

**Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity
v Českých Budějovicích**



**Efektivnost měření objemové aktivity radonu
v půdních vzorcích pomocí přístroje LUK 3R.**

Bakalářská práce

Rastislav Peťko

Vedoucí práce: Ing. Jiří Čejka, PhD

České Budějovice 2012

Pet'ko R., 2012: Efektivnost měření objemové aktivity radonu v půdních vzorcích pomocí přístroje LUK 3R. [Efficiency measurements of radon in soil samples using an apparatus LUK 3R. Bc. Thesis, in Czech] – 42 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation: To analyze the issue of a natural radioactive gas radon in soil gas using an apparatus LUK 3R. Based on the measured values to determine the radon risk land. Further comment on the effect of radon gas and the state legislative body frame measurements. The work is a basic economic analysis of return on investment.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 25.4.2012

Rastislav Petko

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce ing. Jiřímu Čejkovi PhD., za cenné rady, připomínky a čas, který mi věnoval při zpracování ekonomické analýzy mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval svému specialistovi-konzultantovi ing. Františku Poppovi, za poskytnutí pomoci a odborných rad o problematice měření radonu v půdních vzorcích.

Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Měření.....	2
2.1. Historie měření.....	2
2.2. Měřicí přístroje.....	3
2.3. Využití měřicí techniky.....	4
2.4. Základní pojmy měřicí techniky.....	5
3. Ionizující záření.....	6
3.1. Radioaktivita.....	6
3.2. Druhy radioaktivního záření.....	7
3.3. Vlivy radiace na lidský organismus.....	8
4. Radon.....	10
4.1. O radonu všeobecně.....	10
4.2. Fyzika radonu a poločas rozpadu.....	11
4.3. Biologické účinky radonu.....	13
4.4. Transport radonu z podlaží.....	14
4.5. Zdroje radonu v objektu.....	15
5. Měření radonu pomocí přístroje LUK 3R.....	16
5.1. Legislativní opatření, atomový zákon.....	16
5.2. Princip činnosti přístroje LUK 3R.....	18
5.3. Popis a technické data přístroje LUK 3R.....	19
5.4. Postup měření.....	22
5.5. Stanovení radonového indexu pozemku pomocí naměřených hodnot.....	24
5.6. Protiradonová opatření.....	26
6. Efektivnost měření.....	28
6.1. Ekonomická analýza.....	29
6.2. Možnosti poskytnutí úvěru na trhu pro začínajícího podnikatele, OSVČ.....	30
6.3. Zacílení podnikatelské činnosti, analýza potenciálních zákazníků.....	31
6.4. Stimulace toku finančních prostředků pro začínajícího podnikatele, OSVČ.....	33
6.4.1. Optimistická varianta (Jihočeský kraj).....	33
6.4.2. Pesimistická varianta (Jihočeský kraj).....	34
6.5. Outsourcing.....	35
6.6. Analýza SWOT.....	37

6.6.1	Silné stránky.....	37
6.6.2	Slabé stránky.....	38
6.6.3	Příležitosti.....	38
6.6.4	Hrozba.....	38
7.	Závěr.....	39
8.	Seznam literatury a odkazů.....	42

1. Úvod

Neexistuje snad jiné technické odvětví, které by nezasahovalo do všech oborů současné lidské činnosti víc, než měření. Určováním velikostí fyzikálních veličin, srovnáváním se stanovenou mírou různými měřidly, měřicími přístroji, zařízeními a různými metodami se člověk zabývá už od pradávna. A právě přírodu a její zákony se člověku podařilo pochopit díky měření, ověřováním výsledků teoretických úvah a výpočtů. Řídil pomocí nich výrobu, kontrolovat jakost výrobku, sledoval funkci daných zařízení, provozní ekonomii, efektivitu i bezpečnost.

Moje diplomová práce je zaměřená na měření a jeho efektivnost, konkrétně na problematiku radonu. Zmínit se o jeho negativním vlivu na lidský organismus. Jeho měření v půdních vzorcích, pomocí přístroje LUK 3R. Dle naměřených hodnot stanovit radonové riziko pozemku dle platného atomového zákona. Hlavní částí mé práce je vypracování ekonomické analýzy návratnosti investic pro začínajícího podnikatele, který by se chtěl věnovat danému měření objemové aktivity propustnosti radonu v půdních vzorcích pomocí přístroje LUK 3R.

Po úvodu je druhá kapitola všeobecně zaměřená konkrétně na obor měření, jeho historii, základní soustavu jednotek, měřicí techniku a její využití a základní pojmy měření.

Ve třetí kapitole je všeobecně vysvětlený pojem ionizujícího záření, radiace, jeho druhy a zdroje. Dále pak vlivy radiace na lidský organismus.

Čtvrtá kapitola je věnovaná radonu, jeho rozpadu, jeho zdrojům a účinkům na lidský organismus a jeho migraci z podlaží včetně jeho zdrojů.

V páté kapitole se již konkrétně zabývám měřením radonu pomocí přístroje LUK 3R, jeho principu, popisu a technologii měření. Dále pak dané legislativě platné pro posouzení radonového indexu pozemku. Zpracováním neměřených dat a na jejich základě určením radonového riziky pozemku a protiradonových opatření.

Šestá kapitola je určená efektivnosti měření, její základní ekonomické analýze a návratnosti investic. Na zhodnocení efektivnosti měření pomocí přístroje LUK 3R a jeho doporučení z hlediska jeho ceny, využití, účelu a podnikání.

2. Měření

V technice, ve vědě i v běžném životě se při sledování a popisu jevů, charakteristik a vlastností různých fyzikálních objektů používají různé fyzikální veličiny, které od sebe vzájemně odlišujeme. Např. čas, hmotnost, délka, elektrický proud či magnetický tok, které se vyjadřují svou hodnotou veličiny, a ta se často zjišťuje měřením. Hodnota veličiny je číslo, které vyjadřuje velikost zmíněné veličiny ve zvolených jednotkách.

Měření je kvantitativní zkoumání vlastností předmětů obvykle porovnáváním s obecně přijatou jednotkou. Výsledkem měření je tedy číslo, které vyjadřuje poměr zkoumané veličiny k jednotce. Význam měření je hlavně v tom, že:

1. charakterizuje měřenou veličinu významně přesněji než kvalitativní údaje
2. dovoluje měření opakovat a porovnávat
3. výsledek lze zpracovat matematickými prostředky, zejména ve vědách

K přesnému posouzení námi pozorovaných jevů potřebujeme určité měřicí prostředky, které můžeme charakterizovat jako soubor zařízení, přípravků a dalších pomůcek, které jsou určeny k provedení měření a zjištění vlastností pozorovaného děje.

2.1. Historie měření a měřících jednotek.

Měření [1] je pradávna činnost, která lidstvo provází již od jeho nejstarších dějin. Potřeba měřit vznikla společně se vznikem směnného obchodu, který bylo možné uskutečnit jen na základě měření. Na základě měření bylo nutné vytvořit a zvolit vhodné jednotky. Dnes používané jednotky mají původ už ve starověku, kdy se používalo velké množství různých měřících jednotek, které byly postupem času zpřesňovány a způsoby měření sjednocovány.

Již ve 4. tisíciletí př. n. l. se objevují první primitivní jednotky v poměrně rozsáhlé oblasti nejrozvinutějších kultur, sahající od Egypta přes Mezopotámii a Indii až po Čínu. Týkaly se hlavně měření veličin, které byly v běžném životě nejvíce potřeba - délky a hmotnosti. Měrové systémy, to znamená systémy používaných měřících jednotek, se v různých částech světa vyvíjely nezávisle, a proto se od sebe vzájemně lišily. Tento stav trval prakticky až do minulého století, kdy dochází k postupnému sjednocování systému jednotek.

Definice původně používaných jednotek, kterých bylo původně velké množství, byly nedokonalé, hodnoty časově nestálé a s omezením místní platností. Pokusů o jejich sjednocení známe v historii několik. První pokus o sjednocení měř v raně středověké Evropě učinil Karel Veliký na konci 8. století, který převzal upravený římský systém. V Čechách došlo k prvnímu pokusu o sjednocení měř za vlády Přemysla Otakara II. v roce 1268, kdy byl za takzvanou královskou míru, jednotnou v celém království, stanoven pražský (český) loket, který měřil 0,59 metru. Loket se rovnal třem pídím, píd' se rovnala deseti prstům položeným vedle sebe a jeden prst byla šíře čtyř ječných zrn.

Až ve Francii došlo k uzákonění jednotné měrové soustavy, a to 23. září 1795. Jejím hlavními cíly bylo důsledné zavedení desetinné soustavy a metru jako délkové jednotky. Tím byl položen základ metrické soustavy v takové podobě, jak ji známe dnes. Její přednosti se postupně prokázaly, takže 20. května 1875 podepsali v Paříži zástupci 18 států včetně Rakousko-Uherska tzv. metrickou konvenci - mezinárodní dohodu o používání metrických jednotek. Protože základem jednotek všech používaných veličin měl být metr, dostala takto vytvořená soustava jednotek název metrická soustava nebo také metrický systém.

Tento systém byl zaměřen pouze na dvě z dnešních sedmi základních jednotek - na metr a kilogram, přičemž druhá základní jednotka byla také odvozena z metru, a to jako hmotnost 1 dm^3 čisté vody při nejvyšší hustotě (za teploty $4 \text{ }^\circ\text{C}$). I když se definice kilogramu, a obzvláště metru od té doby několikrát změnily, zůstaly obě jednotky základem i nové Mezinárodní soustavy jednotek, označované zkratkou SI, která byla přijata v roce 1960 a která platí i u nás. V této soustavě patří do základních jednotek kromě metru a kilogramu také sekunda, ampér, kelvin, mol a kandela. Všechny ostatní jednotky (mimo dvě tzv. doplňkové jednotky, kterými jsou radián a steradián) jsou odvozeny z jednotek základních a doplňkových.

2.2. Měřicí přístroje

Přístroj [2] je technické zařízení sloužící k určitému účelu. Na rozdíl od stroje není jeho hlavním účelem přeměna jedné formy energie na jinou formu nebo vykonávání práce, ale je v něm využíván chemický nebo fyzikální (mechanický, elektrický) děj, proces, nebo tyto děje a vlastnosti využívá pro svoji funkci. Přístroj, který je obvykle konstruován z několika součástí, se liší i od nástroje, který mívá obvykle velmi jednoduchou konstrukci, a v němž většinou žádné děje neprobíhají.

Toto vymezení nemá přesné hranice, neboť některé složité přístroje mohou mít charakter stroje a v některých složitějších nástrojích může docházet k fyzikálním či chemickým dějům. V hovorové mluvě dost často termíny stroj, nástroj a přístroj splývají a vždy záleží na jazykovém kontextu příslušného sdělení.

2.3. Využití měřicí techniky

Měřicí technika, přístroje, se dají využít v různých oborech. Už jenom podle základních jednotek soustavy SI a to: délka, hmotnost, čas, termodynamická teplota, látkové množství, elektrický proud a svítivost, je vidět, že tyhle veličiny se využívají k měření a sestavení různých měřících přístrojů v různých oborech, kde se využívá základních principů měření dat.

Přístroje mohou být například:

-elektrické (např. spínač, relé, stykač, pojistka, jistič, chránič, elektromagnet, odpojovač, přepojovač, úsečník, odpínač, svodič přepětí, regulátor apod.)

-regulační (např. regulátor otáček či záchodový splachovač)

-měřicí

- elektrické (např. voltmetr, ampérmetr, elektroměr, elektroskop, osciloskop, oscilograf, ohmmetr, kmitoměr, Q-metr, měřič dielektrik, měřič izolace, měřič maxima, fázoměr, měřič úrovně, měřič útlumu, měřič vektorů, měřič výstupního výkonu apod.);

- meteorologické (např. teploměr, vlhkoměr, barometr apod.)

- fyzikálně-strojní (např. rychloměr, otáčkoměr, tlakoměr, gyroskop, mikrometr apod.)

