

VG20122014078

APLIKOVANÝ VÝZKUM NOVÉ GENERACE OCHRANNÝCH
MASEK S NANOFILTRY KE ZVÝŠENÍ OCHRANY OSOB Z
KONSTRUKČNÍHO, TECHNOLOGICKÉHO A
MATERIÁLOVÉHO HLEDISKA

PROTOTYP

**DÝCHACÍ MASKA SE
SPOLEČNÝM NÁDECHOVÝM A
VÝDECHOVÝM OTVOREM**

1	ÚVOD	- 2 -
1.1	ÚVOD DO PROBLEMATIKY.....	- 2 -
1.1.1	PROTIČÁSTICOVÉ FILTRY.....	- 2 -
1.1.2	PROTIPLYNOVÉ FILTRY.....	- 2 -
1.1.3	KOMBINOVANÉ FILTRY	- 2 -
1.1.4	SPECIÁLNÍ FILTRY	- 2 -
1.1.5	FILTRY ŘADY NBC.....	- 3 -
1.2	PROTIČÁSTICOVÉ FILTRY.....	- 4 -
1.3	ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE TVARU	- 6 -
1.3.1	LÍCNICOVÉ (JSOU UVNITŘ OCHRANNÉ MASKY)	- 6 -
1.3.2	KRABICOVÉ (JSOU PŘIPEVNĚNY K OCHRANNÉ MASCE ZVENČÍ)	- 6 -
1.4	KONSTRUKČNÍ ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ.....	- 7 -
1.4.1	KAZETOVÉ FILTRY PLOCHÉ „FP“	- 7 -
1.4.2	KAPSOVÉ FILTRY.....	- 7 -
1.5	ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE TVARU PLOCHY PŘIPOJENÍ.....	- 9 -
1.5.1	ROVINNÁ PLOCHA	- 9 -
1.5.2	KŘIVKOVÉ	- 9 -
1.5.3	ŠROUBOVÉ	- 9 -
1.5.4	KUŽELOVÉ.....	- 9 -
1.5.5	BAJONETOVÝ ZÁMEK.....	- 10 -
1.6	ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE ZPŮSOBU SKLÁDÁNÍ FILTRU.....	- 10 -
1.7	ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE VELIKOSTI NÁPLNĚ.....	- 10 -
2	NOVÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ POLOMASKY	- 10 -
3	ZÁKLADNÍ VNĚJŠÍ ROZMĚRY DÝCHACÍ POLOMASKY S OBDÉLNÍKOVÝM A KRUHOVÝM FILTREM.....	- 18 -
4	STRUČNÝ POPIS VÝROBY DÍLŮ DÝCHACÍ POLOMASKY.....	- 19 -
5	FINÁLNÍ PODOBA PROTOTYPŮ.....	- 20 -

1 ÚVOD

Tato výzkumná zpráva se zabývá návrhem konstrukce a výrobního postupu výroby prototypu ochranné dýchací polomasky s filtrační vložkou vyměnitelného kruhového a obdélníkového filtru.

1.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Bezpečnostní a záchranné složky využívají převážně polomasky či celoobličejové masky standardně osazené filtry válcového typu. Montáž je zprostředkována závitem na vzduchové průchodce a celý filtrační systém je utěsněn vyměnitelnými pryžovými segmenty umístěnými na straně masky pod závitem.

Obecně lze filtry ochranných masek rozdělit na protičásticové, protiplynové, kombinované, speciální, následující druhy a filtry typu NBC.

1.1.1 PROTIČÁSTICOVÉ FILTRY

Protičásticové filtry a filtrační vložky jsou vyrobeny ze skládaného speciálního mikrovlákněného filtračního papíru. Skládaná protičásticová vložka, kterou je filtr osazen, má optimální zachytnou plochu, nízký dýchací odpor a s vysokou účinností zachycuje velmi široké spektrum částic, jako jsou prach, aerosoly a dýmy. Protičásticové filtry s označením MF mají velmi vysokou filtrační účinnost a zachycují tak vysoce toxické částice, radioaktivní spad, nebezpečné mikroorganismy (bakterie, viry, spóry, plísně, toxiny) apod. Filtrační účinnost filtrů P3 MF je až 99,999999%.

1.1.2 PROTIPLYNOVÉ FILTRY

Protiplynové filtry chrání uživatele před škodlivým působením chemických látek v plynném skupenství. Náplň filtrů je impregnované aktivní uhlí. Tyto protiplynové filtry jsou účinné proti chemickým látkám nebo skupině látek s obdobnými chemickými vlastnostmi. Impregnační nosiče (aktivního uhlí) je u protiplynových filtrů docíleno zachytu velmi širokého spektra chemických látek s rozdílnými chemickými vlastnostmi

1.1.3 KOMBINOVANÉ FILTRY

Kombinované filtry jsou protiplynové filtry opatřené protičásticovou filtrační vložkou a odpovídajícím ložem aktivního uhlí nebo impregnovaného aktivního uhlí. Tyto filtry tak v sobě spojují vlastnosti protiplynových a protičásticových filtrů.

1.1.4 SPECIÁLNÍ FILTRY

Kombinované a protiplynové filtry běžně neposkytují ochranu před účinky některých chemických látek se specifickými vlastnostmi, jako jsou např. organické látky s bodem varu nižším než 65°C, rtuť, NO_x, CO, radioaktivní methyljodid, apod. Pro spolehlivý

záchyt těchto látek jsou vyráběny speciální filtry. Při používání těchto filtrů je nutné vždy dodržovat postupy a omezení uvedené v návodu k použití.

1.1.5 FILTRY ŘADY NBC

Nejvyšší stupeň ochrany horních cest dýchacích vyžaduje ochrana proti vysoce toxickým látkám. Ochranu před účinky chemických látek a dalších extrémně toxických látek s paralyzujícími a smrtícími účinky na živé organismy, zabezpečují filtry s označením NBC. Filtry řady NBC jsou využívány v záchranných jednotkách, civilní ochraně, u speciálních složek, ozbrojených složek, chemickém průmyslu, zdravotnictví apod. Použité materiály a konstrukční řešení filtrů umožňují jejich dlouhodobou skladovatelnost.

Pro rychlé určení typu a vlastností průmyslových filtrů uživatelem byla zavedena norma, založená na barevných pružích, vyznačených po obvodu filtru a písmenech s doplňujícím číslem třídy účinnosti filtru. Barevný pruh určuje kategorii látek, pro které je filtr určen, písmeno upřesňuje, jaké látky z dané kategorie filtr zachycuje nejlépe a číslo určuje třídu účinnosti.

OZNAČENÍ	BARVA	CHEMIKÁLIE
A	hnědá	Páry organických látek s bodem varu vyšším než 65 °C rozpouštědla, např. butanol, tetrachlormetan, dichlorethan, cyklohexanol, propanol, benzen, vinylacetát atd.
AX	hnědá	páry organických látek s bodem varu nižším nebo rovným 65 °C, např. chloroform, toluen
B	šedá	Anorganické plyny a páry, např. chlor, kyanovodík, sirouhlík, fluorovodík, fosfin atd. mimo CO
E	žlutá	Oxid siřičitý, chlorovodík, kys.dusičná, kys.sírová, kys.mravenčí.
K	zelená	Amoniak, sirovodík, metylamin, etylendiamin atd.
Hg	červená	Páry rtuti.
NOx	tmavě modrá	Nitrozní plyn.
P	bílá	Pevné částice.
REAKTOR	oranžová	Radioaktivní jód včetně radioaktivního metyljodidu.
SX	fiálová	Speciálně vyjmenované plyny a páry dle výrobce.

