

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Chemické, biologické, radiologické a nukleární ohrožení v přednemocniční péči
Jan Černohous

Bakalářská práce
2019

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Černohous**
Osobní číslo: **Z16032**
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**
Název tématu: **Chemické, biologické, radiologické a nukleární ohrožení
v přednemocniční péči**
Zadávající katedra: **Katedra klinických oborů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace výzkumného šetření formou dotazníku dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **35 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**


Seznam odborné literatury:

1. DRÁBKOVÁ, Jarmila, Jaromír CHENÍČEK, Jaroslav NEKOLA a Jiří POKORNÝ. Urgentní medicína. Praha: Galén, 2017, 123 s. ISBN 978-80-7492-322-7.
2. KUBELKOVÁ, Klára, Miroslav POHANKA, Pavel ŘEHULKA, et al. Ochrana proti CBRN - detekce, identifikace a typizace B agens. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2016, 115 s. ISBN 978-80-7231-360-0.
3. ÖSTERREICHER, Jan. CBRN assessments. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2007, 63 s.
4. POHANKA, Miroslav. Přehled biochemie: učební text pro vysokoškolskou výuku. V Hradci Králové: Fakulta vojenského zdravotnictví Univerzity obrany, 2015, 64 s. ISBN 978-80-7231-358-7.
5. ŠÍN, Robin. Medicína katastrof. Praha: Galén, 2017, 351 s. ISBN 978-80-7492-295-4.
6. ŠTĚTINA, Jiří. Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách. Praha: Grada, 2014, 557 s. ISBN 978-80-247-4578-7.

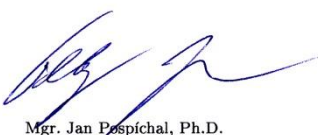
Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Jindra Holeková, DiS.**
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2019**


prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.
děkan

L.S.


Mgr. Jan Pospíchal, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 8. března 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 17. 1. 2019

Jan Černohous

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl velmi poděkovat Mgr. Jindře Holekové Dis., za vedení mé bakalářské práce, za její cenné rady, ochotu a trpělivost. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Ladě Žampachové za zprostředkování možnosti provést dotazníkové šetření a její rady týkající se činnosti záchranné služby. Role těchto dvou úžasných dam byla nezastupitelná a bez nich by jen stěží mohla tato bakalářská práce vzniknout. Také bych chtěl poděkovat své přítelkyni a své rodině za jejich obrovskou podporu během celého studia.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zaměřuje na CBRN (chemical, biological, radiological, nuclear) ohrožení v přednemocniční péči. Teoretická část tato ohrožení popisuje, jaké jsou jejich příčiny, jaké mohou mít následky, jak se proti nim chránit a jak s nimi bojovat.

Průzkumná část je tvořena dotazníkovým šetřením pro NLZP ZZS Pardubického kraje. Dotazník se zaměřuje na prozkoumání znalostí NLZP týkajících se tematiky CBRN

KLÍČOVÁ SLOVA

CBRN, nebezpečné chemické látky, vysoce nakažlivé nákazy, radioaktivita, osobní ochranné pracovní prostředky, akutní nemoc z ozáření, zdravotnická záchranná služba

TITLE

Chemical, biological, radiological a nuclear threats in pre-hospital care

ANNOTATION

This bachelor thesis focuses on CBRN (chemical, biological, radiological, nuclear) dangers in pre-hospital care. Theoretical part describes these dangers, what are their causes, what outcomes can they have, how to protect oneself from them and how to fight them.

Research part is made of questionnaire survey for non-medical healthcare workers of emergency medical service of region Pardubice. Questionnaire focuses on knowledge of non-medical healthcare works in CBRN area.

KEYWORDS

CBRN, dangerous chemical substances, highly contagious diseases, radioactivity, personal protective equipment, acute radiation sickness, emergency medical service

OBSAH

Úvod	11
1 Cíle práce	12
1.1 Hlavní cíle.....	12
1.2 Dílčí cíle.....	12
2 Přednemocniční neodkladná péče	13
3 Chemické ohrožení	13
3.1 Nebezpečné chemické látky (NCHL).....	13
3.2 Účinky NCHL.....	13
3.2.1 Toxické účinky	14
3.2.2 Hořlavé účinky.....	14
3.2.3 Výbušné účinky	14
3.3 Bojové chemické látky.....	14
3.3.1 Rozdělení	15
3.3.2 Letální BCHL	15
3.3.3 Neletální BCHL	16
3.4 Nejčastější otravy v civilním prostředí	16
4 Biologické ohrožení.....	17
4.1 Vysoce nakažlivé nákazy (VNN)	18
4.1.1 BSL 1	18
4.1.2 BSL2	18
4.1.3 BSL3	18
4.1.4 BSL 4	18
4.2 Principy biologické ochrany	18
4.3 Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)	19
4.3.1 Zásady při práci v OOPP (zhustit nebo zrušit a upravit odrážky)	20
5 Radiační ohrožení	20
5.1 Typy ionizující záření	21
5.1.1 Záření alfa	21
5.1.2 Záření beta	21

5.1.3	Záření gama	22
5.1.4	Neutronové záření.....	22
5.1.5	Rentgenové záření.....	22
5.2	Biologické účinky ionizujícího záření	22
5.3	Stochastické a deterministické účinky ionizujícího záření	23
5.3.1	Stochastické účinky	24
5.3.2	Deterministické účinky.....	24
5.4	Akutní nemoc z ozáření (ANO).....	25
5.4.1	Typy	25
5.4.2	Dřeňový syndrom ANO.....	25
5.4.3	Gastrointestinální forma ANO.....	26
5.4.4	Kardiovaskulární/centrálně nervová forma ANO.....	26
5.4.5	Radiační dermatitida	26
5.4.6	Diagnostika akutní nemoci z ozáření (rozepsat zkratky).....	27
5.4.7	Fáze akutní nemoci z ozáření.....	27
5.5	Léčba.....	28
5.6	Ochrana proti radiaci	28
5.7	Postup ZZS při radiační mimořádné události	30
5.8	Dekontaminace	30
6	Nukleární ohrožení	31
6.1	Jaderné zbraně.....	32
6.2	Typy jaderných zbraní	32
6.2.1	Štěpné zbraně	32
6.2.2	Termonukleární zbraně	33
7	Potencionální CBRN události v pak.....	33
8	Průzkumná část.....	34
8.1	Průzkumné otázky.....	34
8.2	Metodika průzkumu	35
8.3	Pilotní šetření	35
8.4	Analýza průzkumných dat	35

Prezentace výsledků.....	36
Diskuze.....	53
Závěr	58
Použitá literatura	60
Přílohy.....	62

Seznam zkratek

ANO – akutní nemoc z ozáření

BCHL – bojové chemické látky

BSL – biosafety level

CBRN – chemical, biological, radiological and nuclear

CNS – centrální nervová soustava

HZS – hasičský záchranný sbor

IZS – integrovaný záchranný systém

INES – the international nuclear event scale

KOPIS – krajské operační a informační středisko

LD₅₀ – střední smrtelná dávka pro 50 % populace

NCHL – nebezpečné chemické látky

OOPP – osobní ochranné pracovní prostředky

OOVZ – orgán ochrany veřejného zdraví

PAK – pardubický kraj

PČR – policie české republiky

PNP – přednemocniční neodkladná péče

RTG – rentgen

SARS – severe acute respiratory syndrome

SÚJB – státní úřad pro jadernou bezpečnost

TIPO – transportní ochranný prostředek

VNN – vysoce nakažlivé nákazy

ZZS – zdravotnická záchranná služba

ÚVOD

CBRN události nejsou ve světě žádnou novinkou. Používání biologických či chemických látek je známé už od starověku. K těmto ohrožením se pak v roce 1945 přidalo riziko nukleární, shovením dvou jaderných zbraní na Japonská města Hirošima a Nagasaki letectvem USA a radiální rozmachem výstavby jaderných elektráren. Od té doby už sice k žádnému použití jaderných zbraní v konfliktu nedošlo, nadále ale zůstávají v držení několika mocností a je třeba počítat s jejich možným využitím v budoucích konfliktech.

Ačkoliv je v současné době úroveň ohrožení obyvatelstva těmito riziky, díky propracovaným technologickým postupům a zabezpečení, velmi nízká stále je jejich výskyt možný. Chemické látky se dají najít v každodenním životě na každém kroku, biologické ohrožení je díky imigraci a odpůrcům očkování v současné době také velmi diskutovaným tématem, s radiací se můžeme setkat na mnoha specializovaných pracovištích například v nemocnicích a díky dvěma jaderným elektrárnám na území České Republiky je třeba počítat i s eventualitou nukleárního ohrožení.

Motivem k vytvoření této práce bylo, že tato rizika, mohou, při jejich podcenění, vést až ke katastrofě a je třeba, aby záchranná zdravotnická služba byla na tyto hrozby náležitě vycvičena.

Tato práce si klade za cíl popsat tyto druhy ohrožení, jaký mají účinek na živé organismy, jak funguje prevence a ochrana vůči nim a jakým způsobem je na ně připravena zdravotnická záchranná služba.

1 CÍLE PRÁCE

1.1 Hlavní cíle

Hlavním cílem této práce je zjistit jaké znalosti mají nelékařští zdravotničtí pracovníci zdravotnické záchranné služby v Pardubickém kraji o CBRN problematice.

1.2 Dílčí cíle

Dílčím cílem je porovnat, zda mají členové biohazard týmů větší znalosti této problematiky než jejich kolegové z běžných posádek.

Cílem teoretické části je popsat jaká chemická, biologická, radiologická a nukleární ohrožení jsou, jejich účinky, prevenci a léčbu.

2 PŘEDNEMOCNIČNÍ NEODKLADNÁ PÉČE

Vyhláška 343/1992 Sb. o zdravotnické záchranné službě popisuje přednemocniční péči takto:

„Přednemocniční neodkladná péče je péče o postižené na místě vzniku jejich úrazu nebo náhlého onemocnění a během jejich dopravy k dalšímu odbornému ošetření a při jejich předání do zdravotnického zařízení poskytovaná při stavech, které

- a) bezprostředně ohrožují život postiženého,*
- b) mohou vést prohlubováním chorobných změn k náhlé smrti,*
- c) způsobí bez rychlého poskytnutí odborné první pomoci trvalé chorobné změny,*
- d) působí náhlé utrpení a náhlou bolest,*
- e) působí změny chování a jednání postiženého, ohrožují jeho samotného nebo jeho okolí.“*

3 CHEMICKÉ OHROŽENÍ

Chemické látky jsou v dnešní době všudypřítomné. Podle jejich složení se dá posuzovat míra nebezpečnosti daných látek a od toho se následně odvíjí jejich skladování, užívání, zabezpečení a manipulace s nimi. Z hlediska ohrožení obyvatelstva se dají rozdělit do dvou skupin. Nebezpečné chemické látky (NCHL), které se vyskytují například v chemické, farmaceutickém, stavebním a zemědělském průmyslu a zdravotnictví, a bojové chemické látky (BCHL) což jsou plynné, kapalné nebo tuhé fyziologicky účinné složky chemických zbraní (Šín, 2017).

3.1 Nebezpečné chemické látky (NCHL)

3.2 Účinky NCHL

Pro poskytování pomoci osobám zasaženým NCHL je velice důležité znát chemické vlastnosti a účinky konkrétních agens, aby se zamezilo ohrožení zachránců. Účinky jako toxicita, hořlavost a výbušnost jsou nejzásadnější ve smyslu potencionálního ohrožení zdraví a proto se jim přikládá nejvyšší důležitost. Každá látka má svůj prioritní nebezpečný účinek, který ohrožuje zdraví a k jehož vyvolání postačuje nejmenší množství ve srovnání s ostatními účinky.

Branou vstupu pro tyto látky mohou být trávící trubice, plíce, sliznice, otevřené rány, oči a v případě některých látek i nechráněná kůže (Drábková, Cheníček, 2017)

3.2.1 Toxické účinky

Toxicita (jedovatost) je škodlivý účinek látky na organismus. Při posuzování nežádoucího vlivu látek na organismu se dává použít paracelsova postulátu „všechny látky jsou jedy a závisí pouze na dávce, kdy látka přestává být jedem a stává se léčivem“. Z toho pohledu je možnost vyvodit, že i některé látky, které, při normálním stavu, nejsou člověku nebezpečné, mohou způsobit otravu při překročení určité dávky. (Pohanka, 2013)

Toxicita látky se dá posoudit z její střední smrtelné dávky LD₅₀ (median Lethal Dose). Jedná se o takovou dávku, která způsobí smrt poloviny jedinců v testované populaci a její obvykle vyjadřovaný fyzikální rozměr je mg/kg což odpovídá miligramu jedu na kg živé váhy. Tato dávka se liší podle živočišného druhu, způsobu proniknutí látky do organismu i celkového zdravotního stavu organismu. K určení LD₅₀ pro člověka se používá extrapolace hodnot známých pro zvířata s přihlédnutím k specifikům lidské fyziologie a také klinické případy otravy, pokud jsou pro konkrétní látku známé a zaevidované.

Další možností posouzení toxicity je střední toxická dávka TD₅₀ (Toxic Dose), kdy se jedná o takovou dávku, která způsobuje příznaky otravy u poloviny populace (Pohanka, 2013).

3.2.2 Hořlavé účinky

Při hoření je lidský organismus ohrožen dvojitým způsobem. Přímým působením tepelného záření a vznikajícími zplodinami. Některé látky při spalování vytvářejí toxické zplodiny (oxid uhelnatý, formaldehyd, chlorovodík), které pak způsobují poškození organismu například vznikem plicního edému či blokací hemoglobinu (Šín, 2017).

3.2.3 Výbušné účinky

Některé hořlavé látky mohou při dosažení určité koncentrace ve vzduchu po iniciaci explodovat. Mezi takové látky se řadí například metan, propan-butan, automobilový benzin či vodík. Toto způsobuje riziko pro záchranné složky v prostoru výskytu těchto látek při nehodě a je proto třeba klást důraz na bezpečnost zachránců (Šín, 2017).

3.3 Bojové chemické látky

Bojové chemické látky jsou jedním z druhů zbraní hromadného ničení. Chemické zbraně jsou pak následně tvořeny chemickou složkou (bojovou chemickou látkou) a technickými

prostředky pro jejich použití (např. nosné systémy). Tyto zbraně a látky v nich použité jsou určeny k použití proti živé síle (lidé, zvířata), kterou mají za úkol usmrtit, zneschopnit či trvale poškodit (Pohanka, 2013).

3.3.1 Rozdělení

Bojové chemické látky se dají rozdělit několika způsoby dle konkrétní disciplíny. Patří sem rozdělení vojenské, fyzikální, chemické a další. Vzhledem ke společné vlastnosti všech BCHL, toxicitou, se nejčastěji užívá dělení toxikologické, které BCHL rozděluje do skupin dle jejich nejcharakterističtějšího účinku. (Štětina, 2014)

Tyto látky se tímto dělením rozdělují na letální BCHL a neletální BCHL.

Letální látky jsou schopné v krátké době způsobit usmrcení či těžké poškození organismu, pokud je dosaženo efektivní koncentrace či dávky. Mezi tyto látky se řadí látky nervově paralytické, dusivé, zpuchýřující a obecně jedovaté.

