



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

CBRN – Nové hrozby

CBRN – New Threats

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Zorjana Mojsevyč

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Vladimír Pitschmann, CSc.

Kladno 2022



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Mojsevč** Jméno: **Zorjana** Osobní číslo: **503772**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Civilní nouzové plánování**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

CBRN - Nové hrozby

Název diplomové práce anglicky:

CBRN - New Threats

Pokyny pro vypracování:

Diplomová práce se bude zabývat problematikou hrozeb CBRN látek, které byly použité v minulosti a které se používají v současnosti proti obyvatelstvu. Celá práce bude zaměřena zejména na dark web, malware (škodlivé programy), drony, technologii 3D tisku a syntetickou biologii. V teoretické části práce bude provedeno srovnání a popis vývoje CBRN technologií od minulosti po současnost s možnou předpovědí do budoucnosti. Praktická část bude zaměřena na zjištění nových hrozeb pomocí analýz a pokusů. Bude rovněž provedena SWOT analýza některých CBRN technologií. Dále bude praktická část obsahovat experimentální ověření vybraných sorpčních materiálů pro vzorkování toxických chemických látek, které mohou být použity pomocí dronů. Závěrem bude provedeno šetření, na základě kterého, budou navržena opatření pro řešenou problematiku.

Seznam doporučené literatury:

- [1] MATOUŠEK, Jiří, ÖSTERREICHER, Jan, LINHART, Petr, CBRN, jaderné zbraně a radiologické materiály, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, ISBN 978-80-7385-029-6
- [2] PITSCHMANN, V., Šamani, alchymisté, chemici a válečníci, Praha: Naše vojsko, 2010, ISBN 978-80-206-1110-9
- [3] HYLÁK, Č., Prostředky protichemické ochrany obyvatelstva, Chemické zbraně a ochrana proti nim, Pitschmann V. a kol., 2011, Praha: Manus, s. 116-134, ISBN 978-80-86571-09-6

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

prof. Ing. Vladimír Pitschmann, CSc.

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Ing. Petra Kadlec Linhartová

Datum zadání diplomové práce: **04.10.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **22.09.2023**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „CBRN – Nové hrozby“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Kladně dne 10.05.2022

.....

Bc. Zorjana Mojseyč

PODĚKOVÁNÍ

Je mi potěšením poděkovat za podporu všem, kteří mi pomáhali během celého procesu tvorby této diplomové práce. Přátelům, kolegům ze školy a mé rodině za plné pochopení a největší podporu. Velké díky patří také mému vedoucímu práce – prof. Ing. V. Pitschmannovi, a dále paní Ing. P. Linhartové a Ing. L. Matějovskému, Ph. D, bez jejich rad bych se neobešla. Děkuji!

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá hrozbami CBRN látek v oblastech nových technologií, a to zejména v darkwebu, malware, dronů, 3D tisku a také v syntetické biologii. Praktická část diplomové práce je zaměřená na hodnocení jednotlivých technologií a stanovením jejich silných a slabých stránek. Dále jsou popsány části projektu bezpečnostního výzkumu, jehož řešitelem je společnost Oritest spol. s r. o., která se zabývá výzkumem a vývojem detekčních trubiček druhé generace, které mohou být použity i při vzdušném chemickém průzkumu pomocí dronů. Tím lze doložit, že některé rizikové technologie mohou být velmi přínosné i pro ochrany proti CBRN látkám. V rámci této diplomové práce byly vyvíjeny i nové materiály ve formě pelet (nosičů analytických činidel) a jejich vybrané fyzikální vlastnosti byly studovány jako součást výzkumu.

Klíčová slova

Detekční trubičky, Hrozba, CBRN, Technologie, Ochrana

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the threats of CBRN substances in the areas of modern technologies, especially in the darkweb, malware, drones, 3D printing and in synthetic biology. In the practical part, the diploma thesis is focused on the evaluation of individual technologies and the determination of their strengths and weaknesses. Furthermore, there are described parts of the security research project, researched by company Oritest spol. s. r. o., which is engaged in the research and development of second-generation detection tubes, which can also be used in aerial chemical reconnaissance using drones. This demonstrates that some hazardous technologies can also be greatly beneficial for protection against CBRN substances. As part of this diploma thesis, new materials were also developed in the form of pellets (carriers of reagent), some of whose physical properties were also studied as a part of the research.

Keywords

Detection tubes, Threat, CBRN, Technology, Protection

Obsah

1	ÚVOD	9
2	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	10
3	CBRN LÁTKY	12
3.1	Chemické zbraně	13
3.2	Biologické zbraně.....	15
3.3	Radiologické zbraně.....	17
3.4	Jaderné zbraně.....	19
4	TECHNOLOGIE SPOJENÉ S CBRN	22
4.1	Malware	27
4.1.1	Spyware	28
4.1.2	Adware	29
4.1.3	Viry.....	29
4.1.4	Keylogger	30
4.1.5	Kryptovirus v Benešovské nemocnici	30
4.2	Drony.....	31
4.2.1	Historie dronů	32
4.2.2	Anatomie dronů	34
4.2.3	Legislativa.....	35
4.3	Válečné drony	37
4.4	3D tisk.....	38
4.4.1	3D tisk. Pro nebo proti?	41
4.5	Syntetická biologie.....	42

5	METODIKA	46
6	SROVNÁNÍ RIZIK TECHNOLOGIÍ.....	48
7	ANALÝZY.....	56
7.1	PEST analýza dronů	56
7.2	SWOT analýza hrozeb dronů.....	60
8	EXPERIMENT.....	65
8.1	Úvod do experimentu	65
8.2	Příklady výzkumu pelet podle odborných zpráv řešitelů	67
8.3	Vlastní experiment, část 1	71
8.4	Vlastní experiment, část 2	77
8.5	Vlastní experiment, část 3	83
8.6	Dílčí závěr k vlastním experimentům	87
	DISKUZE	89
	ZÁVĚR.....	96
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	98
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	99
	SEZNAM TABULEK.....	108
	SEZNAM OBRÁZKŮ	109
	SEZNAM GRAFŮ	110
	SEZNAM PŘÍLOH.....	111

1 ÚVOD

Umělá inteligence (UI) – model lidského mozku složený s mnoha částic. Tento umělý mozek je už součástí našeho každodenního života. UI má schopnost sama se učit, pomáhat nám ale i škodit – záleží na okolnostech. Toto nemusí platit pouze u takto složité technologie. Z pohledu trestního práva víme, že zbraní se může stát vše, co učiní útok intenzivnějším. Útok – to je to oč tu běží.

Denně děláme spoustu rozhodnutí, na kterých závisí naše bezpečí. Přejít přechod na zelenou nebo přeběhnout na červenou? Skočit s padákem nebo si dát kávu v kavárně? Předjet auto, které mě předjelo na dálnici nebo jet v klidu dál? Už i nad těmito jednoduchými a běžnými věcmi, kterým čelíme v běžném životě, visí otazník. A když k nim přidáme trochu umělé inteligence a okořeníme to chemickou látkou? Tím nám vznikne nový problém, kterému se musíme naučit čelit. Lidstvo je poměrně vynalézavé. V případě nečekaného útoku nebo přepadení musí záchranné složky rychle a správně reagovat na situaci, proto je potřeba pečlivě a nepřetržitě zkoumat prostory a technologie kolem nás a být připraveni na nečekané události. Denně přinášejí média zprávy o teroristických útocích, o sebevražedných atentátnících nebo o ozbrojených útocích na civilní obyvatelstvo pomocí improvizovaných výbušných zařízení na všech kontinentech světa. Rovněž CBRN látky jako zbraně se stávají známějšími.

Diplomová práce se zabývá problematikou útoků pomocí CBRN látek s využitím moderních technologií na bázi darkwebu, malware, dronů, 3D tisku a také syntetické biologie. Poukazuje však i na možnost využití některých z těchto technologií (konkrétně dronů) při ochraně proti účinkům CBRN látek.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem diplomové práce je uvést příklady z minulosti, kdy byly použity CBRN látky jako zbraně, analyzovat možnosti jednotlivých nových technologií jejich šíření a na základě toho s využitím vhodných nástrojů odhadnout budoucí rizika a hrozby, ale i naznačit možnosti ochrany proti nim.

V teoretické části práce budou vysvětleny základy jednotlivých technologií a budou popsány CBRN látky. Praktická část se bude zabývat analýzami bezpečnostního rizika technologií, a to zejména pomocí PEST a SWOT analýzy. Ve speciální experimentální části pak budou podány výsledky laboratorního testování nosičů v rámci projektu bezpečnostního výzkumu.

Pro práci jsou rovněž stanoveny hypotézy a výzkumné otázky:

Hypotézy

1. Nové technologie mohou být nejen hrozbou pro použití CBRN, ale také prostředkem ochrany proti nim.
2. Množství a distribuce činidla naneseného na kompozitní nosiče detekčních trubiček závisí na druhu použitého rozpouštědla.

Výzkumná otázka

1. Která ze zkoumaných technologií má největší potenciál být zneužita?

Teoretická část

3 CBRN LÁTKY

CBRN látky jsou látky ohrožující společnost a její okolí. Zkratka CBRN je spojení prvních písmen anglických (shodou okolností i českých) názvů jednotlivých skupin, jimiž jsou látky **C**hemické, **B**iologicalké, **R**adioaktivní a **N**ukleární. Často k nim bývá řazena i skupina **E** – Explosivní látky (CBRNE).

Látky z prvních dvou skupin jsou známé z dávných dob, ať v užším nebo širším měřítku. Biologické a chemické látky byly užívány zejména ve válečné sféře. Kvůli nedostatečným vědomostem a znalostem o použití a práci s chemickými či biologickými (dále jen CB) látkami docházelo ke značným ztrátám na životech, ať už na straně protivníka nebo na straně útočníka. Dále se s postupem času objevila radioaktivita, jejíž název zavedla Marie Curie-Sklodovská, a začala se rozvíjet nukleární fyzika. V tu dobu do skupiny CB látek přibyly další skupiny, radioaktivní (R), nukleární (N) a explozivní (E).

Existence CBRN látek už sama o sobě vykazuje jakousi míru nebezpečí a také hrozby pro populaci a kritickou infrastrukturu, jejíž narušení by mělo katastrofální dopad pro chod společnosti, ekonomiku a dalších základní funkce pro zajištění bezpečnosti.

Pro efektivní boj se zmíněnými látkami je důležité mít přehled o jednotlivých typech látek, jaké jsou jejich vlastnosti a v jakém případě pro nás představují značné nebezpečí. Jen při dostatečných vědomostech můžeme minimalizovat riziko vzniku nežádoucích účinků a vytvářet tak dostatečnou ochranu. (Pavlík, a kol. 2017)

3.1 Chemické zbraně

Chemické zbraně představují jednu z nejstarších skupin zbraní hromadného ničení (ZHN). Základním a mezinárodně uznávaným dokumentem o chemickém odzbrojení je Úmluva o zákazu chemických zbraní. Zákon č. 19/1997 o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní aplikuje Úmluvu o zákazu chemických zbraní do právních podmínek ČR. V roce 2020 byla dokončena a zveřejněna její novelizace. K zákonu byla vydaná prováděcí vyhláška č. 459/2020, která uvádí podmínky zacházení se stanovenými látkami. Obsahuje rovněž změny a úpravy, které vycházejí z nového znění zmíněného zákona. Dále upřesňuje podmínky týkající se skladování chemických látek a další důležité informace jako jsou např. hlášení o úniku (SÚJB,2021).

Bojové chemické látky (BCHL) jako hlavní složka chemických zbraní mají charakteristické chemické, fyzikální a toxické vlastnosti. Je to zejména hustota kontaminace, bojová koncentrace, stálost zamoření, toxicita a hloubka šíření oblaku zamořeného vzduchu. Znalost vlastností BCHL je zcela zásadní pro zajištění spolehlivé protichemické ochrany. Můžeme je klasifikovat podle několika hledisek: podle mechanismu toxického účinku, klinických projevů intoxikace, chemické struktury, stálosti v terénu (těkavé nebo trvalé) a podle průmyslové a technické dostupnosti (náhradní, záložní, těkavé). (Pavlík a kol., 2017)

Z historického hlediska si vojenské používání chemických látek vyžádalo vytvoření určitého systému třídění podle jejich vlastností a použití. V různých státech se systémy třídění určitým způsobem lišily. V Německu byly známy látky dráždivé, toxické a bojové plyny. Francouzská klasifikace znala vysoce toxické plyny, dusivé plyny, látky dráždící horní dýchací cesty, slzné látky, látky poškozující sluchový aparát a dále samostatně oxid uhelnatý. Ve Velké Británii

se hodnotily látky podle účinků – zda jsou permanentní, dočasné, nesmrtící či smrtící. USA rozeznávaly látky slzotvorné, smrtící, dráždivé a speciální. (Pitschmann,2012;2011) (Zeman, 2020)

Pro minimalizaci následků použití BCHL proti civilnímu i vojenskému obyvatelstvu jsou nutná ochranná opatření, která zde mají klíčovou roli. Tato opatření musí být aktivovaná bezprostředně po použití BCHL. Efektivnější jsou však preventivní protichemická opatření, při jejichž uplatnění je škodlivý vliv na zdraví a život člověka méně závažný. Jedná se například o chemický průzkum a kontrolu, individuální protichemickou ochranu, odmořování terénu, vody, techniky atd. (Prymula a kol, 2002)

Z toxikologického hlediska můžeme BCHL rozdělit na tyto skupiny:

- Nervově-paralytické;
- dusivé;
- všeobecně jedovaté;
- zpuchýřující;
- zneschopňující (psychoaktivní);
- dráždivé.

Příklady BCHL dle skupenství:

- Plynné – fosgen, chlor;
- kapalné – yperit, sarin, soman, VX;
- pevné – CR, BZ, adamsit.

Tabulka 1 – Tradiční BCHL

BCHL	Letální	Záložní	Trvalé	Těkavé
Dusivé - CG, DP, PS, PFIB	+	+	-	+
Všeobecně jedovaté - AC, CK, SA	+	+	-	+
Zpuchýřující -HD, T, Q, HN-1(2,3), L, CX	+	-	+	+
Nervově paralytické GA, GB, GD, GF, VX, R-33	+	-	+/-	+
Dráždivé CN, CS, CR, DA, DC, DM	-	-	-	-
Psychoaktivní - BZ	-	-	-	-

Zdroj: ČVUT; CBRNE – ochranná opatření

3.2 Biologické zbraně

Biologické zbraně využívají živé organismy či jejich odvozené toxické a infekční části, které jsou podle použitého množství určeny k usmrcení lidské, živočišné nebo rostlinné populace. Je to vlastní biologický systém, který má schopnost převést látky do bojového stavu. Účinek je podmíněn schopností látek rozmnožit se v napadených objektech.

Dle současných propočtů a znalostí k tomu, aby byla vyrobena biologická zbraň, můžeme použít 70 rozdílných typů virů, bakterií, rickettsií a hub. Nejvíce prozkoumané byly ve vojenských laboratořích zejména mor, antrax, neštovice, brucelóza, ebola a další. Existovala řada výzkumů, které dokázaly, že viry a toxiny lze geneticky upravovat a zvýšit jejich nakažlivost nebo vyvinout patogeny, které budou schopné překonat existující vakcíny.

Mezi nejstarší biologické zbraně zcela jistě patří toxiny rostlinného a živočišného původu. Při lovení zvěře byly kdysi používány šípy nebo střely s hroty, které byly napuštěné toxiny, jako jsou kurare či žabí sekrety. Později, v době válečných konfliktů byl objeven další způsob použití biologických zbraní,

a to otravování vodních zdrojů protivníka. Například v námořních bitvách byly použity nádoby s jedovatými hady. (Pitschmann,2010); (Zeman, 2017)

Války od nepaměti doprovázely epidemie vysoce nakažlivých nemocí. Existují indicie, že rozšiřování nemocí mohlo být i záměrné, například do nepřátelských měst a pevností byly katapultovány těla mrtvých zvířat a lidí.

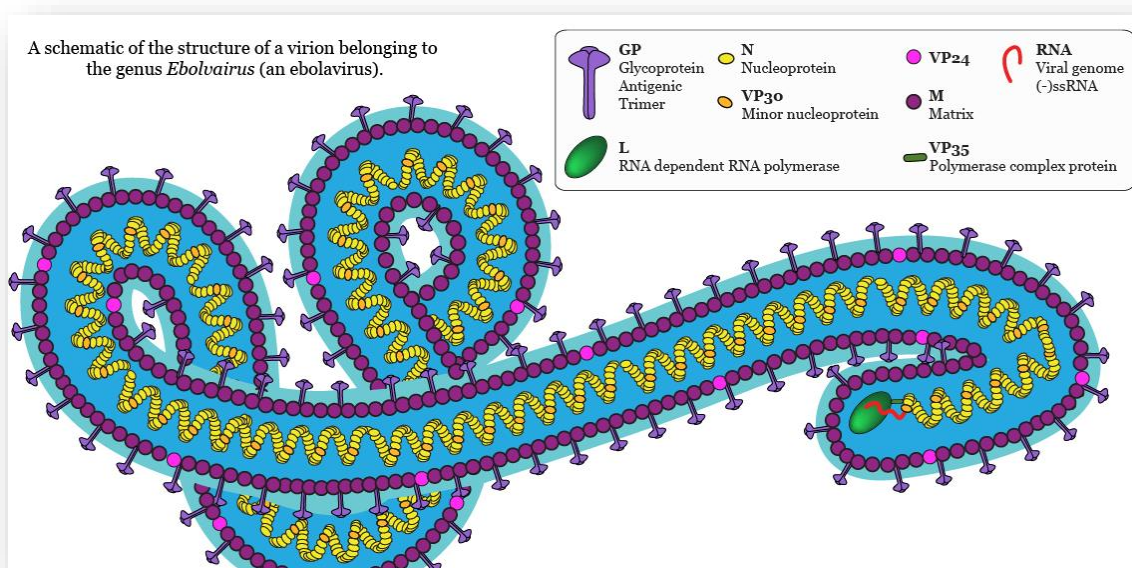
Tam kde můžeme najít ty nejmenší stopy vlhkosti, můžeme najít i mikroorganismy. Byly nalezené živé bakterie například v atmosféře ve výšce 10 000 metrů, dále v horkých pramenech, kde teplota může převyšovat 100 °C. Dalším místem nálezu byly mořské hlubiny, kde působí vysoký hydrostatický tlak nebo prostředí se zjevnou absencí kyslíku. Většina těchto mikroorganismů není schopna vyvolat nemoci, jelikož vyšší organismy mají svůj přirozený obranný mechanismus. Pokud některé mikroorganismy proniknou do těla hostitele a rozmnoží se tam, vyvolají nemoc a mohou jeho obranný systém překonat.

Do skupiny organismů, které lze použít jako bojové biologické prostředky (biologické zbraně), patří patogenní mikroorganismy (choroboplodné zárodky), jejich toxiny a infikované přenašeči jako jsou například hlodavci, klíšťata, hmyz. (Pavlík a kol. 2017)

Původce infekčních onemocnění můžeme rozdělit do těchto základních skupin:

- Viry;
- bakterie;
- houby;
- rickettsie;
- toxiny;

- geneticky modifikované organismy.



Obrázek 1 - Struktura genu viru Eboly

Zdroj: virologydownunder.blogspot.com

3.3 Radiologické zbraně

Radiologie je lékařský obor, který využívá ionizující záření pro vědecké, diagnostické a terapeutické účely. V radiologii se využívá rentgenové záření, které bylo objeveno Wilhelmem Conradem Roentgenem v roce 1895. (Vitalion.cz,2021). V následujícím roce Antoine Henri Becquerel v průběhu zkoumání fluorescence uranových solí objevil přirozenou radioaktivitu. (Pavlík a kol. 2017).

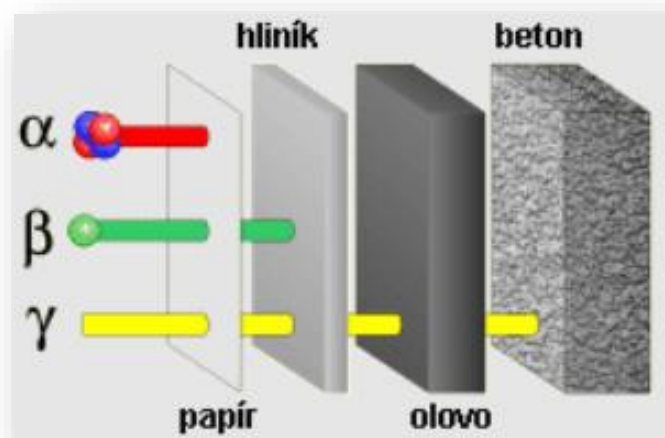
Radiologie je významnou součástí ochrany obyvatelstva a vojsk při ochraně proti radioaktivním látkám, jaderným, chemickým a biologickým zbraním.

V 20. století byl výzkum zaměřený na rentgenovou diagnostiku a radioterapii rozšířen na jadernou fyziku a vývoj jaderných zbraní. První jadernou velmocí se staly USA.

První nádorové onemocnění způsobené ionizujícím zářením bylo zaznamenáno již v roce 1902. O deset let později mělo nádorové onemocnění téměř 200 osob, většinou radiologů. Později se objevilo poškození kůže způsobené radiací u pracovníků fabrik vyrábějících svítící (radioaktivní) barvy.

S rozvojem onemocnění způsobených radiací v 50. letech se začala rozvíjet dozimetrie a molekulárně-biologický výzkum, urychlený obavami z použití jaderných zbraní. Během 70. let se ujasňoval rozdíl mezi deterministickými a stochastickými účinky ionizujícího záření – byl to pokrok v odůvodnění vzniku kancerogeneze (fázový děj přeměny normální buňky na neoplastickou) a genetických poškození.

Mezi základní typy ionizujícího záření patří alfa (α), beta (β) a gama (γ), neutronové a rentgenové záření. Největší rozdíl je v jejich průnikové síle. Částice alfa má nejmenší průnikovou sílu, beta má mírnější a gama největší. Ionizující záření působí na buněčné úrovni a následek si odnesou orgány, tkáně i celý organismus.



Obrázek 2 - Průnik ionizujícího záření

Zdroj: energyweb.cz

3.4 Jaderné zbraně

V polovině 20. století začal jaderný věk pro celé lidstvo. Objev radioaktivity, náhled do atomového jádra a jeho štěpení změnily pohled na využití energie. Energie už není používána jen pro mírové účely, ale objevila se snaha o využití této energie ve vojenské sféře, ve vývoji a výrobě jaderných zbraní.

Současně s vývojem jaderných zbraní probíhaly jaderné zkoušky, které ohrožovaly celé lidstvo. V době studené války vzniklo několik situací, kdy byly jaderné zbraně málem skutečně použity. Postupně společnosti docházelo, že hromadění jaderných zbraní může způsobit sebezničení, proto se na půdě OSN jednalo o regulaci jaderné výzbroji a rovněž došlo k bilaterálním jednáním mezi USA a SSSR, největšími držiteli jaderných zbraní. (Pavlík a kol.,2017)

„Jaderné zbraně, jak štěpné, tak termojaderné i jejich další vývojové modifikace jsou založeny na energii, která se uvolňuje při jaderných reakcích z vazebných sil, jimiž jsou poutány částice atomového jádra“. (Pavlík a kol.,2017)

Jaderné zbraně fungují na principu uvolnění energie z atomových jader – jejich rozštěpením. Můžeme říct, že teoreticky lze rozštěpit jádra jakýchkoliv prvků, ale ne u všech se uvolní dostatečně velká energie. Pro jadernou energetiku i pro konstrukci jaderných (atomových) zbraní jsou používány izotopy těžkých kovů, například izotopy uranu a plutonia (^{235}U a ^{233}U ; ^{239}Pu). Štěpná reakce u těchto prvků je iniciátorem jaderné syntézy, u které se uvolňuje mnohonásobně větší množství energie a využívá se pro konstrukci termojaderných zbraní.

Štěpná reakce je jaderně-fyzikální proces, fungující na principu rozdělení původního jádra na menší částice a uvolnění energie. Bez štěpné reakce by nemohla fungovat žádná jaderná elektrárna. Tato reakce je založená na

společném působení neutronu a jádra. Neutron pronikne například do jádra uranu 235, které ho absorbuje i s energií. Postupně se toto jádro rozkmitá, deformuje a rozdělí na dva odštěpky, které se od sebe rozletí s velmi vysokou rychlostí. Výsledkem je uvolnění podstatně většího množství energie, než kolik získáme z tradičních zdrojů (Pavlík a kol.,2017) (Jaderné elektrárny.cz)

Činnost jaderných reaktorů, ve kterých probíhá štěpná reakce, lze rozdělit do několika stavů podle způsobu a množství štěpných reakcí. Může to být:

- Podkritický stav – v reaktoru se snižuje výkon. Obvykle se to stává, když dochází k plánované odstávce.
- Kritický stav – běžný provoz. Ze 2-3 neutronů jen jeden vyvolá štěpnou reakci.
- Nadkritický stav – při zvýšení výkonu reaktoru, a to ať úmyslně či neúmyslně. Je to nárůst štěpných reakcí, při nedostatečné kontrole se může přehřát aktivní zóna a způsobit tak jadernou nehodu.
- Superkritický stav – způsoben nekontrolovanou štěpnou reakcí. Celá reakce končí výbuchem. Toto se využívá u jaderných náloží.
(Jaderné elektrárny.cz)

Atomová a vodíková bomba

Atomová bomba (také uranová nebo plutoniová bomba)

Je založená na principu neřízené štěpné reakce.