Běžné ochranné filtry na bázi aktivního uhlí však proti silně jedovatému oxidu uhelnatému vůbec nechrání. Při vstupu do atmosféry zamořené CO je nutno mít masku vybavenou katalytickým filtrem, který CO katalyticky mění na neškodný CO₂ nebo raději izolační dýchací přístroj, který je spolehlivější díky plnému oddělení uživatele od okolní atmosféry.

1.2 PROTIČÁSTICOVÉ FILTRY

Filtrace je v principu metoda oddělování nerozpustných tuhých látek, kapalin a plynů od jiných pevných látek, kapalin nebo plynů na základě rozdílné velikosti částic frakcí nebo aktivním rozpouštěním dané frakce ve filtru oproti nosnému médiu, které vázáno není. Pro pochopení účelu a činnosti dýchacího filtru jsou zde na úvod uvedeny některé základní poznatky. Filtry pro ochranné masky jsou konstruovány z několika hledisek. Podle své sorpční kapacity, účelu a univerzálnosti použití je lze rozdělit na:

- Civilní průmyslové ochranné filtry jsou obvykle specializované na určitou škodlivinu, kterou vážou s vysokou účinností i po dlouhou dobu, ale ostatní škodliviny vážou slabě nebo vůbec.
- Běžné ochranné filtry jsou konstruované pro použití v prostředí obsahujícím 1% až maximálně 2% objemová (10 000 - 20 000 ppm) škodliviny. Vyšší koncentrace škodlivin již malý filtr prorazí velmi rychle a jeho použití je nevhodné. Jediný spolehlivý prostředek pak představují izolační dýchací přístroje s vlastní zásobou vzduchu, nezávislé na okolní atmosféře.
- Dýchací přístroje je nutné použít při dosažení minimálního množství kyslíku ve vzduchu 17 % obj., neboť při poklesu množství kyslíku pod tuto hranici (normální hodnota je 20,9%) by již došlo k udušení nositele masky z nedostatku kyslíku, přesto že filtr by byl jinak funkční. S tím je třeba počítat v případě, že v lokalitě (zvláště nebezpečné jsou uzavřené prostory) došlo k hoření či výronu velkých množství plynů těžších než vzduch.

Existují dva základní způsoby zachycení či zneškodnění toxických látek pomocí filtru:

FILTRACE

Využívá se fyzikálního, chemického nebo fyzikálně-chemického navázání škodliviny na substrát filtru bez změny její molekuly.

a) Absorpce

Toxické látky se ukládají uvnitř struktury absorpčního média / rozpouští se v něm. Suspenze (pevná frakce v kapalině) se přelívá přes filtr, přičemž tekutina proteče a pevná frakce s velikostí částice \geq pórům ve filtru zůstane zachycena na filtru nebo ve struktuře filtru. Na bázi filtrace pracuje proti dýmová vložka ochranných filtrů nebo

automobilový vzduchový filtr. Čistě kapalinové filtry se v ochranných maskách nepoužívají.

b) Adsorpce

Toxické látky se ukládají na povrchu adsorpčního média - typické pro aktivní uhlí a látky s velkým měrným povrchem obecně, např. anorganické zeolity. V tomto případě nedochází ke změně molekuly škodliviny, škodlivina je pouze zachycena na povrchu substrátu.

REAKCE

Toxické látky reagují s materiálem filtru a vznikají jiné, neškodné nebo méně toxické produkty reakce, nositeli masky neškodné nebo filtrem již zachytitelné. Většina ochranných masek první generace, použitých v první světové válce, fungovala na tomto principu. Příkladem takového typu filtru je automobilový katalyzátor.

Filtrační účinnost je daná číslem beta, kdy poměr beta je definovaný vztahem:

$$\beta_x = N_u/N_d$$

kde:

x - specifikuje rozměr částice, od něhož se odvozují počty částic uvedených ve vztahu,

N_u - počet částic větších než je rozměr x na vstupu do filtru v jednotce objemu filtrovaného média,

N_d - počet částic větších než je rozměr x na výstupu z filtru v jednotce objemu filtrovaného média.

Když filtrační vložka deklaruje zachycení pro částice s rozměry $x=25\mu\text{m}$ a $\beta_{25}=200$, znamená to, že pokud na vstupu filtru je 10 000 částic v jednotce objemu, na výstupu z filtru (ve filtrátu) může být až 50 částic větších než 25 μm v dané jednotce objemu.

Všechny filtry mají tzv. **dynamickou sorpční kapacitu a rezistenční dobu.**

Dynamická sorpční kapacita určuje, kolik gramů dané škodliviny je filtr schopný zachytit či zneškodnit, než se jeho pohlcovací kapacita vyčerpá a dojde k tzv. proražení škodliviny přes filtr. To znamená zasažení osoby nosící masku danou škodlivinou a ztrátu ochranných vlastností masky až do výměny filtru za nový. Zde je třeba konstatovat fakt, že zaplňování sorbentu ve filtru neprobíhá plynule, ale vzduch (a s ním i škodliviny) je strháván cestou nejmenšího odporu. Tak může dojít k situaci, kdy

škodlivina filtr rychle prorazí bodově přes relativně malou objemovou část filtru, zatímco většina sorbentu je stále škodlivinou nezaplněna. Proto je třeba pro reálné nasazení brát s rezervou, výrobci filtrů měří stanovené sorpční kapacity filtru v optimálních laboratorních podmínkách, které v reálu obvykle nenastanou, a kapacita filtrů je tedy menší.

Rezistenční doba je doba v minutách, po kterou je filtr schopný zachycovat škodlivinu při její známé koncentraci ve vzduchu, známé dynamické sorpční kapacitě filtru a známým objemem vzduchu procházejícím filtrem. Obecně platí, že vysoká koncentrace škodliviny ve vzduchu nebo velký průtok vzduchu filtrem zkracují dobu, po kterou je filtr schopný chránit svého nositele.

Částice mohou být zachytávány na povrchu filtru, tzv. povrchová filtrace a vzhledem k mechanismu filtrace je možné filtry opakovaně čistit mechanickým způsobem. Druhým typem jsou filtry, v nichž jsou částice fixovány uvnitř objemu filtračního materiálu. Čištění tohoto typu filtrů již není tak snadné jako u prvního typu filtrů. Komplexně řešené filtrační systémy v současnosti již standardně osahují i předfiltr, který zvyšuje životnost primárního filtru tím, že zachytávají rozměrově větší částice. Samotný mechanismus filtrace bývá potom rozdělen na povrchový pro primární filtr a objemový u předfiltru. Ochranné filtry se dělí do několika kategorií podle své velikosti a tvaru, koncentrace a typu zachycovaných škodlivin a účinnosti jejich zachycování.

1.3 ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE TVARU

1.3.1 LÍCNICOVÉ (JSOU UVNITŘ OCHRANNÉ MASKY)

Filtr LF - Lícnicový filtr, váha cca 250g, tvar trojúhelník. Od tohoto provedení se obecně ustupuje z důvodu špatné až nemožné vyměnitelnosti filtru v zamořeném prostředí (dojde k zamoření obličeje nositele masky, protože ji pro výměnu filtrů musí zcela sejmout).

1.3.2 KRABICOVÉ (JSOU PŘIPEVNĚNY K OCHRANNÉ MASCE ZVENČÍ)

Filtr MOF - Malý Ochranný Filtr, váha cca 250 - 500g, připevněn přímo k lícnici masky, tvar válcový, použitelnost do 0,5% objemového (5000 ppm) škodliviny v atmosféře. V současnosti nejvíce používaný typ. Umožňuje snadnou a rychlou výměnu bez ohrožení nositele, které by mohlo nastat po sejmutí masky.

