

# HLAVNÍ MODERNIZAČNÍ TRENDY V KONSTRUKCI OBLIČEJOVÝCH MASEK

## MAIN MODERNIZATION TRENDS WITHIN PROTECTION MASKS CONSTRUCTION

Stanislav FLORUS, Pavel OTRÍSAL  
stanislav.florus@unob.cz

### Abstract

*In the paper there are described main modernization trends of face masks. Main construction signs of the fourth generation masks are introduced in an introductory part. The attention is devoted mainly to masks that can be ordered into a group of the fifth mask generation in further text. A description of development trends is demonstrated on main parts of the face mask.*

### Key words

*Protection mask, inner mask, visor, filter canister, exhalation valve, exhalation valve chamber, inhalation valve, drinking system, speech diaphragm, faceblank, connector, head harness.*

### ÚVOD

Stejně jako celá řada výrobků i obličejové masky podléhají modernizačním trendům, jejichž cílem je především zlepšení ochranných vlastností masky jako celku. V současné době můžeme hovořit o 5. generaci obličejových masek. Je třeba objektivně přiznat, že konstrukční trendy jsou určovány zejména vojenskými maskami, z kterých jsou postupně jednotlivé konstrukční části uplatňovány u masek civilních. K určení základních modernizačních trendů současnosti je třeba připomenout hlavní konstrukční charakteristiky masek 4. generace.

Lícnice masek 4. generace mají tvar, který se v maximální míře přizpůsobuje tvaru obličejové masky, což omezuje škodlivý prostor na minimum. Maximální pozornost je věnována těsnosti obličejových masek. Důraz v této oblasti je věnován těsnosti v tzv. těsnicí linii, což je pás dotyku masky s obličejem uživatele. Jsou používány manžetové těsnicí linie, které mohou být v problémových partiích obličejové masky tvarovány tak, aby maska zabezpečovala dobrou těsnost. Povinnou součástí každé masky je vnitřní maska. Jedná se o poměrně tvarově náročnou část, která má zabezpečit celou řadu funkcí. Nejdůležitější funkcí je zabezpečení dobrého proudění nasávaného vzduchu ve škodlivém prostoru masky a usměrnění odvodu vydechovaného vzduchu do vydechovací ventilové komory. Toho je dosahováno tvarováním vnitřní masky a vnitřního povrchu lícnice. Usměrněním vzduchu ve škodlivém prostoru masky je dosahováno efektivního odmlžení zorníků a snížení koncentrace oxidu uhličitého na požadovanou mez. K efektivnímu proudění vzduchu je vnitřní maska vybavena řídicími ventily, avšak stále větší uplatnění nacházejí i řídicí otvory, jejichž umístění na vnitřní masce má větší variabilitu, než je tomu u řídicích ventilů. K odvodu vydechovaného vzduchu je maska vybavena zpravidla jedním vydechovacím ventilem s předpětím a nízkou hodnotou průniku (koeficientu podsávání). Masky umožňují dobrý výhled, který je zabezpečen vhodným tvarem zorníků a jejich umístěním vzhledem k očím a obličejí uživatele. Postupně narůstajícím trendem bylo použití hledí, tedy jednoho velkého zorníku. K omezení tuhosti masky bylo hledí do lícnice vlepováno, čímž nemusela být použita objímka hledí, která tuhost masky naopak zvyšuje. Masky jsou obvykle vybaveny dvěma přípojkami se standardizovaným závitem 40 x 1/7 palce,

