

# Využití nanomateriálů v ochraně obyvatelstva

Jakub Maléř

---

Bakalářská práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Jakub Maléř
Osobní číslo:	L21624
Studijní program:	B1032A020002 Ochrana obyvatelstva
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Využití nanomateriálů v ochraně obyvatelstva

### Zásady pro vypracování

1. Na základě dostupných zdrojů zpracujte teoretickou část z dané problematiky.
2. Proveďte dotazníkové šetření a následně zpracujte analýzu dat současného stavu využití nanomateriálů v ochraně obyvatelstva.
3. Na základě analyzovaných dat navrhněte případné změny a opatření ke zlepšení využití nanomateriálů v ochraně obyvatelstva.

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

**Seznam doporučené literatury:**

1. MICHNA, Štefan. *Příprava a vlastnosti mikro a nano vrstev*. 1. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2022. ISBN 978-80-7561-393-6.
  2. MOTYKA, Oldřich. *Nanomateriály a životní prostředí*. 1. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava: Centrum nanotechnologií, 2019. ISBN 978-80-248-4357-5.
  3. TAHIR MUHAMMAD, Bilal, Sagir MUHAMMAD a Asiri ABDULLAH M. *Nanomaterials: synthesis, characterization, hazards, and safety*. 1. Amsterdam: Elsevier, 2021. ISBN 978-0-12-823823-3.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vlastimil Sýkora, CSc.**  
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2024**

L.S.

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
děkanka

---

**prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.**  
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 3. 5. 2024

Jméno a příjmení studenta: Jakub Malý

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce s názvem „Využití nanomateriálů v ochraně obyvatelstva“ je rozdělena na dvě části. První část je teoretická a druhá část je praktická. V teoretické části je popsána samotná historie nanomateriálů, nejrozšířenější nanomateriály, bezpečnost nanomateriálů, legislativa, nanovlákna, aerosoly a samotná ochrana obyvatelstva. Praktická část je zaměřena na měření propustnosti jednotlivých ochranných dýchacích prostředků, což ukazuje jejich jednotlivou účinnost. Dále je zde dotazníkové šetření a na základě zjištěných informací jsou navrhována opatření, která by dle autora zlepšila využívání v této problematice do budoucnosti.

Klíčová slova: nanomateriály, ochrana obyvatelstva, nanovlákna, nanogely, nanosenzory, ochranné dýchací prostředky.

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis entitled "The use of nanomaterials in the protection of the population" is divided into two parts. The first part is theoretical and the second part is practical. The theoretical part describes the history of nanomaterials, the most widespread nanomaterials, safety of nanomaterials, legislation, nanofibers, aerosols and the protection of the population itself. The practical part focuses on the measurement of the permeability of individual protective respirators, showing their individual effectiveness. There is also a questionnaire survey, and based on the information found, measures are proposed which the author believes would improve the use of this issue in the future.

Keywords: nanomaterials, public protection, nanofibres, nanogels, nanosensors, protective respirators.

Tímto bych chtěl velice poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Vlastimilu Sýkorovi, CSc., za odborné konzultace, čas a rady, které mi věnoval během vypracovávání bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## OBSAH

ÚVOD.....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>10</b>
<b>1 HISTORIE NANOMATERIÁLŮ .....</b>	<b>11</b>
<b>2 NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ NANOMATERIÁLY.....</b>	<b>13</b>
2.1 NANOTRUBICE A NANOVLÁKNA UHLÍKU.....	13
2.2 NANOGELY .....	15
2.3 GRAFEN .....	16
2.4 KOVOVÉ NANOMATERIÁLY .....	17
2.5 UHLÍKOVÉ NANOMATERIÁLY .....	18
2.6 FULLERENY .....	18
<b>3 BEZPEČNOST NANOMATERIÁLŮ .....</b>	<b>20</b>
<b>4 LEGISLATIVA NANOMATERIÁLŮ .....</b>	<b>23</b>
<b>5 NANOVLÁKNA.....</b>	<b>25</b>
<b>6 AEROSOLY.....</b>	<b>27</b>
<b>7 OCHRANA OBYVATELSTVA .....</b>	<b>29</b>
7.1 PRÁVNÍ PŘEDPISY SOUVISEJÍCÍ S OCHRANOU OBYVATELSTVA.....	30
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>34</b>
<b>8 INSTITUT OCHRANY OBYVATELSTVA .....</b>	<b>35</b>
8.1 PRACoviŠTĚ INSTITUTU OCHRANY OBYVATELSTVA.....	36
<b>9 TESTOVÁNÍ PROPUSTNOSTI OCHRANNÝCH PROSTŘEDKŮ POMOCÍ TESTERU FILTRU 3160.....</b>	<b>38</b>
9.1 AUTOMATIZOVANÝ TESTER FILTRŮ MODEL 3160.....	39
9.2 TESTOVÁNÍ PROPUSTNOSTI VYBRANÝCH OCHRANNÝCH PROSTŘEDKŮ.....	42
9.3 SVĚTLE MODRÁ CHIRURGICKÁ OCHRANNÁ ROUŠKA .....	42
9.4 RESPIRÁTOR S FILTRAČNÍ TŘÍDOU OCHRANY FFP1 – MODEL REFIL 710 .....	44
9.5 RESPIRÁTOR S FILTRAČNÍ TŘÍDOU ÚČINNOSTI FFP2 – MODEL REFIL 730.....	46
9.6 RESPIRÁTOR S FILTRAČNÍ TŘÍDOU ÚČINNOSTI FFP2 – MODEL RESPILON .....	48
9.7 RESPIRÁTOR S FILTRAČNÍ TŘÍDOU ÚČINNOSTI FFP3 – MODEL REFIL 750.....	50
9.8 NANOROUŠKA SPURTEX.....	52
9.9 CELKOVÉ SROVNÁNÍ ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ.....	54
<b>10 NÁVRH A VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ .....</b>	<b>55</b>
10.1 VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ .....	56
10.2 SHRnutí DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ .....	65

<b>11</b>	<b>NAVRHOVANÉ ZMĚNY V POUŽÍVÁNÍ OCHRANNÝCH DÝCHACÍCH PROSTŘEDKŮ .....</b>	<b>66</b>
<b>12</b>	<b>VYUŽITÍ NANOMATERIÁLŮ V BUDOUCNOSTI .....</b>	<b>67</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>79</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>81</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>82</b>



## ÚVOD

V dnešní době se potýkáme s čím dál více hrozbami, které mohou vážně ohrozit bezpečnost, zdraví a životy občanů. Technologické havárie, přírodní katastrofy, teroristické útoky a mnoho dalších mimořádných událostí nás zasahuje na lokální i globální úrovni víceméně každý den.

V oblasti nanotechnologií v dnešní době dochází k obrovskému rozvoji, co se týče vývoje a výzkumu. V kontextu ochrany obyvatelstva nabízejí nanotechnologie široké spektrum využití, jak pomáhat při výskytu mimořádných událostí a pomáhat samotným občanům. Využití nanomateriálů se stává stále důležitějším předmětem výzkumu v oblasti bezpečnosti a ochrany veřejnosti, jelikož výrobky z nanomateriálů mají skvělé vlastnosti, ať už se jedná o mechanickou pevnost nebo elektrické vlastnosti. Nanotechnologie nabízejí možnost vytvářet pokročilejší materiály, technologie a zařízení, které mohou být klíčové pro prevenci, detekci a reakci v případě vzniku mimořádné události.

Vybrané téma si autor zvolil z důvodu, že mu přišlo velice zajímavé a taktéž aktuální. Téma spadalo pod Institut ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč, kde byla autorovi taktéž nabídnuta odborná praxe a díky tomu si mohl rozšířit znalosti v této aktuální problematice.

Hlavním cílem této bakalářské práce je vytvoření dotazníkového šetření a na základě získaných výsledků navrhnout změny, které by v budoucnosti zlepšily stav v této problematice. Aby byly splněny hlavní cíle práce, byly stanoveny následující dílčí cíle, které zahrnovaly: zpracování teoretických poznatků z dané problematiky, pomoci testeru filtrů 3160 otestování propustnosti jednotlivých vybraných ochranných dýchacích prostředků a následné navržení změn do budoucnosti, co se týče využití samotných ochranných dýchacích prostředků a nanomateriálů v oblasti ochrany obyvatelstva.

Použité metody, které tato bakalářská práce obsahuje, jsou: literární rešerše (prozkoumání dostupných internetových a knižních zdrojů z dané problematiky, syntéza (spojení více poznatků a ucelení v jeden smysluplný celek), komparace (porovnání jednotlivých odlišností), analýza testování jednotlivých ochranných dýchacích prostředků, na jejichž výsledcích bude zjištěna účinnost ochrany a na závěr provést dotazníkové šetření a následně analyzovat získané výsledky.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE NANOMATERIÁLŮ

V následující kapitole je popsána samotná historie nanomateriálů a jsou zmíněny důkazy, které potvrzují samotnou existenci nano již v dřívějších dobách. (Kratochvíl, 2010)

Ve vědě a technice je pojem nano (z řeckého slova „trpaslík“) zobrazován jako jedna miliardina, což lze chápat jako číslo (0,000000001). Pro představu je to asi deset tisícín průměru lidského vlasu. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

První zmínky jsou zde již od 4. století našeho letopočtu. Středověcí skláři si uvědomili, že díky barevným prvkům, jako je selen, zlato, stříbro, zinek anebo třeba síra by se dalo sklo změnit na jiné barevné kombinace. (Nanoprotech, 2016)

Díky kovovému prachu, který měl rozměry nanočástic, takto došlo k novým barevným kombinacím skla. Velice známým nalezeným artefaktem jsou Lykurgovy poháry, které se odhadují, že vznikly v již zmíněném 4. století našeho letopočtu. (Kratochvíl, 2010)

Tyto poháry lze najít v Britském muzeu v Londýně a své jméno nesou podle krále Lykurgose. Na těchto pohárech je nejvíce zajímavý ten fakt, že pokud je zdroj světla umístěn vně poháru (např. denní světlo), barva je světle zelená. Pokud je ale zdroj světla napřímou umístěn v poháru, barva se změní na červeně rudou. (Nanoprotech, 2016)



Obrázek 1 – Lykurgovy poháry. (Nanoprotech, 2016)

Sklo obsahuje: 73 % oxidu křemičitého ( $\text{SiO}_2$ ), 14 % oxidu sodného ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) a 7 % oxidu vápenatého ( $\text{CaO}$ ). Tohle složení je velice podobné i při výrobě dnešních skel. Zmíněné poháry však taktéž obsahovaly 40 ppm zlata a 300 ppm stříbra. Tyto 2 kovy se ve skle nacházejí v podobě nanokrystalů, jejichž rozměry jsou 70 nm. Dosud však není známo, jak se středověcí skláři vůbec k takové metodě dostali. (Fyzmatik, 2013)

### **Porovnání mikro a nanovrstev**

Mikrovrstvy jsou mechanicky odolné a můžeme je pozorovat běžným okem. Na rozdíl nanovrstvy jsou velice tenké a jejich vlastnosti jsou citlivé na změny. Mikrovrstvy jsou tlustší a mají větší mechanickou pevnost, a tak mohou odolávat většímu mechanickému stresu. Nanovrstvy mají vysokou povrchovou reaktivitu a velice citlivě reagují na změny v okolí, což je činí velice vhodné pro výrobu senzorů a pokročilých technologií. Mikrovrstvy jsou velice přilnavé, zatímco nano vrstvy nabízejí specifické optické vlastnosti a povrchovou citlivost, což zapříčiňuje jejich využití v biomedicíně, optice a sensorice. (Michna, 2022)

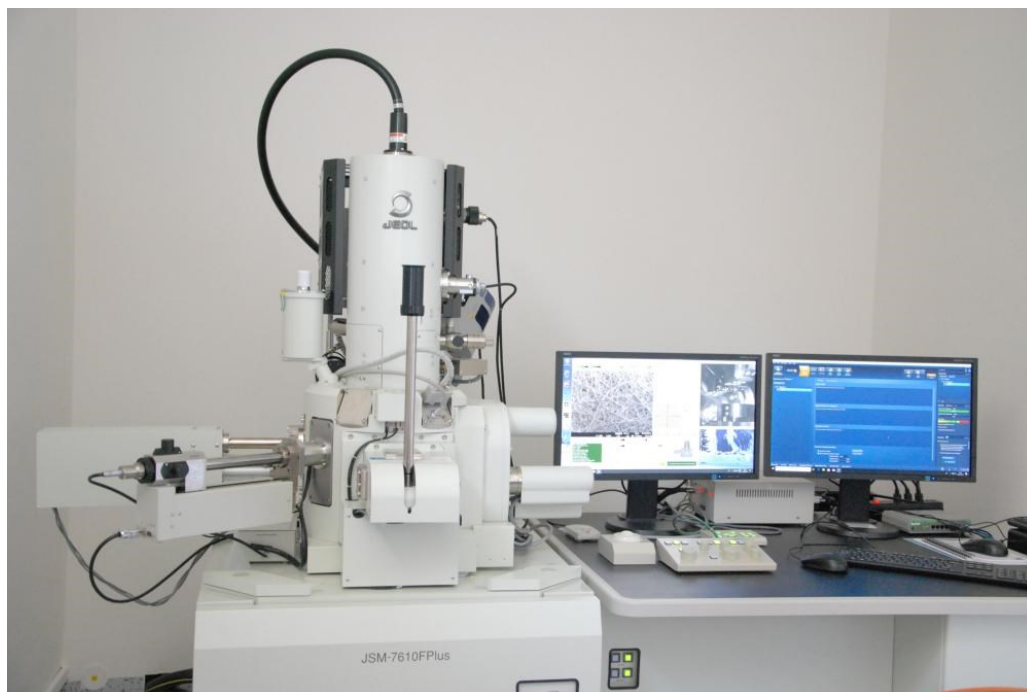
## 2 NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ NANOMATERIÁLY

V následujících kapitolách budou jednotlivě rozebrány nanomateriály, které jsou v dnešní době nejvíce rozšířené.

### 2.1 Nanotrubice a nanovláčna uhlíku

Uhlíkové nanotrubice (CNT) a uhlíková nanovláčna (CNF) se hojně začala využívat díky svým jedinečným vlastnostem v oblasti nanotechnologií. Pokud budou tyto 2 uhlíkové nanostruktury porovnány, tak lze říct, že CNF má kuželovitý nebo válcovitý tvar a taktéž se může lišit v průměru, který bývá od několika málo jednotek nm až do několika stovek nm. (Němček, 2018)

CNF je tvořena grafenovým pláštěm, kde jsou na sebe atomy uhlíku kovalentně vázány a díky tomuto je možné vytvořit hexagonální trojrozměrný plášť grafenu. Tato nanovláčna lze rozdělit do 3 různých skupin: rybí struktura, trubičková struktura a destičková struktura. Struktury lze pozorovat pod transmisním elektronovým mikroskopem při teplotách 1800–3000 °C. Během experimentování jsou vyvíjeny a studovány nové struktury uhlíkových nanovláken, které mají název „cup stacked“ CNF. (Němček, 2018)



Obrázek 2 – Transmisní elektronový mikroskop. (Drobíková, 2019)

Tato nově vytvořená nanovláčna mají tvar kuželu a skládají se z vrstev grafenu, které jsou otevřené na obou vnitřních i vnějších stranách. Díky tomu lze říct, že nanotrubice jsou modifikovanou formou uhlíkových trubiček. (Němček, 2018)

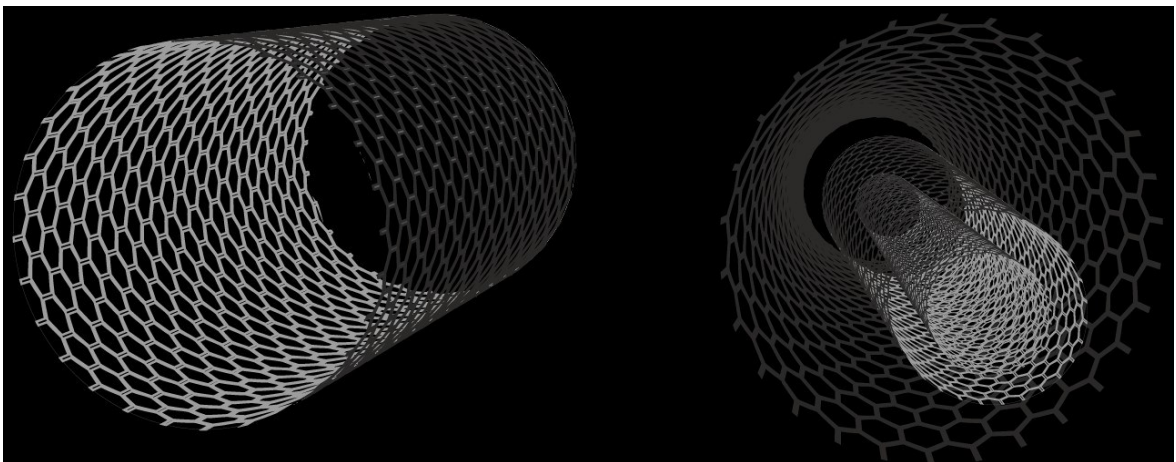
Jediný rozdíl mezi CNT a CNF je tedy v uspořádání grafenového pláště s různou velikostí. CNT byly objeveny v roce 1991 japonským fyzikem Sumio Lijimou. Tato nanovlákna našla využití v displejích vyzařujících pole. (Němček, 2018)

V současné době probíhá další vývoj pro lepší aplikování. Tento vývoj a následná aplikace vede k lepším výsledkům, k nižším nákladům a pomáhá rozvíjet obory jako elektrotechnika a medicína. CNT může mít různé výhody, díky hexagonálnímu plášti uhlíkových atomů. Tímto způsobem je poměr délky k průměru větší a projevuje se dobrá vodivost. CNT jsou dostatečně odolné tomu, aby zvládaly jakýkoliv typ mechanického stresu, který lze rozdělit na kompresní, smykový a ohybový. (Shoukat et al., 2021)

To je zapříčiněno skrz jejich válcovitou strukturu. Pevnost je závislá na elastickém modulu, který lze také nazvat jako Youngův modul pružnosti, jenž udává poměr mezi deformací a napětím. V případě nanotrubic je pevnost odhadována na 100 GPa. Pokud u CNT dochází k nadměrnému stresu, dochází k procesu, který se nazývá plastická deformace, čímž CNT ztrácí svou schopnost vratné deformace. (Shoukat et al., 2021)

### Typy uhlíkových nanotrubiček

Uhlíkové nanotrubičky lze rozdělit na jednovrstevné uhlíkové nanotrubičky (SWCNT) a vícevrstevné uhlíkové nanotrubičky (MWCNT). (Shoukat et al., 2021)



Obrázek 3 – SWCNT a MWCNT trubičky. (Filchakova, 2021)

SWCNT se skládají pouze z jedné vrstvy atomu uhlíků, která utváří válcovou strukturu, zatímco MWCNT vznikají tehdy, když se jednotlivé SWCNT s rozdílným průměrem spojí dohromady, a tak tvoří síťovou strukturu. Průměr SWCNT dosahuje od 0,4 nm do 3 nm, zatímco u MWCNT může dosahovat až 100 nm, takže lze zaznamenat znatelný rozdíl. (Shoukat et al., 2021)

## 2.2 Nanogely

Dříve označovány jako hydrogelové nanočástice, které mají výhodu jak hydrogelů, tak nanočástic. V nedávné době se nanogely i mikrogely staly středem pozornosti z důvodu rozvoje mikro/nano technologií. (Duan et al., 2023)

Pro porovnání se mikrogely vyskytují ve velikosti od 1 až 350  $\mu\text{m}$ , zatímco velikost nanogelů se pohybuje od 10 po 1000 nm a rozsahem 20 až 250 nm. Pro srovnání s makro rozměrnými nebo mikro rozměrnými gely mají nanogely spoustu výhod, jako jsou velký povrch, lépe fungují s léčivem a déle se drží v lidském těle. Nanogely však nemusí být spojeny pouze s medicínou. (Duan et al., 2023)

Dnes už se využívají při katalýze, přepravě paliv a k odstraňování nebezpečných látek z vody. V roce 1993 Akiyoshi společně se svými spolupracovníky představili první prototyp nanogelů, který byl vyráběn za pomoci samoagregace pullulanů, které obsahují cholesterol. (Duan et al., 2023)

Nanogely jsou velice univerzálním biomateriálem, kde jsou udávány rozměry v nanojednotkách. Vyrábět je lze za pomoci přírodních polymerů, syntetických polymerů a dalších různých směsí. Mezi zástupce přírodních polymerů lze zařadit proteiny, jako jsou fibrin, kolagen, albumin, želatina a fetální hovězí sérum (FBS). Dále jsou to polysacharidy, jako jsou hyaluronová kyselina, pullulan, alginát, chondroitin sulfát, agaróza, chitosan, alginát, celulóza, heparin, gellan guma, karagenan a guar guma. (Duan et al., 2023)

