



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

# **Dezinfekce vozu zdravotnické záchranné služby po transportu pacienta s podezřením na vybraná infekční onemocnění**

## **The Ambulance Service Vehicle Disinfection After Transporting a Patient with Particular Suspected Infectious Diseases**

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Pavel Švanda

Vedoucí diplomové práce: MUDr. Jan Bříza CSc., MBA

---

Kladno 2021



# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Švanda** Jméno: **Pavel** Osobní číslo: **492531**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Civilní nouzové plánování**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Dezinfekce vozu zdravotnické záchranné služby po transportu pacienta s podezřením na vybraná infekční onemocnění**

Název diplomové práce anglicky:

**The Ambulance Service Vehicle Disinfection After Transporting a Patient with Particular Suspected Infectious Diseases**

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude nalezení optimálního způsobu dezinfekce ambulancního prostoru vozidel ZZS HMP. Navržený postup bude vyhodnocen na základě analýzy materiálových vlastností vozidla a dostupných dezinfekčních přípravků a aplikačních technik po převozu pacienta s podezřením na infekční onemocnění. Teoretická část bude mapovat obecně problematiku převozu pacienta s infekčním onemocněním. Následně budou stanoveny podmínky pro provedení dekontaminace z pohledu materiálového a technologického řešení konstrukce vozů a zdravotnického vybavení určeného pro ošetření. Praktická část bude obsahovat analýzu dezinfekčních prostředků a přípravků dostupných na trhu, na základě již provedených výzkumných testů. Bude posouzen současný a vybrán nejvhodnější způsob dezinfekce, pomocí parametrů vycházejících z teoretické části. Cílem práce bude vyhodnocení stávajícího postupu dekontaminace sanitních vozů ZZS HMP s ohledem na účinnost procesu dekontaminace a vlivu na životnost zdravotnických prostředků a navržen optimalizovaného postupu, který sníží náklady na vlastní proces dekontaminace, sníží sekundární náklady na zdravotnickou techniku a přístroje a zefektivní využití vozového parku ZZS HMP.

Seznam doporučené literatury:

- [1] SMETANA, Jan et al., Vysoce nebezpečné nákazy, Praha: Mladá fronta, 2018, 206 s., ISBN 978-80-204-4655-8
- [2] MELICHERČIKOVÁ, Věra, Sterilizace a dezinfekce, Praha: Galén, 2015, 174 s., ISBN 978-80-7492-139-1
- [3] KOTINSKÝ, Petr, HEJDOVÁ, Jaroslava, Dekontaminace v požární ochraně, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003, 126 s., ISBN 80-866-3431-0

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

**MUDr. Jan Bříza, CSc. MBA**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

**Jakub Meloun**

Datum zadání diplomové práce: **21.09.2020**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2022**

  
prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.  
podpis vedoucí(ho) katedry

  
prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

1. 10. 2020

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Dezinfekce vozu zdravotnické záchranné služby po transportu pacienta s podezřením na vybraná infekční onemocnění vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 12.08.2021

.....  
Bc. Pavel Švanda

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce MUDr. Janu Břízovi CSc., MBA a konzultantovi Jakubu Melounovi za cenné rady, připomínky a nápady, které vedly k rozvoji diplomové práce. Dále musím poděkovat pracovišti krizové připravenosti zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy, přesněji Ing. Ondřeji Šedivkovi, DiS. a Mgr. Bc. Miroslavu Tejklovi MBA, za jejich neocenitelné rady v rámci výzkumné části práce. To samé poděkování patří také kpt. Ing. Janu Kosíkovi DiS. V neposlední řadě musím poděkovat také Ing. Anně Štorchové, která mi byla oporou a jejíž konstruktivní kritika zajisté zkvalitnila tuto práci.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce pojednává o možnostech a způsobech dekontaminace sanitního vozu zdravotnické záchranné služby (dále jen „ZZS“) v podmínkách hl. města Prahy po převozu pacienta s infekčním onemocněním nebo podezřením na něj.

Přehled současného stavu seznamuje čtenáře nejdříve s legislativním rámcem této problematiky. Přibližuje různé způsoby dezinfekce a jejich aplikačních technik. Detailně popisuje vybraná infekční onemocnění, u kterých se předpokládá vysoké zatížení procesu dekontaminace. Pro úplnost práce a jejímu většímu přiblížení každodenní praxi, je do procesu výběru zařazeno také pět nejčastěji se vyskytujících infekčních onemocnění na území hlavního města, která spadají do systému epidemiologické bdělosti. Společně s představením ZZS a jejími specifiky v Pražském prostředí, tak tato práce poskytuje komplexní přehled nutný k orientaci v problematice převozu infekčního pacienta a následné dekontaminace sanitního vozu.

Praktická část porovnává pomocí několika analytických metod různé způsoby dezinfekce sanitního vozu a soustředí se na jejich využití v podmínkách zdravotnické záchranné služby hlavního města Prahy (dále jen „ZZS HMP“). Cílem je nalezení nejvhodnějšího způsobu dekontaminace, zefektivnění stávající praxe a optimalizace procesu na základě dosažených vědomostí a zkušeností. Výstupem diplomové práce je tak návrh optimalizace procesu dekontaminace sanitního vozu po převozu infekčního nebo suspektně infekčního pacienta. Díky tomuto výstupu je hlavní cíl práce naplněn a její výsledky jsou konzultovány s pracovištěm krizové připravenosti ZZS HMP.

## **Klíčová slova**

Dekontaminace; zdravotnická záchranná služba; dezinfekce; sanitní vůz; infekční onemocnění; multikriteriální analýza

## **ABSTRACT**

This thesis deals with different ways of decontaminating Emergency Medical Service (EMS) vehicle fleet (ALS ambulance) within Prague agglomeration after a patient with either confirmed or suspected infectious disease has been transported.

The thesis is later on divided into several subsections furthermore explained in the following paragraph.

The overview of current situation presents certain laws closely tied to the issue at hand. Next, carefully chosen infectious diseases bringing necessary disinfection after the transport are discussed, with emphasis on five most common diseases in Prague that are also part of Infection Surveillance and Prevention system. The disinfection process and its various technics are also debated. All of the above, together with basic introduction of Prague EMS system, provides good enough foundation to grasp the topic of this work.

The practical part compares numerous analytical approaches to the disinfection procedure and focuses mainly on its use in real life situations. The goal of this section is to find the most efficient and suitable way to do the disinfection based on findings presented below. Thus, the outcome of this study is a concrete optimisation proposal. Thanks to that, the goal of this diploma thesis has been fulfilled and the results were also consulted with the emergency preparedness office tied to Prague EMS.

## **Keywords**

Decontamination; Emergency Medical Service; disinfection; ALS ambulance; infectious disease; multiple-criteria decision analysis

## Obsah

1	Úvod .....	10
2	Cíle práce a hypotézy .....	11
3	Přehled současného stavu.....	12
3.1	Infekční onemocnění .....	12
3.1.1	Infekční onemocnění a jeho právní ukotvení .....	12
3.1.2	Infekční onemocnění a jeho medicínské ukotvení.....	15
3.1.3	Vybraná infekční onemocnění.....	16
3.2	Dezinfekce.....	35
3.2.1	Běžná ochranná dezinfekce .....	35
3.2.2	Speciální ochranná dezinfekce .....	35
3.2.3	Způsoby dezinfekce .....	36
3.2.4	Obecný postup dezinfekce dopravních prostředků převážejících potenciálně infekčně nemocné.....	47
3.3	Zdravotnická záchranná služba .....	48
3.3.1	Definice a systém ZZS .....	48
3.3.2	Specifika ZZS HMP .....	49
3.3.3	Převoz pacienta s infekčním onemocněním na ZZS HMP.....	50
3.3.4	Současný stav dezinfekce sanitních vozidel v rámci ZZS HMP.....	53
4	Metodika .....	56
5	Výsledky .....	58
5.1	Výběr infekčních onemocnění .....	58
5.1.1	COVID-19 .....	58
5.1.2	Antrax .....	59
5.1.3	Tularémie.....	60



5.1.4	Výskyt vybraných povinně hlášených přenosných onemocnění na území hlavního města Prahy. ....	61
5.2	Výběr dezinfekčních prostředků, aplikačních technik a způsobů dekontaminace. ....	62
5.3	Vybrané parametry, jejich váha a bodové rozdělení. ....	63
5.4	SWOT analýzy a výpočet vhodnosti jednotlivých dezinfekčních přípravků se zvolenou aplikační technikou. ....	64
5.4.1	Přípravek Nocolyse a aplikace suchou mlhou. ....	64
5.4.2	Přípravek Persteril 15 a aplikace suchou mlhou. ....	66
5.4.3	Přípravek Persteril 15 a jeho aplikace postřikem. ....	69
5.4.4	Utěrky Clinell Universal a aplikace otřením. ....	71
5.4.5	Přípravek Desam efekt a aplikace otřením. ....	73
5.5	Výsledky výpočtu jednotlivých analýz. ....	74
6	Diskuze .....	75
7	Závěr.....	83
8	Seznam použitých zkratk.....	85
9	Seznam použité literatury .....	86
10	Seznam použitých tabulek .....	91
11	Seznam Příloh.....	92
11.1	Příloha číslo 1 - Seznam infekčních onemocnění, při nichž se nařizuje izolace na lůžkových odděleních nemocnic nebo léčebných ústavů, a nemocí, jejichž léčení je povinné.....	93
11.2	Příloha číslo 2 - Infekce, které jsou zahrnuty v systému epidemiologické bdělosti	94
11.3	Příloha číslo 3 – Dělení infekčních agens podle Centra pro kontrolu a prevenci nemocí.....	96

# 1 ÚVOD

Přestože v dnešní době nejsou hlavním důvodem mortality infekční onemocnění a na Evropském kontinentu již nejsou epidemie na denní pořádku, je toto téma stále aktuální. Tuto skutečnost nám připomněla právě probíhající pandemie koronaviru, která v roce 2020 propukla. Mohli jsme tak sledovat, jak se dnešní společnost těžce brání proti infekčnímu onemocnění, na které prozatím není dostupná léčba ani očkování. V takovém případě se dostávají do popředí méně specifické způsoby boje s infekcí. Jsou jimi protiepidemická opatření a dekontaminace nebo dezinfekce. Právě současná pandemie koronaviru vyvolala potřebu se na tato témata více zaměřit a znovu nám připomněla jejich význam.

Proto je dekontaminace hlavním tématem této diplomové práce. Přesněji dekontaminace sanitního vozu po převozu pacienta s infekčním onemocněním nebo podezřením na něj. Ačkoli je psána ve stínu pandemie onemocnění COVID-19, řeší infekční onemocnění obecně, protože to se na rozdíl od cest přenosu mění. Práce nejprve popisuje problematiku infekčních onemocnění, dezinfekce a záchranné služby, aby se následně, pomocí několika analytických metod, pokusila dospět k optimálnímu způsobu dezinfekce, nebo alespoň posunula ten stávající. Z důvodu možností autora se práce zaměřuje pouze na Zdravotnickou záchrannou službu hlavního města Prahy, která je ale díky svým specifikům a vytíženostem provozu pro účely diplomové práce ideální.

Hlavní motivací pro zpracování tohoto tématu je osobní angažovanost autora. Ten je zdravotnickým záchranářem a již více než rok provádí úkony, které se tato práce snaží optimalizovat.

Práce by měla být využitelná nejen jako ověřený a souhrnný zdroj informací dané problematiky, ale především by měla svými výsledky přispět ke změně nebo optimalizaci stávajícího postupu dezinfekce sanitní vozů. Ten musel během posledního roku a půl projít několika významnými změnami. Na tyto změny ani na provádění dekontaminace v takovém rozsahu nebyly záchranné služby připraveny.

## 2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout optimální způsob dezinfekce vozidel ZZS HMP po převozu infekčního nebo suspektně infekčního pacienta s vybranými onemocněními. Takový proces dekontaminace by měl eliminovat možnosti přenosu infekčního onemocnění a zároveň by měl být šetrný k materiálům v sanitním vozidle. Provedení samotného procesu by nemělo být nepřiměřeně finančně náročné a nemělo by nadměrně zatěžovat personál. Z povahy vybraných onemocnění se dá předpokládat velký počet pacientů v krátkém čase, a proto je velmi důležité, aby způsob provedení dekontaminace byl dostatečně časově efektivní.

Nalezení ideálního procesu dezinfekce by mělo za následek zefektivnění využití vozového parku ZZS HMP a minimalizaci možných nedostatků tohoto procesu. Tyto dva aspekty lze zařadit do dílčích cílů diplomové práce.

Byly vymezeny úkoly, které je třeba splnit pro dosažení jednotlivých cílů. Jedná se o: popsat současný stav dekontaminace a vytvořit teoretický základ pro následný výzkum. Provést analýzu dezinfekčních prostředků a aplikačních technik a stanovit parametry, které musí vybraný proces dekontaminace splňovat. Výstupem práce by měl být také návrh optimalizace současného postupu.

*Hypotéza 1: Pro vybraná infekční onemocnění nelze využít univerzální dezinfekční proces/prostředek/přípravek. Proces musí být individualizován s ohledem na původce onemocnění.*

*Hypotéza 2: Pro dezinfekci sanitních vozidel v expozici vybraných infekčních onemocnění nelze využít univerzální dezinfekční prostředek/přípravek.*

## 3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

### 3.1 Infekční onemocnění

#### 3.1.1 Infekční onemocnění a jeho právní ukotvení

Definici infekčního onemocnění můžeme v českém právním systému nalézt v zákoně č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. Podle tohoto zákona se v §2 odstavci 5 „*infekčním onemocněním rozumí příznakové i bezpříznakové onemocnění vyvolané původcem infekce nebo jeho toxinem, které vzniká v důsledku přenosu tohoto původce nebo jeho toxinu z nakažené fyzické osoby, zvířete nebo neživého substrátu na vnímavou fyzickou osobu*“ [1, §2].

Tento zákon dále v §2 definuje pojmy jako izolace nebo karanténní opatření, která patří mezi základní nástroje při řešení infekčních onemocnění ve vztahu k veřejnému zdraví. Izolace je popsána v odstavci 6 jako „*oddělení fyzické osoby, která onemocněla infekční nemocí nebo jeví příznaky tohoto onemocnění, od ostatních fyzických osob.*“ I v případě, že jedinec neonemocněl ani nejeví příznaky infekčního onemocnění, ale je podezřelý z nákazy, lze využít karanténních opatření. Sedmý odstavec tohoto paragrafu stanovuje karanténní opatření a říká, kdo je podezřelý z nákazy. Tím je „*osoba, která byla během inkubační doby ve styku s infekčním onemocněním nebo pobývala v ohnisku nákazy.*“ Mezi karanténní opatření patří karanténa, lékařský dohled nebo zvýšený zdravotnický dozor. Karanténa znamená oddělení osoby od ostatních fyzických osob. V případě lékařského dohledu je jedinec povinen docházet na vyšetření nebo se mu podrobit ve stanovených termínech, případně sledovat svůj zdravotní stav a objeví-li se příznaky, oznámit tuto skutečnost lékaři nebo orgánu veřejného zdraví. Zvýšený zdravotnický dozor znamená, že osoba, které je uložen zákaz činnosti nebo jsou její pracovní podmínky upraveny tak, aby došlo k omezení možnosti šíření infekčního onemocnění, je pod lékařským dohledem [1, §2].

O tématu infekčních onemocnění také pojednává vyhláška č. 306/2012 Sb., o předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče. V této vyhlášce se hovoří

například o způsobu a rozsahu hlášení infekčních onemocnění a stanovuje seznam infekčních onemocnění, u nichž se nařizuje izolace osob ve zdravotnických zařízeních. Seznam těchto onemocnění je uveden v příloze číslo 1 [2].

Touto problematikou se dále zabývá vyhláška č. 473/2008 Sb., o systému epidemiologické bdělosti pro vybrané infekce. Ta dále rozvádí systém epidemiologické bdělosti, který je definován zákonem o ochraně veřejného zdraví. Je zde uveden výčet infekcí, které jsou v systému zahrnuty a u vybraných onemocnění jejich popis, požadované údaje a postup řešení při výskytu. Seznam infekcí zahrnutých v systému epidemiologické bdělosti je uveden v příloze číslo 2 [3].

Pro oblast zoonóz antropozoonóz tedy nemocí přenosných ze zvířat na člověka, slouží v systému státní správy k ochraně veřejného zdraví Státní veterinární správa. Ta spolupracuje s ostatními orgány jako jsou krajské hygienické stanice, Státní zdravotní ústav nebo ministerstvo zdravotnictví. Opatření ke zdolávání a zabránění šíření nálezů zvířat, jsou uvedena ve vyhlášce 299/2003 Sb., *o opatřeních pro předcházení a zdolávání nálezů a nemocí přenosných ze zvířat na člověka* [4, 5].

Z pohledu ochrany jedince je důležité zmínit nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci. V tomto nařízení jsou v hlavě sedmé uvedeny podmínky ochrany zdraví při práci s biologickými činiteli a v třicátém šestém paragrafu rozdělení biologických činitelů do čtyř skupin, podle míry rizika vzniku onemocnění. První skupina zahrnuje biologické činitele, u kterých není pravděpodobné, že by mohli způsobit onemocnění. Do druhé skupiny řadíme činitele, kteří mohou způsobit onemocnění a představují nebezpečí pro zaměstnance. Jejich rozšíření mimo pracoviště ale není pravděpodobné. Navíc je běžně dostupná léčba i profylaxe. Třetí skupina již může způsobit závažné onemocnění a představuje závažné nebezpečí. Profylaxe i léčba jsou stále obvykle dostupné. Čtvrtá skupina se od té třetí liší v nedostupnosti nebo absenci léčby a profylaxe [6].

V evropském kontextu se problematice infekčních onemocnění věnuje především rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 1082/2013/EU a prováděcí rozhodnutí

Evropské komise 2018/945, o přenosných nemocích a souvisejících zvláštních zdravotních problémech, které musí být podchyceny epidemiologickým dozorem. Rozhodnutí Evropského parlamentu má za úkol spolupodílet se na zajištění úrovně ochrany veřejného zdraví v rámci unie a podpořit spolupráci a koordinace jednotlivých států v oblasti prevence a kontroly šíření nemocí. Pro tyto účely doplňuje a stanovuje pravidla pro epidemiologický dozor, sledování vážných hrozeb, systém včasného varování a plánování připravenosti. Prováděcí rozhodnutí přímo uvádí zdravotní problémy a přenosné nemoci, které musejí být zachyceny v systému epidemiologického dozoru [7].

Kromě národních legislativ a Evropské unie řeší problematiku infekčních onemocnění i další organizace, které mají přesah do celého světa. Mezi nejvýznamnější můžeme řadit Světovou zdravotnickou organizaci (World Health Organization), Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí (Centers for Disease Control and Prevention) nebo Evropské středisko pro prevenci a kontrolu nemocí (European Centre for Disease Prevention and Control) [8].

Zvláštní postavení mezi infekčními nemocemi zauímají takzvané vysoce nakažlivé nemoci (dále jen „VNN“). Tato onemocnění jsou definována jako interhumánně přenosné a život ohrožující nemoci, které současně v důsledku vysoké virulence ohrožují nejen ošetřující zdravotnické pracovníky, ale představují také vysoké riziko šíření v populaci. Jejich dalším charakteristickým rysem je omezená možnost profylaxe a léčby a vysoká smrtnost. Jejich výskyt vyžaduje přijetí mimořádných protiepidemických opatření. Výskyt se předpokládá v případě bioterorismu nebo biologické války, zavlečení ze vzdálených zemí, rozšíření po nehodě v laboratoři nebo mutace nové varianty virů. Přestože představují tato infekční agens riziko pro bezpečnost a jejich problematikou se zabývá velké množství národních i nadnárodních dokumentů, není jejich seznam jasně stanoven. Jako příklad je uvedeno v příloze č. 3 rozdělení infekčních agens dle Centra pro kontrolu a prevenci nemocí na kategorie A, B a C, přičemž kategorie A zahrnuje nejrizikovější onemocnění jako antrax, botulismus, mor, tularémii nebo virové hemoragické horečky. Způsobem řešení událostí při

podezření na výskyt VNN se zabývá typová činnost složek integrovaného záchranného systému při společném zásahu číslo 16A a 16B [9, 10, 11].

### 3.1.2 Infekční onemocnění a jeho medicínské ukotvení.

Infekčním nemocem se věnuje medicínský obor nazývaný se *infekční lékařství*, nebo také infektologie. Zabývá se diagnostikou, léčením a výzkumem nemocí, ve kterých hraje zásadní roli infekční proces. Ten je definován jako proces působení infekčního agens na vnímavého jedince, v jehož krajním případě dochází k projevu nemoci. Původci onemocnění mohou být viry, bakterie, mykotické mikroorganismy, živočišní parazité nebo jejich toxiny. Přenos může být přímý nebo nepřímý. Mezi přímé cesty řadíme kontakty jako dotyk, polibek nebo sexuální styk. Dále kousnutí nebo skrze kontaminované ruce vnímavého jedince. Za nepřímé cesty považujeme ingesci, inhalaci, inokulaci a kontaminaci. [8, 12].

V případě překonání přirozených bariér organismu jedince dochází k přenosu původce onemocnění a jeho usídlení v těle. Rozvoji příznaků předchází inkubační doba, během které se původce onemocnění množí a následně se mohou objevovat prodromy. O průběhu infekčního onemocnění nejobecněji rozhoduje poměr infekčního agens a obranných mechanismů organismu. Průběh může být bezpříznakový, lehký, typický nebo těžký. Příznaky jsou celkové jako například horečka a únava nebo mohou svědčit o napadení některé z orgánových soustav, například průjem nebo kašel. Většina příznaků je nespecifických, ale některé mohou být charakteristické pro určitá onemocnění. Řadíme mezi ně např. trismus (vyskytující se u tetanu) nebo tenesmus u úplavice [8, 12].

Znalost jednotlivých příznaků a jejich vývoj může napovědět, že se jedná o infekční onemocnění, a usnadnit diagnostickou rozvahu. V diagnostice kromě osobní anamnézy a fyzikálního vyšetření pacienta pomůže především epidemiologická anamnéza a laboratorní vyšetření. Laboratorní metody se dají dále rozlišit na přímé a nepřímé. Ty nepřímé, jako například vyšetření sedimentace erytrocytů a hodnoty C reaktivního proteinu nebo prokalcitoninu, ukazují, že imunitní systém reaguje na původce

infekčního onemocnění. Přímé laboratorní metody, sérologické testy, slouží k určení přítomnosti určitých protilátek nebo genetických informací v séru pacienta. Řadíme sem například polymerázovou řetězovou reakci nebo antigenní test [8, 12].

