



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Studies

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta
Katedra radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Diplomová práce

Srovnání znalostí laické a odborné veřejnosti z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva

Vypracovala: Bc. Miroslava Bartoňová
Vedoucí práce: Doc. RNDr. Přemysl Záškodný, CSc.

České Budějovice 2014

Abstrakt

Srovnání znalostí laické a odborné veřejnosti z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva

Základním cílem práce bylo dosáhnout srovnání znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva u laické a odborné veřejnosti. Tato myšlenka vychází z předpokladu možné existence mimořádných událostí s výskytem ionizujícího záření a z tohoto důvodu je nutné školení specialistů pro tyto případy. Tito odborníci by měli mít znalosti jaderné fyziky širší než běžné laické obyvatelstvo. Tato problematika nebyla doposud u laické a odborné veřejnosti zkoumána, stejně tak nebyla provedena komparace dvou uvedených souborů.

Dalším cílem této práce bylo vytvoření struktury základů jaderné fyziky ve vzdělávání pracovníků v ochraně obyvatelstva. K tomuto účelu byla autorkou práce sestaven model jaderné fyziky odrážející základní znalosti jaderné fyziky, který vycházel z analýzy studijních programů základních složek IZS. Byly prozkoumány formy studia vysokoškolských programů ochrany obyvatelstva, příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR, vysokoškolského studijního oboru Zdravotnický záchranář a pracovníků Útvaru pro odhalování organizovaného zločinu Policie ČR a také Celní správy. Největší předpokládaný rozsah znalostí analýza ukázala u techniků chemické služby HZS ČR (tzv. chemiků), kteří jsou v kurzech odborně školeni v nakládání s nebezpečnými látkami i zdroji ionizujícího záření. Tito příslušníci se stali sledovanou odbornou veřejností statistického šetření této diplomové práce. Laickou veřejnost představovaly osoby ze sociálního okolí autorky této práce, jednalo se tedy o nereprezentativní vzorek laické veřejnosti.

Dále byla využita teorie kurikulárního procesu fyziky, jejíž aplikace posloužila k vytvoření alternativního testu z jaderné fyziky, který byl pokládán respondentům. Položené dotazníky vyplnilo 52 techniků chemické služby HZS ČR z různých částí republiky a 50 osob laické veřejnosti. Je třeba poznamenat, že dotazník byl vytvářen

z hlediska přípravy techniků chemické služby HZS ČR, v níž má jaderná fyzika pouze podpůrnou roli.

Mezi cíle práce také patřilo následné statistické vyhodnocení aplikovaných testů znalostí z jaderné fyziky. K ověřování byly používány především testy neparametrických a parametrických hypotéz. U teoretického rozdělení znalostí u odborné veřejnosti se předpokládala existence Poissonova rozdělení (tzv. rozdělení „vzácných případů“) a teoretické rozdělení při šetření laické veřejnosti by mělo být blízké normálnímu rozdělení. Také byl šetřen rozdíl mezi znalostmi laiků a odborníků.

Pro splnění definovaných cílů této práce byly stanoveny 3 hypotézy, k jejichž ověřování byly využity metody deskriptivní a matematické statistiky. Hypotézy byly vytyčeny následovně:

H1. Teoretické rozdělení znalostí u laické veřejnosti bude blízké normálnímu rozdělení.

H2. Teoretické rozdělení znalostí u odborné veřejnosti nebude mít normální rozdělení.

H3. Srovnání znalostí u obou veřejností pomocí parametrických testů povedou k přijetí alternativní hypotézy.

Všechny 3 vymezené hypotézy byly statistickým šetřením ověřeny a pozitivně přijaty.

Uvedené testování ovšem neukazuje schopnosti či neschopnosti testovaných odborníků v provádění praktických úkonů spojených s výkonem jejich povolání. V této diplomové práci se jednalo pouze o zjišťování teoretických znalostí z jaderné fyziky, které vychází z teoretického předpokladu, že specialisté řešící nežádoucí události s výskytem ionizujícího záření prochází mnoha různými specializačními kurzy, které obsahují i seznámení s teorií jaderné fyziky. Vzhledem k jejich celoživotnímu vzdělávání by měli mít znalostí této problematiky obsáhlejší než laici, kteří tuto oblast studovali maximálně na základní či střední škole. Tento předpoklad byl formou ověření vytyčených hypotéz v této diplomové práci ověřen.

KLÍČOVÁ SLOVA

Jaderná fyzika, kurikulární proces fyziky, ochrana obyvatelstva, laická veřejnost, odborná veřejnost – technik chemické služby HZS ČR, statistické metody

Abstract

Comparison of knowledge of laical and expert community from nuclear physics for protection of inhabitants

The primary objective of this thesis was to achieve comparison of knowledge of nuclear physics for population protection between general and professional public. This idea is based on the assumption of the possible existence of extraordinary events with occurring ionizing radiation and for this reason it is necessary to train specialists for the eventuality of these cases. These professionals should have wider knowledge of nuclear physics than general lay population. This issue has not been examined with lay and professional public yet, as well as there has been no comparison of the two listed groups.

Another objective of this thesis was to structure the basics of nuclear physics for workers in civil protection training. For this purpose, the author of this work created a model of nuclear physics, reflecting the basic knowledge of nuclear physics, based on the analysis of the curricula for the IRS. The author explored the forms of studies of university program for the public protection, of members of the Fire and Rescue Service, of university study program for paramedics, of staff of the Anti-organised crime department of Police of the Czech Republic and of the Customs Administration. The analysis showed the widest expected range of knowledge at the technicians of the Chemical Service of the Fire Rescue Service of the Czech republic (the chemist), who are professionally trained in the handling of hazardous substances and ionizing radiation sources. These members have become the monitored representatives for the professional community in the survey of this thesis. Lay general public was represented by people from the social circle of the author of this work, i.e. they were an unrepresentative sample of the general public.

The theory of physics curricular process was also used, the application of which served to create an alternative test from nuclear physics, which was presented to the respondents. The questionnaires were filled in by 52 technicians of the Chemical

Service of the Fire Rescue Service of the Czech republic from different parts of the country and by 50 people of the lay public. It should be noted that the questionnaire was created considering the training of the technicians of the Chemical Service, in which nuclear physics has only a supporting role.

One of the objectives of the thesis also included the subsequent statistical evaluation of the applied tests of the knowledge of nuclear physics. For validating mainly the non-parametric and parametric hypotheses tests were used. For the theoretical division of knowledge among professionals the existence of the Poisson distribution (the distribution of "rare" cases) was assumed and the theoretical division of investigating the general public should be close to a normal distribution. Also the difference between the knowledge of laymen and experts was investigated.

To meet the defined objectives of this work three hypotheses were set, for their verification the methods of descriptive and mathematical statistics were used. Hypotheses were set as follows:

- H1. Theoretical distribution of knowledge among the general public will be close to normal distribution.
- H2. Theoretical distribution of knowledge among professionals will not have a normal distribution.
- H3. Comparison of knowledge in both groups by using the parametric tests will lead to the adoption of alternative hypothesis.

All three defined hypotheses were verified via statistical survey and accepted positively.

The test, however, does not show the ability or inability of the tested experts to carry out practical tasks associated with their profession. This thesis only aimed to discover theoretical knowledge of nuclear physics, which is based on the theoretical assumption that specialists dealing with adverse events with occurring ionizing radiation pass through a variety of specialized courses that include introduction to the theory of nuclear physics. Because of their lifelong education they should have more extensive knowledge of the subject than laymen who have studied this field in

elementary or secondary school at maximum. This assumption was verified by the means of verifying the outlined hypotheses in this thesis.

KEYWORDS

Nuclear Physics, Physics curricular process, protection of the population, lay general public, professional public technicians of the Chemical Service of the Fire Rescue Service of the Czech republic, statistical methods

Prohlášení

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové 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 kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 11. 8. 2014

.....

Bc. Miroslava Bartoňová

Poděkování

Na tomto místě bych především ráda poděkovala své rodině za roky nekonečné podpory během mých studií i v soukromém životě.

Také bych ráda poděkovala panu doc. RNDr. Přemyslu Záškodnému, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za laskavý přístup, motivaci, podporu, spolupráci a poskytnutí několika životních příležitostí.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	11
ÚVOD	12
1. TEORETICKÁ ČÁST	16
1.1 Ochrana obyvatelstva	16
1.1.1 Typologie mimořádných událostí a krizových stavů	17
1.1.2 Způsob řešení mimořádných událostí, krizových stavů a jaderná bezpečnost	21
1.1.3 Institucionální zastřešení ochrany obyvatelstva	24
1.2 Vzdělávání pracovníků ochrany obyvatelstva v oblasti jaderné fyziky	25
1.2.1 Znalosti z jaderné fyziky pracovníků ochrany obyvatelstva vyplývající z obecných dokumentů	25
1.2.2 Studijní programy ochrany obyvatelstva - vazba na jadernou fyziku	26
1.2.3 Studijní programy základních složek IZS – vazba na jadernou fyziku	28
1.3 Jaderná fyzika	34
1.3.1 Fyzika elementárních částic	35
1.3.2 Atomové jádro	36
1.3.3 Radioaktivní záření	36
1.3.4 Rozpadový zákon	38
1.3.5 Základní veličiny a jednotky jaderného záření	39
1.3.6 Interakce mezi zářením a hmotou	40
1.3.7 Detekce a dozimetrie jaderného záření	41
1.4 Kurikulární proces fyziky	42

1.5 Statistika ve výzkumu	48
1.5.1 Popis metod deskriptivní statistiky	48
1.5.2 Popis metod matematické statistiky	51
2. HYPOTÉZY A METODIKA VÝZKUMU	62
2.1 Hypotézy	62
2.2 Metodika výzkumu	62
3. VÝSLEDKY	67
3.1 Konstrukce dotazníku	67
3.2 Výsledky statistického šetření	67
3.2.1 Statistické šetření znalostí z jaderné fyziky u laické veřejnosti	67
3.2.2 Statistické šetření znalostí z jaderné fyziky u odborné veřejnosti.....	73
3.3 Dvojvýběrové parametrické testování	80
4. DISKUSE.....	82
4.1 Rozbor otázek dotazníku	82
4.2 Diskuse k vymezeným hypotézám	83
4.3 Diskuse k místu jaderné fyziky v přípravě odborných pracovníků v ochraně obyvatelstva	85
5. ZÁVĚR	87
6. SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	89
7. SEZNAM TABULEK.....	98
8. PŘÍLOHY.....	100

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	- Česká republika
HP	- Havarijní plán
HZS	- Hasičský záchranný sbor
CHL	- Chemická laboratoř
IMZ	- Instrukčně metodické zaměstnání
IOO	- Institut ochrany obyvatelstva
IZS	- Integrovaný záchranný systém
JPO	- Jednotka požární ochrany
KI	- Kritická infrastruktura
KP	- Krizový plán
KŘ	- Krizové řízení
KS	- Krizový stav
MU	- Mimořádná událost
MV – GŘ HZS ČR	- Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru České republiky
OO	- Ochrana obyvatelstva
ORP	- Obec s rozšířenou působností
PČR	- Policie České republiky
PKP	- Plán krizové připravenosti
SDH	- Sbor dobrovolných hasičů
SÚJB	- Státní ústav pro jadernou bezpečnost
ZHP	- Zóna havarijního plánování
ZIZ	- Zdroj ionizujícího záření
ZZS	- Zdravotnická záchranná služba

ÚVOD

Diplomová práce zkoumá problém srovnání znalostí laické a odborné veřejnosti z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva. K řešení vymezeného problému je zapotřebí vymezit několik základních pojmů. Mezi tyto pojmy především patří:

- 1) Vymezení pojmu laické veřejnosti a odborné veřejnosti.
- 2) Vymezení struktury jaderné fyziky ve vazbě na řešení mimořádných událostí a vzdělávání odborníků v ochraně obyvatelstva.
- 3) Výběr srovnávací metody pro komparaci znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva u laické a odborné veřejnosti.

Ad 1) Výběr odborné veřejnosti bude proveden z řad pracovníků Hasičského záchranného sboru České republiky – odbornou veřejností byli pro tento výzkum technici chemické služby, chemici, kteří jsou speciálně školeni pro zabezpečování radiační ochrany při provádění zásahu v místech s nebezpečím ozáření zdroji ionizujícího záření. Reprezentativní výběr laické veřejnosti převyšuje možnosti autorky diplomové práce. Z toho důvodu dojde k nahrazení reprezentativního vzorku laické veřejnosti respondenty ze sociálního okolí autorky této diplomové práce. Uvedený nereprezentativní vzorek bude zahrnovat respondenty, z nichž žádný neprošel jakoukoli formou profesionálního vzdělání v jaderné fyzice.

Ad 2) Vymezení struktury jaderné fyziky bude možné díky analýze místa fyziky a jaderné fyziky ve vzdělávání pracovníků ochrany obyvatelstva v České republice a to především u pracovníků základních složek IZS. Ke zjištění potřebných informací bude nutné provést analýzu vzdělávání odborníků specializujících se na řešení mimořádných událostí radiačního charakteru. Teoretickým základem se stane teorie kurikulárního procesu fyziky, jež popisuje předávání vědeckého obsahu fyziky budoucím odborníkům na řešení nežádoucích událostí v průběhu jejich přípravy. Kurikulární proces tvoří různé formy kurikula, z těchto forem kurikula bude pro popis

vědeckého obsahu jaderné fyziky (přístupného posluchačům kurzů o radiační ochraně, jejichž součástí je i jaderná fyzika, v rámci přípravy odborníků na řešení mimořádných událostí radiačního charakteru) vybráno konceptuální a zamýšlené kurikulum. Zahraniční vědecká komunita informovala o teorii kurikulárního procesu v roce 2012 prostřednictvím článku *Data Mining Tools in Science Education* (P.Záškodný), který vyšel v mezinárodním impaktovaném časopise *The Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics* (USA).

Vyhovující model zvolené struktury (struktury konceptuálního kurikula jaderné fyziky) bude pak použit jako podklad pro tvorbu dotazníku spojeného s některými zvolenými otázkami jaderné fyziky – znovu v návaznosti na přípravu odborných pracovníků ochrany obyvatelstva.

Ad 3) Metoda pro komparaci znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva u laické a odborné veřejnosti bude svázána s metodami matematické a deskriptivní statistiky. První testovanou domněnkou bude zjišťování, že výsledek zkoumání znalostí laické veřejnosti by měl mít takové teoretické rozdělení, které bude blízké rozdělení normálnímu. Na druhé straně bude stát předpoklad, že teoretické rozdělení znalostí odborné veřejnosti by se nemělo jevit jako normální rozdělení – „neznalosti“ (chyby v dotazníku) by měly být „vzácnými případy“, které jsou typické pro teoretické rozdělení Poissonovo a které je také nazýváno rozdělením „vzácných případů“. Kromě uvedené metody testování neparametrických hypotéz prostřednictvím neparametrického testování bude vybrána typická srovnávací metoda pro testování parametrických hypotéz – dvojvýběrový t-test. Použití tohoto testu předpokládá stejná teoretická rozdělení znalostí jak u laické, tak u odborné veřejnosti, a to i přes domněnku poissonovského rozdělení v případě odborné veřejnosti. Bude pak možné přijmout obvyklý předpoklad, že vysoké počty bodů v dotazníkovém šetření (tj. nižší počty chyb) u odborné veřejnosti budou mít také normální rozdělení.

Vytyčením tří nezbytných základních pojmů 1), 2) a 3) bude možné promítnout budoucí znění hypotéz práce a budoucí testování hypotéz pomocí specifické metodiky do následujících kroků dílčích prací:

- Současný stav

Základní součástí kapitoly budou vedle definování systému ochrany obyvatelstva a typologie událostí, kterými se ochrana obyvatelstva zabývá, také systémy, jakými jsou dané události řešeny. Tyto oblasti budou vzhledem k zaměření této práce specifikovány v oblastech událostí radiačního charakteru a jaderné bezpečnosti. Z tohoto vymezení lze očekávat jako výsledek zkoumaného problému potvrzení místa jaderné fyziky v systému přípravy odborných pracovníků ochrany obyvatelstva, charakterizování tohoto místa vhodnými kurikulárními modely struktury jaderné fyziky a také popsání používaného stavu neparametrického a parametrického testování. Předpokládané modely by měly odrážet model konceptuálního a zamýšleného kurikula (sdělitelného vědeckého systému a jeho přizpůsobení při přípravě budoucích specialistů na řešení specifických nežádoucích událostí) – ve významu nejen teorie kurikulárního procesu ale také ve smyslu vzdělávacího data miningu (data miningem je dle moderních teorií myšlen výběr důležitých faktů, poznatků a informací a jejich další uvedení do souvislostí). Nezbytnou součástí zkoumání současného stavu je také prozkoumání statistických metod, které by mohly být ve výzkumu práce využity.

- Hypotézy a metodika výzkumu

Vymezení současného stavu následně umožní zúžením východisek řešeného problému specifikaci hypotéz práce, které byly formulovány v podkladech k diplomové práci.

Metodika práce vymezí postup získání dat ohledně znalostí laické a odborné veřejnosti z jaderné fyziky – potřeba zkonstruování dotazníku odrážejícího vytvořený model jaderné fyziky spolu se specifickými znalostmi odborníků řešících nežádoucí události radiačního charakteru. Data vycházející z vyhodnocených dotazníků laické veřejnosti pak budou ověřována pomocí neparametrického testování normality a data

získaná z vyhodnocení dotazníků ověřujících znalosti odborné veřejnosti z jaderné fyziky pomocí především neparametrického testování na Poissonovo rozdělení, tzv. rozdělení „vzácných případů“. Nedílnou součástí metodiky bude také proces celkové komparace znalostí laické a odborné veřejnosti z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva pomocí parametrického dvojvýběrového t-testu.

- **Výsledky práce**

Mezi výsledky práce bude patřit nejen aplikace teorie kurikulárního procesu a data miningového přístupu, ale také interpretace pramenící z potvrzení či nepotvrzení vytyčených hypotéz práce. Dílčími výsledky by také měly být strukturální modely jaderné fyziky v rámci realizace jednotlivých fází kurikulárního procesu

- **Diskuse výsledků práce**

Díky výsledkům získaným ze statistických šetření bude možné diskutovat rozdíly ve znalostech laické a odborné veřejnosti z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva a současně také prostřednictvím analýzy jednotlivých otázek dotazníku diskutovat silná a slabá místa ve znalostech obou zkoumaných statistických souborů. Provedením diskuse bude umožněno vytvořit návrhy případných potřebných doplnění projektového kurikula (v rámci studijních osnov kurzů).

- **Závěr**

Závěrečná kapitola bude obsahovat celkové shrnutí výsledků testování hypotéz, přehled praktických a teoretických přínosů diplomové práce a případné náměty na pokračující práce.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Ochrana obyvatelstva

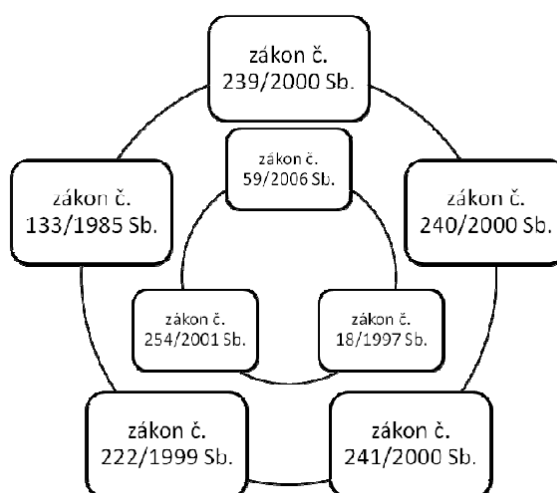
Definice ochrany obyvatelstva (dále jen OO) je uvedena v zákoně o integrovaném záchranném systému (dále jen IZS) č.239/2000 Sb. v platném znění: „*Ochranou obyvatelstva se rozumí plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany jeho života zdraví a majetku.*“ [66]

OO spočívá v opatřeních, která mají za cíl zajištění ochrany života a zdraví osob, majetku a také životního prostředí. Na plnění úkolů OO se podílí základní i ostatní složky IZS, orgány obce, kraje, právnické, podnikající fyzické osoby a samozřejmě veřejnost. [40]

V současné době je OO pevně ustálený systém. Opakovaně byla potvrzena jeho účelnost, je ale také silně ohrožován dnešními ekonomickými dopady, které mají za následek snižování počtu pracovních míst. [22]

OO je nezbytnou součástí bezpečnostního systému České republiky (v souladu s Bezpečnostní strategií České republiky (dále jen ČR), která byla schválena vládou 8. září 2011 usnesením č. 665). [22]

Na obrázku 1 jsou schematicky znázorněny základní právní normy OO.



Obrázek 1: Základní právní normy OO

Zdroj: [22]

1.1.1 Typologie mimořádných událostí a krizových stavů

1) Mimořádné události a krizové stavy

Definice mimořádné události (dále jen MU): „škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činnostmi člověka, přírodními vlivy a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.“ [66]

Definice krizového stavu (dále jen KS): „MU podle zákona o IZS, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu“; [67]

Nebo také: „mimořádná situace, kdy je bezprostředně ohrožena svrchovanost a územní celistvost státu, jeho demokratické základy, chod hospodářství, systém státní správy a samosprávy, zdraví a život velkého počtu osob, majetek ve velkém rozsahu, kulturní statky, životní prostředí nebo plnění mezinárodních závazků, přičemž ohrožení nelze zabránit ani jeho následky odstranit obvyklou činností správních úřadů, orgánů územní samosprávy, ozbrojených sil, záchranných sborů, havarijních a jiných služeb“. [24]

Jednotlivé druhy KS spolu s informacemi o jejich vyhlášení jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Druhy krizových stavů

Druh KS	Vyhlašující orgán	Územní rozsah	Časová účinnost
Stav nebezpečí	Hejtman (Primátor hl. m. Prahy)	Celý kraj nebo jeho část	Nejdéle 30 dnů; prodloužení je možné jen se souhlasem vlády
Nouzový stav	Vláda (při nebezpečí z prodlení předseda vlády)	Celý stát nebo jeho část	Nejdéle 30 dnů; prodloužení je možné po předchozím souhlasu Poslanecké sněmovny
Stav ohrožení státu	Parlament na návrh vlády	Celý stát nebo jeho část	Bez omezení
Válečný stav	Parlament	Celý stát	Bez omezení

Zdroj: <http://www.hzscr.cz/clanek/web-krizove-rizeni-a-cnp-krizove-stavy-krizove-stavy.aspx>

2) Dělení mimořádných událostí

Členění MU lze provést mnoha různými způsoby. Lze je dělit např. dle rozsahu následků nebo dle skupin, kategorií a typů. Dále je uvedeno nejběžnější dělení těchto situací – podle příčiny jejich vzniku.

MU lze rozdělit podle společných znaků a příčiny jejich vzniku na stavy způsobené přírodními nebo antropogenními vlivy. Mezi antropogenní nežádoucí situace se mimo jiné řadí i havárie. [3]

MU způsobené *přírodními vlivy* vznikají nezávisle na lidské existenci a často se objeví neočekávaně. Jedná se o živelní pohromy (zemětřesení, povodně, velké sesuvy půdy, orkány, tornáda, sopečné výbuchy, velké lesní požáry) a hromadné nákazy. Tyto události mohou mít za následek řetězovou reakci dalších nežádoucích stavů, např. výpadky energetických a zásobovacích sítí, uvolnění nebezpečných látek, požáry a další.

