

Doc. RNDr. Petr Anděl, CSc.

Základy ekologie

Technická univerzita v Liberci

Fakulta přírodovědně humanitní a pedagogická

ABIOTICKÉ FAKTORY

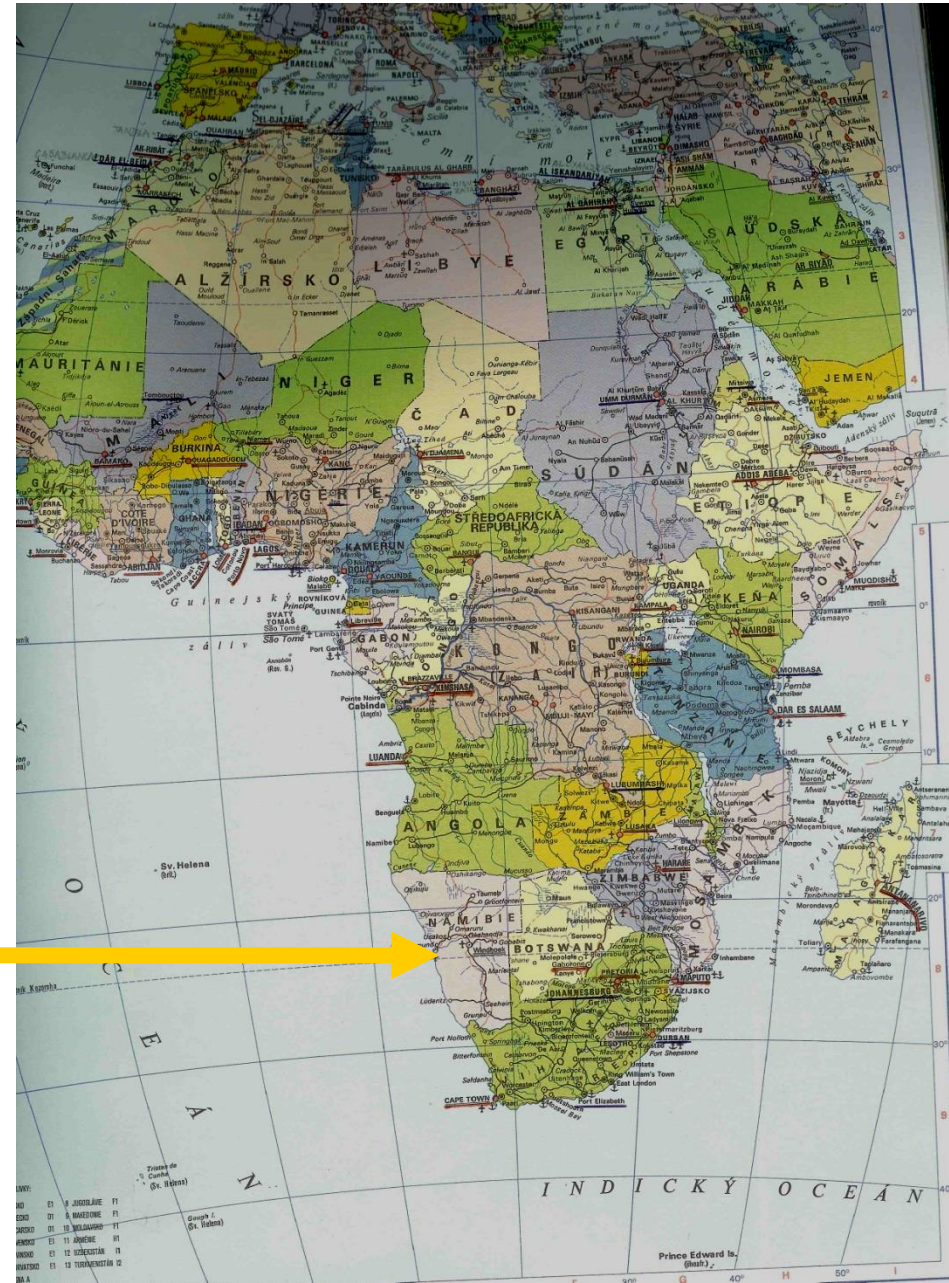
Hluk

Hluk

Zvuk – přenos informací



Namibie



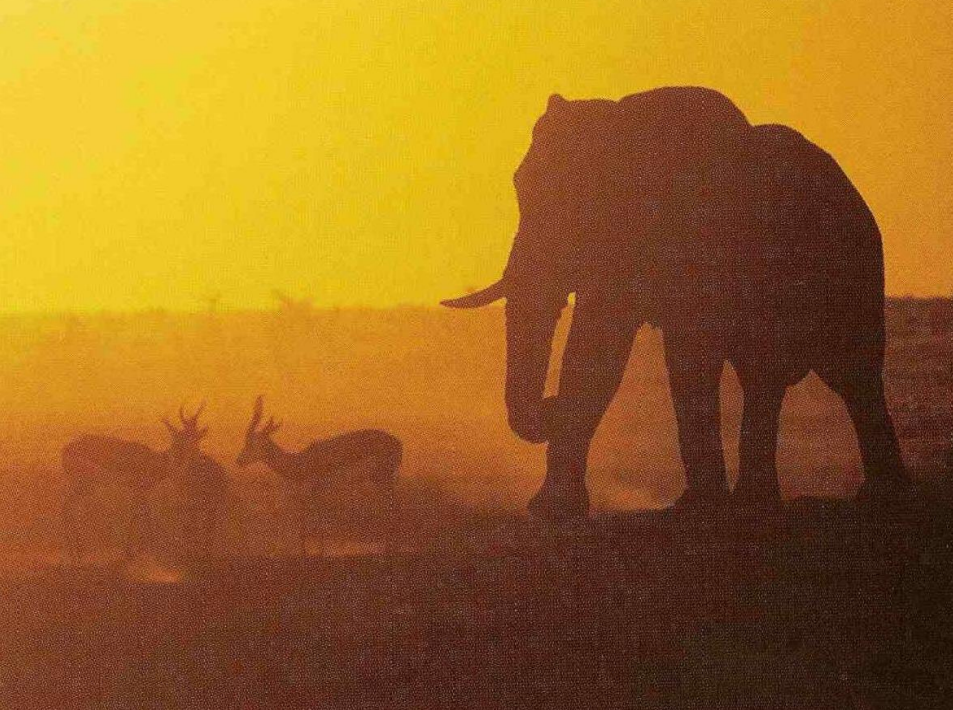
Namibie - poledne



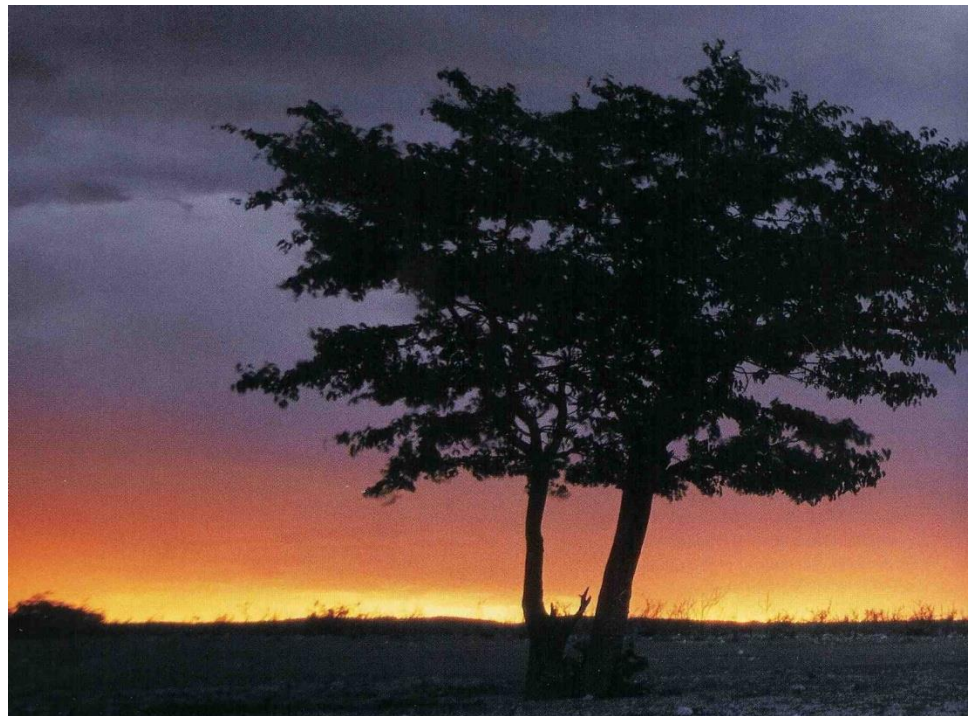
- teplota přes 40 °C
- stálý vítr
- dosah zvuku slona = 1 km
- rozloha území cca 3 km²

Namibie - noc

- teplota přes 40 °C
- stálý vítr
- dosah zvuku slona 1 km
- rozloha území cca 3 km²



- teplota přes 4 °C
- bezvětří
- dosah zvuku slona 10 km
- rozloha území cca 300 km²



Zvuk

Zvuk = mechanické vlnění šířící se pružným prostředím

Zvuk

kmitočet (Hz)

20

20 000



INFRAZVUK

„SLYŠITELNÝ ZVUK“

ULTRAZVUK

velryby
sloni

komorní *a* = 440 Hz

lidské ucho je nejcitlivější
2500 – 4000 Hz

netopýři
(40 000 – 120 000)

sonar
sonografie

Hluk

Hluk – disturbanční faktor

Hlasitost zvuku (dB)

120

- hlasitost zvuku se vyjadřuje v decibelech(dB)
- je mírou přenosu energie mechanického vlnění

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

Hlasitost zvuku (dB)

120

- hlasitost zvuku se vyjadřuje v decibelech(dB)
- je mírou přenosu energie mechanického vlnění

100

90

- jedná se o logaritmickou stupnici
- zvýšení o 3 dB = 2x větší hlasitost

80

70

60

50

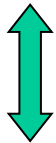
Zvýšení hlasitosti:

40

30

20

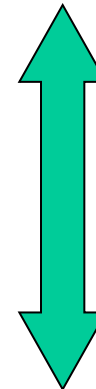
10



10 krát



100 krát



1000 krát

Hlasitost zvuku (dB)

120	start stíhačky
100	
90	
80	doprava na silnici
70	
60	
50	limit pro den
40	limit pro noc, běžný hovor
30	
20	
10	pohyb listí

Hlasitost zvuku (dB)

120

100

90

80

70

60

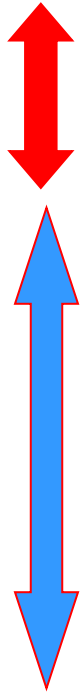
50

40

30

20

10



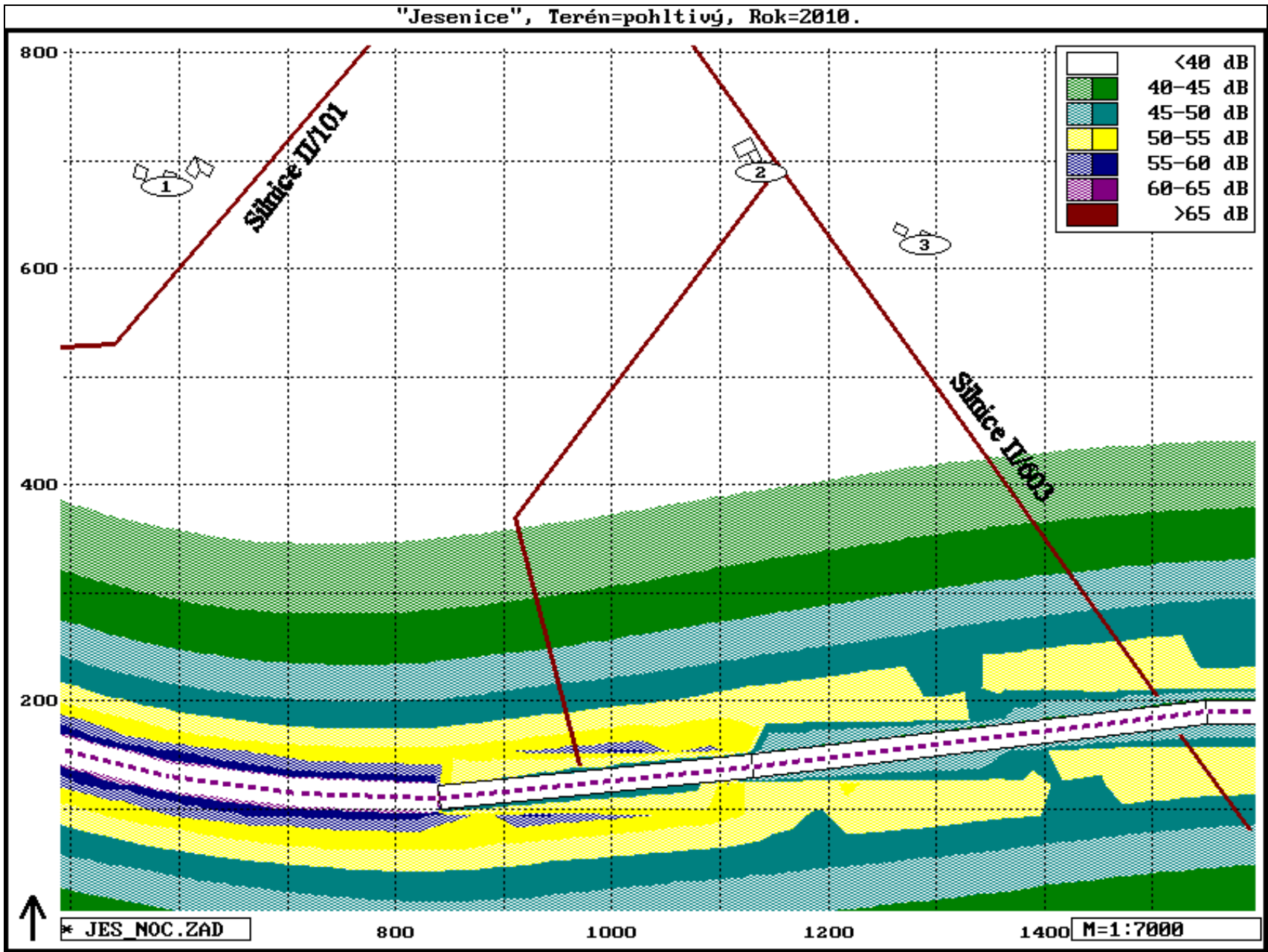
oblast akutního poškození sluchu

oblast rizika chronických negativních vlivů



**Překračování
hygienických limitů**

Jesenice - izofony hluku v noční době



Ochrana proti hluku - dodržení hygienických limitů



Radioaktivita

Radioaktivita

Radioaktivní záření

Základní pojmy

Základní pojmy

Radioaktivita = schopnost některých atomových jader se samovolně přeměnit (rozpadat)

