

Obsah

1	Legislativa	2
2	Základy fyziky ionizujícího záření pro potřeby radiační ochrany	5
3	Veličiny v dozimetrii	7
4	Biologické účinky ionizujícího záření a stanovení dávek	9
5	Přírodní zdroje ozáření	11
6	Metody měření a měřicí technika	14
7	Stavební materiály	17
8	Přírodní radionuklidy v pitné vodě	19
9	Měření pro stanovení radonového indexu pozemku	21
10	Radon ve stavebních	23
11	Pracoviště s možností ozáření z přírodních zdrojů	25
	Správné odpovědi	27

Kapitola 1

Legislativa

1. Radioaktivní látka, u které je součet podílů aktivit radionuklidů a příslušných zprošřtovacích úrovní aktivity menší nebo rovna 1
 - a) je drobným zdrojem ionizujícího záření
 - b) je nevýznamným zdrojem ionizujícího záření
 - c) není jako zdroj ionizujícího záření klasifikována
2. Cílem limitování ozáření ve vztahu ke stochastickým účinkům je
 - a) zabránit, aby se mohly stochastické účinky projevit
 - b) omezit pravděpodobnost jejich vzniku na míru pokládánu za přijatelnou
 - c) snížit pravděpodobnost možných následků pod 0,1%
3. Na pracovišti s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu musí být provedeno měření k posouzení, zda jsou překročeny referenční úrovně
 - a) $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce nebo 1 mSv za rok pro efektivní dávku, která nezahrnuje dávku obdrženu z ozáření z přírodního pozadí a z ozáření radonem a z produktů jeho přeměny
 - b) $1\,000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ pro průměrnou objemovou aktivitu radonu v ovzduší při výkonu práce nebo dávkový příkon $0,5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$
 - c) Autorizované limity pro koncentrace K, U a Th
4. Pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření existují v rámci:
 - a) plánované expoziční situace
 - b) existující expoziční situace
 - c) a i b jsou správně
5. Pracoviště v rámci plánovaných expozičních situací jsou tato:
 - a) paluba letadla při letu ve výšce nad 8 km a pracoviště s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu
 - b) pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu
 - c) pracoviště s probíhající těžbou radioaktivního nerostu

6. Pracovištěm s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu na kterém se provádí níže uvedené činnosti, není pracoviště NORM:
- a) získávání geotermální energie
 - b) výroba fosfátových hnojiv, výroba kyseliny fosforečné nebo termická výroba fosforu
 - c) sušárna uranového koncentrátu
7. Dávková optimalizační mez pro reprezentativní osobu je:
- a) $250 \mu\text{Sv}/\text{rok}$
 - b) $500 \mu\text{Sv}/\text{rok}$
 - c) $1 \text{mSv}/\text{rok}$
8. Na pracovišti se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje zaměstnavatel je povinen zařadit svého pracovníka jako radiačního pracovníka kategorie A:
- a) jestliže může překročit roční efektivní dávku 1mSv
 - b) jestliže může překročit roční efektivní dávku 6mSv
 - c) jestliže může překročit roční efektivní dávku 3mSv z vnitřního a 3mSv z vnějšího ozáření
9. Pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu je mimo jiné:
- a) pracoviště, kde je přítomen zdroj ^{226}Ra
 - b) pracoviště v podzemí
 - c) pracoviště, kam se může dostat Rn z nižších podlaží
10. Pokud na pracovišti může ozáření pracovníka překročit efektivní dávku $6 \text{mSv}/\text{rok}$
- a) pracoviště je nutno intenzivně odvětrávat
 - b) na pracoviště mají přístup pouze pracovníci se zvláštní odbornou způsobilostí
 - c) pracoviště s považováno za pracoviště se zvýšeným ozářením z radonu
11. Vlastník budovy s obytnou místností, v níž bylo zjištěno překročení referenční úrovně pro Rn, je povinen
- a) provést opatření, aby referenční úroveň nebyla překročena
 - b) provést opatření na snížení ozáření na hodnotu tak nízkou jak lze rozumně dosáhnout při zohlednění všech hospodářských a společenských hledisek
 - c) zamezit přístup do místnosti
12. Opatření k provedení optimalizace radiační ochrany na pracovišti s možným zvýšeným ozářením z radonu jsou
- a) z měna režimu práce na pracovišti
 - b) snížení počtu osob pracujících na pracovišti
 - c) realizace dodatečných stínění
13. Pracovník na pracovišti s možným zvýšeným ozářením z Rn musí být:
- a) zařazen mezi pracovníky kategorie A

- b) seznámen s výsledky měření na pracovišti
 - c) zařazen mezi pracovníky se zkráceným pracovním úvazkem
14. Jaká je referenční úroveň OAR pro měření ve vnitřním prostředí budov s obytnými a pobytovými místnostmi:
- a) $200 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 - b) $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 - c) $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
15. Jaká je hodnota ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu, při jejímž překročení je vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností povinen provést opatření, která snižují míru ozáření:
- a) $2\,000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 - b) $3\,000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 - c) $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
16. Pro hodnocení maximálního příkonu prostorového dávkového ekvivalentu ve vztahu k referenční úrovni je rozhodující hodnota:
- a) stanovená ve výšce 1 m nad podlahou a ve vzdálenosti 0,5 m od stěny
 - b) stanovená ve výšce 0,5 m nad podlahou a ve vzdálenosti 1 m od stěny
 - c) stanovená ve výšce 1 m nad podlahou a v kontaktu se stěnou
17. Při jaké úrovni PPDE je naměřená hodnota zaznamenána do protokolu o měření a místo měření vyznačeno v situačním plánu objektu:
- a) $0,1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$
 - b) $1,0 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$
 - c) $0,5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$