Z pohledu prevence patří mezi nejvýznamnější opatření trvalé a systematické dodržování všeobecných hygienických zásad a v případě výskytu infekčního onemocnění základní protiepidemická opatření. V interních nebo operačních oborech se využívá tzv. antibiotické profylaxe. Dalším velmi důležitým preventivním prostředkem je pasivní a aktivní imunizace. V rámci léčby infekčního onemocnění je zásadní, jaký je průběh onemocnění, známe-li původce a je-li dostupná účinná léčba. Zásadním mezníkem v léčbě infekčních onemocnění byl objev antibiotik. S rozvojem vědy a techniky vznikla nejen nová antibiotika, ale také antivirotika, antimykotika a antiparazitika. Zprostředkovaný antimikrobiální účinek mají také léky ovlivňující imunitní systém jako kortikoidy, imunoglobuliny nebo interferon. Možné je také využití toxického účinku kyslíku v hyperbarické komoře nebo mechanického odstranění ložiska v rámci operace. Další způsoby léčby jsou spíše symptomatické a jedná se například o oxygenoterapii, volumoterapii, léčebnou výživu, prevenci tromboembolismu a léčbu bolesti nebo antipyretickou terapii [8, 12].

Výskytem onemocnění a způsobem jejich šíření se zabývá *epidemiologie*. Nemoci se mohou vyskytovat sporadicky, endemicky nebo epidemicky. Jako epidemii označujeme stav, kdy dojde k nárůstu případů infekčních onemocnění majících časovou a teritoriální souvislost. Endemický výskyt má územní souvislost, není však časově omezen. *Jako základní poznatek epidemiologie můžeme vnímat, že zatímco infekční onemocnění budou stále nová, tak cesty přenosu jsou stále stejné* [8, 12].

### 3.1.3 Vybraná infekční onemocnění

V této části jsou popsána vybraná infekční onemocnění, která nám následně poslouží v praktické části. Tato onemocnění byla vybrána po konzultaci s vedoucím práce. Jsou zde zastoupena onemocnění různé etiologie i cesty přenosu. Vybrány bylo aktuální koronavirové onemocnění COVID-19 a z VNN kategorie A antrax a tularémie.



Antrax a tularémie jsou původem bakteriální zoonózy, zatímco COVID-19 obalený RNA vir. Dominantní cestou přenosu pro Antrax, je inhalace nebo ingesce odolných endospor. Přenos u tularémie probíhá především kontaktem s nakaženou zvěří, v případě porušení kožního krytu nebo ingescí. Popsaný jsou časté případy přenosu pomocí vektoru, jakými mohou být komár nebo klíště. Onemocnění COVID-19 se přenáší kapénkami. COVID-19 je zahrnut především z důvodu aktuální pandemie a současnému tlaku na proces dezinfekce sanitních vozidel po převozu pacienta s tímto onemocněním. Antrax s tularémií jsou významnými infekčními agens z pohledu zneužitelnosti v rámci bioterorismu a biologického boje. V případě jejich zneužití se dá očekávat velký počet pacientů za krátký čas, což s sebou také ponese velký tlak na proces dekontaminace. Pro úplnost je dále uvedeno pět infekčních onemocnění, která spadají do systému epidemiologické bdělosti, a která se nejčastěji vyskytují na území hlavního města Prahy. Díky tomu bude vytvořen mix onemocnění, díky kterému bude nutné vybrat dezinfekční prostředek a aplikační techniku účinkující na široké spektrum nemocí. Prvním třem vybraným onemocněním je na následujících stránkách věnováno více prostoru a jsou seřazeny abecedně. Pět onemocnění spadajících do systému epidemiologické bdělosti je uvedeno na konci této kapitoly a seřazeny jsou podle incidence. Pětiletý průměr ročního výskytu těchto onemocnění od roku 2015-2019 je uveden v tabulce číslo 4. Specifickou skupinou onemocnění jsou parazitární nemoci. Ty nejsou součástí této práce z důvodu rozsahu a možností autora. [5, 7, 12, 13, 14].

## **Antrax**

Jedná se o bakteriální zoonózu, která postihuje nejen herbivorní zvěř, ale také člověka. Přenos tohoto onemocnění probíhá skrze odolné endospory, které v případě inhalace způsobují mnohdy smrtelné onemocnění. Pro své vlastnosti je snadno zneužitelný v biologické válce nebo aktech bioterorismu. V tomto případě je nejnebezpečnější záměrná aerosolizace antraxových spor. Původcem nákazy je *Bacillus anthracis*, který byl objeven roku 1894 Franzem Antonem Aloysem Pollendrem a který produkuje exotoxin. Imunizace byla vyvinuta 1881 Louisem Pasteurem. Jedná se o grampozitivní tyčky, které měří 1 až 10  $\mu\text{m}$  a dokážou tvořit velmi odolné spory. Díky své velikosti mohou snadno pronikat až do alveolů plicní tkáně a následně klíčit

v buňkách makrofágů. Jinak je znám také jako sněť slezinná. Tento název je odvozen od typického patologického nálezu především u ovcí domácích, které jsou na antrax velmi vnímavé. Nemoc u nich probíhá většinou apoplektiformně, kdy postižená ovce nejdříve zaostává, následně dostává křeče a počíná krvácet. K úmrtí dochází během několika málo hodin. Zajímavé je, že na rozdíl od ovcí domácích jsou například ovce alžírské proti tomuto onemocnění imunní [15, 16].

### *Epidemiologie*

Dříve než byla objevena vakcína proti tomuto onemocnění, umíraly na něj v Evropě tisíce lidí i zvířat ročně. Poslední velká epizootie se objevila roku 1945 v Iránu, kdy zemřelo více než milion ovcí. V první polovině 20. století se v Československu objevovalo do 100 případů ročně a smrtnost byla 10%. Jednalo se především o formy kožní. Od 70. let 20. století se antrax objevuje v České republice (dále jen „ČR“) sporadicky a jedná se o kožní formy tohoto onemocnění. Zdrojem doposud byla zvířata nebo výrobky z kůže z dovozu. Poslední případ onemocnění antraxem byl v ČR hlášen roku 1985 [15, 16, 17].

Epidemicky se antrax vyskytl naposledy v Zimbabwe a to v letech 1979 – 1985 a v Paraguayi v roce 1987. Jednalo se také převážně o kožní formy a postiženo bylo vždy více než 10 tisíc osob. K hromadné nákaze antraxem může v současnosti dojít při nehodách ve výzkumných ústavech nebo při záměrném rozšíření antraxových spor. K úniku spor z výzkumného zařízení došlo roku 1979 ve Sverdlovsku, kdy se minimálně 79 osob nadýchalo antraxových spor a 68 z nich následně zemřelo [15, 16].

Ačkoliv se dnes po celém světě antrax objevuje převážně sporadicky, stále existují i místa endemického výskytu. Jedná se především o oblasti pravidelně zaplavované a sloužící k pastvě zvířat. Příkladem může být Krügerův národní park nebo, v evropském kontextu, tzv. „antraxový ostrov“. Tento ostrov se jmenuje Gruinar Island, leží u západního Skotska a za druhé světové války zde probíhaly experimenty s antraxem. Spory schopné života zde bylo možné nalézt i 36 let po ukončení experimentů. Dekontaminace ostrova si vyžádala 280 tun formaldehydu a trvala 8 let [15, 16].

Přenos tohoto onemocnění se uskutečňuje především produkty nakažených zvířat (kůže, srst, vlna, maso, kostní moučka, rohy nebo kly). Zdrojem nákazy se tedy stávají i předměty vyrobené z těchto surovin. Jedinec se může nakazit pozřením neupraveného masa, infikované zvěře nebo také inhalací kontaminovaného prachu. To se může stát například při zpracovávání zvířecích produktů nebo při výzkumu. Interhumánní přenos je možný, ale téměř se neuplatňuje [15, 16].

Inkubační doba bývá 1 až 5 dní. U inhalační formy je inkubační doba od 10 do 60 dní. Její délka záleží, dle dosavadního výzkumu, na infekční dávce [15].

### *Klinický obraz*

Chceme-li popsat klinický obraz člověka infikovaného antraxem, musíme tak učinit s ohledem na formu onemocnění závisující na bráně vstupu spor do těla [16].

**Kožní forma.** Jedná se o nejběžnější formu. V místě vstupu infekce (nejčastěji místa nechráněná při kontaktu se spory – oblast obličeje, krku a rukou) se v řádu několika hodin začnou množit antraxové toxiny. Po několika dnech se vytvoří makula, která se následně mění v papulu, vezikulu, nebolestivou eflorescenci a následně v nebolestivý vřed se zčernalým příškvarem. Kožní defekt se v případě antibiotické léčby hojí během jednoho až dvou týdnů a nezanechává jizvu. Pokud není nastavena léčba, toxiny antraxu se dostávají do krve a dochází k výsevu kožních projevů po celém těle [15, 16].

**Plicní forma.** V tomto případě spory díky své velikosti putují až do alveolu plic a jsou následně fagocytovány a zaneseny do peribronchiálních lymfatických uzlin, kde následně klíčí. V první fázi nemoci, která trvá cca 3 až 5 dní, dominuje únava, horečka, dráždivý kašel, bolesti hlavy a hrudníku. Postupně vzniká hemoragicko-nekrotický zánět uzlin, hemoragický pleurální výpotek s případným krvácením do plic a hemoptýzou. Tyto obtíže provázejí druhou fázi onemocnění, kdy dominuje dušnost, objevuje se cyanóza a dochází k rozvoji septického šoku. U téměř poloviny pacientů se rozvine také hemoragická meningitida [15, 16].

**Střevní forma.** Stejně jako plicní forma je často fatální. Primárně se projevuje nevolností, zvracením a vznikem primárních lézí, které se objevují v terminálním ileu a céku. Po první fázi se objevují krvavé a vodnaté průjmy, provázené vznikem ascitu a častou hematemézou. V případě pozdní léčby nebo její absenci se objevuje toxemie, která může být, stejně jako perforace postižené části střeva, smrtelná [15, 16].

**Orálně-glandulární forma.** Jedná se o vzácnou formu onemocnění podobnou formě střevní. Na rozdíl od ní se projevuje především v oblasti úst, orofaryngu a krčních uzlin. Často dochází k výraznému otoku krku, který může přejít až na celý hrudník. Tato forma má mírnější průběh a příznivější prognózu [15, 16].

**Cerebrální forma.** Zpravidla se objevuje jako komplikace ostatních forem. Jako primární postižení se může objevit v případě defektu komunikujícího s obaly mozku nebo v případě kraniocerebrálního poranění. V počáteční fázi se projevuje jako subarachnoidální krvácení a v rámci jednoho dne až týdne je většinou fatální [15, 16].

### *Diagnostika*

Základní diagnostická rozvaha se opírá, stejně jako u jiných onemocnění, zpočátku především o základní anamnézu. Ta nás může motivovat pro detailnější odběr cestovatelské anamnézy a společně s nespecifickými příznaky upozornit, že se nejedná o běžné onemocnění. Nákaza antraxem je také typická rychlostí průběhu onemocnění, která závisí na velikosti infekční dávky. Z pohledu epidemiologie nám mohou klastry náhle zemřelých jinak zdravých jedinců signalizovat antraxový aerosolový útok [15, 16].

Onemocnění je možné prokázat několika laboratorními metodami. Vhodným způsobem může být např. stěr z kožní léze (kožní forma), odběr mozkomíšního moku (cerebrální forma) nebo krevní rozbor. K promptní detekci onemocnění lze od roku 2001 využít rychlotesty detekující deoxyribonukleovou kyselinu, dále jen „DNA“ antraxu v tělní tekutině nebo na kůži [15, 16].

### *Terapie a prognóza*

Zásadními léky v boji proti antraxu jsou antibiotika. Běžně jsou podávány peniciliny a tetracykliny. V případě lokálních projevů kožní formy onemocnění je možné podávat antibiotika perorálně. Jsou-li přítomny generalizované projevy jiných forem onemocnění je vhodnějším způsobem podávání léků intravenózně (např. ciprofloxacin). O léčbě rozhodují výsledky kultivace a citlivosti, případné alergie, kontraindikace dané věkem, komorbiditami nebo těhotenstvím. Nedílnou součástí je i terapie symptomatická. V případě rozvoje edému jsou doporučovány kortikosteroidy. Chirurgická léčba kožních projevů je kontraindikována [15, 19].

Další možností léčby antraxu je využití tzv. antitoxinů. Známa je dnes protilátka proti antraxu získávaná z plazmy jedinců, kteří byli očkovaní. Raxibakumab je plně humanizovaná monoklonální protilátka. Novinkou v této oblasti je Obiltoxaximab. Jedná se také o humánní monoklonální protilátku typu imunoglobulinu G1 [15, 19].

Prognóza tohoto onemocnění závisí na formě a infekční dávce. U léčené kožní formy je prognóza příznivá a smrtnost činí 10 až 20 %. U léčené gastrointestinální formy je smrtnost 50 %. U těch, kteří nejsou léčeni včas nebo u nich došlo k rozvoji plicní formy, je smrtnost 95 % [15].

### *Zneužití a prevence*

V případě biologického útoku nebo bioterorismu je využití antraxu pravděpodobné z důvodu kombinace jeho vlastností. Za nepříznivých podmínek tvoří spory, které jsou v tomto stavu schopné přežít desítky let. Je tedy možno ho přepravovat a následně použít ve více formách. Antrax je také možné nalézt ve volné přírodě. Dá se snadno množit a jeho cena tudíž není vzhledem k jeho možnostem vysoká [16, 18].

Již dlouho jsou známy kmeny antraxu, které jsou odolné nejen vůči penicilinu, ale i dalším antibiotikům. A to nejen penicilinové řady. V souvislosti s dnešními možnostmi genového inženýrství, a především s vynálezem a rozvojem techniky CRISPR – Cas9 lze

předpokládat, že zneužity budou uměle vytvořené polyrezistentní a velmi virulentní kmen [15, 18].

Prevence proti onemocnění antraxem spočívá především v rozšiřování současné praxe vakcinace zvěře a v kladení důrazu na preventivní opatření v rámci zpracovatelského průmyslu (odsávání vzduchu a v něm obsaženém prachu, dekontaminace, sterilizace a používání osobních ochranných pracovních pomůcek, dále jen „OOPP“). V případě antraxu nedochází k plošnému očkování osob. Některé státy ale přistupují k očkování rizikových skupin. Téma k diskusi je plošné očkování obyvatelstva v případě eskalace mezinárodních nebo jiných konfliktů [16, 18].

## **COVID-19**

Jedná se o nové, akutní a mnohdy závažně probíhající respirační virové onemocnění. Jeho původcem je b-koronavirus, který dostal následně název SARS-CoV-2 a onemocnění, které způsobuje COVID-19. Poprvé byl zpozorován v prosinci roku 2019 v čínském městě Wu-chan, kde se objevily první závažné pneumonie nejasného původu. Stejně jako jiná koronavirová onemocnění se i zde pravděpodobně jedná o zoonózu. K prvotnímu přenosu došlo pravděpodobně na tržišti s (nejen) exotickými zvířaty. Jako možný vektor byl zpočátku označen luskoun, který je zde běžně konzumován a jako rezervoár místní netopýři. Podezření bylo vysloveno na základě téměř shodné sekvenční homologie nového lidského koronaviru a viru izolovaného z netopýřů. Zmiňované hypotézy stále nebyly potvrzeny a jejich řešení pravděpodobně čeká na klidnější dobu [20].

Virus se šíří velmi rychle a vykazuje řadu mutací. Objevil se v prosinci, na konci ledna bylo jen v Číně přibližně 8 tisíc případů a hlášen byl v dalších 19 zemích. 30. ledna 2020 WHO vyhlásila stav ohrožení veřejného zdraví mezinárodního významu. Následně se epicentrem stala Evropa. Předpokládá se, že k rozšíření onemocnění došlo z Itálie, která byla v první vlně nejvíce zasažena. V České republice byl první pacient diagnostikován 1. března. K 1. 8. 2021 bylo celosvětově již nakaženo 196 553 009 osob, 4 200 412 zemřelo a 3 839 816 037 dávek vakcíny bylo podáno [20, 21].

11. března 2020 bylo onemocnění způsobené novým typem koronaviru WHO označeno za pandemii [20].

### *Epidemiologie*

Onemocnění COVID-19 je akutní respirační infekce přenášená kapénkami. Hlavním zdrojem viru je infikovaný člověk a vir je vylučován především při kašlání, kýchání, mluvení a usilovném dýchání. K přenosu infekce dochází nejčastěji vdechnutím kapének při blízkém kontaktu nebo vdechováním infekčního aerosolu v místnosti. Další běžnou cestou přenosu je kontakt s kontaminovanými předměty nebo povrchy. Dle dosavadních laboratorních výsledků zůstává řada předmětů kontaminována v řádech hodin až dnů. Na plastech a nerezové oceli tato doba činila více než 72 hodin, v případě kartonu to bylo 24 hodin a měď vydržela být kontaminována po dobu 4 hodin. Jako velký problém se zdá být tvorba infekčního aerosolu v místnostech. Ten dokázal být aktivní až po dobu tří hodin [20, 22].

### *Klinický obraz*

**Asymptomatický průběh.** Podle dostupných dat je asymptomatický průběh hlášen u 10-50 %. U některých pozitivních dojde k rozvoji mírných příznaků po standardní inkubační době, jiní jsou asymptomatictí po celou dobu onemocnění [20].

**Symptomatický průběh.** Mezi nejčastější klinické příznaky řadíme především horečku, jejíž prevalence je téměř 90% a kašel, který je většinou suchý a který se vyskytuje u 68 % pacientů. Častá je také únava a dušnost. Další chřipkové příznaky jako bolest svalů a kloubů nebo bolesti hlavy se vyskytují méně. Gastrointestinální obtíže jako průjem, zvracení nebo nauzea jsou popsány také. Příznakem poměrně typickým pro toto onemocnění je ztráta chuti, ale především čichu. U závažnějších případů se objevuje pneumonie. I přes tromboprofylaxi se u pacientů se závažným průběhem častěji objevují trombotické komplikace. Nejčastěji se jedná o žilní tromboembolii nebo arteriální trombózu. Častou komplikací předcházející multiorgánovému postižení je postižení funkce ledvin nebo kardiomyopatie. Pro lepší přehled můžeme využít klasifikaci klinického průběhu onemocnění, která má čtyři stupně [20].

- 1) Mírný průběh, který odpovídá akutní respirační infekci, ale na rentgenu plic je bez nálezu.
- 2) Středně závažný průběh je charakterizován radiologicky prokázané zánětlivé změny v plicním parenchymu.
- 3) Závažný průběh vyžaduje splnění jedné ze tří dalších kategorií. Dechová frekvence více než 30 dechů za minutu, saturace hemoglobinu kyslíkem pod 93 % nebo respirační index pod 300 mmHg. Tento index vyjadřuje vztah mezi parciálním tlakem kyslíku v arteriální krvi a podíl kyslíku ve vdechovaném vzduchu. Hodnota pod 200 mmHg je známkou rozvoje syndromu akutní dechové tísně.
- 4) Kritický průběh je typický závažnou pneumonií progredující v respirační a následně další orgánová selhání. Nutná je plicní ventilace, případně použití extrakorporální mechanické oxygenace [20, 23].

Mírný nebo středně závažný průběh provází 81 % pacientů. Závažný průběh postihlo 13,8 % pacientů a zbytek měl kritický průběh onemocnění [20].

### *Diagnostika*

Tato část vychází především ze strategie testování onemocnění COVID-19, které bylo vydáno ministerstvem zdravotnictví 29. 9. 2020 a které odráží zjištěné informace a zasazuje je do kontextu České republiky.

Základním vyšetřením, na kterém testování tohoto onemocnění stojí především na principu reverzně-transkriptázové polymerázové řetězové reakce v reálném čase (dále jen „RT-PCR“). Jeho průběh si můžeme rozdělit do třech kroků [24].

- 1) Odběr klinického materiálu. Základem je výtěr z nosohltanu, ideálně doplněn o výtěr z orofaryngu. Z důvodu možné falešné negativy u pacientů se zřejmou pneumonií je nutné v těchto případech zajistit sputum nebo provést bronchoalveolární laváž. Tyto vzorky dolních cest dýchacích se vykazují nejvyšší citlivostí vůči testu. Za standardní situace se oba výtěry vkládají do stejné zkumavky, která obsahuje tekuté virologické médium. Médium ve zkumavce má pouze funkci



transportní, s virem nijak neinteraguje. Jiná transportní média nebo jiné způsoby nejsou doporučeny.

- 2) Extrakce ribonukleové kyseliny, dále jen „RNA“. V této části je u RT-PCR testu nejdříve nutné izolovat RNA a viru a následně je pomocí reverzní transkriptázy převedena na DNA, která je již využitelná pro namnožení pomocí polymerázové řetězové reakce. Díky této metodě je možné, i přes nedostatečné množství RNA na začátku, vytěžit velké množství DNA, které nám umožní její analýzu.
- 3) Samotný test a analýza DNA [24].

Mezi další možnosti testování patří detekce virových antigenů nebo přímo detekce protilátek proti tomuto onemocnění. Oba způsoby jsou sice podpůrné, protože ani jeden svým zaměřením ani přesností nemůže konkurovat RT-PCR testům. Detekce virových antigenů probíhá stejným způsobem jako protilátkový rychlotest. Jeho senzitivita je ale prozatím nízká a cena téměř stejná, proto i přes svou rychlost prozatím není vhodný. Detekce protilátek nám na druhé straně slouží spíše k epidemiologickému šetření. Díky tomuto testu zjišťujeme určité protilátky, a to IgM, IgA nebo IgG. Problémem u tohoto vyšetření je imunologické okno, díky kterému bychom měli velké množství falešně negativních pacientů. Imunologické okno se udává minimálně tři dny od počátku příznaků, ale medián pozitivního nálezu u IgM a IgA je přelom 1 až 2 týdny a u IgG dokonce 2 až 3 týdny. Jelikož průměrná doba vylučování viru je dle prozatímního výzkumu 17 dní a virová nálož nejvyšší na konci prvního týdne, nejsou tyto testy vhodné pro diagnostiku tohoto onemocnění [24].

#### *Terapie a prognóza*

Proti tomuto onemocnění dosud neexistuje vakcinace ani cílená léčba. Základem je symptomatická léčba, a to na všech úrovních poskytování péče. Pro klasické nekomplikované průběhy jsou zásadní antipyretika, antitusika a dostatečná hydratace podle kardiálního stavu pacienta. V některých případech je vhodné podat expektorancia. Oxygenoterapie je indikována v případě hyposaturace [20].