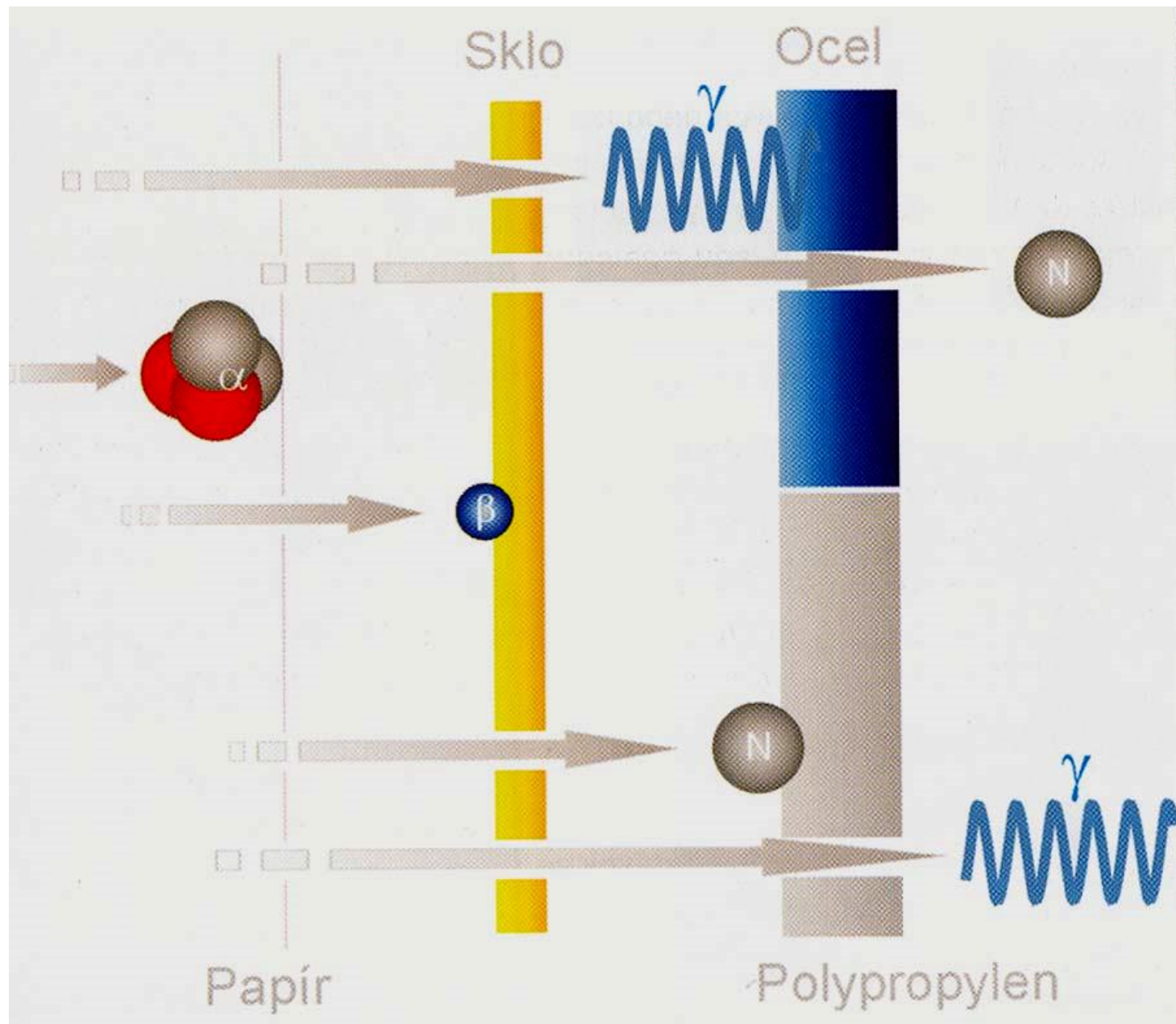
Ionizující záření = záření, které způsobuje při průchodu látkou ionizaci, tj. přeměnu neutrálních atomů na elektricky nabitě částice (ionty)

Radioizotop = nestabilní, samovolně se přeměňující izotop chemického prvku (Izotopy = atomy jednoho prvku, lišící se nukleonovým číslem – mají stejný počet protonů, ale různý počet neutronů)

Typy radioaktivního záření

- ❑ **alfa = 2 protony + 2 neutrony**
 - malá pronikavost
 - velká ionizační schopnost
- ❑ **beta = elektrony vysílané z jádra**
 - střední pronikavost
 - střední ionizační schopnost
- ❑ **gama = krátkovlnné elektromagnetické záření**
 - velká pronikavost
 - malá ionizační schopnost

TYPY ZÁŘENÍ



Charakteristika zářiče

Charakteristika zářiče

Aktivita radionuklidu = počet radioaktivních přeměn jednotlivého radionuklidu za jednotku času

jednotkou 1 Becquerel /Bq/ 1 Bq = s⁻¹

Charakteristika zářiče

Aktivita radionuklidu = počet radioaktivních přeměn jednotlivého radionuklidu za jednotku času

jednotkou 1 Becquerel /Bq/ 1 Bq = s⁻¹

používána pro popis radioaktivity ploch a těles s obsahem radionuklidů (tj. zářičů)

- plošná aktivita**
- měrná hmotnostní aktivita**
- měrná objemová aktivita**

Charakteristika zářiče

Poločas rozpadu = doba, za kterou se rozpadne polovina původního množství atomů

**u jednotlivých radionuklidů se liší v rozsahu
mnoha řádů: miliardy let
 zlomky sekundy**

Charakteristika příjemce

Charakteristika přijaté dávky

Dávka = střední energie sdělená ionizujícím zářením látce, vztažená na hmotnost látky

jednotkou 1 Gray /Gy/

1 Gy = J/kg

Charakteristika přijaté dávky

Dávkový ekvivalent:

- vychází z přijaté dávky
- modifikuje tuto hodnotu tak, aby co nejvíce odpovídala pravděpodobnosti biologického účinku
- vyjadřuje míru nebezpečnosti přijatého záření pro člověka

jednotkou 1 Sievert /Sv/

1 Sv = J/kg

Radioaktivita

Radiační ochrana

Zásady radiační ochrany

**Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu
(ICRP – International Commission on
Radiological Protection)**

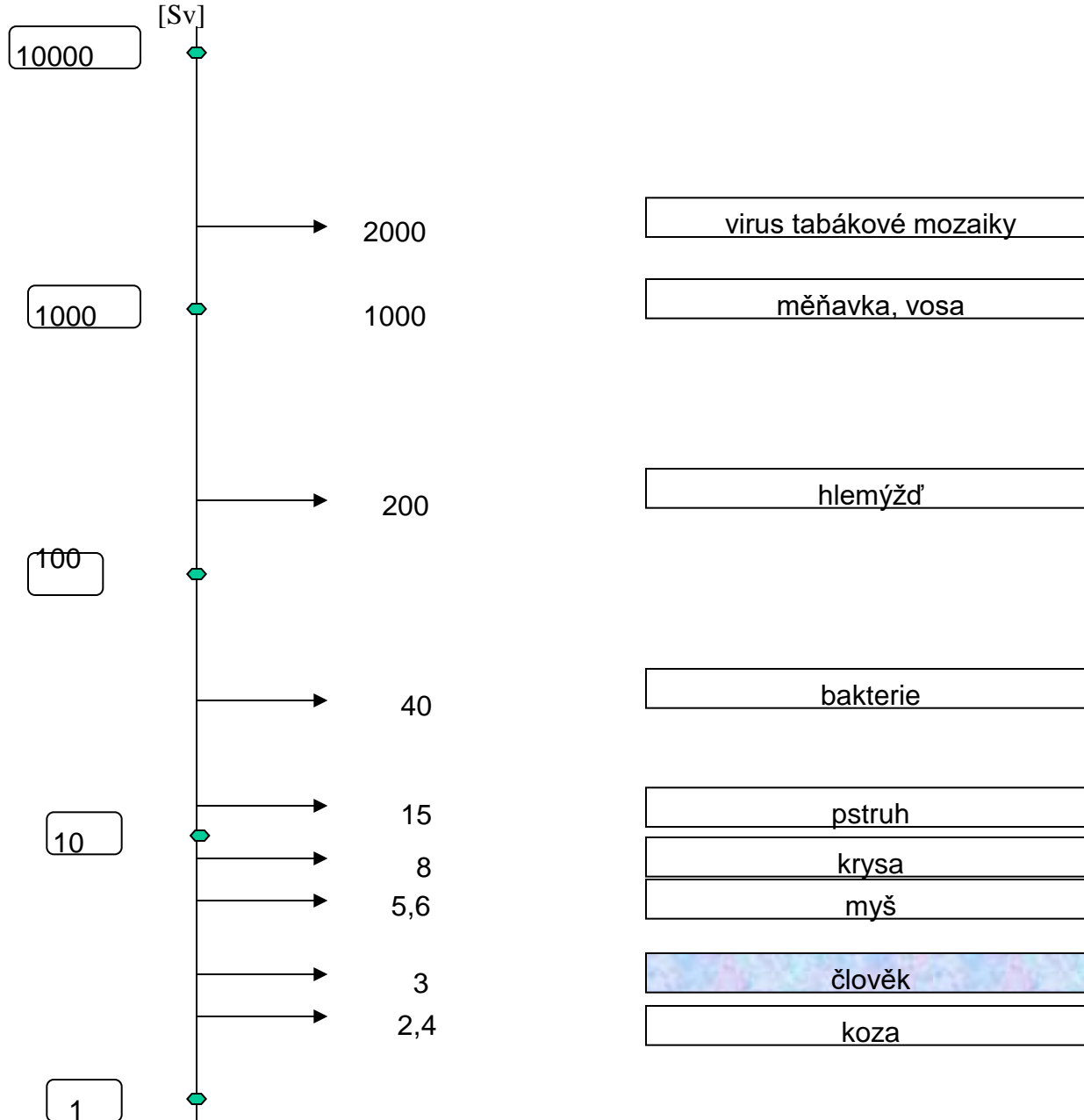
Zásady radiační ochrany

**Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu
(ICRP – International Commission on
Radiological Protection)**

- 1. žádná praxe nesmí být přijata, pokud její zavedení nepovede k pozitivnímu přínosu, prokazatelně převyšujícímu negativní důsledky**
- 2. veškeré ozáření musí být udržováno na tak nízké úrovni, jak je to rozumně dosažitelné z ekonomických a sociálních hledisek (tzv. princip ALARA)**
- 3. dávkový ekvivalent pro jednotlivce nesmí překročit stanovené limity**

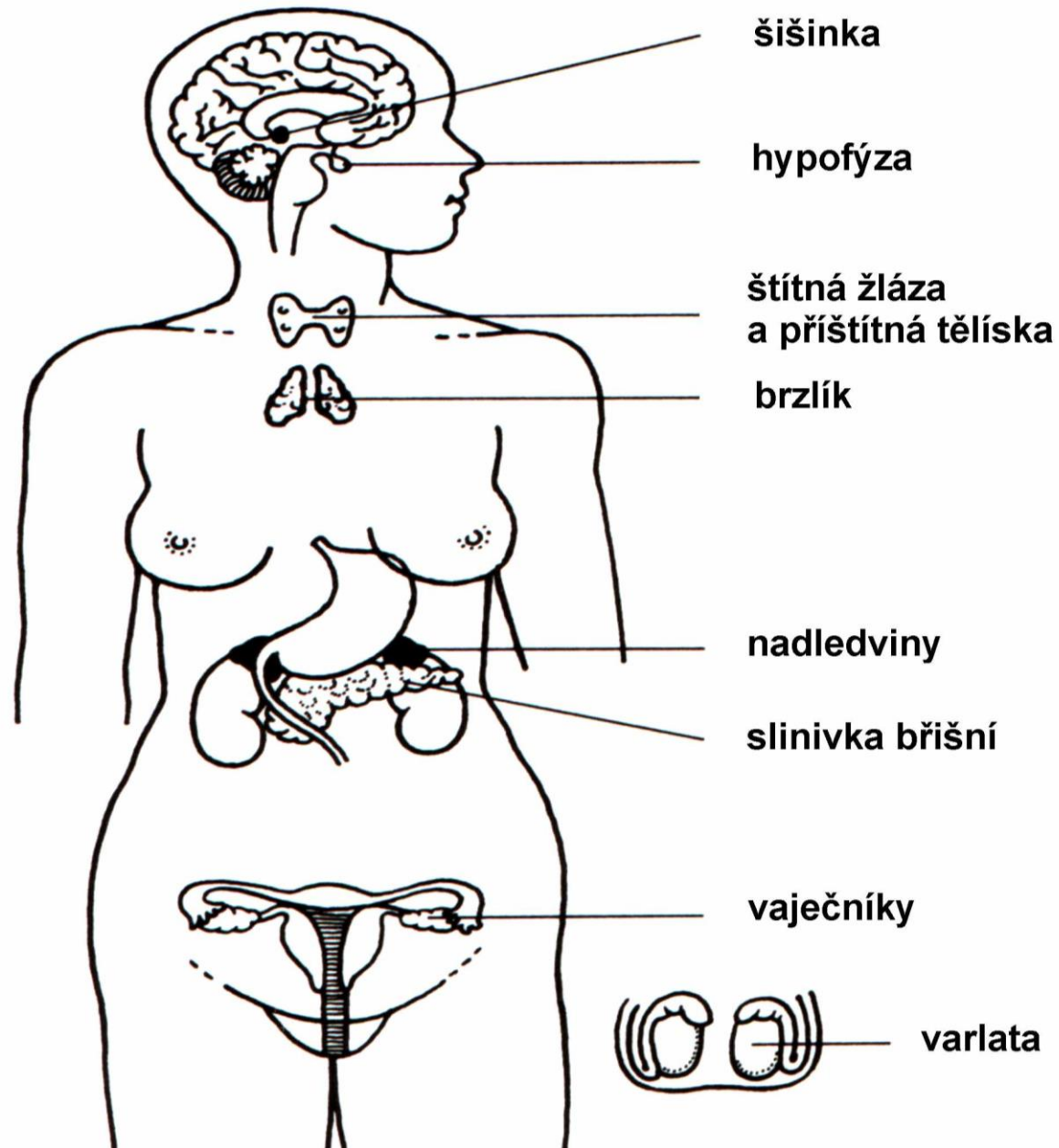
ORIENTAČNÍ SCHEMA CITLIVOSTI RŮZNÝCH DRUHŮ NA OZÁŘENÍ

(řádové hodnoty dávkového ekvivalentu, který přežije polovina ozářených jedinců)