- geofyzikální (např. kompas či sextant)

- fyzikální (např. hodinky, chronometr)

-optické (např. dalekohled, zrcadlo, mikroskop, zpětný projektor)

- matematické (např. logaritmické pravítko, kuličkové počítadlo apod.)
- telekomunikační (např. telegrafní klíč)
- stavební (např. vodováha, olovnice, tenzometr, skládací metr)
- geodetické (např. teodolit)
- zdravotnické (např. sonograf, rentgen, spirometr, glukometr)
- chemické (např. hustoměr, destilační kolona, pyknometr)
- letecké (např. autopilot, umělý horizont, variometr)
- lodní (např. hloubkoměr)
- vojenské (např. radar)

2.4. Základní pojmy měřící techniky

Měření – určování číselné hodnoty fyzikální veličiny, např. elektrického napětí nebo tíhové síly.

Počítání – určování počtu událostí stejného typu nebo předmětu v určitém časovém úseku, např. počet elektrických impulzů za sekundu.

Zkoušení – zjišťování, zda má zkoušený předmět předepsané vlastnosti, zvláště jsou-li tyto vlastnosti v předepsaných tolerancích.

Kalibrování – zjištění rozdílu mezi skutečnou hodnotou a hodnotou ukazovanou měřícím přístrojem.

Justování – nastavení ukazatele tak, aby ukazoval správnou hodnotu.

Kontrolování – úřední postup ověření správnosti měřícího přístroje nebo normálu, potvrzuje se značkou, pravidelně se opakuje.

3. Ionizační záření

Během našeho života číhají na každého z nás rizika ohrožující naše životy, ať již na ulici, doma, v zaměstnání atd. Mnoho rizik můžeme vnímat či vidět, některá však nikoliv. Člověk žijící na zemi je neustále ozařován přírodními zdroji ionizujícího záření. Ionizující záření [3] je takové záření, které ionizují prostředí, jímž procházejí. Patří sem záření vznikající rozpadem radioaktivních látek alfa, beta nebo gama, rentgenové záření vznikající dopadem urychlených elektronů na kovovou anodu rentgenky, záření vyvolané částicemi urychlenými v urychlovači nebo neutronové záření, pocházející například z jaderného reaktoru nebo některých jaderných reakcí.

Ionizující záření způsobuje ionizaci původně neutrálních atomů a molekul. Při které se od atomu působením záření odtrhne jeden nebo několik elektronů a z neutrálního atomu se stává kladný iont. Další účinky záření jsou chemické, tepelné nebo biologické.

Záření (radiace) označuje šíření energie prostorem, včetně vakua. Může probíhat dvěma způsoby a to formou vlnění nebo pohybem částic.

U vlnění je charakter záření daný vlastnostmi daného vlnění a to jeho vlnovou délkou, jeho amplitudou, polarizací apod. Patří sem např.: vlnění elektromagnetické nebo akustické.

Částicové neboli korpuskulární záření je představováno uspořádaným pohybem, nebo-li proudem velkého množství částic. Patří sem např.: záření alfa, záření beta, záření gama, ultrafialové záření, tepelné záření, rentgenové záření, infračervené záření, ionizující záření, dále kosmické, sluneční, světelné apod.

3.1. Radioaktivita

Radioaktivita [4] je přírodní jev - některé atomy mění svoji vnitřní strukturu a přitom uvolňují radioaktivní záření. Je to vlastně samovolná proměna jader nestabilních nuklidů na jiná jádra, při níž vzniká ionizující záření. Známe radioaktivitu umělou a přírodní.

Umělá radioaktivita není rozložena rovnoměrně: např. v okolí jaderných zařízení může být mnohem vyšší, než je celostátní průměr. Z těchto důvodů nelze jednoduše porovnávat přírodní a umělou radioaktivitu, protože taková srovnání často neberou v úvahu skutečná rizika, která způsobují.

[5] Radioaktivita - radiace - je tedy nahodilá, spontánní změna v atomovém jádru, jejímž výsledkem je malá částice, která je vymrštěna z jádra. Tyto malé částice mohou zasáhnout citlivé části našeho těla a vyvolávat rakovinu. Každá tato změna se nazývá radioaktivní rozpad, přesněji v daném případě rozpad typu alfa. Nikdy však nevíme, kdy se jednotlivý atom rozpadne a uvolní alfa částici (záření alfa, typ rozpadu alfa). Můžeme pouze předvídat, jak velká skupina atomů se během dané doby asi rozpadne. K tomuto odhadu používáme vlastnost atomu, která se nazývá poločas rozpadu. Jde o dobu, které je třeba, aby podlehla radioaktivnímu rozpadu právě polovina skupiny těchto atomů. Různé typy atomů mají různé poločasy rozpadů. Čím kratší poločas rozpadu, tím rychleji se budou atomy rozpadat.

V mé práci se však budu zabývat radioaktivitou, které jsme vystaveni a která pochází z přírodních zdrojů: z vesmíru, skal, půdy, vody a dokonce i z našich vlastních těl. To vše tvoří tzv. přirozenou radioaktivitu. Úroveň přirozené radioaktivity závisí na konkrétních místních podmínkách, ale během času se příliš nemění a zůstává zhruba stejná. Největší složkou přirozené radioaktivity je plyn radon, který vzniká rozpadem radioaktivních prvků v podzemí a jako plyn poté proniká na povrch.

Velmi důležité je i to, že se většina odborníků shoduje v názoru, že neexistuje tak nízká úroveň záření, aby byla úplně bezpečná. Proto každé, i sebemenší zvýšení radioaktivity, zvyšuje riziko pro živé organismy.

3.2. Druhy radioaktivního záření

Při radioaktivním rozpadu [6] vznikají čtyři druhy záření. Označujeme je jako α , β , γ a neutronové záření.

Záření α - je proud jader helia a nese kladný náboj. Má nejkratší dosah (lze ho zastavit i listem papíru)

Záření β - je proud záporně nabitých elektronů. Lze ho zachytit 1 cm plexiskla nebo 1 mm olova.

Záření γ - je elektromagnetické záření vysoké frekvence neboli proud energetických fotonů.

Nemá elektrický náboj a proto nereaguje na elektrické pole. Vyznačuje se vysokou

pronikavostí, pro odstínění se používají tlusté materiály např. štíty z kovů velké hustoty.

Neutronové záření - je proud neutronů. Nemá elektrický náboj. Pohltí jej tlustá vrstva vody nebo betonu.

3.3. Vlivy radiace na lidský organismus

Lidské tělo se skládá z mnoha buněk [7], z nichž každá plní určitou úlohu. Radioaktivní záření může rozbít molekuly, ze kterých je buňka postavena. Může také změnit vlastnosti atomů v molekule. Takto poškozená buňka pak často mění své chování, nebo zahyne. Buňky mají také schopnost poškození opravovat. Pokud však poškození překročí jistou mez nebo zasáhne citlivou část buňky, může být škoda nenapravitelná. Život buňky zasažené radioaktivitou se může vyvíjet třemi směry:

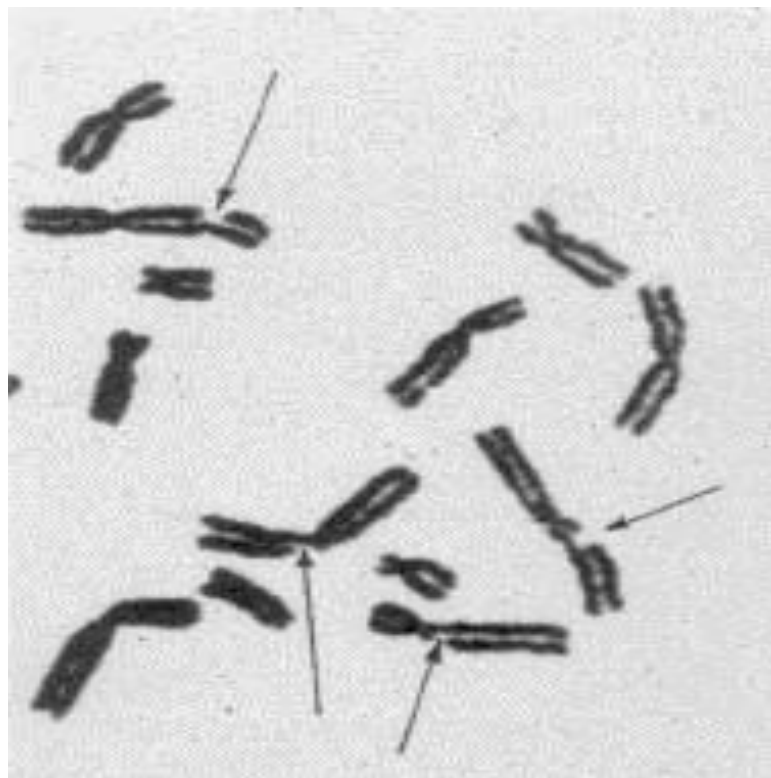
1. Buňka poškození opraví a bude žít dál.
2. Buňka zahyne na následky rozsáhlých poškození. Pak záleží na počtu zemřelých buněk, zda bude zasažen i celý organismus. V případě odumření většího počtu buněk mohou selhat postižené orgány a způsobit smrt. Jedná se o tzv. nestochastické účinky záření, někdy označované jako akutní nemoc z ozáření:

Vysoké dávky nad 30 Sv poškodí centrální nervový systém tak, že smrt nastává nevyhnutelně během hodin nebo několika dnů. Mezi příznaky patří nevolnost, prudké zvracení, dezorientace, kóma.

Nižší dávky od 10 do 30 Sv způsobí těžká poškození vnitřních orgánů, zejména trávicího ústrojí. V prvních hodinách následuje nevolnost a zvracení. Pak se uvnitř zažívacího traktu objeví vředy, doprovázené ztrátou tekutin a infekcemi. Smrt nastává během několika týdnů, většinou kvůli neschopnosti poškozených buněk vystýlky střeva vytvořit dělením novou generaci.

Dávky mezi 1 a 10 Sv vyvolají zpočátku nevolnosti a zvracení. Poté následuje období, kdy se pacientu uleví. Polovina nemocných však nakonec umírá na vážné poškození buněk v kostní dřeni, které zásobují organismus krví.

3. Buňka přežije, ale neopraví všechna poškození (Obr.č.3.1). V tom případě hrozí riziko, že vyvolá rakovinné bujení, nebo (jedná-li se o buňku pohlavních orgánů), že se její poškození projeví tím, že narozené dítě bude mít vrozenou vadu. Vrozená vada nemusí být viditelná, může jít i o ukrytou rakovinu, která se projeví později v životě dítěte. Jedná se o tzv. stochastické účinky záření.



Obrázek č. 3.1: Fotografie lidských chromozomů poškozených radioaktivním zářením gama. Vady jsou označeny šipkami. Rozsah škod závisí na intenzitě záření a době jeho působení. Zdroj[7]

Do poslední oblasti patří účinky nízkých dávek záření, zejména v případě jejich dlouhodobého působení na člověka. Nebezpečím malých dávek záření se zabývá mnoho studií, ty ale nedospěly k jednoznačným závěrům. Ukazuje se, že právě na dlouhodobé účinky malých dávek záření je lidský organismus mnohem citlivější, než se dříve předpokládalo.

Jednotlivé složky se na celkové dávce ozáření podílejí obvykle takto:

Kosmické záření.....	8%
Radon.....	44%
Záření zemské kůry.....	10%
Konzumace potravin.....	21%
Lékařské zdroje.....	16%
Průmyslové zdroje.....	1%
Jaderná energetika.....	0,01%

Ze všech zdrojů ozáření je nejvýznamnější přírodní ozáření z radonu a umělé ozáření z lékařských přístrojů.

4. Radon

4.1. O radonu všeobecně

Radon, chemická značka Rn (lat. Radonum) [8], je nejtěžší prvek ve skupině vzácných plynů, je radioaktivní a nemá žádný stabilní izotop. Radon je teda přírodní radioaktivní plyn, který našimi smysly nemůžeme na rozdíl od jiných nebezpečí vnímat. Není cítit, není vidět, nemá barvu, nemá chuť a ani na něj nevzniká závislost. Vzniká jako produkt radioaktivního rozpadu radia a uranu a díky své nestálosti zaniká dalším radioaktivním rozpadem. Radon je svými dceřinými produkty rozpadu výrazně toxický, inertní, tj. netečný, chemicky se neváže a jeho dceřiné produkty rozpadu jsou vysoce karcinogenní.

