

doc. Ing. Jozef Sabol, DrSc., doc. Ing. Otakar J. Mika, CSc., Ing. Lubomír Polívka
Policejní akademie České republiky v Praze
Fakulta bezpečnostního managementu
Katedra krizového řízení
Ing. Bc. Marek Čandík, Ph.D.
Policejní akademie České republiky v Praze
Fakulta bezpečnostního managementu
Katedra managementu a informatiky

Využití poznatků z ochrany proti účinkům nebezpečných látek a zbraní CBRN při ochraně před nákazou covid-19

Úvod

V současné době pandemie covid-19 vážně ohrožuje normální průběh dění v celém světě s velmi nepříznivým dopadem na zdraví lidí a řadu dalších oblastí veřejného života obyvatel a ekonomiku na národní i mezinárodní úrovni. Vliv koronaviru se projevuje i na oslabení mechanismů řízení společnosti včetně poskytování plnohodnotných zdravotnických služeb, fungování škol, pořádání kulturních akcí, vážném narušení styků a spolupráce zejména v oblasti rozvoje vědy a techniky, kde prakticky veškerá jednání byla zrušena či odložena nebo převedena do online režimu, který stěží může nahradit osobní setkání.

Účinky koronaviru zasahují závažným způsobem do zdraví obyvatelstva, kde se již projevil markantní nárůst onemocnění v několika vlnách, přičemž přijatá striktní opatření zastavit tento nepříznivý vývoj nesplnila očekávaný efekt. Nicméně, situace bez těchto opatření by byla ještě daleko horší. Osvědčila se práce z domova, nošení ochranných roušek a omezování bezprostředních osobních kontaktů osob. To je to známé pravidlo 3R: roušky, rozestupy, ruce (dezinfekce).

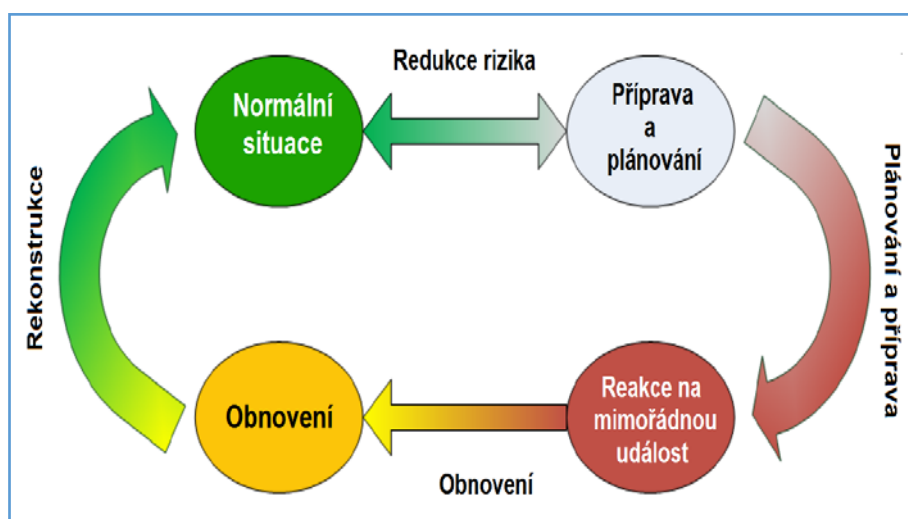
Pokud jde o fyzickou ochranu osob před koronavirovou infekcí nebo jejím přenosu na další osoby, nebyla nikde společnost na to adekvátním způsobem připravena, a tak se zejména v počáteční fázi šíření pandemie dost experimentovalo, a ne všechny způsoby ochrany se ukázaly jako optimální. Na tomto místě je třeba připomenout, že ne vždy se k ochraně proti koronaviru využívalo dosavadních zkušeností získaných za několik desetiletí při koncipování ochrany proti některým nebezpečným látkám zejména pak, pokud jde o CBRN agens, tj. chemické, biologické, radiologické a nukleární látky, materiály nebo přímo zbraně využívající jednotlivých komponent CBRN. Souvisí to především s vlastnostmi a účinky koronaviru, který můžeme formálně zařadit do kategorie biologických zbraní, kde způsob a možnosti ochrany byly již poměrně detailně propracovány a prověřeny.

Přehled vlastností a způsob ochrany proti CBRN

Nebezpečí ohrožení zdraví osob v důsledku CBRN útoků nebo v případě havárie zařízení, kde se jednotlivé látky kategorie CBRN využívají pro civilní účely či vědeckovýzkumné účely, a zejména ochrana před jejich dopady, mají řadu atributů společných s dopady, které můžeme očekávat při působení koronaviru na člověka. Společným znakem je zejména skutečnost, že koronavirus covid-19 působí

na organizmus člověka zevnitř poté, co se tam dostane ingescí a zejména pak inhalací vzduchu kontaminovaného koronavirem. To je případ chemických toxických látek, radioaktivních látek (v důsledku zamoření radionuklidy např. při použití tzv. špinavé bomby, nebo vyvolány jadernou havárií případně použitím jaderné zbraně, kde dochází ke značnému uvolnění celé škály nebezpečných radionuklidů), a především pak biologických agens, z nichž mnohé vykazují virový charakter podobný koronaviru. Uvedeme alespoň stručně některé důležité vlastnosti jednotlivých CBRN látek, s jejichž využitím lze konstruovat prostředky ke spáchání útoku na některé vybrané cíle kritické infrastruktury nebo na tzv. měkké cíle. Kromě samotné nebezpečné látky nebo přímo zbraně typu CBRN,^{1,2,3} kromě samotné nálože a mechanismu na zajištění cíleného rozptýlení nebezpečné látky důležitou roli hraje i prostředek na dopravení nálože na určené místo.

Při zajištění adekvátní obrany proti jakémukoli nebezpečí, včetně CBRN hrozeb, vše začíná přípravou a plánováním reakce na potenciální nebezpečí související s nehodou, havárií nebo útokem s použitím CBRN prostředků (obr. 1). Jednotlivé fáze lze přitom aplikovat v zásadě univerzálně, přičemž se však musí přihlídnout ke specifické situaci.

