

Sluneční záření  
Efekty slunečního záření  
Ultrafialového záření  
Infračervené záření  
Ionizující záření

Hygiena školního prostředí

# Legislativa

- Zákon č. 258/2000 Sb.
  - O ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, o neionizujícím záření pojednává § 35 Neionizující záření.
- Nařízení vlády č. 480/2000 Sb.
  - O ochraně zdraví před neionizujícím zářením.
- Vyhláška č. 89/2001 Sb.
  - Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli (faktor 5 neionizující záření a elektromagnetická pole).

# SLUNCE

Kosmické záření + gama záření  
+ x paprsky

Viditelné  
světlo

Infračervené  
záření

Vysoká  
frekvence



ozónová vrstva – atmosféra



Znečištěné ovzduší

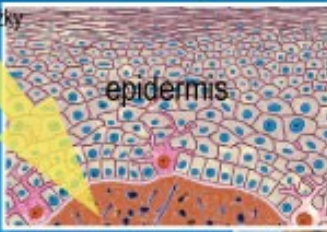


Mraky



rohová vrstva pokožky

bazální vrstva  
pokožky



epidermis

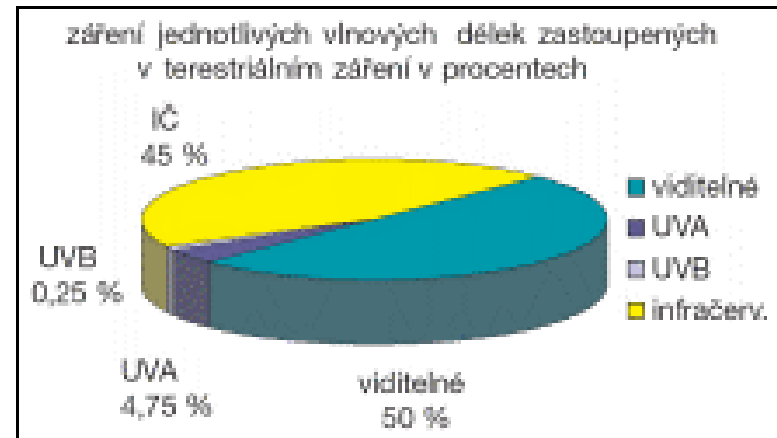


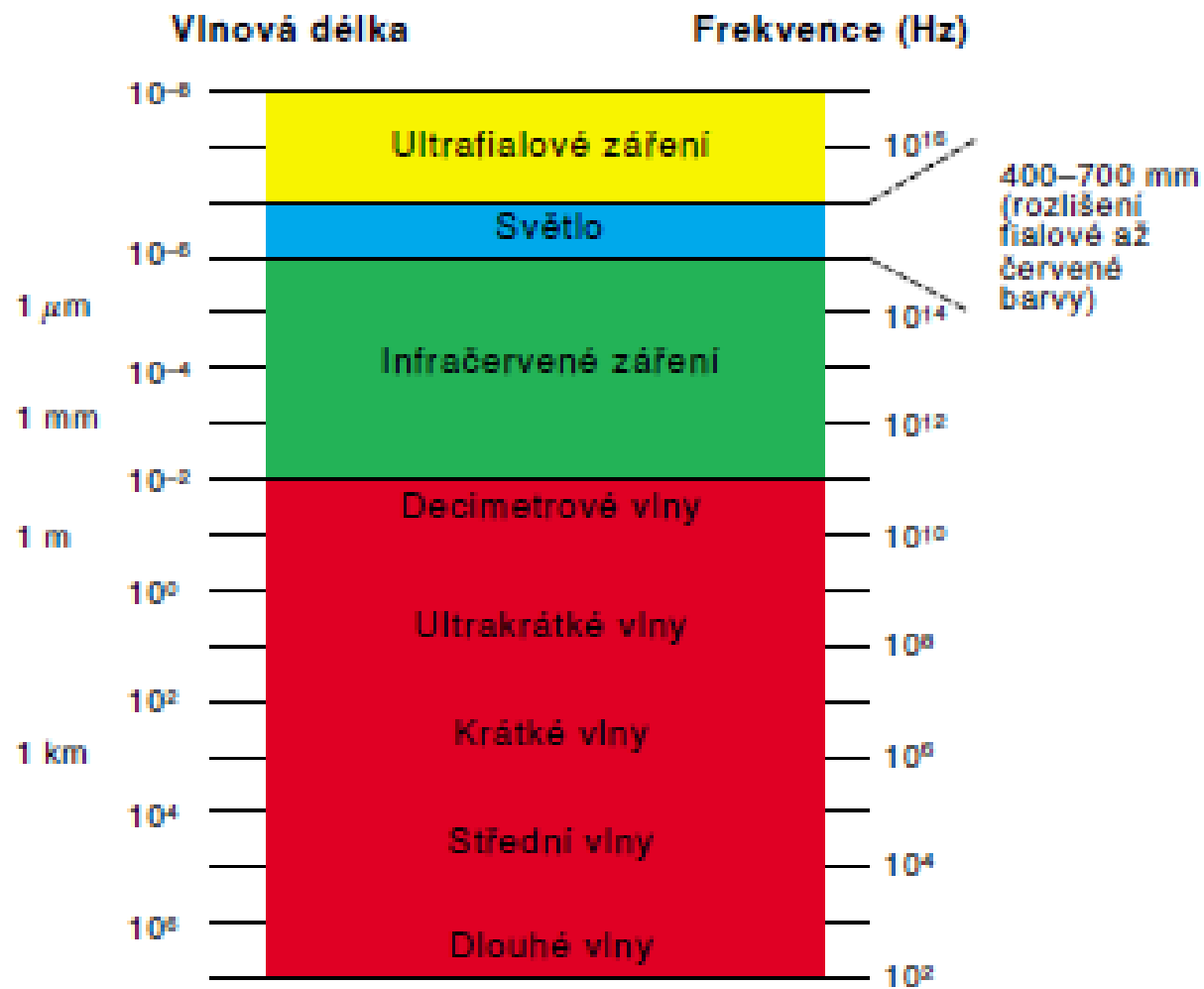
subcutis

# Optické záření

složení:

- 50 % viditelného světla,
- 45 % infračerveného záření,
- 5 % ultrafialového (UV) záření.