kteří umožňují alternativní připojení filtru na pravou nebo levou stranu lícnice. Vdechovací ventil s předpětím umožňuje uzavření přípojky, což dává možnost výměny filtru v kontaminovaném prostředí, tedy bez nutnosti kontaminovaný prostor opustit. Přenos řeči je zpravidla zabezpečován průzvučným zařízením, které je umístěno před ústy uživatele nebo pomocným průzvučným zařízením, které nahrazuje zátku přípojky nevyužitě k připojení filtru. Některé masky k zabezpečení přenosu řeči využívají obě možnosti. Součástí masek 4. generace je zařízení pro příjem tekutin, které umožňuje bezpečné pití v kontaminovaném prostoru. Jako zásobník vody slouží láhev se speciální zátkou dovolující bezpečné připojení láhve se zařízením pro příjem tekutin. Upínací systém je vyroben tak, aby co nejvíce omezoval tlak lícnice masky na hlavu uživatele. Jeho nejmarkantnějším znakem je velká týlní část často zhotovená z odolné síťoviny. Ke zhotovení masek jsou používány materiály s vysokou rezistenční dobou a bezpečné pro práci ve výbušném nebo lehce zápalném prostředí. K výrobě přípojek, vydechovací ventilové komory, zorníkových objímek a dalších pevných konstrukčních součástí jsou využívány chemicky a mechanicky velmi odolné plasty [1, 2]. Typickým představitelem masky 4. generace je britská maska FM-12 nebo například finská maska M-95 (Obr. 1).



*Obr. 1*

*Obličejová maska 4. generace M-95 s připojeným zařízením pro příjem tekutin*

## **SOUDOBÉ KONSTRUKČNÍ TRENDY OBLIČEJOVÝCH MASEK**

Konstrukce masek 5. generace vychází, zcela zákonitě, z ověřených konstrukčních řešení masek 4. generace. Tvar, konstrukci a výběr bariérového materiálu lícnice bude ovlivňovat určení obličejové masky pro určitou skupinu osob. Jestliže však má být maska určena přednostně pro práci v kontaminovaném prostředí, tedy nejen pro krátký pobyt osob, které ochranné prostředky potřebují např. pro evakuaci z kontaminovaného prostředí, potom lícnice musí splňovat poměrně náročné požadavky konstrukční, ochranné i fyziologické. Je předpoklad, že lícnice budou lisovány z otevřené formy. Otevřená forma lícnice umožňuje rychlé nasazení masky do ochranné polohy. Otevřená forma umožňuje i použití relativně tuhých konstrukčních materiálů s vysokou rezistenční dobou. Tuhost lícnice má však vliv na konstrukční řešení těsnicí linie a její tvar, zejména u masek pro profesionální sbory, který musí

respektovat požadavky na funkčnost masky jako celku a zpravidla zabezpečit kompatibilitu s dalším materiálem či výstrojí, jako jsou například ochranná přilba, balistická ochrana hlavy, ochranné prostředky povrchu těla atp.

Velmi problematickou otázkou je počet velikostí lícnice. Moderním trendem zejména u masek pro průmyslové použití bylo vyrábět jednu velikost. V případě práce v prostředí kontaminovaném vysoce toxickými látkami, kdy je potřeba zabezpečit maximální těsnost masky na obličej, poskytuje větší počet lícnic větší záruku, že těsnosti bude dosaženo. Zkušenosti z armádního prostředí, ve kterém je v současné době zastoupeno relativně velké množství žen a obecně osob v širokém věkovém spektru pokrývajícím rozmezí od 14 do 60 let věku, ukazují, že je nutné velikosti lícnic či počtu velikostí věnovat velkou pozornost. Ani tři velikosti lícnice zavedené v současné době do Armády České republiky nepokrývají požadavek k zabezpečení osob s malými obličejmi. Ačkoliv je počet velikostí lícnic problém komplexní, existuje předpoklad, že k zabezpečení požadované těsnosti masky v rámci širší profesní skupiny bude potřeba počítat spíše s větším počtem velikostí, než se snažit problém těsnosti vyřešit jedinou velikostí. Jako optimální se z praktických zkušeností jeví čtyři velikosti. I v tomto případě však o konečném počtu velikostí budou rozhodovat výsledky antropometrického průzkumu zájmové populace, způsob konstrukčního řešení těsnosti lícnice v těsnící linii, symetrie masky z hlediska hmotnostního zatížení dalších konstrukčních částí (např. filtru), způsob potlačení možného klopného efektu filtru, systém fixace masky na hlavě uživatele atp. Určitým řešením pro dosažení dobré těsnosti je využití kukly (celohlavové lícnice) jako základního konstrukčního (nosného) prvku ochranného prostředku dýchacích orgánů. Výhoda použití kukly může spočívat jednak v rychlosti nasazení prostředku do ochranné polohy, zabezpečení těsnění v méně problematické oblasti, tj. na krku uživatele, možnosti použití jedné velikosti pro širokou škálu velikostí obličeje a zabezpečení těsnosti i v případě, že má uživatel fousy, dlouhé či nepoddajné vlasy. Podobné řešení bylo využito např. u izraelské masky [3] pro piloty (Obr. 2).