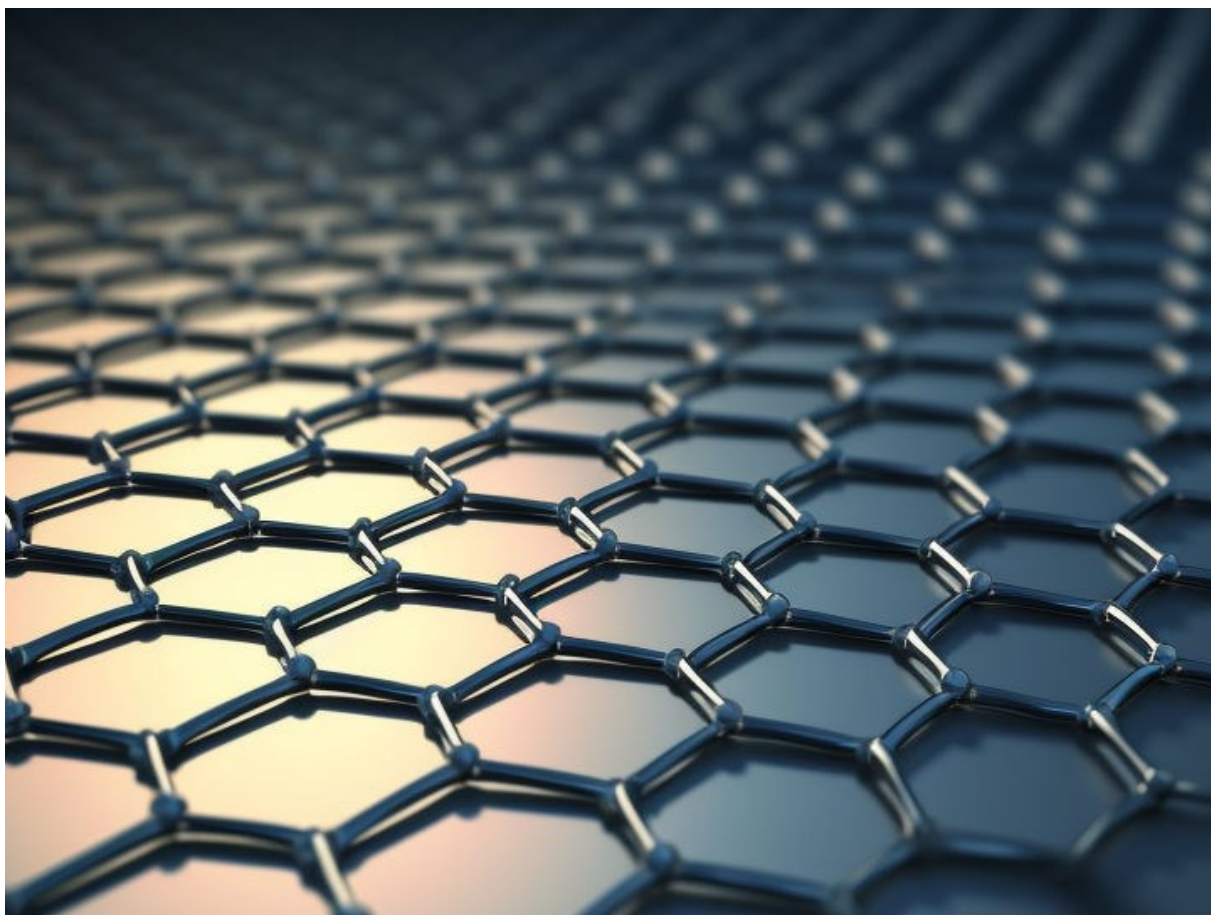
V neposlední řadě jsou zde ještě syntetické polymery, díky nimž můžeme vytvářet nanogely s různými vlastnostmi, jako třeba citlivost na různé podmínky v prostředí. Mezi syntetické polymery lze zařadit polyetherimidová vlákna (PEI), polyethylen glykol (PEG) a dendrimery. (Duan et al., 2023)

PEG se často nanáší na povrch nanočástic, a tím se zvyšuje jeho koloidní stabilita, což způsobí to, že se mikro částice nebudou usazovat do pevných látek na dně kapaliny (Sedimentace). Tímto způsobem je možné snížit vychytávání nanočástic retikuloendoteliálním systémem (RES) nebo mononukleárním fagocytárním systémem (MPS), a tím pak zůstávají déle v organismu. Tento efekt je způsoben tím, že PEG miluje vodu (Hydrofilní). PEI může sloužit jako „protonová houba“ při různých pH hodnotách. Dalším typem polymerních struktur jsou dendrimery, které jsou stromovité, radiálně uspořádané nanorozměry, které mohou zapouzdřovat malé molekuly a taky nanočástice. (Duan et al., 2023)

## 2.3 Grafen

Aby bylo možné se samotným popisem grafenu začít, je potřeba něco zmínit o uhlíku. Uhlík je nejvíce zastoupený prvek na Zemi a název získal podle latinského slova „carbo“, což znamená dřevěné uhlí. Existuje mnoho forem uhlíku, které mají různé vlastnosti a aplikace, přičemž mezi nejznámější patří grafit a diamant. Až do poloviny 20. století si lidé mysleli, že uhlík existuje pouze ve 2 již zmíněných formách. Až v roce 1985 byl objeven fullerénový klastr, což je nová forma uhlíku. (Mbayachi et al., 2021)

Grafit byl považován za olověnou rudu a mezi lidmi se mu říkalo „plumbago“. V roce 1779 Carl Wilhelm Sheele prokázal, že „plumbago“ není ve skutečnosti olovo, nicméně se jedná o uhlík. Tímto zjištěním došlo k přejmenování na grafit. V 60. letech 20. století Ubbelohde a Lewis izolovali jednoatomovou rovinu grafitu a díky tomu objevili, že se grafit skládá z vrstev hexagonálních kruhů atomů uhlíků. (Mbayachi et al., 2021)



Obrázek 4 – Ukázka grafenu. (Chemeeurope, 2023)

Skrze tyto vrstvy může být kompaktně uspořádán do dvourozměrné voštinové mřížky, která se již nazývá jako grafen. Termín grafen byl poprvé použit v roce 1994. (Mbayachi et al., 2021)



První izolace grafenu je datována na rok 2004 Novoselovem a Gaimem, kterým se úspěšně povedlo přenést jednoatomové krystaly grafenu z objemového grafitu na tenký oxid křemičitý. (Mbayachi et al., 2021)

Díky tomuto objevení se zjistily vlastnosti grafenu a v roce 2010 za tohle zjištění obdrželi Nobelovu cenu za fyziku. Grafen je velice důležitý nanomateriál a lze jej využít v mnoha oblastech, díky svým unikátním tepelným, fyzikálním, mechanickým a chemickým vlastnostem. (Mbayachi et al., 2021)

## 2.4 Kovové nanomateriály

Kovové nanočástice patří mezi velice významný materiál v oblasti nanotechnologií a nachází širokou škálu uplatnění díky svým velice unikátním vlastnostem a širokému spektru použití. Lze je chápat jako částice kovů, které mají rozměry nanometrů, takže se pohybují ve velikosti mezi několika stovkami až několika tisíci nanometry. (Vobecká, 2015)

V oblasti komerčních aplikací jsou nejhojněji využívány ve formě koloidních roztoků, kompozitních materiálů s keramickými nebo organickými látkami, a taktéž v biotechnologiích a elektronice. (Vobecká, 2015)

Díky jejich jedinečným vlastnostem je lze využít od lékařství až po průmyslové aplikace. Mezi nejčastější kovy, které lze využít pro výrobu nanočástic lze zařadit: platinu, zlato a stříbro. V poslední době se dosti hojně začínají využívat i kovy jako měď, železo, hliník a mnoho dalších. (Vobecká, 2015)

Takové stříbrné nanočástice jsou velice účinné v oblasti zdravotnictví, jelikož mají velice dobré antibakteriální vlastnosti, což pomáhalo při výrobě roušek během pandemie covid-19. Zlaté nanočástice jsou využívány díky svým optickým vlastnostem, které jsou ovlivněné jejich tvarem. (Vobecká, 2015)

Zlaté nanočástice lze proto využít v oblastech biologických aplikací pro identifikování a lokalizování buněk, organických látek a bakterií. Dále je lze využít i jako vodiče, senzory, katalyzátory a v optických aplikacích. Jak již bylo zmíněno, nevyžívají se pouze drahé kovy, ale taktéž nanočástice běžných kovů, jako jsou železo a hliník. Tyto materiály vyčnívají schopností katalýzy a rozkladu organických a anorganických látek, což lze využít při dekontaminaci a čištění toxických látek z podzemních vod. (Vobecká, 2015)

Jako příklad lze zvolit kyanidy, které se v malé míře běžně vyskytují v životním prostředí, nicméně za nebezpečné koncentrace má zodpovědnost člověk. (Arnika, [2021])

Celkově je možné říct, že kovové nanočástice představují velice důležitý materiál s širokým spektrem využití v mnoha oblastech, jejichž výzkum a vývoj se posouvá dopředu, aby se objevily nové aplikace a zlepšily stávající technologie. (Vobecká, 2015)

## 2.5 Uhlíkové nanomateriály

V dnešní době patří nanomateriály, které jsou založené na uhlíkové bázi, mezi nejvýznamnější a nejperspektivnější typy nanomateriálů. Celkově lze říct, že uhlíkové nanomateriály vykazují spousty unikátních vlastností. (Vobecká, 2015)

Mezi nejznámější formy uhlíků lze zařadit grafit a diamant, nicméně existuje mnoho dalších forem uhlíku na molekulární úrovni. (Vobecká, 2015)

Tyto struktury se mohou skládat buďto z přímých uhlíkových řetězců nebo cyklických struktur. Do první skupiny lze zařadit fullereny, které ji tvoří a které jsou uzavřené do polycyklické klecovité struktury, která se skládá z pěti a šesti uhlíkatých cyklů. (Vobecká, 2015)

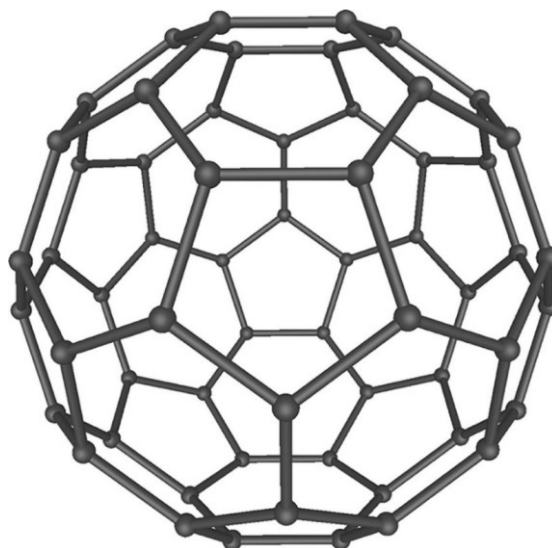
Tyto molekuly jsou obvykle ve tvaru koule a jako stabilní je lze nazvat tehdy, pokud splňují pravidlo o izolovaných pětiúhelnících. Jako nejznámější fullerén je C<sub>60</sub>, která je nejstabilnější a nejvíce symetrický a také má vynikající mechanickou odolnost a redoxní vlastnosti. Fullereny lze využít v mnoha oblastech, jako jsou medicína a elektronika. (Vobecká, 2015)

## 2.6 Fullereny

Uhlík může existovat v různých alotropických modifikacích, zahrnujících struktury jako koule, elipsy nebo trubice. Jedním z nejznámějších příkladů je fullerén, který má formu koule a skládá se z uhlíkových atomů uspořádaných do hexagonálních a pentagonálních struktur, připomínajících fotbalový míč. Tato specifická alotropická forma uhlíku je nazývána "buckyball" a má zajímavé fyzikální a chemické vlastnosti, které jsou zkoumány v různých vědeckých disciplínách. (Wikiskripta, 2018)

Chemická struktura se příliš neliší od grafitu, přičemž jsou uhlíkové atomy uspořádány do šestiúhelníků, které vytvářejí prostorová tělesa a sumární počet atomů uhlíků je vždy sudý. Výjimkou mohou být fullereny z pětiúhelníku nebo dokonce sedmiúhelníků. Tato struktura zapříčiňuje to, že jsou velice odolné vůči fyzikálním vlivům. Tyto vlastnosti lze využít v elektrotechnice, nanotechnologiích a dalších oblastech výzkumu. Další vlastností je supravodivost, což znamená, že ochlazený materiál pod svou kritickou hodnotu vede elektrický proud bez odporu a tímto nedochází ke ztrátě žádné energie. (Wikiskripta, 2018)

Mají taktéž katalytické, antibakteriální a antioxidační účinky. (Wikiskripta, 2018)



Obrázek 5 – Ukázka fullerenu. (Wikiskripta, 2018)

Fullereny se dají rozpustit v nepolárních rozpouštědlech, jako je například toluen. Barva je závislá na molekulové hmotnosti, kde nižší fullereny mají fialovou barvu a vyšší fullereny jsou červenohnědé. (Wikiskripta, 2018)

### Využití fullerenu

Přestože jsou zatím velmi drahé a výroba je časově náročná, do budoucna se počítá s širokou škálou využití v mnoha oblastech. Díky vlastnostem by v budoucnu mohly sloužit jako léky určené proti stárnutí. V biofarmaceutice by mohly najít využití jako neuroprotektory proti Alzheimerově nebo Parkinsonově chorobě. Široké využití se taktéž předpokládá v oblastech elektroniky a optiky, solárních panelů, tranzistorů nebo jako ochrana před elektromagnetickým zářením. (Wikiskripta, 2018)

Fullereny tvoří uhlíkové nanotrubičky, které by se dle výpočtu měly chovat jako kovy nebo polovodiče, což závisí na poloměru a šroubovitěm tvaru. Díky vysokému poměru hmotnosti ku pevnosti by mohly být nanotrubičky použity jako miniaturní uhlíková vlákna v superpevných a lehkých kompozitních materiálech, které obsahují všelijaké prvky. Například by šel vyplnit vnitřek nanotrubičky kovem a takto získat velice vodivý drátek o průměru pouze několika málo nanometrů. (Wikiskripta, 2018)

### 3 BEZPEČNOST NANOMATERIÁLŮ

V poslední době se nanotechnologie staly jedním z nejrychleji se rozvíjejících odvětví a díky tomuto přicházejí nové problémy a otázky, které se zabývají bezpečností a životním prostředím. Hlavním tématem jsou potenciální rizika pro lidské zdraví a životní prostředí. Z důvodů obav se Evropská komise začala věnovat problematice nanomateriálů a provedla analýzu současné situace. (Danihelka, 2016)

V komunikačním dokumentu KOM (2004) 338, který byl vydaný 12. května 2004 a jmenuje se „Na cestě k evropské strategii pro nanotechnologie“, komise uvádí, že je potřeba provádět vědecké prošetření a takto posoudit možná rizika, která jsou spojena s nanotechnologiemi. Klíčem je bezpečný a zodpovědný přístup v oblasti nanotechnologií. Jako další dokument je možné zmínit KOM (2005) 243, který byl vydaný 7. června 2005, a jmenuje se „Nano věda a nanotechnologie“. (Danihelka, 2016)

V tomto dokumentu komise prohlásila, že veškeré použití nanotechnologií a ostatní oblasti, které s nanotechnologiemi souvisejí, musí být v souladu s vysokými standardy ochrany lidského zdraví, ochrany spotřebitelů, životního prostředí a zaměstnanců. Samotná škodlivost, jako u ostatních chemických látek je závislá na dávce, kterou jsou lidé a životní prostředí zasaženy. Experimentální data obvykle pracují s dávkami, které jsou vysoké, a následně se podle toho identifikují účinky a určuje se dávka, při které dochází k účinkům, které již mohou způsobit nějaké komplikace. Při nízkých dávkách většina nanomateriálů vykazuje pouze minimální účinky na lidské zdraví a životní prostředí. Testování na potkaních ukázalo, že některé nanomateriály mohou pronikat do různých orgánů a takto způsobit různé problémy. (Danihelka, 2016)

Tyto účinky, které byly nejčastěji zaznamenány na plicích, jsou velice závažným zjištěním, co se týče oblasti nanotechnologií a nanomateriálů. Poškozené tkáně, záněty a tvorba nádorů ukazují dosti velké nebezpečí pro lidský organismus. Některé nanomateriály spadají do tzv. kategorie „podezřelý karcinogen pro člověka“, což ukazuje na dostatečnou regulaci a pravidelné sledování těchto látek. (Danihelka, 2016)

Důležité je zmínit, že riziko není směřováno na lidi. Některé nanomateriály se ukázaly jako ekotoxické, což znamená negativní účinky na životní prostředí. Výsledky studií o těchto účincích jsou velice rozmanité a často záleží na formě a vlastnostech vybraného materiálu. S ohledem na tyto věci je důležité, aby byla v budoucnosti přijata dostatečná opatření k minimalizaci rizik spojených s nanomateriály. (Danihelka, 2016)

To by mohlo zahrnovat další regulace, jako jsou omezení použití vybraných látek nebo zavést úplný zákaz daného materiálu. Důkladný výzkum je taktéž velice důležitý pro lepší pochopení účinků nanomateriálů na lidské zdraví a životní prostředí. V konečném výsledku by měla být prioritou ochránit veřejné zdraví a životní prostředí před škodlivými účinky nanomateriálů. (Danihelka, 2016)

### **Nanomateriály v pedosféře**

Díky své malé velikosti jsou obsaženy v Pedosféře, což je vnější vrstva Země, která je tvořena půdou. Jelikož jsou používány v oblasti zemědělství, mohou negativně ovlivnit mikroorganismy, strukturu půdy a chemické procesy. (Motyka, 2019)

Nanomateriály mohou vzájemně působit s mikroorganismy, což může podporovat nebo omezovat jejich růst. Dále mohou reagovat v minerálech, a tak ovlivnit jejich fyzické a chemické vlastnosti. To může mít vliv na zadržování vlhkosti a živin. Účinky se mohou lišit v důsledku vlastností, způsobu aplikace, koncentrací a dalších faktorů. (Motyka, 2019)

### **Nanomateriály v hydrosféře**

Nanomateriály mohou ovlivňovat kvalitu vody díky procesu odstraňování znečišťujících látek. Škodlivé látky mohou být zachyceny nebo rozloženy, což přispívá k čistějšímu vodnímu prostředí. (Motyka, 2019)

V další řadě mohou reagovat s vodními organismy, a tak ovlivňovat jejich růst a metabolismus. Účinky se mohou lišit v důsledku vlastností, způsobu aplikace, koncentrací a dalších faktorů. (Motyka, 2019)

### **Nanomateriály v atmosféře**

V městské atmosféře se obvykle tvoří v důsledku spalovacích procesů, během výroby a dopravy, což zahrnuje provoz benzínových a naftových vozidel. Tyto výpary obsahují nanoplyny a nanotětiny uhlík. Nanoprašné částice, které vznikají při erozi půdy nebo spalování biomasy může taktéž kvalitu atmosféry ovlivnit. (Motyka, 2019)

### **Sopečný popel**

Při erupcích se do atmosféry uvolňují nanočástice a mikročástice sopečného popela. Tyto částice se rozptylují do vrstev troposféry a stratosféry, což může ovlivňovat zdraví organismů v ekosystému. Sopky jsou přirozenými přírodními producenty nanočástic a během erupce dosahuje teplota přes 1400 °C. (Tahir et al., 2021)

Díky větrům je popel roznášen do okolí, což zapříčiňuje ukládání do půdy, rostlin, vodních zdrojů a hornin ve formě nanočástic (100–200 nm). Tyto částice mají negativní dopady na lidské zdraví, rostliny a celkový ekosystém planety Země. Při častém vdechování mohou způsobovat závažné respirační onemocnění, jelikož jsou ukládány v dýchacích cestách. (Tahir et al., 2021)

V popelu byly zjištěny vysoké koncentrace toxických prvků, jako jsou Zinek, Kadmium, Thallium, Nikl, Selen, Stříbro, Bismut, Tellur, Cín, Olovo a Rtuť, které jsou ve formě nanočástic a nemají větší průměr než 100 nm. (Tahir et al., 2021)

## 4 LEGISLATIVA NANOMATERIÁLŮ

Legislativa Evropské unie, která se zabývá nanomateriály, je velice komplexní a zahrnuje několik různých nařízeních, které budou zmíněny v následující části práce.

### Nařízení REACH A CLP

Nanomateriály jsou podle těchto dvou nařízeních považovány jako látky, a proto podléhají těmto dvěma nařízením. V roce 2011 bylo Evropskou komisí vydáno doporučení, kde jsou definovány nanomateriály a usiluje o harmonizaci této definice v rámci právních předpisů. Od 1. ledna 2020 musí společnosti, které pracují s jakýmkoliv nanoformami splňovat specifické právní požadavky, které jsou stanovené nařízením REACH. Mezi tyto požadavky lze zařadit: (Evropská agentura pro chemické látky, [2009])

- **Charakterizace nano forem nebo souborů nano forem:** Registrace musí obsahovat charakterizaci nano forem, které spadají pod registraci.
- **Posouzení chemické bezpečnosti:** Musí být provedeno důkladné chemické prozkoumání pro každou nano formu.
- **Požadavky na informace pro účely registrace:** Registrace musí obsahovat informace, které jsou vyžadovány dle příloh.
- **Závazky následného uživatele:** Následní uživatelé musí dodržovat závazky stanovené v příloze. (Evropská agentura pro chemické látky, [2009])

### Agentura ECHA (Evropská agentura pro chemické látky)

V oblasti nanomateriálů podle nařízeních REACH a CLP zastává následující úkoly:

- **Vypracování nových a aktualizovaných pokynů:** Agentura vyvíjí nové a aktualizuje stávající pokyny pro práci s nanomateriály.
- **Budování kapacit:** Agentura zpracovává externí a interní kapacity pro práci s nanomateriály.
- **Podělení se o zkušenosti:** Agentura sdílí zkušenosti s orgány ostatních členských států a tímto zlepšuje bezpečnost ohledně nanomateriálů.
- **Mezinárodní spolupráce:** Účastní se mezinárodních schůzí, které zajišťuje Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD).
- **Webináře:** Informují o nejnovějších přínosech v oblasti nanomateriálů.

- **Skupina odborníků na nanomateriály (NMEG):** Skupina byla založena v roce 2012 a poskytuje podporu v oblasti nanomateriálů.
- **Observatoř EU pro nanomateriály:** Zvyšuje transparentnost informací o nanomateriálech. (Evropská agentura pro chemické látky [2006])

Na závěr lze říct, že agentura ECHA pomáhá zajistit to, aby byly nanomateriály v rámci EU bezpečné a efektivně regulovány. (Evropská agentura pro chemické látky [2006])

### **Nařízení o biocidních přípravcích (BPR)**

Toto nařízení obsahuje specifická ustanovení pro nanomateriály. Tato ustanovení se vztahují na přípravky a látky, která splňují kritéria o biocidních přípravcích, přičemž tato definice vychází z doporučení komise ohledně definice nanomateriálů. Ustanovení platí pro látky, které mají tyto následující vlastnosti: (Evropská agentura pro chemické látky, [2013])

- 50 % nebo více částic má velikost v rozmezí 1–100 nm.
- Částice jsou v nevázané formě nebo jako agregát či aglomerát.