Kapitola 2

Základy fyziky ionizujícího záření pro potřeby radiační ochrany

1. Radioaktivní přeměna
 - a) může být jak exoergický, tak i endoergický proces
 - b) je vždy exoergický proces
 - c) je vždy endoergický proces
2. Při přeměně alfa se energie přeměny rozdělí tak, že
 - a) energie částice alfa a odraženého jádra se sobě rovnají
 - b) většinu energie odnáší odražené jádro
 - c) většinu energie odnáší částice alfa
3. Dosah částic alfa z radionuklidových zdrojů ve vzduchu je řádu
 - a) desítek mm
 - b) desítek cm
 - c) desítek m
4. Elektrony ztrácejí v látce energii především
 - a) ionizací a excitací atomů látky a coulombovským rozptylem na jádrech atomů
 - b) ionizací a excitací atomů látky a buzením Čerenkovova záření
 - c) ionizací a excitací atomů látky a buzením brzděného záření
5. Nejdůležitější mechanismy interakce fotonů s látkou jsou
 - a) koherentní (Thomsonův) rozptyl, Comptonův rozptyl, fotojaderné reakce
 - b) fotoelektrický jev, Comptonův rozptyl, tvorba párů elektron-pozitron
 - c) fotoelektrický jev, Comptonův rozptyl, fotojaderné reakce
6. Prahová energie tvorby párů elektron-pozitron v poli jádra je
 - a) 1,022 MeV
 - b) 3,066 MeV

- c) 0,511 MeV
7. Účinný průřez fotoefektu rychle roste
- a) s rostoucím protonovým číslem látky a s rostoucí energií fotonů
 - b) s rostoucím protonovým číslem látky a s klesající energií fotonů
 - c) s klesajícím protonovým číslem látky a s rostoucí energií fotonů
8. Jsou-li mateřský a dceřiný radionuklid v radioaktivní rovnováze, pak
- a) je v dané látce stejný počet jader obou radionuklidů
 - b) aktivity obou radionuklidů se sobě rovnají
 - c) oba radionuklidy emitují ve střední hodnotě stejný počet částic ionizujícího záření za jednotku času
9. Při vnitřní konverzi je excitační energie jádra předána
- a) elektronu na některé z vnitřních slupek elektronového obalu atomu
 - b) elektronu na některé z vnějších slupek elektronového obalu atomu
 - c) elektronu na libovolné slupce v elektronovém obalu se stejnou pravděpodobností
10. Z hlediska účinků, detekce a využití ionizujícího záření jsou v převážné většině případů nejdůležitějšími efekty v látce
- a) vývin tepla
 - b) jaderné reakce a změny chemických vazeb
 - c) ionizace a excitace atomů látky
11. Co platí o principu vzniku záření gama radionuklidů?
- a) fotony jsou vyzařovány přímo při přeměně mateřského radionuklidu na svůj dceřiný. Jedná se o konkurenční proces k přeměně alfa a beta
 - b) fotony jsou vyzařovány při přechodu jádra dceřinného radionuklidu z jeho excitovaného stavu do stavu základního; energie fotonu je dána rozdílem energií těchto dvou stavů
 - c) foton je emitován z atomového obalu při přechodu elektronu z vyšší energetické hladiny na nižší. Energie fotonu je charakteristická pro daný prvek

Kapitola 3

Veličiny v dozimetrii

1. Hmotnostní aktivita čistého ^{238}U je poměrně nízká. Hlavním důvodem je to, že tento radionuklid má
 - a) velkou hustotu
 - b) dlouhý poločas přeměny
 - c) vysoké protonové číslo
2. Radionuklidy v trvalé radioaktivní rovnováze mají stejné aktivity. Pro počty jejich atomů v takové radioaktivní látce platí, že
 - a) jsou také stejné
 - b) jsou přímo úměrné jejich přeměnové konstantě λ
 - c) jsou přímo úměrné jejich poločasu přeměny $T_{1/2}$
3. Který z krátkodobých dceřiných produktů radonu se neuvažuje při výpočtu ekvivalentní objemové aktivity radonu:
 - a) ^{218}Po
 - b) ^{214}Po
 - c) ^{210}Pb
4. Při deexcitaci atomového obalu se z něj mohou emitovat:
 - a) Auger elektrony
 - b) konverzní elektrony
 - c) záření gama
5. Při radioaktivní přeměně elektronovým záchytem se určitě neemituje záření:
 - a) charakteristické záření X
 - b) gama
 - c) beta
6. Fluence částic klesá se vzdáleností L od bodového zdroje jako:
 - a) $1/L$

- b) $1/L^2$
 - c) $1/L^3$
7. Hmotnostní součinitel zeslabení nezávisí na:
- a) tloušťce materiálu
 - b) efektivním protonovým čísle materiálu
 - c) energii záření
8. Při popisu interakcí fotonového záření s látkou se používají 3 součinitele. Který z nich má nejvyšší hodnotu pro daný materiálu a danou energii záření:
- a) součinitel zeslabení
 - b) součinitel přenosu energie
 - c) součinitel absorpce energie
9. Veličina expozice je definovaná pro:
- a) všechny materiály
 - b) pouze pro vzduch
 - c) pouze pro vodu
10. Jako operační veličina pro monitorování ozáření osob se používá:
- a) ekvivalentní dávka
 - b) efektivní dávka
 - c) osobní dávkový ekvivalent

Kapitola 4

Biologické účinky ionizujícího záření a stanovení dávek

1. Jaká je pravděpodobnost deterministických účinků
 - a) do prahové dávky je pravděpodobnost účinků nulová, od prahové dávky pravděpodobnost roste s dávkou
 - b) do prahové dávky je pravděpodobnost účinků nulová, od prahové dávky účinek roste s dávkou
 - c) pravděpodobnost roste od nulové dávky
2. Čím jsou vyvolány stochastické účinky ionizujícího záření
 - a) usmrcením ozářených buněk
 - b) poškozením nervového systému
 - c) vznikem změn v genetické informaci buňky
3. Typický radionuklid, který se dostane do těla absorpcí přes neporaněnou kůži je
 - a) ^{238}U
 - b) tritium
 - c) ^{235}U
4. Pro stochastické účinky záření se v současné době, v radiační ochraně, předpokládá
 - a) dosažená dávka závisí na typu a energii záření
 - b) existuje bezprahový vztah mezi dávkou a účinkem
 - c) projeví se po překročení limitních hodnot
5. Vyberte odpověď která obsahuje jen stochastické účinky
 - a) zákal oční čočky, maligní nádorová onemocnění
 - b) radiační zápal plic, dědičná onemocnění
 - c) maligní nádorová onemocnění, dědičná onemocnění
6. Vyberte odpověď která obsahuje jen deterministické účinky