Vodíková bomba (také termojaderná, termonukleární bomba)

Je zdokonalením atomové bomby - výbuchem atomové bomby dojde k zažehnutí krátce trvající jaderné fúze izotopů vodíku, čímž dojde k uvolnění mnohem většího množství energie.



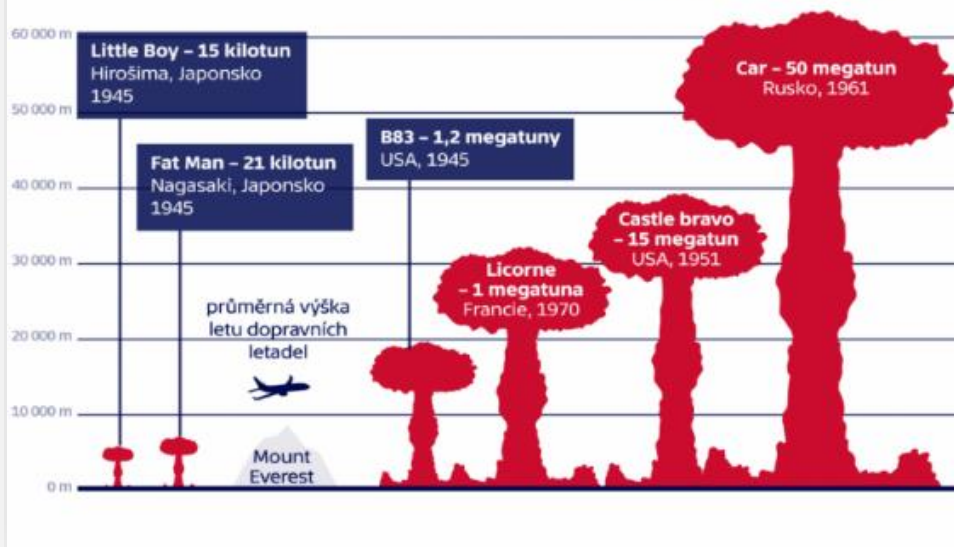
Neutronová bomba

Je vodíková bomba upravená tak, aby vyprodukovala co nejsilnější záření, zejména proud neutronů, a naopak, aby měla co nejmenší destruktivní účinky. Tím dochází k menšímu poškození nepřátelského území, které lze snadno obsadit vlastní armádou.



Kobaltová bomba

Je další možnou variantou vodíkové bomby. Přídáním kobaltu je docíleno vyššího radioaktivního zamoření oblasti výbuchu.



Obrázek 3 - Exploze nukleárních bomb

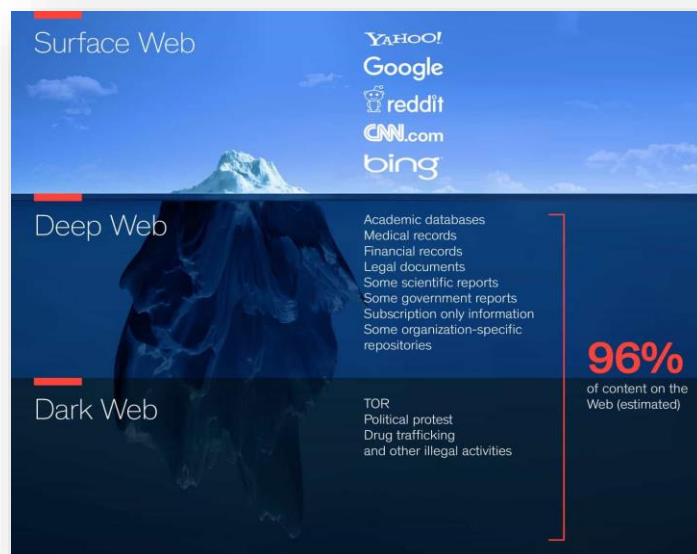
Zdroj: ct24.ceskatelevize.cz

4 TECHNOLOGIE SPOJENÉ S CBRN

Internet se už v současné době integroval téměř do každého odvětví našeho života. Bez internetu si už mnozí z nás ani nedokážou představit život. Není divu – pomáhá nám, poskytuje nové informace, vzdělává a zjednodušuje život. Avšak ne všechno, co se dá najít na internetových sítích je tak neškodné, jak si někdo může myslet. Některé informace se šifrují, heslují či jsou různě omezené např. zpřístupnění dle věkové kategorie. Nicméně, i kdyby se uměl normální člověk dostat k těmto informacím, stále by měl přístup zhruba jen do 4 % všech informací, které se v síti Internet nacházejí. Zbývajících 94 % kapacity internetu jsou pro nás stále opředená tajemstvím.

Ty viditelné informace, které jsou nám víceméně dostupné, můžeme nazvat Surface web – povrchový web. Surface web bývá také označován jako Clearnet, Indexed Web či Visible Web. V této části lze „surfovat“ za použití standartních prostředků a vyhledávačů. Surface web má jasně danou strukturu a spadá do správy ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). (Kolouch, 2016). Musíme zde zmínit i intranet – místo, které má privátní či poloprivátní části kyberprostoru a tímto se částečně zařazuje do vytváření Deep webu. Typicky intranet se používá ve firemních sítích, kde mohou vzájemně komunikovat pracovníci, ale nemají k ní veřejný přístup ostatní uživatelé sítě Internet. (Kolouch, 2016)

Deep web je často srovnáván s příkladem ledovce. Pro běžného uživatele – pro nás, je viditelná jen špička informací (špička ledovce), avšak mnohem tajemnější části se ukrývají právě pod hladinou, do které jen tak nemůžeme nakouknout.



Obrázek 4 - Deep web

Zdroj: <https://www.svmag.cz/1649/dark-web-webovy-underground-a-jeho-zakouti/>

Co všechno tedy patří do Dřep webu? První, co člověka napadne, jsou určitě stránky s nelegálním obsahem, například prodej zbraní, drog apod. Následně tam náleží stránky s dynamicky měnícím se obsahem – to znamená, že při každém novém zobrazení stránky, se vygeneruje nový a unikátní obsah. Určitě tam dále spadají i stránky s chráněným obsahem, kde je například potřeba splnit některé podmínky pro vstup. Dále je zde jakýsi soukromý obsah, kde správce webu neumožní robotům indexování. Roboti tak nejsou schopni obsah přečíst. Mohou to být běžící programy či komprimované soubory.

Teď se dostáváme do temné strany internetu – pojem, který nejspíše alespoň jednou v životě už zaslechnul každý z nás. Jedná se o známější verzi Darka webu. Na první pohled pojmy Deep web a Dark Web působí relativně stejně, avšak rozhodně nejsou synonyma. (Alza, 2019) Tyto dvě části jsou často označovány jako **D4rkN3ts** – **Darknets**, právě společně následně vytváří skutečný kyberprostor.

„Darknets nejsou separátní fyzickou sítí, ale že se jedná o aplikační vrstvou v rámci existujících sítí služeb“ (Kolouch, 2016)

Pro pohyb v kyberprostoru je třeba znát a respektovat různá pravidla, doporučení a omezení. Zároveň je potřeba porozumět „temné teorii“ i základním principům připojení do Darknetu, v němž byste se neměli pohybovat.

Představuje pro nás Darknet hrozbu? Někteří si pod tímto názvem hrozbu představí vždy a tento názor u nich nelze změnit. Uvažují, že jde o prostředí, kde vyniká prodej drog, zbraní a dětské pornografie. Pro další lidi Darknets představují hlubší část internetu, jehož ideou je necenzurované a neregulované prostředí. (Nutil, 2015). Předtím než budeme pracovat s určitými nástroji a než je budeme odsuzovat, je dobré se předtím seznámit s fungováním konkrétní věci a zjistit její podstatu.

Velké povědomí o Darknets vytvářejí i média. Jak je známo, ve většině případů bývají v mediích dosti zkrášlené informace, které ovlivňují myšlení uživatelů. Média ukazují Darknets mnohem hůř, než ve skutečnosti můžou být. Společnost si však ne vždy uvědomuje, že trestní činnost se mnohem snadněji provádí pomocí legálních nástrojů, které mohou získat i v rámci Surface. Tím můžeme říct, že když se někdo rozhodne spáchat trestní čin, tak si prostředky k jeho spáchání může obstarat relativně jednoduše kdekoliv.

Musíme si však přiznat, že narazit na nelegální a neetické jevy v darkwebu je mnohem jednodušší než v Surface webu.

Fungování Darknetu je postaveno na stejném či podobném principu jako ve sférách činností, kde je potřeba „nalákat lidi“. To znamená, že nejefektivnějším způsobem je tzv. F2F (Friend to Friend) či P2P (Peer to peer). Friend to Friend – přátelé jsou náchylnější si více důvěřovat, proto v případě doporučení, člověk

spíše poslechne kamaráda než cizího člověka. Peer to peer je obdobný způsob sdílení informací mezi sebou, s tím rozdílem, že je to prováděno prostřednictvím internetové sítě. V této síti si propojené uzly (uživatelé) sdílejí mezi sebou informace\zdroje bez použití centrální správy.

Když budeme uvažovat logicky, tak zcela jistě si uvědomíme, že když někdo chce spáchat trestní čin, tak to chce učinit co nejvíce anonymně. Historicky se tak začaly vytvářet anonymizéry a anonymní sítě. Mezi nejznámější z nich patří TOR Project nebo Free net.

TOR Project – síť, která zajišťuje decentralizovanou komunikaci po síti. Mezi každé dva komunikační body je nasazen minimálně jeden další bod, přes který komunikace probíhá. Ani jedna z cílových stanic tak nemá přesnou adresu té druhé a komunikace je nevystopovatelná.

Free net – je úložiště dat značného rozměru, které je složené z nespočtu menších částí úložného prostoru na různých uživatelských zařízeních. Není známé, který soubor je kde uložen – ví to jen uživatel, který obdrží klíč po nahrání souboru na síť. Dále ten klíč může šířit dál, a s ním i daný soubor. Při stahování vybraného souboru, uživatel neví, kde jsou jednotlivé části souboru uloženy, a tak uzly (počítače ostatních uživatelů), si části souboru přeposílají, dokud se nedostanou k uživateli, který o ně žádal. (Kašpar,2016)

Díky anonymizérům vznikala tržiště, kde byla snaha zachovat co největší anonymitu jak kupujícího, tak i prodávajícího. Nejznámějším příkladem takového tržiště na Darknetu byl Silk Road. Zakladatelem tohoto tržiště byl Ross Ulbricht, který jej uvedl do činnosti v roce 2011. V rámci akce FBI v roce 2013 však bylo tržiště uzavřeno. Ve většině případů Silk Road byl spojován s problematikou prodeje drog. Dále se zaměřoval rovněž na získávání falešných dokladů (občanské a řidičské průkazy, platební karty), padělků, kradených

identit. Nakupující za toto zboží platili virtuální měnou, konkrétně Bitcoin. Transakce probíhaly z fiktivních účtů, které si jednotliví uživatelé pořídili. (Kolouch, 2016).

Dle různých zdrojů se můžeme dozvědět, že za dobu fungování tohoto tržiště, jeho obrat činil 9,5 miliónů Bitcoinů a bylo zaregistrováno necelých sto tisíc uživatelů. (Kolouch, 2016).



Obrázek 5 - Silk Road

Zdroj: <https://www.rt.com/news/156068-revived-silk-road-bigger/>

Z praxe můžeme vědět, že jakmile nějaká služba se znepřístupní či zakáže, tak téměř okamžitě vznikne na její místo nová, podobná a často i lépe zabezpečená služba než ty předtím. Příkladem může být i seznam tržišť darkwebu, které můžeme najít na www.deepdotwe.com. V současné době jedním z neoblíbenějších tržišť je tzv. Alphabay, který nabízí téměř identické zboží, jako bylo prodáváno na Silk Road. (Kolouch, 2016)

4.1 MALWARE

Malware – škodlivý software (z angl. Malicious software). Malwarem můžeme pojmenovat libovolný počítačový software, který má za úkol poškodit činnost systému počítače, získat přístup k zařízením, narušit bezpečnost či získat data o daném počítačovém zařízení.

Malware může být šířen emailovými adresami a také může získávat samotné e-mailové adresy na cílovém počítači. Dále se malware může šířit i v síti Peer to Peer, která byla zmíněna již v kapitole výše. Jednotlivé malware dokážou plnit několik funkcí najednou a tímto jsou nebezpečnějšími.

Malware se považuje jako souhrnný pojem pro množství různých škodlivých software. Konkrétní názvy jednotlivých malware jsou odvozeny zpravidla podle jejich vykonávané činnosti. Pojem malware je v současnosti nejspíše nejznámější v této problematice, avšak můžeme se setkat i s jiným označením skupin individuálních škodlivých programů, a těmi mohou být kupříkladu:

- Spyware;
- adware;
- viruses;
- worms;
- trojan horses;
- rootkits;
- ransomware;
- keylogger;
- spam;
- phishing a jiní.

(Kolouch,2016)

V následujících podkapitolách se podrobněji představíme některé ze skupin malware.

4.1.1 Spyware

Spyware – pojem vzniklý spojením anglických slov „spy“- špion a „software“. Je to typ malware, který pomáhá škůdcům špehovat uživatele a následně získávat přístup k jejich osobním datům a různým přístupovým údajům. Dále pomocí spyware se může zjistit například přehled navštívených stránek – historii online pohybu na internetu, a to všechno bez souhlasu a vědomí určitého uživatele. Následně jsou data odesílána přímo do datové schránky útočníka.

Spyware si můžeme do počítačového zařízení zanést různými způsoby. Jedním z nich je nainstalování malware společně se zcela bezpečným jiným programem. V tomto případě činnost tohoto malware je ošetřena ve smluvních podmínkách koncového uživatele software, kde si uživatel nevědomky a dobrovolně odsouhlasí monitorování vlastních aktivit. Další specifickou vlastností spyware je, že zůstávají nainstalované i poté, co se odinstaluje původní bezpečné aplikace/software.

Jak můžeme poznat, že na svém zařízení máme spyware? Na hlavním panelu PC se nám mohou objevit nové neznámé ikonky programů, mohou se objevovat podivné chybové zprávy.

Pro předcházení infekce systému spyware je nejlepší neklikat na podezřelé vyskakující reklamy, obezřetně se chovat na stránkách kde sdílíte soubory, nebo si nastavit vyšší zabezpečené ochrany PC, např. antivir. (Kolouch,2016; Avast)

4.1.2 Adware

Adware – z angličtiny „Advertising supported software“. Je to typ bezplatného software, jehož činnost, je podporovaná reklamou. Daná reklama se zobrazuje v panelech nástrojů, ve vyskakovacích oknech či v prohlížeči. Pokud ve vašem zařízení začnou vyskakovat taková reklamní sdělení, tak je pravděpodobné, že PC byl napaden adware. Nejčastěji se adware objevují v bezplatných programech a v doplňcích internetového prohlížeče.

Adware víceméně pouze obtěžují uživatele reklamami, které neustále vyskakují na obrazovce. Pokud však se adware spojí se spyware, mohou být nebezpečné, a mohou se pokusit odcizit data vybraného uživatele. (Kolouch,2016; Avast)



Obrázek 6 - Příklad adware

Zdroj: malware-detective.com

4.1.3 Viry

Počítačové viry mohou být části kódů či celých programů, které se sami připojí k spustitelnému souboru bez vědomí a svolení uživatele. V momentě, kdy dojde ke spuštění infikovaného dokumentu či software – virus se sám reprodukuje. Nejčastěji se viry ukrývají do běžně používaných programů – mohou to být např.

PDF prohlížeče si instalačními balíčky programů. Také zanést vir na počítačové zařízení lze pomocí infikované přílohy, které můžete najít v příchozím e-mailu – v tom případě stačí jen kliknout na soubor či ho otevřít a v ten moment se virus automaticky spustí. Následně si vir začne kopírovat svůj kód do jiných programů a takto může způsobovat změny v počítačovém zařízení.

Viry byly nejrozšířenějším malware v době 80. – 90. let minulého století. Nejlépe se viry odstraňují pomocí antivirových programů při kontrole systému. (Kolouch,2016; Avast)

4.1.4 Keylogger

Keylogger – software, který dokáže zaznamenávat konkrétní stisky na klávesnici napadnutého počítačového systému. Nejčastěji se tento program používá pro zjištění přístupových údajů k účtům, k nimž se přihlašuje uživatel napadnutého počítače. Program následně pošle všechny získané informace na určený server danému zlodějovi.

Odhalit aktivitu keyloggeru na počítači je velice obtížné, jelikož je skryt hluboko v operačním systému. Nejlepším způsobem, jak odhalit a zbavit se keyloggeru je použití antiviru, jehož součástí je systém na odhalování keyloggerů. (Kolouch, 2016; Avast)

4.1.5 Kryptovirus v Benešovské nemocnici

Když nastane situace, kdy váš osobní počítač napadne virus, který může odcizit osobní údaje, což jistě nebude příjemná záležitost. Dokážete si představit, do jakých měřítek zabíhá situace, když počítačový virus napadne síť v nemocničních zařízeních? Ohrožuje to životy všech, kdo se zrovna v tomto zařízení nachází.

Jednou z takových situací, která bohužel nastala, bylo napadnutí nemocnice v Benešově. Stalo se to v prosinci roku 2019. Kryptovirus, který napadnul nemocnici, způsobil, že nešlo spustit žádný přístroj, nefungovala počítačová síť a musely se tak zrušit všechny operace, které mohly být pro lidi životně důležité. Celou záležitost vyšetřovala policie a pracovníci kybernetické bezpečnosti.

Data operací se musely přesunout a plný provoz nemocnice byl obnoven až za dva měsíce. V lednu následujícího roku proběhla celostátní konference pořádaná Ministerstvem zdravotnictví, která projednala útok na benešovskou nemocnici a následně byla použita opatření proti dalším útokům.

Nemocnice jsou dobrý cíl pro škůdce. Velmi podobný útok se stal například v Janově, okres Rokycany. Neznámý útočník zašifroval veškerá data nemocnice a následně požadoval finanční náhradu, která měla být zaplacená ve virtuální měně. (ČTK, 2019)

4.2 DRONY

Drony – bezpilotní létající prostředky s komplexním systémem, které již nějakou dobu jsou světu povědomé, ale i přesto se stále považují za moderní a celkem novou technologii. Drony neobsahují žádnou posádku a ovládají se na dálku buď manuálně či automaticky pomocí dřívějšího nadefinování letových plánů složitějšími autonomními systémy.

Samotné slovo, které vzniklo z angličtiny „drone“, má vícero významů. Dle Oxfordského referenčního slovníku, slovo může mít význam například jako: vrčivý zvuk, línou osobu, nebo trvale držený basový tón. Právě díky zvuku, který se podobá zvuku létu letadla, se uchytilo slovo „dron“ v normálních diskusích.

Drony jsou velký „boom“, který ve vývoji technologii nastal. Tyto malé vznášející se stroje vzbudí pozornost jak malého dítěte, tak i dospělého člověka.

4.2.1 Historie dronů

Aby se ušetřili životy lidí při obtížných bojových operacích, byly do bojů nasazovány především drony, jakožto „létající bomby“. To vedlo k jejich velkému vývoji a ke vzniku nové technologické evoluce.

Nejspíše první začátky těchto bezpilotních létajících systémů patří známému vynálezci, fyziku a konstruktérovi elektrických zařízení – Nikole Teslovi. Roku 1898 patentoval tzv. teleautomatizaci – loďku na vodě ovládanou na dálku. V jeho poznámkách byly nalezeny i zmínky o sestrojení bezpilotních leteckých systémů.

V roce 1849, tedy ještě dříve, byly už horkovzdušné balóny bez pilotů. Shazovaly se z nich výbušné materiály Rakouska-Uherska na tehdejší nepřátele z Benátek.

První bezpilotní letadlo se vyprojetovalo během roku 1916 anglickým inženýrem Archibaldem Montgomery Low. Byl to vynálezce například řízených raket či torpéd. Toto první letadlo se jmenovalo „Vzdušný cíl“ (z angl. Aerial Target). Po tomto se začali objevovat další a další experimenty bezpilotních letadel, které sloužili zejména jako dálkově ovládaná torpéda. Příkladem může být letadlo Kettering Bug, které bylo testováno v roce 1918 a bylo schopné úspěšně zasáhnout cíl ve vzdálenosti neuvěřitelných 64 kilometrů.

Parametry takového bezpilotního letadla byly: 3,8 m délka, 3,8 m rozpětí křídel, 240 kg hmotnost, 4válcový motor o výkonu 30 kW. (Karas, Tichý, 2016; Karas,2017)



Obrázek 7 - Kettering Bug, jeden z nejstarších bezpilotních letounů

Zdroj: <https://s3.amazonaws.com/>

S postupem času drony začaly sloužit jako průzkumná letecká zařízení. Byly nasazovány například během války ve Vietnamu nebo Izraelsko-Arabské války v roce 1973.

Důraz vývoje dronů byl kladen hlavně na délku provozu ve vzduchovém prostoru. K tomu přibývaly i další potřeby jako jsou senzory, které pořídí obrazová data ve vysokém rozlišení. Nejznámějším vojenským dronem, který vzlétnul roku 1994, byl MQ-1 Predator, kterého využívají vzdušné síly Spojených států amerických. „M“ – označuje víceúčelovost, „Q“ – bezpilotní systém. Znamená to, že díky velkému množství aktualizací vznikla ozbrojená verze dronu s řízenými střelami. Od té doby se drony začaly modifikovat ve válečných konfliktech, zejména ve válečných oblastech jako jsou Sýrie, Afghánistán, Irák a další.



Obrázek 8 -MQ-1 Predator – nejznámější vojenský dron od General Atomics

Zdroj: <http://previewcf.turbosquid.com>

V ČR byla nejznámější Sojka III – bezpilotní průzkumný letoun, který sloužil armádě během let 2000-2010 a nyní je již vyřazen z provozu. (Karas, Tichý, 2016)

4.2.2 Anatomie dronů

Drony lze rozdělit do několika kategorií podle toho, jaký počet rotorů obsahují. 4 rotory mají kvadrokoptéry, 6 – hexakoptéry, 8 – dodekakoptéry, 12 – hexadekakoptéry. U dronů se šesti a dvanácti rotory jsou vrtule umístěné koaxiálně (souosé) a vždy na polovičním počtu ramen.

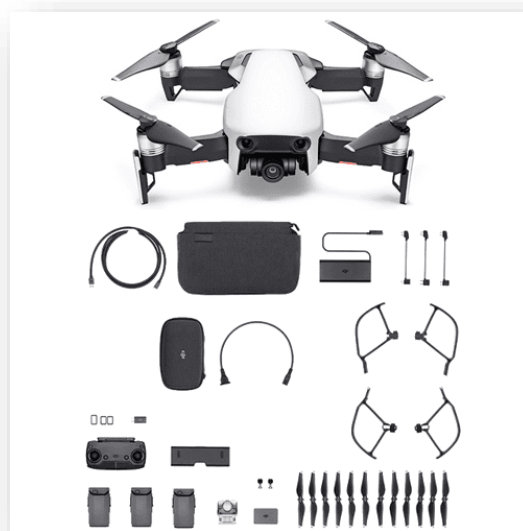
Čím vyšší je počet vrtulí, tím bezpečnější je manipulace s dronem. Znamená to, že když začne hořet motor, dron se sice začne otáčet, ale lze s ním ještě přistát. U kvadrokoptérů v případě takové poruchy hrozí okamžitý pád.

I na první pohled si lze všimnout, že drony, resp. jejich ramena jsou konstruována velice symetricky – důvodem je snaha zachovat co nejlepší letovou stabilitu. Aby byla poznat správná orientace dronu ve vzduchu, dělají se různě barevná ramena nebo se na konci ramen mohou dávat různě barevná světla. Světla jsou zejména takové barevné kombinace: přední jsou červená a zadní modrá či zelená. Také bývají na ramenech umístěny elektrické regulátory motorů

dronu. Vzadu na dronu se mohou nacházet taky LED světla, která pomocí barevných záblesků informují majitele o nějaké závadě (např. vybití baterie) či o aktuálním módu.

V těžišti dronu se nachází řídicí elektronika, takto je umístěná zejména kvůli vyvážení. Krytování je po celé ploše dronu, aby byla zajištěná ochrana součástek proti povětrnostním podmínkám, prachu a také je to kvůli lepším aerodynamickým vlastnostem.

Spodní část multikoptérů obsahuje ve většině případů přistávací podvozek pro přistání na nerovném povrchu a také pro připevnění kamery, antény, kompasu apod. (Kocourek, Řesátko, 2017)



Obrázek 9 - DJI Mavic Air Fly More Combo, Arctic White
Zdroj: <https://www.mall.cz/kvadrokoptery>

4.2.3 Legislativa

Dle mého názoru, každý člověk, který slyšel o dronech a viděl je, chtěl by si s ním zkusit zalétat. Je to zábava. Pokud se však rozhodnete to zkusit, neměli byste s ním létat mezi lidmi či budovami. Respektive můžete to provádět, ale za

určitých stanovených podmínek. Na konci roku 2020 vstoupila v platnost nová pravidla pro létání s drony. Bonusově pro veškeré drony s kamerou bude povinna registrace samotných dronů a zároveň jejich majitelů. Požádat o registraci je nutné také v případě, že dron bude sloužit k vykonání vaší vlastní podnikatelské činnosti či k výdělku.

