Zdravotně sociální fakulta
Faculty of Health and Social Sciences

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
University of South Bohemia in České Budějovice

Porovnání dostupnosti dat o aktuální radiační situaci v rámci Evropy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Petr Stránský, DiS.

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Havránek

České Budějovice 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem ***„Porovnání dostupnosti dat o aktuální radiační situaci v rámci Evropy“*** jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů 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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich 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 bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne *15. 8. 2017* .....

Petr Stránský, DiS.

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval panu Mgr. Jiřímu Havránkovi za vstřícný přístup, připomínky a odborné vedení mé bakalářské práce. Také chci poděkovat svým rodičům a přítelkyni Nikole Nácovské, a to především za trpělivost.

Porovnání dostupnosti dat o aktuální radiační situaci v rámci Evropy

Abstrakt

Výše uvedené téma bakalářské práce bylo zvoleno především z důvodu aktuálnosti problematiky radiační bezpečnosti, jejíž význam bude v budoucnu zřejmě ještě narůstat, a proto by ji měla být věnována zvýšená pozornost. Cílem práce bylo porovnat dostupnost dat o aktuální radiační situaci na území jednotlivých států Evropy a zároveň posoudit přehlednost a způsob prezentace zveřejňovaných údajů o radiační situaci na internetu. Následně bylo možno získat odpověď na výzkumnou otázku: „Jsou data o aktuální radiační situaci zveřejňovaná jednotlivými státy srovnatelná?“

V teoretické části práce byla použita metoda literární rešerše. Vymezeny byly především základní pojmy, popsány zdroje ionizujícího záření, vysvětlen byl pohyb radioaktivních látek v životním prostředí a účinky ionizujícího záření na organismus. Dále byl popsán systém monitorování radiační situace, a to zejména na území České republiky. V neposlední řadě bylo zmíněno legislativní hledisko radiačního monitorování a dále evropská výměna dat, především centrální databáze radiačních údajů – systém EURDEP.

Výsledky byly získávány komparativní analýzou webových stránek informujících o radiační situaci na území jednotlivých států. Vyplývá z nich, že drtivá většina evropských států provádí a zveřejňuje kontinuální monitorování dávkového příkonu. Další zveřejňovaná data pocházela zejména z měření obsahu radionuklidů v ovzduší, konkrétně z měření aktivity aerosolů a atmosférických spadů. Dostupnost ostatních monitorovaných položek, porovnávaných v této práci, nebyla zdaleka tak častá.

Přehlednost a způsob prezentace zveřejňovaných údajů na internetu, byly u jednotlivých států poměrně odlišné. Nejlépe zpracovanou webovou stránkou byla česká aplikace

MonRaS, která také jako jediná z porovnávaných webů nabízela aktuální data ze všech posuzovaných položek radiačního monitorování.

Práce bude využita pro studijní účely a rozšíří informovanost o dostupnosti radiačních dat na internetu.

Klíčová slova

Radiační bezpečnost; ionizující záření; monitorování radiační situace; EURDEP; dávkový příkon; MonRaS.

Comparison of the availability of data on the current radiation situation in Europe

Abstract

The aforesaid topic of this bachelor thesis was chosen mostly for the current issue of the radiation security, which importance will most likely rise in the future. That is why it should be taken more seriously. The purpose of this thesis was to compare the availability of data on the current radiation situation in different countries of Europe and at the same time to consider the clarity and the way of presenting the given facts online. Afterwards it was possible to answer the research question: "Are the data given by different countries comparable?"

In the theoretical part of this thesis the author used the method of research by studying different literary sources. The crucial terms of the topic were defined, the sources of the ionizing radiation were described and this part also described the movement of the radioactive matter in the environment and its impact on human organism. Furthermore the author focused on the system of the monitoring of the radiation situation, mostly in the Czech Republic. Last but not least the thesis deals with the legislation of the radiation monitoring and also the exchange of data, mainly the European radiological data exchange platform (EURDEP).

The outcomes of the thesis were gained by a comparative analysis of the websites which are focused on the radiation situation in different states. The results show, that most of the European countries are focused on continuous monitoring of the batch input. Other published data came mainly from the measurements of the radionuclide volume in the air, in particular from the measuring of the activity of aerosol and atmospheric fallouts. Other monitored items compared in this thesis were not so available.

The clarity and the way of presenting these data online were quite various by different countries. The best compiled website was the Czech application MonRaS, which was

the only of the compared sites which offered data of all the considered items of the radiation monitoring.

The thesis will be used for further studies of the topic and can broaden the knowledge of the availability of radiation data online.

Key words:
Radiation security; ionizing radiation; radiation situation monitoring; EURDEP; batch input; MonRaS.

Obsah

1. Teoretická část 11
1.1 Vymezení základních pojmů 11
1.1.1 Radioaktivita a ionizující záření 13
1.2 Zdroje ionizujícího záření 15
1.2.1 Přírodní zdroje ionizujícího záření 15
1.2.2 Umělé zdroje ionizujícího záření 18
1.3 Pohyb radioaktivních látek v životním prostředí 20
1.4 Účinky ionizujícího záření na organismus 21
1.5 Monitorování radiační situace 22
1.5.1 Monitorování za obvyklé radiační situace 23
1.5.2 Monitorování za mimořádné radiační situace 26
1.6 Monitorování radiační situace z legislativního hlediska 28
1.7 Evropská výměna dat 29
2. Cíle práce, výzkumná otázka a metodika výzkumu 33
2.1 Cíle práce 33
2.2 Výzkumná otázka 33
2.3 Metodika výzkumu 33
3. Výsledky 35
3.1 Střední Evropa 35
3.1.1 Česká republika 35
3.1.2 Maďarsko 38
3.1.3 Německo 40
3.1.4 Polsko 43
3.1.5 Rakousko 45
3.1.6 Slovensko 48
3.1.7 Slovinsko 50
3.1.8 Švýcarsko 52
3.2 Severní Evropa 55
3.2.1 Finsko 55
3.2.2 Island 58

3.2.3 Litva ... 60
3.2.4 Norsko ... 63
3.2.5 Švédsko ... 65
3.3 Východní Evropa ... 67
3.3.1 Bělorusko ... 67
3.3.2 Rusko ... 70
3.3.3 Ukrajina ... 73
3.4 Jihovýchodní Evropa ... 75
3.4.1 Bulharsko ... 75
3.4.2 Chorvatsko ... 78
3.4.3 Řecko ... 80
3.4.4 Srbsko ... 82
3.4.5 Turecko ... 84
3.5 Jižní Evropa ... 87
3.5.1 Španělsko ... 87
3.6. Západní Evropa ... 90
3.6.1 Belgie ... 90
3.6.2 Francie ... 93
3.6.3 Irsko ... 96
3.6.4 Spojené království Velké Británie a Severního Irska ... 99
4. Diskuse ... 102
5. Závěr ... 106
6. Seznam informačních zdrojů ... 107
7. Seznam tabulek a obrázků ... 112
8. Seznam použitých zkratek ... 114

Úvod

Radioaktivita, ať už přírodní nebo umělá, obklopuje člověka po celý jeho život. Po celou dobu své existence je člověk vystaven určitým dávkám ionizujícího záření z přírodních radionuklidů a z kosmického záření. Od začátku 20. století začal přibývat také vliv umělých radionuklidů a zdrojů ionizujícího záření. Radionuklidy, podobně jako různé fyzikální a chemické faktory, mají při působení na člověka a jeho životní prostředí kladné, ale také záporné stránky, zejména pokud jejich účinek ionizujícího záření přesahuje přípustné hodnoty. Podle výskytu, intenzity a pohybu v jednotlivých složkách životního prostředí a v potravním řetězci způsobují vnější a vnitřní ozáření. Do organismu se radionuklidy dostávají za normálních podmínek dýcháním (inhalací) a příjmem potravy a nápojů (ingescí). Dýcháním se do organismu dostávají plynné radioaktivní látky a radioaktivní aerosoly. Do potravy se radioaktivní látky dostávají z rostlin a živočichů. Radioaktivita rostlin pochází převážně z půdy a usazování radionuklidů na jejich nadzemních částech. Velikost příjmu je přitom závislá zejména na typu rostliny, kořenovém systému, na vlastnostech půdy, chemické formě radionuklidů, fyziologickém chováni v rostlině a dalších faktorech.

Každý evropský stát monitoruje radiační situaci na svém území z důvodu včasného zjištění radiační mimořádné události. Sleduje obsah umělých radionuklidů ve složkách životního prostředí a potravních řetězcích a dále radioaktivitu v lidském těle. Cílem monitorování je průběžné zjišťování radiační zátěže obyvatel, způsobené inhalací a ingescí umělých radionuklidů a zevním ozářením z okolního prostředí. Vybraná data z radiačního monitorování jsou potom zveřejňována na internetu.

Cílem práce je porovnat dostupnost dat o aktuální radiační situaci na území jednotlivých států Evropy. Dále porovnat přehlednost a způsob prezentace zveřejňovaných údajů o radiační situaci na internetu.

Výsledky bakalářské práce budou využity při informování obyvatelstva o radiační situaci.

1. Teoretická část

1.1 Vymezení základních pojmů

Radioaktivita je schopnost (resp. vlastnost) některých nestabilních jader chemických prvků, přecházet z vyššího energetického stavu do nižšího, přičemž tento stav je doprovázen uvolňováním energie (záření), která má charakter hmotný nebo nehmotný. Příkladem hmotného charakteru jsou částice alfa a beta. Hovoříme o záření alfa a záření beta. Příkladem nehmotného charakteru je záření gama.

Důležitou radiační charakteristikou vyjadřující dobu, za kterou se přemění polovina jader atomů, nazýváme poločas přeměny (poločas rozpadu). Podle doby poločasu přeměny radioaktivitu rozdělujeme na krátkodobou radioaktivitu (doby poločasu přeměny jsou řádově od zlomků sekundy po dni) a dlouhodobou radioaktivitu (doby poločasu přeměny jsou řádově v měsících a letech). Za přirozenou radioaktivitu se mnohdy pokládá jen její krátkodobá složka, kterou v přízemní vrstvě atmosféry v největší míře zastupují izotopy radonu a jejich rozpadové produkty. Rychlost přeměny dané látky v každém okamžiku je vždy přímo úměrná počtu radioaktivních atomů uvažovaného izotopu, přítomných ve stejném okamžiku. Např. poločas rozpadu izotopu jodu, ^{131}I, je 8,04 dne. Tuto přeměnu můžeme vyjádřit matematickým vztahem:

$$dN / dt = -\lambda N \text{ nebo } N = N_0.e^{-\lambda t}$$

- kde N je počet určitých radioaktivních atomů, v libovolném čase t, veličinu λ nazýváme rozpadová konstanta a N_0 je původní počet radioaktivních jader daného radioaktivního izotopu (Daloš, 2003; Hála, 1998).

Ionizace je termín, používaný pro proces vzniku iontů, tedy elektricky nabitých částic, z původně elektricky neutrálních atomů či molekul. Elektricky neutrální molekula nebo atom se může stát elektricky nabitým, tedy iontem, dvěma způsoby. Odevzdáním elektronu – pak vzniká kladně nabitý ion, tedy kation; přijetím elektronu – vzniká záporně nabitý ion, tedy anion. Je rozdíl, zda dochází k ionizaci ve vzduchu, ve vodě, resp. v biologickém materiálu (Tomsa, 2012).

Záření je možné rozlišovat na korpuskulární (částicové) a elektromagnetické (vlnové), popřípadě (odlišný způsob dělení) na ionizující a neionizující (MUNI, 2017).

Veličiny a jednotky radiační ochrany

Z praktického hlediska je nutné kvantifikovat zdroje záření a zhodnotit míru účinku záření na prostředí, jakož i míru odezvy vlivu ionizujícího záření na živý organismus. Pro praktické účely je třeba definovat tyto hlavní radiační veličiny a jednotky:

1. *Aktivita - A* vyjadřuje průměrnou četnost jaderných přeměn (rozpadů) za určitý časový interval. Základní jednotkou je 1 $Bq.s^{-1}$, což znamená, že jedna transmutace spojená s vyzářením kvant (alfa, beta, gama) nastane v průběhu 1 sekundy. Aktivita může být: měrná, objemová, plošná. Starší jednotka byla 1 curie (Ci).
2. *Expozice (ozáření) - X* vyjadřuje účinek ionizujícího záření. Expozice X, definovaná výhradně jen pro vzduch, je dána poměrem: dQ / dm - kde dQ je absolutní hodnota celkového náboje iontů jednoho znaménka vzniklých ve vzduchu při úplném zabrzdění všech elektronů a pozitronů, které byly uvolněny fotony v objemovém elementu vzduchu o hmotnosti dm a dm je hmotnost látky. Jednotkou je coulomb na kilogram ($C.kg^{-1}$), dřívější jednotkou byl 1 rentgen (R). 1 R = 0,258 $mC.kg^{-1}$.
3. *Absorbovaná dávka - D* představuje radiační energii pohlcenou (absorbovanou) v hmotnostní jednotce ozářené soustavy. Jednotkou je 1 gray (Gy). Je to dávka absorbovaná tělesem hmotnosti 1 kg, která odpovídá absorbované energii ionizujícího záření rovnající se 1 joulu. Dřívější jednotkou byl 1 rad.
4. *Dávkový ekvivalent - H* je základní veličinou charakterizující radiační zátěž organismu. Je dána součinem absorbované dávky D, jakostního faktoru Q (závisí na druhu a energii záření) a faktoru N (součin všech ostatních modifikujících faktorů ozařování): H = D.Q.N – jednotkou je $J.kg^{-1}$ a má název 1 sievert (Sv).
5. *Ekvivalentní dávka - H_T* je součinem radiačního váhového faktoru w_R a střední absorbované dávky $D_{T,R}$, v orgánu nebo tkáni T, pro ionizující záření typu R. Jednotkou je $J.kg^{-1}$ a má název 1 sievert (Sv).
6. *Efektivní dávka - E* je součtem ekvivalentních dávek H_T v jednotlivých tkáních nebo orgánech, vynásobeným příslušným tkáňovým váhovým faktorem w_T. Efektivní dávku E můžeme vyjádřit matematickým vztahem: $E = \Sigma T\ w_T.H_T$ – jednotkou je $J.kg^{-1}$ a má název 1 sievert (Sv).

1.1.1 Radioaktivita a ionizující záření

Přírodní radioaktivitu objevil H. Becquerel v roce 1896, když zjistil, že uran vysílá neviditelné záření, které působí na světlotěsně zabalenou fotografickou desku podobně jako rentgenové záření, a tak jistě jako rentgenové záření dělá vzduch vodivým. Zpočátku se nové záření nazývalo Becquerelovo záření. V pokusech pokračovali manželé Curieovi, kteří objevili prvky rádium a polonium a začali zkoumat jejich záření. Tuto schopnost látek vysílat záření nazvali pojmem radioaktivita (Tölgyessy, 1979).

Na začátku byly známy pouze nuklidy, které se vyskytovaly v přírodě, a byla zkoumána přírodní radioaktivita. Ze sedmi nejrozšířenějších přírodních těžkých radioaktivních prvků, mezi které se řadí Po, Rn, Ra, Ac, Th, Pa a U, jsou významné tři radionuklidy, a to ^{232}Th, ^{235}U a ^{238}U. Tyto radionuklidy se vyznačují dlouhým poločasem přeměny. Radioaktivita je jev statistického charakteru, což znamená, že dva stejné a ve stejné době vzniklé radionuklidy, žijí rozdílnou dobu (Jandl, Petr, 1998).

Jaderné reakce jsou procesy, při kterých se uplatňují jaderné nebo elektromagnetické síly. Tyto reakce vedou k podstatným změnám a zásahům ve struktuře látek, v jejichž důsledku se získávají nejen některé radionuklidy a různé druhy částic, ale i energie (Petr, Jandl, 1988).

Nezbytnou, ale ne vždy dostačující podmínkou radioaktivní přeměny je její energetická výhodnost. Znamená to, že hmotnost radioaktivního jádra musí být větší než hmotnost vznikajícího jádra a částic, které se uvolňují v procesu přeměny (Lipka, 2006).

K jaderné přeměně může docházet bez vnějšího zásahu nebo v důsledku reakcí jader původních atomů s částicemi, jakými jsou například neutrony, protony, alfa částice a podobně. Pokud k jaderné přeměně došlo bez vnějšího zásahu, jde o tzv. samovolný rozpad radioaktivní látky (nuklidu), pro kterou je charakteristický poločas rozpadu (Marek et al., 1987).

Umělá radioaktivita je rozpad nuklidu, vyvolaný umělým přidáním energie nuklidu tak, že se stane nestabilním a rozpadne se s vysláním záření alfa, beta nebo gama (radioaktivní záření). Pokud je produkt rozpadu radioaktivní, vzniká rozpadová řada. Rozpadová řada je posloupnost radioaktivních rozpadů nuklidů. Řada končí stabilním

radionuklidem až po několika následných rozpadech. Radioaktivní látky se do prostředí dostávají při využívání jaderné energie, především jako produkty zkoušek jaderných zbraní v atmosféře nebo v případě havárie jaderně energetického zařízení.

Záření alfa (α - záření) je korpuskulární záření. Je to proud (tok) kladně nabitých částic α, které mají relativně velkou hmotnost a náboj, a tudíž mají silné ionizační schopnosti. Může je zastavit list papíru nebo pokožka (epidermis), proto látky, které vyzařují toto záření, jsou pro živé tkáně nebezpečné, až když jsou spolknuty nebo vdechnuty. Částice alfa jsou monoenergetické, vylétají z jader téhož prvku vždy se stejnou energií a rychlosti, která představuje 5 – 7 % rychlosti světla ve vakuu. Dolet alfa částic závisí mimo energie i na hustotě prostředí a ve vzduchu dosahuje hodnot řádově několik centimetrů, zatímco v kapalinách a pevných látkách je to jen několik setin milimetru. Ochrana před vnějším ozářením α - zářením nepředstavuje větší problém. Mezi alfa zářiče patří např. ^{226}Ra, ^{239}Pu a ^{241}Am.

Záření beta (β - záření) je proud elektronů e- (b -) nebo pozitronů e + (b +), které jsou vymrštěny z atomového jádra při jeho přeměně (většinou přeměna jader, při které dochází k přeměně nukleonů - proton/neutron), či rozpadu. Tyto částice jsou lehčí a mají menší náboj (jednotkový, tj. 1,60219.10^{-19} J, kladný nebo záporný) než částice alfa, a proto mají větší schopnost průniku hmotou. Zastaví je tenká vrstva vody, skla nebo kovu (hliník). Uvnitř těla jsou velmi nebezpečné. Pohybují se téměř rychlostí světla a vytvářejí spojité spektrum energií od nuly až po maximální energii, která je charakteristickou veličinou daného radioaktivního atomu. Při každé přeměně téhož prvku se musí vyzářit stejné množství energie. Existuje tedy částice, která přebírá rozdíl mezi energií vyzářenou částicí beta a maximální energií pro částice beta uvažovaného zářiče. Touto částicí je neutrino, které je mnohdy menší než elektron a nenese žádný náboj. Při rozpadu - β je současně vyzářená částice antineutrino a při rozpadu + β neutrino. Rozdíl mezi neutrino a jeho antičásticí antineutrino je ve spinu (rotací částice kolem vlastní osy). Dolet částic beta z radioaktivních izotopů dosahuje ve vzduchu hodnot řádově několika metrů, v tkáních a lehkých materiálech nepronikne částice β hlouběji než asi 1 cm. Například beta záření s maximální energií 2 MeV má dolet ve vzduchu přibližně 8 m, ve vodě 1 cm a v hliníku 4 mm. K nejčastěji používaným beta zářičům patří např. ^{35}S, ^{63}Ni, ^{85}Kr, ^{90}Sr + ^{90}Y a ^{204}Tl.

Záření gama (g - záření) a *rentgenové záření* nejsou zářením částicovým. Jsou to elektromagnetické vlny, podobné světlu a rádiovým vlnám, avšak s kratšími vlnovými délkami a vyššími frekvencemi, které se pohybují rychlostí světla. Gama záření vzniká v jádře atomu při přeměně radioaktivních prvků. Záření gama má čárové spektrum, to znamená, že daný radionuklid emituje jen fotony s určitými energiemi, které jsou pro něj charakteristické. Gama záření má vysokou průchodnost hmotou (a tedy i lidským tělem) a dá se zastavit (případně zeslabit) vrstvou olova nebo betonu. Rentgenové záření vzniká prudkým zabrzděním urychlených elektronů (brzdné záření), nebo přechodem elektronů na nižší energetické hladiny v atomu (charakteristické záření). Fyzikální podstata gama záření a rentgenového záření je stejná, liší se jen svým zdrojem (původem). Paprsky záření gama mají největší pronikavost a největší dolet z uvedených druhů radioaktivního záření. Čistých gama zářičů je velmi málo, záření gama obvykle doprovází alfa nebo beta záření. K nejčastěji používaným zdrojům gama záření patří ^{60}Co a ^{137}Cs (Jandl, Petr, 1998).

1.2 Zdroje ionizujícího záření

Záření má svůj původ v atomovém jádře a obecně se nazývá jaderným (nukleárním) zářením. Při samovolných jaderných přeměnách se jedná o radioaktivní záření. Střední dolet radioaktivního záření (např. α -, β -, γ - záření) je velmi rozdílný a závisí na jeho energii, hustotě prostředí a dalších veličinách. V důsledku toho působí radioaktivita rozdílně podle druhu záření. Pro zátěž ze záření ve vzduchu a z půdy je důležité γ - záření. β - záření pochází pouze z okolní vrstvy vzduchu a při nepatrné koncentraci radioaktivity ze vzduchu proto přispívá k dávkové zátěži méně (Berger et.al., 1991).

1.2.1 Přírodní zdroje ionizujícího záření

Během celého vývoje lidstva je člověk po celý svůj život vystaven přirozenému radioaktivnímu záření - tzv. radioaktivnímu pozadí. Mezi přírodní zdroje záření patří kosmické záření, které dopadá na Zemi z vesmíru a ozařuje člověka zejména externě v závislosti na nadmořské výšce a poloze na Zemi a přírodní radionuklidy, které se vyskytují v našem životním prostředí (Klener, 2000). Tyto následně pronikají například do zemské kůry, stavebních materiálů, vody, potravin i vzduchu. Na lidi působí radioaktivní plyn radon ze stavebních materiálů, dříve také záření obrazovek barevných televizorů (netýká se LED, OLED, plazmových obrazovek) a světélkující ciferníky

hodinek. Větší dávku vnějšího záření dostávají lidé žijící ve vyšších nadmořských výškách nebo v oblastech s vysokou koncentrací přírodních radionuklidů (Bodorík, et al. 1997).

Celkový roční dávkový ekvivalent, který je vytvářen všemi přírodními zdroji ionizujícího záření v životním prostředí se skládá z vnějšího a vnitřního ozáření (Švolík, 1997).

Nejvyšší podíl roční efektivní dávky (1200 μSv) pochází z vdechnutého radonu a jeho krátce žijících dceřinných produktů (produktů přeměny). Méně výraznou měrou přispívají dávky stráveného ^{40}K (170 μSv), inhalace ^{220}Ra a jeho dceřinných produktů (80 μSv). Ostatní radionuklidy přispívají v malé míře (Whicker, 1995).

Na naši Zemi dopadá nepřetržitě ze všech stran ionizující záření, které má původ ve vesmíru a je známé jako kosmické záření. Jeho pravděpodobnost vzniku spočívá v tom, že Slunce a jiné hvězdy vysílají elektricky nabité částice, které jsou ve vesmíru urychlovány proměnlivými magnetickými póly hvězd a šíří se všemi směry (Beneš, 1974).

Horní vrstvy atmosféry dosahují do výšek několik desítek kilometrů nad zemský povrch a radiační pole je zde tvořeno třemi složkami:

Radiační pásy Země

Vznikly vlivem zemského magnetického pole, které vytvořilo oblast, ve které dochází k zachytávání elektricky nabitých částic s určitými energiemi. Vnější radiační zónou nazýváme oblast ve vzdálenosti 3 až 7násobku zemského poloměru R (6370 km). V této oblasti se nachází pás protonů a elektronů s energií až několik MeV. Vnitřní radiační pás se nachází několik set až tisíc kilometrů nad zemským povrchem a obsahuje menší radiační pásy, tzv. Van Allenovy. Vnější a vnitřní pás tvoří kruhové prstence kolem Země, přičemž jeden pás obsahuje elektrony a druhý protony. Všechny radiační pásy nepředstavují nebezpečí pro obyvatele žijící na Zemi, ale jsou významným zdrojem ozáření kosmických lodí a kosmonautů.

Solární složka kosmického záření

Tato složka je tvořena převážně protony, částicemi α a některými lehkými ionty, uvolněnými při erupcích na Slunci. Její význam úzce souvisí se sluneční aktivitou, která

se mění jak periodicky, tak i neperiodicky. Trvání sluneční erupce může trvat 1 den, přičemž během této doby vzroste hustota toku emitovaných protonů o 2 řády. V důsledku této erupce také roste úměrně příkon dávkového ekvivalentu, což může představovat nebezpečí pro posádku kosmických lodí.

Galaktická složka kosmického záření

Je tvořena převážně protony (87%) a částicemi α (12%), těžšími jádry (okolo 1%) a elektrony a fotony. Galaktická složka se mění vlivem magnetického pole Slunce a jeho aktivity méně než složka solární (Jandl, Petr, 1988). Tu část záření, která dopadá na zemskou atmosféru, nazýváme primární složkou kosmického záření. Je tvořena jádry lehkých atomů s vysokou energií, převážně z velmi rychlých protonů s neobvykle vysokou energií, z malého množství heliových atomů, čili α částic a ze stopových množství velmi rychlých atomových jader jiných prvků, až po zirkon. Jakmile pronikne toto záření do zemské atmosféry, začne se měnit. Interakce primárních částic s atomovými jádry v atmosféře vede ke vzniku elektromagnetického záření a různých částic, takže sekundární složka kosmického záření je velmi složitá a sestává ze všech dosud známých elementárních částic a záření (Beneš, 1974).

Kromě přímého ozařování zemského povrchu vytváří kosmické záření při jaderných reakcích s atmosférou, půdou a vodou kosmogenní radionuklidy, z nichž se jen malé množství v našem životním prostředí vyskytuje v měřitelných koncentracích. Jandl, Petr (1988) uvádějí, že mezi typické kosmogenní radionuklidy patří tritium ^{3}H s poločasem přeměny $T_{1/2}$ = 12,26 let a ^{14}C s poločasem přeměny $T_{1/2}$ = 5730 let, které vznikly v horních vrstvách atmosféry reakcemi neutronů s jádry dusíku. Primordiální radionuklidy, které jsou v půdě, vodě a atmosféře jsou buď členy uranové, thóriové nebo aktíniové řady, nebo nepatří do žádné z nich (Jandl, Petr, 1998).

Podle Hinci (2006) se tyto radionuklidy člení:

Původní primordiální radionuklidy

Do této skupiny patří radionuklidy, nacházející se v přírodě, s poločasem přeměny $T_{1/2}$ > 108 let. Prvky ^{238}U, ^{235}U, ^{232}Th a ^{235}Np patří mezi výchozí prvky tzv. rozpadových řad, při kterých vznikají sekundární primordiální radionuklidy. Mezi nejrozšířenější původní primordiální radionuklidy patří izotop draslíku ^{40}K, který není členem rozpadové řady. Aktivita draslíku se v mnoha potravinách pohybuje na úrovni desítek až stovek $Bq \cdot kg^{-1}$.

Sekundární primordiální radionuklidy

Jsou radionuklidy, které patří k rozpadovým řadám. Rozeznáváme čtyři rozpadové řady, které charakterizuje startovací prvek: ^{238}U začíná uran-rádiovou řadu, ^{235}U (^{239}Pu) uran-aktiniovou řadu, ^{232}Th thoriovou řadu, ^{235}Np neptuniovou řadu. Mezi produkty rozpadových řad patří různé radionuklidy: Bi, Ac, Po, Ra, Pb, Rn, Tl apod. Ke zdrojům vnitřního ozáření u člověka patří především ^{40}K a radionuklidy rozpadových řad uranu a thoria.

Radionuklid ^{40}K je v lidském těle přítomen přibližně ve stálých koncentracích, protože se vytvořila rovnováha mezi jeho příjmem v potravě a vylučováním (Hála, 1998).

Velikost zevního ozáření, které způsobují přírodní radionuklidy, je odhadována na 0,32 mSv·rok^{-1}, vnitřního na 0,37 mSv·rok^{-1}. Celkově dostává člověk od přírodního pozadí ročně přibližně 1 mSv. Tato hodnota může stoupat v oblastech se zvýšeným výskytem radonu (Hinca, 2006).

1.2.2 Umělé zdroje ionizujícího záření

Kromě přirozené radioaktivity došlo s rozvojem civilizace i k umělému zvýšení radiačního pozadí. K výrobě umělých radionuklidů, které dříve neexistovaly, dovedl člověka rozvoj civilizace. Od prvního zkušebního odpálení atomové bomby v roce 1945 v Novém Mexiku, až do roku 1963, kdy byly zkoušky jaderných zbraní v atmosféře pozastaveny, se do biosféry dostaly štěpné produkty, které se prostřednictvím globálního spadu rozšířily téměř po celé zeměkouli. Umělé radionuklidy vznikají také činností jaderných reaktorů, výrobě palivových článků či likvidaci jaderných odpadů. Také pronikly do lékařské praxe a spolu s ozařováním představují nejvýznamnější zdroj ionizujícího záření v životním prostředí. Dávky, kterými jsou ozařovány osoby, se mezi sebou liší z hlediska použité diagnostické metody, způsobu ozařování, a technického stavu zařízení (Jandl, Petr, 1988).

Při normálním chodu jaderná elektrárna vypustí do životního prostředí určité množství radioaktivních odpadů v kapalné a plynné podobě, tzv. výpusti. Toto množství se vyjadřuje různým způsobem, např.: jako aktivita ve vztahu k určitému množství vyrobené elektřiny za rok, jako celková aktivita vypuštěna za rok, nebo jako měřitelná aktivita plynných a kapalných výpustí (Hála, 1998).

Kapalné výpusti, které vznikají při provozu jaderných elektráren, obsahují štěpné látky, které jsou aktivovány v aktivní zóně reaktoru. Tyto látky jsou vypouštěny do vodních nádrží v okolí jaderné elektrárny. Nejvýznamnějšími radionuklidy výpustí jsou radionuklidy Cs, I, a ^{3}H. Všechny způsoby ozáření člověka výstupními proudy jaderných elektráren mají dopad na kritické orgány těla, kterými jsou kůže, štítná žláza, zažívací trakt nebo celé tělo (Jandl, Petr, 1988).

Pro výpusti jsou stanoveny v každé elektrárně závazné limity, které nesmějí být překročeny. Tyto limity mají vliv na posouzení stavu a rozšiřování radionuklidů do okolí elektrárny a potravinového řetězce. Pokud stanovené limity nejsou překročeny pro rizikové skupiny obyvatelstva v okolí elektrárny, znamená to, že radioaktivita výpustí představuje pro člověka a životní prostředí zanedbatelné zdravotní riziko. Kromě toho existuje ještě mezinárodní doporučení, na základě kterého nemá být roční kolektivní efektivní dávka z kapalných a plynných výpustí pro rizikovou skupinu obyvatel větší, než 0,04 Sv na 1 MW instalovaného výkonu elektrárny. V okolí elektrárny se neustále měří celková radiační dávka, dávkový příkon, koncentrace radioaktivních aerosolů a radioaktivních nuklidů ve vzduchu (Hála, 1998).

Důležitým, ale zároveň nebezpečným umělým zdrojem ionizujícího záření jsou zkoušky jaderných zbraní (Klener, 2000). Hála (1998) uvádí, že od 50. let našeho století, se začala uskutečňovat velká řada zkušebních jaderných výbuchů v atmosféře. Při jaderném výbuchu v atmosféře se vypaří a vyletí velké množství materiálu z povrchu země do velkých výšek a na těchto částečkách se usazují radioaktivní produkty jaderného výbuchu. Následkem zkoušek jaderných zbraní v atmosféře došlo v 50. a 60. letech 20. století ke globálnímu atmosférickému spadu, který poměrně homogenně kontaminoval hlavně severní hemisféru Země, přičemž svého maxima dosáhl před koncem roku 1962. V tomto období obě jaderné velmoci SSSR a USA provedly řadu zkušebních explozí fúzních zbraní. Jelikož většina těchto explozí byla provedena na severní polokouli, tak i radioaktivita světového spadu, nazývaného také globální spad, je v této oblasti větší.

Radioaktivní spad může způsobovat ozáření dvojího druhu, a to vnější nebo vnitřní. Vnější ozáření je způsobeno gama zářiči, které jsou rozptýleny po zemském povrchu a v atmosféře. V důsledku vymření krátce žijících radionuklidů zastoupených ve spadu, je

vnější ozáření v současnosti způsobené převážně ^{137}Cs. Vnitřní ozáření je způsobeno ^{89}Sr, ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{14}C. Radionuklidy ^{89}Sr, ^{90}Sr, ^{137}Cs jsou štěpné produkty, dokud ^{14}C vzniká aktivací dusíku v atmosféře neutrony emitovanými při explozi (VÚJE, 1997).