- a) hematopoetická syndrom, radiační spálenina
 - b) kardiovaskulární syndrom, leukémie
 - c) karcinom štítné žlázy, dočasná sterilita u muže
7. Lidský zárodek/plod je nejcitlivější k IZ
- a) 1.-2. týden po početí
 - b) 3.-5. týden po početí
 - c) 20.-21. týden po početí
8. Lineárně kvadratický model popisuje
- a) vztah mezi přímým a nepřímým účinkem
 - b) vztah mezi dávkou a výskytem stochastických účinků
 - c) vztah mezi dávkou a přeživší frakcí buněk
9. Lineární bezprahový model je
- a) pracovní hypotéza popisující výskyt stochastických účinků v oblasti vysokých dávek
 - b) pracovní hypotéza popisující výskyt tkáňových reakcí v oblasti nízkých dávek
 - c) žádná z uvedených možností
10. Nepřímý účinek je tvořen
- a) reaktivními chemickými molekulami vzniklými radiolýzou vody
 - b) volnými radikály
 - c) jen H_2O_2
11. Nejnížší prahová dávka pro tkáňové reakce je
- a) 10 mGy
 - b) 100 mGy
 - c) 1 Gy
12. Tkáňové váhové faktory jsou postaveny
- a) na epidemiologických studiích
 - b) na laboratorních experimentech
 - c) na modelech radiačního poškození buněčných populací
13. Nejvýznamnější poškození DNA z uvedených je
- a) jednoduchý zlom
 - b) poškození báze
 - c) dvojný zlom
14. Při expozici (člověka) akutní dávkou 15 Gy od fotonů IZ
- a) přežije jedinec téměř vždy
 - b) prakticky nikdy jedince nepřežije
 - c) záleží na lékařské pomoci

Kapitola 5

Přírodní zdroje ozáření

1. ^{222}Rn a ^{226}Ra jsou členy přeměnové řady
 - a) uranové
 - b) thoriové
 - c) aktiniové
2. Radioaktivní ^{40}K
 - a) nepatří mezi přírodní radionuklidy, protože nevytváří přeměnovou řadu
 - b) náleží mezi nejdůležitější kosmogenní radionuklidy
 - c) náleží mezi primordiální radionuklidy
3. ^{210}Po je předposlední člen uranové řady. Přeměňuje se s $T_{1/2} = 138$ dní na ^{206}Pb . Za jakou dobu bude vzorek, obsahující původně ^{210}Po , obsahovat 75 % atomů ^{206}Pb ?
 - a) za 138 dní
 - b) za 276 dní
 - c) za 414 dní
4. Průměrná efektivní dávka, kterou obdrží jedinec v ČR od přírodního pozadí, je:
 - a) 10 mSv/rok a je vyšší než celostvětový průměr
 - b) 2 – 4 mSv/rok a je vyšší než celosvětový průměr
 - c) 1 mSv/rok a je srovnatelná se Švédskem
5. Poločas přeměny ^{226}Ra je:
 - a) 38,2 dne
 - b) 1 600 let
 - c) 55,6 s
6. Z produktů přeměny ^{222}Rn je zdrojem záření alfa:
 - a) ^{214}Bi
 - b) ^{214}Po

- c) ^{210}Pb
7. ^{220}Rn při své přeměně emituje:
- částice beta
 - částice alfa o energii řádově jednotek MeV
 - rychlé neutrony se střední energií 100 MeV
8. Seřadte následující zdroje ozáření od nejvýznamnějšího k nejméně významnému z hlediska příspěvku k roční efektivní dávce v ČR: medicínské ozáření, kosmické záření, radon a jeho produkty přeměny, terestriální záření, jaderný palivový cyklus
- medicínské ozáření, kosmické záření, radon a jeho produkty přeměny, terestriální záření, jaderný palivový cyklus
 - terestriální záření, jaderný palivový cyklus, medicínské ozáření, radon a jeho produkty přeměny, kosmické záření
 - radon a jeho produkty přeměny, terestriální záření, kosmické záření, medicínské ozáření, jaderný palivový cyklus
9. Stanovení koncentrace radionuklidů uranu a thoria gamaspektrometrickou metodou využívající gama záření dceřinných produktů:
- je možné pouze při terénním měření
 - lze pouze za předpokladu, že přeměnové řady daných radionuklidů jsou v radioaktivní rovnováze
 - je možné pouze v uranové přeměnové řadě
10. Hmotnostní aktivita radionuklidu ^{40}K obsaženého v lidském těle u zdravého jedince
- je díky homeostatickým procesům téměř stálá, na úrovni cca 55 Bq/kg
 - závisí obsahu stravy jedince, zejména na množství zkonsumovaných potravin s vysokým obsahem draslíku
 - je zanedbatelná v porovnání s umělými radionuklidy přijímanými ingescí
11. Velikost efektivní dávky od kosmického záření
- nezávisí na zeměpisné poloze a nadmořské výšce
 - závisí na zeměpisné poloze a nadmořské výšce
 - závisí pouze na zeměpisné poloze
12. Radioaktivita hornin a koncentrace radionuklidů v horninách
- dá se zjistit pouze měřením, neexistuje charakteristická radioaktivita jednotlivých typů hornin
 - je pro jednotlivé horniny charakteristická, daná prvkovým složením horniny
 - nemění se v čase v důsledku přírodních geologických procesů, radioaktivní prvky jsou ve struktuře horniny pevně vázány
13. Faktor nerovnáhy F je:
- poměr EOAR ku OAR a může nabývat hodnot cca od 0,1 do 0,9

