

VG20122014078

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

VÝROBNÍ PROCES
V POLOPROVOZNÍM REŽIMU

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

1	ÚVOD	- 1 -
2	NOVÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ POLOMASKY	- 1 -
3	VÝROBA SESTAVY PRUŽNÉ A TUHÉ ČÁSTI DÝCHACÍ MASKY A DÍLŮ FILTRU	- 9 -
3.1	VÝROBA DÍLŮ FILTRU	- 10 -
3.2	VÝROBA SESTAVY PRUŽNÉ A TUHÉ ČÁSTI	- 11 -
4	FINÁLNÍ MONTÁŽ DÝCHACÍ MASKY	- 12 -

1 ÚVOD

Tato zpráva se zabývá popisem výrobního procesu dýchací masky se společným nádechovým a výdechovým otvorem v poloprovozním režimu. Tato dýchací maska se skládá z pružné a tuhé části a je navržena pro dvě tvarové varianty vyměnitelných filtrů – kruhový a obdélníkový. Pružná část dýchací masky je současně navržena ve dvou materiálových variantách – silikon a termoplastický elastomer.

2 NOVÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ POLOMASKY

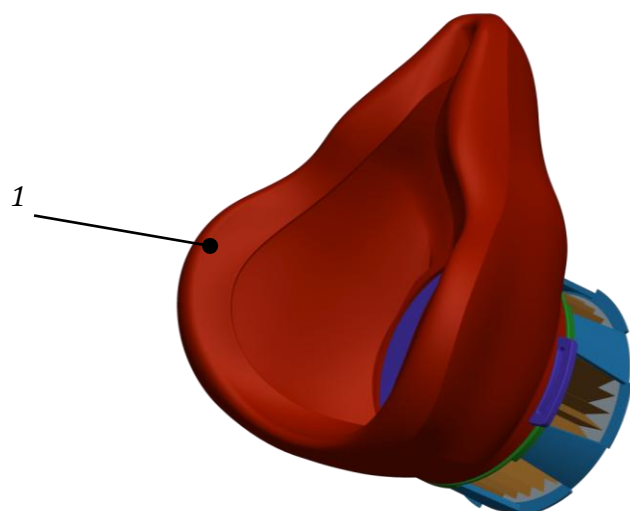
V rámci předkládaného návrhu konstrukce polomasky byly zohledněny následující základní požadavky, kterým by měla polomasky vyhovovat:

- 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:

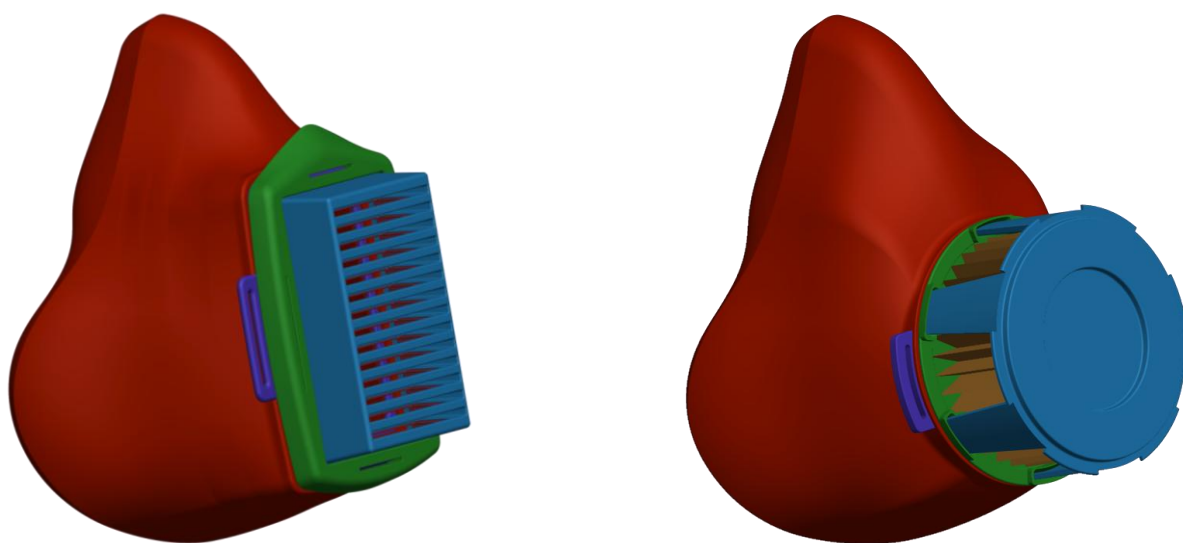
- Varianta „**OBDÉLNÍK**“
- Varianta „**KRUH**“

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.