1.3 Pohyb radioaktivních látek v životním prostředí

Radionuklidy se v jednotlivých složkách životního prostředí nevyskytují ve stejných koncentracích. Platí to jak pro umělé, tak i přírodní radionuklidy. V případě přírodních radionuklidů lze hovořit o téměř stabilních hodnotách koncentrací jednotlivých radionuklidů v příslušné složce a lokalitě, které jsou důsledkem jednoduchých i cyklických výměnných procesů mezi složkami, jakož i důsledkem rovnovážných pochodů, při nichž se úbytek radioaktivních jader v důsledku jejich přeměny nahrazuje přírůstkem - tvorbou z mateřského radionuklidu (u přírodních radionuklidů), resp. vlivem kosmického záření, a to u kosmogenních radionuklidů (Drahošová, Koštial, 2000).

Přírodní radioaktivní pozadí mělo po miliony let, až do počátku našeho století, poměrně stálou hodnotu. V našem století, v důsledku globálního spadu z pokusných jaderných výbuchů prováděných v 50. a 60. letech, havárie jaderné elektrárny (JE) Černobyl v r. 1986, mírového použití radionuklidů a vývoje a provozu jaderně-energetických zařízení, docházelo k trvalému nárůstu hodnoty radioaktivního pozadí v prostředí, ve kterém člověk žije.

V případě umělých radionuklidů je situace s jejich koncentrací a rozložením ve složkách životního prostředí v rámci Země komplikovanější. Na jedné straně jsou zde radionuklidy, které se běžně na většině zemského povrchu ve složkách životního prostředí nevyskytují, jsou jen v blízkosti zařízení, které je produkují. Na druhé straně jsou zde radionuklidy, jež mohou být uvolněny z produkujících zařízení při různých poruchách a haváriích (např. z jaderných reaktorů, zpracovatelských závodů vyhořelého paliva), jakož i při experimentech s jadernými zbraněmi, které jsou schopny se rozšířit do velké vzdálenosti od zdroje. Např. radionuklidy uvolněné při havárii jaderného reaktoru elektrárny v Černobylu (v r. 1986), se dostaly až do výšky kolem 1200 metrů a následným průchodem třech radioaktivních vzdušných mas se rozšířily až nad Polsko, Finsko, Švédsko, Rakousko, tehdejší ČSSR, Německo, Švýcarsko, Itálii a Francii. Některé z radionuklidů uvolněných při explozích jaderných zbraní nebo při haváriích

reaktorů, díky svým vlastnostem a transportním pochodům, způsobily dočasné globální zvýšení koncentrace prakticky v rámci celé Země (Bučina a kol., 1998).

Hodnocení dlouhodobých následků havárie černobylské JE spočívá hlavně ve sledování obsahu ^{137}Cs v ovzduší (aerosoly a spady), v potravinách a v lidském těle ve vybraných skupinách lidské populace. Ve složkách životního prostředí i v lidském těle je stále měřitelná velmi nízká aktivita ^{137}Cs, které se nejlépe detekuje během suchých a větrných klimatických podmínek, kdy dochází k jeho resuspendaci - zvíření prachových částic na nezatravněných plochách (Bučina a kol., 1998).

Radionuklidy z umělých zdrojů se dostávají do půdy ze spadu, srážkové, spodní i závlahové vody a lokálně i přímými výstupními proudy kapalných radioaktivních odpadů. Půda se chová jako záchytný rezervoár radioaktivních látek, které jsou pak čerpány a hromaděny rostlinami. Hromadění radionuklidů v půdě závisí na rychlosti přísunu do půdy, na jejich infiltraci, čerpání rostlinami, dále na mechanických a chemických vlastnostech půdy a velikosti úbytku radioaktivních látek vymýváním srážkami, spodní vodou, či zvětráváním půdy.

1.4 Účinky ionizujícího záření na organismus

Ozáření organismu může vyvolat chorobné změny různého charakteru, které se mohou projevit v průběhu několika dnů, týdnů, jiné naopak v průběhu let až desítek let. Účinky ionizujícího záření se z hlediska integrovaného organismu dělí na účinky tkáňové (dříve deterministické), kde efekt nastává zákonitě po dosažení určité dávky záření a stochastické, kde pravděpodobnost poškození stoupá při zvyšování dávky záření. Účinky tkáňové jsou podmíněny buněčnými ztrátami v důležitých buněčných populacích. Kategorie tkáňových účinků předpokládá existenci projevů zjištěných vnějším pozorováním. Klinické projevy tkáňových účinků jsou velmi rozmanité, protože proces deplece buněčných populací se realizuje v závislosti na geometrii ozáření v různých částech těla, to znamená v různých tkáních a orgánech nebo jejich částech. Mohou se zde uplatnit reparační mechanismy, pokud je dávka záření rozložena na delší časový interval (Hinca, 2006).

Klener (2000) uvádí, že absorpce energie záření ve hmotě má kvantový charakter. Nejběžnějším jevem je excitace a ionizace atomů nebo molekul, to znamená, že energie

je předána elektronem. U některých druhů záření mohou nastat primární a jiné jevy, jako například rozptyl či jaderné reakce u neutronů, Comptonův jev a podobně. Nicméně sekundární vzniklé částice také ztrácejí energii excitací a ionizací. Tímto se ionizující záření výrazně liší od jiných fyzikálních a chemických faktorů, které také mohou negativně ovlivňovat biologické systémy (např. zvýšená teplota, UV záření, jedy apod.).

Účinky ionizujícího záření se projevují u všech druhů živých organismů. Závažnost jejich účinku a hodnota dávky záření, která je vyvolává, závisí na typu organismu. Ve většině případů se jedná o negativní účinky, ale jsou známy i případy, kdy ionizující záření vyvolává u živých organismů změny pozitivní (Hála, 1998).

Poznáním vztahu mezi dávkou a účinkem a jeho popisem vhodným kvantitativním parametrem, je hlavním cílem biologických a medicínských studií zaměřených na ochranu před ionizujícím zářením (Klener, 2000).

Působení patogenetických mechanismů, uplatňujících se při vzniku a rozvoji somatického nebo genetického poškození vlivem záření, vychází ze studie a získaných poznatků o účincích ionizujícího záření na živý organismus. Lidský organismus je integrovaným souhrnem tkání s různými biologickými vlastnostmi a parametry. Náš organismus po celý život prochází různými fázemi růstu a vývoje, to znamená, že odezva na ozáření se může měnit. Můžeme říci, že člověk patří k senzitivním druhům. Z výsledků studií o působení ionizujícího záření a následných účincích záření na buňku, můžeme hovořit o dvojím charakteru důsledků buněčných změn. Ozáření způsobí buď zánik buňky, nebo změní cytogenetické informace, a to v případě zachování schopnosti dalšího buněčného dělení (Hála, 1998).

1.5 Monitorování radiační situace

Radiační monitorovací systém (RMS) České republiky (ČR), slouží potřebám monitorování radiační situace na území ČR, zajišťuje systém přenosu dat do informačního sytému pro:

- hodnocení radiační situace pro potřeby sledování a posuzování stavu ozáření,
- rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení nebo odvrácení ozáření,
- mezinárodní výměnu informací a dat o radiační situaci,

- zveřejňování a poskytování informací a dat o radiační situaci na území ČR.

RMS je provozován ve dvou režimech. Monitorování za obvyklé radiační situace (normální režim), které zajišťují stálé složky RMS (viz kapitola 1.5.1) a monitorování za radiační mimořádné situace (havarijní režim), na kterém se podílejí stálé složky RMS (ve zkrácených monitorovacích intervalech, tedy s vyšší četností měření) a pohotovostní složky RMS (Drábková, 2006).

Provoz RMS zajišťuje resort Státního úřadu jaderné bezpečnosti SÚJB (SÚJB, Regionální centra SÚJB – RC SÚJB a Státní ústav radiační ochrany – SÚRO), ministerstva (Ministerstvo financí MF – Generální ředitelství cel GŘC, Ministerstvo obrany MO – Armáda České republiky AČR, Ministerstvo vnitra MV – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru GŘ HZS a Policie České republiky PČR, Ministerstvo zemědělství MZe – Státní veterinární ústav SVÚ, Státní zemědělská a potravinářská inspekce SZPI, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. VÚLHM a Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský ÚKZÚZ a Ministerstvo životního prostředí MŽP – Český hydrometeorologický ústav ČHMÚ a Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i. VÚV TGM) dle vyhlášky č. 319/2002 Sb. o funkci a organizaci celostátní í radiační monitorovací sítě ve znění vyhlášky č. 27/2006 Sb. a usnesení příslušných dohod (SÚJB, 2002).

1.5.1 Monitorování za obvyklé radiační situace

Při monitorování za obvyklé radiační situace jsou sledovány jak některé umělé radionuklidy, tak i přírodní radionuklidy. Normální režim spočívá v monitorování za obvyklé radiační situace. Podílejí se na něm stálé složky RMS. Monitorování je zaměřeno zejména na sledování časové a prostorové distribuce dávek, dávkových příkonů a aktivity radionuklidů ve složkách životního prostředí za účelem stanovení dlouhodobých trendů a včasného zjištění odchylek od nich. Zároveň slouží k udržování organizační, technické a personální připravenosti složek monitorovací sítě v případě monitorování v havarijním režimu.

V současné době (od roku 2007) provádějí monitorování radiační situace na území ČR následující stálé složky RMS:

- *Síť včasného zjištění (SVZ)* – 71 měřicích míst s automatizovaným přenosem naměřených hodnot (RC SÚJB, SÚRO, Český hydrometeorologický ústav – ČHMÚ, Hasičský záchranný sbor ČR – HZS ČR a Armáda ČR) + teledozimetrická síť (TDS) – 24 detektorů JE Temelín a 27 detektorů JE Dukovany;

- *teritoriální síť TLD* – 185 měřicích míst (SÚRO a RC SÚJB);

- *lokální sítě TLD* – 21 měřicích míst JE Dukovany a JE Temelín (SÚRO a příslušná RC SÚJB);

- *lokální sítě TLD* – 71 měřicích míst JE Dukovany a JE Temelín (Laboratoře radiační kontroly okolí JE – LRKO JE);

- *teritoriální síť měřících míst kontaminace ovzduší – MMKO* – 10 měřicích míst (RC SÚJB, SÚRO a ČHMÚ);

- *lokální sítě MMKO* – JE Dukovany – 6 stanic, JE Temelín – 7 stanic (LRKO);

- *síť laboratoří, které jsou vybaveny pro kvalitativní i kvantitativní analýzy obsahu radionuklidů ve vzorcích z životního prostředí*, např. v aerosolech, spadech, potravinách, pitné vodě, krmivech apod. – metody spektrometrie alfa, beta, gama, další radiometrické metody a metody radiochemické analýzy – 12 laboratoří (RC SÚJB, SÚRO, LRKO EDU, LRKO ETE, VÚV TGM, SVÚ);

- *mobilní skupiny* (SÚRO, RC SUJB, resorty ministerstva vnitra – GŘ HZS ČR a Policie ČR a ministerstva financí – GŘ cel, ministerstva obrany, provozovatelů EDU a ETE) (SÚRO, 2017).

Síť včasného zjištění (SVZ) tvoří systém měřících míst, provádějících nepřetržité měření dávkového příkonu na území České republiky, čímž zajišťuje neprodlené informování o případném zvýšení dávkového příkonu (příkonu prostorového dávkového ekvivalentu) nad obvyklé hodnoty. Součástí SVZ je teledozimetrický systém (TDS), umístěný v areálu a těsném okolí JE, kterým jsou prostředky pro soustavné měření dávky, dávkových příkonů, aktivity radionuklidů a jejich časového integrálu v prostorách jaderného zařízení (JZ) s cílem, při radiační mimořádné situaci nebo podezření na ni, zaznamenávat a vyhodnotit únik do okolí, tedy především do ovzduší (SÚJB, 2008).

Měřicí místa SVZ jsou rovnoměrně rozmístěna po celém území ČR tak, aby bylo zajištěno rovnoměrné pokrytí. Každé měřicí místo SVZ je rozmístěno dle následujícího pravidla: každá dvojice sond je umístěna 1 m nad zemským povrchem a v okruhu 1 m od tohoto páru je volné prostranství bez okolní zástavby a vyššího rostlinného porostu. V současnosti má ČR 54 měřicích míst po celém území státu (+ dalších 17 AČR a 66 ČEZ). Z toho 9 míst je situovaných v blízkosti měřicích míst kontaminace ovzduší (MMKO) při RC SÚJB a SÚRO (které navíc, kromě dvojice sond, obsahují scintilační spektrometr) a 7 míst situovaných na pracovištích HZS (které jsou navíc, kromě dvojice sond, vybaveny meteostanicí, poskytující aktuální informace o místním vývoji meteorologické situace).

Monitorovanou položkou je zevní ozáření. Zevním ozářením je myšleno ozáření, pocházející ze zdrojů mimo lidské tělo, tedy z jeho okolí. Za obvyklé radiační situace je zevní ozáření prezentováno především přírodním zářením (asi 89% z celkového rozdělení dávky obyvatelstvu ČR) a lékařskými expozicemi (asi 11% z celkového rozdělení dávky obyvatelstvu ČR). Pouze malá část zevního ozáření je výsledkem úniku umělých radionuklidů do životního prostředí a jejich kontrolovaných uvolňování. V případě výpustí z JE se jedná o asi 0,04 % z celkového rozdělení dávky obyvatelstvu ČR (SÚJB, 2008).

Další velmi významnou oblastí monitorování, kromě zevního ozáření, je monitorování životního prostředí. Ve své podstatě jde o monitorování jednotlivých složek životního prostředí. V působnosti RMS se monitoruje ovzduší (resp. aerosoly, plyny a spady), půda a porost a v neposlední řadě i voda (tj. povrchová voda, pitná voda, vodárenské kaly a říční sedimenty). Monitorování složek životního prostředí se provádí v různých časových intervalech dle sledované komodity.

Třetí monitorovanou oblastí jsou složky potravních řetězců. Výběr jednotlivých složek potravních řetězců zcela vychází ze stravovacích návyků na našem území. V rámci RMS se monitorují tyto potraviny: mléko a tzv. smíšená strava, kterou reprezentuje klasický spotřební koš české populace. V tomto spotřebním koši jsou zahrnuty všechny nejčastěji konzumované potraviny. V neposlední řadě je nutné uvést monitorování krmiv. Jednotlivé složky potravních řetězců se odebírají jak od distributorů, tak i od samotných producentů. Důležité je, aby odběr pokryl celé území ČR (SÚRO, 2000).

1.5.2 Monitorování za mimořádné radiační situace

Pro posouzení rozsahu radiační havárie, prognózu jejího vývoje a rozhodování o ochranných opatřeních, má zásadní význam monitorování veličin charakterizujících ionizující záření (IZ) a radionuklidy, jakož i jejich šíření a účinky. Ve většině zemí je zajištění monitorování v areálu a okolí JZ a pracovišť se zdroji ionizujícího záření (ZIZ), součástí legislativních požadavků na držitele povolení k nakládání se ZIZ (Registr držitelů povolení a ohlašovatelů RDPO eviduje SÚJB). ČR má tento požadavek ošetřen tzv. monitorováním prováděným držitelem povolení k pracovišti IV. kategorie (pracoviště s JZ nebo pracoviště s úložištěm radioaktivního odpadu, který není JZ – viz § 19, odst. 4 písm. a) b), vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje) a jako kontrolní mechanismus k němu zavedené tzv. nezávislé monitorování.

Pro případ havárie JZ musí být zajištěna možnost stanovení aktivity radionuklidů, nacházejících se v hermetických prostorách zařízení, v plynné, vodní a aerosolové složce a různých forem radioizotopů jódu. Pro případ úniku do ovzduší cestou mimo monitorovaný ventilační komín, musí být elektrárna vybavena telemetrickým systémem, umožňujícím kontinuální automatické měření dávkového příkonu a obsahu radionuklidů jódu v ovzduší.

Kromě monitorování prováděného provozovateli JZ a pracovišť se ZIZ, existují monitorovací sítě pro teritoriální monitorování provozované státem, potřebné v případě velkého rozsahu kontaminovaného území, tedy celostátní RMS (SÚRO, 2000).

Radiační mimořádná událost je situace, která následuje po radiační havárii, nebo po takové radiační nehodě, nebo po takovém zjištění zvýšené radioaktivity nebo ozáření, které vyžaduje naléhavá opatření na ochranu fyzických osob. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, uvádí v § 153, odst. 1 a 2, kategorizaci v oblasti zvládání radiační mimořádné události:

- **podle velikosti možných dopadů radiační nehody nebo radiační havárie na území ČR, se JZ, pracoviště se ZIZ nebo činnosti v rámci expozičních situací, zařazují do kategorie ohrožení A až E;**

- pro účely odstupňované připravenosti k odezvě na radiační mimořádnou událost (RMU), se radiační mimořádná událost zařazuje do kategorie:

- radiační mimořádná událost prvního stupně (RMU I.),
- radiační nehoda (RN),
- radiační havárie (RH).

Prováděcím právním předpisem (pro zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon), který stanoví pravidla pro zařazení jaderného zařízení, pracoviště se zdroji ionizujícího záření nebo činnosti v rámci expozičních situací do kategorie ohrožení, je vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládání radiační mimořádné události. V § 2, odst. 1 a 2, jsou uvedena pravidla pro zařazení jaderného zařízení, pracoviště se zdroji ionizujícího záření nebo činnosti v rámci expozičních situací do kategorie ohrožení:

- podle možných dopadů radiační nehody nebo radiační havárie na území ČR se JZ, pracoviště se ZIZ nebo činnost v rámci expozičních situací zařazuje do kategorie ohrožení A až D:

- **kategorie ohrožení A** – energetické jaderné zařízení,
- **kategorie ohrožení B** – jaderné zařízení, které nepatří do kategorie ohrožení A, a pracoviště IV. kategorie, kromě pracoviště s jaderným zařízením, na němž může vzniknout radiační havárie,
- **kategorie ohrožení C** – jaderné zařízení nebo pracoviště se zdroji ionizujícího záření, na němž nemůže vzniknout radiační havárie,
- **kategorie ohrožení D** – činnost v rámci expozičních situací, včetně nálezu, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje nebo přepravy radioaktivní nebo štěpné látky, která může být příčinou vzniku radiační nehody nebo radiační havárie na nepředvídatelném místě, a tím i havarijního ozáření.

Do **kategorie ohrožení E** se zařazují oblasti na území ČR, na kterých mohou být realizována ochranná opatření pro obyvatelstvo v důsledku radiační havárie vzniklé na jaderném zařízení nebo pracovišti se zdroji ionizujícího záření umístěném na území státu sousedícího s ČR.

1.6 Monitorování radiační situace z legislativního hlediska

Mezinárodní aspekty monitorovací sítě jsou odvozovány z „Konvence o včasném oznamování jaderné nehody“ a „Úmluvy o pomoci v případě jaderné havárie nebo radiologického nebezpečí“. Ve smyslu těchto evropských norem jsou zúčastněné země a Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA), povinny poskytovat informace o jaderné havárii, při které dochází nebo může dojít k úniku radioaktivních látek do životního prostředí, pokud hrozí pravděpodobnost kontaminace sousedních států, což z hlediska bezpečnosti a radiační ochrany je i pro jiný stát významné (Melicherová, 2013).

Činnost v oblasti monitoringu radioaktivity a jeho zapojení do mezinárodních aktivit, jsou přímo nebo nepřímo upravovány několika úmluvami a dvoustrannými smlouvami.

Obecné úmluvy, které souvisí s provozem sítě včasného varování před zářením:

- Úmluva o jaderné bezpečnosti (Vídeň, 1993) od 24. října 1996,

- Úmluva o občanskoprávní odpovědnosti v oblasti jaderné energie (Paříž, 1960) ve znění protokolu k aplikaci Vídeňské úmluvy a Pařížské úmluvy od 7. června 1995,

- Rozhodnutí Rady ministrů Evropského společenství č. 87/600 / EURATOM ze dne 14. prosince 1987, o opatřeních Společenství pro rychlou výměnu informací v případě radiačního nouzového stavu („Radiological emergency”),

- Úmluva o zabezpečení ochrany jaderného materiálu (Vídeň - New York, 1980) od 8. února 1987,

- Úmluva o pomoci v případě jaderné havárie nebo radiační nebezpečí (Vídeň, 1986) od 4. září 1988,

- Úmluva o včasném oznamování jaderné nehody (Vídeň, 1968) od 27. října 1986,

- Úmluva o ochraně zaměstnanců před ionizujícím zářením (Ženeva, 1960) od 21. ledna 1965.

- Smlouva o založení Evropského společenství pro atomovou energii (EURATOM) ze dne 17. dubna 1957 (článek 35 a 36), zavazuje každý členský stát, aby vybudoval zařízení nutné k soustavnému monitorování úrovně radioaktivity ve vzduchu, vodě a v

potravinách tak, aby se prokázal soulad se základními normami. Komise má právo vstupovat do těchto zařízení a může ověřovat jejich činnost. Podle článku 36 Smlouvy o Euratomu musí členské státy sdělovat informace o měřeních provedených podle článku 35 tak, aby komise byla informována o úrovni radioaktivity, které je vystaveno obyvatelstvo. Požadavky na monitorování úrovně radioaktivity jsou blíže stanoveny v doporučení Evropské komise č. 2000/473 / EURATOM ze dne 8. června 2000, o aplikaci článku 36 Euratom Treaty, týkajícího se monitorování úrovně radioaktivity v životním prostředí pro účely hodnocení ozáření obyvatelstva (Melicherová, 2013).

Atomový zákon (v aktuálním znění jde o zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon) stanoví nejobecnější pravidla, týkající se práce se zdroji ionizujícího záření. Jednou z nejdůležitějších částí zákona jsou cíle radiační ochrany - vyloučení tkáňových účinků a udržení rizik stochastických účinků na rozumně přijatelné nízké úrovni nebo na úrovni přijatelné pro jednotlivce i společnost. Pro dohled a koordinaci opatření pro bezpečné používání zdrojů ionizujícího záření byl zřízen SÚJB. Úkolem SÚJB je i posuzování projektů pracovišť se zdroji ionizujícího záření, vydávání příslušných povolení a vykonávání inspekční činnosti (Kolektiv autorů, 2000).

1.7 Evropská výměna dat

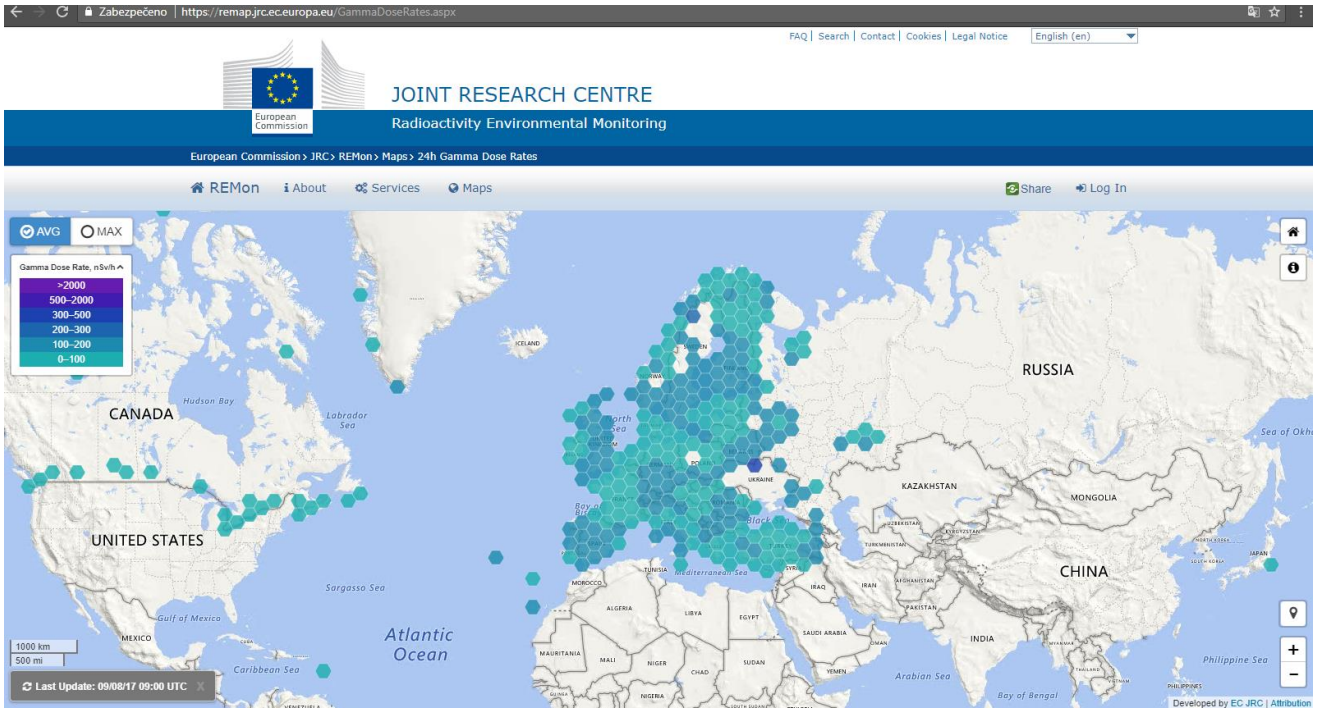
Hlavní význam mezinárodní výměny dat je ve vyhodnocování, přípravě preventivních a ochranných opatření při mimořádných radiačních událostech nebo podezření na ně.

V Rozhodnutí rady ministrů Evropského společenství č. 87/600 / EURATOM ze dne 14. prosince 1987, je definován systém ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange). Toto rozhodnutí požaduje, aby kterýkoli stát, pokud se rozhodne přijmout ochranná opatření, nebo zjistí abnormální úniky radioaktivity, vyrozuměl ostatní členské státy. Směrnice je závazná pro každý členský stát Evropské unie (EU) i bez transpozice do národní legislativy a její neplnění členským státům je vymahatelné. Roli oznamovatele u nás plní SÚJB (Melicherová, 2013).

Technickou a expertní podporou pro ECURIE je systém EURDEP (European Union Radiation Data Exchange Platform), který zahrnuje národní databáze radiačního monitorování v jedné centrální databázi. Tato je přístupná všem zúčastněným stranám.

Odborným a technickým střediskem pro tento systém je Joint Research Centre (EC JRC) v italské Ispre.

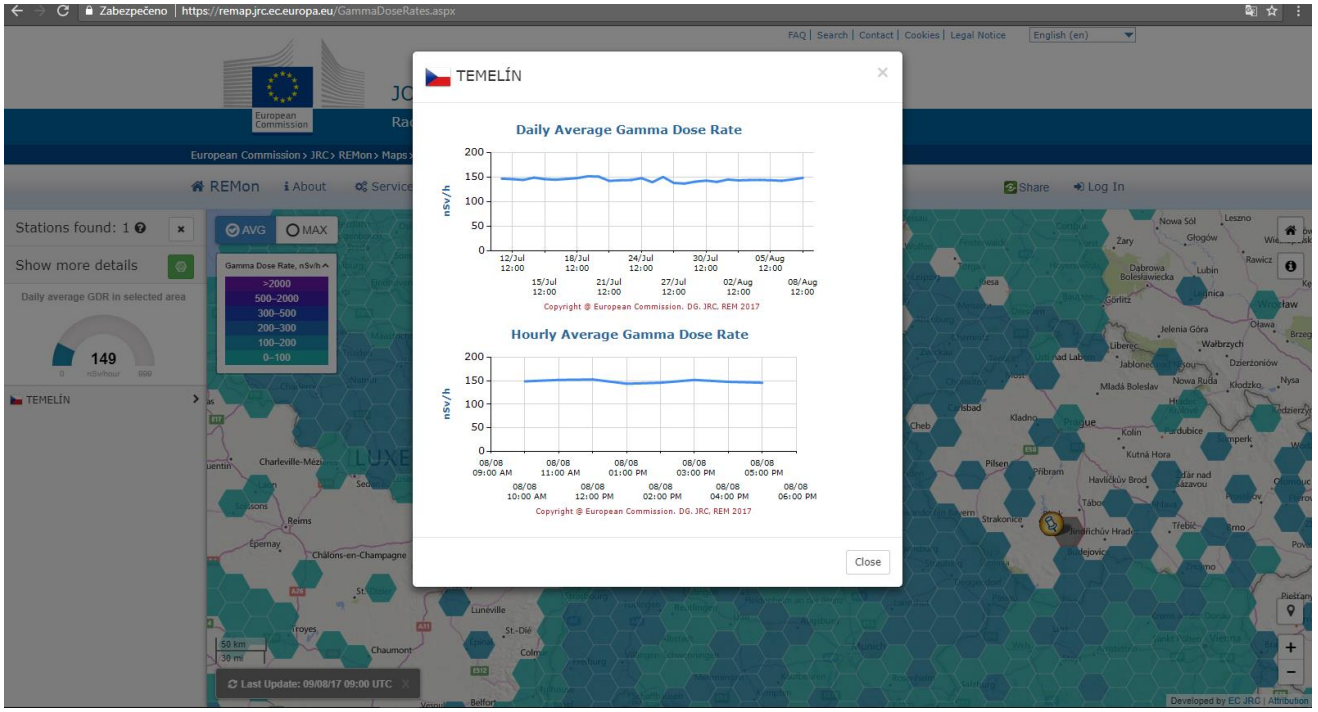
Mapa EURDEP (obr. 1), zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu, zveřejňované jednotlivými státy (nejen evropskými), je dostupná z: https://remap.jrc.ec.europa.eu/GammaDoseRates.aspx.



Obrázek 1: Mapa EURDEP (2017)

zdroj: https://remap.jrc.ec.europa.eu/GammaDoseRates.aspx

Vstupem každého státu do EU se stalo přispívání do evropské databáze radiačních údajů povinným. Tato databáze je ve správě Institute for Environment and Sustainbility (Radioactivity Environmental Monitoring Sector). V současnosti jsou radiační data shromažďována z cca 5 000 měřicích míst 39 zemí, provozujících automatizované monitorovací systémy. Obr. 2 v detailu znázorňuje údaje z měřicího místa Temelín (ČR).



Obrázek 2: Mapa EURDEP – detail měřicího místa Temelín – ČR
zdroj: https://remap.jrc.ec.europa.eu/GammaDoseRates.aspx

Kromě výše zmíněného měření dávkového příkonu, jsou zveřejňována další data z monitorování přírodního radiačního pozadí („Atlas of natural radiation“), a to v přehledných interaktivních mapách, jež poskytují komplexní radiologické údaje. Mapy jsou dostupné z: https://remap.jrc.ec.europa.eu/Atlas.aspx a znázorňují monitorování těchto položek:

- roční dávkový příkon kosmického záření (µSv)
- koncentrace radonu v obydlích (Bq/m^3)
- četnost měření radonu v obydlích
- koncentrace uranu (U) v půdě (mg/kg) – viz obr. 3
- koncentrace thoria (Th) v půdě (mg/kg)
- koncentrace draslíku (oxidu draselného – K_2O) v půdě (%)
- přírodní záření gama (nSv/h, Španělsko a ČR – nGy/h)
- koncentrace uranu (U) v podloží (mg/kg)
- koncentrace thoria (Th) v podloží (mg/kg)
- koncentrace draslíku (oxidu draselného – K_2O) v podloží (%)
- propustnost půdy (%)
- koncentrace radonu v přírodním prostředí (připravuje se)

Obrázek 3: Mapa EURDEP – koncentrace uranu v půdě (mg/kg)

zdroj: https://remap.jrc.ec.europa.eu/Atlas.aspx#

EC JRC doporučuje, aby v případě, že to technické možnosti členské země umožňují, byla data do evropské databáze vysílána v emergency frekvenci i mimo tuto dobu cvičení, případně havárie. Zajistí se tím dostupnost dat v případě havárie i bez nutnosti přepínání z rutinního módu do emergency módu (JRC, 2016).

Monitorovací a informační středisko (MIC)

Monitorovací a informační středisko je zřízeno a spravováno Evropskou komisí v Bruselu, funguje jako základní prvek Mechanismu civilní ochrany Evropské unie (EU), který v případě nouze umožňuje státům EU koordinovaně poskytovat expertní, finanční, materiální či záchranářskou pomoc, uvnitř i mimo hranice EU. Procházejí jím jak požadavky na pomoc od postižených zemí, tak nabídky pomoci, kterou členské státy EU mohou poskytnout postiženým zemím. MIC tuto mezinárodní pomoc operativně koordinuje. Základním legislativním dokumentem, kterým se řídí zásahy civilní ochrany, je „Mechanismus civilní ochrany“ (MVČR, 2015).

Během krizí plní MIC tyto hlavní úkoly:

- komunikaci,
- zajišťování informací,
- podporu koordinace (Barnier, 2008).

2. Cíle práce, výzkumná otázka a metodika výzkumu

2.1 Cíle práce

Cílem práce bylo porovnat dostupnost dat o aktuální radiační situaci na území jednotlivých států Evropy. Dále porovnat přehlednost a způsob prezentace zveřejňovaných údajů o radiační situaci na internetu.