Radon je nebezpečný ze tří důvodů:

1. Je to plyn, který může být vdechnut do plic a jak již bylo zmíněno, bude tady navždy.

2. Radon při svém rozpadu uvolňuje nejškodlivější radioaktivní záření a to záření typu alfa. Těžké částice záření typu alfa způsobují v živé tkáni největší škody ze všech typů radioaktivního záření.
3. Radon má krátký poločas rozpadu. Poměrně rychle vytváří radioaktivitu a rozpadá se na další prvky. Produkty jeho rozpadu jsou značně nebezpečné, protože se překotně rozpadají dál. Během jedné hodiny tak následuje série čtyř radioaktivních rozpadů, jež tak vyzáří mimo jiné dvě částice alfa. Pokud tedy vdechneme radon (zvláště ve velkém množství nebo častěji), ten se nám v plicích rozpadá na pevné částice, které již není možno vydechnout ven a takto usazené atomy z bezprostřední blízkosti intenzivně ozařují plicní tkáň a mohou tak snadno vyvolat vznik rakoviny. Riziko je samozřejmě tím vyšší, čím je koncentrace radonu v ovzduší, který dýcháme větší.

Radon je součástí přírodní expozice, která byla dlouho kladena mimo rámec ochrany před zářením, i když se připouštělo, že odpovídá za určité procento rakoviny v populaci. Důkaz o tom, že vdechování produktů přeměny radonu je příčinou vzniku rakoviny plic přinesly až epidemiologické studie horníků uranových dolů, publikované v USA, Švédsku, Kanadě, ale i v ČR. Tato závislost byla vysvětlena až v roce 1952 profesorem Běhounkem. Nicméně toto onemocnění popsal již v XVI. století jáchymovský lékař Agricola, který je nazval „hornickou nemocí“ a odlišoval ji od tehdy běžné tuberkulózy plic. Teprve v minulém století byla specifikována rakovina plic. Na význam produktů přeměny radonu upozornili britští autoři před druhou světovou válkou a konečné potvrzení přinesly až závěry zmíněných epidemiologických studií.

4.2. Fyzika radonu a poločas rozpadu

Většina prvků, z nichž jsou složeny všechny minerály, horniny i zeminy v přírodě, je stabilních a během geologického vývoje Země se nemění. Avšak existuje část prvků, které stabilní nejsou, mají tzv. nestabilní jádro a během doby se samovolně rozpadají na stabilnější prvky. Tento proces, který probíhá po celou geologickou historii Země se nazývá radioaktivní rozpad (přeměna). Při tomto rozpadu vznikají nové stabilnější radioaktivní prvky a jaderné záření.

Jedním z přírodních radionuklidů, přítomných ve stopovém množství ve všech horninách, zeminách, stavebních materiálech i ve vodě, je uran ^{238}U . Rozpadem uranu vznikají další radioaktivní prvky s postupně se zvyšující stabilitou jádra. Tyto prvky tvoří tzv. uranovou rozpadovou řadu, jejíž součástí je také radon.

Radioaktivní rozpad prvků probíhá buďto vyzářením částice alfa (jádro hélia He), částice beta (elektron), případně doplňujícího záření gama (elektromagnetické záření). Společně s vyzářením dochází ke kvalitativní změně původního prvku na jiný nový stabilnější radionuklid s nižším atomovým číslem.

Dobu, za kterou se rozpadne právě polovina původního množství atomu radionuklidu, označujeme jako poločas rozpadu (nebo poločas přeměny). Poločas rozpadu radionuklidů má velmi odlišnou hodnotu pro jednotlivé členy. Například poločas rozpadu uranu ^{238}U je 4,47 mld. let, poločas rozpadu radia ^{226}Ra je 1602 let a poločas rozpadu radonu ^{222}Rn je 3,82 dne. Mezi jeho dceřiné produkty patří polonium ^{218}Po s poločasem rozpadu 3,11 min.; olovo ^{214}Pb s poločasem rozpadu 26,8 min.; bismut ^{214}Bi poločas rozpadu 19,9 min.; polonium ^{214}Po poločas rozpadu 164 μs , rozpadovou řadu uzavírá stabilní prvek olovo ^{206}Pb .

Vzhledem k dlouhodobému poločasu rozpadu uranu ^{238}U v zemské kůře je produkce radonu ^{222}Rn prakticky konstantní, neodstranitelná a my se nikdy nedočkáme, aby se horniny „vyzářily“ (poločas rozpadu uranu ^{238}U je srovnatelný s historií Země).

Z hlediska fyzikálního je tedy radon přírodní radioaktivní plyn, všechny ostatní prvky uranové rozpadové řady jsou těžké kovy. Je to chemicky netečný plyn bez barvy, chuti a zápachu. Jednotkou pro množství radonu v ovzduší je Becquerel na metr krychlový [Bq/m^3] a značí počet radioaktivních rozpadů za sekundu v plynu o objemu jeden metr krychlový.

Tento plyn má tendenci expandovat do volných prostorů v hornině, a takto se dostává až na zemský povrch. Samotný radon, nemůže způsobit při kontaktu vážnější ozáření organismu. Radon se však dále rozpadá a produkty jeho přeměny (tzv. dceřiné produkty radonu) mají tendenci se usazovat na povrchu aerosolů v ovzduší a spolu s nimi se usazovat na povrchu plicního epitelu. Ten ozařují (zejména zářením alfa) a toto může přispět u exponovaných osob ke vzniku zhoubného nádoru plic. Dle odhadu až třetinu výskytu tohoto onemocnění je možno připočíst vlivu radonu.

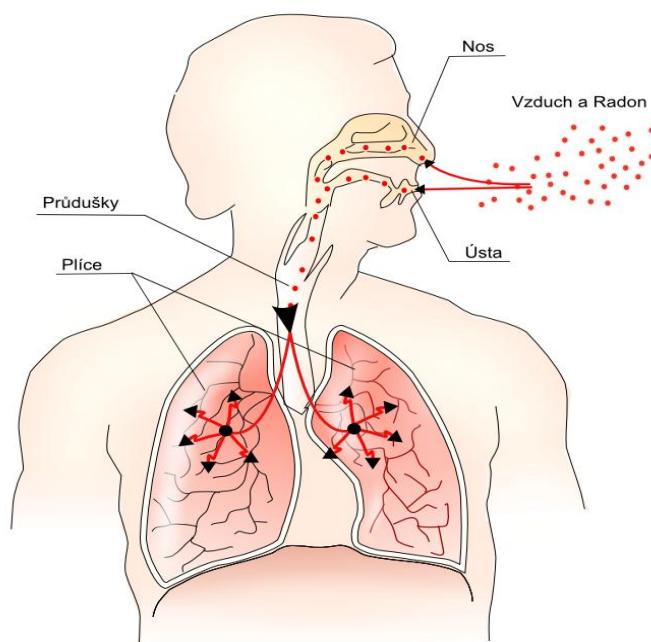
4.3. Biologické účinky radonu

V této chvíli je důležité si objasnit pojem dosah alfa částic, což je velmi důležité pro vysvětlení biologického účinku těchto částic (alfa záření). Tak jako auto dojede jen tak daleko, pokud mu nedojde benzin, tak tok částic alfa (záření alfa) může pronikat jen tak

daleko, pokud mu nedojde energie. Ve vzduchu mohou alfa částice doletět 7 až 10 cm, než ztratí všechnu svoji energii, v lidské tkáni, která je daleko hustší než vzduch, je jejich dosah pouze 0.07 až 0.10 mm. Tyto omezené rozsahy působení znamenají, že k poškození lidských buněk je třeba, aby alfa částice působily v těsné blízkosti těchto buněk.

Součástí mikroklimatu obytných místností jsou prachové částice a aerosoly. Dceřiné produkty rozpadu radonu [9] se na jejich povrchu usazují a mohou být spolu s plynným radonem vdechnuty. Po vdechnutí (Obr.č.4.1) zůstávají v dýchacích cestách, resp. v plicních sklípcích. Zde se dále rozpadají, přičemž „bombardují“ tenkou plicní výstelku s matečnými buňkami (sliznici) vysokými rozpadovými energiemi (alfa, beta rozpad). Tyto matečné buňky, které průběžně a po celý život člověka dělením zajišťují regeneraci výstelky, jsou zásahem záření poškozeny nebo usmrceny. Tato poškození (mutace) se kumulují a po překročení určité meze nevzniká již při dělení funkční buňka výstelky, ale buňka rakovinová. Tato buňka je velká, nefunkční, rychle se množí a vytváří nádor, který časem proroste plicemi a způsobí smrt. Odborníci prokázali, že v případě dlouhodobého působení radonu a jeho dceřiných rozpadových produktů na plíce se prudce zvyšuje možnost vzniku rakoviny. Dle dlouhodobých výzkumů a statistik se dá konstatovat, že ze sta případů onemocnění rakovinou plic přichází 84 % na vrub kouření a zbývajících 16 % právě na choroby z ozáření radonem a jeho rozpadovými produkty. U zmíněných typů onemocnění se předpokládá, že s rostoucí dávkou ozáření se zvyšuje pravděpodobnost vzniku tohoto onemocnění. Neexistuje však žádná mezní, zdraví neškodná dávka, při níž k onemocnění dojít nemůže. Je stanovena pouze hranice, při níž je ještě riziko vzniku rakoviny únosné.

K riziku, spojenému s přítomností radonu v životě člověka je třeba přistupovat tak, jako k ostatním rizikům, která nás obklopují. To znamená snažit se je poznat a přiměřeně se jim bránit. Účinkům a studiu mechanismů působení radonu na člověka je v posledním čtvrtstoletí věnováno velké úsilí. Zcela zřetelně byla rozpoznána a prokázána škodlivost vdechování produktů přeměny radonu a ukázalo se, že jeho důsledkem je zvýšení pravděpodobnosti vzniku specifického druhu rakoviny plic.



Obrázek č. 4.1: Mechanismus ukládání dceřiných produktů radonu v plicích. Zdroj[8]

4.4. Transport radonu z podloží

Radon jako plyn má snahu unikat z prostředí s vyšší hustotou prostředí (z horniny a zeminy kde vznikl), do prostředí s nižší hustotou (do ovzduší). Tím je prakticky všude přítomný a tvoří se svými rozpadovými produkty normální složku venkovního ovzduší. Koncentrace radonu v ovzduší ve volné přírodě činí jen několik málo Bq/m^3 .

Radon vzniklý v hornině má tři možnosti :

- a) Zůstane uzavřen v hornině, kde se po relativně krátké době rozpadá na dceřiné produkty
- b) Difunduje horninou k zemskému povrchu. Pokud se dostane do volné atmosféry, je rozptýlený do ovzduší, kde postupně neškodně vymizí. V případě, že se ale dostane do styku se základovou konstrukcí stavby, může netěsnostmi proniknout dovnitř.
- c) Dostane se do styku s pozemní vodou, v ní se rozpustí a i tímto způsobem se posléze může v pitné vodě dostat do objektu.