Proces získání oprávnění je velice zdlouhavý. Vyřízení žádosti většinou může trvat i více než půl roku. Během tohoto času proběhnou dvě správní řízení, a také teoretické a praktické zkoušky. Tyto zkoušky je nutné absolvovat obě a poté získáte povolení k létání. Profesionální piloti byli navíc ještě povinni vést tzv. pilotní deníky.

Mimo profesionálních pilotů zde také byly osoby, které spadají do skupiny tzv. hobby pilotů. Jsou to piloti, kteří létají s multikoptéry rekreačně. Pro ně jsou pravidla nejmírnější. Jestli je však stroj, který je těžší než 0,91 kg musí být vybavený *FAIL-SAFE* systémem, který bezpečně dokončí let v případě poruchy.

S novou legislativou už se provoz dronů nerozděluje na komerční a rekreační ale jejich hmotnost je stále důležitá pro rozřazení do jednotlivých kategorií C0 – C4 a podkategorie A1 – A3. (Kocourek, Řesátko, 2017; DronPro, 2017).

V případě cestování s dronem do zahraničí, je potřeba si podrobně nastudovat podmínky používání dronů v daném státě. Ne ve všech státech jsou povoleny. Zakázány jsou například ve státech, jakou jsou Egypt, Tunisko či Maroko.

Kategorie C	Kategorie A	Hmotnost	Podminky
C0	A1	Stroje do 250 g	Operátor si musí přečíst návod k použití, bez věkového omezení – jde o „hračky“ označené do 14 let věku, bez povinnosti registrace pokud splňuje i ostatní podmínky - nemá kameru a dopadová energie není vyšší než 80 jouůl, maximální výška letu nad zemí 120 m.
C1	A1	Stroje od 250 - 900 g	S registrací, s ID štítkem, on-line školení zakončené jednoduchým online testem (40 otázek), maximální hladina hluku nesmí překročit 85 dB, vybaven světlý k pilotování a dobré viditelnosti v noci, maximální výška letu nad zemí 120 m.
C2	A2, A3	Stroje od 0,9 - 4 kg	S registrací, s ID štítkem, on-line školení zakončené jednoduchým online testem, nesmí létat nad lidmi, pokud majitel kromě on-line školení a testu neprodělá ještě náročnější zkoušky na ÚCL (praktický výcvik a 30 otázek na další témata jako jsou meteorologie, provedení letu bezpilotních systémů, provozní a technická opatření ke zmírnění nebezpečí na zemi), napětí nepřesahuje 48 V, vybaven světlý k pilotování a dobré viditelnosti v noci, maximální výška letu nad zemí 120 m.
C3	A3	Stroje od 4 - 25 kg (do 3 m)	S registrací, s ID štítkem, maximální výška letu nad zemí 120 m, vybaven světlý k pilotování.
C4	A3	Stroje od 4 - 25 kg (bez omezení)	Plně manuální ovládání.

Obrázek 10 - Kategorie rozdělení dronů

Zdroj: <https://www.robotworld.cz>

4.3 Válečné drony

Bezpilotní letouny jsou bezpochyby součástí technologického pokroku. Jednou z nejvíce rozšířených oblastí v používání letounů – dronů, je válečná oblast. První bojové drony však létaly ve vzduchu už ve druhé světové válce.

- V srpnu roku 1943 se začala testovat jednotka Special Task Air Group 1 (STAG-1), kde byly rovnou dvě letky. Ty měly být použity pro námořnictvo.
- Ve 30. letech 20. století se v Britském království používaly drony, jako létající terč pro cvičení střelb na letící terč. Tyto drony měly přezdívku Včelí královna.
- Ryan Firebee (Ryanovy ohnivé včely) – americké letouny, které začaly sloužit jako vzdušná průzkumná zařízení během arabsko-izraelské války v roce 1973 nebo ve válce ve Vietnamu.
- Rok 2000 – drony s použitím vestavěných kamer typu Predátor hledají v Afganistánu Usámu bin Ládina

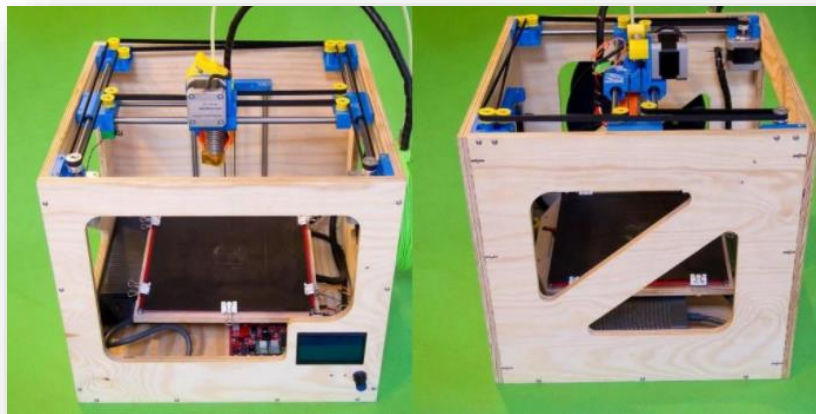
- V listopadu 2001 bylo schváleno ozbrojení dronů Predátor řízenými střelami AGM-114 Hellfire. Tehdy došlo k prvnímu usmrcení člověka dronem. Šlo o usmrcení členů Al-Káidy, kteří se v Afghánistánu skrývali.
- Od roku 2004 velké množství dronů kontrolovaných USA létalo ve vzdušném prostoru Jemenu, Somálska a Pákistánu. Toto způsobilo, že počty obětí zabitých drony se zvyšovaly, a to i v řadách civilních obyvatel. Víme, že během deseti let létání nad Pákistánem bylo usmrceno až 957 civilistů a z toho bylo přibližně 200 dětí. (Hamalčíková, 2015)
- Kdo se zajímá o technologie, konkrétně robotiku, jistě slyšel o 3 zákonech robotiky, které zmiňoval ve svém díle Isaac Asimov. Pro připomenutí tyto zákony zní: „1. Robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby člověku bylo ublíženo. 2. Robot musí uposlechnout příkazy člověka, kromě případů, kdy tyto příkazy jsou v rozporu s prvním zákonem. 3. Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy tato ochrana je v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.“ Kdyby tyto zákony fungovaly i u dronů, bylo by to skvělé. Avšak živý terč je to, co ve válečné sféře začíná být nejvíce zasahováno. Bezpečnostní analytici se zmiňovali, že právě díky bezpilotním letounům Ázerbájdžán vyhrál válku nad Arménií. Z historických událostí se můžeme povšimnout, že východní země mají větší válečné využití dronů než Evropa.

4.4 3D TISK

Již před několika desítkami tisíc let se lidé začínali učit vyrábět různé předměty, díky nimž uspěli při lovu zvířat, získávání potravy a v přežívání. Učili se pracovat s různými materiály, jako jsou klacky dřeva, kameny či například zvířecí kosti. Postupně se přišlo i k odlévání hrotů kopí z kovů.

Uběhla spousta času a lidská populace už se naučila přetvářet své myšlenky v realitu pomocí digitální produkce. Disponujeme laserovými frézky, které mohou tvořit reliéfy ve dřevě, CNC stroje obrábějící kovy ale pravděpodobně zrovna 3D tiskárny máji ještě větší moc.

3D tisk je v průmyslu dostupný již od 80. let 20. století. K běžným spotřebitelům se však tato technologie dostala až kolem roku 2009. Množství kodérů a návrhářů se spojilo, aby spolupracovali na projektu RepRap – volně otevřená kódová databáze. Díky tomuto, si každý z nás doma může postavit vlastní 3D tiskárnu, která se podobá jednomu z prvních exemplářů. (Kloski, 2017)



Obrázek 11 - Open Source 3D tiskárna

Zdroj: <https://3dprint.com/52690/x3d-xs-corexy-3d-printer/>

Co je vlastně ten 3D tisk? Jde o aditivní proces převodu předlohy z digitální podoby do podoby fyzického modelu. Aditivní proces je založený na skládání, přidávání, rovnání jednotlivých částí, spojením kterých, vznikne celý objekt. Opakem tohoto procesu je proces subtraktivní, který materiál ubírá vrtáním, broušením, soustružením.

K 3D tisku se již může používat velké množství různých materiálů. Jde například o plast, odrůdy kovů (měď, ocel, titan, hliník), sklo, beton či dokonce i čokoláda!

Pro vytištění 3D modelu je potřeba nejprve v počítači rozdělit digitální model na horizontální tenké vrstvy. Ty vrstvy se pak na sebe nanášejí tak dlouho, dokud nevznikne požadovaný model. Na rozdíl od klasické tiskárny, kterou už vlastní téměř každá domácnost, 3D tiskárna nepracuje jen s osami x a y, ale i osou z. Osa „z“ určuje, v jaké výšce se jednotlivý tištěný bod nachází.

Aby jednotlivé vrstvy daného modelu držely na sobě, musí být něčím spojeny. Může jít například o princip vytvrzování tekutého fotopolymeru laserovým paprskem na pohyblivé podložce (Stereolithography), spékání práškového materiálu (Selective laser sintering) či 3DCP (3Dimensional constriction printing), který také používá práškový materiál, ale místo laseru je tekutý spojovač – tento způsob tisku dokáže vytisknout budovy.

Nejspíše nejčastějšími metody, se kterými se můžeme setkat, jsou metody Fused Deposition Modeling nebo Fused Filament Fabrication, které po vrstvách slepují roztavený plast. Při složitějších modelech je potřeba dát důraz i na podpěry jednotlivých částí modelů, které mohou působením gravitace spadnout. Na to je potřeba myslet ještě před začátkem tisku. Často se tyto podpěry dělají z jiného materiálu – například z takového, který je rozložitelný ve vodě. A tak po dokončení tisku stačí jen ponořit již hotový model do vody a zůstane vám jen to, co potřebujete.

Nejčastější využití 3D tiskáren je v současnosti v průmyslu, kde se vyrábějí náhradní díly, mřížoviny, díly s vnitřními chladicími kanálky, které jsou v jednom kuse jinak nevyrobitelné.

Dále se 3D tiskárna stává čím dál populárnější i v umění, kde umělec už nemusí spoléhat jen na virtuální realitu, ale i navrhovaný exponát si může fyzicky vytisknout a otestovat.

V medicíně už je možné pomocí 3D tisku vytisknout zubní korunky, umělé klouby, a dokonce i části lebky. Ve Spojeném království se podařilo pomocí této technologie zrekonstruovat lebku muže po autonehodě a domodelovat její chybějící části. Předpovídá se, že v blízké budoucnosti se budou rovněž tisknout lidské orgány přímo z buněk.

Jelikož šly technologie 3D tisku hodně dopředu, nepoužívají se už jen k dobrým účelům, ale dochází i ke špatnému využití. Více si povíme v následující kapitole. (Nezkreslená věda, 2018)

4.4.1 3D tisk. Pro nebo proti?

3D tisk nejspíše bude patřit do seznamu věcí, které v budoucnosti změní náš život. Tato technologie už teď dokáže vytisknout velké množství věcí, jako jsou figurky z filmů, vložky do bot, zubní protézy, součástky do strojů, ale i dokonce konstrukce budov. Není divu, že takhle pokročilé technologie lákají nejen běžné uživatele, ale také osoby, které mohou mít zlověstné úmysly.

Jedním z takových způsobů je tisknutí střelných zbraní. Na 3D tiskárně se dá vytisknout každou součástku zbraně a následně ji bez problémů sestavit. Dokonce se dají bez problémů najít již hotové výkresy zbraní, které následně stačí jen nechat tisknout. Aby to bylo legální, výkresy obsahují součástky, které následně zabraňují střílení, avšak není problém je likvidovat či jednoduše netisknout. Je známo, že kulka ze střelné zbraně je vystřelená z komory silou komprese vzduchu či exploze. To znamená, že plastová zbraň vytištěná na 3D by takový tlak nevydržela a po jednom výstřelu by se rozlomila nebo by samotný náboj uvnitř zbraně explodoval. Netrvalo však dlouho, aby se tento problém vyřešil. Pomocí velkého množství pokusů a zkoumání se podařilo vymyslet metodu, jak udělat zbraň vytrvalejší. Nejprve se pracovalo na nábojích a poté na konstrukci zbraně – do které se začaly přidávat malé kovové částice, kterými

zbraň zpevnili. Náboje pak musí být mít podobný styl jako náboje k brokovnici, tedy delší a tlustší. Takto má náboj lepší schopnost ochránit plastové části vytištěné zbraně. S tímto nápadem přišel strojař z Pensylvánie Mashable Michael Crumling, který svou municí pojmenoval „314 Atlas“. Od té doby se tento fenomén stále rozšiřuje. (Kolková, 2014)

4.5 Syntetická biologie

Syntetická biologie je oblast, která se zabývá zejména vývojem biologických zařízení. Tato biologická zařízení transformují živé buňky například na různé nano-továrny, bio-senzory a také na terapeutické prostředky. (Západočeská univerzita v Plzni, 2021)

Známý biolog z Kalifornie – Andrew Hessel řekl, že *„buňky žijí jako počítače a DNA je programovací jazyk.“* (Rob Waugh, 2012) Není divu, že je bio-zločin čím dál běžnější a běžnější a dá se srovnat s počítačovou kriminalitou v 80. letech. A. Hessel varuje, že v budoucnu může dojít k takovému vyvinutí bakterií a virů, které se budou používat k „ochromení“ lidské mysli. S vývojem společnosti se také vyvíjely zbraně. Střelné, traumatické, jaderné, a nyní už v tomto století nás ohrožují i klimatické a biologické.

V předchozí dekádě tohoto století byla miliardářem Craigem Venterem vytvořena nová forma života – umělý život – umělá bakterie „Synthia“, která nikdy v přírodě neexistovala a objevila se výhradně s lidskou pomocí. Tvrdí se, že byla vyrobena výhradně pro mírové účely, ale takováto věc bude určitě lákat k zneužití. Synthie měla sloužit k aktivní rafinaci ropy a rychlému rozmnožení se.

Pro vytvoření Synthie byl využit intracelulární organismus – Mycoplasma genitalium. Tento organismus obsahuje 482 genů. Dále s pomocí chromozomů byl vytvořen bacil s plně počítačovou DNA.

Roku 2010 v Mexickém zálivu došlo k havárii ropné plošiny, která se potopila a ropa tak začal unikat do vody. Únik trval tři měsíce a za tu dobu uniklo 5 milionů barelů ropy. Zde nastal úkol pro Synthii, která měla eliminovat množství ropy ve vodě. S hrdostí vědci sledovali úspěch bakterie ve vodě. Množství „černého zlata“ ve vodě se zmenšovalo a do médií pronikla informace, že takto se vynalezla biologická čistička oceánu.

Zanedlouho po vypuštění Synthie do oceánu došlo ke zjištění, že ropa byla pravděpodobně menší zlo než Synthie samotná. Tato umělá forma života byla v laboratořích krmena pouze ropnými produkty a v Mexickém zálivu mohla ochutnat i mořské obyvatele. V mořských hlubinách došlo ke zmutování bakterie Synthie, která se začala dostávat do planktonů a následně do větších mořských organismů.

Synthie vstupuje do těla přes jeho zraněné části. Během pouhých několika hodin bakterie v těle zkoroduje postiženou oblast a potom proniká do dalších částí organismu. Při pitvě bylo zjištěno, že bakterie způsobila vnitřní krvácení těla.

Začalo se spekulovat o bezpečnosti této umělé bakterie, která začala být vnímána jako biologická zbraň. Po čase, kdy se Synthie šířila oceánem, zavinila masovou úmrtnost ryb a ptáků v oblasti severní Louisiany a Arkansasu. Nejvíce postiženy byly vnitřní orgány.

Bylo zjištěno, že obdobné následky způsobuje uměle vytvořená bakterie i na lidský organismus. Bakterie nedělá rozdíl mezi pohlavím ani věkem. Lidé, kteří

se dostali do kontaktu s vodou v Mexickém zálivu, zemřeli bolestivou smrtí. Několik dní po kontaktu s touto oceánskou vodou se uvnitř orgánů objevily vředy, ty pak způsobily vnitřní krvácení.

Nastává otázka, co dokáže způsobit taková forma života ve válce, jestliže došlo k takovým děsivým následkům při mírovém využití. Existují domněnky, že biologické zbraně mohou být na stejné úrovni, nebo dokonce i horší než jaderné zbraně. A je několik pádných důvodů k obavám, že pokud by ke zlomyslnému využití došlo, mělo by to katastrofické následky:

- Uměle vytvořený bacil nelze zničit – žádná antibiotika na umělou DNA nepůsobí;
- rychle se reprodukuje;
- rychle se rozmnožuje;
- může překonávat dlouhé vzdálenosti – například pomocí srážek.

Je tedy zřejmé, že pokud se bakterie dostane do lidského krevního oběhu, bude to znamenat téměř 100% smrt. Teď je jen otázkou času, který národ se pro použití biologické zbraně rozhodne. (Sodiummedia.com) (Waugh,2011)

Shrnutí teoretické části

První část diplomové práce se zabývala teoretickými aspekty CBRN a vybranými technologiemi, které s nimi souvisejí. Byla popsána každá skupina CBRN – chemické, biologické, radiologické a nukleární zbraně. Byly uvedeny základní principy jejich fungování, legislativa a rovněž příklady. Text byl doplněn vizuální ukázkou pro lepší představivost.

V části věnované technologiím byla stručně popsána historie jejich použití a vývoje. U každé z technologií byly uvedeny příklady, jakým způsobem by mohly být zneužity, a tak by uškodily okolnímu prostředí.

V následující praktické části budou výše zmíněné části propojeny. Pomocí analýz bude zkoumána synergie CBRN látek s technologiemi. Dále bude následovat experimentální ověřování kompozičních nosičů ve formě pelet, které se použijí do detekčních trubiček druhé generace. Trubičky druhé generace mohou být použity spolu s drony jako možnost ochranného opatření proti chemickým zbraním. Zabudování trubiček do dronů by mohlo usnadnit detekci přítomnosti chemických látek v ovzduší.

Další část zahrne vyhodnocení hypotéz, které byly pro diplomovou práci stanoveny. Analýza zahraničních publikací pak pomůže při odpovědích na výzkumné otázky.

5 METODIKA

Praktická část diplomové práce byla zpracována zejména pomocí analýz a experimentálního laboratorního výzkumu. Bylo provedeno srovnání technologií, které byly uvedeny v teoretické části této práce. Díky tomuto kroku bylo pomocí částečné techniky brainstormingu vyhodnoceno, jaká z technologií má potenciál stát se v budoucnosti hrozbou. U této technologie byly pak pomocí PEST a následné SWOT analýzy stanoveny faktory ovlivňující bezpečnost.

Experimentální výzkum byl zaměřen na ověření některých vlastností nosičů pro detekční trubičky, které by mohly být upevněny na drony využívané pro vzdušný chemický průzkum a chemickou kontrolu. Výzkum byl uskutečněn v laboratořích řešitelského týmu projektu bezpečnostního výzkumu VI20192022172.

Praktická část

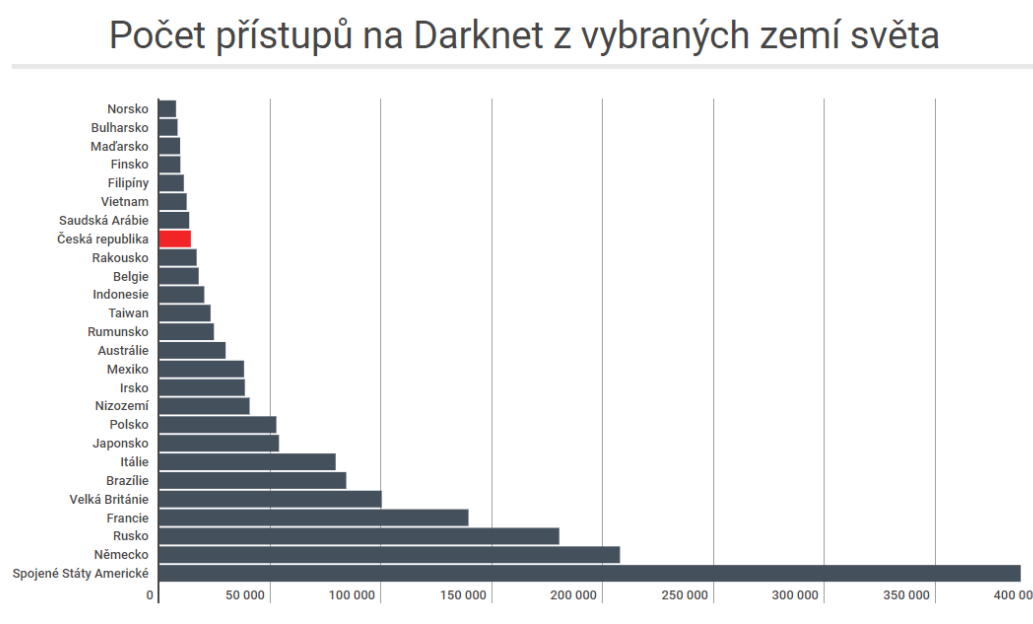
6 SROVNÁNÍ RIZIK TECHNOLOGIÍ

Tato kapitola je věnovaná porovnání technologií podle kritérií nebezpečnosti ve spojení s CBRN látkami a jejich použitelnosti v současnosti. Kritéria hodnocení budou následující: rozsah používání, dostupnost na trhu, snadnost ovládání, součinnost s CBRN, míra rizika ve válečné sféře. Budou porovnány tyto technologie: darkweb, malware, 3D tisk, drony, syntetická biologie. V kapitole budou údaje založené na mém osobním názoru – studenta technické univerzity a dále jako pomocná data poslouží názory vybraných nezávislých lidí a již dostupná internetová data. Tyto názory následně budou srovnány a vyhodnotí se největší rizikovitost.

Pomocné údaje budou zhodnoceny technicky zaměřenou skupinou lidí. Škála hodnocení je stanovená od 1 do 5, kde 1 má nejmenší hodnotu a 5 největší hodnotu. Po součtu všech hodnot bude označena nejvýznamnější technologie, již se budou zabývat další kapitoly diplomové práce.

Hodnocení. Dle mého osobního názoru, z výše zmíněných technologií, největší hrozbu v budoucnu mohou představovat drony a syntetická biologie. darkweb a malware jsou počítačové technologie, které už jsou „na trhu“ poměrně dlouho známé. Myslím si, že s rozvojem výpočetní techniky poroste i povědomí o nich a lidé se budou snažit chovat opatrně a bránit se kyberútokům a další nelegální činnosti v síti Internet. Je samozřejmé, že pokud se dostanou do špatných rukou, vše může být značně nebezpečné. malware v budoucnu nemusí mít hrozivý dopad na to nejcennější, co máme – život a zdraví, proto to jako závažnou hrozbu vylučuji. O darkwebu kolují různé pověsti, avšak v České republice není příliš „populární“. Denní přístup v celém státě se pohybuje pod hranicí 15 tisíc. V historii, konkrétně v roce 2013 došlo k boomu, kdy počet denních přístupů se zvýšil až na 40 000. Bylo to však způsobeno určitými

změnami chování uživatelů internetu a také Botnet útoky. V ČR není darknetová situace ohrožující – tedy je to spíše záležitost pro jakési nadšence než pro zločince. Dle společnosti Česko v Datech (Graf 1) patří Česko ke státům s minimální využitelností temné stránky internetu a není překvapující, že míra použití Darknetu ve Spojených státech je mnohem vyšší než v ČR.



Graf 1 - Využití Darknetu ve vybraných zemích

Zdroj: ipure.cz

Co se týče 3D tisku, tak ze statistik za rok 2019 vyplývá, že 3D tisk se v ČR uplatnil v mnoho sférách činnosti. V celkovém žebříčku v Evropě Česká republika obsadila 4. místo v počtu firem využívající 3D tisk. Celou statistiku lze najít na stránkách Eurostatu. Co se týče zneužití, dle mého názoru je minimální. 3D tisk se spíše využívá pro společenský blahobyt, a to od tisku potřebných součástek domácnosti, přes výrobu komerčních výrobků až po tisk domů. Dá se tedy vytisknout poměrně cokoli, ale nemělo by to ohrožovat lidské životy ...alespoň ne v takovém měřítku jako ostatní řešené technologie.

Syntetická biologie. Biologický materiál je mnohem těžší získat než například radioaktivní materiál. Každá technologie přináší nové možnosti, ale zároveň s možnostmi přicházejí i obavy. Podle expertů, kteří se zabývají syntetickou biologii v rámci Úmluvy o biologické rozmanitosti, jsou živé organismy vzniklé pomocí předpokládaných postupů syntetické biologie obdobné jako GMO (geneticky modifikované organismy). Na příkladu Synthie, která byla zmíněná v teoretické části této práce, si můžeme povšimnout, že i když vynález měl dobrý účel využití, způsobil naopak mnoho škod. Proto považuji nebezpečí syntetické biologie za jedno z nejvážnějších – zasáhne širokou populaci (ať se jedná o živočišnou, rostlinnou či lidskou) a její následky při nesprávném použití / zneužití jsou dlouhodobé a náročné na likvidaci.