**Elektromagnetické vlny**

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

# Kosmické záření

- tři složky:
  - **galaktické záření** - pochází ze zdrojů nacházejících se uvnitř „naší galaxie“, sestává převážně z protonů
  - **sluneční záření** – elmg. vlnění, viditelné záření, pod 400 nm vlnové délky – ultrafialové, infračervené (nad 700 nm).
  - **záření radiálních pásů Země** - pásy obklopují Zemi symetricky okolo její magnetické osy, vzd. nad 400 km od Země

# Ultrafialové záření

- Elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami kratšími než viditelné světlo ve spektrální oblasti elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší než má viditelné světlo, avšak delší než má rentgenové záření; 100 – 400 nm
- Pro člověka je neviditelné a jeho přirozeným zdrojem je Slunce.
- Rozsah UV záření se dělí podle jeho vlnové délky

# UV záření

- **UVA** – 99% UV co dopadne na zemský povrch; část denního světla, způsobuje krátkodobé zhnědnutí kůže, používá se k vytvrzování moderních lepidel, polygrafii a v lékařství k dermatologickým účelům.
- **UVB** – karcinogenní, opaluje, malá část k nám dopadá ze slunce, používá se v průmyslu, polygrafii a v lékařství k dermatologickým účelům.
- **UVC** – karcinogenní, germicidní, dezinfekční – používá se k dezinfekci, silně poškozuje zrak, kůži, vlasy a ostatní biologický materiál.



# Rozdělení vlnových délek dle typu záření

:

| Označení  | Zkratka    | Vlnová délka v nanometrech |
|---|------------|----------------------------|
| <b>Blízké</b> (málo používané)                    | NUV        | 400 nm – 200 nm            |
| <b>UVA</b> , dlouhovlnné, „černé světlo“          | UVA        | 400 nm – 320 nm            |
| <b>UVB</b> , středněvlnné                         | UVB        | 320 nm – 280 nm            |
| <b>UVC</b> , krátkovlnné, „dezinfekční“           | <b>UVC</b> | <b>pod 280 nm</b>          |
| <b>DUV, hluboké ultrafialové</b> (málo používané) | DUV        | pod 300 nm                 |
| <b>Daleké</b> , řidčeji „vzduchoprázdné“ (vacuum) | FUV, VUV   | 200 nm – 10 nm             |
| <b>Extrémní</b> nebo „ <b>hluboké</b> “           | EUV, XUV   | 31 nm – 1 nm               |



# Biologické účinky UV záření

Fyziologické i biologické účinky UV záření závisí na:

- energii fotonů
- intenzitě záření
- době trvání ozáření
- schopnosti absorpce záření tkání
- senzitivitě organismu.

- Po dopadu slunečního záření na kůži může dojít k jeho lomení, které je způsobené přechodem mezi prostředími s různými indexy lomu.
- Kůže může z 5 % reflektovat světlo a v podmínkách plochého úhlu dopadu může dojít až k totální reflexi.
- **Hloubka průniku UV záření do kůže závisí na jeho vlnové délce.**

# Léčebné účinky UV záření

## Účinky UVA

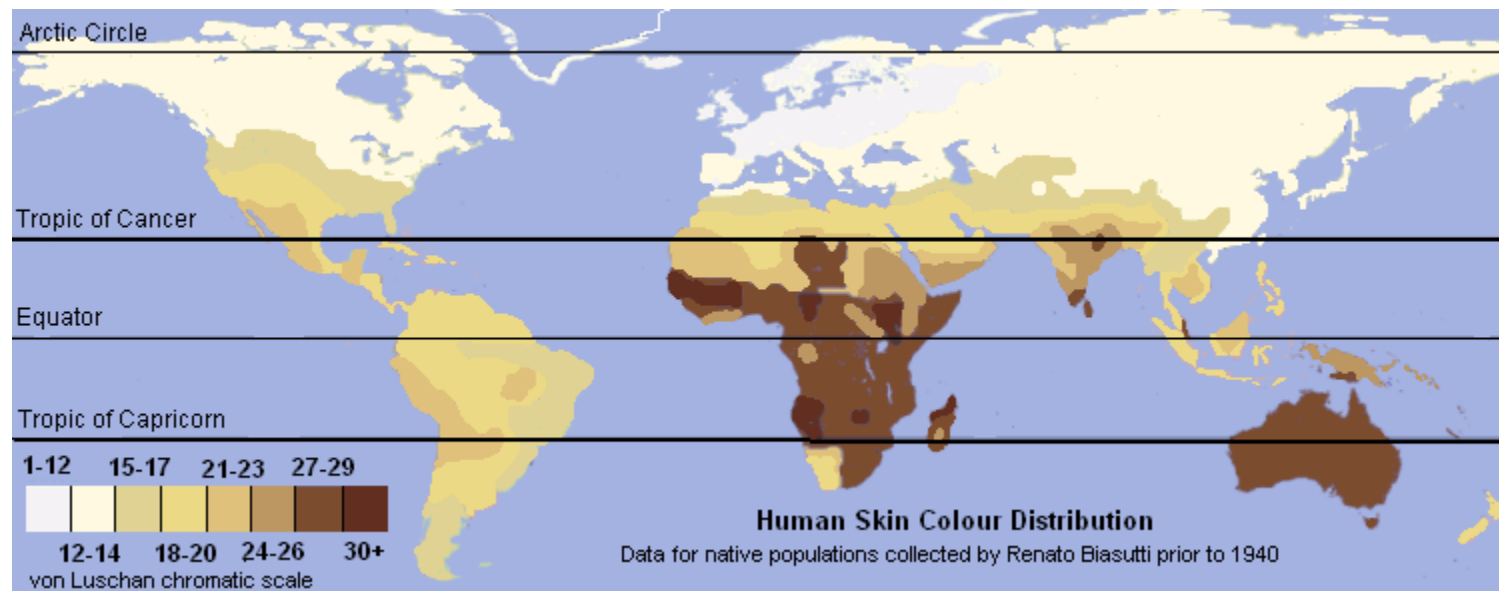
- Produkované UVA lampami
- Dermatologie
- Aplikované lokálně nebo celotělově při léčení různých kožních chorob, příp. s chemoterapií
- Např. psoriáza