Komise může v tomhle případě upravit tuto definici v souladu s vědeckým a technickým vývojem a může na žádost členského státu rozhodnout o zařazení konkrétní látky na seznam nanomateriálů. (Evropská agentura pro chemické látky, [2013])

Dle nařízení o biocidních přípravcích není schválení nanoformy účinné látky zahrnuto, pokud to není výslovně uvedeno. Pro nanoformy účinných látek většinou platí samostatné požadavky na dokumentaci. (Evropská agentura pro chemické látky, [2013])

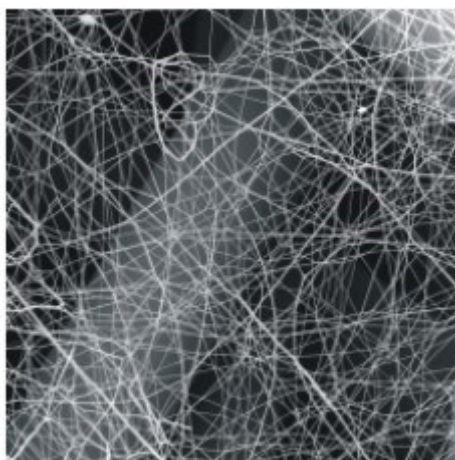
Pokud je nanoforma účinných nebo neúčinných látek použita v biocidním přípravku, je potřeba posoudit určitá rizika. Na štítku každého biocidního přípravku musí být uveden název každého obsaženého nanomateriálů, který následuje slovem „nano“ v závorce. (Evropská agentura pro chemické látky, [2013])

Členské státy mají za povinnost každých 5 let podávat zprávy o provádění nařízení o biocidních přípravcích. Tato zpráva musí obsahovat informace o použití nanomateriálů v biocidních přípravcích a taktéž musejí být zmíněny potenciální rizika. Zprávy jsou předkládány komisi do 30. června daného roku a zahrnují období do 31. prosince předchozího roku. (Evropská agentura pro chemické látky, [2013])



## 5 NANOVLÁKNA

Jedná se o textilní výrobky, které mají menší průměr než 1  $\mu\text{m}$  (1000 nanometrů). V dnešní době existuje kolem 50 přírodních a syntetických polymerů, které je možné využít jako suroviny pro výrobu těchto unikátních vláken. Nanovlákná bývají označována jako materiál třetího tisíciletí a nacházejí uplatnění v mnoha odvětvích, jako medicína, elektronika, automobilový průmysl, ochrana životního prostředí, filtrace a mnoho dalších. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])



Obrázek 6 – Struktura nanovláken. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

### Historie výroby nanovláken

První experimenty, které se snažily vyrobit nanovlákná byly prováděny v letech 1934 až 1944. V roce 1952 Vonnegut a Neubauer vytvořili proud vysoce elektrifikovaných uniformních kapek, které měly průměr 0,1 mm. V roce 1955 byla potom představena možnost rozptýlení různých tekutin do aerosolů za pomoci vysokého elektrického napětí. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

Další pokrok byl zaznamenán v roce 1966, kdy byl patentován přístroj na výrobu ultralehkých a ultratenkých nanovláken pomocí elektrického zvlákňování. Bylo zjištěno, že vlákna z nízko viskózních roztoků se zkracují a zjemňují, zatímco vlákna z vysoce viskózních roztoků zůstávají stabilní. V roce 1971 bylo vyvinuto zařízení pro elektrozvlákňování akrylových vláken, která měly průměr 0,05–1,1 mikronu. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

Na přelomu 90. let se dostalo velké pozornosti americké firmě Reneker a Chun v oblasti textilií z nanovláken, což zahájilo testování různých chemických látek pro tento účel.

Tito průkopníci inspirovali další výzkumnou práci týmu, který vedl profesor Oldřich Jirásek na Technické univerzitě v Liberci. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

### **Vlastnosti nanovláken**

Lze je popsat jako tenká vlákna chemických látek, obvykle polymerů, která mají průměr v několika řádech nanometrů. Pro nějakou praktickou představu se do průřezu fotbalového míče vejde tolik nanovláken, jako se do průřezu zeměkoule vejde fotbalových míčů. Průměr těchto vláken je dokonce menší než vlnová délka světla, která se udává v rozmezí 390–760 nm. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

Díky takto malé velikosti je nelze pozorovat pomocí světelných mikroskopů. Tyto tkaniny bývají průhledné, což je zapříčiněno malým průměrem vlákna a taktéž mají velice nízkou hmotnost, která se udává v rozmezí od 0,5–5 g/ m<sup>2</sup>, a přesto jsou velice pevná. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

Obsahují vysoký počet miniaturních pórů, a proto mohou propouštět malé molekuly, jako jsou vzduch nebo voda, nicméně dokážou zadržovat většinu virů a bakterií. Povrch nanovláken má tisíckrát větší plochu než mikrovlákno, což zapříčiňuje to, že mají skvělou pevnost a pružnost. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])

## 6 AEROSOLY

Dle dané definice je aerosol koloidní systém, kde je plyn jako disperzní médium. V aerosolu se mohou nacházet 2 typy koloidních částic, a to buď kapalné (mlha) nebo pevné (prach a výpary). I když se aerosol může zdát jako homogenní mrak, ve skutečnosti je to směs molekul s proměnlivou úrovní disperze. Jako příklady látek lze zvolit: minerální prach, saze, aerosoly mořských solí a smog, který se často vyskytuje ve velkých městech. (Výrobce průmyslových chemikálií, 2021)

### Vliv aerosolů na životní prostředí

Aerosoly, které jsou obsaženy v atmosféře, obsahují všechny možné druhy kapének a prachu, které jsou suspendovány ve vzduchu. Je možné je definovat jako kapalné nebo pevné částice, které mají průměr do 10 mikrometrů (1 mikrometr = 0,001 mm). Tyto částičky zůstávají a vznášejí se ve vzduchu. Jako příklad lze zvolit:

- Aerosoly tvořené krystaly mořské soli.
- Prachové částice ve vzduchu.
- Pyl, který produkuje květiny.
- Výfukové plyny z aut a komínů.

Aerosolový efekt, který je v přírodě pozorovaný již mnoho let ukazuje, že oblaka kapének a prachu ve vzduchu částečně kompenzují účinek oxidu uhličitého na globální oteplování. Aerosoly jsou velice důležité pro tvorbu mraků, což ovlivňuje klima planety Země. (Výrobce průmyslových chemikálií, 2021)

Čím je větší množství aerosolů v atmosféře, tím jsou mraky hustější a větší. Výzkumy v této oblasti zjistily, že emise z průmyslových oblastí, mezi které řadíme plyny, výfukové plyny, kouř a smog, tak přispívají ke tvorbě tzv. těžkých mraků, které potom vedou k lokálním silným stránkám, což může způsobit záplavy. (Výrobce průmyslových chemikálií, 2021)

### Aerosolový pohon

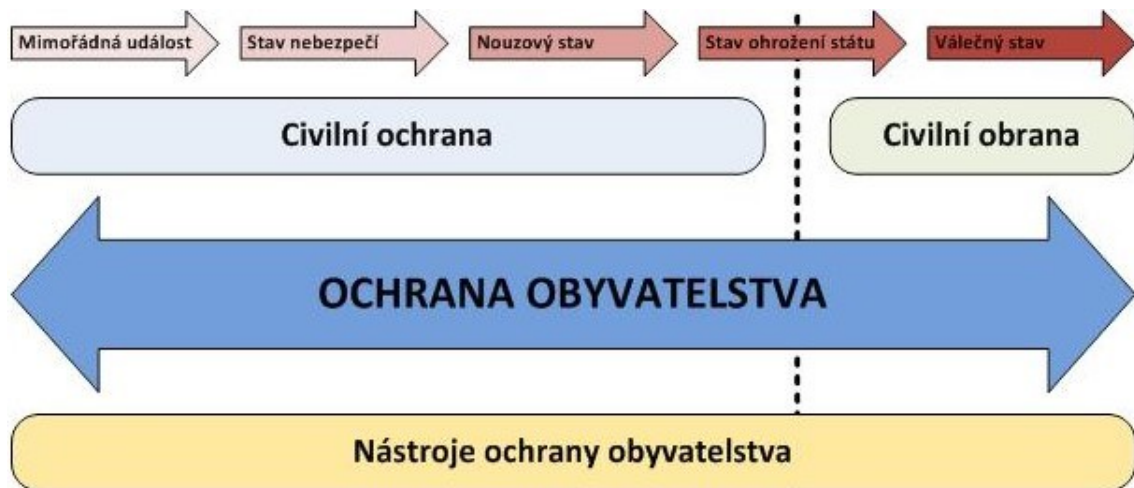
Dimethylether (DME) je organická sloučenina, která má chemický vzorec  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ . Jde o bezbarvý, nezapáchající hořlavý plyn, který se za běžných teplotních a tlakových podmínek vyskytuje jako plyn. Díky svým skvělým chemickým a fyzickým vlastnostem má DME široké využití v oblastech průmyslu a technologií. Hlavní využití má tento plyn jako aerosolový pohon. (Ferwer, 2018)

Jeho vlastnosti jsou velice podobné propan-butanu, ale na rozdíl od něho má tu výhodu, že je neskvrnitý, takže se dá využít v kosmetických sprejích (laky, deodoranty). Dále může sloužit pro výrobu dalších chemických látek, jako je dimethylsulfát. DME lze taktéž využít jako chladicí médium a pěnovací činidlo při výrobě polystyrenu a polyuretanu. (Ferwer, 2018)

V budoucnosti by tento plyn mohl sloužit jako ekologicky šetrné palivo. DME má velice nízký obsah síry a spaluje se úplně, což snižuje emise. Díky tomu, že lze DME vyrobit z různých surovin, jako jsou biomasa, tak by mohl v budoucnu přispět ke snížení závislosti na fosilních palivech, což by vedlo ke zlepšení životního prostředí. (Ferwer, 2018)

## 7 OCHRANA OBYVATELSTVA

Jedná se o soubor opatření a činností, které mají zajistit ochranu zdraví, života, majetku a životního prostředí během mimořádných událostí a krizových situací. Může se jednat o přírodní katastrofy, válečné konflikty, teroristické útoky, průmyslové nehody a mnoho dalších.



Obrázek 7 – Schéma ochrany obyvatelstva. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2016)

Dále plní úkoly civilní obrany a její koncepce je stanovena do roku 2025 s výhledem do roku 2030. Mezi hlavní oblasti ochrany obyvatelstva patří: (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021a)

- **Plánování a organizování:** Tato oblast má za úkol přípravu na mimořádné události a krizové stavy, aby bylo možné co nejrychleji a efektivně reagovat a co nejvíce omezit jejich dopad mimořádných událostí. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2020)
- **Varování a evakuace:** Jde o hlavní úkol civilní obrany, kde je zahrnuto informování obyvatelstva o hrozbách a následovná případná evakuace. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024a)
- **Ukrytí a nouzové přežití:** Mezi tyto úkoly patří zajistit bezpečný úkryt pro obyvatelstvo během mimořádných událostí a taktéž je potřeba zajistit základní potřeby pro přežití, jako jsou voda, potraviny, osvětlení, léky a zdravotní pomůcky, oblečení a deky, rádio, hygienické potřeby, ochranné prostředky, které lidi ochrání před znečištěným vzduchem. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2020)

- **Krizové řízení:** Zahrnuje koordinaci a řízení různých jednotek a orgánů během krizových situací. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2020)
- **Výchova a vzdělání:** Školí a vzdělává jak profesionály, tak běžné občany v oblasti ochrany obyvatelstva. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2020)
- **Věda a výzkum:** Tato oblast se zaměřuje na výzkum a vývoj nových technologií, které zajistí zlepšení v oblasti ochrany obyvatelstva. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2020)

### **Koncepce ochrany obyvatelstva**

Jedná se o klíčový dokument, který popisuje celkový systém ochrany obyvatelstva v celé jeho šířce a komplexnosti. Koncepce se zaměřuje na následující cíle:

1. Rozvoj podmínek ochrany obyvatelstva.
2. Podpora úkolů a opatření ochrany obyvatelstva.
3. Zvyšování účinnosti organizace ochrany obyvatelstva.

Hlavním cílem této koncepce je připravený občan a připravený systém, který bude schopen včas reagovat. Kvalita odezvy systému je založena na typu hrozby a na rozvoji jednotlivých složek. Aby byl systém účinný, musejí k němu občané odpovědně přistupovat. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2020)

## **7.1 Právní předpisy související s ochranou obyvatelstva**

V následující podkapitole budou rozebrány jednotlivé důležité zákony a vyhlášky, které souvisejí s problematikou ochrany obyvatelstva.

### **Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky**

Tento zákon je znám jako „*Listina základních lidských práv a svobod*“ a garantuje občanům České republiky jejich základní lidská práva a svobody. Listina byla přijata 22. dubna 1998 a obsahuje právo na život, svobodu projevu, osobní svobodu, svobodu shromažďování, právo na soukromí a další. (Česko, 1998)

### **Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů**

Tento zákon stanovuje pravidla pro fungování a organizování integrovaného záchranného systému (IZS) na území České republiky.

Jeho úkolem je koordinace různých složek (hasiči, policie a záchranáři) při poskytování záchranných a ochranných služeb obyvatelstvu během nouzových situací, jako jsou živelné pohromy, havárie a mnoho dalších. (Česko, 2000a)

#### **Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)**

Tento zákon stanovuje opatření pro prevenci, řízení a řešení mimořádných událostí, které mohou ohrozit zdraví, životy a majetek obyvatelstva České republiky nebo narušit fungování společnosti a států. Zákon dále upravuje postupy a pravomoci státních orgánů, samosprávných celků, organizaci občanů při přípravě na krizové situace a jejich řešení. Tento zákon je klíčový pro zajištění ochrany obyvatelstva a majetku v České republice během mimořádných událostí. (Česko, 2000b)

#### **Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky**

Tento zákon se zabývá organizací, pravomocemi a úkoly Policie České republiky. Stanovuje strukturu policie a definuje, jaké pravomoci má policie v oblasti zajištění veřejného pořádku, prevence odhalování trestné činnosti a celkové poskytování pomoci občanům v době nouze. Zákon taktéž určuje postavení policie jako veřejného orgánu, jehož úkolem je ochrana veřejných zájmů a je odpovědný vládě a parlamentu. (Česko, 2008)

#### **Zákon č. 374/2011 Sb., o Zdravotnické záchranné službě**

Tento zákon reguluje organizaci a provozování zdravotnické záchranné služby (ZZS) na území České republiky. Tato služba je velice důležitá pro poskytnutí rychlé neodkladné lékařské pomoci při akutních situacích, jako jsou nehody, srdeční zástavy a mnoho dalších. Cílem efektivně a profesionálně poskytovat zdravotnickou pomoc a takto zachovávat lidské životy. (Česko, 2011)

#### **Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru ČR**

Tento zákon poskytuje právní rámec pro činnosti hasičského záchranného sboru České republiky (HZS ČR) a má za úkol ochranu zdraví, života, majetku a životního prostředí před požáry, živelnými pohromami a dalšími mimořádnými událostmi. Zákon stanovuje organizační strukturu HZS ČR, jednotlivé pravomoci a úkoly, spolupráci s dalšími složkami a financování. (Česko, 2015a)

#### **Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi**

Tento zákon se zaměřuje na prevenci závažných havárií, jež jsou způsobeny chemikáliemi.

Cílem je ochrana lidského zdraví a životního prostředí před riziky, která jsou spojena s manipulací, skladováním a celkovým používáním těchto látek. (Česko, 2015b)

#### **Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)**

Tento zákon se zabývá ochranou a využíváním vodních zdrojů, jako jsou jezera, řeky, podzemní vody a další vodní plochy. Mezi jednotlivé cíle patří ochrana vodních zdrojů, hospodaření s vodou, vodoprávní režim a organizace vodní správy. (Česko, 2001a)

#### **Vyhláška č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva**

Tato vyhláška velice dopodrobna upravuje procesy a postupy, které jsou spojené s ochranou obyvatelstva během mimořádných událostí, které mohou ohrozit bezpečnost občanů. Mezi klíčové body této vyhlášky lze zmínit přípravu na mimořádné události, provádění ochranných opatření, systém velení a řízení a informační a vzdělávací aktivity. (Česko, 2002)

#### **Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení IZS**

Jedná se o důležitý dokument, který upravuje různé aspekty, které souvisejí s fungováním a zabezpečením IZS. Vyhláška upravuje organizaci a strukturu IZS, kritéria a standardy pro vybavení a provozování záchranných prostředků, spolupráci mezi jednotlivými složkami a jako poslední školení a vzdělávání. (Česko, 2001b)

#### **Dílčí závěr z teoretické části**

Dílčí závěr teoretické části bakalářské práce shrnuje široké spektrum témat, která byla probírána v rámci analýzy nanomateriálů. Úvod nás zavedl do samotné problematika a bylo zmíněno něco z historie nanomateriálů.

Dále se práce zabývala nejrozšířenějšími nanomateriály, jako jsou nanotrubičky uhlíku, nanogely, grafen, kovové nanomateriály a fullereny, až po jejich využití a následnou aplikaci v praxi. Bezpečnost nanomateriálů a samotná legislativa byly důležitými aspekty, které byly zkoumány a takto byly pochopeny potenciální rizika, která jsou spojena s jejich používáním.

Nařízení REACH a CLP, práce Evropské agentury pro chemické látky a nařízení o biocidních přípravcích poskytly porozumění současné regulaci nanomateriálů v Evropě. Nanovlákna a aerosoly jsou velice zajímavé oblasti v rámci využití nanotechnologií a ty byly důkladně prostudovány.

Následně byla popsána historie výroby nanovláken a jejich vlastnosti. V neposlední řadě byl rozebrán vliv aerosolů na životní prostředí a jejich využití v aerosolovém pohonu.



Zásadním tématem byla taktéž ochrana obyvatelstva, kde byly rozepsána koncepce a právní předpisy, které s danou problematikou souvisejí.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 8 INSTITUT OCHRANY OBYVATELSTVA

Jedná se o specializované zařízení, které spadá pod Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, které bylo vytvořeno podle § 6 odst. 8 zákona č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024b)



Obrázek 8 – Institut ochrany obyvatelstva. (Gcms, 2020)

Mezi jednotlivé funkce, kterými se institut zabývá, lze zařadit výzkum, vzdělávání, výcvik a poskytování informací v oblasti ochrany obyvatelstva. Institut dále poskytuje odborné, informační, poradenské a konzultační služby orgánům a organizacím HZS ČR, ministerstvům, státním a samosprávním orgánům a jako poslední právníckým a fyzickým osobám. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024c)

Ve výzkumu je spolupracováno s vysokými školami, vědeckými institucemi a dalšími subjekty, které pomáhají řešit konkrétní vědecké projekty, které se týkají problematika HZS ČR a činnost chemických laboratoří HZS krajů je taktéž řízena samotným institutem. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024d)

V oblasti vzdělávání a výcviku obyvatelstva institut zřizuje specializační a základní kurzy pro příslušníky a zaměstnance Hasičského záchranného sboru ČR, aby došlo k co nejlepší připravenosti. Co se týče informační oblasti, institut shromažďuje a následně vyhodnocuje získané informace pro potřeby HZS ČR. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024e)

Dále zpracovává analýzy ochrany obyvatelstva a celkový vývoj ve světě. Na samotný institut je dislokován centrální datová sklad GIS, kde institut zastává pozici hlavního administrátora. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021b)

Taktéž zpracovává analýzy ochrany obyvatelstva a celkový vývoj ve světě. Na samotný institut je dislokován centrální datová sklad GIS, kde institut zastává pozici hlavního administrátora. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021b)

V rámci institutu operuje mobilní výjezdová skupina, která má za úkol provádět chemické průzkumy a laboratorní kontroly. Působnost zahrnuje kraje Pardubický, Liberecký a Královéhradecký. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024f)

Laboratoř, jejímž hlavním zaměřením je ochrana obyvatelstva během mimořádných událostí, které jsou spojeny s nebezpečnými látkami, včetně chemického a radiačního průzkumu, detekci B-agens, toxinů a odběr vzorků. Taktéž poskytuje osobní dozimetrii a radiační ochranu pro zásahové jednotky v rámci IZS. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024f)

Kromě toho laboratoř zabezpečuje chemickou bezpečnost během významných událostí na území ČR. Jako příklady lze zvolit Mistrovství světa v ledním hokeji, Mistrovství Evropy ve fotbale do 21 let a politické setkání, jako byla návštěva čínského prezidenta. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024f)

Institut zaměstnává skupinu specializovaných odborníků, kteří zkoumají příčiny vzniků požárů na území ČR. Tato skupina se aktivně podílí na zásahu a prověření situace v místě požáru, sepisuje protokoly, provádí odběry vzorků, které souvisejí se vznikem požáru a sbírá další informace. Následně je prováděno fyzikálně/technické zkoumání vzorků, které slouží pro technickou expertízu. (Hasičský záchranný sbor České republiky, ©2024g)

Od roku 2008 institut vydává časopis Science for population protection. (The Science for Population Protection, 2023)

## 8.1 Pracoviště institutu ochrany obyvatelstva

V rámci institutu působí 4 pracoviště, mezi které řadíme: Pracoviště protichemických opatření, pracoviště specializované ochrany, pracoviště radiačních protiopatření a pracoviště zjišťování příčiny vzniku požárů. Tyto pracoviště jsou zajištěny moderním vybavením a takto pomáhají s řešením konkrétní problematiky. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021c)

**Pracoviště protichemických opatření**

Poskytuje širokou škálu technických a analytických prostředků, které slouží pro identifikaci, monitorování a analýzu chemických látek v různých prostředích. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021c)

Prostředky umožňují rychle reagovat a efektivně chránit obyvatelstvo v případě chemických incidentů. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021c)

**Pracoviště specializované ochrany**

Pracoviště se zaměřuje na testování a výzkum ochranných filtrů a zařízení, které chrání obyvatelstvo před vdechováním škodlivých plynů a látek. Na pracovišti lze nalézt široké spektrum přístrojů a pro měření sorpční kapacity filtrů a hodnocení účinnosti ochranných prostředků. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021c)

**Pracoviště radiačních protiopatření**

Pracoviště se zaměřuje na radiační hrozby a radiační havárie. Pracoviště disponuje širokou škálou přístrojů a zařízení, které slouží k monitorování a měření radiace. Dále identifikuje radionuklidy a kontaminace. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021c)

**Pracoviště zajišťování příčin vzniku požárů**

Pracoviště má k dispozici širokou škálu přístrojů a zařízení, které pomáhají vyšetřit vznik a příčiny požáru. Vybrané nástroje umožňují detailně zkoumat a zdokumentovat místo požáru, identifikovat potenciální příčiny a faktory, které požár způsobily. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2021c)

## 9 TESTOVÁNÍ PROPUSTNOSTI OCHRANNÝCH PROSTŘEDKŮ POMOCÍ TESTERU FILTRU 3160

Během odborné praxe autor pracoval v Institutu ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč. Hlavním cílem této praxe bylo testování propustnosti různých typů dýchacích prostředků a vytvoření dotazníkového šetření, které mělo za úkol zjistit, jak lidé reagovali na nošení těchto prostředků během pandemie covid-19 a následně navrhnout případné změny do budoucnosti. Získané informace jsou použity pro praktickou část této bakalářská práce.