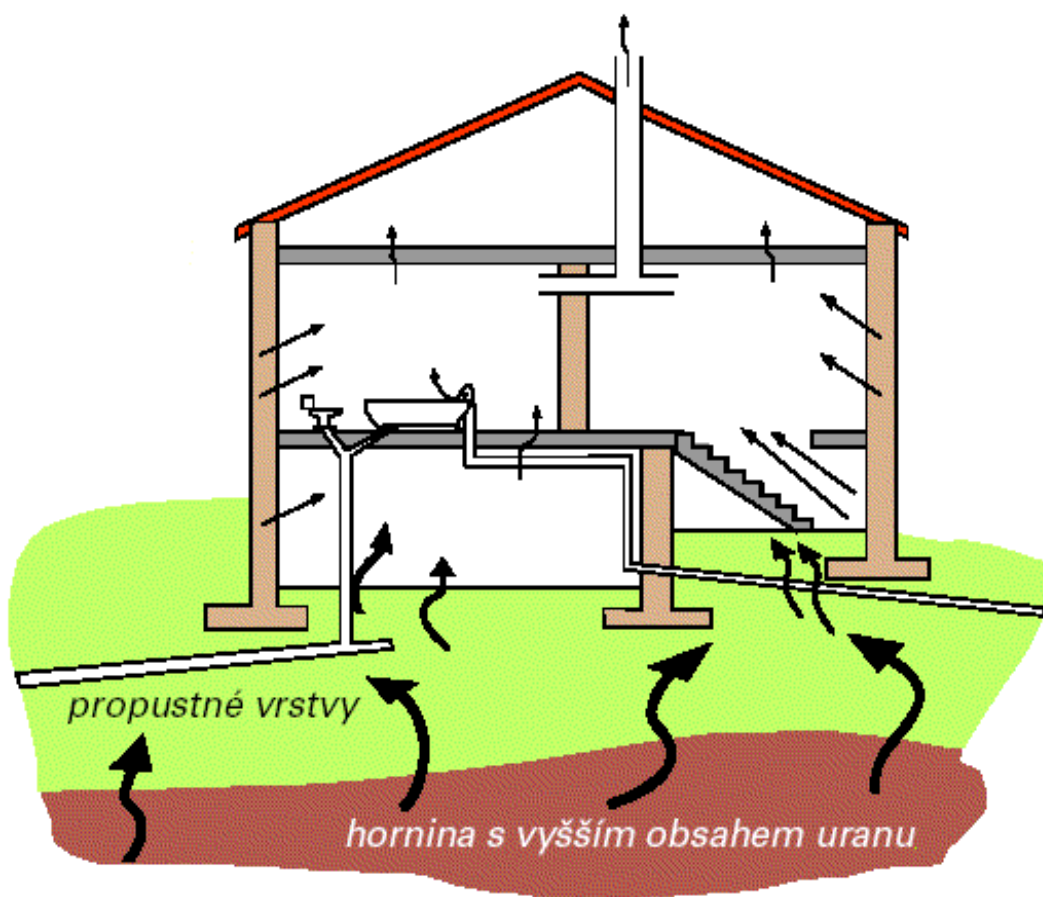
4.5. Zdroje radonu v objektu

Radon bohužel neproniká jen do vnější atmosféry, ale za předpokladu, že mu v cestě stojí objekt, proniká i do obytných místností (Obr.č.4.2). Kromě podloží objektu jsou dalšími zdroji radonu v objektu stavební materiály, ze kterých je objekt postaven a podzemní voda, ve které se radon rozpouští.

Podloží: Geologické podloží je dominantním zdrojem radonu. Přírodní radionuklidy jsou obsaženy ve stopovém množství ve všech horninách. Jedná se především o uran ^{238}U . Jednotlivé typy hornin mají značně rozdílný obsah uranu. Nejméně uranu a jeho rozpadových produktů je v sedimentárních horninách typu pískovců, jílovců a slepenců. Střední obsah uranu mají metamorfované horniny. Nejvyšší obsah uranu a jeho rozpadových produktů mají vyvřelé horniny. Protože horninové složení českého masívu je z velké části tvořeno právě vyvřelými a metamorfovanými horninami, je zřejmé, že přísun radonu je vyšší.

Podzemní voda: Radioaktivní plyn radon se rozpouští ve vodě. Podzemní voda, která proudí skrz horniny a zeminy obsahující radon, je tímto plynem nasycována. Nejvyšší obsah radonu z tohoto důvodu vykazuje spodní voda v geologickém profilu tvořeném vyvřelými horninami (žula, apod), nižší v oblastech se zásaditými horninami a nejnižší v sedimentech (vápenec, pískovec, apod). Při využití této vody pro zásobování pitnou a užitkovou vodou dochází k uvolňování radonu v objektech. Radon se z vody dodávané do budovy uvolňuje do ovzduší např. při sprchování, mytí, praní apod. I přes lokální krátkodobé vysoké koncentrace, není tento zdroj radonu nijak významný.

Stavební materiály: Zdrojem vyšších objemových aktivit radonu v ovzduší objektu může být i zvýšený obsah rádia ^{226}Ra (poslední prvek v rozpadové uranové řadě před radonem) ve stavebních materiálech. Jejich základem jsou většinou horniny, zeminy a stavební materiály s často velmi rozdílným obsahem uranu. Materiály nejsou obvykle používány v původní formě, ale jsou drceny, mlety a tepelně upravovány, což může vést k většímu uvolňování radonu z povrchu zrn a tím ze stavebního materiálu do interiéru objektu.



Obrázek. č.4.2: Postup pronikání radonu z podlaží do obydlí. Zdroj[7]

Výše uvedené způsoby pronikání radonu do lidských obydlí jsou schematicky znázorněny na obrázku (Obr.č.4.2). Z něho plyne, že jsou to zejména trhliny a netěsnosti v podlaze sklepa, nebo nejnižšího podlaží, drenážní potrubí, případně studny a studánky. Rovněž to může být stavební materiál (např. pórobetonové tvárnice, vyráběné z některých druhů popílku) a též venkovní vzduch.

5. Měření radonu pomocí přístroje LUK 3R

5.1. Legislativní opatření, atomový zákon

Radonová problematika začala být v České republice řešená v roce 1991, kdy byla vydána vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 76/1991 Sb. O požadavcích na omezování ozáření z radonu a dalších přírodních radionuklidů. Realizaci radonového průzkumu

stavebních pozemků tj. stanovení radonového indexu pozemků vyžaduje "Atomový zákon", který byl novelizován v červenci 2002 [10].

Základní a současně nejvyšší právní normou ve výše uvedené problematice je platný zákon č. 13/2002 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve kterém je uvedeno:

...dle §6, odst. 4, atomového zákona 13/2002 Sb., a ve znění dalších předpisů:

„Ten, kdo navrhuje umístění stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi (odkaz na vyhlášku MMR, kde jsou definovány obytné a pobytové místnosti) nebo žádá o stavební povolení takové stavby, je povinen zajistit stanovení radonového indexu na pozemku a výsledky předložit stavebnímu úřadu. Pokud se taková stavba umísťuje na pozemku s vyšším než nízkým radonovým indexem, musí být stavba preventivně chráněna proti pronikání radonu z geologického podloží. Podmínky pro provedení preventivních opatření stanoví stavební úřad v rozhodnutí o umístění stavby nebo ve stavebním povolení

Ve výše uvedeném paragrafu je zřetelně specifikováno, že buď projektant, nebo investor-stavebník, případně jeho zástupce musí předložit stavebnímu úřadu protokol o stanovení radonového indexu pozemku.

Dále je zde nařízeno, že v případě stanoveného středního nebo vysokého radonového indexu pozemku musí být stavba s obytnými nebo pobytovými místnostmi (specifikuje stavební vyhláška MMR) chráněna proti pronikání radonu z podloží a podmínky pro provedení preventivních protiradonových opatření stanoví stavební úřad (jinak řečeno je určeno, kdo rozhodne, která stavba a jak musí být chráněna proti radonu, a kde je to uvedené v rozhodnutí o umístění stavby, tj. tím vším je dotčen a zodpovědnost za výše uvedené má místně příslušný stavební úřad, zde úřad rozhodl a tedy musí logicky zkontrolovat dodržení podmínek svého rozhodnutí).

K tomu, aby vám měření radonu bylo uznáno stavebním úřadem nebo jinou institucí, je nutné, aby firma nebo osoba, která provádí měření, měla povolení SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost). Toto povolení by mělo zaručovat, že měření je prováděno kalibrovanými přístroji a to v našem případě právě přístrojem LUK 3R, dozorovým orgánem schválenou metodikou a výsledky jsou správně interpretovány.

5.2. Princip činnosti přístroje LUK 3R

Přístroj LUK 3R [11] je určen k měření objemové aktivity radonu ve vzorcích vzduchu, odebraných do Lucasovy komůrky. Lucasovy komory jsou scintilační komory přizpůsobené pro měření radonu ve vzduchu. Komory jsou válcovitého tvaru, o objemu 100-200 cm³. Komora je světlotěsná, opatřená vstupním skleněným okénkem, uvnitř je povrch komory pokryt vrstvou sirníku zinečnatého aktivovaného stříbrem - ZnS(Ag). Komory jsou vybaveny ventily pro naplnění plynem, vzduchem, přes aerosolový filtr s obsahem radonu. Lucasova komora je detektorem záření alfa. Částice alfa, emitované při rozpadu radonu, interagují se scintilátorem za vzniku fotonů viditelného světla, které jsou po průchodu okénkem detektoru registrovány fotonásobičem. Světelné záblesky vyvolané alfa částicemi dopadají na fotokatodu, jsou zesílené fotonásobičem a na výstupu mají podobu elektrického impulsu a jsou zaregistrované čítacím zařízením.

Scintilace - je jev, při kterém vznikají slabé světelné záblesky (pulsy světla) v některých látkách při průletu, nebo dopadu ionizujícího záření. Je principem scintilačních detektorů, tj. zařízení pro detekci ionizujícího záření na principu excitace elektronu do vyššího energetického stavu záření, přičemž návrat do základního stavu se projeví jako světelný záblesk.

Vložky Lucasovy komory se vkládají do tubusu, který je fotonásobičem rozdělen na dvě části. Přední část, uzavřenou víčkem a těsněním okolo fotonásobiče, lze evakuovat externí pumpou. Vzorek vzduchu se pak kvantitativně přenesení do detekčního objemu tak, že se velkoobjemová stříkačka s půdním radonem připojí k vyčerpanému detektoru a otevře se ventil. Vložka je tvořena hliníkovou nádobkou bez dna, její vnitřní stěny jsou pokryty vrstvou ZnS – tady tá část detektoru, která se při měření zamořuje deřinými produkty a kterou je nutno vyměňovat. Je velice jednoduchá a laciná. K přední části detektoru je připojen tlakoměr, pomocí kterého se registrují dvě tlakové úrovně: normální tlak a „vakuum“. Proces plnění je programem kontrolován a tím je zaručeno správné naplnění detektoru. Zasunutím nebo vysunutím víčka tubusu je ovládáno řízení zdroje vysokého napětí pro fotonásobič.

Elektroniku lze rozdělit do tří částí : analogovou část, která zpracovává impulsy z fotonásobiče, číslicovou část s mikroprocesorem a proudovými obvody a zdrojovou část. Přístroj je napájen z 6 NiCd akumulátorů o kapacitě 1.5 Ah. Mezi vstup, ke kterému se připojuje síťový adaptér a akumulátory, je zařazen zdroj nabíjecího proudu, který řídí napětí,

který se automaticky zapíná, jakmile napětí klesne pod určitou mez a vypíná, pokud napětí indikuje plné nabití akumulátorů. Nedochozí tedy k zbytečnému přebíjení akumulátorů a snižování jejich životnosti (toto automatické nabíjení lze ovšem využít pouze při dlouhodobém měření, kdy přístroj je napájen ze síťového adaptéru). K řízení nabíjení se používá voltmetr, který mění napětí na frekvenci, měřenou CPU systémem. Napětí z akumulátorů je účinně měněno a stabilizováno v bloku měniče, který produkuje +5V. V bloku zdroje je umístěn stabilizovaný zdroj vysokého napětí, jehož výstupní napětí je u každého přístroje nastaveno tak, aby se pracovalo ve středu počítačích plošiny.

Aparatura je umístěná v dolní části hliníkového kufříku, který je používán profesionálními fotografy. Na panelu, který odděluje dolní část kufříku od víka, je LCD displej (5 čísel o velikosti 17.5 mm), robustní telefoní klávesnice, vypínač, konektor pro připojení nabíječky, konektor a ventil, který odděluje tubus detektoru od přívodu vzduchu. Přívod vzduchu je v boční straně kufříku. V dolní části je schránka pro 6 kusů vložek V 145. Vložky se vkládají do přístroje tak, že se na boční straně přístroje sejme tubus a vložka se do ní zasune.