## UVB lampy

# Kožní fototypy a přirozená ochrana

- Lidská kůže vykazuje určité rasové odchylky, které se projevují zejména odlišnou barvou.
- Každý člověk by měl znát fototyp své kůže, aby se mohl účinně chránit.
- Podle jednotlivých typů je odvozen tzv. bezpečný čas pro první expozici na slunci bez reakce.

# Kožní fototypy



# Kožní fototypy

| Typ kůže<br>(popis)   | Označení                               | Reakce na slunění | Ochranná reakce kůže   | Možný čas pro první<br>expozici bez reakce |
|---|--|-------------------|--|--|
| I.<br><br>(kůže nápadně světlá,<br>pihy husté, vlasy rezavé,<br>oči modré, zřídka hnědé;<br>prsí bradavky velmi<br>světlé)          | Keltský typ<br><br>(2 %)               | vždy těžký        | žádná<br><br>červená kůže bez pigmentace, za<br>1 - 2 dny se loupe | 5-10 minut                                 |
| II.<br><br>(kůže trochu tmavší než<br>I., pihy řídké, vlasy blond<br>až hnědé, oči modré,<br>zelené, šedé; prsí<br>bradavky světlé) | Evropan se světlou pletí<br><br>(12 %) | vždy silný        | velmi slabá pigmentace, kůže se<br>loupe                           | 10-20 minut                                |
| III.<br><br>(kůže světlá, světle<br>hnědá; pihy žádné,<br>pigmentové névy hnědé,<br>prsí bradavky tmavší)                           | Evropan s tmavou kůží<br><br>(78 %)    | zřídka mírný      | Průměrná reakce s pigmentací                                       | 20-30 minut                                |
| IV.<br><br>(kůže světle hnědá,<br>olivová; pihy žádné,<br>pigmentové névy tmavé,<br>vlasy tmavé, oči tmavé,<br>prsí bradavky tmavé) | Středomořský typ<br><br>(8 %)          | téměř nikdy       | rychlá reakce, hluboká<br>pigmentace                               | 40 minut                                   |



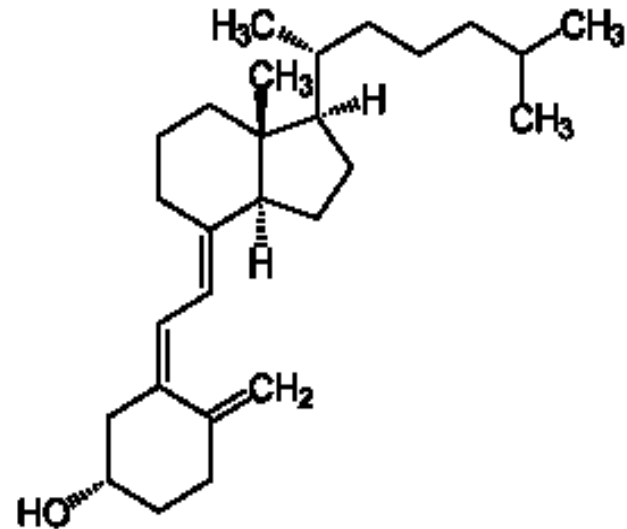
# Vitamin D

- **dva základní typy**
- vitamin D2 (ergokalciferol) - rostlinný
- vitamin D3 (cholecalciferol) – živočišný (např. kůže)
- souhrnný název pro skupinu steroidních prekurzorů (kalciferoly), které jsou nutné k syntéze hormonu D-kalcitriolu (nejaktivnější formou vitaminu D). Přeměna probíhá v játrech a ledvinách.
- Vhodné užívat vitamín D na večer a s jídlem vzhledem k jeho rozpustnosti v tucích. Na noc dochází ke zpomalení trávicí soustavy a tudíž se zvyšuje doba vstřebávání.