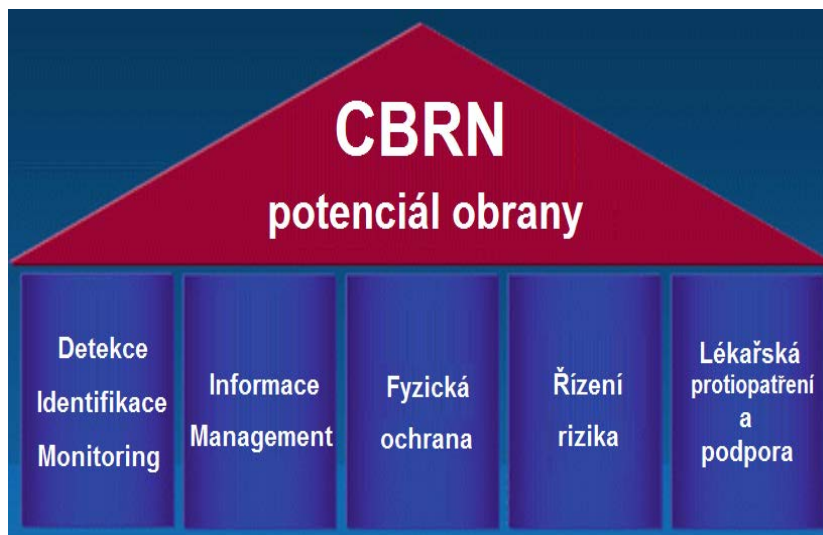


Obr. 1. Jednotlivé fáze zahrnující přípravu a reakci na mimořádnou situaci, obnovení jejich důsledků a návrat do normální situace.

V konkrétním případě CBRN nebezpečí je nezbytné věnovat zvláštní pozornost všem relevantním aspektům, které jsou důležité z hlediska dosažení odpovídajícího stupně ochrany obyvatelstva. Tyto operace zahrnují zejména následující oblasti:

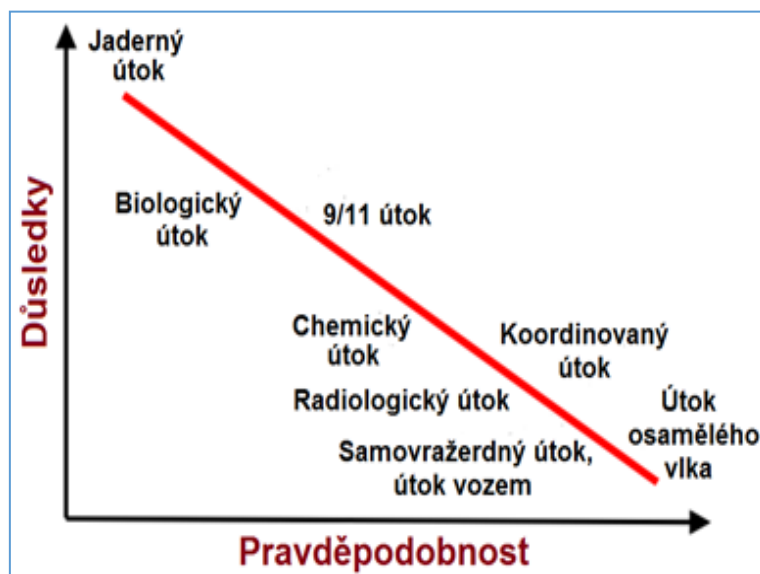
- ¹ SABOL, Jozef et al. *Current activities of the European Union in fighting CBRN terrorism worldwide*. In: Nuclear threats and Security Challenges, NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics (APIKYAN, S., DIAMOND, D., Eds.), Springer Science, Dordrecht, 2015. ISBN 978-94-017-9894-5-15.
- ² SČUREK, Radomír a Daniel MARŠÁLEK. Hrozba CBRN látek se zaměřením na třídu biologických agens. *Vojenské rozhledy*. 2012, č. 3, s. 119-130.
- ³ MIKA, Otakar Jiří; POLÍVKA, Lubomír; ŘÍHA, Milan; SABOL, Jozef; ZEMAN, Miloš. *Ochrana před zbraněmi hromadného ničení v České republice*, 252 s. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2020. ISBN 978-80-7251-511-0.

detekce, identifikace a monitoring přítomnosti a hrozeb CBRN; komunikace rizika s veřejností; fyzickou ochranu osob; optimalizace při řízení záchranných operací; a v neposlední řadě zajištění nezbytných zdravotnických opatření zaměřených na minimalizaci poškození zdraví u zasažených osob (obr. 2).



Obr. 2. Důležité složky v řešení krizových situací v případě CBRN nebezpečí.

V případě jakéhokoli nebezpečí včetně CBRN hrozeb, musíme mít na zřeteli reálný odhad a posouzení velikosti rizika, které principiálně odpovídá součinu pravděpodobnosti výskytu příslušné mimořádné situace a míry dopadů a závažnosti jejich důsledků (obr. 3). Laická nebo nedostatečně informovaná veřejnost posuzuje jednotlivé potenciální hrozby velmi subjektivně, neboť své vnímání opírá spíše o sporadické a neúplné informace o povaze jednotlivých druhů nebezpečí. Proto se mínění obyvatel jako celku ve většině případů značně liší od hodnocení expertů, kteří se opírají o vědecky ověřené podklady.



Obr. 3. Souvislost mezi důsledky a pravděpodobnosti CBRN a některých dalších hrozeb.

Chemické nebezpečné látky

Chemické nebezpečné látky se mohou dostat do okolního prostředí v důsledku havárie nebo sabotáže či teroristického útoku na objekty vyrábějící nebo skladující tyto materiály. Všeobecně se nebezpečné látky a přípravky dělí (klasifikují) na výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilizující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci a nebezpečné pro životní prostředí.

Podle účinků na lidský organismus dělíme bojové chemické látky (BCHL) na nervově paralytické, zpuchýřující, všeobecně jedovaté, dusivé, psychoaktivní a dráždivé. Mezi faktory, které ovlivňují, jak moc rozsáhlé bude poškození zasaženého organismu, patří vlastnosti BCHL (chemické, fyzikální), množství látky působící na organismus spolu s celkovou koncentrací v okolí, doba působení a způsob vniknutí do organismu. Tyto látky vstupují do organismu nejčastěji inhalací (vdechnutím), kontaminací (zasažením) nechráněné, nepoškozené či poškozené (oděrky) pokožky, zasažením očních spojivek, požitím kontaminované vody, potravin, poraněním zamořeným materiálem (střepiny chemické munice).

Působení chemické látky na lidský organismus se může navenek projevit celou škálou rozmanitých účinků - od lehké nevolnosti, přes poruchy zažívání či nervové soustavy až po smrt. Otrava (intoxikace) je poškození životních funkcí organismu v důsledku působení chemické látky. Příznaky (symptomy) zasažení organismu chemickými látkami se podle rychlosti rozvoje klinického obrazu otravy (syndromy) projevují buď bezprostředně po vzájemném kontaktu, nebo až za delší dobu (doba latence). Pokud se působení chemické látky objeví bezprostředně po jednorázové dávce látky, hovoříme o akutní otravě. Pokud se poškození zdraví projevuje až po dlouhodobějším styku s danou látkou, hovoříme o chronické otravě.