5.3. Popis a technické data přístroje LUK 3R

Měrná veličina : objemová aktivita 222Rn

Detektor : Lucasova komora o objemu 145 ml

kalibrační faktor : 2 imp/s pr 1Bq 222Rn v rovnováze se vzniklými dceřinými produkty, při nerovnovázném měření se automaticky provádí oprava na nárůst dceřiných produktů

pozadí : 0.05 imp/s (typické)

pracovní napětí fotonásobiče nastaveno individuálně na střed počítačích plošiny

Měřitelná objemová aktivita : závisí na době měření pozadí a vzorku a rozhodovací úrovni – statistických chybách

Elektronika : nizopříkonová CMOS –technologie (včetně CMOS mikroprocesoru, EEPROM)
LCD displej s pěti číslovkami o výšce 17.5 mm

Napájení : 6 NiCd akumulátorů s kapacitou 1.5 Ah, automatické měření napětí akumulátorů a automatické zapojení nabíječe, pokud se napětí blíží k dolnímu limitu, ochrana dat uložených v paměti

Příkon: cca 80 mW

Doba provozu: cca 140 hodin

Kalibrace: v souladu s vyhláškou č. 76 Sb. Z roku 1991 byla způsobilost ověřená ve Státním metrologickém středisku pro ověřování měřidel – ÚH UP Kamenná

Rozměry a hmotnost: 280 x 29 x 170 mm, 4 kg

Klimatické podmínky: teplota 0 až 40°C, relativní vlhkost 50 až 90 %

Sestava přístroje: - přístroj LUK 3R s manuálem a 6 vložkami V 145

- síťový adaptér LUK-SA
- kontrolní zářič LUK- KZ
- ruční pumpa LUK-RP
- sada pažnic
- OZ se ztraceným hrotem
- kladivo pro zatloukání pažnic
- sada pro vytahování pažnic
- stříkačka Janeta
- propichovač pro vytlačení hrotu

Další příslušenství, které lze odděleně objednat:

- sada 10 ks vložek V 145



Obrázek č. 5.1: Přístroj na měření radonu LUK 3R. Zdroj [11]



Obrázek. č. 5.2: Souprava pro měření. Zleva: ruční pumpa, přístroj LUK 3R, stříkačky Janneta, Lucasovy komůrky. Zdroj[11]

5.4. Postup měření

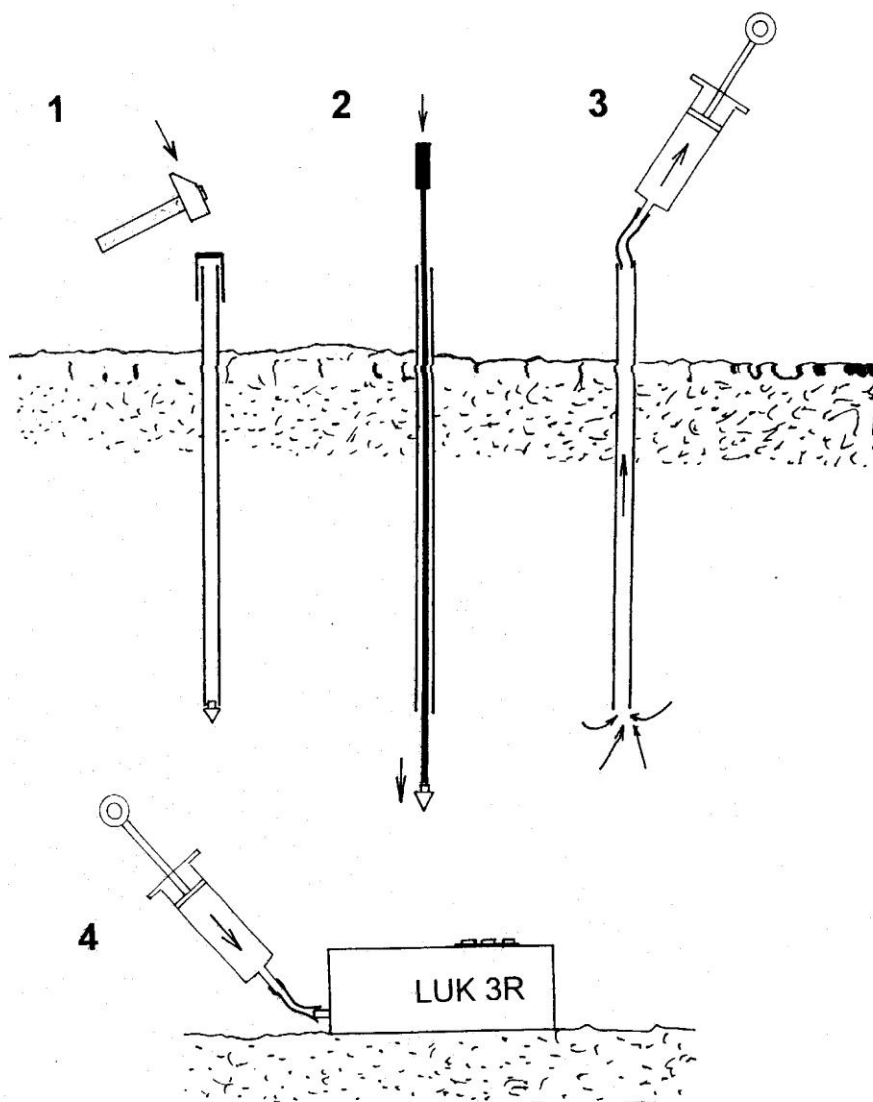
Měření se realizuje vlastním přístrojem scintilačního typu LUK 3R výrobce SMM Praha. Přístroj je pravidelně kalibrován po 2 letech.

Na jednom stavebním pozemku je předepsán minimální počet měření 15. V praxi je vhodnější při měření v pravidelné síti bodů např. 5x5m v případě pozemků pro rodinné domy provést 16 měření. Měřená plocha tak činí 15x15m tj. 225 metrů čtverečních. V daném bodě je do země zaražena ocelová tenká trubka do hloubky 80cm (Obr. č.5.3). Trubka je na konci při zarážení opatřena hrotem na ztraceno, který se po dosažení předepsané hloubky vyrazí trnem. Na trubku se nasadí gumová hadička. Velkou plastovou injekční stříkačkou (JANNETE) o objemu 150 ml se z trubky vysaje vzduch a vyfoukne (mezitím je hadička zaškrcená svorkou nebo ručně aby se do trubky nedostal atmosférický vzduch. Postup se opakuje ještě jednou a při třetím nasátí vzduchu se předpokládá, že se jedná již pouze o půdní vzduch uvolňovaný ze zeminy. V přístroji je komora ovládaná ventilem, pomocí pumpy se z komory vysaje vzduch, nasadí se přes hadičku injekční stříkačka s půdním vzduchem a pomocí podtlaku, který je v komoře se evakuuje půdní vzduch do přístroje. Vlastní měření objemové aktivity radonu Rn222 je zcela automatické, obsluha čte výsledky na displeji přístroje:

1. Objemová aktivita radonu přepočtena na KB (kilobecquerel)
2. Obsah thoronu (ovlivňuje obsah radonu)
3. Statistickou chybu měření (velká statistická chyba, nebo pochybnost) měření se opakuje

Dále se na zkoumané ploše provedou 2 ruční vrty (případně kopané sondy) do hloubky 1 - 1,5m, provede se podrobný popis zeminového profilu včetně subjektivního stanovení plynopropustnosti zemin. V případě potřeby se z odebrané zeminy v laboratoři provede zrnitostní analýza. Z křivky zrnitosti se stanoví třída propustnosti (zemina nízcce, středně a vysoce propustná). 15 naměřených hodnot se statisticky vyhodnotí, určující hodnotou pro stanovení radonového indexu pozemků (index - nízký, střední, vysoký) je tzv. třetí kvartil, tj. hodnota na úrovni 75% hodnot souboru. Při 15 měřeních je to tedy 11. nejvyšší hodnota z 15.

Pro stavební objekty s plochou půdorysu do 800 metrů čtverečních se volí síť měřících bodů v rozteči 5x5 metrů a pro stavební objekty s plochou půdorysu nad 800 metrů čtverečních se volí síť měřících bodů v rozteči 10x10 metrů.



Obrázek. č. 5.3: Znárodnění postupu měření radonu v půdním vzduchu. Zdroj [11]

1 - zaražení měřící pažnice

2 - vyražení hrotu pažnice

3 - odsátí půdního vzduchu

4 - vpuštění půdního vzduchu do měřící komory přístroje a zahájení měření

5.5. Stanovení radonového indexu pozemku podle naměřených dat.

Oba změřené parametry, objemová aktivita radonu a plynopropustnost půdy, slouží pro zhodnocení radonového rizika pozemku a pro návrh případných následných opatření na ochranu proti radonu. Z hodnot obou parametrů je určován radonový index pozemku, v případě zrnitostní analýzy přímo, v případě měření propustnosti in situ přes hodnotu radonového potenciálu pozemku.

Dle platné legislativy můžeme rozdělit stavební pozemky z hlediska přítomnosti radonu na tři základní kategorie:

1. Pozemky s nízkým radonovým indexem
2. Pozemky se středním radonovým indexem
3. Pozemky s vysokým radonovým indexem

Teda, stanovení radonového indexu pozemku vychází z hodnocení dvou vstupních parametrů: objemové aktivity radonu v půdním vzduchu a plynopropustnosti zemin. Čím vyšší je objemová aktivita radonu v půdním vzduchu a čím jsou vrstvy zemin propustnější, tím vyšší je pravděpodobnost, že může do objektu pronikat významné množství radonu.

Níže je uvedena tabulka (Tab.č.5.1), ze které vyplývá, jakých konkrétních hodnot může nabývat objemová aktivita radonu v souvislosti s propustností podloží.

Radonový index pozemku	Objemová aktivita radonu v půdním vzduchu v kBq/m ³ v základových půdách dle propustnosti půdy pro plyny		
	málo propustné	středně propustné	dobře propustné
nízký	< 30	< 20	< 10
střední	30 - 100	20 - 70	10 - 30
vysoký	> 100	> 70	> 30

Tabulka č. 5.1: Radon v půdním vzduchu – kategorie radonového rizika. Zdroj[6]

Po ukončení měření se výsledné hodnoty zapiší do Protokolu o měření (Obr.č.5.4), na základě kterého budou vydaná stavební povolení s konkrétním protiradonovým opatřením realizovaných v průběhu stavby rodinného či jiného pobytového objektu.

P r o t o k o l o m ě ř e n í

Datum měření: Propustnot :

čas:

Počasí, teplota: Zvláštnosti:

Vítr : bezvětří Jemnozrnné částice :
 mírný vítr Zařazení 731001 :
 čerstvý vítr Naměřené hodnoty : (kBq/m³)
 vichřice
 směr

poznámka:

Poloha parcely:

Svažitost území: rovina
 mírný svah
 prudký svah

Podsklepení: nepodsklepeno
 částečně podsklepeno
 podsklepeno plně

Popis vrtu 1

2

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Plánek sond

Obrázek. č. 5.4: Vzor tiskopisu Protokolu o měření. Zdroj [11]

5.6. Protiradonová opatření

Na základě doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu byly v naší republice stanoveny tyto mezní hodnoty rovnovážné objemové aktivity dceřiných produktů radonu C_{ekv} :

stávající zástavba 200 Bq.m^{-3}

nová zástavba 100 Bq.m^{-3} .

Jsou-li tato meze překročeny, má majitel domu nárok na státní finanční podporu na učinění ozdravných antiradonových opatření (u nové zástavby jsou povinná). Abychom mohli posoudit nutnost realizace ozdravných opatření, jsou objekty rozděleny do několika kategorií podle stupně překročení základní zásahové úrovně 200 Bq.m^{-3} .

1. úroveň: $C_{ekv} = 200 - 600 \text{ Bq.m}^{-3}$ ($C_{Rn} < \text{cca } 1200 \text{ Bq.m}^{-3}$).

Opatření by měla být provedena nejpozději do 10 let od zjištění stavu. Většinou postačí jednodušší, méně náročné zásahy.

2. úroveň: $C_{ekv} = 600 - 2000 \text{ Bq.m}^{-3}$ ($C_{Rn} < \text{cca } 4000 \text{ Bq.m}^{-3}$).

Stavebně technické úpravy je nutno provést do 3 let. Riziko rakoviny plic je srovnatelné s lehkým kuřáctvím.