Pro testování propustnosti bylo využíváno speciální zařízení, které se nazývá „Automatizovaný tester filtrů“ a konkrétní model měl označení 3160. Přístroj byl navržen pro přesné a opakovatelné testování filtrů v různých podmínkách.

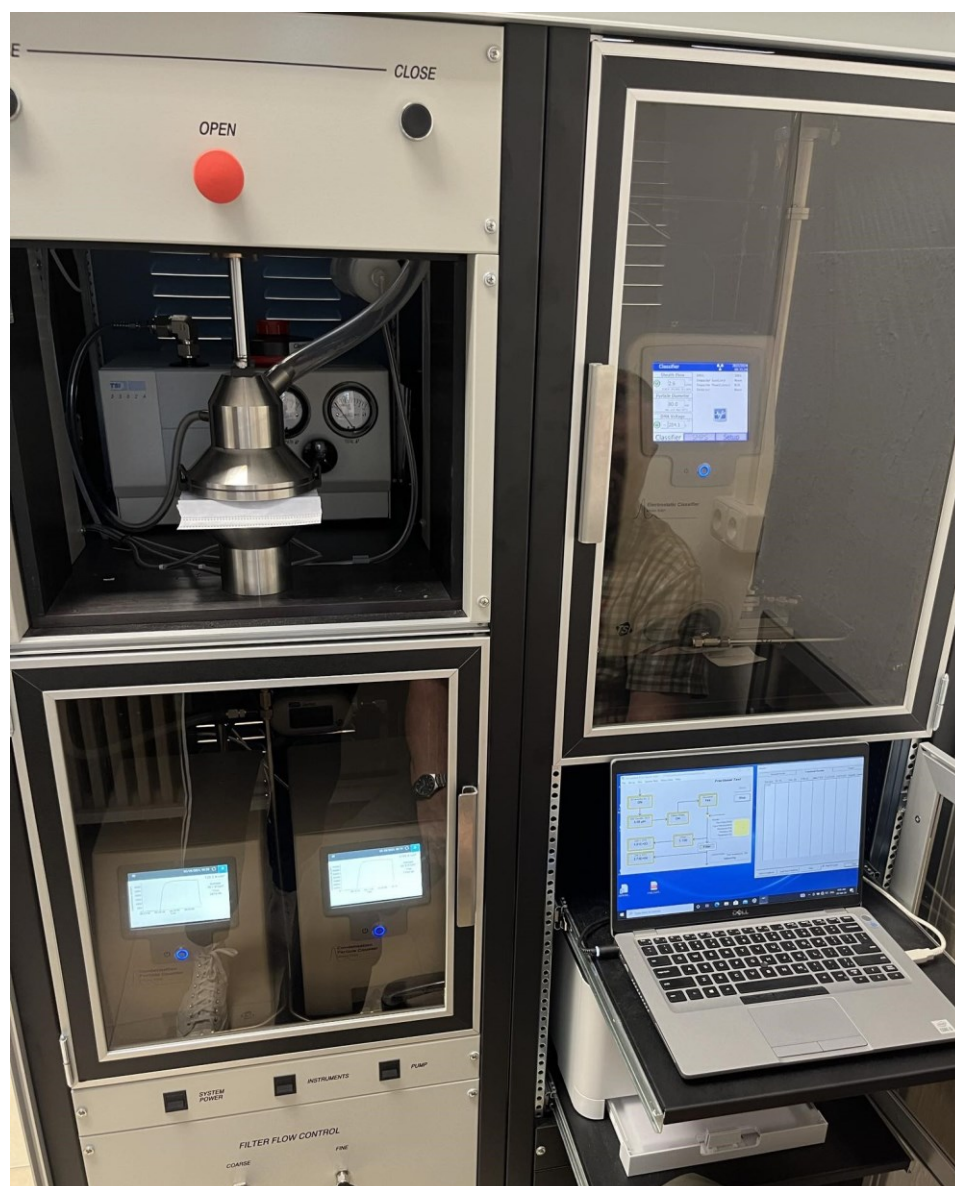
Proces měření na tomto zařízení probíhal následovně:

- **Příprava filtrů:** Nejprve bylo potřeba připravit ochranné prostředky, které měly být testovány. Prostředky byly vybrány z široké škály dostupných na trhu, jako jsou respirátory, nanorespirátory a roušky.
- **Nastavení zařízení:** Následně bylo potřeba nastavit samotný automatizovaný tester filtrů model 3160 podle specifikací, které určil výrobce a dále nastavení požadavků na testování. To zahrnovalo kalibraci zařízení a následné ověření, jestli jsou všechny parametry správně nastaveny.
- **Provedení testování:** Ochranné prostředky byly vloženy do zařízení a podrobeny testování za různých velikosti nanočástic. Během testování byla sledována propustnost a další parametry, které byly následně vyhodnoceny pomocí vytištěného protokolu nebo mohly být importovány do aplikace Excel.
- **Analýza výsledků:** Po dokončení testování byla analyzována získaná data, aby mohla být zhodnocena celková účinnost ochranných prostředků a následné porovnání mezi sebou. To pomohlo určit nejlepší možný způsob ochrany.

Kromě samotného testování bylo taktéž vytvořeno dotazníkové šetření, které posloužilo jako zpětná vazba od občanů ČR. Dotazníkové šetření se zaměřovalo na zkušenosti s nošením ochranných dýchacích prostředků během pandemie covid-19. Dotazník se zaměřuje na různé aspekty, jako je pohodlí nošení, účinnost ochrany jednotlivých ochranných prostředků a celková spokojenost s nošenými prostředky, jako je možnost dýchání nebo třeba mlžení dioptrických brýlí.

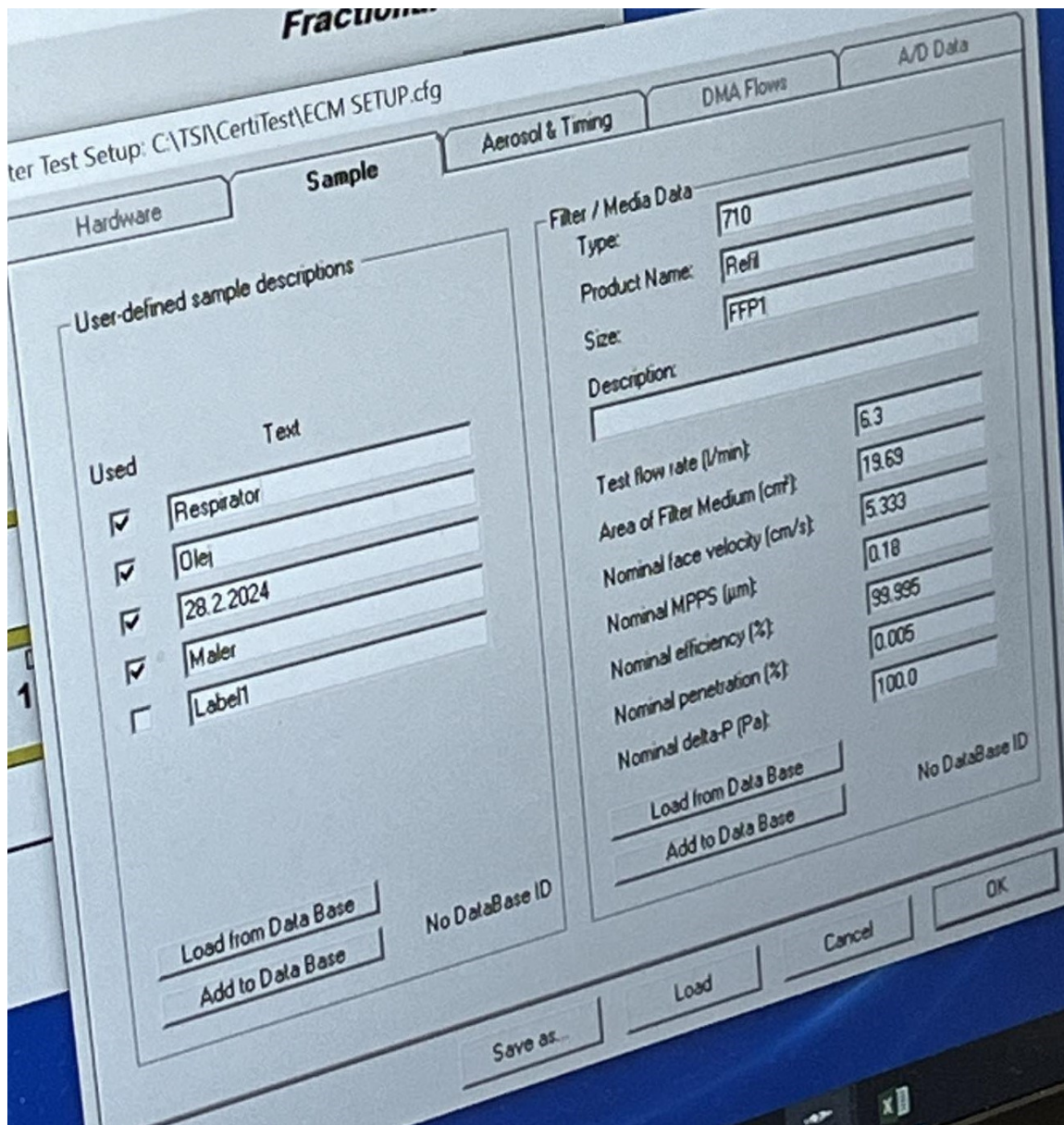
## 9.1 Automatizovaný tester filtrů model 3160

Jedná se o speciální zařízení, které slouží k testování HEPA a ULPA filtrů. Při měření dochází ke zjišťování jejich účinnosti při velikosti částic od 15 do 800 nm a takto identifikuje nejvíce pronikající velikost částic (MPPS). Model je navržen tak, aby došlo ke splnění přísné normy, která má označená EN 1882 části 3 a 5, což zajišťuje přesnost a spolehlivost filtru. (TSI, ©2024)



Obrázek 9 – Tester 3160. (Vlastní, 2024)

Uživatel zadá vstupní požadavky, jako jsou název testovaného prostředku, druh částice, která bude použita k měření (olejová nebo sodík-chloridová). Následně je třeba zadat plochu filtru a rychlost průtoku vzduchu přes filtry. V neposlední řadě je třeba zadat teplotu, vlhkost a tlak v místnosti. Ostatní parametry jsou předepsány výrobcem.

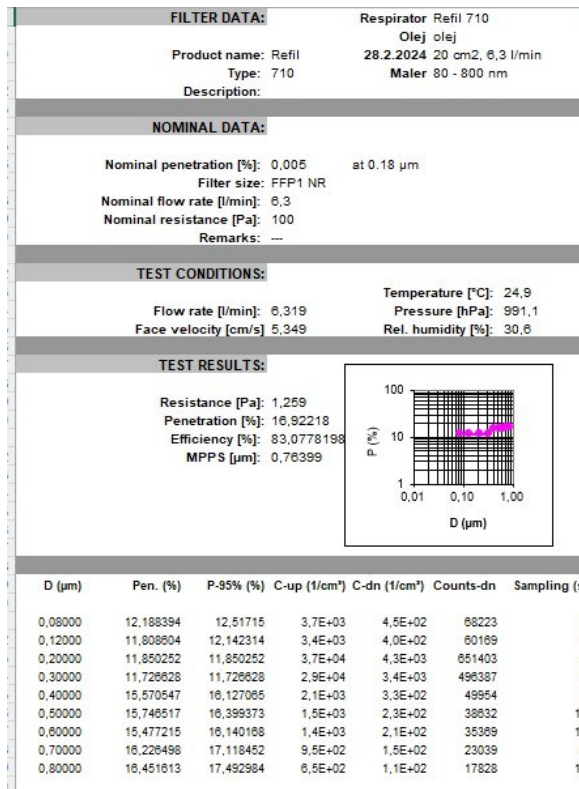


Obrázek 10 – Zadání základních parametrů. (Vlastní, 2024)

Tester provádí měření s minimálním zásahem uživatele a přesnost je 99.999999 %. Filtry lze poté použít v prostředích, jako jsou nemocnice, operační sály, laboratoře a další místnosti, kde je třeba udržet nízké koncentrace bakterií a částic. (TSI, ©2024)

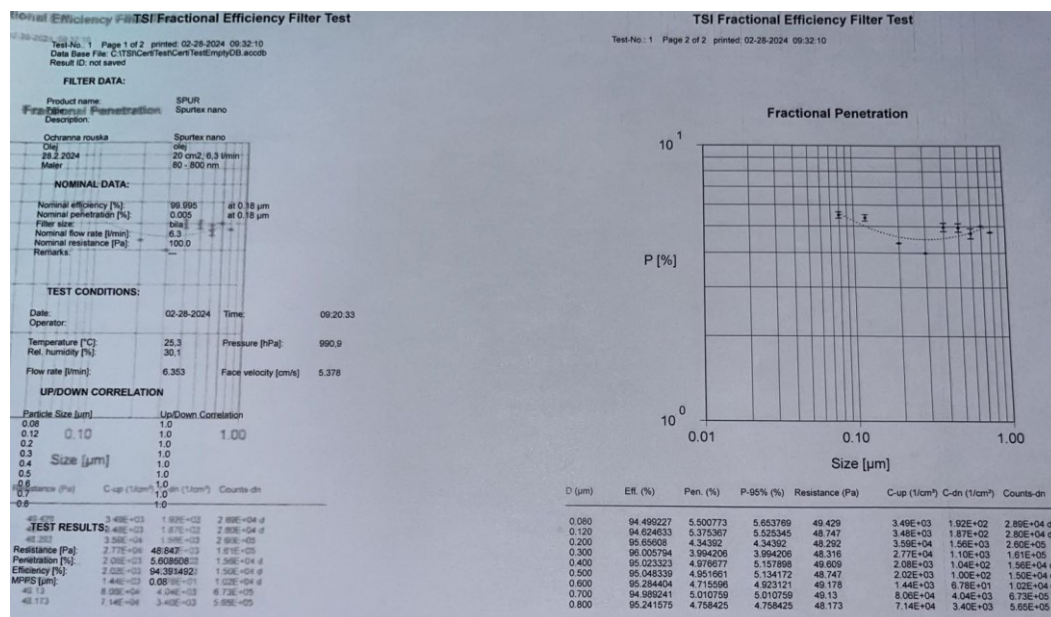
Tester využívá sadu atomizérů a klasifikátorů TSI výzkumné třídy, které společně s kondenzačními částicovými čítači (CPC) umožňují velmi přesné měření částic, které projdou filtrem. Tyto technologie umožňují detekci a klasifikaci částic podle velikosti a typu, což je klíčové pro analýzu vzdušného průniku a kvality. Následná analýza získaných dat a výpočet průniku umožňuje posouzení účinnosti filtračního systému a celkovou kontrolu nad prostředím. (TSI, ©2024)





Obrázek 11 – Výsledky exportovány do aplikace Microsoft Excel. (Vlastní, 2024)

Výsledky jsou zobrazovány formou protokolu s grafem a dají se pomocí funkce exportovat do aplikace Microsoft Excel a následně vyobrazit. Výsledný protokol je taktéž možné poslat na nejbližší tiskárnu a lze vytisknout ve fyzické podobě.



Obrázek 12 – Ukázka tištěného protokolu. (Vlastní, 2024)

Na obrázku je možné vidět, jak protokol vypadá ve vytištěné fyzické podobě. Jsou zde zmíněny základní zadané parametry, graf a výsledky.

## 9.2 Testování propustnosti vybraných ochranných prostředků

V následující kapitole bude rozebrána efektivnost a jednotlivé vlastnosti vybraných ochranných dýchacích prostředků, jako jsou respirátory FFP1, FFP2 a FFP3 a dále roušek a nanoroušek. Měření probíhalo na automatizovaném testeru filtrů 3160 a výsledky budou následně vyobrazeny ve formě tabulek. Na závěr proběhne celkové zhodnocení získaných parametrů.

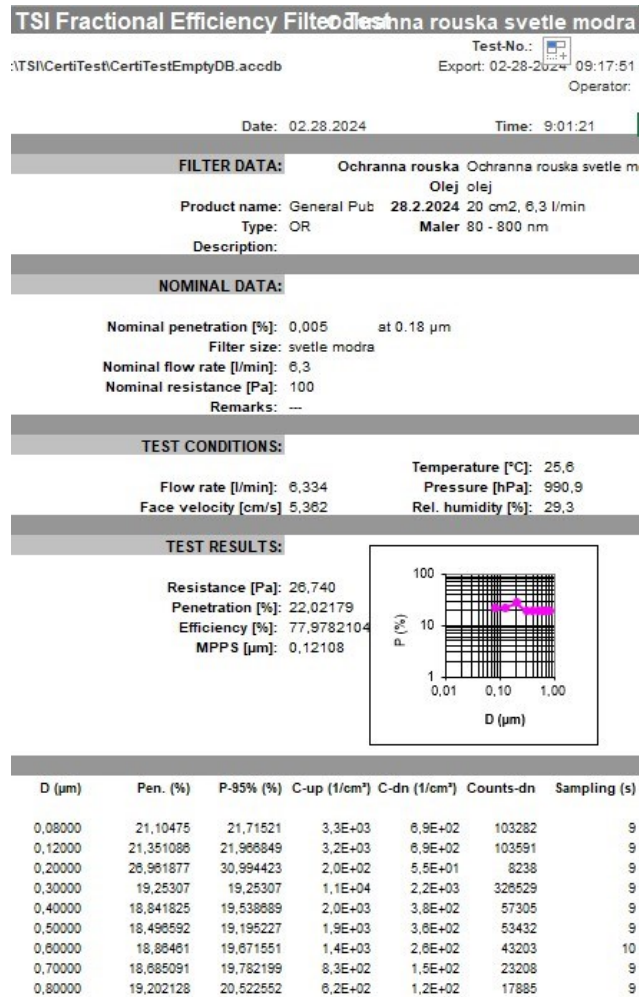
## 9.3 Světle modrá chirurgická ochranná rouška

Chirurgická neboli operační rouška je typ ochranného prvku, který se používá především ve zdravotnictví, hlavně u chirurgických zákroků. Rouška je navržena tak, aby ochránila pacienta před infekcí, kterou by na něj mohl přenést zdravotní personál.



*Obrázek 13 – Chirurgická rouška. (Vlastní, 2024)*

Roušky se obvykle vyrábějí z několika vrstev textilního materiálu a takto mají schopnost zachytávat mikroorganismy, což bylo významné hlavně během pandemie covid-19. Některé z těchto roušek také obsahují drátek u nosu, který zlepšuje jejich přilnutí k obličeji a takto snižuje možnost proniknutí virů a jiných škodlivin. Jejich účinnost je však hlavně závislá na pravidelné výměně, jelikož jednorázové použití a častá výměna zajišťují nejvyšší úroveň ochrany.



Obrázek 14 – Protokol testování chirurgické roušky. (Vlastní, 2024)

Tabulka 1 – Získané údaje při testování chirurgické roušky. (Vlastní, 2024)

Velikost částic	Míra zadržení (%)	Prošlé částice (%)
0.080 µm	78,89525	21,10475
0.120 µm	78,648914	21,351086
0.200 µm	73,038123	26,961877
0.300 µm	80,74693	19,25307
0.400 µm	81,158175	18,841825
0.500 µm	81,503408	18,496592
0.600 µm	81,13539	18,86461
0.700 µm	81,314919	18,685091
0.800 µm	80,797872	19,202128

Ze získaných dat můžeme určit, že se míra zadržení mění v závislosti na tom, jakou má částice velikost. Nejvyšší míra zachycení u konkrétního typu testované chirurgické roušky byla u velikosti 0,500  $\mu\text{m}$  a činila 81,503408 %, zatímco nejnižší míra byla zaznamenána u velikosti 0,200  $\mu\text{m}$  a činila 73,038123 %. Během měření byla v místnosti teplota 25,3 °C, tlak 990,9 hPa a vlhkost 30,1 %.

#### **Průměrná míra zadržení částic**

$(78.89525 + 78.648914 + 73.038123 + 80.74693 + 81.158175 + 81.503408 + 81.13539 + 81.314919 + 80.797872)/9 = 79.691009 \%$ .

Po sečtení jednotlivých hodnot a vydělení jejich počtem je patrné, že u této chirurgické roušky je průměrná míra zadržení 79,69 %. Z tohoto tvrzení vyplývá, že tento konkrétní ochranný prostředek nemá takovou účinnost, jako třeba respirátory typu FFP1, FFP2 nebo FFP3.