Druhou skupinou jsou neletální BCHL, které jsou určeny k oslabení, ztížení činnosti až dočasnému zneschopnění osob vystavených těmto látkám. (Štětina, 2014)

3.3.2 Letální BCHL

Nervově paralytické látky jsou nejčastěji sloučeniny fosforu odvozené od kyseliny fosforečné a fosfonové. Jsou z letálních BCHL nejúčinnější. Řadí se mezi ně například sarin (GB), tabun (GA), cyklosarin (GF) či látka VX. Tyto látky nadměrně dráždí muskarinové a nikotinové receptory a dochází k rušivému zásahu do cholinergního mechanismu přenosu nervového vzruch. (Pohanka, 2013)

Nejznámější látku tvoří pravděpodobně sarin, bezbarvá látka bez zápachu, využívána například v dělostřeleckých granátech. (Österreicher, 2007)

Mezi příznaky otravy nervově paralytickou látkou patří závratě, nervozita, zmatenost, dušnost, paralýza svalů, svalové záškuby, mióza, křeče. Ke smrti dochází zástavou dechu způsobenou paralýzou dýchacích svalů anebo zástavou oběhu kvůli kardiovaskulárnímu selhání. (Pohanka, 2013)

Otravu lze v PNP zmírnit použitím léku Atropin, který kompetuje s akumulovaným acetylcholin na muskarinových receptorech čímž brání jejich hyperstimulaci.

Zpuchýřující otravné látky jsou reprezentovány především směsmi ze skupiny yperitů. Jsou to kapaliny, schopné proniknout do organismu všemi bránami vstupu, které po kontaktu obvykle vyvolávají nezvratné morfologické změny. Nejčastěji jsou postiženy oči, kdy postižený má pocit cizího tělesa v oku a světloplachost, a dýchací cesty, jejichž zasažení se projevuje bronchitidou, sekrecí z nosu, kašlem a chraptím. Může nastat i edém plic. (Štětina, 2014)

Dusité látky jsou zastoupeny látkami jako fosgen, difosgen, chlor, chlorpikrin či perfluorizobuten. V případě fosgenu a perfluorizobutenu se jedná o plyny, difosgen a chlorpikrin jsou kapaliny. Účinkují na dýchací ústrojí a způsobují vznik plicního edému díky poškození buněčných membrán alveolů a plicních kapilár. (Štětina 2014)

Mezi všeobecně jedovaté látky patří například kyanovodík. Kyanovodík se používá kromě vojenských účelů i v průmyslu, například při výrobě plastů. K otravě kyanidy tak často dochází při hoření plastů a průmyslových haváriích. Příznaky otravy kyanidem jsou růžové zbarvení kůže, mydriáza, křeče, dušnost a závratě. Při otravě kyanidem se v PNP dají poskytnout zasaženému pacientovi antidota, konkrétně cyanokit (Hydroxokobalamin) (Pohanka, 2013).

Ten se nachází mimo jiné i ve výbavě ZZS Pardubického kraje. (pozn. autora)

3.3.3 Neletální BCHL

Mezi dráždivé neletální BCHL patří slzné látky (lakrimátory), látky dráždivé horní dýchací cesty (sternity) a látky s polyvalentními účinky (jak účinky slzné tak dráždivé). Nejběžnější látkami jsou polyvalentní látky CS a kapsaicin, které jsou využívány pro výrobu slzných granátů a pepřových či CS sprejů. (Štětina, 2014)

Psychicky a fyzicky zneschopňující látka jsou látky, které dočasně psychicky či fyzicky ochromí. Mají psychomimetické účinky, které vyvolávají vzrušení, depresi, záchvaty zuřivosti, veselost či halucinace. Jedinou významnou látkou v tomto směru je látka BZ (3-chinuklidinylbenzilát) (Štětina, 2014).

3.4 Nejčastější otravy v civilním prostředí

Mezi nejčastější otravy patří otrava oxidem uhelnatým, alkoholem, etylenglykolem, domácími chemikáliemi, houbami a léky (www.eforms.zpmvcr.cz, 2011).

U intoxikace oxidem uhelnatým by pacienti s abnormálním neurologickým nálezem, v bezvědomí či těhotné ženy měli být směřováni do pracoviště s hyperbarickou komorou (Remeš, Trnovská, 2013).

4 BIOLOGICKÉ OHROŽENÍ

Biologické ohrožení či riziko je působení živých organismů či toxinů těchto organismů, které jsou schopné vyvolat infekční onemocnění či otravy a to jak u lidí tak i zvířat nebo rostlin. K šíření těchto nemocí může docházet spontánně po neúmyslném zavlečení nemoci mezi populaci či úmyslně po cíleném vystavení populace těmito nemocím. Propuknutí konkrétní nemoci ve velkém rozsahu se nazývá epidemií a mezikontinentální rozšíření epidemie je nazýváno pandemií (Šín, 2017).

Velkým nebezpečím v této oblasti je bioterorismus, kdy jsou biologické prostředky použité úmyslně za účelem zastrášení obyvatelstva a způsobení co největších ztrát na životech a co největšímu počtu onemocnění. Nebezpečnost bioterorismu spočívá také v tom, že na rozdíl od konvenčních metod jako je použití výbušnin, jsou biologické látky značně nevyzpytatelné, takže může docházet k potenciaci jejich účinků. Také nemusí být vidět ani cítit a projevit se až po určité době. To vše přispívá k silnému psychologickému dopadu na obyvatelstvo (Rozsypal, 2015)

Mezi útoky pomocí biologických látek patří například událost z roku 1995 kdy v Tokiu náboženský kult Aum Shinrikyo zaútočil anthraxem (*Bacillus anthracis*, sněť slezinná) na civilní obyvatelstvo. Ta samá látka byla také použita při sérii útoků v USA, kdy bylo pomocí dopisů naplněných anthraxem zasaženo 22 osob, z nichž 5 na následky nemoci zemřelo (Vičar, 2011).

Biologická agens se do organismu dostává několika způsoby:

Vdechnutím (inhalace) – přes dýchací cesty a plíce ve formě aerosolu

Požítím (ingestce) – skrz gastrointestinální například formou kontaminované potraviny

Kůží (inokulace) – agens proniká kůží například po aplikaci injekce

Povrchovou kontaminací – agens proniká do organismu přes poškozenou či nepoškozenou pokožku

4.1 Vysoce nakažlivé nákazy (VNN)

Vysoce nebezpečné nákazy se dají rozdělit dle biologického rizika do 4 tříd.

4.1.1 BSL 1

Nemoci, o kterých není známo, že by vyvolávali onemocnění u dospělé populace a neměli by být rizikem pro zdravotnický personál (Kubelková, Pohanka, 2016).

4.1.2 BSL2

Agens spadající do BSL 2 mohou způsobit vznik onemocnění, obzvláště při nedodržení základních hygienických norem, s různou závažností. Hrozí zde riziko přenosu perkutánně, ingescí či průnikem skrz sliznice. Mezi tyto agens se řadí virus hepatitida A či *Clostridium difficile* (Šín, 2017).

4.1.3 BSL3

Tyto agens vyvolávají těžká onemocnění u lidí, které mohou končit i smrtí a vyznačují se vysokým rizikem přenosu. Je zde možnost profylaxe. Mezi zástupce řadíme například *Mycobacterium tuberculosis*, *Bacillus anthracis* či *Rickettsia rickettsii* (Šín, 2017).

4.1.4 BSL 4

Vysoce nebezpečná onemocnění s vysokým rizikem šíření. Představují života nebezpečné nákazy, proti kterým neexistuje účinná profylaxe či terapie. Zástupci jsou například Ebola virus, Variola virus a SARS (Kubelková, Pohanka, 2016).

4.2 Principy biologické ochrany

V České republice se jako reakce na vznik mezinárodní úmluvy o zákazu biologických a toxinových zbraní a hrozbu biologického rizika, ať jakéhokoliv charakteru, vypracoval roku 2002 Zákon č.281/2002 Sb. Tento zákon definuje úlohu státní správy v oblasti dodržování zákona a určuje pravidla pro nakládání s vysoce rizikovými biologickým agens a toxiny. Společně s tímto zákonem byla vydána Vyhláška č. 474/2002 Sb, o některých opatřeních

souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) či toxinových zbraní. Součástí této vyhlášky jsou seznamy vysoce rizikových a rizikových biologických agens a toxinů. Dále jsou zde uvedeny závazná ustanovení o vedení evidence a při práci s biologickými agens a toxiny. (Kubelková, Pohanka, 2016)

Podezření na VNN může vyjádřit kterýkoliv zdravotnický pracovník kontaktovaný pacientem (lékař v nemocnici, obvodní lékař, posádka ZZS). Na prvním místě bývá anamnéza s důrazem na tu epidemiologickou. Tyto složky následně zkontaktují orgán ochrany veřejného zdraví, ZZS tak provádí přes ZOS který kontaktuje krajské operační a informační středisko (KOPIS), epidemiolog pak následně zhodnotí situaci a vyhodnocuje potřebu aktivace IZS a biohazard týmu. Převoz toho pacienta je indikován do centra pro VNN na Klinice infekčních, parazitárních a tropických nemocí Nemocnice na Bulovce. Po naplnění kapacity tohoto centra je možné, dle dohody mezi ministerstvem zdravotnictví a vnitra, možné převézt pacienty s VNN do Specializované infekční nemocnice v Těchoníně, která je pod správou Armády České republiky (AČR). V centru pro VNN je následně pacient umístěn do bioboxu. Tam je následně dle daných pravidel prováděna péče o pacienta (Smetana, 2018).

K zjištění přítomnosti onemocnění jsou odebrány biologické vzorky, ze kterých se zjišťují biochemické markery, což jsou anorganické, organické či makromolekulární látky. Jako biologické vzorky mohou být pacientovy odebrány vzorky krve, moči, stolice, slin či potu (Pohanka, 2015).

Sanitní vůz, který byl použit, k převozu pacienta, se dezinfikuje dle pokynů stanovených pandemickým plánem ministerstva zdravotnictví a doporučením OOVZ. Tento vůz se dezinfikuje přímo v areálu nemocnice na Bulovce. Při náhodné kontaminaci biologickým materiálem se plochy ve vozidle ošetřují dezinfekčním přípravkem s virucidním účinkem a auto je nutné řádně vyvětrat. Jedno z možností dezinfekce vozidla je například preparát Hvězda (www.mzcr.cz/ 2010).

4.3 Osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP)

Při podezření na výskyt chemických látek či VNN je neodkladně nutné využití prostředků osobní ochrany. V Čechách se od roku 2010 začali vytvářet speciální biohazard týmy, které jsou určeny pro práci s pacienty, u nichž je podezření na výskyt biologického rizika a disponují speciálním vybavením pro zvládnutí takovýchto situací (Šín, 2017).

Základním principem ochrany proti nebezpečné látce je zábrana jejího proniknutí na organismus. K tomu se využívají ochranné masky, které mají izolační a filtrační funkci např. celoobličejová maska CA6, ochranné oděvy, například ochranný overal Microchem 3000. Dále ochranné filtry, ochranné rukavice (první pod rukávem ochranného oděvu a druhé přes něj), přezůvky, návleky a holínky a dekontaminovatelné postroje na záda a brašny k osobní dezinfekci.

K transportu pacienta s podezřením na vysoce nakažlivou se využívá transportního izolačního prostředku osob (TIPO). TIPO se využívá buď jako biobox či biovak, dle konstrukce, a musí splňovat kritéria jako být ideálně z větší části vyroben z průhledného materiálu, aby byla zajištěna možnost vizuální kontroly pacienta. Musí být přítomné porty, určené k podávání léků, umožnění umělé plicní ventilace apod. Zároveň musí mít TIPO dostatečně výkonnou filtrační jednotku s HEPA filtry („high efficiency particulate air filter“, filtr schopný odstranit částice o velikosti 300 nanometrů) (Šín, 2017).

4.3.1 Zásady při práci v OOPP (zhustit nebo zrušit a upravit odrážky)

Před použitím odložit veškeré osobní předměty (hodinky, prsteny, náušnice, náramky)

Postupovat při oblékání a vysvlékání se z OOPP dle doporučených pracovních postupů

Nedotýkat se, pokud to není nezbytně nutné, předmětů, povrchů a obličeje

Nepožívat potravin, nápojů apod.

Při poškození rukavic provést okamžitou dezinfekci vrstvy, která nebyla poškozena a okamžitě nasadit nové rukavice

Při poškození OOPP (roztrhnutí propíchnutí, prodření) je nutno okamžitě použít dezinfekční prostředek, případně poškozené místo přelepit a urychleně opustit prostor

Orgánu ochrany veřejného zdraví (OOVZ) je nezbytné nahlásit veškeré nehody (Smetana, 2018).

5 RADIČNÍ OHROŽENÍ

Při radiačních událostech osoby v rizikovém prostoru ohrožuje tzv. ionizující záření. Záření obecně je šíření energie prostorem, ionizace je poté proces, kdy se z elektricky neutrálního

atomu či molekuly stane nabitá částice, ion. Ionizující záření je tedy korpuskulární či elektromagnetické záření, které je schopné, působením na látku vyvolat přímo či nepřímo vznik iontů.

5.1 Typy ionizující záření

Mezi ionizující záření patří:

- Částicové záření z jaderných přeměň = Záření alfa, beta
- Urychlené nabité částice = elektrony, protony
- Elektromagnetické záření = záření gama, rentgenové záření
- Neutronové záření

5.1.1 Záření alfa

Částice alfa je složená ze dvou protonů a dvou neutronů, jedná se tedy o jádro helia. S tímto zářením je možné se setkat pouze u těžkých přirozených radionuklidů.

Vzdálenost doletu těchto těžkých, kladný náboj nesoucích částic je ve vzduchu pouze několik centimetrů a v tkáni několik milimetrů. Z těchto důvodů, je při setkání se zdrojem záření alfa nejlepší možností ochrany dostatečné stínění či vzdálenost od zdroje (Navrátil, Rozina 2019).

5.1.2 Záření beta

Záření beta je buďto emisí elektronu (přeměna β^-) či emisí pozitronu (přeměna β^+) a vyskytuje se, jak u umělých radionuklidů, tak i u lehkých jader přirozených radionuklidů (Navrátil, Rozina, 2013).

Beta záření má oproti záření alfa nízkou hmotnost a menší schopnost ionizovat okolí. Díky nižší hmotnosti má tak ale větší dosah, při $E_{\max} = 2$ MeV je dosah tohoto záření ve vzduchu až 8 m, ve vodě 1cm, a hliníku 4 mm.

5.1.3 Záření gama

Záření gama je velmi příbuzné např. rentgenovému záření nebo světlu, má ale kratší vlnovou délku. Díky kratší vlnové délce má gama záření vysokou rychlost a pronikavost. U přirozeně radioaktivních prvků často doprovází přechod excitovaného dceřiného jádra do stabilnějšího stavu při přeměně alfa a beta (Navrátil, Rozina, 2019).