Antropogenní MU jsou způsobené činností člověka s vědomým úmyslem poškození hodnot společnosti. Tyto stavy mají často velmi drastické důsledky. Zde lze zařadit sabotáže, zhářství, teroristické útoky aj.

Jako *havárie* jsou označovány stavy, které mohou vzniknout následkem poruchy na technickém zařízení, nedodržení předepsaných technologických postupů nebo v případě, kdy dochází k selhání lidského faktoru, tedy chyby člověka při obsluze zařízení. V této oblasti jsou významné havárie s únikem nebezpečných látek nebo havárie radiačního charakteru. [3]

V příloze A je uveden příklad dělení MU, tentokrát v grafickém zobrazení.

Z uvedeného přehledu vyplývá, že události radiačního charakteru jsou specifickým typem nežádoucích událostí, který vyžaduje určité specifické znalosti, které jsou nutné pro efektivní řešení této situace.

Z důvodu zaměření této práce bude stručně popsán charakter nežádoucích radiačních situací jako charakteristických příkladů událostí, které při jejich řešení vyžadují znalosti jaderné či radiační fyziky. Fyzikální podklad je popsán v kapitole 1.3 této práce.

3) Události radiačního charakteru

Události radiačního charakteru lze rozdělit na radiační nehody a radiační havárie.

Radiační nehoda – „událost, která má za následek nepřípustné uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření nebo nepřípustné ozáření fyzických osob“ [65]

Důsledky nehody jsou ohraničeny prostorem pracoviště se zdroji ionizujícího záření (dále jen ZIZ). [42]

Radiační havárie – „radiační nehoda, jejíž následky vyžadují naléhavá opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí“ [65]

Radiační havárie je charakterizována velkým rozsahem, zejména je zasaženo životní prostředí. [42]

V ČR se nacházejí jaderně energetická zařízení, na kterých by k takovéto situaci mohlo dojít - jaderné elektrárny. Častěji však než na jaderných elektrárnách dochází k nehodám, příp. haváriím se zdroji ionizujícího záření během jejich výroby, přepravy nebo nesprávným zacházením, v důsledku ztráty či odcizení, poškození zdroje apod. [42]

Místa s radiačním rizikem jsou:

1. objekty s pracovišti s otevřenými nebo uzavřenými radionuklidovými zářiči nebo místa jejich uložení (jaderná zařízení, oddělení nukleární medicíny, radioterapeutická či defektoskopická pracoviště, úložiště radioaktivního odpadu apod.) – Státní úřad pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) provádí licencování, evidenci, spravuje databázi ZIZ.
2. místa, kde se zřizují přechodná pracoviště pro nakládání se ZIZ (např. mobilní defektoskopická pracoviště)
3. přepravní prostředky pro dopravu ZIZ v přepravních obalech a kontejnerech a také oblast případné dopravní nehody, jejímž účastníkem je zmíněný přepravní prostředek. Součástí přepravního prostředku je havarijní řád, radiometr a popis daného ZIZ.

4. místa, kde se nepředpokládá, že by se ZIZ mohl nalézat – převážené ZIZ bez řádného označení, nalezení zapomenutého či úmyslně odloženého ZIZ (např. v železném šrotu a z něj vyrobených produktech)
5. místa teroristického útoku (např. místo výbuchu klasické výbušniny na pracovištích se ZIZ, výbuch zbraně obsahující ZIZ nebo radioaktivní látky, úmyslné vyvolání požáru zejména na pracovištích s otevřenými ZIZ apod.)
6. místa v trajektorii pádu satelitu a místa s možností výskytu obdobných jevů s malou pravděpodobností výskytu.

[27]

Pracoviště se ZIZ jsou označena bezpečnostní značkou. Evidenci pracovišť se ZIZ a databázi ZIZ vede SÚJB a jeho regionální centra.

Informace o ZIZ by měly zasahující jednotky IZS obdržet při výjezdu k místu zásahu a měly by se s nimi seznamovat i v rámci odborné přípravy. [27]

Charakteristiky radiačních událostí

Události na pracovištích s radioaktivními zářiči

Před zahájením záchranných a likvidačních prací by měla proběhnout identifikace místa zásahu jako pracoviště s radioaktivními zářiči. Na pracovištích s uzavřenými zářiči (např. radioterapeutická, defektoskopická) může dojít k poruše, kdy zářič zůstane v „otevřené poloze“ (umožňuje aplikace velmi vysokých dávkových příkonů). V takovéto situaci je nutný odborný zásah. Podmínkou pro nezbytnou manipulaci (prováděnou příslušníky Hasičského záchranného sboru ČR – dále jen HZS ČR; pouze v nezbytných případech) je stanovení doby pobytu osoby provádějící manipulaci. Využívá se základních principů radiační ochrany – ochrana vzdáleností, časem pobytu v přítomnosti ZIZ a stíněním. [27]

Události mimo pracoviště s radioaktivními zářiči

Do této kategorie spadají především dopravní nehody a havárie. [27]

Radiologická zbraň, špinavá bomba

Toto riziko v současnosti vyplývá z poměrně častých hrozeb teroristických útoků. Radiologickou zbraní se rozumí zařízení, které umožňuje rozptýl radioaktivních látek. Tento rozptýl může být proveden explozí pomocí výbušnin, dále pomocí rozprašovačů, sprejů a jiných disperzních zařízení nebo cílenou kontaminací vodních zdrojů, útokem na jaderná zařízení apod. Jako „špinavá bomba“ je označováno „amatérsky“ vyrobené zařízení, které k rozptýlu radioaktivní látky do okolí využívá exploze. [27]

Avšak lze říci, že pravděpodobnost teroristických útoků s reálnou radiologickou zbraní je malá. Útok touto zbraní není ve srovnání s klasickými bombovými útoky o mnoho efektivnější. Výrazný vliv má ale její psychologický dopad na obyvatelstvo, tedy zneužití běžně se vyskytující radiofobie, tedy chorobného strachu z ozáření. Tato fobie vyplývá z toho, že ionizující záření není viditelné, hmatatelné, nelze jej nijak vycítit a jeho účinky jsou dlouhodobé a nevratné. [27]

Bezprostřední ohrožení osob v blízkosti místa exploze špinavé bomby závisí především na účincích vlastního výbuchu explozivního materiálu. [27]

Je třeba poznamenat, že při výskytu jedné mimořádné události je nutné počítat s možným výskytem tzv. dominoefektu, tedy stavem, kdy jedna nežádoucí událost vyvolá další. Toto může vést k řetězové reakci situací většího rozměru, než byla původní vyvolávající událost. [23]

1.1.2 Způsob řešení mimořádných událostí, krizových stavů a jaderná bezpečnost

Řešení nežádoucích situací je různé, jedná-li se o MU nebo KS. MU jsou řešeny pomocí systému havarijního plánování. Pro řešení KS byl vyvinut systém krizového řízení, krizového managementu.

Vlastní prostor je kvůli zaměření této práce věnován seznámení s jadernou bezpečností.

1) Havarijní plánování

Havarijní plánování je systém postupů a činností, které jsou prováděny ministerstvy a jinými ústředními správními úřady, dále krajskými i obecními úřady a dotčenými právníky nebo podnikajícími fyzickými osobami. Tyto postupy slouží k plánování opatření, která jsou následně využita k provádění záchranných a likvidačních prací při vzniku MU, které nedosahují rozsahu KS. Dokumentace sloužící tomuto účelu je označována jako „havarijní plán“ (dále jen HP). [64]

Existuje několik druhů HP. Lze je rozdělit do dvou skupin – objektové a územní. Mezi objektové je pak možné zařadit např. vnitřní HP, HP k předcházení vzniku a k řešení stavů nouze v energetickém sektoru, HP vodního hospodářství a ochrany vod před závadnými látkami apod. Do skupiny územních HP patří např. HP kraje, vnější HP, povodňové plány ucelených povodí aj. [39]

Základním plánovacím dokumentem je *Havarijní plán kraje*. Jeho zpracovatelem je HZS kraje v součinnosti s dalšími orgány. HP kraje je určen k plánování a řízení postupů IZS a je závazným dokumentem pro všechny obce, správní úřady, fyzické i právnické osoby nacházející se na území kraje. HP kraje se skládá z informační části, operativní části a plánů konkrétních činností. HP kraje je neveřejný dokument, je pouze pro potřeby složek IZS a orgánů, které danou MU řeší. [14, 38]

Vnitřní havarijní plány slouží pro zajištění havarijní připravenosti v areálu provozovatele. *Vnější havarijní plány* se zpracovávají pro území zóny havarijního plánování k zabezpečení ochrany obyvatelstva, životního prostředí, hospodářských zvířat, majetkových a kulturních hodnot.

Tyto dokumenty jsou zpracovávány HZS kraje pro provozovatele jaderných zařízení nebo pracoviště s velmi významným ZIZ, dle atomového zákona č. 18/1997 Sb., v platném znění a objekty a zařízení zařazené do skupiny B, dle zákona o prevenci závažných havárií č. 59/2006 Sb., v platném znění. [39, 65, 69]

2) Krizové řízení

System řešení KS - krizové řízení (dále jen KŘ) je nastaveno zákonem o krizovém řízení (tzv. krizový zákon) č. 240/2000 Sb., v platném znění. Jedná se o soubor řídicích

činností příslušných orgánů, které jsou zaměřeny na zajišťování bezpečnosti státu a jeho obyvatelstva za KS. Tyto činnosti spočívají v analýze a následném vyhodnocování bezpečnostních rizik, plánování, organizování, realizaci a kontrole činností prováděných v souvislosti s řešením KS. Od roku 2011 je do tohoto systému zahrnuta i problematika ochrany kritické infrastruktury (dále jen KI). [35]

I v této oblasti se pro řešení krizových situací využívají určité plánovací dokumenty (plány krizové připravenosti, krizové plány). [38]

Základním dokumentem KŘ je *Krizový plán* (dále jen KP). Je zpracováván za účelem zajištění připravenosti na KS a jejich následného řešení. Zpracovávají ho ministerstva a jiné ústřední správní úřady, Česká národní banka, jiné státní orgány určené krizovým zákonem (§ 28 odst. 2 krizového zákona), kraje, obce s rozšířenou působností (dále jen ORP). Jsou to neveřejné dokumenty. KP se skládá ze základní, operativní a pomocné části. [25, 38]

Plán krizové připravenosti (dále jen PKP) zpracovávají určené subjekty (právnícké a podnikající fyzické osoby), které plní opatření vyplývajících z KP. Subjekt KI za účelem ochrany daného prvku KI zpracovává *Plán krizové připravenosti subjektu KI*, ve kterém jsou určena možná ohrožení, která mohou mít vliv na funkci prvku a dále jsou zde určena opatření k ochraně daného prvku. Obě formy PKP mají stejné součásti jako KP (základní, operativní, pomocná část). PKP musí být zpracován v souladu s požadavky vyplývajících z příslušných zákonů – zákon č. 240/2000, Sb. a nařízení vlády č. 462/2000 Sb. [24, 25, 29, 67]

V příloze B je uvedeno grafické znázornění přechodu MU v KS a náležité využití systémů havarijního plánování a krizového managementu a příslušných legislativních dokumentů.

3) Jaderná bezpečnost v ČR

V případě radiační havárie je největším nebezpečím pro obyvatele únik radioaktivních látek ze zařízení a jejich rozptyl do životního prostředí. Pokud k takovému stavu dojde, je nutná rychlá predikce nastalé radiační situace a vyhodnocení jejích následků. Opatření k OO musí být předběžně připravena

a k tomuto účelu je nutné zpracovávání plánů postupů činností v případě, že dojde k radiační havárii. Dle zákona č. 18/1997 Sb. a vyhlášky č. 328/2001 Sb. je tedy pro zajištění bezpečnosti na jaderných zařízeních zpracováván vnitřní HP a vnější HP pro zónu havarijního plánování (dále jen ZHP). Ta je stanovena podle nařízení vlády o zóně havarijního plánování č.11/1999 Sb. v platném znění. Bez uvedených dokumentů nesmí být uvedena do provozu žádná jaderná elektrárna. [18, 28, 42, 52, 61, 65]

Na území ČR byla určena pouze 2 zařízení se ZHP – jaderné elektrárny Temelín a Dukovany. Je však nutno brát v úvahu možnost vzniku tohoto druhu KS v zahraničí, která by mohla vést k zavedení následných ochranných opatření na území ČR.

Ochranná opatření a doporučení jsou dle předložených podkladů vydávána SÚJB a dále předávána příslušným státním a samosprávným orgánům. Volba ochranných opatření při havárii pak závisí na povaze nehody nebo havárie, zasažené oblasti a délce trvání. Jsou rozděleny na neodkladná a následná ochranná opatření.

- neodkladná ochranná opatření (ukrytí, jódová profylaxe a evakuace) – pro ZHP pro případ radiační havárie vzniklé na území ČR,
- následná ochranná opatření (regulace požívání radionuklidů kontaminovaných potravin a vody a regulace používání radionuklidů kontaminovaných krmiv) – pro postiženou část území nebo celou ČR, pro případ vzniku radiační havárie na území ČR nebo i v zahraničí.

[34]

1.1.3 Institucionální zastřešení ochrany obyvatelstva

Základní koordinační role v oblasti OO je podle zákona o IZS č. 239/2000 Sb. v platném znění v kompetenci Ministerstva vnitra. Stejně tak je dotyčné ministerstvo koordinačním orgánem i v případě přípravy na KS (podle krizového zákona č. 240/2000 Sb. v platném znění).

Celý systém OO má všeoborový rozsah a z toho důvodu je nutná pomoc dotčených ministerstev a jiných ústředních správních úřadů, orgánů samosprávných celků a vybraných právnických a podnikajících fyzických osob.

Řídícími orgány při MU jsou:

- IZS
- Ministerstvo vnitra, zdravotnictví, dopravy
- orgány kraje, ORP, obcí

Orgány KŘ jsou:

- vláda
- ministerstva a jiné ústřední správní úřady
- Česká národní banka
- orgány kraje a další orgány s působností na území kraje
- orgány ORP
- orgány obce

[50]

1.2 Vzdělávání pracovníků ochrany obyvatelstva v oblasti jaderné fyziky

Z výše uvedených informací vyplývá, že specifickým typem nežádoucích situací jsou události radiačního charakteru. Pro efektivní řešení těchto stavů je nutné odborné školení pracovníků OO. Jakým způsobem jsou pracovníci OO a základních složek IZS vzděláváni v oblastech jaderné fyziky, bude popsáno v následující kapitole.

1.2.1 Znalosti z jaderné fyziky pracovníků ochrany obyvatelstva vyplývající z obecných dokumentů

Získání přehledu o charakteristikách a postupech při různých nežádoucích událostech vyplývá z obecné dokumentace platné pro celý systém OO.

Nutnou součástí pracovní náplně složek IZS je seznámení se zpracovanými plány - tzv. typové plány a plány typových činností. Tyto dokumenty jsou vyhotoveny pro vybrané MU a KS, u nichž je uveden jejich popis, pravděpodobný průběh a také jsou zde popsány aktivity zasahujících jednotek, včetně kontroly provedených úkonů (často formou tzv. check-listu).

Typové plány jsou dokumenty, které stanovují pro konkrétní druh krizové situace doporučené zásady, postupy a opatření pro jejich účelné řešení. V ČR je v platnosti 24 typových plánů, z tohoto počtu je zpracováno 23 dokumentů. Z typových plánů vyžaduje předpoklad znalostí jaderné fyziky především dokument č.7 – Radiační havárie. Na zpracování tohoto plánu se podílelo Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR (dále jen MV – GŘ HZS ČR) a SÚJB. [51, 52]

Typové činnosti IZS při společném zásahu složek jsou zpracovány dle vyhlášky o některých podrobnostech zabezpečení IZS č. 328/2001 Sb. v platném znění. Tato dokumentace je vydávána MV – GŘ HZS ČR - odborem IZS a výkonu služby. Je zde pro konkrétní MU, tedy s ohledem na její druh a charakter, popsán postup složek IZS při záchranných a likvidačních pracích. V současné době je zpracováno 14 plánů typových činností. Určité znalosti jaderné fyziky jsou nutné při zásahu na MU typu podle dokumentu č.1 – Uskutečněné a ověřené použití radiologické zbraně. [11, 45]

1.2.2 Studijní programy ochrany obyvatelstva - vazba na jadernou fyziku

Na základě definice OO uvedené v kapitole 1.1 jsou školení odborníci ve studijních programech a oborech OO především k zajištění bezpečnosti a včasné efektivní pomoci obyvatelům ČR při MU a KS.

V ČR existují studijní programy ochrany obyvatelstva formou bakalářského, navazujícího magisterského či doktorského studia. Následuje výčet dotyčných vysokých škol:

- České vysoké učení technické v Praze
- Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
- Karlova univerzita v Praze
- Univerzita obrany v Brně
- Univerzita Palackého v Olomouci
- Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

[2, 8, 33, 47, 48, 62]

Náplní výukových programů OO je získání znalostí o problematice krizového managementu zaměřeného na KS a MU. Předměty jsou v průběhu studia rozloženy tak, aby student získal přehled v teoretických, společenských, ekonomicko-právních a bezpečnostních, přírodovědných a základních medicínských aspektech oboru, které jsou specializovány právě ve vztahu ke krizovému plánování. V návaznosti na tyto aspekty jsou absolventi schopni v praxi provádět analýzy rizik, organizovat účinnou prevenci, efektivně řešit nastalé mimořádné události a krizové situace a následně organizovat obnovování běžného stavu.

Absolventi se pak uplatňují zejména v rámci IZS, Armády ČR, v systému státní správy, na odděleních KŘ orgánů územních samosprávných celků či na úrovni státních orgánů. Nezbytnou součástí výuky je seznámení s legislativou týkající se prevence a řešení závažných havárií, MU a KS, OO, IZS a činnost orgánů veřejné správy v oblasti KŘ. Studium je dále orientováno na nabytí psychické odolnosti absolventů vůči zátěži, která je neodmyslitelně svázána s krizovými a havarijními stavy a na získání schopností nutných k jejich efektivnímu řešení i ve stresových podmínkách. [2, 8, 33, 47, 48, 62]

Součástí studijních plánů těchto oborů je také výuka jaderné fyziky z důvodu získání přehledu o problematice nehod a havárií radiačního charakteru. Základy jaderné fyziky je také možné získat v kurzech týkajících se radiační ochrany či seznámení se zabezpečením a nakládáním s radioaktivními látkami a jaderným materiálem apod.

Jako příklad je v tabulce 2 uvedena část sylabu předmětu *Vybrané kapitoly z chemie a z jaderné fyziky* – konkrétně část týkající se právě jaderné fyziky. Tento předmět je vyučován v 1. semestru magisterského studia oboru Civilní nouzová připravenost na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. [46]

Tabulka 2: Syllabus předmětu *Vybrané kapitoly z chemie a z jaderné fyziky – jaderná fyzika, obor Civilní nouzová připravenost - JČU*

Pořadové číslo přednášky	Témata přednášek
1.	Úvod do předmětu
2. - 3.	Interakce ionizujícího záření s látkou
4.	Struktura atomového obalu a molekul
5. - 6.	Atomové jádro a radioaktivita
7. - 8.	Zdroje ionizujícího záření
9. - 10.	Jaderné reakce (vč. štěpných, jaderná syntéza)
11. - 12.	Principy detekce ionizujícího záření
13. - 14.	Aplikace radionuklidů a ionizujícího záření

Zdroj: Studijní agenda STAG JČU

1.2.3 Studijní programy základních složek IZS – vazba na jadernou fyziku

1) Hasičský záchranný sbor České republiky

Jednotky požární ochrany (dále jen JPO) a OO plní úkoly v oblasti detekce nebezpečných látek, dekontaminace obyvatelstva, zjišťování, předávání, vyhodnocování a využívání údajů o vzniklé situaci. [16]

Odborníky HZS v oblasti specialistů na ionizující záření lze rozdělit na techniky chemické služby, kteří jsou součástí JPO a na pracovníky chemických laboratoří HZS ČR. Proškolení specialistů v oblasti radiační ochrany a související jaderné fyziky je v kompetenci Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč (dále jen IOO), jehož součástí je výzkumné a výcvikové zařízení. Toto pracoviště v současnosti slouží HZS ČR k experimentům v oblastech chemického průzkumu, laboratorní kontroly, dekontaminace, rozvoje prostředků individuální ochrany, ověřování prostředků varování a vyrozumění, likvidace zdraví škodlivého materiálu a praktického výcviku v používání prostředků chemického průzkumu v rámci kurzů - specializačních a zdokonalovacích kurzů a odborně zaměřeného instrukčně metodického zaměstnání (IMZ). [21, 40]

Technici chemické služby - „Chemici“

Každému členovi JPO je přidělena funkce, se kterou souvisí potřebné znalosti. Šíři znalostí daných odborníků stanovují *Normy znalostí* - pokyn GŘ HZS ČR č. 53/2013. Tyto normy popisují znalosti členů jednotek HZS kraje, Záchraného útvaru HZS ČR a HZS podniku pro funkce: hasič, hasič-strojník, hasič-technik chemické služby, technik technické služby-chemik, velitel družstva a velitel čety. Normy znalostí pro členy jednotek sboru dobrovolných hasičů (dále jen SDH) obce a SDH podniku určují funkce (a náležité potřebné znalosti): hasič, strojník I, strojník II, technik technické a chemické služby, technik ochrany obyvatelstva, velitel družstva a velitel jednotky SDH. [32]

Všichni členové JPO jsou seznámeni s praktickou stránkou základů radiační ochrany – především využití osobního dozimetru a zásahového dozimetru URAD (zjištění informace k případnému opuštění zamořené oblasti a informování specialisty). Tyto základní informace hasiči získávají i prostřednictvím *Bojového řádu jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu*, který vydalo v roce 2004 MV-GŘ HZS ČR, konkrétně z metodického listu N4 *Nebezpečí ionizujícího záření*. V tomto listě je uveden stručný popis fyzikálních principů radiační nehody, biologické účinky záření, druhy ZIZ, předpokládaný výskyt takovýchto událostí a způsoby ochrany před ionizujícím zářením. V každé směně výjezdové skupiny JPO je však vždy alespoň 1 proškolený technik chemické služby, jinak také „chemik“. [6]

Chemici jsou absolventy třítydenního vzdělávacího programu „Chemická služba A“, jehož absolvováním příslušníci HZS získávají odbornou způsobilost v oblasti chemické služby. Dále prochází specializačním kurzem „Radiační ochrana“, který probíhá ve dvou formách – A, B. Pětidenní kurz „A“ spočívá v doplnění odborné způsobilosti hasičů a navazující třídní kurz „B“ je pak určen pro opakování a prohlubování znalostí. Kurzem B chemici prochází po absolvování kurzu A, od jehož absolvování neuplynula lhůta delší 5 let. Dále pak tyto příslušníci prochází pětidenním specializačním kurzem „Dekontaminace hasičů“. Absolventi těchto kurzů zabezpečují radiační ochranu příslušníků HZS ČR při provádění zásahu v místech s nebezpečím ozáření ZIZ a zároveň mají rozsáhlé znalosti zaměřené na zásady radiační ochrany osob, provádění radiačního průzkumu v místě zásahu, nakládání s radioaktivním materiálem,

vymezování nebezpečných zón a regulaci pohybu osob v těchto zónách, přesné detekce výskytu radioaktivního materiálu, metodiky oblékání speciálního osobního vybavení, zásady provádění radioaktivní dekontaminace osob, výstroje a výzbroje a jiné. V případě, že je na místě zásahu zjištěno a technikem ověřeno radioaktivní zamoření, pak je na místo povolána výjezdová jednotka chemické laboratoře HZS (dále jen CHL). [15, 30, 31, 41, 53, 54, 55, 56]

Pro získání přehledu o šíři znalostí, které chemici získávají z edukačních kurzů je v příloze D1 uvedena osnova kurzu Chemická služba A (získání odborné způsobilosti chemické služby), v příloze D2 struktura kurzu Radiační ochrana A, navazující kurz Radiační ochrana B je uveden v příloze D3. Ve všech uvedených studijních osnovách jsou detailněji uvedeny a zvýrazněny části, které mají vztah k jaderné fyzice.