Pokud budeme mluvit o dronech, tak dle mého názoru mohou být nejnebezpečnější. Velký vliv na to má jejich rozšíření, různorodost a maximální škála použití. Největší nebezpečí je nejspíše zaměřeno do válečné a soukromé sféry (ochrana soukromí jedinců). Pomocí dronů je velice jednoduché narušit osobní prostor chráněný zákonem. Může k tomu dojít úmyslně s cílem proniknout do osobního života jedince nebo také nevědomky, kdy majitel dronů s ním léta, kde by neměl a neuvědomuje si to.

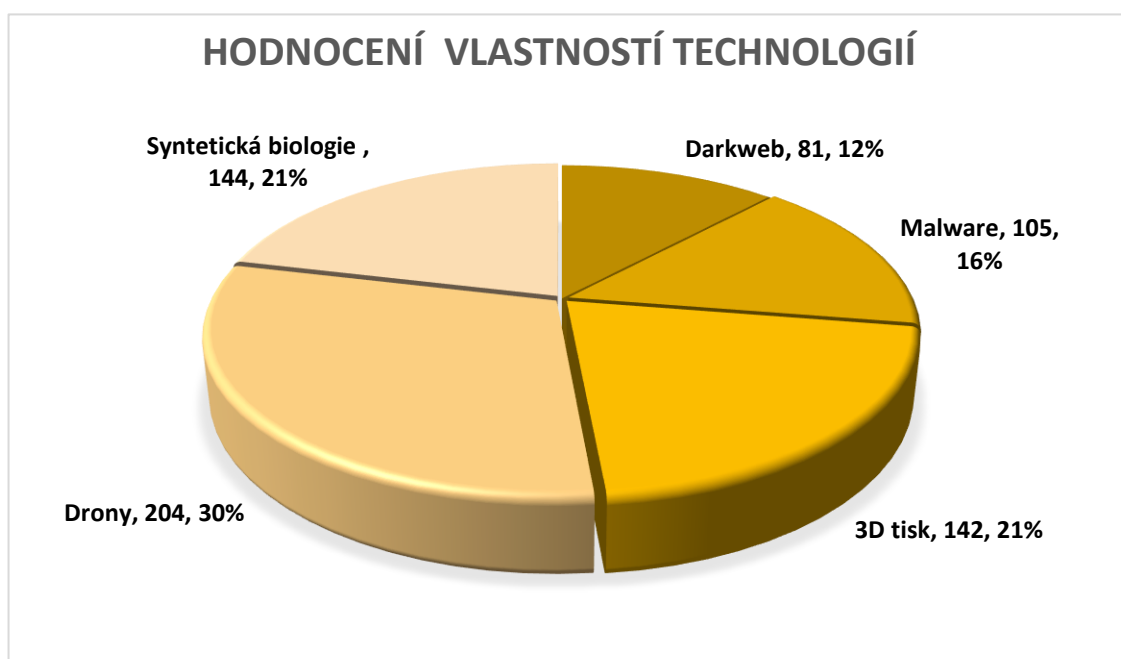
Ve válečné oblasti je to vážnější, protože jde o životy. Drony mohou přenášet výbušniny, být výbušninou, rozprašovat škodlivé látky vzduchem. Při tom všem mohou být s dobrou systematikou i zcela nenápadné. Na druhou stranu, mohou sloužit i na ochranu proti CBRN látkám, například jako nosiče detektorů ke zjišťování toxických látek rozprášených v ovzduší.

V další části bude uvedeno hodnocení skupinou technicky zaměřených odborníků jako podpůrná informace o tom, zda lidé okolo mě situaci vnímají stejně či nikoliv.

Tabulka 2 - Vyhodnocení technologií

Technologie	Míra použitelnosti civilním obyvatelstvem	Dostupnost na trhu	Snadnost ovládání	Součinnost s CBRN	Míra použitelnosti ve válce	Součet
Darkweb	1;1;1;1;2;2;1;2;2;1	1;1;1;2;1;2;2;1;2;1	1;1;2;3;1;2;1;2;1;2	2;3;3;3;3;2;2;3;2;2	1;1;1;2;1;2;1;1;1;1	81
Malware	3;3;2;3;2;3;2;2;3;2	3;4;3;2;2;3;2;1;2;2	3;3;3;2;2;2;1;2;3	1;2;2;1;2;2;1;3;1;2	1;2;2;1;2;1;2;1;2;2	105
3D tisk	3;2;3;4;2;3;2;3;2;3	4;5;5;4;4;3;3;4;2;2	3;4;4;3;3;3;3;4;1;1	4;4;4;3;3;3;2;3;4;3	1;1;2;2;1;1;2;2;2;3	142
Drony	4;3;4;3;3;2;3;3;4;4	5;5;5;4;4;5;4;5;4;5	4;5;5;5;4;4;5;4;3;2	4;5;5;4;3;5;5;4;5;4	4;5;5;3;5;4;3;4;5;5	204
Syntetická biologie	1;1;1;2;2;3;1;2;2;1	2;1;3;4;5;3;3;2;3;2	2;2;2;1;2;2;3;3;2;2	5;5;5;4;4;3;3;3;3;3	5;5;5;4;4;3;3;5;4;3	144

Zdroj: vlastní



Graf 2 - srovnání technologií

Zdroj: vlastní

Jak je vidět v tabulce 2, nejvyšší hodnocení obdržely drony. Na výsledcích se podílelo 10 osob s technicky zaměřeným vzděláním, jejich věk se pohyboval od 24–50 let. Každá osoba vyhodnotila daná kritéria dle škály kde 1 má nejmenší nejméně a 5 má největší hodnotu. U jednotlivých kritérií, každé číslo za mezerníkem značí hodnocení další osoby, tzn. První číslo je vždy hodnocení osoby č. 1. Následně pro získání výsledků se sečetli jednotlivé řádky

Darkweb – tato pro většinu uživatelů skrytá část internetu dostala nejmenší hodnocení. Jedním z důvodů může být právě skrytost, tedy člověk na ní běžně nenarazí a nemá s ní zkušenosti. Nejrozšířenější domněnka uživatelů sítě internet je, že na Darknetu se mohou koupit zbraně, drogy a další nelegální věci. Míra použitelnosti má nízké hodnocení z důvodů přístupnosti. Aby se někdo do této části internetu dostal a nastudoval principy fungování, vyžaduje to spoustu času. Pro běžného uživatele internetu, který nemá špatné úmysly, je to navíc zbytečné.

Co se týče dostupnosti na trhu, můžeme říct totéž. Je to zvláštní druh trhu a pro toho, kdo ví, jak s ním pracovat a má zájem ho využívat bude přístupný, pro jiného nikoli. Principy fungování darknetu jsou již popsány v teoretické části této práce. Snadno se ovládá, na internetu můžeme najít manuály, jak surfovat jeho temnou částí, ale opět to není v běžné společnosti, které chybí zkušenosti, příliš rozšířené. CBRN látky jsou zcela jistě přístupným zbožím na temném trhu. I v Česku došlo k případům, kdy byly u osob v domácnosti nalezeny CBRN látky. Je možné, že pořízeny byly právě zakázaným způsobem. Použití darkwebu ve válce je možná maximálně v přípravné fázi, kdy se může jednat například o nákup výzbroje.

Tabulka 3 - Vyhodnocení 2

Technologie	Míra použitelnosti civilním obyvatelstvem	Dostupnost na trhu	Snadnost ovládání	Součinnost s CBRN	Míra použitelnosti ve válce	Součet
Malware	3,3;2;3;2;3;2;2;3;2	3,4;3;2;2;3;2;1;2;2	3,3;3;2;2;2;2;1;2;3	1,2;2;1;2;2;1;3;1;2	1,2;2;1;2;1;2;1;2;2	105

Zdroj: vlastní

Další technologie, malware (tabulka 3), může mít vážné následky v závislosti na druhu a na cíli použití. Nebezpečné by mohly být dopady hackerského útoku na státní instituce, zdravotnická zařízení a další prvky

kritické infrastruktury, jejichž narušení by vedlo k oslabení bezpečnosti. Co se týče souvislosti s CBRN, o hrozbu by mohlo jít, pokud by se nebezpečný malware dostal například do systémů atomových elektráren či do odborných institucí, které se jimi zabývají.

Tabulka 4 - Vyhodnocení 3

Technologie	Míra použitelnosti civilním obyvatelstvem	Dostupnost na trhu	Snadnost ovládání	Součinnost s CBRN	Míra použitelnosti ve válce	Součet
3D tisk	3,2;3;4;2;3;2;3;2;3	4,5;5;4;4;3;3;4;2;2	3,4;4;3;3;3;3;4;1;1	4,4;4;3;3;3;2;3;4;3	1,1;2;2;1;1;2;2;2;3	142

Zdroj: vlastní

3D tisk (tabulka 4) má v našem hodnocení třetí místo, pokud se jedná o míru nebezpečí v souvislosti s použitím chemických látek. Tato technologie je snadno dostupná už téměř pro každého, kdo je ochoten za to zaplatit. 3D tiskárny jsou rozšířené a nejvíce se používají pro běžné marketingové činnosti a v podnikání. Použití je relativně snadné, díky přístupným manuálům. Je však potřeba opatrnosti, když se bude pracovat s toxickými látkami a jim podobným. Ve válečné sféře může jít o tisk součástí ke zbrojní technice, tisk samotných zbraní a jejich doplňků. 3D tisky mohou představovat hrozbu, když se do látek, ze kterých se tisknou předměty, přidávají toxické chemické látky. Tyto látky se pak mohou pod vlivem teploty vypařovat a vážně poškodit zdraví člověka.

Tabulka 5 - Vyhodnocení 4

Technologie	Míra použitelnosti civilním obyvatelstvem	Dostupnost na trhu	Snadnost ovládání	Součinnost s CBRN	Míra použitelnosti ve válce	Součet
Syntetická biologie	1,1;1;2;2;3;1;2;2;1	2;1;3;4;5;3;3;2;3;2	2;2;2;1;2;2;3;3;2;2	5;5;5;4;4;3;3;3;3;3	5,5;5;4;4;3;3;5;4;3	144

Zdroj: vlastní

Nyní zmíním výsledky syntetické biologie (tabulka 5). Hodnocení je značně ovlivněno nízkou povědomostí o dané problematice hodnotícími osobami. Avšak je nutné uznat, že více než civilní laické obyvatelstvo syntetickou biologii využívá vojenská a odborná sféra. Jak již bylo zmíněno v teoretické části, začalo se experimentovat s vytvářením umělých organismů, které by měly obecně prospěšný účel. Nicméně na příkladu Synthie můžeme ukázat, že ne vždy se povede dobrý skutek manipulací s biologickým materiálem. Je potřeba jednat nadměru opatrně. Z tabulky 5 je patrné, že hodnotitelé dali velký důraz na souvislost s válkou. Dostupnost technologie na trhu není příliš významná, a když ano, tak nakládat s organismy není jednoduché, proto se spíše vyskytuje v rukou odborníku. Při nesprávném použití může způsobit hodně škod na životech lidí, zvířat i na životním prostředí.

Tabulka 6 - Vyhodnocení 5

Technologie	Míra použitelnosti civilním obyvatelstvem	Dostupnost na trhu	Snadnost ovládání	Součinnost s CBRN	Míra použitelnosti ve válce	Součet
Drony	4;3;4;3;3;2;3;3;4;4	5;5;5;4;4;5;4;5;4;5	4;5;5;5;4;4;5;4;3;2	4;5;5;4;3;5;5;4;5;4	4;5;5;3;5;4;3;4;5;5	204

Zdroj: vlastní

Poslední a nejvýše hodnocenou technologií jsou drony. (Tabulka 6). Drony se staly přístupné pro každého, kdo má zájem s nimi pracovat. Pořídit si drony je celkem jednoduché a mnozí je také začali zneužívat. Díky širokému spektru využití této technologie začaly vznikat problémy například s bezpečností a porušováním soukromí osob. Z tohoto důvodu se začala zavádět opatření, která značně omezí nákup dronů, a vede se rovněž evidence osob, které si drony pořídily. Díky své multifunkčnosti se drony mohou používat jak pro dobré účely, tak i zneužívat pro špatné. Potencionální zákazníci musí nyní absolvovat několik zkoušek, aby dron mohl být vydán. Pokud jde

o snadnost používání, nejde o nejjednodušší věc, zejména díky zvyšování počtu funkcí. Přesto část populace drony a podobné technologie dobře zvládá.

Není novinkou, že drony už byly použity ve válečných konfliktech, v nichž způsobily smrt mnoha nevinných lidí. Tyto bezpilotní letouny jsou nebezpečné ve válce samy o sobě a v kombinaci s CRBN jsou ještě větší hrozbou. Otázka použití dronů v budoucnosti je důležitá a je zapotřebí ji řešit s dostatečným předstihem. K tomu může přispět i tato diplomová práce.

7 ANALÝZY

7.1 PEST ANALÝZA DRONŮ

PEST analýza je analýza politicko-právního, ekonomického, sociálně-kulturního a technologického prostředí. Pomáhá nám nalézt odpovědi na tři základní otázky:

- Které z faktorů mají vliv na podnik?
- Jaké jsou účinky těchto faktorů?
- Jaké faktory jsou pro podnik nejdůležitější v budoucnosti?

V rámci diplomové práce se tyto otázky budou týkat dronů – zejména jaké faktory ovlivňují vývoj této technologie a co přispívá k případnému zneužití.

PEST analýza je obvykle základem pro SWOT analýzu.

Prvními faktory jsou faktory týkající se politicko-právního prostředí: ochrana spotřebitele, předpisy mezinárodního obchodu, politická stabilita, tarify, byrokracie apod. Zjednodušeně, vidíme, jak vládní politika a její faktory mohou zasáhnout do dané problematiky. Tyto faktory jsou složité, protože politické strany se v každém volebním období mění a mnohdy jejich jednotlivé strategie, postupy a názory se mohou zcela lišit.

Ekonomické faktory. Pro podnikání a pro další sféry činnosti jsou tyto faktory nadmíru důležité.

Sociální faktory berou v úvahu demografické a kulturní trendy společnosti. Patří sem především: věkové rozložení, vědomí zdraví, míra růstu populace, kulturní aspekty, kulturní vnímání apod.

Technologické faktory nás budou zajímat nejvíce. Jsou spojeny s inovacemi v průmyslu a v ekonomice. Pozorujeme zde rychlost technologického pokroku, automatizaci, technologické pobídky apod.

Drony se staly důležitým nástrojem pro vykonávání široké škály činností. Česká republika není výjimkou a drží krok s technologickým vývojem. Dopad tohoto vývoje se odráží i v PEST analýze. Drony, jak již bylo zmíněno, mají velký potenciál pro technický a společenský pokrok, avšak tak jako všechno ostatní mají své pro a proti. Obnáší také i rizika zneužití různými zločinci.

PEST analýza dronů pro Českou republiku tedy může vypadat následovně:

P – od roku 2020 v České republice a celé Evropské unii začala platit nová pravidla pro drony a podobné „bezpilotní letouny“. Stanovila se jednotná pravidla, která budou platit pro všechny státy EU. Předtím měl každý stát vlastní předpisy, jimiž se řídil. Tedy pokud něco platilo v ČR, nemuselo to platit například v Rakousku. Od Úřadu pro civilní letectví nyní každý registrovaný dron dostane své identifikační číslo a zařadí se do jedné ze tří kategorií provozu: otevřená, specifická nebo certifikovaná. Prostory pro pohyb dronů se rozdělují na místa, kde je pohyb omezen nebo zakázán.

Můžeme shrnout, že politicko-ekonomická situace se pro drony na jednu stranu zlepšuje a na druhou komplikuje. Komplikace přinášejí náročnější pravidla pro pořízení letounů, neustálé změny a právní aktualizace. I při nejnižší (otevřené) kategorii se musí majitel podrobit například školení pilotů a dalším potřebným požadavkům.

E – dle dostupných statistik, můžeme pozorovat, že drony mají vysokou nehodovost, to znamená potřebu pojištění. Podle pojišťovací společnosti Suri, téměř 30 % pojistníků nahlásilo pojistnou událost již během prvního roku od pořízení dronu. Nejčastější příčinou havárie a poničení letounů je špatná pilotáž. Pojištění dronů v hodnotě přibližně 15 tisíc stojí okolo 1500 Kč na rok. S růstem inflace hrozí zdražení cen samotných letounů i jejich pojištění a nebude výhodné si pořizovat ty nejlevnější drony s vidinou dlouhodobého držení.

Prodeje dronů díky zvyšující se multifunkčnosti dramaticky rostou. Podle analytiků společnosti Gartner bylo v roce 2020 celosvětově prodáno více než půl milionů datově připojených létajících dronů pro podnikové využití. Oproti roku 2019 to znamená 50% nárůst. Počítá se s tím, že do roku 2023 se produkce zvýší až na 1,3 milionu kusů.

S – s hustším provozem dronů je spojena i sociální nespokojenost populace. Létání by mělo dodržovat prostorové podmínky. Tyto podmínky se bohužel často porušují, a tak majitelům hrozí pokuty. Nejčastěji se pokutované drony pohybovaly v přílišné blízkosti staveb a osob. Je zaznamenáno, že v některých případech došlo i k narušení ochranných pásem letišť. Největší známá pokuta za nedodržení podmínek v ČR činila 75 tisíc korun. Pro lepší identifikaci „pachatelů“ v USA od roku 2022 budou muset provozovatele letounů během zprovozněného stavu sdílet v aktuálním čase svoji polohu i polohu letounu.

V České republice i v celé Evropě patří GDPR mezi základní lidská práva, jejichž porušení se považuje za závažné a pomocí dronů toho lze často i nechtěně docílit. Zvláště to platí pro drony, které jsou vybaveny audiovizuální technikou (kamery, záznamníky).

T – dron, je technologie, která názorně ilustruje velmi prudký technologický vývoj. Nejmenší drony mají rozměry řádově několik centimetrů a unesou menší přenosný počítač. Největší mohou mít křídla s rozpětím 20 metrů a mohou unést několik set kilogramové závaží – například bomby či rakety. To už přináší značnou hrozbu. Rozvoj technologie dronů neroste jen v komerční sféře, ale i ve vojenské, protože umožňuje přesnější a jednodušší napadení protivníka, aniž by se ohrozil život posádky. Krajně nebezpečné je pak použití dronů proti civilnímu obyvatelstvu.

Menší drony jsou náchylnější ke kybernetickým útokům. Nevojenské drony dokonce zkoušeli „hacknout“ i bezpečnostní pracovníci – pro zkoušku bezpečnosti. Pokus byl úspěšný a podařilo se jim napojit na komunikační frekvenci dronů, prolomit šifrování a vniknout do vnitřního systému. Pokud je dron vybavený kamerou, potom je jednoduché odcizit nahrávaná data.

Dron je jen věc a podobně jako u jiných věcí je proto přirozené, že občas vzniknou technické problémy. Drony se mohou vymknout kontrole a důvodem může být například nefunkčnost ovládače či jakákoliv hardware či software chyba.

Technologický vývoj dronů v ČR sice není tak pokročilý jako je v jiných státech světa, například v Číně, kde drony mají solární baterie a dokážou se tak na delší dobu udržet ve vzduchu, ale máme motivaci a příznivé podmínky pro zlepšování se.

7.2 SWOT ANALÝZA HROZEB DRONŮ

SWOT analýza patří k jedněm z nejpoužívanějších nástrojů pro mapování a analýzu určitých jevů. Díky této metodě lze nalézt nová řešení situací a přijít na slabá místa a konkrétní problémy. (Lencová,2018)

SWOT se skládá ze čtyř kvadrantů, které ukazují interní a externí stránku řešeného problému, obvykle ve firmě. Zkratka ukazuje právě na tyto kvadranty:

S – Strengths. Silné stránky situace. Ukáže předností, které se budou moct rozvíjet.

W – Weakness. Slabé stránky situace. Ty jsou potřeba zmírnit nebo likvidovat.

O – Opportunities. Příležitosti situace. Nástroje pro zvýšení konkurenceschopnosti.

T – Threats. Hrozby situace. Vysoký risk – je potřeba zapracovat na minimalizaci škody.

Každý kvadrant analýzy obsahuje hodnocené položky, u kterých se po jejich sepsání stanovuje váha. V závěru se také stanoví, jak se dané firmě celkově vede a jaké stránky převládají. Tímto se pro případ potřeby stanoví patřičná opatření pro řešení situace.

V této diplomové práci bude SWOT analýza použita k hodnocení jednotlivých technologií, které již byly uvedeny v teoretické části. Bude hodnocena zejména jejich míra bezpečnosti.

Jako podklad pro stanovení kritérií pro jednotlivé kvadranty SWOT analýzy se použila PEST analýza (uvedena v kapitole výše) a také zároveň poznatky získané od lidí, jejichž hodnocení technologií jsem obdržela.

V následujícím textu jsou uvedeny výsledky metody SWOT analýzy vybraných technologií a jejich vyhodnocení.

Hodnoty jsou stanoveny v rozmezí od 1 do 5, kde 5 má největší váhu. Totéž platí i u minusových hodnocení. Výsledek se počítá nejprve sečtením vnitřních stránek a následně vnějších stránek problematiky. Celková hodnota se stanovila odečtením externí části od interní. O hodnotě platí:

< 0 - znamená to, že převládají negativní stránky a je potřeba na nich pracovat, aby byly minimalizovány možné následky

$= 0$ nebo výsledek je blízko nule, svědčí o tom, že negativní a pozitivní stránky jsou víceméně vyrovnané. Nehrozí závažné nebezpečí, avšak je na čem pracovat, aby se zvýšila pozitiva.

> 0 - zde převládají pozitivní stránky, situaci se vede dobře a rizika a hrozby jsou minimální. Hodnota -1 představuje velké hrozby a je potřeba zvážit pokračování či změnit strategii řešení situace/firmy. Hodnota $+1$ svědčí o opaku a je dobré pokračovat ve stejném duchu rozvoje.

Tabulka 7 - SWOT analýza dronů

	POZITIVNÍ				NEGATIVNÍ			
	SILNÉ STRÁNKY	Váha	Hodnota	Výsledek	SLABÉ STRÁNKY	Váha	Hodnota	Výsledek
VNITŘNÍ	Jednoduchý provoz	25 %	3	0,75	Zpřísnění podmínek	15 %	-4	-0,6
	Snadná manipulace	15 %	3	0,45	Nepoužitelnost za špatného počasí	35 %	-3	-1,05
	Použití ve špatně přístupných místech	30 %	4	1,2	Krátký dolet	20 %	-3	-0,6
	Online přenos obrazu situace	15 %	5	0,75	Nízká nosnost	10 %	-2	-0,2
	Nízká hlučnost a nenápadnost	15 %	4	0,6	Čas letu	20 %	-3	-0,6
	Celkem	100 %		3,75	Celkem	100 %		-3,05
VNĚJŠÍ	PŘÍLEŽITOSTÍ	Váha	Hodnota	Výsledek	HROZBY	Váha	Hodnota	Výsledek
	Zvyšující se kvalita rozlišení videí a fotografií	15 %	3	0,45	Komerční využití	10 %	-4	-0,4
	Snadnější hlídání dodržování veřejného pořádku	35 %	4	1,4	Sledování osob pomocí dronů	25 %	-3	-0,75
	Snadnější pořizování specifických dat	15 %	4	0,6	Nelegální držení a porušení soukromých práv	35 %	-5	-1,75
	Pomoc při pátráních	25 %	4	1	Válečné využití	15 %	-3	-0,45
	Použití v interiérech	10 %	1	0,1	Dobrá dostupnost pro pachatele	15 %	-2	-0,3
Celkem	100 %		3,55	Celkem	100 %		-3,65	

Zdroj: vlastní

Interní	I = S + W	3,75 + (-3,05) = 0,70
Externí	E = O + T	3,55 + (-3,65) = - 0,10
Celkem	A = I - E	0,70 - 0,10 = 0,60

Tabulka 7 představuje analýzu bezpečnostní problematiky týkající se dronů. Pomocí metody brainstormingu byla stanovená jednotlivá kritéria kvadrantů. Váha a hodnota byla stanovená podle počtu stejných odpovědí členů brainstormingové skupiny.

Na základě společného průzkumu bezpečnosti dronů můžeme vyhodnocené výsledky stanovit takto:

- Silné stránky převládají nad slabými
- hrozby o něco převládají nad příležitostmi;
- celkově jsou drony bezpečné.

Co se týče prvního bodu. Silné stránky mají velkou převahu nad slabými stránkami. Můžeme soudit, že společnost, ať už laická nebo odborná, vnímá u dronů více pozitiv než negativ. Nejvíce zmiňovanými byly: videopřenos, nenápadnost a použití ve špatně dostupných místech. Po sečtení, výsledek činí 3,75. Pokud jde o slabé stránky, účastníci se pozastavili na času doletů dronů. Zde je prostor ke zlepšení. Do budoucna se určitě vyplatí zvýšit kapacitu výdrže, protože když se zvýší nosnost dronů, bude to vyžadovat i více energie.