ENDOKRINNÍ SOUSTAVA

ES

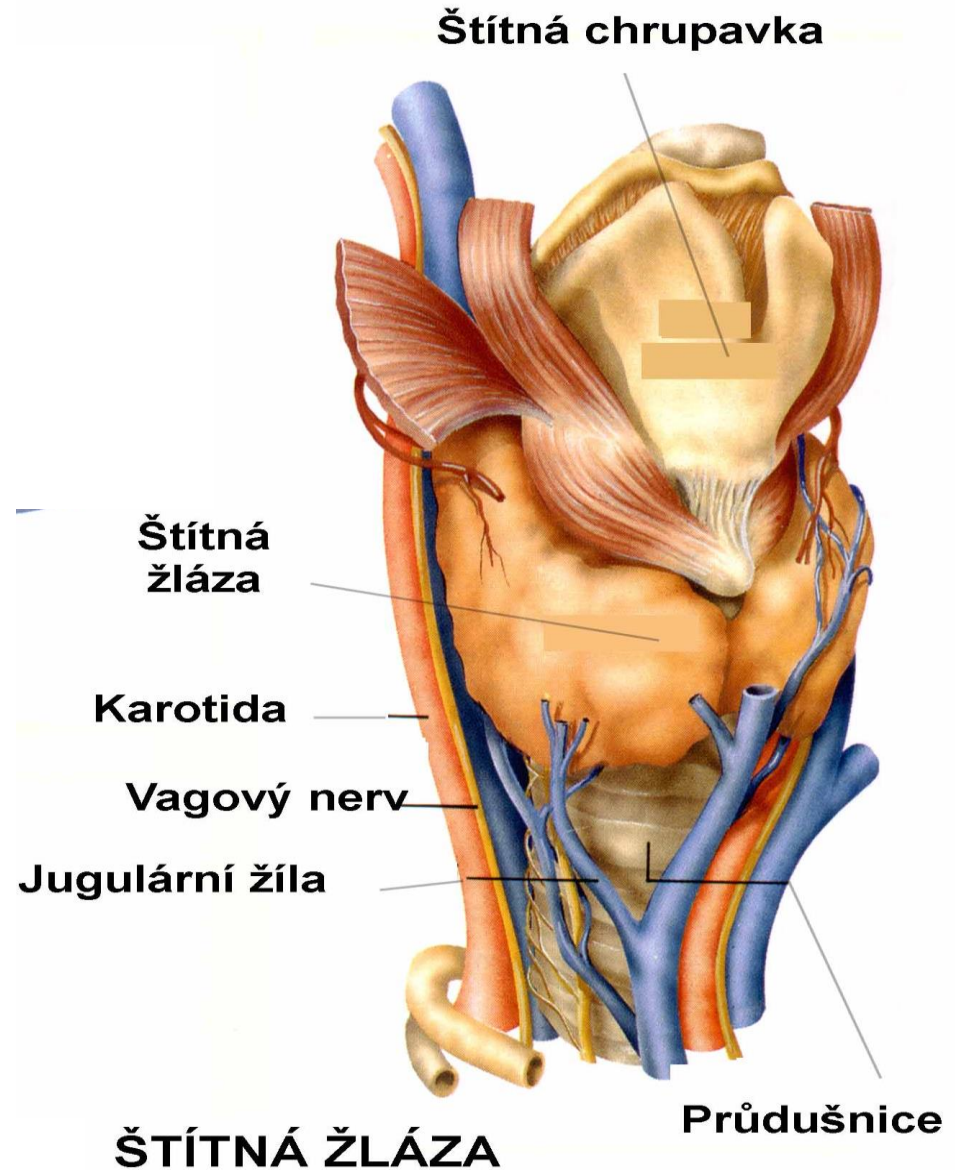


ŠTÍTNÁ ŽLÁZA

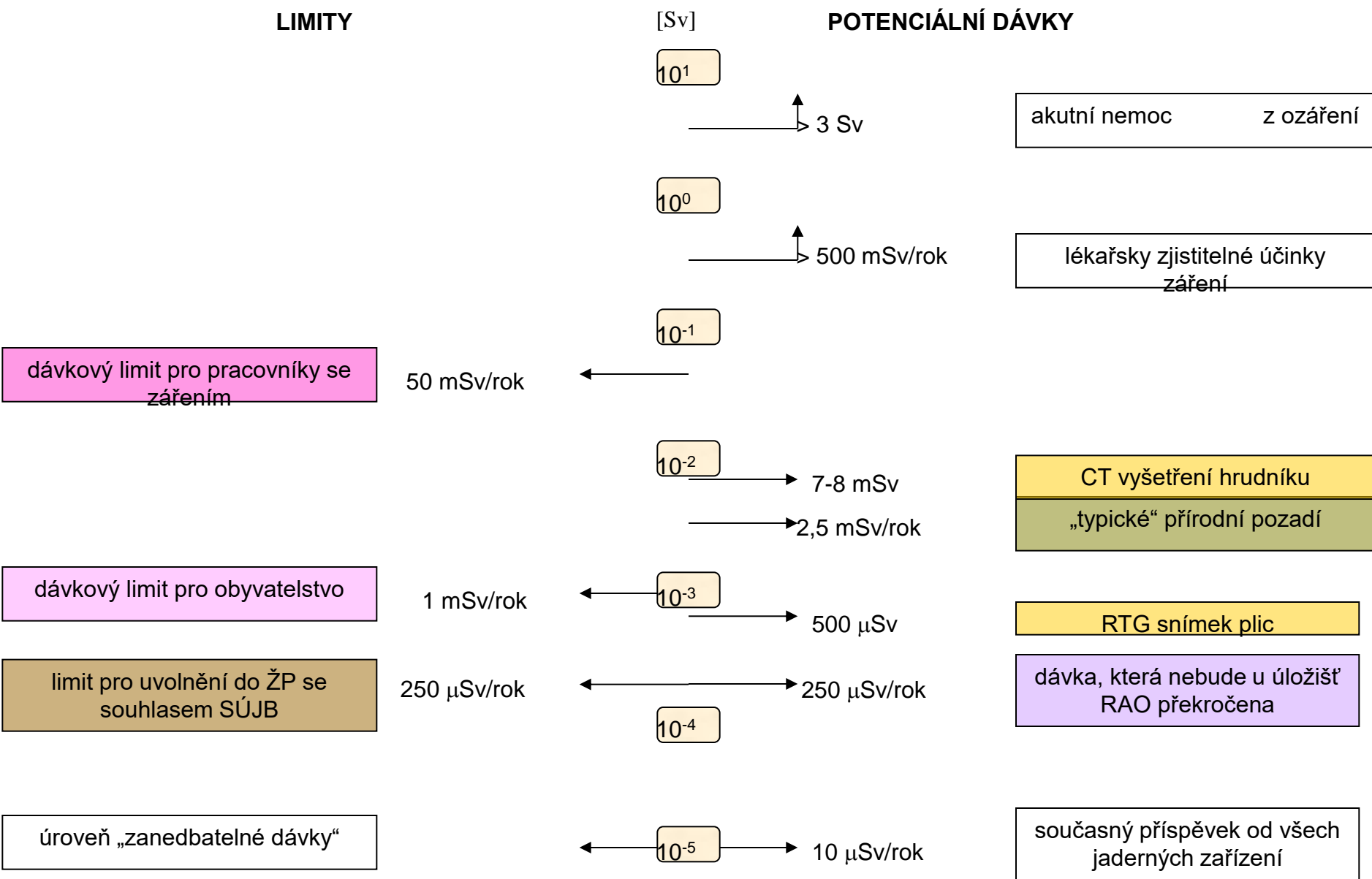
ES

hormony:
tyroxin a trijodtyronin

regulace růstu a vývoje

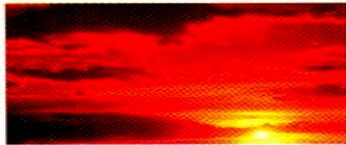





ORIENTAČNÍ SCHÉMA POROVNÁNÍ POTENCIÁLNÍCH DÁVEK A LIMITŮ RADIAČNÍ OCHRANY



PŘÍSPĚVKY OZÁŘENÍ

Roční příspěvky k ozáření průměrného jednotlivce z obyvatelstva z přírodních zdrojů:

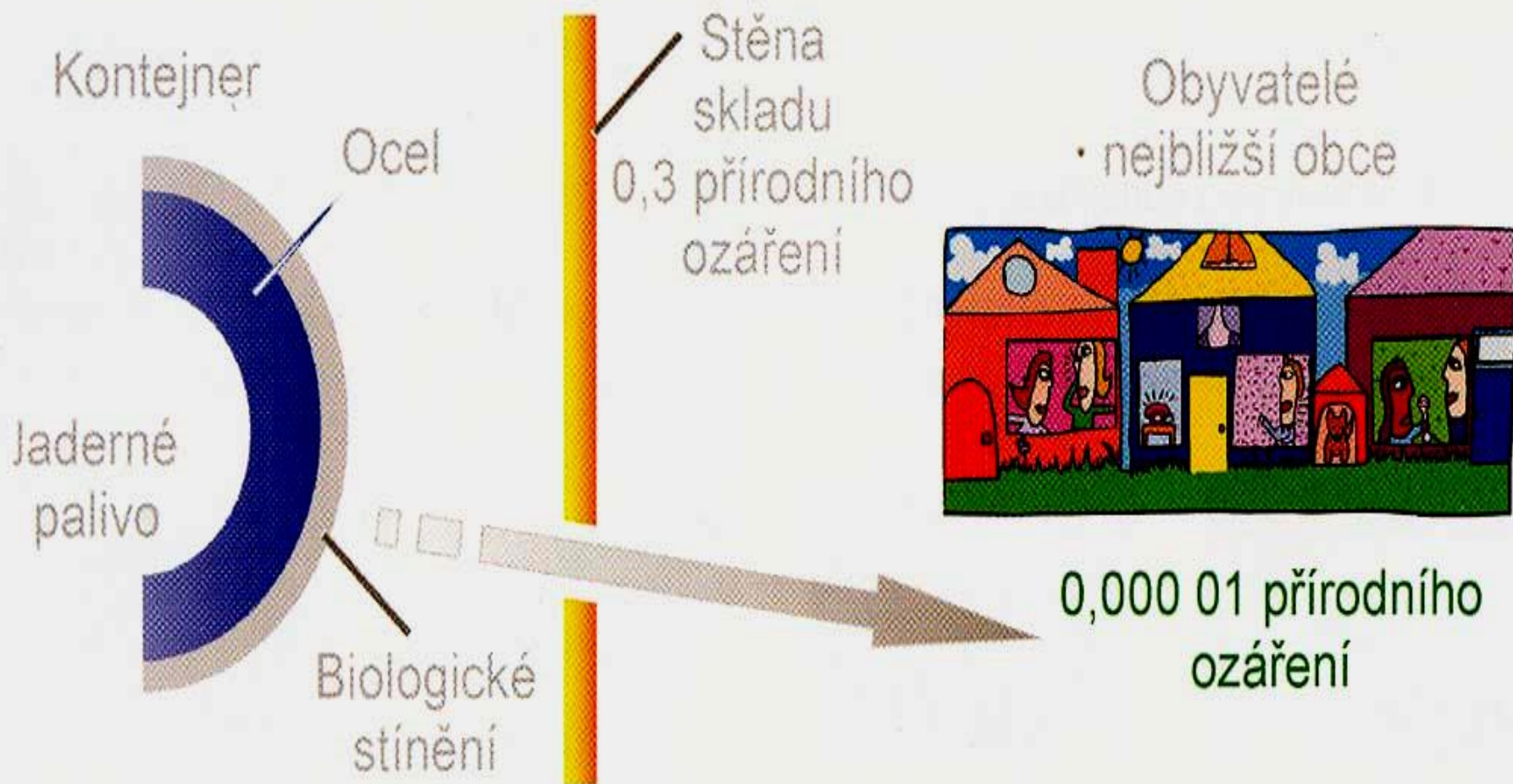
			
kosmické záření	terestriální záření (záření ze zemské kůry)	vnitřní ozáření, přírodní radioizotopy obsažené v potravě	radon, uvolňovaný do ovzduší z hornin nebo stavebních materiálů
0,30 mSv	0,35 mSv	0,30 mSv	1–3 mSv

/ Umělé zdroje se podílejí cca 20 % na hodnotě ozáření průměrného jednotlivce.

Roční příspěvky k ozáření průměrného jednotlivce z obyvatelstva z umělých zdrojů:

			
lékařská diagnostika a radioterapie	spad ze zkoušek jaderných zbraní	civilizační umělé zdroje (TV, moni- tory PC apod.)	jaderná energetika
0,60 mSv	0,01 mSv	0,01 mSv	0,001 mSv