Filtr VOF - Velký Ochranný Filtr, váha 1kg i více, připevněn pomocí vrapové hadice, filtr umístěn v brašně, tvar kvádr, má lepší ochranné vlastnosti i kapacitu než MOF, použitelnost do 2 objemových % škodliviny v atmosféře (20 000 ppm). Umožňuje snadnou a rychlou výměnu bez ohrožení nositele, které by mohlo nastat po sejmutí masky.

1.4 KONSTRUKČNÍ ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ

1.4.1 KAZETOVÉ FILTRY PLOCHÉ „FP“

Rám filtrů je konstruován velmi často z plastových profilů nebo z pozinkovaného plechu

FILTRAČNÍ MEDIUM

- syntetický materiál, materiál ze syntetických vláken, napuštění aktivním uhlím (všude tam, kde je zapotřebí kromě mechanické filtrace i odstranění zápachu)
- materiál ze skelných vláken, skelná vlákna napuštěná pryskyřicí pro odpuzování vody a aktivní uhlí sypané (odstranění zápachu)

1.4.2 KAPSOVÉ FILTRY

- Jako předfiltry nebo druhé filtrační stupně.
- Jsou to nejrozšířenější filtry používané ve vzduchotechnikách např. pro filtraci v průmyslu chemickém, potravinářském, strojírenském, elektrotechnickém průmyslu, v optice, nemocnicích, při výrobě léčiv, sportovních areálech, hypermarketech, v kancelářských budovách, hotelích apod.

Kapsové filtry se neustále přizpůsobují nejnovějším evropským normám:

- Filtrační třídy G2-G4 a F5-F9.
- Antistatické.
- S aktivním uhlím proti zápachu.
- Bez silikonové.
- Filtry s kovovým rámem.

Provedení rámu u standardně dodávaných filtrů je plastový profil těsněný speciální lištou. Materiál používaný na kapsy filtrů je syntetika vyráběná jedním z předních světových výrobců filtračních materiálů firmou Sandler.

KOMPAKT FILTRY

Kompakt filtry jsou určeny pro vysoké průtoky vzduchu (5000 m³/h) a mají poměrně dlouhou životnost. Používají se i jako poslední filtrační stupeň, ale osvědčily se i jako předfiltry HEPA filtrů. Kompakt filtr je tvořen plastovým rámem, který je pevně spojen s plastovými kapsami. Do kapes jsou osazeny pakety Minipleat ze skelných vláken nebo polypropylénu. Kompakt filtry se použijí s výhodou v prostředí se zvýšenou vlhkostí vzduchu, protože jsou odolné vůči korozi. Rovněž se dají s výhodou osadit místo filtrů kapsových hlavně tam, kde je potřeba zvýšit průtoky vzduchu.

HEPA FILTRY

HEPA filtry jsou filtry s vysokou účinností filtrace a používají se většinou až jako třetí filtrační stupně např. na operačních sálech, v laboratořích, mikrobiologie, farmacie, optika, elektrotechnika, potravinářství, jaderná energetika apod.

Různá provedení HEPA filtrů:

materiály rámců:

- MDF.
- Plast.
- Pozink.
- Hliník.

tvary rámců:

- Rovný.
- S tzv. límcem (25 mm rámeček pro osazení filtru).

filtrační medium:

- Minipleat.
- Hliníkový separátor (starší verze).

HEPA filtry se vyrábí ve třídách filtrace H10-H14 nebo i třídy F7-F9 ve stejném provedení, pak se ale nejedná o HEPA filtry, ale filtry kazetové. Každý vyrobený HEPA filtr je zkoušen na bezdefektnost Leak testem.

PATRONOVÉ FILTRY

Filtrační patrony slouží především jako tzv. odprašovače. Můžeme je nalézt prakticky ve všech odvětvích průmyslu jako např.:

- Práškové lakování.
- Otryskávání.
- Broušení.
- Odtah od tavných pecí.
- Odtah od svařování.
- Odtah od plazmového dělení, atd.

Filtrační patrony se konstruuji v provedení:

- Plisované.
- Ploché.
- Sypané.
- Vinuté.

Filtry se vyrábí ze špičkových materiálů od předních výrobců:

- Papír.
- Polyester.
- Polyester s antistatickou úpravou.
- Polyester s PTFE membránou.
- Polyester s PTFE a antistatickou úpravou.
- Sypané aktivní uhlí pro výplň patronových filtrů.

1.5 ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE TVARU PLOCHY PŘIPOJENÍ.

1.5.1 ROVINNÁ PLOCHA

Rovinná plocha s těsněním - dosedací plocha filtru do obličejové části masky musí být zatěsněna v celé ploše a to:

- Z čela filtru,
- Z boku filtru.

Filtr by měl mít větší tuhost než dosedací plocha masky, ta by mohla být tvarovaná. Přítlačné mechanismy musí být rozmístěny po obvodu. Výhodou je tvarová jednoduchost filtru – není třeba šroubových ploch. Nevýhodou tohoto připojení je velikost plochy, malý kontaktní tlak, možnost průniku filtrované škodliviny.

1.5.2 KŘIVKOVÉ

Dosedací plocha není rovinná má obecný tvar, například podle obličeje. Filtr by měl mít větší tuhost než dosedací plocha masky, ta by mohla být tvarovaná. Přítlačné mechanismy musí být rozmístěny po obvodu. Výhodou oproti rovinnému je tvarová jednoduchost filtru – není třeba šroubových ploch. Výhodou může být lepší rozložení tlaku na těsnění díky rozdílné geometrii filtru a masky – předepjatou.

1.5.3 ŠROUBOVÉ

Filtry jsou zakončeny závitem, nejčastěji to bývá Rd 40x1/7" OZ 40x4. Výhodou je jednoduchost a spolehlivost nasazení a utěsnění filtru k masce. Nevýhodou je složitější výroba a možnost dotažení filtru do různě natočené pozice.

1.5.4 KUŽELOVÉ

Těsnění naražením těsnících kuželů masky a filtru. Výhodou je jednoduchost. Nevýhodou je spolehlivost a možná nesnadná demontáž.

1.5.5 BAJONETOVÝ ZÁMEK

Bajonetový zámek, což znamená nasazení výstupků na filtru do drážek v masce a jeho pootočení. Pootočením po šroubové dráze se dosáhne utažení filtru k masce.

1.6 ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE ZPŮSOBU SKLÁDÁNÍ FILTRU

Společným znakem pro skládání filtračního materiálu je jak dostat co největší povrch skládané textilie do co nejmenšího objemu.

- Volně naskládaný.
- Podpíraný materiál.
- Otevřený tvar.
- Uzavřený tvar.
- Počet lepených hran.

1.7 ROZDĚLENÍ ČÁSTICOVÝCH FILTRŮ OCHRANNÝCH MASEK DLE VELIKOSTI NÁPLNĚ

Dle velikosti náplně (a tím i míry ochrany uživatele) se průmyslové filtry dělí do 3 tříd účinnosti:

- Malé - třída 1 (do vnější koncentrace škodliviny 0,1 obj. %; 1000 ppm).
- Střední - třída 2 (do vnější koncentrace škodliviny 0,5 obj. %; 5000 ppm).
- Velké - třída 3 (do vnější koncentrace škodliviny 1,0 obj. %; 10 000 ppm).