Příležitosti. Pro sféru bezpečnosti je to určitě snadnější hlídání veřejného pořádku. Mít všude kamerové systémy je finančně dosti náročné, proto drony mohou být skvělým řešením. Avšak legislativa se stále zpříšňuje a realizovat to bude obtížnější, než se očekává. Stále se zvyšující kvalita audiovizuálních

záznamů tomu v budoucnosti určitě přispěje. Ve špatně dostupných místech, například v hornatém terénu, mohou být drony velice užitečné pro hledání osob.

Hrozby. Část, která zajímá autory SWOT analýz téměř nejvíce. V problematice dronů se může předvídat aktivní zapojení ve válečné sféře. Začíná to dobrou dostupností na trhu pro budoucí pachatele, a tím ke sledování potenciální oběti. V návaznosti na to může dojít také k nelegálnímu držení letounů a jejich prostřednictvím k porušení soukromých práv osob a dalších.

Pomocí dronů ve válce by se například mohly rozprašovat nebezpečné látky na území protivníka, shazovat výbušné pyrotechnické látky či samotné drony mohou posloužit jako střely ve stylu kamikadze.

Z výsledků SWOT plyne, že vnímání dronů společností je spíše pozitivní. Osoby, které se nezabývají technologiemi a bezpečností, nepřemýšlejí o potenciálních hrozbách. Toto je asi také pozitivní stránka. Díky menšímu povědomí o takových hrozbách je menší možnost vzniku paniky. Je důležité, aby toto téma nezískalo „popularitu“ v médiích. Jakékoliv podobné nápady jsou chytlavé pro potenciální pachatele.

8 EXPERIMENT

Tato kapitola se bude zabývat projektem bezpečnostního výzkumu nazvaného Detekční trubičky druhé generace pro kontinuální a opakované monitorování nervově paralytických a jiných toxických látek (VI20192022172), jehož řešitelem jsou společnost Oritest s.r.o. v Praze, Farmaceutická fakulta Masarykovy univerzity v Brně a Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany v Kamenné. Projekt začal v roce 2019 a bude ukončen v polovině roku 2022.

Nervově paralytické a jiné toxické látky jsou i v poslední době předmětem zneužívání pro teroristické a kriminální účely, proto je potřeba být připravený a velice rychle reagovat na podobné situace. Důležité je zejména rychlé, jednoduché a spolehlivé zjištění dané látky, aby se mohla situace správně a rychle vyřešit. Jedním z vhodných řešení je použití detekčních trubiček, které v přítomnosti toxické látky poskytují barevnou změnu.

Pelety jsou odolné proti povětrnostním vlivům a rušení. Splňují veškeré podmínky pro provádění hygienických kontrol kvality ovzduší v daném pracovním prostředí. Jednou z největších výhod této detekce je doba monitorování fosgenu a difosgenu ve vzduchu, která činí nejméně 4 hodiny.

8.1 Úvod do experimentu

Sortiment toxických látek představující riziko je velmi rozsáhlý, pro účely diplomové práce lze toto riziko nejlépe demonstrovat na inhibitech cholinesterázy, velice nebezpečných chemických sloučeninách, které mohou způsobit vážné zdravotní problémy či smrt. Příkladem mohou být vojenské nervově paralytické látky (sarin, soman, VX), organofosforové pesticidy (malathion, parathion) nebo karbamátové pesticidy (karbofuran, karbaryl).

Mechanismus účinku těchto látek je založený na inhibici enzymu acetylcholinesterázy v důsledku fosforylace serinových hydroxylových skupin v aktivních místech enzymu.

Intoxikace člověka probíhá nejčastěji (je nejnebezpečnější) perorálním, inhalačním a transdermálním způsobem. Pokud intoxikované osobě nejsou včas podané anticholinergní léky jako je atropin, případně reaktivátory acetylcholinesterázy, či antikonvulziva (diazepam), může se kvůli ztrátě kontroly nad dýchacími svaly udusit. To podtrhuje potřebu metody detekce inhibitorů cholinesterázy, která bude rychlá, levná, citlivá a snadno použitelná.

Pro detekci inhibitorů cholinesterázy můžeme použít detektory či přístroje, které se podle principu dělí na chemické, fyzikální a biochemické. Je známo, že chemické a fyzikální metody detekce obecně nemají dostatečné detekční limity, proto jsou často preferované biochemické metody založené na enzymatických reakcích acetyl/butyrylcholinestrázy se substrátem, jejichž citlivost je vyšší.

Dle způsobu stanovení stupně inhibice enzymu se může jednat o senzory, detektory či přístroje elektrochemické, optické, piezoelektrické. (EJPS,2022)

Velice citlivá a vhodná pro běžné využití je metoda, kterou popsal Ellman. Jedná se o kolorimetrickou metodu, která je zavedená do praxe zejména k hodnocení zdravotního stavu lidí z průmyslu a zemědělství, kteří se setkávají s organofosforovými inhibitory. Princip této metody spočívá v hydrolýze acetyl/butyrylthiocholinu. Po jeho enzymové hydrolýze dojde k uvolnění thiocholinu, který je indikován redoxním indikátorem (tzv. Ellmanovým činidlem) poskytující žluté zbarvení. Ellmanova metoda je sice rychlá a jednoduchá, avšak má i své nevýhody. Například při měření cholinesteráz v krvi dochází k interferenci s hemoglobinem. Rovněž může vzniknout problém

s reakcemi pomalu reagujících sufhydrylových skupin v roztoku, které mohou ovlivnit měřený výsledek. (Chem.Listy, 2010)

Imobilizace enzymu na povrch detektoru je jedním z nejdůležitějších kroků, které ovlivňují funkci enzymu a tím i intenzitu zabarvení. Imobilizace je důležitá, jinak by došlo k odplavení enzymu, a to by vedlo ke snížení rychlosti reakce a barevného efektu. Enzym lze imobilizovat na nosiče z polymerních gelů (škrob, karagen), běžněji však na nosiče jako jsou filtrační papíry, silikagely, porézní sklo či kulovité pelety.

Na kulovité pelety se orientuje i výzkum v rámci projektu VI20192022172, protože jsou jednoduché na výrobu, relativně levné a mají řadu výhodných fyzikálních vlastností. Jsou vhodné pro plnění detekčních trubiček, včetně trubiček na bázi cholinesterázy, thiosubstrátu a Ellmanova činidla, případně jiných redoxních indikátorů. Pelety v tomto případě obvykle slouží jako nosič enzymu. (Zeman, 2021)

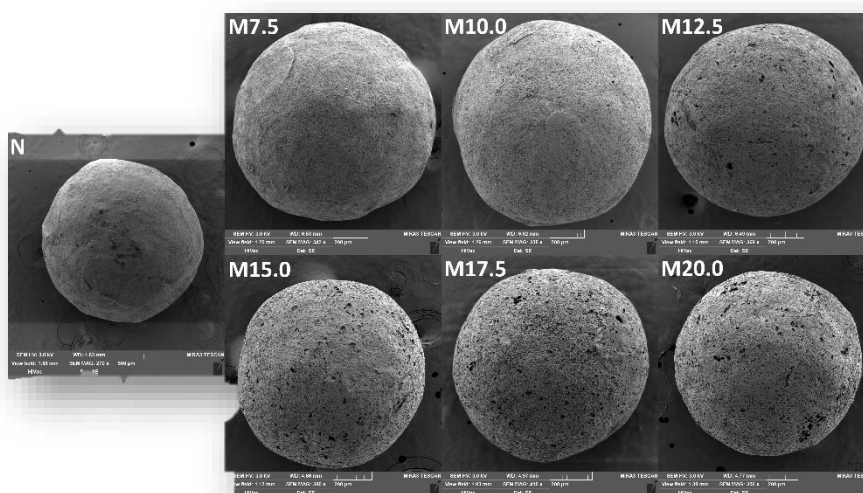
8.2 Příklady výzkumu pelet podle odborných zpráv řešitelů

Výzkum nosičů se orientoval na pelety se zvýšenou sorpční kapacitou, obsahující vedle mikrokrystalické celulózy (Avicel® RC 581, Avicel® PH 101) také Neusilin® US2, což je syntetický amorfní hlinitokřemičitan hořečnatý s neutrálním pH pro přímé lisování a vlhkou granulaci pevných lékových forem. Neusilin® US2 díky svému velkému povrchu a poréznosti absorbuje velké množství oleje a lze jej lisovat do vysoce kvalitních tablet. (Fuji Chemical Industry, 2008). S cílem zvýšit pórovitost (porozitu) pelet byly ke směsi přidány i některé další komponenty jako kafr, menthol nebo hydrogenuhličitan amonný – ke zvýšení porozity docházelo jejich odpařením. Tabulka 8 ilustruje složení vzorků pelet obsahujících menthol (v %), obrázek 12 uvádí vzhled těchto pelet pod elektronovým mikroskopem.

Tabulka 8 - Složení vzorků obsahující menthol M (v %)

Šarže	N	M7.5	M10.0	M12.5	M15.0	M17.5	M20.0
Menthol	0,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0
Neusilin® US2	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Avicel® PH 101	60,0	54,0	52,0	50,0	48,0	46,0	44,0
Avicel® RC 581	15,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0

Zdroj: Report výzkumu



Obrázek 12 - Vzorky obsahující menthol

Zdroj: Report výzkumu

Vzorky pelet byly podrobeny síťové analýze (optimální jsou frakce 0,8-1,25 mm), a (pomocí které byla vypočítána) byla vypočítána sypaná hustota, setřesná hustota a Hausnerův poměr (podíl sypané a setřesné hustoty).

Byla zjišťována i porozita jednotlivých pelet, a to jak interpartikulární, tak intrapartikulární. V prvním případě se jedná o póry mezi jednotlivými částicemi, ve druhém případě pak o póry uvnitř daných částic. Porozita pelet vyjadřuje jejich sorpční kapacitu. Čím větší porozita, tím lepší sorpce dané látky. Měřena byla také ztráta hmotnosti pelet sušením. Některé výsledky dokládají tabulky 9, 10 a 11.

Pro výpočet interpartikulární porozity byl použit vzorec:

$$P_{\text{inter}} = (1 - (Q_{\text{syp}}/Q_{\text{p}})) \times 100 (\%)$$

kde je potřeba znát sypnou hustotu pelet (Q_{syp}) a pyknometrickou hustotu pelet (Q_{p}) a práškových směsí (Q_{ps}). Intrapartikulární porozita byla vypočtená dle vzorce:

$$P_{\text{intra}} = (1 - (Q_{\text{p}}/Q_{\text{ps}})) \times 100 (\%)$$

Tabulka 9 - Výsledky měření vzorků pelet s mentholem

Šarže	N	M7.5	M10.0	M12.5	M15.0	M17.5	M20.0
Interpartikulární porozita (%)							
Průměr	55,39	63,48	64,65	67,48	67,08	68,55	69,91
Intrapartikulární porozita (%)							
Průměr	1,83	2,16	2,54	3,56	-	9,45	7,15
Ztráta sušením (%)							
Průměr	4,83	4,99	4,98	5,39	6,07	6,70	6,20

Zdroj: Report výzkumu

Tabulka 10 - Výsledky měření vzorků pelet s kafrem

Šarže	N	K7.5	K10.0	K12.5	K15.0	K17.5	K20.0
Interpartikulární porozita (%)							
Průměr	55,88	62,04	62,64	63,95	62,62	63,57	65,77
Intrapartikulární porozita (%)							
Průměr	1,88	0,64	0,73	1,36	5,72	5,31	4,13
Ztráta sušením (%)							
Průměr	5,19	4,70	4,73	4,79	5,35	5,46	5,36

Zdroj: Report výzkumu

Tabulka 11 - Výsledky měření vzorků pelet s hydrogenuhličitanem amonným

Šarže	N	HUA7.5	HUA10.0	HUA12.5	HUA15.0	HUA17.5	HUA20.0
Interpartikulární porozita (%)							
Průměr	53,96	58,29	59,62	59,54	59,89	61,93	62,19
Intrapartikulární porozita (%)							
Průměr	4,40	2,25	1,04	1,10	0,10	0,78	0,62
Ztráta sušením (%)							
Průměr	4,80	4,23	4,27	4,66	4,68	4,87	5,06

Zdroj: Report výzkumu

Při porovnání jednotlivých výsledků měření můžeme pozorovat zvýšení porozity u vzorků s obsahem mentholu a kafru. Je patrné, že s jejich rostoucí koncentrací roste rovněž i porozita na povrchu pelet.

Největší procentuální ztrátu sušením měly vzorky s mentholem, nejnižší pak vzorky s hydrogenuhličitanem amonným. Byly připraveny a testovány i nosiče s přímo zakomponovanými analytickými činidly. Stojí za zmínku, že v rámci projektu byla studována a testována i možnost přípravy nosičů metodou lyofilizace, sušením mrazem.

U připravených pelet byl stanoven jejich měrný povrch. Bylo pozorováno, že u nosičů obsahujících Neusilin® US2 a připravených metodou lyofilizaci měrný povrch roste lineárně spolu s koncentrací metasilikátu. Rovněž bylo zjištěno, že pokusy o zvětšení měrného povrchu mohou vést ke snížení mechanické pevnosti pelet.

Do některých šarží pelet byly zakomponovány nanočástice oxidu křemičitého, konkrétně Aerosil® 200. Ten by měl zvýšit měrný povrch nosičů a podpořit lepší ukotvení analytických činidel při impregnaci.

Tabulka 12 – Složení směsi pro přípravu nosičů lyofilizací

Šarže	N0	N10	N20	N25	N30	N40	N50
Prášková směs (g)							
Neusilin® US2	0,0	20,0	40,0	50,0	60,0	80,0	100,0
Avicel® PH-101	160,0	144,0	128,0	120,0	112,0	96,0	80,0
Avicel® RC-581	40,0	36,0	32,0	30,0	28,0	24,0	20,0
Vlhčivo (g)							
Aqua purificata	155,0	185,0	215,0	230,0	245,0	275,0	305,0

Zdroj: Report výzkumu

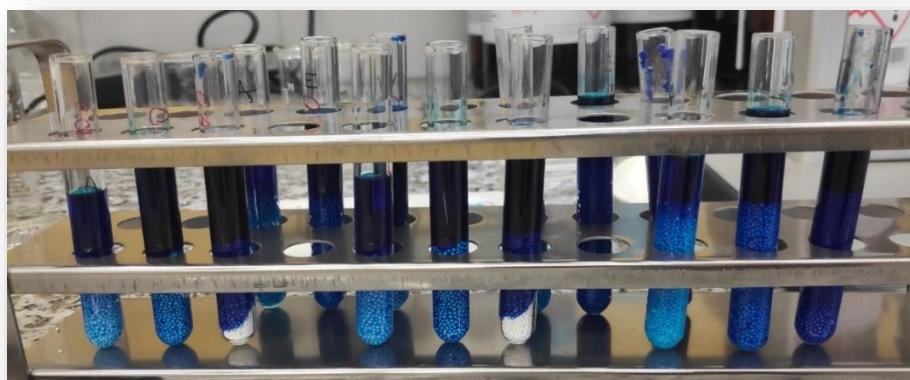
Všechny připravené pelety byly dále použity ke konstrukci detekčních trubiček druhé generace pro dlouhodobé a kontinuální použití. Příkladem vývoje je trubička ke zjišťování fosgenu a difosgenu, obsahující analytické činidlo na bázi o-fenylendiaminu-pyroninu (PY-OPD). Tato trubička umožňuje detekci fosgenu a difosgenu v koncentracích, které ještě nepředstavují akutní zdravotní rizika. (Pitschmann, 2020). Její předností je také možnost vyhodnotit objektivně (tristimulus kolorimetrem) nebo na základě fluorescence po osvětlení UV lampou – oba způsoby poskytují mnohem lepší citlivost než vyhodnocení pouhým okem při viditelném světle. V krajním případě lze trubičku použít i ke zjišťování nervově paralytických látek typu sarin. (Pitschmann, 2020). (Vetchý, 2015) Jiným příkladem je vývoj detekční trubičky pro selektivní detekci nervově paralytických látek s převodem analytického činidla na kyanovodík, který je indikován specifickým činidlem, případně vývoj detekční trubičky ke zjišťování yperitu s modifikovaným činidlem – butyl-Michlerovým ketonem.

8.3 Vlastní experiment, část 1

Když jsem prostudovala dostupné materiály z projektu (zejména odborné zprávy, články, patenty a užité vzory), přijala jsem nabídku k účasti na něm. Cílem mého příspěvku mělo být prostudování některých fyzikálních vlastností pelet, zejména vlivu použitého rozpouštědla na impregnaci činidlem.

Pelety, byly připraveny ze směsi mikrokrystalické celulózy a magnesium aluminiummetasilikátu, a dále upravené mentholem či kafrem z důvodů dosažení lepších sorpčních vlastností. Jako modelová látka pro impregnaci byla použita methylenová modř rozpuštěná ve vodě, acetonu a ethanolu. K experimentu byly použity tyto vzorky pelet: N, NM 0.0, NM 10.0, NM 20.0 K 20, kde N značí obsah Neusilinu, M přítomnost mentholu, K přítomnost kafru a číselné hodnoty obsah N a K v procentech. Experimenty probíhaly v laboratořích Vysoké školy chemicko-technologické v Praze pod dohledem Ing. Lukáše Matějovského, Ph. D, člena řešitelského týmu projektu.

Pro testování byly připraveny roztoky methylenové modři o koncentraci 1 mg/l ve vodě, acetonu a ethanolu. (Příklad roztoku je zobrazen v příloze 1) Rozpustnost barviva byla v acetonu poloviční než v ethanolu a ve vodě. Jednotlivé roztoky o objemu 2 ml byly pipetovány do zkumavek, které obsahovaly 1 g pelet, a vzorky byly po dobu 10 minut pozorovány (viz obrázek 13). Účinnost impregnace byla zjištěna po odstranění (slití) přebytečného impregnačního roztoku. Tabulka 13 dokládá, že největší objem přebytečného roztoku představoval vzorek s ethanolem. Vzhled pelet po odstranění přebytečného roztoku methylenové modři je na obrázku 14.



Obrázek 13 - Pelety s roztokem ve zkumavkách

Zdroj: vlastní

Tabulka 13 - Počet odebraného roztoku ze zkumavek

Odebírání přebytečného roztoku MM (v ml)			
Vzorek	Voda	Aceton	Ethanol
N	1,0	1,0	1,4
NM 0.0	1,0	1,1	1,3
NM 10.0	0,3	0,2	0,9
NM 20.0	0,2	0,2	1,0
K 20	0,7	0,5	1,0

Zdroj: vlastní

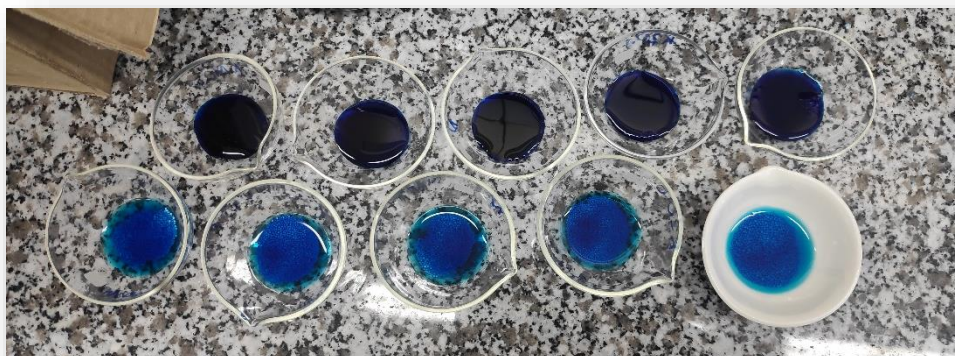


Obrázek 14 - - Vzorky pelet impregnovány Ethanolem. Foto ve skleněných trubičkách po vysušení

Zdroj: vlastní

Kvůli nehomogenní impregnaci pelet ve zkumavkách byl pokus opakován v miskách, do nichž byl nasypán 1 g pelet, který byl zalit 3 ml roztoku methylenové modři. Obrázek 15 ukazuje, že intenzita zabarvení byla v případě vodného roztoku výrazně vyšší než u roztoku s acetonem. Aceton má oproti vodě vysokou těkavost, miska je otevřená do prostoru víc než zkumavka, bude se tedy aceton lépe odpařovat. Postupný proces impregnace trval 20 minut. S narůstajícím časem bude odpar acetonu vyšší. V tabulce 14 lze pozorovat

výsledné odběry přebytečného roztoku ve vzorkách, po absorpci rozpouštědla a odpaření.



Obrázek 15 - vzorky pelet s roztokem methylenové modři ve vodě (horní řada) a v acetonu

Zdroj: vlastní

Tabulka 14 - Odběr roztoku ze vzorků

Odběr přebytečného roztoku ze vzorků (v ml)		
Vzorek	Voda	Aceton
N	1,1	1,2
NM 0.0	1,7	1,0
NM 10.0	1,2	1,2
NM 20.0	1,4	1,2
K 20	1,2	1,0

Zdroj: vlastní

Pelety zbavené přebytečného roztoku (včetně roztoku s ethanolem) byly vysušené volně na vzduchu (v sušárně by mohlo dojít k jejich nežádoucí degradaci). Vysušené vzorky pelet byly nasypány do skleněných trubic (obrázky 17, 18) a následně byla vyhodnocena sytost jejich impregnace pomocí tristimulus kolorimetru.



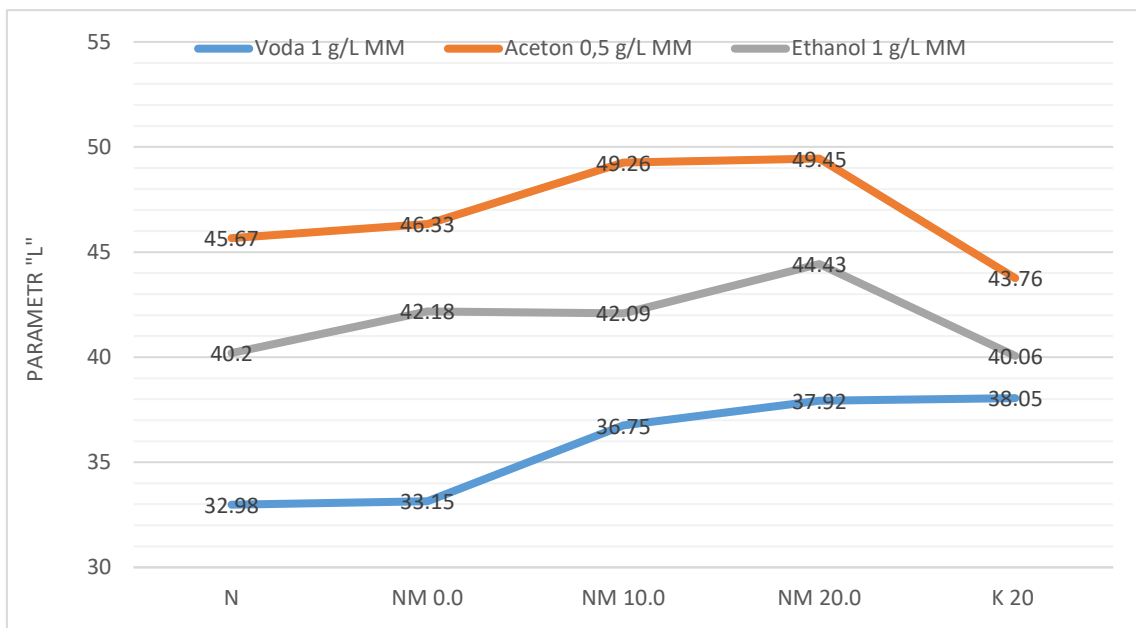
Obrázek 17 - Vzorky pelet s vodou ve skleněných trubičkách
Zdroj: vlastní



Obrázek 16 - Vzorky pelet s acetonem ve skleněných trubičkách
Zdroj: vlastní

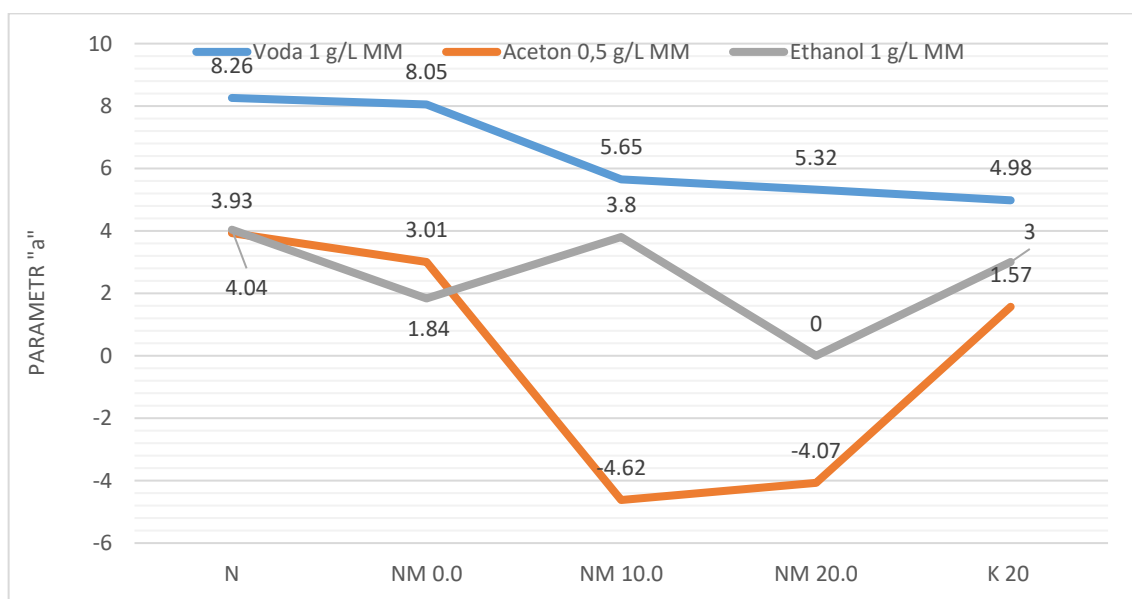
Tristimulus kolometrická metoda je založená na metodě CIE-L*a*b*, kde L je neutrální barevná osa, a je chromatická zeleno-červená osa, b je chromatická modro-žlutá osa. Po naměření dat se vypočítala celková barevná změna, tj. hodnota ΔE podle vzorce $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$. Dosažené výsledky zobrazují grafy 3 až 6. Je zřejmé, že nejlepší výsledky poskytoval roztok methylenové modři ve vodě.