Toxický účinek chemické látky vyplývá z interakce mezi látkou a biologickým systémem – látka působí na organismus (vyvolává účinek) a organismus působí na látku (biotransformace). Pro posouzení míry toxicity jednotlivých chemických látek se používá nejčastěji zejména veličina LD_{50} , tzv. efektivní dávka, která představuje množství chemické látky, které u 50 % zasažených jedinců vyvolá plný toxický efekt. Tato kvantifikace umožňuje stanovit stupeň toxicity na základě hmotnostních koncentrací příslušné chemické látky vztažené na jednotkovou hmotnost (např. g/kg). Stupně toxicity na základě těchto koncentrací vztažených k LD_{50} lze ilustrovat hodnotami uvedenými v tab. 1.

Tab. 1. Stupně toxicity na základě LD_{50}

LD_{50} (g/kg)	Stupeň toxicity	Příklad chemické látky
> 15	Prakticky neškodné	NaCl
5–15	Prakticky netoxické	Aceton
0,5 – 5	Málo toxické	ZnSO ₄
0,05 – 0,5	Toxické	NaF, NH ₃ (25% roztok)
0,05– 0,005	Velmi toxické	Akrolein, tetraethylolovo
<0,005	Extrémně toxické	TCDD

Detekce a včasné odhalení přítomnosti chemických nebezpečných látek jsou poměrně složité vzhledem k rozmanitosti vlastností těchto látek, což vyžaduje použití specifických čidel nebo reagentů v závislosti na typu a složení dané látky.

Biologické nebezpečné látky

V mnoha literárních zdrojích najdeme různé definice pro biologické zbraně a biologická agens. Principiálně, každá biologická zbraň se skládá jednak z vlastní biologické agens, a stejně jako u chemických zbraní, z prostředků na její dopravu na vytipovaný cíl. Biologická látka představuje živé organismy, jejichž záměrem je způsobit smrt nebo závažné onemocnění lidí. Obecně tyto látky zahrnují mikrobiální agens (bakterie, viry, rickettsie, houby) a toxiny.

Toxiny jsou definovány jako toxické substance produkované živými organismy. Jedná se o toxické látky živočišného a rostlinného původu. Hlavní rozdíl oproti mikrobiálním agens je, že se v organismu nemnoží, ale rovnou vyvolává smrt nebo poškození svými účinky. Toxiny jako takové mají důležitou vlastnost, a to vysokou toxicitu. Mohou být vyrobeny synteticky.

Při ochraně proti biologickým nebezpečným látkám hraje eminentní roli časový faktor, protože včasná detekce, lokalizace a izolace možných přenašečů je klíčovým prvkem. Infikované osoby se stávají přenašeči nemoci, kteří mohou řetězovou reakcí nakazit velký počet osob. Panika by se rozšířila nejen v zasaženém okolí a nejbližších státech, ale všude ve světě. Z toho vyplývá důležitost preventivních a profylaktických opatření, což zahrnuje včasnou detekci látek, varování obyvatelstva, ale hlavně připravenost a kvalifikovanost zdravotníků, zdravotnických zařízení.

Z hlediska ochrany před těmito látkami musíme přihlížet také k jejich velikosti, kde bakterie, jakožto jednobuněčné živé organismy mají velikost kolem 0,1 až 10 mm, u viru jsou jejich rozměry mnohem menší až 1000krát. Viry díky tomu pronikají filtry pro zachycování bakterií, přičemž se množí jen v živých tkáňových buňkách. Jejich životnost je úzce spojena s přítomností živočišných a rostlinných organismů nebo mikrobů, především bakterií.

Skutečnou obavou je, že covid-19 může vést k obnovení zájmu teroristů o používání chemických, biologických, radiologických a jaderných zbraní. Historicky se řada teroristických hnutí zajímala o bioterorismus, ačkoli došlo k velmi malému počtu úspěšných útoků teroristů za použití biologických zbraní. I když vážné překážky určitě zůstanou, obrovský dopad covid-19 může znovu vzbudit určitý zájem o biologické zbraně.

Oprávněnou obavou je, že covid-19 může vést k obnovení zájmu o používání chemických, biologických, radiologických a jaderných zbraní. Některé poslední zprávy

odhalují, jak má pandemie covid-19 již významný dopad na terorismus po celém světě.^{1,2,3}

Ochrana proti biologickým choroboplodným organismům je nejkomplicovanější ochranou vůbec. Kromě jiného tyto látky vyžadují vysoké investiční náklady na jejich realizaci. Spolehlivé detektory neexistují a ty, které jsou na trhu, jsou teprve ve fázi vývoje a jsou finančně náročné. Bohužel neexistuje způsob, jak zaručeně detekovat přítomnost infekčních biologických látek v prostoru. Jejich detekce je možná až během 15-30 minut. První klinické příznaky nemoci, která je vyvolána použitými biologickými činiteli, jsou prvním spolehlivým alarmem. To samé se vztahuje i na viry typu covid-19, kde se v poslední době velká pozornost zaměřuje na vývoj spolehlivých detekčních prostředků na odhalení infikovaných osob.