5.1.4 Neutronové záření

Záření je tokem elektricky neutrálních částic tj. neutronů a jejich hmotnost je srovnatelná s hmotností jader vodíku. Neutrony lze získat pouze jadernými reakce a to například v neutronovém generátoru, radionuklidovém zdroji, jaderném reaktoru nebo jaderné explozi (viz. štěpná reakce) (Pejchal, Šinkorová, 2013).

5.1.5 Rentgenové záření

Rentgenové záření (paprsky X, X- záření) je elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami v intervalu mezi $8 \cdot 10^{-8}$ až 10^{-12} . Vzniká při přeměně energie rychle se pohybujících elektronů dopadajících na povrch kovu. Přirozenými zdroji RTG záření jsou hvězdy nebo úder blesku. Nejčastější je ovšem medicínské využití a vytvoření RTG záření v rentgenkách.

5.2 Biologické účinky ionizujícího záření

Radionuklidy podléhají samovolné přeměně. Tato přeměna má jednotku, kterou je fyzikální poločas rozpadu. Během tohoto časového období dojde k přeměně poloviny atomů daného radionuklidu. Další veličinou je aktivita radionuklidu. Ta je definována jako podíl středního počtu radioaktivních přeměn a časového intervalu. Její jednotkou je becquerel (Bq). Ve vzorku s hodnotou 1 Bq se tedy přemění 1 jádro za 1 vteřinu. Tyto veličiny tedy popisují vznik ionizujícího záření jako takového (Štětina, 2013).

O tom, jaký bude mít ionizující záření vliv na organismus, dále rozhoduje několik veličin, jejichž hodnoty se odvíjí od základních vlastností záření, tedy energie a u korpuskulárního záření také elektrického náboje částic, rozměrů a hmotnosti.

Mezi tyto veličiny řadíme Absorbovanou dávku, Dávkový příkon, Radiační váhový faktor, Ekvivalentní dávku, Tkáňový váhový faktor a Efektivní dávku (Pejchal, Šinkorová, 2013).

Absorbovaná dávka – jednotkou je gray[Gy], dříve se využívala jednotka rad[rad]. Základní veličina pro hodnocení ionizujících účinků na látku. Absorbovaná dávka 1Gy odpovídá energii jednoho Joulu v objemovém elementu jednoho kilogramu látky.

Dávkový příkon – jeho jednotkou je gray za hodinu[Gy/h] a odpovídá přírůstku absorbované dávky za jednotku času. Tohoto se dá využít pro zjištění dávky ionizujícího záření, kterou daný objekt či osoba obdrží, vyskytuje-li se po určité době v dosahu zdroje záření (Hagby, 2009).

Radiační váhový faktor W_R – jedná se o bezrozměrné číslo, které je definováno pro jednotlivé druhy záření a vyjadřuje míru účinku bez ohledu na to, na jakou tkáň působí. Toto číslo je odvozeno od hodnot lineárního přenosu energie (LPE) ve vodě. Při zvyšujícím se LPE roste i radiační váhový faktor.

Ekvivalentní dávka H_T – je součin radiačního váhového faktoru W_R a střední absorbované dávky v orgánu nebo tkáni pro ionizující záření. Jednotkou je 1 sievert [Sv], který stejně jako jednotka absorbované dávky odpovídá energii 1 joulu absorbované v 1 kg látky.

Tkáňový váhový faktor – je zaveden pro hodnocení rizika stochastických účinků. Jedná se o experimentálně stanovenou, bezrozměrnou veličinu, jejíž hodnota vyjadřuje riziko vzniku stochastických účinků ionizujícího záření na organismus.

Efektivní dávka H_e – jednotkou je sievert [Sv] a je dána součtem ekvivalentních dávek H_T v ozářených tkáních, které jsou váženy tkáňovým váhovým faktorem.

Podstatou účinku ionizujícího záření je tedy schopnost ionizovat atomy a molekuly ozářeného organismu, včetně těch biologicky významných. Vznikají tak chemicky vysoce reaktivní látky radikálové povahy, které způsobují řadu fyzikálních a fyzikálně chemických procesů. Na tyto procesy navazují další reakce, které vedou k poškození ozářeného organismu, což se následně projevuje funkční a morfologickými změnami na úrovni molekulární, buněčné, orgánové a i na úrovni organismu jako celku (Navrátil, Rozina, 2019).

Konečný účinek ionizujícího záření tedy závisí především na dávce záření, dávkovém příkonu, druhu záření, typu zasažené tkáně a metabolickém stavu organismu v době ozáření.

5.3 Stochastické a deterministické účinky ionizujícího záření

Při zaměření se na člověka zasaženého ionizujícím zářením se rozlišují dva základní typy radiologických účinků, stochastický a deterministický.

5.3.1 Stochastické účinky

Stochastické účinky ionizujícího záření jsou pozdní a „náhodné“, nedají se předpovědět se 100% jistotou. Jsou bezprahové a lineární, což znamená, že i absolutně minimální dávka zvyšuje pravděpodobnost výskytu a se zvyšující se dávkou riziko výskytu roste. Dělí se na somatické účinky, např. vznik rakoviny tvorného bujení u zasaženého jedince, a dědičné, které se mohou projevit u potomků daného jedince a mohou mít za následek nejrůznější genetické mutace (Navrátil, Rozina, 2013).

Klinický obraz je stejný jak u radiačně indukovaných nádorů tak u samovolně (nezávisle na ozáření) vzniklých nádorů. Ionizující záření tedy pouze zvyšuje pravděpodobnost výskytu tohoto onemocnění a je to přídavné riziko k ostatním rizikům jako jsou kouření, alkoholismus či výskyt nádorových onemocnění v rodině. Pravděpodobnost stochastických účinků na potomstvo je značně nižší než vznik nádorů u postižené osoby. Při experimentálních studiích na laboratorních zvířatech bylo odhadnuto, že při ozáření rodičovské osoby dávkou 1Gy se zvýší genetický následek o 0,4 – 0,6 % oproti normální tj. neozářené populaci (Pejchal, Šinkorová, 2013).

K rozvoji stochastických účinků může docházet i u osob, zasažených vysokými dávkami ionizujícího záření za předpokladu, že daná osoba přežije akutní nemoc z ozáření.

Stochastické účinky mívají dlouhou latentní dobu a nejčastěji se projevují při nízkém ozáření (do 1 Sv) jelikož při ozáření nad tuto úroveň se již očekává nástup deterministických příznaků (Šín, 2017).

5.3.2 Deterministické účinky

Deterministické účinky vznikají obvykle po vystavení organismu jednorázově velkému množství ozáření. Jedná se o předvídatelné účinky, ke kterým dochází při zániku velkého množství buněk v buněčné populaci a projeví se při překročení tzv. dávkového prahu pro daný efekt. S rostoucí dávkou nad tento dávkový práh roste i závažnost poškození. Mezi deterministické účinky se řadí akutní nemoc z ozáření (ANO), akutní lokalizované poškození, nenádorové pozdní poškození či poškození plodu in utero.

Celotělová prahová dávka ozáření se pohybuje kolem 1 Sv, je to ale pouze průměrná a orientační dávka jelikož každá tkáň má jinou prahovou dávku. To je dáno radiosenzitivitou

buněk a jejich funkční kapacitou. Nejcitlivější tkáněmi na ozáření jsou hematopoetické tkáně. V kostní dřeni jsou to tak kmenové buňky krvetvorby a v cévním systému lymfocyty. Lymfocyty jsou tak využívány jako rychlý a spolehlivý indikátor radiačního poškození (Pejchal, Šinkorová, 2013).

5.4 Akutní nemoc z ozáření (ANO)

Akutní nemoc z ozáření vzniká po jednorázovém, celotělovém gama ozáření. Vlivu ozáření jsou tak vystaveny všechny tělesné systémy a dochází k rozvoji celkového obrazu poškození.

5.4.1 Typy

ANO se dělí na 3 základní typy. Dřeňovou, gastrointestinální a kardiovaskulární/centrální nervovou. Každý typ má svojí prahovou dávku a specifické příznaky. S mírou ozáření se ANO zhoršuje a přechází do vyšších typů za současného průběhu i nižších forem, které se ale nestihnou klinickou rozvinout.

5.4.2 Dřeňový syndrom ANO

Dřeňový syndrom se rozvine po celotělovém ozáření při dávce 0,7- 8 Sv. Poškozují se především hematopoetické buňky. V závislosti na dávce záření dochází u zasaženého k atrofii a pancytopenii kostní dřeni. Největší množství krvetvorné kostní dřeni se nachází v páteři, dorzálních oblastech žeber a pánve a proto ozáření těchto oblastí má největší efekt na rozvoj dřeňového syndromu ANO. Dřeňová forma ANO bývá dlouho latentní a rozvoji klinických příznaků dochází až po 21- 30 dnech po ozáření. Nejčastějšími symptomy jsou infekce spojené s poklesem granulocytů a lymfocytů v periferní krvi, které je způsobena nedostatečnou funkcí kostní dřeni a ke krvácení. Tyto faktory jsou přímo zodpovědné za letalitu u takto ozářených.

K maximálnímu poklesu lymfocytů dochází po 72 hodinách po ozáření a hodnota poklesu absolutního množství lymfocytů za 24 hodin se využívá pro zpětný odhad obdržené dávky ionizujícího záření. K maximálnímu poklesu granulocytů a trombocytů dochází 14. - 30. den

a erytrocytů 30. – 60. Den. Nastávají poruchy imunitního systému, krvácení, anémie a vzestup infekčních komplikací. (Pejchal, Šinkorová, 2013)

5.4.3 Gastrointestinální forma ANO

Nastává při dávce 8 – 30 Sv. V. 1. stádiu, tedy ve stádiu prodromů, dochází k nevolnosti a vzniku průjmu a křečí. Období latence bývá krátké kolem 3-5 dní a následně při přechodu do manifestní fáze se objevuje charakteristická vodnatá až krvavá průjmovitá stolice, která je doprovázena horečkou. Jsou narušeny základní funkce střeva, jako je resorpce a po obnažení střevní sliznice dochází ke ztrátám tekutin a elektrolytů. To bývá provázeno bakteriální invazí a toxémií. Postižený se tak dostává do septického šoku, který po 7-10 dnech končí smrtí ozářeného z důvodu oběhového selhání.

5.4.4 Kardiovaskulární/centrálně nervová forma ANO

Kardiovaskulární složka nastává již po ozáření dávkami nad 30 Sv., Centrálně nervová pak po ozáření dávkami na 100 Sv. Prodromy nastupují během několika minut po ozáření a latentní fáze je u dávek překračujících 100 Sv. velice krátká, až do takové míry, že prodromální a manifestní fáze splývají.

V prodromální fázi se objevuje radiační dermatitida, nevolnost, zvracení, dezorientace a ztráta rovnováhy. Při vysokých dávkách záření dochází ke zhoršení vědomí, a mohou se objevit i tonicko-klonické křeče. Při této míře ozáření, pacient i přes poskytnutou lékařskou péči obvykle umírá do 48 hodin od ozáření.

5.4.5 Radiační dermatitida

Při ozáření kůže gama zářením v množství více jak 3 Sv. dochází k radiačnímu zánětu kůže. Je ohraničena na ozářené oblasti, kde dochází lokálnímu radiačnímu poškození, které se rozvíjí na rozdíl od klasické popáleniny ve dvou fázích. V první fázi dochází k radiačnímu erytému (zčervenání kůže), na který následuje sekundární fáze v pozdějším období. Při dávce nad 20 Sv. nastává tvorba puchýřů a při dávce nad 30 Sv. se objevují vředy. Může docházet i k nekróze kůže včetně pojivové a cévní složky.

Primární erytém se vyvíjí 1-24 hodin do ozáření a vymizí za 3-6 dní, sekundární erytém se rozvine s následným časovým odstupem. Při nižších dávkách se primární erytém nemusí

objevit a při vyšších dávkách dochází ke zkrácení doby latence a dřívějšímu rozvoji sekundárního erytému.

Léčba zahrnuje podání antibiotik a dezinfekci postižených oblastí těla antiseptickými roztoky. Ozářené plochy s nevratným poškozením cévního zásobení jsou odstraněny chirurgicky a nahrazeny kožními štěpy.

5.4.6 Diagnostika akutní nemoci z ozáření (rozeptat zkratky)

Pro nasazení optimální a účinné léčby je třeba orientačně znát, v jaké dávce záření byla postižená osoba vystavena. Pro tyto účely se využívá metod fyzikální a biologické dozimetrie.

Zároveň je závažnost ANO diagnostikována tíží a časovým nástupem klinických projevů jednotlivých syndromů, kde pak následně lze odlišit jednotlivé fáze onemocnění.

Fyzikální dozimetrie se využívá u pracovníků s ionizujícím zářením, kteří jsou podle zákona nuceni nosit osobní dozimetr, ze kterého se následně dají vyčíst údaje o dávce ionizující záření. Standardní dozimetry mají rozsah 0,05 – 10 Gy.

Biologická dozimetrie je nejdůležitějším indikátorem míry ozáření při absenci osobního dozimetru. Stanovuje zpětně dávku ozáření na podkladě biologických změn v organismu. Je nutné odebrat vzorky krve co nejrychleji po ozáření. Nejcitlivějšími buňkami jsou lymfocyty periferní krve, u kterých lze díky jejich poklesu, který je do určité míry dávkově závislý, odhadnout dávku ionizujícího záření v intervalu 24-72 hodin. Pro přesnější odhad obdržené dávky se využívá metody detekce chromosomálních aberací.

5.4.7 Fáze akutní nemoci z ozáření

Akutní nemoc z ozáření má 4 fáze. Prodromální, latentní, manifestní a fázi obnovy.

Prodromální fáze je stresovou reakcí a projevují se nespecifické humorální a neurovegetativní reakce na první projevy poškození. Tyto reakce zahrnují nechutenství, únavu, nevolnost a zvracení a se zvyšující se dávkou se objevují dříve, mají větší intenzitu a delší trvání. Na únavě organismu se nepřímo podílí působení degradačních produktů buněk a jejich toxické působení na CNS, a u vyšších dávek IZ i přímé poškození buněk CNS. Prodromální příznaky lze použít jako orientační ukazatel závažnosti ANO a obdržené dávky IZ. S nástupem

prodromů po 30 minutách od ozáření se dá očekávat mírnější, dřevná forma ANO, pokud ale prodromy nastoupí prakticky ihned po ozáření spojené s neurologickými příznaky, jakými jsou křeče a bezvědomí, jedná se s vysokou pravděpodobností o kardiovaskulární/centrálně nervovou formu ANO. (Pejchal, Šinkorová, 2013)

Latentní fáze je doba, během které se pacient subjektivně cítí zdrav a neprobíhají u něj klinické symptomy, spojené s ANO. V závislosti na dávce IZ se odvíjí doba latentní fáze. U dřevné formy ANO je latentní fáze poměrně dlouhá, přibližně 2-4 týdny po ozáření. U GIT formy se latentní doba snižuje na 3-5 dní a u kardiovaskulární formy trvá pouze několik hodin, či zcela chybí.

Manifestní fáze je spojena s manifestací klinických symptomů pro danou formu ANO, spojené s poškozením jednotlivých orgánových soustav.