2.2 Výzkumná otázka

Pro tuto bakalářskou práci byla stanovena výzkumná otázka: „Jsou data o aktuální radiační situaci zveřejňovaná jednotlivými státy srovnatelná?“

2.3 Metodika výzkumu

Před provedením samotného výzkumu, byla provedena literární rešerše několika odborných publikací a internetových stránek (viz Seznam informačních zdrojů), zabývajících se radiací a dalšími příbuznými obory.

Byly vymezeny základní pojmy, popsány zdroje ionizujícího záření, vysvětlen byl pohyb radioaktivních látek v životním prostředí a také účinky ionizujícího záření na organismus. Zvýšená pozornost byla věnována systému monitorování radiační situace, a to především na území ČR. V neposlední řadě bylo zmíněno legislativní hledisko radiačního monitorování a také evropská výměna dat, zejména pak centrální databáze radiačních údajů – systém EURDEP.

Metodikou výzkumu, využívanou v této práci, byla zvolena komparativní („porovnávací“) analýza webových stránek, informujících o radiační situaci na území jednotlivých států Evropy. Následně bylo možno získat odpověď na výše uvedenou výzkumnou otázku.

V úvodu výzkumu bylo nutno nashromáždit co nejvíce informací, týkajících se monitorování radiační situace v jednotlivých zemích. Vzhledem k tomu, že jsem znal pouze několik webových stránek odkazujících na požadované téma, musel jsem pomocí krátkých hesel a slovních spojení, vyhledávat v internetovém prohlížeči další weby radiačního monitorování evropských států. K tomuto účelu mi nejlépe posloužit webový vyhledávač od společnosti Google, pomocí kterého se mi podařilo nalézt mnoho užitečných informací a odkazů. Ve většině případů se jednalo o vyhledávání na

zahraničních internetových stránkách, proto jsem často využíval také Google překladač. Hesla a slovní spojení jsem zkoušel zadávat i do jiných webových vyhledávačů, za všechny bych jmenoval především českou verzi Wikipedie, kterou sice nelze brát jako plně důvěryhodný zdroj, nicméně pro účely základního vyhledávání byla dostačující.

Postupně jsem se tímto způsobem propracoval k velkému množství informací a dat, které bylo nutné setřídit podle jednotlivých států a dále je filtrovat.

Následně jsem jednotlivé státy roztřídil podle jejich regionální příslušnosti (severní Evropa, střední Evropa, apod.), a to především z důvodů návaznosti a přehlednosti.

Poté jsem stanovil položky radiačního monitorování (obsah radionuklidů v ovzduší, monitorování okolí JZ, apod.), které byly později posuzovány u každého státu samostatně.

V textu práce byla pro zjednodušení uváděna veličina „dávkový příkon“, s jednotkou μSv/h („microsievert za hodinu“), tak jak se celosvětově používají při komunikaci s veřejností. Přesněji se jedná o hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu záření gama.

Následně bylo vyhodnocováno, které státy výše uvedená radiační monitorování provádějí a které nikoliv a zároveň byla posuzována skutečnost, zda údaje, získané z jednotlivých druhů měření, zveřejňují na internetu (viz tab. 1 a tab. 2 v části Diskuse).

V tab. 2, v části Diskuse, byla navíc porovnána hustota SVZ v jednotlivých evropských státech, vztažená na počet obyvatel a rozlohu (km^2).

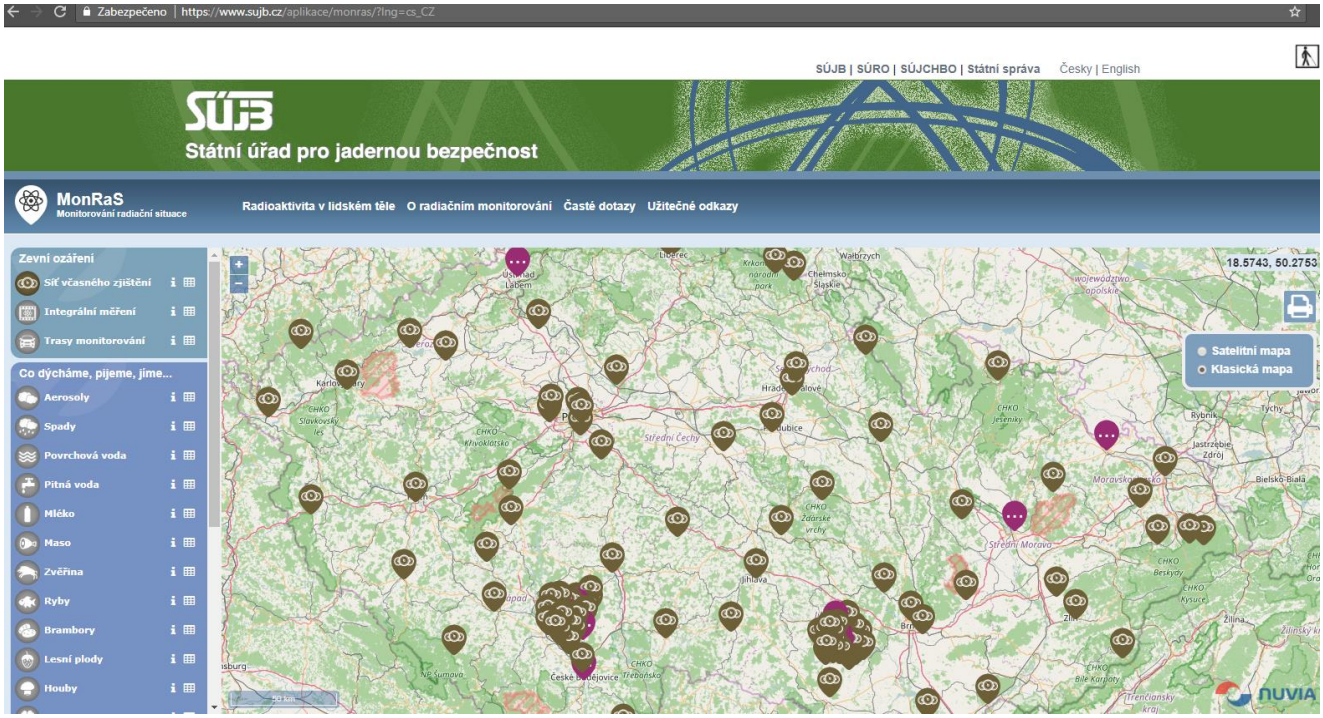
3. Výsledky

3.1 Střední Evropa

3.1.1 Česká republika

https://www.sujb.cz/ - webové stránky českého Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB)

Aktuální informace o monitorování radiační situace na území ČR jsou průběžně vkládány do podrobné databáze MonRaS (Monitorování radiační situace), dostupné z: https://www.sujb.cz/aplikace/monras/?lng=cs_CZ. Obr. 4 znázorňuje rozmístění měřicích míst SVZ, zobrazené v této databázi. Vybraná data jsou poskytována systému EU „EURDEP“ a na základě bilaterálních dohod i do Rakouska a na Slovensko.



Obrázek 4: Mapa MonRaS – SVZ (2017)

zdroj: https://www.sujb.cz/aplikace/monras/?lng=cs_CZ

Popis mapy MonRaS:

- lze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat.

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)

- nejen aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě, jednotlivé položky rozlišeny obrázky
- aktualizace 1x za hodinu.

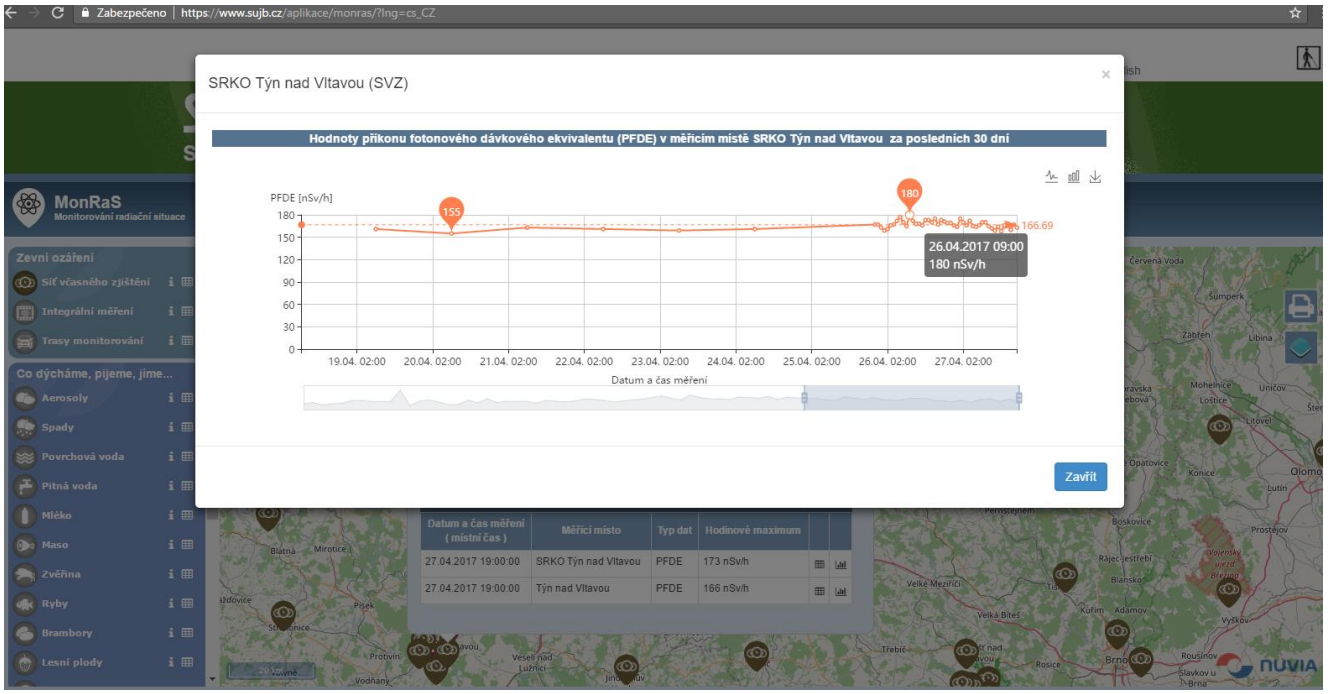
Jazyk:

- čeština/angličtina
- verze přístupná i pro slepé a slabozraké.

Další kritéria:

- přehlednost, snadná dostupnost dat ze všech posuzovaných druhů měření radioaktivity!

V detailu databáze MonRaS, znázorněném na obr. 5, jsou zobrazeny hodnoty dávkového příkonu v měřicím místě SRKO (Síť radioaktivní kontaminace ovzduší) Týn nad Vltavou (SVZ).



Obrázek 5: Mapa MonRaS – SRKO Týn nad Vltavou (SVZ)

zdroj: https://www.sujb.cz/aplikace/monras/?lng=cs_CZ

Aplikace MonRas byla zhotovena dodavatelskými firmami Envinet, a.s. a ABmerit, na základě zadání prováděného od r. 2008 realizačním týmem Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Software je nástupcem již zastaralého, ale donedávna používaného, informačního systému IS RMS.

Data z monitorování radiační situace na území ČR, shromažďovaná v aplikaci MonRaS, slouží pro hodnocení radiační situace na našem území, pro potřeby sledování a posuzování stavu ozáření obyvatel a v případě radiační havárie, pro rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení nebo odvrácení ozáření. Program nyní poskytuje uživatelům rychlou a přehlednou informaci o aktuální radiační situaci na území ČR a současně umožňuje pracovat i s historickými daty, která byla do aplikace převedena z původního systému IS RMS. Dále zajišťuje automatické předávání předvolených dat do evropských systémů. Externí verze – Webový prezentační systém (WPS), je určen pro informování veřejnosti o radiační situaci v ČR a je volně dostupný na internetových stránkách úřadu.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 71 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány v aplikaci MonRaS a aktualizovány 1x za hodinu.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 12 odběrových místech) a měřením aktivity atmosférických spadů (sběr na 20 odběrových místech). Data z obou druhů měření jsou dostupná v aplikaci MonRaS.

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích se v ČR provádí ve vzorcích pitné vody, mléka, masa, zvěřiny, ryb, brambor, lesních plodů, hub, krmiv, obilovin, ovoce a zeleniny. Výsledky ze všech uvedených měření lze zobrazovat v aplikaci MonRaS.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá v ČR monitorování vzorků povrchové vody. Hodnoty objemové aktivity vybraných radionuklidů nalezneme v aplikaci MonRaS.

Monitorování okolí jaderných zařízení je prováděno na cca 65 měřicích místech a aktuální data jsou dostupná v aplikaci MonRaS.

Na území ČR jsou prováděna i tzv. monitorování po trase (pozemní monitorování) a letecká monitorování, jejichž výsledky jsou dostupné v aplikaci MonRaS.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány ze cvičení, integrálních měření dávkových příkonů (TLD) a měření radioaktivity v lidském těle (vnitřní

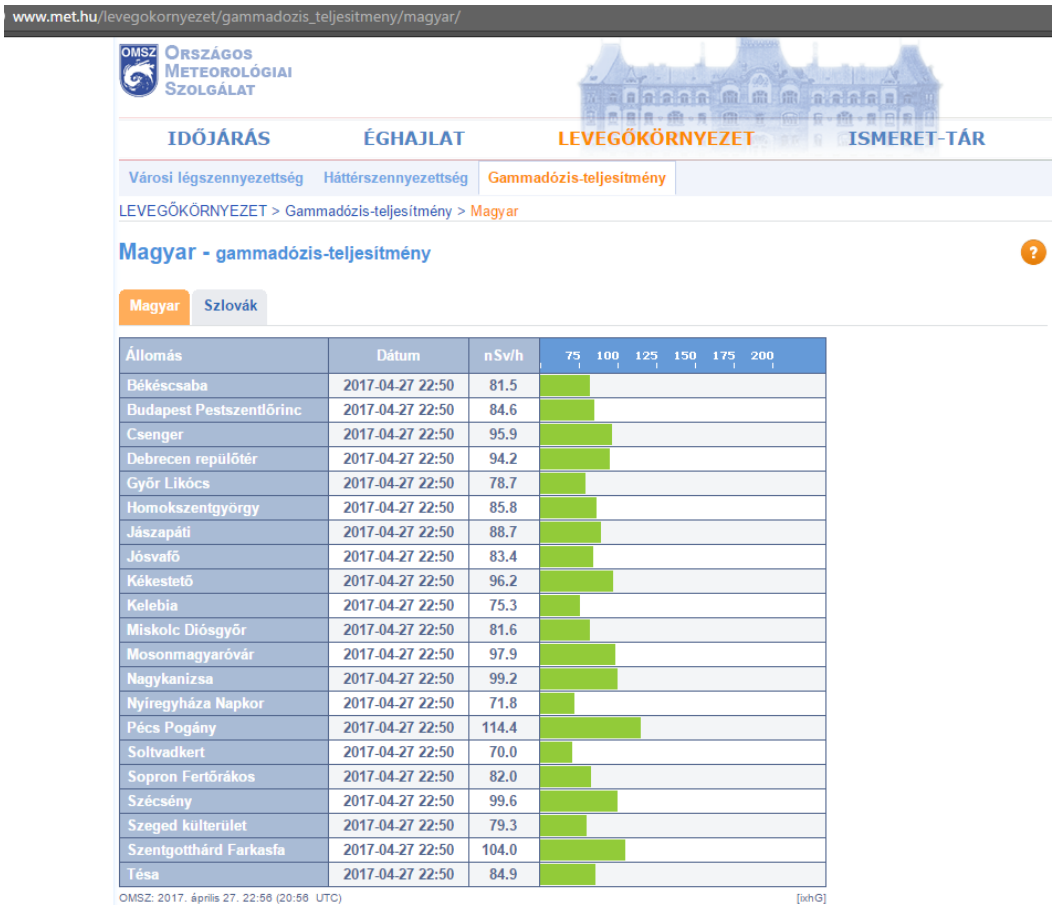
kontaminace osob radionuklidy). Hodnoty z výše uvedených monitorování opět nalezneme v aplikaci MonRaS.

Celkový počet obyvatel v České republice (stav k 31.12.2016 – dle ČSÚ) je 10 578 820 a rozloha území 78 866 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 148 997 obyvatel (bez SVZ ETE a EDU) či 1 sonda na 1111 km^2.

3.1.2 Maďarsko

http://www.met.hu/ - webové stránky maďarské Národní meteorologické služby (OMSZ - Országos Meteorológiai Szolgálat)

Informace o aktuálních hodnotách dávkového příkonu v Maďarsku (obr. 6) jsou dostupné z: http://www.met.hu/levegokornyezet/gammadozis_teljesitmeny/magyar/.



Obrázek 6: Dávkový příkon v Maďarsku (2017)

zdroj: http://www.met.hu/levegokornyezet/gammadozis_teljesitmeny/magyar/

Popis mapy:

- není k dispozici!

Data:

- ve formě jednoduché tabulky
- pouze aktuální
- aktualizace 1x za 10 minut.

Jazyk:

- pouze maďarština! (anglická verze webu není úplná).

Další kritéria:

- velmi obtížná dostupnost dat!
- výroční zprávy ve formátu PDF (dostupné z: http://www.ermah.hu/) nalezneme na webu „Radiologické zdravotnické monitorování a síť sběru dat“ (ERMAH - Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat).

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 130 měřicích místech, na webu maďarské Národní meteorologické služby jsou zveřejňovány hodnoty pouze z 22 měřicích míst a aktualizovány 1x za 10 minut.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 3 odběrových místech – naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu), informace o měření aktivity atmosférických spadů nebyly nalezeny.

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je v Maďarsku prováděno, avšak naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá v Maďarsku monitorování vzorků povrchové vody (hodnoty objemové aktivity radionuklidů nejsou dostupné na webu).

Monitorování okolí jaderných zařízení je prováděno na cca 54 měřicích místech SVZ, aktuální data nejsou dostupná na webu.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na území Maďarska.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány ze cvičení, integrálních měření dávkových příkonů (TLD), měření radioaktivity v lidském těle (vnitřní

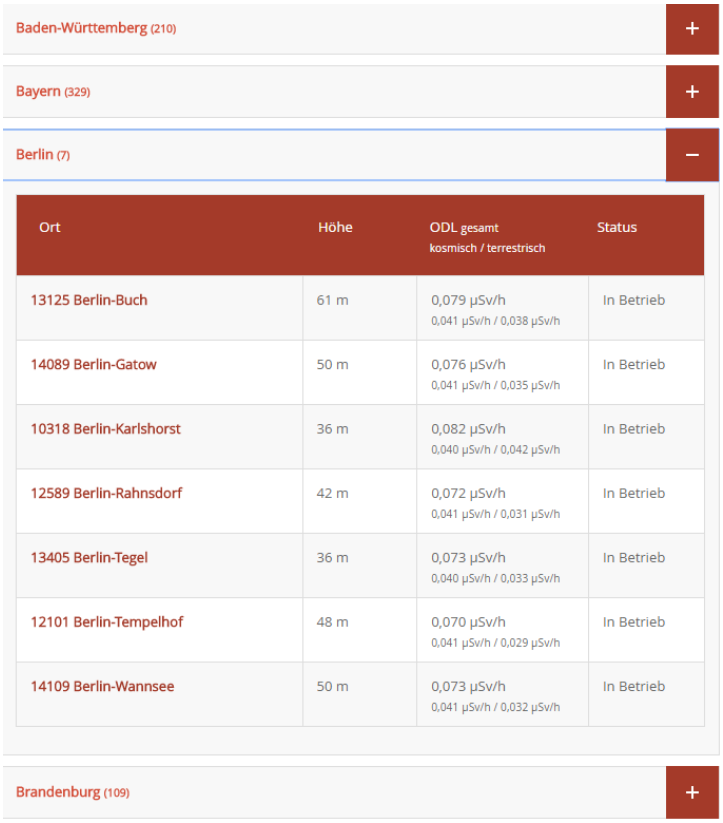
kontaminace osob radionuklidy) a měření radonu v obydlích. Naměřené hodnoty výše uvedených monitorování nebyly nalezeny.

Celkový počet obyvatel v Maďarsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 9 830 485 a rozloha území 93 011 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 75 619 obyvatel či 1 sonda na 715 km^2.

3.1.3 Německo

http://odlinfo.bfs.de/ - web o radioaktivitě v Německu

Seznam měřicích míst v Německu - v detailu spolková země Berlín (obr. 7) - je k dispozici z: http://odlinfo.bfs.de/DE/aktuelles/messstellenliste.html. Jednotlivá měřicí místa lze vyhledávat pomocí PSČ, písmen, slabik, či celých slov.



Obrázek 7: Měřicí místa ve spolkové zemi Berlín
zdroj: http://odlinfo.bfs.de/DE/aktuelles/messstellenliste.html

Mapa Německa, zobrazující jednotlivá měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (µSv/h), je dostupná z: http://odlinfo.bfs.de/DE/themen/wo-stehen-die-sonden/messstellen-in-deutschland.html.

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat
- lze zvětšit na celou obrazovku
- lze vyhledávat dle aktuální polohy

- v levém dolním rohu se nachází měřítko mapy
- v pravém dolním rohu se nachází legenda mapy, která je barevně odstupňována do osmi kategorií, dle aktuální hodnoty dávkového příkonu (µSv/h)
- v pravém horním rohu mapy nalezneme ikonu, kterou zobrazíme jednotlivé znázornění měřicích míst (malé barevné kroužky), nebo zobrazení většího barevného kruhu s číslem, které znázorňuje počet měřicích míst v dané lokalitě (obr. 8)

Obrázek 8: Měřicí místa v Německu

zdroj: http://odlinfo.bfs.de/DE/themen/wo-stehen-die-sonden/messstellen-in-deutschland.html

- opakovaným kliknutím do větších barevných kruhů s čísly nebo kamkoliv do mapy postupně zužujeme výběr, až se dostaneme k požadovanému měřicímu místu (obr. 9) a k příslušné aktuální hodnotě dávkového příkonu (µSv/h).

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)
- nejen aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)

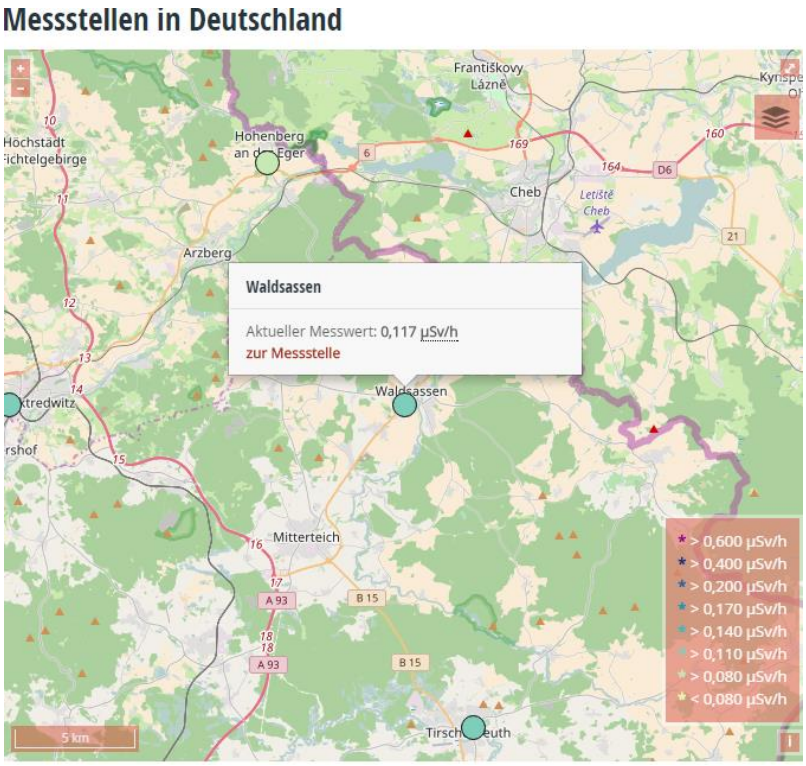
- aktualizace 1x za 6 hodin (4x denně).

Jazyk:

- pouze němčina!
- verze přístupná i ve znakové řeči.

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost, srozumitelnost (k dispozici nápověda)
- aplikace pro tablet a smartphone.



Obrázek 9: Měřicí místa v Německu – detail stanice Waldsassen

zdroj: http://odlinfo.bfs.de/DE/themen/wo-stehen-die-sonden/messstellen-in-deutschland.html

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na cca 1 800 měřicích místech (v provozu momentálně 1 703 měřicích míst), výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu ODL a aktualizovány 1x za 6 hodin (4x denně).

Informace o obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí na území Německa nebyly na webu nalezeny.

Monitorování okolí jaderných zařízení je v Německu prováděno, avšak naměřená data nejsou na webu dostupná.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování), letecké monitorování je na území Německa prováděno pomocí vrtulníků, ovšem výsledky těchto měření nejsou na webu zveřejňovány.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány mobilními měřicími systémy (6 vozidel), ale výsledky měření nejsou na webu zveřejňovány.

Celkový počet obyvatel v Německu (v r. 2016 – dle europa.eu) je 82 175 684 a rozloha území 357 376 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 48 253 obyvatel či 1 sonda na 210 km^2.

3.1.4 Polsko

http://www.paa.gov.pl/ - webové stránky polské Národní agentury pro atomovou energii (Państwowa Agencja Atomistyki - PAA)

Systematické hodnocení radiační situace v Polsku provádí Centrum pro radiační nehody (CEZAR), tvořící samostatnou organizační složku PAA.

Mapa Polska, zobrazující aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 10), je k dispozici z: http://www.paa.gov.pl/monitoring.html.

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

- vlevo nahoře legenda mapy (odstupňování barevného spektra dle hodnoty dávkového příkonu)
- v mapě znázorněny křivky (tzv. izodózy), spojující místa s přibližně stejnou hodnotou dávkového příkonu
- nejsou znázorněna jednotlivá měřicí místa (chybí jejich názvy)!

Obrázek 10: Dávkový příkon v Polsku

zdroj: http://www.paa.gov.pl/monitoring.html

Data:

- pouze aktuální
- zobrazena v jednoduché mapě (pouze dávkový příkon)
- aktualizace 1x za 24 hodin.

Jazyk:

- pouze polština! (zbytek webu i v angličtině)

Další kritéria:

- k dispozici výroční zprávy o monitorování radiační situace na území Polska ve formátu PDF (dostupné z: http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/monitoring-promieniowania-jonizujacego), které jsou volně ke stažení na webu polského Hlavního inspektorátu ochrany životního prostředí (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska - GIOŚ).

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 9 měřicích místech, na webu polské Národní agentury pro atomovou energii jsou zveřejňovány pouze křivky, spojující místa se shodnými hodnotami dávkového příkonu a aktualizovány 1x za 24 hodin!

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 7 odběrových místech – naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu), informace o měření aktivity atmosférických spadů nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá v Polsku monitorování vzorků povrchové vody a sedimentů (vzorky jsou odebírány z 5 řek a 6 jezer) a také monitorování ^{137}Cs v půdě. Hodnoty získávané z těchto měření ovšem nejsou dostupné na webu.

Informace o monitorování okolí jaderných zařízení v Polsku nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na polském území.

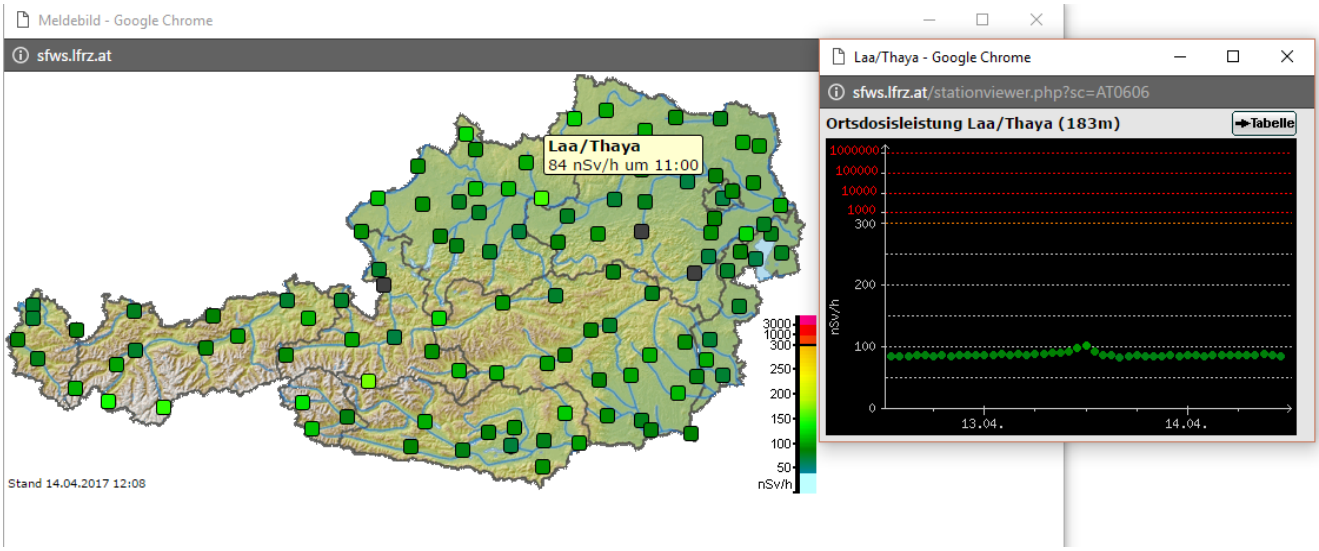
Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány globálním měřením aktivity beta vzorků, spektrometrickým měřením ^{137}Cs a vybraných přírodních radioaktivních izotopů a radiochemickým stanovením obsahu ^{90}Sr. Naměřené hodnoty výše uvedených monitorování nebyly na webu nalezeny.

Celkový počet obyvatel v Polsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 37 967 209 a rozloha území 312 679 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 4 218 579 obyvatel či 1 sonda na 34 742 km^2.

3.1.5 Rakousko

https://www.bmlfuw.gv.at/ - webové stránky rakouského Spolkového ministerstva zemědělství, lesnictví, životního prostředí a vodního hospodářství (Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft - BMLFUW)

Mapa Rakouska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu, je dostupná z: http://sfws.lfrz.at/. Jde o rozsáhlý reprezentativní výběr měřicích míst radiačního systému včasného varování. Výše uvedená měřicí místa znázorňuje obr. 11, v detailu jsou zobrazeny hodnoty dávkového příkonu měřicího místa Laa/Thaya.



Obrázek 11: Dávkový příkon v Rakousku + detail měřicího místa Laa/Thaya
zdroj: http://sfws.lfrz.at/

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

- vpravo se nachází legenda mapy, ve které jsou barevně odstupňovány průměrné hodnoty dávkového příkonu (nSv/h)
- přiložením kurzoru myši na požadovanou lokalitu v mapě zobrazíme název měřicího místa a příslušnou aktuální hodnotu dávkového příkonu
- měřicí místa jsou na mapě znázorněny v podobě čtverců, jejichž barva je závislá na naměřených hodnotách
- měřicí místa, pro která nejsou dostupná žádná data, jsou znázorněny šedou barvou
- kliknutím na požadované měřicí místo (barevný čtverec), dojde k otevření nového okna, ve kterém je zobrazena historie monitorování dávkového příkonu v tomto místě, a to v podobě grafického/tabulkového zobrazení hodinových intervalů měření
- pro všechna měřicí místa mohou být zobrazeny naměřené hodnoty za posledních 7 měsíců (naměřená data jsou na tuto stránku přenášena automaticky).

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)
- nejen aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě (hodnoty dávkového příkonu, monitorování ^{137}Cs v půdě, radon v obydlích)
- aktualizace 1x za hodinu.

Jazyk:

- pouze němčina!

Další kritéria:

- přehlednost, snadná dostupnost
- k dispozici výroční zpráva o monitorování radiační situace „Radioaktivita a záření v Rakousku“ (Radioaktivität und Strahlung in Österreich).

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na cca 300 měřicích místech, na webu jsou zveřejňovány hodnoty ze 111 měřicích míst a aktualizovány 1x za hodinu.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 10 odběrových místech – naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu), informace o měření aktivity atmosférických spadů nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá v Rakousku monitorování ^{137}Cs v půdě. Hodnoty získávané z tohoto monitorování jsou zobrazeny v mapě (dostupné z: https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/strahlen-atom/strahlen-warn-system/caesiumkarte.html), zveřejněné na webových stránkách rakouského Spolkového ministerstva zemědělství, lesnictví, životního prostředí a vodního hospodářství.

Informace o monitorování okolí jaderných zařízení v Rakousku nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na rakouském území.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány měřením radonu v obydlích. Naměřené hodnoty z tohoto monitorování (radonový potenciál) jsou zobrazeny v mapě (dostupné z: https://geogis.ages.at/GEOGIS_RADON.html) zveřejněné na webu.

Celkový počet obyvatel v Rakousku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 8 690 076 a rozloha území 83 879 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 28 967 obyvatel či 1 sonda na 280 km^2.

3.1.6 Slovensko

http://www.shmu.sk/ - webové stránky Slovenského hydrometeorologického ústavu

Radiační monitoring Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ) je stálou složkou Radiační monitorovací sítě Slovenské republiky. V této souvislosti plní úlohu systému včasného varování.