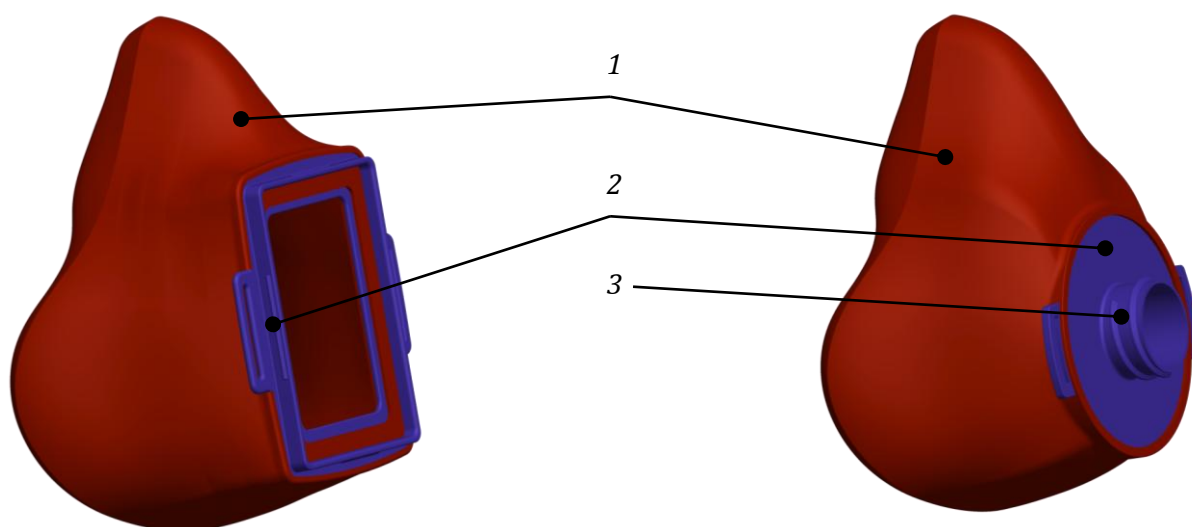


Obr. 2.2 Finální konstrukce polomasky ve variantě s obdélníkovým a kruhovým filtrem.

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.

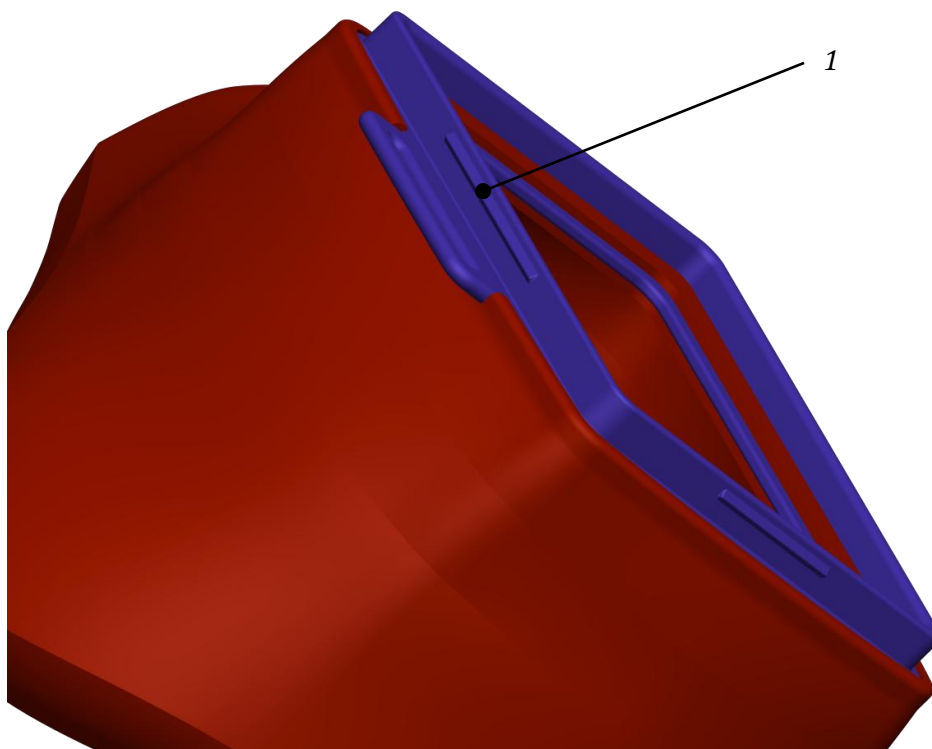
Postupnými vývojově konstrukčními kroky, které zahrnovaly zejména optimalizaci tvarů jednotlivých dílů masky, bylo dosaženo finální konstrukce polomasky včetně filtru

(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.