3. úroveň: $C_{ekv} = 2000 - 6000 \text{ Bq.m}^{-3}$ ($C_{Rn} < \text{cca } 12\,000 \text{ Bq.m}^{-3}$)

Vysoká naléhavost řešení situace, opatření je nutné realizovat do 1 roku. Lze očekávat poměrně vysoké finanční náklady a proto je třeba zvážit účelnost investice z hlediska stáří a hodnoty budovy. Riziko rakoviny plic je srovnatelné s kouřením asi dvou balíčků cigaret denně.

4. úroveň: $C_{ekv} > 6000 \text{ Bq.m}^{-3}$ ($C_{Rn} > \text{cca } 12\,000 \text{ Bq.m}^{-3}$).

Mimořádně vysoká naléhavost řešení, zahájení ozdravných opatření by mělo být provedeno okamžitě. Představuje značné zásahy do konstrukce obydlí, vyžaduje vystěhování uživatelů. Riziko rakoviny je srovnatelné s rizikem těžkého kuřáka.

Jednoduchá protiradonová opatření :

1. Utěsnění významných vstupních cest radonu z podloží do interiéru, zejména trhlin a prostupů v kontaktních konstrukcích, zakrytí revizních, vodoměrných a ostatních šachet plynotěsným např. plynotěsným poklopem, plynotěsné opracování všech prostupů instalací, které procházejí podlahovou konstrukcí apod.
2. Zvýšení přirozené výměny vzduchu tam, kde se prokázalo, že vyšší hodnota objemové aktivity radonu je způsobena nízkou výměnou vzduchu. Přirozená výměna vzduchu se zajišťuje převážně vytvořením dostatečných větracích průduchů a štěrbin, které se vytvářejí ve spodních partiích domu (sklep nebo přízemí), nebo účinnějším šachtovým větráním, kdy je potřeba současně zajistit dostatečný přívod vnějšího atmosférického vzduchu do větraného podlaží (snížení koncentrace radonu musí být účinnější než zvýšení přísunu radonu v důsledku většího podtlaku)
3. Utěsnění stropní konstrukce nad kontaktním podlažím bez pobytového prostoru nebo nad izolačním podlažím, zvýšení výměny vzduchu v těchto podlažích a utěsnění komunikačních vstupů (dveří, netěsné konstrukce schodiště, shozů, poklopů apod.) vedoucích do těchto podlaží z ostatních částí stavby domu
4. Instalace nucené ventilace (jednoduché lokální vzduchotechnické zařízení) zvyšující výměnu vzduchu v zasažené pobytové místnosti, které vzduch do místnosti buď jen dodávají a vytvářejí mírný přetlak, nebo ho i odvádějí, a jsou proto vybaveny těsným rekuperátorem tepla. Tato nadstandardní metoda vyžaduje nejen zvýšené náklady pořizovací, ale je nutné počítat s jistými náklady provozními (energie na provoz jednotky a rekuperace, servis, výměna filtrů).

Profesionální protiradonová opatření :

1. Realizace větracích systémů podloží (podtlaková drenáž pod stávající podlahou) pomocí odsávacích potrubí, vrtů a jímek s odtahovým tělesem vyvedeným nad střechu a osazeným speciálním střešním radiálním ventilátorem. Předpokladem úspěšného fungování výše uvedené metody je relativně těsná stávající podlaha (např. betonová i bez funkční hydroizolace).
2. Realizace výměny původních podlahových konstrukcí za nové s vodotěsnou a tepelnou izolací, včetně šterkové drenážní vrstvy a flexibilním perforovaným potrubím napojeným na odtahové těleso vyvedené nad střechu a osazené speciálním střešním radiálním ventilátorem

3. Instalace a vyregulování centrálního vzduchotechnického systému s nuceným větráním a rekuperací vzduchu

6. Efektivnost měření

Zkušenosti z provozem předešlých přístrojů LUK 1 a LUK 2, které jsou určeny především k měření půdního radonu, ukázaly, že koncepce přístroje a Lucasových komůrek s výměnnými vložkami je správná. Aby se snížili náklady, byly u přístrojů LUK 1 a LUK 2 použity výměnné vložky, které se vkládaly do rozebíratelného kontejneru. Kontejner bylo možno vyčerpat, naplnit a vložit do světlotěsného měniče, ve kterém se přesunuly do měřicí pozice nad fotonásobič. Po změření se kontejner otevřel, vložila se „čerstvá vložka“ a procedura bylo možno opakovat. To však zabíralo hodně času a současně se však projevíly následující nedostatky:

1. Aby se zvýšila efektivnost prospekce parcel, je nutné zkrátit prodlevy mezi odběrem a měřením na minimum. Možnosti jsou ovšem stěžovány rychlým nárůstem četnosti impulsů, který je způsoben nárůstem dceřiných produktů radonu v detektoru. Během 15-ti minut tato četnost naroste 2-krát a až po 3 hodinách se vytváří rovnováha mezi dceřinými produkty R_n a vzdušným R_n , kdy četnost je přibližně 3-krát vyšší oproti počáteční hodnotě. Je proto obtížné „ručně“ ohlídat časový nárůst v prvních minutách po zavedení R_n do detektoru, uživatelé preferují měření po 15 minutách, kdy se v nárůstové křivce objevuje zlom a nárůst je již méně rychlý. I tady je však nutné zapisovat čas odběru, čas zavedení do detektoru a sledovat 15-ti minutový interval, po kterém lze startovat měření. Tato skutečnost činí měření komplikovaným a může vést ke vzniku hrubých chyb a omylů.
2. Nezbytnost 15-ti minutové prodlevy nutí uživatele zakoupit aspoň 3 kontejnery, pro zkrácení časové ztráty na počátku prospekce.
3. Zmíněná 15-ti minutová prodleva způsobí, že v detektoru se vytvoří značná aktivita dceřiných produktů R_n , které zamoří vložku a v případě koncentrací i kontejner. Proto se uživatelé z časových důvodů „nezdržují“ měřením pozadí, což může vést k chybám v těch lokalitách, kde se výrazně střídá úroveň koncentrací.
4. Mechanika měniče je komplikovaná a tudíž zranitelná v polních podmínkách. Po delší době používání dochází k porušení světlotěsnosti.

Z uvedeného vyplývá, že bylo vhodné zrevidovat metodiku měření a navrhnout přístroj, který by tyhle nedostatky vyřešil. A právě přístroj LUK 3R zmíněné nedostatky odstraňuje. Jediným řešením této situace je taková automatizace měření a vyhodnocování, kdy přístroj správný postup vnucuje uživateli a neumožňuje měření „šidit“, jak z časových důvodů nebo naopak příliš dlouhým měřením zbytečně zamořovat vložky vysokými koncentracemi radonu. Návrh metodiky měření koncentrace dceřiných produktů Rn vychází ze známých měřících metod, přičemž je nutné zvážit časovou ekonomiku, statistiku měření a technické možnosti, které by byly cenově přijatelné.

6.1. Ekonomická analýza

V mé analýze se zaměříme hlavně na variantu nové podnikatelské aktivity začínající OSVČ, která začíná úplně od začátku bez větších zkušeností. Východiskem analýzy je počáteční investice nákladů (nebude plátcem DPH).

Náklady počáteční :

-cena přístroje LUK 3R.....80 000,- Kč

-cena dalších potřebných součástí k měření :

Lukasovy komůrky 30 ks (280,- za ks).....8 400,- Kč

sondovací tyč, určená k propustnosti.....3 500,- Kč

-cena dalších pomocných dílů potřebných k měření jako jsou:

ruční pumpička.....180,- Kč

sada pažnic.....1500,- Kč

oddělitelné hroty.....1300,- Kč

kladivo pro zatloukání pažnic.....200,- Kč

stříkačka Janeta.....200,- Kč

propichovač pro vytlačení hrotu a sada pro vytahování pažnic.....1000,- Kč

ochranné pomůcky (rukavice, brýle).....500,- Kč

-školení k dané problematice.....4 000,- Kč

-poplatek za zkoušku zvláštní způsobilosti.....	1 000,- Kč
-povolení k činnosti.....	2 000,- Kč
-poplatek za založení živnostenského listu.....	1 300,- Kč
Celkem.....	105 000,- Kč

Provozní náklady:

Notebook, tiskárna, kancelářské potřeby.....	15 000,- Kč
Celkem.....	120 000,- Kč

Předpokládaná výše úvěru vyplývající z počátečního rozboru vstupního kapitálu je celkem.....120 000,- Kč

6.2. Možnosti poskytnutí úvěru na trhu pro začínající podnikatele, OSVČ

Půjčit si peníze na rozjezd podnikání již není takový problém. Dosáhnout je možné na půjčku v řádu desítek tisíc, několika set tisíc až několika milionů korun. I začínající podnikatel bez historie má šanci využít nabízejících možností na finančním trhu.

Z nabízených možností dostupných na internetu [14] jsem vybral několik variant a možností pro začínajícího živnostníka.

U České spořitelny může začínající živnostník a drobný podnikatel získat provozní úvěr 5Plus až do výše 5 milionů, se splatností maximálně na šest let a úrokovou sazbou, která se nyní pohybuje okolo 7 procent. U dalších bank, GE Money Bank nebo Raiffeisenbank, už musí živnostník prokázat aspoň půlroční historii podnikání, což v případě začínajícího podnikatele je nemožné.

Raiffeisenbank

Výše úvěru: do 3 milionů Kč (Podnikatelská rychlá půjčka, Podnikatelský kontokorent)

Úrok: od 6,7 % (Podnikatelská rychlá půjčka); od 8,55% (Podnikatelský kontokorent)

Získání úvěru: na počkání (žádost posouzena do 30 minut)

Poplatek: Podnikatelská rychlá půjčka - zpracování žádosti zdarma, po schválení 0,5% z poskytnuté částky (minimálně 5 000 Kč) plus měsíční poplatek 300 Kč/měsíc u úvěru do 1 milionu Kč a 200 Kč/měsíc u úvěru nad 1 milion Kč. Podnikatelský kontokorent -

zpracování žádosti zdarma, po schválení měsíční poplatek 300 Kč/měsíc u kontokorentu do 1 milionu Kč a 200 Kč/měsíc u kontokorentu nad 1 milion Kč.

Zajištění: bianko směnka

Splatnost: 1 až 15 let

GE Money Bank

Výše úvěru: až 5 milionů Kč

Úrok: 7,68 % (fixace sazby na 1 rok)

Získání úvěru: zkrácený proces do jednoho dne

Poplatek: 0

Zajištění: zastavená nemovitost nemusí být ve vlastnictví

Splatnost: maximálně 20 let

Česká spořitelna

Výše úvěru: maximálně 5 milionů Kč

Úrok: okolo 7 % (pohyblivá sazba, výše se stanovuje individuálně)

Získání úvěru: do pěti dnů

Poplatek: až po schválení úvěru 0,5 - 2% (ze schválené částky), minimálně 5 000 Kč

Zajištění: do částky půl milionu blankosměnka s avalem, vyšší úvěr nejlépe nemovitostí