Jelikož profesionální meteorologické stanice jsou technicky dobře vybavené pro sběr dat s frekvencí až do 1 minuty, není problém v reálném čase poslat radiační data ze sondy do databáze se zpožděním do 10 minut. Data jsou ukládána v databázovém prostředí a zpracovávány prostřednictvím profesionálního statistického softwaru. K dispozici jsou časové řady dávkového příkonu v ovzduší od roku 1991.

V systému EURDEP zastupuje Slovensko SHMÚ, který v roce 2008 podepsal s EC JRC „Memorandum o porozumění“, které stanoví technické podmínky datové výměny. Spolupráce SHMÚ a EC JRC trvá od roku 1998, ale povinnost účastnit se práce v systému, vznikla až vstupem Slovenské republiky do EU. Interval vysílání souborů ve speciálním výměnném formátu EURDEP 2.0 je hodinový.

Na základě bilaterálních smluv spolupracuje SHMÚ v oblasti výměny radiačních dat i s Rakouskem a Maďarskem.

Aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 12) a další informace o monitorování radiační situace na Slovensku, nalezneme na webových stránkách SHMÚ (dostupné z: http://www.shmu.sk/sk/?page=1894).

Obrázek 12: Dávkový příkon na Slovensku – SHMÚ (2017)

zdroj: http://www.shmu.sk/sk/?page=1894

Popis mapy:

- není k dispozici!

Data:

- zobrazena v jednoduché tabulce (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- pouze aktuální
- aktualizace 1x za 24 hodin.

Jazyk:

- slovenština/angličtina.

Další kritéria:

- velice jednoduchá a nedostatečná prezentace dat na webu
- k dispozici závěrečné roční zprávy o radioaktivitě životního prostředí na Slovensku ve formátu PDF (dostupné z: http://www.shmu.sk/sk/?page=265).

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 21 měřicích místech, na webu SHMÚ jsou zveřejňovány hodnoty z 9 měřicích míst a aktualizovány 1x za 24 hodin.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 4 odběrových místech – naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu), informace o měření aktivity atmosférických spadů nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí na území Slovenska nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny žádné informace o monitorování okolí jaderných zařízení na Slovensku.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování.

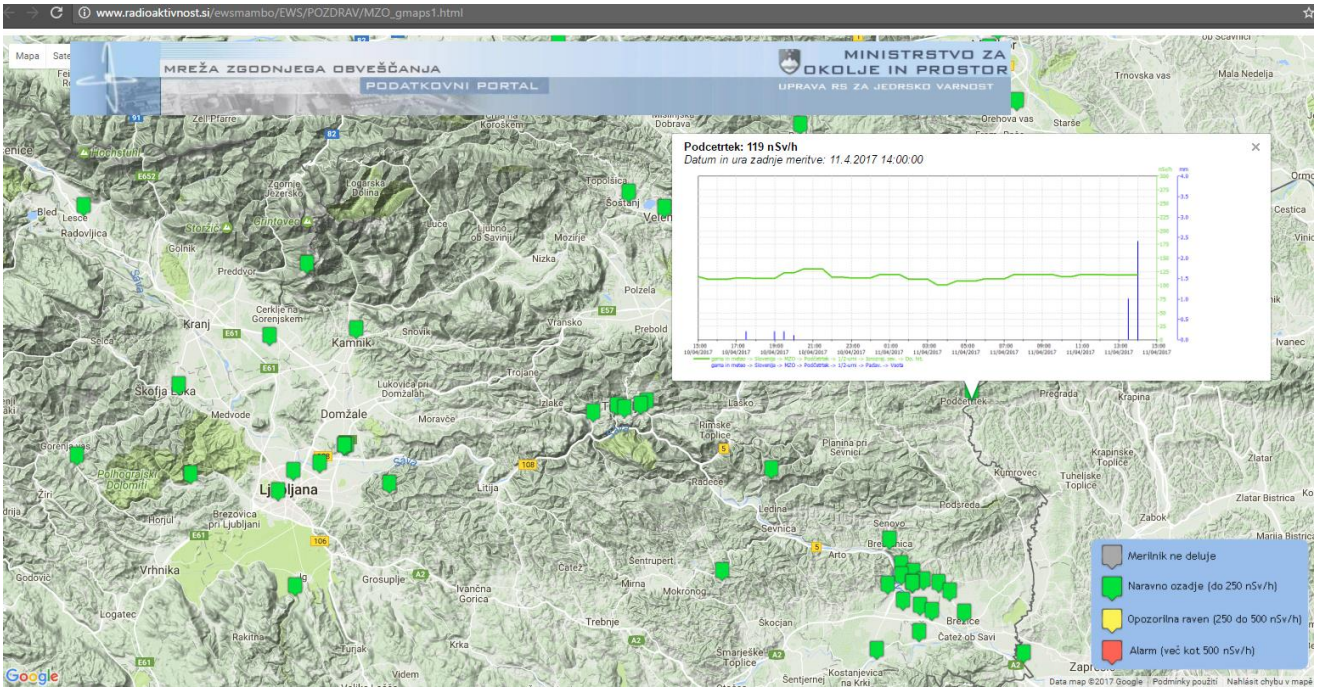
Další výsledky monitorování radiační situace na Slovensku nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel na Slovensku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 5 426 252 a rozloha území 49 035 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 258 393 obyvatel či 1 sonda na 2 335 km^2.

3.1.7 Slovinsko

http://www.ursjv.gov.si/ - webové stránky slovinského Ministerstva životního prostředí

- v záložce „Radioaktivita v životním prostředí“ (dostupné z: http://www.ursjv.gov.si/si/monitoring/) nalezneme odkaz na webovou stránku (dostupnou z: http://www.radioaktivnost.si/), poskytující jak obecné informace o radioaktivitě, tak údaje o radioaktivitě na území Slovinska, a dále pak odkaz (dostupný z: http://www.radioaktivnost.si/ewsmambo/EWS/POZDRAV/MZO_gmaps1.html) na mapu Slovinska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 13).



Obrázek 13: Dávkový příkon ve Slovinsku + detail měřicího místa Podcetrtek

zdroj: http://www.radioaktivnost.si/ewsmambo/EWS/POZDRAV/MZO_gmaps1.html

Popis mapy:

- lze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- v pravém dolním rohu nalezneme legendu mapy, která obsahuje barevné odstupňování (pouze do 4 kategorií) dle hodnoty dávkového příkonu
- kliknutím na barevný symbol, znázorňující měřicí místo, zobrazíme aktuální hodnoty dávkového příkonu

Data:

- ve formě grafů
- pouze aktuální (posledních 24 hodin)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace nezjištěna!

Jazyk:

- pouze slovinština!

Další kritéria:

- přehlednost, snadná dostupnost

- historická data jsou dostupná z: http://www.radioaktivnost.si/roko/roko.php (zpoplatněno!).

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 78 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu – aktualizace dat nebyla zjištěna!

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 3 odběrových místech - naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (sběr na 2 odběrových místech - naměřené hodnoty také nejsou dostupné na webu).

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno ve vzorcích pitné vody, potravin a krmiv, avšak naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá ve Slovinsku monitorování vzorků povrchové vody (řeky, moře - hodnoty objemové aktivity radionuklidů nejsou dostupné na webu).

Ve Slovinsku je prováděno monitorování okolí 4 jaderných zařízení, ovšem aktuální data nejsou dostupná na webu.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na slovinském území.

Další výsledky monitorování radiační situace ve Slovinsku nejsou na webu prezentovány.

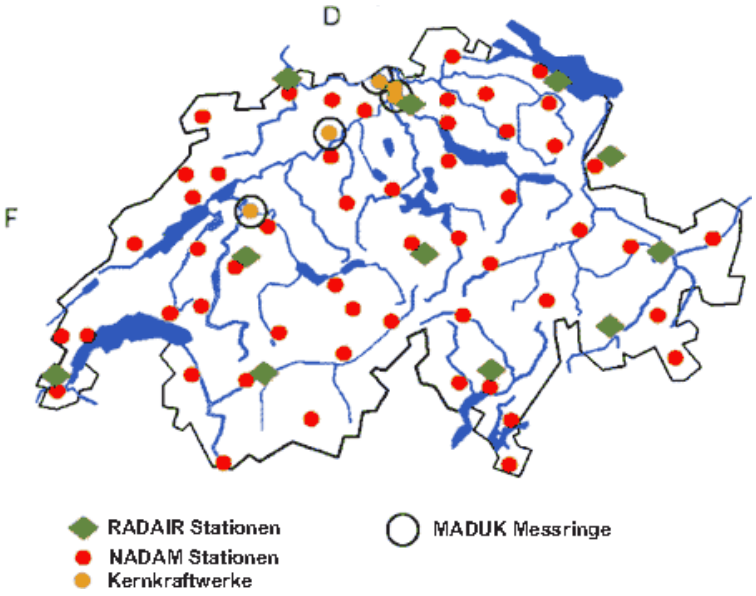
Celkový počet obyvatel ve Slovinsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 2 064 188 a rozloha území 20 273 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 26 464 obyvatel či 1 sonda na 260 km^2.

3.1.8 Švýcarsko

https://www.naz.ch/ - webové stránky švýcarského Spolkového úřadu pro civilní ochranu (BABS - Bundesamt für Bevölkerungsschutz) - federálního centra pro mimořádné události (NAZ - Nationale Alarmzentrale)

Ve Švýcarsku je provozováno několik sítí pro monitorování aktuální radiační situace (obr. 14). NAZ provozuje vlastní automatickou radiační monitorovací síť (NADAM).

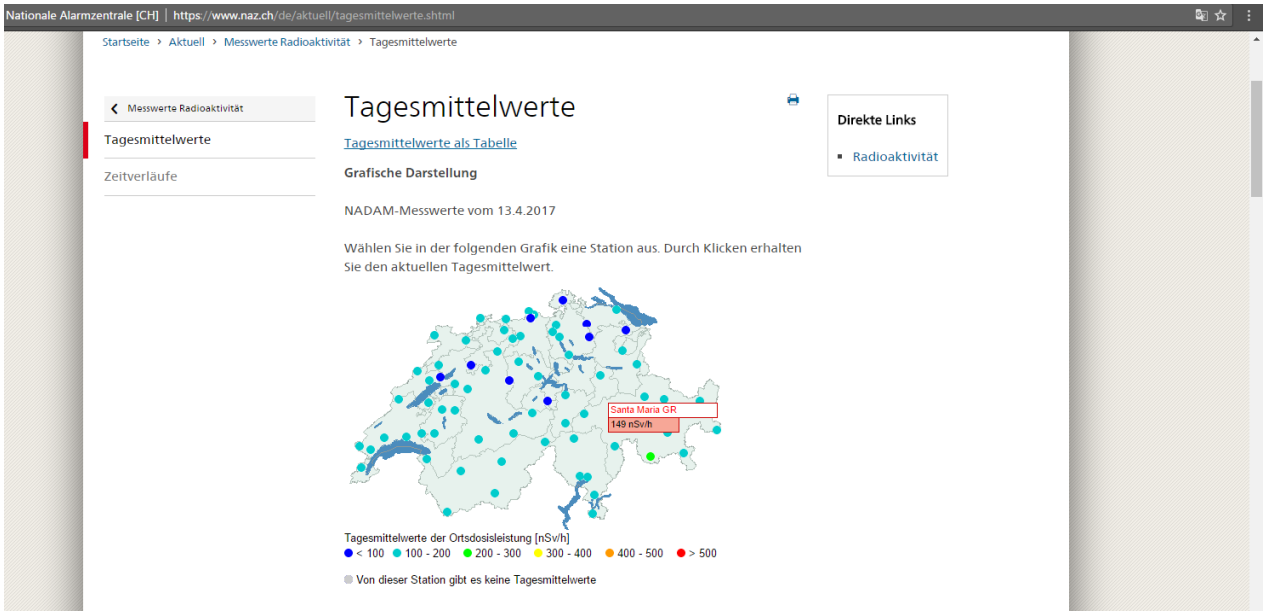
Dále existuje monitorovací síť kolem jaderných elektráren (MADUK) a sítě pro monitorování radioaktivních látek v ovzduší (RADAIR a LUSAN).



Obrázek 14: Monitorovací místa ve Švýcarsku

zdroj: https://www.naz.ch/de/themen/messnetze.html

Mapa Švýcarska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 15), je dostupná z: https://www.naz.ch/de/aktuell/tagesmittelwerte.shtml. Mapa, zobrazující časové průběhy z těchto měřicích míst, je dostupná z: https://www.naz.ch/de/aktuell/zeitverlaeufe.html.



Obrázek 15: Dávkový příkon ve Švýcarsku (2017)

zdroj: https://www.naz.ch/de/aktuell/tagesmittelwerte.shtml

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

- v dolní části nalezneme legendu mapy, která je barevně odstupňována (do 6 kategorií) dle hodnoty dávkového příkonu
- kliknutím na barevný bod v mapě zobrazíme název požadovaného měřicího místa a dále hodnotu příslušného dávkového příkonu
- k dispozici je také tabulkové zobrazení všech měřicích míst NAZ, včetně zjištěných dat
- možnosti tisku mapy

Data:

- ve formě tabulky (denní průměry) / ve formě tabulky nebo grafu (časové průběhy za poslední 3 dny)
- pouze aktuální
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 2x za 24 hodin (v 08:00 hod. a v 15:00 hod.).

Jazyk:

- němčina/francouzština/italština/angličtina.

Další kritéria:

- přehlednost, snadná dostupnost
- historická data jsou dostupná pouze na vyžádání.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 71 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu a aktualizovány 2x denně.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů, a to pomocí sítí RADAIR (11 odběrových míst) a LUSAN (řada dalších vzduchových a aerosolových kolektorů). Naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu. Informace o měření aktivity atmosférických spadů nebyly nalezeny.

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno, avšak naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu.

Měření obsahu radionuklidů v životním prostředí je prováděno, ovšem naměřená data nejsou prezentována na webu.

Monitorování okolí 4 jaderných elektráren je ve Švýcarsku prováděno na 57 měřicích místech, aktuální data jsou dostupná z: https://www.ensi.ch/de/messwerte-radioaktivitat/.

Na území Švýcarska jsou prováděna i tzv. monitorování po trase (pozemní monitorování), výsledky však nejsou na webu zveřejňovány. Informace o leteckém monitorování švýcarského území nebyly nalezeny.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou ve Švýcarsku získávány od 108 složek nukleárního varování (AWP - Atomwarnposten). Tyto složky (policejní sbory, hasičské sbory a sbory pohraniční stráže) jsou vybaveny ručními měřicími přístroji a v případě potřeby je svolává a využívá NAZ. Dále jsou k dispozici 2 mobilní měřicí laboratoře, které měří dávkový příkon a celotělové ozáření obyvatel. Výsledky výše uvedených monitorování ovšem nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel ve Švýcarsku (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 8 372 098 a rozloha území 41 285 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 117 917 obyvatel či 1 sonda na 581 km^2.

3.2 Severní Evropa

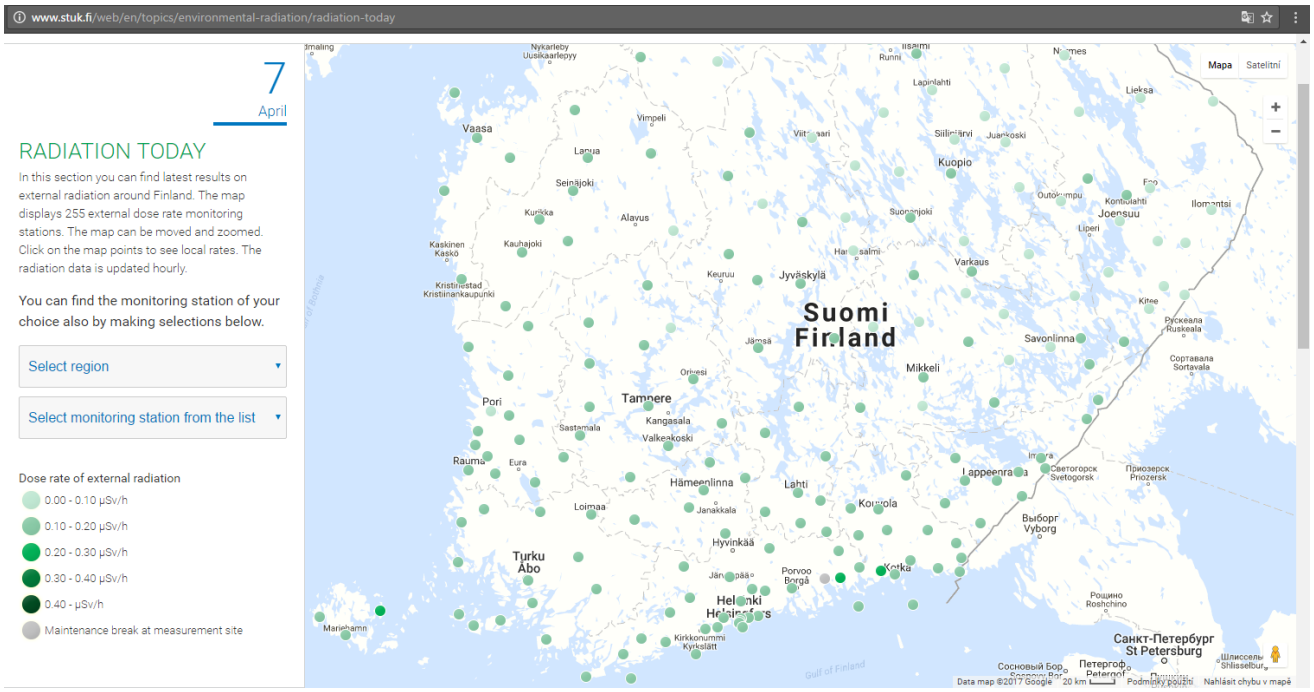
3.2.1 Finsko

http://www.stuk.fi/ - webové stránky finského Úřadu pro jadernou bezpečnost a záření (STUK)

Mezi STUK a Rosatom (Federální agentura pro atomovou energii Ruské federace) existuje dohoda, podle níž jsou informace o radiačních událostech zasílány ve lhůtě 15 minut, což zajišťuje aktuálnost údajů.

STUK, finský meteorologický ústav a finské obranné síly provádějí své vlastní monitorování radiace v životním prostředí.

Mapa Finska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 16), je dostupná z: http://www.stuk.fi/web/en/topics/environmental-radiation/radiation-today (anglická verze webu).



Obrázek 16: Dávkový příkon ve Finsku (2017)

zdroj: http://www.stuk.fi/web/en/topics/environmental-radiation/radiation-today

Popis mapy „DNEŠNÍ RADIAČNÍ SITUACE“:

- lze volit podklad
- lze zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- v levé části nalezneme legendu mapy, která je barevně odstupňována (do 6 kategorií) dle hodnoty dávkového příkonu (µSv/h)
- přiložením kurzoru myši na libovolný barevný bod v mapě, zobrazíme název příslušného měřicího místa a hodnotu dávkového příkonu
- kliknutím na barevný bod v mapě, zobrazíme podrobnosti o požadovaném měřicím místě, včetně grafického zobrazení naměřených dat, která můžeme filtrovat dle data měření
- v rolovacím seznamu v levé části mapy, můžeme vyhledávat požadovaná měřicí místa dle abecedního seznamu regionů Finska a následně v seznamu jednotlivých měřicích míst ve zvoleném regionu

Data:

- ve formě grafů (měření dávkového příkonu) a tabulek (měření aerosolů + měření atmosférických spadů)
- nejen aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za hodinu

Jazyk:

- finština/švédština/angličtina (některá data pouze ve finštině)

Další kritéria:

- přehlednost, snadná dostupnost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 255 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu a aktualizovány 1x za hodinu.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 8 odběrových místech - naměřené hodnoty jsou dostupné z: http://www.stuk.fi/aiheet/sateily-ymparistossa/ulkoilman-radioaktiiviset-aineet) a měřením aktivity atmosférických spadů (sběr na 8 odběrových místech - naměřené hodnoty jsou dostupné z: http://www.stuk.fi/aiheet/sateily-ymparistossa/laskeuma/laskeuman-kerays-on-jatkuvaa).

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno ve vzorcích pitné vody, mléka a potravin, avšak aktuální naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu. V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá ve Finsku monitorování vzorků povrchové vody, sedimentů (včetně moře) a odpadních kalů. Aktuální naměřené hodnoty však nejsou na webu k dispozici.

Ve Finsku je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení, ovšem aktuální data nejsou dostupná na webu.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na finském území.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radonu v obydlích, měření radioaktivity v lidském těle a měření radioaktivity v lesích. Aktuální data z výše uvedených monitorování nejsou na webu prezentována.

Celkový počet obyvatel ve Finsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 5 487 308 a rozloha území 338 440 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 21 519 obyvatel či 1 sonda na 1 327 km^2.

3.2.2 Island

http://gr.is/ - webové stránky „Radiační bezpečnost“ islandského Úřadu pro radiační bezpečnost (GR - Geislavarnir ríkisins)

Měření dávkového příkonu je zajišťováno ve vzájemné kooperaci Úřadem pro radiační bezpečnost Islandu a Islandským meteorologickým úřadem. Monitorování provádí 4 automatická měřicí místa (difraktometry) Islandského meteorologického úřadu (Reykjavík, Bolungarvík, Raufarhofn a Höfn).

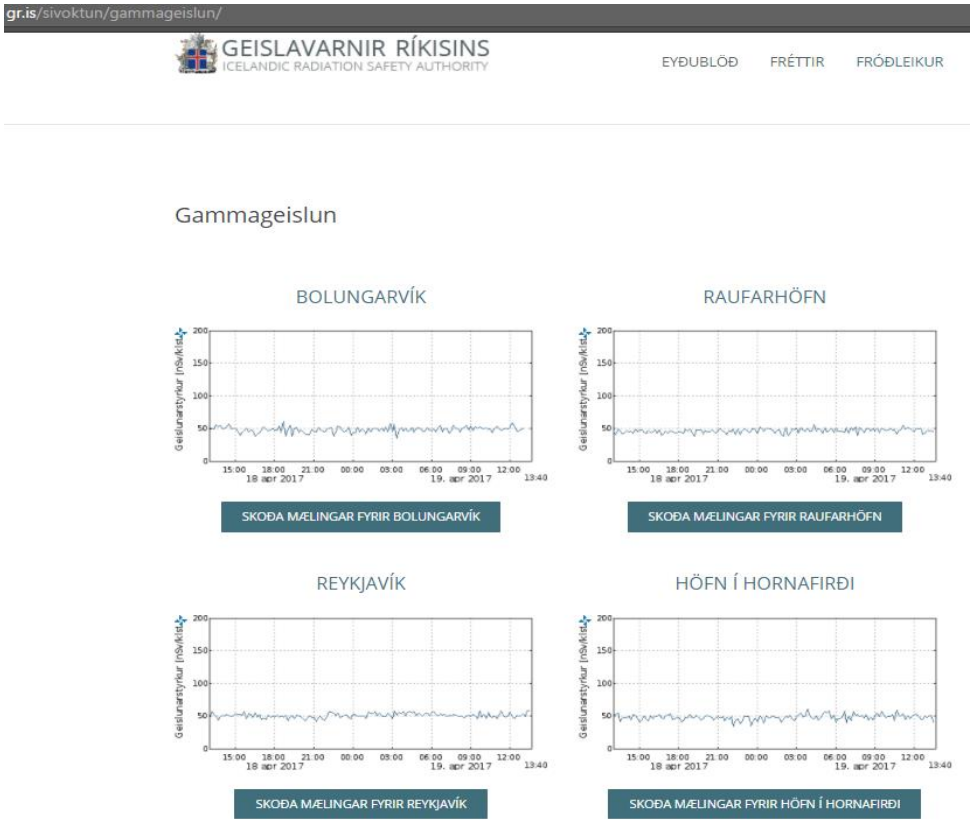
Aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 17) jsou zveřejňovány na internetových stránkách Úřadu pro radiační bezpečnost (dostupné z: http://gr.is/sivoktun/gammageislun/) a Islandského meteorologického úřadu.

Popis mapy:

- není k dispozici!

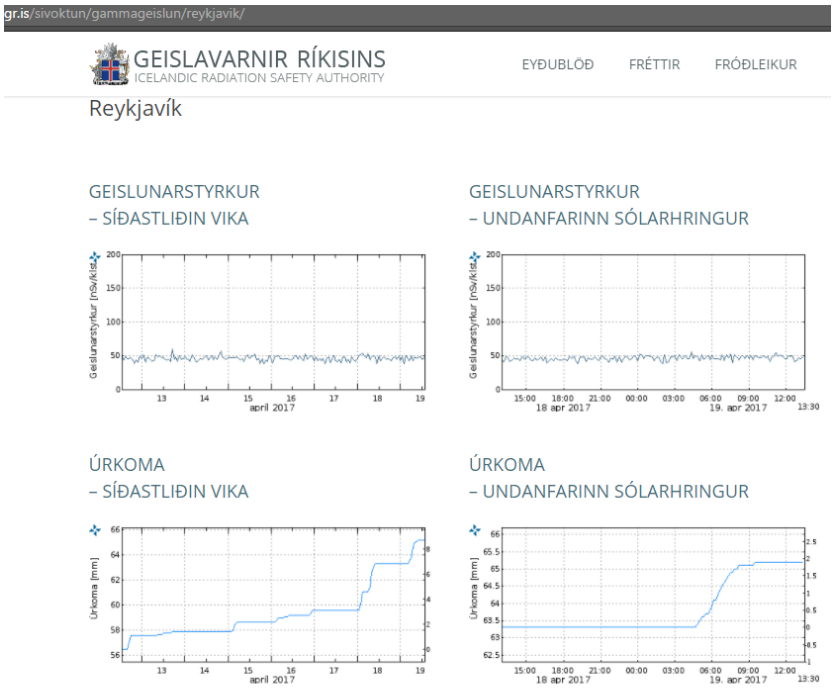
Grafy:

- kliknutím na libovolné měřicí místo, zobrazíme příslušné informace o dávkovém příkonu (nSv/h) a množství srážek v dané lokalitě za poslední týden (obr. 18).



Obrázek 17: Dávkový příkon na Islandu (2017) – měřicí místa

zdroj: http://gr.is/sivoktun/gammageislun/



Obrázek 18: Dávkový příkon na Islandu – měřicí místo Reykjavík

zdroj: http://gr.is/sivoktun/gammageislun/reykjavik/

Data:

- ve formě grafů (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- pouze aktuální (posledních 24 hodin)
- aktualizace 1x za 10 minut.

Jazyk:

- pouze islandština!

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 4 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu a aktualizovány 1x za 10 minut.

Informace o měření obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí na území Islandu nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny informace o monitorování okolí jaderných zařízení.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování.

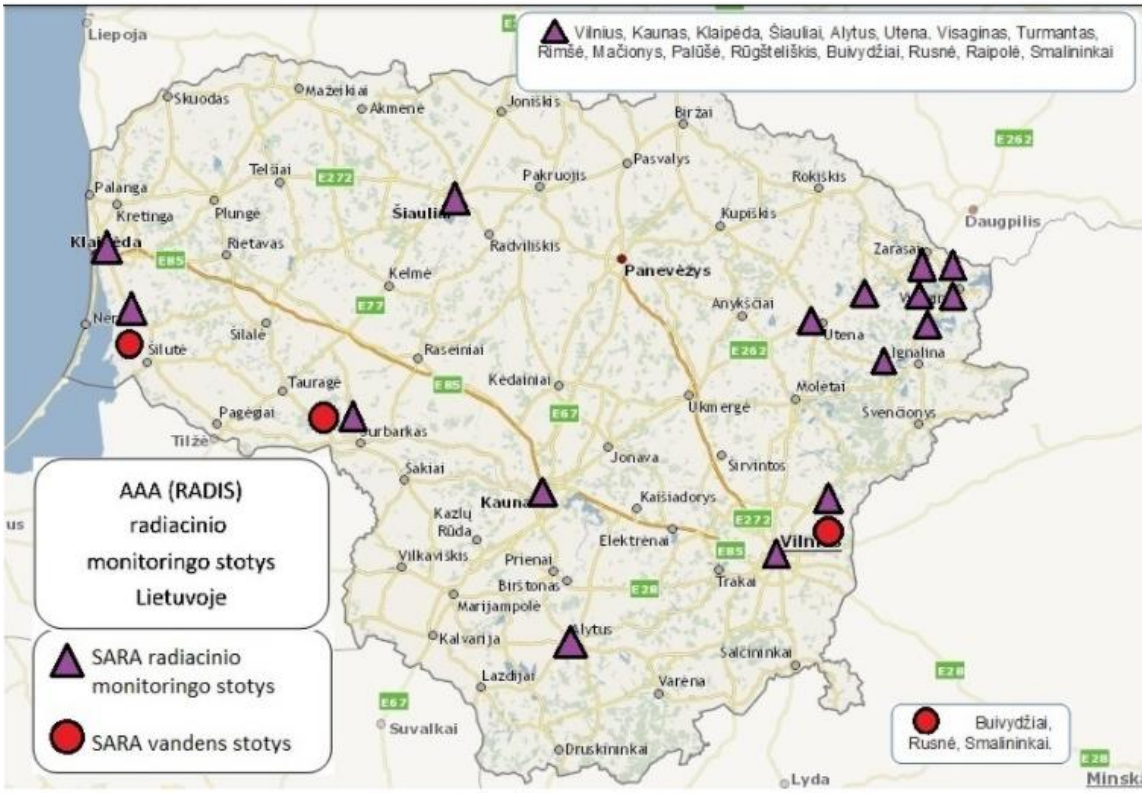
Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány měřením radioaktivity v lidském těle, ovšem výsledky měření nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel na Islandu (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 334 252 a rozloha území 103 125 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 83 563 obyvatel či 1 sonda na 25 781 km^2.

3.2.3 Litva

http://www.vatesi.lt/ - webové stránky litevského Státního inspektorátu jaderné bezpečnosti (VATESI - Valstybinė atominės energetikos saugos inspekcija)

Na úvodní stránce webu VATESI (dostupné z: http://vatesi.lt/index.php?id=2), v její pravé horní části, se nachází odkaz, kterým lze zobrazit mapu Litvy s vyznačením měřicích míst (obr. 19) a příslušnými hodnotami dávkového příkonu.

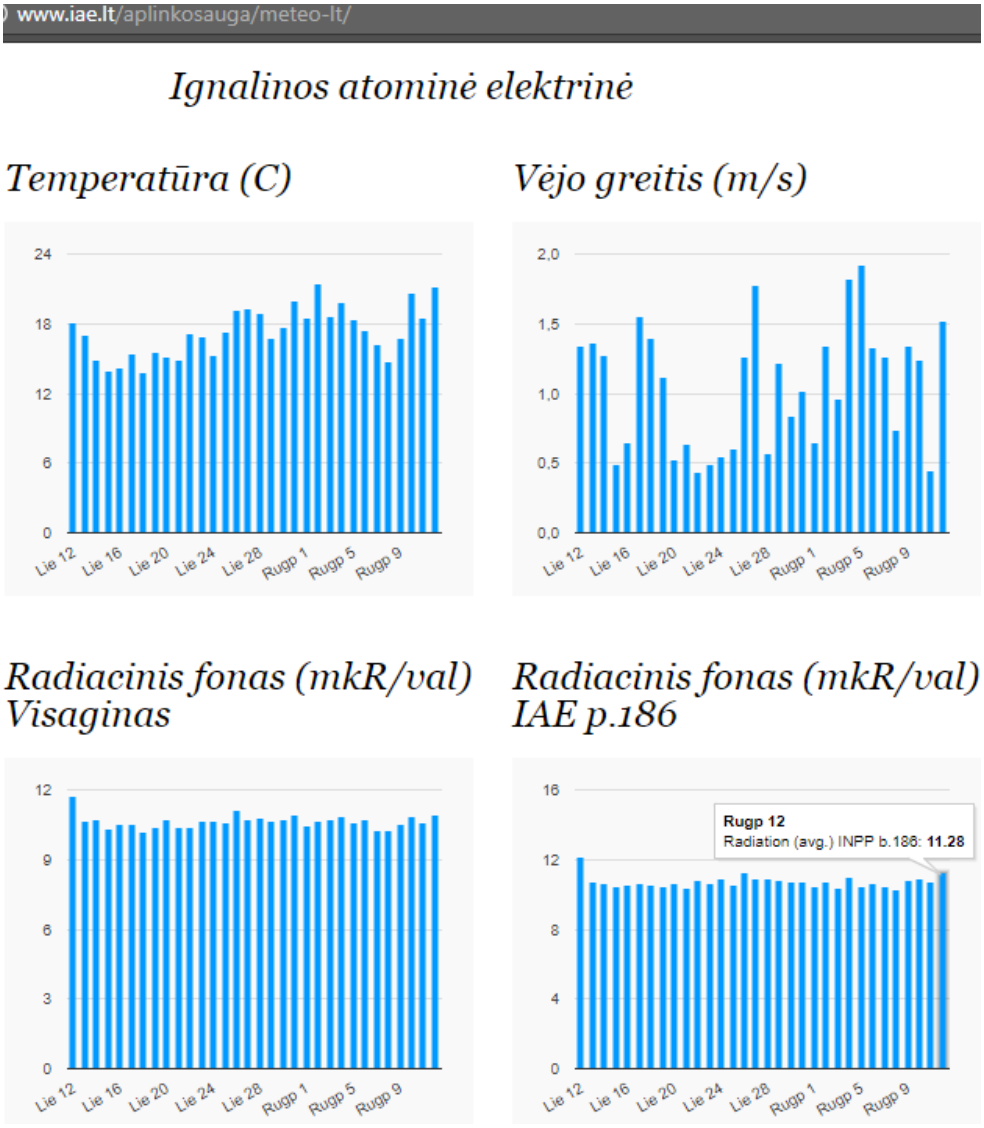


Radiacinio monitoringo stočių duomenys
Paspaudę ant stoties (spalvoto šešiakampio), matysite gama dozės galios lygį.
[0-100 nSv/h] – labai žema gama dozės reikšmė
[100-200 nSv/h] - žema gama dozės reikšmė
[200-300 nSv/h] - vidutinė gama dozės reikšmė
[300-500 nSv/h] - padidėjusi gama dozės reikšmė
>500 nSv/h – aukšta gama dozės reikšmė

Obrázek 19: Dávkový příkon v Litvě (2017)

zdroj: http://vatesi.lt/index.php?id=2

Aktuální naměřená data (včetně hodnot dávkového příkonu) z okolí, dnes již uzavřené, Ignalinské jaderné elektrárny (obr. 20), jsou dostupná z: http://www.iae.lt/aplinkosauga/meteo-lt/.