#### **9.4 Respirátor s filtrační třídou ochrany FFP1 – Model REFIL 710**

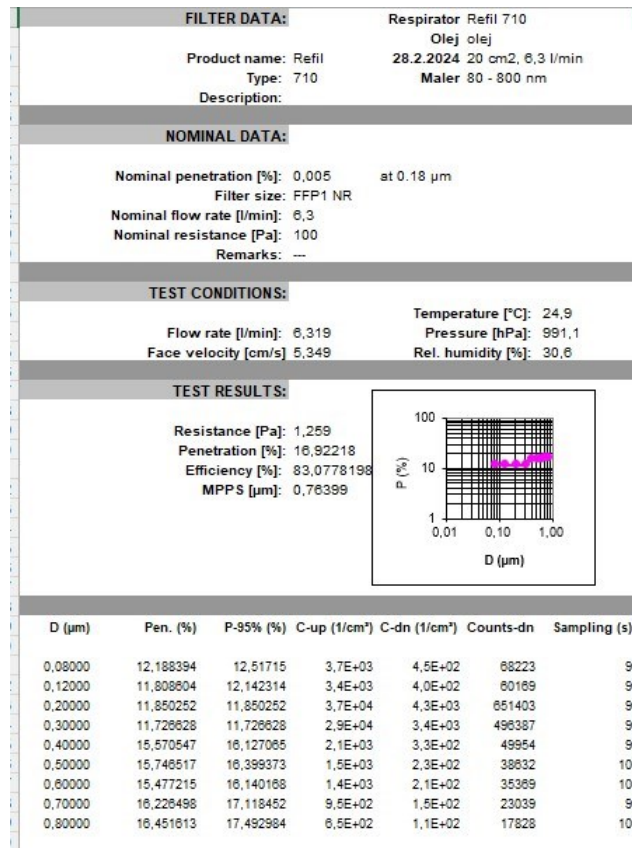
Jedná se o základní ochranný dýchací prostředek pro dýchací cesty a je typický pro zachytávání jemných částí prachu a aerosolů na bázi vody nebo oleje. (Korus, ©2024)



*Obrázek 15 – Respirátor FFP1 – REFIL 710. (Vlastní, 2024)*

Účinnost tohoto typu je minimální zachycení 80 % vzdušných částic až do velikosti 0,6  $\mu\text{m}$  a je určený jako ochrana proti netoxickému prachu.

Tento typ představuje dostatečnou ochranu ve stavebnictví a potravinářství a není vhodný ve zdravotnictví, protože nedokáže zachytávat bakterie a viry. (Bozp, ©2024)



Obrázek 16 – Protokol testování FFP1 – REFIL 710. (Vlastní, 2024)

Tabulka 2 – Získané údaje při testování REFIL 710. (Vlastní, 2024)

Velikost částic	Míra zadržení (%)	Prošlé částice (%)
0.080 µm	87,811606	12,188394
0.120 µm	88,191396	11,808604
0.200 µm	88,149748	11,850252
0.300 µm	88,273372	11,726628
0.400 µm	84,429453	15,570547
0.500 µm	84,253483	15,746517
0.600 µm	84,522785	15,477215
0.700 µm	83,773502	16,226498
0.800 µm	83,548387	16,451613

Z vyhodnocených dat je zřejmé, že účinnost zachycení částic postupně klesá s nárůstem jejich velikosti. Nejvyšší účinnost zachycení byla zpozorována při velikosti částic 0.300  $\mu\text{m}$  s hodnotou 88.273372 %, zatímco nejnižší účinnost byla dosažena při velikosti částic 0.800  $\mu\text{m}$  s hodnotou 83.548387 %. Z těchto výsledků vyplývá, že menší částice jsou snadněji zachytávány než ty větší. Během měření byla v místnosti teplota 24.9 °C, tlak 991.9 hPa a vlhkost 30,6 %.

#### **Průměrná míra zadržení částic**

$$(87.811606 + 88.191396 + 88.149748 + 88.273372 + 84.429453 + 84.253483 + 84.522785 + 83.773502 + 83.548387)/9 = 85.861637.$$

Po sečtení jednotlivých hodnot a vydělení jejich počtem je patrné, že u tohoto FFP2 respirátoru je průměrná míra zadržení 85,86 %. Z výsledků je tedy patrné, že nikde hodnota účinnosti neklesla pod 80 %, takže tento FFP1 respirátor splňuje normy.

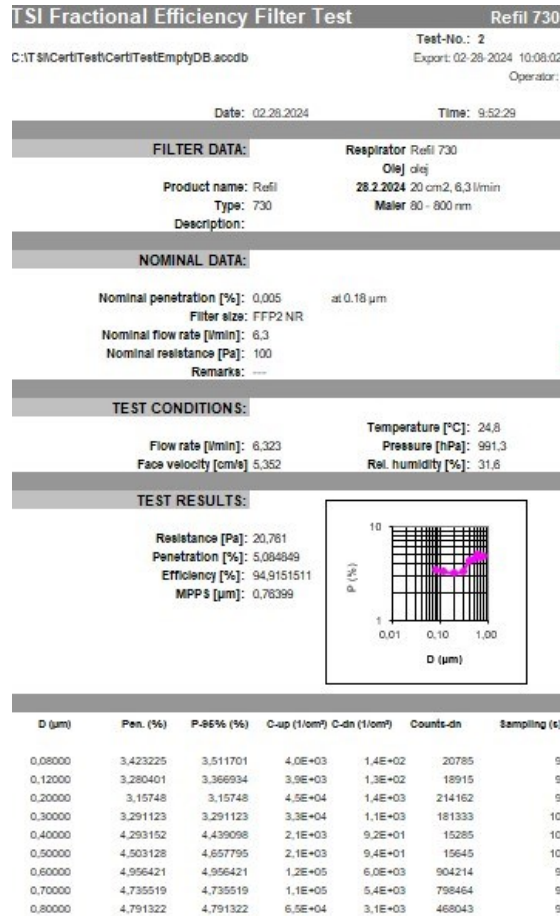
### **9.5 Respirátor s filtrační třídou účinnosti FFP2 – Model REFIL 730**

Jedná se o druh ochranného prostředku, který filtruje částice, jako jsou prach, aerosoly a další škodlivé částice. Zakrývají nos, ústa a bradu a mohou mít i ventily pro inhalaci. Účinnost je stanovena na 94 % a mohou být prodávány pod označením KN95 nebo N95.



*Obrázek 17 - Respirátor FFP2 – REFIL 730. (Vlastní, 2024)*

Velice hojně byly využívány během pandemie covid-19 a je dobré si uvědomit, že slouží k jednorázovému použití a měly by být pravidelně měněny. (Evolutionsafe, 2021)



Obrázek 18 - Protokol testování FFP2 – REFIL 730. (Vlastní, 2024)

Tabulka 3 – Získané údaje při testování REFIL 730. (Vlastní, 2024)

Velikost částic	Míra zadržení (%)	Prošlé částice (%)
0.080 µm	96.576775	3.423225
0.120 µm	96.719599	3.280401
0.200 µm	96.84252	3.15748
0.300 µm	96.708877	3.291123
0.400 µm	95.706848	4.293152
0.500 µm	95.496872	4.503128
0.600 µm	95.043579	4.956421
0.700 µm	95.264481	4.735519
0.800 µm	95.208678	4.791322

Z měření vyplývá, že menší částice mají tendenci být lépe zachytávány než ty větší. Nejvyšší míra zadržení byla zaznamenána u velikosti částic 0.200  $\mu\text{m}$  a činila 96,84252 % což znamená, že prošlo pouhých 3,15748 %. Naopak nejnižší míra zadržení byla zaznamenána u částic s velikostí 0,600  $\mu\text{m}$  a činila 95.043579 % což znamená, že prošlo 4.956421 % částic. Během měření byla v místnosti teplota 24.8 °C, tlak 991.3 hPa a vlhkost 31,6 %.

#### Průměrná míra zadržení částic

$(96.576775 + 96.719599 + 96.84252 + 96.708877 + 95.706848 + 95.496872 + 95.043579 + 95.264481 + 95.208678)/9 = 96,953001 \%$ .

Po sečtení jednotlivých hodnot a vydělení jejich počtem je patrné, že u tohoto FFP2 respirátoru je průměrná míra zadržení 97 %. Všechny naměřené hodnoty dosahují účinnosti nad 94 % což znamená, že tento FFP2 respirátor splňuje stanovené normy.

### 9.6 Respirátor s filtrační třídou účinnosti FFP2 – Model Respilon

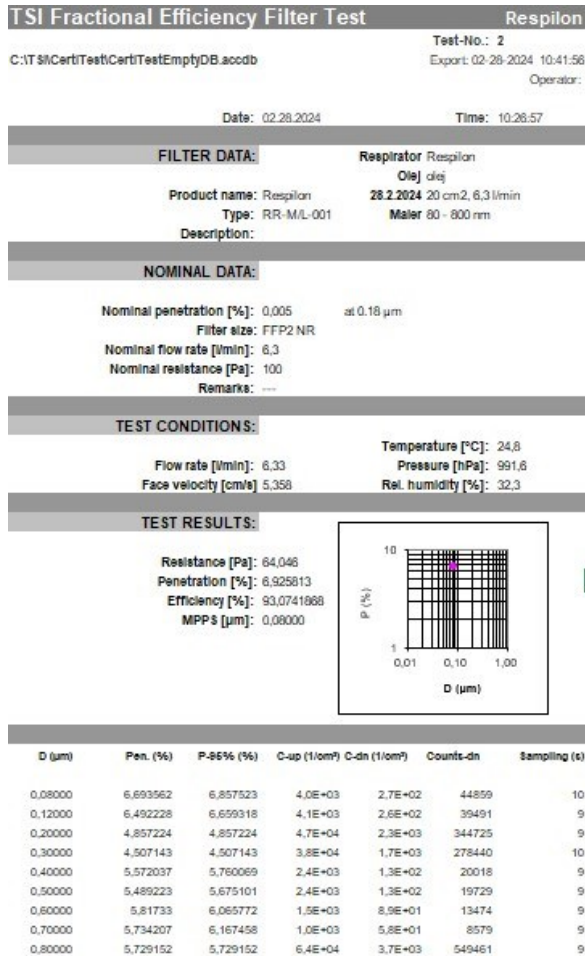
Jedná se o druh ochranného prostředku, který filtruje částice, jako jsou prach, aerosoly a další škodlivé částice. Zakrývají nos, ústa a bradu a mohou mít i ventily pro inhalaci. Účinnost je stanovena na 94 % a mohou být prodávány pod označením KN95 nebo N95.



Obrázek 19 - Respirátor FFP2 – RESPILON. (Vlastní, 2024)

Velice hojně byly využívány během pandemie covid-19 a je dobré si uvědomit, že slouží k jednorázovému použití a měly by být pravidelně měněny (Evolutionsafe, 2021).





Obrázek 20 - Protokol testování FFP2 – RESPILON. (Vlastní, 2024)

Tabulka 4 - Získané údaje při testování RESPILON. (Vlastní, 2024)

Velikost částic	Míra zadržení (%)	Prošlé částice (%)
0.080 µm	93,306438	6,693562
0.120 µm	93,507772	6,492228
0.200 µm	95,142776	4,857224
0.300 µm	95,492857	4,507143
0.400 µm	94,427963	5,572037
0.500 µm	94,510777	5,489223
0.600 µm	94,18267	5,81733
0.700 µm	94,265793	5,734207
0.800 µm	94,270848	5,729152

Z poskytnutých dat vyplývá, že se míra zadržených částic mění na jejich velikosti, stejně jako v předchozích zmíněných případech. Nejvyšší míra zadržených částic byla zaznamenána u velikosti 0,300  $\mu\text{m}$  a hodnota činila 95,492857 %, zatímco nejnižší míra zadržení byla zaznamenána pro částice o velikosti 0,080  $\mu\text{m}$  a hodnota činila 93,306438 %. Během měření byla v místnosti teplota 24,8 °C, tlak 991,6 hPa a vlhkost 32,3 %.

#### Průměrná míra zadržení částic

$(93.306438 + 93.507772 + 95.142776 + 95.492857 + 94.427963 + 94.510777 + 94.18267 + 94.265793 + 94.270848)/9 = 94,256415 \%$ .

Po sečtení jednotlivých hodnot a vydělení jejich počtem je patrné, že u tohoto FFP2 respirátoru je průměrná míra zadržení 94,26 %. Některé naměřené hodnoty nedosahují účinnosti nad 94 %, konkrétně u velikosti 0,080  $\mu\text{m}$  a 0,120  $\mu\text{m}$  což znamená, že tento FFP2 respirátor nesplňuje stanovené normy.

### 9.7 Respirátor s filtrační třídou účinnosti FFP3 – Model REFIL 750

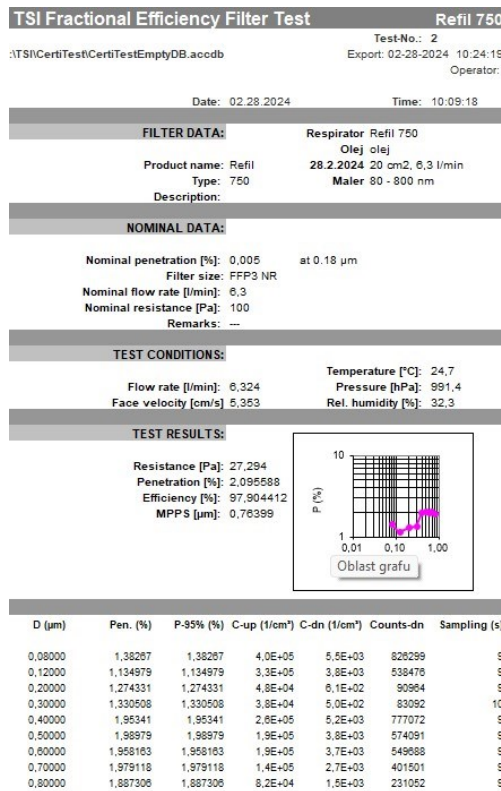
Tento druh respirátoru nabízí maximální ochranu před škodlivými částicemi. Filtrovat by měl minimálně 99 % všech částic o velikosti až 0,6  $\mu\text{m}$  s maximální odchylkou 5 %. Dále je schopen filtrovat jedovaté látky, radioaktivní a karcinogenní částice. (Uvexsafety, ©2024)



Obrázek 21 – Respirátor FFP3 – REFIL 750. (Vlastní, 2024)

Obvykle se skládají ze 4 vrstev, což zapříčiňuje jejich skvělé filtrační vlastnosti. Při správném použití dochází k účinnému pokrytí nosu a úst a mohou mít i ventily pro ventilaci.

Pro příklad takový model „3M 1873 V“ má centrální ventil, která umožňuje únik tepla, a tak zamezuje mlžení brýlí, což může být u některých lidí poměrně nepříjemná záležitost. (Rollings, 2020).



Obrázek 22 - Protokol testování FFP3 – REFIL 750. (Vlastní, 2024)

Tabulka 5 - Získané údaje při testování REFIL 750. (Vlastní, 2024)

Velikost částic	Míra zadržení (%)	Prošlé částice (%)
0.080 µm	98,61733	1,38267
0.120 µm	98,865021	1,134979
0.200 µm	98,725669	1,274331
0.300 µm	98,669492	1,330508
0.400 µm	98,04659	1,95341
0.500 µm	98,01021	1,98979
0.600 µm	98,041837	1,958163
0.700 µm	98,020882	1,979118
0.800 µm	98,112694	1,887306

Ze získaných dat u tohoto respirátoru typu FFP3 vyplývá, že procento zadržených částic je velice vysoké a dosti konzistentní při různých velikostech částic. Nejvyšší zadržená míra částic byla zaznamenána u velikosti 0,120  $\mu\text{m}$  a činila 98,865021 %, zatímco nejnižší míra zadržení byla u částic o velikosti 0,500  $\mu\text{m}$  a činila 98,01021 %. Během měření byla v místnosti teplota 24,7 °C, tlak 991,4 hPa a vlhkost 32,3 %.

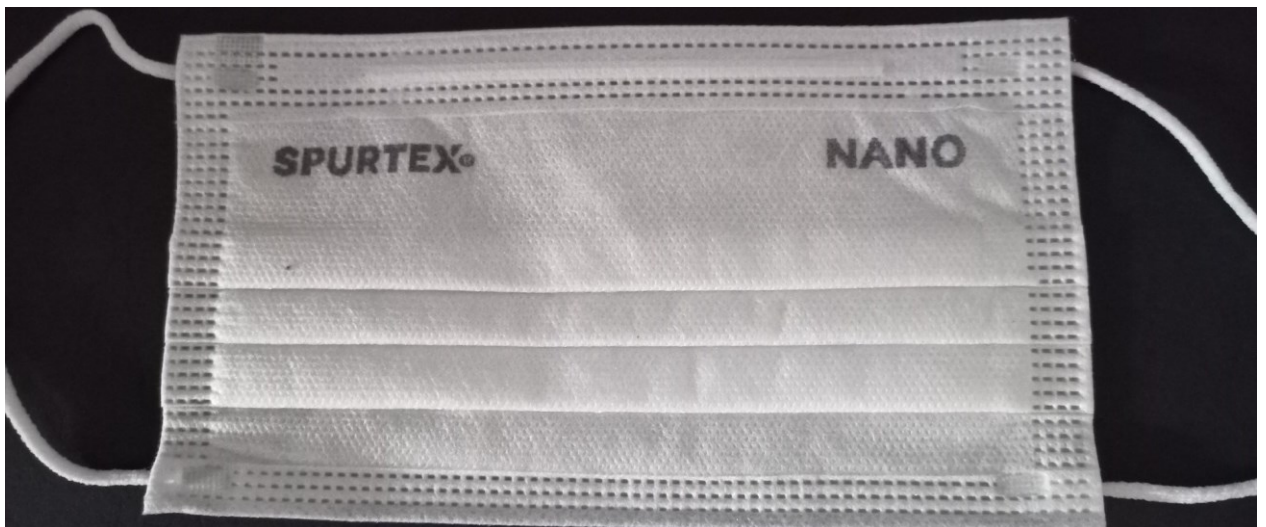
#### Průměrná míra zadržení částic

$(98.61733 + 98.865021 + 98.725669 + 98.669492 + 98.04659 + 98.01021 + 98.041837 + 98.020882 + 98.112694)/9 = 98.568856 \%$ .

Po sečtení jednotlivých hodnot a vydělení jejich počtem je patrné, že u tohoto FFP3 respirátoru je průměrná míra zadržení 98,57 %. Všechny naměřené hodnoty dosahují účinnosti, která není po 95 % což znamená, že tento FFP3 respirátor splňuje stanovené normy.

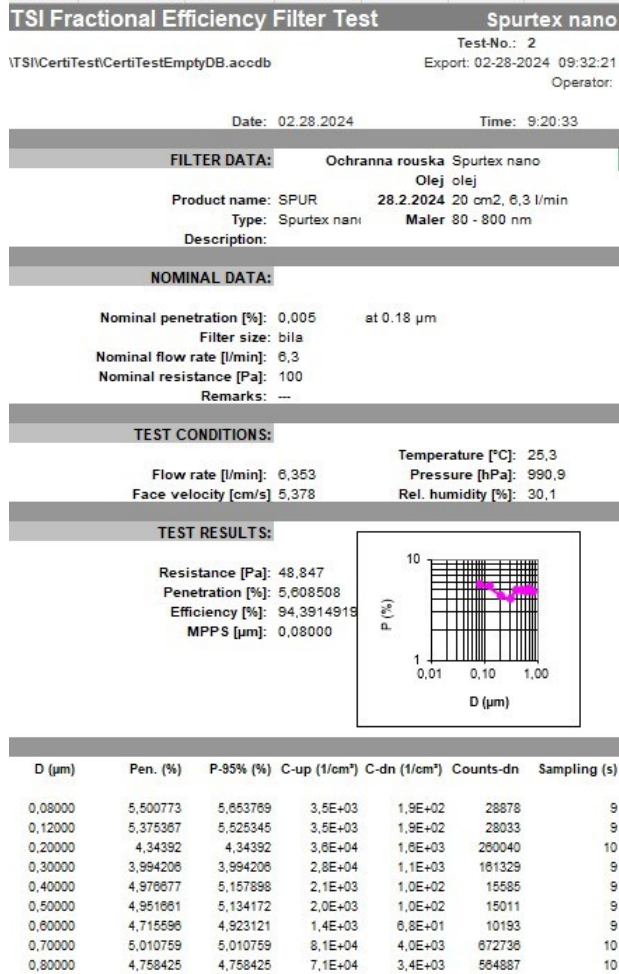
### 9.8 Nanorouška SPURTEX

Jedná se o druh roušky, která má poskytovat větší ochranu před viry a bakteriemi než normální roušky. Výroba je prováděna za pomoci mikro materiálů, které jsou velice tenké a poskytují vysokou hustotu, což zapříčiňuje to, že dokáží zachytávat i velmi malé částice.



Obrázek 23 – Nanorouška Spurtex. (Vlastní, 2024)

Materiály v tomhle případě bývají ošetřeny nanočásticemi, která mají vlastnost zabíjet viry a bakterie. Jako u ostatních typů ochranných dýchacích prostředků zde hodně záleží na správném nošení a pravidelné výměně a propustnost by neměla být pod 84 %. (Nanospace, ©2024)



Obrázek 24 – Protokol testování nanoroušky. (Vlastní, 2024)

Tabulka 6 – Získané údaje při testování nanoroušky. (Vlastní, 2024)

Velikost částic	Míra zadržení (%)	Prošlé částice (%)
0.080 μm	94,499227	5,500773
0.120 μm	94,624633	5,375367
0.200 μm	95,65608	4,34392
0.300 μm	96,005794	3,994206
0.400 μm	95,023323	4,976667
0.500 μm	95,048339	4,951661
0.600 μm	95,284404	4,715596
0.700 μm	94,989241	5,010759
0.800 μm	95,241575	4,758425

Ze získaných dat vyplývá, že zachycení částic u této nano roušky je vysoké a dosti konzistentní při různých velikostech částic. Nejvyšší míra byla zaznamenána u částic s velikostí 0,300  $\mu\text{m}$  a hodnota činila 96,005794 %, zatímco nejnižší míra byla zaznamenána pro částice s velikostí 0,0080  $\mu\text{m}$  a činila 94,499227 %.

#### Průměrná míra zadržení částic

$$(94.499227 + 94.624633 + 95.65608 + 96.005794 + 95.023323 + 95.048339 + 95.284404 + 94.989241 + 95.241575)/9 = 95.152513 \%$$

Po sečtení jednotlivých hodnot a vydělení jejich počtem je patrné, že u této nanoroušky je průměrná míra zadržení 95.15 %. Všechny naměřené hodnoty dosahují účinnosti, která je nad 84 % což znamená, že tato nano rouška splňuje stanovené normy.