# Vitamínu D v organismu

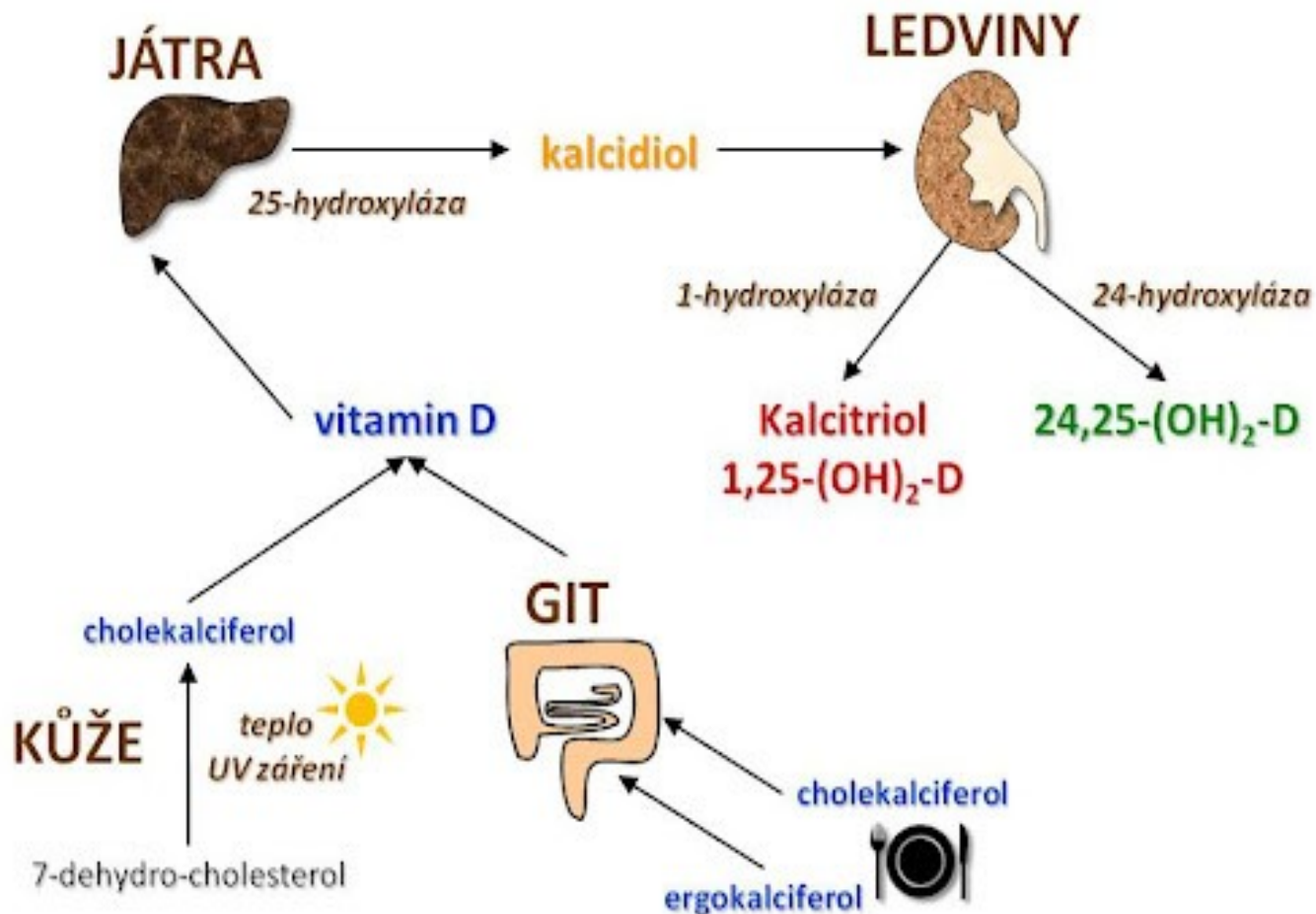
- přispívá k normálnímu vstřebávání/využití vápníku a fosforu,
- přispívá k normální hladině vápníku v krvi,
- přispívá k udržení normálního stavu kostí,
- přispívá k udržení normální činnosti svalů,
- přispívá k udržení normálního stavu zubů,
- přispívá k normální funkci imunitního systému,
- podílí se na procesu dělení buněk

# Syntéza vitamínu D



- V kůži dojde účinkem slunečního záření o vlnové délce okolo 300 nm k rozštěpení B kruhu mezi uhlíkem 9 a 10 a vznikem cholekalciferol.
- Cholekarciferol je krevním oběhem zaveden do jater, kde dojde k hydroxylaci na 25 uhlíku, tím vznikne 25 - hydroxykalciferol (25 - OHC).
- 25 - OHC je opět krevním oběhem opět zanesen do ledvin ,tam probíhá druhá dihydroxylace na 1 nebo 24 uhlíku. Při těchto reakcích vzniká 1, 25 - dihydroxykalciferol (1, 25 - OHC) nebo 24, 25 - hydroxykalciferol (24,25 - OHC).
- 1, 25 - OHC se podílí na krátkodobé regulaci extracelulární koncentraci vápníku a fosforu.
- 24, 25 - OHC podílí se na zabezpečení mineralizace kostí.

# Metabolismus vitaminu D



# Rachitis

- onemocnění postihuje hlavně děti a dospívající mládež a je známo odedávna. Už na egyptských kostrách starých 3 500 let byly zjištěny křivičné deformace, dokonce i u mumie chrámového paviána.
- novověk - 18. a 19. stol. se křivice masově šířila zejména v severní Evropě a v Severní Americe. Největší počty nemocných byly zaznamenány v době průmyslové revoluce – udává se, že do dvou let věku onemocnělo až 80 % dětí
- r. 1822 polský lékař a biolog Jerdrzej Snia - decki. Povšiml si, že u dětí žijících v úzkých uličkách chudých čtvrtí Varšavy, kam se po většinu dne nedostalo slunce, se velice často vyskytuje křivičné onemocnění, kterým však děti na venkově trpěly jen zřídka. Usoudil, že sluneční světlo může vzniku onemocnění nejen zabránit, ale také ho léčit

## NORMAL BONES



## RICKETS



# Nežádoucí účinky UV

- **Poškození DNA**

- mutagenita UV A záření
- výskyt melanomů

- **Buněčné poškození**

- UV A i UV B záření mohou poškodit buňky - indukce apoptózy

- **Změny v imunitní odpovědi způsobené UV zářením**

# Dlouhodobé působení UV záření

Může na kůži vyvolat i chronické změny, které již mohou být do jisté míry nevratné; například

- podpora aktinického stárnutí kůže (photoageing)
- narušení imunitních reakcí (fotoimunosuprese)
- rozvoj rakoviny kůže (fotokarcinogeneze)



# Photoaging

- Makro- i mikroskopické kožní změny způsobené slunečním zářením
- Nejedná se o prosté urychlení stárnutí
- Velké množství vrásek, žlutavá, suchá kůže s různými benigními, premaligními nebo i maligními novotvary

# Projevy photoagingu

- Změny kvality kůže
- Pigmentové změn
- Tvorba teleangiektázií (rozšíření cévek)
- Vrásky
- Koloidní milie - malé, tvrdé, bílé pupínky, které se mohou v krajních případech zanítit, otékat
- Kožní novotvary