Obrázek 20: Měření dat v okolí Ignalinské jaderné elektrárny

zdroj: http://www.iae.lt/aplinkosauga/meteo-lt/

Popis mapy a grafů:

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

Data:

- ve formě grafů (Ignalinská jaderná elektrárna)
- nejen aktuální, ale i historická (Ignalinská jaderná elektrárna - 1 měsíc zpět)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za 24 hodin

Jazyk:

- litevština/angličtina (mapy a grafy pouze v litevštině!)

Další kritéria:

- web je momentálně částečně nefunkční!

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 16 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu a aktualizovány 1x denně.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 1 odběrovém místě - naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (sběr na 5 odběrových místech - naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu).

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá v Litvě monitorování vzorků povrchové vody a sedimentů (řeky, jezera, Kurská laguna, Baltské moře). Aktuální naměřené hodnoty však nejsou na webu k dispozici.

V Litvě je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení, ovšem aktuální data nejsou dostupná na webu.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na litevském území.

Další výsledky monitorování radiační situace nejsou na webu prezentovány.

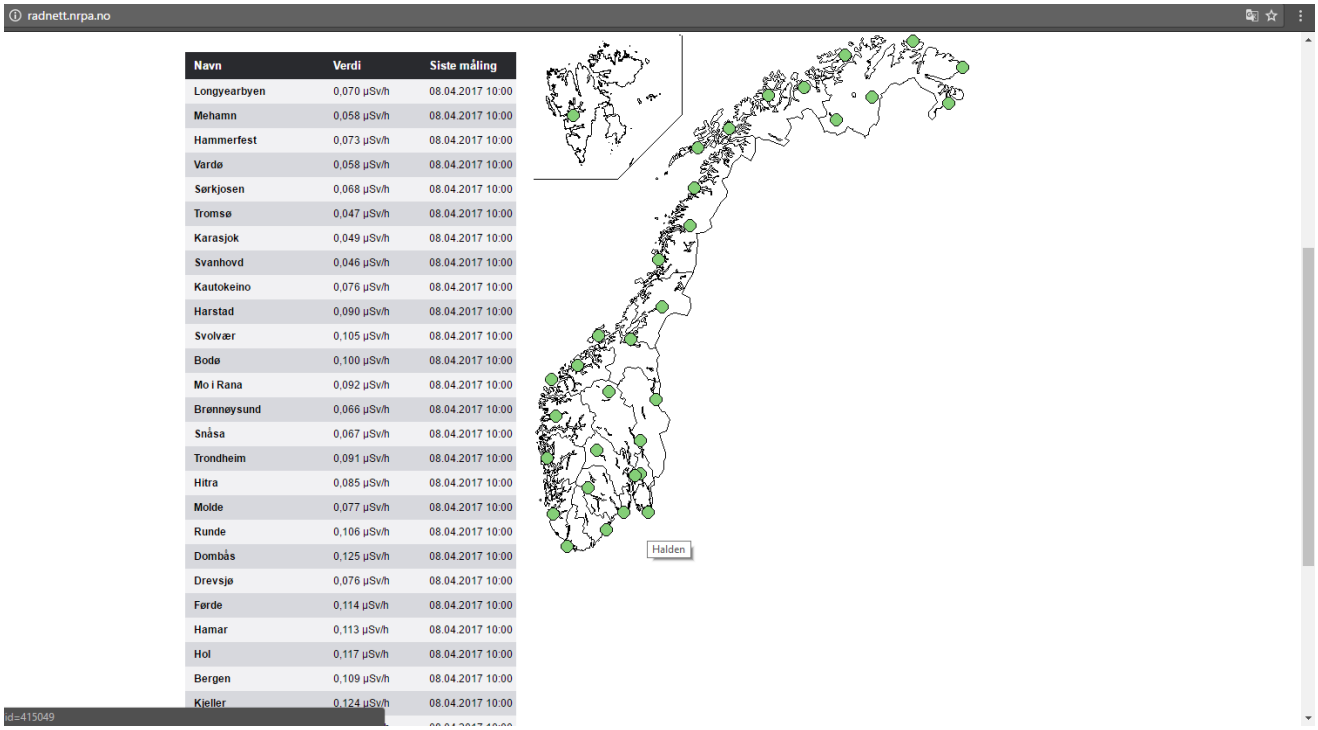
Celkový počet obyvatel v Litvě (v r. 2016 – dle europa.eu) je 2 888 558 a rozloha území 65 286 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 180 535 obyvatel či 1 sonda na 4 080 km^2.

3.2.4 Norsko

http://www.nrpa.no/ - webové stránky norského Úřadu pro ochranu před zářením (NRPA - The Norwegian Radiation Protection Authority)

NRPA je zodpovědný za celostátní síť měřicích míst, rovnoměrně rozmístěných po celém Norsku, které nepřetržitě měří radioaktivitu v životním prostředí. V každém kraji je umístěna nejméně jedna stanice, obvykle jsou umisťovány ve větších městech. Síť byla založena po havárii v Černobylu (1986), v letech 2006-2008 byla aktualizována a modernizována.

Norsko má uzavřené dohody o vzájemné výměně dat se zeměmi v regionu Baltského moře a EU. Dohoda zavazuje NRPA dodat zjištěná data z monitorovací sítě Radnett. Mapa Norska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 21), je dostupná z: http://radnett.nrpa.no/.



Obrázek 21: Dávkový příkon v Norsku (2017)
zdroj: http://radnett.nrpa.no/

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

- kliknutím na název měřicího místa (v tabulce na levé straně obrazovky) nebo barevný bod na mapě, zobrazíme hodnoty příslušného měřicího místa, včetně fotografie.

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)
- nejen aktuální (v tabulce hodnoty za posledních 24 hodin), ale i historická (v grafech hodnoty za poslední měsíc/poslední rok)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za hodinu.

Jazyk:

- pouze norština!

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 33 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu a aktualizovány 1x za hodinu.

Informace o obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí na území Norska nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny informace o monitorování okolí jaderných zařízení.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování.

Další výsledky monitorování radiační situace na území Norska nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel v Norsku (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 5 232 929 a rozloha území 385 199 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 158 574 obyvatel či 1 sonda na 11 673 km^2.

3.2.5 Švédsko

http://www.miljomal.se/ - švédský portál o životním prostředí (Miljömål.se)

Mapa Švédska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 22), je dostupná z: http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=216&pl=1.

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat.

Obrázek 22: Dávkový příkon ve Švédsku (2017)

zdroj: http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=216&pl=1

Data:

- aktuální (u jednotlivých měřicích míst v mapě), ale i historická (v grafech)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace – nezjištěna!

Jazyk:

- švédština/angličtina (neúplná verze).

Další kritéria:

- obtížná dostupnost dat!

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 28 měřicích místech, na webu jsou zveřejňovány hodnoty z 6 měřicích míst – aktualizace dat nebyla zjištěna! Ve Švédsku navíc probíhá měření v obcích – všechny obce provádí měření radiace v období 7 měsíců v roce. Výsledky tohoto monitorování však nejsou prezentovány na webu.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 6 odběrových místech - naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu), informace o měření aktivity atmosférických spadů nebyly nalezeny.

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno ve vzorcích pitné vody, mléka, potravin, smíšené stravy, losů, sobů a ryb, avšak aktuální naměřené hodnoty nejsou na webu dostupné.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá ve Švédsku monitorování vzorků povrchové vody (včetně moře), sedimentů (v otevřeném oceánu) a půdy. Hodnoty výše uvedených monitorování nebyly nalezeny.

Monitorování okolí 6 jaderných zařízení je prováděno (vzorky mechu, kapradí, obilovin, ryb, sedimentů, mušlí, vzduchu a vypouštěné vody), avšak aktuální data nejsou na webu k dispozici.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na území Švédska.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radioaktivity v lidském těle (vnitřní kontaminace osob radionuklidy) a měření radonu v obydlích. Naměřené hodnoty výše uvedených monitorování nebyly nalezeny.

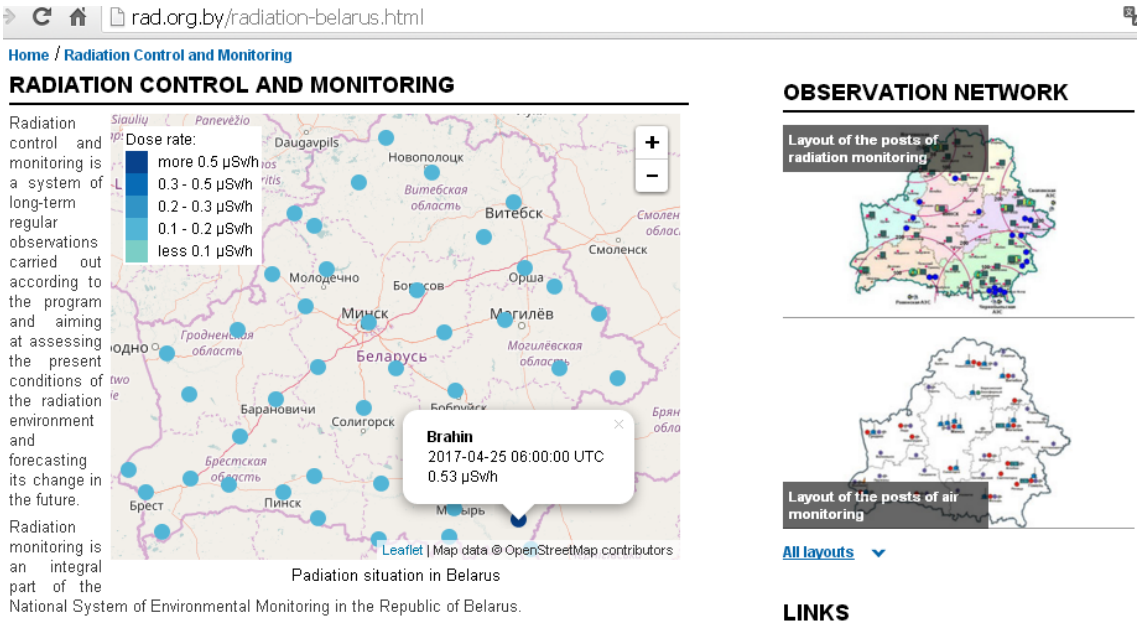
Celkový počet obyvatel ve Švédsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 9 851 017 a rozloha území 438 574 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 351 822 obyvatel či 1 sonda na 15 663 km^2.

3.3 Východní Evropa

3.3.1 Bělorusko

http://rad.org.by/ - webové stránky běloruské státní instituce „Národní centrum pro hydrometeorologii, kontrolu radioaktivní kontaminace a monitorování životního prostředí“

Mapa Běloruska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 23), je dostupná z: http://rad.org.by/radiation-belarus.html.



Obrázek 23: Dávkový příkon v Bělorusku (2017)

zdroj: http://rad.org.by/radiation-belarus.html

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- lze zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- v levé horní části nalezneme legendu mapy, která znázorňuje barevné (odstíny modré barvy) odstupňování do pěti kategorií, dle hodnoty dávkového příkonu (µSv/h)
- kliknutím na požadovaný modrý bod v mapě, zobrazíme název příslušného měřicího místa, čas měření a hodnotu dávkového příkonu.

Data:

- pouze aktuální (u jednotlivých měřicích míst v mapě)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za 24 hodin.

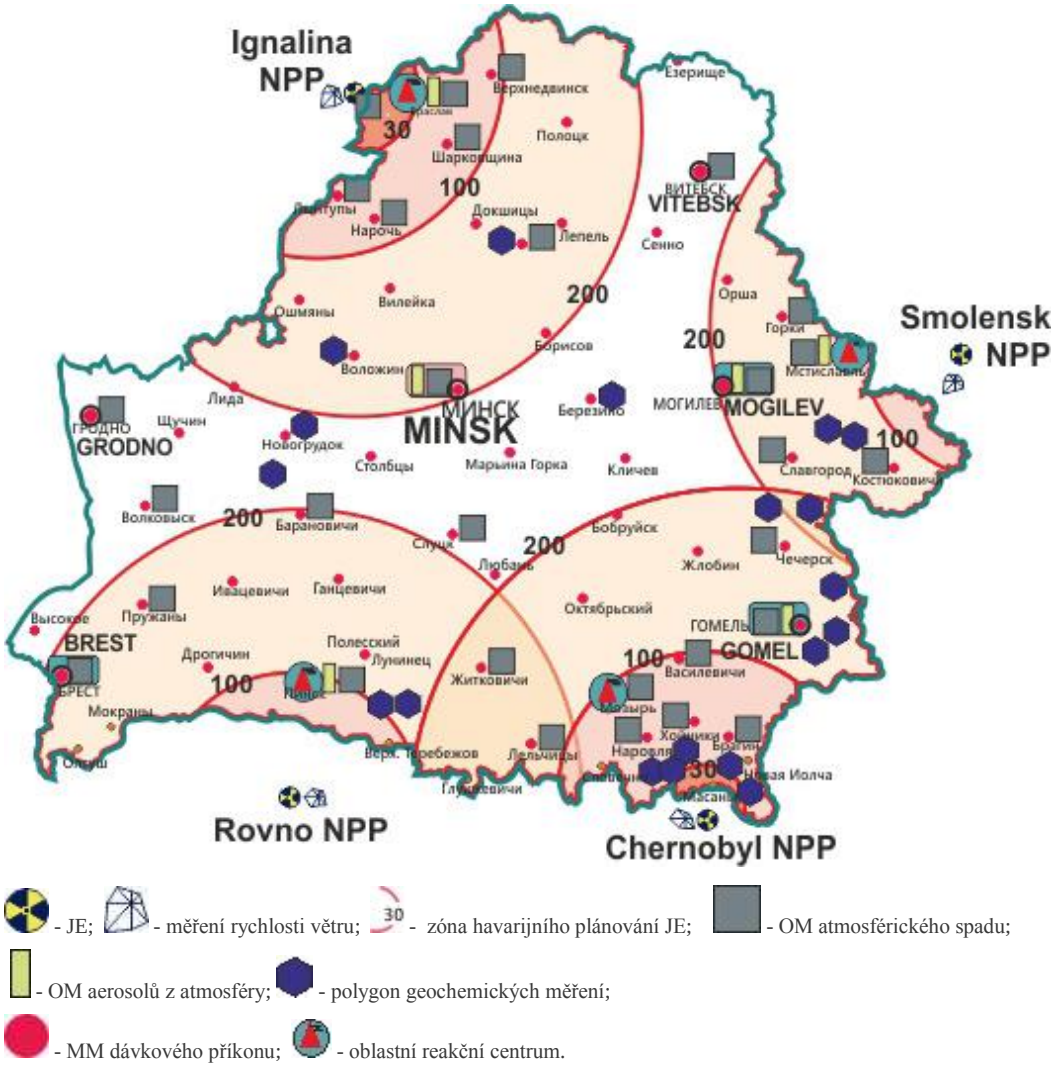
Jazyk:

- ruština/angličtina.

Další kritéria:

- přehlednost.

Přehled radiačních monitorovacích stanic, rozmístěných na území Běloruské republiky, znázorňuje obr. 24.



Obrázek 24: Radiační monitorovací stanice v Bělorusku (2017)
zdroj: http://rad.org.by/observation-network/#rad-belarus

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 45 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu Národního centra pro hydrometeorologii, kontrolu radioaktivní kontaminace a monitorování životního prostředí a aktualizovány 1x denně v 6:00 hod. GMT (Greenwich Mean Time – univerzální časová jednotka).

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (na 6 odběrových místech - naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (na 26 odběrových místech - naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu).

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá monitorování vzorků povrchové vody a půdy. Hodnoty výše uvedených monitorování nebyly nalezeny.

V Bělorusku je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení, ovšem aktuální data nejsou dostupná na webu.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na běloruském území.

Další výsledky monitorování radiační situace v Bělorusku nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel v Bělorusku (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 9 507 120 a rozloha území 207 600 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 211 269 obyvatel či 1 sonda na 4 613 km^2.

3.3.2 Rusko

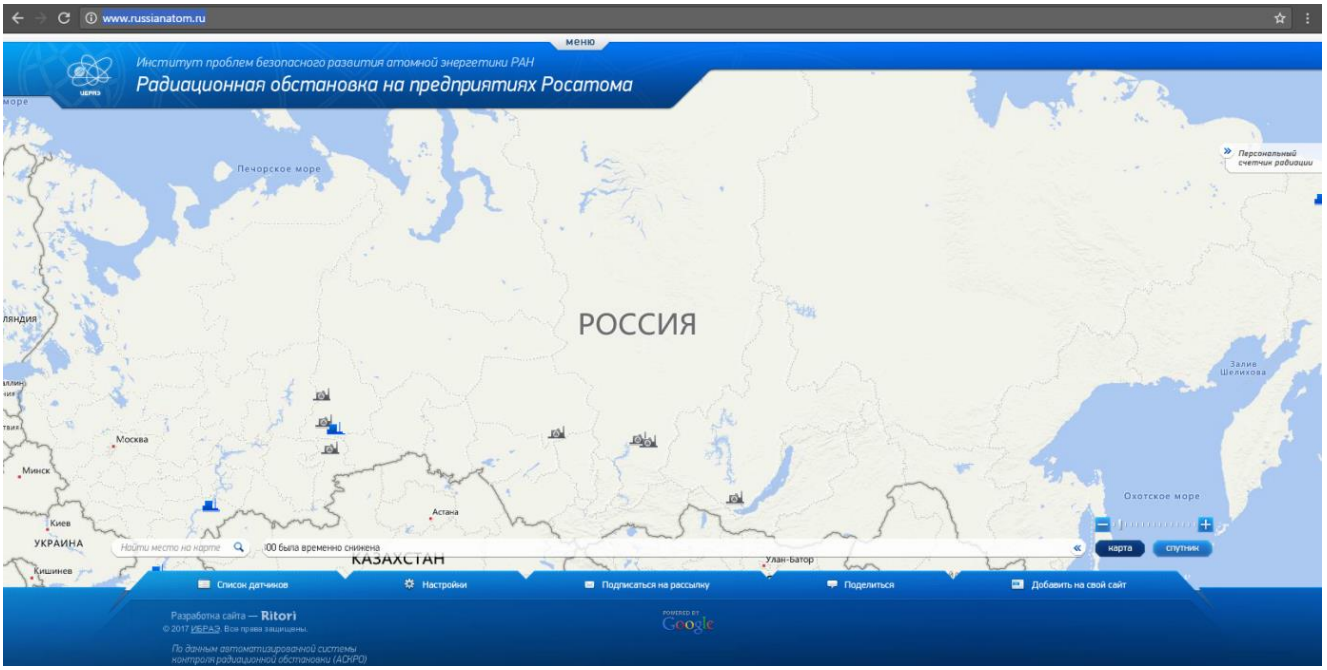
http://www.rosatom.ru - webové stránky Federální agentury pro atomovou energii Ruské federace - Rosatom

Mapa Ruska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 25), je dostupná z: http://www.russianatom.ru/.

Popis mapy (ASKRO):

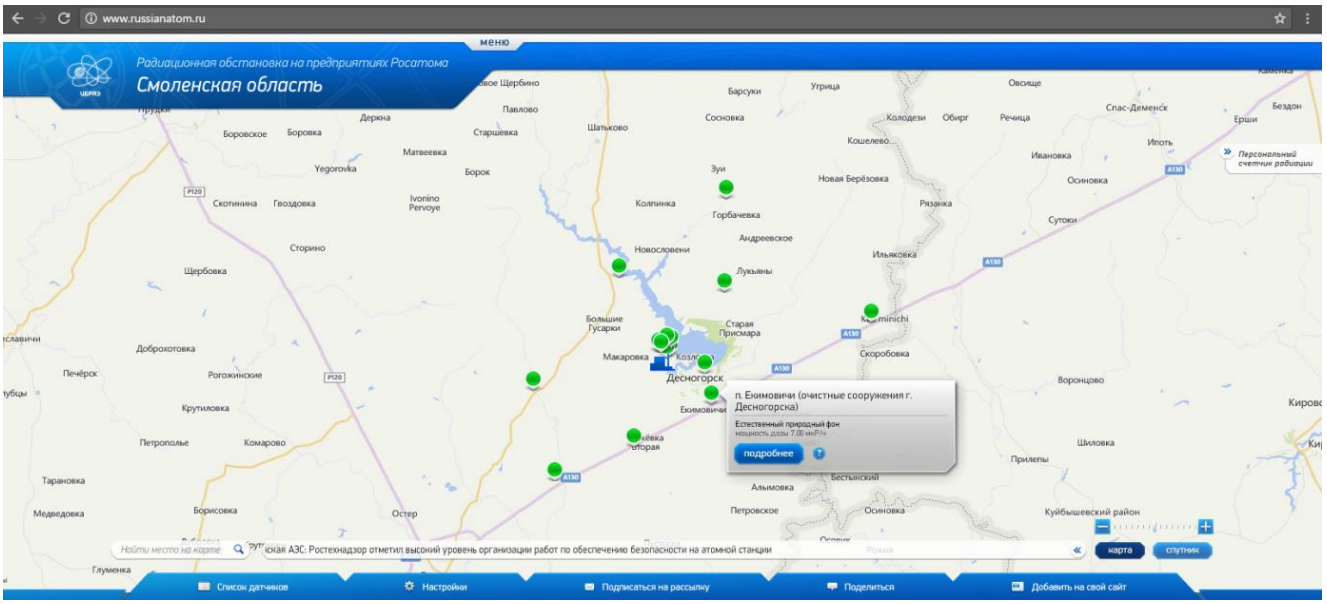
- lze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat – viz obr. 26) a posouvat

- další uživatelská nastavení - na spodní liště lze v pěti záložkách: nastavit časové rozmezí sběru dat, zvolit požadované monitorovací místo, využít nápovědu, použít odkazy pro sdílení na sociálních sítích, využít možnost e-mailové komunikace či možnost tisku získaných dat



Obrázek 25: Dávkový příkon v Rusku (2017)

zdroj: http://www.russianatom.ru/



Obrázek 26: Dávkový příkon v Rusku - detail měřicího místa

zdroj: http://www.russianatom.ru/

- v horním rolovacím menu nalezneme informace o společnosti Rosatom a radiačním záření, k dispozici jsou multimediální publikace, nejčastější otázky a odpovědi a fórum pro dotazy.

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)

- aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za hodinu.

Jazyk:

- pouze ruština!

Další kritéria:

- přehlednost, snadná dostupnost dat, propojení se sociálními sítěmi.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na mnoha měřicích místech (zejména v okolí jaderných zařízení), hodnoty jsou zveřejňovány na webu (dostupném z: http://www.russianatom.ru/) a aktualizovány 1x za hodinu.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (naměřené hodnoty také nejsou dostupné na webu).

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, nebyly na webu nalezeny.

V Rusku je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení, na webu jsou však dostupné pouze aktuální hodnoty dávkového příkonu (viz kontinuální monitorování dávkového příkonu).

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na ruském území.

Další výsledky monitorování radiační situace v Rusku nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel v Rusku (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 144 342 396 a rozloha území 17 075 400 km^2. Nebyl zjištěn počet sond SVZ, proto nebyla vypočítána hustota sítě SVZ, vztažená na počet obyvatel a na km^2.

3.3.3 Ukrajina

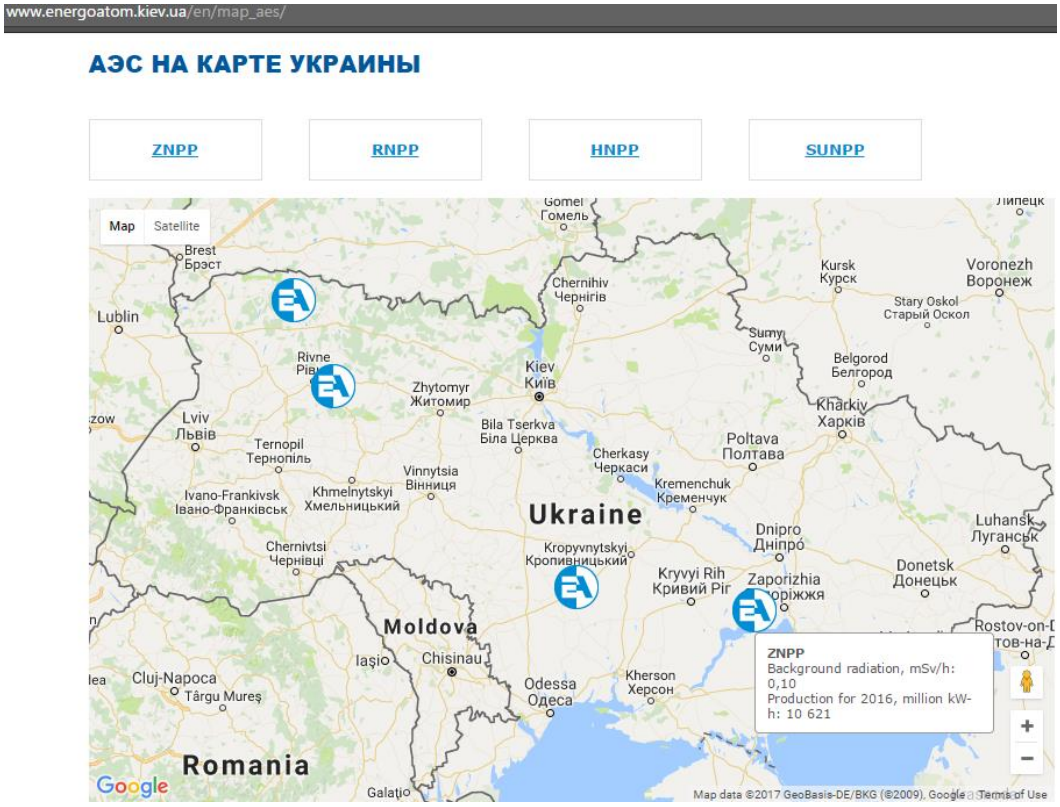
http://www.energoatom.kiev.ua/ - webové stránky provozovatele ukrajinských jaderných elektráren, společnosti EnergoAtom (EA)

Informace o aktuálních hodnotách dávkového příkonu v okolí 4 ukrajinských jaderných elektráren, jsou dostupné z: http://www.energoatom.kiev.ua/ua/map_aes/. Na mapě Ukrajiny nalezneme loga společnosti EnergoAtom, znázorňující jednotlivé jaderné elektrárny.

Popis mapy:

- lze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- možnost přímého výběru jedné ze čtyř oblastí v okolí jaderných elektráren (kliknutí na logo společnosti EA)
- přiložením kurzoru myši na jednu z oblastí (obr. 27), dojde k zobrazení hodnoty dávkového příkonu (µSv/h) a také výše produkce elektrické energie příslušné jaderné elektrárny v roce 2016 (milion kWh)



Obrázek 27: Dávkový příkon na Ukrajině (2017)

zdroj: http://www.energoatom.kiev.ua/en/map_aes/

- po kliknutí na jednu z těchto oblastí, dojde k přiblížení mapy a zobrazení všech měřicích míst v příslušné lokalitě
- přiložením kurzoru myši na libovolné měřicí místo, dojde k zobrazení hodnoty dávkového příkonu (μSv/h).

Data:

- pouze aktuální (u jednotlivých měřicích míst v mapě)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace dat nebyla zjištěna!

Jazyk:

- ukrajinština/ruština/angličtina.

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 41 měřicích místech (zejména v okolí jaderných zařízení), hodnoty jsou zveřejňovány na webu společnosti EnergoAtom – aktualizace dat nebyla zjištěna!

Informace o měření obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny žádné informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí Ukrajiny.

Na Ukrajině je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení (4 JE + další JZ), na webu jsou však dostupné pouze aktuální hodnoty dávkového příkonu (viz kontinuální monitorování dávkového příkonu – 41 měřicích míst).

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na ukrajinském území.

Další výsledky monitorování radiační situace na Ukrajině nejsou na webu prezentovány.

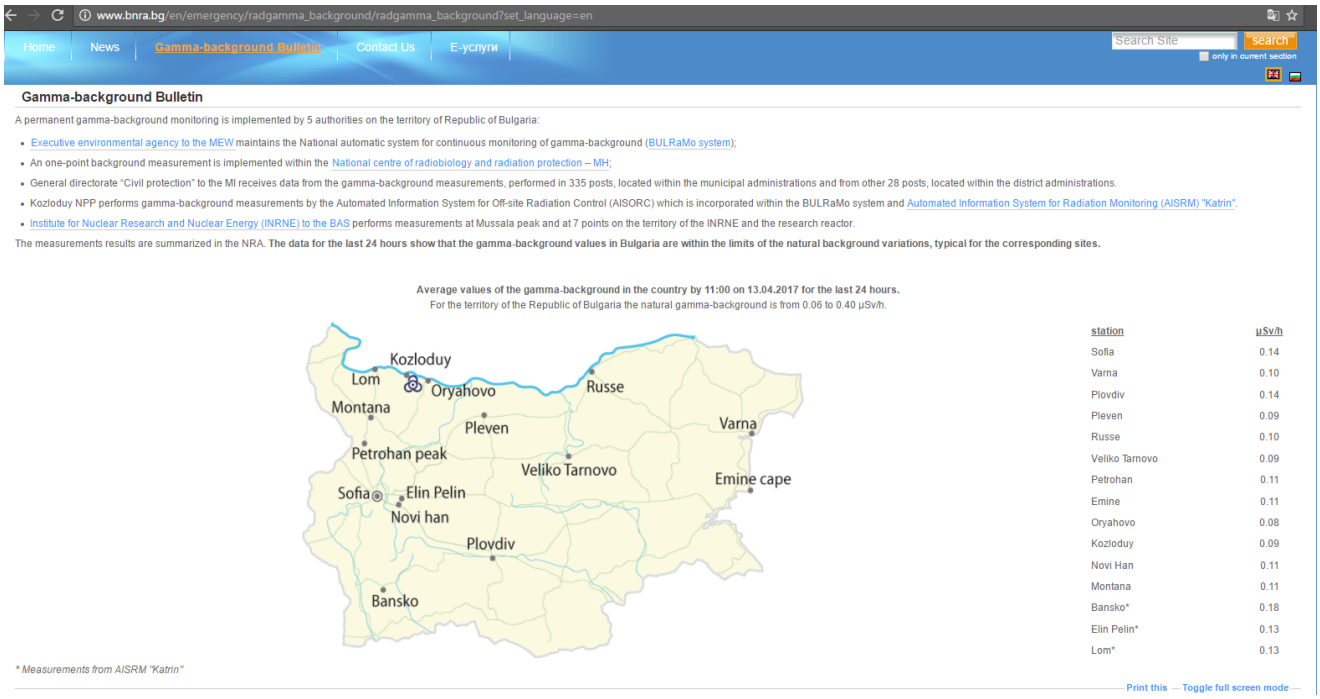
Celkový počet obyvatel na Ukrajině (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 45 004 645 a rozloha území 603 700 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 1 097 674 obyvatel či 1 sonda na 14 724 km^2.

3.4 Jihovýchodní Evropa

3.4.1 Bulharsko

http://www.bnra.bg/ - webové stránky bulharské Agentury pro jaderný dozor (BNRA)

Aktuální hodnoty dávkového příkonu v Bulharsku, jsou dostupné z: http://www.bnra.bg/en/emergency/radgamma_background/radgamma_background.
Jedná se o tabulku průměrných denních hodnot dávkového příkonu na vybraných měřicích místech a mapu Bulharska, s vyznačením těchto míst (obr. 28).



Obrázek 28: Dávkový příkon v Bulharsku (2017)
zdroj: http://www.bnra.bg/en/emergency/radgamma_background/radgamma_background

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

Data:

- ve formě tabulek
- pouze aktuální

- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x 24 hodin.

Jazyk:

- bulharština/angličtina.