Na grafech lze pozorovat změny jednotlivých vzorků s roztoky. Graf 3 ukazuje Parametr L – jasnost. Hodnoty na této ose se pohybují mezi 0 a 100, kde 0 vypovídá černé barvě a 100 bílé. Tedy čím vyšší je číslo, tím světlejší je zbarvení.



Graf 3 - Parametr "L"

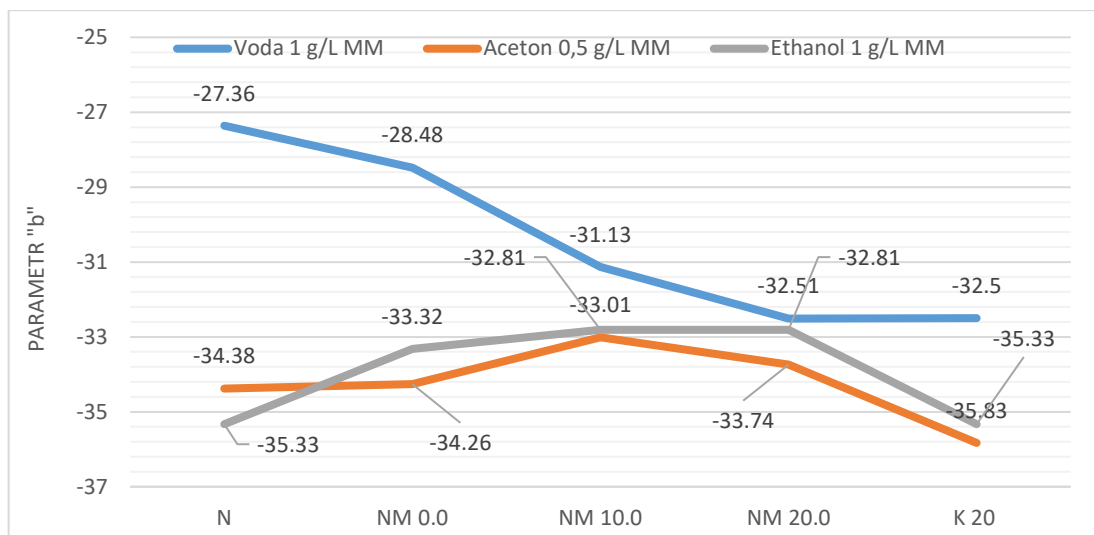
Zdroj: vlastní



Graf 4 - Parametr "a"

Zdroj: vlastní

Parametr „a“ ukazuje zeleno-červenou osu. Je zřetelně vidět, že roztok s acetonem působí na vzorky značně jinak. Nejvyváženější působení zde má roztok s vodou, kde odchylky u jednotlivých vzorků nejsou tak rozdílné.



Graf 5 - Parametr "b"

Zdroj: vlastní

Parametr „b“ představuje pohyb na modro-žluté ose. Čím zápornější je číslo, tím modřejší je zbarvení. V porovnání s předchozím grafem, roztok s vodou má největší rozdíl na jednotlivých vzorcích, avšak rozdílnou sytost můžeme pozorovat i u acetonu a ethanolu. Co se týče tohoto parametru, pravděpodobně vzorek NM20 pohlcuje dané roztoky téměř stejně.

8.4 Vlastní experiment, část 2

V dalším experimentu byla provedena impregnace pelet FSO-L, FS50-L, FS25-L, N0-L, N25-L, N50-L (kde N jsou vzorky s Neusillinem a F vzorky se sorbentem FujiSil™), které byly impregnovány methylenovou modří z roztoku ve vodě a ethanolu.

Vzorky pelet o hmotnosti 1 g uložené v miskách byly impregnovány roztokem methylenové modří ve vodě a v ethanolu o koncentraci 1 g/l. Po 20 minutách byl přebytečný roztok odsát pomocí automatické pipety – objemy tohoto roztoku uvádí tabulka 15.

Tabulka 15 - Odběr přebytečného roztoku

Odběr přebytečného roztoku		
VZOREK	VODA	ETHANOL
FSO-L	1,1	2,0
FS50-L	1,1	1,0
FS25-L	1,2	1,7
N0-L	1,3	1,7
N25-L	1,2	1,5
N50-L	1,2	0,9

Zdroj: vlastní

Poté byly pelety sušeny volně na vzduchu za normálních laboratorních podmínek. Pelety impregnované z roztoku v ethanolu byly vysušeny po 120 minut, pelety s vodou po 24 hodinách. Po usušení byla změřena změna zbarvení na tristimulus kolorimetru oproti neimpregnovaným peletám. Toto měření probíhalo v trubičkách (obrázky 19, 20). Na obrázku 20 je důležité si povšimnout, že vzorky pelet, které jsou již uvedeny v tabulkách, mají různé zbarvení již před začátkem impregnace. Výsledky měření obsahuje tabulka 16.



Obrázek 19 - Impregnované vzorky pelet

Zdroj: vlastní



Obrázek 20 - Vzorky pelet před impregnací

Zdroj: vlastní

Tabulka 16 - Výsledky měření barevnosti pelet

Výsledky měření barevnosti pelet				
Pelety bez impregnace				
Vzorek	L	a	b	
FSO-L	74,31	-0,63	4,56	
FS50-L	83,81	0,05	-1,12	
FS25-L	82,81	-0,07	0,34	
N0-L	76,44	-0,53	3,78	
N25-L	81,98	0,04	0,24	
N50-L	75,84	-0,25	0,19	
Voda				
	L	a	b	E
FSO-L	28,33	5,67	-14,21	32,20
FS50-L	33,09	10,58	-31,49	46,89
FS25-L	42,49	2,64	-35,01	55,12
N0-L	28,34	6,13	-15,42	32,84
N25-L	33,77	10,37	-31,55	47,36
N50-L	47,71	-2,43	-32,31	57,67
Ethanol				
	L	a	b	E
FSO-L	39,71	0,26	-28,18	48,69
FS50-L	49,87	-4,00	-23,09	55,10
FS25-L	38,01	5,34	-32,83	50,51
N0-L	42,84	0,51	-31,31	53,06
N25-L	51,69	-4,34	-19,69	55,48
N50-L	33,93	9,04	-31,88	47,43

Zdroj: vlastní

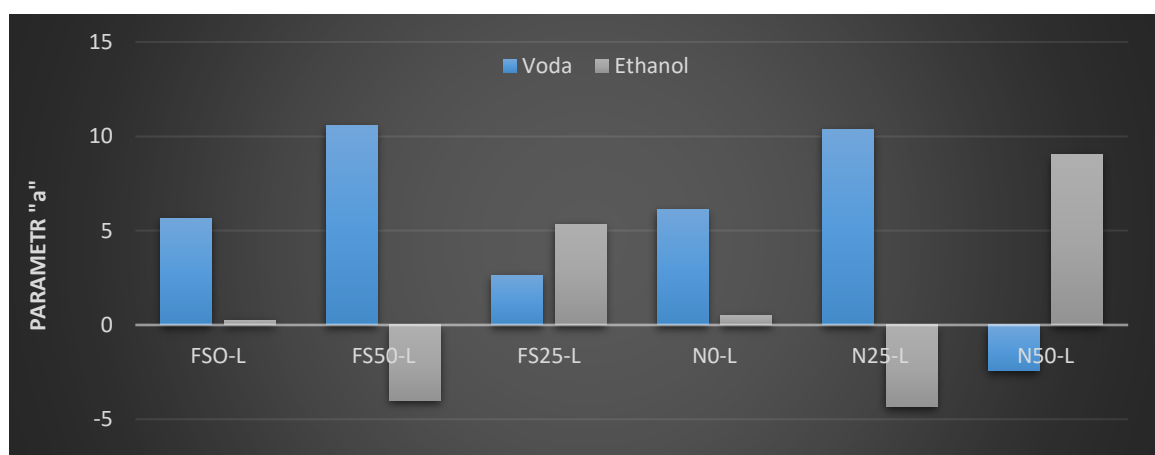
Během experimentálních prací byla ověřena myšlenka, jak se změní sorpce a zbarvení pelet, když se budou impregnovat pouze takovým objemem roztoku, který dokáže vstřebat, tedy nikoliv stejným objemem pro všechny vzorky. Postupně se ke každému vzorku (po 1 g) přidával roztok methylenové modři a pozorováním se rozhodovalo, zda objem je dostačující či nikoliv. Objemy impregnačního roztoku pro jednotlivé vzorky pelet uvádí tabulka 17.

Tabulka 17 – objem impregnačního roztoku pro jednotlivé vzorky

Šarže	Setřesná hustota pelet (g/cm ³)	Objem 1 g vzorku (mL)	Násobky objemu impregnačního roztoku	Množství impregnačního roztoku (ml) na 1 g pelet - X
N0-L	0,8930	1,12	1,00	1,60
N25-L	0,6972	1,43	1,28	2,05
N50-L	0,4750	2,11	1,88	3,01
FS0-L	0,8596	1,16	1,04	1,66
FS25-L	0,5914	1,69	1,51	2,42
FS50-L	0,4391	2,28	2,03	3,25

Zdroj: vlastní

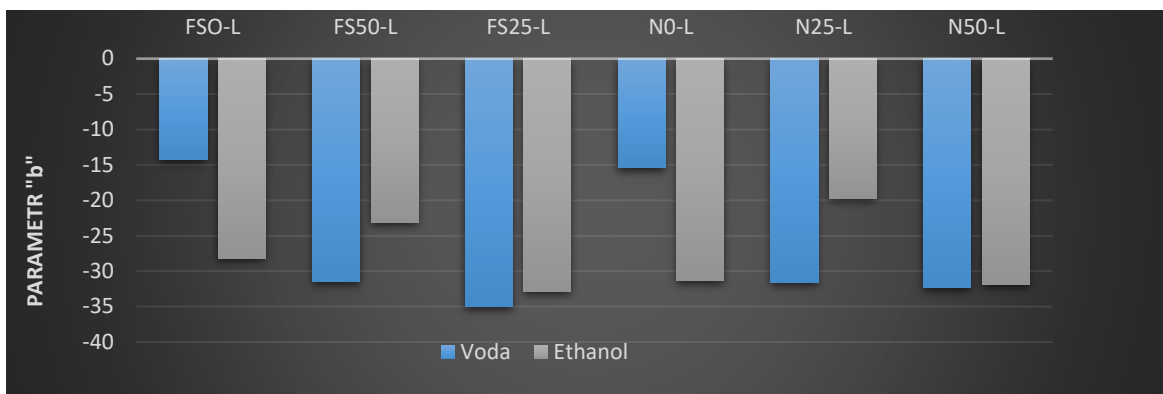
Po impregnaci byl pozorován rozdíl ve zbarvení nosičů. Rovněž na tristimulus kolorimetru byly získány rozdílné hodnoty. Grafy 7 až 12 zobrazují rozdíly v intenzitě zbarvení (v parametrech) u impregnace se standardním objemem („plošným“) roztoku, a to 1 g pelet na 2 ml roztoku MM a u impregnace s objemem jiným pro každý vzorek.



Graf 6 - Parametr "a"

Zdroj: vlastní

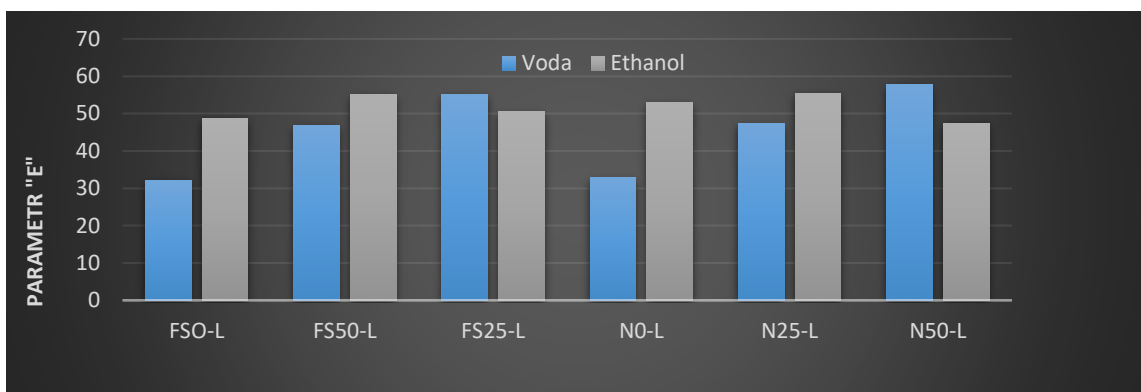
Nejprve se podíváme na jednotlivé parametry při impregnaci z roztoku ve vodě a ethanolu. Parametr „a“ jak již víme, představuje zeleno-červenou osu. Z grafu 7 je zřetelný rozdíl v impregnaci u vzorků FS50-L a N25-L.



Graf 7 - Parametr "b"

Zdroj: vlastní

U parametru „b“ při stejné impregnaci je vidět, že u většiny nosičů roztok s vodou poskytuje výraznější barevnou impregnaci na modré škále.

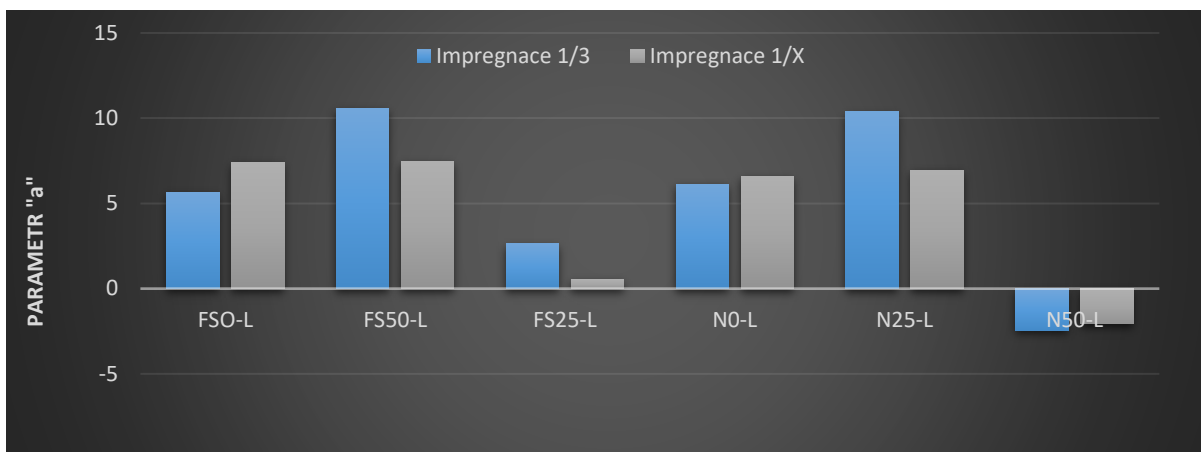


Graf 8 - Parametr "E"

Zdroj: vlastní

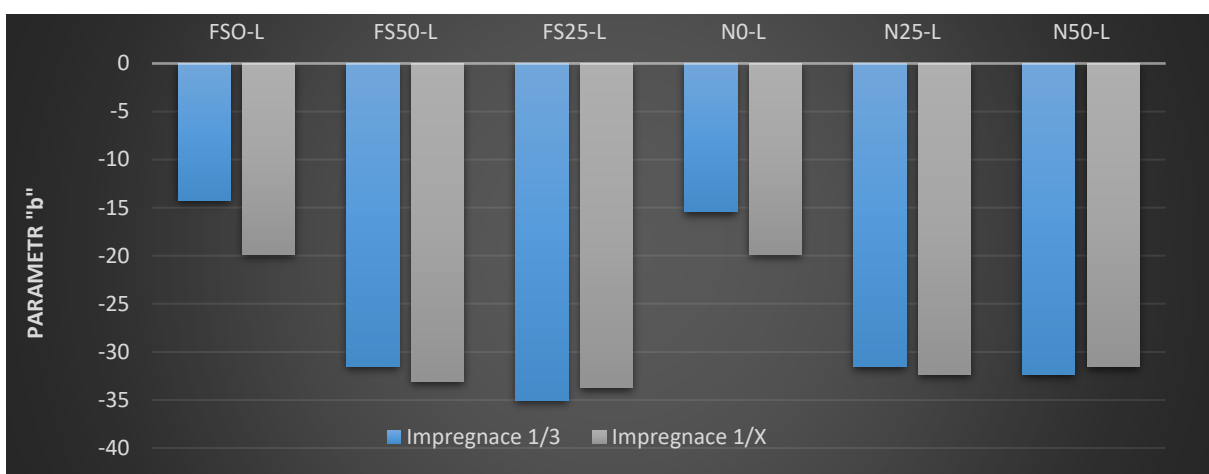
Graf 9 představuje rozdíl mezi impregnačními roztoky o stejném objemu. Značného rozdílu si lze povšimnout u N0-L, kde impregnace s vodou je výraznější.

Na grafech níže jsou porovnány jednotlivé parametry L, a, b. Porovnávány jsou výsledky sorpce roztoků peletami při stejnoměrné a rozdílné impregnaci. Rozdílná impregnace spočívá v postupném přidávání činidla k peletám v množství, které dokážou absorbovat (1g / 3 ml vs 1g / X ml). Pro účely tohoto experimentu byla provedena impregnace pelet z vodného roztoku MM.



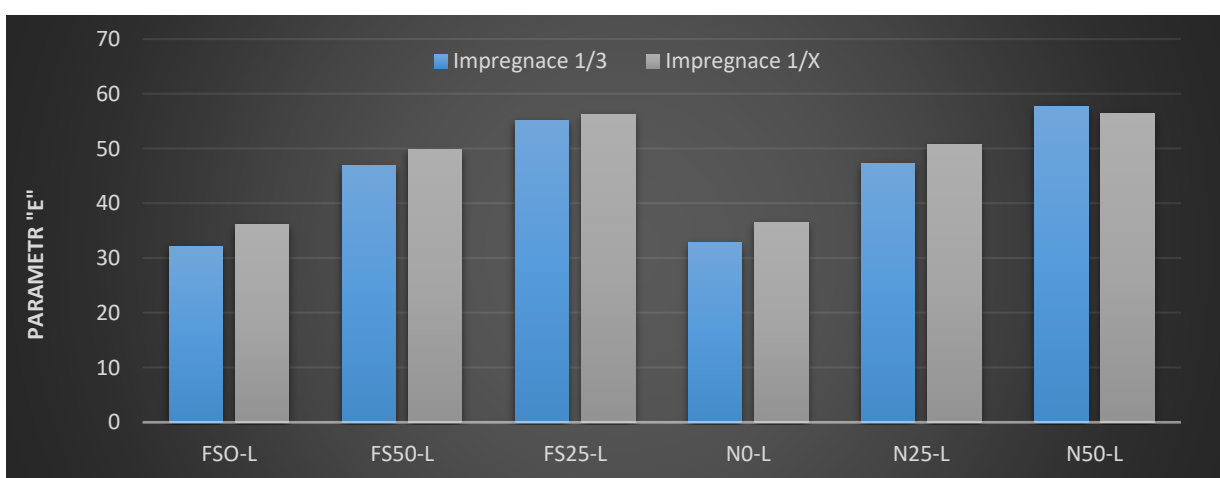
Graf 9 - Impregnační rozdíl - "a"

Zdroj: vlastní



Graf 10 - Impregnační rozdíl - "b"

Zdroj: vlastní



Graf 11 - Impregnační rozdíl - "E"

Zdroj: vlastní

Celkový impregnační rozdíl můžeme vidět na přiložených grafech (10-12). Z těchto grafů plyne, že zřejmě největší vliv použitého rozpouštědla byl dosažen u parametru „a“, ostatních parametrů byl sice méně výrazný, ale přesto patrný. Podstatný vliv mělo přitom složení a fyzikální vlastnosti jednotlivých testovaných pelet.

8.5 Vlastní experiment, část 3

Následující část experimentu se zabývala kontinuálním měřením ztráty hmotnosti impregnovaných kompozitních nosičů – jelikož pelety jsou vytvářeny pro detekční trubičky druhé generace, které budou sloužit pro kontinuální a opakované monitorování nervově-paralytických a jiných toxických látek. Tento experiment je důležitý zejména pro zjištění, kdy můžeme s jistotou tvrdit, že pelety jsou vysušené, i v případě, že k impregnaci byla použita voda. Sušení – respektive rozdíl ve ztrátě hmotnosti, záleží na těkavosti použitého rozpouštědla. Voda má oproti ethanolu nižší těkavost, proto čím více vody bude v rozpouštědle, tím bude proces sušení probíhat déle. V případě kontinuálního prosávání budou palety naopak hmotnost získávat v důsledku adsorpce vzdušné vlhkosti.

Pro toto měření byly vybrány vzorky N0-L a N50L, použité už u předchozích měření. Pelety byly impregnované roztokem methylenové modři o koncentraci 1 g/L, a to 1 g pelet na 3 ml roztoku. Celkově se připravilo 8 vzorků pelet (4x N0-L, 4x N50-L). K impregnaci byly použity roztoky methylenové modři ve vodě, ve směsi s ethanolem (50 %, 75 %) a v ethanolu. (viz přílohy) Po impregnaci a uplynutí doby 60 minut byl odsát přebytečný roztok.

Sušení impregnovaných pelet probíhalo volně na vzduchu za normálních laboratorních podmínek, aby nebyly narušeny a něčím ovlivněny jejich vlastnosti. Pelety byly sušeny v miskách po dobu 24 hodin. V pravidelných

intervalech byla měřena jejich hmotnost. Výsledky tohoto měření uvádí tabulka 18.

Tabulka 18 – Změna zabarvení pelet v průběhu sušení

Pelety	Miska (g)	1g pelet	Čas sušení (h)							
			0	2	4	6	9	14	19	24
N0-L voda	31,0032	10,144	33,7900	33,6024	33,3824	33,1389	32,7699	32,2633	32,0925	32,0503
N0-L EtOH 50 %	25,3887	10,421	27,2602	26,9400	26,7298	26,5966	26,5000	26,4688	26,4660	26,4635
N0-L EtOH 75 %	19,2616	10,242	20,8705	20,4836	20,3781	20,3414	20,3253	20,3207	20,3198	20,3183
N0-L EtOH 100 %	24,8432	10,480	26,2326	25,9153	25,9149	25,9138	25,9138	25,9151	25,9151	25,9150
N50-L voda	27,6841	10,163	30,5152	30,315	30,0940	29,8438	29,486	29,0294	28,837	28,7622
N50-L EtOH 50 %	27,6587	10,443	30,2971	29,884	29,5482	29,3121	29,056	28,8074	28,7650	28,7552
N50-L EtOH 75 %	22,9438	10,116	25,346	24,8174	24,4016	24,1666	24,0446	24,0088	24,0062	24,0040
N50-L EtOH 100 %	33,5772	10,361	35,912	35,3182	34,8517	34,6881	34,6684	34,664	34,6628	34,6603

Zdroj: vlastní

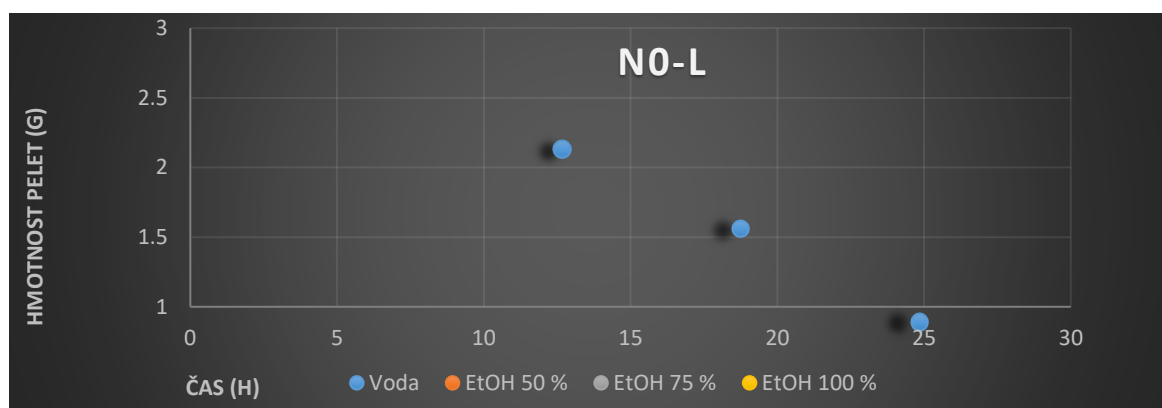
Na grafech 13 a 14 a v tabulce 19 je demonstrován pokles hmotnosti jednotlivých pelet, přičemž největší rozdíly vykazují vzorky s vodou a 50% ethanolem.