2 NOVÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ POLOMASKY

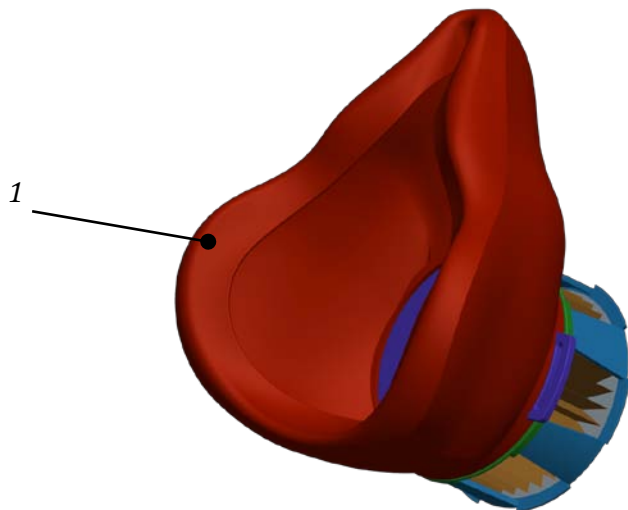
V rámci předkládaného návrhu konstrukce polomasky byly zohledněny následující základní požadavky, kterým by měla polomasky vyhovovat:

- Těsnost na rozhraní pružné části masky a obličeje.
- Soudržnost a těsnost na rozhraní pružné (obličejové) a pevné části masky.
- Těsnost na rozhraní pevné části masky a filtru.
- Snadná a intuitivní výměna filtru bez požadavku na sejmutí masky z obličeje.
- Přijatelná obtížnost výroby pružné (obličejové) a pevné (periferie) části masky.
- Přijatelná obtížnost výroby filtru.
- Ekonomičnost výroby obou částí masky a filtru.
- Minimální normativně stanovená plocha filtru (dimenzující parametr) z hlediska prodýchatelnosti 150 cm².
- Řešení nevyužívající výdechový ventil.

S ohledem na výše uvedené požadavky byly postupnými konstrukčními optimalizačními kroky vytvořeny dvě konstrukční varianty sestavy masky a filtru:

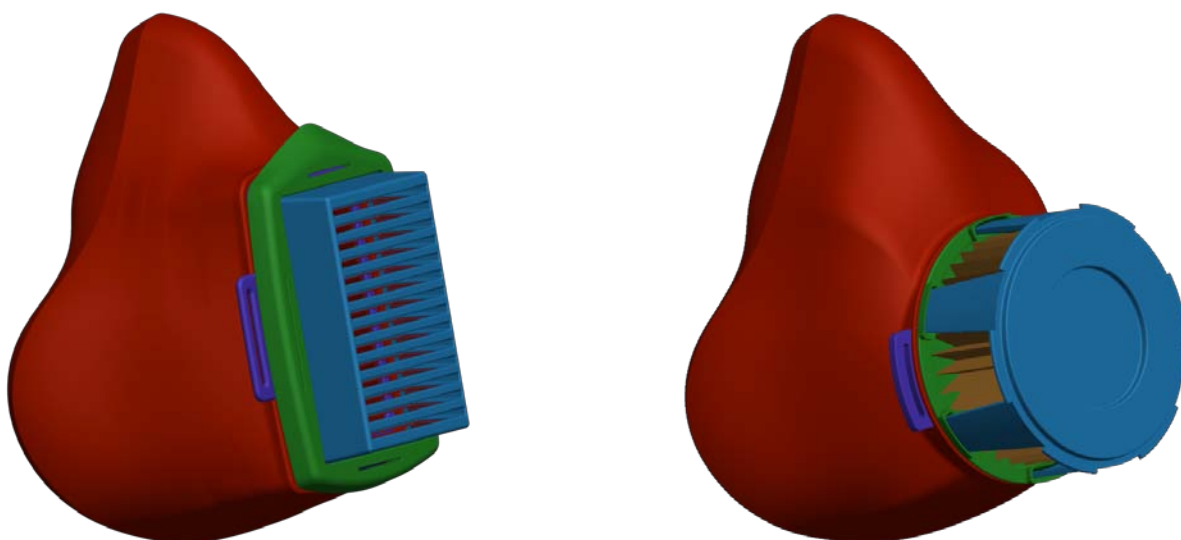
- Varianta „**OBDÉLNÍK**“
- Varianta „**KRUH**“

Varianty se liší tvarem filtru, konkrétně tvarem nanovláknenné textilie, viz dále.



Obr. 2.1 Těsnící profil obličejové kontaktní plochy polomasky.
1 – těsnící lem

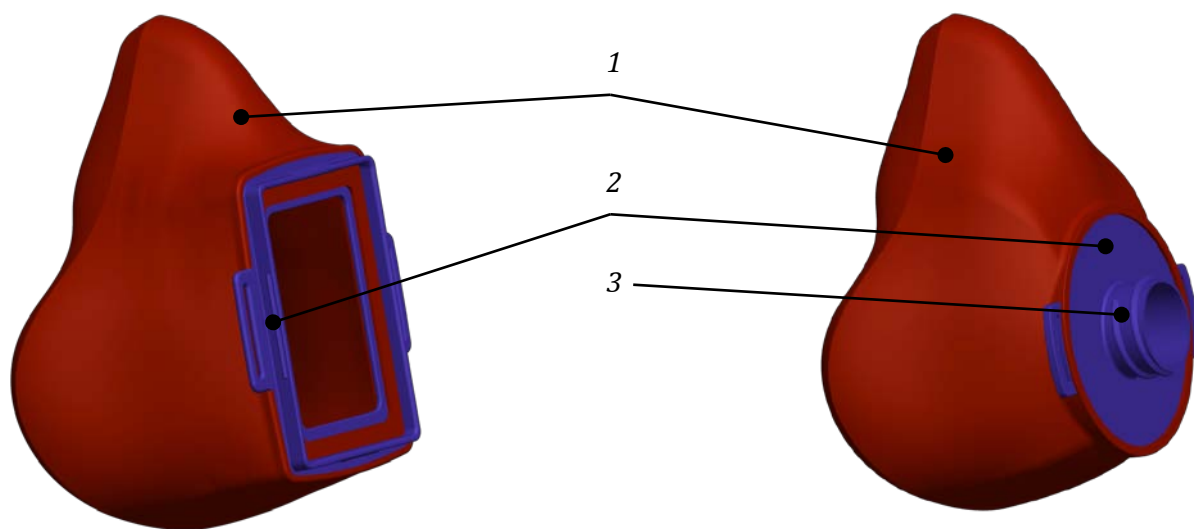
Společným jmenovatelem pro obě varianty je pružná část masky, která musí být natolik flexibilní, aby přilehla k obličeji tak, aby byla zajištěna adekvátní těsnost, viz obr. 2.1.



Obr. 2.2 Finální konstrukce polomasky ve variantě s obdélníkovým a kruhovým filtrem.

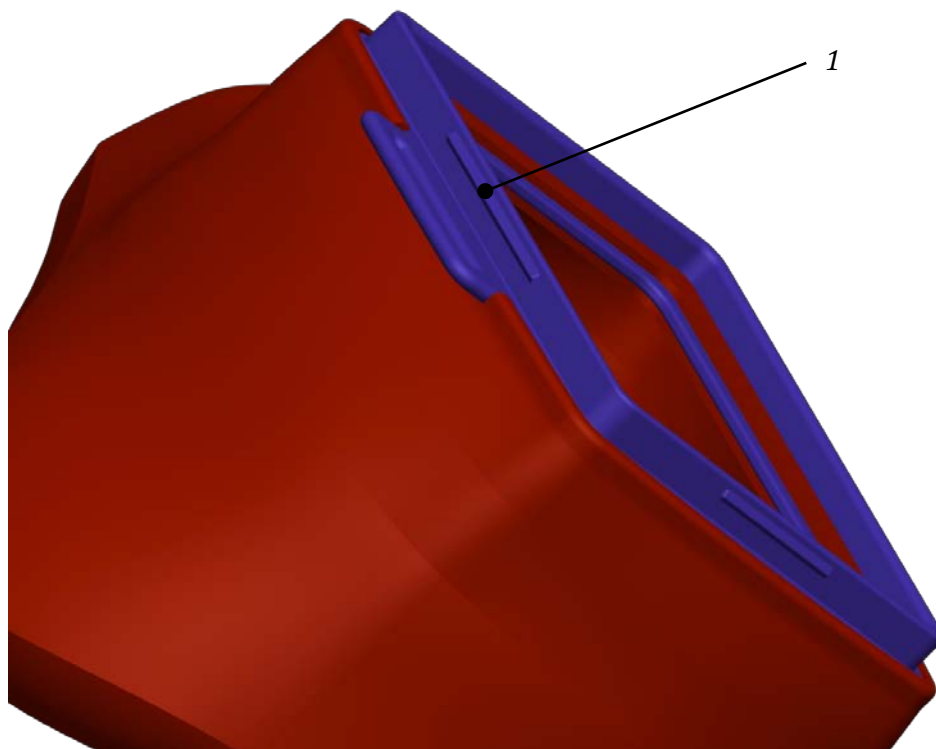
Jednotlivé rozměry vycházejí z antropometrické studie lidského obličeje se zaměřením na českou populaci a představují střední hodnoty intervalů velikostí morfometrických rozměrů obličeje dospělého člověka. Maximální flexibilita a schopnost dokonale kopírovat lidskou tvář je dosažena jak geometrií dosedacích ploch, které jsou v kontaktu s obličejem, tak zvoleným materiálem – termoplastickým elastomerem, resp. silikonem.