V případě komplikovaného průběhu a intenzivní péče je zásadním úkolem dostatečná ventilace a předcházení orgánovému selhání. V případě neinvazivní

oxygenoterapie jsou doporučené vysokoprůtokové nosní kanyly, které mají lepší výsledky než doposud užívané masky. Jako předstupeň umělé plicní ventilace je možné využít neinvazivní plicní ventilace. Z důvodu komplikací není vhodné provést intubaci brzy, ale opožděná umělá plicní ventilace zvyšuje riziko úmrtí. Poslední možností je mimotělní oběh neboli ECMO, neboli mimotělní membránová oxygenace. [20].

Z důvodu nejistoty, strachu a rostoucího počtu komplikovaných průběhů onemocnění se objevily tendence podávat léky, které by měly potencionálně fungovat, ale nejsou na to žádná data. Dohoda nakonec byla taková, že cílená léčba je na zvážení u pacientů se středně těžkým průběhem onemocnění a rizikovými faktory, protože se začala objevovat data, která ukazovala neúčinnost pozdního zahájení léčby. Za rizikové faktory byly označeny arteriální hypertenze a jiné kardiální komorbidity, diabetes mellitus, BMI nad 35 a imunosuprese. Těmito léky jsou:

- Inhibitory RNA-dependentní RNA polymerázy, mezi něž patří například Remdesivir nebo Favipiravir. Funkce těchto léků by měla zamezit transkripci a množení virů.
- Antimalarika a z nich například Hydroxychlorochin. Tento lék by měl blokovat vstup viru do buněk.
- Inhibitory proteáz. Sem řadíme Lopinavir a Ritonavir. Tyto dva léky účinkují společně, a zatímco Ritonavir zvyšuje koncentraci Lopinaviru v plazmě, Lopinavir by měl zabránit viru dozrát.
- Léky s protizánětlivými nebo imunomodulačními účinky. Sem řadíme například kortikoidy, které momentálně nejsou doporučeny. Jiným lékem je Tocilizumab, který moduluje imunitní odpověď a tlumí zánětlivou reakci plic.
- Využívá se transfúze krevní plasmy od dárců, kteří již prodělali toto onemocnění a mají dostatek protilátek [20].

### *Prevence*

Mezi základní preventivní opatření přenosu infekce patří opět především hygienická a epidemiologická opatření. Tato opatření jsou téměř stejná pro všechna kapénkově přenosná onemocnění. Níže uvádím soupis nescifických opatření vydaných Státním zdravotním ústavem:

- Odstup od ostatních nejméně jeden metr, ideálně dva.
- Vyhýbání se blízkému kontaktu s ostatními lidmi, především pokud jeví známky respiračního onemocnění.
- Zvýšená hygiena rukou a používání dezinfekčních prostředků na bázi alkoholu.
- Posilování imunity a zdravého životního stylu; dostatečný přísun vitamínů.
- Dodržování zásad bezpečné manipulace při kontaktu s divokými i hospodářskými zvířaty.
- Etiketa kašle při kašli nebo známkách akutního respiračního onemocnění. Znamená kašlat a kýchat přinejmenším do rukávu, ideálně krýt si ústa a nos kapesníkem. Ve větší míře, a ideálně po každém projevu kašle, provést mytí rukou vodou a mýdlem. Nejsou-li dostupné, použít dezinfekční gely na bázi alkoholu.
- Ve zdravotnických zařízeních dodržovat pravidla prevence a kontroly infekcí.
- Jako vhodné se ukázalo zakrytí nosu a úst rouškou nebo respirátorem bez výdechového ventilu. Pro zesílení ochrany lze použít kombinaci rouška/respirátor a ochranný štít/brýle. Zesílená ochrana je doporučena především ve zdravotnických provozech nebo při dlouhodobějším kontaktu s lidmi.
- V prevenci je doporučeno také kloktání a zvlhčování nosu solnými roztoky. Tento postup je doporučen i u dalších respiračních nákaz. Doporučeno také u pacientů s COVID-19 [20].

V prevenci přenosu infekce na zdravotnický personál s přihlédnutím na možný nedostatek OOPP doporučuje WHO:

- Provádět triáž pacientů metodou dotazování a měření tělesné teploty. Doporučena je chirurgická maska, ochrana očí a dostatečná hygiena rukou. V případě nedostatku OOPP postačí dodržovat odstup minimálně 1 metr.
- Při pečování o pozitivní pacienty v rámci výkonů, kdy nedochází ke generování aerosolu se doporučují standardní OOPP. Jsou jimi chirurgická maska, plášť, rukavice a ochranné brýle/štíť.
- V případě provádění výkonů, při kterých je generován aerosol (intubace, neinvazivní ventilace, bronchoskopie aj.), je doporučeno použití respirátorů minimálně FFP2 a dalších ochranných pomůcek jako plášť/zástěra, rukavice a brýle/štíť.

Významným posunem v oblasti prevence a „boje“ s tímto onemocněním bylo očkování. První vakcíny byly schváleny pro nouzové použití již v roce 2020. Tou první byla ruská vakcína *Sputnik V*. Ta byla schválena již v srpnu roku 2020. V říjnu byla následována čínskou vakcínou *CoronaVac*. V Evropě a Americe se první schválenou a použitou vakcínou stala v prosinci roku 2020 vakcína *Pfizer/BioNTech*. Její první aplikace proběhla ve Velké Británii. Následována byla vakcínami *Oxford-AstraZeneca*, *Johnson & Johnson* a *Moderna*. K 1. 8. 2020 je ve vývoji dohromady 292 vakcín, z nichž 108 prochází klinickým testováním [20].

### **Tularémie**

Tato nemoc je jinak známá také jako zaječí nemoc, protože primárně postihuje především volně žijící hlodavce a zajíce. Člověk je infikován až sekundárně. Toto onemocnění je rozšířeno po celém světě. Jedná se tedy také o bakteriální zoonózu. Způsobuje ho gramnegativní nepohyblivý kokobacil rozmanitých tvarů. Jeho velikost se pohybuje v rozmezí 0,1 až 0,5 nm. Tato nemoc i její původce jsou pojmenováni podle kalifornského města Tulare, kde byla nemoc poprvé v roce 1910 odhalena. Etiologické agens bylo původně nazváno *Bacterium tularense* a následně přejmenováno podle Edwarda Francise, který ji v roce 1921 poprvé izoloval a následně se zasloužil o její výzkum. Dnes dělíme druh *Francisella tularensis* do pěti poddruhů, které se liší svou nebezpečností pro člověka. Nejnebezpečnější je typ A vyskytující se především na území Severní Ameriky. K propuknutí onemocnění stačí vdechnout pouhých deset bakterií. Infekce tímto typem nebyla v České republice dosud popsána. Na území Evropy a Asie se vyskytuje především typ B [25, 26].

### *Epidemiologie*

První zmínky o tularémii pochází z Kanady a Spojených států amerických. Případy výskytu byly následně zaznamenány i v Norsku, Švédsku nebo Rusku a dnes se patogen vyskytuje na celé severní polokouli. Ačkoliv bakterii kvůli jejím fyzikálním vlastnostem vyhovují spíše chladná prostředí, méně nebezpečné zástupce je možné nalézt například i v Japonsku či v Turecku. V České republice bylo onemocnění popsáno poprvé v roce

1936 a v současné době se ročně nakazí okolo 50 lidí (výjimkou byl rok 2008, onemocnělo 113 lidí). Jedná se většinou o dospělé muže [25, 26].

*Francisella tularensis* je bakterie poměrně citlivá na fyzikální a chemické vlivy. Usmrtí ji zahřátí nad 55 °C po dobu delší než 10 minut nebo 30 minut trvajících vystavení slunečnímu svitu. Mnohem příznivější jsou pro ni chladné podmínky. Ve vodě o 4 °C přežije i přes 7 měsíců. Ve vlhké půdě o stejné teplotě se udržuje po čtyři měsíce. V potravinách nebo kadaverech dokáže přežívat v řádech měsíců a ve zmraženém mase i déle než 3 roky [25, 26].

Člověk se tularémií v přirozeném prostředí nakazí ve většině případů až sekundárně. I když jsme vůči této nemoci vysoce vnímaví, díky nízké citlivosti je téměř vyloučen interhumánní přenos. Předpokládá se, že člověk nevylučuje dostatek zárodků, aby mohl ohrozit svoje okolí. Primárně se může nakazit velké množství volně žijících a některá domestikovaná zvířata. Doposud byla tularémie identifikována u téměř 250 volně žijících živočichů. Mezi ty nejohroženější patří zajíc, myš, hraboš, krtek, rejsek aj., pro ně je letální dávka extrémně nízká [25, 26].

Bránou vstupu infekce mohou být kožní oděrky, sliznice spojivkového vaku nebo sliznice dutiny ústní. Mezi potenciální způsoby přenosu ale patří také ingesce nedostatečně upraveného masa nebo infikovaných potravin. Vzhledem k malé velikosti může dojít i k jejich vdechnutí a často je popisován přenos pomocí vektorů (např. klíště, blecha, komár) [25, 26].

Inkubační doba onemocnění se pohybuje v rozmezí 1–14 dní. Nejčastěji je tato doba 2-5 dní. Na základě vnímavosti jedince i infekční dávce může být v extrémních případech až 4 týdny nebo také jeden den [25, 26].

#### *Klinický obraz*

Rozlišujeme několik základních forem tularémie podle toho, která část těla je postižena především [25, 26].

**Ulceroglandulární forma.** Jedná se o situaci, kdy je jasně viditelný primární infekce na kůži. Jedná se o nejčastější formu tularémie. Onemocnění se do těla dostává oděrkami na těle při manipulaci s infikovanými zvířaty nebo při brodění se infikovanou vodou nebo bahnem. Nejdříve se objevuje papula, která je většinou nebolestivá. Na jejím vrcholu se následně tvoří vezikula, jejíž tekutina se postupně kalí. Po vyprázdnění puchýřku se objevuje eroze nebo vřed. Krátce po prvních kožních příznacích se objevuje zduření uzlin. Ty jsou nejdříve tvrdší a citlivé na pohmat a následně nabývají na velikosti. V některých případech mohou uzliny dosahovat velikosti slepičího vejce. V polovině případů dochází k ústupu celkových příznaků a následně resorpci tekutiny z uzlin. Tento proces většinou trvá týdny, ojediněle může zabrat i měsíce. V některých případech je nutno přikročit k perforaci, protože dojde-li k ní spontánně, existuje velké riziko vzniku nehojivé píštěle [25, 26].

**Glandulární forma.** Jedná o variaci na kožní formu, protože k infekci lymfatických uzlin nemůže dojít přímo. O této formě mluvíme, jestliže primární léze v místě vstupu do organismu není patrná nebo infekční dávka je tak malá, že dříve dojde k rozvoji otoku v regionální uzlině. Nákaza se do uzliny dostane pomocí vlastního imunitního systému jedince, kdy je nejdříve fagocytována mikrofágem a následně dopravena do nejbližší uzliny [25, 26].

**Okuloglandulární forma.** Tato forma onemocnění postihuje spojivkový vak. Do oka se dostává nejčastěji znečištěnými prsty nebo například rozdrcením infikovaného hmyzu v jeho blízkosti. Výjimečné není ani zavlečení pomocí prachových částic nebo infikované vody. Onemocnění se zpočátku vyvíjí jako agresivní forma konjunktivitidy. Nejdříve se objevuje překrvení spojivky, následuje otok. V další fázi se na sliznici rozvíjí žlutavá ložiska tvaru teček. Infekce může zasáhnout slzný kanálek a postoupit do podčelistních uzlin. Onemocnění se hojí v rádech týdnů, někdy i měsíců [25, 26].

**Oroglandulární forma.** Pro tuto formu tularémie je typické, že postihuje především dutinu ústní, hltan, tonzily a mízní uzliny. Často jsou popisovány tularémické angíny a faryngitidy. Tato forma vzniká především alimentární cestou, například požitím infikované vody, nedostatečně tepelně upraveného masa, mléka nebo výrobků z nich.

Počátek onemocnění může být také inhalační (zachycením aerosolových částic v nosohltanu a mandlích). Dojde-li k zánětu tonzil, projevem jsou povlaky různé barvy, nekrotizace tkáně a následně vznikají obtížně se hojící defekty. V ústní dutině může dojít k zánětu dásní, celé dutiny anebo orofaryngu. Ve všech případech dochází k povlaku a hypertrofii, jsou zasaženy přidružené uzliny a dochází k jejich otoku. Je důležité předejít spontánnímu prasknutí uzlin a provést jejich punkci nebo incizi [27].

**Abdominální forma.** Jelikož je pro bakterie velmi obtížné překonat všechny bariéry lidského těla, jedná se o poměrně vzácnou formu. Objevuje se v případě perorální infekce s velmi vysokou infekční dávkou nebo pokud je infekce zanesena skrze otevřenou ránu komunikující přímo s dutinou břišní. Onemocnění se projevuje nespecificky, někdy je uváděno tyfoidně a zpočátku může být zaměňováno s náhlou příhodou břišní. Provázet jej může jak zácpa, tak průjem. Břicho je napjaté a na pohmat bolestivé až peritoneální. I zde dochází k otoku místních uzlin a při jejich perforaci může dojít k akutní peritonitidě [25, 26].

**Plicní forma.** Předpokladem pro vznik této varianty je vdechnutí větší infekční dávky, která není dostatečně zachycena v nose a ústech a pokračuje dýchacími cestami až do plic. Klinický obraz je velmi nespecifický a záleží jak na lokalizaci, tak velikosti infekční dávky a vdechnutém poddruhu. Dojít může k zánětu všech struktur od hrtanu a průdušnici, přes průdušky a v nejhorším případě i plicní tkáně. V případě mírnějšího průběhu může toto onemocnění připomínat chřipku. Je-li zasažena plicní tkáň, tularémie se podobá pneumonii. Přidává se dušnost, hyposaturace, bolesti na hrudi a v zádech. Suchý kašel se často mění v produktivní s hnědým sputem. Zasažení větších částí plic nebo celých laloků je vzácné a souvisí s velkými infekčními dávkami. Ve vzácných případech může tularémie vést až k rabdomyolýze a septickému šoku [25, 26].

### *Diagnostika*

V případě diagnostiky tohoto onemocnění je velmi důležité pečlivé odebrání anamnézy, které nám dovolí již v počátcích pomýšlet na onemocnění jiné než běžně se vyskytující. Pokud se nejedná o kožní formu tularémie, tak je nápadným symptomem až

nadměrný růst uzlin. Všechny ostatní příznaky jsou nespecifické a snadno se zamění s jiným onemocněním [25, 26].

Hematologická ani biochemická vyšetření nám v případě tularémie příliš nepomohou, protože všechny hodnoty bývají v mezích nebo jen mírně vychýleny. Metoda přímého pozorování odebraných vzorků také není efektivní, protože tularémie se v živých hostitelích nevyskytuje v počtu pro jasně pozitivní výsledek. Pěstování exemplářů na chovné kultuře, je také problematické, protože bakterie tularémie jsou náročné na podmínky. Kultivaci je nutné provádět za přísně aerobních podmínek a agar je nutné doplnit o hemoglobin a cystein. Při podezření na tularémii je nutné pracovat ve stupni ochrany 2 nebo 3. Jasným potvrzením probíhající tularémie je aglutinační reakce s antigenem této bakterie. Jeho nevýhodou je ale možnost jeho provedení až v pozdější fázi onemocnění, stejně jako v případě kožního tularinového testu [25, 26].

#### *Terapie a prognóza*

Z důvodu nespecifických příznaků v prvních dnech až týdnech onemocnění můžeme pouze zmírňovat příznaky tohoto onemocnění, jakými jsou zvýšená teplota, slabost, bolest těla a kloubů (podobné chřipce). V akutní fázi je nutné reagovat na případné oběhové změny a často jsou postiženy ledviny. Téměř všechny formy tularémie jsou doprovázeny změnami na kůži. Není doporučeno chirurgické řešení. Místem, kde je ale naopak vyžadována intervence, jsou otoky mizních uzlin. Často je nutné přistoupit k jejich drenáži nebo incizi, protože v případě jejich spontánního prasknutí dochází k závažným komplikacím a mnohdy ke vzniku píštělí. Hospitalizaci pacienta často doprovází dlouhá a nákladná doba rekonvalescence [25, 26].

Nejlepší účinky v léčbě tularémie mají antibiotika. Mezi ty základní patří například streptomycin, gentamycin nebo doxycyklin. Z důvodu vysoké toxicity zmíněných antibiotik se v případě méně závažných forem doporučuje použití fluorochinolonů v podobě ciprofloxacinu. Ten se také jeví jako nejvhodnější lék u těhotných žen a dětí. V případě použití antibiotik má statisticky lepší účinek monoterapie než jejich



kombinace. Doba podávání antibiotik bývá obvykle do 14 dní. Relaps nebo neúspěšnost léčby se objevuje až u 30 % pacientů [25, 26].

Prognóza tohoto onemocnění závisí především na dostupnosti léčby, poddruhu, velikosti infekční dávky a bráně vstupu. S postupným rozvojem aminoglykosidových antibiotik a objevem streptomycinu klesla smrtnost i u těžkých průběhů tohoto onemocnění z 30 % na 3 %. Mortalita u neléčené infekce způsobené typem A je 60% [25, 26].

### *Zneužití a prevence*

Zneužití bakterie *Francisella tularensis*, a to především typu A pro potřeby biologického boje nebo bioterorismu je pravděpodobné. Centrum pro prevenci a kontrolu nemocí zařadilo tuto bakterii do nerizikovější kategorie A, kde sousedí s původcem moru, antraxu nebo viry hemoragických horeček. Důvodem je velký infekční potenciál. Přenos ze zvířete na člověka je snadný, vnímavost na toto onemocnění je všeobecná a u typu A postačuje velmi malá infekční dávka pro rozvoj život ohrožujícího stavu. Dá se snadno nalézt v přirozeném prostředí, kultivace je proveditelná a přenos aerosolem možný. Otázkou stále zůstává vakcinace. Pokusy o zhotovení vakcíny se již v minulosti objevily, ale buď není dostatečně ověřena jejich bezpečnost nebo nefungují vůči nejnebezpečnějšímu poddruhu bakterie [25, 26].

Výše popsaných okolností jsou si mocnosti vědomy, a proto tato bakterie neušla pozornosti vojenského výzkumu. Dle dostupných dat prvními byli Japonci následováni Sovětským svazem a Spojenými státy americkými. Dostupná jsou již data o modifikaci této bakterie, která se vyskytuje ve stabilnější formě a umožňuje jednodušší rozptyl. Rezistence vůči velkému množství antibiotik je dnes také známá [25, 26].

Zpráva Světové zdravotnické organizace, dále jen „WHO“ již ze 70. let 20. století uvádí, že pokud by došlo k rozprášení aerosolu nad městem, které má přibližně 5 milionů obyvatel, následně by došlo k úmrtí 20 tisíc jeho obyvatel a vážně postiženo by bylo 250 tisíc lidí. Letalita se v tomto případě odhaduje na 7,5 % [28].

V případě prevence proti tomuto onemocnění se bavíme především v rovině veterinární a hygienické. V případě selhání těchto opatření nebo biologického útoku je nejdůležitější včasná diagnostika a antibiotická léčba. V tomto ohledu zní nadějně systém Biological Aerosol Warning System a jemu podobné, které se snaží vyvíjet nejen armády Severoatlantické aliance, a které slouží ke kontinuální detekci biologických agens ve vzduchu pomocí fluorescence [25, 26].

### **Infekční onemocnění podléhající systému epidemiologické bdělosti**

Jejich úplný výčet je dán vyhláškou 473/2008. Pro potřeby práce je uvedeno pouze pět nejčastěji se vyskytujících na území hlavního města. [3].

*Plané neštovice* původcem jejichž onemocnění je obalený virus *Varicella zoster*, jsou tzv. dětskou nemocí, která má většinou příznaků mírný průběh. Typickými projevy je horečka nebo pro tuto nemoc specifická kožní vyrážka. V případě infekce ve vyšším věku jsou příznaky závažnější. I po vyléčení je virus ukryt v těle a jeho reaktivací se může projevit tzv. pásový opar. Toto onemocnění je přenášeno především kapénkami nebo transplacentárně. [3, 6].

*Kampylobakteriíza* je přenášena především alimentárně pomocí gram negativních tyčků původce *Campylobacter jejuni*. K přenosu dochází přímo od infikovaných zvířat nebo požitím nedostatečně tepelně opracovaných masných nebo mléčných výrobků. Typickými příznaky jsou horečka, kolikovitá bolest břicha, krvavé průjmy a následná dehydratace, která je při běžném průběhu onemocnění hlavní komplikací [3, 8].

*Salmonelóza* je další nemocí, která se přenáší především alimentární cestou, především z nedostatečně tepelně upravených pokrmů. Původcem je také gram negativní tyčka *Salmonella enteritidis*, která vyvolává příznaky jako horečka, vodnaté průjmy, bolesti břicha a někdy i zvracení. Hlavní komplikací tohoto onemocnění je také dehydratace [3, 8].

*Virové střevní infekce* jsou velmi častou příčinou akutních gastroenteritid u dětí do pěti let věku a u dospělých vyvolávají tzv. cestovatelské průjmy. Původci jsou především obalené notaviry a noroviry. Cesta jejich přenosu je kapénkami a fekálně-orální. Klinické

příznaky jsou nespecifické a jsou jimi horečka, zvracení, vodnatý průjem a plynatost. Komplikací těchto onemocnění je dehydratace [3, 8].

*Příušnice* jsou způsobené obaleným paromyxovirem a přenášeny kapénkami. Typické pro toto onemocnění je otok slinných žláz a možné postižení centrální nervové soustavy. Dalšími příznaky jsou například horečka, nevolnost nebo malátnost. Vážnou komplikací tohoto onemocnění může být septická meningitida [3, 8].

## **3.2 Dezinfekce**

Dezinfekci rozdělujeme podle konkrétní epidemiologické situace na *běžnou* a *speciální*. Běžná dezinfekce je součástí standardních technologických a pracovních postupů. Má za cíl předcházet vzniku a šíření infekčních onemocnění. Speciální dezinfekce se řadí do odborných činností a cílí na likvidaci původců nákazy v jejich ohnisku. Podmínky jejího provádění upravuje zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 306/2012 Sb., o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče [1, 2, 29].