Tabulka 19 - Zbytková hmotnost vlhkosti po 24 hodinách

VZ č.	Impregnace z	Pelety (1 g)	Hmotnost pelet před měřením	Zbytková hmotnost rozpouštědla po 24 h (g)	Výsledek vlhkosti (%)
1	Voda	N0-L	1,0144	0,0327	3,12
2	EtOH 50 %	N0-L	1,0421	0,0327	3,04
3	EtOH 75 %	N0-L	1,0242	0,0325	3,08
4	EtOH 100 %	N0-L	1,048	0,0238	2,22
5	Voda	N50-L	1,0163	0,0618	5,73
6	EtOH 50 %	N50-L	1,0443	0,0522	4,76
7	EtOH 75 %	N50-L	1,0116	0,0486	4,58
8	EtOH 100 %	N50-L	1,0361	0,0470	4,34

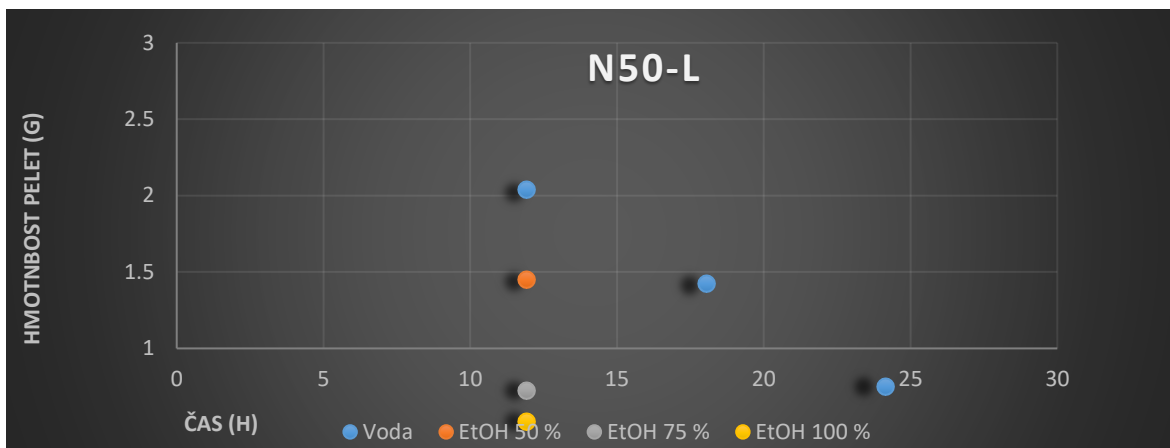
Zdroj: vlastní

Po průběžné kontrole hmotnosti pelet byla vypočtená zbytková vlhkost v peletách (1 gram od každého vzorku) a to rozdílem hmotnosti před impregnací a po 24 hodinách po vysušení. V tabulce 19 je vidět, že ještě po 24 hodinách pelety určitou vlhkost obsahují. Je rovněž zřejmé, že zbytková vlhkost je vyšší u pelet s vyšší sorpční kapacitou a s rostoucím obsahem vody v rozpouštědle.

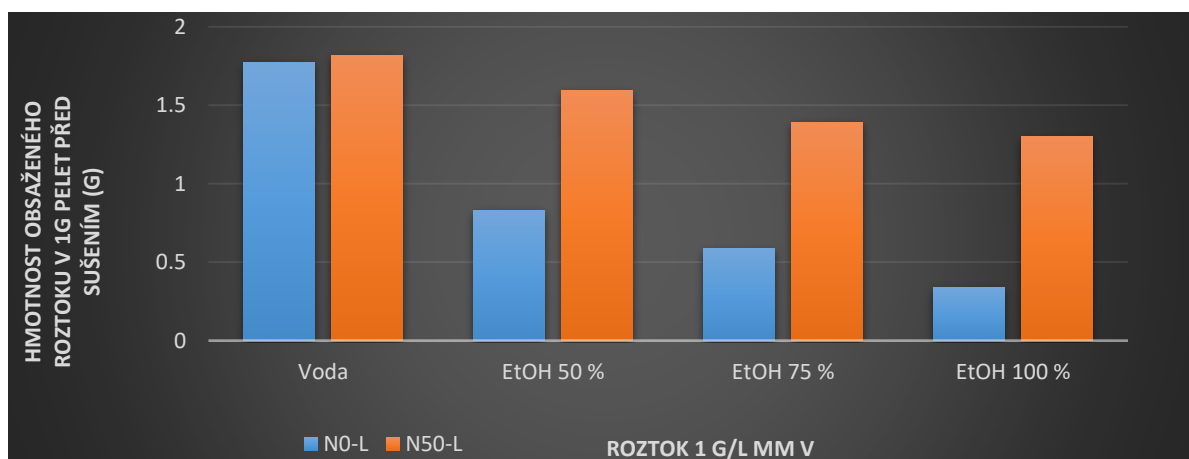


Graf 12 – Pokles hmotnosti pelet během 24 hod – N0-L

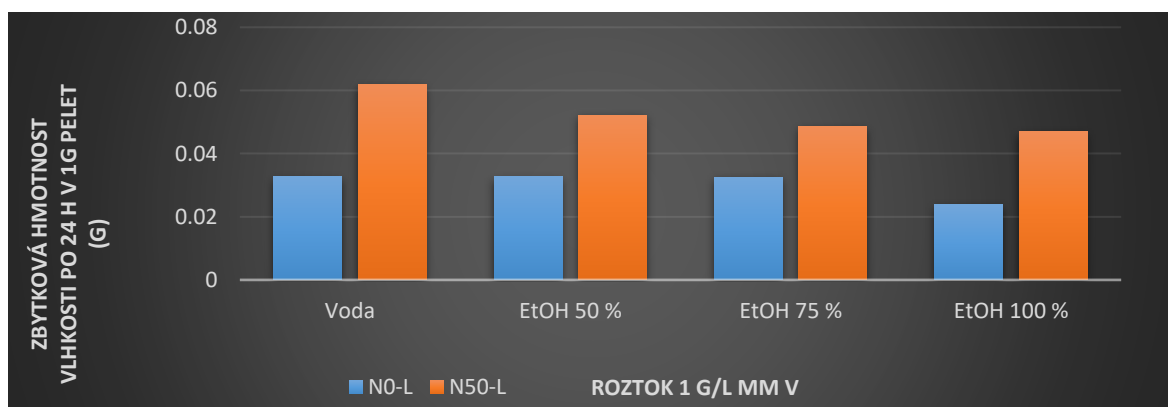
Zdroj: vlastní



Graf 13 – Pokles hmotnosti pelet během 24 hod – N50-L Zdroj: vlastní



Graf 14 - Hmotnost roztoku před sušením Zdroj: vlastní



Graf 15 Zbytková hmotnost vlhkosti po sušení Zdroj: vlastní

Grafy výše popisují rozdíl vlhkosti pelet před a po sušení u vzorků N0-L a N50-L.

8.6 Dílčí závěr k vlastním experimentům

Detekční trubičky pro detekci průmyslových škodlivin a BCHL jsou nedílnou součástí výbavy speciálních jednotek chemického průzkumu, specialistů Armády ČR, HZS ČR i ostatních složek IZS. Jsou důležité k realizaci opatření na ochranu vojsk a obyvatelstva. Detekční trubičky jsou jednoduché, levné a dostatečně spolehlivé. Je vhodné a žádoucí, aby takové prostředky byly použitelné nejen jednorázově, ale i ke dlouhodobému a opakovanému monitorování přítomnosti toxických látek v ovzduší. Výzkumným projektem VI20192022172 byly vytvořeny podmínky, aby se stávající sortiment takových trubiček rozšířil a zavedl do praxe.

Při zpracování diplomové práce jsem měla možnost podílet se – byť v omezené míře – na výzkumných a vývojových pracích zaměřených na získání nových detekčních trubiček druhé generace. Můj přínos spočívá v tom, že jsem s použitím methylenové modře jako standardu prostudovala některé postupy impregnace nosičů detekčních trubiček (založených na peletách vyrobených z kompozitních materiálů) analytickým činidlem a našla objektivní vztah mezi kvalitou této impregnace (hustotou a rovnoměrností) a použitým rozpouštědlem. Rovněž jsem ověřila, jaká je závislost sušení impregnovaného nosiče na čase, která může být vodítkem pro odhad stability náplně detekčních trubiček. Přitom je však stále nutné mít na paměti, že každý nosič má jiné složení, jiný postup při výrobě a tím odlišné vlastnosti, včetně pórovitosti.

Je zřejmé, že technologie detekčních trubiček druhé generace může být vhodná i s využitím dronů k provádění vzdušného chemického průzkumu

a kontroly, v podmínkách a situacích, které přesahují možnosti běžných pozemních prostředků.

DISKUZE

Tato diplomová práce se zabývá problematikou CBRN zbraní za použití nových technologií. CBRN látky se jako zbraně používají již tradičně, některé z nich jsou starší, jiné novější, ovšem všechny jsou nebezpečné pro zdraví a život lidí, zvířat, rostlin a mohou mít negativní vliv na životní prostředí.

Ze zdravotnického, hygienického a bezpečnostního hlediska jsou CBRN látky regulovány množstvím právních předpisů a mezinárodních konvencí, které jejich použití omezují či zakazují. Příkladem může být Úmluva o chemických zbraních. Důležité jsou i zákony o ochraně osobních údajů – podle nich může dojít odcizením informace k poškození práv osob, což může vést konfliktům dokonce v globálním měřítku.

Chemické zbraně jsou zaměřeny ve většině případů na obyvatelstvo, ať už se jedná o její vojenskou či civilní část. Existují látky, které mohou způsobit zranění či smrt člověka během několika vteřin či minut, následky otravy přetrvávají několik hodin či dokonce dnů.

Mezi nejobvyklejší a zároveň nejstarší biologické zbraně můžeme zařadit toxiny, a to zejména rostlinného původu. V současnosti dokumentujeme například případy znečištění vod biologickým odpadem, které vyžaduje náročnou a nákladnou dekontaminaci. Ve světě je mnoho oblastí bez pitné vody, jejíž nedostatek způsobuje úmrtí lidí, zvířat či erozi přírody. O pitnou vodu se v minulosti vedly i války. Mezi biologické zbraně patří (a to především) patogenní mikroorganismy, jejichž výhodou je snadný přenos, schopnost samoreplikace a rychlé šíření mezi živými organismy. Jedná se o původce infekčních onemocnění, které mohou způsobit dlouhodobé a někdy trvalé zhoršení zdravotního stavu.

Diplomová práce poskytuje jakýsi průřez historií CBRN látek a nových technologií, které s nimi mohou souviset. Dále odpovídá na výzkumné otázky a hypotézy.

Jaká z řešených technologií má největší potenciál být zneužitou?

V domácích i zahraničních studiích a článcích jsou z předmětných technologií nejčastěji zmiňované 3D tisk a drony.

Proč drony, je samozřejmě jasné. Již v dnešní době se používají pro různá odvětví práce či volnočasových aktivit. S rozvojem jejich vybavení se stávají inteligentnější, vybavenější a vytrvalejší. Je potřeba brát v potaz, že už nyní se v civilní sféře majitelé dronů a uživatelé dopouštějí různých přestupků a porušení zákonných opatření. Tímto způsobem se narušuje soukromí, odcizují data, nebo proniká na zakázané či chráněné území. Ve vojenské sféře mají drony velkou budoucnost. Může se jednat o malé zbraně s relativně jednoduchým software. Existují drony – kamikaze, jejichž úkolem je zasáhnout určený cíl a při tom jsou zničeny. Na otázku, zda mohou drony působit jako zbraně hromadného ničení, je odpověď – mohou.

Podle Bulletin of Atomic Scientists se Ministerstvo obrany USA stále zabývá testováním rojových dronů. Vytvořené algoritmy se zakódují do dronů a přiřadí se jim konkrétní úkoly. (Kallenborn, 2021) Jednotlivá bojiště jsou složitá, proto je potřebná aktualizace ve smyslu heterogenity, kdy roje dronů různé velikosti mohou fungovat na různých doménách, a flexibility, která zaručuje snadnější přidání dronu do roje či odebrání z něj. Právě takto ozbrojené a autonomní roje mohou být budoucí zbraní hromadného ničení.

Co se týče další nejčastěji zmiňované technologie, 3D tisku, ve vědeckých článcích jsou sepsány různé názory, proč může být zneužita. Jde zejména o látky používané při výrobě. Pokud se jedná o tisk součástí a věcí do domácnosti, použití nesprávných látek může mít fatální dopad na zdraví její členů. Pokud by byla věc používaná často a v nevhodném prostředí, mohou se z ní uvolňovat škodlivé částice, které se usadí v plicích. Obzvlášť nebezpečný pak může být pro astmatiky.

Výrobce látek pro 3D tisk musí být maximálně opatrný, aby koncentrace škodlivin nepřevýšila normu a nezpůsobila tak škody na zdraví a životech lidí.

Zneužit 3D tisk může spotřebitel při tisku například součástí do zbraní, které samotná tiskárna nedokáže rozpoznat jako nebezpečné a tisk zastavit. To by však mohl být zajímavý návrh na aktualizaci opatření. Dají se najít i hotové nákresy pro tisk nebezpečných součástí, ty však zahrnují i jakýsi zábranný element, který neumožňuje vytištěnou věc náležitě použít. Schopní a zainteresovaní lidé však nemají problém tyto ochrany odstranit.

Přejdeme-li na hypotézy, tak znění první je:

Nové technologie mohou být nejen hrozbou pro použití CBRN, ale také prostředkem ochrany proti nim.

Nové technologie se obvykle vytvářejí za nějakým účelem. Ať je to zjednodušení života člověka, zjednodušení výrobního procesu či zlepšení bezpečnostní situace. Člověk však nemusí a nesmí přemýšlet celou dobu negativně a do hloubky, a tak následně žít ve stresu a strachu z budoucnosti. Bezpečí člověka, dle pozorování dění ve světě, začíná být značně ohrožováno a je dobré, když technologie umožní předejít mnoha problémům.

Zaměříme se konkrétně na drony. Lidé v nich čím dál tím víc vidí hrozbu. Představují si je jako zbraně a věci, které je mohou sledovat či odposlouchávat.

Ukážeme si konkrétní příklad – irské obranné složky pracují na vývoji dronů, které budou sloužit k záchraně životů při CBRN útocích. Irish Mirror uvádí, že již v roce 2018 se začalo pracovat na dronech, které umožní minimalizovat účinky při scénářích typu „Špinavá bomba“. Je to know-how, které může předejít ohrožení života velkého počtu lidí. (O'Connor, 2018)

Praktická část této práce se zaměřovala na detekční trubičky druhé generace. Na drony se dají připevnit už téměř jakékoliv věci. Například detekční trubičky připojené na drony by mohly monitorovat případné kontaminované území, a tak poskytnout informace pro osoby, které musí reagovat na tuto situaci a pracovat s ní. Drony různých velikostí by mohly detekovat CBRN látky jak ve vnitřních, tak i ve venkovních prostorech. To by mohlo vést k eliminaci škodlivého dopadu po již vzniklé mimořádné události.

Drony mohou rovněž sloužit k prevenci zneužití CBRN. Může se jednat o případ, kdy jsou použity drony s přidanou zbraní a slouží pouze jako strategicky odstrašující zbraň – zejména to platí pro státy bez jaderných zbraní. (O'Connor, 2018)

Co se týče zbytku zmíněných technologií, tak ty jistě poslouží jako dobrý prostředek pro zmírnění dopadů nežádoucí mimořádné situace. Na 3D tisku lze vytisknout prostředky individuální ochrany. Během pandemie koronaviru tak učinilo i České vysoké učení technické v Praze. *„Odborníci z ČVUT vyvinuli respirátor na 3D tiskárně. Speciální filtr vydrží asi týden. Je to ještě vyšší ochrana než FFP3“*, uváděl na svém Twitteru tehdejší ministr zdravotnictví Adam Vojtěch. (ČTK, 2020)

Pokud jde o darkweb – dají se tam vypátrat osoby, které mohou zamýšlet útok se CBRN látkami. Zejména bezpečnostní pracovníci pozorují tuto skrytou část internetu a následně v případě podezřelých nákupů vypátrají potenciální zločince. Kvůli vzrůstajícímu povědomí o přítomnosti bezpečnostních složek na tomto místě jsou nákupci stále opatrnější a strategicky se přesouvají na jiná místa – uvádí časopis Small Wars Journal. (River, Archy, 2019)

Kvůli malware vznikají nové strategie, které vyvíjí státy, aby zabránily útokům svých nepřátel. Jde zejména o šíření malwaru, který může ovlivnit fungování jaderných zařízení, kritické infrastruktury apod. Dle vědců právě malware může hrát zásadní roli při vytváření obranyschopnosti státu, uvádí Brill & Haagská akademie mezinárodního práva. (Magi, 2022)

Syntetická biologie v některých odborných článcích je uváděná a reprezentovaná jako „Budoucnost CBRN terorismu“. Není se čemu divit. Syntetická biologie může být využita pro vytvoření nových či modifikaci existujících organismů. Stalo se, že kanadští vědci dokázali zrekonstruovat již vyhynulý poxvirus neštovic. Zní to poněkud strašidelně, jelikož neštovice patří k nejsmrteľnějším nemocím v historii. Obnovení viru se podařilo skupině vědců během půl roku – jeho vymýcení však trvalo desítky let. Poradní výbor Světové zdravotnické organizace v roce 2020 pořádal zasedání pro výzkum viru variola, kde se pobíraly potenciální výhody a nevýhody tohoto činu.

Tento čin vyvolal znepokojivé otázky ohledně možnosti zneužití takové moderní biotechnologie. Virolog David Evans (vedoucí zmíněné skupiny vědců) však věří, že pomocí rekonstrukce varioly může dojít k odhalení původu staré vakcíny proti neštovicím a takto dojde k vytvoření nových a lepších vakcín. (Kupferschmidt, 2017); (WHO, 2020)

Na základě získaných o rozvíjejících se technologii mohu říct, že zmíněné technologie mohou být použité jako prostředky ochrany proti CBRN.

Hypotéza 1 je takto potvrzená.

Další hypotéza zní:

Množství a distribuce činidla naneseného na celulózové nosiče detekčních trubiček závisí na druhu použitého rozpouštědla.

Při experimentech popsaných v kapitole 8 bylo prokázáno, že množství analytického činidla a jeho homogenitu, tzn. rovnoměrnost impregnace, lze ovlivnit použitím vhodného rozpouštědla.

Ze začátku se pelety impregnovaly ve zkumavkách. Tento způsob nebyl relevantní pro všechna rozpouštědla. Bylo totiž zjištěno, že voda značně poškodila celulózové nosiče (na rozdíl od acetonu a ethanolu), zřejmě vlivem jejich prostorového uspořádání. Proto byl experiment zopakován a uskutečněn v miskách. Ukázalo se, přitom, že použití vodných roztoků vedly k nejrovnoměrnější impregnaci pelet.

V druhé části experimentu se srovnávala kvalita impregnace mezi roztokem methylenové modře ve vodě a v ethanolu. Bylo rovněž prověřováno, zda a jaký vliv má množství použitého impregnačního činidla (tj. ve značném přebytku nebo naopak v množství, které je blízké sorpční kapacitě sorbentu).

Hodnocení probíhalo porovnáním kolorimetrických parametrů v systému CIELAB. Parametr L* je parametr měrné světlosti (světlá vs tmavá); a* označuje barevnou osu od zelené po červenou; b* je osa barev od modré po žlutou.

Na grafech 10-12 lze pozorovat, že intenzita zbarvení (množství a distribuce) činidla naneseného na celulózové nosiče detekčních trubiček skutečně závisí na druhu použitého rozpouštědla, i když možná ne tak významně, jak se předpokládalo. Přestože některé rozdíly byly způsobené spíše odlišnými fyzikálními vlastnostmi jednotlivých testovaných sorbentů, než vlivem rozpouštědla (je potřeba zdůraznit, že byla hodnocena pouze některá rozpouštědla a pouze v čistém stavu, nikoli ve směsi), **stanovenou hypotézu lze potvrdit**. Zároveň je však namístě upozornit, že vliv použitého rozpouštědla se markantně projevil v jiných fyzikálních parametrech impregnovaných pelet, důležitých pro jejich aplikaci do detekčních trubiček.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zaměřovala na moderní technologie, které mohou kooperovat s CBRN látkami. Na začátku práce byl představen stručný úvod do problematiky a také vytyčeny cíle a hypotézy k dané problematice.

V teoretické části byly rozděleny a vysvětleny jednotlivé složky CBRN a jejich působení na člověka, flóru a faunu. Dále v návaznosti byly rozebrány zmíněné technologie, legislativa, největší hrozby a nebezpečné situace spojené s nimi.

Praktická část práce byla rozdělená na dva oddíly. První se zabýval analýzami technologií. Na základě analýz byla vybrána technologie, která má největší potenciál stát se hrozbou pro bezpečí mnohých lidí. Tato technologie byla dále podrobená dalším analýzám, a to konkrétně PEST a na ní navazující SWOT.

Druhý oddíl praktické části se věnoval projektu výzkumu detekčních trubiček druhé generace pro kontinuální a opakované monitorování nervově paralytických a jiných toxických látek (projekt bezpečnostního výzkumu VI20192022172). V rámci toho projektu jsme s laboratorním týmem (za mé osobní účasti) provedli řadu experimentů zaměřených na testování vysoce porézních nosičů ve formě pelet. Potvrdilo se, že praktické použití pelet závisí na jejich složení a způsobu přípravy. Největší pozornost byla věnovaná vzorkům se zvýšenou sorpční kapacitou, připravených ošetřením pomocí mentholu a kafry. Získané dílčí výsledky provedených experimentů mohou přispět k ochraně života a zdraví obyvatelstva a zvýšení bezpečnosti státu.

Během práce bylo zodpovězeno na stanovenou výzkumnou otázku a také na hypotézy. Potvrdila se hypotéza č. 1, že moderní technologie nemusí představovat pouze hrozbu a nebezpečí pro obyvatelstvo. Podle odborných mezinárodních zdrojů lze říct, že tyto technologie se také dají použít jako

opatření proti CBRN útokům. Hypotéza č. 2 se rovněž potvrdila, experimentálně bylo ověřeno, že množství analytického činidla a rovnoměrnost jeho impregnace na peletách lze ovlivnit i použitím vhodného rozpouštědla.