Radioaktivní nebezpečné látky

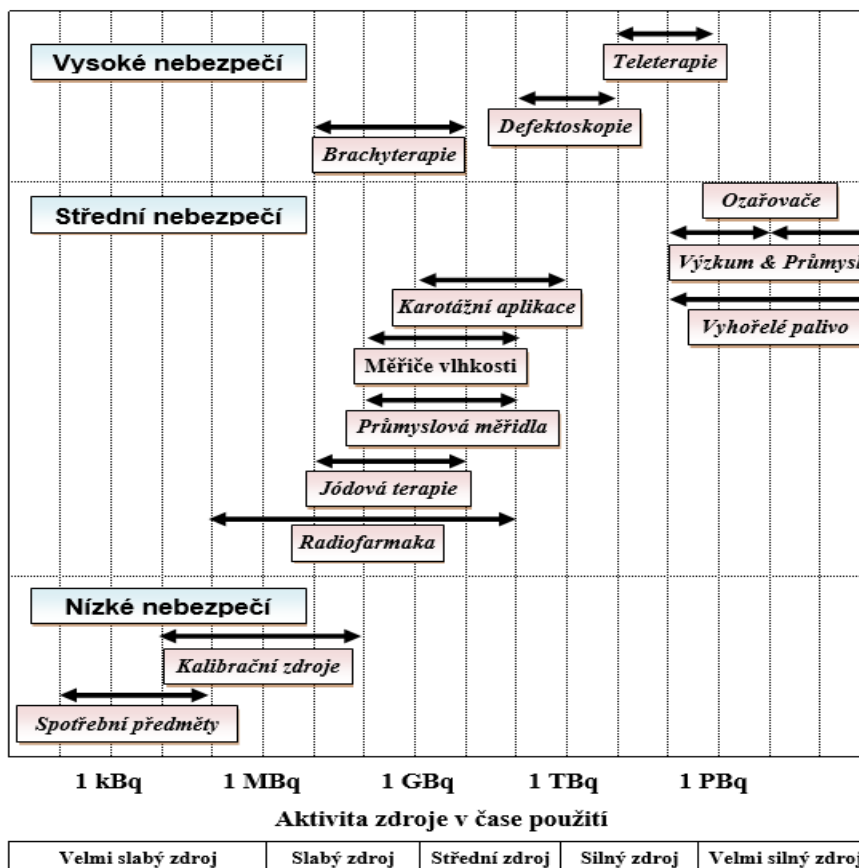
Radioaktivní látky se s výhodou používají v různých oblastech, zejména v průmyslu a medicíně, kde představují v mnohých případech unikátní prostředek, bez něhož se v dané aplikaci neobejdeme. Příslušné radionuklidy obsažené v těchto látkách jsou zdrojem ionizujícího záření, před nímž je zapotřebí zavést platná opatření k adekvátní ochraně osob, včetně personálu, pacientů a ostatních obyvatel, jakož i dostatečnou ochranu životního prostředí. Při zabezpečení ochrany se musí brát zřetel také na radioaktivní odpad, jeho bezpečné uložení nebo likvidaci.

Přehled radioaktivních zdrojů používaných v různých aplikacích lidské činnosti je s ohledem na potenciální míru jejich nebezpečí uveden na obr. 4. Je zřejmé, že pro případné použití špinavé bomby přicházejí v úvahu zdroje o velmi vysokých aktivitách.

¹ INTERPOL – Terrorist groups using COVID-19 to reinforce power and influence. INTERPOL, 22 Dec. 2020. Online (29. 12. 2020): <https://www.interpol.int/en/News-and-Events/News/2020/INTERPOL-Terrorist-groups-using-COVID-19-to-reinforce-power-and-influence>

² UNITAR – United Nations Institute for Training and Research, Division for Peace. Online (15. 12. 2020): <https://unitar.org/sites/default/files/media/file/Factsheet%20CT%20Printed.pdf>

³ BLOM, Mia. How terrorist groups will try to capitalize on coronavirus crisis. Just Security, 2020. Online (2. 12. 2020): <https://www.justsecurity.org/69508/how-terrorist-groups-will-try-to-capitalize-on-the-coronavirus-crisis/>



Obr. 4. Stupeň nebezpečí radionuklidů, s nimiž se setkáváme v praxi.

Při ochraně proti působení radioaktivních zdrojů záření je nutno rozlišovat hlavní dva způsoby ozáření osob, které může být v důsledku vnějšího ozáření. Záření dopadá na povrch těla zvenčí, nebo způsobí vnitřní ozáření, které je vyvoláno vstupem radionuklidu dovnitř organismu. Hlavní možnosti ochrany před vnějším zářením zahrnují ochranu vhodným stíněním, vzdáleností a časem. Na druhé straně, před vnitřním zářením se chráníme pomocí speciálních prostředků osobní ochrany. Jsou to zejména masky a oděvy, které zamezují pronikání radioaktivních látek do organismu dýcháním, resp. kontaminací jeho povrchu.

Nukleární nebezpečí v podobě radionuklidů uvolněných při jaderném výbuchu

V současné době je nebezpečí použití jaderných zbraní značně minimalizováno zejména v důsledku přijetí řady mezinárodních dokumentů o zákazu šíření těchto zbraňových systémů¹ a zavedení příslušných kontrolních mechanismů, které má na starosti Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA).²

Při explozi jaderné zbraně dochází k uvolnění obrovské energie, což je doprovázeno vzdušnou tlakovou vlnou, světelným (tepelným) zářením, silným

¹ Draft treaty on the prohibition of nuclear weapons. UNO, New York, 6 July 2017. Online (2. 1. 2021): <http://www.undocs.org/en/a/conf.229/2017/L.3/Rev.1>.

² IAEA and the Non-Proliferation Treaty. IAEA, Vienna, 2017. Online (30. 12. 2020): <https://www.iaea.org/fr/newscenter/focus/npt>.

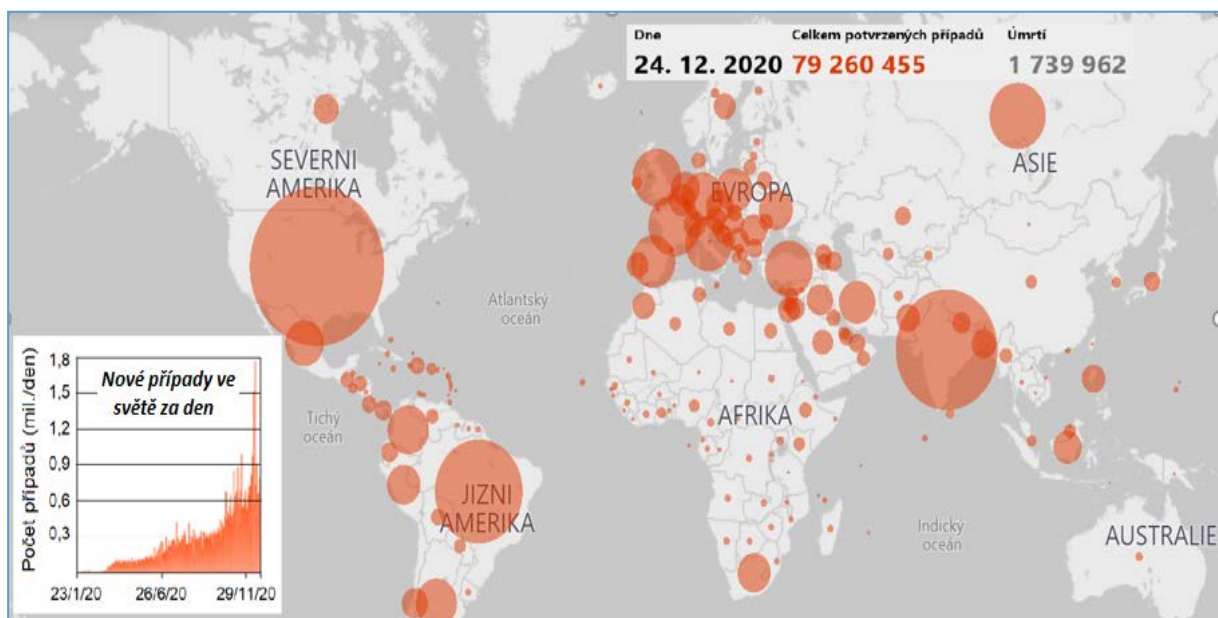
elektromagnetickým impulsem a také pronikavým ionizujícím zářením, emitovaným jednak přímo během exploze a pak zvláště uvolněnými radioaktivními látkami, které kontaminují okolní prostředí. K ochraně před ozářením se přistupuje metodami a prostředky, které se osvědčily při ochraně proti jiným zdrojům ionizujícího záření.