- b) poměr OAR ku EOAR a může nabývat hodnot cca od 0,2 do 0,8
 c) poměr EOAR ku OAR a může nabývat hodnot cca od 1 do 2
14. Efektivní dávku z inhalace radonu spočítáme, známe-li:
- a) průměrnou koncentraci radonu, dobu pobytu a biologické účinky jednotkové koncentrace radonu, reprezentované konverzním faktorem
 b) ekvivalentní koncentraci dceřinných produktů přeměny radonu, dobu pobytu a rychlost dýchání
 c) průměrnou koncentraci radonu v pracovní době, pracovní zatížení a délku pracovní doby
15. Typické hodnoty OAR v půdě, obydlích a venkovní atmosféře v ČR jsou:
- a) $X0 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$, $X00 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$, $X \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 b) $X0 \text{ MBq} \cdot \text{m}^{-3}$, $X0 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$, $X \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 c) $X00 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$, $X0 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$, $X0 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
16. Které radionuklidy se podílejí na měřitelné radioaktivitě hornin, v jakých veličinách a jednotkách lze vyjádřit výsledky gamaspektrometrického měření?
- a) K, U a Th a členové jejich přeměnových řad; ppm nebo %, Bq/kg
 b) K, U a Th a členové jejich přeměnových řad, kosmogenní radionuklidy, radionuklidy jaderného spadu; ppm, %, Bq/kg
 c) K, U a Th a členové jejich přeměnových řad; $\mu\text{Sv}/\text{hod}$, $\mu\text{Gy}/\text{hod}$
17. Sekulární radioaktivní rovnováha mezi ^{222}Rn a jeho krátkodobými produkty přeměny se ustaví po uplynutí:
- a) 27 minut
 b) 38,2 dne
 c) 3 hodin a 20 minut

Kapitola 6

Metody měření a měřicí technika

1. Ve spektrometrické laboratoři záření gama je detektor kvůli přírodnímu pozadí zpravidla stíněn olovem či ocelí. Toto stínění bývá nezřídka z vnitřní strany pokryto tenkým plechem z lehkého kovu, nejčastěji z mědi, proč?
 - a) kvůli odstínění kosmického záření
 - b) kvůli odstínění sekundárního rentgenového záření
 - c) kvůli odstínění radonu
2. HPGe detektor je ve srovnání s detektorem NaI(Tl):
 - a) dražší a náročnější na provoz, vykazuje však řádově lepší energetické rozlišení
 - b) účinnější v celém spektru energií záření gama při stejném objemu krystalu
 - c) levnější a méně náročný na provoz, vykazuje však řádově horší energetické rozlišení
3. Vyberte tvrzení, které platí o fotonásobiči ve spektrometrické trase:
 - a) slouží ke sběru elektron-děrových párů z polovodičového krystalu
 - b) slouží ke konverzi signálu z fotonů viditelného světla na elektrický proud
 - c) slouží ke zvýšení počtu fotonů nesoucích signál v citlivém objemu scintilačního detektoru
4. S rostoucí aktivitou měřeného vzorku:
 - a) klesá mrtvá doba detektoru
 - b) mrtvá doba se nemění
 - c) roste mrtvá doba detektoru
5. Minimální detekovatelná aktivita při gama spektrometrickém vyhodnocení nezávisí na:
 - a) úrovni pozadí
 - b) poměrném zastoupení radionuklidů
 - c) době měření
6. Na základě energetické kalibrace spektrometru lze provést:
 - a) pouze kvalitativní analýzu vzorku

- b) pouze kvantitativní analýzu vzorku
 - c) kvalitativní i kvantitativní analýzu vzorku
7. Totální účinnost detektoru je po odečtení pozadí počítána z:
- a) poměru účinnosti daného detektoru ke standardnímu válcovému detektoru NaI(Tl) 3x3 palce
 - b) počtu všech impulsů ve spektru, které pocházejí z dané energetické linky daného radionuklidu
 - c) plochy píku úplné absorpce na dané energii
8. Jak se může ve spektru projevit tvorba elektron-pozitronového páru?
- a) jedním nebo dvěma únikovými píky
 - b) vždy pouze jedním únikovým píkem
 - c) nemá na spektrum žádný vliv
9. Které tvrzení o tzv. pravých koincidencích není pravdivé?
- a) mohou nastat, pokud jsou fotony z radionuklidu emitovány v kaskádě
 - b) mohou způsobovat nadhodnocení i podhodnocení spektrometrické účinnosti detektoru
 - c) mohou být způsobeny dvěma fotony, z nichž byl každý emitován přeměnou jiného jádra
10. Zvolte pravdivé tvrzení o samoabsorpci záření gama ve vzorku:
- a) hraje významnou roli zejména u nízkých energií záření, přičemž největší vliv má hustota vzorku
 - b) hraje významnou roli zejména u nízkých energií záření, přičemž největší vliv má efektivní protonové číslo vzorku
 - c) hraje významnou roli zejména u středních energií záření, neboť zde převládá Comptonův rozptyl
11. Lucasova komora je detektorem záření alfa, který pracuje na principu:
- a) ionizace způsobené elektrony uvolněnými po dopadu částic alfa na vnitřní povrch detektoru
 - b) počítání scintilací vzniklých po interakci záření alfa v luminoforu naneseném na vnitřní povrch stěn detektoru
 - c) detekce účinků záření beta na povrchu elektretu
 - d) měření ionizačního proudu protékajícího mezi elektrodami Lucasovy komory
12. Elektretové ionizační komory pracují na principu:
- a) spektrometrie záření gama emitovaného produkty přeměny radonu v citlivém objemu detektoru
 - b) sběru elektrického náboje vzniklého ionizací vzduchu vyvolanou zářením alfa z radonu a jeho produktů přeměny deponovanými zejména na elektretu
 - c) sběru elektrického náboje vzniklého ionizací vzduchu vyvolanou zářením alfa radonu bez účasti jeho produktů přeměny deponovanými v komůrce