### 9.9 Celkové srovnání získaných výsledků

V následující tabulce bude porovnána celková účinnost ochranných prostředků, které byly testovány.

Tabulka 7 – Závěrečné porovnání. (Vlastní,2024)

Typ prostředku	Nejnižší míra zachyceni (%)	Nevyšší míra zachyceni (%)	Průměr (%)
Chirurgická rouška	73,04	81,50	79,69
FFP1 REFIL 710	83,55	88,27	85,86
FFP2 REFIL 730	95,04	96,84	97,00
FFP2 Respilon	93,31	95,49	94,26
FFP3 REFIL 750	98,01	98,87	98,57
Nano SPURTEX	94,50	96,01	95,15

Je patrné, že největší účinnost byla zaznamenána u respirátoru typu FFP3 a FFP2, u kterých nebyl zaznamenán nějaký zásadní rozdíl. Tyto respirátory mají vyšší míru zachycení částic než chirurgické roušky nebo nano roušky.

## 10 NÁVRH A VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

Dotazníkové šetření bylo zaměřeno na občany České republiky, které mezi obdobím 2020–2023 postihla pandemie covid-19. Pomocí dotazníkového šetření bylo zkoumáno, jak lidé reagovali na nošení ochranných prostředků, co pro ně bylo nepříjemné a následně navrhnout změny pro případ, že by se podobná pandemie opět vyskytla.

### Cíle výzkumu

Cílem výzkumu je zhodnotit používání určitých ochranných prostředků dýchacích cest během pandemie covid-19 na základě dotazníkového šetření z hlediska jejich komfortu, účinnosti a dostupnosti.

Předpokládá se, že lidé preferují používání vybraných typů ochranných prostředků, jako jsou roušky a respirátory a při výběru upřednostňují ty, které jsou snadněji dostupné a pohodlné k nošení.

Dalším předpokladem je to, že mají občané povědomí o dalších různých typech ochranných prostředků, jako jsou nano respirátory obsahující stříbro, které pomáhá lépe zachycovat škodlivý virus. Dalšími aspekty mohou být cena, vzhled, účinnost ochrany nebo ekologické dopady na životní prostředí. Cílem je navrhnout zlepšení pro případ výskytu další pandemie.

### Návrh dotazníkového šetření

Dotazníkové šetření na téma „Názor obyvatelstva na ochranné prostředky dýchacích cest během pandemie covid-19“ bylo prováděno elektronickou formou. Dotazník byl vytvořen za pomoci softwaru Google Forms, který byl zasílán pomocí internetového odkazu na sociálních sítích a pomocí e-mailu Outlook občanům České republiky. Účast na šetření byla zcela dobrovolná, anonymní a nebyla nijak omezena věkem ani dalším žádným aspektem.

Před samotným rozesláním byl dotazník upraven a schválen pracovníky Institutu ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč, kde byla vykonána odborná práce.

Dotazníkové šetření probíhalo v rozmezí od 26.2.2024–7.4.2024 a během této doby se ho zúčastnilo 200 respondentů. Celkový počet vybraných otázek byl 13, kde se u 10 otázek vybírala pouze 1 odpověď, u 2 otázek se dalo vybrat více odpovědí a u jedné otázky se uváděla otevřená odpověď.

Otázky   **Odpovědi**   200   Nastavení

Odpovědi nelze upravovat

## Názor obyvatelstva na ochranné prostředky dýchacích cest během pandemie Covid-19.

Vážení respondenti,

Jmenuji se Jakub Malěř, jsem studentem 3. ročníku vysoké školy - Fakulta logistiky a krizového řízení univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, obor Ochrana obyvatelstva a píšu Bakalářskou práci na téma: Využití nanomateriálů v ochraně obyvatelstva.

Tímto se na Vás obracím s prosbou o vyplnění krátkého dotazníku, který mi poslouží jako jeden z podkladů pro praktickou část moji Bakalářské práce.

Cílem dotazníku je zjistit, jak na lidi působilo nošení prostředků pro ochranu dýchacích cest (roušky a respirátory) a jaký byl celkový pohled na ochranné prostředky. Poté na základě výsledků vyhodnotit názory lidí a navrhnout případné zlepšení.

Dotazník se skládá z 13 otázek kde:

- u 10 otázek vybíráte pouze 1 odpověď
- u 2 otázek můžete vybrat více odpovědí
- u 1 otázky uvedete otevřenou odpověď

---

1. Jaký je Váš věk ??

Méně než 15 let

15-25 let

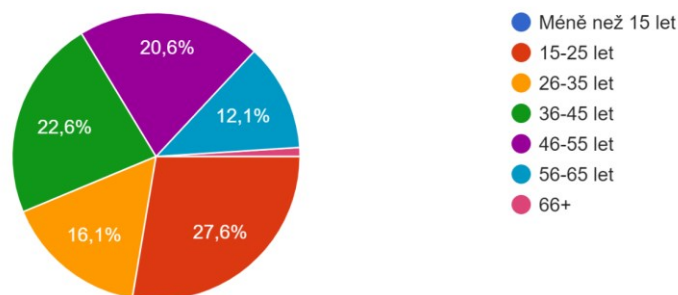
26-35 let

36-45 let

Obrázek 25 – Vytvořený dotazník. (Vlastní,2024)

## 10.1 Vyhodnocení dotazníkového šetření

### Otázka 1: Jaký je Váš věk?



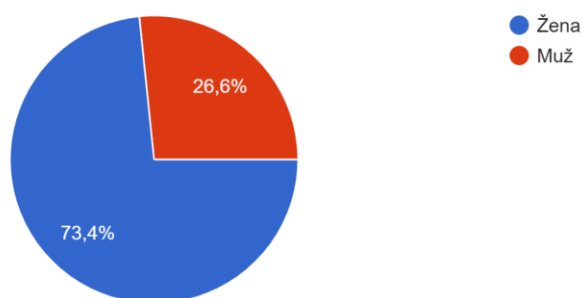
Obrázek 26 – Graf věkové skupiny. (Vlastní,2024)

Na tuto otázku odpovědělo 199 respondentů. Z vyhodnocení grafů vyplývá, že největší podíl respondentů (27,6 %) patří do věkové kategorie 15-25 let. Do této věkové kategorie spadá samotný autor práce a zahrnuje mladší dospělé a studenty.



Druhou nejvíce zastoupenou skupinou (22,6 %) jsou respondenti ve věku 36-45 let. Skupina zahrnuje lidi ve středním věku a ti mohou mít za svůj život různorodé zkušenosti a postoje k nošení ochranných prostředků. Další věkové skupiny jsou lidé ve věku 26-35 let (16,1 %), 46-55 let (20,6 %) a jako poslední lidé nad 66 let (1 %). Tyto skupiny představují různé věkové kategorie a skupiny, které mohou mít různé zkušenosti, zdravotní stav, a tak to může ovlivnit jejich přístup k nošení ochranných prostředků.

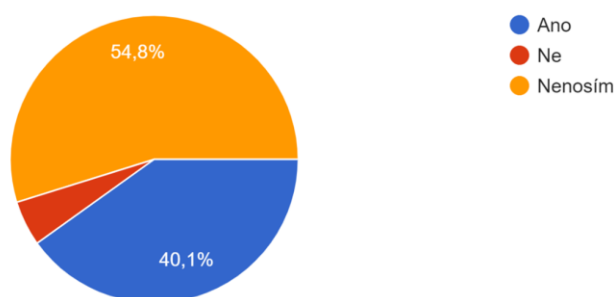
### Otázka 2: Jaké je Vaše pohlaví?



Obrázek 27 – Graf pohlaví. (Vlastní,2024)

Na tuto otázku odpovědělo 199 respondentů. Z vyhodnocení grafu na základě pohlaví vyplývá, že se v dotazníkovém šetření více angažovaly ženy než muži.

### Otázka 3: Pokud používáte dioptrické brýle, docházelo během nošení ochranného dýchacího prostředku k jejich mlžení?

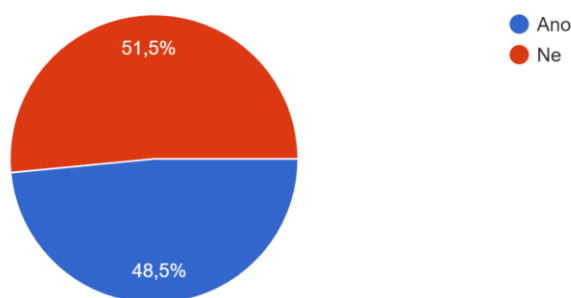


Obrázek 28 – Mlžení u brýlí (Vlastní,2024)

Na tuto otázku odpovědělo 197 respondentů. Zde graf ukazuje, že 40,1 % respondentů uvedlo, že se jim během nošení ochranného dýchacího prostředků brýle mlžily. To ukazuje, že mlžení brýlí byl dosti rozšířený problém mezi uživateli dioptrických brýlí.

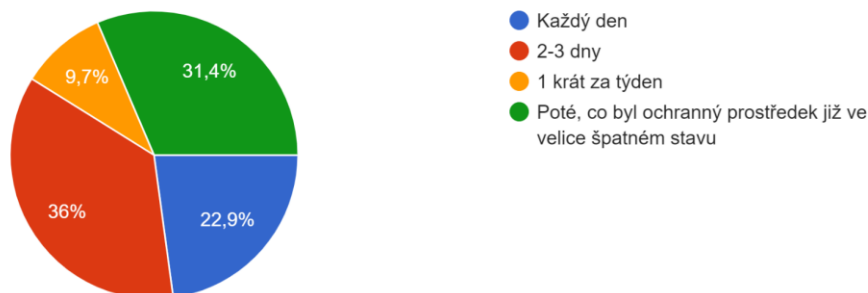
54,8 % respondentů uvedlo, že dioptrické brýle vůbec nenosí, což může být zapříčiněno tím, že nemají potřebu brýle nosit nebo preferují jiné prostředky, jako jsou kontaktní čočky. Méně častou odpovědí jsou ti, kteří uvedli, že se jim brýle při nošení prostředků nemlžily. To by mohlo naznačit, že existují prostředky nebo strategie, které mohou problém s mlžením minimalizovat.

**Otázka 4: Myslíte si, že je nošení ochranných prostředků důležité pro kontrolu šíření infekce?**

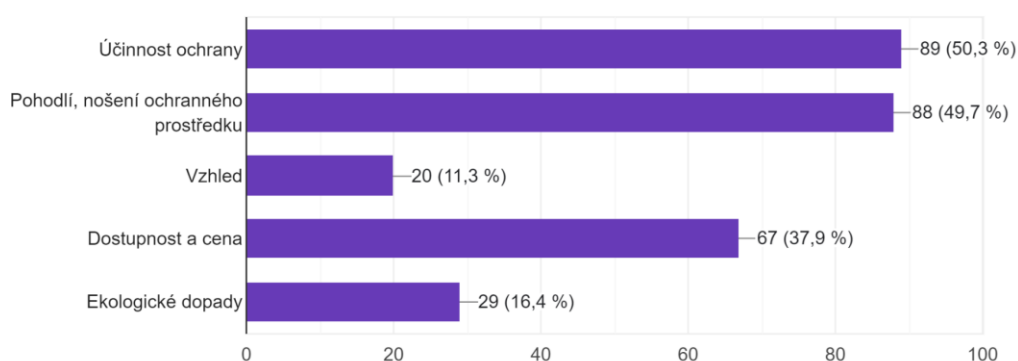


*Obrázek 29 – Důležitost pro kontrolu šíření infekce. (Vlastní,2024)*

Na tuto otázku odpovědělo 198 respondentů. Z grafu vyplývá, že 51,5 % respondentů odpovědělo záporně, což znamená, že nevěří, že nošení ochranných dýchacích prostředků bylo důležité pro kontrolu šíření infekce. Na druhou stranu 48,5 % respondentů vyjádřilo názor, že nošení prostředků je pro kontrolu šíření infekce důležité. Z grafu lze vyčíst, že existuje značný rozdíl v postojích respondentů k nošení ochranných prostředků. Respondenti, kteří se k nošení prostředků staví negativně, mohou mít různé důvody, jako jsou nedostatek důkazů o účinnosti prostředků, nesnášenlivost k nošení anebo mohou být přesvědčeni, že jsou jiná účinnější opatření. Nicméně respondenti, kteří vidí nošení prostředku pro kontrolu šíření infekce jako důležité, mohou potvrzovat důkazy o účinnosti, dodržování zdravotních autorit a mnoho dalších.

**Otázka 5: Jak často u Vás docházelo k výměně ochranných prostředků?***Obrázek 30 – Četnost výměny ochranného prostředku. (Vlastní,2024)*

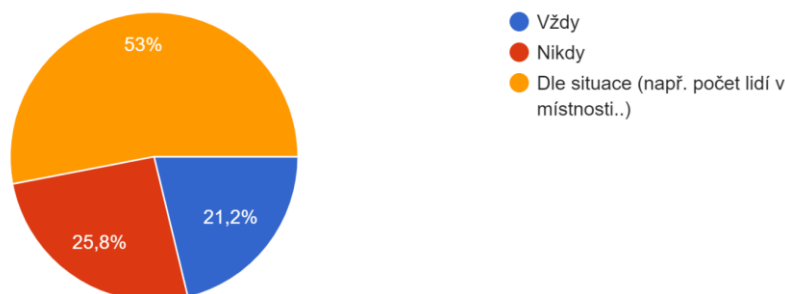
Na tuto otázku odpovědělo 175 respondentů. Z grafu vyplývá, že nejčastější odpovědí (36 %) bylo vyměňování ochranných prostředků každé 2-3 dny. Tato skupina preferuje pravidelnou výměnu, aby zajistila optimální účinnost a hygienu. Další častou odpovědí (31,4 %) byla skupina respondentů, která preferovala používat ochranný prostředek delší dobu než ostatní. Důvody by mohly být ekonomické nebo jako projev nesouhlasu. Méně častými odpověďmi bylo vyměňování ochranných prostředků každý den (22,9 %) a vyměňování ochranných prostředků jednou za týden (9,7 %). Z těchto dat vyplývá, že existuje různorodý přístup k výměně ochranných prostředků, což může být ovlivněno individuálními preferencemi, dostupností nebo finančními možnostmi jednotlivých respondentů.

**Otázka 6: Jaké faktory jsou pro Vás důležité při výběru roušky?***Obrázek 31 – Faktory při výběru ochranného prostředku. (Vlastní,2024)*

Na tuto otázku odpovědělo 177 respondentů. Z grafu vyplývá, že nejvíce respondentů (50,3 %) považuje jako klíčový faktor účinnost ochrany. To naznačuje, že většina respondentů bere v potaz to, jestli je ochranný prostředek schopen je ochránit před přenosnými virovými částicemi.

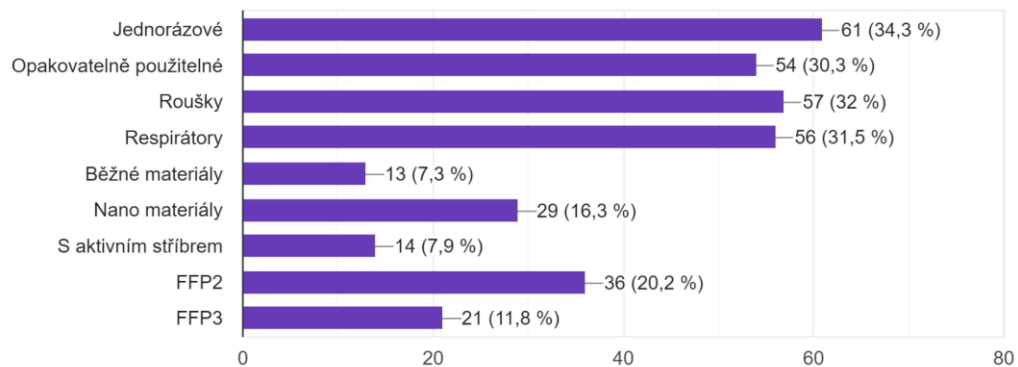
Téměř stejný podíl respondentů uvádí (49,7 %), že je pro ně důležitá pohodlnost u nošení ochranného prostředků. Z toho vyplývá, že je pro lidi důležitý komfort, snadné dýchání a celkově pohoda při nošení, což je klíčové u dlouhodobého používání. Dalšími důležitými faktory pro respondenty při výběru roušky byla dostupnost a cena (37,9 %), vzhled (11,3 %) a ekologické dopady (16,4 %). Tato data ukazují, že lidé při výběru nezohledňují pouze účinnost ochrany a pohodlí, ale zajímají se o další aspekty, jako například dopad na životní prostředí.

### Otázka 7: Jak často jste ochranné prostředky dýchacích cest používali ve veřejných prostorech?



Obrázek 32 – Použití ochranných prostředků ve veřejných prostorech. (Vlastní,2024)

Na tuto otázku odpovědělo 198 respondentů. Z grafu vyplývá, že většina respondentů uvedla (53 %), že používala ochranné prostředky dle aktuální situace, například počet lidí v místnosti nebo míra rizika nákazy. Z tohoto přístupu respondentů vyplývá, že většina lidí je flexibilních a reagují na určité okolnosti. Menší část (25,8 %) uvedla, že nikdy nepoužila ochranné prostředky ve veřejných prostorech. Jako důvody mohou být nedostatečný strach z nákazy nebo nesouhlas s nošením. Naopak ochranné prostředky ve veřejných prostorech používalo vždy (21,2 %) respondentů. Tato skupina respondentů dodržuje pevná pravidla ohledně nošení ochranných prostředků.

**Otázka 8: Jaké ochranné prostředky a účinnost ochrany jste preferovali při výběru?**

Obrázek 33 – Druhy ochranných prostředků. (Vlastní,2024)

Na tuto otázku odpovědělo 177 respondentů. Z vyhodnocených odpovědí vyplývá, že ochranné prostředky mají různou míru preference mezi jednotlivými respondenty. Nejvíce respondentů (34,3 %) uvedlo, že preferovali jednorázové ochranné prostředky. Z tohoto faktu vyplývá, že je pro lidi důležitá snadná dostupnost, jednoduchost a cena. Opakovatelně použitelné prostředky byly preferovány u 30,3 % respondentů z čehož lze odvodit, že lidé mají zájem o dlouhodobé prostředky pro ochranu. Obyčejné roušky obdržely 32 %, což je velice široce rozšířený a dostupný typ ochranného prostředku. Respirátory byly preferovány u 31,5 % respondentů, což naznačuje, že někteří respondenti preferují modernější a vyspělejší ochranné prostředky, které mají větší úroveň filtrace. Nano materiály byly preferovány u 16,3 % respondentů, což ukazuje určitý zájem o pokročilejší technologie ochrany. Prostředky s aktivním stříbrem byly preferovány u 7,9 % respondentů. FFP2 respirátory byly preferovány 20,2 % respondenty a FFP3 respirátory používalo 11,8 % respondentů což opět ukazuje zájem o prostředky s vyšší úrovní filtrace.

**Otázka 9: Jaké jsou Vaše zkušenosti s nošením roušek a respirátorů?**

Na tuto otázku odpovědělo 166 respondentů. U otázky budou zmíněny některé kladné a záporné odpovědi respondentů ohledně jejich osobních zkušeností s nošením těchto ochranných prostředků.

**Kladné:**

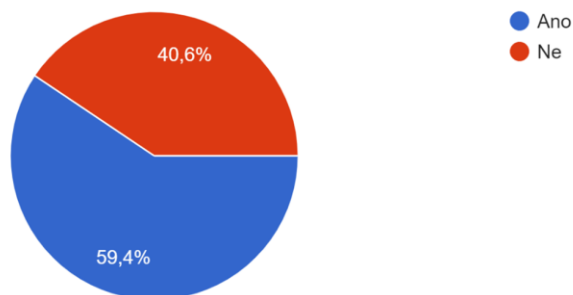
- 1) „Nošení bez problémů, nutno však upravit tak, aby OP těsnil (značné zkušenosti s používáním jiných OP, např. masek)“.

- 2) *„Nijak mě to neomezovalo, na procházku jsem si bral jen roušku a nasazoval jsem ji pouze při setkání s jinými lidmi“.*
- 3) *„Ze začátku problémové, ale po určité době jsem si na ně zvykl“.*
- 4) *„Dalo se to přežít, ale největší problém byl v letních měsících“.*
- 5) *„Dobré. Nutný byl prvotní výběr. Po zjištění nejvíce vyhovujícího prostředku jsem již neměla s nošením problém“.*

**Záporné:**

- 1) *„Byla to nutnost, ale pro alergiky a astmatiky velmi nevhodné“.*
- 2) *„Každodenní nošení během pandemie. Vyzkoušel jsem velké množství typů a zkušenosti se liší v jednotlivých případech. Dýchací odpor byl v podstatě velice podobný. Ale některé byly natolik nepohodlné, že v nich člověk vydržel jen desítky minut“.*
- 3) *„Vadilo mi to, nemohla jsem dýchat“.*
- 4) *„Špatně se dýchalo více kožních vyrážek“.*
- 5) *„Vypozorovala jsem ve svém okolí následující a sama to takto praktikovala: Jelikož se ochranné pomůcky nosili většinou delší dobu během dne a nedocházelo k jejich pravidelné výměně několikrát za den, byla snížena jejich účinnost (např. u klasických jednorázových roušek dochází vlivem dýchání k promokření materiálu, obecně cca do 20 minut). Také nebylo dodržováno správné nasazování a sesazování pomůcek z obličeje, použité ochranné prostředky nebyly správně vyhazovány mezi nebezpečný biologický odpad etc.). Většina lidí také nenosila ochranné pomůcky správně nasazené na obličeji, ale např. je měla nasazenou přes ústa, ale pod nosem, kýchala si do ochranných prostředků a pak vše vdechovala zpět do organismu... Také mnoho lidí nosilo ochranné pomůcky v přírodě a dýchali tak umělý materiál místo čerstvého vzduchu, čímž si mohli oslabit imunitu, působilo to i špatně na psychiku etc“.*

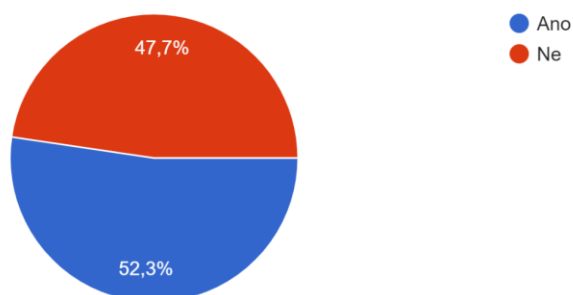
**Otázka 10: Máte nějaké obavy ohledně nošení roušek a respirátorů (např. zdravotní rizika, sociální nebo psychologické dopady)?**



*Obrázek 34 – Obavy z nošení ochranných prostředků. (Vlastní,2024)*

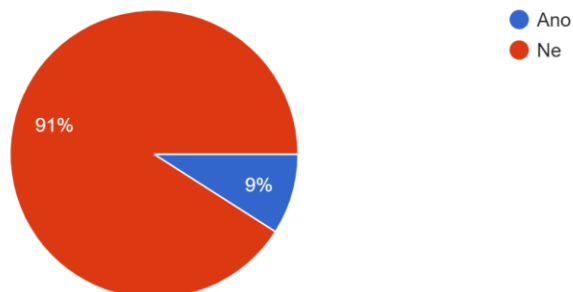
Na tuto otázku odpovědělo 197 respondentů. Z grafu vyplývá, že většina respondentů (59,4 %) uvedla, že mají nějaké obavy ohledně nošení těchto vybraných ochranných prostředků. Tyto obavy mohou zahrnovat zdravotní rizika spojená s nošením, sociální tlak, pocit klaustrofobie nebo pocit úzkosti. Menší část respondentů uvedla, že je žádných obav s nošením těchto prostředků netrápí. Tato skupina respondentů pravděpodobně považuje nošení ochranných prostředků za nutné a nevidí v tom žádný zásadní problém.

