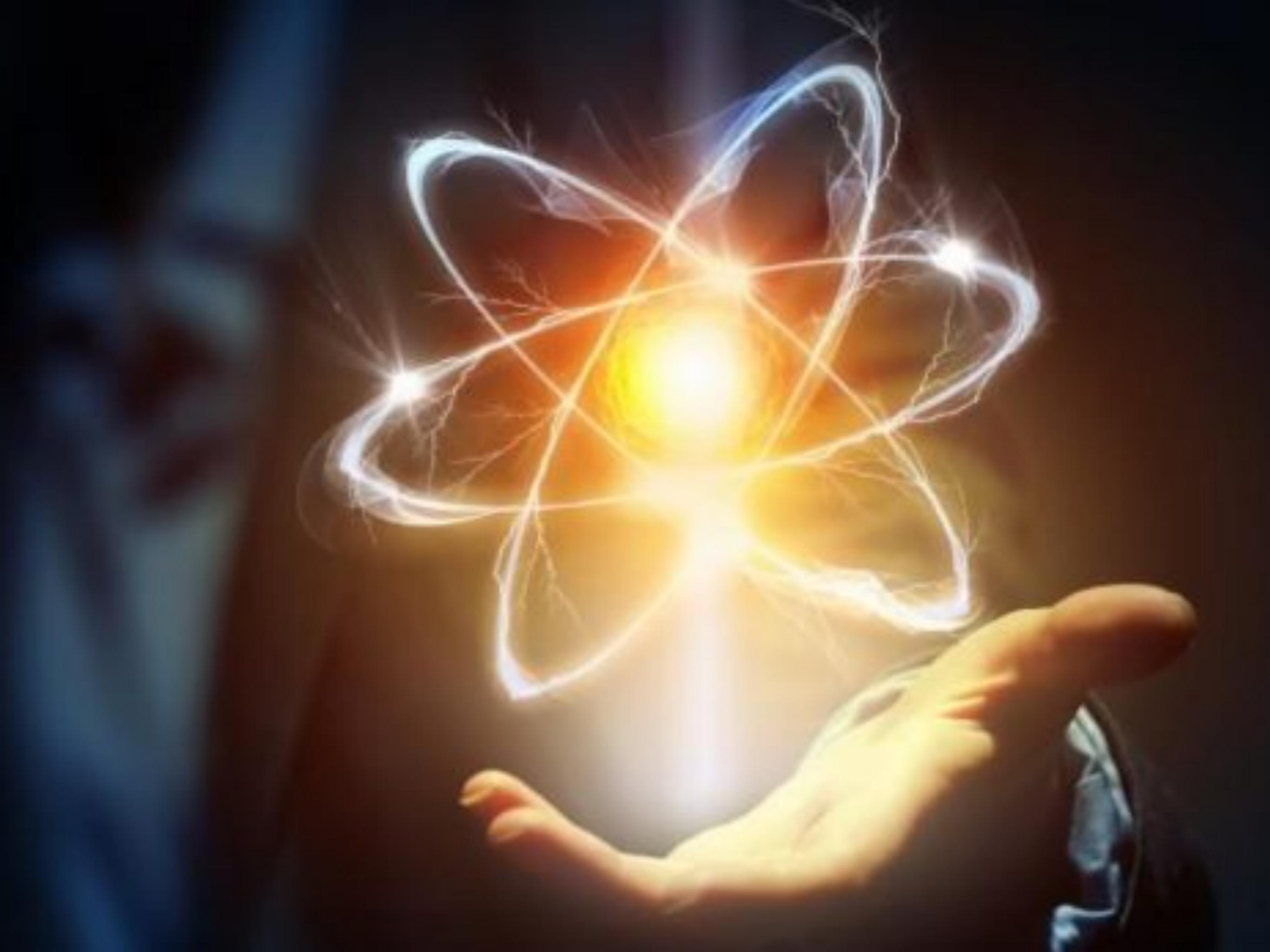
Po více než 6 letech od havárie ve Fukušimě je úředně potvrzená první oběť. Má ji být muž, u něhož byla po 25 letech práce v jaderných elektrárnách a obdržení osobní dávky 194 mSv (od havárie 74 mSv) diagnostikována rakovina plic.

Podle odborníků ovšem při takto nízkých dávkách nikdy nelze určit, zda nemoc propukne následkem ozáření v elektrárně nebo jinými vlivy prostředí a životním stylem, tudíž "z dobré vůle" v nadpisu článku je na místě.

Fukušimskou havárii (co se týče zdravotních následků na obyvatelstvu) nelze v žádném případě srovnávat s Černobylem, především díky včasné a pohotové evakuaci obyvatel. Největší dopad havárie byl a je společenský - pod tlakem manipulace a zveličování události médií prokazatelně stouplo počet sebevražd.

VYUŽITÍ IONIZUJÍCÍHO ZÁRENÍ





IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ

DOBYTEK



Radiační techniky určují nejlepší dobu k inseminaci zvířat, kontrolují jejich zdravotní stav, či dbají na nutriční hodnotu a nezávadnost krmných dávek. Ozařováním se sterilizují celé populace hmyzích škůdců, kteří ohrožují zdraví dobytka.

mouchy tsetse
bzučivka *Cochliomyia hominivorax*
octomilky

SEMENA



Ozařování semen se využívá v šlechtění. Ze vzniklých mutací se vybírají ty nejvhodnější (odolnější vůči nemocem či škůdcům, tolerantnější k suchu, mrazu či slané půdě, s větším výnosem apod.) a dál se množí standardní cestou.

ječmen (Peru, Skotsko)
rýže (Zanzibar, Vietnam, Austrálie)
lněná seminka (Kanada)
arašídy (Indie)
bavlník (Pakistán)
sezam (Egypt)

POTRAVINY



Kvalitu potravin lze chránit tím, že je vystavíme ionizujícímu záření. Ozářením ošetřené potraviny musejí být ze zákona označeny. V České republice je povoleno ozařovat na 18 druhů surovin (např. koření, bylinky, sušené i čerstvé ovoce, zelenina, maso, ryby, obilné výrobky).

likviduje patogeny (*Escherichia coli*, salmonela, listérie, zlatý stafylokok)
likviduje hmyzí škůdce (octomilka)
oddaluje kličení i zrání
zamezuje plisním a hniliobě

PŮDA



Radionuklidы pomáhají identifikovat míru úrodnosti, zdroje eroze či znečištění půdy. Radionuklidы označené vzorky hnojiva přispívají k optimalizaci dávek: ukáži, kolik hnojiva přijaly rostliny, kolik jej zbývá v půdě, kolik bylo spláchnuto vodou apod.



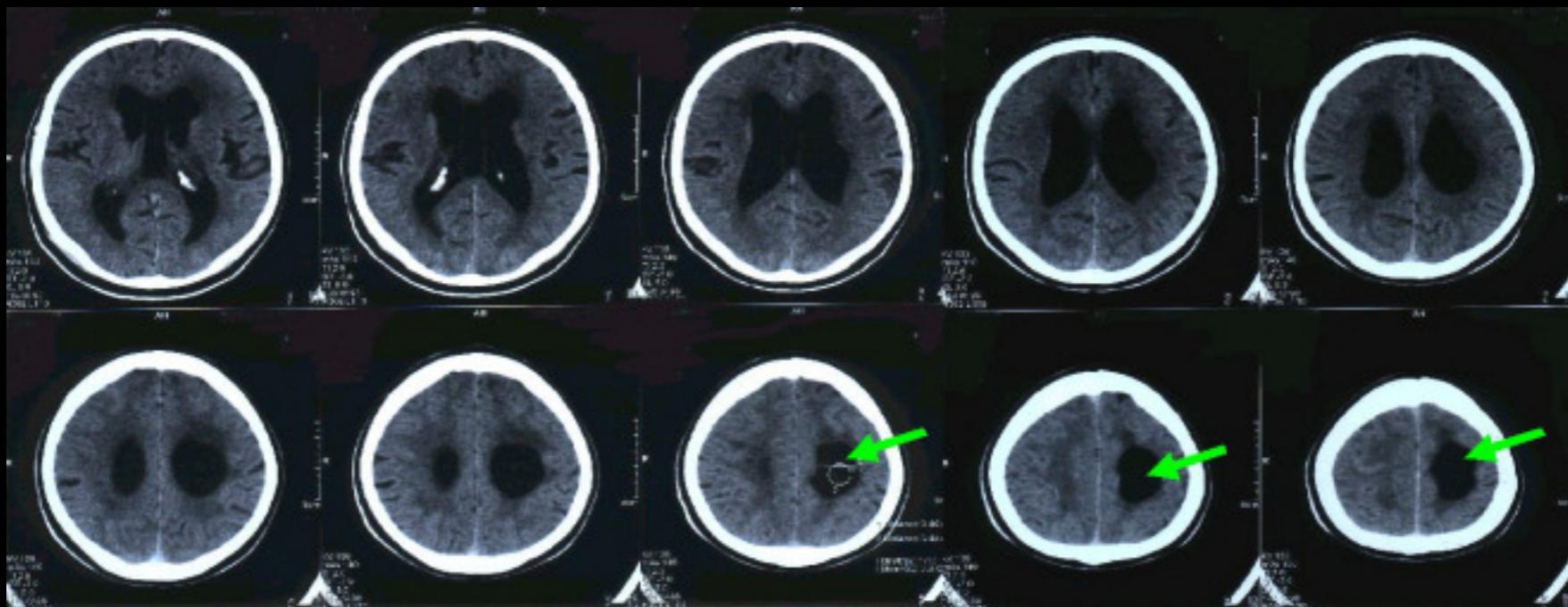
NON - IRRADIATED -



IRRADIATED - (0.2 M RAD)

STRAWBERRIES -

15 DAYS STORAGE 38°F (4°C)



Pokud půjdete na mommograf a musíte tam jít... Tak doporučuji co nejdříve po vyšetření vypít několik skleniček kvalitního červeného vína.....

9 h To se mi líbí Odpovědět

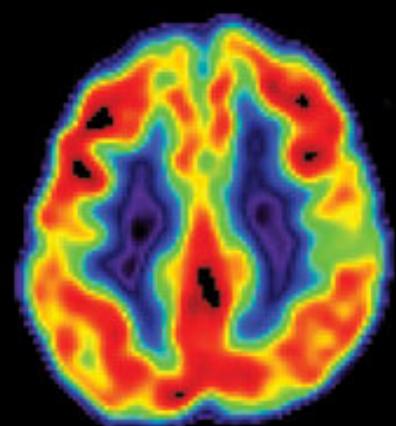
proc?

8 h To se mi líbí Odpovědět

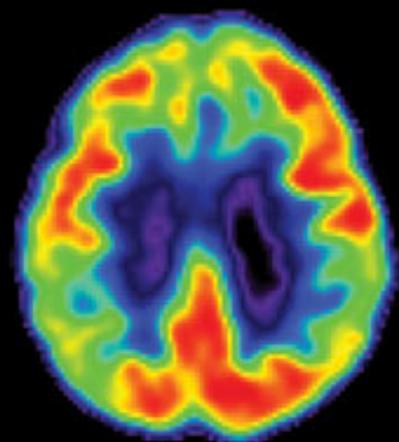
Je to účinná prevence proti rakovině..

8 h To se mi líbí Odpovědět

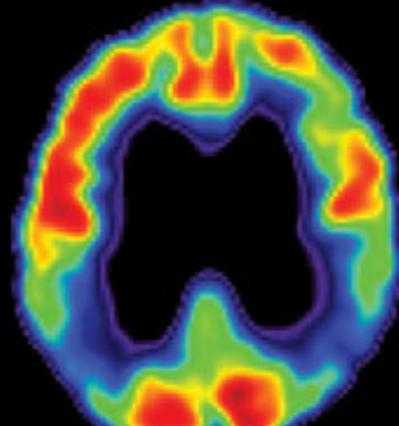
Po ozáření... Je to vyzkoušené a osvědčené.. Jen se o tom moc nemluví.... Protože farmaceutické společnosti.. Nejsou radi když by výrazně ubilo lidi s rakovinou po ozařování rentgenu, mamografiu atd atd...



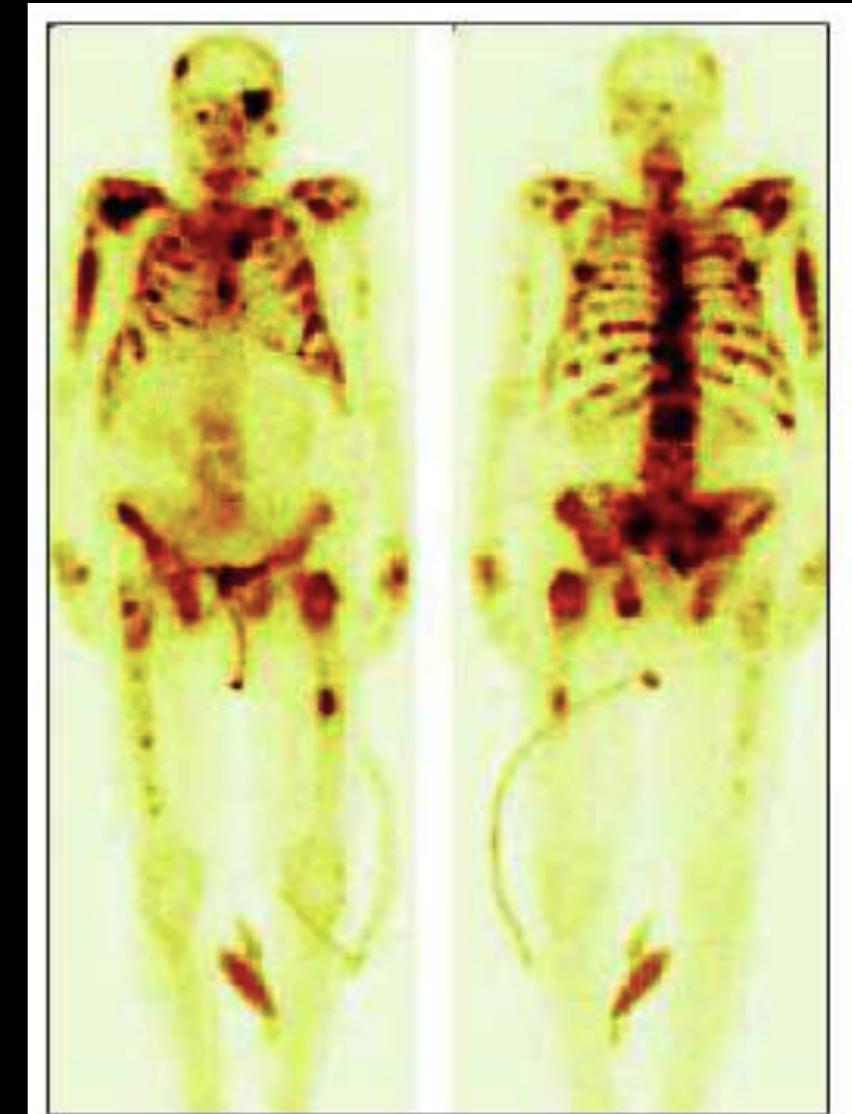
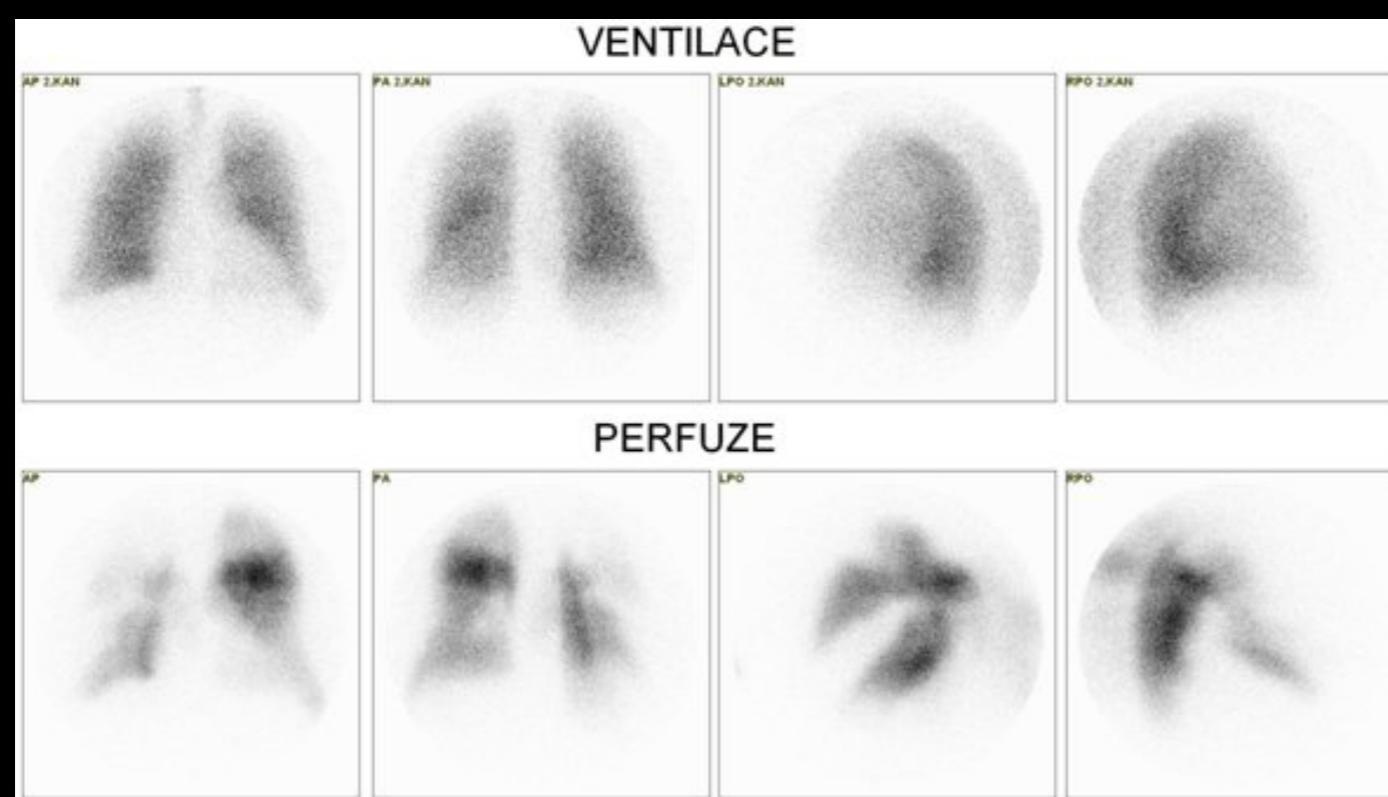
Normal



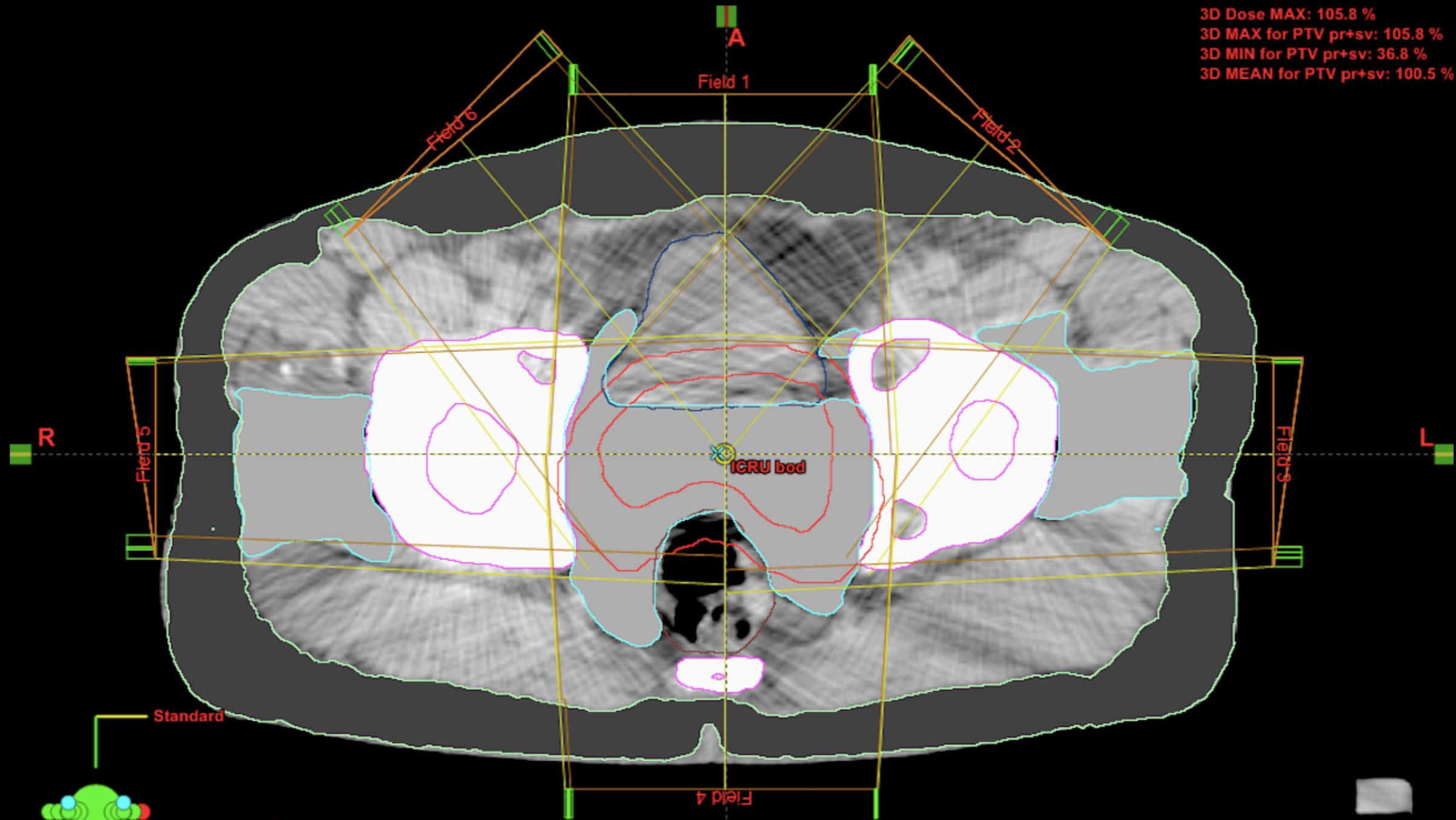
Mild cognitive impairment



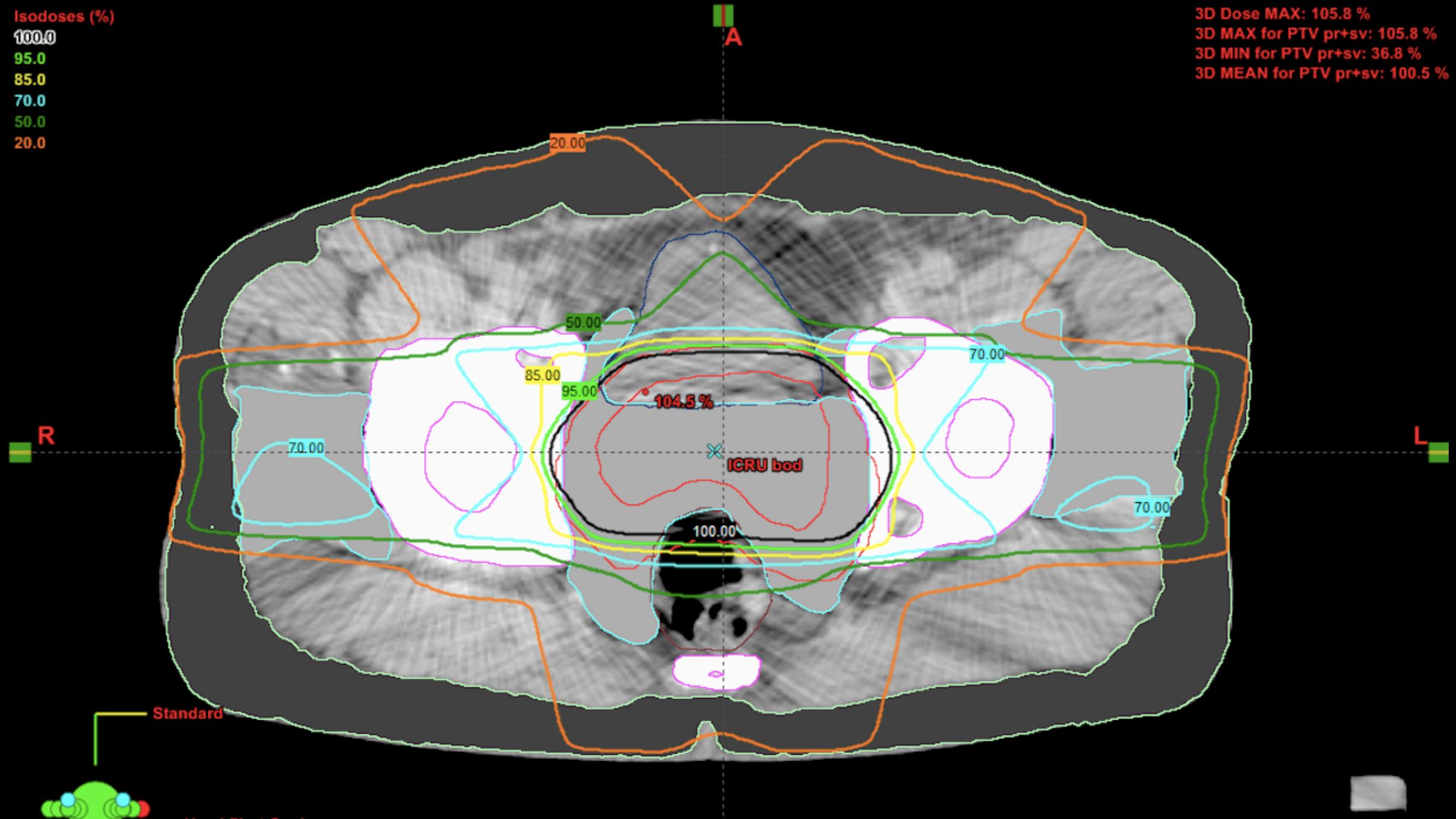
Alzheimer's disease

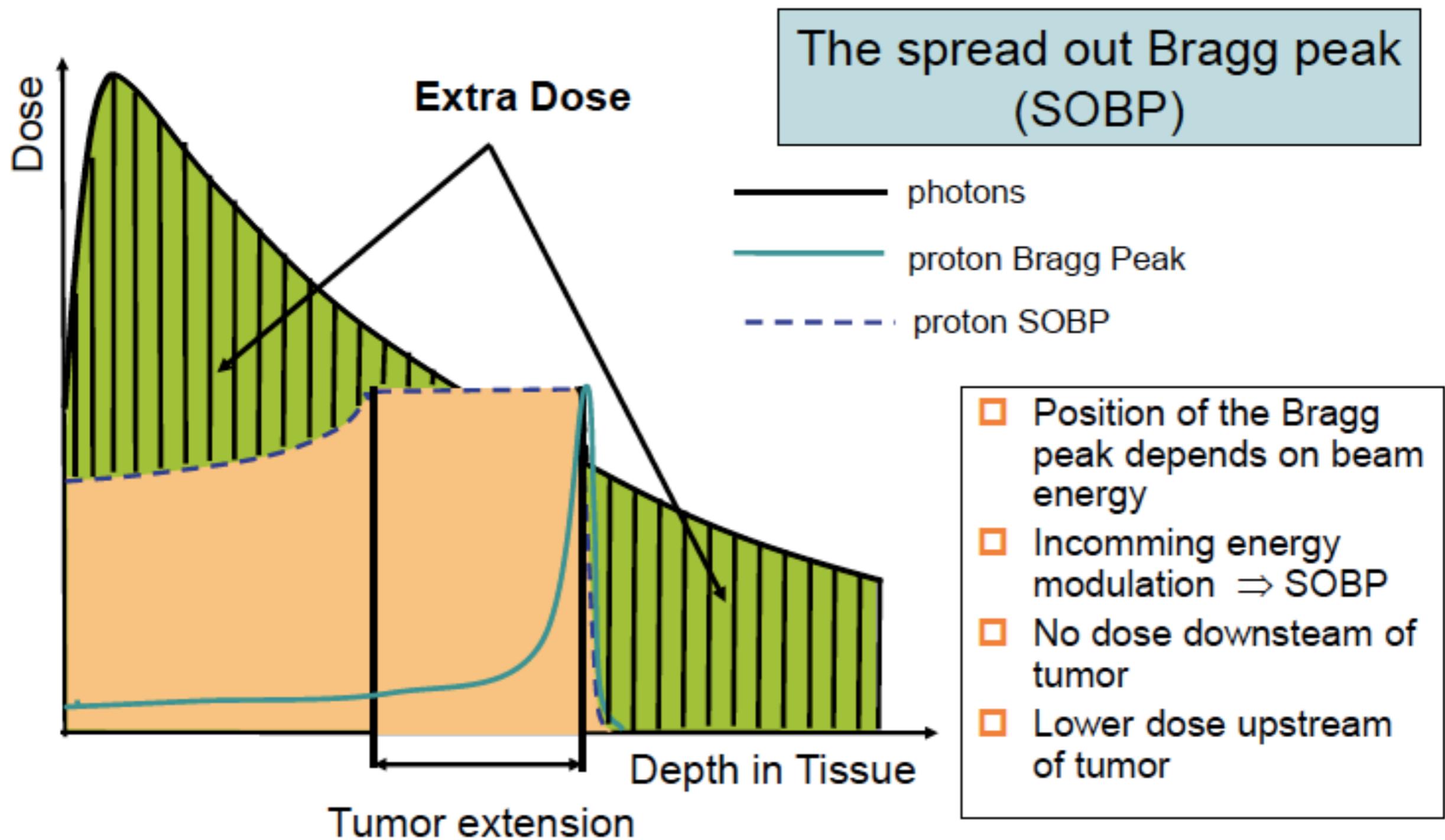


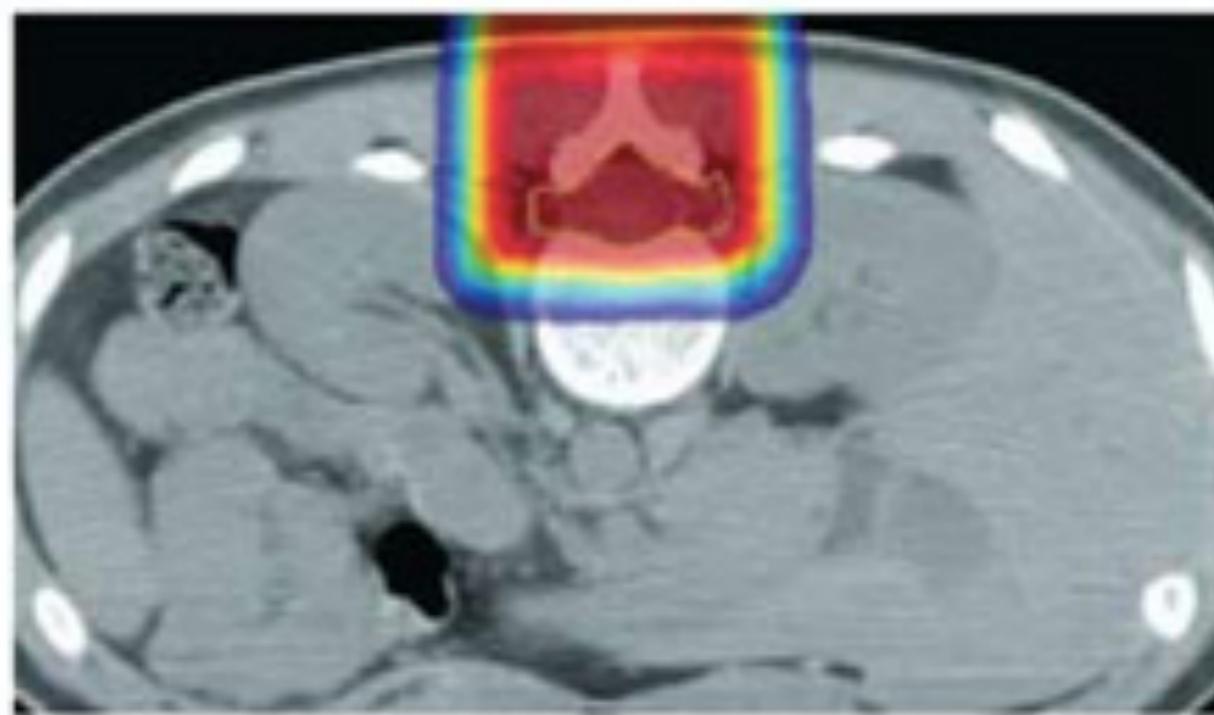
	MLC	Váha pole	Rotace Gantry	Coll rotace	Klíny
pole 1	Static	0,40	0°	0°	-
pole 2	Static	1,00	40°	90°	EDW30OUT
pole 3	Static	1,20	90°	90°	EDW30OUT
pole 4	Static	0,15	180°	0°	
pole 5	Static	1,20	270°	90°	EDW30IN
pole 6	Static	1,00	320°	90°	EDW30IN



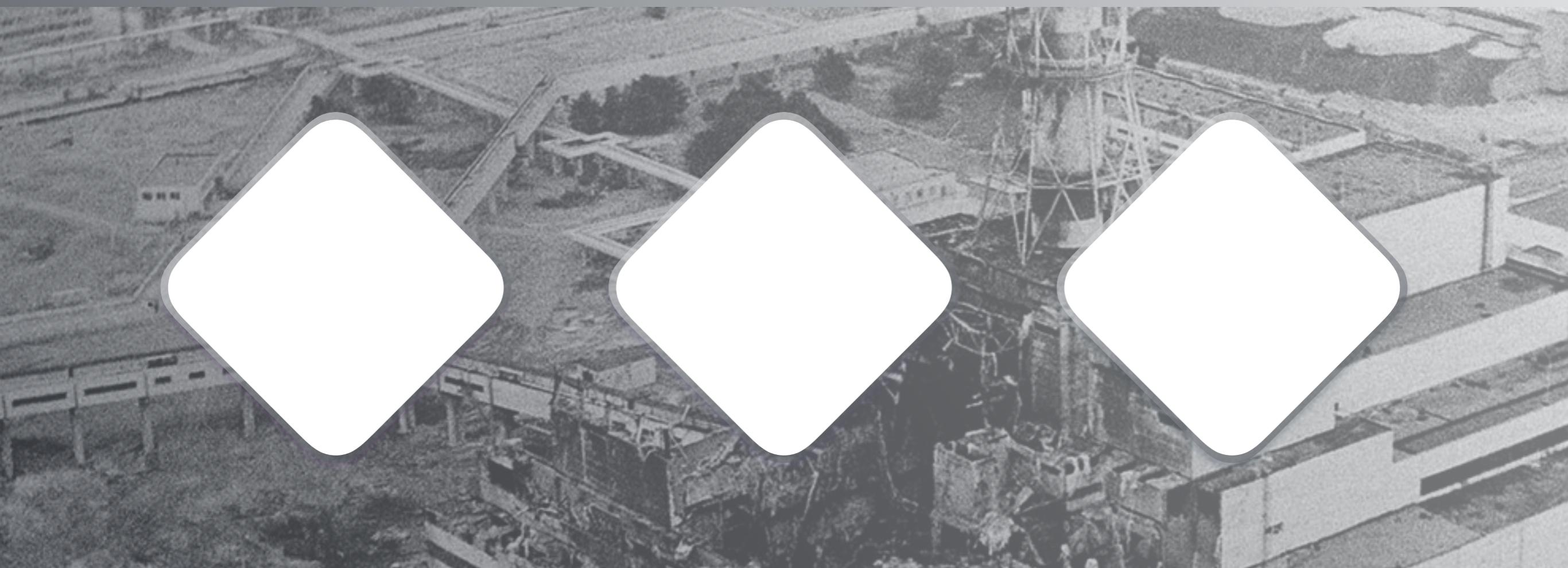
	MLC	Váha pole	Rotace Gantry	Coll rotace	Klíny
pole 1	Static	0,40	0°	0°	-
pole 2	Static	1,00	40°	90°	EDW30OUT
pole 3	Static	1,20	90°	90°	EDW30OUT
pole 4	Static	0,15	180°	0°	
pole 5	Static	1,20	270°	90°	EDW30IN
pole 6	Static	1,00	320°	90°	EDW30IN







ZÁVĚR



ZÁVĚR



Ionizující záření je
přirozenou součástí
prostředí

ZÁVĚR



Ionizující záření je
přirozenou součástí
prostředí

Západní člověk
 jádro a záření
 potřebuje

...
...

ZÁVĚR



Ionizující záření je
přirozenou součástí
prostředí

Západní člověk
 jádro a záření
 potřebuje

Ověřujme si
 informace

S ČERTEM ŠPATNĚ BEZ ČERTA HŮŘ aneb ČLOVĚK a

IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

DĚKUJI ZA POZORNOST

ONDŘEJ KOŘISTKA

ondrej.koristka@gmail.com

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze
Proton Therapy Center, s.r.o.