### **3.2.1 Běžná ochranná dezinfekce**

Provádí se standardně i za stavu, kdy není detekováno žádné infekční onemocnění a je součástí komplexních hygienických opatření. Ochrannou dezinfekci mohou pro svou potřebu provádět pověřené osoby. V případě provádění ochranné a ohniskové dezinfekce, musejí tyto osoby absolvovat kurz. Nutnost absolvování kurzu se nevztahuje na zdravotnické pracovníky, kteří provádějí dezinfekci a sterilizaci jako součást jiných pracovních postupů. V případě poskytování ochranné dezinfekce za úplatu je nutné udělení koncese živnostenským úřadem [1, 29].

### **3.2.2 Speciální ochranná dezinfekce**

Tento druh dezinfekce je zaměřen na zneškodňování mikroorganismů a jejich zárodků v ohnisku nákazy. Jedná se o specializovanou činnost. Pro její dostatečnou

účinnost je nezbytné znát a vycházet z informací o vlastnostech nejen infekčních nemocí, ale také dezinfekčních přípravků. Důležité je kalkulovat také s nepříznivými vedlejšími účinky dezinfekčních přípravků, a to nejen na zdraví, ale také dezinfikovaný materiál. Podle časového sledu se dělí na průběžnou a konečnou ohniskovou dezinfekci [1, 29].

#### **Průběžná ohnisková dezinfekce:**

Její cílem je zneškodňování infekčních agens, které vylučuje infekční člověk, nosič nebo zvíře do svého okolí. Tento proces probíhá od okamžiku vylučování agens, až po jeho ukončení. Mnohdy je tento proces delší než trvání klinických příznaků a vede k ochraně osob a zvíře žijící v okolí nemocného. Ve zdravotnickém zařízení je tato činnost prováděna skrze zdravotnický personál. V případě domácího léčení infekčního pacienta, vykonávají dezinfekci členové rodiny, kteří musejí být o provádění dezinfekce řádně poučeni a vybaveni potřebnými přípravky a aplikátory [1, 29].

#### **Konečná ohnisková dezinfekce**

Jedná se o jednorázovou činnost, kterou je prostředí, v němž se nosič infekce pohyboval, zbaveno mikroorganismů. Na rozdíl od průběžné ohniskové dezinfekce bývá důkladnější a obsáhlejší [1, 29].

### **3.2.3 Způsoby dezinfekce**

#### **Fyzikální dezinfekce**

Postupy zařazené do fyzikální dezinfekce jsou výhodné zejména z pohledu škodlivých účinků na okolní prostředí. Mikroorganismy jsou usmrcovány především za použití suchého nebo vlhkého tepla nebo záření. Druhým způsobem je využití fyzikálních vlastností materiálů a mechanických postupů. Řadíme sem:

- **var ve vodě** za atmosférického tlaku po dobu 30 minut;
- **var v přetlakových nádobách** po dobu 20 minut;

- **dezinfekci v mycích, pracích nebo parních přístrojích** při teplotě vyšší než 90 °C;
- **proud horkého vzduchu** o teplotě 110 °C po dobu 30 minut;
- **pasterizaci**, která se provádí třemi způsoby: zahřátí na 60-75 °C po dobu 30-120 minut, zahřátí na 85-90 °C po dobu 1-5 sekund v závislosti na zpracovávaném subjektu, zahřátí na 134 °C na několik sekund s následným rychlým zchlazením;
- **UV záření** pomocí germicidních zářivek se zářením o vlnové délce 253,7-264 nm. Výhoda tohoto záření je, že neproniká pevnou hmotou a působí pouze na ty povrchy, které jsou jím ozářené. Nevýhodou je negativní působení nečistot nebo usazeného prachu na výsledek. Negativní účinky má také vlhkost vzduchu, teplota proudění vzduchu nebo brava povrchu. Ve vodě působí do hloubky 0,1-1,0 mm. Mechanismus jeho účinku tkví ve vzniku peroxidu vodíku, ozonu a oxidu dusíku, díky čemuž reaguje s nukleovou kyselinou mikroorganismů a způsobuje v ní reverzibilní i ireverzibilní změny. Nejcitlivější na UV záření jsou streptokoky a stafylokoky. Dobře citlivé jsou také viry chřipky a polia;
- **použití filtrů** s různou velikostí pórů, kterými propouštějí filtrovaný vzduch nebo tekutiny (lze dosáhnout především baktericidních a fungicidních účinku);
- **žihání v plameni a spalování**, využívá se pouze u speciálních technologických postupů a podmínek;
- **další mechanické způsoby** jako vysávání, odpařování nebo suché otírání [2, 13, 29].

### **Fyzikálně-chemická dezinfekce**

V tomto případě jsou mikroorganismy ničeny současným působením fyzikálních a chemických postupů. Mezi tyto metody patří **paroformaldehydová dezinfekční komora**, při níž se využívá vodní páry o teplotě 45-75 °C společně s parami formaldehydu. Tato metoda je vhodná pro dezinfekci textilu, matrací, kožených, kožešinových, vlněných a umělohmotných materiálů. Dalším způsobem je využití **pracích, mycích a čistících strojů**. V nich probíhá dezinfekce za teplot do 60 °C s využitím chemických přísad [2, 29].

## Chemická dezinfekce

Zde jsou mikroorganismy ničeny pomocí roztoků nebo aerosolů chemických látek o dané koncentraci a době působení pro určité spektrum dezinfekční účinnosti. Tato metoda je určena pro použití vyškolenými profesionály nebo malospotřebiteli. Oblast a způsob použití lze nalézt v několika dokumentech. Těmi základními jsou návody výrobce, příbalové informace nebo bezpečnostní listy. V případě nerespektování vnějších a vnitřních faktorů ovlivňujících proces dezinfekce, může být výrazně ovlivněna její účinnost. Mezi základní pravidla nutná dodržet v případě této metody patří:

- účinek chemické dezinfekce může nepříznivě ovlivnit přítomnost jiných jak organických, tak anorganických látek;
- nezbytné je držet se informací uvedených výrobcem, jednotlivé dezinfekční přípravky se mezi sebou liší různou mírou účinnosti na jednotlivé druhy nebo skupiny mikrobů;
- na různé skupiny chemických látek je v mikrobiální populaci různá úroveň odolnosti, ať už získaná nebo přirozená, a proto je nutné dezinfekční přípravky pravidelně střídat;
- zásadní je výběr správné aplikační techniky a řádné proškolení pracovníků provádějících tento typ dezinfekce [2, 29].

Mezi základní metody, kterými se dají aplikovat dále popsané chemické přípravky, se řadí:

- **mokrý otírání** patří mezi nejjednodušší způsoby, kdy kontaminované místo otíráme textilií nebo jiným savým materiálem napuštěným požadovaným dezinfekčním přípravkem;
- **postřík** je metodou, kdy se většinou roztok s naředěným dezinfekčním přípravkem využívá k potřísnění kontaminované plochy. Jedná se o hojně využívanou metodu například základními složkami IZS. Dezinfikované plochy je následně nutné opláchnout;

- **pěnování** funguje stejně jako postřik, jen nanášený prostředek je ve formě pěny. Výhodou této aplikace je, že pěna vydrží nějaký čas i na svislých plochách a nestéká. Následně je také potřeba provést opláchnutí;
- **aerosol/logování** je metoda, při které je do kontaminovaného prostoru aplikován přípravek ve formě aerosolu. Aerosol je směs pevných nebo kapalných částic v plynu, velikost těchto částic může být různá. V rámci této metody se v posledních letech hovoří o aplikaci dezinfekčního přípravku pomocí tzv. **suché mlhy**. V tomto případě jsou částice přípravku dostatečně malé na to, aby nedocházelo ke smáčení dezinfikovaných ploch;
- **generování ozonu** generátory je v pandemii onemocnění COVID19 velmi populární metodou, především pro svoji jednoduchost [13, 29, 30, 31].

### Druhy chemických látek využívaných pro chemickou dezinfekci

#### *Hydroxidy a jiné alkálie*

Účinek těchto látek závisí především na koncentraci jejich volných OH iontů, respektive jejich pH. Velmi účinné jsou roztoky s pH vyšším než 12. Jejich předností je malá míra ovlivnění účinnosti přítomností jiných organických látek a schopnost rozpouštět tuky a vosky. Pro tyto své vlastnosti jsou používány jako příměs jiných dezinfekcí ke zvýšení jejich účinnosti. Tyto látky jsou korozivní a nevhodné pro živou tkáň. Mezi hydroxidy a jiné alkálie patří:

- **louh sodný** (NaOH) používaný za vyšších teplot při nízké koncentraci v rozmezí 1–6 %;
- **louh draselný** (KOH);
- **vápenné mléko** (hydroxid vápenatý  $[Ca(OH)_2]$  využíváný v koncentracích 10–20 %;
- **uhličitan sodný** ( $Na_2CO_3$ ) využíváný ve 2% koncentraci při expozici trvající 10–15 minut [29].

## *Kyseliny a některé jejich soli*

Mají především mikrobicidní účinek, který závisí hlavně na koncentraci vodíkových iontů a aniontů. Způsob dělení kyselin, vhodný pro potřeby dezinfekce, je dělení na kyseliny organické a anorganické. U každé z těchto skupin sledujeme jejich hlavní charakteristickou vlastnost. Pro kyseliny anorganické je to hodnota pH a pro organické míra oxidačního potenciálu. V případě peroxokyselin můžeme sledovat účinky sporicidní. Některé z těchto látek mají výrazně korozivní efekt. Řadíme mezi ně:

**1) Anorganické kyseliny** – jejich mikrobicidní účinek je významný, ale jejich používání je limitováno jejich dráždivými a korozivními účinky.

- **kyselina chlorovodíková** (HCl) se používá k dezinfekci v koncentraci 2,5-15 %. Doba expozice při teplotách 30-40 °C činí 40 hodin;
- **kyselina dusičná** (HNO<sub>3</sub>) se používá ve 2% koncentraci a při teplota 40 °C je doba expozice 2 h;
- **kyselina sírová** (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) se používá v 5% koncentraci;
- **kyselina chromsírová** se využívá k dezinfekci skla a porcelánu. Jedná se roztok dichromanu draselného v kyselině sírové;
- **kyselina chromová** (H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) se využívá ve velmi nízkých koncentracích 0,04 %;
- **kyselina boritá** (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) je známá jako borová voda nebo borax a využívá se jako antiseptikum například v očních kapkách (koncentrace 1-4 %) nebo mastech a zásypech (koncentrace 10-20 %).

**2) Organické kyseliny** – nejčastěji se využívají jako konzervanty nebo antiseptika.

- **v potravinářském průmyslu** se jako konzervanty využívají především kyseliny: sorbová, octová, citronová, undecylová, benzoová;
- **chemické průmyslu** se jako konzervanty využívají především tyto organické kyseliny: methylparaben, ethylparaben, butylparaben nebo kyselina mravenčí. Některé organické kyseliny se využívají k léčebným účelům, a to například kyselina propionová nebo mléčná;
- **organické peroxokyseliny** – jsou organické kyseliny, u nich je jejich hydroxidová skupina OH nahrazena skupinou OOH. K tomu dojde přidáním molekuly kyslíku a většinou prostřednictvím elektrolytické oxidace. Díky tomu se zvýší jejich oxidační



potenciál. V kontextu dezinfekce je velmi známá kyselina peroctová. Ta má úplné spektrum dezinfekční účinnosti a jako přípravek persteril se vyrábí od roku 1966 [29, 32].

### *Oxidační prostředky*

U těchto dezinfekčních prostředků se využívá jejich oxidačního potenciálu a schopnosti vázat na sebe elektrony jiných látek, čímž dochází k jejich oxidaci. Působením oxidačních prostředků dochází k inaktivaci bakteriálních enzymů a oxidačnímu štěpení látek nezbytných pro život buňky. Patří sem:

- **ozon** je bezbarvý plyn charakteristického zápachu, který má baktericidní, sporicidní, virucidní a protozoocidní účinek. Využívá se především k dezinfekci vody a v posledních letech se experimentuje s jeho použitím v rámci dekontaminace prostředí a materiálů. Jeho účinek je vyšší za nižších teplot a je obtížně rozpustný ve vodě. Jeho výroba probíhá pomocí ionizátorů. Jeho nevýhodou je vysoká toxicita;
- **peroxid vodíku** je znám převážně jako vodný roztok využívaný jako antiseptikum. Vyráběn je také jako tuhé aditivum ve sloučenině s kyselinou močovou. Má baktericidní a virucidní účinek. Při jeho užití se rychle rozkládá na kyslík a vodu. Právě velmi rychlé až bouřlivé uvolňování kyslíku působí antisepticky;
- **manganistan draselný** (jinak také hypermangan) je využíván ve formě vodného roztoku ke kloktání a čištění ran. Má baktericidní, virucidní a fungicidní účinek. Při kontaktu s organickými látkami dochází k uvolnění kyslíku [29].

### *Halogeny*

Do těchto dezinfekčních přípravků patří sloučeniny halogenů, jako které označujeme fluor, chlor, brom a jód. Tyto prvky rády tvoří soli a reagují s většinou kovů. Na tom je založen mechanismus jejich účinku. Pro mikroorganismy je toxická nejen vzniklá halogenní sloučenina, ale také oxidační proces, který tento děj většinou doprovází. Zástupci halogenů se nacházejí ve třech základních skupinách:

1. **Fluoridové přípravky** jsou nejreaktivnější a nejtoxičtější. Používají se v nízkých koncentracích. Z důvodu vysoké elektronegativity fluoru jsou jeho sloučeniny v přírodě sporadické a jejich drtivá většina je uměle vyrobena.
  - **fluorid sodný** je jednou z neznámějších a nejvyužívanějších sloučenin fluoru. Jedná se o tuhou, bezbarvou a poměrně levnou látku využívanou jako antiseptikum a aditivum zubních past.
2. **Chlorové přípravky** jsou hojně využívány a ro především a dezinfekci jak pitných, tak odpadních vod.

**Chlornany** známé také jako soli kyseliny solné.

- **chlorové vápno** je pouze částečně rozpustné ve vodě a využívá se především pro dezinfekci vod a k hrubé dezinfekci fekálií;
- **chlornan sodný** je účinný dezinfekční prostředek s bělicím účinkem. Má výraznou baktericidní, fungicidní a virucidní účinnost.

**Chloraminy** jsou organické sloučeniny chlóru s baktericidním, fungicidním a virucidním působením. Uchovávají se ve formě prášku z důvodu nestálosti vodných roztoků. Patří sem například dichloramin nebo chlorid dusitý.

**Další** sloučeniny chloru využívané pro potřeby dezinfekce a sterilizace jsou například deriváty kyseliny izokyanurové nebo chlordioxid.

### 3. **Bromové přípravky**

- **bromová voda** je nasycený vodný roztok brom, který se využívá k povrchové dezinfekci;
- **bromové tablety** jsou využívány pro úpravo teplých bazénových vod;
- **bronopol** je využívám jako konzervační látka v kosmetickém průmyslu.

### 4. **Jodové přípravky** jsou pro své vlastnosti využívány jako antiseptika. Jejich nevýhodou je toxicita. Zabarvují také materiály a jsou korozivní. Mají baktericidní, fungicidní i virucidní účinnost.

- **lugolův roztok** je dříve hojně užívané antiseptikum používané na sliznice. Jedná se o roztok jodu a jodidu draselného ve vodě;
- **jodová tinktura** se používá také jako antiseptikum, a to především k dezinfekci ran. Jedná se o lihový roztok jodu a jodidu draselného v ethanolu

- **jodovaný povidon** je komplex jodu a polymeru. Používá se rozpuštěný ve vodě nebo ethanolu. Jeho výhodou je větší stabilita a menší toxicita než u výše zmíněných jodových dezinfekcí. Jeho roztok je znám například jako Betadine nebo Jodisol [29, 32].

### *Sloučeniny kovů*

V těchto dezinfekčních prostředcích se využívá především těžkých kovů a jejich oligodynamického efektu. To znamená, že i při velmi nízkých koncentracích těžkého kovu v roztoku, dochází k jeho vstřebávání povrchem bakterie. Následně dochází ke koagulaci bílkovin a inaktivaci enzymů bakterie. Výraznější účinku dosahují těžké kovy u gramnegativních bakterií. Na spory mikrobů, mykobakterie, některé plísňe a enteroviry nepůsobí. Rozdělujeme je do čtyř skupin:

#### **1. Sloučeniny rtuti**

Jejich největší nevýhodou je vysoká toxicita rtuti, a proto je snaha nahradit její sloučeniny jinými přípravky. Její účinky jsou bakteriostatické. Dnes jsou využívány v především očním a kožním lékařství jako aditiva mastí nebo ve stomatologii jako součást amalgámu. V současné době, vzhledem ke snaze snížit expozici těžkými kovy, je jejich použití velmi omezené.

**2. Sloučeniny stříbra** mají široké užití jako příměsi dalších materiálů, antiseptika nebo pro čištění vody. Jejich téměř baktericidní a fungicidní účinky jsou známy již od starověku, kdy bylo stříbro využíváno především pro dezinfekci vody. Jsou součástí řady speciálních obvazů.

- **duičnan stříbrný** se využívá v prevenci u novorozenců k vykapání spojivkového vaku, tzv. kredeizace.

**3. Sloučeniny mědi** mají baktericidní a fungicidní účinek. Využívají se především pro konzervace ve farmaceutickém průmyslu nebo dezinfekce pro plavecké bazény.

**4. Sloučeniny cínu** jsou z důvodu toxicity používány k cílené dezinfekci. Používají se především k technické konzervaci například dřeva nebo kůží. Jako aditiva se přidávají do nátěrů nebo omítek [29].

### *Alkoholy a étery*

Jsou využívány pro jejich schopnost koagulovat a denaturovat bílkoviny. Působí baktericidně, fungicidně, částečně virucidně a rozpouštějí tuky. Nelze využít koncentrovaných roztoků, je nutné je míchat s vodou. Je možné mísit je i s jinými dezinfekčními přípravky. Jsou hořlavé. Využívají se především k dezinfekci rukou a menších ploch:

- **ethylalkohol** se využívá k dezinfekci pokožky v 70% koncentraci. Je využitelný v čisté i denaturované podobě;
- **propylalkohol, isopropanol a n-propanol** se také využívají k dezinfekci pokožky, především rukou. Oproti ethylakoholu mají lepší dezinfekční účinky, méně vysušují pokožku a využívají se v nižší koncentraci, a to 50-60%. Využívají se ve směsích s jinými přípravky;
- **triethylenglykol** se využívá k dezinfekci ovzduší. Vhodné je využít páry tohoto alkoholu, které mají lepší účinek než aerosol. Optimální vlhkost vzduchu pro jeho použití je 40 %. Není toxický ani dráždivý pro člověka [29].

### *Aldehydy*

Jedná o látky hojně využívané jako příměsi jiných dezinfekčních přípravku. Jejich baktericidní, virucidní a fungicidní působení je způsoben inaktivací buněčných enzymů:

- **formaldehyd** je bezbarvý plyn štiplavého zápachu, jehož vodný roztok je nazýván formalín. Ve formě par byl používán k prostorové dezinfekci interiérů. Pro jeho optimální působení je důležité minimalizovat přítomnost organických látek a zajistit relativní vlhkost vzduchu na úrovni 60-80 %. Jeho negativní vlastností, pro kterou se od jeho užívání ustupuje, je jeho karcinogenita a mutagenita. Jeho použití se nedoporučuje k velkoplošné dezinfekci v prostorech, kde se vyskytují lidé nebo zvířata. Pokud se k dezinfekci používají přípravky obsahující formaldehyd, je nutné zajistit dostatečné větrání a roztoky uchovávat v zakrytých nádobách. Dnes se formaldehyd využívá především při formaldehydové sterilizaci. Tento proces probíhá prostřednictvím plynné směsi formaldehydu a vodní páry při teplotě 60-80 °C a podtlaku. Je doporučen například pro sterilizaci termolabilních materiálů,

kovových nebo optických přístrojů. Výhodou plynného formaldehydu je, že působí pouze povrchově;

- **glutaraldehyd** je látka olejového charakteru, která je dobře rozpustná ve vodě. Používá se ve 2% koncentraci k vyššímu stupni dezinfekce a je častou součástí dezinfekčních přípravků používaných k plošné dezinfekci nástrojů a endoskopů. Má baktericidní, sporicidní, virucidní a fungicidní účinek. Jeho výhodou je absence korozivních účinků a nepoškozuje optiku. Pro dosažení antimikrobiálních účinků je nutná jeho alkalizace na pH 8. Alkalizovaný glutaraldehyd je možné skladovat pouze po dobu 14 dní [29, 32].

#### *Cyklické sloučeniny*

Mají baktericidní účinky především proti grampozitivním bakteriím. Fungicidně působí pouze některé a virucidně sporadicky. Jejich účinek je strmě snížen přítomností organických látek. Zvyšování teploty, kyselé prostředí a přítomnost anorganických solí naopak účinnost zvyšují. Jejich účinek je založen na inaktivaci enzymů a koagulaci protoplazmy. Do buňky se dostávají rozpuštěním lipidové stěny. Mezi tyto přípravky patří fenoly, alkyfenoly, kresoly, difenyly, chlorfenoly, salicylové deriváty, difenylderiváty, chinoliny, furanové deriváty, akridimová barviva, hexachlorfen, chlorhexidin a pycloxydin:

- **fenol** je znám ve formě bezbarvých až narůžovělých krystalků charakteristického zápachu. Rozpustný je v organických rozpouštědlech jako líh nebo éter, ve vodě se rozpouští špatně. Pro jeho vysokou toxicitu se již dnes neužívá pro potřeby dezinfekce, ale je součástí některých konzervačních roztoků. Jedná se o jeden z nejstarších dezinfekčních přípravků a je dle něj stanovován fenolový koeficient, který nám udává baktericidní účinek chemické látky v poměru k fenolu;
- **chlorhexidin** má baktericidní a fungicidní účinek. Využívá se jako antiseptikum pro dezinfekci povrchů a je používán jako hlavní složka kombinovaných dezinfekčních přípravků k dezinfekci pokožky. Jeho výhodou je, že organická látka jeho účinnost výrazněji nesnižuje [29].