Fáze obnovy nastává, pokud postižený přežije manifestní fázi. Nastává forma úpravy poškození a rekonvalescence. Je nutno podotknout, že celotělové ozáření dávkami způsobujícími vyšší formy ANO jako je gastrointestinální či kardiovaskulární je smrtelné.

5.5 Léčba

Při péči o osoby zasažené IZ je třeba rozlišit, zda se jedná o osamocené zasažené IZ nebo zda je spojeno s konvenčním zraněním (otevřené rány a popáleniny po výbuchu). Pacient s prodromálními příznaky ANO ještě není bezprostředně ohrožen na životě, proto v rané fázi léčby, je možnost potlačení těchto příznaků antiemetiky a v první řadě ošetření konvenčních poranění.

V současné době je efektivní léčba možná pouze u dřevné formy ANO. Léčba ozářených probíhá ve specializovaných střediscích hematologické intenzivní péče. Jsou zde podávány hematologické růstové faktory, které se aplikují co nejdříve po ozáření a následně po dobu nejméně 10 dní. Druhá možnost léčby je transplantace kmenových buněk zodpovědných za hematopoézu (Pejchal, Šinkorová, 2013).

5.6 Ochrana proti radiaci

Ochrana proti radiaci má 3 formy.

Vzdálenost – jak daleko se objekt či osoba od zdroje IZ nachází, rozdílná záření mají různý dolet v prostoru. Doba expozice – pokud už se osoba nachází v místě, kde působí ionizující

záření, měla by čas, který zde stráví snížit na co absolutně nejkratší dobu jak je možné. Stínění – různé formy IZ se dají odstínit za pomoci například olověné vrstvy vtkané do obleku, jak je možné vidět například na operačních sálech při využívání RTG záření (www.cez.cz, 2019)

5.7 Postup ZZS při radiální mimořádné události

Pro potřeby společného zásahu IZS je vytvořena typová činnost STČ-01/IZS Špinavá bomba, která se využívá při použití radiologické zbraně či při jiném neočekávaném rozptýlení radioaktivní látky kde může být ohroženo zdraví obyvatelstva. K těmto situacím může dojít při převozu radioaktivního materiálu nebo při náhodném nálezu zdroje ionizujícího záření.

Při postupu řešení mimořádné události vytyčuje HZS předběžnou ochranou zónu v minimálním rozsahu 50 m od místa události. V této oblasti probíhá měření dávkového příkonu IZ a plošné aktivity zářiče. Členové ZZS se v této zóně nesmí pohybovat a vyčkávají v dostatečné vzdálenosti na návětrné straně. Pokud se v této zóně pohybovali, než byla vytyčena HZS, velitel zásahu určí shromaždiště pro tyto potenciálně zasažené členy ZZS, kde bude provedeno dozimetrické měření a případně dekontaminace.

Dále je stanovena nebezpečná zóna, kde dávkový příkon IZ se rovná 1mSv/h, kde může docházet k potenciálnímu ohrožení zasahujících jednotek. V této zóně smějí pracovat pouze členové jednotek požární ochrany v adekvátním počtu a je pro ně nutné dodržovat režimová opatření související s metodickými listy. ZZS v této zóně za žádných okolností nesmí působit z důvodu nedostatečného technického vybavení a absence speciálního výcviku, jelikož by mohlo dojít ohrožení jejich členů. Kolem této zóny je ustanoveno místo kontrolovaného nástupu do nebezpečné zóny, kde dávkový příkon je v rozmezí 0,1-1mSv/h a dále nástupní prostor složek IZS. S Policií ČR je následně vytyčena hranice vnější zóny s dávkovým příkonem pod 30 mikro sievertů za hodinu.

Velitel zásahu následně určuje místo pro dekontaminaci postižených osob a s velitelem zdravotnické složky rozhodují o vytvoření stanoviště PNP. Tam po předchozí dekontaminaci probíhá triage a ošetření osob, za což zodpovídá vedoucí lékař. Následně probíhá transport raněných do specializovaných pracovišť (Šín, 2017).

5.8 Dekontaminace

Dekontaminace probíhá na dekontaminačním stanovišti a provádí se otíráním odkrytých částí těla, výplachem úst, nosu a očí. Dekontaminace úst se provádí použitím zubního kartáčku a následný vykloktáním kyselého roztoku jako je například 3% roztok kyseliny citronové. Dekontaminaci hltanu se následně provádí kloktáním naředěného peroxidu vodíku. Oči se

vyplachují vodou či fyziologickým roztokem od vnitřního k vnějšímu koutku aby se zabránilo kontaminaci slzného kanálku. Na vnější části oděvu se připravují speciální nádoby, u kterých se následně provádí dozimetrická kontrola na povrchovou kontaminaci.

V případě naměření více než 10 Bq/cm^2 při následné dozimetrické kontrole, je nutné provést u chodících osob osprchování, omytí mýdlem a usušení. U ležících osob se dekontaminace provádí použitím mulů namočených do fyziologického roztoku. Je nutné dbát zvýšené opatrnosti a používání sterilní muly v místě otevřených ran aby se zabránilo sekundární infekci.

Likvidaci materiálu jako oblečení, kontaminovaná voda a kontaminovaný zdravotnický materiál, provádí HZS v součinnosti se SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost. (Šín, 2017)

6 NUKLEÁRNÍ OHROŽENÍ

Nukleární ohrožení přímo navazuje na ohrožení radiační. Pro klasifikaci radiačních událostí se používá mezinárodní stupnice INES (The International Nuclear Event Scale). 1. část stupnice tvoří radiační nehody, které se omezují pouze na konkrétní pracoviště v radiačním provozu. 2. část tvoří radiační havárie, kde již dochází k úniku radiace do okolí.

Prvním bodem stupnice INES je stupeň nultý, odchylka, který nemá žádný bezpečnostní význam. Stupeň první, anomálie, je odchýlení od schváleného provozního režimu. Stupeň druhý, nehoda, zde již dochází k nadměrnému ozáření zaměstnance. Při stupni třetím, Vážné nehodě dochází k akutním účinkům záření na zdraví zaměstnanců. Při čtvrtém stupni, havárii bez vážnějšího rizika vně zařízení, dochází k smrtelnému ozáření zaměstnanců, ale dopad vně zařízení je minimální a ozáření obyvatelstva je v rámci povolených mezí. Při pátém stupni, havárii s rizikem vně zařízení, dochází k omezenému úniku a pravděpodobně dojde k částečnému nasazení plánových protiopatření. Stupeň šestý, těžká havárie, zde dochází k závažnému úniku a pravděpodobnému nasazení veškerých protiopatření. Stupeň sedmý, velmi těžká havárie, je už rozsáhlý únik a dochází k vážným dopadům na zdraví a životní prostředí (Pejchal, Šinkorová, 2013)

O nukleární (jaderné) ohrožení se jedná v případě, kdy za vznik radiační havárie může štěpná reakce a to buďto z jaderného reaktoru či jaderné zbraně.

Štěpná reakce je exoergonická reakce při které, se těžké jádro např. plutonia ^{239}Pu nebo uranu ^{235}U po srážce s neutronem rozdělí na dvě středně těžká jádra. Zároveň dochází k emisi 1 až 3

neutronů, které dále štěpí další těžká jádra a emisi fotonů jako je gama záření a směsí štěpných produktů (radionuklidů)

V jaderném reaktoru probíhá řízená štěpná reakce, neutrony uvolněné při štěpné reakci jsou zpomalovány moderátorem (těžká voda D_2O , lehká voda H_2O , grafit). Dále se zde nachází chladicí systém, který odvádí přebytečné teplo a regulační tyče, které regulují množství volných neutronů a tím i průběh štěpení a výkon reaktoru.

První atomová elektrárna byla spuštěna v Sovětském svazu ve městě Obninsk. K1.1.2019 je na světě v provozu 445 atomových elektráren, z čehož 2 se nacházejí na území České republiky. Jedná se o elektrárny Temelín, v jižních Čechách a Dukovany na Třebíčsku, na Vysočině. (Navrátil, Rozina, 2019)

6.1 Jaderné zbraně

Jaderné zbraně byly poprvé použity v roce 1945 letectvem USA na japonská města Hirošima a Nagasaki. Od té doby do současnosti své vlastní jaderné zbraně vyrobili a vlastní velmoci jako USA, Ruská federace, Čína, Velká Británie a Francie a několik menších zemí jako Indie, Pákistán, Severní Korea a Izrael. (Navrátil, Rozina, 2019)

6.2 Typy jaderných zbraní

Jaderné zbraně se dělí dle principu, na kterém je založeno uvolnění energie při explozi a to na štěpné a termionukleární.

6.2.1 Štěpné zbraně

Štěpné nálože jsou rozděleny do dvou oddělených částí, z nichž každá má podkritické množství štěpného materiálu, dohromady ale tvoří množství nadkritické. Iniclace probíhá výbuchem konvenční výbušniny, která vymrští obě části proti sobě. V tomto již nadkritickém množství štěpného materiálu dochází k řetězové štěpné reakci při současném uvolnění obrovského množství energie. (Pejchal, Šinkorová, 2013)

6.2.2 Termonukleární zbraně

Termonukleární neboli vodíkové nálože fungují na principu syntézy lehkých jader deuteria a tritia. Pro vznik optimálních podmínek k vzniku slučovací reakce je nutná vysoká teplota (10^6 až 10^7 K)

Jako zdroj k tomu slouží malá štěpná nálož, která iniciuje termonukleární reakci. Termonukleární zbraň nemá kritické množství a její účinek roste v množství náplně, které je teoreticky neohrazené. (Navrátil, Rozina, 2014)

Neutronová zbraň je termonukleární zbraň malé ráže (do 1 kilotony) při jejímž výbuchu dochází k největšímu uvolnění rychlých neutronů. Tato zbraň má tak pouze malý fyzikálně ničivý účinek a málo zamořuje terén, je ale extrémně účinná proti živým bytostem v místě výbuchu (Pejchal, Šinkorová, 2013)

7 POTENCIONÁLNÍ CBRN UDÁLOSTI V PAK

Dle statistické ročenky HZS Pardubického kraje, za rok 2018 Hasičský záchranný sbor evidoval celkem na 341 případů úniku nebezpečné chemické látky v Pardubickém kraji. O únik plynu/aerosolu se jednalo celkem ve 104 případech, o únik kapaliny v 18 případech, 214 krát se jednalo o únik ropných produktů a v kategorii ostatní šlo o 5 případů. Z hlediska okresů připadá na okres Pardubice 88 případů, okres Chrudim 101 případů, okres Svitavy 73 případů a na okres Ústí nad Orlicí 79 případů.

Za rok 2017 Hasičský záchranný sbor evidoval celkem na 298 případů úniku nebezpečné chemické látky v Pardubickém kraji. O únik plynu/aerosolu se jednalo celkem v 67 případech, o únik kapaliny v 10 případech, 219 krát se jednalo o únik ropných produktů a v kategorii ostatní šlo o 2 případy. Z hlediska okresů připadá na okres Pardubice 92 případů, okres Chrudim 79 případů, okres Svitavy 66 případů a na okres Ústí nad Orlicí 61 případů.

Efektivita IZS se v Pardubickém kraji testovala dne 19. 10. 2017 v univerzitním kampusu Univerzity Pardubice. Cvičení s názvem Agens 2017 zahrnovalo evakuaci tří základních škol a jedné mateřské a nácvik zásahu v areálu kampusu. Zásahu se účastnilo několik hasičských jednotek, ZZS, policie ČR a Krajská nemocnice Pardubice. Při zásahu působili jako figuranti studenti oboru zdravotnický záchranář z Univerzity Pardubice. Při tomto zásahu si složky IZS prověřili schopnosti vzájemné spolupráce a práci v zamořeném území (www.pozary.cz. 2017)

8 PRŮZKUMNÁ ČÁST

8.1 Průzkumné otázky

1. Zodpovědí respondenti alespoň 7 znalostních otázek správně?
2. Budou mít záchranáři z biohazard týmu alespoň o 20 % lepší výsledek ve znalostních otázkách, než ostatní respondenti?
3. Budou alespoň dvě třetiny respondentů znát 3 a více kroků v algoritmu na VNN?
4. Budou mít respondenti lepší znalosti v oblasti chemického ohrožení než v oblasti radiačního ohrožení?

8.2 Metodika průzkumu

Pro zjištění nezbytných dat byla použita kvantitativní metoda průzkumu. Průzkumným nástrojem bylo zvoleno dotazníkové šetření. Respondenty jsou nelékařští zdravotničtí pracovníci ZZS Pardubického kraje zařazení do výjezdových skupin. Průzkum respektuje etické normy a dobrovolnost respondentů při vyplňování. Dotazník byl podán v elektronické formě, je anonymní, jedinými identifikačními údaji jsou otázky č. 1,2,3 a 4, ve kterých se zjišťuje pohlaví respondentů jejich výjezdové stanoviště, délka služby u ZZS a zda jsou členy biohazard týmu pro umožnění porovnání. Průzkum byl prováděn od 1. 1. 2019 do 31. 3. 2019. 3 otázky v dotazníku, byly uzavřené dichotomické, 1 polouzavřená a 13 otevřených. 11 otázek ze 17 celkem bylo znalostních. Dotazník byl časově omezený aby bylo znemožněno respondentům si odpovědi na otázky vyhledat.

8.3 Pilotní šetření

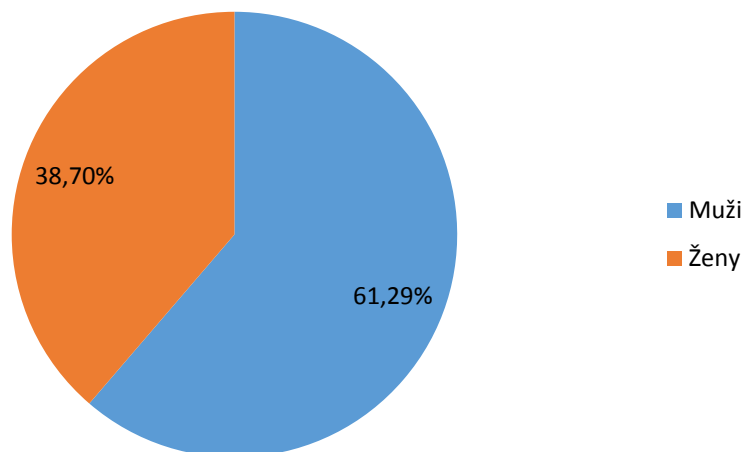
Pilotní šetření bylo provedeno na výjezdové stanici ZZS Pardubičky, kde byla 5 NLZP podána pilotní papírová verze dotazníku. Tato verze byla určena ke zjištění srozumitelnosti, a zda mají tyto otázky výpovědní hodnotu. Z toho pilotního šetření bylo následně vyvozeno, že je třeba upravit zadání několika otázek pro větší srozumitelnost a pro lepší možnost porovnání dalších 7 otázek přidat. Tyto odpovědi nebyly přidány do konečného průzkumu díky malé vypovídající hodnotě.

8.4 Analýza průzkumných dat

Data byla získána přes server Survio.com a následně zpracována do grafů v programu Microsoft Excel. Správné odpovědi jsou v legendě ke grafům vyznačeny tučně.