Splatnost: maximálně 6 let

6.3. Zacílení podnikatelské činnosti, analýza potenciálních zákazníků

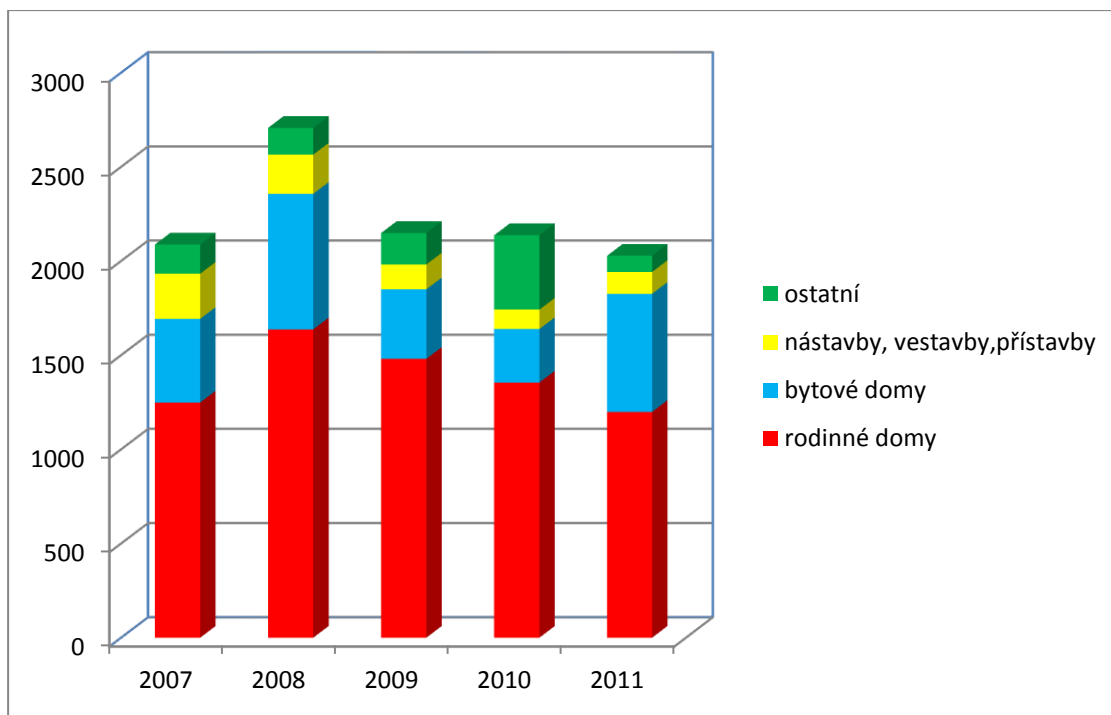
Cílem podnikání OSVČ je problematika radonu, jeho měření v půdních vzorcích pomocí přístroje LUK 3R a stanovení radonového rizika pozemku. Samotné měření bude probíhat konkrétně dle požadavků a poptávky zákazníků, kteří se rozhodnou o výstavbu vlastního rodinného domu, chaty, nebo podobné stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi (školy, úřady, obchodní centra)

Povinnost průzkumu pozemku před započítím stavby je stanovena výše zmíněným atomovým zákonem č. 13/2002 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření dle §6, odst. 4, atomového zákona 13/2002 Sb. (viz kapitola 5.1.)

Takže hlavním zacílením vznikající podnikatelské analýzy teda bude každý, kdo si bude chtít postavit jakýkoliv rodinný dům či podobné pobytové místo na které se daný zákon

vztahuje. Požadavky zákazníků jsou velmi individuální a cena se odvíjí od velikosti pozemku.

Potenciální zákazník se dá určit analýzou statistiky [15] ve stavebnictví za posledních pět let a předpokládaným dalším vývojem ve výstavbě rodinných a pobytových objektů.



Graf č. 6.1: Statistický graf dokončených bytů v Jihočeském kraji podle typu stavby za posledních pět let. Zdroj [15]

	rodinné domy	bytové domy	nástavby, vestavby, přístavby	ostatní
2007	1249	444	240	155
2008	1637	720	208	142
2009	1481	369	132	167
2010	1355	284	103	395
2011	1199	627	116	86

Tabulka č. 6.1: Tabulka statistik dokončených bytů v číslech. Zdroj [15]

Dle statistik dokončených bytů (Graf č. 6.1 a Tabulka č. 6.1) v Jihočeském kraji za posledních pět let, je vidět že výstavba hlavně rodinných domů je na sestupné tendenci, což se dá asi taky vyjádřit i ekonomickou situací obyvatelstva v ČR. Je proto nutné v mé ekonomické analýze, co se týče vývoje do budoucnosti spíše s poptávkou v podnikatelské aktivitě o měření a propustnosti radonu při výstavbě hlavně rodinných domů počítat se sestupnou tendencí a v závěru analýzy se k ní vyjádřit.

6.4. Stimulace toku finančních prostředků pro začínajícího podnikatele, OSVČ

Pro vaši představu: cena měření běžného stavebního pozemku představuje částku od 2100 - 2300 Kč (za rok 2011). Pro větší pozemky a stavební celky je nutno vytvořit individuální cenovou nabídku. Jedná se o konečnou cenu (nejsem plátcem DPH), která zahrnuje dopravu, měření a zhotovení protokolu.

Počáteční náklady.....120 000,-Kč (pořízení měřící techniky, zkoušky, povolení k provozování živnosti)

6.4.1. Optimistická varianta (Jihočeský kraj)

Budeme vycházet z následujících dostupných a ověřených informací :

- Jedno měření na pozemku pro výstavbu RD (ceny na trhu nabídek za r. 2011)...2200,-Kč
- Počet měření denně: maximálně 2, doba jednoho měření 1,5 až 2 hod
- * Průměrná spotřeba automobilu 7L/100 km (natural 95)
- 4 až 6 dní v záloze (zpracování výsledků, vliv počasí, servis...)
- Celkový počet ujetých kilometrů za měsíc: 1 960 km = 2 000 km při 35 měřeních.

Počet měř/dnů (měsíčně)	Celkem (2200,- za 1 měření)	úvěr	Zdav/ sociální	Phm/amort. 32 Kč/L* +1000,- am.	Náklady na zpracování	Servis údržba	mzda	Σ zisk
35/18	77 000,-	5000,-	3477,-	5 350,-	700,-	1000,-	20 000,-	41 473,-
30/18	66 000,-	5000,-	3477,-	4 385,-	600,-	1000,-	20 000,-	31 538,-
25/18	55 000,-	5000,-	3477,-	3 935,-	500,-	1000,-	20 000,-	21 588,-
23/18	50 600,-	5000,-	3477,-	3 308,-	460,-	1000,-	20 000,-	17 815,-
20/18	44 000,-	5000,-	3477,-	3 105,-	400,-	1000,-	20 000,-	11 418,-
18/18	39 600,-	5000,-	3477,-	2 995,-	360,-	1000,-	20 000,-	7 128,-
16/18	35 200,-	5000,-	3477,-	2 785,-	320,-	1000,-	20 000,-	2 943,-
15/18	33 000,-	5000,-	3477,-	2 605,-	300,-	1000,-	20 000,-	918,-
13/18	28 600,-	5000,-	3477,-	2 535,-	260,-	1000,-	20 000,-	-3 672,-
11/18	24 200,-	5000,-	3477,-	2 470,-	220,-	1000,-	20 000,-	-7 967,-
9/18	19 800,-	5000,-	3477,-	2 345,-	180,-	1000,-	20 000,-	-12 202,-

Tabulka č. 6.2: Celkový přehled výdajů a příjmů při různých počtech měření. Zdroj vlastní.

Podle hustoty obyvatelstva a předpokládaných statistik výstavby RD v Jihočeském kraji, jsem zvolil klíč k přepočtu ujetých kilometrů v zónách následovně (při počtu 35 měření / měsíc / 2 měření za den):

1. Zóna A: České Budějovice a okolí..... okruh 20 km – počet měření 20 (10 dní)
 - počet kilometrů za den (2x měření) v blízkosti 10 km vedle sebe.....50 km
2. Zóna B: České Budějovice a okolí..... okruh 50 km - počet měření 10 (5 dní)
 - počet kilometrů za den (2x měření) v blízkosti 15 km vedle sebe.....150 km
3. Zóna C: České Budějovice a okolí..... okruh až 90 km – počet měření 5 (3 dni)
 - počet kilometrů za den (2x měření) v blízkosti 15 km vedle sebe.....230 km

6.4.2. Pesimistická varianta (Jihočeský kraj)

Budeme vycházet z následujících dostupných a ověřených informací :

- Jedno měření na pozemku pro výstavbu RD (ceny na trhu nabídek za r. 2012)...1700,-Kč
- Počet měření denně: maximálně 2, doba jednoho měření-1,5 až 2 hod
- * Průměrná spotřeba automobilu 7L/100 km (natural 95)
- 4 až 6 dní v záloze (zpracování výsledků, vliv počasí, servis...)
- Celkový počet ujetých kilometrů za měsíc: 1 960 km = 2 000 km při 35 měřeních.

Počet měř/dnů (měsíčně)	Celkem (1700,- za 1měření)	úvěr	Zdrav/ sociální	Phm/amor. 35 Kč/L* +1000,-am.	Náklady na zpracování	Servis údržba jiné	mzda	Σ zisk
35/18	59 500,-	5 000,-	3477,-	5 753,-	700,-	1 000,-	20 000,-	23 570,-
30/18	51 000,-	5 000,	3477,-	4 700,-	600,-	1 000,-	20 000,-	16 223,-
25/18	42 500,-	5 000,	3477,-	4 210,-	500,-	1 000,-	20 000,-	8 313,-
23/18	39 100,-	5 000,	3477,-	3 525,-	460,-	1 000,-	20 000,-	5 638,-
20/18	34 000,-	5 000,	3477,-	3 390,-	400,-	1 000,-	20 000,-	733,-
18/18	30 600,-	5 000,	3477,-	3 180,-	360,-	1 000,-	20 000,-	-2 417,-
16/18	27 200,-	5 000,	3477,-	2 888,-	320,-	1 000,-	20 000,-	-5 485,-
15/18	25 500,-	5 000,	3477,-	2 790,-	300,-	1 000,-	20 000,-	-7 067,-
13/18	22 100,-	5 000,	3477,-	2 650,-	260,-	1 000,-	20 000,-	-10 287,-
11/18	18 700,-	5 000,	3477,-	2 590,-	220,-	1 000,-	20 000,-	-13 587,-
9/18	15 300,-	5 000,	3477,-	2 490,-	180,-	1 000,-	20 000,-	-16 847,-

Tabulka č. 6.3: Celkový přehled výdajů a příjmů při různých počtech měření. Zdroj vlastní.

Mé úvahy o počtu najetých kilometrů za den, v kterém se provede dvoje měření v těsné blízkosti vedle sebe, jsou pouze v relativních úvahách. Samozřejmě vzdálenosti mezi jednotlivými měřeními mohou být i podstatně delší a tím pádem i náklady na vykonanou cestu budou větší a naopak. S tím samozřejmě souvisí i ceny pohonných hmot. Ty ale nejsou tak rozhodující jako cena za jedno měření propustnosti radonu na pozemku, i když jsou na sestupné tendenci vzhledem k nasycení trhu a poklesu výstavby rodinných domů a naopak ceny pohonných hmot na vzestupné tendenci.

6.5. Outsourcing

Outsourcing znamená, že firma vyčlení různé podpůrné a vedlejší činnosti a svěří je smluvně jiné společnosti čili subkontraktorovi, specializovanému na příslušnou činnost. Je to tedy druh dělby práce, činnost však není zajišťována vlastními zaměstnanci firmy, nýbrž na základě smlouvy. Typicky se jedná o činnosti jako je úklid, údržba, doprava nebo správa počítačů. Outsourcing se považuje za obchodní rozhodnutí, které má vést ke snížení nákladů a (nebo) k soustředění na hlavní činnosti firmy, a to v zájmu její konkurenceschopnosti.

Tahle varianta podnikání, i když v tomhle oboru není moc běžná, připadá v úvahu v případě, kdy počet měření nepokryje celkové náklady na měření, to znamená u optimistické varianty dle vypracované tabulky (Tab.č. 6.2), pod patnáct měření za měsíc a u pesimistické varianty (Tab.č.6.3) už pod dvacet měření za měsíc. Dále je potřeba také započítat do nákladů i předpokládanou mzdu, v našem případě 20 000,- Kč, které je nutno zahrnout do zisku. Jestli-že by jsme počítali ze mzdou kterou by jsme pobírali od daného

zaměstnavatele a nezahrnovali ji do nákladů, tím pádem by se nám ziskovost měření posunula k deseti měřením u optimistické varianty a k patnácti měřením u pesimistické varianty. Povinné měsíční náklady totiž představují částku 29 477,- Kč. Zde je započítaná i mzda z podnikatelské činnosti. Bez ní, by povinné měsíční náklady na pokrytí činili částku kolem 9 500,- Kč, což odpovídá pouze čtyřem měřením u optimistické varianty a pěti měřením u pesimistické varianty.