Obr. 2  
*Izraelská maska pro piloty*

Nutnou podmínkou pro dlouhodobý pobyt v kontaminovaném prostředí je využití materiálů, které jsou odolné proti předpokládaným kontaminantům. Slovo „předpokládaný“ je potřeba zdůraznit, protože panuje všeobecná laická představa, že v ochranném prostředku je možné pracovat v jakémkoliv prostředí, po libovolně dlouhou dobu. Faktorů, které ovlivňují dobu pobytu v kontaminovaném prostoru, je celá řada. Základem kvalitní ochrany je použitý druh bariérového konstrukčního materiálu a jeho chemická odolnost vůči kontaminantu. V současné době jsou lícnice vyráběny z brombutylkaučuku, butylkaučuku, silikonu, polyuretanu, EPDM, z pryže na bázi přírodního kaučuku atp. Je předpoklad, že podobné materiály budou používány i nadále. Je však možné očekávat i použití rozdílných materiálů na vnější a vnitřní stranu lícnice k zabezpečení lepší dermatologické snesitelnosti masky. Není však vyloučeno, že k výrobě ochranných prostředků dýchacích orgánů relativně blízké budoucnosti budou používány tuhé materiály tvořené vysoce chemicky a mechanicky odolnými plastickými hmotami. Takový prostředek však bude s největší pravděpodobností tvořit integrovanou ochranu celé hlavy s interní či externí filtroventilační jednotkou a s dalšími prvky, které zabezpečí komunikaci, dvousměrné předávání informací o situaci na místě atp. Je však předpoklad, že podobné ochranné prostředky budou určeny pro vybraný okruh specialistů.

Vnitřní maska je dnes již nutnou součástí obličejových masek. Ta spolu s vnitřním povrchem lícnice vytváří kanály k vedení vdechovaného a ve filtru očištěného vzduchu ve škodlivém prostoru lícnice. Vdechovaný vzduch je tak z filtru veden přípojkou s vdechovacím ventilem do škodlivého prostoru lícnice, kde je usměrněn na zorníky či hledí, které tak zbavuje vlhkosti a zabraňuje jejich zarosování. Poté vzduch prochází řídicími ventily či otvory do vnitřní masky, ze které je vdechován. Po výdechu jsou vydechované vzdušniny usměrněny vnitřní maskou do vydechovací ventilové komory, kde překonávají odpor vydechovacího ventilu a vystupují do vnějšího prostředí. Vnitřní maska má tak rozhodující úlohu ve snižování či udržování obsahu oxidu uhličitého ve škodlivém prostoru pod přípustnou koncentrací a rovněž pro zabránění zamlžování zorníků či hledí. Protože vnitřní maska přichází do přímého kontaktu s citlivými částmi obličeje, je vyrobena z materiálů, u kterých je předpoklad minimálního negativního vlivu na kůži. K její výrobě je často používán přírodní kaučuk nebo silikon. Mohou být využívány i jiné materiály dostatečně elastické, dermatologicky nezávadné, které jsou odolné vůči látkám vylučovaným při dýchání, slinění a pocení. Není vyžadována chemická odolnost pro předpokládané kontaminanty, protože vnitřní maska s nimi nepřichází do styku. Vnitřní maska je zpravidla odpojitelná k zabezpečení údržby masky. Je předpoklad, že u nově vyvíjených masek může mít vnitřní maska poměrně složitý tvar, který bude určen požadavkem na dokonalé odmlžování zorníků či hledí a na snižování koncentrace oxidu uhličitého ve škodlivém prostoru. Její tvar bude pochopitelně ovlivněn tvarem lícnice. Důraz na splnění těchto požadavků se může promítnout do počtu velikostí vnitřní masky.