## *Tenzidy*

Jsou povrchově aktivní látky vyrobené z přírodních nebo syntetických látek. Tenzidy jako takové se vyrábí z rostlinných a živočišných tuků. Jejich synteticky vyrobené ekvivalenty se označují saponáty. Nejznámějšími zástupci jsou mýdla. Ta nejsou vhodná pro samostatné použití k dezinfekci pokožky, protože po jejich aplikaci může vzniknout film, pod kterým mohou některé mikroorganismy přežívat. Dalším důvodem je vznik rezistence při jejich dlouhodobém užívání. Pro své účinky jsou vhodné jako příměs jiných dezinfekčních přípravků, kdy zvyšují jejich účinnost. Jejich účinek je založen na vazbě s buněčnými bílkovinami obsaženými v buněčné stěně a protoplazmatické membráně. Následně dochází k inaktivaci enzymů bílkovin a narušení propustnosti buněčné stěny. Přesný mechanismus účinku dále závisí na jejich struktuře a elektrochemické povaze. Rozlišujeme tenzidy anionaktivní, kationaktivní amfoterní a neionogenní [29].

## *Další*

V posledních dvaceti letech se do centra pozornosti dostává nejen účinnost dezinfekčních látek, ale především jejich toxicita a biologická odbouratelnost:

- **glukoprotamin** je aminoderivát, který byl poprvé syntetizován v roce 1990 a základem pro jeho výrobu jsou v přírodě běžně se vyskytující látky. Je užíván především v lékařství, ale také průmyslu. Je vhodný pro dezinfekci většiny materiálů, nástrojů a ploch. Glukoprotamin není dráždivý ani alergizující a je dobře biologicky odbouratelný. Dle Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj, dochází k jeho úplnému biologickému odbourání, bez vzniku stabilních meziproductů. Má baktericidní, fungicidní, tuberculocidní, mykobaktericidní a částečně virucidní účinek. Mezi výhody jeho užití patří kromě jeho toxikologických a biologických vlastností především absenci lepivého efektu, pachová neutralita, materiálová snášenlivost a čistící vlastnosti. Díky jeho čistícímu výkonu, je možné ho použít i v přítomnosti organických látek nebo jiných nečistot;
- **octenidindihydrochlorid** je bezbarvý a bez zápachu. Jeho účinek je založen na narušení buněčné stěny mikroorganismů, a proto má baktericidní, fungicidní a

omezeně virucidní (pouze proti obaleným virům) vlastnosti. Je používán především k dezinfekci pokožky, sliznic a ran. Neodpařuje se, a proto působí reziduálně, a to až 24 hodin po aplikaci. Nepředstavuje toxikologické riziko, nevyvolává alergie a jeho účinek neovlivňují interferující substance [29].

### **3.2.4 Obecný postup dezinfekce dopravních prostředků převážejících potenciálně infekčně nemocné**

Potřeba dezinfikovat vozidla určená k přepravě nemocných jako jsou sanitní vozy zdravotnických záchranných služeb, zdravotnických dopravních služeb a poskytovatelů přepravy pacientů neodkladné péče, vychází z vyhlášky č. 306/2012, kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče. O problematice dezinfekce dopravních prostředků pojednává §10 odstavec 7. Ve výše zmíněných vozidlech se podle vyhlášky provádí úklid a dezinfekce. Detailní rozpis upravují interní dokumenty jednotlivých organizací:

- před zařazením do služby;
- jedenkrát denně v kabině řidiče i prostoru pro pacienta;
- vždy a před dalším převozem v případě kontaminace biologickým materiálem;
- vždy po převozu fyzické osoby s podezřením nebo s potvrzeným infekčním onemocněním (v tomto případě se provádí dezinfekce patientského prostoru dezinfekčním přípravkem s minimálně virucidním účinkem);
- běžná ochranná dezinfekce a deratizace se provádí s ohledem na možné šíření infekčních onemocnění dle provozního řádu poskytovatele zdravotní služby [2, 29].

Při provádění dezinfekce je vhodné dodržet několik zásad:

- dezinfekce na základě doporučení výrobce vozidla;
- dezinfekce lékařských přístrojů a dalšího zařízení podle doporučení výrobce;
- používání dezinfekčních přípravků výhradně v koncentracích a expozičních dobách doporučených výrobcem;

- přístroje, které nemohou být dezinfikovány nebo by po případné kontaminaci museli být vyměněny lze překrýt plastovým obalem a měnit po každé směně nebo při viditelné kontaminaci;
- při provádění čistění a dezinfekce se vyhnout činnostem, při kterých je možnost vzniku infekčního aerosolu;
- používat ochranu dýchacích cest (rouška, respirátor, obličejová maska), ochranu očí a jednorázové rukavice;
- viditelné tělní tekutiny (zvratky, tělní sekrety a exkrekty, případně jiné) nejdříve otřít absorpčním materiálem a následně dezinfikovat a čistit;
- po provedení dezinfekce prostor důkladně vyvětrat mimo prostory přístupné veřejnosti [2, 29].

### 3.3 Zdravotnická záchranná služba

#### 3.3.1 Definice a systém ZZS

ZZS patří mezi základní pilíře systému zdravotnictví v České republice a její poskytovatelé jsou také jednou ze základních složek IZS. Její role v rámci řešení postižení zdraví, nejen infekčními agens, je nezastupitelná. Podmínky pro poskytování ZZS, její definici, podmínky a práva a povinnosti zainteresovaných subjektů upravuje zákon č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě. Ten říká, že *„ZZS je zdravotní službou, v jejímž rámci je na základě tísňové výzvy, není-li dále stanoveno jinak, poskytována zejména přednemocniční neodkladní péče osobám se závažným postižením zdraví nebo v přímém ohrožení života:“* Mezi základní činnosti nepatří tedy „pouze“ poskytnutí nepřetržité zdravotní péče a případný následný transport k cílovému poskytovateli akutní lůžkové péče, ale také musí být připravena na případné mimořádné události a v případě jejich vzniku také na řízení a organizaci přednemocniční neodkladné péče. Pro tyto účely poskytovatel ZZS vytváří traumatologický plán [33, § 2].

Pro plnění svých povinností je ZZS financována ze třech zdrojů. Prvním je veřejné zdravotní pojištění, ze kterého jsou placeny uhraditelné poskytnuté zdravotní služby. Druhým zdrojem je státní rozpočet. Ten poskytuje finance na přípravu a řešení



mimořádných událostí a krizových situací. Státním rozpočtem je financován také provoz letadel (vrtulníků), které pro ZZS smluvně zajišťuje ministerstvo. Posledním zdrojem je rozpočet kraje, který zajišťuje všechny ostatní finanční výdaje [33].

Zřizovatelem ZZS je kraj, který je také povinen zajistit její nepřetržitou dostupnost na základě plánu pokrytí území kraje výjezdovými základnami. Tento plán stanovuje počet a rozmístění výjezdových skupin v rámci kraje a musí být aktualizován nejméně jednou za dva roky. Dojezdová doba je stanovena zákonem na maximálně 20 minut a počítá se od převzetí výzvy výjezdovou skupinou. Dodržena nemusí být pouze v případě neočekávaných dopravních nebo povětrnostních podmínek nebo v dalších případech hodných zvláštního zřetele. V takovém případě si poskytovatel žádá pomoc od ostatních složek integrovaného záchranného systému. ZZS může kraj poskytovat také prostřednictvím ZZS jiného kraje, pokud spolu uzavřou písemnou smlouvu nebo skrze poskytovatele zdravotních služeb, který má podle zákona o zdravotních službách právo provádět přepravu pacientů neodkladné péče. Tato spolupráce probíhá na základě dohody [33].

### 3.3.2 Specifika ZZS HMP

ZZS HMP vznikla v roce 1857 a jedná se nejen o nejstarší záchrannou službu v rámci České republiky, ale také ve světě. V současné době má přibližně 500 zaměstnanců, z nichž ve výjezdových skupinách jich je 360 a 35 z nich jsou ženy. Průměrný dojezdový čas činí 8,2 minuty a při 209 tisících voláních na tísňovou linku, řešily výjezdové skupiny v roce 2019 128 tisíc událostí. Letecká záchranná služba byla přítomna u 603 událostí. Jelikož je alokována v hlavním městě, které je největší v republice, má oproti jiným záchranným službám určitá specifika. Největším rozdílem je počet událostí na základě společensky negativních fenoménů, jakými jsou např. alkohol, drogy nebo násilí. Vyšší nároky na posádky klade také přítomnost velkého počtu cizinců. Pracoviště krizové připravenosti je zatíženo především z důvodu vysokého počtu měkkých cílů. Pro potřeby mimořádných a krizových událostí ZZS HMP pořídila v minulosti několik modulů pro hromadná neštěstí. Poslední z nich je vozidlo „Fénix“. Jedná se o vůz Mercedes-Benz Atego, které je speciálně upraven pro hromadný transport osob. Do

vozu se vejde až 12 ležících osob intenzivního charakteru, u kterých může probíhat oxygenoterapie a kontinuální monitorace základních životních funkcí. Tento modul pro hromadná neštěstí našel své uplatnění především za současné pandemie onemocnění COVID-19, kdy je využíván pro mezinemocniční transporty pacientů. Dalšími zajímavými parametry záchranné služby je vytiženost posádek, která činí v Praze přibližně 13 výjezdů za 24 hodin, zatímco republikový průměr je 5,5. Vysoké nároky jsou kladeny také na přesnost zdravotnického operačního střediska (dále jen „ZOS“), protože v Praze je řešeno přibližně 85 % výjezdů posádkami bez lékaře, zatímco celorepublikový průměr je 45 % [34, 35, 36].

### 3.3.3 Převoz pacienta s infekčním onemocněním na ZZS HMP

Výjezdové skupiny byly a jsou vybaveny pro běžné výjezdy základními OOPP jako uniforma, ústenka, brýle a vyšetřovací rukavice nebo v případě VNN celotělovými obleky doplněnými respirátory nebo celoobličejovými maskami. U výzev, ve kterých bylo od počátku žádoucí zasahovat v pokročilých ochranných prostředcích, využívala ZZS HMP služeb soukromé společnosti (tu aktivuje orgán ochrany veřejného zdraví). Za pandemického stavu onemocnění COVID-19, ke kterému se z počátku přistupovalo jako k VNN, se ale tato praxe musela změnit. V následujícím odstavci je uveden způsob transportu pacienta s podezřením na VNN z ledna roku 2019 [37, 38].

Výjezdové skupiny ZZS HMP byly podle původního plánu vyčleněny pouze pro transport kontaktů infekčního pacienta s podezřením na VNN. Pokud orgán ochrany veřejného zdraví nerozhodl jinak, zásah měl být veden v nejvyšším stupni ochrany, což je celotělový oblek doplněný celoobličejovou maskou. Pacienti měli být primárně směřováni na infekční kliniku nemocnice na Bulovce. Dezinfekci vozidla po zásahu prováděla společnost Amfion a.s. nebo probíhala vlastními silami [39].

Dále bude blíže popsán nejen způsob převozu pacienta s podezřením nebo potvrzeným onemocněním COVID-19, ale také činnosti, které tomu předcházejí. K těmto pacientům se vyjíždělo v nejvyšším stupni ochrany dostupném na ZZS HMP a bylo nutné tomu přizpůsobit dosavadní systém práce. Také tyto postupy se během

pandemie měnili, pro stručnost jsou uvedeny pouze ty aktuální z 9. března roku 2021 [40].

## **Příprava**

Nedílnou součástí, která předchází samotné přípravě výjezdové skupiny, je práce ZOS. Operátoři a operátorky u každé tísňové výzvy zjišťovali, zda se v posledních deseti dnech neobjevily u volajícího typické příznaky pro onemocnění COVID-19, případně zda byl proveden test na toto onemocnění. Na základě těchto informací jsou výzvy řazeny do čtyř kategorií, a to „K1, K2, K3 nebo K?“. V případě K1 se jedná o pacienta bez příznaků akutní respirační infekce (dále jen „ARI“), jako jsou horečka, dušnost, kašel, ztráta čichu/chuti aj. a dále se jedná o pacienta bez provedeného testu nebo s testem negativním. Jako K2 je označena výzva v případě, že:

- pacient má příznaky ARI a negativní nebo neprovedený test na COVID-19;
- pacient je bez příznaků ARI, ale má pozitivní test;
- pacient má příznaky ARI a pozitivním testem před více než deseti dny [40].

V režimu K3 bude pracovat výjezdová skupina, pokud pacient má příznaky ARI a zároveň pozitivní test v posledních deseti dnech. V případě, že informace nelze zjistit, výzva bude spadat do kategorie K?. Testem je myšlen antigenní i PCR test. Z důvodu vysokého počtu volání na linku 155 v souvislosti s podezřením na onemocnění COVID-19, bylo nutné vymezit kritéria, při kterých je výjezd ZZS indukovaný. Těmito kritérii jsou:

- věk 60 a více let nebo naopak 10 a méně;
- přítomnost závažné komorbidity v jakékoli věku (kardiologické onemocnění, respirační onemocnění, diabetes mellitus, imunodeficit, aktivní onkologické onemocnění aj.);
- dušnost;
- porucha vědomí/kolaps;
- přítomnost známek šoku (tachypnoe a tachykardie)

- teplota nad 39 °C trvající déle než 48 hodin;
- na základě rozhodnutí operátora ZOS [38].

Na základě rozdělení výzev do výše zmíněných čtyř kategorií zasahují výjezdové skupiny ve třech stupních ochrany. V případě výzvy K1 jsou to ochranné brýle nebo ochranný štít, vyšetřovací rukavice a respirátor třídy FFP2. V režimu K2 zasahují skupiny ve vyšetřovacích rukavicích a jednorázové pláštěnce. Ochrana dýchacích cest je ve dvou variantách, a to celooobličejová maska s filtrem (protičástečový filtr P3 R TH3/TM3 P R SL) nebo polomaska s filtrem + brýle nebo ochranný štít. U výzev K3 zasahují skupiny v jednorázovém ochranném obleku kategorie CE III, typu 4, 5 a 6 s vysokými holeňovými návleky, minimálně dvou párech vyšetřovacích rukavic a ochraně dýchacích cest. Ta má stejně jako v režimu K2 dvě varianty. Spoje jsou přelepovány textilní páskou. V případě výzvy K? zasahuje skupina v prvním stupni ochrany, pokud není na místě zásahu zjištěno, že pacient spadá do jiné K kategorie. V takové případě se skupina dovybaví [35, 36, 38].

### **Převoz**

Převoz pacientů probíhá standartním způsobem. Z důvodu vysokého počtu nakažených a zahlcenosti nemocnic bylo nutné vypracovat kritéria, při kterých jsou volající indikováni k transportu k cílovému poskytovateli akutní lůžkové péče (dále jen „CPALP“). Jsou jimi:

- Závažná kardiopulmonální choroba;
- diabetes mellitus;
- hypertenze;
- HIV;
- obezita s BMI větší než 35;
- renální insuficience;
- aktivní malignita;
- imunosuprese;
- porucha vědomí;

- saturace kyslíkem pod 92 %;
- klidová dechová frekvence nad 21 dechů/min;
- klidová tachykardie nad 110/min [38].

V případě že pacient nesplňovali po vyšetření výjezdovou skupinou žádné z těchto kritérií, nebyli indikováni k transportu k CPALP a jsou ponecháni doma, pokud se vedoucí výjezdové skupiny nerozhodne jinak [38].

Pokud nebylo ZOS určeno jinak, probíhalo směřování pacientů telefonickou domluvou s CPALP na základě dostupných lůžkových kapacit uvedených v národním dispečinku intenzivní péče. V případě, že je dle národního dispečinku lůžková kapacita na celém území Prahy vyčerpána, jsou pacient směřováni do nejbližšího CPALP s důrazem na rovnoměrnou distribuci [40].

#### 3.3.4 **Současný stav dezinfekce sanitních vozidel v rámci ZZS HMP**

Dezinfekce sanitních vozidel ZZS HMP je v současné době pandemie onemocnění COVID-19 prováděna centrálně na stanovišti vozidel pro speciální účely, silami a prostředky ZZS HMP. Toto stanoviště se nachází v areálu správy služeb hlavního města Prahy na adrese Kunderatka 1951/19, 180 00 Praha 8. Dezinfekce je prováděna přístrojem Nocospray (, který má za úkol v daném prostoru rozptýlit páry peroxidu vodíku a iontů stříbra obsažených v dezinfekčním přípravku Nocolyse one shot. Pro tyto účely je zde přistaven nafukovací stan, do kterého se vejdou až tři sanitní vozidla. Svlékání infekčních setů posádek probíhá v jiném nafukovacím stanu. Pro zvýšení komfortu příchozích posádek a zároveň jako prevence přenosu onemocnění na stálou obsluhu areálu jsou přistaveny obytné kontejnery se sociálním zařízením. Proces dezinfekce probíhá v několika krocích a podílí se na ní jak osádka sanitního vozidla, tak stálý personál stanoviště „Kunderatka“ [40].

##### **V současné době probíhá dezinfekce v těchto krocích:**

- posádka přijíždí k dekontaminaci na stanoviště Kunderatka a parkuje vozidlo ve stanu tak, aby se za ně vešla další vozidla (maximálně 3),

- řidič připraví prostor pro posádku. Otevírá zde všechny úložné prostory a zapíná pásy přes loketní opěrku. Následně odchází připojit vozidlo na kabel a odchází se svléknout z infekčního setu do druhého nafukovacího stanu,
- zdravotnický záchranář provede to samé v patientském prostoru, tj., otevírá všechny úložné prostory a zapíná pásy, pokud možno přes loketní opěrky. Použité přístroje a vybavení (glukometr, batohy, brašny aj.) ponechává otevřené v prostoru, aby došlo i k jejich dezinfekci. Následně odchází svléknout infekční set. Pokud není přítomna stálá obsluha základny, je zapotřebí připravit a zapnout aplikátor. Ten se dává do zadní části vozu za dveře, tak aby směřoval do prostoru nástavby. Následně se spustí dezinfekční cyklus a během deseti sekund se musejí zavřít zadní dveře. Předpokládá se, že všechna okna a dveře jsou uzavřena a že došlo k mechanickému odstranění a očištění všech míst kontaminovaných biologickým materiálem,
- dochází k aplikaci dezinfekčního přípravku a vozidlo se zde nechává odstavené po dobu šedesáti až devadesáti minut. Následně je potřeba ho důkladně vyvětrat. Před znovuvvedením vozidla do provozu personál stanoviště otírá kliky vně vozu a po odpojení i napájecí kabel,
- po svléknutí infekčních setů a dezinfekci OOPP (celoobličejová maska, štít) si posádka vyzvedne nové infekční sety a na pokyn obsluhy stanoviště si přebírá a kontroluje náhradní vozidlo. Posádka je obeznámena s časem, který je potřeba pro dezinfekci a zda jim bude jejich původní vozidlo dopraveno, nebo si pro něj přijedou. V případě, že stálá obsluha není přítomna, vybere si posádka náhradní vůz dle rozpisu, který je uveden na tabuli při východu ze stanu pro svlékání dezinfekčního setu. Informace o čísle sanitního vozidla, které bylo přistaveno k dezinfekci a vozidla, které si posádka vzala, dopíše na tabuli,
- po převzetí vozu, ve kterém proběhl proces dezinfekce, by mělo dojít co nejdříve k otření povrchů, a tedy mechanickému odstranění zbytků dezinfekčního přípravku. Tento krok společně s použitím prostředků ochrany dýchacích cest minimalizuje riziko vzniku nežádoucích účinků dezinfekčního přípravku na lidský organismus. Následně se výjezdová skupina hlásí ZOS a je připravena na další výjezd [40].

Jako aplikátor je využíván přístroj Nocosprej. Aplikační technikou je generování suché mlhy. Dezinfekčním přípravkem je prostředek Nocolyse One Shot. Tento přípravek obsahuje peroxid vodíku a ionty stříbra [40].

### **Materiály použité v nástavbě sanitního vozu:**

Podlahy sanitního vozu jsou vyrobeny z textitu. Textit je tvrzený izolant vyrobený fenolformaldehydové pryskyřice a tkaniny. K jeho výrobě dochází tvrzením za vysoké teploty. Textin se vyznačuje mechanickou pevností při nízké hmotnosti a dobrou chemickou odolností. Odolný je vůči vodě, olejům, benzínům a proti slabým kyselinám a alkáliím. [41]

Vnitřní obložení zástavby je vyrobeno z epoxidové pryskyřice s pigmentem, na kterou je následně nanesen ochranný nástřik proti UV záření. Jedná se tvrzené materiály, které obsahují více než jednu epoxidovou skupinu. Mají výbornou přilnavost velkou škálu materiálů. Mají dobré chemické a elektroizolační vlastnosti a jsou odolné vůči zvýšeným teplotám. Značná je jejich odolnost také vůči vodě, roztokům kyselin a alkálií a některým rozpouštědlům [42].

Nábytek sanitního vozu je vyroben z hliníku, který je na povrchu ošetřen epoxidovým nátěrem. Ten má vynikající přilnavost a zaručuje hliníku antikorozi a chemickou odolnost. Tento nátěr odolává vysoké vlhkosti, ropným látkám, olejům a tukům, alkoholu a roztokům kyselin a alkálií [42].

Opomenout nesmíme ani materiálové vybavení sanitního vozu. Až na přístrojovou techniku, je valná většina materiálu jednorázová. Mezi další materiály, které se tedy vyskytují v ambulantním prostoru můžeme řadit papír, plast a textilii [43]

## 4 METODIKA

Teoretická část práce je zpracována formou literární rešerše. Přináší ucelený pohled na současný stav problematiky dezinfekce sanitního vozidla po převozu pacienta s podezřením na infekční onemocnění v rámci ZZS HMP. Popsán je také samotný převoz takového pacienta. Rešerše byla provedena s využitím dostupné české i zahraniční literatury. Rešerše je sama o sobě základní výzkumnou metodou, založenou na analýze dokumentů. Vlastní výzkum byl proveden pomocí dále uvedených analytických metod. [44, str. 4].

První je obsahová analýza neboli content analysis. Ta patří také mezi základní výzkumné metody a lze ji definovat jako rozbor obsahu záznamu určité komunikace, nebo jako analýzu textu, či souboru textů. Hlavním účelem této metody je vyhledávání konkrétních slov a konceptů v analyzované komunikaci a stanovení četnosti jejich výskytu, významu, vzájemného vztahu a podobně [45, 46].

Informace získané literární rešerší a obsahovou analýzou byly následně porovnány komparativní metodou, jejíž podstatou je vyhledávání shod a odlišností u porovnávaných entit [46].

Dalším analytickým nástroj použitým pro potřeby této práce je SWOT analýza. Ta byla zvolena v souladu s hlavním cílem práce, aby na základě zjištěných vlastností mohlo dojít k jejich hodnocení. Jedná se o jednu ze základních matic, která představuje koncepční rámec pro systematickou analýzu, který usnadňuje porovnání vnějších hrozeb a příležitostí s vnitřními silnými a slabými stránkami zkoumaného jevu. Jednotlivé úhly pohledu jsou chápány jako:

- **Silné stránky** neboli „Strengths“ jsou myšleny přednosti a výhody. Jsou to vnitřní vlastnosti jejichž dopad na dosažení požadovaného cíle jsou pozitivní.
- **Slabé stránky** neboli „Weaknesses“ jsou nevhodné vlastnosti, nedostatky a slabiny, jejichž dopad může mít negativní vliv na dosažení cíle.