- d) luminiscence způsobené dopadem částic alfa na vnitřní stěnu detektoru a jejím převodem na elektrický proud
13. Pokles náboje elektretu v elektretové ionizační komoře:
- a) je způsoben sběrem záporně nabitých iontů na povrch kladně nabitého elektretu, které vznikly především ionizací vzduchu alfa částicemi emitovanými radonem a jeho krátkodobými produkty přeměny v citlivém objemu detektoru
 - b) je způsoben interakcemi záření alfa s vnitřním povrchem ionizační komory
 - c) je způsoben interakcí částic alfa při dopadu na povrch elektretu
14. Za jak dlouho dojde k ustavení sekulární radioaktivní rovnováhy mezi ^{222}Rn a ^{218}Po (RaA), jestliže byl do ionizační komory převeden vzorek půdního vzduchu bez přítomnosti produktů přeměny radonu?
- a) 5 min
 - b) 18 - 20 min
 - c) 1 hodina
15. Krátkodobé produkty přeměny radonu v citlivém objemu elektretové ionizační komůrky:
- a) Přispívají k ionizaci vzduchu uvnitř detektoru a k poklesu náboje na povrchu elektretu
 - b) Nepřispívají k ionizaci vzduchu uvnitř detektoru a k poklesu náboje na povrchu elektretu
 - c) Jsou nositelem elektrického náboje, který je sbírán na povrch elektretu a představuje nejvýznamnější část náboje, sebraného z citlivého objemu elektretem
16. Dynamiku koncentrací radonu v prostředí nejlépe postihne detektor:
- a) elektretový
 - b) stopový
 - c) polovodičový

Kapitola 7

Stavební materiály

1. Systematické měření stavebních materiálu je zavedeno za účelem:
 - a) regulace ozáření pouze z radonu
 - b) regulace vnějšího ozáření zářením gama i ozáření od radonu
 - c) regulace pouze vnějšího ozáření zářením gama
2. Systematické měření stavebních materiálů může podle platné legislativy provádět pouze:
 - a) držitel povolení
 - b) osoba, která absolvovala kurz u držitele povolení
 - c) osoba s vysokoškolským vzděláním v oblasti radiační ochrany
3. Index hmotnostní aktivity stavebního materiálu je definován pro:
 - a) modelovou obytnou místnost
 - b) všechny aplikace stavebních materiálů včetně dopravních staveb
 - c) modelovou stěnu
4. Postup stanovení hmotnostních aktivit radionuklidů použitím píku 186 keV při měření stavebních materiálů předpokládá:
 - a) přítomnost pouze přeměnové řady ^{238}U
 - b) přítomnost pouze přeměnové řady ^{235}U
 - c) přírodní poměr mezi ^{238}U a ^{235}U
5. Postup stanovení hmotnostních aktivit radionuklidů při měření stavebních materiálů předpokládá:
 - a) rovnováhu v celé přeměnové řadě ^{238}U
 - b) rovnováhu v přeměnové řadě ^{238}U pouze do ^{226}Ra včetně
 - c) rovnováhu v přeměnové řadě ^{238}U pouze od ^{226}Ra dále
6. Postup stanovení hmotnostních aktivit radionuklidů při měření stavebních materiálů předpokládá:
 - a) rovnováhu v celé přeměnové řadě ^{232}Th

- b) rovnováhu v přeměnové řadě ^{232}Th pouze do ^{224}Ra včetně
 - c) rovnováhu v přeměnové řadě ^{232}Th pouze od ^{224}Ra dále
7. Konstanty, které se ve vzorci pro výpočet indexu hmotnostní aktivity stavebního materiálu nacházejí ve jmenovatelích jednotlivých sčítanců, byly odvozeny na základě:
- a) délky přeměnových řad ^{238}U , ^{232}Th a ^{40}K
 - b) míry emanace izotopů radonu z jednotlivých přeměnových řad
 - c) příspěvků jednotlivých přeměnových řad k příkonu efektivní dávky z vnějšího ozáření zářením gama
8. Předmětem regulace je obsah přírodních radionuklidů ve stavebních materiálech, použitých při:
- a) stavbě dopravní infrastruktury
 - b) při veškerých stavbách
 - c) při stavbě obytných a pobytových prostor
9. Během analýzy vzorku stavebního materiálu pocházející z pracoviště s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu byla zjištěna prokazatelně porušená rovnováha v jedné z přeměnových řad. Jak by se mělo správně dále postupovat?
- a) z hodnot, které poukázaly na porušenou rovnováhu, je třeba v dalším postupu použít konzervativně tu nejvyšší
 - b) je stanovení indexu hmotnostní aktivity nahrazeno stanovením hmotnostní aktivity jednotlivých RN podle Doporučení SÚJB: Měření a hodnocení obsahu radionuklidů v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření
 - c) z hodnot, které poukázaly na porušenou rovnováhu, je třeba v dalším postupu vypočítat průměr
10. Analýzou stavebního materiálu, který do laboratoře dodala soukromá osoba během rekonstrukce staršího obytného domu, bylo zjištěno překročení referenční úrovně, a to i v případě zpřesňujícího výpočtu dle Doporučení. Jaký by měl být další postup?
- a) oznámit překročení v rámci zákonem stanovené lhůty SÚJB
 - b) zaslat objednavateli pouze protokol o měření stavebního materiálu s hodnocením v souladu s Doporučením SÚJB
 - c) předat objednavateli výsledky měření s patřičným vysvětlením situace a možných rizik, přinejmenším však s kontaktem na SÚJB

Kapitola 8

Přírodní radionuklidy v pitné vodě

1. Indikativní dávka je definovaná jako:

- a) roční úvazek efektivní dávky z příjmu požitím všech radionuklidů přítomných ve vodě
- b) úvazek efektivní dávky z inhalace krátkodobých produktů přeměny radonu
- c) roční úvazek efektivní dávky z příjmu požitím radionuklidů uranové přeměnové řady přítomných ve vodě