Pak tedy nezbývá než provozovat podnikatelskou činnost mimo hlavní pracovní poměr. Takže provádět měření radonu pro nějakou firmu zabývající se výstavbou RD, bytových domů, nástaveb, přístaveb, obchodních center a jiných pobytových objektů, které dle zákona musí mít provedený průzkum a měření proti pronikání radonu z podlaží. A právě outsourcing tohle umožňuje. Samotný outsourcing je relativně složitou operací, na kterou je nutné být připraven.

Důležitou součástí je dobře uzavřená smlouva pro obě strany. Měla by obsahovat:

- zadávací dokumentaci (popis činnosti měření),
- specifikace požadovaných služeb, ta by měla obsahovat:
 - jméno služby, popis služby, typ služby, nějaké podpůrné služby, vlastníka služby, revize služby
- definice požadavků na poskytovatele :
 - základní profesní a kvalifikační kritéria
 - ekonomická kritéria a předpoklady
 - technická kritéria
 - certifikace a jiné doložky

- poskytování služeb :

V této etapě začíná běžné poskytování služeb na dohodnuté fázi. Je běžné, že v rámci dlouhodobého kontraktu dochází ke změnovým požadavkům, které vhodným způsobem upravují nebo rozšiřují poskytované služby.

6.6. Analýza SWOT

SWOT analýza je metoda, jejíž pomocí je možno identifikovat silné (ang: Strengths) a slabé (ang: Weaknesses) stránky, příležitosti (ang: Opportunities) a hrozby (ang: Threats), spojené s určitým projektem, typem podnikání, podnikatelským záměrem apod. Díky tomu je možné komplexně vyhodnotit fungování firmy, nalézt problémy nebo nové možnosti růstu. Je součástí strategického (dlouhodobého) plánování společnosti. Základem analýzy je tedy stanovení pozice firmy na trhu, analýza vlivu extrémního okolí na firmu a posouzení silných a slabých stránek pro určení pozice na trhu.

6.6.1. Silné stránky

Mezi silné stránky patří samotný přístroj LUK 3R, jeho přesnost, spolehlivost a životnost. Dále nenáročnost na údržbu, lehká obsluha.

Mezi silné stránky v daném oboru podnikání, problematice radonu a jeho měření v půdních vzorcích, bude patřit taky to, že jakákoliv stavba, v které se budou pohybovat osoby musí mít provedené měření dle platných pravidel a atomového zákona, na základě kterého musí být vypracovaný protokol o výskytu radonu v pozemku, na kterém bude daná stavba probíhat. Popřípadě vypracování protiradonového opatření dle daných výsledků měření.

Dále, můžeme mezi silné stránky zařadit taky statistiku výstavby rodinných domů a dalších pobytových objektů, i když je na sestupné tendenci. Dle statistik pro Jihočeský kraj pro rok 2011, kde se uvádí počet 2028 staveb, které musí mít dané měření o výskytu radonu v půdě, což je dostatečný počet pro efektivnost v daném oboru podnikání.

Výhodou je také umístění firmy uprostřed Jihočeského kraje a to konkrétně v Českých Budějovicích.

Tedy:

- Dostupnost měřicího přístroje
- Přesnost, spolehlivost, obsluha a životnost přístroje
- Povinnost měření při výstavbě pobytových objektů daná Atomovým zákonem
- Kvalifikovanost a vysoká odbornost osoby nabízející daný produkt
- Nabídka dalších služeb týkajících se radonové problematiky-diverzifikace
- Umístění firmy

6.6.2. Slabé stránky

Slabou stránkou přístroje LUK 3R je ztráta součástí pro měření a to konkrétně ztracených hrotů, které je potřeba neustále doplňovat.

Dále pak nedostatečná diferenciací poskytované služby v závislosti na konkurenci a s tím spojená nízká produktivita poskytovaných služeb v závislosti na počtu firem v Jihočeském kraji zabývajících se právě měřením radonu.

Tedy:

- Doplňování potřebných součástí k měření
- Starší technologie
- Zadluženost
- Nedostatečná diferenciací služeb v závislosti na konkurenci
- Vyšší náklady, nízká produktivita
- Slabá reputace začínající firmy

6.6.3. Příležitosti

Oslovení co největšího počtu potencionálních zákazníků za zvýhodněných cenových podmínek. Nespoléhat na jediný produkt a to pouze měření radonu, ale také na vytvoření protiradonových opatření a jejich realizaci v rámci prodeje a instalace. Poradenskou činnost. Outsourcing.

Tedy:

- Růst stavebnictví
- Oslovení nových zákazníků
- Zvýhodněné cenové nabídky
- Poradenská činnost
- Outsourcing

6.6.4. Hrozba

Konkurence na trhu je jednou z hrozeb v podnikání v daném oboru. Další hrozbou, dle statistik, je sestupná tendence výstavby RD a pobytových objektů. Příklad konkurence na trh s novým řešením nebo novou technologií, finančně nedostupnou pro začínajícího podnikatele.

Tedy:

- Konkurence na trhu
- Úbytek výstavby pobytových objektů-krize
- Starší technologie jak přístroje, tak měření
- Příchod nového řešení nebo technologie
- Vliv počasí

Z hlediska posouzení silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb, které jsou zhruba vyrovnané, jsem došel k závěru, že při optimistické variantě se dostáváme k tzv. defenzivní strategii, která je podstatná v následujících bodech: Patří mezi obrané strategie zaměřené na odstranění nebezpečí zvenčí. Subjekt jich využije tehdy, jestliže je dost silný na přímou konfrontaci s ohrožením. Využívají ji větší firmy s dlouholetou tradicí.

Druhou variantou a asi nejpravděpodobnější, je zůstatková strategie, která vyplývá ze špatné podnikatelské pozice. Spočívá ve strategii „přiživit se na trhu“. Snaží se udržet nízké náklady, ale musí počítat s nízkou cenou služeb. Podnik dále bojuje o přežití. Strategiemi jsou krize, omezení výdajů, vyhlášení bankrotu nebo likvidace.

7. Závěr

V této diplomové práci jsem se zaměřil na radon vyskytující se v přírodě a jeho vlivu na lidský organizmus. Někteří lidé přikládají radonu účinky, které lze přímo s tímto plynem spojovat. Jiní zase účinky radonu podceňují. Cílem diplomové práce je seznámit se s výskytem radonu v zemském podlaží, jeho migrací a opatřeními zabráňujícími jeho pronikání do domu, dále vlivem radonu na lidský organizmus. Dle platného atomového zákona č.13/2002 Sb, totiž musí každý, kdo chce započít výstavbu rodinného domu, nebo nějakého objektu kde se budou pohybovat lidé, provést měření propustnosti pozemku se stanovením radonového rizika a následně učinit protiradonové opatření proti pronikání radonu do objektu. Tohle měření je základem mé diplomové práce, totiž zhodnotit jeho efektivnost měření pomocí daného přístroje a to LUK 3R a vypracování ekonomické analýzy pro začínajícího podnikatele, OSVČ, který by chtěl v tomhle oboru podnikat.

Po zhodnocení pořizovacích nákladů, které nejsou ani zanedbatelné, ale ani nedostupné z hlediska dostupnosti finančních úvěrů na trhu, pro začínající podnikatele

nejsou nereální. Existují finanční úřady, které začínajícím podnikatelům poskytnou úvěry i bez historie, od nuly až do několika milionů. A na tenhle způsob jsem se právě zaměřil.

Z uvedených základních informací o finanční problematice chodu firmy zabývající se měřením radonu, které jsem získal od dané firmy zabývající se právě touto problematikou, jsem vytvořil ekonomickou analýzu, z které vyplívá následovně:

Na jihočeský kraj připadá deset až patnáct stabilních a zavedených firem zabývajících se měřením radonu na pozemcích, které v oboru pracují již několik let. V přepočtu dle statistik výstavby obytných objektů za rok 2011 (Tab. č. 6.1, rok 2011), což je 2028 staveb, vychází přibližně 135 zakázek měření radonu na firmu ročně. Dále pak dle přepočtu to obnáší zhruba 11 měření za měsíc pro každou firmu, což není zrovna ekonomicky výhodné, pro začínajícího podnikatele. To potvrzují i moje výpočty v tabulkách (Tab.č.6.2 a Tab.č.6.3), jak při optimistické tak při pesimistické variantě. Z toho jednoznačně vyplívá, že začínající podnikatel v tomhle oboru měření radonu, by musel provést měsíčně minimálně dvacet měření. U zavedených a stálých firem se počet měření v letošním roce pohybuje kolem dvaceti až pětadvaceti měření. A v tomhle tom případě, by to bylo bez finančního zisku. Dalším negativním důvodem je proniknutí na trh mezi již zavedené firmy. Velká konkurenci schopnost firem a to je myslím si, jeden z hlavních důvodů neúspěchu v tomhle oboru a dále pak návaznost na klesající výstavbu rodinných a obytných objektů a s tím související předpoklad klesající poptávky na trhu, právě k problematice měření radonu v půdních vzorcích. Takže variantu začínajícího prosperujícího podnikatele, který by se chtěl věnovat pouze měření propustnosti radonu v půdních vzorcích na území Jihočeského kraje, vidím dost nereálně a ekonomicky nevýhodně.

Pak tedy nezbývá než provozovat podnikatelskou činnost mimo hlavní pracovní poměr a to formou outsourcingu. To znamená provádět měření radonu pro nějaký subjekt zabývající se výstavbou rodinných domů, bytových domů, nástaveb, přístaveb, obchodních center a jiných obytných objektů. A právě outsourcing tohle umožňuje. Tahle varianta podnikání, i když v tomhle oboru není moc běžná, připadá v úvahu v případě, kdy počet měření nepokryje celkové náklady na měření, to znamená u optimistické varianty dle vypracované tabulky, pod patnáct měření za měsíc a u pesimistické varianty už pod dvacet měření za měsíc. Jestli-že by jsme počítali ze mzdy kterou by jsme pobírali od daného zaměstnavatele a nezahrnovali ji do nákladů, tím pádem by se nám ziskovost měření posunula k deseti měřením u optimistické varianty a k patnácti měření u pesimistické varianty. Minimální povinné měsíční náklady na splácení úvěru, spotřebovaných pohonných

hmot, amortizace, servisu a údržby totiž představují částku kolem 9 500,- Kč, což odpovídá pouze čtyřem měřením u optimistické varianty a pěti měřeními u pesimistické varianty. A v tomhle tom případě by jsme mohli provozovat měření radonu v půdních vzorcích jenom jako koníčka.

V mé práci jsem tedy došel z hlediska ekonomické analýzy k závěru, že po zhodnocení silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb z hlediska začínajícího podnikatele, který by se chtěl věnovat zajímavému měření radonu v půdních vzorcích, je velice nereálné a ekonomicky neziskové při tak velké konkurenci se prosadit.

8. Seznam literatury a odkazů

- [1]http://oko.yin.cz/36/Historie_mereni_a_mericich_jednotek/,[2011-11-04]
- [2]<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pristroj>,[2011-11-04]
- [3]<http://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k22.htm>,[2011-11-06]
- [4]<http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika2.htm>,[2011-11-10]
- [5]http://www.iradontest.cz/co_je_radiace.html,[2011-11-27]
- [6]Vojtěch Ullmann.: Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření,
<<http://astronuklfyzika.sweb.cz/Fyzika-NuklMed.htm>, [2012-02-15]
- [7]http://www.scribube.com/limba/ceha-slovaca/Vlivy_radiace_na_lidsky_organismus.php,
[2011-11-12]
- [8]http://www.mereni_radonu.cz/O_radonu.php,[2011-11-25]
- [9]<http://www.alfa-radon.com/page/fyzika/>,[2011-11-26]
- [10]<http://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/zakony/20120103.p>
[online],[2012-02-25]
- [11]Manuál pro ovládání přístroje LUK 3R
- [12]http://www.iradontest.cz/co_je_radiace.html,[2011-11-27]
- [13]<http://mereni.radonu.sweb.cz/telo/ora.html#migrace>,[2011-02-02]
- [14]http://www.penize.cz/podnikatelske-uvery/41267,Zacinajici_podnikatele_maji_vice_sanci,
[2012-01-20]
- [15]http://www.scitanilidu.cz/x/redakce.nsf/i/Dokoncene_byty_v_jihoceskem_kraji_podle_typu,[2012-01-14]