OZÁŘENÍ ZE SKLADU PALIVA



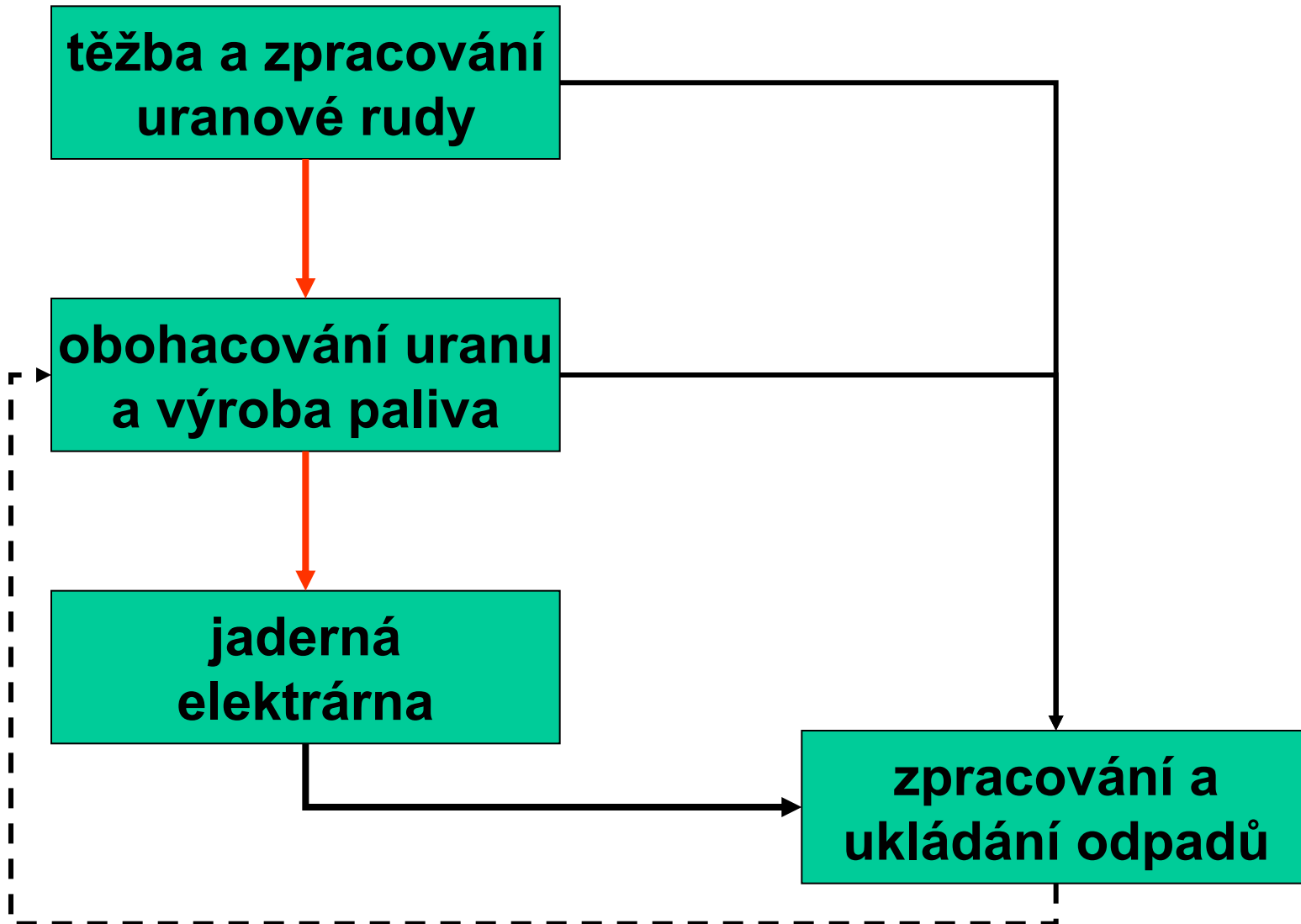


LIŠEJNÍK – SOB - ČLOVĚK

Radioaktivita

Jaderný palivový cyklus

JADERNĚ PALIVOVÝ CYKLUS

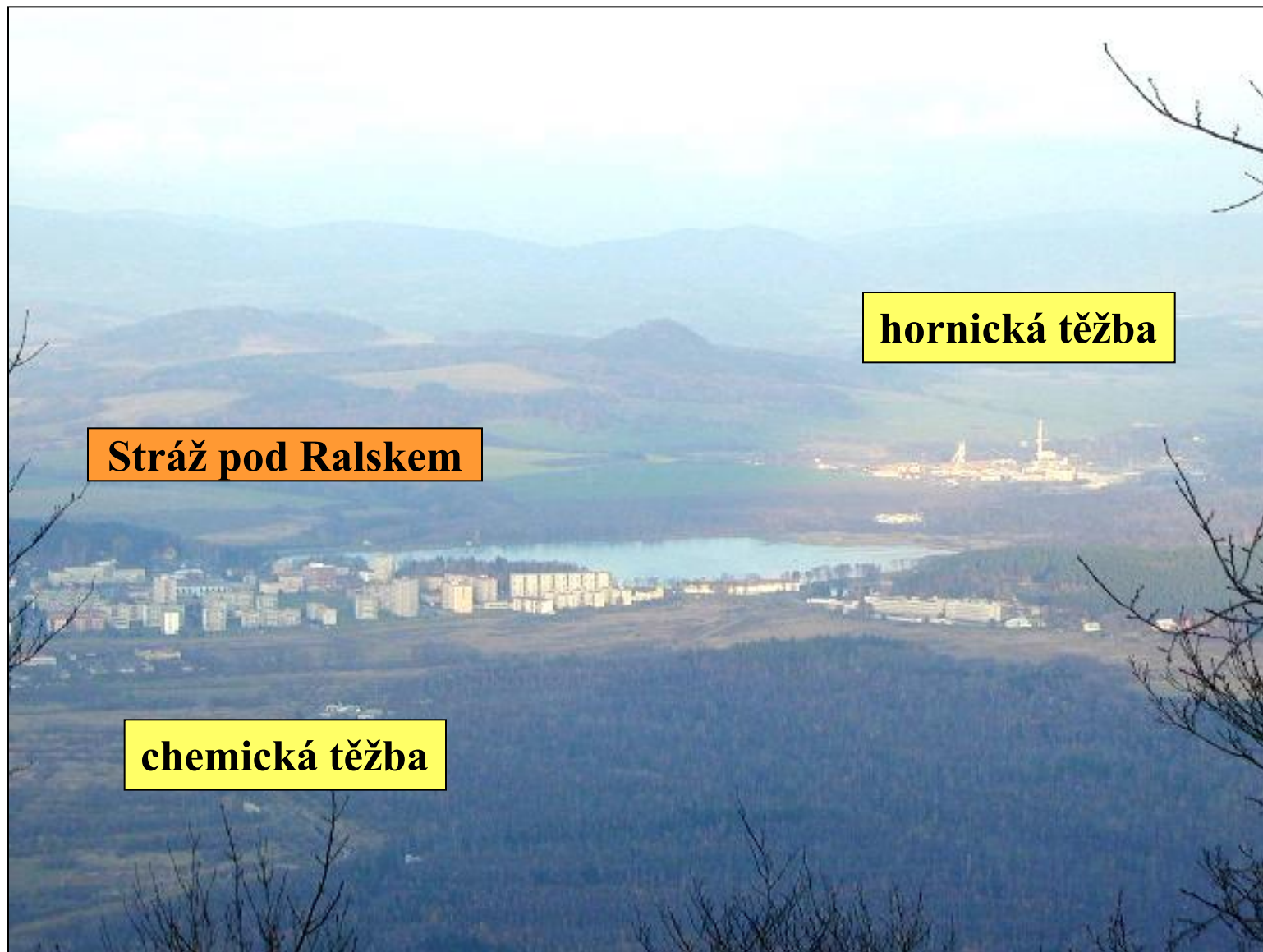


*Těžba a zpracování
uranu*

HRAD RALSKO



STRÁŽ POD RALSKEM

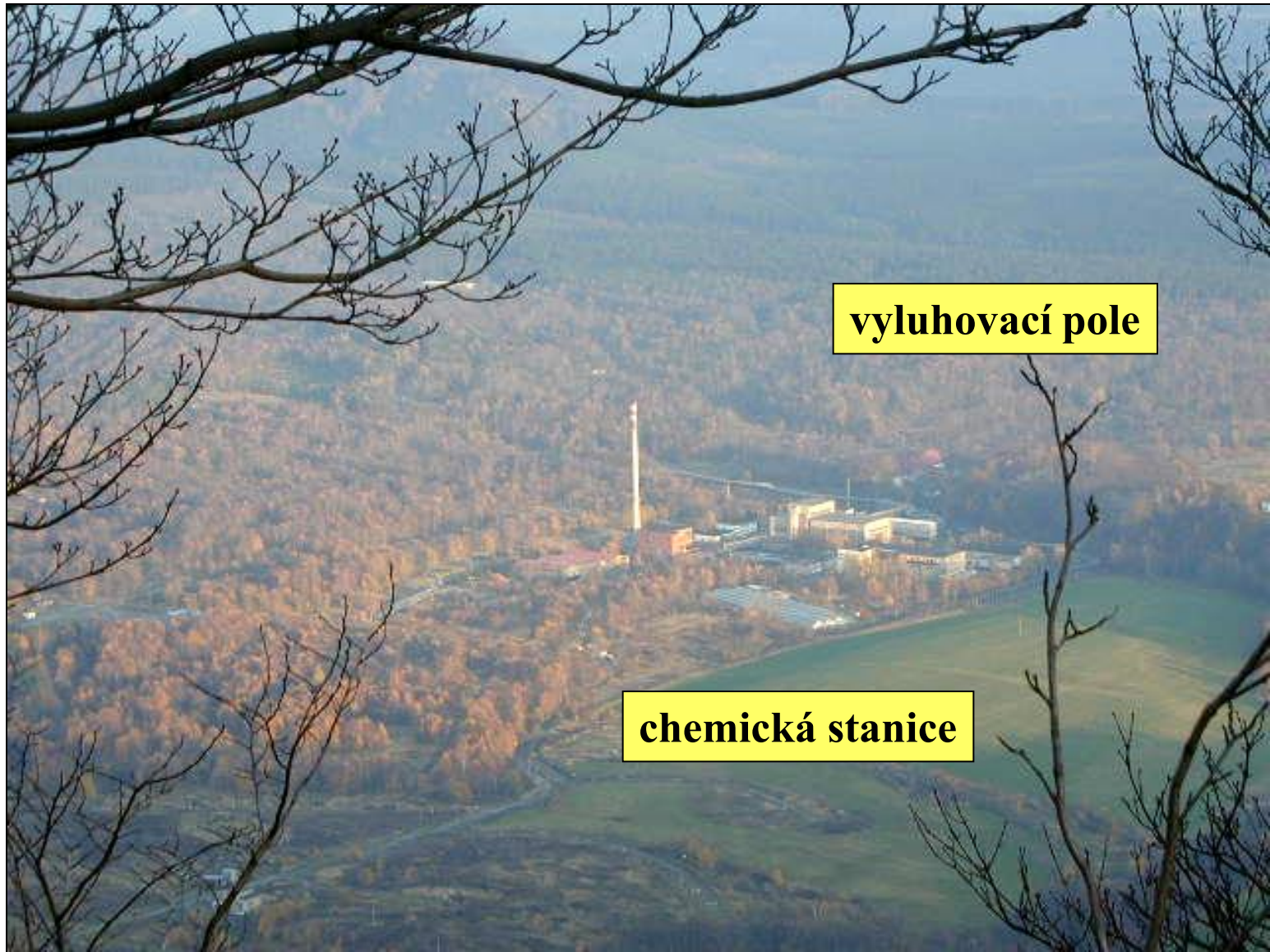


Stráž pod Ralskem

chemická těžba

hornická těžba

CHEMICKÁ TĚŽBA



vyluhovací pole

chemická stanice

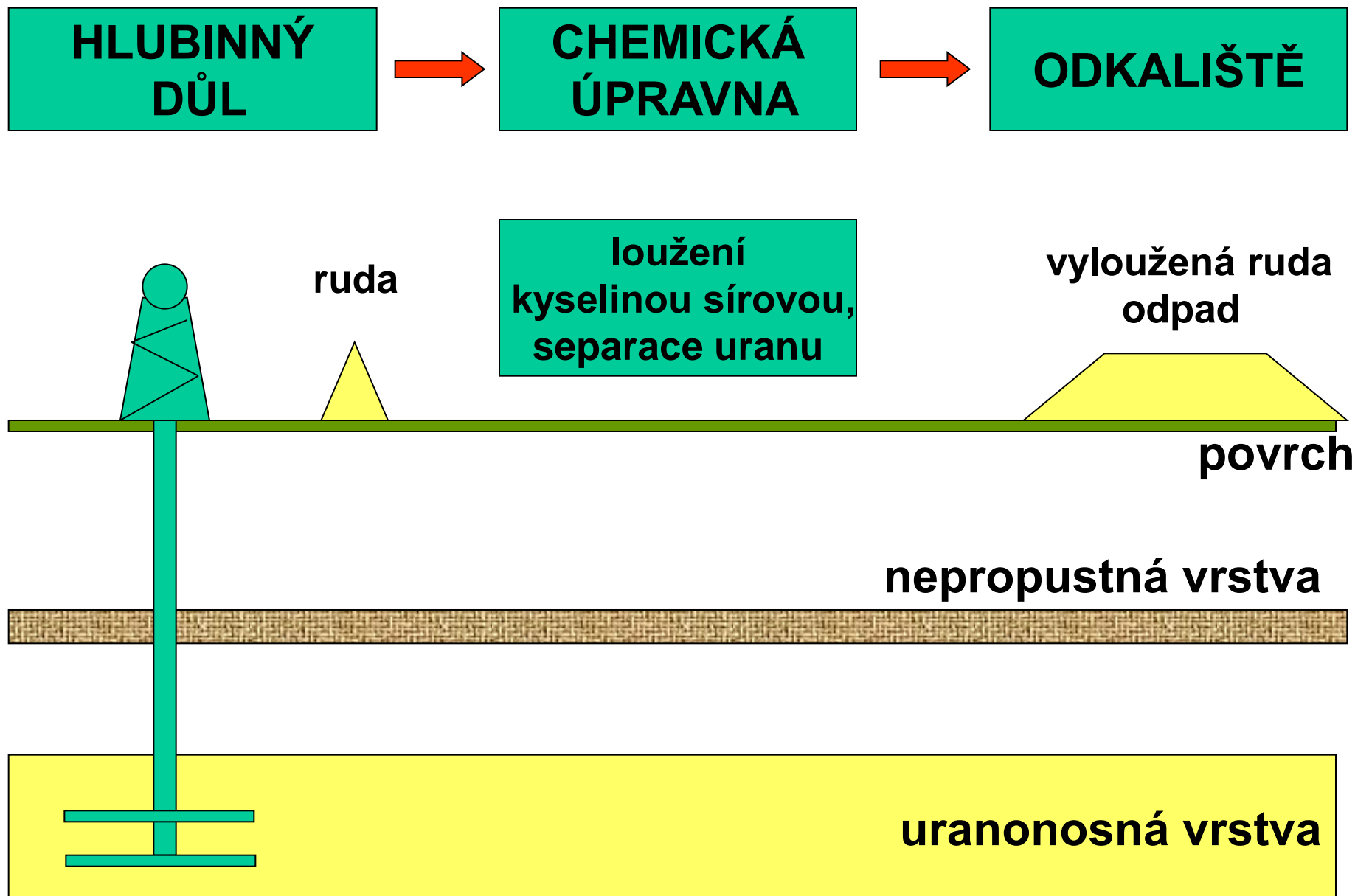
CHEMICKÁ ÚPRAVNA



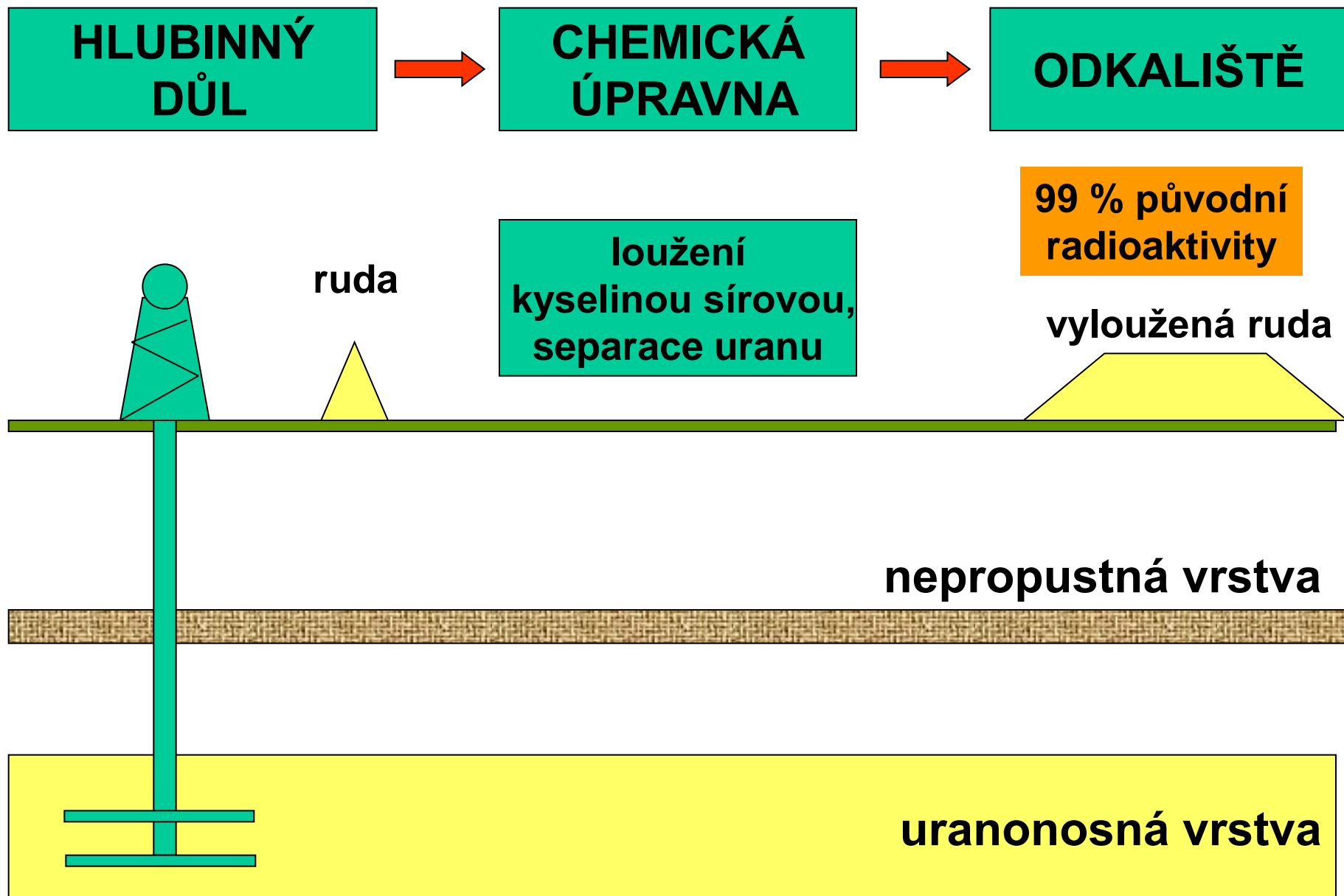
odkaliště

chemická úpravna

HORNICKÁ TĚŽBA URANU



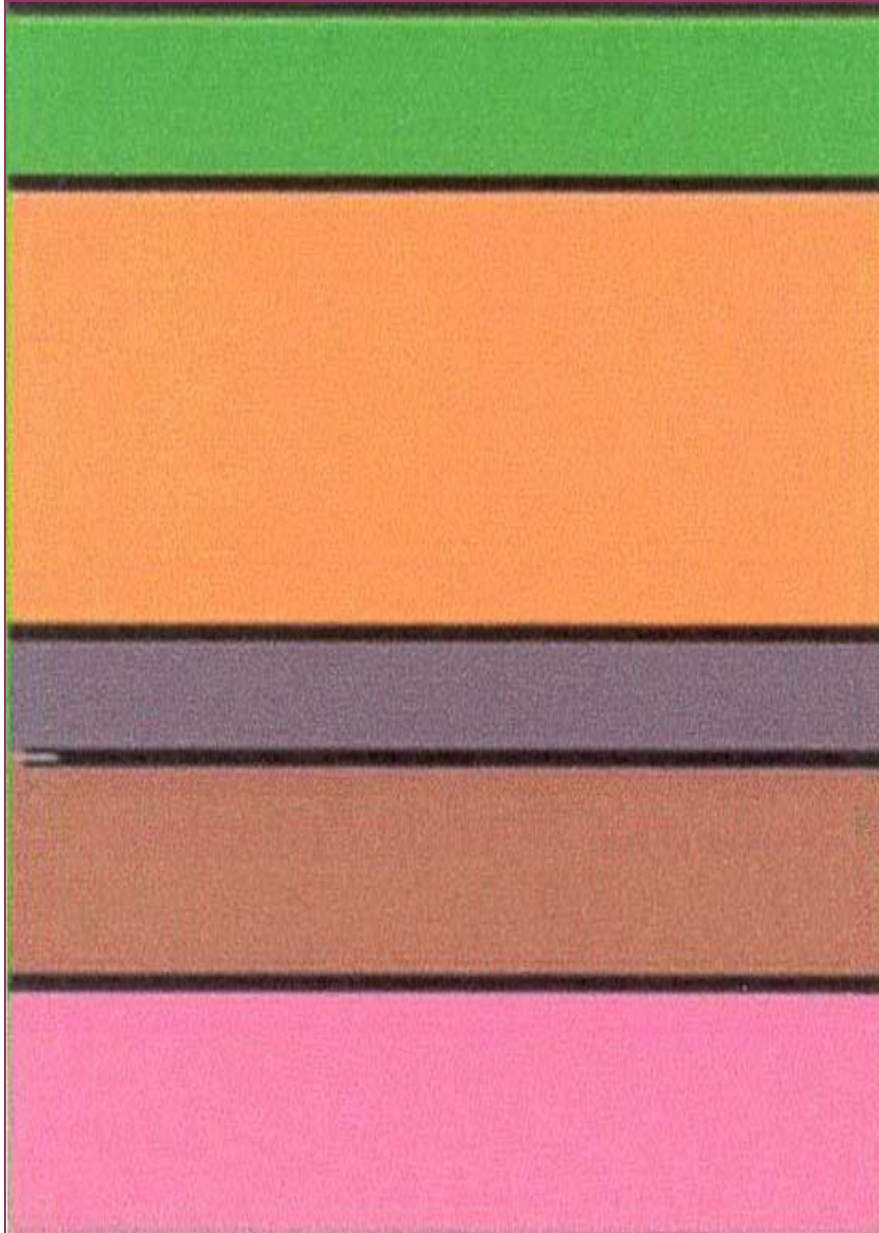
HORNICKÁ TĚŽBA URANU



Odkalistě



Rekultivační vrstvy



biologicky oživitelná vrstva 0,2 m

**krycí vrstva z inertního materiálu
0,5-0,8m**

drenážní vrstva-kamenivo 0,2 m

**izolační prvek- minerální těsnění
3 x 0,2 m, nebo bentonitové rohože**

**upravené podloží, svahy a
převarované pláže odkaliště**

(Dokumentace EIA)