Současná situace v oblasti výskytu a ochrany proti covid-19

Výskyt a šíření koronaviru

Koronavirová pandemie zasáhla ve značně intenzivní míře všechny státy ve světě, přičemž její šíření vykazuje v jednotlivých regionech určité specifické odlišnosti, kde se různým způsobem uplatňují i opatření zavedená vládami jednotlivých zemí. V zásadě však stále pokračují snahy o zavedení účinnějších opatření na snížení frekvence onemocnění tímto virem a zejména enormní úsilí zaměřené na vývoj účinných léků a léčebných postupů orientovaných na vyléčení či zmírnění průběhu nemoci zasažených osob. V poslední době byla mimořádná pozornost věnována vývoji vhodné vakcíny, která by působila preventivně, a tak rozhodujícím způsobem zpomalila nebo zastavila šíření této nemoci. Vše vyústilo do stadia, kdy již je k dispozici několik druhů vakcín, které se v současné době začaly aplikovat v řadě zemí včetně ČR.

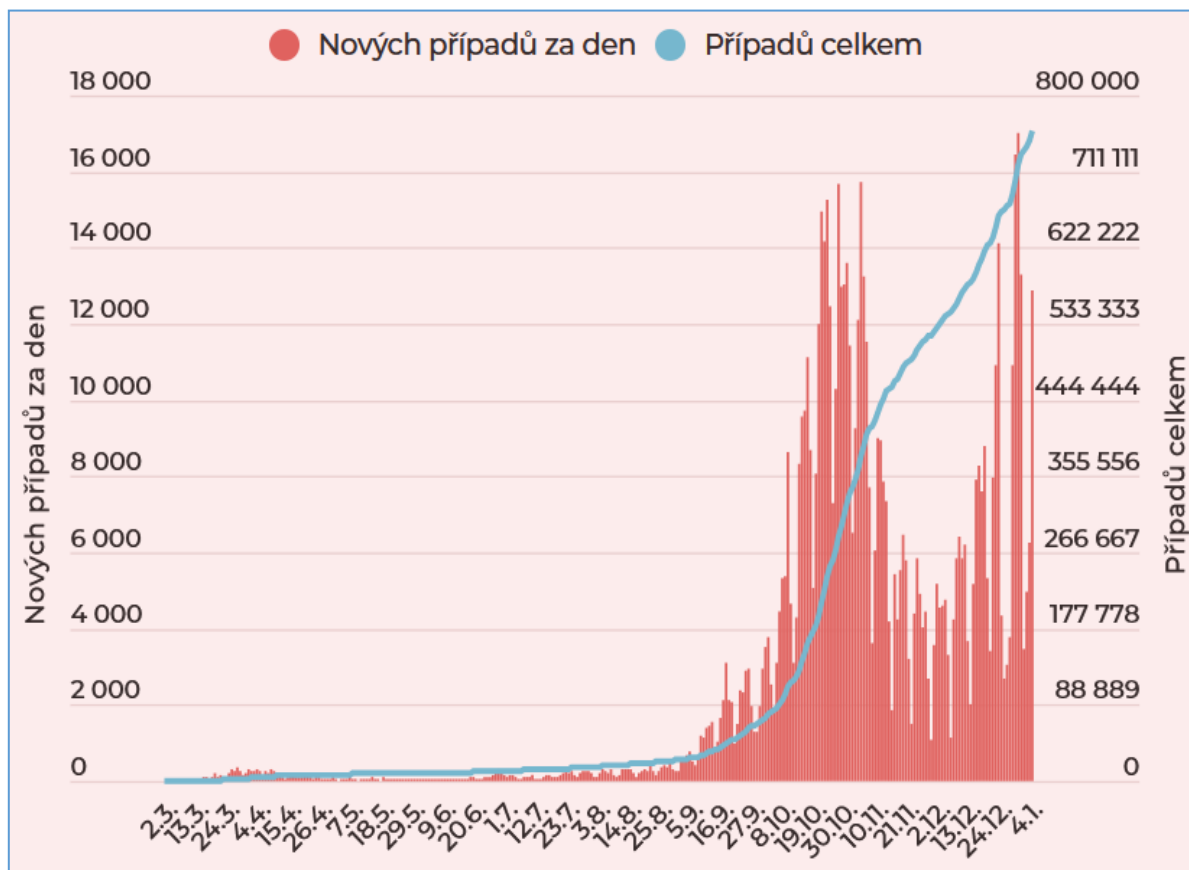
Problém očkování, kterému se přednostně podrobují zdravotničtí pracovníci, personál domů seniorů a vybrané skupiny nejvíce ohrožených osob, spočívá hlavně v tom, že nárůst onemocnění covidem-19 se neustále zvyšuje (obr. 5),¹ přičemž průběh výskytu tohoto onemocnění v populaci prodělal již třetí vlnu. K další vlně může dojít někdy na začátku r. 2021. Ukazuje se, že není v silách většiny zemí ve světě provést úplnou vakcinaci jejich obyvatel dříve než někdy v polovině r. 2021.



Obr. 5. Situace ve světě související s výskytem onemocnění a úmrtí na Covid-19.