Velmi důležitou částí každé obličejové masky je těsnicí linie. U masek 4. generace byly hojně využívány těsnicí linie v podobě těsnicích manžet. Je třeba poznamenat, že nalézt ideální oblast pro vedení těsnicí linie masek je problematické, protože tvar tváře může být v závislosti na etnické či národní příslušnosti poměrně složitý. Je proto pravděpodobné, že těsnicí manžeta bude používána i u masek další generace. Například v případě masky GSR společnosti Scott byly k zabezpečení těsnosti masky na obličeji použity dvojité těsnicí linie (Obr. 3). Jednou z nejméně problematických linií je těsnicí linie na krku, která je využívána u kukel. Dá se tedy předpokládat, že tento typ těsnicí linie by mohl být využíván v budoucnu zejména u integrovaných prostředků ochrany hlavy. U obličejových masek je však těsnosti dosahováno synergií tvaru těsnicí linie a lícnice, velikostí a rozložením tahu upínacího systému masky, umístěním a tvarem filtru atd.



*Obr. 3*

*Dvojitá těsnicí linie masky GSR společnosti Scott*

Nové masky jsou vybavovány dvěma vydechovacími ventily. Právě u masek 4. generace, které byly zaváděny do výzbroje v průběhu 90. let minulého století, bylo jedním z výrazných modernizačních trendů užití jednoho vydechovacího ventilu s předpětím, který měl krátkou uzavírací dobu. Ačkoliv bylo použití jednoho vydechovacího ventilu méně bezpečné pro uživatele než v případě dvouventilového systému, snaha vyhovět nárokům na nižší vydechovací odpory vedly k použití jednoventilových systémů. Až požadavky na nízké hodnoty průniku, které masky s jedním ventilem nejsou schopny splnit nebo splňují jen velmi obtížně, vedly k návratu dvou vydechovacích ventilů.

Umístění vydechovací ventilové komory je u současných masek řešeno různě. Většinou jsou však u obličejových masek vydechovací ventilové komory umístěny v přední části masky před ústy uživatele. U některých masek umístění vydechovacího ventilu před ústy nahrazuje funkci průzvučné membrány. Masky, jako jsou SM-3 nebo SM-90 (Huber and Suhner, Švýcarsko), M-95 (Scott, původně Kemira), či OM-90 (Gumárny Zubří, Česká republika), mají vydechovací komoru umístěnou v bradové části masky. Vydechovací ventil tak vlastně uzavírá vydechovací ventilovou komoru proti směru gravitace. Toto umístění ventilu umožňuje odtok kondenzátu ze škodlivého prostoru lícnice, což je jeho přednost. Na těsnost ventilu však mohou mít významný vliv otřesy způsobené pohybem uživatele, především při běhu, po dopadu po skoku či při okamžité reflexní reakci na vnější prostředí (podmínky, povely) spojené s rychlým a automatickým pohybem hlavy. V daném případě může dojít k pulzacím uzavírací části ventilu, k narušení jeho těsnosti a tím i ke ztrátě ochranných vlastností ventilu. Ke ztrátě těsnosti ventilu v důsledku mechanické netěsnosti pak může dojít i v případě, kdy došlo k difúzi škodliviny do materiálu ventilu. Při tomto procesu může dojít k výrazným změnám mechanických vlastností ventilu či k jeho tvarové deformaci. Vydechovací ventily masek jsou tedy umístěny do takové polohy, která omezuje negativní vliv otřesů způsobených pohybem uživatele masky. Samotné vydechovací ventily jsou vyráběny z materiálů, které jsou odolné vůči bojovým a vojensky významným průmyslovým chemickým

látkám typu organických rozpouštědel. Je možné předpokládat, že vydechovací ventily budou vyráběny selektivně pro určitý okruh škodlivin, tzn. z chemicky odolného materiálu, který však bude z hlediska pružnosti a konstrukce splňovat požadavky na rychlost uzavření a dosažení potřebné těsnosti vydechovacího ventilu na sedle, tzn. že bude zabezpečovat nízké hodnoty průniku.