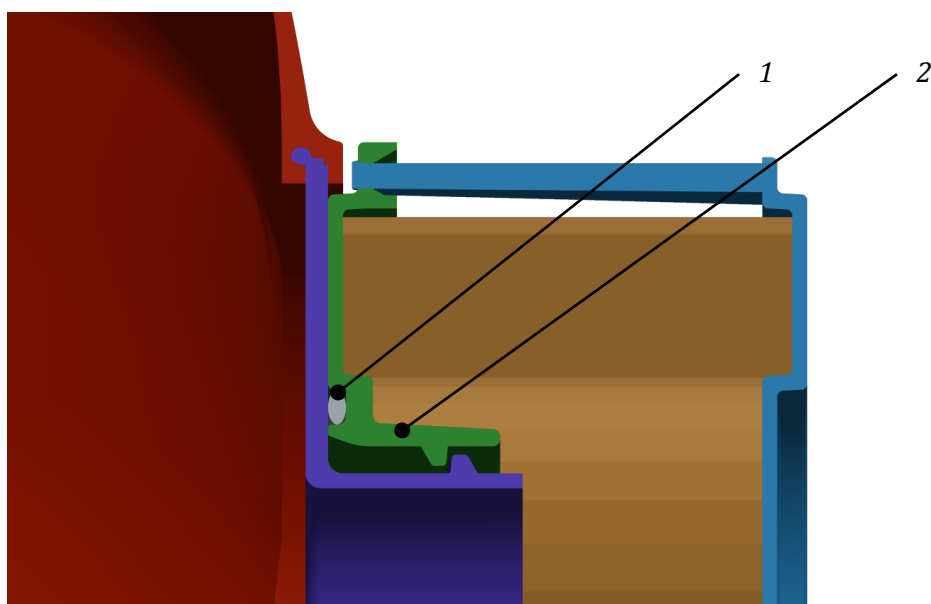


Obr. 2.3 Pružná a tuhá část polomasky.

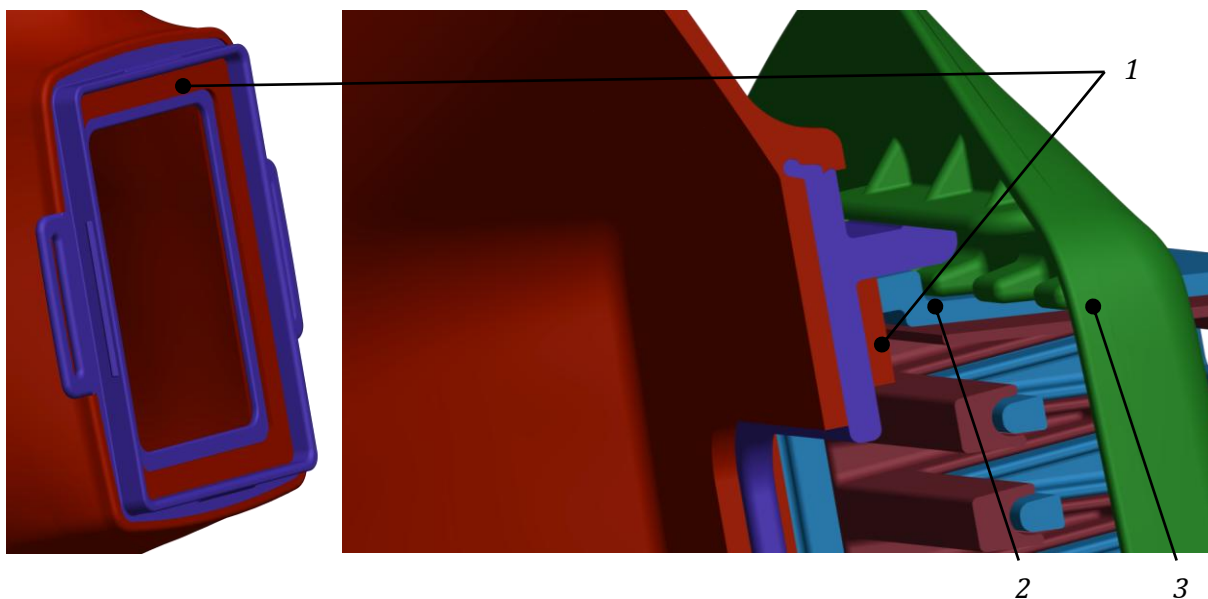
1 – pružná část masky, 2 – tuhá část masky, 3 – oblý vnější závit