¹ COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). Online (25. 12. 2021): <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>

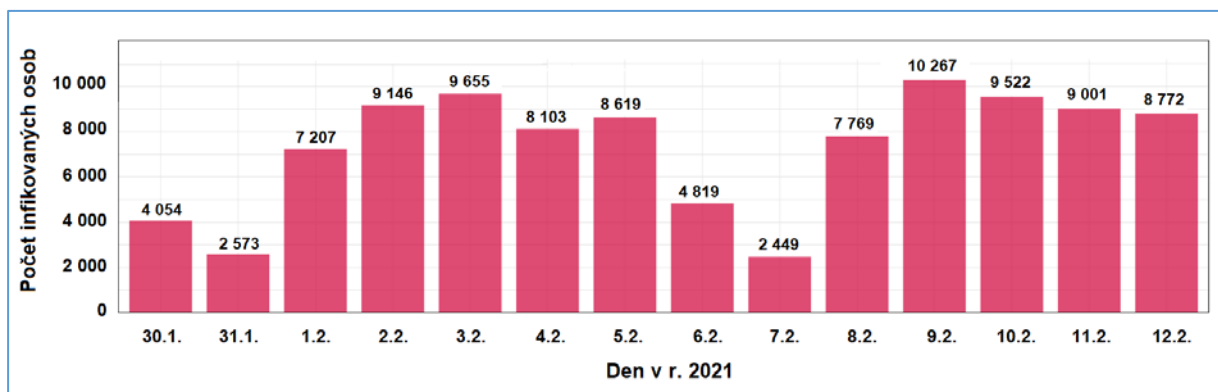
Poslední stav v ČR charakterizuje obr. 6, který uvádí nárůst nových případů za den spolu s celkovým počtem případů.¹ Počet aktivních případů (neboli aktuálně nemocných) se stanoví z pozitivně testovaných, od kterých se odečítají oběti a uzdravení. Počet denně provedených testů v České republice vzrostl. Stoupá ale i procento pozitivních. Hlavní údaje lze shrnout do výsledných čísel: aktuální případy 121 488, hospitalizovaných pacientů 6 680, celkem nakažených osob 759 635, počet uzdravených 625 890, počet úmrtí 12 257 (je to stav ke dni 4. 1. 2021).



Obr. 6. Vývoj pozitivních případů v čase v ČR do konce prosince 2020.

Údaje na začátku února 2021 ukazují, že stav v denním počtu infikovaných osob se nikterak nesnižuje (obr. 7).

¹ BURÝŠEK, J., JUNA, P. *Koronavirus – Česko v číslech*. Prosinec 2020. Online (2. 1. 2021): <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/koronavirus-v-cislech-jak-nakaza-postupuje-ceskem-92585>.



Obr. 7. Denní přehled počtu osob s nově prokázaným onemocněním covid-19 dle hlášení krajských hygienických stanic a laboratoří¹

Ochrana osob proti koronaviru

Vzhledem k tomu, že koronavirus nepůsobí na dálku, cílem ochrany je zabránit vniknutí nebezpečných virů do organismu člověka. Bylo položeno několik otázek týkajících se použití respirátorů k ochraně před biologickými činiteli. Hlavní otázkou je, zda částicové respirátory mohou filtrovat malé částice, jako jsou spory hub (2 až 5 μm), bakterie (0,3 až 10 μm) nebo viry (0,02 až 0,3 μm). Fyzická velikost různých organismů je uvedena v tab. 2.² Jak již bylo uvedeno výše, biologické organismy mohou být přenášeny na jiných částicích, včetně prachu, krve, slin atd.

Tab. 2. Přehled fyzikálních rozměrů jednotlivých mikroorganismů.

Mikroorganismus (běžný název nebo nemoc)	Fyzikální rozměry (μm)
Hepatitis virus (Hepatitida B)	0,042 – 0,047
Adenovirus (infekce dýchacích cest)	0,07 – 0,09
Filoviry (ebola)	0,08 průměr, 0,79 – 0,97 délka
Hantavirus (rod RNA virů)	0,08 – 0,012
Orthomyxoviridae (chřipka A, B a C)	0,08 – 0,012
Koronaviry (SARS - CoV & MERS – CoV)	0,125
Virus variola (neštovice)	0,14–0,26 průměr, 0,22–0,45 délka
Mykobakterie tuberkulózy	1-5 průměr
Bacillus anthracis (infekce Anthrax)	1,0 – 1,5 průměr

Pokud se jedná o porovnání ochrany před účinky chemických zbraní (s důrazem na organofosfáty jako jsou např. sarin, VX, nebo zpuchýřující jako je např. yperit) a koronaviru, je ochrana před účinky chemických zbraní na vyšší úrovni. Je to způsobeno především tím, že u výše uvedených chemických zbraní je nutné použít k ochraně horních cest dýchacích a očí ochrannou masku s kvalitním filtrem

¹ MZ ČR. Denní přehled počtu osob s nově prokázaným onemocněním covid-19 dle hlášení krajských hygienických stanic a laboratoří. Online (13. 2. 2021): <https://onemocneni-aktualne.mzcr.cz/covid-19>

² MACINTYRE, C. R. et al. *Efficacy of face masks and respirators in preventing upper respiratory tract bacterial colonization and coinfection in hospital healthcare workers.* Preventive Medicine. 62:1-7; 2014.

a vzhledem k tomu, že pronikají i kůží, speciální ochranný oděv odolávají jejich agresivním účinkům v plynném i kapalném skupenství. S vybavením osoby před účinky chemických zbraní (ochranná maska a oděv) je tato osoba před účinky covid-19 dokonale chráněna.

Pokud se jedná o porovnání ochrany před účinky biologických zbraní, je ochrana před jejich účinky obdobná. Vzhledem k tomu, že u biologických zbraní se předpokládá využití agens s vysokou mortalitou a u virových nákaz s vysokým stupněm nakažlivosti, je potřeba používat prostředky s vyšším stupněm ochrany než u koronaviru. Dále pak u biologických látek/agens nemůžeme počítat s použitím jen virových nákaz (mohou být použity bakterie, rickettsie, plísně, chlamydie, toxiny). Z toho pramení například i rozdílnost jejich velikosti (od mikrometrů až po setiny mikrometrů) a v závislosti na ní správně zvolený respirátor, polomaska, ochranná maska nebo ochranný oděv. Ze současné praxe však vidíme, že i na odběrových místech a při dalším styku s nakaženými osobami zdravotnický personál používá ochranné oděvy, respirátory, roušky nebo nanomasky, které do značné míry využívají principy a zkušenosti získané z ochrany obecně zaměřené proti CBRN látkám.

Pokud se jedná o porovnání ochrany před účinky radiologických zbraní (např. špinavé bomby), tak vzhledem k rozdílnému charakteru působení na organismus lze najít průnik ve způsobu ochrany v ochraně horních cest dýchacích. A to v případě, že byly rozptýleny do ovzduší radionuklidy ve formě prachových částic. V tomto případě stačí chránit horní cesty dýchací obdobně jako před účinky koronavirů.

To, že ochrana dýchacích cest před vniknutím nebezpečné látky do živého organismu není nic nového, ukazuje snímek z r. 1921 (obr. 7),¹ kde bylo využito zkušeností s ochranou vojsk a obyvatelstva před bojovými chemickými otravnými plyny (jako např. fosgen, kyanovodík, difosgen, chlorkyan) nasazovaných během 1. světové války. Takže zdá se, nic nového pod sluncem.