2. Indikativní dávka se stanovuje:

- a) pokud objemová aktivita radonu převyšuje nejvyšší přípustnou hodnotu
- b) při překročení referenční úrovně pro některý radionuklidů přítomných ve vodě
- c) při překročení vyšetřovací úrovně pro celkovou objemovou aktivitu alfa nebo celkovou objemovou aktivitu beta po odečtení příspěvku od radionuklidu ^{40}K

3. Základní rozbor vody zahrnuje:

- a) stanovení objemové aktivity ^{222}Rn
- b) stanovení celkové objemové aktivity alfa, celkové objemové aktivity beta a objemové aktivity ^{222}Rn
- c) stanovení objemové aktivity ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{238}U a ^{234}U

4. K doplňujícímu rozboru vody se přistupuje pokud

- a) objemová aktivita radonu převyšuje referenční úroveň
- b) jde o analýzu vody z dosud nezprovozněného zdroje podpovrchové vody
- c) celková objemová aktivita alfa nebo celková objemová aktivita beta převyšuje vyšetřovací úroveň o více než rozšířenou nejistotu stanovení

5. Sledování obsahu přírodních radionuklidů v pitné vodě se v ČR provádí

- a) v pitné vodě dodávané pro veřejnou potřebu a v balené vodě dodávané na trh v ČR
- b) v pitné vodě z veškerých vodních zdrojů
- c) v pitné vodě ze soukromých vodních zdrojů

6. Převyšuje-li objemová aktivita radonu ve vodě nejvyšší přípustnou hodnotu

- a) musí být vždy provedeno opatření vedoucí ke snížení obsahu radonu
 - b) musí být provedena optimalizace radiační ochrany v rámci, které musí být zvaženo opatření vedoucí ke snížení obsahu radonu
 - c) není třeba provádět žádné opatření, pokud úvazek efektivní dávky nepřevyšuje limit pro obecnou populaci
7. Vzorky pitné vody pro veřejnou potřebu musí být
- a) odebírány vždy přímo z vodního zdroje bez předchozího odtočení
 - b) reprezentativní pro veškerou stáčenou vodu, pro vodu dodávanou během celého kalendářního roku a pro celou zásobovanou oblast
 - c) odebírány pouze do skleněných vzorkovnic nejdéle jeden den před samotnou analýzou
8. Radiační ochrana se považuje za optimalizovanou
- a) pokud celková objemová aktivita alfa a celková objemová aktivita beta nepřevyšuje vyšetřovací úroveň a objemová aktivita radonu nepřevyšuje referenční hodnotu
 - b) pokud celková objemová aktivita alfa a celková objemová aktivita beta nepřevyšuje vyšetřovací úroveň a objemová aktivita radonu nepřevyšuje nejvyšší přípustnou hodnotu
 - c) pokud celková objemová aktivita alfa a celková objemová aktivita beta nepřevyšuje dvojnásobek vyšetřovací úrovně
9. Efektivní dávka od radonu přítomného v dodávané vodě je způsobena
- a) inhalací radonu a ingescí produktů jeho přeměny
 - b) z 90 % je způsobena inhalací krátkodobých produktů přeměny radonu po přestupu do ovzduší v důsledku používání vody
 - c) pouze ingescí produktů přeměny radonu
10. Zvýšená koncentrace radonu ve vodě se projeví
- a) významně na celkové objemové aktivitě alfa
 - b) významně na celkové objemové aktivitě beta prostřednictvím krátkodobých produktů přeměny
 - c) se na celkové objemové aktivitě alfa a celkové aktivitě beta významně neprojeví

Kapitola 9

Měření pro stanovení radonového indexu pozemku

1. Jaké jsou dva základní parametry, které je nutno posoudit pro stanovení radonového indexu pozemku:
 - a) objemová aktivita radonu v půdním vzduchu a koncentrace ^{238}U , ^{232}Th a ^{40}K v zemině
 - b) objemová aktivita radonu v půdním vzduchu a plynopropustnost zemin
 - c) objemová aktivita radonu v půdním vzduchu a nadmořská výška pozemku
2. Stanovení radonového indexu se nemusí provádět:
 - a) bude-li stavba umístěna v terénu tak, že všechny její obvodové konstrukce budou od podloží odděleny vzduchovou vrstvou, kterou může volně proudit vzduch
 - b) jedná-li se o malou stavbu (budoucí zastavěná plocha, tj. plocha kontaktu budoucí stavby s geologickým podložím $\leq 100 \text{ m}^2$)
 - c) jedná-li se o tzv. montovanou stavbu
3. Co platí o počtu měřících bodů při stanovení objemové aktivity radonu v půdním vzduchu na pozemku?
 - a) Pro pozemky do rozlohy 1000 m^2 postačí vždy jedno bodové měření, protože na takto malé ploše lze objemovou aktivitu radonu považovat za homogenní
 - b) Počet měřících bodů podléhá vždy odbornému posouzení, na základě kterého je pro libovolný pozemek možné pro účely stanovení radonového indexu pozemku provést pouze jediné měření objemové aktivity radonu
 - c) Vzhledem k nesteronoměrné distribuci radonu v zeminách a častému výskytu lokálních odchylek objemové aktivity radonu v půdním vzduchu je pro stanovení radonového indexu pozemku nutný vyšší počet bodových měření a následné statistické vyhodnocení souboru dat
4. Odběr vzorků půdního vzduchu pro stanovení objemové aktivity radonu (umožňuje-li takový odběr charakter terénu) se provádí v hloubce:
 - a) 0,8 m pod povrchem terénu