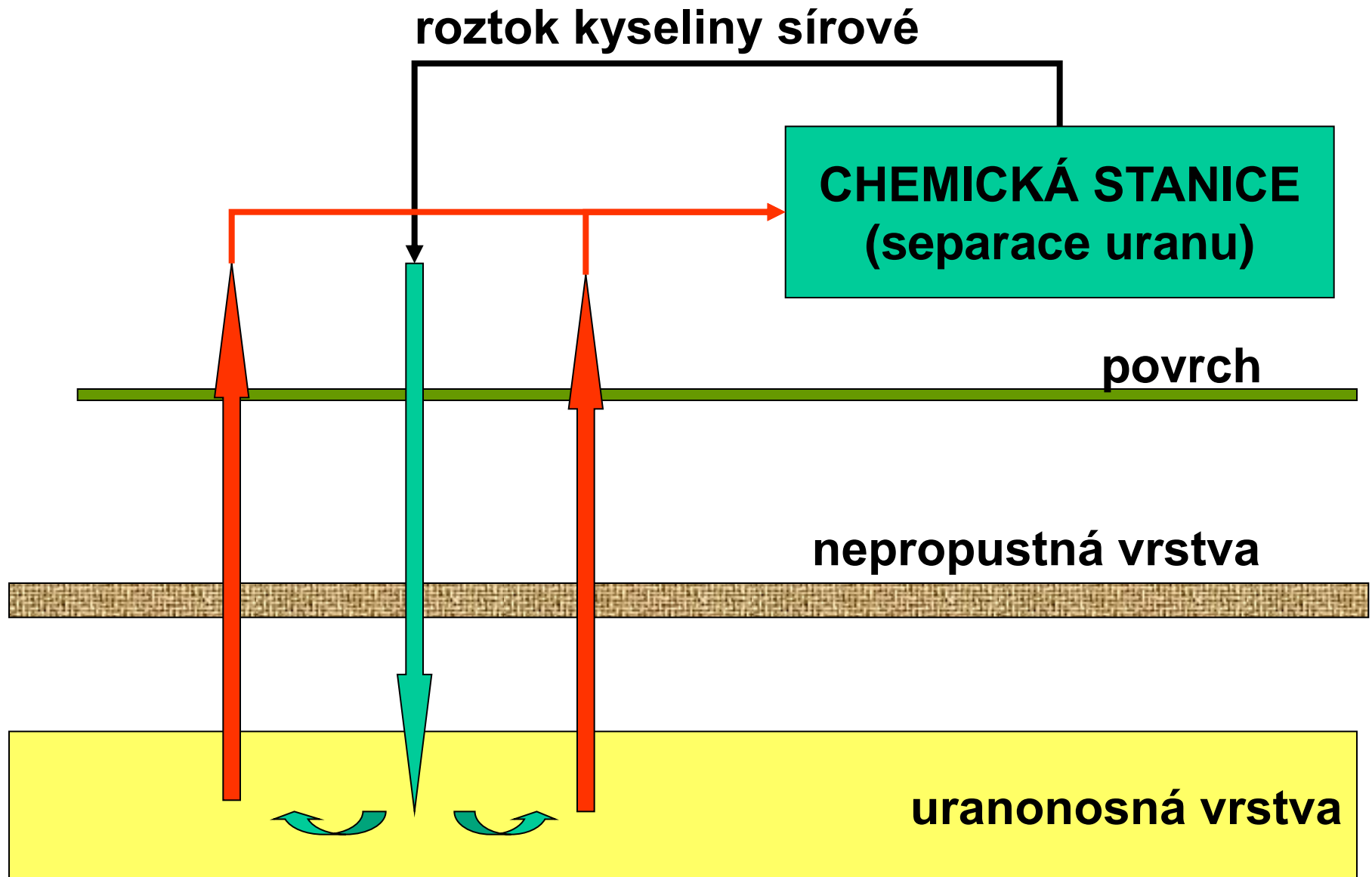
Využití pneumatik



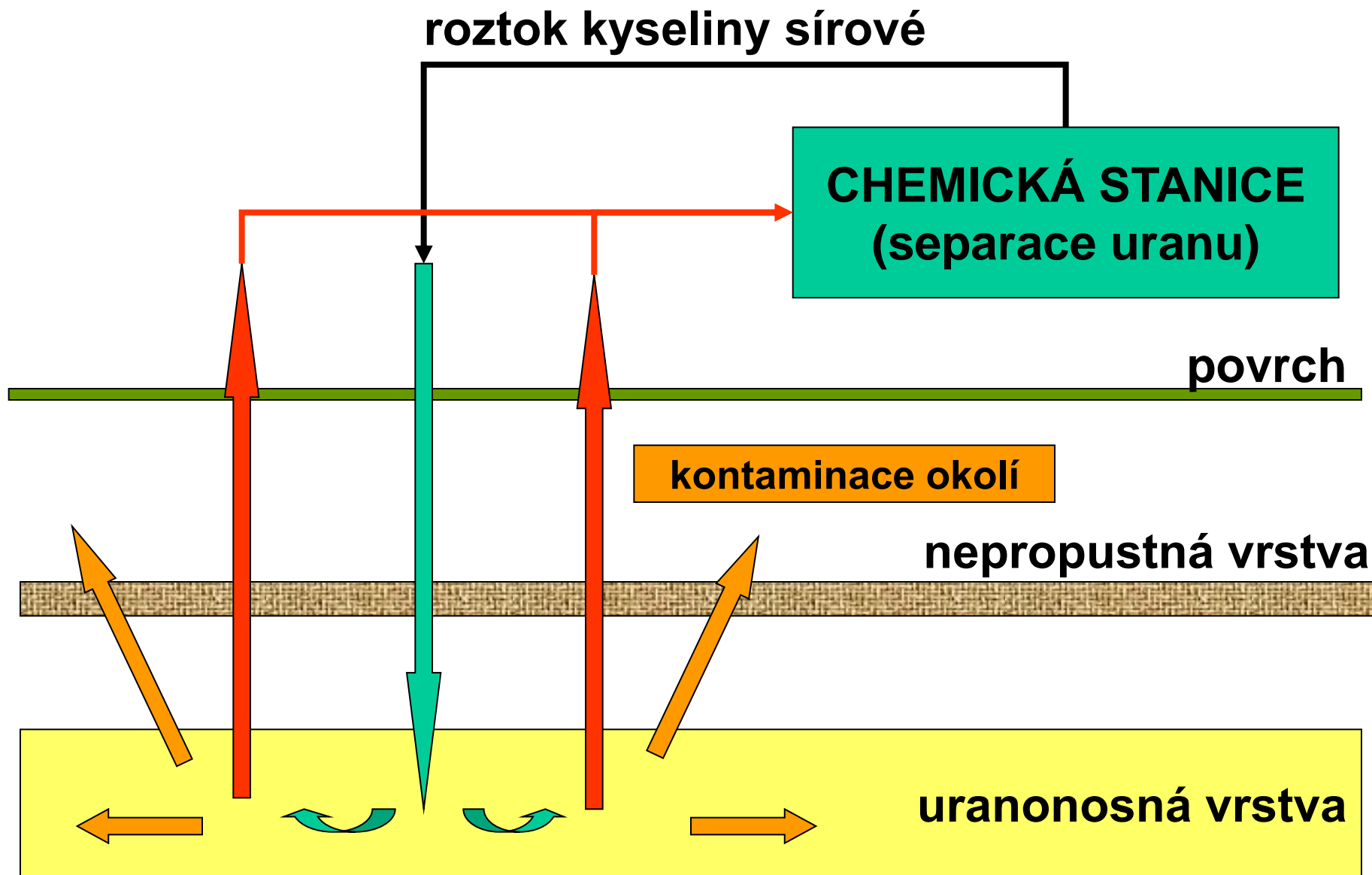
Využití pneumatik



CHEMICKÁ TĚŽBA URANU



CHEMICKÁ TĚŽBA - kontaminace



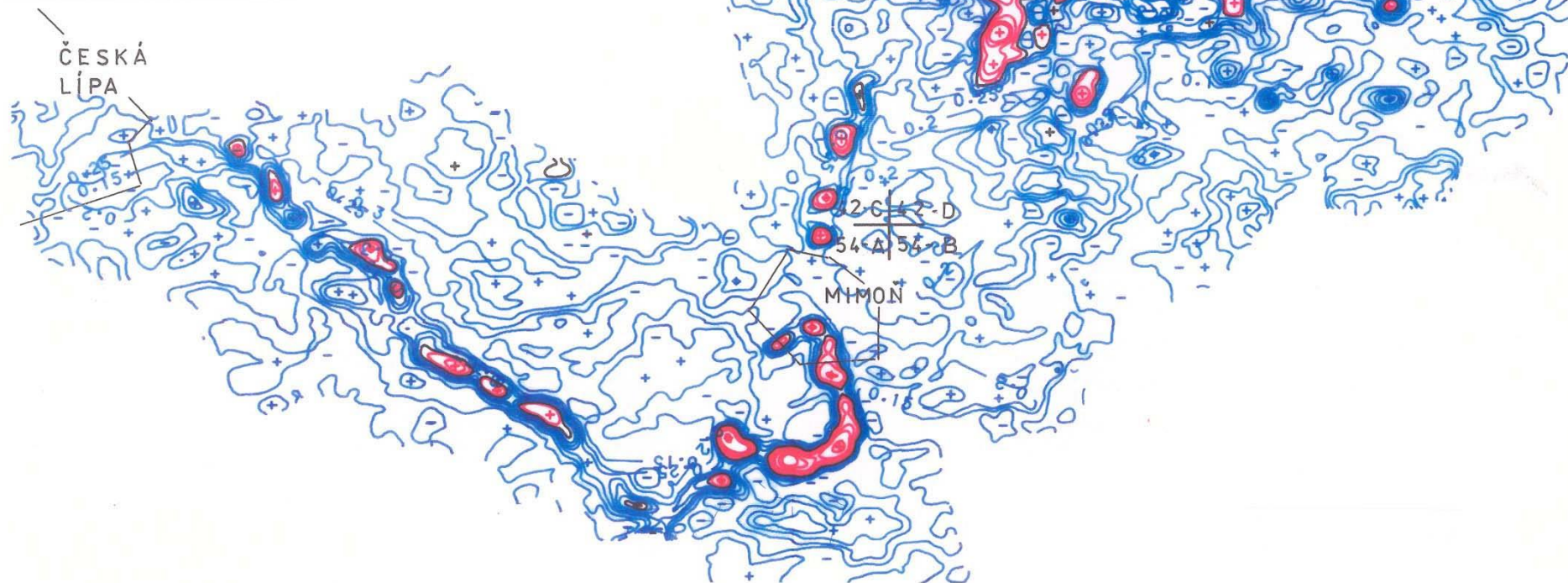
KONTAMINACE VODOTEČÍ



KONTAMINACE VODOTEČÍ

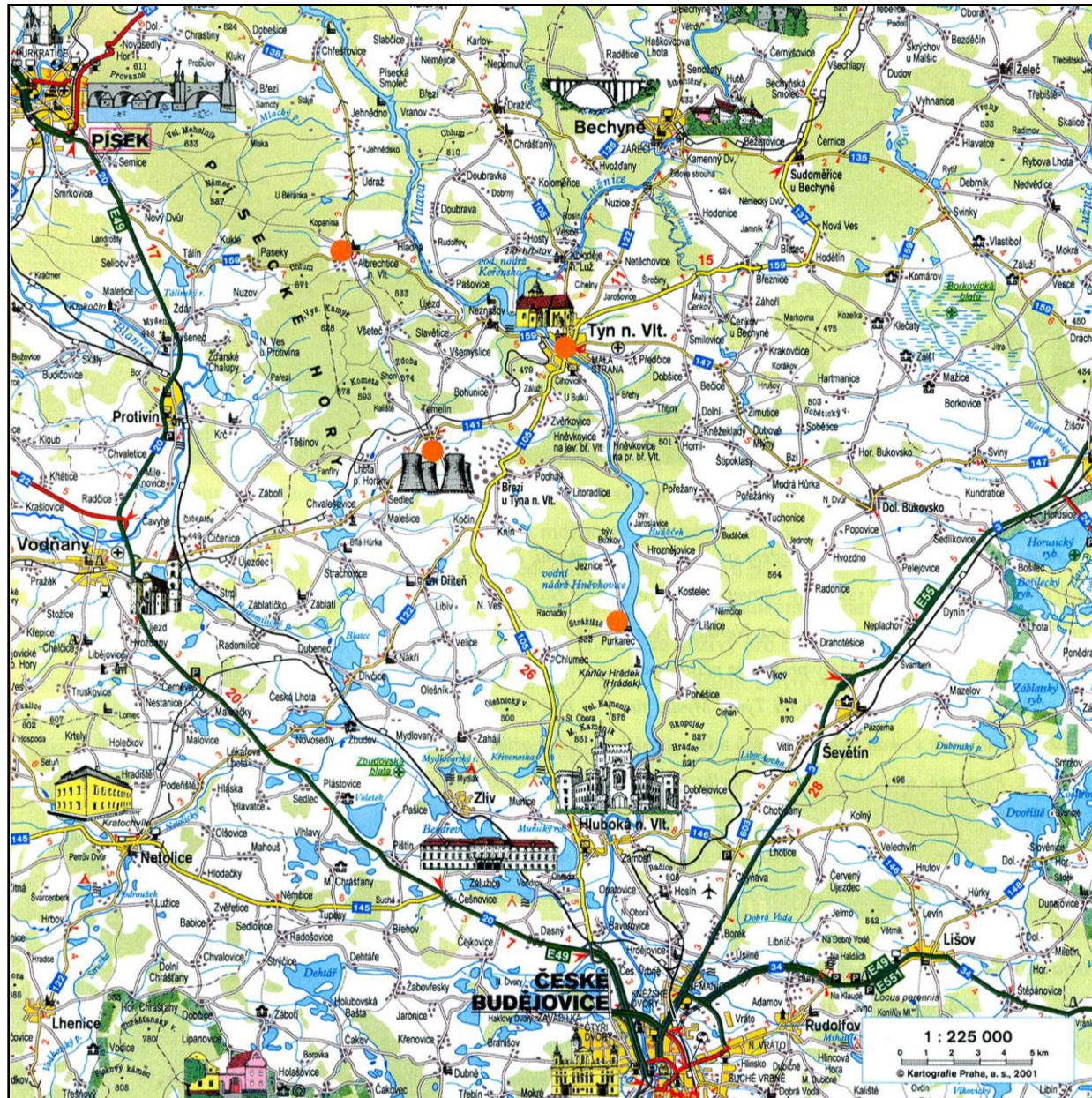
RADIACNI ZATEZ [mSv/r]

MERITKO 1:100 000



Jaderná elektrárna

OKOLÍ JE TEMELÍN

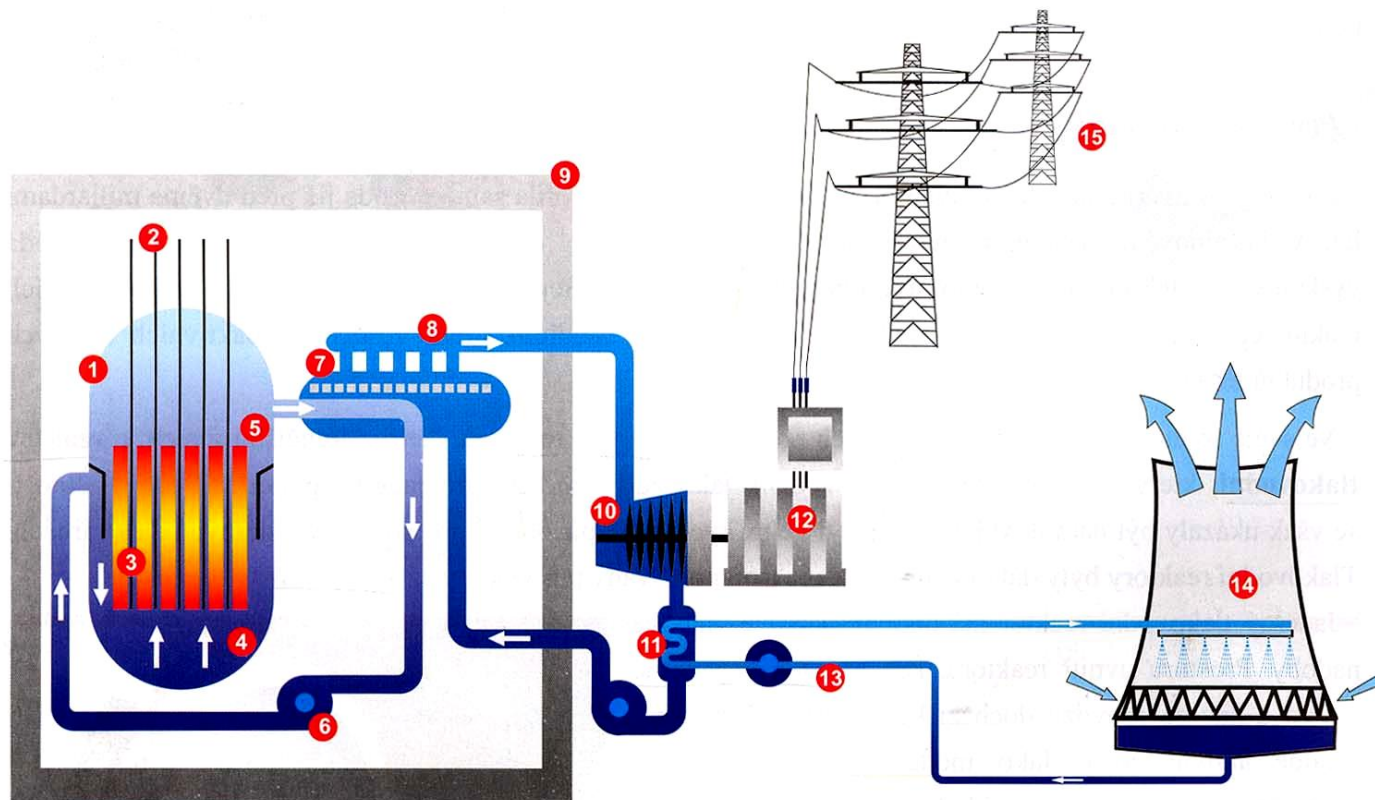