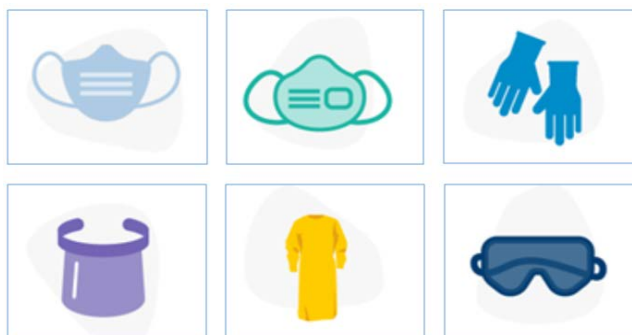


Obr. 7. Ukázka historických ochranných prostředků z dávné minulosti.

V současné době je k dispozici celá škála ochranných prostředků proti pronikání nebezpečných látek obsažených ve vzduchu do dýchacích cest zasažených osob. Schematický přehled základního vybavení osob přicházejících do styku s koronavirem je na obr. 8. Jak je vidět, všechny tyto ochranné prostředky byly v určitých modifikacích určené i v ochraně proti CBRN.

¹ CBRN PPE (Personal Protective Equipment), 2020. Online (2. 1. 2021): <https://www.cbrnppe.com/>.

Masově se pro ochranu používají zejména roušky od jednoduché na gumičku pro ochranu proti virové infekci a bakteriím vyznačující se vysokou antibakteriální filtrační účinností a hypoalergenním třívrstevným provedením (obr. 9a)¹ až po dokonalejší respirátor s vysokým stupněm ochrany, který je charakterizován nízkým nasávacím odporem, a to díky speciální konstrukci a schopnosti blokovat až 95 % částic o velikosti 0,3 mikrometru (obr. 9b).²



Obr. 8. Přehled nejběžnějších ochranných pomůcek a prostředků proti působení covidu-19.



Obr. 9. Příklad provedení dvou typických ochranných prostředků proti koronaviru
a) standardní ochranná rouška, a b) respirátor.

Ochrana dýchacích cest může být zajištěna filtrační ochranou, kdy se dýchací orgány chrání maskou, přičemž vzduch se filtruje přes příslušný filtr, který slouží k odstranění znečišťující látky přítomné ve vzduchu (částice, plyny a páry nebo směs částic, plynů a par, případně aerosol). V některých případech je nutno použít složitější způsob ochrany, kdy k ochraně dýchacích cest slouží izolační dýchací přístroj, který přivádí dýchatelný plyn k uživateli z izolovaného zdroje, nejčastěji z tlakové láhve.

¹ *Ochranné roušky a kapesníky*. Talodoshop.cz, 2021. Online (1. 1. 2021):
<https://www.talodoshop.cz/Ochranne-rousky-16-ks-d29890.htm>.

² *Respirátor FFP2*. Chytré roušky.cz. Online (1. 1. 2021):
<https://www.chytreroušky.cz/respirator-ffp2-cesky-vyrobek-a-certifikat-bezovy-10-ks-bal.html>.

Při ochraně proti CBRN se značná pozornost věnovala i zabránění působení těchto látek i na ostatní části těla, jehož povrch by mohly vážně zasáhnout nebezpečné a agresivní látky z vnějšího prostředí. Potřeba ochranných obleků vznikla v podstatě již za 1. světové války. Vývoj šel však dál a byl urychlen požadavky na ochranu vojsk proti ZHN. Později se práce na ochranných oděvech soustředily na minimalizaci ohrožení potenciálně zasažených osob jednotlivými CBRN látkami, které se vyznačují některými specifickými účinky. Už se nevystačilo s jednoduchým ochranným oděvem skládajícím se z blůzy s kapucí a kalhot, které se navzájem spojovaly. Rukavice a návleky na nohy, které byly součástí tohoto obleku, se připevňovaly a utěšňovaly tkanicemi k zápěstí, resp. kolem nohou. Byly vyrobeny z impregnované tkaniny.

Významný pokrok v této oblasti byl zaznamenán na začátku 60. let minulého století, kdy i do této oblasti se promítlo použití plastických hmot a syntetického kaučuku. Tyto nové materiály se vyznačovaly výbornými ochrannými vlastnostmi v poměrně tenkých vrstvách. Objevení těchto látek přispělo k vývoji účinných ochranných obleků, a to nejenom pro vojenské, ale i civilní použití. Docházelo k postupnému vylepšování vlastností těchto osobních ochranných prostředků, které se vyskytovaly ve dvou modifikacích: hermetické a nehermetické. První druh oděvů zcela izoluje chráněnou osobu od okolního prostředí. Podle způsobu přívodu vzduchu můžeme hermetické prostředky rozdělit na ventilované a neventilované. Nehermetické prostředky poskytují částečnou ochranu, což je v mnohých případech plně postačující.

Příklady provedení osobních ochranných prostředků vyvinutých k ochraně proti CBRN jsou ilustrovány na obr. 10.¹



Obr. 10. Provedení ochrany dýchacích cest a obličeje, a povrchu celého těla před škodlivými účinky nebezpečných látek kategorie CBRN.

Při koncipování ochranných prostředků zdravotnického personálu proti koronavirové pandemii se výhodně uplatnily zkušenosti a poznatky získané za uplynulá desetiletí z oblasti ochrany proti CBRN. V současné době se v nemocnicích

¹ HYLÁK, Čestmír a Lyudmila SIMENEOVÁ. Personal protective equipment in CBRN accidents. *The Science for Population Protection*. 2015, č. 1, s. 1-10. Online (3. 1. 2021): <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/eng/21/101.pdf>.

v celém světě používají celotělové obleky, které poskytují potřebnou ochranu jak dýchacích cest a očí, tak i celého těla. Na obr. 10 je uvedeno jedno z četných provedení této ochrany.^{1,2}



Obr. 11 Ukázka možností ochrany zdravotnického personálu před nákazou koronavirem v důsledku styku s nakaženými pacienty

Závazné stanovisko MZ ČR týkající se ochrany pracovníků ve zdravotnictví je určeno pro subjekty poskytující ambulantní, lůžkovou péči a zdravotní péči ve vlastním prostředí pacienta, a to pro všechny druhy zdravotní péče. Toto nařízení usměřuje používání osobních ochranných pomůcek k ochraně dýchacích cest při provádění jednotlivých druhů zdravotní péče (například neodkladné, akutní, léčebné, diagnostické atp.) ve zdravotnických zařízeních.