Předpokládané potřebné znalosti technika chemické služby jednotek HZS kraje, Záchraného útvaru HZS ČR a HZS podniku zahrnují:

- a) užívání, obsluha, udržování prostředků chemické služby určené JPO ve stavu provozuschopném
- b) výběr a využití určených prostředků při komplikovaných zásazích, havarijních a vyprošťovacích pracích,
- c) vytvoření metodiky provozu určených prostředků,
- d) zásahy v prostorech kontaminovaných nebezpečnými látkami,
- e) taktiku nasazení určených prostředků,
- f) poskytování informací veliteli zásahu,
- g) detekce nebezpečných látek a ionizujícího záření,
- h) dekontaminace hasičů, příslušníků, zaměstnanců a členů složek IZS a věcných prostředků.

[31]

Pracovníci chemických laboratoří HZS ČR

Odborná činnost CHL HZS ČR na místě zásahu spočívá v oblasti chemického a radiačního průzkumu, dozimetrické, laboratorní chemické i radiologické kontroly,

zjišťování kontaminace a účinnosti dekontaminace k zabezpečení ochrany zasahujících hasičů, složek IZS a obyvatelstva v případě MU s únikem nebezpečných látek (s výjimkou biologických agens), při teroristických útocích nebo při použití zbraní hromadného ničení. Činnost CHL probíhá za významné podpory SÚJB, který pomáhá i s financováním speciálního vybavení CHL. [21]

V ČR se CHL nachází v Třemošné, Frenštátu pod Radhoštěm, Kamenici, Tišnově a v IOO Lázně Bohdaneč. [21]

Odborné vedení laboratorní praxe i odborná úroveň personálu CHL HZS ČR leží na bedrech IOO Lázně Bohdaneč. [21] Odbornou úroveň pracovníků CHL a samotného IOO ověřuje SÚJB. Vzdělávání pracovníků CHL probíhá formou IMZ chemické služby. Toto setkání probíhá 2x ročně pod záštitou IOO a je vedeno odborníky na oblasti radiační ochrany, jaderné i radiační fyziky (často pracovníky SÚJB).

Činnost CHL je pravidelně ověřována cvičeními, která se odehrávají na několika úrovních. V první řadě se jedná o nácviky, které jsou v kompetenci každé laboratoře. Tyto činnosti ověřují schopnosti pracovníků v oblasti odebrání vzorků (z půdy, tekoucí vody, stojaté vody, sedlin aj.) a v pravidelné kontrole zařízení a přístrojů (kontrola funkce, kalibrace...). Jednou za rok se provádí několikadenní výjezdové cvičení většího rozsahu zaštitěné IOO, kterého se zúčastňují všechny české CHL spolu s Útvarem pro odhalování organizovaného zločinu Policie ČR (dále jen ÚOOZ PČR) a s Celní správou ČR. Toto cvičení ověřuje účelnost Plánu typové činnosti č.1 – Uskutečněné a ověřené použití radiologické zbraně. Zúčastněné jednotky trénují vytyčování bezpečných a nebezpečných zón, detekci a monitoring radioaktivního materiálu a jeho zneškodnění.

Největší akcí konající se na území ČR, které se účastní CHL je tzv. ZÓNA (pod záštitou SÚJB). Toto cvičení zjišťuje fungování celého systému KŘ a koná se jednou za 2 roky střídavě na dvou českých jaderných zařízeních – jaderné elektrárny Temelín a Dukovany. Při tomto cvičení dochází k simulaci radiační havárie na jaderném zařízení a tedy ověření účinnosti Typového plánu č.7 – Radiační havárie. [9]

2) Zdravotnická záchranná služba

Úloha Zdravotnické záchranné služby (dále jen ZZS) na místě zásahu spočívá především v poskytnutí neodkladné přednemocniční péče zraněným nacházejícím se v prostorech shromaždiště zraněných, rozdělení zraněných podle charakteru a závažnosti poranění a následné zajištění transportu. [45]

V oblasti nežádoucích událostí radiačního charakteru je role ZZS poměrně složitá. Zasahující personál ZZS má sice uloženou povinnost poskytnout přednemocniční neodkladnou péči postiženým osobám, ale při této činnosti má tento pracovník právo odmítnout ošetřit postiženého, pokud by mohlo dojít k ohrožení daného zdravotníka. Při událostech radiačního charakteru je velmi pravděpodobné, že postižené osoby budou kontaminovány, což může být ohrožující pro zasahující ošetřovatele. [68]

Dalším problémem se v tomto případě stává i následná nemocniční neodkladná péče, která je v převážné většině zajišťována anesteziology a lékaři různých odborností ve zdravotnických zařízeních. Tento charakter poranění vyžaduje speciální vybavení pracovišť, kterými jsou vybavena pouze centra popáleninové medicíny či centra pro specializovanou péči o ozářené osoby. Tato specializovaná pracoviště se nachází na Klinice popáleninové medicíny Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a ve Fakultní nemocnici Hradec Králové. V ČR je upravena činnost popáleninových center věstníkem MZ ČR částka 6/2008 - Traumatologická péče v ČR. [60]

Při výuce bakalářského studijního programu Zdravotnický záchranář jsou studenti na Jihočeské univerzitě v oblasti jaderné fyziky během jednoho semestru proškoleni v povinném předmětu *Radiační ochrana a radiobiologie*. Pro znázornění šíře znalostí absolventů je v tabulce 3 uveden sylabus tohoto předmětu. [46]

Tabulka 3: Syllabus předmětu Radiační ochrana a radiobiologie oboru Zdravotnický záchranář - JČU

Přednášky	
1.	Stavba atomů, přímo a nepřímo ionizující záření, druhy ionizujícího záření
2.	Interakce ionizujícího záření
3.	Zdroje ionizujícího záření, veličiny a jednotky charakterizující zdroje ionizujícího záření
4.	Veličiny a jednotky
5.	Deterministické a stochastické účinky ionizujícího záření
6.	Účinky ionizujícího záření na lidský organismus
7.	Koncepce radiační ochrany, ochrana před ionizujícím zářením-činnosti a zásahy
8.	Principy radiační ochrany
9.	Monitorování pracovníků a prostředí
10.	Radiační monitorovací síť
Semináře	
1.	Rozpadové řady, rozpadový zákon, poločas přeměny
2.	Přírodní ozáření, radonový program
3.	Princip jaderné elektrárny
4.	Princip a druhy jaderných zbraní
5.	Špinavá bomba
6.	Radiační nehody a havárie
7.	Zóna havarijního plánování okolo jaderných elektráren
8.	Atomový zákon
9.	Prováděcí právní předpisy k atomovému zákonu
10.	Ukázka a práce s vybranou přístrojovou technikou (GR-130/135, FH 40G)

Zdroj: Studijní agenda STAG JČU

Z uvedeného přehledu vyplývá, že absolventi jsou poměrně dobře seznámeni s touto problematikou.

3) Policie České republiky

Při práci na místě zásahu při radiační události nemohou být policisté nasazeni do míst, kde je naměřena vyšší úroveň radiace, než jsou běžné hygienické předpisy. Role PČR v tomto případě spočívá v zajištění veřejného pořádku, uzavření oblasti a regulace vstupu osob do oblasti, regulace dopravy. V případě výbuchu či možnosti výskytu dalšího výbušného systému provádí pyrotechnická výjezdová skupina PČR průzkum oblasti. [45]

Pracovníky PČR, kteří se mohou setkat se situací vyžadující znalosti radiační ochrany či jaderné fyziky, jsou členové ÚOOZ. Příslušníci ÚOOZ se s informacemi o ionizujícím záření setkávají při školeních týkajících se především možnosti využití radiologické zbraně teroristickými skupinami. [59]

Další službou, která se může dostat do kontaktu s ionizujícím zářením je Celní správa. Součástí práce celní správy je zajišťování úkolů, které souvisejí se systémem celostátní radiační monitorovací sítě. Skupiny jsou schopny detekovat, lokalizovat a změřit aktivitu nalezeného ZIZ, jelikož jsou na vybraných místech na pozemních hraničních přechodech vybaveny mobilními radiometry a radiačními pagery. Profesní vzdělávání pracovníků celní správy probíhá formou celoživotního vzdělávání. Výuka je zaměřena dle typu přípravy na oblast celní agendy, daňové agendy, celní politiky, mobilního dohledu, pátrání, kontrolních a správních činností. Důraz je kladen i na aplikaci získaných teoretických poznatků. Součástí tohoto výukového programu je i seznámení se základy jaderné fyziky, ale především s praktickou výukou využití detekčních zařízení a principů radiační ochrany. [63]

1.3 Jaderná fyzika

Tato oblast fyzikálních věd zkoumá stavbu a vlastnosti atomů a atomových jader společně s vlastnostmi elementárních částic. Zabývá se detaily struktury hmoty a současně vysvětlením mnoha jevů probíhajících na atomární a subatomární úrovni. Tyto jevy dále objasňují všechny vlastnosti a projevy hmoty, včetně radioaktivity i chemických reakcí. [58]

Jaderná fyzika je z hlediska OO převážně nestatistickou fyzikou, některé aspekty však mají charakter statistické fyziky.

Následující část – model jaderné fyziky – byla sestavena reflexí informací o základních znalostech, které vyžaduje zásah při nežádoucích událostech s výskytem ionizujícího záření.

Z oblasti jaderné fyziky lze z nastudovaných dokumentů vyvodit, že pro pracovníky IZS jsou podstatné základní znalosti, které jsou náplní běžného studia základních či středních škol, např. ohledně stavby atomů, radioaktivitě, rozšířené o oblasti detekce, dozimetrie a ochrany před ionizujícím zářením. Důležitější částí oblasti znalostí pracovníků IZS jsou však především praktické znalosti (praktický monitoring, práce s dozimetry, principy radiační ochrany).

V případě odborných pracovníků v OO, kteří se zaměřují na nežádoucí události radiačního či chemického charakteru, je předpokládaný rozsah znalostí mnohem širší. Do této oblasti specialistů lze zařadit techniky chemických služeb, pracovníky chemických laboratoří, pracovníky SÚJB a další. Formy edukace pracovníků OO jsou uvedeny v kapitole 1.2.

V následující části budou stručně popsány oblasti jaderné fyziky, které by, dle získaných informací ohledně učebních osnov výukových kurzů, měli odborníci OO na radiační události ovládat. Z těchto údajů bude vytvořen dotazník pro laické a odborné respondenty.

1.3.1 Fyzika elementárních částic

Tato oblast je nazývána jako „mikrosvět“. Objekty tohoto světa je možno pozorovat pouze nejmodernějšími elektronovými a iontovými mikroskopy, nebo je možné jejich existenci dokázat nepřímými experimentálními metodami. Tyto metody jsou založeny na teoretických představách a abstraktních úvahách. Typickými představiteli mikrofyzikálních objektů jsou molekuly, atomy, atomová jádra a elementární částice. Oblast mikrofyziky pak zahrnuje molekulovou, atomovou, jadernou fyziku a také relativistickou a nerelativistickou kvantovou fyziku. [71]

Nejmenší známé mikroobjekty jsou elementární částice. Těch je dnes známo přibližně sto a k tomu ještě stejný počet antičástic. Antičástice mají stejnou hmotnost, spin, velikost elektrického náboje jako daná částice, pouze elektrický náboj je opačný. [13, 71]

Elementární částice je možné dělit na dva základní druhy – fermiony a bosony. Fermiony je možné dále dělit na kvarky, leptony a baryony. Druhou skupinu, bosony, lze rozdělit na bosony bez známé vnitřní struktury (gravitony, fotony a další) a na bosonové hadrony s vnitřní kvarkovou strukturou (mezony). [20, 71]

Struktury všech objektů tvoří všechny uvedené částice, tedy jejich určité vlastnosti a také určité působení těchto částic na sebe navzájem. Mezi mikroobjekty působí fundamentální silná, zbytková silná a slabá interakce, které mají velmi krátký dosah. Interakce s neomezeným dosahem jsou elektromagnetická a gravitační interakce. [20, 71]

1.3.2 Atomové jádro

Atomové jádro se nachází v centrální oblasti atomu. Je tvořeno dvěma typy nukleonů - protony a neutrony. Protony jsou nositeli kladného elektrického náboje, neutrony jsou elektricky neutrální – nenesou žádný náboj. [44]

Atomová jádra vyskytující se v přírodě jsou buď stabilní (nuklidy) nebo nestabilní (přirozeně radioaktivní - radionuklidy). Radioaktivitu tedy lze považovat za přirozenou vlastnost atomového jádra, kdy se jádro samovolně přeměňuje na stabilní. Při tomto procesu dochází k vysílání jaderného záření. [44, 72]

1.3.3 Radioaktivní záření

Záření je možné rozdělit do dvou kategorií. V první skupině jde o záření tvořené zvláštním typem vlnění – elektromagnetické záření. Do této skupiny patří různé formy světelného záření, záření X a další typy v závislosti na frekvencích, tedy jim odpovídajícím vlnovým délkám ve vakuu – viz příloha C: spektrum elektromagnetického záření. Druhým typem je korpuskulární záření charakterizované přenosem energie uspořádaným pohybem částic. Toto záření produkují především

radionuklidy (radioizotopy), dále sem spadá kosmické záření, záření těžkých částic získaných z urychlovačů. Zvláštní skupinou korpuskulárního záření je tok neutronů. [13, 37, 49]

Radioaktivitu lze rozdělit na:

- přirozenou - vysílání jaderného záření jádry, která se vyskytují nebo vyskytovaly v přírodě
- umělou - vysílání jaderného záření uměle vyrobenými jádry [44, 72]

Je známo několik druhů radioaktivního záření – α , β , γ a neutronové záření.

Záření α – je tvořeno svazkem jader atomů helia. Jedná se o silně ionizující záření, které lze odstínit jen listem papíru (ve vzduchu je pohlceno na dráze asi 40cm). V případě vnitřní kontaminace je toto záření nejnebezpečnější. Jde o kladně nabitě záření. [44, 57]

Příkladem radionuklidu vysílajícího toto záření může být plutonium ^{239}Pu , které je současně alfa i gama emitorem. Může se do okolí dostat při výbuchu jaderného reaktoru či výbuchu jaderné nálože. [43]

Záření β – existují dva druhy tohoto záření:

- záření β^- tvořené elektrony (vzniklé rozpadem neutronu $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}$)
($\bar{\nu}$ značí antineutrino)
- záření β^+ tvořené pozitrony (vzniklé rozpadem protonu $p \rightarrow n + e^+ + \nu$)
(ν značí neutrino)

[44, 57]

Záření beta tvoří nabitě částice, které pohlcuje např. hliníkový plech a ve vzduchu je pohlceno na dráze přibližně 2,5m. [44]

Radionuklidy, které toto záření emitují, jsou často současně i gama zářiči. Jde např. o jód ^{131}I a ^{133}I , cesium ^{137}Cs a ^{134}Cs – jód i cesium se mohou vyskytovat po jaderných haváriích, zkouškách jaderných zbraní či jako štěpné produkty; kobalt ^{60}Co je hojně využíván v medicíně. [43]

Záření γ – jedná se o proud fotonů, tedy tzv. elektromagnetické záření. Ze všech druhů záření je toto nejpronikavější a lze jej oslabit silnou vrstvou materiálu, který obsahuje jádra těžkých prvků, jako např. olovo. Při průniku látkou dochází k ionizaci, fotoelektrickému jevu, Comptonově rozptylu a tvorbě elektron-pozitronových párů. [44, 57]

U fotonového záření se projevuje vlnově korpuskulární dualismus, to znamená, že foton se v některých případech chová jako částice, jindy jako vlna. [72]

Neutronové záření – tento typ záření nevzniká u přírodních ani u umělých radionuklidů, ale je možné jej uměle vyvolat v jaderných reaktorech nebo při jaderné explozi. Stejně jako elektromagnetické záření jsou neutrony velmi pronikavé, mají nulový elektrický náboj a také se oba tyto typy záření řadí mezi nepřímo ionizující. Ochrana před neutronovým zářením spočívá ve využití materiálů obsahujících vodík a jádra lehkých prvků (př. voda, beton). [44, 57]

1.3.4 Rozpadový zákon

Tento pojem popisuje ubývání mateřského prvku s časem, to znamená, že aktivita mateřského radionuklidu klesá po uplynutí doby T na polovinu původní hodnoty. Tato doba T je nazývána *poločasem přeměny*. [44, 49, 72]

Pokud bude λ označovat pravděpodobnost přeměny původního mateřského prvku, dn bude značit počet přeměněných mateřských prvků v dceřinné za určitý čas dt a pokud bude zapsán počet mateřských prvků jako n v čase t , pak lze pravděpodobnost přeměny dp v daném intervalu dt popsat následujícím vztahem:

$$dp = \lambda dt = -\frac{dn}{n}$$

(záporné znaménko značí ubývání mateřských prvků)

Po integraci této rovnice je možné získat rozpadový zákon v následující podobě:

$$n = n_0 \exp(-\lambda t) = n_0 \exp\left(-\frac{\ln 2}{T} t\right) = n_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

V uvedeném vztahu je n_0 počtem mateřských prvků v daném čase $t=0$, λ je nazývána rozpadovou či přeměnovou konstantou, T je tzv. poločas rozpadu, tedy doba, za kterou se pravděpodobně přemění polovina původních prvků v dceřinné. [72]

Rozpadový zákon platí jak pro přirozeně radioaktivní záření, tak i pro všechny druhy uměle radioaktivních (pozitronová, neutronová, protonová). [20, 72]

1.3.5 Základní veličiny a jednotky jaderného záření

Aktivita A charakterizuje počet radioaktivních přeměn v dané látce vztažený na jednotku času.

$$A = \frac{dN}{dt}$$

Jednotka: Becquerel [Bq].

Absorbovaná dávka D je charakterizována jako energie ionizujícího záření, která se absorbuje v jednotce hmotnosti ozařované látky v daném místě.

$$D = \frac{dE}{dm}$$

Jednotka: [$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$], nazývaná Gray [Gy].

Dávkový příkon D' je dávka obdržaná v daném místě za určitý čas.

$$D' = \frac{dD}{dt}$$

Jednotka: Gray za sekundu [$\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$].

Kerma (*Kinetic Energy Released in Matter*) – součet počátečních kinetických energií všech nabitých částic, které byly uvolněny nenabitými ionizujícími částicemi v daném objemu látky o určité hmotnosti.

$$K = \frac{dE_K}{dm}$$

Jednotka: Gray [Gy].

Kerma je využívána v souvislosti s nepřímo ionizujícím zářením. Charakterizuje energii předanou nepřímo ionizujícím zářením při srážce nabitým částicím.

Účinek ionizujícího záření na tkáň závisí na absorbované dávce a na druhu záření. Právě z tohoto důvodu byl zaveden pojem *relativní biologická účinnost*, který vyjadřuje poměr dávek záření dvou druhů záření, který je potřebný pro vyvolání stejného biologického účinku. Místo tohoto pojmu se v radiační ochraně také používá pojem *radiační váhový faktor* (W_R).

Pro popis účinku záření na tkáň se využívají veličiny *Ekvivalentní dávka* a *Efektivní dávka*.

Ekvivalentní dávka H_T je součin radiačního váhového faktoru W_R a střední absorbované dávky $D_{T,R}$ v orgánu nebo tkáni T pro ionizující záření typu R.

$$H_T = W_R \cdot D_{T,R}$$

Jednotka: $[J \cdot kg^{-1}]$, tedy Sievert [Sv].

Efektivní dávka E je součet součinů ekvivalentních dávek H_T v jednotlivých orgánech a tkáních ozářeného organismu a příslušných tkáňových váhových faktorů W_T , ty jsou vyjádřením rozdílné radiosenzitivity orgánů a tkání z hlediska pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků záření.

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

Jednotka: Sievert [Sv]. [17, 43, 58, 72]

1.3.6 Interakce mezi zářením a hmotou

Při dopadu ionizujícího záření (korpuskulárního charakteru) na hmotu dochází k několika druhům reakcí, při kterých dané záření ztrácí svoji původní energii. K tomu dochází následujícími způsoby:

- ionizací molekul hmoty
- excitací (vybuzením) molekul hmoty
- srážkami s atomy hmoty
- interakcemi s atomy jader hmoty, tvorba elektron-pozitronových párů
- jadernými reakcemi [12]

Jaderná reakce

Jaderná reakce je jaderná přeměna, ke které dochází v důsledku vnějšího zásahu - interakcí s další částicí (např. proton, neutron, foton). Následkem toho může dojít ke změně struktury daných jader (změna v nukleonovém nebo protonovém čísle), nebo ke změně pohybového stavu daných částic (změna klidových a kinetických energií). [37, 49]

Jaderná reakce se též odborně nazývá transmutace prvků. [72]

1.3.7 Detekce a dozimetrie jaderného záření

Přístrojů pro detekci a měření jaderného záření je několik typů. Detektorů lze dle různých fyzikálních principů a technických konstrukcí rozdělit do následujících tří skupin a jejich podskupin:

- 1) Podle časového průběhu detekce
 - a. *Kontinuální detektory* – poskytují průběžné informace o okamžité intenzitě dopadajícího záření
 - b. *Kumulativní detektory* – postupně shromažďují informací o všech dávkách během expozice

- 2) Podle principu detekce
 - a. *Fotografické* – využívají fotochemických účinků záření (např. filmové dozimetrie, rentgenové filmy), umožňují zobrazení trajektorií prolétávajících částic (mlžné, bublinové komory)
 - b. *Elektronické* – jejich principem je převod absorbované energie záření na elektrické impulzy (např. ionizační komory, GM detektory, scintilační detektory)
 - c. *Materiálové* – fungují na základě toho, že u některých látek dochází k dlouhodobým změnám vlastností těchto látek (barva, složení) působením ionizujícího záření (např. detektory s křemíkovými mřížkami)

3) Podle komplexnosti měřené informace

- a. *Detektory* – podávají informace o intenzitě záření, ovšem bez informace o jeho druhu či energii (např. filmové, termoluminiscenční dozimetry, ionizační komory)
- b. *Spektrometry* – využívají se k měření intenzity, energie nebo dalších charakteristik záření (např. scintilační detektory, polovodičové detektory)

[12, 44]

1.4 Kurikulární proces fyziky

Kurikulární proces fyziky je podstatnou součástí procesně vyjádřené fyzikální edukace. Výrazem tohoto procesu je uspořádaný sled přeměn fyzikálního poznatku a také sled variantních forem existence obsahu vzdělávání. [36]

Předmětem teorie vzdělávání a vyučování fyziky je v komunikační koncepci edukační komunikace fyziky.