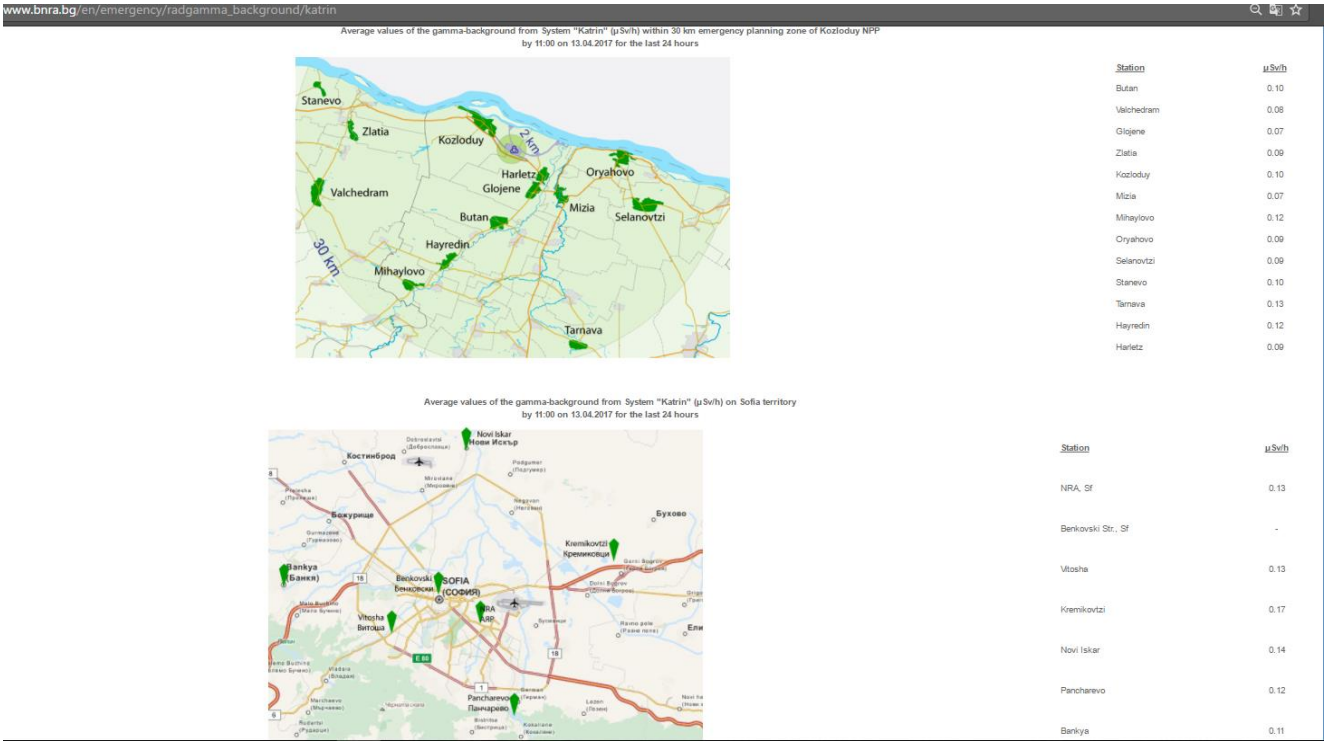
Další kritéria:

- jednoduchost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu provádí v Bulharsku 5 institucí:

- *Výkonná agentura ministerstva životního prostředí* - podporuje národní automatizovaný systém pro kontinuální monitorování dávkového příkonu (BULRaMo systém), který se skládá z 35 měřicích míst, na webu bulharské Agentury pro jaderný dozor jsou zveřejňovány hodnoty 12 z nich a aktualizovány 1x denně
- *Národní centrum pro radiobiologii a radiační ochranu*
- *Generální ředitelství Ministerstva vnitra („Civilní obrana“)* - přijímá data z měření dávkového příkonu z měřicích míst umístěných v městských správách a regionálních správách
- *jaderná elektrárna „Kozloduj“* - měří dávkový příkon prostřednictvím automatizovaného informačního systému AISERM, který se spojil se systémem BULRaMo prostřednictvím automatizovaného informačního systému pro radiační monitorování (AISRM - Automated Information System for Radiation Monitoring) „Katrin“ (obr. 29), jenž je složen z 24 měřicích míst - na webu bulharské Agentury pro jaderný dozor jsou zveřejňovány hodnoty 20 z nich (dostupné z: http://www.bnra.bg/en/emergency/radgamma_background/katrin).
- *Ústav pro jaderný výzkum a jadernou energii (INRNE – Institute for Nuclear Researches and Nuclear Energy) Bulharské akademie věd* - provádí měření na vrcholu hory Musala, dalších monitorovacích místech a ve výzkumném reaktoru.



Obrázek 29: Dávkový příkon v zóně havarijního plánování JE Kozloduj a v Sofii - systém „Katrin“ zdroj: http://www.bnra.bg/en/emergency/radgamma_background/katrin

Informace o měření obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny žádné informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí Bulharska.

V Bulharsku je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení (JE Kozloduj – systém AISERM), na webu bulharské Agentury pro jaderný dozor jsou dostupné hodnoty z 13 měřicích míst (obr. 29).

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na bulharském území.

Další výsledky monitorování radiační situace v Bulharsku nejsou na webu prezentovány.

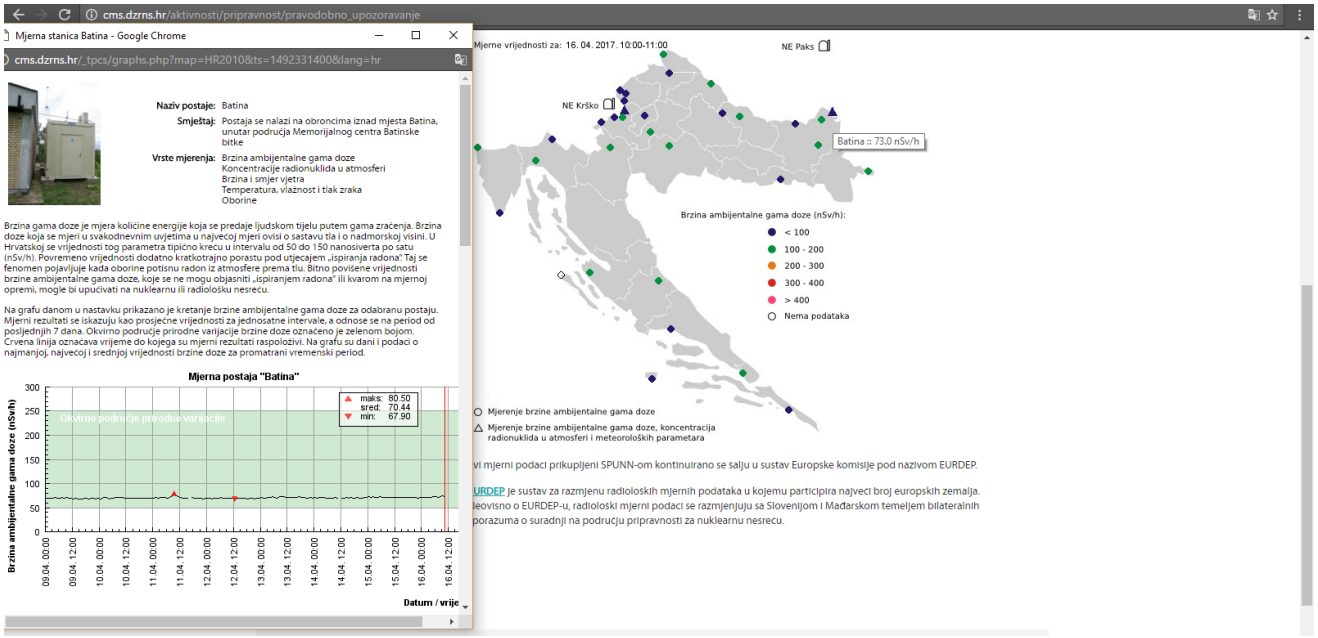
Celkový počet obyvatel v Bulharsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 7 153 784 a rozloha území 110 370 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 121 251 obyvatel či 1 sonda na 1 871 km^2.

3.4.2 Chorvatsko

http://cms.dzrns.hr/ - webové stránky chorvatského Státního úřadu pro radiační a jadernou bezpečnost (DZRNS - Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost)

DZRNS spravuje Systém včasného varování před jadernou havárií (SPUNN - Sustavom pravodobnog upozoravanja na nuklearnu nesreću). Naměřená data systému SPUNN jsou zasílána do mezinárodní databáze EU „EURDEP“ a vyměňována se Slovinskem a Maďarskem na základě dvoustranných dohod o spolupráci v oblasti připravenosti na jaderné havárie.

Mapa Chorvatska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 30), je dostupná z: http://cms.dzrns.hr/aktivnosti/pripravnost/pravodobno_upozoravanje.



Obrázek 30: Dávkový příkon v Chorvatsku + detail měřicího místa Batina
zdroj: http://cms.dzrns.hr/aktivnosti/pripravnost/pravodobno_upozoravanje

Popis mapy (SPUNN):

- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

- na pravé straně je umístěna legenda, barevně odstupňovaná do 6 kategorií dle hodnoty dávkového příkonu (nSv/h)
- přiložením kurzoru myši na libovolný barevný bod v mapě, zobrazíme název zvoleného měřicího místa a příslušnou hodnotu dávkového příkonu
- kliknutím na libovolný barevný bod v mapě, dojde k otevření nového okna prohlížeče, které zobrazí data zvoleného měřicího místa, včetně jeho fotografie, zobrazení naměřených dat a dalších informací

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)
- aktuální, ale i historická (pouze za posledních 7 dní)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za hodinu.

Jazyk:

- chorvatština/angličtina.

Další kritéria:

- jednoduchost, přehlednost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 33 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu DZRNS a aktualizovány 1x za hodinu.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (naměřené hodnoty také nejsou dostupné na webu).

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, nebyly na webu nalezeny.

Nebyly zjištěny informace o monitorování okolí jaderných zařízení v Chorvatsku.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na chorvatském území.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radonu v obydlích (dostupné z: http://radon.dzrns.hr/) a měření radioaktivity v lidském těle (aktuální naměřená data nejsou na webu prezentována).

Celkový počet obyvatel v Chorvatsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 4 190 669 a rozloha území 56 594 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 126 990 obyvatel či 1 sonda na 1 715 km^2.

3.4.3 Řecko

https://eeae.gr/ - webové stránky Řecké komise pro atomovou energii (EEAE - Elliniki Epitropí Atomikís Enérgeias)

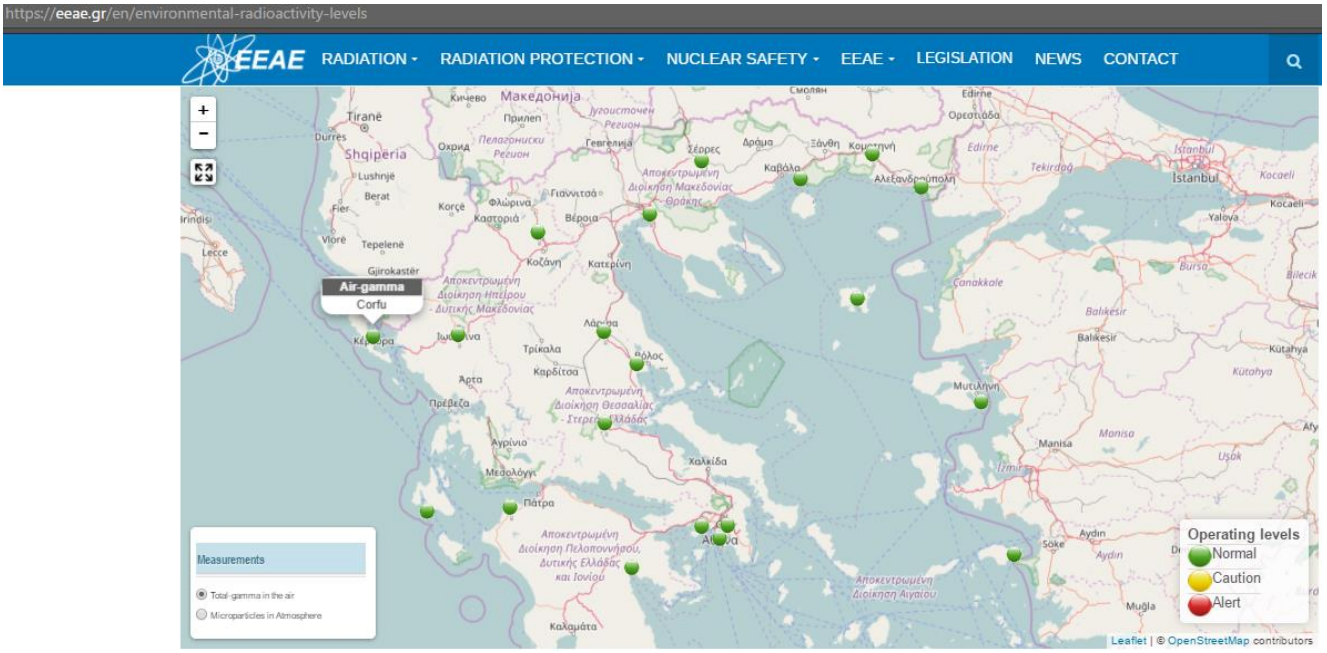
EEAE je orgánem příslušným pro monitorování radioaktivity životního prostředí v Řecku, v pravidelných intervalech určuje jeho povahu a rozsah a v případě nouze koordinuje další oprávněné orgány. V důsledku toho je státu a příslušným evropským a mezinárodním organizacím, odpovědný za poskytování včasného varování.

Mapa Řecka, s vyznačením měřicích míst a příslušnými aktuálními hodnotami dávkového příkonu (obr. 31), je dostupná z: https://eeae.gr/en/environmental-radioactivity-levels.

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- v levém dolním rohu můžeme vybírat ze dvou druhů měření (dávkový příkon v ovzduší/mikročástice v atmosféře)
- v pravém dolním rohu nalezneme legendu, barevně odstupňovanou do třech provozních úrovní (normální stav/pozor/upozornění)
- kliknutím na barevný bod v mapě, znázorňující jedno z měřicích míst, zobrazíme graficky znázorněná data z tohoto místa a také jeho fotografii
- možnost tisku nebo stahování informací v různých formátech



Obrázek 31: Dávkový příkon v Řecku (2017)

zdroj: https://eeae.gr/en/environmental-radioactivity-levels

Data:

- ve formě grafů
- aktuální, ale i historická (pouze za posledních 7 dní)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za 24 hodin.

Jazyk:

- řečtina/angličtina.

Další kritéria:

- jednoduchost, přehlednost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 24 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu EEAE a aktualizovány 1x denně.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů na 3 odběrových místech (Alexandroupolis, Serres, Ptolemaida). Provádí se radiačně fyzikální měření umělého záření alfa, beta záření, umělého beta záření a gama spektroskopická měření pro detekci umělých izotopů (např. ^{137}Cs, ^{131}I). Hodnoty výše uvedených měření však

nejsou dostupné na webu. Informace o měření aktivity atmosférických spadů, ani počtu odběrových míst, nejsou na webu dostupné.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, nebyly na webu nalezeny.

Nebyly zjištěny informace o monitorování okolí jaderných zařízení v Řecku.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na řeckém území.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radonu v obydlích. Na webu (dostupném z: https://eeae.gr/en/radon-map) je prezentována mapa Řecka, s vyznačením radonového potenciálu (barevné odstupňování do čtyř kategorií).

Celkový počet obyvatel v Řecku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 10 783 748 a rozloha území 131 957 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 449 323 obyvatel či 1 sonda na 5 498 km^2.

3.4.4 Srbsko

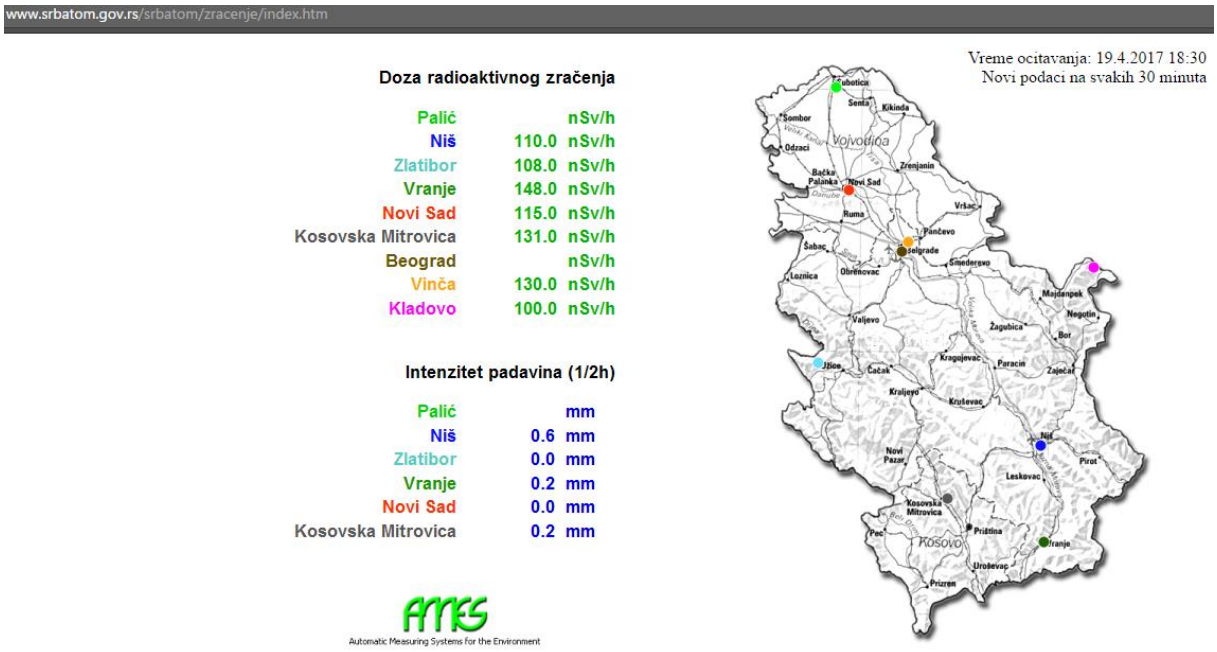
http://www.srbatom.gov.rs/ - webové stránky Agentury pro radiační ochranu a jadernou bezpečnost Srbska (Agencija za zaštitu od jonizujućih zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije)

Na začátku roku 2011 podepsala Agentura pro radiační ochranu a jadernou bezpečnost Srbska dohodu s Evropskou unií, podle které jsou údaje ze Systému včasného oznámení o radiační havárii zasílány do evropské databáze „EURDEP“.

Informace o aktuálních hodnotách dávkového příkonu v Srbsku, jsou dostupné z: http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/zracenje/index.htm. K dispozici je zde také mapa, s vyznačením měřicích míst (obr. 32).

Popis mapy:
- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

- jednotlivá měřicí místa jsou v mapě vyznačena barevnými body
- na levé straně obrazovky nalezneme výpis měřicích míst (barva písma odpovídá barvě příslušného bodu v mapě), které měří dávkový příkon (nSv/h) a také úhrn srážek (mm).



Obrázek 32: Dávkový příkon a srážkové úhrny v Srbsku (2017)
zdroj: http://www.srbatom.gov.rs/srbatom/zracenje/index.htm

Data:

- pouze aktuální (tabulka)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za 30 minut.

Jazyk:

- pouze srbština!

Další kritéria:

- velmi jednoduché grafické zpracování.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 9 měřicích místech, hodnoty jsou zveřejňovány na webu Agentury pro radiační ochranu a jadernou bezpečnost Srbska a aktualizovány 1x za 30 minut.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (naměřené hodnoty také nejsou dostupné na webu).

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno ve vzorcích pitné vody, potravin, produktů rostlinného a živočišného původu, mléka a krmiv pro zvířata, avšak naměřené hodnoty nejsou dostupné na webu.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá v Srbsku monitorování vzorků povrchové vody (řeky), hodnoty objemové aktivity radionuklidů však nejsou na webu dostupné.

Nebyly zjištěny informace o monitorování okolí jaderných zařízení v Srbsku.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na srbském území.

Další výsledky monitorování radiační situace v Srbsku nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel v Srbsku (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 7 057 412 a rozloha území 88 361 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 784 157 obyvatel či 1 sonda na 9 818 km^2.

3.4.5 Turecko

http://www.taek.gov.tr/ - webové stránky Turecké agentury pro atomovou energii (TAEK - Türkiye Atom Enerjisi Kurumu)

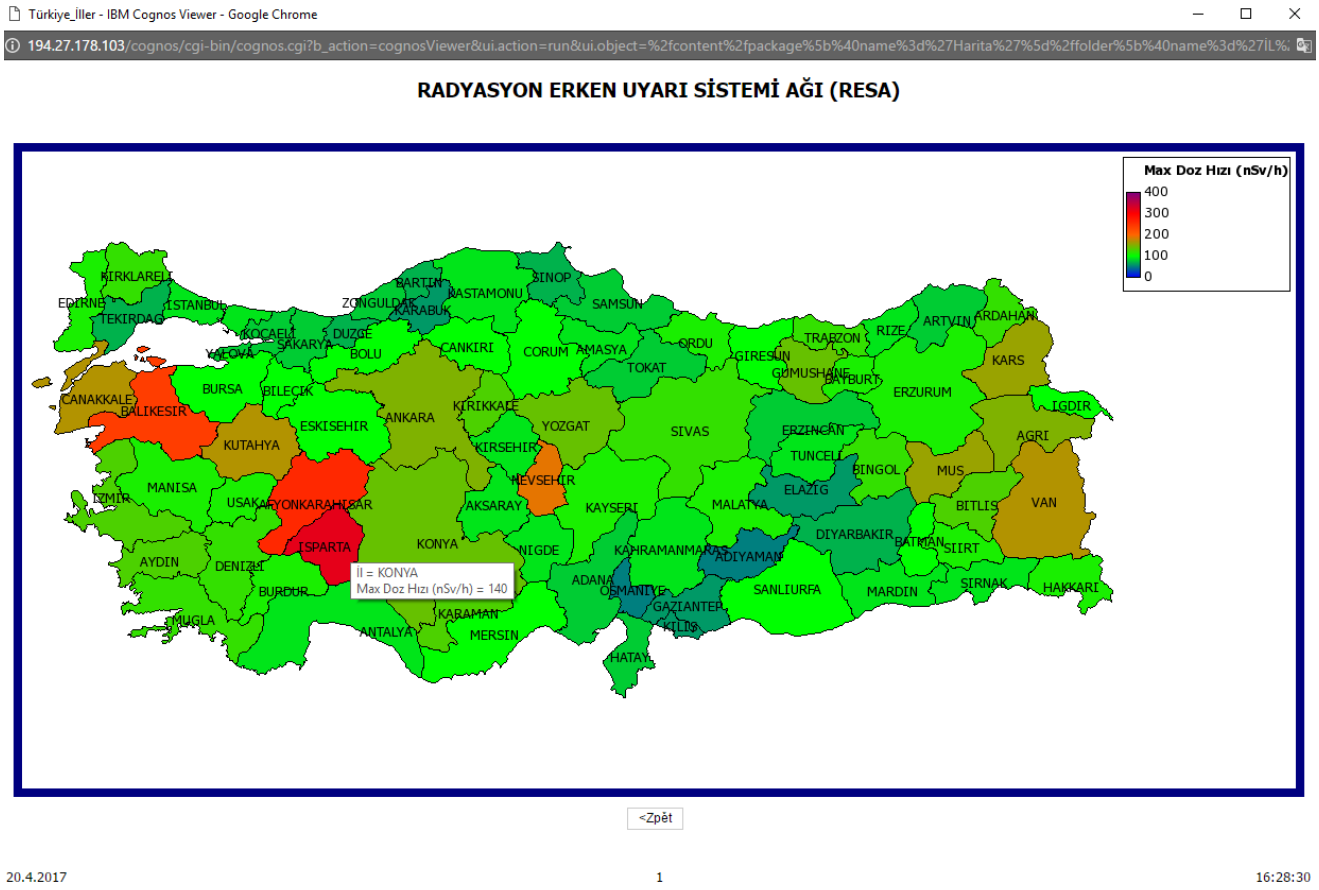
Jaderné elektrárny z Arménie - Metsamor (cca 16 km od státních hranic), Bulharska - Kozloduj a Rumunska - Cernavoda (asi 300 kilometrů od státních hranic Turecka), přinášejí Turecku poměrně značné potenciální riziko z hlediska případné jaderné havárie. V tomto kontextu, přičemž v úvahu byly brány meteorologické podmínky, byla postupně zakládána a rozmisťována měřicí místa, monitorující dávkový příkon. Tímto způsobem vznikla rozsáhlá radiační monitorovací síť - systém včasného varování (RESA). Technologické zařízení je ve vlastnictví TAEK.

Výpis měřicích míst, nacházejících se na území Turecka a příslušné hodnoty dávkového příkonu, jsou dostupné z: http://www.taek.gov.tr/uygulama/resa_doz/tum_iller.php/.

Popis stránky:

- velice jednoduché grafické zpracování

- v horní části stránky je k dispozici odkaz na grafické zobrazení v mapě - nejprve je otevřeno nové okno prohlížeče, s možností volby požadovaného období měření dat, následně je zobrazena mapa (obr. 33).



Obrázek 33: Dávkový příkon v Turecku (2017)

zdroj: http://www.taek.gov.tr/uygulama/resa_doz/tum_iller.php/

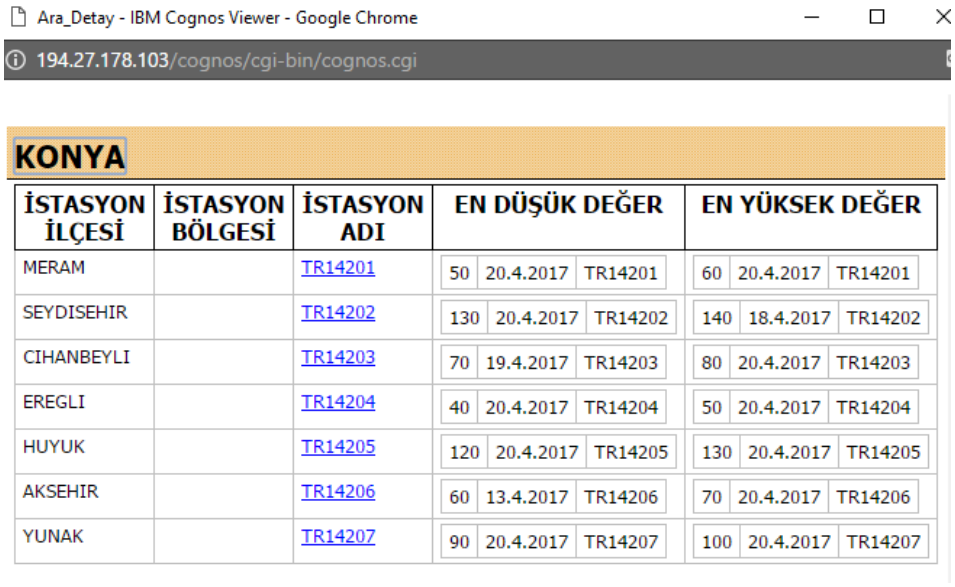
Popis mapy (RESA):

- nelze volit podklad

- nelze zoomovat

- v pravém horním rohu se nachází legenda, obsahující barevné spektrum, jímž jsou odstupňovány hodnoty dávkového příkonu (nSv/h)

- kliknutím na požadovaný region, zobrazíme výpis místně příslušných měřicích míst, spolu s naměřenými hodnotami dávkového příkonu (obr. 34)



KONYA

İSTASYON İLÇESİ	İSTASYON BÖLGESİ	İSTASYON ADI	EN DÜŞÜK DEĞER	EN YÜKSEK DEĞER
MERAM		TR14201	50 20.4.2017 TR14201	60 20.4.2017 TR14201
SEYDISEHIR		TR14202	130 20.4.2017 TR14202	140 18.4.2017 TR14202
CIHANBEYLI		TR14203	70 19.4.2017 TR14203	80 20.4.2017 TR14203
EREGLI		TR14204	40 20.4.2017 TR14204	50 20.4.2017 TR14204
HUYUK		TR14205	120 20.4.2017 TR14205	130 20.4.2017 TR14205
AKSEHIR		TR14206	60 13.4.2017 TR14206	70 20.4.2017 TR14206
YUNAK		TR14207	90 20.4.2017 TR14207	100 20.4.2017 TR14207

Obrázek 34: Dávkový příkon v Turecku – detail stanice Konya
zdroj: http://www.taek.gov.tr/uygulama/resa_doz/tum_iller.php/

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)
- aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za hodinu.

Jazyk:

- pouze turečtina!

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 193 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu TAEK a aktualizovány 1x za hodinu.

Informace o měření obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí Turecka, nebyly na webu nalezeny.

V Turecku je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení, ovšem aktuální data nejsou dostupná na webu.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování.

Další výsledky monitorování radiační situace v Turecku nejsou na webu prezentovány.

Celkový počet obyvatel v Turecku (v r. 2016 – dle data.worldbank.org) je 79 512 426 a rozloha území 780 580 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 441 981 obyvatel či 1 sonda na 4 044 km^2.

3.5 Jižní Evropa

3.5.1 Španělsko

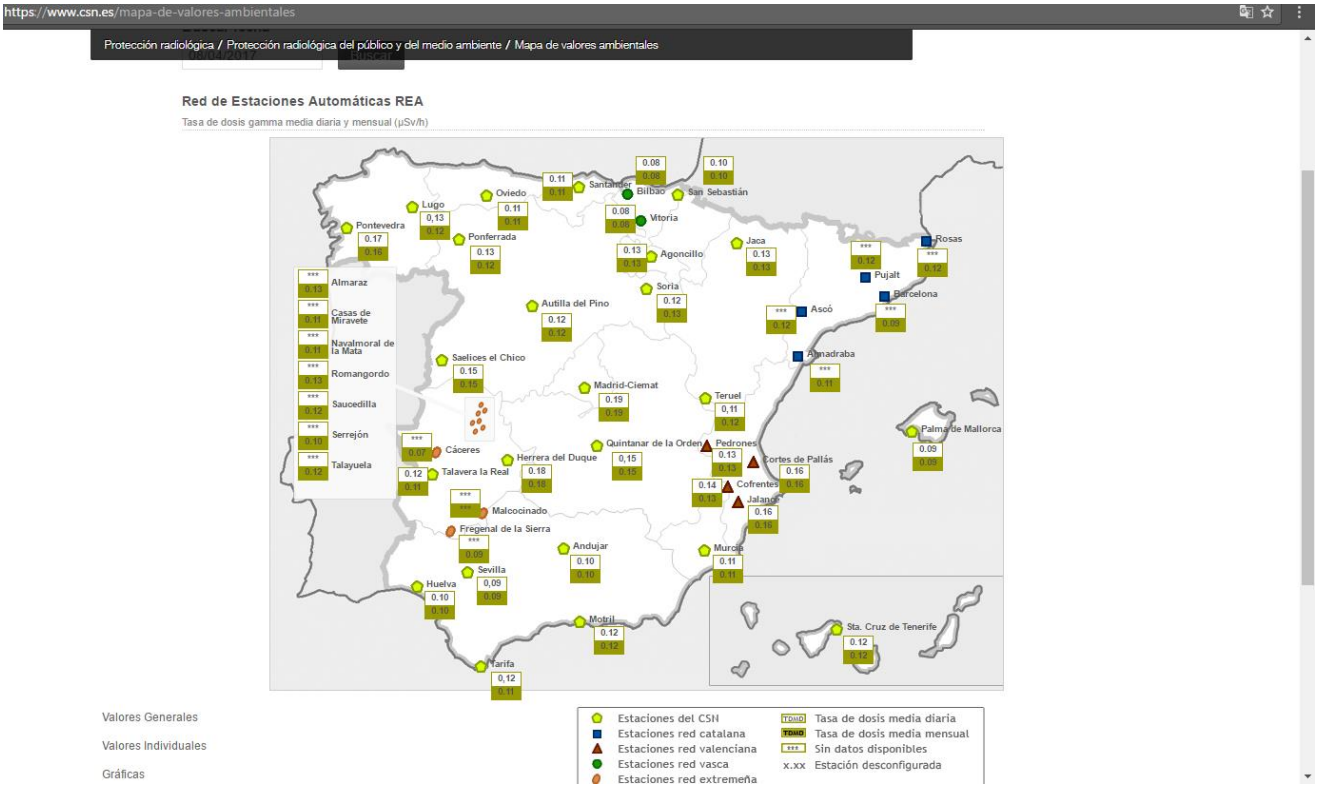
https://www.csn.es/ - webové stránky španělské Rady pro jadernou bezpečnost (Consejo de seguridad nuclear - CSN)

CSN je jediným příslušným orgánem v oblasti jaderné bezpečnosti a radiační ochrany ve Španělsku. Jedná se o veřejný nezávislý subjekt, statutární orgán, který má právní subjektivitu a je odpovědný Poslanecké sněmovně a Senátu.

Mapa Španělska, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 35), je dostupná z: https://www.csn.es/mapa-de-valores-ambientales/.

Popis mapy:
- nelze volit podklad
- nelze zoomovat

- v horní části nalezneme kolonku pro výběr požadovaného období měření dat
- v levé dolní části je k dispozici možnost přepínání zobrazení naměřených dat (jednotlivě/hromadně/graficky)
- v pravé dolní části se nachází legenda
- zobrazeny jsou průměrné denní a měsíční hodnoty dávkového příkonu (µSv/h)



Obrázek 35: Dávkový příkon ve Španělsku (2017)

zdroj: https://www.csn.es/mapa-de-valores-ambientales/

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)
- aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za 24 hodin.