- b) 1 m pod povrchem terénu
 - c) Libovolné hloubce v rozsahu 1 m-0.8 m pod povrchem terénu
5. V případě, že svrchní horizonty skalního podkladu vystupují k povrchu terénu a tedy není možné odběrové zařízení umístit do požadované úrovně:
- a) nelze na daném pozemku stanovit objemovou aktivitu radonu přímým měřením a je nutné odebrat vzorky pro laboratorní analýzu
 - b) je možné odebrat půdní plyn z hloubky nižší (při zachování dokonalé těsnosti systému), minimální možná hloubka odběru je 0,5 m pod povrchem terénu
 - c) je možné odebrat půdní plyn z hloubky nižší (při zachování dokonalé těsnosti systému), minimální možná hloubka odběru je 0,8 m pod povrchem terénu
6. Při hodnocení radonového indexu pozemku se ze souboru naměřených hodnot objemové aktivity radonu bere tzv. třetí kvartil c_{A75} . Toto platí:
- a) Vždy
 - b) Pouze pokud se na pozemku nevyskytují lokální anomálie (tj. hodnoty překračující trojnásobek třetího kvartilu)
 - c) Pouze pokud poměr maxima a minima nepřevyšuje hodnotu 2 (tj. maximální objemová koncentrace není dvakrát vyšší než minimální)
7. Co platí o odběrových bodech při přímém měření plynopropustnosti:
- a) nelze použít stejné měřicí body jako při stanovení objemové aktivity radonu
 - b) nejprve se stanovuje plynopropustnost zemin a následně se odebírá vzorek půdního vzduchu pro měření objemové aktivity radonu
 - c) nejprve se odebírá vzorek půdního vzduchu pro měření objemové aktivity radonu a následně se stanovuje plynopropustnost zemin
8. Výsledkem správně provedeného přímého měření plynopropustnosti půdy je:
- a) soubor hodnot plynopropustností $k [m^2]$, který je nutno dále statisticky zpracovat
 - b) klasifikace plynopropustnosti do kategorie nízká-střední-vysoká
 - c) jediná hodnota plynopropustnosti $k [m^2]$, určená na jediném odběrovém místě
9. Odborné posouzení plynopropustnosti zeminy může být založeno:
- a) pouze na popisu zemin ve vertikálním profilu do hloubky minimálně 2,0 m na základě sond do zeminy
 - b) výhradně na údajích z podrobného inženýrsko-geologického či hydrogeologického průzkumu. Jiný způsob legislativa neumožňuje.
 - c) na popisu zemin ve vertikálním profilu do hloubky 1,0 m na základě sond do zeminy
10. Z následujících možností vyberte pozemek nejrizikovější z hlediska zvýšené koncentrace radonu ve vnitřních prostorech na něm stojící stavby:
- a) Vysoké koncentrace radonu a nízká plynopropustnost
 - b) Vysoké koncentrace radonu a vysoká plynopropustnost
 - c) Nízké koncentrace radonu a nízká plynopropustnost

Kapitola 10

Radon ve stavbách

1. Jaký způsobem je možné identifikovat stavební materiál s vyšším obsahem přírodních radionuklidů ve stavbě:
 - a) Měřením dávkového příkonu záření gama ve vzduchu v blízkosti stavebních konstrukcí
 - b) Stanovením OAR v jednorázových odběrech vzorků vzduchu z netěsností v kontaktních konstrukcích budovy
 - c) Měřením průměrné intenzity větrání
2. Nejvýznamnějším zdrojem radonu v domě s vysokými OAR zpravidla bývá:
 - a) přísun radonu z podloží budovy netěsnostmi v kontaktních konstrukcích
 - b) přísun radonu z vody používané při vaření a dodávané z veřejného vodovodu
 - c) přísun radonu exhalací z použitých stavebních materiálů
3. Rychlost přísunu radonu ($Bq \cdot h^{-1}$) do místnosti v kontaktu s podložím nezávisí na:
 - a) Teplotní diferencí mezi vnitřním vnějším ovzduším budovy
 - b) Komínovém efektu vytvořeném výškou budovy a rozdílem tlaků mezi vnitřním a vnějším prostředím domu
 - c) Objemu měřené místnosti
4. V místnosti se při konstantním přísunu radonu a intenzitě větrání ustaví za určitou dobu stacionární objemová aktivita radonu (OAR). Snížení intenzity větrání při zachování rychlosti přísunu radonu způsobí:
 - a) stacionární stav se ustaví za delší dobu, stacionární hodnota OAR se sníží
 - b) stacionární stav se ustaví za kratší dobu, stacionární hodnota OAR se sníží
 - c) stacionární stav se ustaví za delší dobu, stacionární hodnota OAR se zvýší
5. Intenzita větrání budovy závisí na:
 - a) tlakové diferencí mezi vnitřním a vnějším ovzduším budovy a celkovou průvzdušností obvodového pláště domu
 - b) vnitřním povrchu stěn budovy
 - c) produkci aerosolu ve vnitřním prostředí domu

6. Rychlost přísunu radonu a intenzita větrání budovy jsou závislé na:
- Relativní vlhkosti vzduchu uvnitř budovy
 - Tlakové diferenci mezi vnitřním a vnějším ovzduším budovy
 - Celkové koncentraci aerosolových částic ve vnitřním prostředí domu
7. Jaký postup volby měřicích míst v bytech v rodinných a bytových domech není v souladu s Doporučením SÚJB:
- všechny obytné místnosti a kuchyně v bytech v prvním obývaném podlaží; pokud nejsou jednotlivé místnosti odděleny dveřmi a tvoří jeden prostor, považuje se za jedno měřicí místo každých započatých 50 m_2 podlahové plochy
 - alespoň jedna třetina obytných a pobytových místností v dalším obývaném podlaží
 - všechny místnosti v suterénu a podkroví budovy
8. Jaká je hodnota ročního průměru objemové aktivity radonu ve vzduchu, při jejímž překročení je vlastník budovy s obytnou nebo pobytovou místností povinen provést opatření, která snižují míru ozáření:
- $2\,000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 - $3\,000 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
 - $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
9. Pro hodnocení maximálního příkonu prostorového dávkového ekvivalentu ve vztahu k referenční úrovni je rozhodující hodnota:
- stanovená ve výšce 1 m nad podlahou a ve vzdálenosti 0,5 m od stěny
 - stanovená ve výšce 0,5 m nad podlahou a ve vzdálenosti 1 m od stěny
 - stanovená ve výšce 1 m nad podlahou a v kontaktu se stěnou
10. Při jaké úrovni PPDE je naměřená hodnota zaznamenána do protokolu o měření a místo měření vyznačeno v situačním plánu objektu:
- $0,1 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$
 - $1,0 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$
 - $0,5 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$