Postupnými vývojově konstrukčními kroky, které zahrnovaly zejména optimalizaci tvarů jednotlivých dílů masky, bylo dosaženo finální konstrukce polomasky včetně filtru (viz obr. 2.2). Bez ohledu na variantu provedení polomasky se polomaska skládá z pružné a tuhé části (viz obr. 2.3). Na tuhou část je připevněn filtr sestávající z nanotextilní filtrační textilie. Kruhová varianta polomasky řeší připojení filtru pomocí závitového (oblý závit viz obr. 2.3 poz. 3) spojení. Obdélníková varianta využívá tzv. pružných klipů (viz obr. 2.4) k upevnění filtru na tuhou část masky prostřednictvím víčka filtru (viz obr. 2.6 poz. 3) Těsnění mezi filtrem a tuhou částí polomasky v kruhové variantě je dosaženo pomocí silikonového „O“ kroužku (viz obr. 2.5 poz. 1) ukotveného do tělesa filtru (viz obr. 2.5 poz. 2). Těsnění mezi filtrem a tuhou částí obdélníkové části je zajištěno vytvořením konstrukčního prvku (viz obr. 2.6 poz. 1) přímo na pružné části polomasky. Tento slouží jako pružné rozhraní mezi filtrem a plní funkci těsnění.

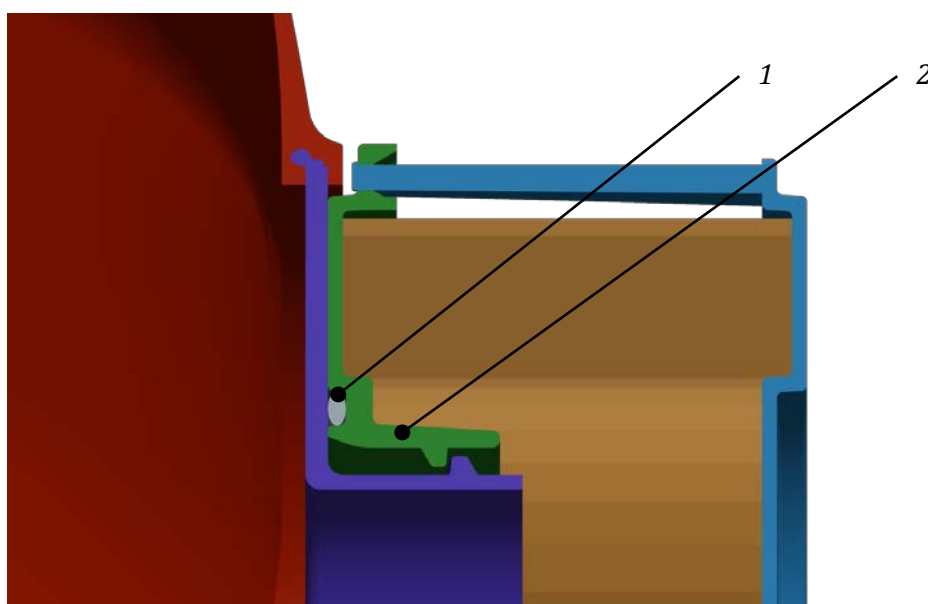


Obr. 2.3 Pružná a tuhá část polomasky.

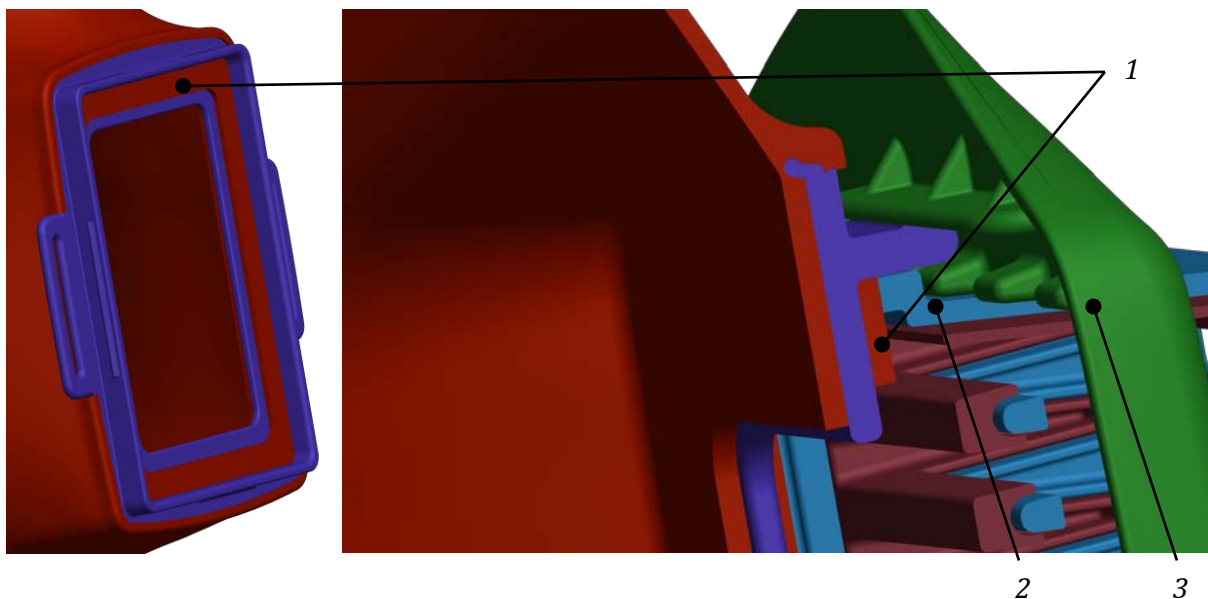
1 – pružná část masky, 2 – tuhá část masky, 3 – oblý vnější závit