Jazyk:

- pouze španělština!

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost, verze pro mobily a tablety.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 45 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu CSM a aktualizovány 1x denně. Měřeno detektory Geiger-Müller a sítí automatizovaných stanic monitorování životního prostředí CSN, Baskicka, Valencijského společenství, Katalánska a Extremadury).

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (naměřené hodnoty také nejsou dostupné na webu).

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno ve vzorcích pitné vody, masa, drůbeže, vajec, smíšené stravy, mléka a mléčných výrobků, ryb a korýšů a zeleniny, avšak aktuální naměřené hodnoty nejsou na webu dostupné.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá ve Španělsku monitorování vzorků povrchové vody (kontinentální/mořské) a sedimentů. Hodnoty výše uvedených monitorování nebyly nalezeny.

Monitorování okolí jaderných zařízení je prováděno, avšak aktuální data nejsou na webu k dispozici.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na území Španělska.

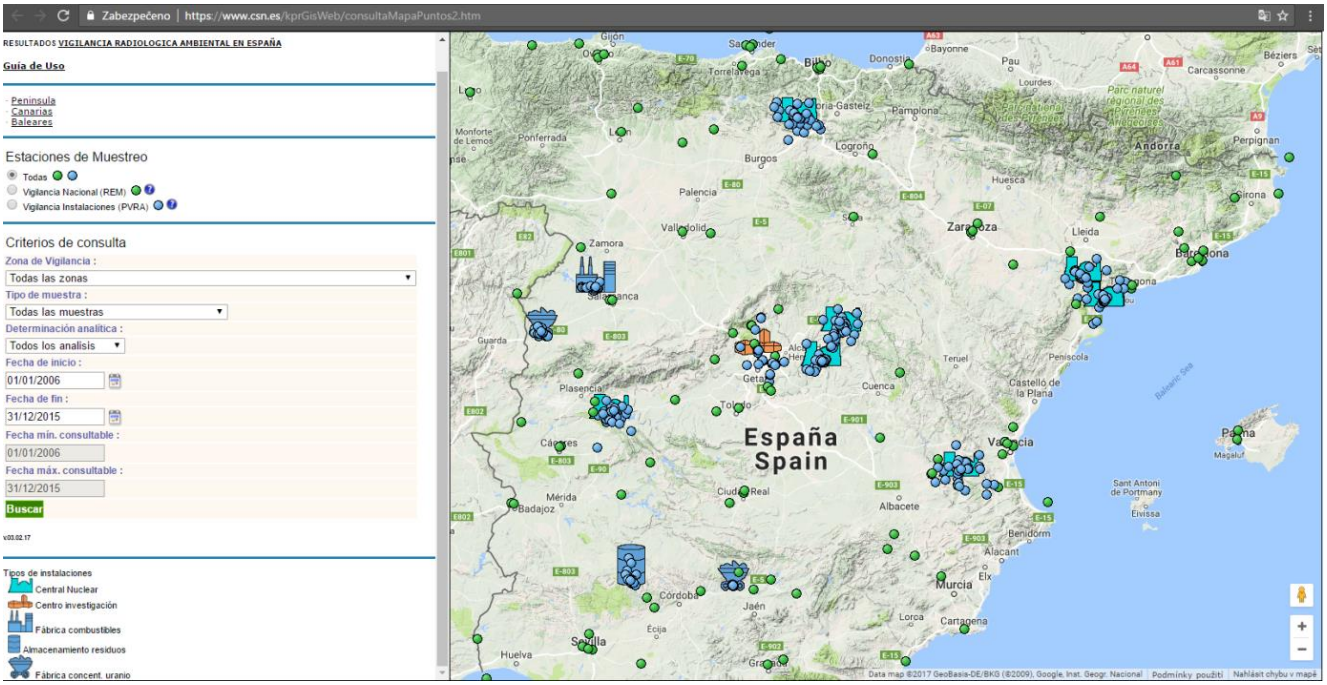
Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radioaktivity v lidském těle (vnitřní kontaminace osob radionuklidy - naměřené hodnoty však nejsou dostupné na webu) a měření radonu v obydlích (dostupné z: https://www.csn.es/mapa-del-potencial-de-radon-en-espana/).

Přehledná mapa, zobrazující data získaná z monitorování radiační situace ve Španělsku v období let 2006 – 2015 (obr. 36), je dostupná z: https://www.csn.es/kprGisWeb/consultaMapaPuntos2.htm.

Popis mapy:

- lze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- v levé části nalezneme rolovací lištu, ve které je možný výběr jednotlivých zájmových kritérií (výběr oblasti či jaderného zařízení, typu monitorování, vzorku, druhu analýzy, data zahájeni či ukončení analýzy) a legendu
- výběr požadované oblasti je možné provést také kliknutím na tuto lokalitu v mapě a následně si naměřená data prohlédnout v novém okně.



Obrázek 36: Monitorování radiační situace ve Španělsku (2006-2015)

zdroj: https://www.csn.es/kprGisWeb/consultaMapaPuntos2.htm

Celkový počet obyvatel ve Španělsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 46 445 828 a rozloha území 505 944 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca obyvatel či 1 sonda na … km^2.

3.6. Západní Evropa

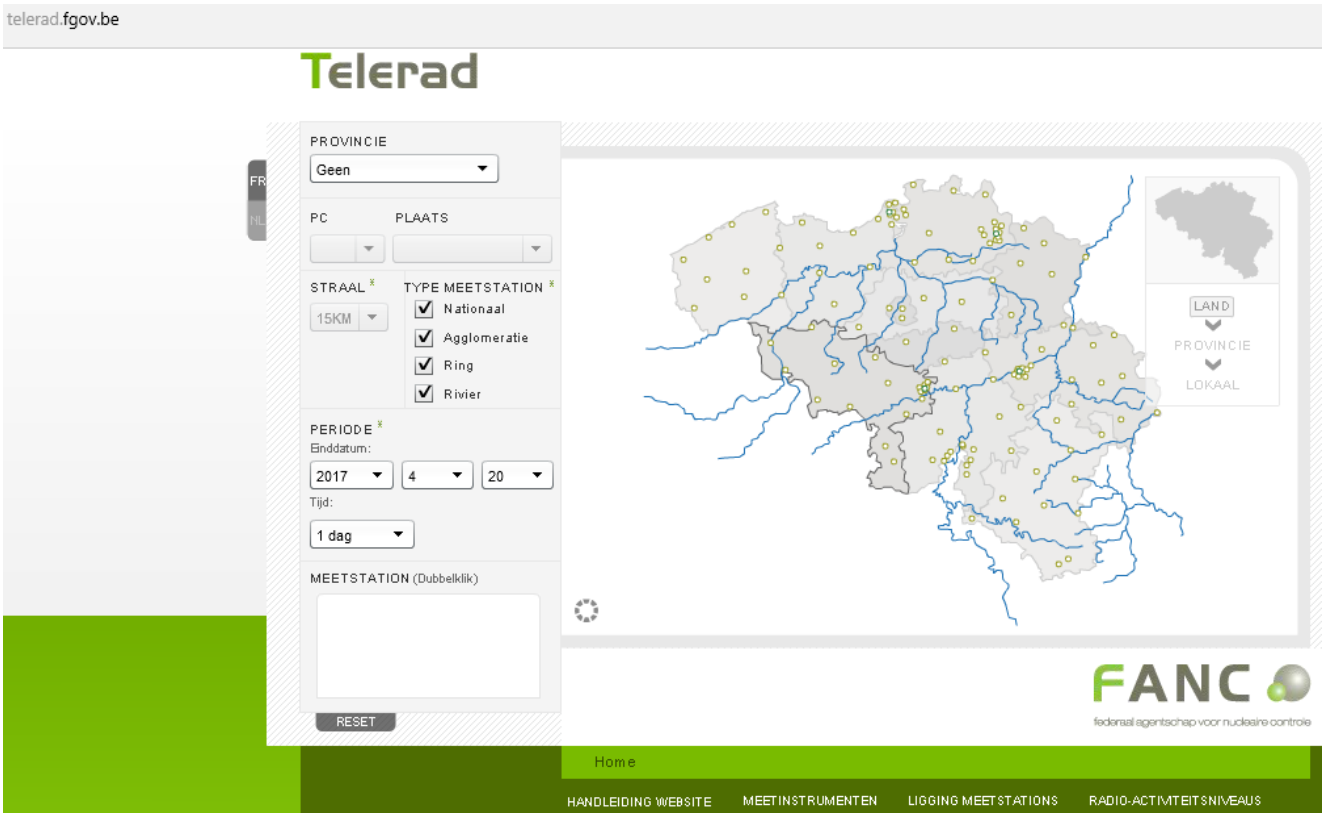
3.6.1 Belgie

http://www.fanc.fgov.be/ - webové stránky belgické Federální agentury pro jadernou kontrolu (FANC - Federaal agentschap voor nucleaire controle)

Mapa Belgie, zobrazující měřicí místa a příslušné aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 37), je dostupná z: http://telerad.fgov.be/.

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat



Obrázek 37: Dávkový příkon v Belgii (2017)

zdroj: http://telerad.fgov.be/

- *vyhledávání pomocí tabulky:*

- vlevo se nachází několik vyhledávacích polí pro výběr požadovaných kritérií

- můžeme zadávat následující kritéria: provincii, PSČ, město, zájmovou oblast (okruh), druh měřicího místa, požadované období, měřicí místo

- výpis měřicích míst, spadajících do zvolených parametrů, nalezneme v rámečku v levém dolním rohu (obr. 38)

- dvojitým kliknutím můžeme vstoupit do detailů požadovaného měřicího místa

- *přímé vyhledávání na mapě:*

- zoom level 0 - můžeme vybírat kraj

- zoom level 1 - můžeme vybírat měřicí místo nebo jaderné zařízení

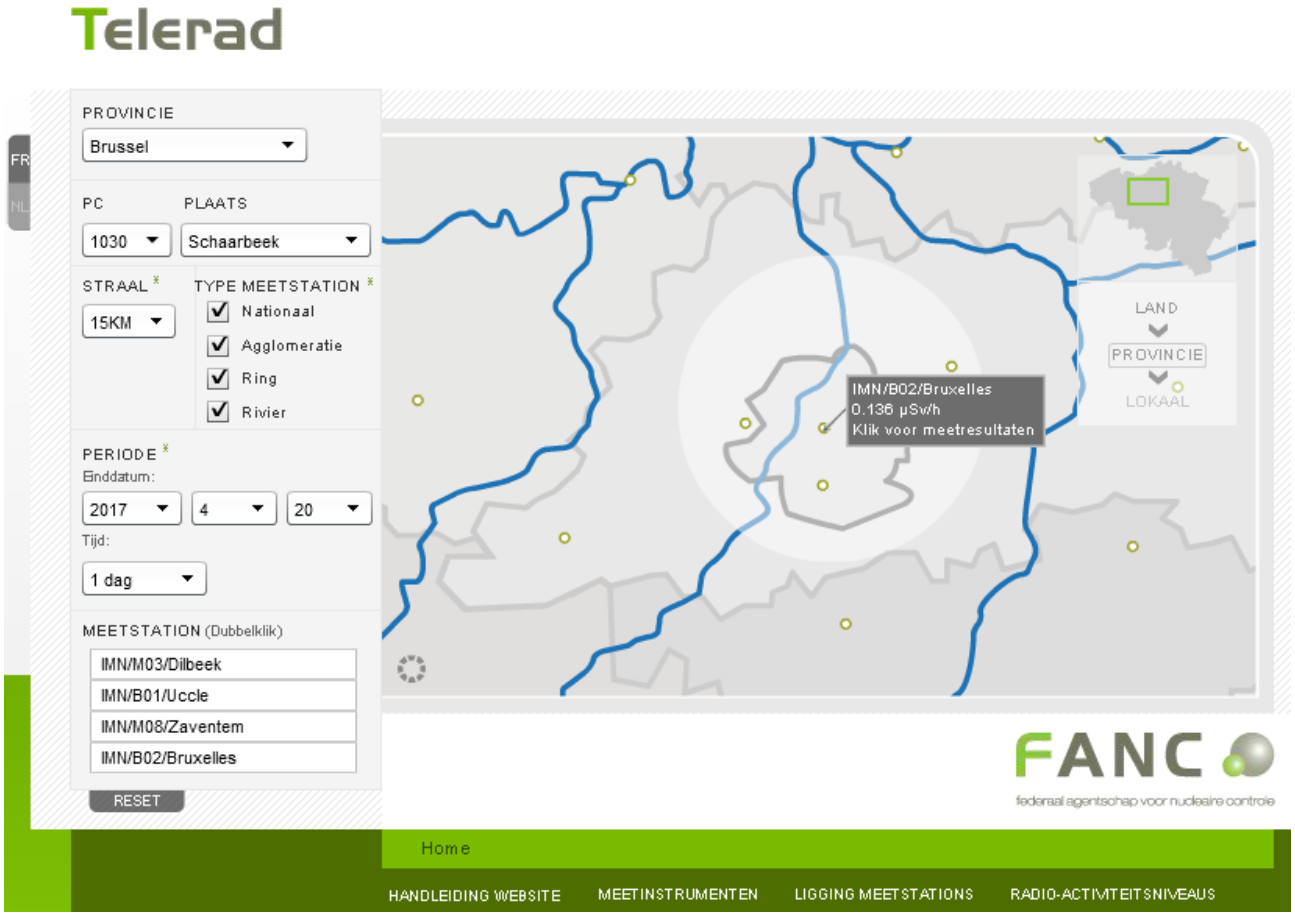
- zoom level 2 – můžeme vyhledávat data zvoleného měřicího místa

- navigaci můžeme provést také přetažením mapy, nebo přetažením okna na miniaturní karty, poté následuje výběr na mapě

- tlačítkem „Ga terug“ (zpět) se vrací k mapě

- pomocí tlačítka „Reset“ v dolní části mapy, vymažeme zvolené parametry a obnovíme úvodní nabídku

- možnost stažení detailních výsledků měření ve formátu PDF.



Obrázek 38: Dávkový příkon v Belgii – detail měřicího místa Brusel

zdroj: http://telerad.fgov.be/

Data:

- ve formě grafů nebo tabulek (volitelné)
- aktuální, ale i historická
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za hodinu.

Jazyk:

- nizozemština/francouzština.

Další kritéria:

- přehlednost, propracované vyhledávání
- nelze zobrazit v některých verzích internetových prohlížečů!

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na více než 200 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu a aktualizovány 1x za hodinu.

Informace o měření obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí Belgie, nebyly na webu nalezeny.

V Belgii je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení, ovšem aktuální data nejsou dostupná na webu.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radonu v obydlích (dostupném z: http://fanc.fgov.be/nl/page/646.aspx).

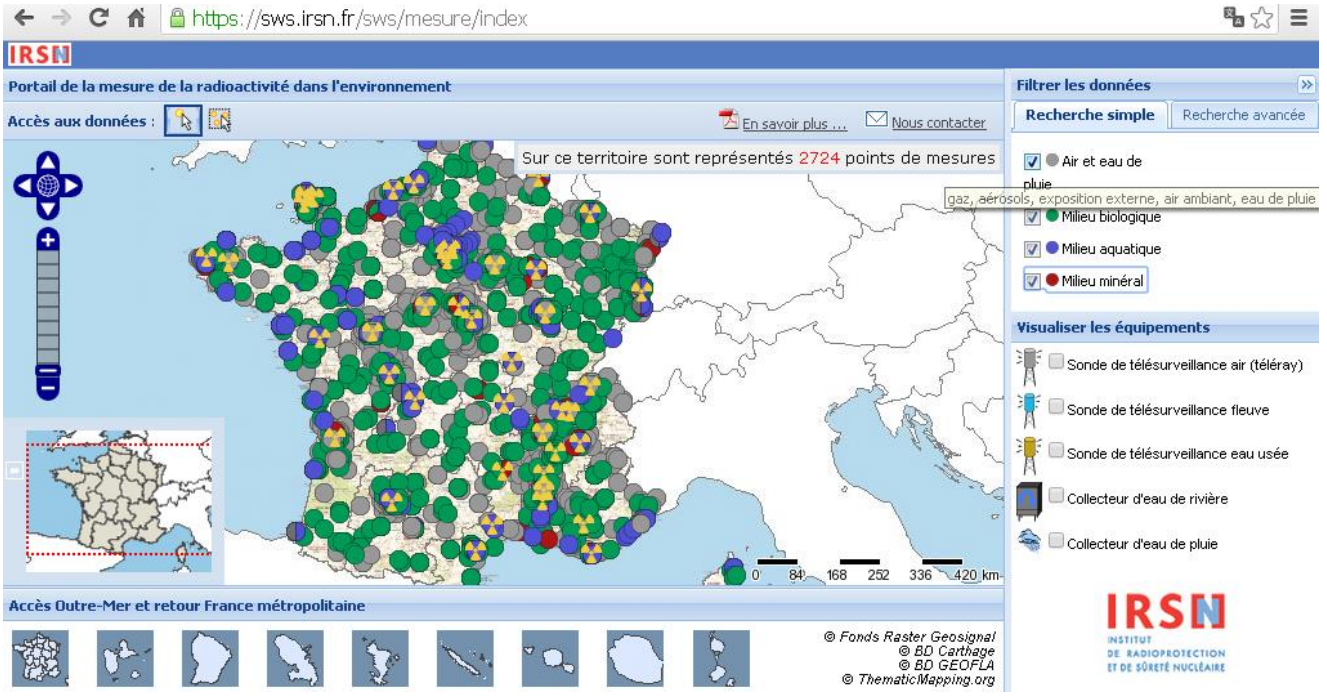
Celkový počet obyvatel v Belgii (v r. 2016 – dle europa.eu) je 11 311 117 a rozloha území 30 528 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 56 556 obyvatel či 1 sonda na 153 km^2.

3.6.2 Francie

http://www.irsn.fr/ - webové stránky francouzského Institutu radiační ochrany a jaderné bezpečnosti (IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire)

IRSN je státní orgán, spadající pod několik ministerstev, a to Ministerstvo obrany, Ministerstvo životního prostředí, energetiky a udržitelného rozvoje, Ministerstvo průmyslu, Ministerstvo zdravotnictví a Ministerstvo výzkumu. IRSN pokrývá veškeré vědecké a technické problémy, týkající se radiační ochrany. Podílí se na monitorování IZ, prevenci radiačních nehod, apod.

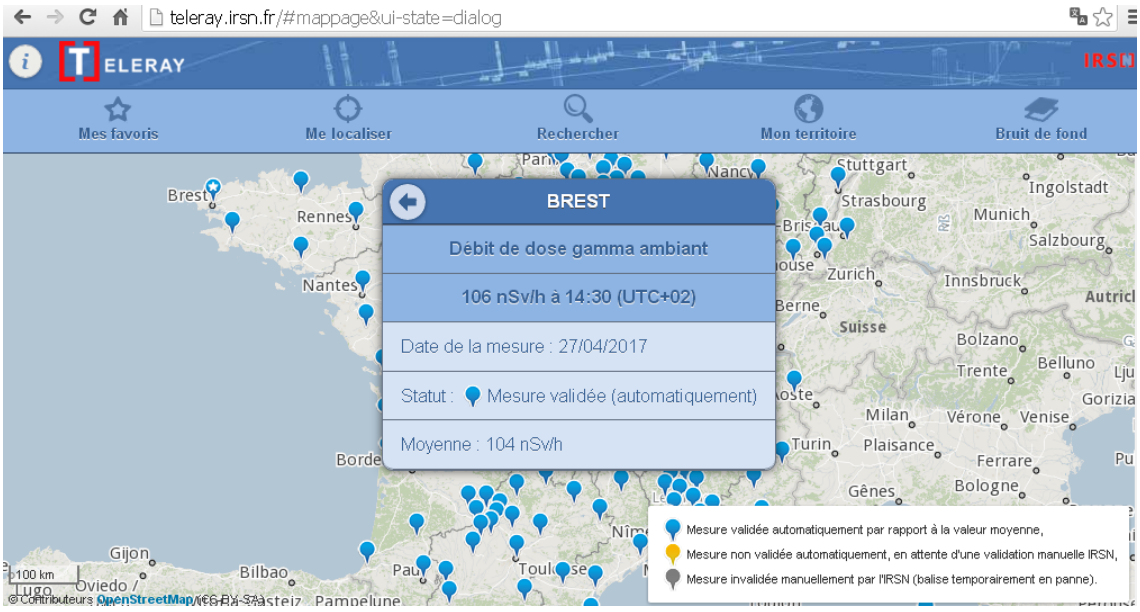
Mapu Francie, zobrazující aktuální údaje z monitorování radioaktivity v životním prostředí (obr. 39), nalezneme na portálu IRSN (dostupném z: https://sws.irsn.fr/). IRSN zde 2x denně aktualizuje údaje o radioaktivitě v různých odvětvích.



Obrázek 39: Monitorování radiační situace ve Francii (IRSN)

zdroj: https://sws.irsn.fr/sws/mesure/index

Mapu Francie, zobrazující aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 40), nalezneme také na portálu TELERAY (dostupném z: http://teleray.irsn.fr/). Na této mapě jsou zobrazována měřicí místa IRSN.



Obrázek 40: Dávkový příkon ve Francii (TELERAY) – detail měřicího místa Brest

zdroj: http://teleray.irsn.fr/#mappage&ui-state=dialog

Popis mapy (TELERAY):

- nelze volit podklad

- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat.

Data:

- ve formě tabulek

- pouze aktuální

- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)

- aktualizace 1x za 10 minut.

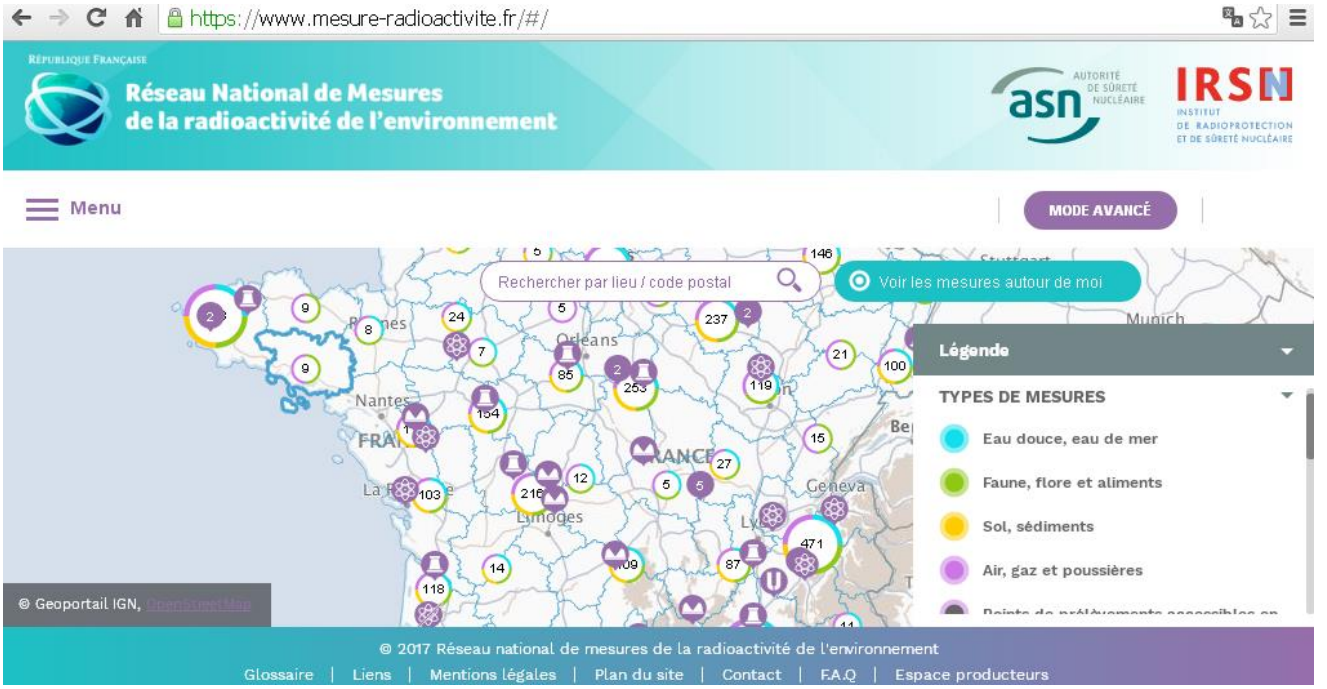
Jazyk:

- pouze francouzština!

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost, snadná dostupnost dat, aplikace pro mobilní telefony.

Geoportál poskytující podrobné údaje z monitorování radiační situace na území Francie (obr. 41), nazvaný „Národní síť pro měření radioaktivity v životním prostředí (RNM - Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement)“, je dostupný z: https://www.mesure-radioactivite.fr/. Tato monitorovací síť je vyvíjena pod záštitou Úřadu pro jadernou bezpečnost (ASN) a její provoz byl svěřen IRSN. Dalšími přispěvateli jsou ministerstva, zdravotnické agentury, veřejné instituce, jaderný průmysl, kvalifikované osoby a sdružení na ochranu životního prostředí a spotřebitelů.



Obrázek 41: Národní síť pro měření radioaktivity v životním prostředí (RNM) – Francie

zdroj: https://www.mesure-radioactivite.fr/

V současné době zasílá naměřené hodnoty monitorování radioaktivity do RNM celkem 66 přispěvatelů, což zaručuje centralizaci dat do jedné databáze. Ročně se jedná o cca 300 000 měření, prováděných v různých odvětvích.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na cca 420 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu TELERAY a aktualizovány 1x za 10 minut.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů a měřením aktivity atmosférických spadů. Data z obou druhů monitorování jsou dostupná na webu RNM.

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno ve vzorcích pitné vody, potravin, fauny a flóry. Údaje z těchto druhů monitorování jsou dostupné na webu RNM.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá ve Francii monitorování vzorků povrchové vody a sedimentů. Data z obou druhů monitorování jsou dostupná na webu RNM.

Ve Francii je prováděno monitorování okolí jaderných zařízení, aktuální údaje jsou dostupné na webu RNM.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na území Francie.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radioaktivity v lidském těle (vnitřní kontaminace osob radionuklidy) a měření radonu v obydlích. Naměřené hodnoty výše uvedených monitorování však nebyly nalezeny.

Celkový počet obyvatel ve Francii (v r. 2016 – dle europa.eu) je 66 759 950 a rozloha území 633 187 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 158 952 obyvatel či 1 sonda na 1 508 km^2.

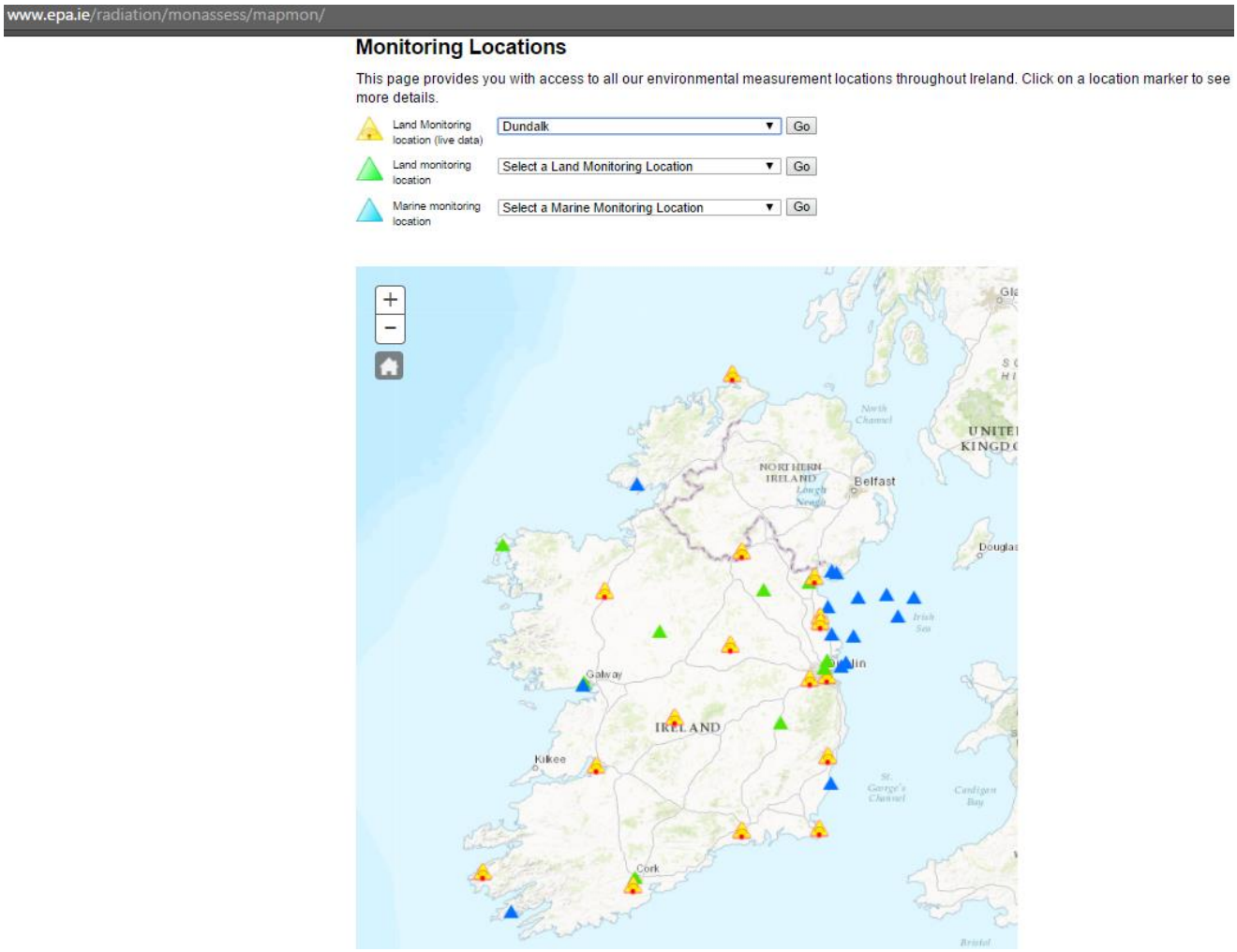
3.6.3 Irsko

http://www.epa.ie/ - webové stránky irské Agentury pro ochranu životního prostředí (Environmental Protection Agency - EPA)

EPA provádí několik monitorovací programů pro stanovení úrovně radioaktivity v životním prostředí a radiační dávky u irské populace. Odebíráno a zkoušeno je kolem 2000 vzorků ročně. Většina vzorků je pořizována ze stanic na pevnině, vzorky ryb a korýšů jsou shromažďovány z hlavních rybářských přístavů. EPA provozuje měřicí síť stálých radiačních monitorovacích stanic.

Komplexní data z monitorování životního prostředí na území Irska, nalezneme na geoportálu EPA (dostupném z: http://gis.epa.ie/).

Mapa Irska, zobrazující monitorovací stanice a odkazující mimo jiné na aktuální hodnoty dávkového příkonu (obr. 42), je dostupná z: http://www.epa.ie/radiation/monassess/mapmon/.



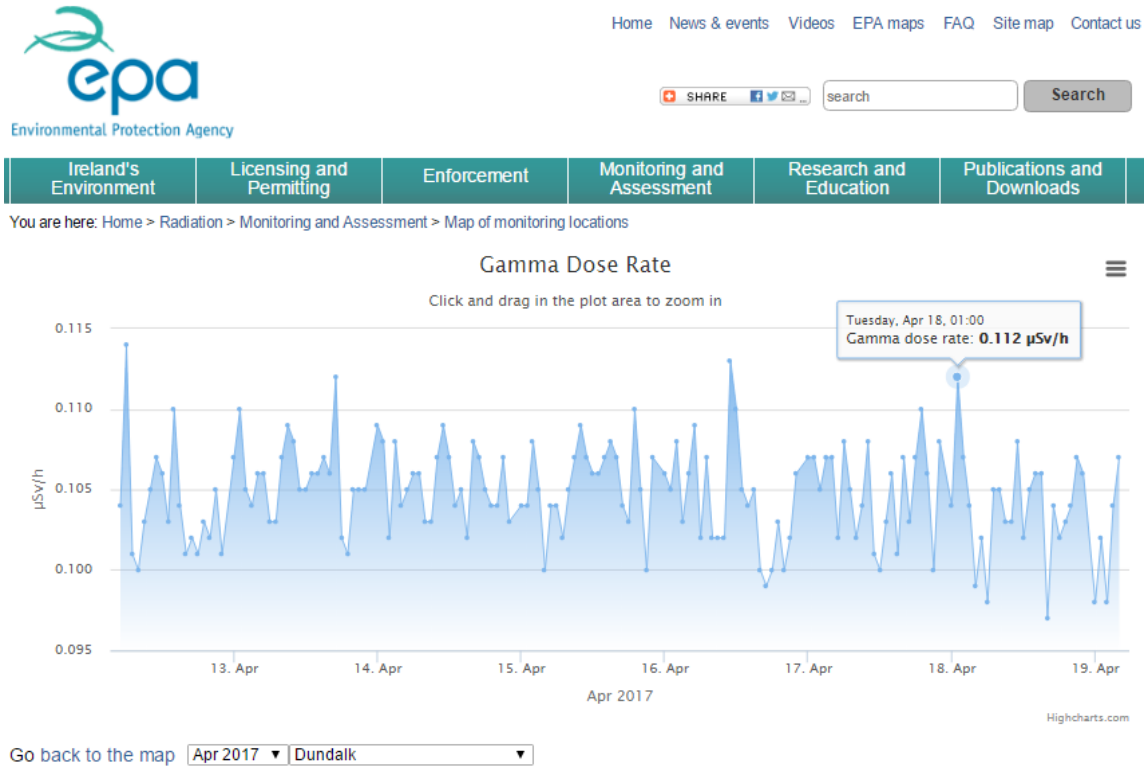
Obrázek 42: Monitorovací stanice v Irsku (2017)

zdroj: http://www.epa.ie/radiation/monassess/mapmon/

Popis mapy:

- nelze volit podklad
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- v horní části je k dispozici legenda, ve které je zároveň možná volba požadované lokality, a to ve třech kategoriích
- kliknutím na libovolné měřicí místo, zobrazíme v novém okně příslušné hodnoty dávkového příkonu (obr. 43)
- v dolním rolovacím řádku můžeme volit z ostatních měřicích míst a následně zobrazit příslušné výsledky měření - před tímto řádkem je k dispozici odkaz pro návrat do mapy měřicích míst
- výsledky lze jednoduše tisknout či stahovat v různých formátech (ikona v pravém horním rohu nad grafem)



Obrázek 43: Dávkový příkon v Irsku - detail měřicího místa Dundalk

zdroj: http://www.epa.ie/radiation/monassess/mapmon/?stat=78

Data:

- ve formě grafů
- aktuální, ale i historická (poslední 1 rok)
- zobrazena v mapě (pouze hodnoty dávkového příkonu)
- aktualizace 1x za hodinu.