PREZENTACE VÝSLEDKŮ

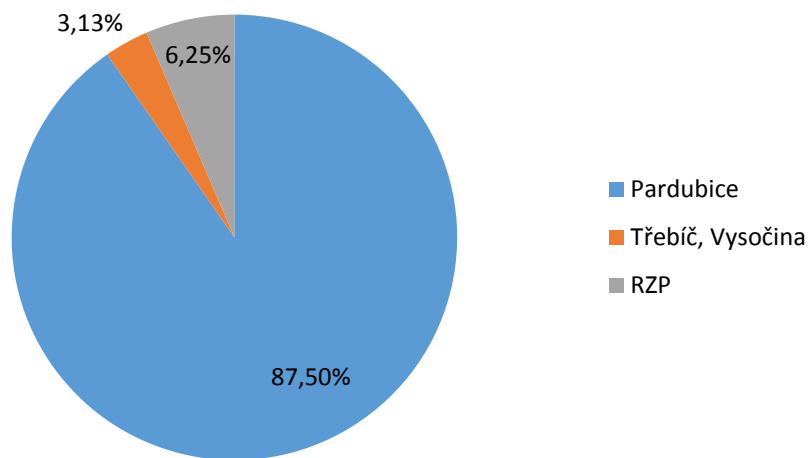
Otázka č. 1 Jste muž či žena?



Obrázek č. 1: Graf 1- Pohlaví

Z této otázky vyplývá, že mužů bylo mezi respondenty 19 a žen 12 což zobrazuje obrázek č. 1.

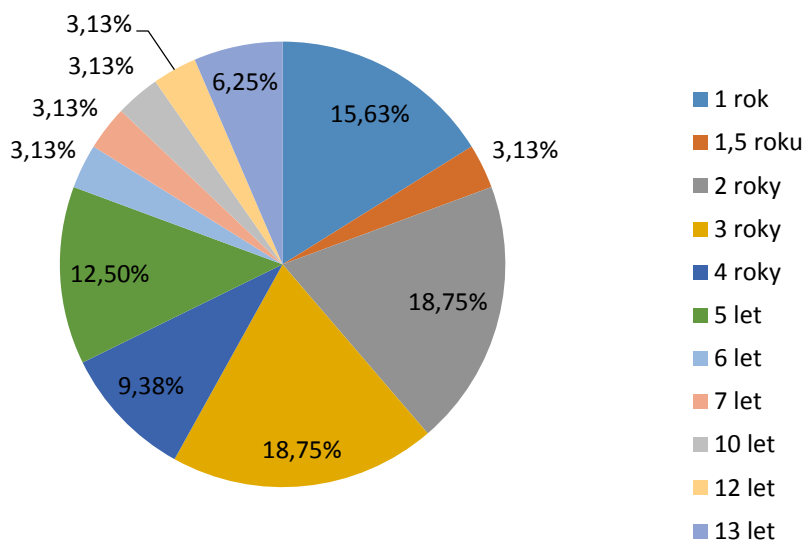
Otázka č. 2 Na jakém výjezdovém stanovišti sloužíte?



Obrázek č. 2: Graf 2 - Výjezdové stanoviště

V této otázce 28 respondentů uvedlo, že jsou z výjezdového stanoviště v Pardubicích, 2 respondenti ze RZP a 1 respondent ze stanoviště Třebíč na Vysočině což ukazuje obrázek č. 2.

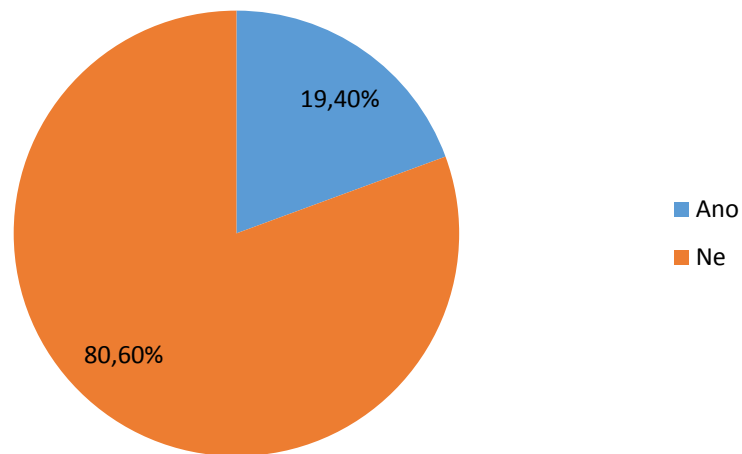
Otázka č. 3 Jak dlouho sloužíte u záchranné služby?



Obrázek č. 3: Graf 3 - Služba u ZZS

Z této otázky vyplývá, jak je možné vidět na obrázku č. 3, že 1 rok u záchranné služby slouží 5 respondentů, 1,5 roku jeden, 2 roky 6 respondentů. 3 roky 6 respondentů, 4 roky 3 respondenti, 5 let 4 respondenti, 6 let jeden respondent, 7 let jeden respondent, 10 let jeden respondent, také 12 let jeden respondent a 13 let dva respondenti. Nejvíce respondentů je tak slouží mezi dvěma až pěti lety na záchranné zdravotnické službě.

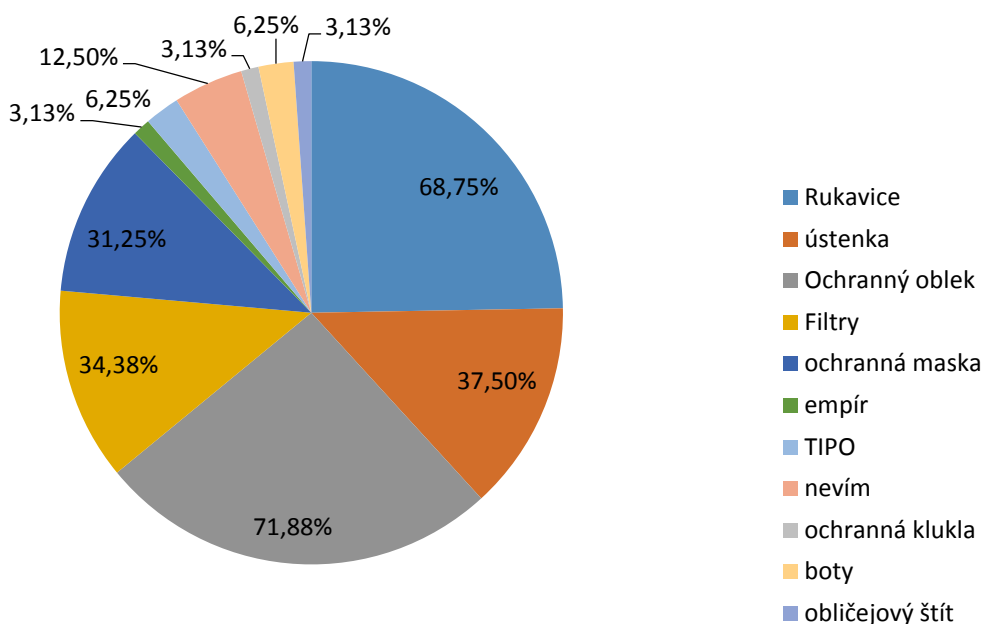
Otázka č. 4 Jste členem biohazard týmu?



Obrázek č. 4: Graf 4 - Členství v biohazard týmu

Z této otázky vyplývá, jak zobrazuje obrázek č. 4, že celkem 25 respondentů není členy biohazard týmu a 6 respondentů je členy biohazard týmu. Biohazard tým na výjezdové stanici Pardubičky tvoří 10 osob, tudíž tento dotazník vyplnila více než polovina týmu.

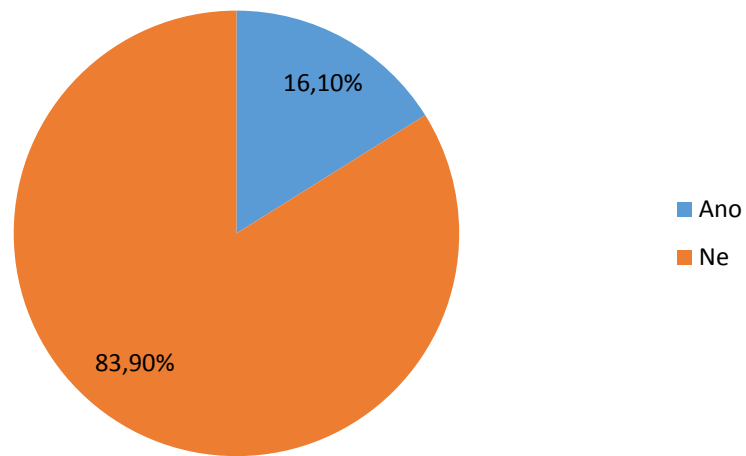
Otázka č. 5 Vyjmenujte alespoň 3 dostupné ochranné prostředky, které máte na Vašem výjezdovém stanovišti.



Obrázek č. 5: Graf 5 - Dostupné ochranné prostředky

Z této otázky vyplývá, že nejvíce respondentů, přibližně dvě třetiny (23) uvedlo jako ochranu proti CBRN ochranný oblek, dále, o jednoho respondenta méně (22) uvedlo rukavice. Menší počet respondentů pak uvedl jako ochranné pomůcky ústenku (12), filtry (11) a ochranou masku (10). Nejopomíjenějšími ochrannými prostředky pak byli TIPO (Transportní izolační prostředek), který uvedli 2 respondenti, dále gumové holínky (respondenty označené jen jako boty) taktéž uvedené dvěma respondenty. Nejmenší počet respondentů pak uvedl ochrannou kuklu (1), obličejový štít (1) a empír (1). Tyto data jsou zobrazeny na obrázku č. 5.

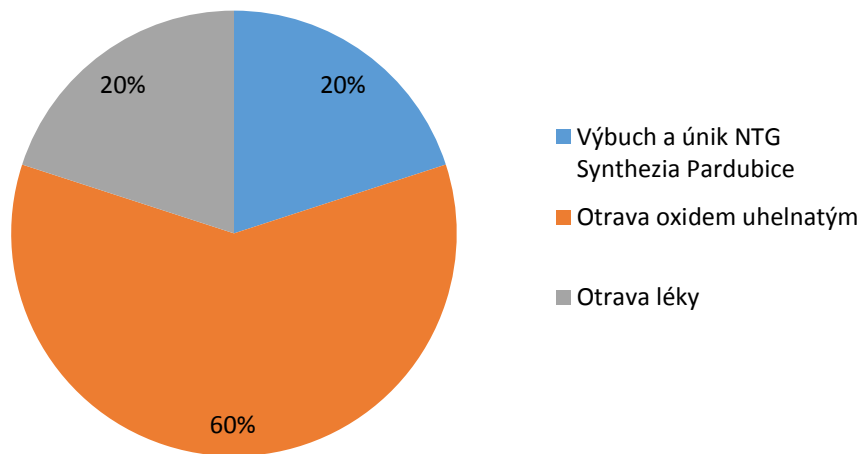
Otázka č. 6 Setkal/a jste se za svou kariéru u ZZS s CBRN incidentem?



Obrázek č. 6: Graf 6 - CBRN incidenty

Z této otázky vyplývá, že 5 respondentů se během své kariéry setkalo s CBRN incidentem a 26, se s CBRN incidentem neseťkalo, jak je možné vidět na obrázku č.6.

Otázka č. 7 Pokud ano, jaký to byl typ?

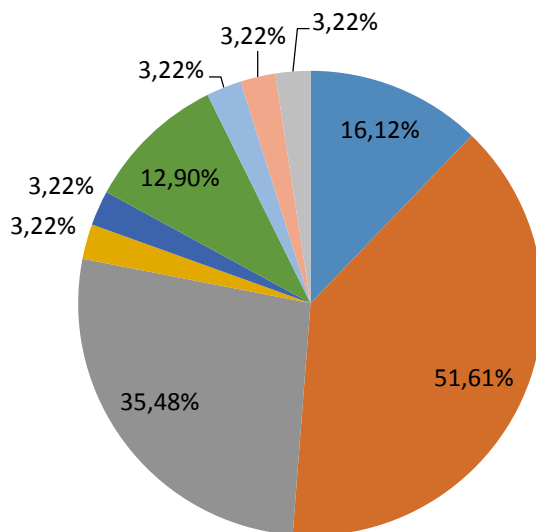


Obrázek č. 7: Graf 7 - Typ CBRN incidentu

Z této otázky vyplývá, jak je zobrazeno na obrázku č. 7, že z celkového počtu respondentů, kteří se setkali s CBRN incidentem, se 1 respondent setkal s výbuchem a únikem NTG (nitroglycerinu) v Synthesii Pardubice, 4 respondenti s otravou oxidem uhelnatým a 1 respondent s otravou léky.

Otázka č. 8 V jakém případě budete dezinfikovat vaše zásahové vozidlo vyšším stupněm dezinfekce?

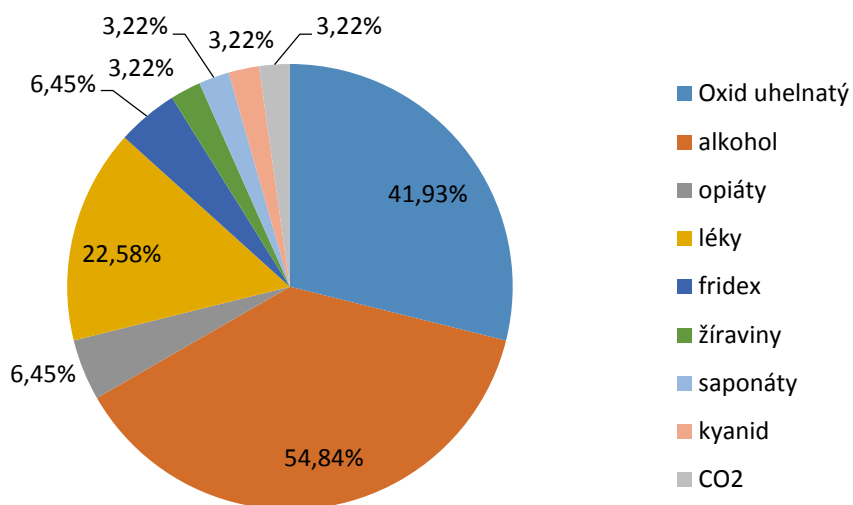
- Po převozu pacienta s VNN
- Po převozu infekčního pacienta
- V případě kontaktu či znečištění infekčním agens
- Při Ebole
- Při TBC, meningokokové nákaze, tropických onemocněních
- V případě kontaminace biologickým materiálem
- BSL 2-4
- BSL 4



Obrázek č. 8: Graf 8 - Dezinfekce zásahového vozidla

V této otázce uvedlo 5 respondentů, že budou vozidlo vyšším stupněm dezinfekce dezinfikovat po převozu pacienta s VNN, 16 respondentů po převozu infekčního pacienta, 11 v případě kontaktu či znečištění vozu infekčním agens, 1 respondent při Ebole, jeden při TBC, meningokokové nákaze a tropických onemocněních, 4 v případě kontaminace biologickým materiálem, jeden u BSL 2-4, jeden u BSL 4 a jeden respondent uvedl, že provede mechanickou očistu, chemickou dezinfekci, poté dezinfekci silnějším činidlem a oplach. V případě toho jednoho respondenta zřejmě došlo k nepochopení zadané otázky. Tato data jsou zobrazena na obrázku č. 8.