JE TEMELÍN



SCHEMA JE

JE s tlakovodním reaktorem

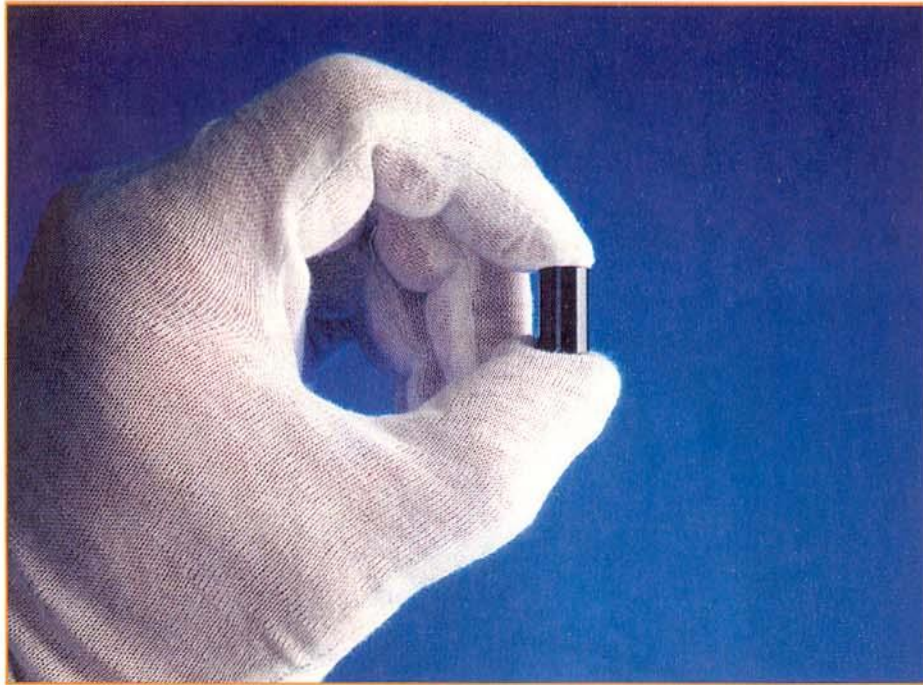


- 1 Reaktor
- 2 Regulační tyče
- 3 Aktivní zóna - palivové soubory
- 4 Ocelová tlaková nádoba
- 5 Voda pod tlakem

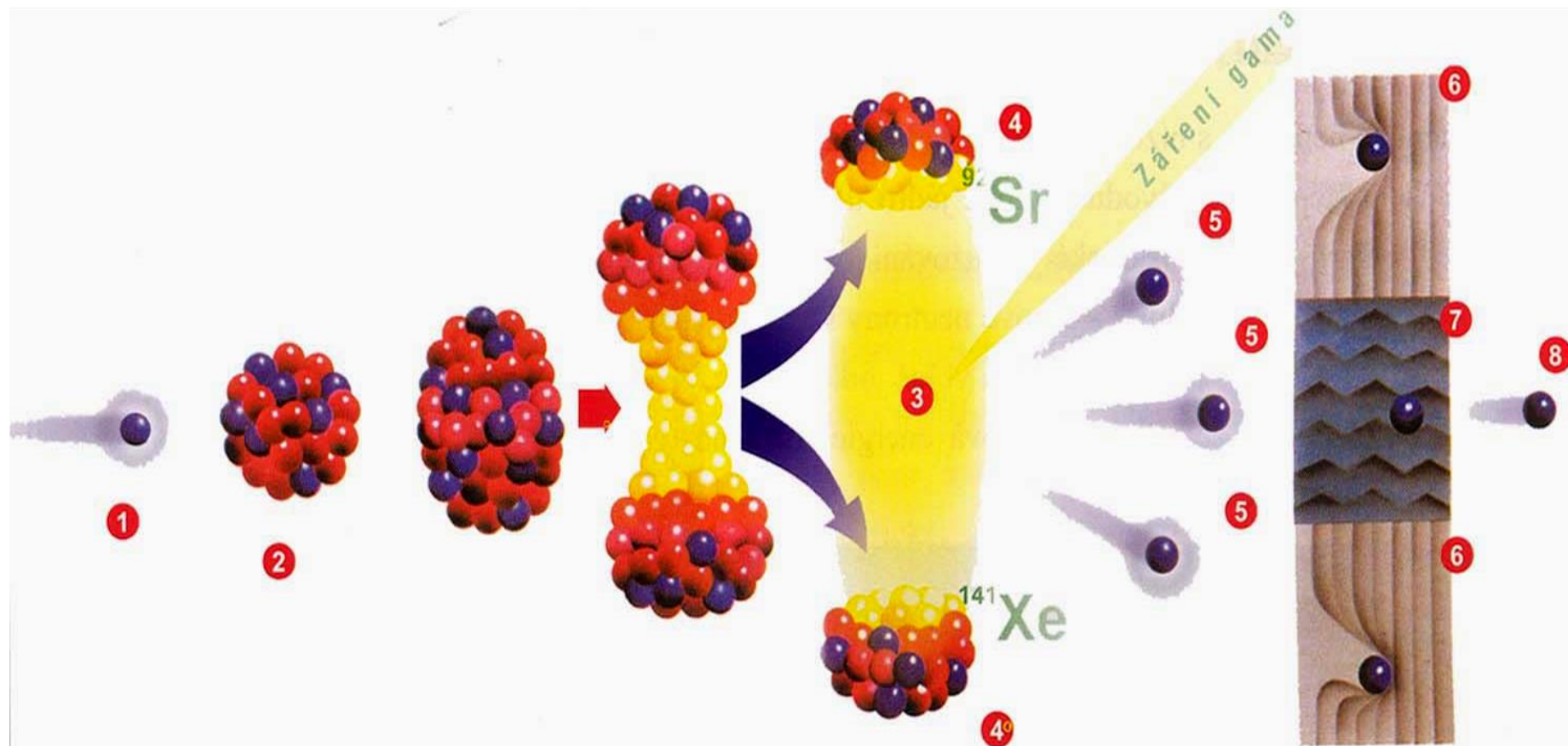
- 6 Čerpadlo
- 7 Parogenerátor
- 8 Pára
- 9 Ochranná obálka
- 10 Parní turbína

- 11 Kondenzátor
- 12 Elektrický generátor
- 13 Chladičský okruh
- 14 Chladičská věž
- 15 Rozvod el. energie