# Milie



# Novotvary



# I) Fotodermatózy

## a) Fotodermatózy vyvolané vnějšími faktory

- fototoxické reakce
- fotoalergické reakce
- sluneční alergie

## b) syndromy spojené s nestabilitou DNA (např. Xeroderma pigmentosum)

# II) Malignity způsobené UV zářením

## a) nemelanomové

## b) melanomové

# Fitzpatrickova klasifikace (1975)

- Jedna z možností hodnocení stupně photoagingu
- Definuje toleranci slunečního světla podle typu pleti.
- Určuje reakci a následné ošetření pacienta, definuje pravděpodobnost vzniku kožní malignity

### Fitzpatrickova klasifikace

| skupina | klasifikace | věk     | popis                      | charakteristika   |
|---------|-------------|---------|----------------------------|---|
| I.      | mírný       | 28 - 35 | bez vrásek                 | ranný photoaging, mírné pigmentové změny, bez keratózy, minimální vrásky                              |
| II.     | střední     | 35 - 50 | mimické vrásky             | počáteční viditelné hnědé skvrny, hmatatelné keratózy, zjevné paralelní vrásky kolem úst              |
| III.    | pokročilý   | 50 - 65 | viditelné nemimické vrásky | jasné barevné skvrny, viditelné rozšíření kapilár, viditelné keratózy                                 |
| IV.     | těžký       | 60 - 75 | výrazné vrásky             | žlutošedá barva kůže, prekancerózy, velké množství vrásek, nelze aplikovat make-up (sesychá, trhá se) |

# Alergie na sluneční záření

- Světelná kopřivka (urtikárie; polymorfní světelná dermatóza)



- V těle vznikají látky, které již samotným působením slunečního záření vyvolávají u citlivějších lidí změny pokožky podobné alergické reakci

# Upíří syndrom

## Xeroderma pigmentosum

- Extrémní citlivostí na UV záření
- Vrozené onemocnění kůže
- Kůže má sklon k maligním nádorům





# Dětské UV oblečení

## **Co říká ochranný faktor oblečení?**

Podobně jako ochranný faktor opalovacích krémů udává, kolik UV záření pronikne přes oděv do kůže. Například oblečení s faktorem UPF 50 propustí do kůže pouze 1/50 UV záření, které dopadá na jeho povrch.

**edy oblečení s faktorem UPF 50 propustí do kůže pouze 1/50 (tedy 2%) UV záření, které dopadlo na jeho povrch.**



# Maligní onemocnění

- Nejvýznamnější zdravotní dopad účinků UV záření na kůži.

**1. Nemelanomový typ rakoviny kůže**

**2. Melanomový typ rakoviny kůže**

# Maligní melanom

- Je nejzhoubnější nádorové onemocnění kůže.
- Není častým onemocněním, představuje jen 5-7 % všech zhoubných kožních nádorů.
- Agresivita nádoru však řadí melanom mezi nejzávažnější maligní onemocnění vůbec.
- Rozlišují se čtyři základní morfologické formy maligního melanomu.

# Melanomový typ rakoviny kůže

- Maligní melanom.
- Často smrtelný, incidence se významně od roku 1970 zvyšuje .
- Riziko maligního melanomu koreluje s genetickou predispozicí a s expozicí UV zářením.
- Hlavní faktory: velké množství atypických névů, větší incidence je dále u lidí se světlou pletí, modrýma očima a blond vlasy, časté vystavení UV záření, spálení kůže v dětském věku.

# Nemelanový typ rakoviny kůže

- Benigní.
- Nebývají smrtelné.
- Chirurgické odstranění.
- Nejčastější místa výskytu: uši, tvář, krk, předloktí.
- Spinocelulární karcinom.
- Bazocelulární karcinom.

# Basaliom



# Poškození oka UV

- Oko je chráněno před slunečním světlem reflexním stažením zorniček, které minimalizuje penetraci slunečních paprsků.
- Tato bariéra ale není stoprocentní a její omezení nastává zejména v případech, jako je odraz UV záření ze země, vodní hladiny, písku nebo sněhu.

# Vliv UV záření na lidské oko

- Akutní reakce :
  - fotokeratinitida („spálení očí, rohovky“ – sněžná slepota)
  - Záněty jsou bolestivé, ale jsou reverzibilní, nezanechávají následky.
  - Extrémní formy fotokeranitidy nastupují u tzv. sněžné slepoty.





GERMICIDNÍ LAMPA  
UV-C ŽÁŘENÍ  
POŠKOŽUJE OČI

# Opalování v soláriích

- WHO se v srpnu 2004 obrátila na vlády zemí, které se nově staly členy EU s informací o své iniciativě v oblasti prevence poškozování zdraví vlivem UV záření při opalování v soláriích.
- Existují dva základní typy solárií.
- Prvním a nejčastěji používaným typem je solárium horizontální (tzv. ležící). Je určeno pro ty, kteří si chtějí rychle odpočinout a relaxovat.
- Druhým používaným typem je solárium vertikální (tzv. stojící), které je jednodušší pro údržbu, čištění a hygienu.
- Dalším typem jsou solária, určená jen pro některou část těla.

+ a –

## ozáření v soláriu

- Opálení získané v soláriu *chrání* kůži před spálením při letním pobytu na slunci - toto opálení chrání proti slunečnímu spálení jen v omezené míře.
- Lepší nálada
- Používané přístroje vyzařují UV A a UV B záření, obojí poškozuje DNA v buňkách kůže. UV B o vlnové délce 295 – 320 nm má dobře známé karcinogenní účinky a vede k rozvoji novotvarů na kůži.

# Solárium se nedoporučuje:

- lidem mladším než 18 let;
- těhotným ženám;
- lidem s teplotou nebo užívajícím jakékoliv léky (nutná konzultace s lékařem);
- osobám s pokožkou, která se špatně opaluje a je pokryta velkým počtem névů (více než 30);
- osobám, které mají tendenci k tvorbě pih a v minulosti se na slunci spálili;
- osobám s prekancerózami (např. solární keratózy) nebo které měly v minulosti maligní kožní léze či sluněním poškozenou pokožku.