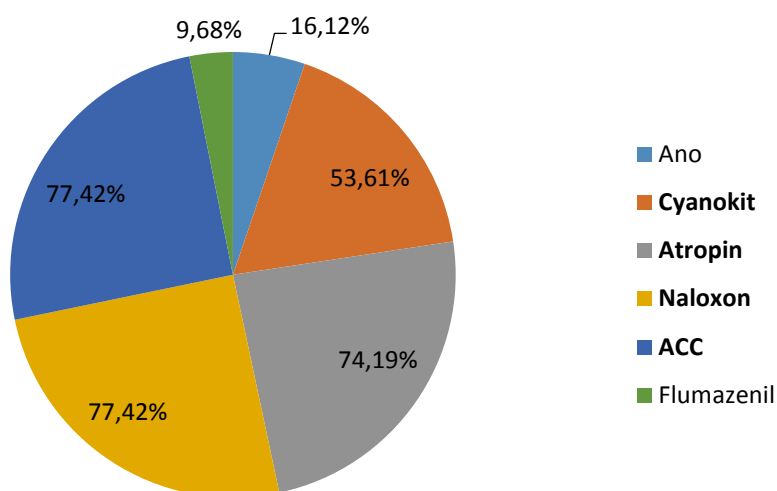
Otázka č. 9 Jaká chemická látka podle vás nejčastěji způsobuje otravu?



Obrázek č. 9: Graf 9 - Chemická látka způsobující otravu

V této otázce byla nejčastější odpověď na otázku, jaká látka podle vás nejčastěji způsobuje otravu, alkohol, který uvedla nadpoloviční většina, tedy 17 respondentů. Na druhém místě pak respondenti uvedli oxid uhelnatý s 13 odpověďmi. Třetím nejčastější odpovědí byli léky, uvedené 7 respondenty. Zbylé látky v grafu byli uvedené, v případě fridexu dvakrát, v ostatních případech pouze jednou jak je možné vidět na obrázku č. 9.

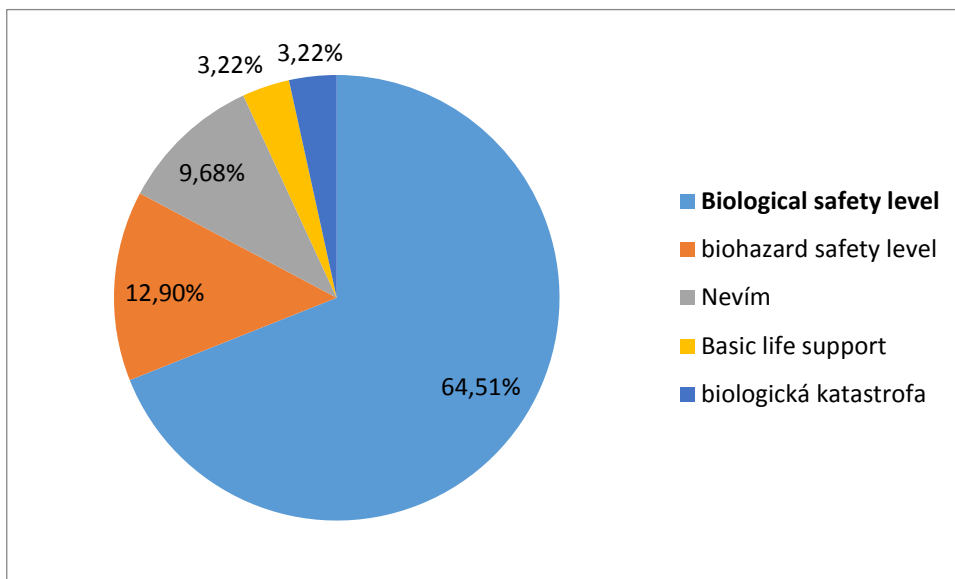
Otázka č. 10 Znáte antidota k těmto látkám?(Kyanid, organofosfáty, opiáty, paracetamol)



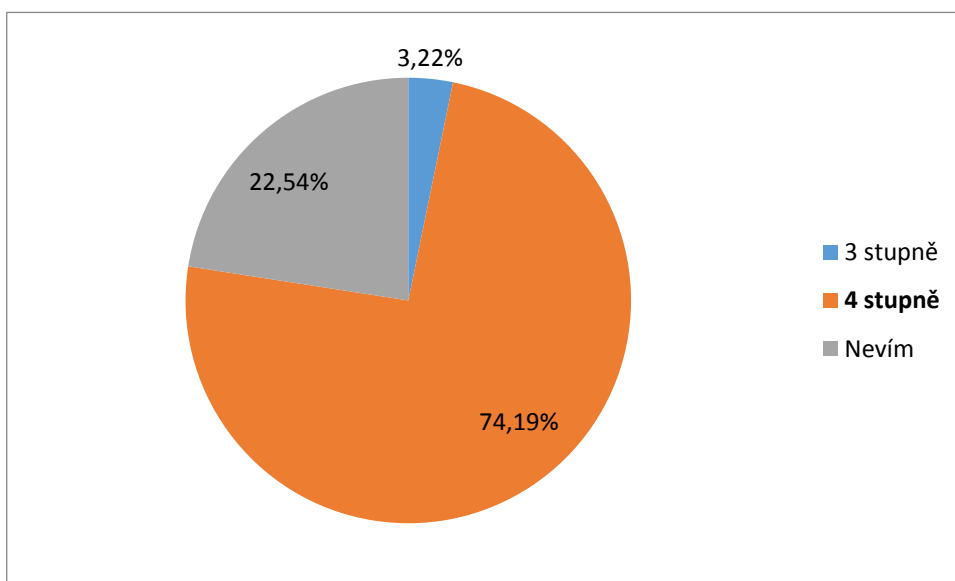
Obrázek č. 10: Graf 10 - Antidota

Na obrázku č. 10, jsou uvedeny odpovědi na otázku č. 10. V této otázce 5 respondentů uvedlo, že antidota k těmto lékům zná, nevedli ale jak se nazývají, 16 respondentů odpovědělo, že antidotem na kyanid je cyanokit, 23 respondentů odpovědělo, že antidotem organofosfátů je atropin, 24 uvedlo, že antidotem opiátů je naloxon, 24 uvedlo, že antidotem paracetamolu je ACC a 3 respondenti uvedli, že antidotem pro tyto látky je flumazenil.

Otázka č. 11 Co znamená zkratka BSL a kolik má stupňů?



Obrázek č. 11: Graf 11 – BSL zkratka

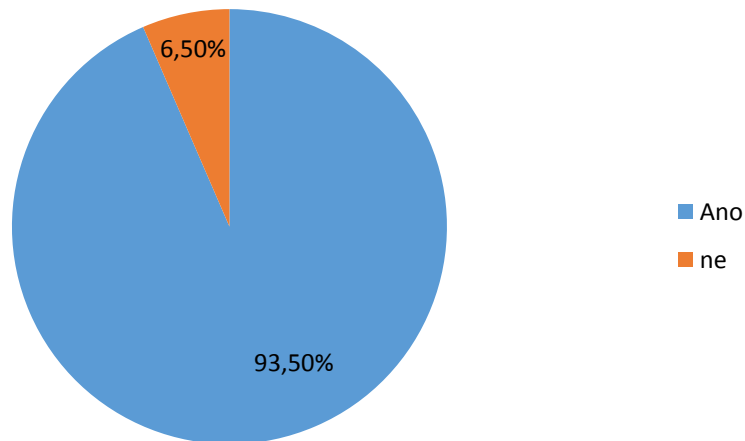


Obrázek č. 12: Graf 12 – Stupně BSL

V této otázce 20 respondentů správně uvedlo, že zkratka BSL znamená Biological safety level (biosafety level), 4 respondenti uvedli, že buď neznají tuto zkratku, nebo počet jejích stupňů, 3 uvedli, že BSL znamená biohazard safety level, jeden uvedl, že tato zkratka znamená biologická katastrofu a jeden uvedl, že tato zkratka znamená basic life support. Tyto data znázorňuje obrázek č. 11. Celkem 23 respondentů správně uvedlo, že BSL má 4 stupně, jeden

pak uvedl, že stupně BSL jsou 3. Zbýlých 7 respondentů odpověď kolik má BSL stupňů neuvedlo, což znázorňuje obrázek č. 12.

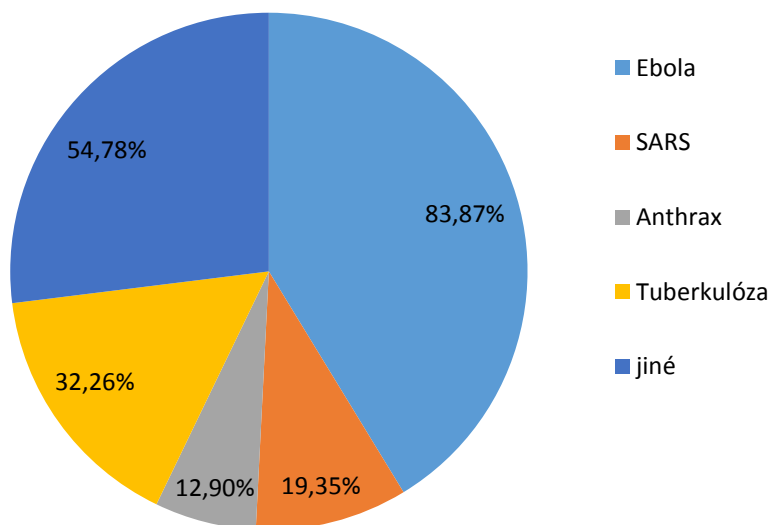
Otázka č. 12 Znáte nějaké VNN (vysoce nakažlivé nákazy)?



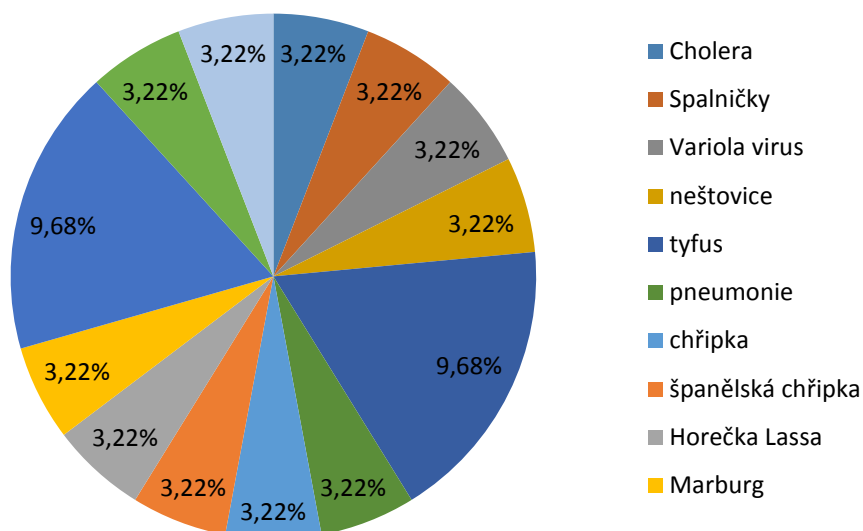
Obrázek č. 13: Graf 13 - Vysoce nakažlivé nákazy

Zde, jak je možné vidět na obrázku č. 13, uvedlo 29 respondentů, že zná nějaké vysoce nakažlivé nákazy a 2 respondenti uvedli, že žádné vysoce nakažlivé nákazy neznají.

Otázka č. 13 Pokud ano tak jaké?



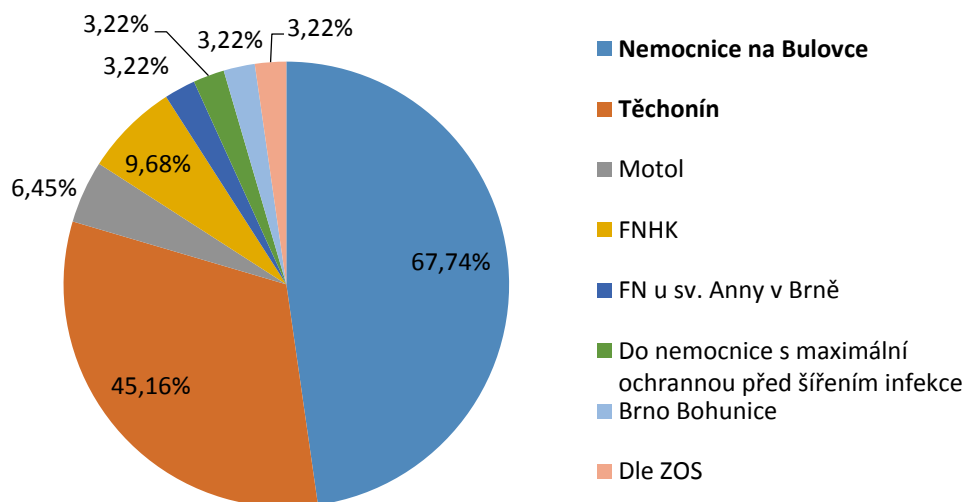
Obrázek č. 14: Graf 14 - Druhy vysoce nakažlivých nákaz, hlavní odpovědi



Obrázek č. 15: Graf 15 – vysoce nakažlivé nákazy ostatní

V této otázce uvedlo 26 respondentů jako VNN nemoc Ebola, což díky masivnímu mediálnímu rozšíření zpráv o této nemoci bylo očekávatelné. Třetina respondentů (10) uvedla tuberkulózu, jedna šestina (6) uvedla SARS, Anthrax uvedli 4 respondenti, meningitidu a tyfus 3. Nejčastější odpovědi jsou zobrazeny v obrázku č. 14. Po jednom respondentovi měli odpovědi cholera, spalničky, variola virus, neštovice, pneumonie, chřipka, španělská chřipka, horečka Lassa, Marburg, syfilis a černý kašel jak je možné vidět v obrázku č. 15.

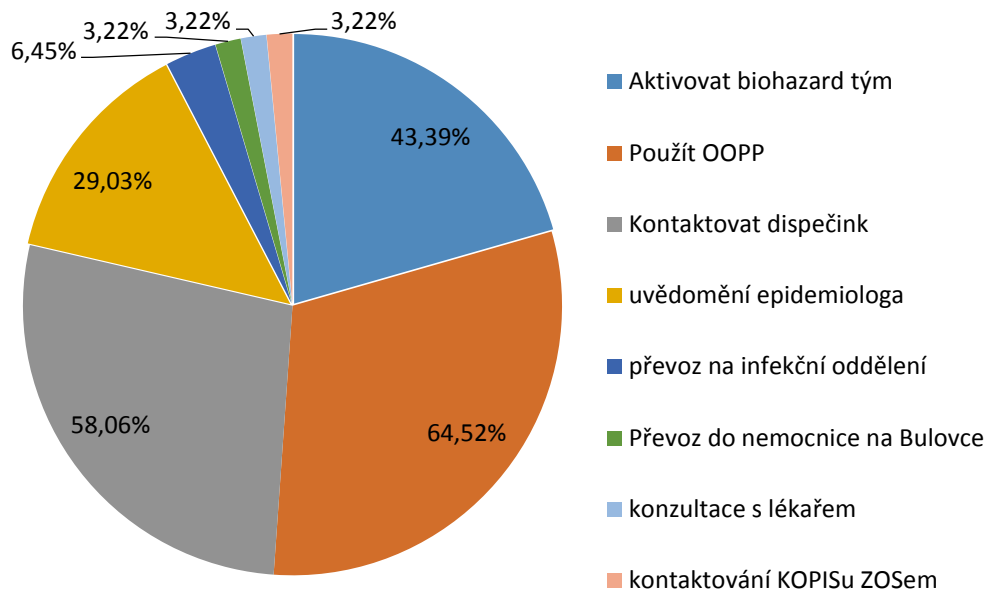
Otázka č. 14 Do kterých nemocnic v ČR by se transportoval pacient s VNN?