Edukační komunikace fyziky je soubor činností, které spočívají v předávání a zprostředkování fyzikálních poznatků do vědomí jedinců, kteří neměli na vzniku těchto poznatků žádný podíl. Touto cestou se vědomosti dostávají i do vědomí společnosti. V tomto procesu je zahrnuta nejen výuka a vzdělávání všech úrovní školského systému, ale i celoživotní, institucionálně uskutečňované studium a také předávání informace z fyzikálně-vědních oborů do společnosti.

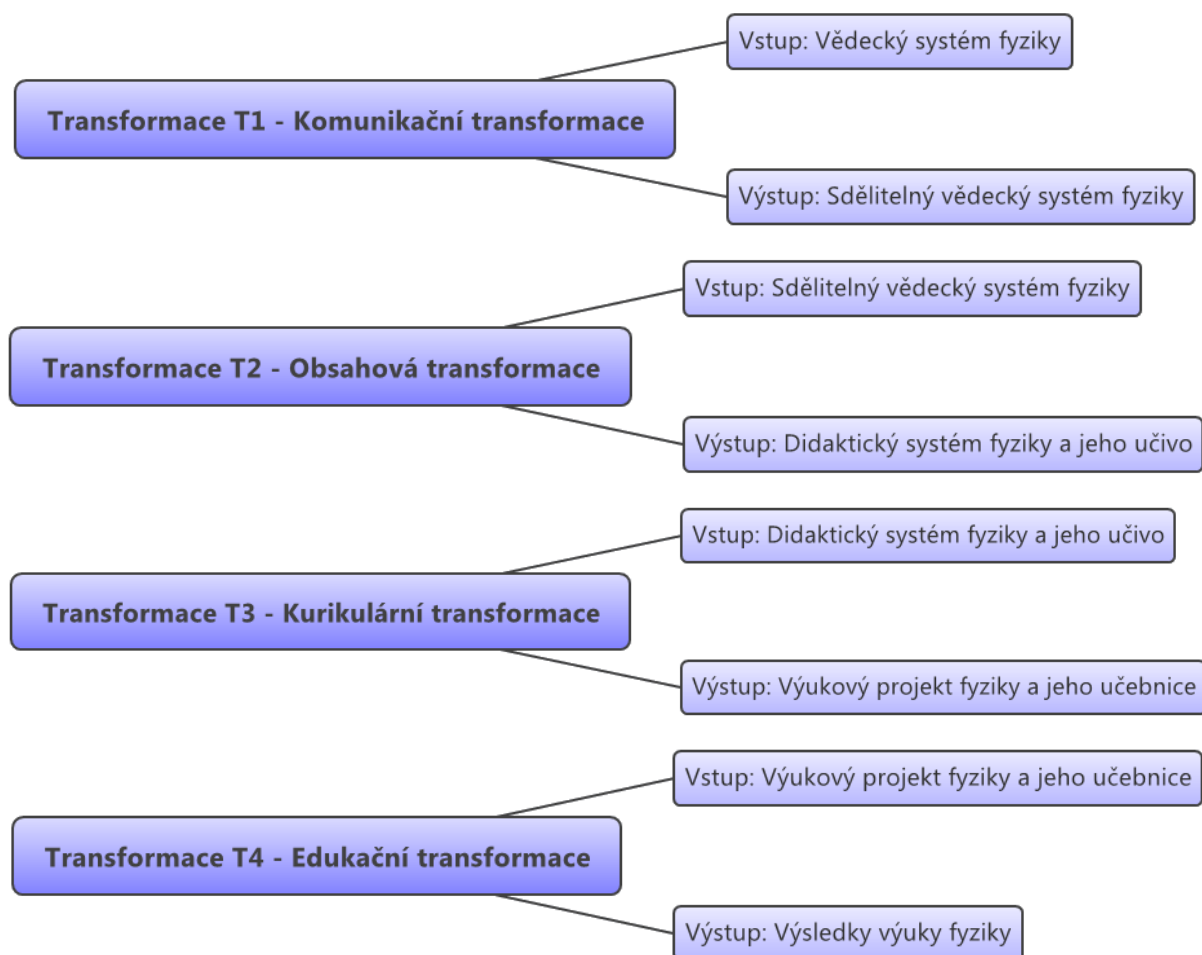
Fyzikální vědomost prodělává během procesu didaktické komunikace několik významných transformací. Procesně vyjádřená fyzikální edukace sleduje postup předávání fyzikálního poznání. Tato cesta vede různými oblastmi myšlení, vyjadřování a zkoumání, které zhruba odpovídají transformacím fyzikální vědomosti a jejím vstupům a výstupům. Tato oblast je typická základními problémovými oblastmi procesně vyjádřené fyzikální edukace. [7, 71]

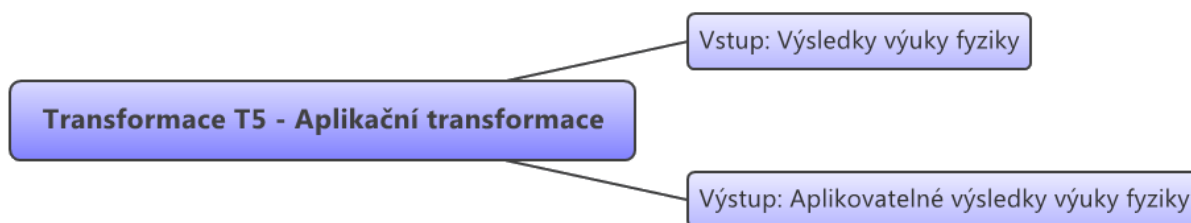
Výše uvedené základní problémové oblasti procesně vyjádřené fyzikální edukace je možno uvést v tomto pořadí: vědecký systém fyziky, didaktický systém fyziky, výukový projekt fyziky, edukační proces – proces výuky fyziky, výsledky výuky fyziky

a jejich hodnocení, společenské uplatnění fyzikálního vzdělání. V každé problémové oblasti je také obsažena odpovídající forma pojmově-poznatkové soustavy. Fyzikální pojmově-poznatkové systémy se během didaktické komunikace fyziky mění na několik různých forem. Tyto formy nabývají v transformacích T^1 až T^5 edukační komunikace fyziky. [71]

Z hlediska teorie didaktické komunikace v obrázku 2 uvádím pořadí transformací poznatků, včetně jejich vstupů a výstupů, z vědeckého do didaktického jazyka formou srozumitelného grafického zpracování.

Přehled transformací:





Obrázek 2: Transformace fyzikálního poznatku

Zdroj: Vlastní výzkum

Pro školní předmět fyziky jsou charakteristické následující variantní tvary kurikula:
Konceptuální kurikulum – rozvržení toho, co má být ve školách obsahem vzdělávání, je srovnatelná se sdílitelností vědeckého systému, toto kurikulum je možno spojit s transformací T^1 .

Zamýšlené kurikulum – jasně definováno v „kurikulárních dokumentech“ (učebnice, učební osnovy), jedná se o plánované cíle a obsah edukace. Tento proces je možno sloučit s transformací T^2 .

Projektové kurikulum a implementované kurikulum-1 – tento typ kurikula má projektovou a realizační formu. Uvedené formy je možno spojit s výsledky transformace T^3 . „Projektové kurikulum“, které lze nalézt v dobře napsaných učebnicích, jako výsledek transformace T^3 lze rozšířit o formu kurikula „implementované kurikulum-1“, které je spojeno s přípravou učitele na výuku. Tímto je provedeno rozlišení od formy implementovaného kurikula, které je zaměřeno na učivo osvojené studenty. [4]

Implementované kurikulum-2 – označuje ty informace, které jsou obsaženy v mysli studenta, spojitelné s transformací T^4 .

Dosažené kurikulum – forma nabytého učiva přizpůsobená adresátů vzdělávání společně s jejich vlastními i mimoškolními zkušenostmi a zájmy. Tato forma kurikula provází při profesní kariéře absolventy fyzikálního vzdělávání a také „žije“ v celé společnosti. Je spojitelná s transformací T^5 . [4]

Výraz *kurikulární proces fyziky* je možné vymezit jako sled variantních forem kurikula, které na sebe transformačně navazují.

V případě propojení kurikulárního procesu fyziky a transformací v didaktické komunikaci fyziky jsou pak výsledky následující:

Transformace T^1 – Komunikační transformace jako *konceptuální kurikulum*

Transformace T^2 – Obsahová transformace jako *zamýšlené kurikulum*

Transformace T^3 – Kurikulární transformace jako *projektové kurikulum a implementované kurikulum-1*

Transformace T^4 – Edukační transformace jako *implementované kurikulum-2*

Transformace T^5 – Aplikační transformace jako *dosažené kurikulum*. [4, 71]

Z hlediska obsahu této diplomové práce jsou klíčové následující variantní formy kurikula:

Konceptuální kurikulum a zamýšlené kurikulum

Stavba konceptuálního a zamýšleného kurikula je určena rovinou poznávacího procesu a strukturou pojmů na dvou kognitivních úrovních – na strukturální a formální úrovni. Proto byly z modelovacích metod strukturálních prvků variantních forem kurikula používány metody modelování, které odráží obě vymezená hlediska – analyticko-syntetické a úroňové modelování struktury pojmů.

Projektové kurikulum

Pro tvorbu učebního textu, jako projektového kurikula, je nutné mít k dispozici lineární seřazení kapitol daného učebního textu a jejich obsahové složení (souvislost se zkonstruovaným dotazníkem).

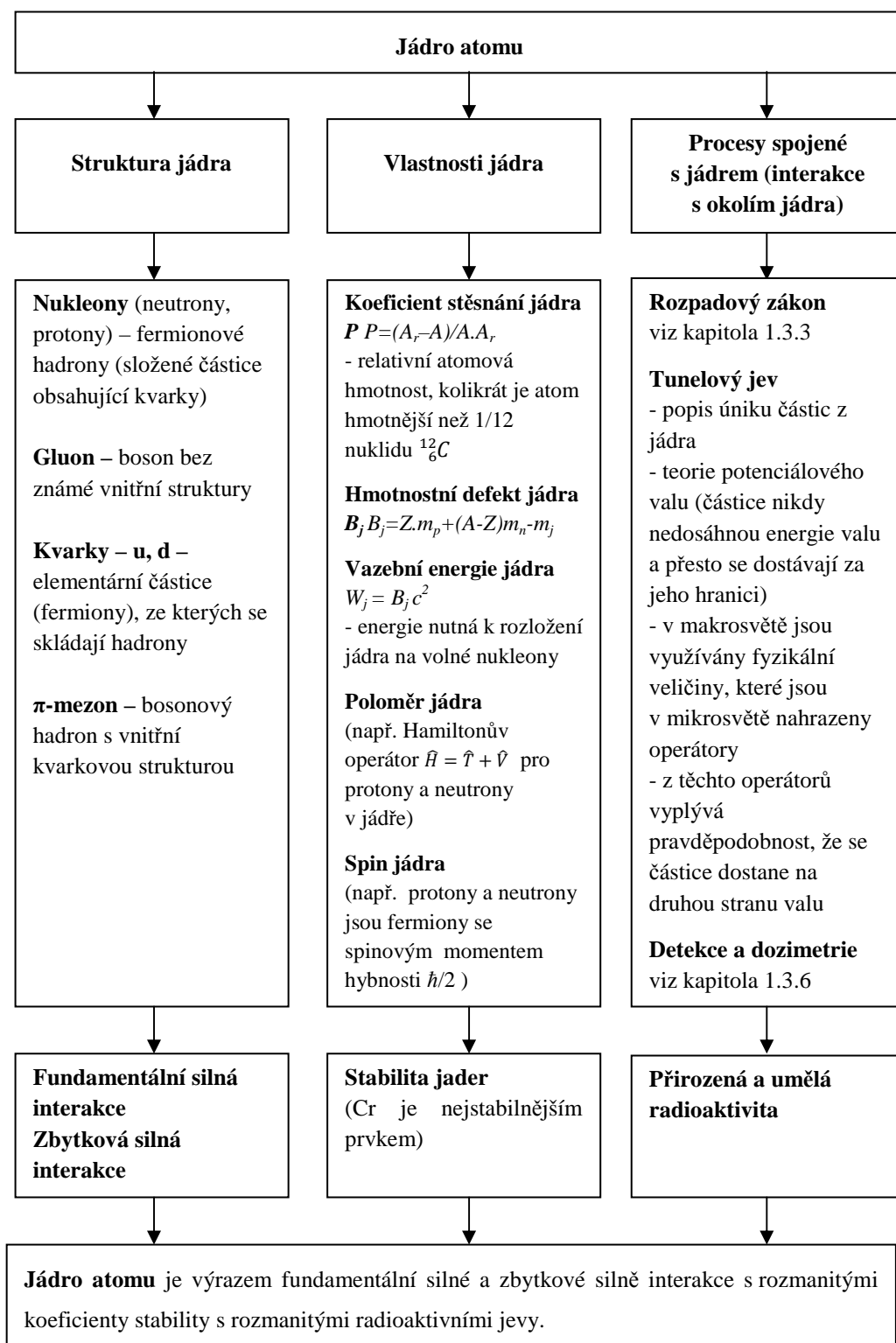
Implementované kurikulum-2

Jak jsou výukou zprostředkovány fyzikální poznatky studentům, aby je daní studenti převzali a poznatky se tak staly jejich fyzikálními znalostmi (vazba na výsledky vyplývající z dotazníků položených respondentům).

Problematiku kurikulárního procesu fyziky v rámci vysokoškolského vzdělávání autorka této práce popsala v kapitole *Curricular Process of Radiological Physics within Higher Education Level* monografie *Educational & Didactic Communication 2013* (ISBN 978-80-8166-000-9).

Následující obrázek 3 znázorňuje analyticko-syntetický model jaderné fyziky jako výraz konceptuálního kurikula v oblasti jaderné fyziky.

Poznámka: kap. 1.2 je výrazem zamýšleného kurikula pro odborníky v oblasti ochrany obyvatelstva.



Obrázek 3: Analyticko-syntetický model jaderné fyziky, Zdroj: vlastní výzkum

1.5 Statistika ve výzkumu

Jednotlivé kroky statistického šetření odráží základní metody statistiky a to jak deskriptivní, tak matematické. V této kapitole budou tyto metody postupně popsány.

1.5.1 Popis metod deskriptivní statistiky

V této části jsou popsány první čtyři kroky statistického šetření – *formulace statistického šetření, škálování, měření v deskriptivní statistice a elementární statistické zpracování*. [73]

A) Formulace statistického šetření

Vstupem do realizace statistického projektu je formulace statistického šetření, která je založena na vytyčení několika pojmů:

Hromadný náhodný jev znamená procesy nebo činnosti s nepředvídatelným výsledkem, jež se odehrávají v množině prvků. Uvedené prvky mají některé vlastnosti stejné a další vlastnosti rozdílné.

Statistická jednotka je nositelem hromadného náhodného jevu. Je to základní jednotka, kterou vymezuje stejná vlastnost dané množiny.

Statistický znak je statisticky šetřená společná vlastnost určené statistické jednotky.

Hodnota statistického znaku je forma, která popisuje daný statistický znak.

Základní statistický soubor je množinou všech statistických jednotek, tedy jejich suma. Dá se označit i jako populace spojená populačními charakteristikami.

Náhodný výběr spočívá v omezení počtu šetřených statistických jednotek takovým způsobem, aby bylo možné přenést získané výsledky na kompletní základní statistický soubor.

Výběrový statistický soubor je v podstatě zredukovaný základní statistický soubor. Toto zredukování vymezuje určité statistické jednotky, které projdou procesem náhodného výběru.

[1, 73]

B) Škálování

Škálování spočívá v rozčlenění hodnoty statistického znaku do přiměřeného počtu skupin, které se nazývají prvky škály.

Existuje mnoho druhů škál, např.: kvantitativní metrická, absolutní metrická, nominální, ordinální. [73]

C) Měření v deskriptivní statistice

Při procesu měření je každé statistické jednotce náležící výběrovému statistickému souboru přiřazen prvek škály $x_1, x_2, x_3 \dots x_k$. Z měření vychází informace o počtu naměření prvků – daný prvek škály x_i byl naměřen n_i krát. Hodnoty n_i jsou nazývány absolutní četnosti. Součet těchto hodnot je shodný s rozsahem výběrového statistického souboru.

Dalším výsledkem měření x_i je i hodnocení pravděpodobnosti, že k daným výsledkům při měření dojde. Výstupem této pravděpodobnosti $p(x_i)$ výskytu výsledku x_i je relativní četnost n_i/n . Pokud budou všechny relativní četnosti sečteny, pak výsledek musí být roven 1.

Mezi výsledky měření lze zařadit i kumulativní četnost $\sum n_i/n$, která představuje, jaká pravděpodobnost výskytu výsledku měření, který bude menší nebo roven výsledku x_i . Tento typ četností lze nalézt jen při využití absolutních metrických či kvantitativních metrických škál. [10, 73]

D) Elementární statistické zpracování

Elementární statistické zpracování je využíváno ke zpracování naměřených četností. Slouží pro uspořádání, zpřehlednění a grafické znázornění výsledků, které byly získány při měření, využitím empirických parametrů. Pro tento proces se využívají tři základní výsledky tohoto typu zpracování – tabulka, empirická rozdělení a empirické parametry. [19, 73]

- *Tabulka*

Tabulka se skládá z osmi sloupců. V prvních čtyřech sloupcích jsou obsaženy uspořádané výsledky měření a také příslušná empirická rozdělení. V druhé polovině tabulky jsou pomocné výpočty, které se využívají k rychlejšímu a snadnějšímu vypočtení empirických parametrů. [73]

- *Empirická rozdělení četností*

V tomto bodě statistického šetření je graficky vyjádřeno přiřazení absolutních četností n_i odpovídajícím prvkům škály x_i a následně přiřazení kumulativních četností $\sum n_i/n$ odpovídajícím prvkům škály x_i . Na vodorovnou osu jsou v grafu nanášeny prvky škály x_i , na svislé ose jsou pak odpovídající četnosti. [73]

- *Empirické parametry*

Empirické parametry znázorňují charakter daného statistického souboru.

Parametry lze dělit dle toho, kterou vlastnost zkoumaného statistického souboru (tedy statistický znak) vystihují:

- parametr polohy
- parametr variability (proměnlivosti)
- parametr šikmosti
- parametr špičatosti

Empirické parametry je také možné dělit podle způsobu jejich výpočtu:

- momentové parametry
- kvantilové parametry

Momentové parametry se dělí na obecné momenty, centrální a normované momenty. Obecný moment 1. řádu charakterizuje aritmetický průměr, centrální moment 2. řádu charakterizuje empirický rozptyl, normované momenty 3. a 4. řádu charakterizují parametry šikmosti a špičatosti.

Kvantilové parametry úzce souvisejí s parametry momentovými, ale jsou vytvářeny jiným způsobem. Řadí se mezi ně mediány, percentily, kvartily a decily.

[26, 73]

1.5.2 Popis metod matematické statistiky

Matematická statistika znázorňuje výsledky deskriptivní statistiky pomocí různých konstruktů. Tyto výsledky dále zpracovává matematickými metodami.

Několik zmíněných konstruktů lze odvodit z teorie pravděpodobnosti. Prvním z těchto odvozených konstruktů je „teoretické rozdělení“. Diskrétní matematika, diferenciální a integrální počet v těchto případech vyžaduje využití teoretického rozdělení náhodné veličiny (pojem „náhodná veličina“ je obdobou „statistického znaku“), které nahrazuje empirické rozdělení četností. Z tohoto procesu nahrazování vyplývá základní metoda matematické statistiky – „*neparametrické testování*“. V případě, že není možné objevit teoretické rozdělení, je doporučeno dále nepokračovat ve zkoumání daného statistického znaku.

„*Parametrické testování*“ je dalším pojmem, který je také odvozen z teorie pravděpodobnosti. Tento konstrukt spočívá v komparaci teoretických parametrů daného statistického šetření s jinými dostupnými výsledky (empirickými či teoretickými parametry) získanými z odlišných statistických šetření. [1, 5, 73]

A) Neparametrické testování

Základem neparametrického testování je myšlenka, že výhodné nahradit empirické rozdělení teoretickým rozdělením. Je také nazýváno „testování neparametrických hypotéz“.

Využití teoretického rozdělení umožňuje získání dat, které jsou jinak nedostupné, díky aplikaci jednoduchého matematického nástroje. [1, 5, 73]

- *Intervalové rozdělení četností*

V některých případech je žádoucí rozdělit hodnoty statistického znaku či prvku metrické škály zkoumaného statistického souboru na určitý počet intervalů. Odpovídající hodnoty jsou pak uvedeny v každém jednotlivém intervalu. Obecně je doporučeno ve statistickém šetření sestavit 5 až 20 intervalů, které mají stejnou délku. [73]

- *Teoretické rozdělení četností*

„Teoretické rozdělení“ je elementárním prvkem vycházejícím z teorie pravděpodobnosti. V teorii pravděpodobnosti je hromadný náhodný jev šetřen pomocí „náhodné veličiny“ a „náhodného pokusu“. Náhodný pokus je takový proces nebo činnost, jejichž výsledek je nepředvídatelný. Výsledek náhodného pokusu určuje hodnotu náhodné veličiny, jež je obdobou termínu „hodnota statistického znaku“ (tento pojem vychází z teorie pravděpodobnosti).

Náhodné veličiny lze rozdělit do dvou skupin - spojité a diskrétní náhodné veličiny. V případě spojitých veličin na sebe hodnoty spojitě navazují, není možné nalézt jejich neblížeji sousední hodnotu. Tyto hodnoty jsou obvykle značeny x . Hodnoty diskrétní náhodné veličiny na sebe nenavazují a jsou značeny x_i . Hodnotám náhodné veličiny je možné přiřadit pravděpodobnosti, s kterými při náhodném pokusu nastanou.

„Teoretické rozdělení“ je analogií statistického termínu „empirické rozdělení četností“. V závislosti na charakteru náhodné veličiny je možné teoretická rozdělení dělit na spojitá a diskrétní. Typů teoretických rozdělení existuje velké množství.

Příkladem diskrétního teoretického rozdělení je binomické rozdělení a příkladem spojitého teoretického rozdělení je normální rozdělení. [5, 73]

Pro všechna teoretická rozdělení jsou určeny dva významné parametry – střední hodnota E (parametr polohy, měří úroveň náhodné veličiny) a rozptyl D (parametr proměnlivosti, měří rozptýlenost hodnot náhodné veličiny).