Obr. 2.4 Upnutí filtru na polomasku s obdélníkovým filtrem.
1 – pružný klip



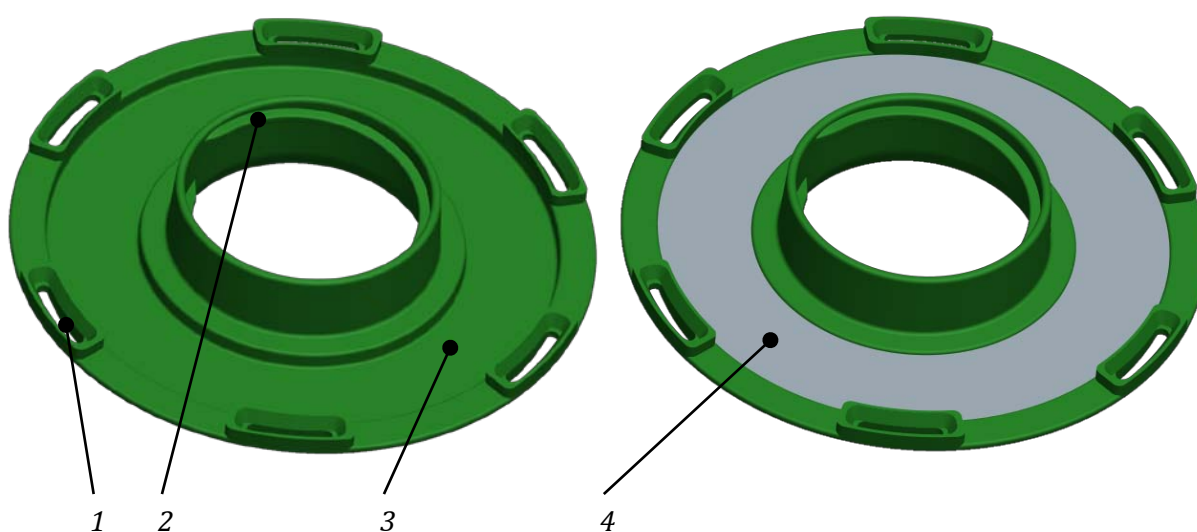
Obr. 2.5 Těsnění kruhového filtru.
1 – těsnící „O“ kroužek, 2 – těleso filtru.



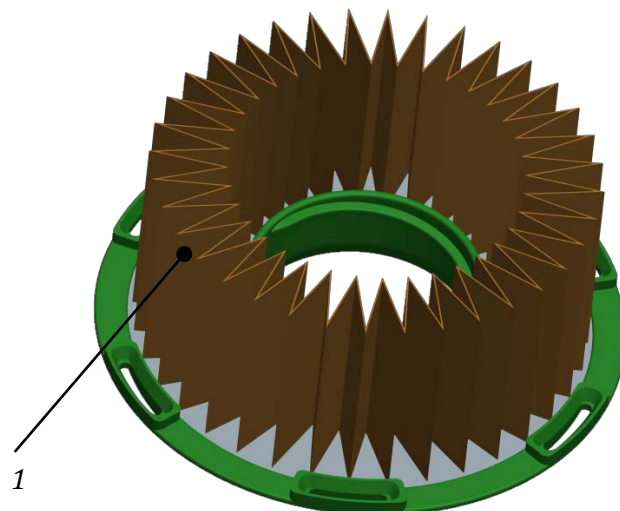
Obr. 2.6 Těsnění obdélníkového filtru.
1 – těsnící prvek, 2 – těleso filtru, 3 – víčko filtru.

Kruhový filtr je s ohledem na požadavky na stupeň těsnosti v kombinaci s co nejnižší složitostí výroby filtru složen ze tří částí: spodní víčko filtru, nanotextilní filtrační vložka a horní víčko filtru. Výroba filtru probíhá v následujících krocích:

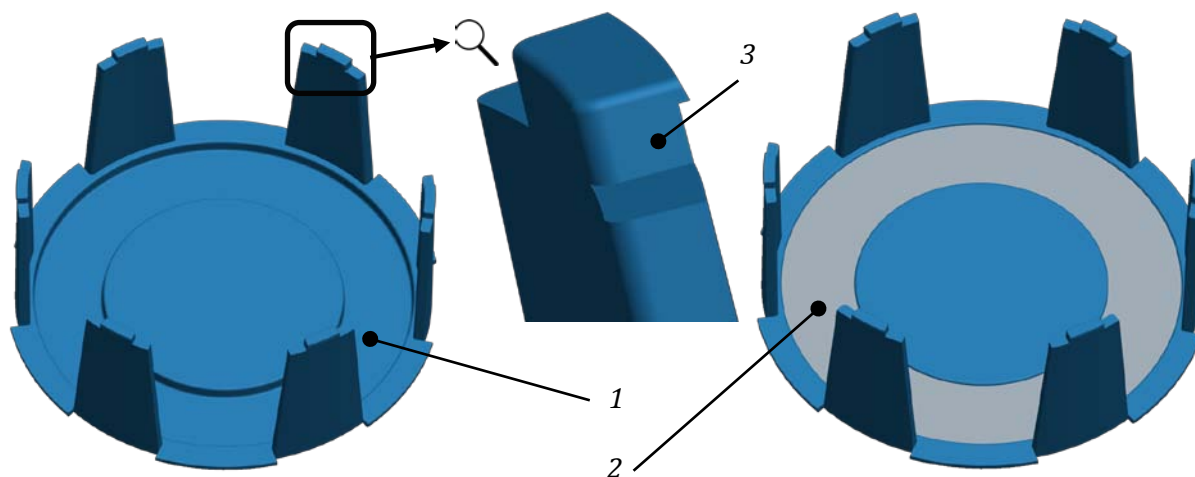
- Nanesení lepidla do drážky spodního víčka filtru určené k uložení filtrační vložky (viz obr. 2.7).
- Založení filtrační vložky – ponoření do lepidla (viz obr. 2.8).
- Nanesení lepidla do drážky horního víčka filtru (viz obr. 2.9).
- Montáž horního a spodního víčka filtru prostřednictvím klipů (viz obr. 2.9 poz. 3) a založení silikonového „O“ kroužku (viz obr. 2.10).



Obr. 2.7 Spodní víčko kruhového filtru.
1 – otvor pro klip horního víčka, 2 – vnitřní oblý závit, 3 – drážka pro nanesení lepidla, 4 – lepidlo.

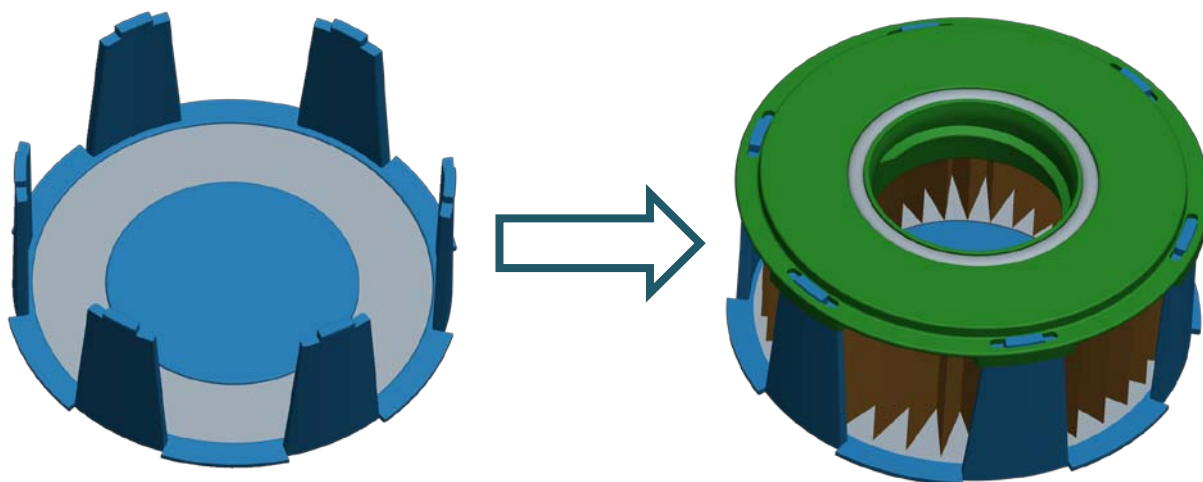


Obr. 2.8 Založení filtrační vložky.
1 – nanotextilní filtrační vložka.