Obrázek č. 16: Graf 16 - Nemocnice pro příjem pacienta s VNN

Z této otázky vyplývá, že dvě třetiny respondentů (21) by transportovaly pacienta s VNN do Nemocnice na Bulovce, necelá polovina (14) do Těchonína, 2 do nemocnice Motol, 3 do fakultní nemocnice Hradec Králové, jeden do fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně, jeden pak do nemocnice Brno Bohunice, jak je zobrazeno na obrázku č. 16. Odpovědi dvou respondentů byly takové, že jeden by transportoval pacienta s VNN do nemocnice podle pokynů zdravotnického operačního střediska a jeden do nemocnice s maximální ochrannou před šířením infekce. Obě tyto odpovědi nejsou vyloženě nesprávné, ale v této otázce šlo o vyjmenování konkrétních nemocnic, což tito dva respondenti nesplnili.

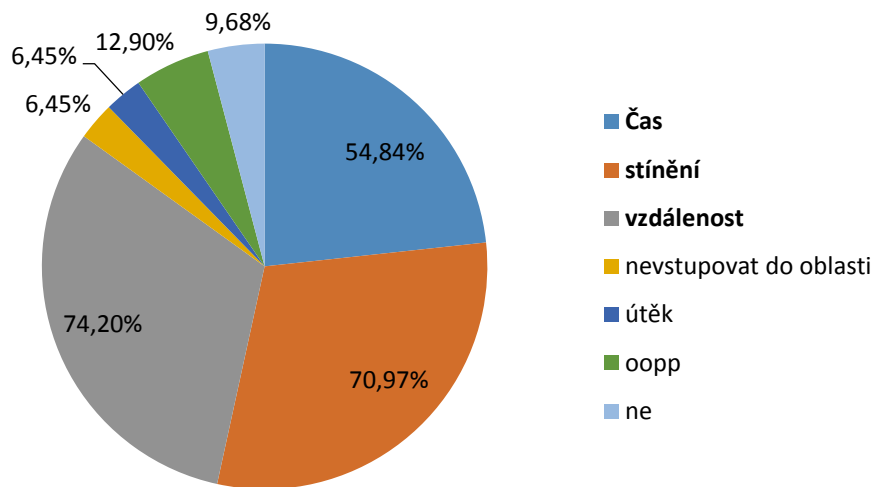
Otázka č. 15 Příklad: Přijeli jste pro muže, který má několik dní horečky, průjmy a zvrací a řekne vám, že se před 3 dny vrátil z Afriky. Jak budete dále postupovat?



Obrázek č. 17: Graf 17 - Modelová situace: Infekční pacient

V této otázce celkem 15 respondentů odpovědělo, že by aktivovali biohazard tým. 20 respondentů se rozhodlo pro použití OOPP, 18 by kontaktovalo ZOS (dispečink). 9 respondentů uvedlo, že by se měl zkontaktovat epidemiolog, 2 by pacienta odvezli na infekční oddělení, jeden by pacienta převezlo do Nemocnice na Bulovce, jeden by tuto situaci konzultoval s lékařem. Jeden respondent uvedl, že by ZOS mělo kontaktovat krajské operační a informační středisko (KOPIS). Tyto údaje jsou graficky znázorněny na obrázku č. 17.

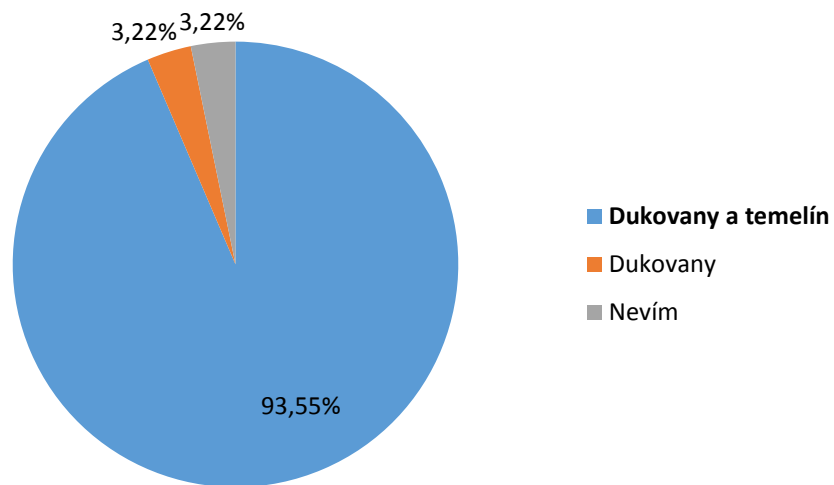
Otázka č. 16 Dokážete vyjmenovat 3 způsoby ochrany před radiací?



Obrázek č. 18: Graf 18 - Ochrana před radiací

Z této otázky vyplývá, jak je možné vidět na obrázku č. 18, že 17 respondentů by se chránilo před radiací snížením času expozice na minimum, 22 stíněním ionizujícího záření, 23 vzdáleností od zdroje, 2 by vůbec nevstupovali do oblasti, kde hrozí expozice radiaci, dva by utekli, 4 respondenti by použili OOPP a 3 respondenti neví, jak by se vůči radiaci chránili.

Otázka č. 17 Kolik je v České Republice jaderných elektráren a jak se jmenují?



Obrázek č. 19: Graf 19 - Jaderné elektrárny v ČR

V této otázce odpovědělo celkem 29 respondentů, že se v České Republice nachází jaderné elektrárny Dukovany a Temelín, 1 respondent uvedl pouze Dukovany a 1 respondent neznal žádné jaderné elektrárny v ČR což zobrazuje obrázek č. 19.

DISKUZE

Průzkumná otázka č. 1: Zodpovědí respondenti alespoň 7 znalostních otázek správně?

Odpověď: Ano, průměrný počet správných odpovědí byl 8,16.

Pro odpověď na tuto otázku bylo nutné analyzovat otázky 5,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17.

V otázce 5, kromě 6 respondentů, všichni uvedli minimálně 3 a někteří až 6 dostupných ochranných prostředků proti CBRN ohrožení čímž tito někteří respondenti dvojnásobně překročili požadované odpovědi.

Odpovědi respondentů na otázku 8 byli velmi podobné, jejich odpovědi byli, že sanitní vůz budou dezinfikovat vyšším stupněm dezinfekce v případě kontaminace biologickým materiálem, po převozu pacienta s VNN či po kontaktu s nebezpečným agens či infekční nemocí.

V otázce 9 byli nejčastějšími odpověďmi, na otázku jaká látka nejčastěji způsobuje otravu, alkohol (17), oxid uhelnatý (13) a léky (7). Mezi odpověďmi se také vyskytly například saponáty, žíraviny, fridex či kyanid, což ačkoliv jsou to všechno látky, které otravu způsobit mohou, nejedná se o nejčastější látky.

Otázka 10 týkající se antidot byla, většina respondentů (24) schopna uvést antidota ke 4 vybraným látkám. Největší problém dělalo respondentům odpovědět, jaká látka je antidotem kyanidu. Tímto antidotem je cyanokit a důvody proč ho zná pouze 16 respondentů je uvedeno v diskuzi u 4. znalostní otázky. Nadpoloviční většina respondentů (23) správně uvedla jako antidotum organofosfátů atropin, 24 antidotum opiátů Naloxone, a antidotum paracetamolu ACC (acetylcystein) 24 respondentů. 5 respondentů uvedlo, že nezná antidota na tyto látky, což je velice alarmující, jelikož se tyto antidota vyučují již během studia oboru zdravotnický záchranář a dle mého názoru se jedná o jednu z nejdůležitějších znalostí. Třikrát se také v odpovědích objevilo léčivo Anexate (Flumazenil), které je antidotem benzodiazepinů. Bylo to nejspíš způsobeno, podobností s názvem léčiva Naloxone. Tato záměna by v PNP mohla vést k fatálním následkům, ale vždy když výjezdová skupina chce podat léčivo, musí nejdřív proběhnout telefonická konzultace s lékařem, která by tuto chybu odhalila (www.zzskhk.cz, 2017).

Odpovědi 20 respondentů na otázku 11 bylo, že zkratka BSL znamená Biological safety level a 23 respondentů správně uvedlo, že má 4 stupně. Některé chybné odpovědi byli způsobeny

záměnou slov, například místo biological safety level, 3 respondenti uvedli biohazard safety level.

Na otázku 12, zda znají nějaké vysoce nakažlivé nákazy, odpověděli kromě dvou výjimek všichni kladně, na což pak navázali v otázce 13, kde měli uvést název vysoce nakažlivé nákazy či nákaz které znají. Odpovědi byli velmi rozmanité, mezi vysoce nakažlivé nákazy uvedli Ebolu, SARS, Anthrax, tuberkulózu, horečku Lassa, Marburg a Variola virus. Zde na této otázce je vidět vysoká povědomost o těchto onemocněních.

V otázce 14, kam by se primárně transportoval pacient s vysoce nebezpečnou nákazou, bylo 21 respondentů schopných určit správnou nemocnici. Jedná se o Nemocnici na Bulovce, kde konkrétně klinika infekčních, parazitárních a tropických nemocí přijímá tyto pacienty. Dále také 14 respondentů uvedli nemocnici Těchonín spadající pod Armádu České republiky. Do této nemocnice je převoz pacientů možný na základě smluv mezi ministerstvem zdravotnictví a ministerstvem obrany. K převozu pacientů do Těchonína dojde v případě, že je vyčerpána kapacita Nemocnice na Bulovce. Je velice pozitivní, že dotazovaní členové biohazard týmu znali i tuto alternativní variantu. Mezi odpovědi se zařadili i nemocnice Motol či fakultní nemocnice Hradec Králové. Respondenti, kteří takto odpověděli, pravděpodobně nemají dostatečně nastudovaný interní předpis o směřování pacienta s VNN.

V otázce 15 se jednalo o modelovou situaci, kde se jednalo o pacienta trpícího horečkami, průjmami, zvracením, který se vrátil před 3 dny z Afriky. Otázka byla, jak budou dále postupovat. Správný postup v této situaci je omezit kontakt s pacientem, použít OOPP, kontaktovat zdravotnické operační středisko, které následně kontaktuje KOPIS a ten orgán ochrany veřejného zdraví. Následně bude dle vyjádření epidemiologa aktivován IZS a pacient převezen do nemocnice na Bulovce. V této otázce byl průměrný počet správných kroků, 2,1. Pro běžné výjezdové posádky je toto možná dostačující, jelikož jejich nejčastějšími odpověďmi bylo použití OOPP a kontaktování zdravotnického operačního střediska.

Otázka 16 se zaměřovala na znalosti o ochraně proti radiaci. kdy nadpoloviční většina (17 respondentů), byla schopna uvést tři správné odpovědi a to snížení času expozice na minimum, vzdálenost od zdroje a stínění.

Otázka 17 se zaměřovala, na informovanost o jaderných elektrárnách kde všichni respondenti, kromě dvou výjimek, správně uvedli, že jaderné elektrárny se v ČR nachází 2 a jmenují se Temelín a Dukovany. Tyto dvě výjimky tvořil jeden respondent, který uvedl pouze jadernou elektrárnu Dukovany a jeden respondent, který neuvedl žádnou.

Znalosti respondentů jsou u některých otázek na velice dobré úrovni, za což nejspíše může i účast ZZS Pardubického kraje na cvičení „Sarin 2017“. V některých oblastech by ale by nutné povědomí respondentů o této problematice zvýšit, a to i v případě, že se s ní nikdy během kariéry nesetkají.

Průzkumná otázka č. 2: *Budou mít záchranáři z biohazard týmu alespoň o 20 % lepší výsledek znalostních otázek, než ostatní respondenti?*

Odpoď: *Ano, průměrný výsledek členů biohazard týmů byl 94 % a ostatních respondentů, kteří nejsou členové biohazard týmu byl 64,5 %. Členové biohazard týmu měli tak o 29,5 % lepší výsledek znalostních otázek.*

Tento výsledek vznikl na základě analýzy znalostních otázek 5,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17.

V této otázce byl předpoklad, že členové biohazard týmu budou mít mnohem rozsáhlejší znalosti o CBRN problematice, díky tomu, že je to náplní jejich činnosti v rámci ZZS, což bylo potvrzeno.

Nejmarkantnější rozdíly mezi respondenty byli v otázce č. 15, která se dotazovala na jejich postup při podezření na vysoce nakažlivou nákazu. Naopak v otázkách 9 a 17 se odpovědi víceméně shodovali. V otázce č. 9 respondenti jako nejčastější chemickou látku způsobující otravu uváděli oxid uhelnatý, alkohol nebo léky. V otázce 17 pak, vyjma dvou respondentů, všichni uvedli správný počet i název jaderných elektráren v ČR a to Temelín a Dukovany.

Celkově je při posuzování jednotlivých odpovědí možné vidět velkou různorodost ve znalostech NLZP, kteří nejsou členy biohazard týmu. Našlo se mezi nimi 6 respondentů, kteří měli všechny znalostní otázky správně, ale také 5 respondentů s méně než 5 správnými odpověďmi. Tato variabilita pravděpodobně způsobená nízkým počtem CBRN incidentů na našem území, které by vyžadovali zásah zdravotnické záchranné služby. Zároveň při vzdělávání budoucích záchranářů není na výuku o těchto hrozbách dbán takový zřetel jako na jiné medicínské obory jako urgentní medicína, chirurgie či interna. Možným řešením tohoto jevu by mohli být častější nácviky situací spojených s CBRN.

Průzkumná otázka č. 3: *Budou alespoň dvě třetiny respondentů znát 3 a více kroků v algoritmu na VNN?*

Odpoověď: *Ano celkem 66,63 % respondentů správně popsalo 3 a více kroků v tomto algoritmu.*

V této otázce se vycházelo z předpokladu, že díky snížení počtu očkovaných lidí ve společnosti a zvýšení rizika zavlečení VNN do České republiky díky světové globalizaci, budou mít respondenti alespoň základní znalosti o této problematice.