Znak P_j značí pravděpodobnostní funkci a x_i hodnoty diskrétní náhodné veličiny pro diskrétní teoretická rozdělení. U spojitých teoretických rozdělení se hustota pravděpodobnosti značí $\rho(x)$ a hodnoty spojitě náhodné veličiny x .

Tvary střední hodnoty binomického a normálního rozdělení vypadají následovně

$$E_i = \sum_{i=0}^n iP_i$$

$$E(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho(x)dx.$$

Tvary rozptylu pro binomické a normální rozdělení jsou

$$D_i = \sum_{i=0}^n P_j (i - E(i))^2$$
$$D(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho(x) (x - E(x))^2 dx.$$

[73]

- *Aparát neparametrického testování*

Východiskem pro ověřování hypotéz (parametrických i neparametrických) je využití nulových hypotéz H_0 a alternativních hypotéz H_a .

Nulová hypotéza v případě neparametrického testování předpokládá, že zamýšlené teoretické rozdělení může nahradit empirické rozdělení (v případě, že dojde k náhradě normálním rozdělením, jde o test normality). Alternativní hypotéza však předpokládá, že toto není správně. Testování neparametrických hypotéz spočívá v komparaci empirických a teoretických četností. Z elementárního statistického zpracování vychází empirické četnosti. Teoretické četnosti je třeba vypočítat pomocí pravděpodobnostní funkce nebo hustoty pravděpodobnosti.

K ověřování hypotéz byla vytvořena speciální teoretická rozdělení, která fungují jako testová kritéria, nikoli jako náhrada empirických parametrů. Výjimku tvoří normální rozdělení, které v normované podobě může být testovým kritériem a v nenormované podobě může fungovat jako náhrada empirických rozdělení.

Nejpoužívanějšími testovými kritérii jsou normované normální rozdělení – tzv. u-test, Studentovo rozdělení – t-test, Pearsonovo rozdělení – χ^2 -test dobré shody a Fisher-Snedecorovo rozdělení – F-test. Pro tato kritéria byly zpracovány statistické tabulky.

Testování hypotéz vyžaduje zvolení vhodného testového kritéria. V případě ověřování neparametrických hypotéz je nejčastěji využívanou metodou χ^2 -test dobré shody.

Následujícím krokem je určení experimentální hodnoty zvoleného kritéria a jeho kritické teoretické hodnoty. Z kritické teoretické hodnoty vychází kritický obor W daného testového kritéria.

K přijetí alternativní hypotézy H_a dochází, pokud experimentální hodnota daného testového kritéria náleží kritickému oboru W . Tento výrok znamená, že empirické rozdělení není možné nahradit zamýšleným teoretickým rozdělením. Pokud daná experimentální hodnota není prvkem kritického oboru W , pak je možné přijmout nulovou hypotézu H_0 , dle které lze empirické rozdělení nahradit teoretickým rozdělením.

Nepostradatelným krokem ověřování parametrických i neparametrických hypotéz je určení hladiny statistické významnosti α . Tento prvek znázorňuje pravděpodobnost, že ověřovaná hypotéza bude chybně zamítnuta. Nejčastěji využívanými hladinami statistické významnosti jsou hodnoty $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$. [1, 5, 73]

a) Rozšíření neparametrického testování

Neparametrických testování je známo velké množství a popis všech možností testů přesahuje rozsah této práce. Z toho důvodu bude pro ukázkou blíže zkoumán test dobré shody, tedy χ^2 -test.

χ^2 -test dobré shody

χ^2 -test dobré shody je jedním z neparametrických testů, které jsou používány pro ověřování pravděpodobnostní funkce P_i nebo ověření předpokladu o druhu hustoty pravděpodobnosti $\rho(x)$.

Toto testování se zakládá na porovnávání reálných empirických výsledků s teoretickým obsazením prvků škály. Tento postup je realizovatelný po uskutečnění roztřídění výsledků šetřeného výběrového statistického souboru VSS do nepřekrývajících se prvků škály. Pokud je dosažena shoda, pak je možné přijetí nulové hypotézy H_0 . V opačném případě, kdy není dosaženo shody, je nutné vybrat další pravděpodobnostní funkci P_i či další předpoklad o druhu hustoty pravděpodobnosti $\rho(x)$ a tedy zvolit alternativní hypotézu H_a .

Základní kritérium tohoto testu je obecný výraz

$$\chi_{exp}^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - N_j)^2}{N_j},$$

ve kterém n_j je označení empirických absolutních četností, k pak představuje zredukovaný počet prvků škály, N_j znázorňuje teoretické absolutní četnosti, které mají vazbu na zkoumané diskrétní či spojité teoretické rozdělení.

Pokud pro empirické absolutní četnosti neplatí $n_j > 5$ a to alespoň v 80% prvků škály, je nutné zmenšení počtu prvků škály. χ^2 -test je aplikovatelný pro libovolnou hustotu pravděpodobnosti $\rho(x)$ či pravděpodobnostní funkci P_i pro libovolné spojité nebo diskrétní teoretické rozdělení.

Tento typ testování má různé tvary pro různá rozdělení. Pro názornost je dále uveden tvar experimentální hodnoty χ_{exp}^2 užívaný při testování normálního a Poissonova rozdělení.

Test normálního rozdělení se provádí pomocí výrazu

$$\chi_{exp}^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - np_j)^2}{np_j}.$$

V uvedeném vztahu je n rozsahem výběrového statistického souboru VSS, p_j značí rozdíl hodnot distribuční funkce $F(x)$ pro normální rozdělení.

Vhodným testem Poissonova rozdělení by mohl být následující tvar

$$\chi_{exp}^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - nP_j)^2}{nP_j},$$

ve kterém je n rozsahem výběrového statistického souboru VSS, jako ve výše uvedeném vzorci, a symbol P_j je v tomto případě spojen s pravděpodobnostní funkcí P_j platící pro Poissonovo rozdělení. [73]

b) Teoretické parametry

Teoretické parametry v obecné rovině charakterizují náhodnou veličinu X . Patří mezi ně obecné, centrální a normované momenty.

Pokud je náhodný vektor \vec{X} jednorozměrný, pak je v případě spojité náhodné veličiny distribuční funkcí $F(x)$ a hustotou pravděpodobnosti $\rho(x)$ (ta je analogií relativní četnosti z empirické statistiky). V případě nespojité náhodné veličiny je distribuční funkce F_i a pravděpodobnostní funkce P_i . Obecný, centrální a normovaný teoretický moment O_j, C_j, N_j lze popsat vzorci:

$$O_j = \int_a^b x^j \rho(x) dx, O_j = \sum_{i=1}^n i^j P_i$$

$$C_j = \int_a^b (x - O_1)^j \rho(x) dx, C_j = \sum_{i=1}^n (i - O_1)^j P_i$$

$$N_j = \int_a^b \left(\frac{x - O_1}{\sqrt{C_2}} \right)^j \rho(x) dx, N_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{i - O_1}{\sqrt{C_2}} \right)^j P_i$$

Teoretický obecný moment 1. řádu O_1 je nazýván také parametr polohy, centrální moment 2. řádu C_2 je parametrem variability, normovaný moment 3. řádu N_3 je parametrem šikmosti a normovaný moment 4. řádu N_4 je parametrem špičatosti. [73]

c) Rozšíření teoretických rozdělení

- *Spojité teoretické rozdělení – Rovnoměrné rozdělení*

Rovnoměrné teoretické rozdělení R_0 je rozdělení náhodné veličiny X (ta je označována a získává hodnoty $x \in \langle a, b \rangle$). Tento typ rozdělení nemá teoretický parametr. Hustota pravděpodobnosti $\rho(x)$ a distribuční funkce $F(x)$ lze popsat tvary

$$\rho(x) = \frac{1}{b-a}, x \in \langle a, b \rangle$$

$$F(t) = \int_a^t \rho(x) dx, \text{ kde } t \leq b$$

$$F(b) = \int_a^b \rho(x) dx = 1.$$

Teoretické parametry O_1, C_2, C_3, C_4 je možné vystihnout tvary

$$O_1 = E(x) = \frac{a+b}{2}$$

$$C_2 = D(x) = \frac{(b-a)^2}{12}$$

$$C_3 = 0$$

$$C_4 = \frac{(b-a)^4}{80}$$

[73]

- *Spojité teoretické rozdělení – Gama rozdělení*

Tento typ rozdělení je označován $\text{Ga}(a, p)$ a má dva teoretické parametry a, p nabývající kladných hodnot. Některá teoretická rozdělení včetně gama rozdělení vycházejí z gama funkce $\Gamma(p)$

$$\Gamma(p) = \int_0^{\infty} x^{p-1} e^{-x} dx$$

Hustota pravděpodobnosti $\rho(x)$ a vybrané teoretické parametry O_j, C_j tohoto rozdělení mají tvary

$$\rho(x) = \frac{a^p}{\Gamma(p)} e^{-ax} x^{p-1} (x, a, p \in (0; \infty))$$

$$O_1 = E(x) = \frac{p}{a}, O_2 = E(x^2) = \frac{p(p+1)}{a^2}$$

$$C_2 = D(x) = O_2 - O_1^2 = \frac{p}{a^2}$$

[73]

- *Spojité teoretické rozdělení – Exponenciální rozdělení*

Exponenciální rozdělení je speciálním druhem gama rozdělení $\text{Ga}(a, p)$ s jedním teoretickým parametrem a nabývajícím kladných hodnot. Toto spojité teoretické rozdělení vychází z gama funkce $\Gamma(p)$ pro $p=1$.

Hustota pravděpodobnosti $\rho(x)$ je pro exponenciální rozdělení popsána tvarem

$$\rho(x) = \frac{a^1}{\Gamma(1)} e^{-ax} x^{1-1} = ae^{-ax}, x \in (0; \infty)$$

- *Diskrétní teoretické rozdělení – Alternativní rozdělení*

Alternativní rozdělení $A(p)$ má jeden teoretický parametr p náhodné veličiny X s hodnotami $x_i = i = 0, 1$. V případě, že nastane náhodný jev má pravděpodobnostní funkce P_i hodnotu $P_i = p$, pokud nenastane, pak má hodnotu $P_0 = 1 - p$.

Pravděpodobnostní funkce P_i a distribuční funkce F_i (jsou analogiemi empirické relativní četnosti a kumulativní četnosti), momentová vytvořující funkce a teoretické parametry O_j, C_j jsou pro alternativní rozdělení popsány následovně

$$P_i = p^i(1-p)^{1-i}, \text{ kde } i = 0, 1, F_i = \sum_{j=0}^i P_j, \text{ kde } i \leq 1$$

momentová vytvořující funkce $m_i(z) = pe^z + 1 - p$

teoretické parametry O_1, C_2, C_3, C_4

$$O_1 = E_i = p, C_2 = D_i = p(1-p),$$

$$C_3 = p(1-p)(1-2p),$$

$$C_4 = p(1-p)(1-3p-3p^2) \quad [73]$$

- *Diskrétní teoretické rozdělení - Poissonovo rozdělení*

Poissonovo rozdělení $Po(\lambda)$ je druhem diskrétního rozdělení s jedním teoretickým parametrem λ pro náhodnou veličinu X .

Pravděpodobnostní funkce P_i a distribuční funkce F_i , momentová vytvořující funkce a teoretické parametry O_j, C_j jsou pro toto rozdělení popsány tvary:

$$P_i = e^{-\lambda} \frac{\lambda^i}{i!}, \text{ kde } i = 0, 1, \dots, \infty, F_i = \sum_{j=0}^i P_j, \text{ kde } i \leq \infty$$

momentová vytvořující funkce $m_i(z) = e^{\lambda(e^z-1)}$

teoretické parametry $O_1 = E_i = \lambda, C_2 = D_i = \lambda, C_3 = \lambda, C_4 = 3\lambda^2 + \lambda$

[73]

B) Parametrické testování

Tento typ testování se zakládá na aparátu dvou hlavních hypotéz - nulová hypotéza H_0 a alternativní hypotéza H_a (H_a se uplatní v případě, že neplatí H_0 , vymezuje totiž nastalý stav). Parametrické testování je obvykle doplněno aparátem kritického oboru W .

Ověřování parametrických hypotéz lze rozdělit na „jednovýběrové testování hypotézy“ (testování střední hodnoty – jednovýběrový u-test a t-test; nebo testování rozptylu – jednovýběrový χ^2 -test) a na „dvojvýběrové testování“ (testování rovnosti středních hodnot – dvojvýběrový u-test a t-test; nebo testování rovnosti rozptylů – dvojvýběrový F-test). [1, 73]

- *Jednovýběrové parametrické testování*

Tento typ ověřování hypotéz vychází z komparace empirického parametru $\mu_1 = O_1$ nebo empirického parametru $\sigma_1 = S_x$ (znaky O_1 a S_x znázorňují výsledky elementárního statistického zpracování pocházející z šetření výběrového statistického souboru VSS_1 , které vedly k odhadnutí náležitých teoretických parametrů μ_1 a σ_1 normálního rozdělení) s vnějšími teoretickými údaji μ_0, σ_0 rozmanitého původu (výzkumné zprávy, studium literatury a jiné).

Postup tohoto testování je analogický postupu neparametrického testování – definování nulové a alternativní hypotézy, volba hladiny statistické významnosti α , volba vhodného testového kritéria (jednovýběrový t-test, u-test nebo χ^2 -test), nalezení kritické hodnoty zvoleného kritéria, zápis kritického oboru W , výpočet empirické hodnoty kritéria, zjištění, zda náleží nebo nenáleží do kritického oboru W . V případě, že náleží do tohoto kritického oboru, výsledkem je potřeba přijetí alternativní hypotézy H_a . Pokud dojde k opačnému zjištění pak je žádoucí přijmout nulovou hypotézu H_0 . [1, 5, 73]

- *Dvojvýběrové parametrické testování*

Dvojvýběrové parametrické testování spočívá v porovnání empirického parametru $\mu_1 = O_1$ nebo empirického parametru $\sigma_1 = S_x$ (znaky O_1 a S_x – viz výše) s teoretickými

údaji μ_2 a σ_2 . Údaje μ_2 a σ_2 vycházejí z výsledků zpracování výběrového statistického souboru VSS_2 .

Postup při tomto ověřování hypotéz je opět shodný s postupem neparametrického testování. Vhodným testovým kritériem jsou však v tomto případě dvojvýběrové testy: t-test, u-test či F-test. [5, 73]

Rozšíření parametrického testování

Parametrický test shody teoretických parametrů dvou normálních rozdělení

V případě, že jsou k dispozici dva výběrové statistické soubory VSS_1 a VSS_2 a jejich neparametrickým testováním bylo potvrzena normalita jejich empirických rozdělení četností, je možné tyto dva soubory srovnat. První soubor VSS_1 a jemu odpovídající náhodná veličina, která koresponduje se zkoumaným statistickým znakem, má normální rozdělení $N(\mu_1, \sigma_1)$ a druhý soubor VSS_2 má normální rozdělení $N(\mu_2, \sigma_2)$. Za použití nulových a alternativních hypotéz jsou pak dvojvýběrovými parametrickými testy srovnávány teoretické obecné momenty 1. řádu μ_1 a μ_2 a také odmocniny teoretických centrálních momentů 2. řádu σ_1 a σ_2 .

Ve stručném přehledu nejužívanějších dvojvýběrových parametrických testů je obsažen i tvar testového kritéria daný pro experimentální hodnotu a také tvar kritického oboru. V tomto případě není hladina statistické významnosti α určité zadána. [73]

- *Dvojvýběrový u-test* pro testování hypotézy o rovnosti středních hodnot se známými rozptyly σ_1 a σ_2 je dán výrazem

$$u_{exp} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}, W = (-\infty; -u(\frac{\alpha}{2}) \cup \langle u(\frac{\alpha}{2}); \infty \rangle$$

kde n_1, n_2 značí rozsahy výběrových statistických souborů VSS_1, VSS_2 . [73]

- *Dvojvýběrový t-test* pro testování hypotézy o rovnosti středních hodnot s neznámými rozptyly σ_1 a σ_2 je popsán tvarem

$$t_{exp} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{x1}^2 + (n_2 - 1)S_{x2}^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$W = (-\infty; -t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2)) \cup (t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2); \infty)$$

kde n_1, n_2 značí rozsahy výběrových statistických souborů $VSS_1, VSS_2, S_{x1}, S_{x2}$ značí směrodatné odchylky odpovídajících výběrových statistických souborů. Výrazem $n_1 + n_2 - 2$ je určen počet stupňů volnosti. [73]

- *Dvojvýběrový F-test* pro testování hypotézy o rovnosti rozptylů s neznámými parametry $\mu_1, \mu_2, \sigma_1, \sigma_2$ je popsán následovně

$$F_{exp} = \frac{S_{x1}^2}{S_{x2}^2}, W = (0; F_{n_1-1, n_2-1}(1 - \alpha/2)) \cup (F_{n_1-1, n_2-1}(\frac{\alpha}{2}); \infty)$$

[73]

2. HYPOTÉZY A METODIKA VÝZKUMU

2.1 Hypotézy

1. Teoretické rozdělení znalostí u laické veřejnosti bude blízké normálnímu rozdělení.
2. Teoretické rozdělení znalostí u odborné veřejnosti nebude mít normální rozdělení.
3. Srovnání znalostí u obou veřejností pomocí parametrických testů povede k přijetí alternativní hypotézy.

2.2 Metodika výzkumu

K získání dat pro výzkum v této diplomové práci byly použity metody kvantitativního výzkumu. Byl vytvořen dotazník v podobě alternativního testu, který se skládá z 20 otázek.

Výběr odborné veřejnosti byl proveden na základě doporučení odborného pracovníka Katedry radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity z řad příslušníků HZS ČR, kteří vykonávají službu v JPO v hlavním pracovním poměru ve funkci technik chemické služby, chemik. Byli osloveni vedoucí pracovníci krajských pracovišť chemické služby, kteří dotazníky dále distribuovali dalším příslušníkům. Dotazník byl vyplněn 52 chemiky převážně z Jihočeského, Libereckého a Olomouckého kraje.

Při výběru laické veřejnosti nebyl použit náhodný výběr. Dotazník vyplnilo 50 respondentů nereprezentativního vzorku ze sociálního okolí autorky diplomové práce.

Vytyčené hypotézy budou testovány metodami deskriptivní a matematické statistiky.

1) Postup ověřování hypotéz pomocí metod deskriptivní statistiky

Formulace statistického šetření

Formulace statistického šetření vychází z popisu těchto pojmů:

- hromadný náhodný jev HNJ
- statistická jednotka SJ
- statistický znak SZ
- hodnoty statistického znaku HSZ
- základní statistický soubor a jeho rozsah ZSS
- náhodný výběr NV
- výběrový statistický soubor a jeho rozsah VSS

Škálování

K provedení škálování bude využita *kvantitativní metrická škála*.

Měření

Množiny statistických jednotek budou zobrazeny do množiny reálných čísel.

Výsledky měření daného statistického šetření budou vyjádřeny v údajích, které znázorňují hodnoty statistického znaku – údaje o prvcích škály a absolutní, relativní a kumulativní četnosti.

Elementární statistické zpracování

Toto zpracování bude pro přehlednost zobrazeno v tabulce. Tabulka bude obsahovat následující prvky:

- x_i - prvky škály
- n_i - absolutní četnosti prvků škály
- n_i/n - relativní četnosti prvků škály
- $\sum n_i/n$ - kumulativní četnosti

Dále budou v tabulce zobrazeny prvky nutné pro vypočítání empirických parametrů. V těchto prvcích budou obsaženy následující součiny:

- součiny $x_i n_i$
- součiny $x_i^2 n_i$
- součiny $x_i^3 n_i$
- součiny $x_i^4 n_i$

Empirická rozdělení četností

V této části budou použity dva typy empirického rozdělení četností. V prvním případě budou prvkům škály x_i přiřazovány příslušné absolutní četnosti n_i nebo relativní četnosti n_i/n . V druhém případě budou prvkům škály x_i přiřazeny příslušné kumulativní četnosti $\sum n_i/n$.

Empirické parametry

V této části jsou vyjádřeny použité vztahy, které definují obecné a centrální momenty, dále pak popis centrálních momentů využitím momentů obecných a popis normovaných momentů pomocí centrálních momentů.

(Písmeno x značí sledovaný statistický znak, symbol x_i označuje prvky škály statistického znaku, n_i absolutní četnosti a n značí velikost výběrového statistického souboru.)

a) Obecně platné vzorce pro obecné a centrální parametry

Obecný moment r-tého řádu: $O_r(x) = \frac{1}{n} \sum n_i \cdot (x_i)^r$

Obecný moment 1. řádu: $O_1(x) = \bar{x}$ (aritmetický průměr)

Centrální moment r-tého řádu: $C_r(x) = \frac{1}{n} \sum n_i \cdot (x_i - \bar{x})^r$

Centrální moment 2. řádu: $C_2(x) = S_x^2$ (empirický rozptyl)

Směrodatná odchylka: $S_x = \sqrt{C_2(x)}$

b) Pomocí obecných momentů jsou vyjádřeny potřebné centrální momenty

$$C_2(x) = O_2(x) - [O_1(x)]^2$$

$$C_3(x) = O_3(x) - 3 \cdot O_2(x) \cdot O_1(x) + 2 \cdot [O_1(x)]^3$$

$$C_4(x) = O_4(x) - 4 \cdot O_3(x) \cdot O_1(x) + 6 \cdot O_2(x) \cdot [O_1(x)]^2 - 3 \cdot [O_1(x)]^4$$

c) Pomocí výše uvedených centrálních momentů jsou vyjádřeny potřebné normované momenty

$$N_3(x) = \frac{C_3(x)}{C_2(x)\sqrt{C_2(x)}}$$

$$N_4(x) = \frac{C_4(x)}{[C_2(x)]^2}$$

Obecný moment 1. řádu O_1 určuje *parametr polohy* a nazývá se *aritmetický průměr*.

Centrální moment 2. řádu C_2 znázorňuje *parametr variability* a nazývá se *empirický rozptyl*. Druhá odmocnina tohoto rozptylu je *směrodatná odchylka*.

Normovaný moment 3. řádu N_3 určuje *parametr šikmosti* a nazývá se *koefficient šikmosti*.

Normovaný moment 4. řádu N_4 znázorňuje *parametr špičatosti* a nazývá se *koefficient špičatosti*.

Také se využívá veličina zvaná *exces*, platí pro ni vztah $exces = N_4 - 3$.

2) Postup ověřování hypotéz pomocí metod matematické statistiky

Neparametrické testování

V prvním kroku bude uskutečněno intervalové rozdělení četností, pro které bude využito 5 shodně dlouhých intervalů.

Následně bude využit zvolený test neparametrického testování, který bude vhodný pro zpracování dat – χ^2 -test dobré shody.

Dalším krokem bude testování normality – postup tohoto testování je následující:

1. Výpočet integrálů – výpočet jednotlivých ploch pod křivkou za pomoci zavedení proměnné u .
2. Použití primitivní funkce $F(u_i)$ – data budou získána ze statistických tabulek.
3. Využití χ^2 -testu dobré shody – z toho vychází výpočet χ^2_{exp} a χ^2_{teor} .
4. Ověření či vyvrácení určených hypotéz.