JADERNÉ PALIVO



ŘÍZENÁ ŠTĚPNÁ REAKCE



- 1 Pomalý neutron
- 2 Jádru uranu (^{235}U)
- 3 Štěpení

- 4 Dva odštěpy (štěpné produkty)
- 5 Rychlé neutrony
- 6 Absorbátor

- 7 Moderátor
- 8 Pomalý neutron

Radioaktivní odpady

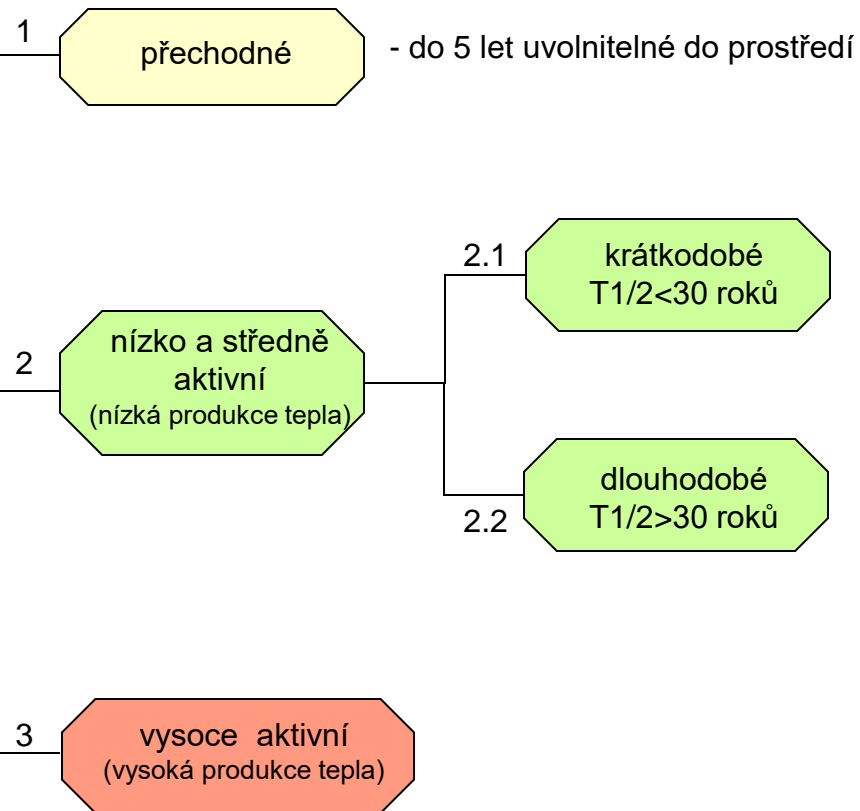
TŘÍDĚNÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ

TŘÍDĚNÍ PODLE RŮZNÝCH HLEDISEK

- a **Skupenství:** plynné, kapalné, pevné
- b **Původce**
 - jaderná energetika
 - institucionální odpady
- c **Složení:** radionuklidové + chemické
- d **Aktivita:**
velmi nízko → nízko → středně → vysoce aktivní
- e **Poločas rozpadu**
 - krátkodobé
 - dlouhodobé
- f **Produkce tepla**
 - nízká
 - vysoká

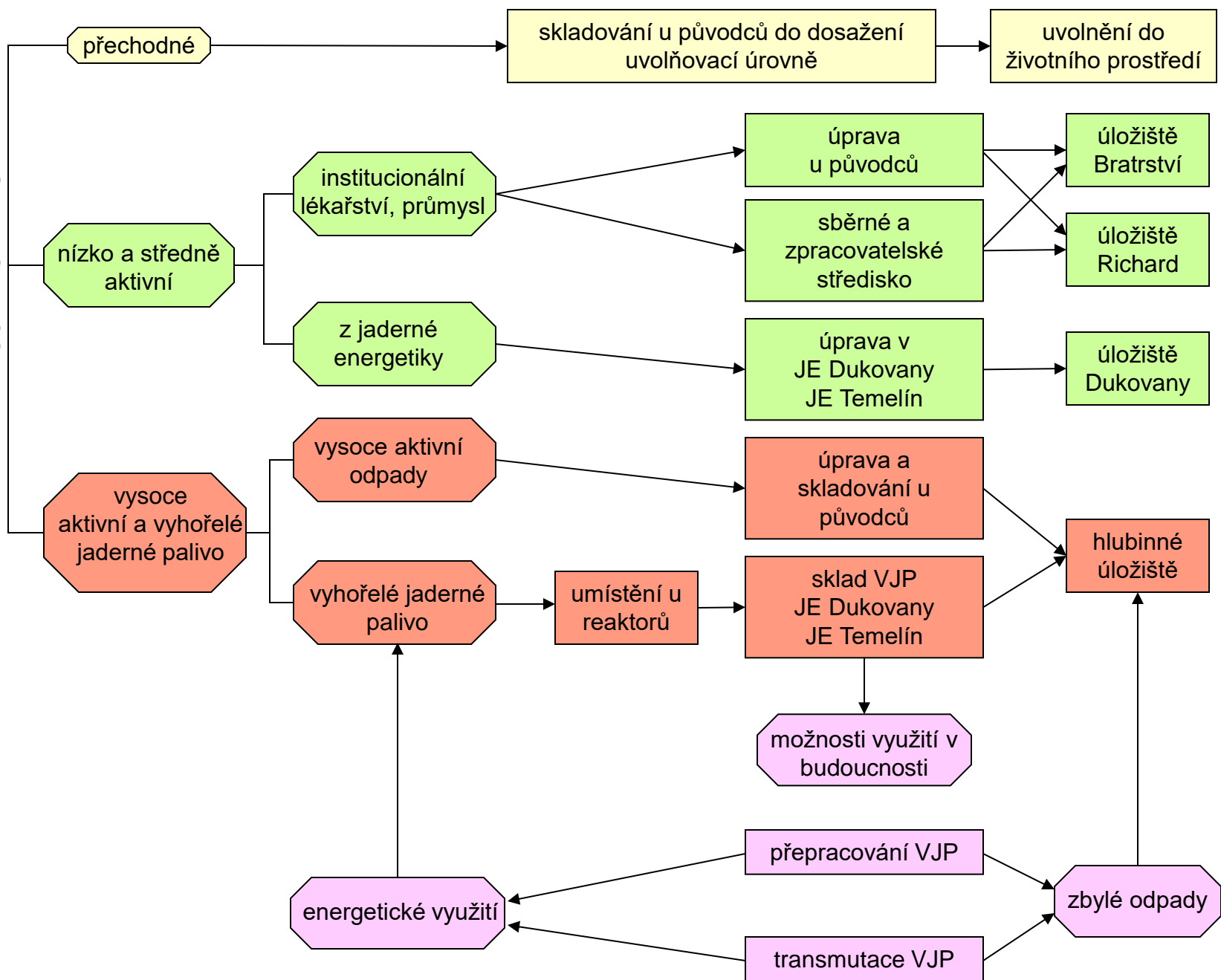
PRAKTICKÉ TŘÍDĚNÍ PODLE EVROPSKÉ KOMISE

PEVNÉ RADIOAKTIVNÍ ODPADY



ZÁKLADNÍ SCHEMA KONCEPCE NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNÍMI ODPADY

KATEGORIE ODPADŮ



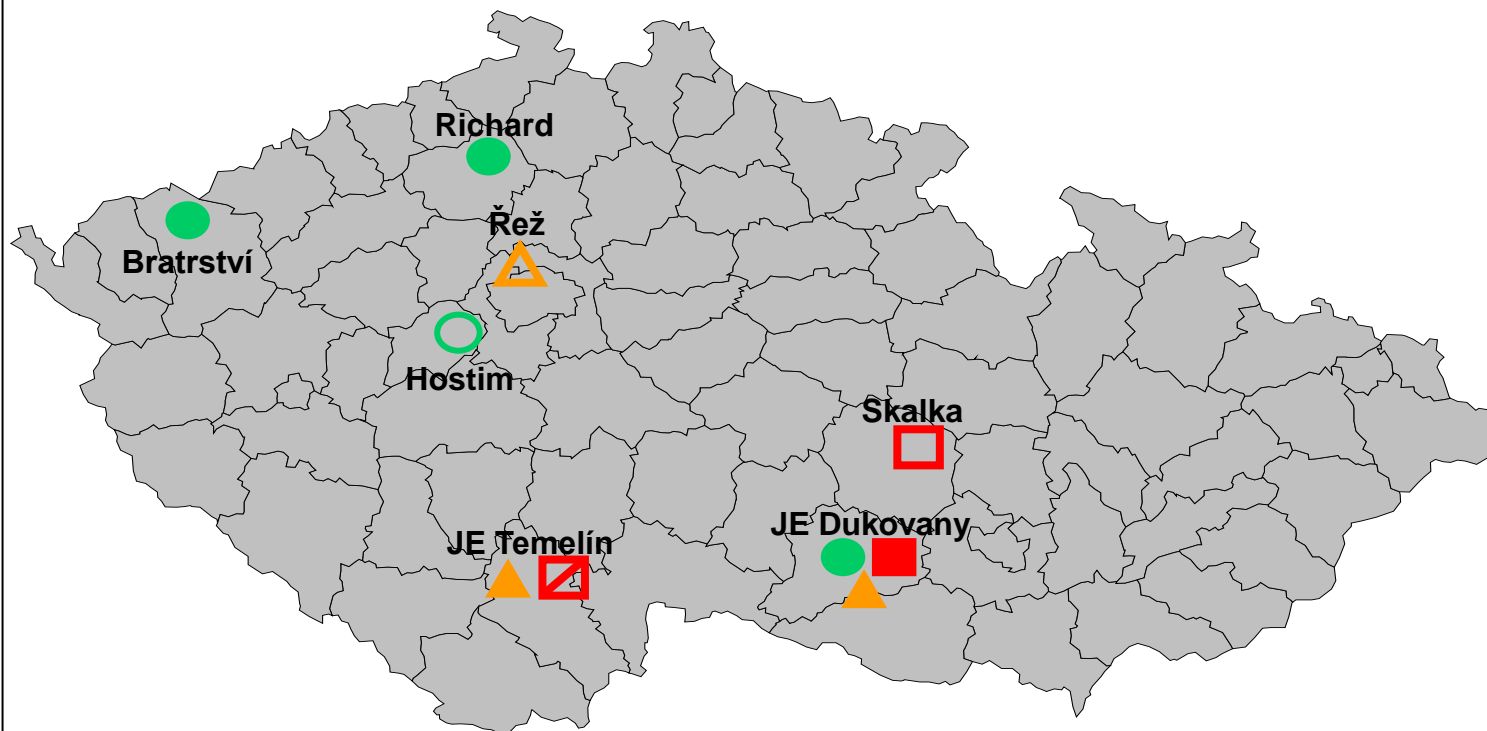
Řízené uvolňování

Dlouhodobá izolace

STRATEGIE Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

UMÍSTĚNÍ HLAVNÍCH LOKALIT SOUVISEJÍCÍCH KONCEPCÍ NAKLÁDANÍ RAO A VJP

S



Vysvětlivky:

NÍZKO A STŘEDNĚ AKTIVNÍ ODPADY

úložiště - v provozu



- uzavřené



VYHOŘELÉ JADERNÉ PALIVO

jaderný reaktor - experimentální



- energetika



sklad VJP - v provozu



- v přípravě



- záložní lokalita



SKLAD VYHOŘELÉHO PALIVA

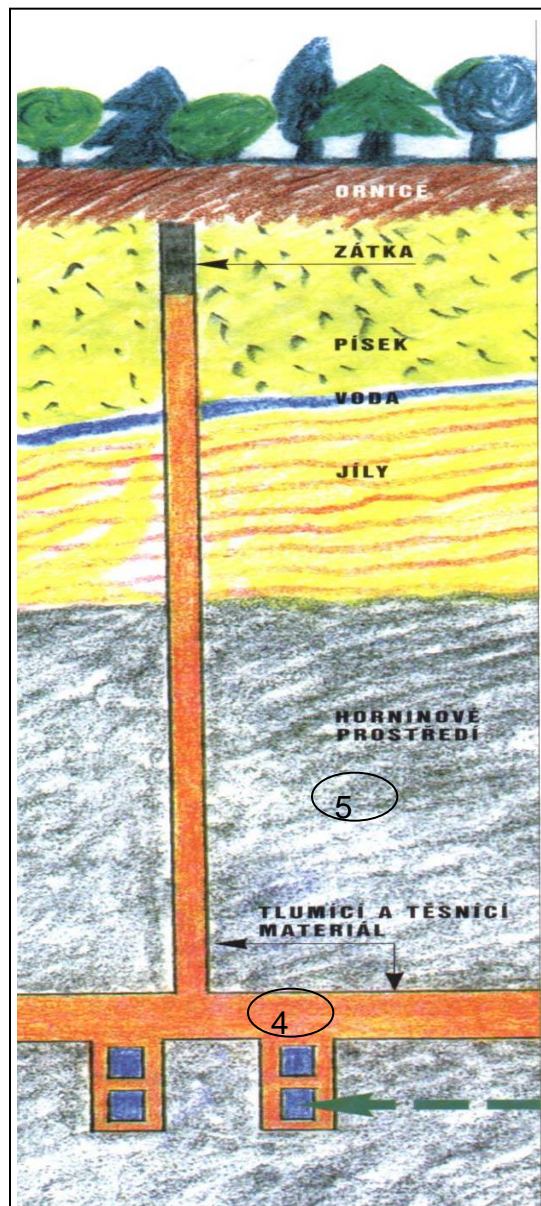


SKLAD VYHOŘELÉHO PALIVA



SCHÉMA MULTIBARIÉROVÉHO SYSTÉMU HLUBINNÉHO ÚLOŽIŠTĚ

Bariéry, které by musely radionuklidy překonat, aby se dostaly do životního prostředí



5

Horninové prostředí (min. 500 m pod zemí)

4

Zásypové materiály (silná sorbční schopnost)

3

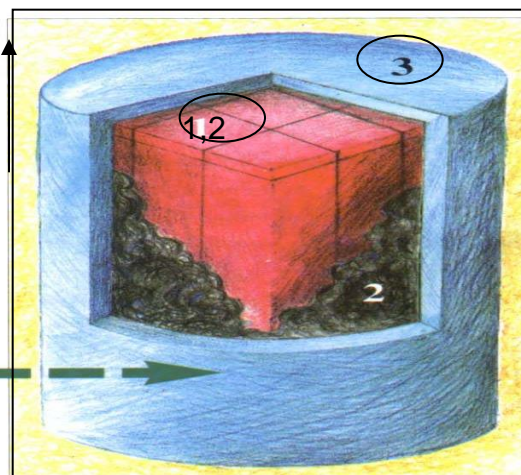
Úložný kontejner (hermetický, ušlechtilá ocel silné stěny)