- **Příležitosti** neboli „Opportunities“ představují vnější příležitosti a možnosti, které lze využít pro dosažení požadovaného cíle
- **Hrozby** neboli „Threats“ jsou vnější skutečnosti a hrozby, jejichž uplatnění vedou k ohrožení cíle. [47].

Tato analytická metoda byla využita s cílem nalézt silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby u vybraných dezinfekčních přípravků a zvolených aplikačních technik. Po konzultaci a na podkladu expertních odhadů zaměstnanců pracoviště krizové připravenosti ZZS HMP bylo vybráno 6 hlavních parametrů, které musejí vybrané způsoby dekontaminace splňovat. Ty byly využity pro *multikriteriální analýzu* a byla jim přiřazena váha vyjadřující jejich důležitost. Váha jednotlivých parametrů nabyly číselné hodnoty od 0 do 1, kdy součet všech vah musí být 1, tedy 100 %. Dále bylo pro každý parametr stanoveno bodové rozhraní od 1 do 3, díky čemuž je analýza citlivější. Na základě toho proběhl výpočet, který slouží k objektivizaci výsledků.

## 5 VÝSLEDKY

Dle stanovené metodiky jsou nejdříve uvedeny výchozí data pro výběr infekčních onemocnění. Ta jsou následována analýzou dezinfekčních přípravků a způsobů aplikace, společně s klíčem pro následné hodnocení výsledků. Tyto soubory informací jsou poté využity pro zpracování SWOT analýz jednotlivých dezinfekčních přípravků s již zvolenou aplikační metodou a výpočet.

### 5.1 Výběr infekčních onemocnění.

#### 5.1.1 COVID-19

*Tabulka 1 – COVID-19 [25]*

Země	Počet případu celkem/na 100 000 obyv.	Počet úmrtí celkem/na 100 000 obyv.
Spojené státy americké	34 256 255/ 10 306,4	605 780/ 182,3
Rusko	6 172 812/ 4 230	155 380/ 106,5
Čína	120 295/ 8,3	5 634/ 0,4
Česká republika	1 672 764/ 15 630,6	30 362/ 283,7

Onemocnění COVID-19 bylo vybráno z důvodu jeho probíhající pandemie a nutnosti optimalizovat dekontaminační proces na ZZS HMP. Výše uvedené informace slouží k doložení závažnosti tohoto onemocnění. V tabulce jsou uvedena kumulativní data od 30. 12. 2020 do 9.8. 2021.

### 5.1.2 Antrax

Tabulka 2 - Antrax [48] (absolutní čísla)

Rok.	Země.	Počet potvrzených případů.
2019	Maďarsko.	1
2018	Španělsko.	1
	Holandsko.	1
	Rumunsko.	1
2017	Rumunsko.	5
	Bulharsko.	1
2016	Rumunsko.	5
	Španělsko.	1
2015	Rumunsko.	2
	Bulharsko.	2
2010	Velká Británie.	28
	Německo.	1
	Bulharsko.	3

Antrax byl vybrán z důvodu způsobu jeho přenosu a původu. Jedná se totiž o bakteriální onemocnění přenášené endospory, které vynikají vysokou životností v prostředí a dekontaminace prostor jím zasažených vyžaduje značné úsilí. Významný důvod pro zařazení antraxu je také jeho možné zneužití v rámci biologického boje a jeho figurování v seznamu VNN. Výše vytvořená tabulka ukazuje výskyt tohoto onemocnění v evropském regionu. Pro každý rok jsou uvedeny tři země, podle počtu prokázaných případů onemocnění, a to sestupně. Je-li jich uvedeno méně, tak se toto onemocnění více nevyskytovalo.

### 5.1.3 Tularémie

Tabulka 3 - Tularémie [48] (absolutní čísla)

Rok.	Země.	Počet potvrzených případů.
2019	Švédsko.	817
	Norsko.	183
	Česká republika.	102
2018	Švédsko.	270
	Norsko.	102
	Německo.	52
	Česká republika.	32
2017	Norsko.	92
	Švédsko.	84
	Německo.	52
	Česká republika.	51
2016	Finsko.	699
	Švédsko.	134
	Česká republika.	59
2015	Švédsko.	722
	Finsko.	104
	Česká republika.	56

V tomto případě se také jedná o bakteriální onemocnění. Vybráno bylo z důvodu, že se jedná o onemocnění patřící mezi VNN a jeho zneužití v biologickém boji nebo terorismu se považuje za poměrně levné a jednoduché. Výše doložená tabulka ukazuje výskyt tohoto onemocnění v Evropě. Pro každý rok jsou vybrány tři země s nejvyšším počtem případu. V případě, že mezi nimi nefiguruje ČR, je uvedena na čtvrtém místě. Z těchto dat je zřejmé, že Tularémie se na rozdíl od jiných chorob patřících mezi VNN vyskytuje v evropském prostředí endemicky.

5.1.4 Výskyt vybraných povinně hlášených přenosných onemocnění na území hlavního města Prahy.

Tabulka 4 - Výskyt vybraných povinně hlášených přenosných onemocnění na území hlavního města Prahy, za roky 2015-2019 [49.]. (absolutní čísla)

Název nemoci.	5letý průměr ročního záchytu.	Původce onemocnění.	Cesta přenosu.
Plané neštovice.	1904,5	Varicella zoster virus – obalený virus.	Kapénkami i transplacentárně.
Kampylobakterióza.	1747,0	Campylobacter jejuni – gram-negativní tyčka.	Alimentární.
Salmonelóza.	906,1	Salmonella enteritidis – gram-negativní tyčka.	Alimentární.
Virové střevní infekce.	903,3	Noroviry (obalené), adenoviry (neobalené), rotaviry (obalené).	Kapénkami.
Příušnice.	161,2	Paramyxovirus – obalený virus.	Kapénkami.

## 5.2 Výběr dezinfekčních prostředků, aplikačních technik a způsobů dekontaminace.

Tabulka 5 - Výběr aplikačních technik [15, 31, 41].

			Vhodné pro sanitní vůz	Možnost širokospektré dezinfekce	Dostatek dat pro bezpečné a účinné použití
Způsoby dekontaminace	Suché	Vysávání	ANO	NE	ANO
		Odpařování	ANO	NE	ANO
		Suché otírání	ANO	NE	ANO
		Proud horkých spalin	NE	ANO	ANO
		Spalování	NE	ANO	ANO
		Filtrace	NE	ANO	ANO
	Mokrě	<b>Otírání</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>
		<b>Aerosol</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>
		<b>Postřik</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>
		Praní	NE	ANO	ANO
		Ponořování	NE	ANO	ANO
	Nové	Ozon	ANO	NE	NE
		<b>Suchá mlha</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>	<b>ANO</b>
		Nátěry	ANO	NE	NE
		UV-záření	ANO	NE	NE

V tabulce číslo pět jsou přehledně sepsány možné aplikační techniky a možnost jejich použití je vyhodnocena na základě třech parametrů. Všechny tyto parametry musejí být splněny, aby aplikační technika mohla být použita. Z této tabulky vychází výběr aplikační technik: otírání, postřik a suchá mlha. Aerosol v tomto výčtu uveden není, protože definici aerosolu splňuje suchá mlha.

Pro jednotlivé aplikační techniky byly vybrány tyto dezinfekční přípravky:

- Otírání: Clinell universal amonné a chloridové sloučeniny) a Desam effekt (amonné a chloridové sloučeniny) pro metodu otřením.
- Postřik: Persteril 15 (kyselina peroxiocetová a peroxid vodíku a kyselina octová, 15% roztok).

- Suchá mlha: Nocolyse one shot (peroxid vodíku a stříbro) a Persteril v 1% koncentraci.

Tyto dezinfekční přípravky byly vybrány s ohledem na jejich dostupnost. Kromě přípravku Nocolyse one shot, se jedná o velmi rozšířené dezinfekční přípravky, které využívá ZZS HMP nebo hasičský záchranný sbor, dále jen „HZS“.

### 5.3 Vybrané parametry, jejich váha a bodové rozdělení.

Tabulka 6 - Parametry pro hodnocení jednotlivých způsobů dekontaminace [zdroj dat: autor].

Parametr	Váha parametru	3 body	2 body	1 jeden bod
Účinnost	0,3	Úplná	Chybí jedna kategorie	Chybí 2 a více kategorií
Expozice (čas)	0,2	Do 30 minut	Do 60 minut	Více než 60 minut
Aplikace (čas)	0,2	Do 10 minut	Do 30 minut	Více než 30 minut
Bezpečnost	0,15	Rukavice	Brýle, rukavice, respirátor	Maska + filtr, oblek
Obtížnost aplikace (chybovost)	0,1	Nízká	Střední	Vysoká
Cena/vůz	0,05	Do 50 Kč	Do 100 Kč	Nad 100 Kč

Tabulka číslo 6 uvádí parametry a jim přiřazenou důležitost. Ty budou sloužit k hodnocení jednotlivých dezinfekčních přípravků se zvolenou dekontaminační technikou. Dále je v tabulce bodové hodnocení jednotlivých parametrů. Obsah bodové škály bezpečnosti je stanoven na základě dat uvedených výrobcem v bezpečnostních listech výrobků. Obtížností aplikace je myšlena nutnost provádění metody personálem. Nízké obtížnosti dosáhnou metody, které probíhají automaticky po předchozí přípravě přístroje. Střední v případě, že je nutné provádět aplikaci osobou, ale kombinace délky jejího provádění a s ním spojený možný vznik chyby z důvodu lidského faktoru je únosný. V případě vysoké obtížnosti je pravděpodobné, že při procesu dekontaminace dojde k chybě ze strany osoby, která ji provádí. V případě výpočtu finančních nákladů, je brán ohled na spotřeba a cenu dezinfekčních přípravků.

## 5.4 SWOT analýzy a výpočet vhodnosti jednotlivých dezinfekčních přípravků se zvolenou aplikační technikou.

### 5.4.1 Přípravek Nocolyse a aplikace suchou mlhou.

Tabulka 7 - Přípravek Nocolyse one shot a aplikace suchou mlhou [zdroj dat: autor].

Nocolyse – suchá mlha	Kladné	Záporné
Vnitřní	<p><b>Silné stránky</b></p> <p>Široké spektrum účinnosti. Snadné použití. Dezinfikuje prostor. Manipulace s přístrojem. Bez zápachu. Hypoalergenní. Biologicky odbouratelný.</p>	<p><b>Slabé stránky</b></p> <p>Jediná aplikační technika. Nová technologie. Vyšší cena. Otření před aplikací.</p>
Vnější	<p><b>Příležitosti</b></p> <p>Snížení ceny. Další možnosti využití. Rozvoj technologie.</p>	<p><b>Hrozby</b></p> <p>Omezení dostupnosti. Nové poznatky.</p>

#### S – Silné stránky

- *Široké spektrum účinnosti:* přípravek je baktericidní, virucidní, sporicidní, fungicidní, tuberkulocidní a mykobaktericidní.
- *Snadné použití:* po prvotním nastavení přístroje, stačí našroubovat nádobku s požadovaným množstvím dezinfekčního přípravku, vložit do prostoru, který chceme dekontaminovat a spustit přístroj.
- *Dezinfikuje prostor:* v případě použití metody suché mlhy dojde k dekontaminace nejen povrchů, ale také vzduchu.
- *Manipulace s přístrojem:* Nocospray je lehký (6 kg) a obsahuje pouze jeden ovládací prvek.

#### W – Slabé stránky

- *Jediná aplikační technika:* Nocolyse one shot je určen pouze k dezinfekci suchou mlhou. Informace o jiných možnostech aplikace nejsou známé.



- *Nová technologie:* technologie dekontaminace aplikací suché mlhy je nová, a ne tak laboratorně a prakticky prověřena jako jiné starší metody.
- *Vyšší cena:* cena přípravku za jeden litr je vyšší než u ostatních technik. Větší investici představuje také pořízení aplikátoru.
- *Otření povrchů před aplikací:* je limitem této metody aplikace dezinfekčního přípravku. Před jeho aplikací by mělo dojít k mechanické očištění a dezinfekci povrchů.

#### O – Příležitosti

- *Snížení ceny:* v případě rozvoje této aplikační techniky lze předpokládat zvýšení konkurence a snížení ceny přípravku i aplikátoru.
- *Další možnosti využití:* tento způsob dekontaminace lze v rámci ZZS HMP v případě potřeby využít i pro jiné prostory než sanitní vůz.
- *Rozvoj technologie:* možnost nových přípravků a aplikátorů, které by mohli mít lepší parametry.

#### T – Hrozby

- *Omezení dostupnosti:* v případě vysoké poptávky po přípravku nebo aplikátoru by mohlo dojít k jejich nedostatku, protože výrobky jsou vyráběny mimo území ČR.
- *Nové poznatky:* tato technologie je nová a může dojít k novým zjištěním, která přinesou limity a nedostatky dosud neznámé.

Tabulka 8 - Přípravek Nocolyse one shot a aplikace suchou mlhou – výpočet [zdroj dat: autor].

Parametr	Váha	Bodový zisk	Výpočet míry vhodnosti
Účinnost	0,3	3	0,9
Expozice (čas)	0,2	1	0,2
Aplikace (čas)	0,2	3	0,6
Bezpečnost	0,15	3	0,45
Obtížnost aplikace (chybovost)	0,1	3	0,3
Cena/vůz	0,05	2	0,1
<b>Celkem</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>2,55</b>

- Za širokospektrou účinnost obdržel maximální počet bodů.
- Z důvodu dvouhodinové expozice jeden bod.
- Doba aplikace je v řádech sekund, plný počet bodů. Velikost sanitního vozu je přibližně 14 m<sup>3</sup> a spotřeba přípravku jsou 3 ml na m<sup>3</sup>.
- Při manipulaci s přípravkem postačuje použití vyšetřovacích rukavic, plný počet bodů.
- Aplikace dezinfekce probíhá bez přítomnosti obsluhy a lidský faktor je tak snížen na minimum, plný počet bodů
- Při ceně 1572/l, je výsledná cena dezinfekce sanitního vozu po zaokrouhlení 66 Kč, dva body.

#### 5.4.2 Přípravek Persteril 15 a aplikace suchou mlhou.

Tabulka 9 - Přípravek Persteril 15 a aplikace suchou mlhou [zdroj dat: autor].

Persteril – suchá mlha	Kladné	Záporné
Vnitřní	<p><b>Silné stránky</b></p> <p>Široké spektrum účinnosti. Dostupnost. Dezinfikuje prostor. Nízké provozní náklady. Snadné použití.</p>	<p><b>Slabé stránky</b></p> <p>Nová metoda. Otření před aplikací. Zápach. Prekurzor výbušnin. Toxický, hořlavý (koncentrovaný).</p>
Vnější	<p><b>Příležitosti</b></p> <p>Možná spolupráce s HZS a AČR. Možnosti dalšího využití. Možná jiná aplikační technika. Rozvoj technologie.</p>	<p><b>Hrozby</b></p> <p>Vznik rezistence. Změna legislativy.</p>

#### S – Silné stránky

- *Široké spektrum účinnosti:* přípravek je baktericidní, virucidní, sporicidní, fungicidní, tuberkulocidní a mykobaktericidní.

- *Dostupnost:* tento přípravek je vyráběn v ČR.
- *Snadné použití:* poté co přístroj nastavíme a dodáme požadované množství dezinfekčního přípravku, probíhá dekontaminace automaticky.
- *Dezinfikuje prostor:* v případě použití metody suché mlhy dojde k dekontaminace nejen povrchů, ale také vzduchu.
- *Nízké provozní náklady:* dle dostupných informací by se po prvotní investici do aplikátoru mělo jednat o nejlevnější způsob dekontaminace.

### **W – Slabé stránky**

- *Nová technologie:* technologie dekontaminace aplikací suché mlhy je nová, a ne tak laboratorně a prakticky prověřena jako jiné starší metody.
- *Otření před aplikací:* je limitem této metody aplikace dezinfekčního přípravku. Před jeho aplikací by mělo dojít k mechanické očištění a dezinfekci povrchů.
- *Zápach:* kyselina peroctová je známá výrazným octovým zápachem. Po provedení dekontaminace, by následně bylo nutné vozidlo vyvětrat.
- *Prekurzor výbušnin:* od 31. ledna roku 2021, je persteril 15 % zařazen do kategorie prekurzorů výbušnin a jeho prodej podléhá přísnějším pravidlům. K tomu došlo na základě *Nařízení (EU) 2019/1148 o uvádění prekurzorů výbušnin na trh a jejich používání.*

### **O – Příležitosti**

- *Další možnosti využití:* tento způsob dekontaminace lze v rámci ZZS HMP v případě potřeby využít i pro jiné prostory než sanitní vůz.
- *Rozvoj technologie:* možnost nových přípravků a aplikátorů, které by mohli mít lepší parametry.
- *Možná jiná aplikační technika:* tento dezinfekční přípravek se používá již nějaký čas a je možno ho využít i jinými aplikačními metodami.
- *Možnost spolupráce s HZS a armádou české republiky, dále jen AČR“:* se dá v případě potřeby předpokládat, protože tyto složky disponují stejným dezinfekčním přípravkem.

## T – Hrozby

- *Nové poznatky:* tato technologie je nová a může dojít k novým zjištěním, která přinesou limity a nedostatky dosud neznámé.
- *Změna legislativy:* stejně jako v lednu roku 2021, může dojít i v následujících letech ke zpřísnění nakládání s tímto dezinfekčním přípravkem a jeho následnému nedostatku nebo nedostupnosti.

Tabulka 10 - Přípravek Persteril 15 a aplikace suchou mlhou – výpočet [zdroj dat: autor].

Parametr	Váha	Bodový zisk	Výpočet míry vhodnosti
Účinnost	0,3	3	0,9
Expozice (čas)	0,2	3	0,6
Aplikace (čas)	0,2	1	0,2
Bezpečnost	0,15	1	0,15
Obtížnost aplikace (chybovost)	0,1	3	0,3
Cena/vůz	0,05	3	0,15
<b>Celkem</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>2,3</b>

- Za širokospektrou účinnost obdržel maximální počet bodu.
- Z důvodu 15 minut expozice, plný počet bodů.
- Doba aplikace je 90 minut, 1 body.
- Při manipulaci s přípravkem je výrobcem doporučeno užít silnostěnných rukavic, masku s filtrem a ochranný oblek, jeden bod.
- Aplikace dezinfekce probíhá bez přítomnosti obsluhy a lidský faktor je tak snížen na minimum, plný počet bodu
- Při ceně 223 Kč /l, je výsledná cena za dezinfekci jednoho sanitního vozu po zaokrouhlení 11 Kč, plný počet bodů.

### 5.4.3 Přípravek Persteril 15 a jeho aplikace postřikem.

Tabulka 11 - Přípravek Persteril 15 a aplikace postřikem [zdroj dat: autor].

Persteril – postřik.	Kladné	Záporné
Vnitřní	<p><b>Silné stránky</b></p> <p>Široké spektrum účinnosti. Osvědčená metoda. Dostupnost. Variabilita aplikátorů. Univerzálnost. Možná cílená dezinfekce.</p>	<p><b>Slabé stránky</b></p> <p>Silný zápach. Prekurzor výbušnin. Korozivní. Toxický a hořlavý. Nutnost oplachu. Nemožnost čistit přístroje. Prováděno osobou</p>
Vnější	<p><b>Příležitosti</b></p> <p>Další možnosti využití. Možnost spolupráce s HZS a AČR. Možná jiná aplikační technika.</p>	<p><b>Hrozby</b></p> <p>Vznik rezistence. Změna legislativy.</p>

#### S – Silné stránky

- *Široké spektrum účinnosti:* přípravek je baktericidní, virucidní, sporicidní, fungicidní, tuberkulocidní a mykobaktericidní.
- *Osvědčená metoda:* tato metoda je již využívána například HZS a je dostatečně prověřena.
- *Dostupnost:* tento přípravek je vyráběn v ČR.
- *Variabilita aplikátorů:* v případě této aplikační techniky není nutné spoléhat na jeden druh aplikátoru.
- *Možná cílená dezinfekce:* tuto aplikační techniku lze provádět cíleně, a to ve vnitřních i vnějších prostorech.

#### W – Slabé stránky

- *Silný zápach:* kyselina peroctová je známá výrazným octovým zápachem. Po provedení dekontaminace by následně bylo nutné vozidlo vyvětrat. V případě této koncentrace je doba potřebná pro větrání delší než u aplikace suchou mlhou.
- *Prekurzor výbušnin:* od 31. ledna roku 2021, je nejen persteril 15 % zařazen do kategorie prekurzorů výbušnin a jeho prodej podléhá přísnějším pravidlům. K tomu

došlo na základě Nařízení (EU) 2019/1148 o uvádění prekurzorů výbušnin na trh a jejich používání.

- *Nutnost oplachu:* množství vody potřebné pro oplach je 10 l/m<sup>2</sup> nebo nepřetržité sprchování po dobu minimálně 30 sekund.
- *Nemožnost čistit přístroje:* pomocí této metody nelze čistit elektroniku ani jiné vybavený sanitního vozu, a to z důvodu smáčení a nutnosti následného oplachu.
- *Prováděno osobou:* tato aplikační technika je personálně náročná, protože jí musí po celou dobu vykonávat člověk.

### O – Příležitosti

- *Další možnosti využití:* tento způsob dekontaminace lze v rámci ZZS HMP v případě potřeby využít i pro jiné prostory než sanitní vůz.
- *Možná jiná aplikační technika:* tento dezinfekční přípravek se používá již nějaký čas a je možno ho využít i jinými aplikačními metodami.
- *Možnost spolupráce s HZS a AČR:* se dá v případě potřeby předpokládat, protože tyto složky disponují stejným dezinfekčním přípravkem.

### T – Hrozby

- *Změna legislativy:* stejně jako v lednu roku 2021, může dojít i v následujících letech ke zpřísnění nakládání s tímto dezinfekčním přípravkem a jeho následnému nedostatku nebo nedostupnosti.

Tabulka 12 - Přípravek Persteril 15 a aplikace postřikem – výpočet [zdroj dat: autor].