Pro odpověď na tuto otázku bylo třeba analyzovat otázku č. 15, 14, 13 a 12. V otázce 15 byla respondentům uvedena kazuistika na pacienta s VNN a respondenti byli dotázáni na jejich další postup v této situaci. Absolutně správná odpověď by v tomto případě byla, pokud není pacient akutně ohrožen na životě, omezit kontakt s pacientem na minimum, informování zdravotnického operačního střediska, které následně kontaktuje krajské operační a informační středisko. To následně kontaktuje Orgán ochrany veřejného zdraví, následně je na epidemiologovi aby situaci posoudil a zhodnotil nasazení biohazard týmu a použití TIPO. Také rozhodne, kam bude pacient transportován, pokud opravdu bude mít VNN bude indikován převoz do Nemocnice na Bulovce. Samozřejmostí pro posádku na místě je použití dostupných ochranných prostředků, jako je rouška a rukavice. Celkem tedy 8 kroků v celém algoritmu. Z celého souboru respondentů pouze 1 správně popsal celý postup. Zbylí respondenti byli ve většině případů schopní vyjmenovat alespoň dva kroky a to použití OOPP a kontaktování dispečinku. Celkem 5 respondentů chtělo okamžitě aktivovat biohazard tým. Jeho použití ale doporučuje epidemiolog a vysílá ho ZOS. (Smetana, 2018)

Z celkového počtu respondentů pouze 12 bylo schopno vyjmenovat 3 a více kroků v tomto algoritmu. Počítali se pouze správné odpovědi a odpovědi typu „povezu na infekční“, zavolám si biohazard“ byli označeny jako nesprávné jelikož NLZP nemají, pokud se jedná o pacienta s VNN, o těchto úkonech rozhodovat, to příslušní krajskému epidemiologovi.

Z hlediska běžných výjezdových skupin by se mohla zdát, že použití OOPP a kontaktování ZOS je dostačující, myslím si ale, že by měli NLZP znát i jak tento algoritmus postupuje, aby se dalo vyhnout situacím jako, že by výjezdová posádka chtěla pacienta rovnou odvézt například na infekční oddělení.

Otázka 14 se týkala směřování pacienta s VNN. V této otázce celkem 21 respondentů odpovědělo, že pacient s VNN by měl být převezen do Nemocnice na Bulovce. Sekundární varianta převozu takové pacienta je ještě do nemocnice AČR v Těchoníně, tam však dochází k transportu pacientů, pouze když je naplněná kapacita centra pro infekční, parazitární a

tropické nemoci Nemocnice na Bulovce. I přes to ale znalo tuto nemocnice celých 14 respondentů což je necelá polovina.

Dále do této otázky spadali otázky 12 a 13. Otázka 12 se ptá, zda respondenti znají nějaké VNN. Zde pouze 2 respondenti uvedli, že žádné neznají. V otázce 13 pak následně nejčastější odpovědí nemoc Ebola, kterou uvedlo 26 respondentů.

Z těchto otázek byl následně vytvořen aritmetický průměr. Průměr respondentů se správnými odpověďmi na tyto otázky byl 66,63 % což jsou přesně dvě třetiny respondentů.

Průzkumná otázka č. 4: Budou mít respondenti lepší znalosti v oblasti chemického ohrožení než v oblasti radiačního ohrožení?

Odpověď: *Ano, rozdíl jsou však pouze minimální.*

V této otázce jsem vycházel z předpokladu, že díky poměrně rozsáhlému chemickému průmyslu na Pardubicku, na něj budou respondenti lépe připraveni než na ohrožení radiací, vzhledem k absenci jaderných elektráren v Pardubickém kraji.

Při porovnání aritmetického průměru otázek č. 10 a č. 16, vyšlo procentuální úspěšnost v otázce 10 70,66% a v otázce č. 16 66,66 %. Dále, byly posuzovány odpovědi na otázky 9 a 17, kde u otázky 9 si 13 respondentů myslelo, že nejčastější chemickou látkou, která způsobuje otravu, je oxid uhelnatý, 17 uvedlo alkohol jako tuto látku a 7 léky. Někteří respondenti při vyplňování této otázky zadali jako odpověď i více než jednu látku. Všechny tyto odpovědi byly správné, jelikož v případě těchto látek se opravdu jedná o nejčastější původce otrav. V otázce 17 respondenti kromě dvou výjimek, uvedli správně, že dvě jaderné elektrárny v České Republice se jmenují Temelín a Dukovany.

Při posouzení výsledků otázek 9 a 17 došlo k velmi shodným výsledkům. Nejobektivnějším údajem je tedy procentuální porovnání otázek 10 a 16. Zde je rozdíl 4% ve prospěch znalostí o chemickém ohrožení.

V otázce 10 dělalo respondentům největší problém uvést antidotum kyanidu, kterým je cyanokit. Ten jako antidotum uvedlo 16 respondentů. Tento fakt je pravděpodobně způsoben nesmírně malým množstvím otrav kyanidem na území ČR. Zdravotnická záchranná služba je však tímto antidotem vybavena avšak pouze pro posádky RV (rendez-vous) proto by tedy nejspíš bylo vhodné zvýšit povědomí svých NLZP na výjezdových skupinách o této látce jelikož díky nedostatku lékařů nemusí být lékař, který je přítomný na místě, znalý této látky. Jako antidotum organofosfátů 23 respondentů uvedlo léčivo Atropin. Poměrně překvapivé

bylo, že v případě antidota pro opiáty, 7 respondentů uvedlo špatnou či žádnou odpověď. Léčivo Naloxone, které správně uvedlo 24 respondentů, je přitom jedno ze základních antidot, která jsou vštěpována již studentům oboru zdravotnický záchranář. V současné době, kdy například ve spojených státech dochází k masivnímu nárůstu smrtí spojených s předávkováním opiáty, je obzvlášť důležité toto antidotum v případě, že by tento trend přišel i do ČR. (www.drugabuse.gov, 2019). Dále ACC jako antidotum paracetamolu je další z antidot, které je nezbytné nutné znát, díky všeobecně velkému rozšíření této látky a přitom stejně jako v případě Naloxonu ho uvedlo celkem 24 respondentů.

Celkově však hodnotím znalosti respondentů v oblasti chemického ohrožení jako uspokojivé.

V otázce 16 měli respondenti uvést 3 základní způsoby ochrany proti radiaci. Tyto 3 základní způsoby jsou zkrácení času expozice na minimum, stínění a vzdálenost od zdroje. Zarážející bylo, že 3 respondenti nebyli schopni vyjmenovat ani jeden způsob. Může to být způsobeno nejspíše tím, že fyzika obecně je pro mnohé jedince dosti abstraktní a nedokáží si náležitě představit jakým způsobem se ionizující záření šíří prostorem a tudíž jim nedojde, jak se správně chránit.

Dle mého názoru může být lepší znalost chemického ohrožení zapříčiněna cvičením „Sarin 2017“, které se v 2017 odehrálo v kampusu Univerzity Pardubice, na němž se záchranná služba pardubického kraje účastnila.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku CBRN ohrožení v přednemocniční péči. V teoretické části jsou popsány jednotlivé části CBRN, principy osobní ochrany a léčby.

Průzkumná část je tvořena kvantitativním průzkumem formou dotazníku určeným pro nelékařské zdravotnické pracovníky, který zkoumá jejich znalosti v oblasti CBRN ohrožení.

Hlavním cílem práce bylo zjistit, jaké mají NLZP znalosti o této problematice. Po analýze se dá vyvodit, že znalosti respondentů jsou na dobré úrovni a nadpoloviční většina respondentů byla schopna odpovědět správně na více než 7 znalostních otázek z 11. U členů biohazard týmu byl tento výsledek ještě vyšší. Velmi dobré znalosti prokázali respondenti v otázkách 5, 9, 13 a 17 kde až na výjimky uvedla naprostá většina respondentů správné odpovědi.

Dílním cílem bylo porovnat znalosti členů biohazard týmu vůči jejich kolegům ze standartních posádek ZZS. Členové biohazard týmů odpověděli průměrně o 29,5 % lépe než jejich kolegové. Tento výsledek vypovídá o skvělé teoretické připravenosti členů biohazard týmu z výjezdového stanoviště Pardubičky.

V současné době, kdy je riziko teroristických útoků na území Evropy velmi vysoké, je připravenost ZZS, a celého IZS, na možnosti zneužití chemických či biologických látek, klíčovým prvkem v zajištění ochrany civilního obyvatelstva. Proto cvičení, jako v roce 2017 proběhnuvší „Sarin 2017“ hrají velkou roli v praktickém nácviku spolupráce, technických a medicínských postupů a krizového řízení. Díky této práci je vyvoditelné, že záchranná služba Pardubického kraje má své nelékařské zdravotnické pracovníky v těchto záležitostech dobře vyškolené ale i tak je třeba do budoucna tyto znalosti utužovat a zlepšovat, stejně tak jako zlepšovat praktické dovednosti a spolupráci s ostatními složkami IZS.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČESKO. Vyhláška č. 434/1992 Sb. ministerstva zdravotnictví České republiky o zdravotnické záchranné službě
- [2] DRÁBKOVÁ, Jarmila, Jaromír CHENÍČEK, Jaroslav NEKOLA a Jiří POKORNÝ. *Urgentní medicína*. Praha: Galén, 2017, 123 s. ISBN 978-80-7492-322-7.
- [3] Hagby M, Goldberg A, Becker S, Schwartz D, Bar-Dayyan Y. Health implications of radiological terrorism: Perspectives from Israel. *J Emerg Trauma Shock* [serial online] 2009 [cited 2019 April 6];2:117-23. Available from: <http://www.onlinejets.org/text.asp?2009/2/2/117/50747>
- [4] HORÁKOVÁ, Vendula. Cvičení „Agens 2017“ simulovalo útok Sarinem, proběhlo v kampusu Univerzity Pardubice. Skupina Čez [online]. Copyright © 2017 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/174647-cviceni-agens-2017-simulovalo-utok-sarinem-probehlo-v-kampusu-univerzity-pardubice/>
- [5] KUBELKOVÁ, Klára, Miroslav POHANKA, Pavel ŘEHULKA, et al. *Ochrana proti CBRN - detekce, identifikace a typizace B agens*. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2016, 115 s. ISBN 978-80-7231-360-0.
- [6] Ministerstvo zdravotnictví České republiky *Pandemický plán* [online]. Copyright © 2010 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: https://www.mzcr.cz/Verejne/obsah/pandemicky-plan-cr_1093_5.html
- [7] NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA. *Medicínská biofyzika. 2., zcela přepracované a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing, 2019, 431 s. ISBN 978-80-271-0209-9.
- [8] ÖSTERREICHER, Jan. *CBRN assessments*. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2007, 63 s.
- [9] PEJCHAL, Jaroslav. *Biofyzika pro záchranáře, 1. díl*. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2013. ISBN 978-80-7231-352-5.
- [10] PEJCHAL, Jaroslav. *Biofyzika pro záchranáře, 2. díl*. Hradec Králové: Univerzita obrany, 2013. ISBN isbn978-80-7231-354-9.

- [11] POHANKA, Miroslav. *Přehled biochemie*: učební text pro vysokoškolskou výuku. V Hradci Králové: Fakulta vojenského zdravotnictví Univerzity obrany, 2015, 64 s. ISBN 978-80-7231-358-7.
- [12] POHANKA, Miroslav. *Přehled toxikologie*. V Hradci Králové: Fakulta vojenského zdravotnictví Univerzity obrany, 2013, 55 s. Studijní texty Fakulty vojenského zdravotnictví Univerzity obrany v Hradci Králové. ISBN 978-80-7231-353-2.
- [13] REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.
- [14] ROZSYPAL, Hanuš. *Základy infekčního lékařství*. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2932-2.
- [15] SKUPINA ČEZ. Jaderná a radiální bezpečnost. Skupina Čez [online]. Copyright © [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k34.htm>
- [16] SMETANA, Jan. *Vysoce nebezpečné nákazy*. Praha: Mladá fronta, 2018, 206 s. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-4655-8.
- [17] ŠÍN, Robin. *Medicína katastrof*. Praha: Galén, 2017, 351 s. ISBN 978-80-7492-295-4.
- [18] ŠTĚTINA, Jiří. *Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. Praha: Grada, 2014, 557 s. ISBN 978-80-247-4578-7
- [19] VIČAR Dušan, Radim vičar. CBRN TERRORISM: A CONTRIBUTION TO THE ANALYSIS OF RISKS. *Journal of Defense Resources Management* [online]. Regional Department of Defense Resources Management Studies, 2011, 2(2), 21-28 [cit. 2019-04-06]. ISSN 2068-9403.
- [20] VOJTOVÁ, Libuše. OTRAVY (INTOXIKACE) - příčiny, příznaky, první pomoc. Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra ČR [online]. Copyright © 2011 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://eforms.zpmvcr.cz/jforum/posts/list/73.page>
- [21] ZZS KHK. Rychlá zdravotnická pomoc [online]. Copyright © 2017 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://www.zzskhk.cz/cs/rychla-zdravotnicka-pomoc-rzp>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Ochranný oblek

Příloha 2 – Dekontaminační stan

Příloha 3 – TIPO

Příloha 4 - Dotazník

PŘÍLOHY

Příloha 1 Ochranný oblek



Zdroj: EGO Zlín, www.egozlin.cz

Příloha 2 Dekontaminační stan



Zdroj: EGO Zlín, www.egozlin.cz

Příloha 3 TIPO



Zdroj: EGO Zlín, www.egozlin.cz

Příloha 4 Dotazník pro ZZS

Dotazník k bakalářské práci

Dobrý den jmenuji se Jan Černošous a jsem studentem 3. ročníku oboru zdravotnický záchranář na Univerzitě Pardubice. Má bakalářská práce se zabývá tématem CBRN (chemical, biological, radiological, nuclear) a výskytem a řešením těchto ohrožení v přednemocniční péči. Cílem praktické části je zjistit jak rozsáhlé jsou znalosti Pardubických záchranářů o této problematice a jak moc se svými znalostmi odlišují členové biohazard týmu. Prosím Vás o pár minut Vašeho času k vyplnění toho dotazníku, který slouží jako podklad pro praktickou část mé práce. Děkuji.

1. Jste?

Muž/žena

2. Z jakého jste výjezdového stanoviště?

3. Jak dlouho sloužíte u záchranné služby?

4. Uveďte prosím, zda jste členem Biohazard týmu.

ANO/NE

5. Znáte jaké má Vaše výjezdová stanice dostupné ochranné prostředky proti CBRN ohrožení?

6. Setkal/a jste se za svou kariéru u ZZS s CBRN incidentem?

ANO/NE

7. Pokud ano, jaký to byl typ?

8. V jakém případě budete dezinfikovat vaše zásahové vozidlo vyšším stupněm dezinfekce?

9. Jaká chemická látka podle vás nejčastěji způsobuje otravu?

10. Znáte antidota k těmto látkám?

Kyanid:

Organofosfáty:

Opiáty:

Paracetamol:

11. Co znamená zkratka BSL a kolik má stupňů?

12. Znáte nějaké VNN (vysoce nakažlivé nákazy)?

ANO/NE

13. Pokud ANO jaké?

14. Do kterých nemocnic v ČR by se transportoval pacient s VNN?

15. Příklad: Přijeli jste pro muže, který má několik dní horečky, průjemy a zvrací a řekne vám, že se před 3 dny vrátil z Afriky. Jak budete dále postupovat?

16. Dokážete vyjmenovat 3 způsoby ochrany před radiací?

1.

2.

3.

17. Kolik je v České republice atomových elektráren a jak se jmenují?