Parametrické testování

Z oblasti parametrického testování bude využito dvojnásobné testování hypotézy. Bude použit dvojnásobný t-test, pro jeho výpočet bude použit následující vztah:

$$t_{\text{exp}} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{x_1}^2 + (n_2 - 1)S_{x_2}^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$
$$W = (-\infty; -t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2)) \cup (t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2); \infty)$$

3. VÝSLEDKY

3.1 Konstrukce dotazníku

Dotazník byl vytvořen jako výsledek komparace analyticko-syntetického modelu jaderné fyziky a požadavků na vzdělání odborníků (techniků chemické služby HZS ČR). Jeho příprava na rozeslání a distribuce respondentům je výrazem implementovaného kurikula-1. Výsledky položeného dotazníku jsou pak výrazem implementovaného kurikula-2.

Přehled otázek dotazníku pokládaného respondentům je uveden v příloze E.

3.2 Výsledky statistického šetření

3.2.1 *Statistické šetření znalostí z jaderné fyziky u laické veřejnosti*

a) Formulace statistického šetření:

Statistická jednotka – respondent laické veřejnosti

Statistický znak – počet chyb v testu z jaderné fyziky

Hodnoty statistického znaku – 0-20 chyb

Základní statistický soubor – 50 osob laické veřejnosti

Náhodný výběr – nebyl prováděn

Výběrový statistický soubor = ZSS

b) Škálování a měření

Tabulka 4: Škálování výsledků testování znalostí laické veřejnosti, Zdroj: vlastní výzkum

skupiny	počet chyb	počet laiků
1.	5 a méně	2
2.	6-8	6
3.	9-11	22
4.	12-14	13
5.	15 a více	7

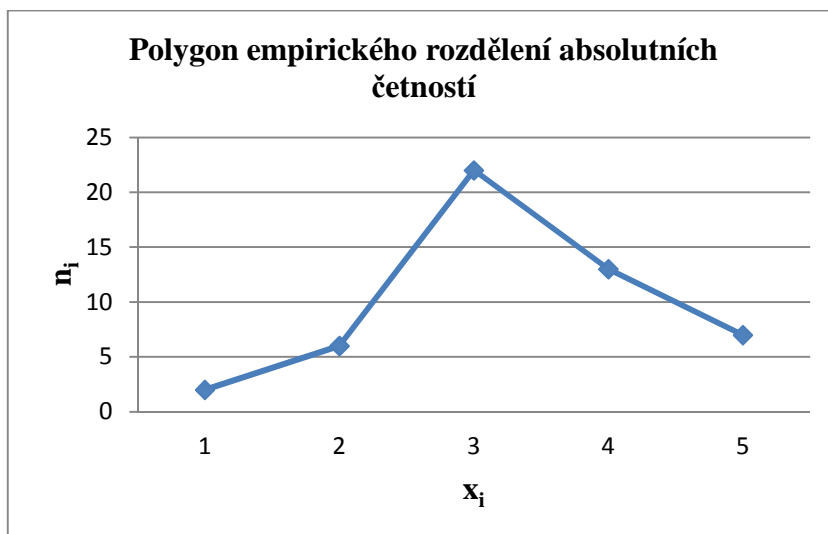
c) Elementární statistické zpracování

c1) Tabulka

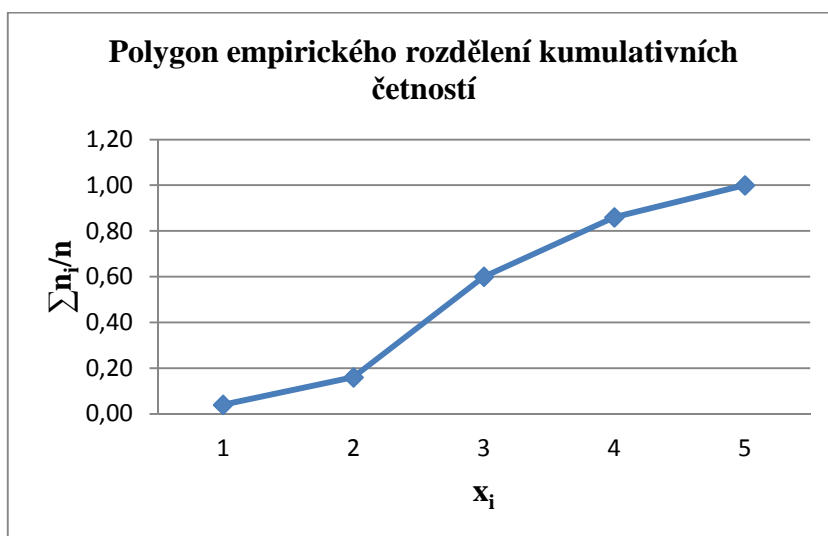
Tabulka 5: Výsledky měření, empirické parametry, Zdroj: vlastní výzkum

x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	2	0	0	2	2	2	2
2	6	0,12	0,16	12	24	48	96
3	22	0,44	0,60	66	198	594	1782
4	13	0,26	0,86	52	208	832	3328
5	7	0,14	1	35	175	875	4375
Σ	Σ 50			Σ 167	Σ 607	Σ 2351	Σ 9583

c2) Empirické rozdělení četností



Graf 1: Polygon empirického rozdělení absolutních četností, Zdroj: vlastní výzkum



Graf 2: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností, Zdroj: vlastní výzkum

c3) Empirické parametry

Ilustrace výpočtu empirických parametrů:

$$O_1(x) = 3,34$$

$$O_2(x) = 12,1$$

$$O_3(x) = 47$$

$$O_4(x) = 192$$

$$C_2(x) = 0,98 \quad (S_x = 0,99)$$

$$C_3(x) = -0,1$$

$$C_4(x) = 2,7$$

$$N_3(x) = -0,1$$

$$N_4(x) = 2,79$$

$$\text{exces} = N_4(x) - 3 = -0,2$$

d) Intervalové rozdělení četností, přechod k normovanému normálnímu rozdělení

Tabulka 6: Intervalové rozdělení četností výsledků testování znalostí laické veřejnosti,

Zdroj: vlastní výzkum

x_i	intervaly	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	$(-\infty; 1,5)$	2	0	0	2	2	2	2
2	$(1,5; 2,5)$	6	0,12	0,16	12	24	48	96
3	$(2,5; 3,5)$	22	0,44	0,60	66	198	594	1782
4	$(3,5; 4,5)$	13	0,26	0,86	52	208	832	3328
5	$(4,5; \infty)$	7	0,14	1	35	175	875	4375
Σ		Σ 50			Σ 167	Σ 607	Σ 2351	Σ 9583

d1) Výpočet jednotlivých integrálů – jednotlivých ploch

d1.1) Zavedení proměnné u

$$u = \frac{x - O_1}{S_x}$$

$$u_1 = -1,855$$

$$u_2 = -0,847$$

$$u_3 = 0,161$$

$$u_4 = 1,169$$

$$u_5 = \infty$$

d1.2) Primitivní funkce – užití statistických tabulek

$$F(u_1 = -1,855) = 0,032\ 16$$

$$F(u_2 = -0,847) = 0,197\ 66$$

$$F(u_3 = 0,161) = 0,563\ 56$$

$$F(u_4 = 1,169) = 0,897\ 00$$

$$F(u_5 = \infty) = 1$$

d1.3) Hodnoty jednotlivých ploch

Tabulka 7: Hodnoty jednotlivých integrálů pro testování znalostí laické veřejnosti,

Zdroj: vlastní výzkum

x_i	intervaly	n_i	u_i	$\Phi(u_i)$	p_i	np_i
1	$(-\infty; 1,5)$	2	-1,855	0,032	0,032	1,608
2	$(1,5; 2,5)$	6	-0,847	0,198	0,166	8,275
3	$(2,5; 3,5)$	22	0,161	0,564	0,366	18,295
4	$(3,5; 4,5)$	13	1,169	0,879	0,315	15,772
5	$(4,5; \infty)$	7			0,121	6,05

e) Použití χ^2 -testu dobré shody $\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$

Tabulka 8: Výsledky použití χ^2 -testu dobré shody pro testování znalostí laické veřejnosti, Zdroj: vlastní výzkum

x_i	n_i	np_i	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$
1	2	1,608	0,096
2	6	8,275	0,626
3	22	18,295	0,750
4	13	15,772	0,487
5	7	6,05	0,149

e1) χ^2_{exp} - výpočet

$$\Sigma = 2,108 = \chi^2_{\text{exp}}$$

e2) χ^2_{teor} ($\alpha = 0,05$) - výpočet

$$\chi^2_{\text{teor}} = \chi^2_{\nu} = \chi^2_{k-r-1}$$

Pro výpočet bylo nutné sloučení prvních dvou prvků škály (kvůli malému počtu statistických jednotek v první skupině) $\rightarrow k = 4$

$$\text{počet stupňů volnosti } \nu = k - r - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$\chi^2(0,05) = 3,84$$

e3) Výsledek aplikace χ^2 -testu dobré shody

$$\chi^2_{\text{exp}} < \chi^2_{\text{teor}}$$

$$2,108 < 3,84$$

Na hladině statistické významnosti $\alpha=0,05$ je možné potvrdit hypotézu H_1 - teoretické rozdělení znalostí u laické veřejnosti odpovídá normálnímu rozdělení.

3.2.2 Statistické šetření znalostí z jaderné fyziky u odborné veřejnosti

a) Formulace statistického šetření:

Statistická jednotka – odborník, chemik HZS ČR

Statistický znak – počet chyb v testu z jaderné fyziky

Hodnoty statistického znaku – 0-20 chyb

Základní statistický soubor – 52 chemiků HZS ČR

Náhodný výběr - nebyl prováděn

Výběrový statistický soubor = ZSS

b) Škálování a měření

Tabulka 9: Škálování výsledků testování znalostí odborné veřejnosti, Zdroj: vlastní výzkum

skupiny	počet chyb	počet chemiků
1.	4 a méně	24
2.	5-8	22
3.	9-12	5
4.	13-16	1
5.	17 a více	0

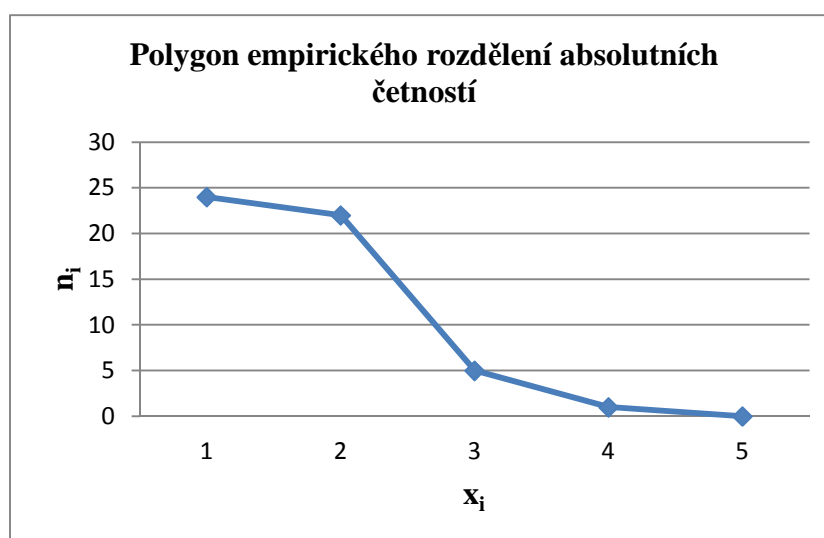
c) Elementární statistické zpracování

c1) Tabulka

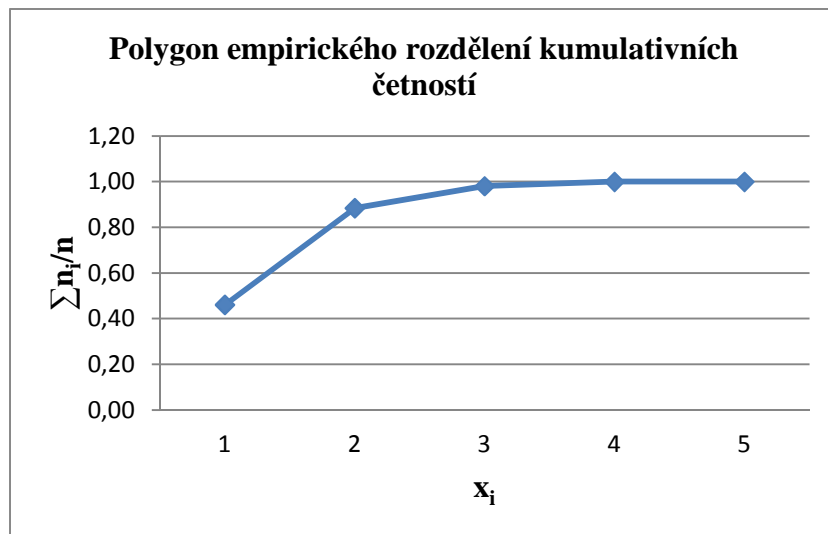
Tabulka 10: Výsledky měření, empirické parametry, Zdroj: vlastní výzkum

x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	24	0	0	24	24	24	24
2	22	0,42	0,88	44	88	176	352
3	5	0,10	0,98	15	45	135	405
4	1	0,02	1,00	4	16	64	256
5	0	0,00	1	0	0	0	0
Σ	Σ 52			Σ 87	Σ 173	Σ 399	Σ 1037

c2) Empirické rozdělení četností



Graf 3: Polygon empirického rozdělení absolutních četností, Zdroj: vlastní výzkum



Graf 4: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností, Zdroj: vlastní výzkum

c3) Empirické parametry

Ilustrace výpočtu empirických parametrů:

$$O_1(x) = 1,67$$

$$O_2(x) = 3,33$$

$$O_3(x) = 7,67$$

$$O_4(x) = 19,9$$

$$C_2(x) = 0,53 \quad (S_x = 0,73)$$

$$C_3(x) = 0,34$$

$$C_4(x) = 0,96$$

$$N_3(x) = 0,89$$

$$N_4(x) = 3,45$$

$$\text{exces} = N_4(x) - 3 = 0,45$$

d) Intervalové rozdělení četností

Tabulka 11: Intervalové rozdělení četností výsledků testování znalostí odborné veřejnosti, Zdroj: vlastní výzkum

x_i	intervaly	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	$(-\infty; 1,5)$	24	0	0	24	24	24	24
2	$(1,5; 2,5)$	22	0,42	0,88	44	88	176	352
3	$(2,5; 3,5)$	5	0,10	0,98	15	45	135	405
4	$(3,5; 4,5)$	1	0,02	1,00	4	16	64	256
5	$(4,5; \infty)$	0	0,00	1	0	0	0	0
Σ		Σ 52			Σ 87	Σ 173	Σ 399	Σ 1037

d1) Výpočet jednotlivých integrálů – jednotlivých ploch

d1.1) Zavedení proměnné u

$$u = \frac{x - O_1}{S_x}$$

$$u_1 = -0,23825$$

$$u_2 = 1,138299$$

$$u_3 = 2,514847$$

$$u_4 = 3,891395$$

$$u_5 = \infty$$

d1.2) Primitivní funkce – užití statistických tabulek

$$F(u_1 = -0,23825) = 0,405\ 17$$

$$F(u_2 = 1,138299) = 0,872\ 86$$

$$F(u_3 = 2,514847) = 0,994\ 13$$

$$F(u_4 = 3,891395) = 0,999\ 95$$

$$F(u_5 = \infty) = 1$$

d1.3) Hodnoty jednotlivých ploch

Tabulka 12: Hodnoty jednotlivých integrálů pro testování znalostí laické veřejnosti,

Zdroj: vlastní výzkum

x_i	intervaly	n_i	u_i	$\Phi(u_i)$	p_i	$n p_i$
1	$(-\infty; 1,5)$	24	-0,238	0,405	0,405	21,069
2	$(1,5; 2,5)$	22	1,138	0,873	0,468	24,32
3	$(2,5; 3,5)$	5	2,515	0,994	0,121	6,306
4	$(3,5; 4,5)$	1	3,891	1	0,006	0,303
5	$(4,5; \infty)$	0			0,00005	0,003

Při tomto statistickém šetření nebylo možno aplikovat χ^2 -test (malý počet stupňů volnosti pro provedení testu normality). Z tohoto důvodu bude přikročeno k aplikaci χ^2 -testu na Poissonovo rozdělení.

e) Škálování a měření – vazba na Poissonovo rozdělení

Tabulka 13: Škálování výsledků testování znalostí odborné veřejnosti pomocí

Poissonova rozdělení, Zdroj: vlastní výzkum

skupiny	počet chyb	počet chemiků
0.	4 a méně	24
1.	5-8	22
2.	9-12	5
3.	13-16	1
4.	17 a více	0

f) Elementární statistické zpracování – vazba na Poissonovo rozdělení

f1) Tabulka

Tabulka 14: Výsledky měření, empirické parametry, Zdroj: vlastní výzkum

x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
0	24	0,46	0,46	0	0	0	0
1	22	0,42	0,88	22	22	22	22
2	5	0,10	1	10	20	40	80
3	1	0	1	3	9	27	81
4	0	0	1	0	0	0	0
Σ	Σ 52			Σ 35	Σ 51	Σ 89	Σ 183

f2) Ilustrace výpočtu empirických parametrů

$$P_i = e^{-\lambda} \frac{\lambda^i}{i!}$$

$$O_1 = \lambda = 0,67$$

$$P_0 = 0,514$$

$$P_1 = 0,346$$

$$P_2 = 0,116$$

$$P_3 = 0,026$$

$$P_4 = 0,004$$

g) Použití χ^2 -testu pro Poissonovo rozdělení $\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$

Tabulka 15: Výsledky použití χ^2 -testu dobré shody pro Poissonovo rozdělení, Zdroj: vlastní výzkum

x_i	n_i	P_i	nP_i	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$
0	24	0,512	26,728	0,278
1	22	0,345	17,992	0,893
2	5	0,114	6,032	0,177
3	1	0,025	1,352	0
4	0	0,003	0,208	0

g1) Výpočet χ^2_{exp}

$$\Sigma = 1,348 = \chi^2_{\text{exp}}$$

g2) Výpočet χ^2_{teor} ($\alpha = 0,05$) - výpočet

$$\chi^2_{\text{teor}} = \chi^2_{\nu} = \chi^2_{k-r-1}$$

$$\text{počet stupňů volnosti } \nu = k - r - 1 = 5 - 1 - 1 = 3$$

$$\chi^2(0,05) = 7,81$$

g3) Výsledek aplikace χ^2 -testu dobré shody

$$\chi^2_{\text{exp}} < \chi^2_{\text{teor}}$$

$$1,348 < 7,81$$

Na hladině statistické významnosti $\alpha=0,05$ je možné potvrdit hypotézu H_2 - teoretické rozdělení znalostí odborné veřejnosti není možné testovat na normalitu. Šetření ukázalo, že u odborné veřejnosti je teoretické rozdělení znalostí Poissonovým rozdělením, tzv. rozdělením „vzácných případů“ z hlediska počtu chyb v položeném dotazníku.

3.3 Dvojvýběrové parametrické testování

Empirické parametry z předchozích statistických šetření budou vzájemně srovnány.

Při neparametrickém testování znalostí laické veřejnosti byla prokázána normalita, u šetření znalostí odborné veřejnosti bylo prokázáno Poissonovo rozdělení. Uvedená statistická šetření lze porovnat za přijetí obvyklého předpokladu, že vysoké počty bodů při testování odborníků budou mít též normální rozdělení.

Hodnoty empirických parametrů pro statistické soubory spojené s laickou veřejností budou označeny indexem 1, parametry platící pro soubory odborné veřejnosti indexem 2. Z výsledků, které jsou uvedeny v kapitolách 3.2.1 a 3.2.2 je pak možné uvést náležité empirické parametry následovně:

Pro VSS₁ platí:

$$\mu_1 = O_1 = 3,34$$

$$\sigma_1 = S_{x1} = 0,99$$

Pro VSS₂ platí:

$$\mu_2 = O_2 = 1,67$$

$$\sigma_2 = S_{x2} = 0,73$$

Tabulka 16: Znázornění empirických parametrů použitých pro dvojvýběrový t-test,

Zdroj: vlastní výzkum

μ_1	3,34
μ_2	1,67
n_1	50
n_2	52
σ_1	0,99
σ_2	0,73

K ověření hypotézy H3 bude použita nulová a alternativní hypotéza při použití parametrické metody – dvojvýběrového t-testu na hladině statistické významnosti $\alpha=0,05$. Hypotéza H3 vymezila předpoklad potřeby přijetí alternativní hypotézy, což

znamená na zmíněné hladině významný rozdíl mezi znalostmi laické a odborné veřejnosti z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva.

Při dosazení náležitých hodnot do vzorce dvojvýběrového parametrického t-testu ve znění

$$t_{exp} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{x1}^2 + (n_2 - 1)S_{x2}^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$W = (-\infty; -t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2)) \cup (t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2); \infty),$$

lze získat $t_{exp} = 9,7$, $t_{100}(0,025) = 1,96$. Tvar kritického oboru je v tomto případě

$$W = (-\infty; -1,96) \cup (1,96; \infty).$$

Výsledné $t_{exp} = 9,7$ náleží do kritického oboru W , z toho důvodu je potřebné přijetí alternativní hypotézy. Jinak řečeno – rozdíl mezi znalostmi laiků a odborníků je na hladině $\alpha=0,05$ statisticky významný. Tímto krokem byla potvrzena hypotéza H_3 .

4. DISKUSE

4.1 Rozbor otázek dotazníku

Byla provedena analýza jednotlivých otázek dotazníku. V dotazníku byly otázky, které zkoumaly obecné fyzikální základy znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva (1 - 11) a také otázky týkající se radiační ochrany (12 – 20). Rozborem došla autorka k závěru, že respondenti z laické veřejnosti odpovídali slabě u první skupiny otázek a ještě slabší znalosti prokázali v případě druhé skupiny otázek. U profesionálních respondentů byly prokázány lepší znalosti v případě obou souborů otázek než u laických respondentů. Nejčastější chyby byly u odborníků zjištěny v otázkách 13 a 14 (veličiny a koeficienty užívané v radiační ochraně). Tento fakt lze zdůvodnit tím, že chemici HZS ČR výpočty uvedené v těchto otázkách v praxi nevyužívají. Na ostatní otázky z oblasti radiační ochrany odpovídali chemici HZS ČR velmi dobře. Lepších výsledků v této oblasti odborníci dosáhli pravděpodobně proto, že znalosti z této oblasti jsou blízké praktickým úkonům, které hasiči provádí. Slabší znalosti byly u chemiků ovšem prokázány v oblasti první skupiny otázek. I přes to však dopadli lépe, než laická veřejnost.

Změny v přípravě techniků chemické služby HZS ČR by se měly zakládat na rozumném strukturálním posílení obecných fyzikálních základů studia jaderné fyziky v těchto parametrech:

- a) Klasická dimenze nestatistické fyziky - užívání pohybových rovnic a pohybových zákonů v jednoduché podobě.
- b) Standardní model elementárních částic a jejich interakce (za tento model byla v nedávných letech udělena Nobelova cena za fyziku).
- c) Kvantová dimenze nestatistické fyziky – přijetí myšlenky o vlnově-korpuskulárním dualismu, který prostupuje ve strukturální podobě celým mikrosvětlem.
- d) Strukturální aspekty relativistické dimenze nestatistické fyziky.