# Principy ochrany před UV zářením

- Omezení času stráveného během poledne na přímém slunci.
- Sledování UV indexu.
- Vyhledávat stín.
- Ochranný oděv.
- Krémy s tzv. sunscreeny.
- Nepoužívat UV lampy, solária.

# Doporučení Evropské komise

- 2006/647/ES zavádí nové požadavky na způsob značení výše ochrany, který je srozumitelný pro spotřebitele.
- Ochrana proti UV B záření, ale i ochrana proti UV A záření.

Nevystavujte kojence a malé děti přímému slunci



Aplikujte ochranné prostředky  
v dostatečném množství a opakovaně

Chraňte se oděvem, klobouk a brýle poskytují další ochranu



Vyvarujte se slunečnímu záření v době poledne





POSITIVE



# Ochrana očí

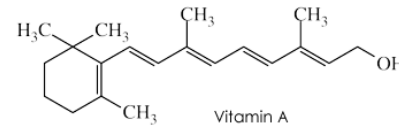
4 normalizované kategorie filtrů:

- Kategorie 0 - bezbarvý nebo velmi světlý filtr
- Kategorie 1 - světlý filtr
- Kategorie 2 - středně tmavý filtr
- Kategorie 3 - tmavý filtr
- Kategorie 4 - velmi tmavý filtr

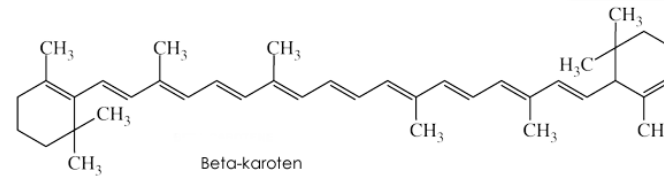
Kategorie 3 a 4 nejsou vhodné při řízení motorových vozidel.

# Systemová ochrana

Beta-karoten:



$C_{20}H_{30}O$   
VITAMIN  
A



*Handlog*

- selektivní akumulace v podkožní tukové tkáni,
- rozptýlení jak v epidermis, tak v dermis účinkuje jako membránový stabilizátor a vychytávač různých forem reaktivního kyslíku, které jsou vyvolány UV ozářením.

# Aktivní ochrana

- Fotoprotektivní adaptace- opakované (6–10×) ozáření UV zářením těsně podprahovými dávkami, které podpoří přirozené mechanismy
- Fotochemoprotekce.

# Pasivní ochrana

- Sunscreeny
  - Látky, které ochraňují lidskou kůži před působením UV záření
  - Nepůsobí v kůži, ale na kůži a UV záření rozptylují
  - V podobě roztoků, gelů, krémů. Nelze je vyrobit jako mléko či sprej.
  - Pohlcojí i odrážejí až 95 %
  - UV záření lze vyrobit jen s ochranným faktorem maximálně 30.

# Měřič UV záření



# Ionizující záření

- SÚRO (Státní ústav radiační ochrany)
- Ionizující záření:
- Záření  $\alpha$  – jádra helia
- Záření  $\beta$  – proud urychlených elektronů nebo pozitronů. Probíhá u jader s nadbytkem neutronů
- Záření  $\gamma$  – proud fotonů, druh elmg. záření  
rentgenové záření X – elmg. záření, které se částečně kryje se zářením gama
- Neutronové záření – proud volných neutronů

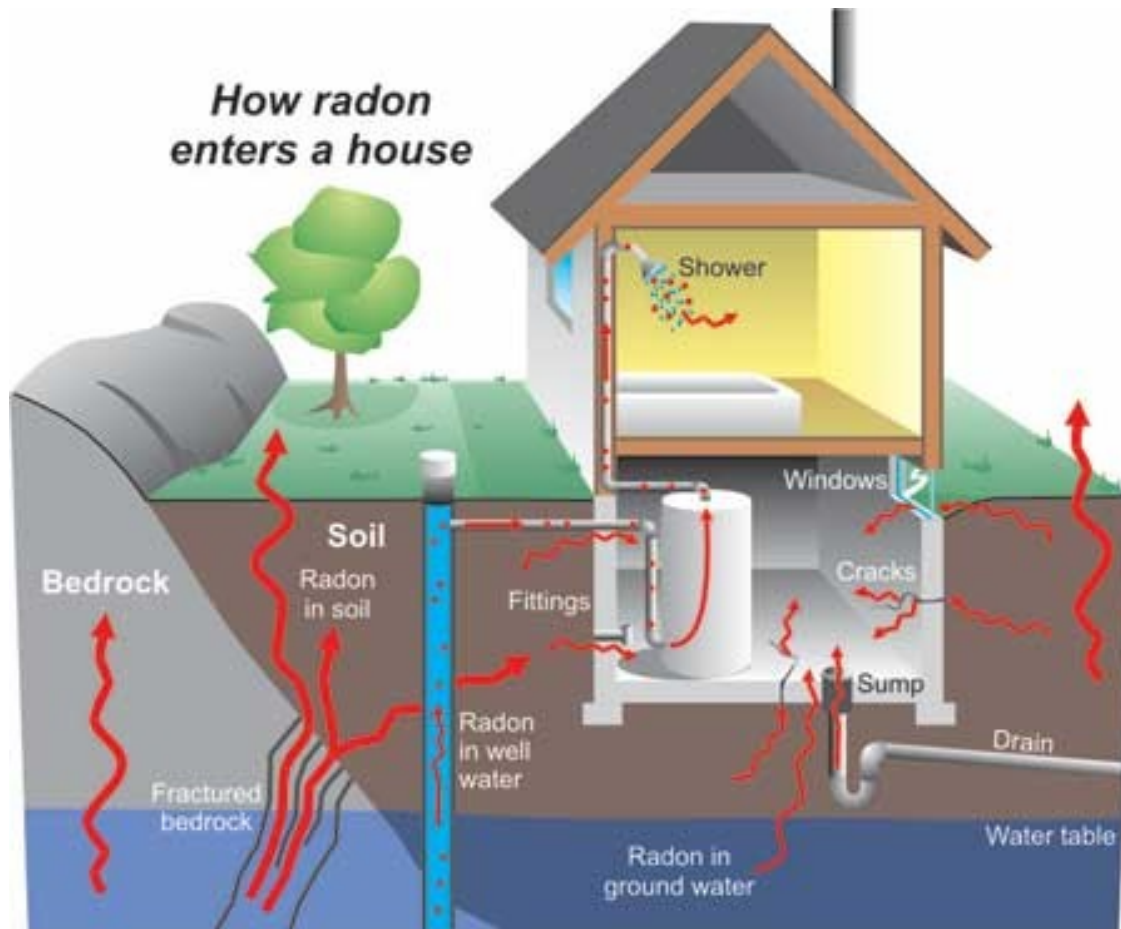
# Zařízení k měření dávek ionizujícího záření