2

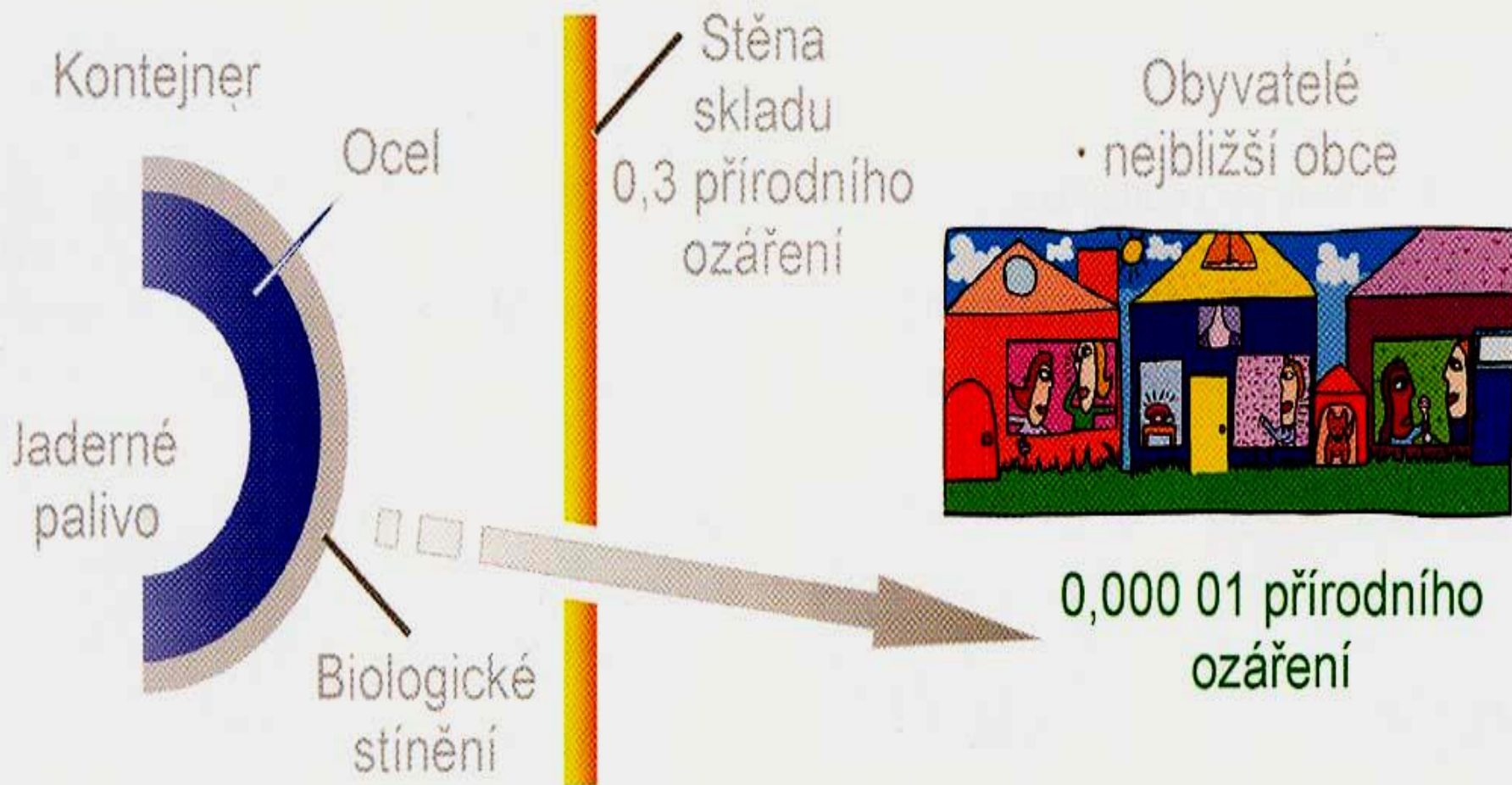
Povlak palivových kazet (zirkonium) – vysoká korozní odolnost

1

Vlastní chemická forma odpadu (keramický nebo kovový materiál)



OZÁŘENÍ ZE SKLADU PALIVA



ULOŽIŠTĚ BRATRSTVÍ



ÚLOŽIŠTĚ BRATRSTVÍ



Foto 4: Nadzemní část
úložiště Bratrství pro
institucionální RAO

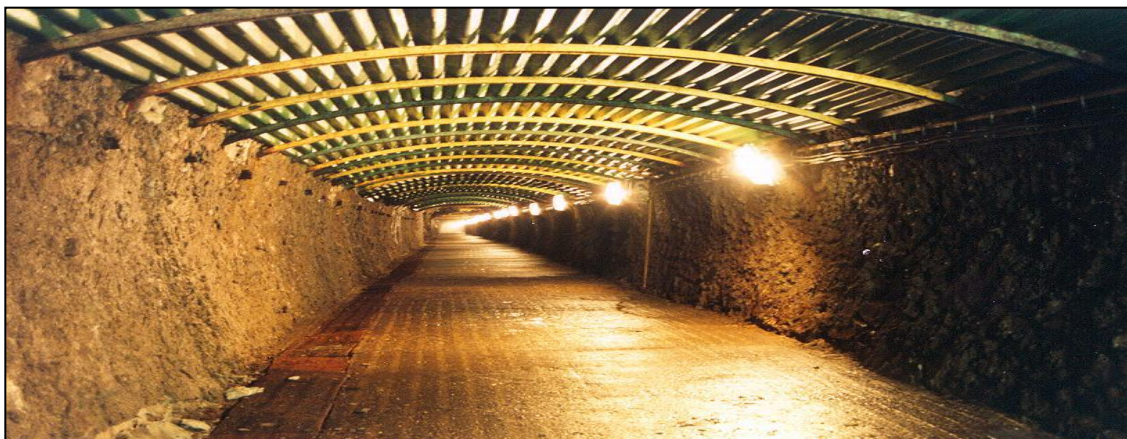


Foto 5: Úložiště RAO Bratrství,
(detail – chodba pro obsluhu a
manipulaci s RAO)

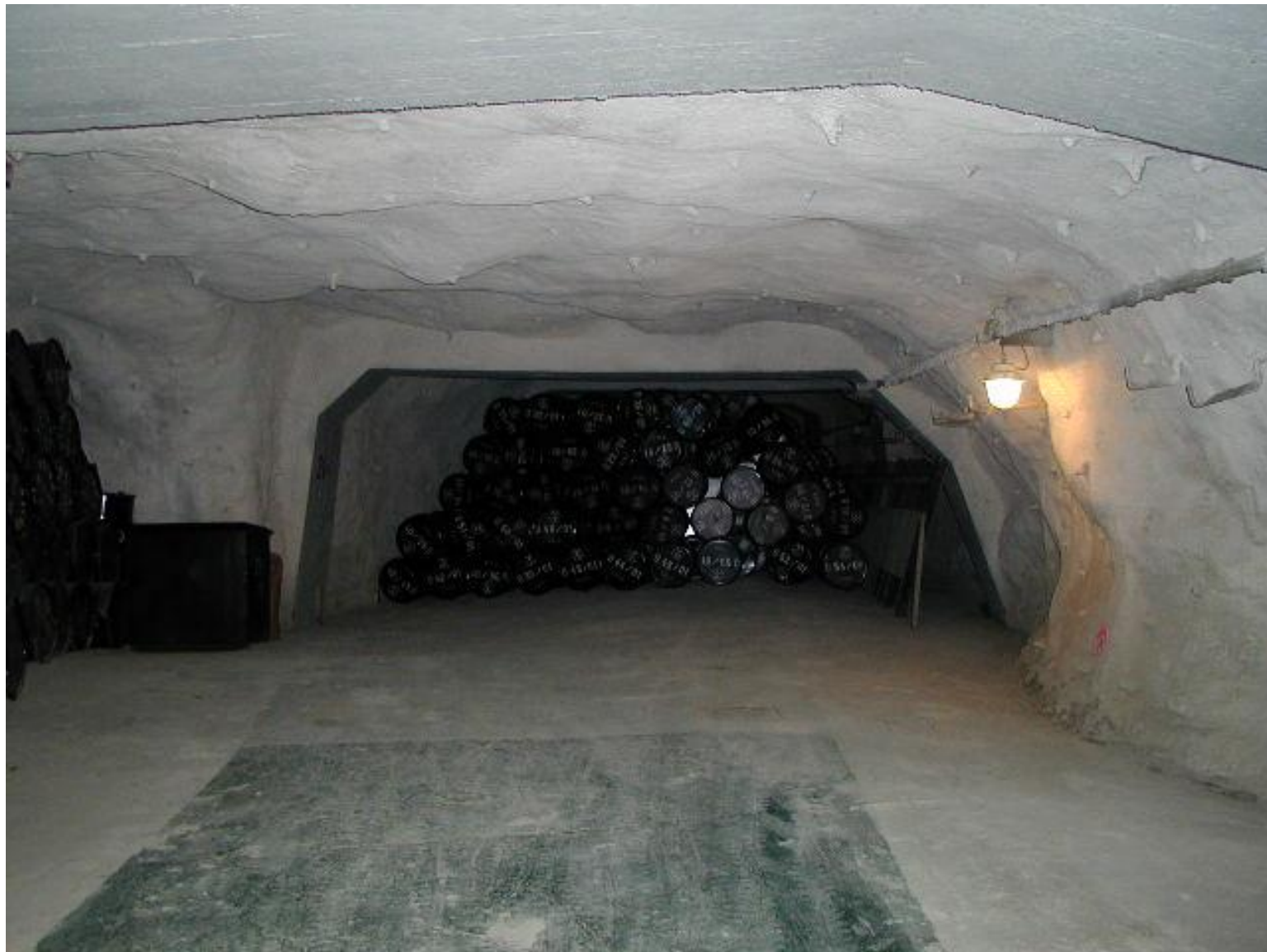


Foto 6: Úložiště RAO
Bratrství, (detail – úložné
prostory se sudy s RAO)

ULOŽIŠTĚ BRATRSTVÍ



ULOŽIŠTĚ RICHARD



ÚLOŽIŠTĚ RICHARD



Foto 1: Nadzemní část
úložiště Richard pro
institucionální RAO



Foto 2: Úložiště RAO
Richard (detail – chodba
pro obsluhu a manipulaci s
RAO



Foto 3: Úložiště RAO
Richard (detail – úložiště
prostory se sudy RAO

ULOŽIŠTĚ RICHARD



ULOŽIŠTĚ DUKOVANY



ÚLOŽIŠTĚ DUKOVANY



Foto 7: Úložiště RAO v areálu jaderné elektrárny Dukovany



Foto 8: Úložiště RAO Dukovany – základní jímky



Foto 9: Úložiště RAO v areálu jaderné elektrárny Dukovany (detail odkryté části – vyplňování volných prostor jímek se sudy s RAO betonem)

ULOŽIŠTĚ DUKOVANY



ČERNOBYL

Plán

- **25.4.1986 bylo zahájeno plánované odstavení 4. bloku**
- **před odstavením měl být proveden běžný experiment**
- **měl ověřit, jestli elektrický generátor po rychlém odstavení páry bude schopen při svém setrvačném doběhu ještě zhruba 40 sekund napájet čerpadla havarijního chlazení**

**Průběh experimentu: 25.4.
v 1hod – začalo snižování výkonu reaktoru**

ČERNOBYL

Průběh experimentu: 25.4.

v 1hod – začalo snižování výkonu reaktoru

v 13 h – energetický dispečink přerušil experiment

ČERNOBYL

Průběh experimentu: 25.4.

v 1hod – začalo snižování výkonu reaktoru

v 13 h – energetický dispečink přerušil experiment

**v 23 h – pokračování experimentu – ale jinou
nepřípravenou směnou**

ČERNOBYL

Průběh experimentu: 25.4.

v 1hod – začalo snižování výkonu reaktoru

v 13 h – energetický dispečink přerušil experiment

v 23 h – pokračování experimentu – ale jinou nepřipravenou směnou

v 23:10 – chyba operátora, prudké snížení výkonu, reaktor v nestabilním stavu – měl být okamžitě odstaven, ale bylo rozhodnuto pokračovat za každou cenu

ČERNOBYL

Průběh experimentu: 25.4.

v 1hod – začalo snižování výkonu reaktoru

v 13 h – energetický dispečink přerušil experiment

v 23 h – pokračování experimentu – ale jinou nepřipravenou směnou

v 23:10 – chyba operátora, prudké snížení výkonu, reaktor v nestabilním stavu – měl být okamžitě odstaven, ale bylo rozhodnuto pokračovat za každou cenu

vytáhli z aktivní zóny tolik regulačních tyčí, že nezbyla rezerva na manipulaci – v tomto stavu je provoz zakázán – operátoři ale pokračovali dál

ČERNOBYL

vznikly problémy s udržení tlaku páry, v této situaci by zasáhly automatické havarijní systémy, **operátoři je však zlikvidovali**

ČERNOBYL

vznikly problémy s udržení tlaku páry, v této situaci by zasáhly automatické havarijní systémy, **operátoři je však zlikvidovali**

26.4. v 01:22 si nechali operátoři počítačem vypsát stav reaktoru. Viděli, že počet regulačních tyčí odpovídá necelé polovině povolené hodnoty – měli okamžitě reaktor odstavit – **opět se rozhodli pokračovat dál**

ČERNOBYL

vznikly problémy s udržení tlaku páry, v této situaci by zasáhly automatické havarijní systémy, **operátoři je však zlikvidovali**

26.4. v 01:22 si nechali operátoři počítačem vypsát stav reaktoru. Viděli, že počet regulačních tyčí odpovídá necelé polovině povolené hodnoty – měli okamžitě reaktor odstavit – **opět se rozhodli pokračovat dál**

v 01:23 se dopustili poslední osudové chyby. **Zablokovali havarijní signál, který by po uzavření přívodu páry automaticky odstavil reaktor** (v rozporu s plánem chtěli mít možnost experiment opakovat)

ČERNOBYL

vznikly problémy s udržení tlaku páry, v této situaci by zasáhly automatické havarijní systémy, **operátoři je však zlikvidovali**

26.4. v 01:22 si nechali operátoři počítačem vypsát stav reaktoru. Viděli, že počet regulačních tyčí odpovídá necelé polovině povolené hodnoty – měli okamžitě reaktor odstavit – **opět se rozhodli pokračovat dál**

v 01:23 se dopustili poslední osudové chyby. **Zablokovali havarijní signál, který by po uzavření přívodu páry automaticky odstavil reaktor** (v rozporu s plánem chtěli mít možnost experiment opakovat)

reaktor pracoval v nestabilním stavu a katastrofa se neodvratně blížila – v reaktoru rychle rostla teplota a tlak páry

ČERNOBYL

v 01:23:40 se operátoři pokusili zasunout regulační tyče –
ty však byly téměř všechny vytaženy z aktivní zóny

ČERNOBYL

**v 01:23:40 se operátoři pokusili zasunout regulační tyče –
ty však byly téměř všechny vytaženy z aktivní zóny**

**v 01:23:44 došlo krátce po sobě ke dvěma mohutným
výbuchům, reaktor byl přetlakován tak, že pára při první
explozi zvedla horní betonovou desku o váze 1000 t**

ČERNOBYL

v 01:23:40 se operátoři pokusili zasunout regulační tyče – ty však byly téměř všechny vytaženy z aktivní zóny

v 01:23:44 došlo krátce po sobě ke dvěma mohutným výbuchům, reaktor byl přetlakován tak, že pára při první explozi zvedla horní betonovou desku o váze 1000 t

do reaktoru vnikl vzduch, reakcí vodní páry s rozžhaveným grafitem vznikl vodík, který explodoval a rozmetal do okolí část aktivní zóny (uvolnily se asi 4 % radioaktivity)

ČERNOBYL

v 01:23:40 se operátoři pokusili zasunout regulační tyče – ty však byly téměř všechny vytaženy z aktivní zóny

v 01:23:44 došlo krátce po sobě ke dvěma mohutným výbuchům, reaktor byl přetlakován tak, že pára při první explozi zvedla horní betonovou desku o váze 1000 t

do reaktoru vnikl vzduch, reakcí vodní páry s rozžhaveným grafitem vznikl vodík, který explodoval a rozmetal do okolí část aktivní zóny (uvolnily se asi 4 % radioaktivity)

v 02:20 byl požár lokalizován a za další 3 hodiny uhašen (za cenu života 31 hasičů)

Konec kapitoly.