Závěr

Zbraně založené na použití CBRN látek a materiálů se zpravidla řadí mezi zbraně hromadného ničení, které mohou být použity také pro teroristické účely. Tyto zbraně mají významný psychologický dopad tím, že vyvolávají strach a paniku, což by se mohlo projevit i v podobě ohrožení života nebo ekonomické katastrofy, která by po takovém teroristickém útoku následovala.

Pandemie koronaviru opět ukázala, že globální společnost není plně odolná vůči zdravotním důsledkům takového rozsahu. Svět již dříve zaznamenal ohrožení zdraví různými viry, které se však svým dopadem ani zdaleka nevyrovnaly s problémy způsobenými koronavirem Covid-19. Tato pandemie je charakterizována: rychlým šířením, postižením starších a nízko imunitních osob, které jsou zranitelnější, a rozdílnou mírou zotavení. Zvláštnímu nebezpečí je vystaven zejména zdravotnický personál, který často přichází do styku s infikovanými pacienty.

¹ ORILEY Disposable PPE, 2021. Online 3. 1. 2021): <https://www.amazon.in/ORILEY-Disposable-Coverall-Non-Surgical-Purposes/dp/B0874VTCTJ>.

² South Korea's New Coronavirus Twist: Recovered Patients Test Positive Again. The Wall Street Journal, April, 17, 2020. Online (2. 1. 2021): <https://www.wsj.com/articles/south-koreas-new-coronavirus-twist-recovered-patients-test-positive-again-11587145248>.

Při porovnání způsobu ochrany před účinky CBRN s ochranou před nákazou Covid-19 je patrné, že způsob ochrany před účinky chemických a biologických zbraní je dostačující. Proto se využily v maximální míře dosavadní zkušenosti a poznatky získané z dlouhodobého testování ochranných prostředků vyvinutých k ochraně proti CBRN i pro koncepci a výrobu těchto prostředků zejména pro zdravotníky, kde se najednou ukázala akutní potřeba zajistit jejich adekvátní ochranu.

Je zřejmé, že by bez znalostí ochrany proti ZHN vývoj prostředků ochrany proti koronaviru covid-19 nebyl zdaleka tak rychlý a úspěšný. Nároky na zdravotníky se zvyšují i v souvislosti se stykem s velkým počtem osob podrobujících se očkování, jehož frekvence i nadále poroste.

Poděkování: Práce vznikla za částečné podpory MV ČR v rámci řešení projektu Využití radiačních metod pro detekci a identifikaci CBRNE materiálů VI3VS/716.

Literatura

- SABOL, Jozef et al. *Current activities of the European Union in fighting CBRN terrorism worldwide*. In: Nuclear threats and Security Challenges, NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics (APIKYAN, S.; DIAMOND, D. Eds.), Springer Science, Dordrecht, 2015. ISBN 978-94-017-9894-5-15.
- SČUREK, Radomír a Daniel MARŠÁLEK. Hrozba CBRN látek se zaměřením na třídu biologických agens. *Vojenské rozhledy*. 2012, č. 3, s. 119-130.
- Draft treaty on the prohibition of nuclear weapons*. UNO, New York, 6 July 2017. Online (2. 1. 2021): <http://www.undocs.org/en/a/conf.229/2017/L.3/Rev.1>.
- IAEA and the Non-Proliferation Treaty*. IAEA, Vienna, 2017. Online (30. 12. 2020): <https://www.iaea.org/fr/newscenter/focus/npt>.
- COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)*. Online (25. 12. 2021): <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>.
- BURÝŠEK, Jiří a Petr JUNA. *Koronavirus – Česko v číslech*. Prosinec 2020. Online (2. 1. 2021): <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/koronavirus-v-cislech-jak-nakaza-postupuje-ceskem-92585>.
- MACINTYRE, C. R. et al. *Efficacy of face masks and respirators in preventing upper respiratory tract bacterial colonization and coinfection in hospital healthcare workers*. *Preventive Medicine*. 62:1-7; 2014.
- CBRN PPE (Personal Protective Equipment)*, 2020. Online (2. 1. 2021): <https://www.cbrnppe.com/>.
- Ochranné roušky a kapesníky*. Talodoshop.cz, 2021. Online (1. 1. 2021): <https://www.talodoshop.cz/Ochranne-rousky-16-ks-d29890.htm>.
- Respirátor FFP2*. Chytré roušky.cz. Online (1.1.2021): <https://www.chytrerousky.cz/respirator-ffp2-cesky-vyrobek-a-certifikat-bezovy-10-ks-bal.html>
- HYLÁK, Čestmír a Lyudmila SIMENEOVÁ. Personal protective equipment in CBRN accidents. *The Science for Population Protection*. 2015, č. 1, s. 1-10. Online (3. 1. 2021): <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/eng/21/101.pdf>.
- ORILEY Disposable PPE*, 2021. Online 3. 1. 2021): <https://www.amazon.in/ORILEY-Disposable-Coverall-Non-Surgical-Purposes/dp/B0874VTCTJ>.

South Korea's New Coronavirus Twist: *Recovered Patients Test Positive Again*. The Wall Street Journal, April, 17, 2020. Online (2.1.2021): <https://www.wsj.com/articles/south-koreas-new-coronavirus-twist-recovered-patients-test-positive-again-11587145248>.

RESUMÉ

Článek shrnuje některé specifické zkušenosti získané z dlouhodobého výzkumu a testů osobních ochranných prostředků určených k ochraně proti CBRN pro účely ochrany personálu a dalších osob proti možné nákaze koronavirem covid-19. Ukazuje se, že využití těchto poznatků se příznivě projevilo i na koncipování osobních ochranných prostředků účinných proti koronavirové nákaze, která se stále šíří v celém světě, jakož i v České republice.

Klíčová slova: CBRN, Covid-19, osobní ochranné prostředky, zdravotnický personál, ochranná maska, rouška, respirátor.

SUMMARY

SABOL, Jozef; MIKA, Otakar. J.; POLÍVKA, Lubomír; ČANDÍK, Marek: USE OF PROTECTION KNOWLEDGE AGAINST THE EFFECTS OF HAZARDOUS SUBSTANCES AND CBRN WEAPONS IN PROTECTION AGAINST COVID-19

The paper summarizes some specific experiences gained from long-term research and testing of personal protective equipment designed to protect against CBRN for protecting personnel and others against possible coronavirus infection caused by Covid-19. It turns out that the use of this knowledge has had a positive effect on the design of personal protection effective against coronavirus infection, which is still spreading throughout the world including the Czech Republic.

Keywords: CBRN, Covid-19, personal protective equipment, medical personnel, protective mask, respirator.