Kapitola 11

Pracoviště s možností ozáření z přírodních zdrojů

1. Proč se na podzemních pracovištích s možným zvýšeným ozářením z radonu musí provádět předběžné měření?
 - a) z důvodu volby optimální metody měření (způsob, doba)
 - b) z důvodu stanovení roční efektivní dávky pracovníků a jejího porovnání s 1/3 limitu pro radiační pracovníky
 - c) z důvodu stanovení roční efektivní dávky pracovníků a jejího porovnání s efektivní dávkou 6 mSv/12 měsíců
2. Není-li v jeskyni nebo na podzemním pracovišti stejného typu stanoven podíl volné frakce, použije se konzervativně při dohadu efektivní dávky od radonu tzv. jeskynní faktor, který má hodnotu:
 - a) 1
 - b) 1,5
 - c) 2
3. Pokud se při předběžném měření na podzemním pracovišti naměří týdenní průměrná objemová aktivita radonu rovna $250 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ (uvažujte nejistotu měření 20 %),
 - a) je možné zprostit provozovatele pracoviště povinnosti provádět další měření, dokud nedojde ke změně pracovních podmínek, organizace nebo režimu práce, případně k úpravě pracoviště, včetně změny ventilace
 - b) je nezbytné provést minimálně měsíční měření kontinuálním monitorem radonu a ověřit výsledek předběžného měření
 - c) je nezbytné provést roční stanovení objemové aktivity radonu na pracovišti
4. Podle výsledku prvního měření na pracovišti s možným zvýšeným ozářením z radonu se rozhoduje o nutnosti provést opakované měření. U provozů, kde se pracovníci zdržují maximálně 10 hodin týdně, se
 - a) opakované měření vůbec neprovádí
 - b) výsledek prvního měření porovnává s hodnotou $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$

- c) výsledek prvního měření porovnává s hodnotou $1150 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
5. Při stanovování dávky v jeskyních je potřeba vzít v úvahu tzv. jeskynní faktor, který zohledňuje
- odlišnou efektivní dávku způsobenou inhalací radonu v bezprašném prostředí
 - odlišný podíl volné frakce produktů přeměny radonu, než je v obytných prostorách
 - odlišný poměr mezi radonem a thoronem v jeskyních
6. Mezi pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu patří pracoviště, která mají pracovní místa v podzemí a v 1. nadzemním podlaží, umístěná v obcích
- vybraných podle radonového indexu na území obce, který lze odečíst z geologické prognózní mapy radonového indexu
 - vybraných podle průměrné hodnoty objemové aktivity radonu v již změřených objektech obce, kterou lze odečíst z map výsledků měření objemové aktivity radonu
 - vybraných podle radonového indexu obce, který vychází z odhadu podílu pracovišť s OAR převyšujících referenční úroveň $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
7. Mezi pracoviště s možným zvýšeným ozářením z radonu, která mají pracovní místa v podzemí a v 1. nadzemním podlaží v obcích vyjmenovaných ve vyhlášce 422/2016, nepatří všechna pracoviště:
- postavená před rokem 1991
 - se vzduchotechnikou
 - kde pracuje méně než 3 pracovníci
8. Jak se provádí předběžné měření na podzemních pracovištích s možným zvýšeným ozářením z radonu
- ročním integrálním měřením
 - alespoň měsíčním měřením (integrálním nebo kontinuálním)
 - bodovým nebo krátkodobým měřením
9. Při stanovování efektivní dávky z inhalace přírodních radionuklidů se musí zohlednit:
- prašnost, EOAT, OAR
 - EOAT, koncentrace aerosolů, PPDE
 - zda jsou překročeny uvolňovací úrovně pro obsah přírodních radionuklidů (1 Bq/g pro uranovou a thoriovou řadu, a 10 Bq/g pro ^{40}K)
10. Na pracovišti, které je pracovištěm se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření, se:
- posuzuje možnost překročení efektivní dávky 6 mSv/rok
 - posuzuje možnost překročení efektivní dávky 6 mSv/rok nebo 16 mSv/rok pro ekvivalentní dávku v oční čočce, 166 mSv/rok pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm^2 kůže bez ohledu na velikost ozářené plochy a 166 mSv/rok pro efektivní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky.
 - posuzuje možnost překročení efektivní dávky 6 mSv/rok nebo 1/3 limitů stanovených na kalendářní rok v § 4 odst. 1 písm. b) až d) vyhlášky 422/2016 Sb.

Správné odpovědi

Kapitola 1: Legislativa

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C	B	A	C	A	C	A	B	B	C	A	A	B	B	B	A	C

Kapitola 2: Základy fyziky ionizujícího záření pro potřeby radiační ochrany

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
B	C	A	C	B	A	B	B	A	C	B

Kapitola 3: Veličiny v dozimetrii

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	C	C	A	C	B	A	A	B	C

Kapitola 4: Biologické účinky ionizujícího záření a stanovení dávek

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B	C	B	B	C	A	B	C	C	A	B	A	C	B

Kapitola 5: Přírodní zdroje ozáření

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	C	B	B	B	B	B	C	B	A	B	A	A	A	A	A	B

Kapitola 6: Metody měření a měřící technika

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
B	A	B	C	B	A	B	A	C	B	B	B	A	B	A	C

Kapitola 7: Stavební materiály

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	A	A	C	B	A	C	C	B	C

Kapitola 8: Přírodní radionuklidy v pitné vodě

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	B	C	A	A	B	A	B	C

Kapitola 9: Měření pro stanovení radonového indexu pozemku

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	A	C	A	B	B	B	A	C	B

Kapitola 10: Radon ve stavbách

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	A	C	C	A	B	C	B	A	C

Kapitola 11: Pracoviště s možností ozáření z přírodních zdrojů

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	C	C	B	C	A	C	A	C