Vymezený přehled slabších stránek v přípravě odborníků upozorňuje v souladu s potřebou orientovat se v modelu jaderné fyziky (viz model konceptuálního kurikula

jaderné fyziky) na významnou obecnou roli klasické, kvantové a relativistické dimenze fyziky jako celku. I přes zásadní význam praktických aplikací pro chemiky HZS ČR je zřejmě role těchto tří dimenzí a standardního modelu elementárních částic a jejich interakcí neopominutelná.

4.2 Diskuse k vymezeným hypotézám

Hypotéza H1 - teoretické rozdělení znalostí laické veřejnosti bude blízké normálnímu rozdělení - byla provedeným statistickým zkoumáním ověřena a přijata. Z přijetí této hypotézy vyplývá, že u laických respondentů existuje v zadaném dotazníkovém šetření střední počet chyb (z celkového počtu 20 možných chyb), který má největší pravděpodobnost. Větší a menší počty chyb od zjištěného středního počtu chyb klesají na obě strany od hodnoty středního počtu s gaussovsky se zmenšující pravděpodobností. K hodnotě uvedeného středního počtu chyb u průměrného laika se lze dostat převodem obecného momentu 1.řádu (aritmetického průměru) z prvků škály na hodnoty statistického znaku. Střední počet chyb v tomto případě vychází v počtu 10 chyb z 20 možných chyb.

Z rozboru otázek dotazníku je zřejmé, že jisté znalosti o elementárních částicích a o jaderném záření u laických respondentů existují.

Hypotéza H2 – rozdělení znalostí odborné veřejnosti nebude blízké normálnímu rozdělení - byla rovněž ověřena a přijata. K přijetí této hypotézy vedly dva způsoby. Při testování normality dospěla autorka k negativnímu závěru z důvodu, že až příliš velký počet odborných respondentů měl pouze malý počet chyb, proto muselo být toto šetření nahrazeno neparametrickým testováním s Poissonovým rozdělením. Tento krok byl velmi užitečný – Poissonovo rozdělení bylo pozitivně ověřeno. Větší počty chyb v případě techniků chemické služby HZS ČR byly jen vzácnými případy, které charakterizuje právě Poissonovo rozdělení. Z přijetí této hypotézy vyplývá, že u odborných respondentů existuje v zadaném dotazníkovém šetření střední počet chyb (z celkového počtu 20 možných chyb), který má největší pravděpodobnost. Větší počty chyb od zjištěného středního počtu chyb klesají od hodnoty středního počtu s poissonovsky se zmenšující pravděpodobností. K hodnotě uvedeného středního počtu

chyb u průměrného odborníka se lze dostat převodem obecného momentu 1.řádu (aritmetického průměru) z prvků škály na hodnoty statistického znaku. Střední počet chyb v tomto případě vychází v počtu 4 chyb z 20 možných chyb.

Získaný výsledek ukazuje, že profesionální chemici HZS ČR chybovali v průměru přibližně 2,5x méně než laická veřejnost.

Při rozhovorech probíhajících s několika dotazovanými chemiky HZS ČR byla autorka v mnoha případech upozorňována, že na otázky pokládané v dotazníku sice odborníci znají odpověď, nicméně jejich pracovní náplň se odehrává v úplně jiné rovině. Především se jedná o manipulaci s tlakovými lahvemi (také spadá pod gesci chemické služby, viz přílohy D1, D2 a D3 – osnovy vzdělávacích kurzů chemické služby), kontroly měřících přístrojů (dozimetrů aj.) a nácviky detekce nebezpečných látek a zdrojů ionizujícího záření a dekontaminace.

Diskuse týkající se hypotéz H1 a H2 může být také potvrzena provedením analýzy zjištěných empirických hodnot normovaných momentů 3. řádu (parametry šikmosti). V případě laické veřejnosti má uvedený parametr šikmosti znalostí z jaderné fyziky hodnotu zápornou, i když téměř nulovou, jde tedy o malé zešikmení doprava. Vyšší prvky škály (tj. prvky s větším počtem chyb) mají lehce vyšší četnosti (tj. počty respondentů) než nižší prvky škály. U odborné veřejnosti (chemiků HZS ČR) má hodnotu 0,89 – zešikmení doleva. Nižší prvky škály mají výrazně vyšší četnosti než vyšší prvky škály. Souhlasné informace lze také získat pohledem na grafy empirických rozdělení absolutních a relativních četností.

Hypotéza H3 zkoumala předpoklad, že komparace znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva u laické a odborné veřejnosti povede k přijetí alternativní hypotézy. Statistické šetření ukázalo, že experimentální hodnota užitého testového kritéria, kterým byl dvojvýběrový t-test, leží hluboko uvnitř stanoveného kritického oboru. Vypočtená hodnota experimentálního testového kritéria (9,7) byla přibližně 5x vyšší než kritická hodnota použitého testového kritéria (1,96). Tímto šetřením byla hypotéza H3 ověřena a přijata – znalosti techniků chemické služby HZS ČR, jako odborníků v ochraně obyvatelstva, jsou na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ výrazně vyšší než u laické veřejnosti.

Dotazník byl specifikován na oblast jaderné fyziky, bylo by dobré v budoucnosti provést šetření obecného fyzikálního základu ochrany obyvatelstva.

4.3 Diskuse k místu jaderné fyziky v přípravě odborných pracovníků v ochraně obyvatelstva

V České republice je vzdělávání odborníků v oborech ochrany obyvatelstva realizováno na vysokých školách formou bakalářských, magisterských či doktorských oborů. Tito absolventi ale nejsou jedinými pracovníky, kteří se uplatňují v celém systému ochrany obyvatelstva. Systém ochrany obyvatelstva je multidisciplinární oblastí, uplatňují se zde odborníci z mnoha různých oborů. Praktická část při zásazích však leží především na bedrech IZS.

Vzhledem k možnosti výskytu nežádoucích událostí, při kterých se na místě zásahu může dojít ke kontaminaci ionizujícím zářením, je nutné školení specialistů, kteří nastalou událost budou schopni efektivně řešit. Z toho důvodu je významnou složkou studia ve studijních programech ochrany obyvatelstva i při odborné výuce pracovníků složek IZS problematika radiační ochrany, jejíž základ tvoří vedle teorie radiačních událostí také oblast jaderné fyziky.

V diplomové práci byly analyzovány vysokoškolské studijní programy ochrany obyvatelstva a pracovníků IZS, konkrétně výuka specialistů HZS ČR, výuka vysokoškolského oboru Zdravotnický záchranář jako pracovníků ZZS a dále pracovníků ÚOOZ jako příslušníků PČR a také příslušníků Celní správy. U každé skupiny z analyzovaných odborníků byly nalezeny informace o výuce v oblasti jaderné fyziky, i když úrovně studia jsou u uvedených složek různé. Nejširší rozsah předpokládaných znalostí se ukázal u příslušníků HZS ČR, konkrétně u těch, kteří vykonávají službu v JPO na služebním místě se stanovenou odbornou způsobilostí technik chemické služby. Tito hasiči jsou v několika na sebe navazujících kurzech školeni v široké oblasti problematiky nebezpečných látek a nebezpečí ionizujícího záření. Jejich výuka je však především praktická a jaderná fyzika při výuce radiační ochrany hraje pouze podpůrnou roli. I přes tento předpoklad výzkum ukázal, že technici chemické služby HZS ČR mají v této oblasti velký rozsah znalostí.

Diskusi k místu jaderné fyziky v přípravě odborných pracovníků v ochraně obyvatelstva lze také chápat jako potvrzení úlohy jednotlivých variantních forem kurikula v rámci obdobných edukačních analýz. Úloha očekávaného a projektového kurikula, ověřená implementovaným kurikulem 1 a implementovaným kurikulem 2 (viz konstrukce dotazníku a jeho aplikace) a také dosaženým kurikulem (viz výsledky statistického šetření), je při provádění edukační analýzy přípravy odborníků velmi dobrým pomocným nástrojem.

5. ZÁVĚR

Celkově je možné konstatovat, že vymezené hypotézy H1, H2 a H3 byly v práci ověřeny a potvrzeny. U laické veřejnosti statistické šetření znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva prokázalo normální rozdělení a v případě odborníků – techniků chemické služby HZS ČR – bylo prokázáno Poissonovo rozdělení. Vzájemné porovnání obou jmenovaných statistických šetření vedlo na základě aplikace dvojitý výběrového t-testu k přijetí alternativní hypotézy – experimentální hodnota přesáhla hodnotu kritickou a na hladině významnosti 0,05 byl mezi znalostmi laické a odborné veřejnosti prokázán statisticky významný rozdíl.

Toto testování nicméně nepoukazovalo na schopnost či neschopnost specialistů v ochraně obyvatelstva provádět činnosti spojené s radiační ochranou. Jednalo se pouze o zjišťování teoretických znalostí z jaderné fyziky vycházející z předpokladu, že pracovníci specializující se na řešení nežádoucích událostí radiačního charakteru procházejí různými kurzy (často několikrát v průběhu profesního života), jejichž součástí jsou i přednášky týkající se jaderné fyziky, a mají znalosti z jaderné fyziky širší, než běžné laické obyvatelstvo. Tento předpoklad byl v diplomové práci potvrzen.

Při analýze současného stavu zkoumání znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva se ukázalo, že odbornými pracovníky, kteří se zabývají řešením mimořádných událostí radiačního charakteru, jsou ze základních složek IZS především členové HZS ČR, konkrétně technici chemické služby (také chemici). Ze ZZS byla zkoumána studijní osnova vysokoškolského oboru Zdravotnický záchranář. I zde bylo možné najít předměty, jejichž obsahem jsou základy jaderné fyziky. V případě poslední základní složky IZS – PČR – jsou ohledně základů jaderné fyziky školení členové ÚOOZ a dále pak také příslušníci Celní správy.

Cíle práce lze považovat za splněné. V práci byly použity kurikulární modely vzdělávání odborníků na řešení mimořádných událostí radiačního charakteru a také byl vytvořen model struktury jaderné fyziky, který odrážel konceptuální kurikulum. Uvedené modely umožnily nalézt místo jaderné fyziky v rámci přípravy odborníků

ochrany obyvatelstva. Prostřednictvím modelů bylo možné vymezit položky jaderné fyziky v rámci přípravy odborníků na řešení mimořádných událostí radiačního charakteru a vytvořit dotazník (vazba na zamýšlené a projektové kurikulum). Po položení dotazníků respondentům a jejich statistickém zpracování byla umožněna kvantifikace znalostí laiků i chemiků technické služby, jakožto odborné veřejnosti, a tyto výsledky srovnat (vazba ne implementovaná kurikula 1 a 2 a na kurikulum dosažené).

Za teoretické přínosy práce lze považovat aplikaci teorie kurikulárního procesu na přípravu příslušných odborníků v oblasti jaderné fyziky a v rámci ochrany obyvatelstva a také potvrzení algoritmu obecného srovnávání znalostí laické a odborné veřejnosti. Rovněž syntéza metod deskriptivní a matematické statistiky, navržená autorkou práce, může být považována za dílčí teoretický přínos. Za teoretický přínos lze také považovat dosud nepublikovaný model struktury jaderné fyziky v rámci konceptuálního kurikula.

Praktický přínos práce lze spatřovat v realizaci navržené metodiky na poli znalostí z jaderné fyziky pro ochranu obyvatelstva u laické a odborné veřejnosti – tato realizace umožnila provést identifikaci slabých a silných stránek v oblasti znalostí z jaderné fyziky v rámci ochrany obyvatelstva. Prakticky bylo možné promítnout tuto identifikaci do návrhu konkrétních opatření na základě analýzy jednotlivých položek zkonstruovaného dotazníku.

V diplomové práci lze také navrhnout náměty na navazující práce – např. oddělené parametrické testování znalostí laické a odborné veřejnosti v oblasti obecného fyzikálního základu ochrany obyvatelstva a na poli fyzikálního základu studia jednotlivých složek IZS.

6. SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

[1] ANDĚL, Jiří. *Základy matematické statistiky*. Praha: MATFYZPRESS, 2007. ISBN 80-7378-001-1.

[2] Bakalářský program - OO: Plánování a řízení krizových situací. *ČVUT: Fakulta biomedicínského inženýrství* [online]. 2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://en.fbmi.cvut.cz/uchazeci/bakalarsky-program/planovani-a-rizeni-krizovych-situaci>

[3] BARTA, Ing. Jiří a RNDr. Ing. Tomáš LUDÍK. *Krizový scénář – modelování a simulace: Studijní pomůcka pro předmět KRIZOVÉ SCÉNAŘE* [online]. Univerzita obrany, 2012 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26277/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_KS.pdf

[4] BARTOŇOVÁ, Miroslava. Curricular Process of Radiological Physics within Higher Education Level. In: *Educational & Didactic Communication 2013*. Bratislava: Didaktis, 2014, s. 164-179. ISBN 978-80-8166-000-9.

[5] BÍLKOVÁ, D., P. Budínský a V. Vohánka. *Pravděpodobnost a statistika*. Plzeň: Vydavatelství Aleš Čeněk, 2009. ISBN 978-1-936338-20-7.

[6] *Bojový řád jednotek požární ochrany: Metodický list N4 Nebezpečí ionizujícího záření* [online]. 2004 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/n-04-ral-pdf.aspx

[7] BROCKMEYEROVÁ, J., P. Tarábek (2007) Teoretická koncepce didaktiky fyziky. In: *Educational and Didactic Communication 2007, Vol. 1. – Theory*. Bratislava: Educational Publisher Didaktis

- [8] Civilní nouzová připravenost - studijní obor. *Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: Zdravotně sociální fakulta* [online]. 2013 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.zsf.jcu.cz/cs/dok/studijni-agenda/studijni-obory/civilni-nouzova-pripravenost/civilni-nouzova-pripravenost-studijni-obor>
- [9] Cvičení orgánů krizového řízení: ZÓNA 2013. *HZS ČR* [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-cviceni-organu-krizoveho-rizeni-cviceni-organu-krizoveho-rizeni.aspx?q=Y2hudW09Mw%3D%3D>
- [10] CYHELSKÝ, L., J. Kahounová a R. Hindls. *Elementární statistická analýza*. Praha: Management Press, 2001. ISBN 80-7261-003-1.
- [11] Dokumentace IZS: Typové činnosti. *HZS ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>
- [12] FUKÁTKO, Tomáš. *Detekce a měření různých druhů záření*. 1. vyd. Praha: BEN, 2007, 189 s. ISBN 978-80-7300-193-3.
- [13] HÁLA, Jiří. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. 1. vyd. Brno: Konvoj, 1998, 310 s. ISBN 8085615568.
- [14] Havarijní plánování. *Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje* [online]. 2013 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.firebrno.cz/havarijni-planovani-2>
- [15] *CHEMICKÁ SLUŽBA A: Vzdělávací program k získání odborné způsobilosti příslušníků HZS ČR, zaměstnanců jednotek HZS podniků a členů jednotek SDH obcí a SDH podniků, kteří vykonávají službu v jednotkách PO jako svoje zaměstnání v hlavním pracovním poměru a na jejichž služební (pracovní) místo je stanovena odborná způsobilost technik chemické služby* [online]. MV - GŘ HZS ČR, 2007 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/chemicka-sluzba-a-pdf.aspx
- [16] Chemická služba: Úvod. *HZS ČR: Jednotky požární ochrany* [online]. 2009 [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/chemicka-sluzba-uvod.aspx>

- [17] Informace Státního ústavu radiační ochrany, v.v.i., k událostem v Japonsku: Základní pojmy. *SÚRO*, v.v.i. [online]. 2014 [cit. 2014-05-14]. Dostupné z: <http://www.suro.cz/cz/rms/informace-statniho-ustavu-radiacni-ochrany-v.v.i.-k-udalostem-v-japonsku/zakladni-pojmy>
- [18] Jaderná bezpečnost. *Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje* [online]. 2013 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.firebrno.cz/vnejsi-havarijni-plan-pro-zonu-havarijniho-planovani-je>
- [19] JARUŠKOVÁ, Daniela. *Pravděpodobnost a matematická statistika 12*. Praha: České vysoké učení technické v Praze Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-03427-9.
- [20] JAVORSKIJ, B.M. a JU.A. SELEZNĚV. *Přehled elementární fyziky*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989. ISBN 04-018-89.
- [21] *Koncepce chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky* [online]. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2005, 44 s. [cit. 2014-06-02]. ISBN 80-866-4040-X. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/koncepce-chemicke-sluzby-hzs-cr.aspx
- [22] *Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030: schválená usnesením vlády č. 805 ze dne 23.10.2013* [online]. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2013, 52 s. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/koncepce-oob-2014-2020-2030-pdf.aspx
- [23] KOPECKÝ, M., E. TILCEROVÁ, J. ŠIMAN, M. KOUCKÁ a K. VOPIČKA. *Ochrana obyvatelstva za mimořádných událostí* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF-katedry/KAZ/FRVS/21_Priloha_8_Studijni_materialy_OOMU_Kopecky.pdf

- [24] Krizové a havarijní plánování: Pojmy a definice krizového řízení. *HZS Moravskoslezského kraje* [online]. 2014 [cit. 2014-04-13]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-ke-stazeni-ff.aspx?q=Y2hudW09Mw%3D%3D>
- [25] Krizové plánování. *Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje* [online]. 2013 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.firebrno.cz/krizove-planovani>
- [26] KUNDEROVÁ, Pavla. *Základy pravděpodobnosti a matematické statistiky*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2004. ISBN 80-244-0813-9.
- [27] MATĚJKA, Jiří. *Chemická služba: učební skripta*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2012, 310 s. ISBN 978-80-87544-09-9.
- [28] Nařízení vlády č. 11/1999 Sb., o zóně havarijního plánování. In: *Sbírka zákonů ČR*. 1998. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-11>
- [29] Nařízení vlády č.462/2000 Sb., k provedení § 27 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2000. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-462>
- [30] *Norma znalostí SDH pro funkci „technik technické a chemické služby“* [online]. 2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/14-nz-technik-chs-chemik-4-pdf.aspx
- [31] *Norma znalostí pro funkci „technik chemické služby, chemik“* [online]. 2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/14-nz-technik-chs-chemik-4-pdf.aspx
- [32] Normy znalostí. *HZS ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/normy-znalosti.aspx>

- [33] Ochrana obyvatelstva - Bc. *Univerzita Palackého v Olomouci: Fakulta tělesné kultury UP - Katedra aplikovaných pohybových aktivit* [online]. 2011 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://ftk.upol.cz/menu/struktura-ftk/katedry-a-institut/katedra-aplikovanych-pohybovych-aktivit/studium/studijni-obory/ochrana-obyvatelstva-bc/>
- [34] Ochranná opatření při radiační mimořádné situaci. *SÚJB* [online]. [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/ochranna-opatreni-pri-radiacni-mimoradne-situaci/>
- [35] Orgány krizového řízení, dokumentace: Orgány krizového řízení. *HZS Olomouckého kraje* [online]. 2014 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/organy-krizoveho-rizeni-dokumentace.aspx>
- [36] PASCH, Marvin. *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině: Jak pracovat s kurikulem*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-736-7054-2.
- [37] PEŠKOVÁ, Eva a Hana KROPÁČKOVÁ. *Fyzika: přehled středoškolské fyziky: univerzální příručka pro maturanty a uchazeče o studium na vysokých školách*. Praha: ALBRA, 1997, 313 s.
- [38] Pojmy - plán. *Ministerstvo vnitra ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/plan.aspx>
- [39] Pojmy a definice krizového řízení: Havarijní plány. *HZS Moravskoslezského kraje* [online]. 2014 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-ke-stazeni-ff.aspx?q=Y2hudW09NQ%3D%3D>
- [40] Působnost a úkoly: Koncepce ochrany obyvatelstva. *HZS ČR: Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč* [online]. 2013 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/menu-o-nas-pusobnost-a-ukoly-koncepce-ochrany-obyvatelstva.aspx>

- [41] Radiační a biologická ochrana. *HZS ČR: Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč* [online]. 2013 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/radiacni-a-biologicka-ochrana.aspx>
- [42] Radiační havárie. *Státní ústav radiační ochrany* [online]. 2014 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/radiacni-havarie>
- [43] *Radiobiologie* [online]. [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/>
- [44] REICHL, Jaroslav. *Encyklopedie fyziky* [online]. 2006-2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/>
- [45] *STČ-01/IZS "Uskutečněné a ověřené použití radiologické zbraně"* [online]. MV – generální ředitelství HZS ČR, 2007 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/stc-1-2007-pdf.aspx
- [46] *Studijní agenda STAG JČU* [online]. 2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://wstag.jcu.cz/portal/home/index.jsp>
- [47] Studijní obory. *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava: Fakulta bezpečnostního inženýrství* [online]. 2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/cs/studium-a-vyuka/studijni-obory/>
- [48] Studijní programy a obory. *Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně: Fakulta logistiky a krizového řízení* [online]. 2000-2014 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.utb.cz/flkr/studijni-programy-a-obory-8>
- [49] SVOBODA, Emanuel. *Přehled středoškolské fyziky*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2001, 497 s. ISBN 8071961167.
- [50] Systém krizového řízení. *HZS ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-system-krizoveho-rizeni-system-krizoveho-rizeni.aspx>

- [51] Typové plány. *Krajský úřad Plzeňského kraje* [online]. 2006 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://portal.kr-plzensky.cz/article.asp?itm=27585>
- [52] *Typový plán dle usnesení BRS č.295/2002: Radiační havárie*. Praha: MV - GŘ HZS ČR a SÚJB, 2003.
- [53] Typy kurzů. *Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč* [online]. [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/typy-kurzu-typy-kurzu.aspx>
- [54] *Učební osnovy specializačního kurzu: DEKONTAMINACE HASIČŮ* [online]. MV - GŘ HZS ČR, 2004 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/osnovy-dekontaminacniho-kurzu-doc.aspx
- [55] *Učební osnovy: Radiační ochrana A* [online]. MV - GŘ HZS ČR, 2006 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/radiacni-ochrana-a-2006-pdf.aspx
- [56] *Učební osnovy: Radiační ochrana B* [online]. MV - GŘ HZS ČR, 2006 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/radiacni-ochrana-b-2006-pdf.aspx
- [57] ÚLEHLA, Ivan, Michal SUK a Zbyšek TRKA. *Atomy, jádra, částice*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1990, 496 s. ISBN 8020001352.
- [58] ULLMANN, V. *Jaderná a radiační fyzika, nukleární medicína* [online]. [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/strana2.htm>
- [59] ÚOOZ SKPV. *Policie ČR: Útvary policie ČR* [online]. 2014 [cit. 2014-06-11]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/vitam-vas-na-strankach-utvaru-pro-odhalovani-organizovaneho-zlocinu-570688.aspx>
- [60] Věstník 6/2008. *Věstník MZ ČR*. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2008.
- [61] Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2001. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-328>

- [62] Výuka - Katedra ochrany obyvatelstva. *Univerzita obrany: Fakulta ekonomiky a managementu* [online]. 2013 [cit. 2014-06-02]. Dostupné z: <http://www.unob.cz/fem/struktura/k106/Stranky/vyuka.aspx>
- [63] Vzdělávání. *Celní správa ČR* [online]. 2009 [cit. 2014-06-11]. Dostupné z: <http://www.celnisprava.cz/cz/o-nas/nase-ukoly/Stranky/vzdelavani.aspx>
- [64] Základní pojmy a definice. *HZS Olomouckého kraje* [online]. 2014 [cit. 2014-06-01]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/zakladni-pojmy-a-definice.aspx>
- [65] Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů (Atomový zákon). In: *Sbírka zákonů ČR*. 1997. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-18>
- [66] Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2000. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>
- [67] Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2000. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>
- [68] Zákon č.372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2011. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-372>
- [69] Zákon č.59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 320/2002 Sb., o změně a zrušení některých zákonů v souvislosti s ukončením činnosti okresních úřadů, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Sbírka zákonů ČR*. 2006. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-59>

[70] ZÁŠKODNÝ, Přemysl. Data Mining Tools in Science Education. In: *The Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics* [online]. 2012 [cit. 2014-05-10]. ISSN 1690-4524. Dostupné z: <http://www.iiisci.org/journal/sci/FullText.asp?var=&id=HMB711BO>

[71] ZÁŠKODNÝ, Přemysl. *Kurikulární proces fyziky (s přehledem základů teoretické fyziky)*. Ostrava: Algoritmus, 2009. ISBN 978-80-902491-0-3.