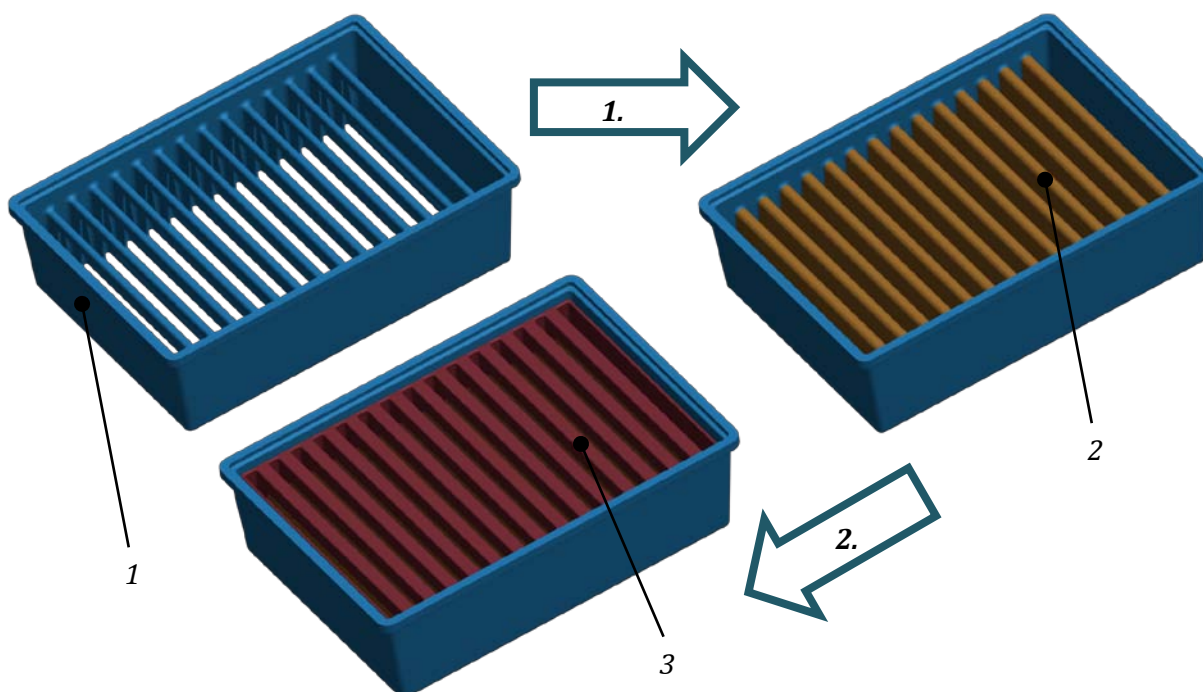
Obr. 2.9 Nanesení lepidla do drážky horního víčka filtru.
1 – drážka pro nanesení lepidla, 2 – lepidlo, 3 – klip horního víčka filtru

Spodní víčko filtru je opatřeno vnitřním oblým závitem (viz obr. 2.7 poz. 2) sloužícím k upnutí filtru na tuhou část masky. Rovněž jsou zde otvory (viz obr. 2.7 poz. 1) určené pro zacvaknutí klipů horního víčka filtru. Otvory jsou dimenzovány ve spodním víčku tak, aby docházelo při montáži horního víčka k pružné deformaci příslušné části spodního víčka a došlo tak k požadovanému spojení.



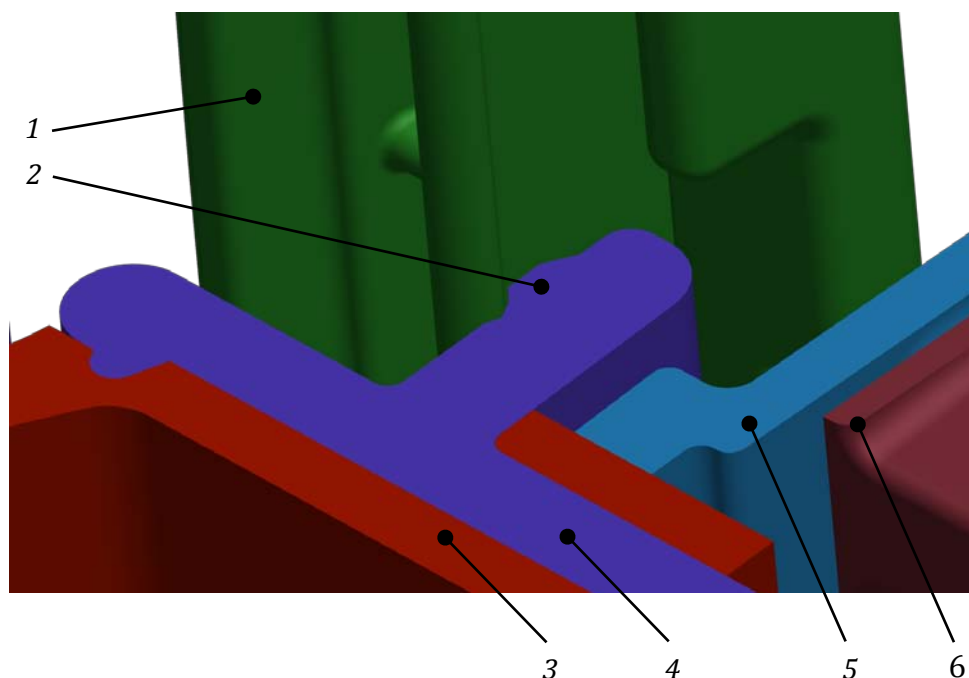
Obr. 2.10 Konečná montáž kruhového filtru.

Obdélníkový filtr se v porovnání s kruhovým filtrem skládá pouze ze dvou částí: spodní rámeček (viz obr. 2.11 poz. 1) a horní rámeček (viz obr. 2.11 poz. 3). Pomocí krycího rámečku je obdélníkový filtr upínán na tuhou část masky. Výroba obdélníkového filtru spočívá v montáži spodního a horního rámečku včetně založení nanotextilní filtrační vložky (viz obr. 2.11 poz. 2) mezi tyto dva rámečky. Takto sestavený filtr je následně přiložen na tuhou část masky a zajištěn krycím rámečkem prostřednictvím klipů tuhé části polomasky v obdélníkové variantě.



Obr. 2.11 Montáž obdélníkového filtru.

1 – spodní rámeček, 2 – nanotextilní filtrační vložka 3 – horní rámeček,



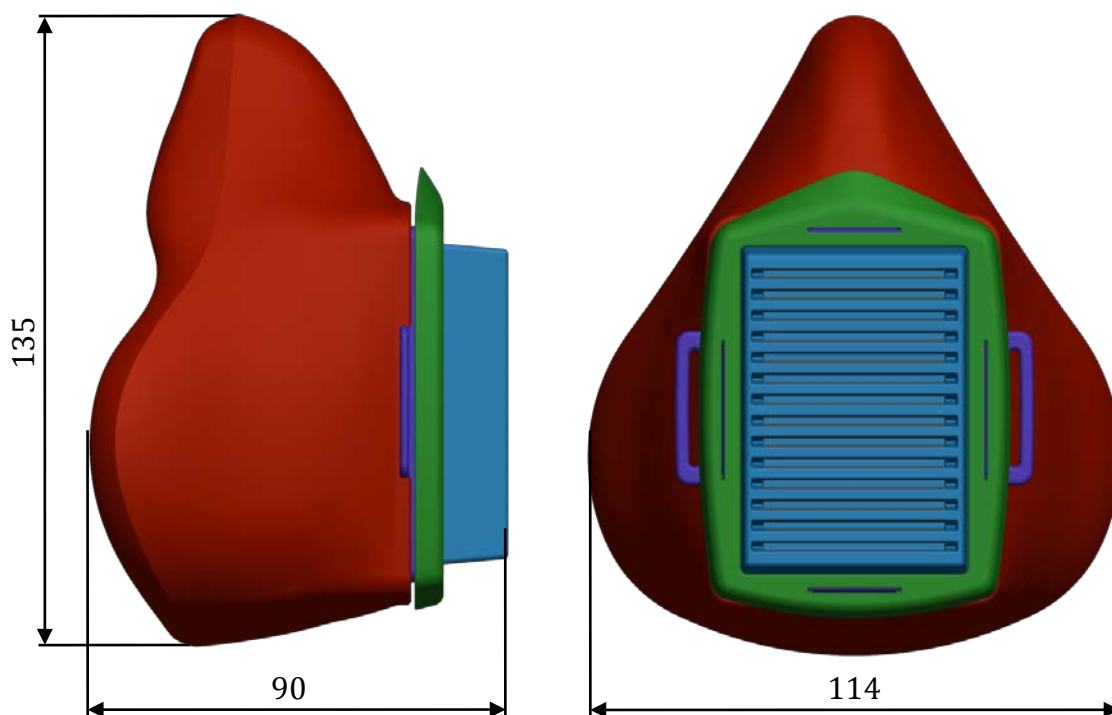
Obr. 2.12 Příčný řez polomaskou v oblasti klipu upevňujícího obdélníkový filtr.
 1 – krycí rámeček, 2 – klip tuhé části polomasky, 3 – pružná část polomasky, 4 – tuhá část polomasky, 5 – spodní rámeček, 6 – horní rámeček.