Jazyk:

- pouze angličtina!

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost.

Monitorované položky dostupné na webu

Kontinuální monitorování dávkového příkonu probíhá na 15 měřicích místech, výsledky z nich jsou zveřejňovány na webu EPA a aktualizovány 1x za hodinu.

Obsah radionuklidů v ovzduší je zjišťován měřením aktivity aerosolů (naměřené hodnoty ovšem nejsou dostupné na webu) a měřením aktivity atmosférických spadů (naměřené hodnoty také nejsou dostupné na webu).

Měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích je prováděno ve vzorcích pitné vody, mléka, smíšené stravy, potravin, ryb a korýšů a mořských řas. Údaje z těchto druhů monitorování jsou dostupné na geoportálu EPA.

V rámci měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, probíhá v Irsku monitorování vzorků povrchové vody (mořské) a sedimentů. Data z obou druhů monitorování jsou dostupná na geoportálu EPA.

Nebyly nalezeny informace o monitorování okolí jaderných zařízení na území Irska.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování na irském území.

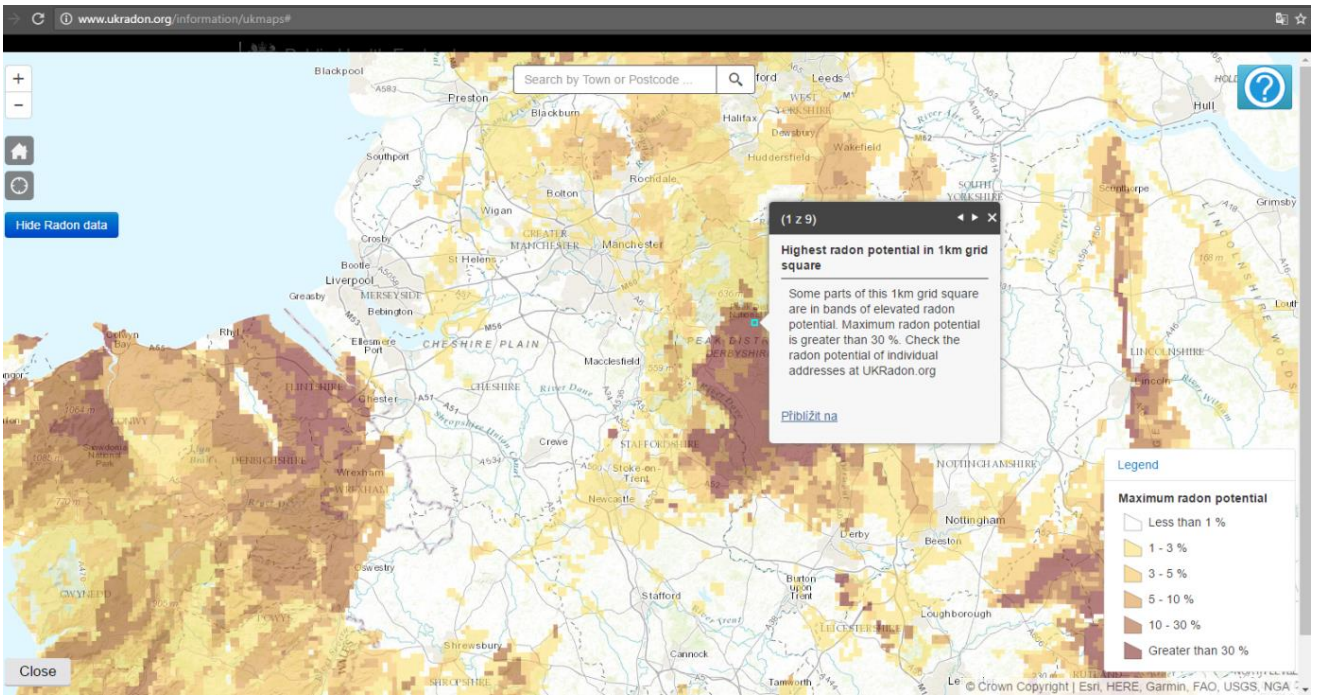
Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radioaktivity v lidském těle (vnitřní kontaminace osob radionuklidy - naměřené hodnoty však nebyly nalezeny) a měření radonu v obydlích (http://www.radontesting.ie/, http://www.radonireland.com/).

Celkový počet obyvatel v Irsku (v r. 2016 – dle europa.eu) je 4 724 720 a rozloha území 69 797 km^2, tj. 1 sonda SVZ na cca 314 981 obyvatel či 1 sonda na 4 653 km^2.

3.6.4 Spojené království Velké Británie a Severního Irska

Informace o radiační situaci ve Spojeném království jsou dostupné z: https://www.gov.uk/topic/health-protection/radiation.

Informace o radonu na území Spojeného království, jsou dostupné z: http://www.ukradon.org/. Mapa Spojeného království, zobrazující radonový potenciál území (obr. 44), je dostupná z: http://www.ukradon.org/information/ukmaps.



Obrázek 44: Radonový potenciál ve Spojeném království Velké Británie a Severního Irska
zdroj: http://www.ukradon.org/information/ukmaps

Popis mapy:

- nelze volit podklad (lze pouze zobrazovat/skrývat radonový potenciál území)
- lze libovolně zoomovat (přibližovat/oddalovat) a posouvat

- k dispozici nápověda, legenda (barevné odstupňování do 6 kategorií dle radonového potenciálu oblasti), vyhledávání dle PSČ a polohy GPS.

Data:

- zobrazena v mapě
- aktualizace nezjištěna.

Jazyk:

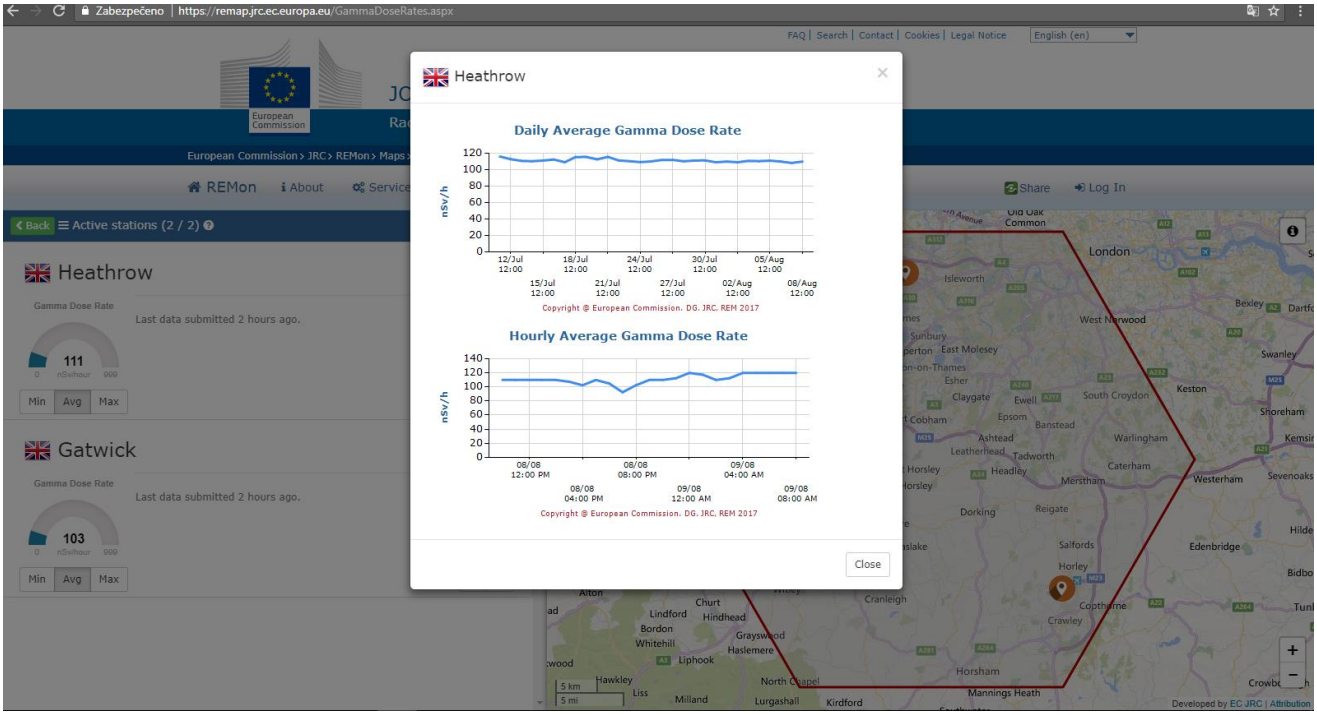
- pouze angličtina!

Další kritéria:

- přehlednost, jednoduchost.

Monitorované položky dostupné na webu

Nebyly nalezeny žádné konkrétní informace o kontinuálním monitorování dávkového příkonu ve Spojeném království! Nicméně aktuální hodnoty dávkového příkonu z mnoha měřicích míst na území Spojeného království, nalezneme v evropské databázi EURDEP (obr. 45).



Obrázek 45: Dávkový příkon ve Spojeném království – detail měřicího místa Heathrow (EURDEP) zdroj: https://remap.jrc.ec.europa.eu/GammaDoseRates.aspx

Informace o měření obsahu radionuklidů v ovzduší, ani o případném počtu odběrových míst (měření aktivity aerosolů a měření aktivity atmosférických spadů) nebyly nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v potravních řetězcích nebyly na webu nalezeny.

Informace o měření obsahu radionuklidů v životním prostředí, nebyly na webu nalezeny.

Nebyly nalezeny informace o monitorování okolí jaderných zařízení na území Spojeného království.

Nebyly nalezeny informace o tzv. monitorování po trase (pozemním monitorování) a leteckém monitorování.

Další výsledky monitorování radiační situace jsou získávány z měření radonu v obydlích (dostupném z: http://www.ukradon.org/information/ukmaps).

Celkový počet obyvatel ve Spojeném království (v r. 2016 – dle europa.eu) je 65 382 556 a rozloha území 248 528 km^2. Nebyl zjištěn počet sond SVZ, proto nebyla vypočítána hustota sítě SVZ, vztažená na počet obyvatel a na km^2.

4. Diskuse

Všechny položky radiačního monitorování, jež byly posuzovány v této práci (viz Výsledky), jsou znázorněny v tab. 1. Bylo porovnáváno, které státy Evropy tyto položky monitorovaly a které nikoliv a zároveň bylo při tvorbě tab. 1 bráno v potaz, zda byly údaje, získávané z těchto měření, zveřejňovány jednotlivými zeměmi na internetu.

Znamená to, že když některý ze států jednu z posuzovaných položek monitoroval a zároveň zveřejňoval získaná data na internetu, byl mu v tab. 1 přiřazen parametr ANO. Když ovšem posuzovanou položku monitoroval, ale na internetu naměřená data neprezentoval, byl mu v tab. 1 přiřazen parametr NE. Z toho vyplývá, že státům, které posuzovanou položku nemonitorují vůbec, byl také přiřazen parametr NE. Jednotlivé státy byly v tab. 1 řazeny dle pořadí, v jakém byly prezentovány v části Výsledky.

V tab. 1 je jasně patrné, že není mnoho zemí, které by zveřejňovaly veškerá porovnávaná data z radiačního monitorování. Některé státy zřejmě z různých důvodů nechtějí dávat tyto údaje volně k dispozici. Další země tato monitorování neprovádějí vůbec, ať už z důvodu zanedbatelnosti daného radiačního nebezpečí, nebo z důvodu vysokých finančních nákladů na provoz a údržbu monitorovacích systémů.

Tab. 2 znázorňuje geografické údaje jednotlivých posuzovaných států (počet obyvatel, rozloha území v km^2), dále počet sond SVZ na území většiny států, s výjimkou Ruska a Spojeného království Velké Británie a Severního Irska, u kterých se nepodařilo zjistit, kolik měřicích míst SVZ provozují. V dalších sloupcích tab. 2 je pak znázorněna hustota sítě SVZ, vztažená na počet obyvatel a rozlohu v km^2. V posledním sloupci je číslovkou znázorněno pořadí států, dle hustoty SVZ, vztažené na rozlohu území státu (km^2).

Tabulka 1: Monitorované položky v jednotlivých státech Evropy

Monitorované položky: / Státy:	Dávkový příkon	Aerosoly	Atmos. spady	Potravní řetězce	Životní prostředí	Jaderná zařízení	Monitor. po trase	Letecké monitor.	Něco navíc?
Česká republika	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Maďarsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Německo	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Polsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Rakousko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
Slovensko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Slovinsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Švýcarsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Finsko	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Island	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Litva	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Norsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Švédsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Bělorusko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Rusko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Ukrajina	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Bulharsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Chorvatsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Řecko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Srbsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Turecko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Španělsko	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
Belgie	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO
Francie	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	ANO
Irsko	ANO	NE	NE	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE
Spoj. království	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	ANO

zdroj: experiment

Tabulka 2: Hustota SVZ v jednotlivých státech Evropy

Parametry: / Státy:	Počet obyvatel	Rozloha (km^2)	Počet sond SVZ	1 sonda SVZ/x obyv.	1 sonda/x km^2	Pořadí států (dle hustoty SVZ/km^2)
Česká republika	10 578 820	78 866	71	148 997	1111	**7.**
Maďarsko	9 830 485	93 011	130	75 619	715	**6.**
Německo	82 175 684	357 376	1 703	48 253	210	**2.**
Polsko	37 967 209	312 679	9	4 218 579	34 742	**24.**
Rakousko	8 690 076	83 879	300	28 967	280	**4.**
Slovensko	5 426 252	49 035	21	258 393	2 335	**12.**
Slovinsko	2 064 188	20 273	78	26 464	260	**3.**
Švýcarsko	8 372 098	41 285	71	117 917	581	**5.**
Finsko	5 487 308	338 440	255	21 519	1 327	**8.**
Island	334 252	103 125	4	83 563	25 781	**23.**
Litva	2 888 558	65 286	16	180 535	4 080	**14.**
Norsko	5 232 929	385 199	33	158 574	11 673	**20.**
Švédsko	9 851 017	438 574	28	351 822	15 663	**22.**
Bělorusko	9 507 120	207 600	45	211 269	4 613	**15.**
Rusko	144 342 396	17 075 400	-	-	-	-
Ukrajina	45 004 645	603 700	41	1 097 674	14 724	**21.**
Bulharsko	7 153 784	110 370	59	121 251	1 871	**11.**
Chorvatsko	4 190 669	56 594	33	126 990	1 715	**10.**
Řecko	10 783 748	131 957	24	449 323	5 498	**17.**
Srbsko	7 057 412	88 361	9	784 157	9 818	**18.**
Turecko	79 512 426	780 580	193	411 981	4 044	**13.**
Španělsko	46 445 828	505 944	45	1 032 130	11 243	**19.**
Belgie	11 311 117	30 528	200	56 556	153	**1.**
Francie	66 759 950	633 187	420	158 952	1 508	**9.**
Irsko	4 724 720	69 797	15	314 981	4 653	**16.**
Spoj. království	65 382 556	248 528	-	-	-	-

zdroj: experiment

Z tab. 1 je zřejmé, že nejlépe zpracovanou veřejně přístupnou databázi aktuálních radiačních údajů, provozuje ČR. Data z monitorování radiační situace na území ČR jsou shromažďována v aplikaci MonRaS. Slouží pro hodnocení radiační situace na našem území, pro potřeby sledování a posuzování stavu ozáření obyvatel a v případě radiační havárie, pro rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení nebo odvrácení ozáření. Program poskytuje uživatelům rychlou a přehlednou informaci o aktuální radiační situaci na území České republiky a současně umožňuje pracovat i s historickými daty, která byla do aplikace převedena z původního systému IS RMS.

Další zemí, která prezentuje velké množství dat z radiačního monitorování, je Francie. Na několika webech poskytuje údaje z většiny posuzovaných radiačních měření, ve velice dobře zpracovaných aplikacích. Jedinou výraznou nevýhodou je fakt, že jsou tyto weby pouze ve francouzštině.

Třetí nejlépe zpracovanou aplikaci provozuje na svých webových stránkách Finsko. Jedná se o databázi STUK, která je velmi pěkně zpracována po grafické stránce a zároveň nabízí dostatek informací o aktuální radiační situaci na svém území.

5. Závěr

Využívání zdrojů ionizujícího záření (IZ) s sebou v praxi (průmysl, medicína, věda a výzkum a specificky energetika - jaderná zařízení) přináší riziko ztráty kontroly nad těmito zdroji, což může vést k mimořádnému ozáření pracovníků provádějících činnosti vedoucí k ozáření, ke znečištění životního prostředí v důsledku rozptylu radioaktivních látek a tedy i k ozáření veškerého obyvatelstva a následným zdravotním poškozením. V případě radiační nebo jaderné havárie je ochrana obyvatelstva a životního prostředí klíčovým úkolem havarijního managementu a havarijního plánování. Zároveň v současné době opět narůstá i riziko teroristických činů, spojených s využitím jaderných zbraní.

Ve struktuře havarijního plánování a managementu je spojovacím článkem, mezi havarijní odezvou a připraveností, havarijní monitorování. Hlavním cílem havarijního monitorování je pak získání informací vedoucích k potvrzení nebo změně rozhodnutí o okamžitých ochranných opatřeních, zavedených na základě modelové klasifikace havárie a zavedení následných nebo doplňujících ochranných opatření. Schopnost zahájit rychlé, přesné a smysluplné monitorování reálné radiační situace v životním prostředí, je základem efektivní a kvalitní havarijní odezvy. Tato schopnost je přímo úměrná úrovni zabezpečení strategie monitorování ve všech státech Evropy.

Zveřejňování dat z monitorování radiační situace je nezbytné jak pro odbornou, tak laickou veřejnost, a to z důvodu připravenosti či rychlé odezvy bezpečnostních orgánů i veškerého obyvatelstva na případné zvýšení úrovně radiace v prostředí. Z tohoto důvodu je nutné, aby byly radiační údaje zveřejňovány v co možná nejsrozumitelnější podobě, i pro laickou veřejnost. V současné době je nejsnazším způsobem rychlého získání aktuálních radiačních dat z různých států, návštěva webové stránky evropské databáze EURDEP, shromažďující data z cca 5 000 měřicích míst, z 39 zemí.

6. Seznam informačních zdrojů

1. *Agencija za zaštitu od jonizujućih zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije* [online]. Beograd: Agencija za zaštitu od jonizujućih zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.srbatom.gov.rs/

2. BARNIER, M., 2008, Správa o jednotke civilnej ochrany pre EÚ: Európska pomoc http://ec.europa.eu/commission_barroso/president/pdf/rapport_barnier_en.pdf

3. BENEŠ, J. 1974. *Radioaktivní zamoření biosféry*. Praha: Academia, 1974. 83 s.

4. BERGER, M. et.al. 1991. *Černobyl v nás a dnes*. Martin: ENVIRO, 1991. 102 s.

5. *BMLFUW* [online]. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://www.bmlfuw.gv.at/

6. BUČINA, L. - DRÁBOVÁ, D. - FOJTÍK, P. - FOJTÍKOVÁ, I. et al., 1998: Zpráva o radiační situaci na území České republiky v roce 1998 , Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Státní ústav radiační ochrany.

7. *BULGARIAN NUCLEAR REGULATORY AGENCY* [online]. Sofia: Bulgarian Nucear Regulatory Agency (BNRA), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.bnra.bg/

8. *CSN* [online]. Madrid: Consejo de seguridad nuclear (CSN), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://www.csn.es/

9. DALOŠ, A., *Nebezpečné látky a ekologické havárie*, Žilina, EDIS, 2003.

10. DRAHOŠOVÁ, Ľ., KOŠTIAL, J. Umelá rádioaktivita v životnom prostredí. II. ročník konferencie Rádioaktivita v životnom prostredí, Spišská Nová Ves, 2000, s. 87-90.

11. DRÁBKOVÁ, A. *Historie radiační ochrany v ČR, 10 let Státního ústavu radiační ochrany 1995-2005*. 1. vyd. Praha : VIVAS PREPRESS a.s., 2006. 83 s. ISBN 80-239-6594-8.

12. *DZRNS* [online]. Zagreb: Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost (DZRNS), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://cms.dzrns.hr/

13. *EEAE* [online]. Attiki: Ellinikí Epitropí Atomikís Enérgeias (EEAE), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://eeae.gr/

14. *ENERGOATOM* [online]. Kyiv: NNEGC Energoatom, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.energoatom.kiev.ua/

15. *EPA* [online]. Wexford: Environmental Protection Agency (EPA), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.epa.ie/

16. *FANC* [online]. Brussel: Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.fanc.fgov.be/

17. GEISLAVARNIR RÍKISINS [online]. Reykjavík: Geislavarnir ríkisins, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://gr.is/

18. *GOV.UK* [online]. London: Crown Copyright, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://www.gov.uk/

19. HÁLA, J. 1998. *Rádioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. 1.vyd. Brno: Konvoj, 1998. 310 s. ISBN 80-85615-56-8.

20. HINCA, R. 2006. *Radiačná bezpečnosť a ochrana pred žiarením*. Bratislava: STU, 2006. 187 s.

21. *Ignalinos AE* [online]. Visagino: VĮ Ignalinos atominė elektrinė, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.iae.lt/

22. *IRSN* [online]. Fontenay-aux-Roses: Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.irsn.fr/

23. JANÁSEK, D. – SVETLÍK, J. 2005. *Radiačná, chemická a biologická ochrana*. Žilina: EDIS, 2005. 129 s. ISBN: 80-8070-431-7.

24. JANDL, J. - PETR, I. 1988. *Ionizující záření v životním prostředí*. Praha: STNL, 1988. 129 s.

25. *JOINT RESEARCH CENTRE Radioactivity Environmental Monitoring* [online]. Ispra Varese: Joint Research Centre (JRC), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://remap.jrc.ec.europa.eu/

26. KLENER, V. et.al. 2000. *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnosť. 2000. 619 s. ISBN: 80-238-3703-6.

27. KOLEKTIV AUTORŮ. Principy a praxe radiační ochrany. 1. vydání. Praha: Azin CZ. 2000. ISBN 80-238-3703-6.

28. MAREK, J. et.al. 1987. *Jaderná energetika, člověk a životní prostředí*. Praha: Panorama, 1987. 126 s.

29. MELICHEROVÁ, T. a kol. Záverečná ročná správa čiastkového monitorovacieho systému. Rádioaktivita životného prostredia 2012. SHMÚ Bratislava. 2013.

30. *Miljömål.se* [online]. Stockholm: Naturvårdsverket, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.miljomal.se/

31. *Nationale Alarmzentrale* [online]. Zürich: Nationale Alarmzentrale, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://www.naz.ch/

32. *ODL - INFO Radioaktivität in Deutschland* [online]. Berlin: Bundesamt für Strahlenschutz, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://odlinfo.bfs.de/

33. *Országos Meteorológiai Szolgálat* [online]. Budapest: Országos Meteorológiai Szolgálat, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.met.hu/

34. *Państwowa Agencja Atomistyki* [online]. Warszawa: Państwowa Agencja Atomistyki, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.paa.gov.pl/

35. *RADIATION - ENVIRONMENTAL MONITORING* [online]. Minsk: The Republican Center for Hydrometeorology, Radiation Control and Environmental Monitoring, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://rad.org.by/

36. *RNM* [online]. Fontenay-aux-Roses: Réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://www.mesure-radioactivite.fr/

37. *ROSATOM* [online]. Moskva: The State Atomic Energy Corporation ROSATOM, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.rosatom.ru

38. SINGER, J., HEŘMANSKÁ, J. Principy radiační ochrany. České Budějovice. Jihočeská univerzita. Zdravotně sociální fakulta. 2004.

39. *Slovenský hydrometeorologický ústav* [online]. Bratislava: Slovenský hydrometeorologický ústav, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.shmu.sk/

40. *Statens strålevern (NRPA)* [online]. Østerås: Statens strålevern, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.nrpa.no/

41. *STUK* [online]. Helsinki: Säteilyturvakeskus (STUK), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.stuk.fi/

42. *SÚJB* [online]. Praha: Státní úřad jaderné bezpečnosti (SÚJB), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/

43. *SÚRO* [online]. Praha: Státní ústav radiační ochrany (SÚRO), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://www.suro.cz/

44. *Státní ústav radiační ochrany.* 2000
Dostupný z www: http://www.suro.cz/cz/rms/pitne-vody-a-pozivatiny/radionuklidy-v-pitne-vode- pozivatinach/

45. ŠÁRO, Š. - TÖLGYESSY, J. 1985. *Rádioaktivita prostredia*. Bratislava: Alfa, 1985.304 s.

46. ŠVOLÍK, Š. 1997. *AE Mochovce*. Trnava: VÚJE, 1997. 233 s.

47. TOMSA, Jan. *Základy ionizujícího záření* [přednáška k předmětu Biofyzika, obor Všeobecné lékařství, 2. LF UK]. Praha. 27.11.2012.

48. *TÜRKIYE ATOM ENERJISI KURUMU* [online]. Ankara: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.taek.gov.tr/

49. *UKradon* [online]. London: Crown Copyright, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.ukradon.org/

50. ULLMAN, V. *Radiační ochrana při práci se zdroji ionizujícího záření* Dostupné z: http://astronuklfyzika.cz/RadOchrana.htm

51. *Uprava RS za jedrsko varnost* [online]. Ljubljana: Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.ursjv.gov.si/

52. *VATESI* [online]. Vilnius: Valstybinė atominės energetikos saugos inspekcija (VATESI), 2017 [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: http://www.vatesi.lt/

53. VÚJE, 1997. Dozimetria a ochrana pred ionizujúcim žiarením. Trnava: VÚJE 1997. 231 s.

54. Vyhláška č. 319/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů: 2002. o funkci a organizaci celostátní radiační monitorovací sítě. Praha: SÚJB, 2002.

55. Vyhláška č. 359/2016 Sb., *o podrobnostech k zajištění zvládání radiační mimořádné události*, 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 143, dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-359.

56. WHICKER, W. 1995. *Enviromental Impact of Radioactive Releases*. Austria: IAEA, 1995. 395 s. ISBN 92-0-104495-X.

57. Zákon č. 263/2016 Sb., *Zákon atomový zákon*, 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 102, dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263.

58. Zpráva o výsledcích činnosti SÚJB při výkonu státního dozoru nad jadernou bezpečností jaderných zařízení a radiační ochranou za rok 2007. Praha (CZ): SÚJB, 2008.

7. Seznam tabulek a obrázků

Seznam tabulek

Tabulka 1: Monitorované položky v jednotlivých státech Evropy 103
Tabulka 2: Hustota SVZ v jednotlivých státech Evropy 104

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa EURDEP (2017) 30
Obrázek 2: Mapa EURDEP – detail měřicího místa Temelín – ČR 31
Obrázek 3: Mapa EURDEP – koncentrace uranu v půdě (mg/kg) 32
Obrázek 4: Mapa MonRaS – SVZ (2017) 35
Obrázek 5: Mapa MonRaS – SRKO Týn nad Vltavou (SVZ) 36
Obrázek 6: Dávkový příkon v Maďarsku (2017) 38
Obrázek 7: Měřicí místa ve spolkové zemi Berlín 40
Obrázek 8: Měřicí místa v Německu 41
Obrázek 9: Měřicí místa v Německu – detail stanice Waldsassen 42
Obrázek 10: Dávkový příkon v Polsku 44
Obrázek 11: Dávkový příkon v Rakousku + detail měřicího místa Laa/Thaya 46
Obrázek 12: Dávkový příkon na Slovensku – SHMÚ (2017) 49
Obrázek 13: Dávkový příkon ve Slovinsku + detail měřicího místa Podcetrtek 51
Obrázek 14: Monitorovací místa ve Švýcarsku 53
Obrázek 15: Dávkový příkon ve Švýcarsku (2017) 53
Obrázek 16: Dávkový příkon ve Finsku (2017) 56
Obrázek 17: Dávkový příkon na Islandu (2017) – měřicí místa 59
Obrázek 18: Dávkový příkon na Islandu – měřicí místo Reykjavík 59
Obrázek 19: Dávkový příkon v Litvě (2017) 61
Obrázek 20: Měření dat v okolí Ignalinské jaderné elektrárny 62
Obrázek 21: Dávkový příkon v Norsku (2017) 64
Obrázek 22: Dávkový příkon ve Švédsku (2017) 66
Obrázek 23: Dávkový příkon v Bělorusku (2017) 68
Obrázek 24: Radiační monitorovací stanice v Bělorusku (2017) 69
Obrázek 25: Dávkový příkon v Rusku (2017) 71
Obrázek 26: Dávkový příkon v Rusku - detail měřicího místa 71
Obrázek 27: Dávkový příkon na Ukrajině (2017) 73

Obrázek 28: Dávkový příkon v Bulharsku (2017) 75
Obrázek 29: Dávkový příkon v zóně havarijního plánování JE Kozloduj a v Sofii - systém „Katrin“ 77
Obrázek 30: Dávkový příkon v Chorvatsku + detail měřicího místa Batina 78
Obrázek 31: Dávkový příkon v Řecku (2017) 81
Obrázek 32: Dávkový příkon a srážkové úhrny v Srbsku (2017) 83
Obrázek 33: Dávkový příkon v Turecku (2017) 85
Obrázek 34: Dávkový příkon v Turecku – detail stanice Konya 86
Obrázek 35: Dávkový příkon ve Španělsku (2017) 88
Obrázek 36: Monitorování radiační situace ve Španělsku (2006-2015) 90
Obrázek 37: Dávkový příkon v Belgii (2017) 91
Obrázek 38: Dávkový příkon v Belgii – detail měřicího místa Brusel 92
Obrázek 39: Monitorování radiační situace ve Francii (IRSN) 94
Obrázek 40: Dávkový příkon ve Francii (TELERAY) – detail měřicího místa Brest .. 94
Obrázek 41: Národní síť pro měření radioaktivity v životním prostředí (RNM) – Francie 95
Obrázek 42: Monitorovací stanice v Irsku (2017) 97
Obrázek 43: Dávkový příkon v Irsku - detail měřicího místa Dundalk 98
Obrázek 44: Radonový potenciál ve Spojeném království Velké Británie a Severního Irska 100
Obrázek 45: Dávkový příkon ve Spojeném království – detail měřicího místa Heathrow (EURDEP) 101

8. Seznam použitých zkratek

JE	Jaderná elektrárna
RMS	Radiační monitorovací systém
ČR	Česká republika
SÚJB	Státní úřad jaderné bezpečnosti
RC SÚJB	Regionální centrum Státního úřadu jaderné bezpečnosti
SÚRO	Státní úřad radiační ochrany
SVZ	Síť včasného zjištění
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
MMKO	Měřicí místo kontaminace ovzduší
TDS	Teledozimetrický systém
JZ	Jaderné zařízení
IZ	Ionizující záření
ZIZ	Zdroje ionizujícího záření
RDPO	Registr držitelů povolení a ohlašovatelů
RMU	Radiační mimořádná událost
RN	Radiační nehoda
RH	Radiační havárie
IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA – International Atomic Energy Agency)
EURATOM	Evropské společenství pro atomovou energii (EURATOM – European Atomic Energy Community)
EU	Evropská unie
EURDEP	Evropská databáze radiačního monitorování (EURDEP – European Union Radiation Data Exchange Platform)
EC JRC	Odborné a technické středisko Evropské komise (EC JRC – European Commission Joint Research Centre)
MIC	Monitorovací a informační středisko Evropské unie (MIC – Monitoring and Information Centre)
MonRaS	Monitorování radiační situace – databáze České republiky
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav