

## ZAKÁZANÁ BUDOUCNOST CHEMICKÝCH ZBRANÍ A SMYSL OCHRANY PROTI NIM

## PROHIBITED FUTURE OF CHEMICAL WEAPONS AND POINT OF PROTECTION AGAINST THEM

Vladimír Pitschmann<sup>ab\*</sup>

<sup>a</sup> Oritest spol. s r.o., Nábřeží 90/4, 150 00 Praha

<sup>b</sup> ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, nám. Sítná 3105, 27201 Kladno

\*Korespondující autor. e-mail: [pitschmann@seznam.cz](mailto:pitschmann@seznam.cz)

### Abstrakt

Současný stav poznání o chemických zbraních a možnosti jejich dalšího vývoje. Úvahy o tom, jak nové přírodovědní poznatky a reálná politická situace ve světě ovlivňuje naše názory na ochranu proti chemickým zbraním. Závislost rozvoje chemických zbraní na stavu v oblasti biologických a nukleárních zbraní.

**Klíčová slova:** *nesmrtící chemické zbraně, biochemické zbraně, NOVIČOK.*

### Abstract

Current state of knowledge about chemical weapons and possibilities of their further development. Reflections on how new scientific knowledge and the real political situation in the world affect our views on chemical weapons protection. Dependence of the development of chemical weapons on the state of biological and nuclear weapons.

**Key words:** *non-lethal chemical weapons, biochemical weapons, NOVICHOK*

### ÚVOD

Budoucností chemických zbraní se zabývali vojáci, vědci a politici. Ale také spisovatelé ve svých utopických pracích. Např. francouzský vizionář Jules Verne v románu Ocelové město (1879) popsal gigantický chemický dělostřelecký granát naplněný oxidem uhličitým. Jeho anglický protějšek Herbert George Wells se v románu Válka světů (1898) zabývá invazí Martanů, kteří používají střely chrlící toxické (dusivé) dýmy. Ruský spisovatel Alexej Tolstoj v Paprscích inženýra Garina (1927) uvedl na scénu novou bojovou chemickou látku (BCHL) nazvanou „Černý kříž“, která měla bleskový účinek a překonávala i ochrannou masku. Karel Čapek napsal román Válka s Mloky (1936), v němž dochází i na chemické válčení mezi dvěma různými živočišnými druhy – *Homo sapiens* a smyšleným *Andrias scheuchzeri*. A konečně, švédská autorka Karin Boleová ve svém díle Kallocaín (1940) stvořila drogu pravdy, která umožnila státu kontrolovat myšlení svých obyvatel. Zabývat se úvahami o budoucnosti chemických zbraní není jen zábavné, ale někdy i užitečné. Myslím, že to dělá každý, kdo se věnuje ochraně proti nim, protože tak může vidět dále a lépe. Tento příspěvek je jen jednou z mnoha takových úvah.

## 1. CO CHARAKTERIZUJE SOUČASNÝ STAV V OBLASTI CHEMICKÝCH ZBRANÍ?

Problematiku chemické války komplexně ovlivňuje Úmluva o zákazu chemických zbraní (dále jen Úmluva) a s tím související dramatické snížení chemických arzenálů. Z účastníků Úmluvy zůstávají jejími oficiálními vlastníky jen Spojené státy. Otazník visí nad Izraelem, Egyptem a Severní Koreou, které ovšem stojí mimo Úmluvu. Kromě těchto pozitiv se však projevuje silný vliv skupiny nejmocnějších a nejbohatších zemí na činnost Organizace pro zákaz chemických zbraní (OPCW), která se oproti původnímu poslání instaluje do role arbitra při určování viny a nevinu při vyšetřování případů údajného použití chemických zbraní. Nepovažuji se za znalce mezinárodního práva, ale moje dlouholeté zkušenosti a instinkty mi říkají, že tato cesta naopak povede k dramatickému snížení autority OPCW a v samotném důsledku k selhání mezinárodní kontroly všech aspektů chemických zbraní. Stane-li se to, chemickou válku čeká znovuzkřížení.

Výzkum nových smrtících BCHL se prakticky zastavil nebo probíhá tajně. Na druhou stranu, zcela vážně se diskutuje o nové generaci nesmrtících chemických zbraní jako alternativy k soudobým legálně používaným dráždivým látkám (resp. látkám k potlačování nepokojů). Je paradox, že ačkoli tradiční vojenský význam chemických zbraní poklesl (je nemálo optimistů či pesimistů - záleží na úhlu pohledu – podle nichž ztratily veškerý taktický význam), nijak se nezmenšil jejich psychologický účinek, zejména pak v souvislosti s teroristickými aktivitami, případně, což je ještě závažnější, chemické zbraně se stávají nástrojem politického nátlaku a vydírání. Nejnovější módou je „vytahování kostlivců ze skříně“, tj. projevují se dlouho neřešené problémy spojené s dědictvím studené války. Typickým příkladem je kauza NOVIČOK.

Některé události 21. století (ty nejznámější), které významně ovlivňují náš pohled na současnost a budoucnost chemických zbraní, shrnuje tabulka 1.

Tabulka 1: Některé vlivné události 21. století

Rok	Událost	Poznámka
2002	Protiteroristický zásah v Moskvě	Použití derivátů fentanylu <sup>a/</sup>
2003	Zahájení války proti Iráku	Vlastnictví chemických zbraní jako záminka <sup>b/</sup>
2013-	Válka v Sýrii	Používání chemických zbraní <sup>c/</sup>
2018	Salisbury, případ Skripal	Údajná otrava látkou NOVIČOK <sup>d/</sup>

<sup>a/</sup> Legitimizace kalmativ jako nesmrtících chemických zbraní, resp. látek k potlačování nepokojů.

<sup>b/</sup> Chemické zbraně Iráku byly zničeny v 90. letech, později nebyly na jeho území nalezeny.

<sup>c/</sup> Skutečné či údajné používání chemických zbraní jako důvod k politickému nátlaku, selhání mezinárodních kontrolních mechanismů.

<sup>d/</sup> Kriminální případ (označen jako použití chemické zbraně), dosud nevyšetřený, s velmi vážným vlivem na mezinárodní vztahy.

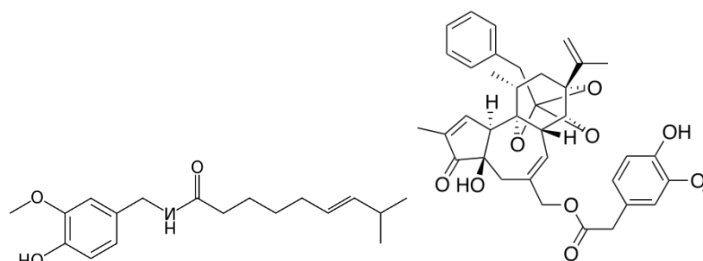
## 2. NESMRTÍCÍ CHEMICKÉ ZBRANĚ

Na první pohled je idea použití nesmrtících chemických zbraní pokroková: jednak nabízejí lákavou možnost omezit brutalitu ozbrojeného konfliktu, jednak zvyšují účinnost boje s kriminalitou nebo s teroristy. Ale o roli těchto prostředků při udržování politické a ekonomické moci vládnoucích elit se přitom cudně mlčí. Odvrácenou stranou jsou však i jiná rizika a hrozby.

Zaprvé, samotná představa, že snad mohou existovat ideální nesmrtící chemické zbraně, je iluzí. To v zásadě pochopil už v 16. století Paracelsus, když formuloval dodnes platnou definici jedu. Zadruhé, jejich všeobecně tolerovaný výzkum a vývoj legitimizuje rozvoj technologií a zbraňových systémů, které lze plošně a jednoduše aplikovat i na smrtící chemické zbraně. A zatřetí, vývoj nesmrtících chemických zbraní zákonitě povede k objevu takových látek, jimiž lze překonat i nejmodernější technické prostředky protichemické ochrany a otevřít tak cestu působení látek s extrémně vysokou letalitou. Jako příklad se uvádí přírodní super-iritant resiniferatoxin z afrických šípových rostlinných druhu *Euphorbia resinifera* nebo *E. poissonii*, jehož totální syntéza byla navržena už v roce 1997. Strukturně je podobný kapsaicinu (obrázek 1) a stejně tak se váže na vaniloidový (kapsaicinový) receptor fungující jako iontový kanál pro vstup iontů vápníku do neuronů (jedná se o specifický receptor pro vnímání bolestivých podnětů). Efektivně dráždí lidskou pokožku už při extrémně nízké dávce ( $ED_{50}$ )  $2,4 \cdot 10^{-7} - 2,4 \cdot 10^{-9}$  mg/cm<sup>2</sup>, podle jiných údajů je  $ED_{50}$  kolem 3 µg/kg (myš, s. c.), kdežto u kapsaicinu je to 7 mg/kg, takže resiniferatoxin je více než 1000krát mohutnější iritant než kapsaicin.

Podle současných představ lze potenciální nesmrtící chemické zbraně hledat nejen mezi dráždivými látkami, ale také mezi kalmativy, bioregulátory, malodoranty nebo mezi novodobými psychoaktivními látkami. Očekává se, že účinné (zneschopňující) dávky těchto látek budou alespoň (!) 100x nižší, než dávky smrtící.

Obrázek 1: Chemické vzorce kapsaicinu (vlevo) a resiniferatoxinu.



### 3. TRADIČNÍ METODY ZDOKONALOVÁNÍ CHEMICKÝCH ZBRANÍ

#### 3.1. Zvyšování toxicity

Zdokonalování BChL, munice a prostředků chemického napadení obecně klade z hlediska ochrany nové a neobvyklé nároky na detekci, konstrukci ochranných prostředků, metody dekontaminace a terapie. Asi nejzajímavější otázkou v této souvislosti je, zda lze najít toxicitější BChL než ty, jež byly zavedeny do výzbroje. Syntéza nových látek je založena na obměně funkčních skupin základní chemické struktury. Možnosti látek G jsou vzhledem k jednoduché molekule omezené. Látky série V poskytují možnosti větší, ale látky toxicitější než VX a R-33 přesto nebyly nalezeny. Třetí možností je syntéza nových sloučenin vzájemným kombinováním některých strukturních prvků látek série G a V, případně zavedení jiných funkčních skupin do molekuly. Tímto způsobem byly připraveny i látky GP (GV) nebo NOVIČOK. Vztahy mezi atomy

v molekulách jsou přísně determinovány a každému dostatečně úzkému intervalu změny molekulové hmotnosti odpovídá určitý počet sloučenin. Se zvyšováním molekulové hmotnosti se sice toxicita látky zvyšuje (tabulka 2), i když nikoli nutně, ale zároveň klesá pravděpodobnost, že látka bude těkavá. Proto látky významně toxičtější než VX budou mít pevné skupenství. Ale toxicita pevných látek má také své meze, proto se objev BCHL významně toxičtější, než jsou přírodní supertoxiny (konkrétně botulotoxin), neočekává. Navíc, zvýšení toxicity BCHL automaticky nepřináší proporcionální zlepšení ostatních bojových vlastností. Např. 10násobné zvýšení toxicity BCHL odpovídá „pouze“ asi 2násobnému zvětšení plochy účinné kontaminace soudobou chemickou municí.

Tabulka 2: Závislost toxicity na molekulové hmotnosti.

Látka	Zdroj, původ	Mol. hmotnost, Da	LD <sub>50</sub> (myš, i. v.), µg/kg
Botulotoxin	Bakteriální toxin	150 000	0,001
Palytoxin	Mořský jed	2700	0,15
Saxitoxin	Mořský jed	299	10
VX	Syntetický jed	267	15
GB	Syntetický jed	140	100
HD	Syntetický jed	159	170 (s. c.)
Kyanovodík	Průmyslový jed	27	8500 (p. o.)

### 3.2. Pronikání ochrannými maskami a izolačními bariérami

Německá koncepce „drtičů masek“ (toxických aerosolů organických sloučenin arsenu, např. látek DA, DC), která otevřela novou kapitolu chemické války, si vynutila plošné zavedení nových filtrů s protidýmovou vložkou. Další ofenzivní výzkum se zaměřil na překonání filtrů těkavými BCHL se smrtícím účinkem, jako jsou trifluornitromethan, trifluornitrosomethan, hexafluorazomethan (Sovětský svaz), chlortrifluorid (Německo) a perfluorisobuten (Irák). V praxi to znamená, že nejlepším řešením ochrany proti plyným „drtičům masek“ jsou izolační přístroje. Nebo se máme pokusit vyvinout filtry zcela nové generace?

Ideální BCHL proniká ve formě kapek izolační polymerní bariérou protichemických prostředků a dokáže vyřadit živou sílu i působením par přes pokožku. Nalézt takovou látku bylo hlavním cílem amerického projektu IVA (Intermediate Volatility Agent). Jedním z výsledků tohoto projektu byla syntéza látky GP (GV) navržené pro binární munici. Překonat izolační bariéru a kůži umožňuje také munice naplněná otrávenými jehlami a kuličkami, případně fragmentovaná munice, což je ovšem mimo kompetence našeho oboru. Otázka zní: je reálné vyvinout materiál, který bude mít univerzální ochranné vlastnosti?

### 3.3. Směsi a taktické receptury

Fyzikální a chemické vlastnosti BCHL plněných do munice (např. stabilita, balistické vlastnosti, efektivní převod do bojového stavu) lze upravovat vhodnými přísadami. Příkladem je zahuštěný yperit, lewisit, soman nebo R-33. Některé přísady urychlují vstřebávání BCHL do organismu (např. dimethylsulfoxid nebo 1-dodecylazacykloheptan-2-on známý z kosmetického průmyslu). Příznivý vliv na fyzikální a chemické vlastnosti mohou mít i směsi různých BCHL, které mají navíc

neobvyklý toxický účinek a citelně komplikují protichemickou ochranu jako celek. Typickým příkladem je směs yperitu s lewisitem (HL, RK-7), ale známé jsou i směsi yperitu s difosgenem, chloracetofenonem, nebo směs psychoaktivní látky BZ s kapalným dráždivým 1-methoxy-1,3,5-heptatrienem. U směsí některých organofosforových sloučenin byl pozorován synergický efekt. Domnívám se, že při výzkumu a vývoji metod a prostředků ochrany (v celé jejich šíři a rozmanitosti) na tuto skutečnost nebereme příliš ohledy, což je velice chybná strategie.

### 3.4. Binární technologie

Binární munice, která obsahuje dvě relativně netoxické složky, jež během letu na cíl vzájemně reagují za vzniku BCHL, má řadu výhod. Předně zvyšuje bezpečnost při výrobě, skladování, transportu, používání i ničení chemických zbraní. Životnost chemické munice se značně prodlužuje. Binární technologie umožňuje jednoduchou obměnu prekurzorů podle operačních plánů a aktuální taktické situace. Princip binárních chemických zbraní však má i nevýhody, např. snížení užitečné hmotnosti náplně nebo snížení koeficientu převodu BCHL do bojového stavu. Chemickou reakci v munici doprovází ohřev reakční směsi, což zejména v oblastech s horkým klimatem může vést k rozkladu vzniklé BCHL. Při střelbě na blízké cíle se reakční doba a tím i výtěžek reakce snižuje. Syntéza tuhých BCHL je v binární munici krajně obtížná. Zkušební testy prokázaly, že účinnost binární munice ve srovnání s jednosložkovou je minimálně 1,5-2krát menší (to podnítilo výzkum nové generace organofosforových BCHL). Čím je tato technologie z hlediska nároků na protichemickou ochranu tak zajímavá? Mimo jiné tím, že náplní standardní binární munice mohou být i nestabilní látky, které by jako unitární náplň nemohly být použity. To může podstatně rozšířit okruh BCHL, jimiž bychom se měli zabývat.

### 3.5. Poznámka

Běžnou praxí rozvoje chemických zbraní bylo využívání průmyslových toxických látek (výjimkou nejsou ani nejúčinnější inhibitory acetylcholinesterázy). Operační nasazení dostupných a přitom dostatečně toxických chemikálií patřilo mezi základní formy vedení chemické války i v novodobých ozbrojených konfliktech probíhajících zejména v zemích „třetího světa“. Málo známým a přitom typickým příkladem je občanská válka v Rhodesii v druhé polovině 70. let (tabulka 3). S výskytem rozličných průmyslových toxických látek na bojišti i v zázemí je rozumné počítat i v budoucnu.

Tabulka 3: Hlavní toxické chemikálie použité ve válce v Rhodesii v letech 1975-1980.

Chemikálie <sup>a/</sup>	Účinek	Toxicita, LD <sub>50</sub> (mg/kg)
Parathion (paraoxon)	Insekticid, inhibitor AChE	5 (myš, p. o.) <sup>b/</sup>
Telodrin (isobenzan)	Insekticid, chlorovaný cyklo dien	2 (pes)
Thalium	Rodenticid, buněčný jed	15-20 (člověk, p. o.)
Warfarin	Rodenticid, antikoagulant	50-500 (člověk, p. o.)

<sup>a/</sup> Relevantní dokumenty uvádějí také např. kyselinu monofluorocetovou, kyselinu fluorocitronovou, methylfluorsulfonát, diisopropylfluorofosfát, aflatoxiny, phalloidin,  $\alpha$ -amanitin, tetradotoxin, botulotoxin.

<sup>b/</sup> Vysoká percutánní účinnost ve směsi s dimethylsulfoxidem (v Rhodesii zřejmě využito).

## 4. MODERNÍ METODY ZDOKONALENÍ CHEMICKÝCH ZBRANÍ

### 4.1. Kombinatorní chemie

Tradiční výzkum nových BCHL byl nákladný a namáhavý. V laboratořích byly syntetizovány a testovány nejrůznější chemické sloučeniny s nadějí docela nepatrnou, že některá z nich bude vhodná pro vojenské účely. Budoucnost patří tzv. kombinatorní chemii, která byla původně navržena pro syntézu peptidů. Kombinatorní chemie totiž umožňuje systematicky kombinovat různé chemické stavební bloky a získat tak velké soubory (knihovny) strukturně blízkých sloučenin. Tyto knihovny lze pak pomocí techniky „high-throughput screening“ využít k identifikaci specifických sloučenin podle požadovaného účinku. Pravděpodobnost nalezení nové biologicky aktivní sloučeniny se zvýší řádově tisíckrát. Pochopitelně, kombinatorní chemie je vhodná pro syntézu sloučenin s vyšší molekulovou hmotností, než mají tradiční BCHL, ale už nyní je jasné, že může být využita ve výzkumu zneschopňujících látek nové generace.

### 4.2. Proteinové inženýrství

Proteinové inženýrství, které se zabývá cílenou přípravou proteinů, především enzymů, se využívá, kromě jiného, pro vývoj proteinových hybridních toxinů vhodných pro terapeutické účely. Proteinové toxiny, které se v přírodě vyskytují jako formy živočišných a rostlinných jedů, jsou schopny specificky působit na buněčný metabolismus, proto jsou nebezpečné již v extrémně nízkých dávkách. Metodou proteinového inženýrství lze kombinovat vazebné a katalytické domény dvou odlišných proteinových toxinů a vytvořit tak hybridní toxin se zvýšenou letalitou, s větším rozsahem působení a odolností vůči detekci, diagnóze a terapii. Vojenské využití takových toxinů je zatím hypotetické, ale za deset let, kdoví...

### 4.3. Peptidové bioregulátory

Bioregulátory jsou přirozeně se vyskytující organické sloučeniny, které regulují rozmanité buněčné procesy v mnohonásobných ústrojných systémech, tedy i v lidech. Regulují krevní tlak, srdeční činnost, dýchání, svalové kontrakce, tělesnou teplotu a spánek, ovlivňují náladu, emoce i imunitní funkce. Působí v extrémně nízkých dávkách a prakticky okamžitě. Při dávce vyšší než fyziologické mohou vyvolat nejrůznější nežádoucí účinky, poškození zdraví, ba i smrt. V organismu teplokrevných živočichů je kolem 10 000 bioregulátorů různé chemické struktury a fyziologické funkce. Mnohé z nich obsahují nevelké strukturní fragmenty, které se v přírodě samostatně nevyskytují, ale mají aktivitu srovnatelnou s původním bioregulátorem, navíc je lze použít jako výchozí materiál pro syntézu čtených analogů. Počet takto připravených sloučenin, jejichž toxicita se může vyrovnat i toxicitě nervově paralytických látek, přitom neustále narůstá. Nejnovější pokroky molekulární biologie a biotechnologie umožňují i průmyslovou přípravu bioregulátorů, jež byly předtím dostupné pouze v nepatrných množstvích z přírodních zdrojů. Zdá se, že bioregulátory jsou perspektivní zneschopňující zbraně a mohou představovat novou dimenzi vedení moderní války.

#### 4.4. Chemická mikrotechnologie

Chemická mikrotechnologie vyvolala revoluční změny v chemickém i farmaceutickém průmyslu. V porovnání se standardními chemickými provozy jsou miniaturizovaná zařízení bezpečnější, rychlejší, selektivnější a energeticky efektivnější. Jedná se o automatizovaná zařízení s mikromixéry, miniaturizovanými tepelnými výměníky a reaktory o objemu asi 2 litrů. Jedinou výrobní linkou instalovanou v místnosti o objemu 30 m<sup>3</sup> lze vyrobit i několik kilogramů čistého produktu za hodinu. Chemické mikroprocesy na výrobu čistých chemických a farmaceutických produktů dnes celkem běžně používají velké světové společnosti. Existuje riziko, že mohou být použity i na výrobu vojensky významných toxických sloučenin, což významně znejišťuje kontrolní mechanismy Úmluvy a snižuje účelnost využívání technických protichemických opatření.

#### 4.5. Mikroenkapsulace

Mikroenkapsulace, běžně používaná při přípravě farmaceutických preparátů, je založená na uzavření BChL do mikrokapsičky s biologicky rozložitelným polymerovým obalem. Mikrokapsule lze použít různými způsoby. Např. při výbuchu munice mikrokapsule vytvářejí oblak aerosolu a vnikají dýchacími cestami do organismu, kde se obal pomalu rozpouští a řízeně uvolňuje BChL. Tato technologie může být snadno použita i pro vývoj nových forem aplikace nesmrtících chemických zbraní, proto je intenzivně studována. Na ještě vyšší technologické úrovni je nanoenkapsulace. Je zřejmé, že oba typy enkapsulace mohou ovlivnit účinnost zavedených metod detekce, kontaminace a ochrany povrchu těla i dýchacích cest.

#### 4.6. Nanotechnologie

Nanočástice mají vysokou chemickou a katalytickou aktivitu, která nebyla u částic téže látky větších rozměru pozorována. V prostředí (např. ve vzduchu) nanočástice vytvářejí vysokou koncentrací i při relativně malém množství rozptýlené látky. Mohou snadno pronikat do lidského organismu prakticky všemi branami vstupu a napadat libovolné orgány a tkáň, včetně centrálního nervového systému. Jejich účinek se může projevit klinickým obrazem nemoci, jenž je současné medicíně neznámý, nebo je maskován jinými klinickými projevy. Nanočástice pod 50 nm mohou proniknout do buněčného jádra a projevit genotoxický účinek. Použití nanočástic ve vojenství není utopie. Byly například součástí dráždivého aerosolu arsenových sloučenin za 1. světové války, nebo receptur CS1 a CS2 s dráždivou látkou CS, vyvinutých americkou armádou pro vietnamské válčiště. (Receptura CS2 je navíc mikroenkapsulovaná látka CS odolávající hydrolýze i vysokým teplotám.) V poslední době se vědci zaměřují i na přípravu nanomateriálů s biologicky aktivními peptidy a jinými látkami. Tyto technologie, perspektivní v medicíně, mohou být využity pro přípravu nových forem bioregulátorů, kalmativ a jiných skupin toxických látek pro vojenské účely. Improvizovaná ochrana proti nim bude zřejmě méně účinná, než proti běžným látkám. Problém bude zvláště aktuální v ochraně civilního obyvatelstva.

## 5. KE KAUZE NOVIČOK

O fenoménu NOVIČOK se psalo již v minulém století. Existuje řada dostupných prací, které na tento problém upozorňovaly. Bezvýsledně. Problém byl ignorován, a to i na půdě OPCW. Dnes, téměř 30 let po skončení studené války, jsme však nuceni se problémem NOVIČOK seriózně zabývat. Nabízí se několik klíčových otázek: Je skupina látek typu NOVIČOK mýtus nebo realita? Byly tyto látky skutečně předmětem vojenského výzkumu v bývalém Sovětském svazu (jak uvádí Vil Mirzajanov ve své knize *State Secrets*), respektive byl tento vojenský výzkum úspěšný? Při odpovědi na tyto otázky vezmeme v úvahu i historické zkušenosti ze špionážní války mezi USA a SSSR, která významně ovlivňovala směřování a rozsah výzkumu chemických zbraní na obou stranách barikády (viz např. americká falešná špionážní zpráva o látce GJ v roce 1966).

Pokud jsou látky skupiny NOVIČOK realitou, nutno potvrdit (a to veřejně) jejich chemickou strukturu a informovat alespoň odbornou veřejnost o jejich fyzikálních, chemických a zejména toxických vlastnostech. Jejich utajování již nemá za této situace smysl, neboť i v případě, že OPCW nezveřejní vzorec a další relevantní informace o látce údajně použité v dubnu 2018 v anglickém Salisbury, pravděpodobně nastane dramatická exploze prací věnovaných výzkumu široké škály sloučenin, jejichž chemické vzorce odpovídají vzorcům dosud publikovaným, ale nepotvrzeným. To by mohlo být interpretováno jako výzkum nových chemických zbraní pod agendou obranných výzkumných projektů. Na druhé straně, i když se výzkum látek typu NOVIČOK v bývalém SSSR nepotvrdí, máme zde reálnou skupinu chemikálií, dokonce dvou rozdílných struktur, přičemž není vyloučeno, že mohou mít (i značný) vojenský význam. Jestliže se ukáže, že některé z nich jsou skutečně až 10krát toxičtější než látka VX, jejich detekce se rázem stane obtížně řešitelným problémem. Jestliže se potvrdí, že odolávají soudobým antidotům na bázi reaktivátorů acetylcholinesterázy, problémy v terapii otrav mohou být dobrým důvodem k panice. Není vůbec jasné, jak se kauza NOVIČOK vyvine. Připomeňme si látky GP (GV), rovněž hybridní organofosforové sloučeniny, které byly podle všeho vyvinuty v rámci amerického programu binárních zbraní. I když se o nich mluví už více než 40 let, jejich struktura zatím nebyla jednoznačně potvrzena, což značí, že explicitně na ně nereaguje ani Úmluva.

**Poznámka:** V květnu 2018 se výkonný ředitel OPCW obrátil dopisem na členy Vědeckého poradního sboru se žádostí o zhodnocení problému NOVIČOK z hlediska možné implementace do kontrolních mechanismů. Bližší informace zatím nebyly publikovány.

## 6. SOUVISLOST MEZI CHEMICKÝMI, BIOLOGICKÝMI A JADERNÝMI ZBRANĚMI

### 6.1. Chemické a biologické zbraně

Souvislost mezi chemickými a biologickými zbraněmi je přímá. Už v historických dobách byla mezi těmito druhy ZHN pohyblivá hranice, někdy dokonce tak pohyblivá, že bylo obtížné je rozlišit. Např. v amerických ozbrojených silách odpovídala za vývoj a použití biologických zbraní chemická služba (Chemical Warfare Service). Jediným měřítkem vzájemného rozlišení je, zda se jedná o látku schopnou samoreplikace (rozmnožení), či nikoli. V poslední době vyjadřuje jistou souvislost mezi oběma druhy ZHN termín biochemická zbraň. Z pohledu očekávaného vědeckého pokroku se otevírá cesta rozvoje biochemických zbraní zejména na bázi syntézy



peptidů a proteinů, případně na bázi produkce toxinů modifikovanými organismy. A co teprve když se lidem podaří stvořit umělý život?

## 6.2. Chemické a jaderné zbraně

Na první pohled spojují chemické a jaderné zbraně pouze účinky hromadného ničení (i když kvalitativně i kvantitativně nesrovnatelné). Souvislost je však mnohem hlubší. Vzhledem k tomu, že jaderné zbraně jsou považovány nejen za drahé, ale také za „příliš ničivé“, mají chemické zbraně větší praktickou cenu, a to navzdory platným mezinárodním odzbrojovacím konvencím. Druhá úzká spojitost existuje mezi prostředky chemického a jaderného napadení, tj. mezi nosiči. Nehledě na rozvoj nesmrtících chemických zbraní (látek k potlačování nepokojů), vývoj chemické munice a prostředků jejich dopravy na cíl *de iure* skončil. O to více se však rozvíjejí nosiče jaderných zbraní všeho druhu, zejména pak raketové a letecké. Většina těchto supermoderních nosičů může být adaptována i na chemické zbraně, čímž se mnohonásobně zvýší jejich bojový potenciál. Chemickou válku s takovými prostředky si ovšem budou moci dovolit (zatím) jen světové mocnosti.

## 7. OCHRANA PROTI CHEMICKÝM ZBRANÍM

### 7.1. Poznámky k „věčnosti“ chemických zbraní

Chemické zbraně nalézáme v lovecké a obranné výbavě živých organismů napříč všemi říšemi, takže v tomto smyslu jsou univerzálním přírodním principem. Člověk svými chemickými zbraněmi pouze napodobuje přírodní vzory a modely. Fenomén „chemická zbraň“ dostává nový impulz, ožívá a vstává z popela jako bájný pták Fénix pokaždé, kdy dojde k nějakému souvztažnému pokroku v přírodních nebo technických vědních oborech. Moderní chemickou zbraň, tak jak se vyvinula v podmínkách 1. světové války, může překonat a nahradit jen jiná mnohem efektivnější zbraň. Lidské zákony a mezinárodní konvence mají pouze regulační význam.

### 7.2. Poznámky k významu ochrany proti chemickým zbraním

Řešení všech problémů ochrany proti chemickým zbraním musí vycházet z hlubokých znalostí dějin oboru, jeho teoretických základů a ze sledování vývojových trendů. Fráze? Možná. Ale už pouhý náhled do abstraktů vědeckých článků, které vyšly za posledních deset let, dává tušit, že výzkum v této oblasti je často veden špičkovými vědeckými pracovišti, jejichž zájem o ochranu proti chemickým zbraním je spíše epizodický. Aby však nedošlo k nedorozumění: někdy to může být přínosem, neboť se tím udržuje určitý odstup od zažitých stereotypů. Mnohem častěji však jde jen o získání státních zakázek a grantů, jejichž jediným výsledkem jsou publikace v impaktovaných časopisech.