Závěrem lze prohlásit, že moderní technologie v kooperaci s CBRN látkami mohou být nejen hrozbou a rizikem, ale mohou značně přispět i k ochraně života a zdraví obyvatelstva.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ZHN	Zbraně hromadného ničení
BCHL	Bojové chemické látky
CBRN	Chemické, biologické, radiační, nukleární
PC	Personal computer
ICANN	Internet Corporation for Assignet Names and Numbers
PPM	Parts per million
MM	Methylenová modř
GMO	Geneticky modifikované organismy
GDPR	General Data Protection Regulation
UI	Umělá inteligence

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- MAGI, Laura, 2022. *The Challenge to Jus ad Bellum Posed by the Development or Use of CBRN Weapons* [online]. Brill | Nijhoff [cit. 2022-04-13]. DOI 9789004507999. Dostupné z: <https://brill.com/view/book/edcoll/9789004507999/BP000028.xml>
- RIVERA, Jason a Wanda ARCHY. *The Role of the Dark Web in Future Cyber Wars to Come* [online]. 21.2.2019 [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/role-dark-web-future-cyber-wars-come>
- O'CONNOR, Nial. *Defence forces and Irish Universities use drones to help prepare for potential 'dirty bomb' attack in Dublin* [online]. 27. 4. 2018 [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://www.dublinlive.ie/news/dublin-news/terrorist-dirty-bomb-attack-dublin-14581449>
- PITSCHMANN, Vladimír, Ivana TUŠAROVÁ, Zbyněk KOBLIHA a David VETCHÝ, 2011. *Detection tube with composite carrier for detection of phosgene and diphosgene in air* [online]. Brno [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: [doi:10.2298/HEMIND110530057P](https://doi.org/10.2298/HEMIND110530057P)
- ČTK a IDNES.CZ. *ČVUT na 3D tiskárně vyrobí tisíce respirátorů denně, půjdou do nemocnic* [online]. 23. 3. 2020 [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/koronavirus-respiratory-cvut-vyroba-nemocnice-zdravotnictvi-adam-vojtech.A200323_120023_domaci_aug
- WHO, 2020. *Who advisory committee on variola virus research: report of the twenty-second meeting* [online]. Geneva [cit. 2022-04-13]. ISBN 978-92-4-002314-7. Dostupné z: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240023147>

- KUPFERSCHMIDT, Kai, 2017. How Canadian researchers reconstituted an extinct poxvirus for \$100,000 using mail-order DNA. Science [online]. 6. 7. 2017 [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://www.science.org/content/article/how-canadian-researchers-reconstituted-extinct-poxvirus-100000-using-mail-order-dna>
- PITSCHMANN, Vladimír, 2003. *Detekční trubičky: Analýza vojensky významných toxických látek*. Beroun: Econt Consulting spol. ISBN 80-86664-01-5.
- PITSCHMANN, Vladimír, 2012. *Chemici v laboratoři i na bitevním poli: období od roku 1914 do roku 1945*. Praha: Naše vojsko. ISBN 978-80-206-1298-4.
- ZEMAN, Jiří, Aleš FRANC, Sylvie PAVLOKOVÁ, Vladimír PITSCHMANN a Lukáš MATĚJOVSKÝ, 2017. *The development of a butyrylcholinesterase porous pellet for innovative detection of cholinesterase inhibitors*. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* [online]. 109 [cit. 2022-04-30]. ISSN 0928-0987. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928098717305079>
- PITSCHMANN, Vladimír, 2010. *Šamani, alchymisté, chemici a válečníci: období od prehistorie do roku 1914*. Praha: Naše vojsko. ISBN 978-80-206-11109.
- PRYMULA, CSC., PH.D., doc. MUDr. Roman, 2002. *Biologický a chemický terorismus: Informace pro každého*. Vojenská lékařská akademie Jana Evangelisty Purkyně. Hradec Králové: Grada Publishing, spol. ISBN 80-247-0288-6.
- KOLKOVÁ, Olga. *Speciální náboje, které nezničí zbraň z 3D tiskárny. Umožní opakovanou střelbu*. 10.11.2014. ISBN 978-80-251-4885-3. Dostupné také z: <https://cdr.cz/clanek/specialni-naboje-ktere-neznici-zbran-z-3d-tiskarny-umozni-opakovanou-strelbu>

PITSCHMANN, Vladimír, Lukáš MATĚJOVSKÝ, Jiří ZEMAN, David Pichm, Michal DYMÁK, Martin LOBOTKA, Sylvie PAVLOKOVÁ a Zdeněk MORAVEC, 2020. *Second-Generation Phosgene and Diphosgene Detection Tube*. *Chemosensor*. MDPI.

VÁLKA. CZ. SERVER O VOJENSTVÍ A HISTORII, 2010. *Difosgén* [online]. [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.valka.cz/Difosgen-DP-t10955>

PITSCHMANN, Vladimír, Ivana TUŠAROVÁ, Zbyněk KOBLIHA a David VETCHÝ, 2021. *Detection tube with composite carrier for detection of phosgene and diphosgene in air* [online]. ScienceDirect [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: www.elsevier.com/locate/ejps

FUJI CHEMICAL INDUSTRY, 2008. Neusilin® vs Colloidal silicon dioxide and Micronized silicon dioxide. In: *Technical Newsletter* [online]. Fuji chemical industry Co. [cit. 2022-02-19]. Dostupné z: https://www.fujichemical.co.jp/english/newsletter/newsletter_pharma_0805.html

ZEMAN, Jiří, Sylvie PAVLOKOVÁ, David VETCHÝ a Vladimír PITSCHMANN, 2020. The effect of different types of lactose monohydrate on the stability of acetylcholinesterase immobilized on carriers designed to detect nerve agents [online]. *SCI*. Wiley Online Library [cit. 2022-04-1]. Dostupné z: [doi:10.1002/jctb.6700](https://doi.org/10.1002/jctb.6700)

ZEMAN, Jiří, David VETCHÝ, Aleš FRANČ a Vladimír PITSCHMANN, 2020. Unique coated neusilin pellets with a more distinct and fast visual detection of nerve agents and other cholinesterase inhibitors [online]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* [cit. 2022-04-30]. ISSN 0731-7085. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.113004>

- ŽĎÁROVÁ KARASOVÁ, Jana, Kamil KUČA, Daniel JUN a Jiří BAJGAR, 2010. Užití ellmanovy metody pro stanovení aktivit cholinesteras při in vivo hodnocení účinků reaktivátorů. *Chem. Listy*, 46-50. Dostupné také z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_01_46-50.pdf
- ZEMAN, Jiří, Aleš FRANC, Sylvie PAVLOKOVÁ, Vladimír PITSCHMANN a Lukáš MATĚJOVSKÝ, 2017. The development of a butyrylcholinesterase porous pellet for innovative detection of cholinesterase inhibitors. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* [online]. 109 [cit. 2022-04-30]. ISSN 0928-0987. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928098717305079>
- ZEMAN, Jiří, David VETCHÝ, Aleš FRANC, Sylvie PAVLOKOVÁ, Vladimír PITSCHMANN a Lukáš MATĚJOVSKÝ, 2022. The development of a butyrylcholinesterase porous pellet for innovative detection of cholinesterase inhibitors. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. ScienceDirect. Dostupné také z: www.elsevier.com/locate/ejps
- KH. *Zpackaný zásah v Kábulu. Příkaz k smrti rozhodly rozmazané záběry* [online]. 22.1.2022 [cit. 2022-01-30]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/usa-dron-utok-afghanistan-kabul-video-armada.A220120_135505_zahranicni_kha
- ЛОТОЦЬКА, Наталка. *США визнали, що їхній безпілотник вбив в Афганістані 10 цивільних осіб* [online]. In: 18.9.2021 [cit. 2022-01-30]. Dostupné z: https://lb.ua/world/2021/09/18/494264_ssha_viznali_shcho_ihniy_bezpilotnik.html
- VŠCHT PRAHA, 2021. *Osud cizorodých látek v organismu. Vstup, metabolické přeměny a vylučování* [online]. Praha [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://old.vscht.cz/kot/resources/studijni-materialy/tox-011/prezentace.pdf>

MCGACHY, PH.D., Ing. Lenka, Ing. Pavla TOMÁŠOVÁ a Ing. Zuzana ROŠKOVÁ,
VŠCHT. *Toxikologie a ekotoxikologie I*. Praha. ISBN 978-80-7592-097-3.

ROBINSON, Laura, 2019. *A practical guide to toxicology and human health risk assesment*.
Brighton, UK, 372 s. ISBN 978-1-118-88202-3.

PAVLÍK, CSC., MUDr. Emil a A KOL., 2017. *CBRNE – ochranná opatření* [online].
KLADNO: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE [cit. 2021-11-06].
Dostupné z:
https://predmety.fbmi.cvut.cz/sites/default/files/predmet/3673/metodicka_prirucka/F7PMCCBRNO_20190925_092057_c2d447fed078a4375d453d18e1a0a315.pdf

OBORY.VITALION.CZ. *Radiologie* [online]. [cit. 2021-11-06]. Dostupné z:
<https://obory.vitalion.cz/radiologie/>

Odbor pro kontrolu nešíření ZHN: Oddělení pro kontrolu zákazu chemických a biologických zbraní [online], 2021. SÚJB [cit. 2021-11-05]. Dostupné z:
<https://www.sujb.cz/zakaz-chemickyh-zbrani/>

ČTK, SEZNAM ZPRÁVY, 2019. *Benešovská nemocnice po napadení kryptovirem opět funguje* [online]. [cit. 2021-10-19]. Dostupné z:
<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/benesovska-nemocnice-po-napadeni-kryptovirem-opet-funguje-85562>

WAUGH, Tím Rob, 14.12. 2011n. 1. *Syntetická biologie* [online]. [cit. 2021-10-13].
Dostupné z: <https://psychickeobtezovani.webnode.cz/news/synteticka-biologie/>

SODIUMMEDIA. *Umělá bakterie "Cynthia"* [online]. [cit. 2021-10-13]. Dostupné z:
<https://cs.sodiummedia.com/4039636-artificial-bacterium-quotcynthiaquot-photo>

- SYNTETICKÁ BIOLOGIE [online]. Západočeská univerzita v Plzni [cit. 2021-10-10].
Dostupné z: <https://www.ntis.zcu.cz/cs/Research/Bio-Engineering-technologies-and-models/Synthetic-biology/index.html>
- 3D tisk – NEZkreslená věda IV [online], 2018. [cit. 2021-08-12]. Dostupné z:
<https://www.otevrenaveda.cz/cs/index.html>
- WALLACH KLOSKI, Liza a Nick KLOSKI, 2017. *Začínáme s 3D tiskem* [online]. 2017.
Albatros Media [cit. 2021-08-11]. Dostupné z:
https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=bhy2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA8&dq=3D+tisk&ots=bv4HbpWgeX&sig=5gepIUlupx7nMJnshH-IKQL_Zw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- DRONPRO, Alex, 2021. *Pravidla pro létání, aneb co vše s dronem (ne)smíte* [online]. In: [cit. 2021-07-13]. Dostupné z: <https://dronpro.cz/pravidla-pro-letani-aneb-co-vse-s-dronem-ne-smite>
- HOHENLOHE, Stephan zu, 2016. *Drony: stručně a přehledně: výběr vhodného modelu, ovládání, foto a video, legislativa*. Přeložil Richard KRÍŽ. Frýdek-Místek: Alpress. ISBN 978-80-7543-234-6.
- KOCOUREK, Jaroslav a Jaroslav ŘEŠÁTKO, 2017. *Drony: praktická příručka pro majitele dronů DJI*. Praha: TELINK, spol. s r.o. ISBN 978-80-7346-228-4.
- KARAS, Jakub a Tomáš TICHÝ, 2016. *Drony*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-4680-4.
- KARAS, Jakub, 2017. *222 tipů a triků pro drony*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-4874-7.
- AVAST. *Spyware* [online]. [cit. 2021-06-29]. Dostupné z: <https://www.avast.com/cs-cz/c-spyware>

- KAŠPAR, Tomáš František, 2016. *Zprovoznění a popis funkčnosti FreeNet* [online]. 13 [cit. 2021-06-29]. Dostupné z: <https://pwc-ceska-republika.blogs.com/files/zprovozn%C4%9Bn%C3%AD-a-popis-funk%C4%8Dnosti-freenet.pdf>
- NUTIL, Petr, 2015. *Darknet, aneb cesta do hlubin internetu* [online]. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/zpravy/382630-darknet-aneb-cesta-do-hlubin-internetu/>
- VENTRE, Daniel, 2012. *Cyber Conflict*. London: ISTE, 319 s. ISBN 978/1-84821-350-0.
- STROUKAL, Dominik, 2020. *Dark Web: sex, drogy a bitcoiny*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-2934-8.
- KOLOUCH, Jan, 2016. *CyberCrime*. Praha: CZ.NIC, z.s.p.o. CZ.NIC. ISBN 978-80-88168-15-7.
- Alza.cz, 2019. Co je deep web? A jak se liší od dark webu? *Www.alza.cz* [online]. [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/co-je-deep-web>
- NČS. *Až bude na Zemi téměř 10 miliard lidí, světová populace začne klesat* [online]. 17.7.2020 [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/veda-skoly/clanek/az-bude-na-zemi-temer-10-miliard-lidi-svetova-populace-zacne-klesat-40330872>
- JAVORČEKOVÁ, Bc. Klára, 2013. *Problematika hladu v Africe, regionálně geografická analýza* [online]. Masarykova univerzita přírodovědecká fakulta geografický ústav [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/klhix/Diplomova_prace.pdf
- Vodohospodářství a odpady jako perspektivní obory v Chile. *Www.businessinfo.cz* [online]. 20.8.2020 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/clanky/vodohospodarstvi-a-odpady-jako-perspektivni-obory-v-chile/>

NATOLICKÁ, Bc. Anika. *ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE Fakulta biomedicínského inženýrství Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva Nouzové zásobování obyvatelstva pitnou vodou ve správním obvodu obce s rozšířenou působností Havlíčkův Brod* [online]. In: 2018, s. 111 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/80758/FBMI-DP-2018-Netolicka-Anika-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

REGULAČNÍ OPATŘENÍ [online]. In: [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: https://www.litomerice.cz/images/Clanky/krize/regulacni_opatreni.pdf

HALAŠKA PH.D., Ing. Jiří. *Soustava regulačních opatření, jejich zaměření a hlavní zásady* [online]. 40 s. [cit. 2021-04-05].

MAJDLOCH, Martin. Bankovní regulace a řízení rizik v době koronaviru. *Www.ey.com* [online]. 2020 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: https://www.ey.com/cs_cz/financial-services/bankovni-regulace-a-rizeni-rizik-v-dobe-koronaviru

Návrh vyhlášky o stavu nouze v elektroenergetice, 220n. 1. *Energetika info.cz* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 3.11.2020, 2020, [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: [Návrh vyhlášky o stavu nouze v elektroenergetice](#)

Ústřední správní úřady, 2000. *Vyhláška č. 498/2000 Sb.* [online]. Praha: *Zákony pro lidi* [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.sshr.cz/pro-verejnou-spravu/pusobnost-organu-pri-zajistovani-vecnych-zdroju/ustredni-spravni-urady-usu/>

BLAŽKOVÁ, Kateřina, 2021. Regulační opatření. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. Praha: MVCR, 26.01.2011, 2011(1), 1 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/regulacni-opatreni.aspx>

HZSCR.CZ [online]. [cit. 2021-04-03]. Dostupné z:
<http://www.hzsmsk.cz/index.php?a=cat.70>

Regulační opatření, 2021. In: *SSHR České rezervy: Regulační opatření* [online]. Praha: SSHR Czech Republic, 2021 [cit. 2021-04-03]. Dostupné z:
<https://www.sshr.cz/pro-verejnou-spravu/system-hopks/>

Regulační opatření [online], 2021. [cit. 2021-04-03]. Dostupné z:
<https://www.sshr.cz/pro-verejnou-spravu/system-hopks/regulacni-opatreni/>
[online]. [cit. 2021-04-03].

ČR, 2017. 241/2000 Sb. *Zákon o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů*. ročník 2017. Dostupné také z:
<https://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-o-hospodarskych-opatrenich-pro-krizove-stavy-a-o-zmene-nekterych-souvisejicich-zakonu/f2060723/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Tradiční BČHL.....	15
Tabulka 2 - Vyhodnocení technologií	51
Tabulka 3 - Vyhodnocení 2.....	52
Tabulka 4 - Vyhodnocení 3.....	53
Tabulka 5 - Vyhodnocení 4.....	53
Tabulka 6 - Vyhodnocení 5.....	54
Tabulka 7 - SWOT analýza dronů	62
Tabulka 8 - Složení vzorků obsahující menthol M (v %)..	68
Tabulka 9 - Výsledky měření vzorků pelet s mentholem	69
Tabulka 10 - Výsledky měření vzorků pelet s kafrem	69
Tabulka 11 - Výsledky měření vzorků pelet s hydrogenuhličitanem amonným ..	70
Tabulka 12 – Složení směsi pro přípravu nosičů lyofilizací.....	71
Tabulka 13 - Počet odebraného roztoku ze zkumavek	73
Tabulka 14 - Odběr roztoku ze vzorků	74

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - Struktura genu viru Eboly</i>	17
<i>Obrázek 2 - Průnik ionizujícího záření</i>	18
<i>Obrázek 3 - Exploze nukleárních bomb</i>	21
<i>Obrázek 4 - Deep web</i>	23
<i>Obrázek 5 - Silk Road</i>	26
<i>Obrázek 6 - Příklad adware</i>	29
<i>Obrázek 7 - Kettering Bug, jeden z nejstarších bezpilotních letounů</i>	33
<i>Obrázek 8 -MQ-1 Predator – nejznámější vojenský dron od General Atomics</i>	34
<i>Obrázek 9 - DJI Mavic Air Fly More Combo, Arctic White</i>	35
<i>Obrázek 10 - Kategorie rozdělení dronů</i>	37
<i>Obrázek 11 - Open Source 3D tiskárna</i>	39
<i>Obrázek 12 - Vzorky obsahující menthol</i>	68
<i>Obrázek 13 - Pelety s roztokem ve zkumavkách</i>	72
<i>Obrázek 14 - - Vzorky pelet impregnovány Ethanolem. Foto v skleněných trubičkách po vysušení</i>	73
<i>Obrázek 15 - vzorky pelet s roztokem methylenové modři ve vodě (horní řada) a v acetonu</i>	74
<i>Obrázek 16 - Vzorky pelet s vodou ve skleněných trubičkách</i>	75
<i>Obrázek 17 - Vzorky pelet s acetonem ve skleněných trubičkách</i>	75

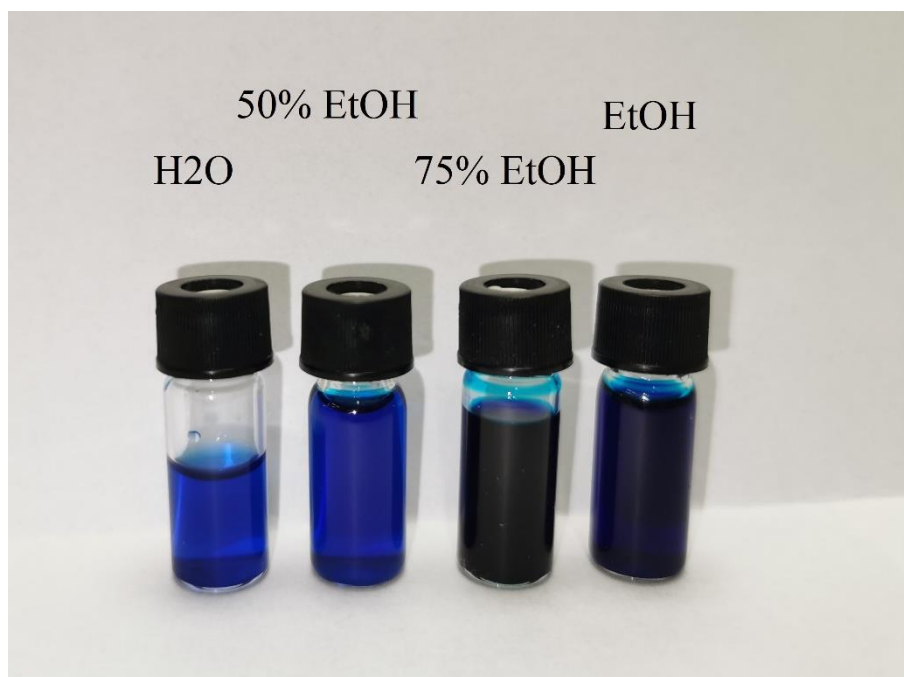
SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 - Využití Darknetu ve vybraných zemích</i>	49
<i>Graf 2 - Srovnání technologií</i>	51
<i>Graf 3 - Parametr "L"</i>	76
<i>Graf 4 - Parametr "a"</i>	76
<i>Graf 5 - Parametr "b"</i>	77
<i>Graf 6 - Parametr "a"</i>	80
<i>Graf 7 - Parametr "b"</i>	81
<i>Graf 8 - Parametr "E"</i>	81
<i>Graf 9 - Impregnační rozdíl - "a"</i>	82
<i>Graf 10 - Impregnační rozdíl - "b"</i>	82
<i>Graf 11 - Impregnační rozdíl - "E"</i>	82
<i>Graf 12 – Pokles hmotnosti pelet během 24 hod – N0-L</i>	85
<i>Graf 13 – Pokles hmotnosti pelet během 24 hod – N50-L</i>	86
<i>Graf 14 - Hmotnost roztoku před sušením</i>	86
<i>Graf 15 - Zbytková hmotnost vlhkosti po sušení</i>	86

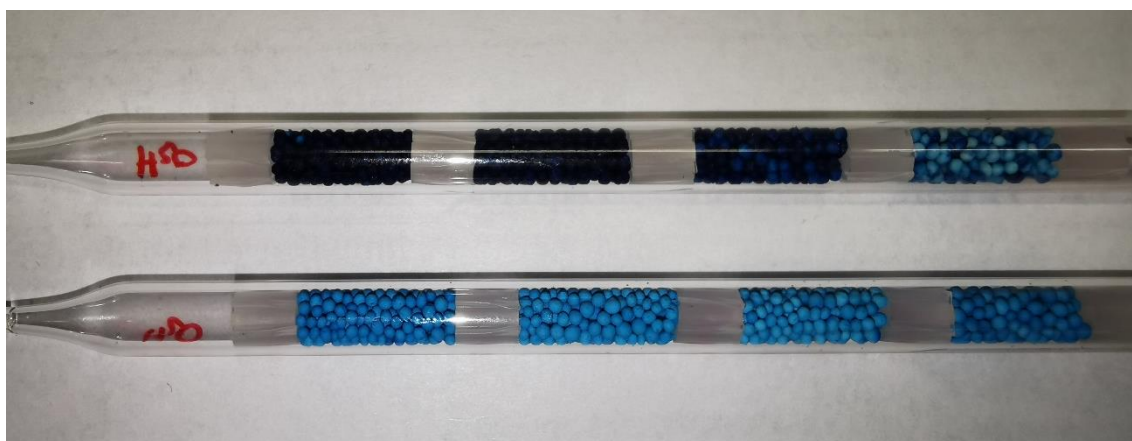
SEZNAM PŘÍLOH

<i>Příloha 1 - Obsah ethanolu v roztocích methylenové modři</i>	<i>112</i>
<i>Příloha 2 – Vrstvy impregnované methylenovou modří v ethanolu. F0-50-L, N0-50-L</i>	<i>112</i>
<i>Příloha 3 - Impregnace methylenovou modří v acetonu. Vzorky N, MN0.0 - MN20.0, K20.0.....</i>	<i>113</i>
<i>Příloha 4 - Suché pelety impregnované methylenovou modří v acetonu. Vzorky N, MN0.0 - MN20.0, K20.0.....</i>	<i>113</i>

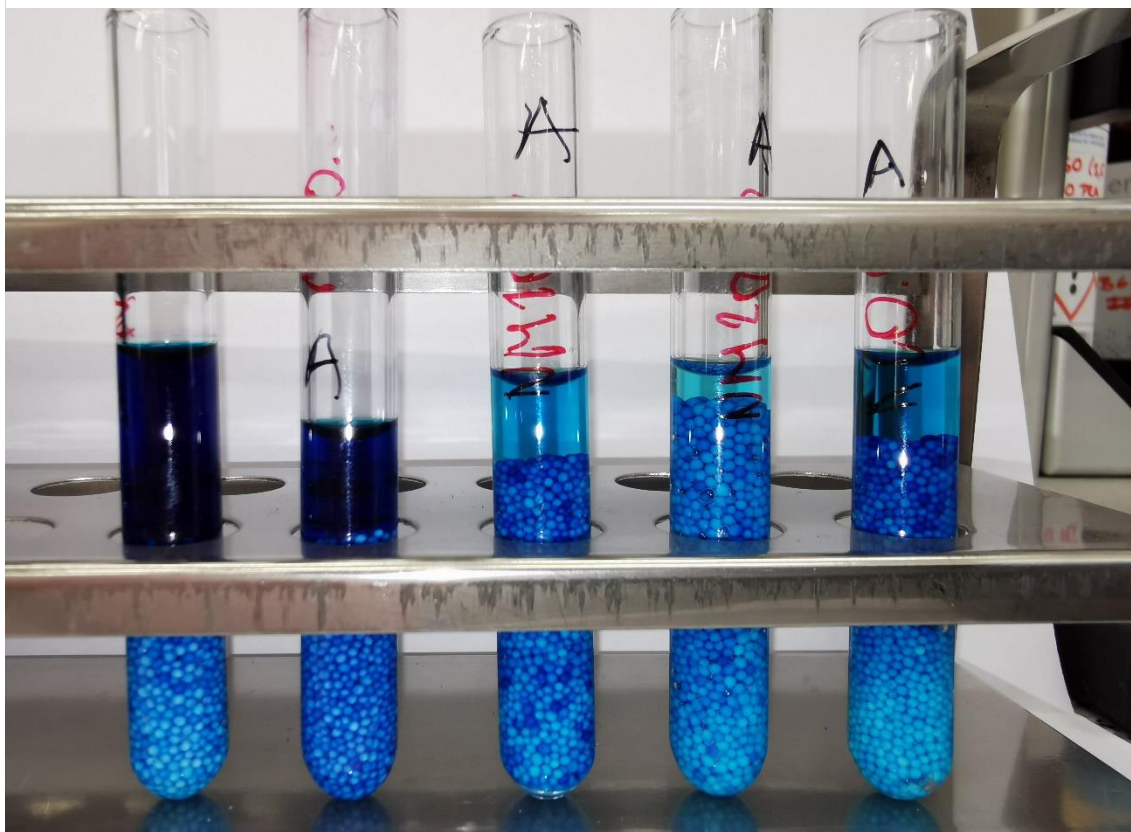
Příloha 1 - Obsah ethanolu v roztocích methylenové modři (vlastní experiment)



Příloha 2 – Vrstvy impregnované methylenovou modří v ethanolu. F0-50-L, N0-50-L (vlastní experiment)



Příloha 3 - Impregnace methylenovou modří v acetonu. Vzorky N, MN0.0 - MN20.0, K20.0 (vlastní experiment)



Příloha 4 - Suché pelety impregnované methylenovou modří v acetonu. Vzorky N, MN0.0 - MN20.0, K20.0 (vlastní experiment)