Parametr	Váha	Bodový zisk	Výpočet míry vhodnosti
Účinnost	0,3	3	0,9
Expozice (čas)	0,2	1	0,2
Aplikace (čas)	0,2	3	0,6
Bezpečnost	0,15	1	0,15
Obtížnost aplikace (chybovost)	0,1	2	0,2
Cena/vůz	0,05	1	0,05
<b>Celkem</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2,1</b>

- Za širokospektrou účinnost obdržel maximální počet bodu.
- Z důvodu expozice 90–180 minut, jeden bod.
- Doba aplikace je přibližně 4 minuty, tři body.
- Při manipulaci s přípravkem je výrobcem doporučeno užít silnostěnných rukavic, masku s filtrem a ochranný oblek, jeden bod.
- Aplikace dezinfekce probíhá za přítomnosti obsluhy, která provádí postřik. Pravděpodobnost lidské chyby při postřiku je střední, dva body.
- Prostor ambulantního prostoru má povrch přibližně 38,5 m<sup>2</sup>, při ceně 223 Kč/l, je výsledná cena 430–1288 Kč, jeden bod.

#### 5.4.4 Utěrky Clinell Universal a aplikace otřením.

Tabulka 13 - Utěrky Clinell Universal a aplikace otřením [zdroj dat: autor].

Clinell Universal – otření	Kladné	Záporné
Vnitřní	<p><b>Silné stránky</b></p> <p>Okamžitá použitelnost. Univerzálnost. Jednoduchost. Osvědčená metoda.</p>	<p><b>Slabé stránky</b></p> <p>Omezené spektrum účinnosti. Prováděno osobou.</p>
Vnější	<p><b>Příležitosti</b></p> <p>Možnost jiné aplikační metody. Větší množství obdobných přípravků.</p>	<p><b>Hrozby</b></p> <p>Omezení dostupnosti. Vznik rezistence.</p>

#### S – Silné stránky

- *Okamžitá použitelnost:* tento výrobek není nutno ředit ani jinak připravovat. Po otevření obalu je okamžitě připraven k použití.

#### W – Slabé stránky

- *Omezené spektrum účinnosti:* tento přípravek nepůsobí sporicidně, mykobaktericidně a není účinný ani proti neobaleným virům.

- *Prováděno osobou:* tato aplikační technika je personálně náročná, protože ji musí po celou dobu vykonávat člověk.

### O – Příležitosti

- *Možnost jiné aplikační metody:* tento přípravek lze použít i jako sprej.

### T – Hrozby

- *Omezení dostupnosti:* v případě zvýšené poptávky může dojít k nedostatku výrobku, protože je vyráběn mimo území ČR.

Tabulka 14 - Utěrky Clinell Universal a aplikace otřením – výpočet [zdroj dat: autor].

Parametr	Váha	Bodový zisk	Výpočet míry vhodnosti
Účinnost	0,3	1	0,3
Expozice (čas)	0,2	3	0,6
Aplikace (čas)	0,2	1	0,2
Bezpečnost	0,15	3	0,45
Obtížnost aplikace (chybovost)	0,1	1	0,1
Cena/vůz	0,05	1	0,1
<b>Celkem</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1,75</b>

- Tento přípravek není sporicidní, mykobaktericidní a nepůsobí ani na neobalené viry, jeden bod.
- Expozice je v řádech minut, tři body.
- Doba aplikace nelze přesně určit, ale bude více než 30 minut, jeden bod.
- Při manipulaci s přípravkem je výrobcem doporučeno užít vyšetřovací rukavice při častém kontaktu s pokožkou, tři body.
- Aplikace dezinfekce probíhá za přítomnosti obsluhy, která musí provést otření všech povrchů ručně. Pravděpodobnost lidské chyby je vysoká, jeden bod.
- Cena za jeden vůz nelze přesně určit z důvodu absence dat. Pro naše potřeby určena spotřeba 3-4 ubrousky/m<sup>2</sup>. Při ceně 293 Kč za 250 ubrousků, je výsledná cena 135–181 Kč, 1 bod.



#### 5.4.5 Přípravek Desam efekt a aplikace otřením.

Tabulka 15 - Přípravek Desam efekt a aplikace otřením [zdroj dat: autor].

Desam efekt – otření	Kladné	Záporné
Vnitřní	<p><b>Silné stránky</b></p> <p>Univerzálnost. Jednoduchost. Osvědčená metoda.</p>	<p><b>Slabé stránky</b></p> <p>Omezené spektrum účinnosti. Prováděno osobou.</p>
Vnější	<p><b>Příležitosti</b></p> <p>Možnosti jiné aplikační metody. Větší množství obdobných přípravků.</p>	<p><b>Hrozby</b></p> <p>Vznik rezistence.</p>

#### W – Slabé stránky

- *Omezené spektrum účinnosti:* tento přípravek není sporicidní.
- *Prováděno osobou:* tato aplikační technika je personálně náročná, protože jí musí po celou dobu vykonávat člověk.

#### O – Příležitosti

- *Možnost jiné aplikační metody:* lze provádět i dezinfekci ponořením.

Tabulka 16 - Přípravek Desam efekt a aplikace otřením – výpočet [zdroj dat: autor].

Parametr	Váha	Bodový zisk	Výpočet míry vhodnosti
Účinnost	0,3	2	0,6
Expozice (čas)	0,2	3	0,6
Aplikace (čas)	0,2	2	0,4
Bezpečnost	0,15	1	0,15
Obtížnost aplikace (chybovost)	0,1	1	0,15
Cena/vůz	0,05	3	0,15
<b>Celkem</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>2,05</b>

- Tento přípravek není sporicidní, dva body.
- Expozice je přibližně patnáct minut, tři body.
- Doba aplikace nelze přesně určit, ale bude více než 30 minut, jeden bod.
- Při manipulaci s přípravkem je výrobcem doporučeno užít vyšetřovací rukavice, brýle a v případě uzavřených prostor respirátor, dva body.
- Aplikace dezinfekce probíhá za přítomnosti obsluhy, která musí provést otření všech povrchů ručně. Pravděpodobnost lidské chyby je vysoká, jeden bod.
- Cena za jeden vůz nelze přesně určit z důvodu absence dat. Pro naše potřeby určena spotřeba 37,5 ml přípravku. Při ceně 352 Kč/l je výsledná cena 14 Kč, 3 body.

## 5.5 Výsledky výpočtu jednotlivých analýz.

Tabulka 17 - Výsledky výpočtu jednotlivých analýz [zdroj dat: autor].

Způsob dezinfekce/dekontaminace	Bodový zisk	Míra vhodnosti
Suchá mlha (Nocolyse one shot)	15	2,55
Suchá mlha (1% Persteril 15)	14	2,3
Postřik (Persteril 15)	11	2.1
Otření (Clinell Universal)	10	1,75
Otření (Desam Effekt)	12	2,05

Analýzou výše popsaných skutečností, vyšla pro každý hodnocený způsob dekontaminace bodová hodnota. Jako nejlepší způsob je považován ten s nejvyšší výslednou hodnotou, ty jsou uvedeny v tabulce číslo 17.

## 6 DISKUZE

Díky vybraným a analytickým metodám a datům, která byla získána obsahovou analýzou dostupných literárních zdrojů, je výsledkem této diplomové práce nalezení ideálního a dostupného způsobu dekontaminace sanitního vozu, ve kterém probíhal transport infekčního pacienta se suspektní nebo potvrzenou vybranou infekční nemocí. Tou je aerosolová dezinfekce suchou mlhou. Pozorovaným přípravkem byla Nocolyse one shot a aplikátorem přístroj Nocospray. Tento způsob dekontaminace vykazoval nejlepší výsledky, je ale potřeba ho dále doplnit metodou otírání. V následující odstavcích bude tento výsledek rozveden.

Cesta k tomuto výsledku vedla přes několik dílčích cílů, které bylo potřeba splnit. Mezi ten základní, bez kterého se neobejde žádná závěrečná práce, je popis současného stavu, který slouží jako teoretický základ pro další části práce. Ta vychází z české i cizojazyčné literatury, která je ve většině případů v elektronické podobě. Z důvodu aktuálnosti řešeného tématu jsou často použity webové stránky, elektronické články nebo nepublikované dokumenty Hasičského záchranného sboru nebo ZZS. Důvodem pro velký počet elektronických zdrojů je pomalejší reakce tištěné literatury na současné dění.

V úvodních odstavcích současného stavu je prezentována problematika infekčních onemocnění a jeho medicínské a legislativní zakotvení. Na základě těchto informací jsou následně vybrána infekční onemocnění, pro která bude hledán způsob dekontaminace. První prostor ke zlepšení lze nalézt v absenci aktuálního seznamu VNN na centrální úrovni. Seznam těchto onemocnění není dohledatelný na stránkách ministerstva zdravotnictví ani krajské hygienické stanice HMP, kde záložka VNN obsahuje 5 článků z roku 2016, které pojednávají dohromady o pěti infekčních onemocněních. V prostředí ČR je proto potřeba sáhnout k tištěné literatuře, která ale není a ani nemůže být schopna promptně reagovat na vývoj situace ve světě. Při pohledu na soudobou literaturu, kterou by mohla reprezentovat například publikace pro studenty první lékařské fakulty *Základy infekčního lékařství* od MUDr. Hanuše Rozsypala CSc., nenalezneme, co hledáme, protože i přes komplexnost této knihy, jsou

VNN pouze okrajovou kapitolou, stejně jako v dalších publikacích o infekčních onemocněních. Rozsáhlejší výčet bychom našli v publikaci *Medicína katastrof* od pana doktora Robina Šína a kolektivu, kde paní doktorka Jana Vidunová píše o biologickém ohrožení. Zde bychom mohli nalézt výčet biologických agens, která splňují definici VNN. Stejně jako ZZS HMP, mají zajisté i další složky a orgány dotčené problematikou VNN zpracovány více, či méně aktuální seznamy, ty jsou ale ve většině případech nepublikované. Z cizojazyčné literatury lze uvést článek centra pro kontrolu a prevenci nemocí, který rozděluje tyto nemoci do třech kategorií, a to A, B a C podle nebezpečnosti. V tomto případě narážíme na další matoucí skutečnost v rámci VNN. Tou je jejich překryv s biologickými agens využitelných v rámci bioterorismu. Rozsáhlou cizojazyčnou publikací v tomto ohledu je *Handbook on Biological Warfare Preparedness* od autorů S.J.S Flora a Vidhu Pachauri. Základní členění infekčních agens se stejně jako u paní doktorky Vidunové drží rozdělení dle Centra pro kontrolu a prevenci nemocí.

Následně je mapováno a popsáno téma dezinfekce, které plynule přechází v téma ZZS a překlápí předchozí dvě části do prostředí ZZS HMP. Zde bylo největším limitem v průběhu zpracování této části práce nedostatečné množství literárních zdrojů zabývajících se touto otázkou, protože drtivá většina tištěných materiálů řeší problematiku dezinfekce a sterilizace v nemocničním nebo ambulantním prostředí. Při vyhledávání elektronických zdrojů, je hledající zaplaven množstvím reklamním materiálů výrobců a distributorů dezinfekcí. Proto tato práce sahá po osvědčené publikaci paní doktorky Věry Melicherčíkové *Sterilizace a dezinfekce*. Informace získané z této publikace jsou doplněny především o realie týkající se možných aplikačních technik jednotlivých dezinfekčních prostředků. Seznam aplikačních technik by se dal považovat za drobný vedlejší přínos práce.

Ve výzkumná částí nejdříve řešíme otázku výběru infekční onemocnění a teoretické informace jsou zde doplněny daty, která jsou přehledně uspořádána do tabulek. Nemoci jsou vybrány tak, aby výsledný způsob dekontaminace musel mít široké spektrum účinnosti od obalených virů přes bakterie až po sporulující antrax. Tato tři vybraná onemocnění dále splňují alespoň endemickou přítomnost v Evropském regionu a každé z nich má svůj vlastní specifický důvod zařazení. Antrax splňuje charakteristiky

VNN a je jedním z nejznámějších zástupců biologických agens zneužitelných v biologickém boji. Tularémie nesplňuje přímo podmínky pro zařazení mezi VNN, ale v Evropském prostředí se vyskytuje hojně a společně s jeho dostupností má vhodné vlastnosti pro zneužití v rámci bioterorismu. Původce nového koronavirového onemocnění SARS-CoV-2 byl vybrán, protože právě pandemie tohoto onemocnění zapříčila potřebu aktualizovat stávající metody dekontaminace. Tím, že ochrana i následná dekontaminace probíhaly principem předběžné opatrnosti, jako by se jednalo o onemocnění spadající mezi VNN, nám tato nemoc ukázala, jak by asi probíhala situace, pokud by došlo k útokům velkého rozsahu za zneužití předchozích dvou nemocí. Ukázalo se, že dosavadní systém dekontaminace a využití biohazard týmů nemá dostatečnou kapacitu. Nedostatek se projevil i na straně hasičského záchranného sboru, který neměl dostatečné možnosti k tomu, aby mohl provádět dekontaminaci sanitních vozů a zároveň nebylo omezeno plnění jeho základních úkolů. Z důvodu komplexností této práce a využitelnosti výsledků i za běžného provozu, byla vybrána také nejčastěji se vyskytující povinně hlášená infekční onemocnění podle systému epidemiologické bdělosti.

Dalším krokem výzkumu bylo stanovení vhodné aplikační techniky a výběr dezinfekčních přípravků. Podrobnosti k výběru aplikačních technik jsou uvedeny v tabulce číslo 5. Na základě této tabulky byly vybrány 4, respektive 3 aplikační techniky. Otírání mokřím způsobem je jedním ze základních postupů. Jeho výhoda je v jednoduchosti a rychlosti přípravy, kdy je dezinfekční prostředek připraven již od výrobce, jako v případě zvolených utěrek Clinell Universal nebo postačuje naředit koncentrát dle pokynů výrobce. To je případ druhé zvolené dezinfekce Desam effekt. Hlavní nevýhoda mokrého otírání je časová náročnost v případě velkých ploch a očekávat se dá také nedokonalé provedení z důvodu lidského faktoru. Druhou aplikační technikou je dekontaminace postřikem. Ta patří mezi osvědčené a rychlé metody v případě dekontaminace větších ploch využívanou například hasičským záchranným sborem nebo armádou ČR. Mezi hlavní nevýhody této metody patří potřeba oplachu velkým množstvím vody a s tím související objem tekutiny, kterou je potřeba jímat. Tvrzení lze doložit bojovým řádem jednotek požární ochrany, přesněji metodickým listem číslo 81 *Dekontaminace biologických látek*. K této dezinfekční technologii byl

přiřazen přípravek Persteril 15. Poslední zvolenou aplikační technikou je dezinfekce pomocí aerosolu, přesněji aplikací suché mlhy. Ta se od ostatních aerosolů liší velikostí částic dezinfekčního prostředku a díky tomu nesmáčí povrch. Hlavní nevýhodou této metody je potřeba provést otření před i po aplikaci. Naopak hlavní výhodou je nenáročnost provedení, protože dekontaminace samotná probíhá bez přítomnosti obsluhy. Pro tento způsob dekontaminace byly zvoleny přípravky Nocolyse one shot a Persteril 1 %. Pro splnění hlavního cíle, bylo nutné stanovit parametry, které musí proces dekontaminace splňovat. Ty byly vybrány na základě konzultace s řídicími pracovníky ZZS HMP. Na základě jejich expertních odhadů byla vybrána měřítka uvedená v tabulce číslo 6. Pro potřeby multikriteriální analýzy, která byla zvolena jako hlavní analytická metoda, bylo každému měřítku přiřazena důležitost a bodová škála. Tímto postupem vznikla tabulka pro hodnocení zvolených postupů. V této části práce je vhodné vyjádřit důvody, pro které nebyly zařazeny v poslední době populární způsoby dekontaminace ozonem a UV-zářením. Důvodem je zpráva, která byla vydána státním zdravotním ústavem v roce 2020, *Testování nově vyvíjených technologií sanitace povrchů a vzduchu ve vnitřních prostorech budov*, který se zaměřuje na testy nových aplikačních metod sanitace, jimiž jsou zdroje UV-C záření, generování suché mlhy z biocidních přípravků a generátory ozonu. Tato práce vyvrací domněnky o dezinfekčních účincích ozonu a UV-C zářičích. Otázka UV-C zářičů se týká především rychle rozšířené nabídky uzavřených systémů čištění vzduchu, protože ty nejsou na rozdíl od klasických germicidních lamp jasně definovány. Před těmito novými metodami autoři varují, protože většina výrobků na českém trhu má nedostatečnou účinnost. Ta je způsobena vysokým průtokem vzduchu nebo nedostatečnou intenzitou lampy. Dále bylo zjištěno nedostatečné prokázání účinnosti ze strany většiny výrobců. V případě dezinfekce pomocí ozonu by se dala zjištění považovat za závažnější. V případě generátorů ozonu doporučených pro laickou veřejnost, která nepřekračují koncentrací ozonu kritéria pro ochranu veřejného zdraví, nedochází v mnoha případech ani k odstranění zápachu, natož dezinfekčním účinkům. Jako naprosto nedostatečné nebo zavádějící byly informace uvedené výrobcí těchto přístrojů. U profesionálních ozonizátorů, jejichž výkon je v jednotkách gramů ozonu za hodinu, a tudíž překračují limity pro ochranu veřejného zdraví, byl zjištěn pouze baktericidní účinek při hodnotě 200 ppm. Pro kontext je nutné uvést, že toxická hodnota ozonu je 1 ppm a při

opakovanému vystavení 0,25 až 75 ppm. Na základě těchto zjištění lze silně doporučit další výzkum v této oblasti a legislativní uchycení těchto populárních způsobů dezinfekce, aby nedocházelo ke klamání spotřebitele. Řešena je také otázka dezinfekce suchou mlhou. Zde se ukázaly jako účinné přípravky na biocidní bázi jako jsou peroxid vodíku, Persteril 15 nebo GPC8, což je směs glutaraldehydu a kvartérní amoniové soli. Výsledky této zprávy lze potvrdit již zmiňovanou publikací paní doktorky Melicherčíkové, která stanovuje hodnotu, při které ozon usmrcuje mikroorganismy ve vzduchu na 6500 ppm. Na základě těchto poznatků lze vyvrátit nejen obecné povědomí o ozonu jako účinném dezinfekčním prostředku, ale také jiné práce. Pro příklad lze uvést práci Jana Matějovského *Možnosti provedení dekontaminace personálu a techniky zdravotnické záchranné služby z roku 2017*. Vhodné je doplnit, že dezinfekce ozonem má své pevné místo mezi ostatními způsoby, a to například ve vodním hospodářství. Výše uvedená zpráva SZU

Na dalších stranách byla využita všechna dosavadní data a pro každý jeden dezinfekční přípravek se zvolenou technikou aplikace byla vytvořena SWOT analýza. V následujícím textu budou okomentovány zásadní vlastnosti zvolených postupů a přípravků. Tabulka číslo 7 a 9 uvádí vlastností přípravku Nocolyse one shot Persterilu 1 %. Aplikační technika, která se dá z důvodu absence osob při samotné dekontaminaci považovat za velmi výhodnou, je obdobná a její výhoda tkví v bezpečnosti pro personál a eliminaci lidského faktoru. Zásadní rozdíl lze spatřit v dezinfekčních přípravcích a jejich agresivitě. Za hlavní výhodu Nocolyse one shot se dá považovat absence zápachu, biologická odbouratelnost a hypoalergenní charakter. Naopak přípravek persteril je toxický, silně zapáchá a svými vlastnostmi je od února 2021 zařazen mezi prekurzory výbušnin. Agresivní vlastnosti Persterilu lze doložit nejen vlastnostmi jeho jednotlivých složek, ale několikrát je zmíněna také v závěrečné práci Petra Karpíška z roku 2016 *Zásah sil a prostředků Hasičského záchranného sboru České republiky u mimořádné události při podezření na vysoce nakažlivou nemoc*. Tvrzení autora v případě Nocolyse one shot nemůže být doloženo jinak, než informacemi výrobce a zkušeností autora a ZZS HMP, protože se jedná o nový dezinfekční přípravek, se kterým nepracuje žádná odborná literatura. Absence odborné literatury je přítomna také v případě Persterilu v takto nízké koncentraci a za použití suché mlhy. V tomto ohledu lze také spatřit

doporučení pro další výzkum. Persteril je uveden ve výše zmíněné práci Státního zdravotního ústavu, jedná se ale o první data nalezená autorem, která neřeší celý proces dekontaminace ani jeho aplikaci na transportní prostředky HZS nebo ZZS. Podklady pro aplikaci postřikem přípravkem Persteril 15 nalezneme v tabulce číslo 11. Jako jeho hlavní výhody lze uvést univerzálnost této metody a dlouholeté zkušenosti s jejím používáním. S tím souvisí také hlavní příležitost, a to spolupráce s HZS nebo AČR, které využívají také tento způsob dekontaminace. Kromě již dříve popsanych negativních vlastností Persterilu, je důležité zmínit také potřebu následného oplachu vodou alespoň 10 litry na m<sup>2</sup> nebo sprchováním minimálně 30 sekund. Naopak jako největší hrozbu lze považovat případnou změnu legislativy, která by dále zpřísnila nakládání s tímto přípravkem. ZZS jehož zřizovatelem je kraj a ne stát, by to mohlo přinést komplikace. Poslední metodou je otření, pro které byli hodnoceny dezinfekční ubrousky Clinell Universal a prostředek Desam efekt. Silnou stránkou této metody její okamžitá použitelnost a nenáročnost přípravy. Jako příležitost je vnímáno velké množství dezinfekčních přípravků, které je možno zaměnit za vybraná. Jako hlavní nevýhoda byla shledána omezená účinnost dezinfekcí a vysoká pravděpodobnost lidské chyby. Lidskou chybou je myšleno opomenutí určitých prostor, protože tato metoda je z pohledu lidské práce nejdelší a nejnáročnější. Analýzou výše popsaných skutečností, vyšla pro každý hodnocený způsob dekontaminace bodová hodnota. Jako nejlepší způsob je považován ten s nejvyšší výslednou hodnotou, ty jsou uvedeny v tabulce číslo 17.