[72] ZÁŠKODNÝ, Přemysl. *Přehled základů teoretické fyziky (s aplikací na radiologii)*. Bratislava: Didaktis, 2005. ISBN 80-89160-25-5.

[73] ZÁŠKODNÝ, Přemysl, Renata HAVRÁNKOVÁ, Jiří HAVRÁNEK a Vladimír VURM. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. Praha: CURRICULUM, 2011. ISBN 978-80-904948-2-4.

7. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Druhy krizových stavů	17
Tabulka 2: Sylabus předmětu Vybrané kapitoly z chemie a z jaderné fyziky – jaderná fyzika, obor Civilní nouzová připravenost - JČU	28
Tabulka 3: Sylabus předmětu Radiační ochrana a radiobiologie oboru Zdravotnický záchranář - JČU	33
Tabulka 4: Škálování výsledků testování znalostí laické veřejnosti	68
Tabulka 5: Výsledky měření, empirické parametry testování znalostí laické veřejnosti	68
Tabulka 6: Intervalové rozdělení četností výsledků testování znalostí laické veřejnosti	70
Tabulka 7: Hodnoty jednotlivých integrálů pro testování znalostí laické veřejnosti....	71
Tabulka 8: Výsledky použití χ^2 -testu dobré shody pro testování znalostí laické veřejnosti.....	72
Tabulka 9: Škálování výsledků testování znalostí odborné veřejnosti	73
Tabulka 10: Výsledky měření, empirické parametry testování znalostí odborné veřejnosti.....	74
Tabulka 11: Intervalové rozdělení četností výsledků testování znalostí odborné veřejnosti.....	76
Tabulka 12: Hodnoty jednotlivých integrálů pro testování znalostí laické veřejnosti..	77
Tabulka 13: Škálování výsledků testování znalostí odborné veřejnosti pomocí Poissonova rozdělení	77
Tabulka 14: Výsledky měření, empirické parametry testování znalostí odborné veřejnosti pomocí Poissonova rozdělení.....	78

Tabulka 15: Výsledky použití χ^2 -testu dobré shody pro Poissonovo rozdělení testování znalostí odborné veřejnosti 79

Tabulka 16: Znázornění empirických parametrů použitých pro dvojvýběrový t-test ... 80

8. PŘÍLOHY

Příloha A: Dělení mimořádných událostí

Příloha B: Vývoj mimořádné události v krizovou situaci

Příloha C: Spektrum elektromagnetického záření

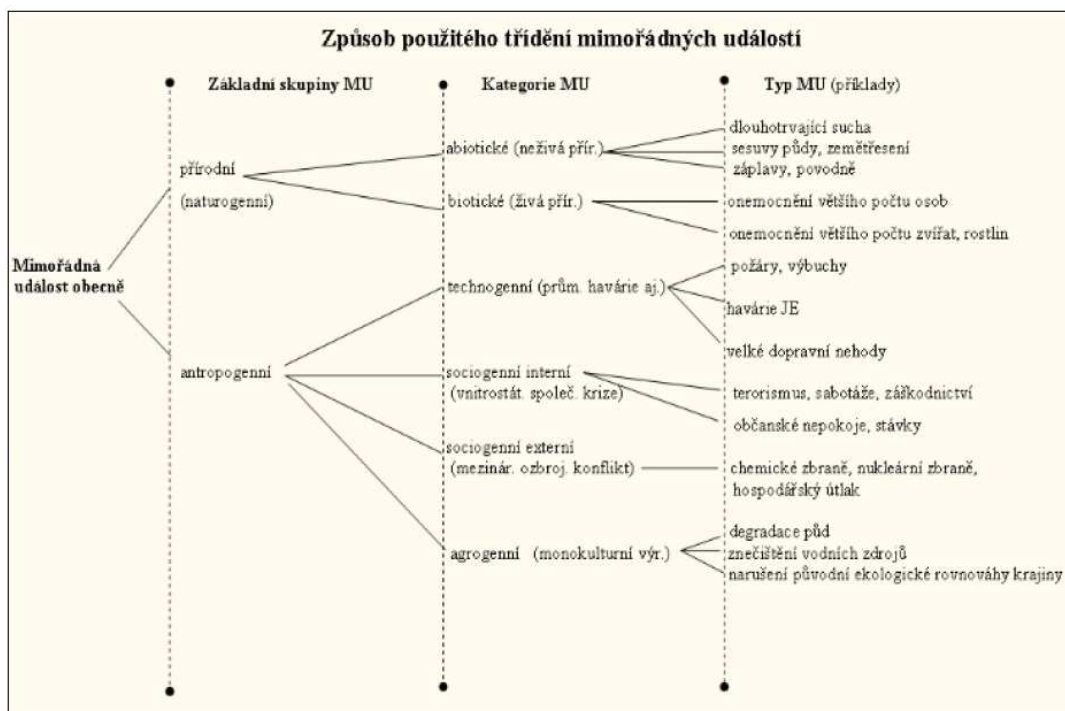
Příloha D1: Učební osnovy vzdělávacího programu k získání odborné způsobilosti příslušníků HZS ČR, zaměstnanců jednotek HZS podniků a členů jednotek SDH obcí a SDH podniků, kteří vykonávají službu v jednotkách PO jako svoje zaměstnání v hlavním pracovním poměru a na jejichž služební (pracovní) místo je stanovena odborná způsobilost technik chemické služby

Příloha D2: Učební osnovy kurzu Radiační ochrana A

Příloha D3: Učební osnovy kurzu Radiační ochrana B

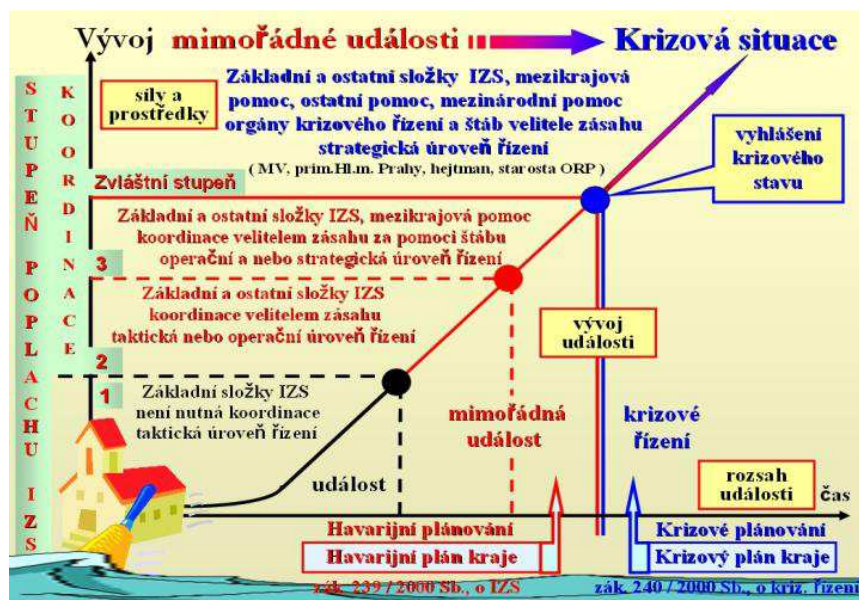
Příloha E: Přehled otázek dotazníku pokládaného respondentům

Příloha A: Dělení mimořádných událostí



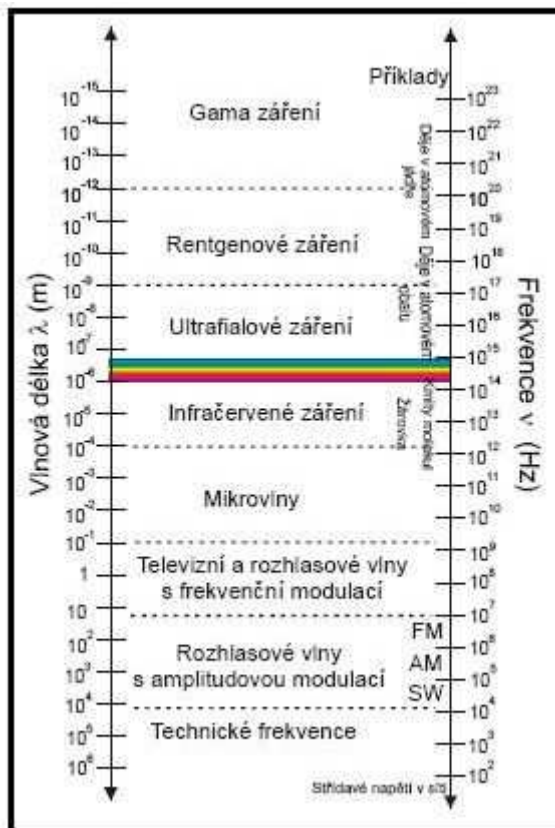
Zdroj: [3]

Příloha B: Vývoj mimořádné události v krizovou situaci



Zdroj: <http://www.hzscr.cz/clanek/menu-krizove-řízení-a-cnp-krizove-a-havarijní-planování-krizove-a-havarijní-planování.aspx>

Příloha C: Spektrum elektromagnetického záření



Zdroj: <http://fyzweb.cz/clanky/img/00109/spektrum.jpg>

Příloha D1: Učební osnovy vzdělávacího programu k získání odborné způsobilosti technik chemické služby příslušníků HZS

MV-generální ředitelství HZS ČR		
Učební osnovy kurzu: Chemická služba		
1. Zahájení kurzu	1.1	Organizace kurzu, denní řád vzdělávacího zařízení, podmínky získání odborné způsobilosti
2. Základy chemie, fyziky a toxikologie	2.1	Základy obecné chemie
	2.2	Skupenství, směsi, roztoky Hmotnostní a objemové koncentrace, výpočty koncentrací
	2.3	Chemické rovnice Chemická reakce
	2.4	Základy anorganické chemie
	2.5	Základy organické chemie
	2.6	Základy toxikologie
	2.7	Toxikologie produktů hoření
	2.8	Základy chemie bojových chemických látek
	2.9	Biologická agens a toxiny
	2.10	Základy fyziky - radioaktivita, druhy záření, přirozená a umělá radioaktivita, poločas rozpadu, aktivita - jaderná syntéza, štěpení jader a štěpná řetězová reakce - dávka, dávkový příkon, biologický účinek radioaktivních látek na organismus - první pomoc při zasažení a ochrana před možnými účinky, radioprotektivní látky
2.11	Radiologická zbraň - základní informace, vlastnosti, mechanismus a možné způsoby šíření - možné použitelné izotopy, typová činnost	
	2.12	Procvičení probrané tematiky
3. Dýchací přístroje	3.1	Fyziologie dýchání
	3.2	Rozdělení dýchací techniky Filtrační dýchací prostředky
	3.3	Nácvik použití záchranných křísících přístrojů pro potřeby podpůrné inhalace, dýchacích přístrojů a prostředků určených pro evakuaci
	3.4	Hadicové dýchací přístroje Potápěčská technika
	3.5	Izolační autonomní dýchací přístroje s uzavřeným okruhem – kyslíkové
	3.6	Praxe s KDP
	3.7	Izolační autonomní dýchací přístroje s otevřeným okruhem
	3.8	Procvičení probrané tematiky
4. Kompresory	4.1	Tlakové láhve

	4.2	Vysokotlaké kompresory na zdravotně nezávadný stlačený vzduch a kyslík
	4.3	Praxe - obsluha vysokotlakých kompresorů a plnění tlakových nádob
5. Informační podpora o nebezpečných látkách	5.1	Nebezpečné látky
	5.2	Charakteristika nebezpečných vlastností a rozdělení nebezpečných látek podle zákona o nebezpečných chemických látkách a nebezpečných chemických přípravcích, způsob označování obalů a balení nebezpečných látek, způsob identifikace nebezpečných látek na základě údajů
	5.3	Legislativa o nebezpečných látkách
	5.4	Přeprava nebezpečných látek
	5.5	Informační podpora pro identifikaci nebezpečných látek
	5.6	Praktický výcvik
6. Chemická služba	6.1	Základní dokumenty pro činnost chemické služby Odborná kvalifikace technika chemické služby
	6.2	Řád chemické služby HZS ČR
	6.3	Dokumentace v chemické službě
	6.4	Věcné prostředky chemické služby
7. Ochranné oděvy	7.1	Základní rozdělení ochranných oděvů
	7.2	Protichemické ochranné oděvy
	7.3	Ochranné oděvy
	7.4	Procvičení probrané tematiky
8. Radiační ochrana	8.1	Typy dozimetrových přístrojů - indikátory - dozimetry - radiometry - měřiče kontaminace - princip měření - způsoby použití
	8.2	Postupy u událostí s ionizujícím zářením Bojový řád jednotek PO - metodický list č. 4 kapitoly N (Nebezpečí ionizujícího záření) STČ-01/IZS - typová činnost složek IZS při společném zásahu – Uskutečněné a ověřené použití radiologické zbraně
	8.3	Praktické použití dozimetrů, radiometrů a intenzimetrů
9. Detekce	9.1	Detektory a prostředky používané pro detekci nebezpečných toxických a hořlavých par, plynů a kapalin
	9.2	Detekce bojových chemických látek
	9.3	Přenosné analyzátoři NCHL
	9.4	Praktické použití detektorů na nebezpečné páry a plyny zastoupených u HZS ČR
10. Průzkum	10.1	Taktika zásahu s přítomností nebezpečných látek – opakování
	10.2	Detekce a odběr vzorků
	10.3	Úkoly, detekční a analytické možnosti chemických laboratoří HZS ČR

	10.4	Úkoly technika chemické služby z hlediska průzkumu u zásahu na nebezpečné látky
11. Dekontaminace	11.1	Dekontaminační činidla na průmyslové chemické látky, na bojové chemické látky, B-agens a k dezaktivaci Míchání směsí a roztoků Výpočet koncentrací
	11.2	Provádění dekontaminace
	11.3	Hromadná dekontaminace Dekontaminace techniky
	11.4	Praktický zásah na neznámou NL, stanovení dekontaminace
12. Ověření odborné způsobilosti - závěrečné zkoušky a ukončení kurzu		Test Praktická zkouška Ukončení kurzu

Zdroj: [15]

Příloha D2: Učební osnovy kurzu Radiační ochrana A

MV-generální ředitelství HZS ČR		
Učební osnovy kurzu: Radiační ochrana A		
1. Zahájení kurzu	1.1	Organizace kurzu, denní řád vzdělávacího zařízení, podmínky absolvování kurzu
2. Teorie radiační ochrany	2.1	Postavení a cíle radiačního průzkumu a radiační ochrany při zásahu jednotek PO
	2.2	Charakteristiky, veličiny a jednotky zdroje, pole a účinků ionizujícího záření
	2.3	Způsoby ozáření osob a jejich významnost, kritické cesty. Způsob ochrany před ozáření
	2.4	Biologické účinky ionizujícího záření, zdravotní následky ozáření osob. První pomoc ozářeným a kontaminovaným osobám. Obecné principy radiační ochrany a jejich aplikace
	2.5	Struktura radiační ochrany v České republice; legislativa (atomový zákon a vyhlášky SÚJB)
	2.6	Zdroje ionizujícího záření, rozdělení a význam. Vliv radioaktivních látek na životní prostředí
	2.7	Rozdělení a charakteristiky radiačních událostí, nehod a havárií, příklady zásahů, možná radiační rizika
3. Měřicí technika a její použití	3.1	Rozdělení dozimetrických prostředků podle způsobů použití, jejich popis a význam
	3.2	Systém kalibrace a ověřování Radiometry, dozimetry a měřiče kontaminace používané u jednotek PO Podrobný popis, obsluha, údržba, dekontaminace a praktické používání
	3.3	Potřeba radiačních měření a ochrany osob při zásahu
	3.4	Vyhledávání zdrojů záření radiometrem a měřičem kontaminace
4. Činnost jednotek PO při radiačním zásahu	4.1	Metodický list č. 4 N. Metodický postup při zásahu při radiační události s výskytem uzavřených a otevřených zdrojů záření. Zásady bezpečnosti práce a vedení dokumentace. Informační zdroje a informační podpora
	4.2	Praktický výcvik v používání radiometru, dozimetru a měřiče kontaminace při cvičném zásahu s uzavřenými a otevřenými zdroji záření. Posuzování situace a vedení zásahu
	4.3	Typová činnost složek IZS při společném zásahu při mimořádné události
	4.4	Používání osobních ochranných prostředků k ochraně před radioaktivní kontaminací Dekontaminace osob, výbroje, výstroje a techniky Praktický nácvik dekontaminace prostředků používaných při zásahu
5. Závěrečné zkoušky	5.1	Písemný test
	5.2	Praktická zkouška (šetření radiační události)
6. Ukončení kurzu	6.1	Ukončení kurzu

Zdroj: [55]

Příloha D3: Učební osnovy kurzu Radiační ochrana B

MV-generální ředitelství HZS ČR Učební osnovy kurzu: Radiační ochrana B		
1. Zahájení kurzu	1.1	Organizace kurzu, denní řád vzdělávacího zařízení, podmínky absolvování kurzu
2. Teorie a praktický výcvik	2.1	Teorie radiační ochrany (opakování fyzikálních veličin a jednotek, možných způsobů a následků ozáření, zásad radiační ochrany a legislativy, změny za uplynulých 5 let
	2.2	Radiometry, dozimetry a měřiče kontaminace používané u jednotek PO. Radiační měření u zásahu. Dekontaminace osob, výzbroje, výstroje a techniky (opakování, změny).
	2.3	Vyhledávání zdrojů záření radiometrem a měřičem kontaminace
	2.4	Taktika zásahu při radiační události s výskytem uzavřených a otevřených zdrojů záření. Zásady bezpečnosti práce a vedení dokumentace. Informační zdroje a informační podpora při zásahu
	2.5	Praktický výcvik v používání radiometru, dozimetru a měřiče kontaminace při cvičném zásahu s uzavřenými a otevřenými zdroji záření. Posuzování situace a vedení zásahu
3. Závěrečné zkoušky	3.1	Písemný test
	3.2	Praktická zkouška (šetření radiační události)
4. Ukončení kurzu	4.1	Ukončení kurzu

Zdroj: [56]

Příloha E: Přehled otázek dotazníku pokládaného respondentům

1. Co je foton?

- a) vlna
- b) částice
- c) někdy vlna, někdy částice

2. Jakou rychlostí se pohybuje elektron?

- a) menší než rychlost světla
- b) větší než rychlost světla
- c) rovnou rychlosti světla

3. Záření α je tvořeno:

- a) izotopy vzácných plynů
- b) atomy helia
- c) jádru helia

4. Při přeměně β plus dochází k emisi:

- a) neutronu
- b) pozitronu
- c) elektronu

5. Při přeměně γ dochází k emisi:

- a) neutronu
- b) elektronu
- c) elektromagnetického záření

6. Záření s nejkratším dosahem je:

- a) záření α
- b) záření β
- c) záření γ

7. Jaký druh záření je nejpronikavější a k odstínění vyžaduje silnou vrstvu materiálu, který obsahuje jádra těžkých prvků?

- a) záření α
- b) záření β
- c) záření γ

8. Mezi nepřímo ionizující záření patří:

- a) fotony
- b) elektrony
- c) protony

9. Neutrony:

- a) patří mezi přímo ionizující záření
- b) patří mezi nepřímo ionizující záření
- c) nemají náboj, proto nepatří ani do jedné z uvedených skupin

10. Nejkratší vlnovou délkou, dle spektra elektromagnetického záření, má:

- a) infračervené záření
- b) záření γ
- c) rozhlasové vlny

11. Čím kratší je vlnová délka:

- a) tím je záření pronikavější
- b) tím je záření méně pronikavé
- c) pronikavost záření nezávisí na vlnové délce

12. Jednotkou aktivity, která charakterizuje intenzitu zdroje záření, je:

- a) Becquerel [Bq]
- b) Sievert [Sv]
- c) Gray [Gy]

13. Pro výpočet Ekvivalentní dávky H_T se jako koeficient využívá:

- a) jakostní faktor Q
- b) tkáňový váhový faktor W_T
- c) radiační váhový faktor W_R

14. Nejvyšší hodnota radiačního váhového faktoru W_R je udávána pro:

- a) α záření
- b) β záření
- c) γ záření

15. Při vnitřní kontaminaci jsou nejvíce nebezpečné:

- a) částice γ
- b) částice α
- c) rentgenové záření

16. Před účinky vnějšího záření je možné se chránit:

- a) použitím osobního dozimetru
- b) vzdáleností
- c) použitím respirátoru

17. Mezi elektrické detektory nepatří:

- a) ionizační komory
- b) proporcionální počítače
- c) termoluminiscenční detektory

18. Kontinuální detektory:

- a) postupně shromažďují informací o celkové dávce, která byla naměřena za celou dobu expozice, po ukončení ozařování zůstává informace v detektoru
- b) poskytují průběžné informace o okamžité intenzitě dopadajícího záření, po ukončení ozařování klesne v detektoru naměřená hodnota na nulu
- c) postupně shromažďují informací o celkové dávce, která byla naměřena za celou dobu expozice, po ukončení ozařování klesne v detektoru naměřená hodnota na nulu

19. Výchozí doporučení pro radiační ochranu vydává:

- a) ICRP (Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu)
- b) IAEA (Mezinárodní agentura pro atomovou energii)
- c) UNSCEAR (komise OSN pro studium efektů radiace)

20. Atomový zákon (č.18/1997 Sb.) specifikuje požadavky na:

- a) veškerou bezpečnost včetně radiační a jaderné bezpečnosti
- b) radiační a jadernou bezpečnost
- c) kalibraci dozimetrů

Zdroj: vlastní výzkum