## Dozimetr

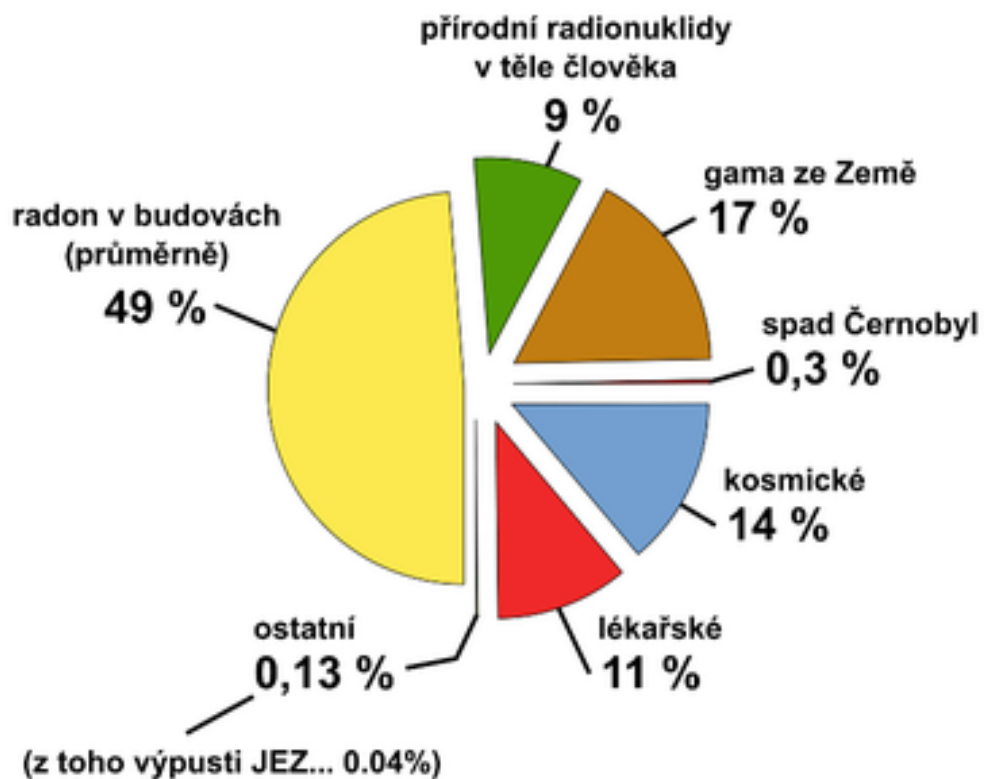




## How radon enters a house



## Rozdělení dávek obyvatelstvu



**Přírodnímu ozáření** byly organismy vystaveny odjakživa a do značné míry nevyhnutelně. Toto ozáření je přitom nerovnoměrné - některé skupiny osob na Zemi jsou ozářeny dávkami, které o jeden až dva řády převyšují světový průměr a ve výjimečných případech jsou na samé hranici dávek pro deterministické účinky záření.

Je určitým paradoxem, že vůbec největšímu ozáření obyvatelstva, způsobenému radonem v ovzduší budov, začala být věnována pozornost teprve na přelomu 70. a 80. let. V některých rodinných domech v České republice byly nalezeny dokonce tak vysoké úrovně radonu pronikajícího z geologického podloží, že jeho koncentrace převyšují více než 10x mezní hodnoty koncentrací radonu v uranových dolech a odpovídající každoroční dávky obyvatelům těchto domů jsou na úrovni více než stonásobku průměrné dávky obyvatelstvu.

Některé složky ozáření z přírodních zdrojů jsou ovlivněny lidskou činností a je rozumné je **regulovat**. Příkladem jsou protiradonová opatření při výstavbě nových nebo rekonstrukci stávajících budov, opatření ke snížení ozáření osob při využívání podzemních zdrojů vody s vyšším obsahem přírodních radionuklidů, regulace uvolňování přírodních radionuklidů do životního prostředí při některých průmyslových činnostech. Na této stránce vás chceme informovat o této zajímavé problematice.