V tab. 2.1 níže je uveden přehled materiálových kombinací jednotlivých dílů polomasky pro obdélníkovou variantu. Jedná se o kombinace, které jsou výsledkem reflexe funkčních a provozně-výrobních požadavků kladených na dýchací polomasku jako celek.

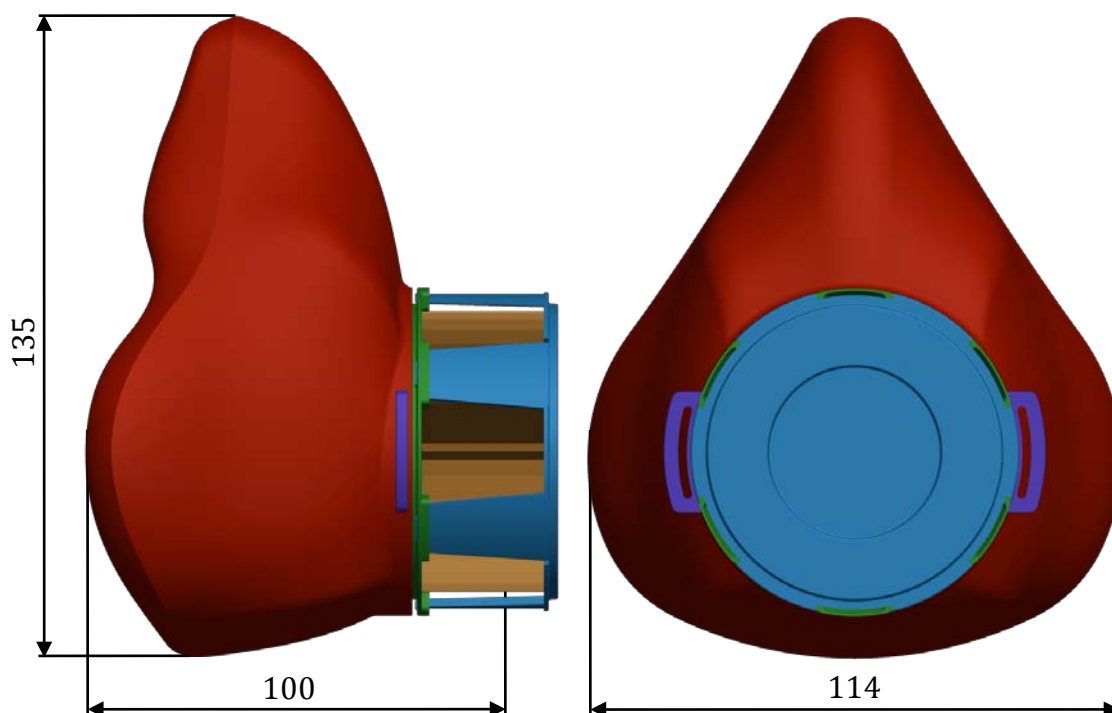
Tab. 2.1 Materiály jednotlivých dílů dýchací masky v obdélníkové a kruhové variantě.

OBDÉLNÍKOVÁ / KRUHOVÁ VARIANTA			
VARIANTA Č. 1		VARIANTA Č. 2	
DÍL MASKY	MATERIÁL	DÍL MASKY	MATERIÁL
PRUŽNÁ ČÁST	ELASTOSIL LR3071/A ELASTOSTIL LR3071/B	PRUŽNÁ ČÁST	TPE TM6MED
TUHÁ ČÁST	PA66	TUHÁ ČÁST	PP
SPODNÍ RÁMEČEK	PA66	SPODNÍ RÁMEČEK	PP
HORNÍ RÁMEČEK	PA66	HORNÍ RÁMEČEK	PP
KRYCÍ RÁMEČEK	PA66	KRYCÍ RÁMEČEK	PP

3 ZÁKLADNÍ VNĚJŠÍ ROZMĚRY DÝCHACÍ POLOMASKY S OBDÉLNÍKOVÝM A KRUHOVÝM FILTREM



Obr. 3.1 Vnější rozměry dýchací polomasky s obdélníkovým filtrem.



Obr. 3.2 Vnější rozměry dýchací polomasky s kruhovým filtrem.

4 STRUČNÝ POPIS VÝROBY DÍLŮ DÝCHACÍ POLOMASKY

Bez ohledu na variantu provedení dýchací polomasky jsou veškeré díly vyjma nanotextilní filtrační vložky vyráběny vysoce produktivní technologií vstřikování plastů ve dvou základních provedeních této technologie. Tuhá část je bez výjimky vstřikována z vybraných typů termoplastů. Pružná část je v závislosti na použitém materiálu pružné části polomasky vstřikována buď rovněž z termoplastu (konkrétně z termoplastického elastomeru) nebo ze silikonu. V případě silikonového materiálu se jedná o modifikaci standardní zpracovatelské technologie vstřikování termoplastů a to v podobě tzv. LSR technologie. Stručně řečeno se jedná o vstřikování tekutého silikonového materiálu do dutiny vstřikovací formy o teplotě v rozmezí 150 °C – 180 °C, kde tento materiál zaujme v důsledku vulkanizace požadovaný tvar. Sestavy tuhé a pružné části v tomto textu popisované polomasky je dosaženo obstříknutím tuhé části masky pružným materiálem (TPE či silikon) v tzv. obstříkové dutině. Uvedenému principu výroby polomasky odpovídají i použité materiály, kdy v případě pružné části masky vyráběné ze silikonu je prakticky jedinou variantou pro tuhou část masky (a to i s ohledem na ekonomiku výsledného produktu) materiál PA66. Tento materiál je schopen bez újmy na jeho vlastnostech odolat nutnému setrvání v obstříkové dutině o teplotě v rozmezí 150 °C – 180 °C po dobu přibližně 20 s. Naproti tomu v případě pružné části polomasky vyráběné z TPE je možné použít materiály s nižší teplotní odolností, jelikož doporučená teplota obstříkové dutiny formy při zpracování TPE se pohybuje v rozmezí 40 °C- 70 °C.

5 FINÁLNÍ PODOBA PROTOTYPŮ



Obr. 5.1 Finální podoba prototypu dýchací polomasky s obdélníkovým filtrem (SILIKON + PA66).



Obr. 5.2 Finální podoba prototypu dýchací polomasky s kruhovým filtrem (TPE + PP).