**Otázka 11: Setkali jste se u roušek s novými typy materiálů (např. nano roušky)?**



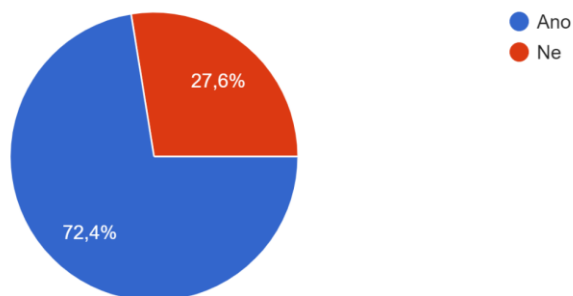
*Obrázek 35 – Nové typy materiálů. (Vlastní,2024)*

Na tuto otázku odpovědělo 193 respondentů. Z grafu vyplývá, že větší část respondentů (52,3 %) odpověděla kladně. To ukazuje, že nové technologie a materiály jsou v současnosti aktivně používány a zkoumány, aby pomohly co nejvíce zamezit šíření viru. Zatímco menší část respondentů (47,7 %) uvedla, že se s novými materiály během pandemie nesešli. To může být způsobeno nedostatkem informací o nových materiálech, cena, omezená dostupnost anebo jen lidé preferují klasické typy ochranných prostředků.

**Otázka 12: Dávalo Vám smysl nosit roušky i při pobytu venku?**

Obrázek 36 – Ochranné prostředky při pobytu venku. (Vlastní,2024)

Na tuto otázku odpovědělo 199 respondentů. Z grafu jasně vyplývá, že dotazovaným respondentům nedávalo smysl nosit ochranné prostředky během pobytu venku (91 %). Pouze 9 % respondentům dávalo smysl nosit prostředky venku. To může být zapříčiněno větší obezřetností nebo možnou obavou setkání se s nakaženou osobou i v otevřeném prostoru.

**Otázka 13: Ocenili byste změny v souvislosti s používáním roušek v budoucnosti?**

Obrázek 37 – Změny s rouškami v budoucnosti. (Vlastní,2024)

Na tuto otázku odpovědělo 196 respondentů. Z grafu poměrně jednoznačně vyplývá fakt, že většina respondentů (72,4 %) by ocenila v budoucnosti nějaké změny v nošení ochranných prostředků. Menší část respondentů by žádné změny v budoucnosti nepraktikovala. Důvody mohou být například nedůvěra v nové technologie nebo účinnost ochrany.



## 10.2 Shrnutí dotazníkového šetření

Výsledky tohoto dotazníkového šetření ukazují důležitý pohled a preference jednotlivých respondentů ohledně nošení ochranných prostředků během pandemie covid-19. Nejpočetnější zastoupenou skupinou byli respondenti ve věkové kategorii 15-25 let (28 %), což zahrnuje mladší dospělé a studenty.

Druhá nejpočetnější skupina byli lidé ve věku 36-45 let (22,5 %). Z tohoto věkového zastoupení je možné usoudit, že dané šetření oslovilo různé věkové skupiny, které mají odlišné postoje a zkušenosti ohledně nošení ochranných dýchacích prostředků.

Dle pohlaví lze říci, že se do šetření zapojily více ženy než muži, což může být zapříčiněné tím, že mají větší zájem ohledně ochrany veřejného zdraví a bezpečnosti. Co se týče preference ohledně ochranných prostředků, většina respondentů upřednostňuje jednorázové ochranné prostředky a nošení podle aktuální situace.

Z toho vyplývá, že respondenti preferují snadnou dostupnost a jednoduchost použití. Zájem je taktéž o opakovatelně použité ochranné prostředky a respirátory, které mají vyšší úroveň filtrace. Respondenti vyjádřili obavy ohledně nošení ochranných prostředků, zejména z důvodu zdravotních rizik, jako jsou vyrážky, sociální tlak a psychologické dopady.

Tato obava byla velice výrazná u mladších respondentů a u lidí, kteří trpí jistými respiračními problémy (např. astma).

Vzhledem k výsledkům je zřejmé, že by většina respondentů ocenila budoucí změny v oblasti nošení ochranných prostředků, což naznačuje jisté nedostatky a potřebu vylepšení v těchto oblastech. Tato zjištění jsou důležitá pro informovanost politiků a veřejného zdravotnictví při pandemiích a celkové ochraně veřejného zdraví v budoucnosti.

## 11 NAVRHOVANÉ ZMĚNY V POUŽÍVÁNÍ OCHRANNÝCH DÝCHAČÍCH PROSTŘEDKŮ

Dle zjištěných informací by se daly navrhnout následující změny do budoucnosti v oblasti používání ochranných dýchacích prostředků.

V budoucnosti se očekává, že přijdou na scénu nové materiály a technologie, které budou efektivněji a účinněji filtrovat různé viry a plyny. Tato zlepšení by mohla zahrnovat materiály, které budou mít lepší filtrační vlastnosti a budou zároveň více uživatelsky přívětivé. Díky tomuto zlepšení by se zefektivnila ochrana člověka a zároveň by se snížila míra nepohodlí, která je spojena s nošením těchto ochranných dýchacích prostředků.

Taktéž by mohla být představena širší škála těchto prostředků, které budou přizpůsobeny pro určité situace a prostředí. Například by mohly vzniknout prostředky pro sportovní aktivity, kde je vyžadována vysoká míra pohyblivosti a dýchání.

Další vývoj by mohl zlepšit vzhled těchto ochranných prostředků. Prostředky by v budoucnosti mohly být vyráběny tak, aby byly co nejvíce přizpůsobené tvarům obličeje jednotlivých lidí. Díky této inovaci by se zlepšila celková úroveň těsnění a pohodlí nošení.

Informační a vzdělávací kampaně by mohly prostřednictvím dostupných prostředků lépe informovat lidi o správném používání těchto ochranných prostředků. Zvýšená informovanost by pomohla lidem lépe pochopit, jak se o prostředek starat a jak ho nosit, aby zajišťovaly co největší účinnost ochrany.

Flexibilita by mohla být jednou z dalších budoucích změn. Lidé by mohli dostat možnost mezi různými typy ochranných prostředků, podle svých osobních preferencí. Zde může být klíčový materiál, doba výdrže ochranného prostředku, úroveň ochrany a velikost, aby seděly na každý typ obličeje.

Na závěr by se nemělo zapomínat na životní prostředí, a tak by se měly co nejvíce zohledňovat ekologické dopady. Během pandemie covid-19 vzniklo obrovské množství tohoto odpadu, kde roušky a respirátory zahlcovaly životní prostředí. Proto by měli výrobci používat ekologické materiály a výrobní procesy, které mají co nejnižší ekologické dopady. Tento přístup by pomohl omezit negativní dopady na životní prostředí.

## 12 VYUŽITÍ NANOMATERIÁLŮ V BUDOUCNOSTI

Ze získaných poznatků zde budou ukázány návrhy, jak by se nanomateriály mohly v oblasti ochrany obyvatelstva zlepšit.

### **Nanosenzory**

Zavedení těchto senzorů do detekčních zařízení by zlepšilo bezpečnost a efektivitu záchranných prací. Sensory dokáží velice rychle reagovat na různé toxické látky, což by záchranným týmům umožňovalo co nejrychleji reagovat a minimalizovat škody. Sensory by v budoucnosti mohly mít lepší citlivost, což by umožňovalo rychlejší a přesnější určení nebezpečné látky. Dále by se senzory mohly spojit s umělou inteligencí, která je v dnešní době velice populární a takto by poskytovaly informace v reálném čase. V neposlední řadě by se mohly zmenšit na co nejmenší možnou velikost a takto by se mohly vkládat do výstroje záchranných pracovníků, dronů nebo robotů.

### **Ochranné obleky**

Budoucí ochranné obleky by mohly být vybavovány různými senzory a monitorovacími systémy, které by sledovaly veškeré životní funkce nositele, jako jsou srdeční tep, dýchání a krevní tlak. Tato data by byla přenášena na hlavní centrálu, což by dokázalo monitorovat životní funkce v reálném čase. Díky nanosenzorům by mohly obleky uzavírat určité části, pokud by došlo k detekci nějaké chemické látky. Dále by mohly obleky díky nanotechnologiím reagovat na nebezpečí a změny v prostředí. Materiály by mohly měnit své vlastnosti, mezi které lze zařadit pevnost, průchodnost a elasticitu v závislosti na podmínkách. Taktéž díky využití nanomateriálů by mohly být obleky odolnější vůči poškození a opotřebení, což prodlouží jejich životnost a sníží celkové náklady na výrobu a bude to šetrnější pro životní prostředí. Na závěr by nanomateriály mohly zlepšit design obleku, což by zahrnovalo snížení hmotnosti, zajištění lepší pohyblivosti a celkově tak zlepšit komfort nošení pro jednotlivé lidi, což by umožňovalo lepší pohyb, a tím i rychlejší reakci na vzniklé krizové situace.

### **Regenerační schopnosti**

Nanotechnologie představují obrovský potenciál při regeneraci jednotlivých materiálů nebo životního prostředí. Díky pohlcovacím schopnostem by v budoucnosti mohly pomáhat odstranit mikro plasty z vodních ploch a také pomáhat při čištění vodních ploch při úniku nebezpečných látek, jako jsou pesticidy a ropa.

Taktéž by se daly využít pro rychlou opravu poškozené infrastruktury, jako jsou budovy a mosty.

Tato technologie by umožňovala rychlou a efektivní obnovu při katastrofách, a tak co nejvíce minimalizovala škody na obyvatelstvo a ekonomiku. Do nanomateriálů se dají vložit léčivé látky nebo mikroorganismy a díky tomu by mohlo dojít k obnově kontaminovaných lokalit, jako jsou místa zasažená CBRN. V neposlední řadě by mohly najít využití při obnově křehkých ekosystémů, jako jsou korálové útesy.

### **Pátrací technologie**

Nanomateriály by se daly praktikovat pro výrobu různých robotů a dronů. Tímto by se mohly co nejvíce zmenšit a takto provádět úkoly na těžko dostupných nebo nebezpečných místech. Mohly by být do nich vkládány nanosenzory a díky tomu by mohly detekovat nebezpečné látky a lokalizovat osoby. Díky této technologii by záchranné týmy mohly rychleji reagovat, a tak zvýšit šance na záchranu života.

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce byla zaměřena na téma „Využití nanomateriálu v ochraně obyvatelstva“. Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvoření dotazníkového šetření a na základě získaných výsledků navržení změn, které by v budoucnosti zlepšily stav v této problematice. Aby byly splněny hlavní cíle práce, byly stanoveny následující dílčí cíle, které zahrnovaly: zpracování teoretických poznatků z dané problematiky, pomoci testeru filtrů 3160 otestování propustnosti jednotlivých vybraných ochranných dýchacích prostředků a následné navržení změn do budoucnosti, co se týče využití samotných ochranných dýchacích prostředků a nanomateriálů v oblasti ochrany obyvatelstva.

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na historii nanomateriálů, aby bylo vytvořeno nějaké základní povědomí o samotné historii. Porovnání mikro a nanovrstev poskytuje důležité poznatky v kontextu pochopení rozdílů v chování materiálů v závislosti na různých měřících. Mezi nejrozšířenější nanomateriály patří nanotrubičky, nanovlákna, nanogely, grafen, kovové a uhlíkové nanomateriály a fullerény, přičemž každý z těchto nanomateriálů představuje jedinečné vlastnosti a aplikace v různých odvětvích. Bezpečnost nanomateriálů a k tomu odpovídající legislativa jsou důležité pro ochranu zdraví a životního prostředí, a to prostřednictvím nařízení REACH, CLP a BPR. Důležitou roli taktéž hraje problematika aerosolů, jejichž vliv na lidské zdraví a životní prostředí je velice důležité zkoumat a monitorovat. Poslední kapitola je zaměřena na samotnou ochranu obyvatelstva, která zahrnuje základní definici a oblasti, kterým se ochrana obyvatelstva věnuje, což je klíčové při mimořádných událostech a jsou zde zmíněny vyhlášky a další zákony, které s danou problematikou souvisejí.

Praktická část bakalářské práce se věnuje základnímu popisu Institutu ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč, dále se zabývá měřením propustnosti jednotlivých ochranných dýchacích prostředků pomocí měřiče filtrů 3160, kde byly výsledky následně analyzovány a porovnány, jaká byla jejich účinnost a jestli splňovaly stanovené normy. Předposlední část byla zaměřena na dotazníkové šetření, které se zabývalo „využitím ochranných dýchacích prostředků během pandemie covid-19. Dotazníkové šetření zkoumalo, s jakými problémy se lidé setkávali a na základě těchto poznatků bylo navrženo případné zlepšení do budoucnosti. Poslední kapitola na základě zjištěných informací popisuje, jak by se dalo používání nanomateriálů v oblasti ochrany obyvatelstva v budoucnosti zlepšit, ať už se jedná o nanosenzory nebo ochranné obleky.

V závěru práce je tedy možno říci, že vytyčený hlavní cíl a dílčí cíle byly splněny.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARNIKA, [2021]. *Toxické látky obsažené ve vodě*. Online. Dostupné z: <https://arnika.org/toxicke-latky/nase-temata/prumyslove-znecistenivoda>. [cit. 2024-04-27].

BOZP, ©2024. *FFP1*. Online. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/aktuality/respiratory-filtracni-tridy-ffp/>. [cit. 2024-04-27].

ČESKO. Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-110>

ČESKO. Vyhláška č. 328/2001b Sb., Ministerstva vnitra o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-328>

ČESKO. Vyhláška č. 380/2002 Sb., Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-380>

ČESKO. Zákon č. 224/2015b Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>

ČESKO. Zákon č. 239/2000a Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>

ČESKO. Zákon č. 240/2000b Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>

ČESKO. Zákon č. 254/2001a Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

ČESKO. Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-273>

ČESKO. Zákon č. 320/2015a Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320>

ČESKO. Zákon č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 19. 4. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-374>

DANIHELKA, Pavel, 2016. *Bezpečnost nanomateriálů v rámci ČR a EU*. Online. Dostupné z: [https://www.techportal.cz/33/bezpecnost-nanomaterialu-v-ramci-cr-a-eu-uniquei-dmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ev-T5YuB-cORP5dY72C7ZP7o/?uri\\_view\\_type=44&uid=1hB22d1JK\\_4ggfwDr\\_9zx6A&e=19Ee7X6X\\_FM25nWf02PfZoxR0JbddqbQ](https://www.techportal.cz/33/bezpecnost-nanomaterialu-v-ramci-cr-a-eu-uniquei-dmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ev-T5YuB-cORP5dY72C7ZP7o/?uri_view_type=44&uid=1hB22d1JK_4ggfwDr_9zx6A&e=19Ee7X6X_FM25nWf02PfZoxR0JbddqbQ). [cit. 2024-04-19].

DROBÍKOVÁ, Klára, 2019. *Transmisní elektronový mikroskop*. Online. Dostupné z: <https://www.vsb.cz/cs/detail-novinky?reportId=38767>. [cit. 2024-04-27].

DUAN, Qiu-Yi; ZHU, Ya-Xuan; JIA, Hao-Ran; WANG, Shi-Hao a WU, Fu-Gen, 2023. *Nanogels: Synthesis, properties, and recent biomedical applications*. Online. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079642523000993>. [cit. 2024-04-26].

EVOLUTIONSAFE, 2021. *FFP2*. Online. Dostupné z: <https://www.evolutionsafe.com/articles/what-is-an-ffp2-mask/>. [cit. 2024-04-27].

EVROPSKÁ AGENTURA PRO CHEMICKÉ LÁTKY, [2006]. *Agentura ECHA*. Online. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/nanomaterials>. [cit. 2024-04-27].

EVROPSKÁ AGENTURA PRO CHEMICKÉ LÁTKY, [2009]. *Nařízení REACH a CLP*. Online. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/nanomaterials>. [cit. 2024-04-27].

EVROPSKÁ AGENTURA PRO CHEMICKÉ LÁTKY, [2013]. *Nařízení o biocidních přípravcích*. Online. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/nanomaterials-under-bpr>. [cit. 2024-04-27].

FERWER, 2018. *Dimethylether*. Online. Dostupné z: <https://www.ferwer.cz/lexikon/laska/dimethyl-ether>. [cit. 2024-04-27].

FYZMATIK, 2013. *Lykurgovy poháry*. Online. Dostupné z: <https://fyzmatik.pise.cz/1436-lykurgovy-pohary.html>. [cit. 2024-04-26].



GCMS, 2020. *Institut ochrany obyvatelstva*. Online. Dostupné z: <https://gcms.cz/article/309>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, ©2024a. *Strategické a koncepční materiály*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/pravni-predpisy-v-oblasti-ochrany-obyvatelstva.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, ©2024b. *Současnost institutu*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/historie-a-soucasnost-institutu-ochrany-obyvatelstva.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, ©2024c. *Zaměření institutu*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/menu-ochrana-obyvatelstva-rady-a-doporuceni-institut-ochrany-obyvatelstva-lazne-bohdanec.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, ©2024d. *Preventivně výchovná činnost hasičského záchranného sboru*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/preventivne-vychovna-cinnost-hasickeho-zachranneho-sboru.aspx?q=Y2hudW09Mw%3D%3D>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, ©2024e. *Vzdělávání a výcvik*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/vzdelavani-a-vycvik.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, ©2024f. *Chemická laboratoř*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/chemicka-laborator.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, ©2024g. *Zjišťování příčin požáru*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/vyjezdova-cinnost-zjistovani-pricin-vzniku-pozaru-zjistovani-pricin-vzniku-pozaru.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, 2016. *Schéma ochrany obyvatelstva*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/ochrana-obyvatelstva-pravni-predpisy-a-koncepcni-materialy-pravni-predpisy-a-koncepcni-materialy.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, 2020. *Strategické a koncepční materiály*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/strategicke-a-koncepcni-materialy.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, 2021a. *Koncepce ochrany obyvatelstva*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/vlada-cr-schvalila-novou-koncepci-ochrany-obyvatelstva.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, 2021b. *GIS – Centrální datový sklad*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/gis-centralni-datovy-sklad.aspx>. [cit. 2024-04-27].

HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY, 2021c. *Pracoviště institutu*. Online. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/pristrojove-vyba-veni.aspx?q=Y2hudW09NA%3d%3d>. [cit. 2024-04-27].

CHEMEEUROPE, 2023. *Wonder material graphene claims yet another superlative*. Online. Dostupné z: <https://www.chemeurope.com/en/news/1180157/wonder-material-graphene-claims-yet-another-superlative.html>. [cit. 2024-04-27].

INSTITUT OCHRANY OBYVATELSTVA LÁZNĚ BOHDANEČ, [2015]. *Rešerše nanomateriály*. Online. Dostupné z: [https://docs.google.com/document/d/1g7\\_quvoieV-b7sTBPragsvw5SedusHtN/edit](https://docs.google.com/document/d/1g7_quvoieV-b7sTBPragsvw5SedusHtN/edit). [cit. 2024-04-27].

KORUS, ©2024. *FFP1*. Online. Dostupné z: <https://www.korus-eshop.cz/respirator-ffp1>. [cit. 2024-04-27].

KRATOCHVÍL, Jiří, 2010. *Bezpečnost práce s nanomateriály*. Online, Diplomová, vedoucí Jana Večerková. 17. listopadu 2172/15, Ostrava, 708 00, Česko: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Dostupné z: [https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/89891/KRA513\\_FBI\\_N3908\\_3908T002\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/89891/KRA513_FBI_N3908_3908T002_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [cit. 2024-04-26].

MBAYACHI, Vestince B.; NDAYARAGIJE, Euphrem; SAMMANI, Thirasara; TAJ, Sunaina; MBUTA, Elice R. et al., 2021. *Graphene synthesis, characterization and its applications: A review*. Online. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211715621000680>. [cit. 2024-04-26].

MICHNA, Štefan; NOVOTNÝ, Jan; ŠVORČÍK, Václav; KOLSKÁ, Zdeňka a LYUTAKOV, Oleksiy, 2022. *Příprava a vlastnosti mikro a nanovrstev*. 1. Ústí nad Labem: Fakulta strojního inženýrství, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně. ISBN 978-80-7561-393-6.

MOTYKA, Oldřich, 2019. *Nanomateriály a životní prostředí: studijní opora pro obor nanotechnologie*. 1. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Centrum nanotechnologií. ISBN 978-80-248-4357-5.