Zorníky jsou konstruovány v závislosti na určení masky. U masek 4. generace zastoupení zorníků, tedy binokulárního systému, představovalo přibližně 60 % a zbytek masek využíval hledí. U nově zaváděných masek jsou používána především hledí. Výhoda hledí spočívá zejména v zajištění dobrého výhledu z masky. Materiály hledí, alespoň u vojenských masek, jsou pružné a jsou s líncí spojovány. Bohužel dostupné informace neuvádí, jestli se jedná o spojování lepením nebo svářením. Zorníkové objímky nejsou tedy používány, protože zvyšují tuhost masky zejména v oblasti spánků a čela. Požadavek pružnosti hledí je dán především zabezpečením dobré těsnosti v těsnicí linii.

Přípojka filtru prošla poměrně zásadními změnami. U masek 4. generace byla používána jedna nebo dvě přípojky s oblým přípojovacím závitem 40 x 1/7", kde číslo 40 označuje průměr závitu v milimetrech a 1/7 stoupání oblého závitu v palcích. Jedna přípojka byla umístěna v přední části masky, pokud měla maska přípojky dvě, nacházely se na pravé a levé straně masky. I zde však byla celá řada výjimek. Švýcarská maska SM-3 měla přípojky tři (Obr. 4), belgická maska BEM-4GP měla přípojku jednu, která však umožňovala vyklopení filtru napravo, nalevo nebo směrem dolů.



Obr. 4  
Švýcarská maska SM-3 společnosti HUBER+SUHNER AG [4]

Trendem u vojenských masek 5. generace je používání přípojek pro rychlé připojení filtru – typ bajonetové přípojky. Výhodou tohoto typu spojení je zejména rychlost připojení a dosažení těsnosti filtru, což při výměně filtru v kontaminovaném prostředí hraje podstatnou roli. Těsné spojení filtru s přípojkou je dáno jednoznačnou polohou filtru, který je navíc ve správné poloze zajištěn pojistným mechanismem. To umožňuje lepší kontrolu těsnosti filtru založené na kontrole správné pozice připojeného filtru. Zajištění filtru pak předchází jeho náhodnému povolení (ztrátě těsnosti spojení) při otřesech spojených s praktickým používáním masky. Nevýhodou daného řešení je pak nekompatibilita s filtry se standardizovanými závity. Jestli je bajonetový typ připojením správným krokem ukáže až praxe.

Součástí přípojky je i vdechovací ventil. Při potřebě výměny filtru v kontaminovaném prostoru byly u masek 4. generace vdechovací ventily vyráběny z odolných materiálů a měly zpravidla předpětí, které umožňovalo těsné uzavření přípojky ventilem. Je předpoklad, že při používání filtrů přímo připojovaných k masce bude mít vdechovací ventil i nadále své nezastupitelné místo jako konstrukční část přípojky. To je patrné i u masek 5. generace, kdy vdechovací ventil musí při odpojení filtru hermeticky uzavřít přípojku a při připojení filtru musí dojít k jeho otevření a zprůchodnění cesty pro průtok očištěného vzduchu do škodlivého prostoru masky. Bajonetové přípojky však umožňují používání různých typů vdechovacích ventilů či uzavíracích zařízení, které mohou zvýšit bezpečnost uživatele masky při nutnosti odpojení a opětovného připojení filtru v kontaminovaném prostředí.

Zásadní změnou prochází i filtry. Pouzdra filtrů jsou vyráběna z odolných plastů. Je možné pozorovat, že tvar lícnice a filtru se vzájemně ovlivňují. Těžiště samotného filtru se přiblížilo lícnici, čímž došlo k podstatné eliminaci tzv. klopného efektu. Ten vzniká v důsledku prudkého otočení hlavy, přičemž v závislosti na rychlosti jejího pohybu a vlastní hmotnosti filtru dochází k jeho setrvačnému pohybu ve směru otočení hlavy, čímž může dojít k narušení těsnosti masky v těsnící linii na straně protilehlé připojeného filtru. Zejména u vojenských masek je pak možné pozorovat využití pouzdrových filtrů, které jsou připojovány na obě strany masky. Připojení není řešeno pomocí připojovacího závitu, ale pomocí bajonetové přípojky, jak už bylo popsáno výše. Diskutovanou otázkou je, jak velký počet škodlivin a jaké množství má být filtrem zachyceno. Na danou otázku je velmi těžká odpověď zejména v případě průmyslových chemických látek. Není možné počítat s univerzalitou filtru. Ta neexistuje a nelze ji očekávat i v budoucnosti. Je to dáno známými záchytnými mechanismy a jejich omezeními, například vlivem vysoké teploty a povahou potencionálních škodlivin či jejich možných kombinací, které mohou být teoreticky neomezené. Je tedy nutné přijmout skutečnost, že filtrační ochrana má své limity, které je třeba znát a využívat v praxi. Jako možné řešení k rozšíření záchytné schopnosti filtru se jeví využití přidavných filtrů, které je možné připojit na jiný filtr. Takové řešení je již v praxi využíváno.