Přečtením předchozích stránek lze konstatovat, že naplněny byly také všechny úkoly vytyčené v úvodu práce. Jsou jimi popsání současného stavu dekontaminace a vytvoření teoretického základu pro výzkum. Provedení analýzy dezinfekčních prostředků a aplikačních technik. Stanovení parametrů, které musejí jednotlivé procesy splňovat. Vybrat nejvhodnější způsob dekontaminace. Hlavním přínosem této práce je komplexní pohled na téma dekontaminace sanitních vozidel s přihlédnutím k novým metodám dezinfekce, které se zdají být nejen konkurence schopné, ale v určitých ohledech také převyšující metody dosavadní. Nezanedbatelným přínosem je upozornění na problematiku dezinfekce pomocí ozonu a UV-C zářičů, které během pandemie COVIDU-19 ovládly trh dekontaminace pro laickou veřejnost, ale jejich



účinnost je přinejmenším sporná. Mezi hlavní doporučení této práce patří důraz na pokračování v testování nových způsobů dekontaminace, jejichž potřeba byla akcentována probíhající pandemií. Tím by mohlo dojít k jejich rozšíření a zefektivnění, ze kterého by mohl čerpat celý IZS. V kontextu dekontaminace sanitních vozů ZZS HMP lze doporučit vyčlenění zaměstnance/ců, kteří by prováděli otření povrchů sanitních vozů, a to před i po aplikaci přípravku. V případě, že by tuto činnost měli vykonávat zasahující posádky, mohlo by dojít k jejich neúměrnému zatížení, což by mohlo vést nejen k deprivaci zaměstnanců, ale také by se zvýšila jejich chybovost a dekontaminace by nemusela být dost účinná. Toto tvrzení se opírá o práci Rostislava Macha Komplexní přístup poskytovatele zdravotnické záchranné služby k transportu pacienta s vysoce nakažlivou nemocí, ve které je výzkum zaměřen nejen na zatížení posádek záchranné služby. Možnost další realizace práce lze spatřit především v rozšíření počtu subjektů, pro které je otázka dekontaminace řešena. Na základě rozsáhlého výzkumu dezinfekcí a aplikačních technik by mohlo dojít k vytvoření univerzálního algoritmu, který by po zadání požadovaných parametrů doporučil vhodný způsob dekontaminace. Naopak limity této práce lze nalézt v malém počtu dezinfekčních prostředků a hodnocených parametrů. Z provedených analýz a po porovnání s literaturou, bylo provedeno následné hodnocení hypotéz.

**Hypotéza č. 1:** Pro dezinfekci sanitních vozidel v expozici vybraných infekčních onemocnění nelze využít univerzální dezinfekční prostředek/přípravek.

Na základě provedeného výzkumu je tato hypotéza vyvrácena, protože univerzální dekontaminační technika byla nalezena. Problematické je ale využití této metody v případě podezření na méně závažná onemocnění v běžném provozu. Vybraný způsob dekontaminace by v tomto případě neúměrně zatěžoval výjezdové skupiny, proto nutné doplnit další metodou, která je logisticky i časově méně náročná.

**Hypotéza č. 2:** Současný postup dezinfekce/dekontaminace sanitního vozidla po převozu pacienta s vybraným infekčním onemocněním nebo podezřením na něj, je na základě stanovených parametrů nejlepší možný.

Druhou hypotézu lze potvrdit, protože výsledky práce se shodují se současným stavem dekontaminace sanitních vozů ZZS HMP.

## 7 ZÁVĚR

Diplomová práce si kladla za cíl navrhnout optimální způsob dezinfekce ambulantního prostoru vozidel ZZS HMP po převozu infekčního nebo suspektně infekčního pacienta s vybranými onemocněními. Pro splnění tohoto cíle bylo vytyčeno několik úkolů, jako vypracování teoretického základu a provedení analýzy dezinfekčních přípravků a aplikačních technik, díky které bude na základě stanovených parametrů zvolen pomocí multikriteriální analýzy optimální postup.

Stanoveny byly dvě hypotézy. První z nich *pro dezinfekci sanitních vozidel v expozici vybraných infekčních onemocnění nelze využít univerzální dezinfekční prostředek/přípravek* byla vyvrácena. Byl nalezen širokospektrý dezinfekční přípravek. Jeho používání je ale pro běžný provoz a méně závažná onemocnění vhodné doplnit jinou metodou dezinfekce, protože u infekčních agens, která to nevyžadují, by to došlo k omezení provozu a vytvořilo tak zátěž na posádky ZZS HMP. Druhá hypotéza *současný postup dezinfekce/dekontaminace sanitního vozidla po převozu pacienta s vybraným infekčním onemocněním nebo podezřením na něj, je na základě stanovených parametrů nejlepší možný* byla potvrzena.

Na základě tohoto výsledku lze ZZS HMP doporučit pokračovat v metodě dezinfekce sanitní vozidel pomocí suché mlhy přípravku Nocolyse one shot. Toto doporučení lze považovat za hlavní přínos této práce, společně s námětem na optimalizaci tohoto procesu. Ta spočívá v doplnění pracovního postupu o zaměstnance, kteří by prováděli otření povrchů sanitního vozu před i po aplikaci dezinfekčního prostředku a tím ulehčili práci zasahujícím posádkám a zvýšili její účinnost. V případě nedostatku nebo neúměrném zvýšení ceny tohoto přípravku, se dá jako alternativa doporučit 1% přípravek Persteril 15 a jeho aplikace jako suché mlhy. Vedlejším přínosem této práce jsou poznatky v oblasti nových způsobů dezinfekce, které byli během pandemie onemocnění COVID-19 velmi populární. Ukázalo se, že míra jejich účinnosti je přinejmenším sporná a nelze ji tedy doporučit ani pro laickou veřejnost. Jako další přínos můžeme považovat také apel na další výzkum v oblasti nových metod a to především aerosolizaci pomocí suché mlhy, protože první výsledky testů přinášejí

pozitivní výsledky a její využívání ostatními záchrannými službami a složkami IZS by mohlo být přínosné.

Další výzkum na základě výsledků této práce lze vidět v rozšíření výzkumné části o další dezinfekční přípravky a aplikační techniky. To by mohlo v ideálním případě vést k vytvoření univerzálního algoritmu, který by po vložení vstupních dat doporučil dezinfekční přípravek i aplikační techniku.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

**ZZS** zdravotnická záchranná služba

**ZZS HMP** zdravotnická záchranná služba hlavního města Prahy

**VNN** vysoce nakažlivá nemoc

**ČR** Česká republika

**DNA** kyselina deoxyribonukleová

**OOPP** osobní ochranné pracovní pomůcky

**WHO** World Health Organization

**RT-PCR** reverzní-transkriptáza polymerázové řetězové reakce v reálném čase

**RNA** ribonukleová kyselina

**ZOS** zdravotnické operační středisko

**HZS** hasičský záchranný sbor

**ARI** akutní respirační infekce

**CPALP** cílový poskytovatel akutní lůžkové péče

**AČR** armáda České republiky

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví. 59. Praha: Česká republika, 2000.
2. Vyhláška č. 306/2012 Sb. o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče. 2. Praha: Česká republika, 2017.
3. Vyhláška č. 473/2008 Sb. o systému epidemiologické bdělosti pro vybrané infekce. 3. Praha: Česká republika, 2011.
4. Vyhláška č. 299/2003 Sb. o opatřeních pro předcházení a zdolávání nákaz a nemocí přenosných ze zvířat na člověka. 59. Praha: Česká republika, 2003.
5. KOMÁREK, Lumír a Kamil PROVAZNÍK. Ochrana a podpora zdraví. Praha: Nadace CINDI ve spolupráci s 3. lékařskou fakultou UK Praha, 2011. ISBN 978-80-260-1159-0.
6. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. 10. Praha: Česká republika, 2007.
7. ROZHODNUTÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY č. 1082/2013/EU. 2013. Brusel: Evropský parlament, 2013.
8. ROZSYPAL, Hanuš. *Základy infekčního lékařství* [online]. 2015. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015 [cit. 2021-7-27]. ISBN 978-80-246-2932-2. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/zaklady-infekcniho-lekarstvi-423314/>
9. Bioterrorism Agents/Diseases. *Centers for Disease Control and Prevention* [online]. Washington, D. C.: CDC, 2018 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp#catdef>
10. Mimořádná událost s podezřením na výskyt vysoce nakažlivé nemoci ve zdravotnickém zařízení nebo v ostatních prostorech STČ 16A/IZS. Praha, 2018.
11. Mimořádná událost s podezřením na výskyt vysoce nakažlivé nemoci na palubě letadla s přistáním na letišti Praha/Ruzyně STČ 16B/IZS. Praha, 2019.
12. POLANECKÝ, Vladimír. *Manuál praktické epidemiologie: Díl 2* [online]. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, 2015 [cit. 2021-7-27].

- Dostupné z: <https://www.ipvz.cz/seznam-souboru/2362-manual-prakticke-epidemiologie-dil-2.pdf>
13. KOTINSKÝ, Petr a Jaroslava HEJDOVÁ. *Dekontaminace v požární ochraně*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-31-0.
  14. MACH, Rostislav. *Komplexní přístup poskytovatele zdravotnické záchranné služby k transportu pacienta s vysoce nakažlivou nemocí*. České Budějovice, 2019. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce MUDr. Josef Štorek, Ph.D.
  15. POLJAK, Vladk. Atnrax. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2001, **2001**(11), 506-510 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2001/11/04.pdf>
  16. *Guide to Understanding Anthrax: Infectious Disease - Anthrax* [online]. Washington DC: Centers for Disease Control and Prevention [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/anthrax/pdf/evergreen-pdfs/anthrax-evergreen-content-english.pdf>
  17. Sporicidní činidla schopná s vysokou účinností inaktivovat spory *Bacillus anthracis*. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie* [online]. 2010, **2010**(4), 205-208 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/epidemiologie/2010-4/sporicidni-cinidla-schopna-s-vysokou-ucinnosti-inaktivovat-spory-bacillus-anthraxis-33428>
  18. Biologická agens bioterorismu – připravenost je nezbytná. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie* [online]. 2020, **2020**(1), 42-47 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/epidemiologie/2020-1-13/biologicka-agens-bioterorismu-pripravenost-je-nezbytna-121994>
  19. SMETANA, Jan. *Vysoce nebezpečné nákazy*. Praha: Mladá fronta, 2018. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-4655-8.
  20. Nový koronavirus (SARS-CoV-2) a onemocnění COVID-19. *Časopis lékařů českých* [online]. 2020, **2020**(2), 55-66 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/2020-2-6/novy-koronavirus-sars-cov-2-a-onemocneni-covid-19-122272>
  21. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. World Health Organization [online]. Geneva: WHO, 2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://covid19.who.int/>

22. CEVIK, Muge, Matthew TATE, Ollie LLOYD, Alberto Enrico MARAOLO, Jenna SCHAFERS a Antonia HO. SARS-CoV-2, SARS-CoV, and MERS-CoV viral load dynamics, duration of viral shedding, and infectiousness: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Microbe* [online]. 2021, **2**(1), e13-e22 [cit. 2021-7-27]. ISSN 26665247. Dostupné z: doi:10.1016/S2666-5247(20)30172-5
23. Zdravotní následky dlouhého průběhu COVID-19 (long covid) a prediktivní faktory jeho rizika. *ProLékaře.cz* [online]. Praha, 2020 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/covid-19/zdravotni-nasledky-dlouheho-prubehu-covid-19-long-covid-a-prediktivni-faktory-jeho-rizika-125076>
24. *Strategie testování onemocnění COVID-19: pro sezónu respiračních onemocnění 2020/2021* [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví a Rada vlády pro zdravotní rizika, 2020 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: [https://koronavirus.mzcr.cz/wp-content/uploads/2020/10/Strategie-testov%C3%A1n%C3%AD-COVID-19\\_def\\_200929.pdf](https://koronavirus.mzcr.cz/wp-content/uploads/2020/10/Strategie-testov%C3%A1n%C3%AD-COVID-19_def_200929.pdf)
25. Tularémie – zoonóza s rizikem bioterorismu. *Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie* [online]. 2019, **2019**(2), 82-89 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/epidemiologie/2019-2-22/tularemie-zoonoza-s-rizikem-bioterorismu-113241>
26. MIKULÁŠKOVÁ, Marta. *Epidemiologie tularémie v ČR*. Praha, 2006. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, 3. lékařská fakulta. Vedoucí práce MUDr. Marta Příkazská.
27. Kazuistika oroglandulární formy tularémie s překvapivým kultivačním záchytem nokardií ve zkolikvované uzlině. *Pediatric pro praxi* [online]. 2005, **2005**(2), 95-97 [cit. 2021-7-27]. Dostupné z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2005/02/10.pdf>
28. KISSOVÁ, Petra. *Výskyt tularémie v Královéhradeckém kraji za posledních deset let*. Praha, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, 3. lékařská fakulta. Vedoucí práce MUDr. Jana Dáňová, PhD.
29. MELICHERČÍKOVÁ, Věra. *Sterilizace a dezinfekce*. Druhé, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-139-1.
30. Testování dekontaminační účinnosti generátorů ozónu. Praha, 2020.



31. KOTLÍK, Bohumil, Věra MELICHERČÍKOVÁ, Jan URBAN a Jiří MATĚJKA. Testování nově vyvíjených technologií sanitace povrchů a vzduchu ve vnitřních prostorech budov. Praha, 2020.
32. TOMÁŠKOVÁ, Petra. Dezinfekční prostředky pro zdravotnictví, potravinářství a úpravu vody. Zlín, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
33. Zákon č. 374/2011 Sb. o zdravotnické záchranné službě. 2011. 3: Česká republika, 2011.
34. Historie ZZS HMP. Zdravotnická záchranná služba hl. m. Prahy [online]. Praha: ZZS HMP, 2018 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.zzshmp.cz/o-zzs-hmp/historie-zzs-hmp/>
35. Současnost ZZS HMP. Zdravotnická záchranná služba hl. m. Prahy [online]. Praha: ZZS HMP, 2018 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://www.zzshmp.cz/o-zzs-hmp/soucasnost-zzs-hmp/>
36. Využití modulů pro mimořádné události. Interní dokument ZZS HMP. Praha, 2021.
37. Krizové vybavení výjezdových skupin. Praha, 2020. Interní dokument ZZS HMP.
38. HMP, ZZS. Osobní ochranné, zdravotnické a dezinfekční prostředky při epidemii. Praha, 2020.
39. ŠEDIVKA, Ondřej. Metodický pokyn MP.02.04: Řešení zásahu a výskytem chemické, biologické a radioaktivní látky. 1. Praha, 2019.
40. Interní pokyn - č. NLZP/03/2021: COVID 19 - metodika verze 3/2021. 4. Praha, 2021.
41. PERTINAX - TEXTIT. Plastics.cz [online]. Přelouč: Sagida Trade, 2019 [cit. 2021-8-5]. Dostupné z: <https://www.plastics.cz/prehled-plastu/pertinax-textit>
42. MENŠÍK, Martin. Vliv aditiv na vlastnosti epoxidových pryskyřic. Zlín, 2008. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
43. Směrnice SME.04.02: Provozní řád. 1. Praha, 2020.
44. MACHI, Lawrence A. a Brenda T. MCEVOY. The Literature Review: Six Steps to Success. 2. Londýn: SAGE Publications, 2012. ISBN 978-1-4522-4088-6.
45. Obsahová analýza [online]. Plzeň: FF ZČU, 2014 [cit. 2021-08-01]. Dostupné z: <http://www.antropologie.org/cs/metodologie/obsahovaanalýza>

46. OCHRANA, František. Metodologie, metody a metodika vědeckého výzkumu. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4200-0.
47. GÜREL, EMET. SWOT ANALYSIS: A THEORETICAL REVIEW. In: Wwww.researchgate.net [online]. Turecko: ResearchGate GmbH, 2021 [cit. 2021-08-01]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/319367788\\_SWOT\\_ANALYSIS\\_A\\_THEORETICAL\\_REVIEW](https://www.researchgate.net/publication/319367788_SWOT_ANALYSIS_A_THEORETICAL_REVIEW)
48. Surveillance Atlas of Infectious Diseases. European Centre for Disease Prevention and Control: An agency of the European Union [online]. Švédsko: ECDC, 2021 [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: <https://atlas.ecdc.europa.eu/public/index.aspx>
49. 4.1.4 Výskyt vybraných povinně hlášených přenosných onemocnění na území hlavního města Prahy. Hygienická stanice hlavního města Prahy [online]. Praha: Gappex, 2016 [cit. 2021-8-3]. Dostupné z: [http://www.hygpaha.cz/obsah/informace\\_118\\_1.html](http://www.hygpaha.cz/obsah/informace_118_1.html)

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 – COVID-19 [25].....	58
Tabulka 2 - Antrax [48] (absolutní čísla) .....	59
Tabulka 3 - Tularémie [48] (absolutní čísla).....	60
Tabulka 4 - Výskyt vybraných povinně hlášených přenosných onemocnění na území hlavního města Prahy, za roky 2015-2019 [49.]. (absolutní čísla).....	61
Tabulka 5 - Výběr aplikačních technik [15, 31, 41]. .....	62
Tabulka 6 - Parametry pro hodnocení jednotlivých způsobů dekontaminace [zdroj dat: autor]. .....	63
Tabulka 7 - Přípravek Nocolyse one shot a aplikace suchou mlhou [zdroj dat: autor]. .....	64
Tabulka 8 - Přípravek Nocolyse one shot a aplikace suchou mlhou – výpočet [zdroj dat: autor]. .....	65
Tabulka 9 - Přípravek Persteril 15 a aplikace suchou mlhou [zdroj dat: autor]. .....	66
Tabulka 10 - Přípravek Persteril 15 a aplikace suchou mlhou – výpočet [zdroj dat: autor]. .....	68
Tabulka 11 - Přípravek Persteril 15 a aplikace postřikem [zdroj dat: autor]. .....	69
Tabulka 12 - Přípravek Persteril 15 a aplikace postřikem – výpočet [zdroj dat: autor]. .....	70
Tabulka 13 - Utěrky Clinell Universal a aplikace otřením [zdroj dat: autor].....	71
Tabulka 14 - Utěrky Clinell Universal a aplikace otřením – výpočet [zdroj dat: autor]. .....	72
Tabulka 15 - Přípravek Desam effekt a aplikace otřením [zdroj dat: autor].....	73
Tabulka 16 - Přípravek Desam effekt a aplikace otřením – výpočet [zdroj dat: autor]. .....	73
Tabulka 17 - Výsledky výpočtu jednotlivých analýz [zdroj dat: autor]. .....	74

## **11 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha číslo 1 - Seznam infekčních onemocnění, při nichž se nařizuje izolace na lůžkových odděleních nemocnic nebo léčebných ústavů, a nemocí, jejichž léčení je povinné.

Příloha číslo 2 - Infekce, které jsou zahrnuty v systému epidemiologické bdělosti.

Příloha číslo 3 – Dělení infekčních agens podle Centra pro kontrolu a prevenci nemocí.

### **11.1 Příloha číslo 1 - Seznam infekčních onemocnění, při nichž se nařizuje izolace na lůžkových odděleních nemocnic nebo léčebných ústavů, a nemocí, jejichž léčení je povinné.**

- 1) Akutní virové záněty jater
- 2) antrax;
- 3) dengue;
- 4) hemoragické horečky;
- 5) cholera;
- 6) infekce CNS mezilidsky přenosné;
- 7) mor;
- 8) paratyfus;
- 9) syfilis v I. a II. Stadiu;
- 10) přenosná dětská obrna;
- 11) pertuse v akutním stadiu;
- 12) rickettsiózy
- 13) SARS a febrilní stavy nezjištěné etiologie s pozitivní cestovní anamnézou;
- 14) spalničky;
- 15) trachom;
- 16) tuberkulóza;
- 17) tyfus břišní;
- 18) úplavice amébová;
- 19) úplavice bacilární v akutním, stadiu onemocnění (v případě bezpříznakového nosičství původce onemocnění je možné propustit pacienta do domácího prostředí pouze se souhlasem orgánu ochrany veřejného zdraví);
- 20) záškrt;
- 21) další infekce podléhající hlášení Světové zdravotnické organizaci;
- 22) projevy nemocí nebo událost, která představuje možnost propuknutí nemoci podle článku 1 Mezinárodního zdravotního řádu (IHR 2005), která je podle přílohy rozhodnutí č. 2119/98/ES nemocí přenosnou.

## 11.2 Příloha číslo 2 - Infekce, které jsou zahrnuty v systému epidemiologické bdělosti

### 1) *Nemoci, jimž lze předcházet očkováním:*

záškrty;

infekce, které vyvolává *Haemophilus influenzae* typ b a non b;

chřipka;

spalničky;

příušnice;

dávivý kašel;

přenosná dětská obrna;

zarděnky;

tetanus.

### 2) *Sexuálně přenosné nemoci:*

chlamydiové infekce;

gonokokové infekce;

nákazy vyvolané virem lidského imunodeficitu (HIV/AIDS);

příjice (Syfilis).

### 3) *Virová hepatitida:*

hepatitida A;

hepatitida B;

hepatitida C;

hepatitida E.

### 4) *Nemoci přenášené potravinami a vodou a nemoci závislé na prostředí:*

botulismus;

campylobakterióza;

kryptosporidióza;

lamblióza (giardiáza);

infekce vyvolané *E. coli enterohaemorrhagica*;

leptospiróza;

listeriíza;

salmonelóza;

shigelóza;  
sněť slezinná;  
toxoplazmóza;  
trichinóza;  
yersinióza;  
rotavirové infekce.

5) Jiné nemoci:

- Nemoci přenášené nekonvenčními původci:

varianta přenosných spongiformních encefalopatií (Creutzfeldt-Jakobova nemoc)

- Nemoci přenášené vzduchem:

Legionelóza;  
meningokoková onemocnění;  
pneumokokové infekce;  
tuberkulóza;  
těžký akutní respirační syndrom (SARS).

- Zoonózy:

brucelóza;  
echinokokóza;  
vzteklina;  
ptačí chřipka přenesená na člověka;  
nákaza virem západonilské horečky;  
Q horečka;  
tularemie;  
lymeská borelióza;  
encefalitida.

- Vážné zavlečené nemoci:

cholera;  
malárie;  
mor;  
virové hemorrhagické horečky.

- Ostatní nemoci

Plané neštovice, pásový opar

### 11.3 Příloha číslo 3 – Dělení infekčních agens podle Centra pro kontrolu a prevenci nemocí.

1) Kategorie A

Antrax

Botulismus

Mor

Neštovice

Tularémie

Virové hemoragické horečky (Ebola, Marburg, Lassa, Machupo)

2) Kategorie B

Brucelóza

Epsilon toxin z *Clostridium perfringens*

Ohrožení bezpečnosti potravin (*Salmonella* *Escherichia coli*, O157: H7, *Shigella*)

Glanders

Melioidóza

Psitakóza

Q horečka

Ricinový toxin

Stafylokokový enterotoxin B

Tyfusová horečka

Virová encefalitida

Ohrožení bezpečnosti vody (*Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum*)

3) Kategorie C

virus Nipah

hantavirus