NANOPROTECH, 2016. *Historie a současnost nanotechnologií*. Online. Dostupné z: <https://www.nanoprotech.cz/historie-a-soucasnost-nanotechnologie/>. [cit. 2024-04-26].

NANOSPACE, ©2024. *Nano rouška*. Online. Dostupné z: <https://www.nanospace.cz/sk/jak-vybrat/ako-vybrat-rusko/>. [cit. 2024-04-27].

NĚMČEK, David, 2018. *Plazmochemická syntéza a funkční vlastnosti nano strukturovaných materiálů*. Online, Diplomová, vedoucí Ondřej Jašek. Kotlářská 267/2, 611 37 Brno, pavilon 06: Masarykova Univerzita. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/ezs7u/Diplomova\\_prace.pdf](https://is.muni.cz/th/ezs7u/Diplomova_prace.pdf). [cit. 2024-04-26].

ROLLINGS, Laura, 2020. *FFP3 respirator face fit testing – what is it all about*. Online. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41407-020-0404-z.pdf>. [cit. 2024-04-27].

SHOUKAT, Rizwan a KHAN, Muhammad Imrah, 2021. *Carbon nanotubes: a review on properties, synthesis methods and applications in micro and nanotechnology*. Online. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/S00542-021-05211-6>. [cit. 2024-04-26].

TAHIR, Muhammad Bilal; SAGIR, Muhammad a ASIRI, Abdullah M., 2021. *Nanomaterials: Synthesis, Characterization, Hazards and Safety*. 1. Nizozemsko: Elsevier. ISBN 978-0-12-823823-3.

THE SCIENCE FOR POPULATION PROTECTION, 2023. *Časopis*. Online. Dostupné z: <http://www.population-protection.eu/rocnik.php?rok=2023>. [cit. 2024-04-27].

TSI, ©2024. *Automated Filter Tester 3160*. Online. Dostupné z: <https://tsi.com/products/filter-testers/automated-filter-tester-3160/>. [cit. 2024-04-27].

UVEXSAFETY, ©2024. *FFP3*. Online. Dostupné z: <https://www.uvex-safety.co.uk/en/meaning-of-ffp-protection-classes/>. [cit. 2024-04-27].

VOBECKÁ, Kateřina, 2015. *Využití nanotechnologií v ochraně před účinky toxických látek*. Online, Diplomová, vedoucí Vladimír Pitschmann. Sportovců 2 311, Kladno.: České vysoké učení technické v Praze. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/75175/FBMI-DP-2016-Vobecka-Katerina-prace.pdf?sequence=-1%C2%A8>. [cit. 2024-04-19].

VÝROBCE PRŮMYSLOVÝCH CHEMIKÁLIÍ, 2021. *Aerosoly*. Online. Dostupné z: <https://www.products.pcc.eu/cs/blog/aerosoly-co-byste-o-nich-meli-vedet/>. [cit. 2024-04-27].

WIKISKRIPTA, 2018. *Nanotechnologie v medicíně – Fullereny*. Online. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Nanotechnologie\\_v\\_medic%C3%ADn%C4%9B//Fullereny](https://www.wikiskripta.eu/w/Nanotechnologie_v_medic%C3%ADn%C4%9B//Fullereny). [cit. 2024-04-19].

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ppm	díl z miliónu
nm	nanometr
CNT	Uhlíková nanotrubiice
CNF	uhlíková nanovlákná
PAN	polyakrylonitril
GPa	gigapascal
FBS	retální hovězí sérum
PEI	polyetherimidová vlákna
PEG	polyethylen glykol
RES	retikuloendoteliální systém
MPS	mononukleární fagocytární systém
ECHA	Evropská agentura pro chemické látky
BPR	Nařízení o biocidních přípravcích
DME	Dimethylether
IZS	Integrovaný záchranný systém
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
GIS	geografický informační systém
ČR	Česká republika
hPa	hektopascal
°C	stupně Celsia
CBRN	chemická, biologická, radiologická a jaderná obrana
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
CDC	kondenzační částicový čítač
MPPS	pronikající velikost částic

tzv.

takzvaně

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1 – Lykurgovy poháry. (Nanoprotech, 2016)</i> .....	11
<i>Obrázek 2 – Transmisní elektronový mikroskop. (Drobíková, 2019)</i> .....	13
<i>Obrázek 3 – SWCNT a MWCNT trubičky. (Filchakova, 2021)</i> .....	14
<i>Obrázek 4 – Ukázka grafenu. (Chemeeurope, 2023)</i> .....	16
<i>Obrázek 5 – Ukázka fullerenu. (Wikiskripta, 2018)</i> .....	19
<i>Obrázek 6 – Struktura nanovláken. (Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, [2015])</i> .....	25
<i>Obrázek 7 – Schéma ochrany obyvatelstva. (Hasičský záchranný sbor České republiky, 2016)</i> .....	29
<i>Obrázek 8 – Institut ochrany obyvatelstva. (Gcms, 2020)</i> .....	35
<i>Obrázek 9 – Tester 3160. (Vlastní, 2024)</i> .....	39
<i>Obrázek 10 – Zadání základních parametrů. (Vlastní, 2024)</i> .....	40
<i>Obrázek 11 – Výsledky exportovány do aplikace Microsoft Excel. (Vlastní, 2024)</i> .....	41
<i>Obrázek 12 – Ukázka tištěného protokolu. (Vlastní, 2024)</i> .....	41
<i>Obrázek 13 – Chirurgická rouška. (Vlastní, 2024)</i> .....	42
<i>Obrázek 14 – Protokol testování chirurgické roušky. (Vlastní, 2024)</i> .....	43
<i>Obrázek 15 – Respirátor FFP1 – REFIL 710. (Vlastní, 2024)</i> .....	44
<i>Obrázek 16 – Protokol testování FFP1 – REFIL 710. (Vlastní, 2024)</i> .....	45
<i>Obrázek 17 - Respirátor FFP2 – REFIL 730. (Vlastní, 2024)</i> .....	46
<i>Obrázek 18 - Protokol testování FFP2 – REFIL 730. (Vlastní, 2024)</i> .....	47
<i>Obrázek 19 - Respirátor FFP2 – RESPILON. (Vlastní, 2024)</i> .....	48
<i>Obrázek 20 - Protokol testování FFP2 – RESPILON. (Vlastní, 2024)</i> .....	49
<i>Obrázek 21 – Respirátor FFP3 – REFIL 750. (Vlastní, 2024)</i> .....	50
<i>Obrázek 22 - Protokol testování FFP3 – REFIL 750. (Vlastní, 2024)</i> .....	51
<i>Obrázek 23 – Nanorouška Spurtex. (Vlastní, 2024)</i> .....	52
<i>Obrázek 24 – Protokol testování nanoroušky. (Vlastní, 2024)</i> .....	53
<i>Obrázek 25 – Vytvořený dotazník. (Vlastní,2024)</i> .....	56
<i>Obrázek 26 – Graf věkové skupiny. (Vlastní,2024)</i> .....	56
<i>Obrázek 27 – Graf pohlaví. (Vlastní,2024)</i> .....	57
<i>Obrázek 28 – Mlžení u brýlí (Vlastní,2024)</i> .....	57
<i>Obrázek 29 – Důležitost pro kontrolu šíření infekce. (Vlastní,2024)</i> .....	58
<i>Obrázek 30 – Četnost výměny ochranného prostředku. (Vlastní,2024)</i> .....	59
<i>Obrázek 31 – Faktory při výběru ochranného prostředku. (Vlastní,2024)</i> .....	59
<i>Obrázek 32 – Použití ochranných prostředků ve veřejných prostorech. (Vlastní,2024)</i> .....	60

---

<i>Obrázek 33 – Druhy ochranných prostředků. (Vlastní,2024).....</i>	61
<i>Obrázek 34 – Obavy z nošení ochranných prostředků. (Vlastní,2024).....</i>	63
<i>Obrázek 35 – Nové typy materiálů. (Vlastní,2024).....</i>	63
<i>Obrázek 36 – Ochranné prostředky při pobytu venku. (Vlastní,2024).....</i>	64
<i>Obrázek 37 – Změny s rouškami v budoucnosti. (Vlastní,2024).....</i>	64



**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1 – Získané údaje při testování chirurgické roušky. (Vlastní, 2024)</i> .....	43
<i>Tabulka 2 – Získané údaje při testování REFIL 710. (Vlastní, 2024)</i> .....	45
<i>Tabulka 3 – Získané údaje při testování REFIL 730. (Vlastní, 2024)</i> .....	47
<i>Tabulka 4 - Získané údaje při testování RESPILON. (Vlastní, 2024)</i> .....	49
<i>Tabulka 5 - Získané údaje při testování FFP3 – REFIL 750. (Vlastní, 2024)</i> .....	51
<i>Tabulka 6 – Získané údaje při testování nanoroušky. (Vlastní, 2024)</i> .....	53
<i>Tabulka 7 – Závěrečné porovnání. (Vlastní,2024)</i> .....	54

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha P I: Dotazníkové šetření

## PŘÍLOHA P I: DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

1. Jaký je Váš věk ??

- Méně než 15 let
- 15-25 let
- 26-35 let
- 36-45 let
- 46-55 let
- 56-65 let
- 66+

2. Jaké je Vaše pohlaví ?

- Žena
- Muž

3. Pokud používáte dioptrické brýle, docházelo během nošení ochranného dýchacího prostředku k jejich mlžení ??

- Ano
- Ne
- Nenosím

*Struktura dotazníku. (Vlastní, 2024)*

4. Myslíte si, že je nošení ochranných prostředků důležité pro kontrolu šíření infekce ?

Ano

Ne

5. Jak často u Vás docházelo k výměně ochranných prostředků ??

Každý den

2-3 dny

1 krát za týden

Poté, co byl ochranný prostředek již ve velice špatném stavu

6. Jaké faktory jsou pro Vás důležité při výběru roušky ?

Účinnost ochrany

Pohodlí, nošení ochranného prostředku

Vzhled

Dostupnost a cena

Ekologické dopady

*Struktura dotazníku. (Vlastní, 2024)*

7. Jak často jste ochranné prostředky dýchacích cest používali ve veřejných prostorech ?

- Vždy
- Nikdy
- Dle situace (např. počet lidí v místnosti..)

8. Jaké ochranné prostředky a účinnost ochrany jste preferovali při výběru ?

- Jednorázové
- Opakovatelně použitelné
- Roušky
- Respirátory
- Běžné materiály
- Nano materiály
- S aktivním stříbrem
- FFP2
- FFP3

*Struktura dotazníku. (Vlastní, 2024)*

9. Jaké jsou Vaše zkušenosti s nošením roušek a respirátorů ?

Text stručné odpovědi

10. Máte nějaké obavy ohledně nošení roušek a respirátorů ? (např. zdravotní rizika, sociální nebo psychologické dopady).

Ano

Ne

11. Setkali jste se u roušek s novými typy materiálů ?? (Např. nano roušky).

Ano

Ne

*Struktura dotazníku. (Vlastní, 2024)*

12. Dávalo Vám smysl nosit roušky i při pobytu venku ?

Ano

Ne

13. Ocenili byste změny v souvislosti s používáním roušek v budoucnosti?

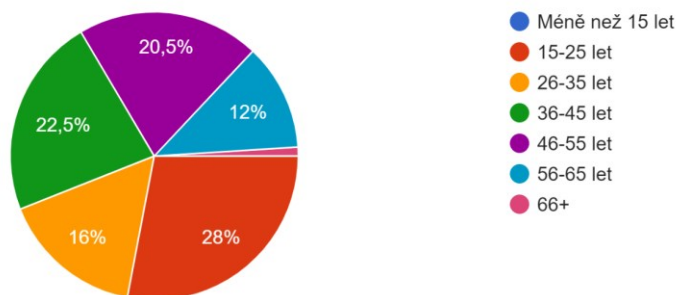
Ano

Ne

*Struktura dotazníku. (Vlastní, 2024)*

### 1. Jaký je Váš věk ??

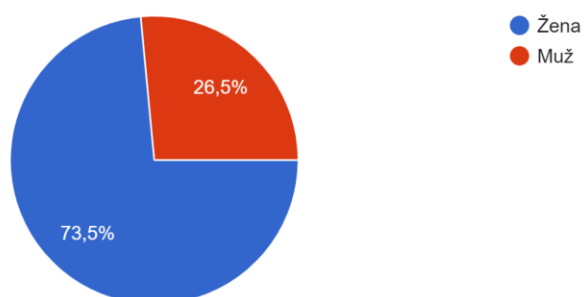
200 odpovědí



Otázka č. 1. (Vlastní, 2024)

### 2. Jaké je Vaše pohlaví ?

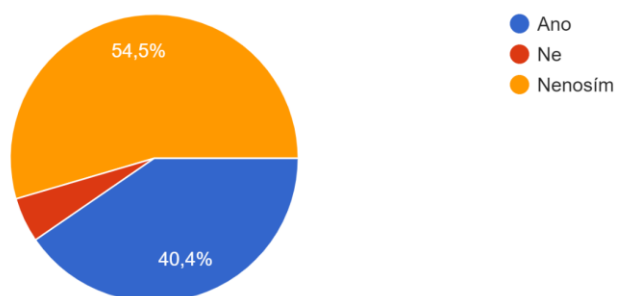
200 odpovědí



Otázka č. 2. (Vlastní, 2024)

### 3. Pokud používáte dioptrické brýle, docházelo během nošení ochranného dýchacího prostředku k jejich mlžení ??

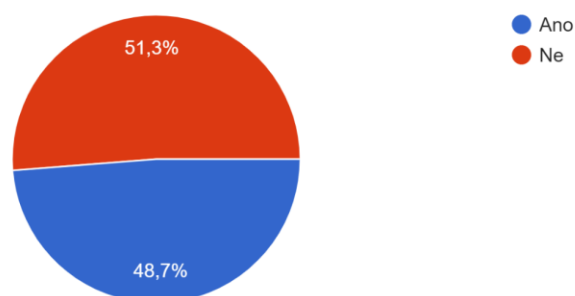
198 odpovědí



Otázka č.3. (Vlastní, 2024)

4. Myslíte si, že je nošení ochranných prostředků důležité pro kontrolu šíření infekce ?

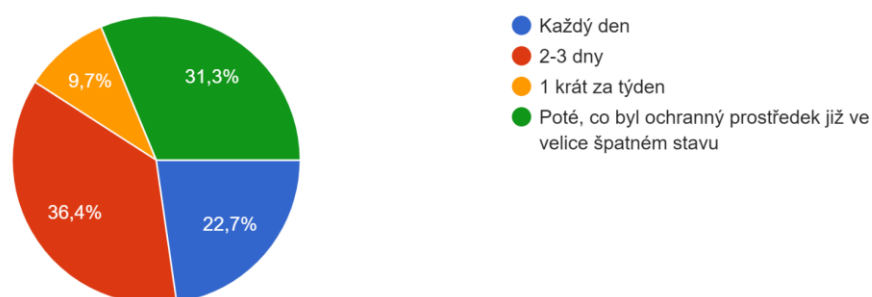
199 odpovědí



*Otázka č.4. (Vlastní, 2024)*

5. Jak často u Vás docházelo k výměně ochranných prostředků ??

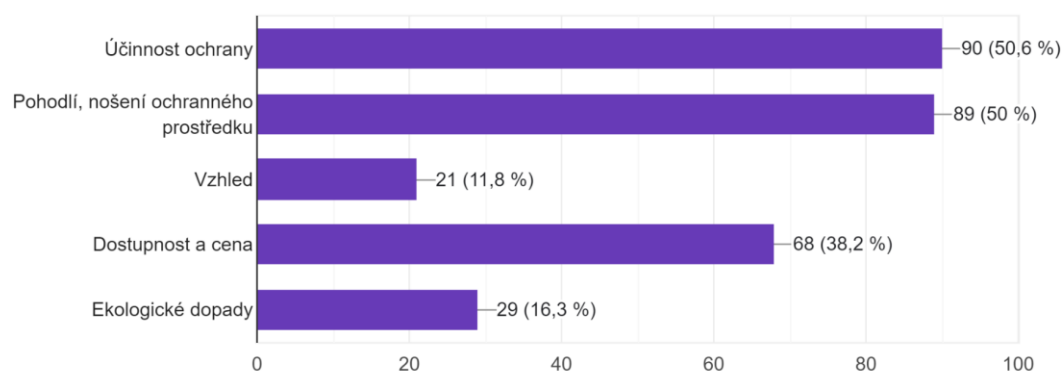
176 odpovědí



*Otázka č.5. (Vlastní, 2024)*

6. Jaké faktory jsou pro Vás důležité při výběru roušky ?

178 odpovědí

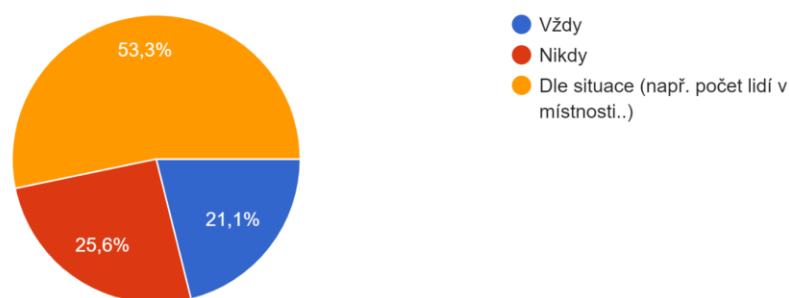


*Otázka č.6. (Vlastní, 2024)*



7. Jak často jste ochranné prostředky dýchacích cest používali ve veřejných prostorech ?

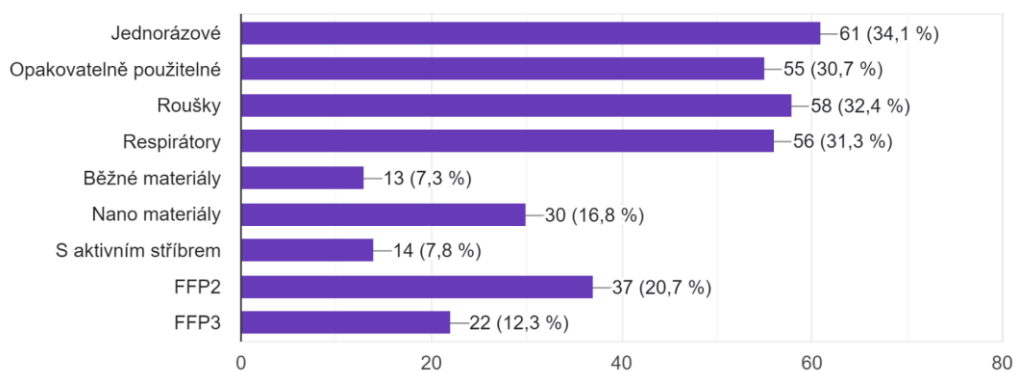
199 odpovědí



*Otázka č.7. (Vlastní, 2024)*

8. Jaké ochranné prostředky a účinnost ochrany jste preferovali při výběru ?

179 odpovědí



*Otázka č.8. (Vlastní, 2024)*

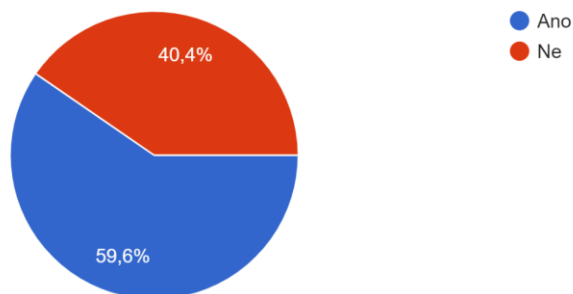
9. Jaké jsou Vaše zkušenosti s nošením roušek a respirátorů ?

167 odpovědí

*Otázka č.9. (Vlastní, 2024)*

10. Máte nějaké obavy ohledně nošení roušek a respirátorů ? (např. zdravotní rizika, sociální nebo psychologické dopady).

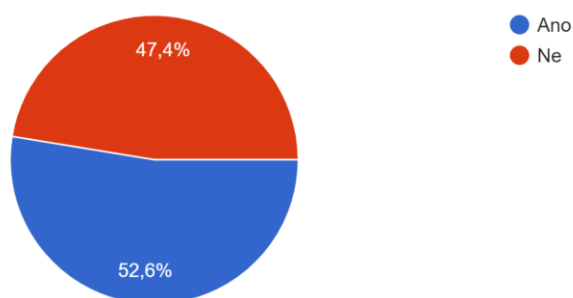
198 odpovědí



*Otázka č.10. (Vlastní, 2024)*

11. Setkali jste se u roušek s novými typy materiálů ?? (Např. nano roušky).

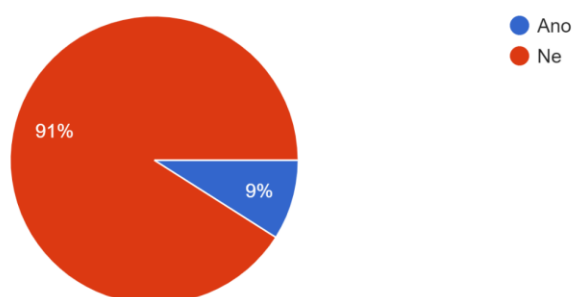
194 odpovědí



*Otázka č.11. (Vlastní, 2024)*

12. Dávalo Vám smysl nosit roušky i při pobytu venku ?

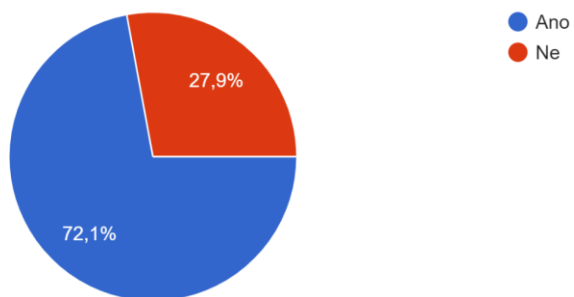
200 odpovědí



*Otázka č.12. (Vlastní, 2024)*

13. Ocenili byste změny v souvislosti s používáním roušek v budoucnosti?

197 odpovědí



*Otázka č.13. (Vlastní, 2024)*