Upínací systém má spolu s těsnící linií rozhodující vliv na těsnost masky. Síla upnutí však nesmí způsobovat fyziologický diskomfort. Z uvedeného důvodu týlní části upínacích systémů moderních masek pokrývají velkou plochu týlu hlavy, aby se příslušný tlak rozložil na co největší plochu. Velká týlní část díky styčné ploše lépe udrží masku ve zvolené poloze na hlavě. K zabezpečení lepší prodyšnosti je týlní část zpravidla vyrobena z odolné síťoviny nebo z prodyšných materiálů. Upínací systém je k masce upevněn pomocí upínacích pásek a přezek, zpravidla plastových, které umožňují nastavit sílu upnutí. Je předpoklad, že podobné upínací systémy budou používány i u nově vyvíjených masek. Je však možné předpokládat, že pro vybrané skupiny specialistů bude maska upínána zvláštním záchytným systémem k prostředku ochrany hlavy a bude tak vytvářet integrovaný systém ochrany. Takové systémy jsou již výrobci prezentovány, stále se však jedná spíše o vývojové projekty a je otázkou, kdy či zda budou masově zavedeny do používání.

Zařízení pro příjem tekutin je stále více integrální součástí obličejových masek. Komplikace při jeho používání v kontaminovaném prostoru způsobené nutností dekontaminace speciální zátky láhve, nemožnost příjmu tekutin v libovolný okamžik práce, obavy při příjmu tekutin v kontaminovaném prostoru i při dodržení všech nezbytných bezpečnostních procedur a opatření, omezené množství tekutiny i požadavky na dobu práce a bezpečnost uživatele při používání prostředků individuální ochrany zejména v horkých klimatických podmínkách vedou k hledání řešení tohoto problému. V současné době jsou používána hydratační zařízení, která umožňují pevné, ale rozebíratelné spojení se sacím ventilem zařízení pro příjem tekutin obličejových masek. Spojení je zabezpečeno proti vniku kontaminantu a je mechanicky odolné proti rozpojení. Zásobníky na vodu u těchto zařízení mají objem zpravidla 2 až 3 litry a umožňují tak hydrataci po dobu 2,5-4 hodin, při zabezpečení maximálně efektivní fyziologické

potřeby vody 0,8 l.hod<sup>-1</sup>. Hydratační zařízení jsou přenášena na zádech. Na trhu jsou dostupné výrobky, u kterých výrobce deklaruje odolnost vůči bojovým chemickým látkám. Ačkoliv jsou hydratační zařízení určena pro používání na ochranných prostředcích povrchu těla, je možné je konstruovat i pro používání pod ochrannými oděvy izolačního typu. Je předpoklad, že jako základní požadavek k zabezpečení vhodných pracovních podmínek při práci v ochranných prostředcích bude zajištění dostatečného přísunu tekutin, čehož lze obtížně dosáhnout bez použití hydratačních zařízení.

Komunikace je základním předpokladem pro úspěšné splnění úkolu. S tímto požadavkem musí počítat i konstruktéři obličejových masek. U některých masek 4. generace byl zajišťován přenos hlasu přes vydechovací ventil. Vydechovací ventilová komora tak byla umístována před ústy. Častěji však byla používána průzvučná zařízení v podobě průzvučných membrán umístovaných v přední části masky. K lepší komunikaci pomocí mobilních telefonů byla často součástí soupravy ochranné masky i pomocná průzvučná membrána, která byla konstruována pro zašroubování do neobsazené přípojky filtru. Využívány však byly i technické prostředky, jako zesilovače hlasu připevňované z vnější části na průzvučnou membránu, náhlavní soupravy s mikrofony nebo hrdelní mikrofony. V současné době je přenos hlasu zabezpečován průzvučným zařízením. Masky jsou však konstruovány pro připojení náhlavních souprav tvořených mikrofonom, sluchátky a nezbytným připojovacím prvkem ke spojovacímu prostředku.