Máme co dělat se začarovaným kruhem v podobě hada, jenž se pokouší ukousnout svůj vlastní ocas. Vědecké poznatky, tak důležité pro vývoj nových chemických zbraní, mohou být efektivně využity i k ochraně proti nim. Tak například, kombinatorní chemii jako moderní nástroj pro syntézu nových vojensky významných toxických chemikálií s naprogramovanými vlastnostmi lze stejně tak dobře využít pro syntézu nových analytických činidel (chemosenzorů)

tzv. 2. generace, látek s požadovanými ochrannými vlastnostmi proti plynům, parám, aerosolům a kapalinám, nebo látek s univerzální či selektivní dekontaminační účinností. Nanotechnologie, které mohou ovlivnit rozvoj nových forem chemických zbraní, se již dnes uplatňují v obranném výzkumu, a to nejen v souvislosti s protichemickou ochranou. Bouřlivý rozvoj aplikace lékových forem sice umožňuje zdokonalení metod převodu BCHL do bojového stavu, ale nabízí i rozmanité možnosti zvyšování účinnosti antidotní terapie, zvyšování odolnosti izolačních bariér a filtrů, případně zvyšování spolehlivosti dekontaminace.

## ZÁVĚR

Vojenské používání toxických látek není výlučně spjato s konkrétní historickou epochou, i když pouze v době masové průmyslové výroby lze mluvit o chemických zbraních jako o ZHN. V určitém smyslu mají chemické zbraně v dějinách „univerzální charakter“. Přijetí a implementace Úmluvy je významným humánním aktem, jenž není zaměřen pouze na faktické zničení všech zásob chemických zbraní. Úmluva je otevřena pro budoucnost a proto by měla odolávat vědeckotechnickému vývoji. Na první pohled se zdá, že chemické zbraně dosáhly svého vrcholu. Jejich další rozvoj je však možný, a to na základě zdokonalení tradičních technologií a zejména s využitím nejnovějších poznatků moderních vědeckých a inženýrských oborů, ideálně na rozhraní chemie a biologie. Všeobecně je akceptována představa o nové generaci nesmrtících chemických zbraní. Je možné, že v budoucnu se objeví nové formy hromadění zásob chemických (biochemických) zbraní, které budou vznikat virtuální syntézou nových toxických látek z nesledovaných chemikálií. V mikroměřítku budou studovány jejich vlastnosti a pomocí počítačových modelů budou simulovány formy jejich vojenského použití. Chemický arzenál budoucnosti bude tvořen databankami důležitých informací z oboru chemických, biologických a toxinových zbraní, které budou tajné a připravené ke zhmožnění. Kontrolní mechanismy by proto měly zahrnovat i deklarace relevantních vědecko-výzkumných programů a dohled nad nimi, jenž by ovšem neměl bránit svobodnému vědeckému bádání (jak toho ale dosáhnout?). Existuje však ještě mnohem chmurnější scénář. Vojensko-politický vývoj ve světě může být natolik dramatický, že chemické znovuvyzbrojování se pro řadu zemí stane nedílnou součástí budování ozbrojených sil. A tak se zdá, že náš obor jen tak brzy nezanikne.

## Použitá literatura

- PITSCHMANN, V.: Šamani, alchymisté, chemici a válečníci. Praha: Naše vojsko, 2010.  
 PITSCHMANN, V.: Chemici v laboratoři a na bitevním poli. Praha: Naše vojsko, 2012.  
 PITSCHMANN, V.: Chemická válka ve věku atomu a DNA. Praha: Naše vojsko, 2016.  
 PITSCHMANN, V. a kol.: Chemické zbraně a ochrana proti nim. Praha: Manus, s. 12-33, 2011.  
 MIRZAYANOV, V. S.: State secrets. An insider's chronicle of the russian chemical weapons program. Denver: Outskirts Press, Inc., 2009.  
 PITSCHMANN, V.: Overall view of chemical and biochemical weapons. In *Toxins*, vol. 6, pp. 1761-1784, 2014.  
 PITSCHMANN, V., HON, Z.: Military importance of natural toxins and their analogs. In *Molecules*, vol. 21, no. 5, pp. 556-575, 2016.

- TUCKER, J. B. (Ed.): Innovation, Dual Use, and Security. Cambridge: MIT Press: Cambridge, 2012.
- ANTONOV, N. S.: Khimitsheskoye oruzhiye na rubezhe dvukh stoletiy. Moskva: Progress, 1994.
- HOENIG, S. L.: Compendium of Chemical Warfare Agents. Springer: New York, 2007.
- HALÁMEK, E, KOBLIHA, Z.: Přehled bojových chemických látek. Vyškov: VVŠ PV, 2002.
- CROSS, G.: Dirty war. Rhodesia and chemical biological warfare 1975-1980. Solihull: Helion & Company, 2017.