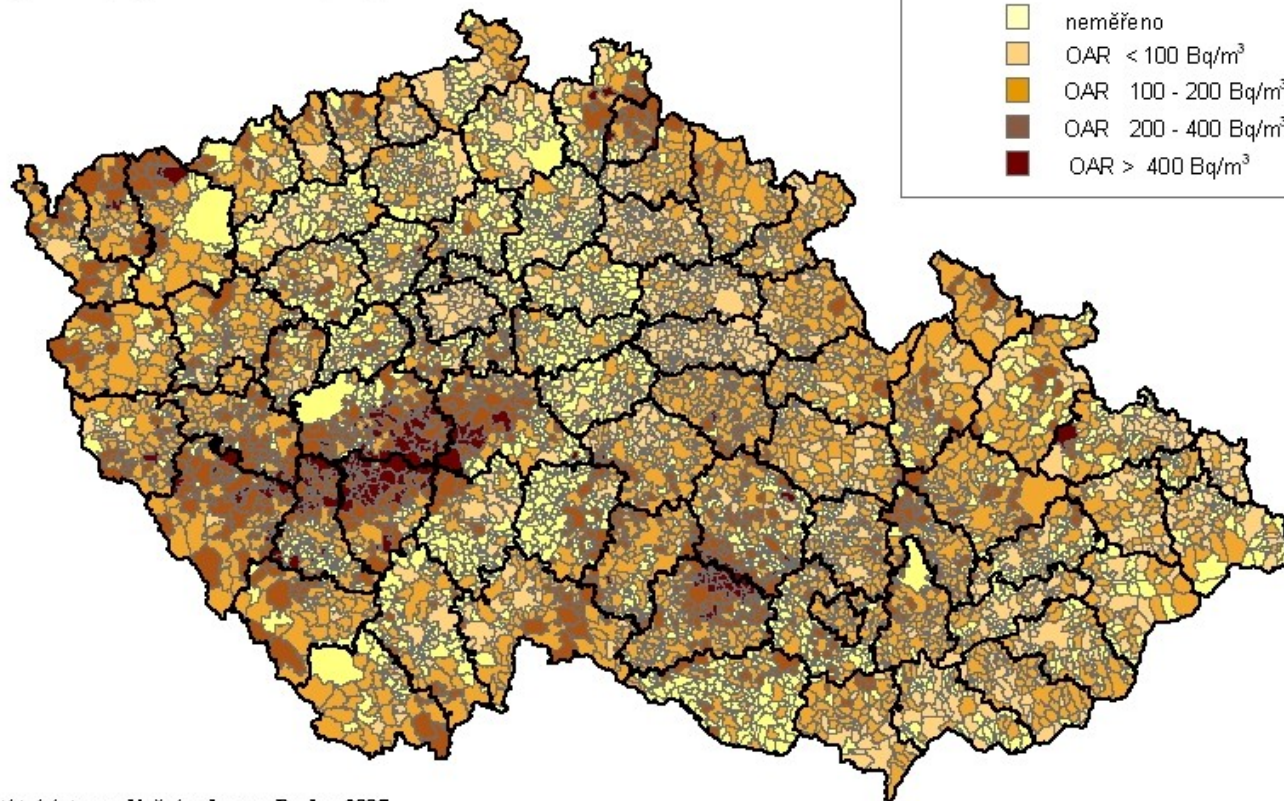
# Přírodní radioaktivita a problematika radonu

- Obavy obyvatelstva z radioaktivity jsou dnes soustředěny zejména na umělé zdroje záření, zvláště na jaderná zařízení. Většina lidí ani netuší, že zdaleka největší ozáření obyvatelstva je způsobeno zdroji přírodními
- Z hlediska **vnitřního ozáření** je zcela dominantní radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) a thoron ( $^{220}\text{Rn}$ ) a jejich produkty přeměny.

# Radon v ČR

## Radonový program ČR

Výsledky vyhledávacího programu - 2007



Státní ústav radiační ochrany, Praha, 2007

## Radon ve vodě

Podzemní voda obsahuje vždy určité množství radonu (v povrchových vodách je radonu zanedbatelně), který přechází z hornin obsahujících uran a radium a spolu s vodou se dostává do budov. Při používání vody v bytě se část radonu uvolňuje do ovzduší (při sprchování a mytí asi 50 %, při vaření a praní téměř 100%) a vytváří zde krátkodobé produkty přeměny radonu, jejichž vdechování přispívá k ozáření osob. Pití vody je z hlediska ozáření považováno za méně významné.

Průměrný obsah radonu v pitné vodě z podzemních zdrojů je v ČR (podle výsledků měření z roku 2015) kolem 14-15 Bq/l, nejvyšší hodnoty nalezené v soukromých studnách jsou přes tisíc Bq/l, (pro zajímavost: lázeňské vody používané v Jáchymovských lázních mají hodnoty řádu 10 000 Bq/l).

Obsah radonu ve vodě souvisí s obsahem přírodních radionuklidů v geologickém podloží.

Častý výskyt vyšších hodnot je zjišťován například v oblastech Jindřichův Hradec, Písek, Prachatice, Strakonice, Plzeň - jih, Sokolov a Tachov.

Kromě radonu jsou v pitné vodě přítomny, i když obvykle v menším množství, také další přírodní radionuklidy. Jedná se především o radium ( $Ra^{226}$ ) a izotopy uranu ( $U^{234}$  a  $U^{238}$ ). Jejich zdrojem je stejně jako u radonu okolní hornina a pití vody obsahující takové radionuklidy způsobuje rovněž určité ozáření obyvatel.

# Výsledky měření obsahu radia (Ra-226) ve stavebních materiálech v ČR

| stavební materiál | průměrná hodnota [Bq/kg] | nejvyšší hodnota [Bq/kg] |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| stavební kámen    | 27,5                     | 925                      |
| cihly             | 45,2                     | 143                      |
| beton             | 21,1                     | 192                      |
| pórobeton         | 46,1                     | 85                       |
| škvárobeton       | 66,7                     | 118                      |
| malty             | 19,8                     | 82                       |
| omítky            | 13,9                     | 56                       |
| keramické obklady | 63,0                     | 117                      |
| písek             | 13,3                     | 41                       |
| jíl               | 40,9                     | 199                      |
| kamenivo          | 34,9                     | 1090                     |
| popílek, škvára   | 75,5                     | 363                      |
| cement            | 36,5                     | 88                       |
| vápno             | 12,5                     | 94                       |
| sádra             | 12,1                     | 86                       |

## **Radiologie - záření v biologii a medicíně**

- věda o záření.
- lékařský obor, který využívá ionizující záření k diagnostice a terapii, biologické účinky ionizujícího záření
- hlavní speciální obory :
- **Rentgenová diagnostika** zvaná též radiodiagnostika
- **Radioterapie**
- **Nukleární medicína**, radioisotopová scintigrafie
- **Radiodiagnostika** – diagnostické zobrazovací metody nevyužívající ionizujícího záření - ultrazvuková sonografie, nukleární magnetická rezonance a termografie