V populaci je velké zastoupení osob trpících různými očními vadami, které je nutno korigovat dioptrickými brýlemi. Na tuto skutečnost reagují i výrobci ochranných masek. Každý výrobce přizpůsobuje konstrukční řešení brýlové vložky konkrétnímu typu masky. Objevují se však zajímavá řešení spočívající ve využití jakýchsi „plaveckých brýlí“. Tyto brýle jsou plně vyrobeny z polymerních materiálů, které se stejně jako plavecké brýle nasazují na hlavu. Do brýlí jsou vkládána dioptrická skla podle potřeby uživatele. Určitou výhodou tohoto řešení je to, že takto konstruované brýle mohou být nošeny nepřetržitě, tedy i bez nasazené masky. Nevýhodou je pak nutnost nasazování brýlí před bezprostředním použitím masky v případě, že uživatel běžně používá standardní brýle. To prodlužuje čas pro nasazení masky. Kromě brýlí může být maska vybavena odnímatelnými clonami různé barvy k ochraně zraku v různých světelných podmínkách nebo k ochraně zraku například proti záření laserů. Clony jsou však většinou součástí pouze masek pro vojenské použití.

V souvislosti s filtry je velmi často diskutovanou otázkou, zdali je možné protiplynové filtry pro individuální ochranu vybavit indikátorem vyčerpanosti. Doposud byly navrženy i prakticky zavedeny poměrně jednoduché avšak ne příliš přesné metody, které umožňovaly zjišťovat vyčerpanost filtru na základě zvýšení tlakové ztráty filtru nebo na základě přívažku hmotnosti. Obě použité metody nemohou poskytnout informaci o tom, co způsobilo zvýšení tlakové ztráty nebo zvýšení hmotnosti filtru. Navíc, tyto metody jsou využitelné až po použití filtru a i když by obě měřené hodnoty nebyly limitní, další použití filtru v kontaminovaném prostředí by bylo nebezpečné pro samotného uživatele ochranného prostředku. Prudký rozvoj sensorových technologií a jejich miniaturizace ve spojení s miniaturizací napájecích článků však může přinést zvrát i v této oblasti a indikátor vyčerpanosti pracující na fyzikálním principu, dostatečně přesný a umožňující indikovat vyčerpanost sorpční kapacity filtru pro zájmový okruh škodlivin může být v dohledné době zaveden do praktického používání.

## ZÁVĚR

Maska současnosti je vysoce sofistikovaný výrobek, který musí splňovat celou řadu požadavků. Jejich zabezpečení je však v mnoha případech kompromisem požadovaného a možného. Konstrukční řešení musí především vycházet z určení samotné masky, od kterého



se pak odvíjí požadavky na bezpečnost, odolnost, kompatibilitu atp. Je třeba zdůraznit, že kvalita masky sama nezaručuje bezpečnost uživatele. Ta je dána zejména znalostmi uživatele o ochranných vlastnostech masky, jeho připraveností používat masku, znalostmi o možnostech a omezeních záhytu filtru i o vlastnostech kontaminantu. Je třeba se dívat na masku jako na ochrannou pracovní pomůcku a s tímto vědomím přistupovat k jejímu pořízení a používání.

## Literatura

- [1] FLORUS, Stanislav. *Vojenské ochranné masky 4. generace evropských zemí*. [Vysokoškolská skripta]. Vyškov: VVŠ PV, 1999. 96 s.
- [2] FLORUS, Stanislav. Aktuální modernizační trendy v konstrukci ochranných masek. In: *Sborník VVŠ PV*. 1999, č. 2, s. 129–138.
- [3] FLORUS, Stanislav a Pavel OTRÍSAL. *Konstrukce obličejových masek*. Brno: Tribun EU s. r. o., 2015. 162 s. ISBN 978-80-263-0881-2.
- [4] HUBER+SUHNER AG, Pfäfikon: Protection Mask SM3/SM90. 1994. 11 s.