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



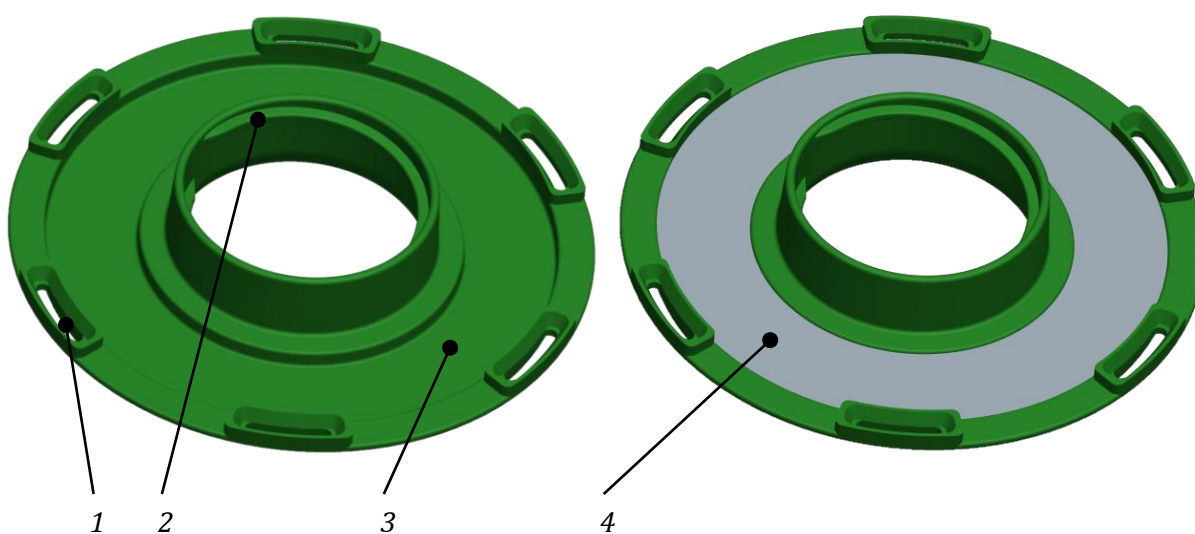
Obr. 2.5 Těsnění kruhového filtru.
1 – těsnící „O“ kroužek, 2 – těleso filtru.



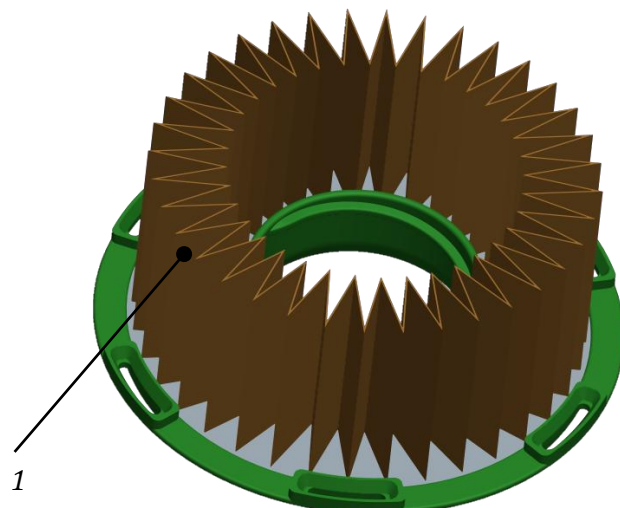
*Obr. 2.6 Těsnění obdélníkového filtru.
1 – těsnící prvek, 2 – těleso filtru, 3 – víčko filtru.*

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:

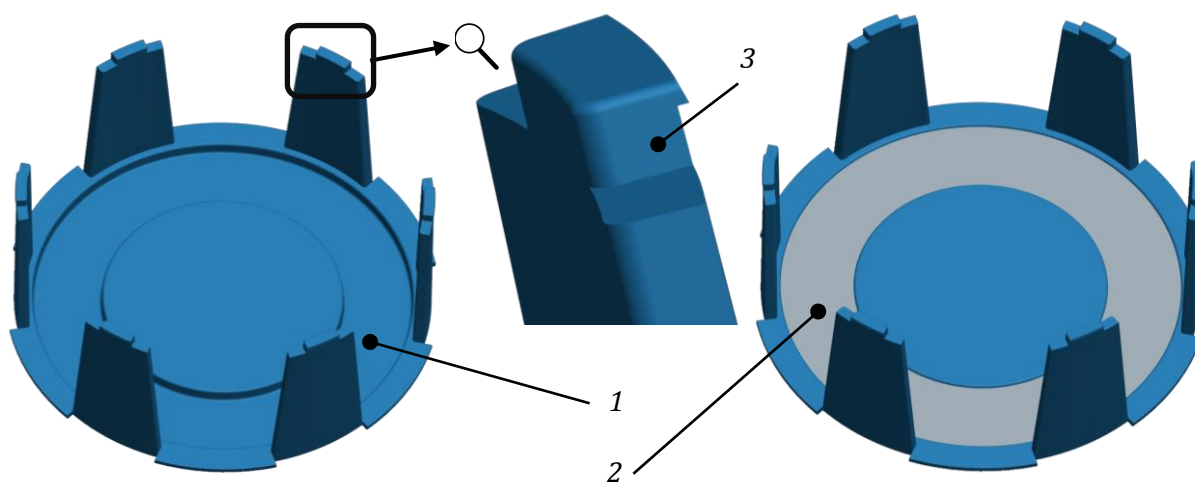
- Nanesení lepidla do drážky spodního víčka filtru určené k uložení filtrační vložky (viz obr. 2.7).
- Založení filtrační vložky – ponoření do lepidla (viz obr. 2.8).
- Nanesení lepidla do drážky horního víčka filtru (viz obr. 2.9).
- Montáž horního a spodního víčka filtru prostřednictvím klipů (viz 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.*

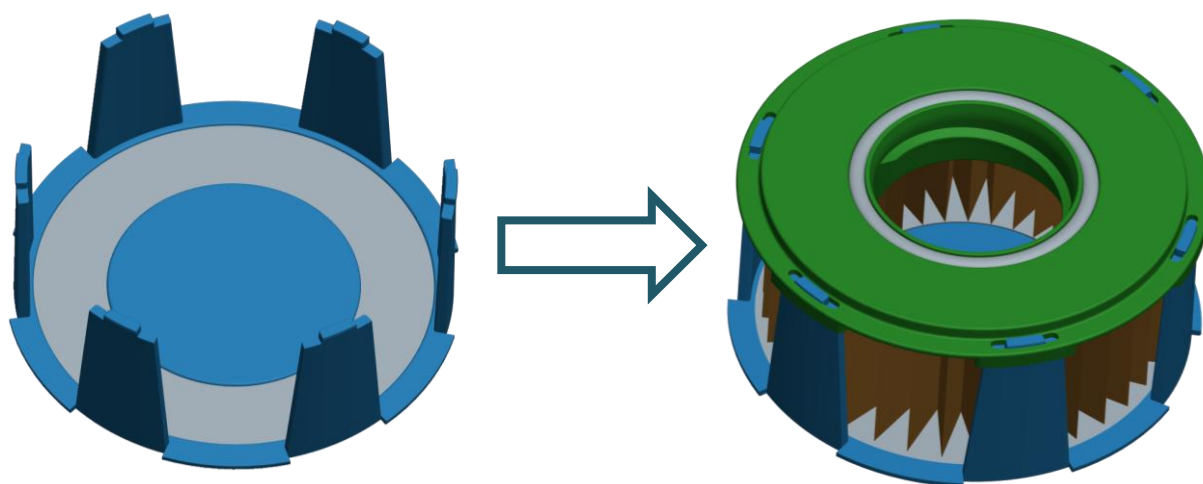


*Obr. 2.8 Založení filtrační vložky.
1 – nanotextilní filtrační vložka.*



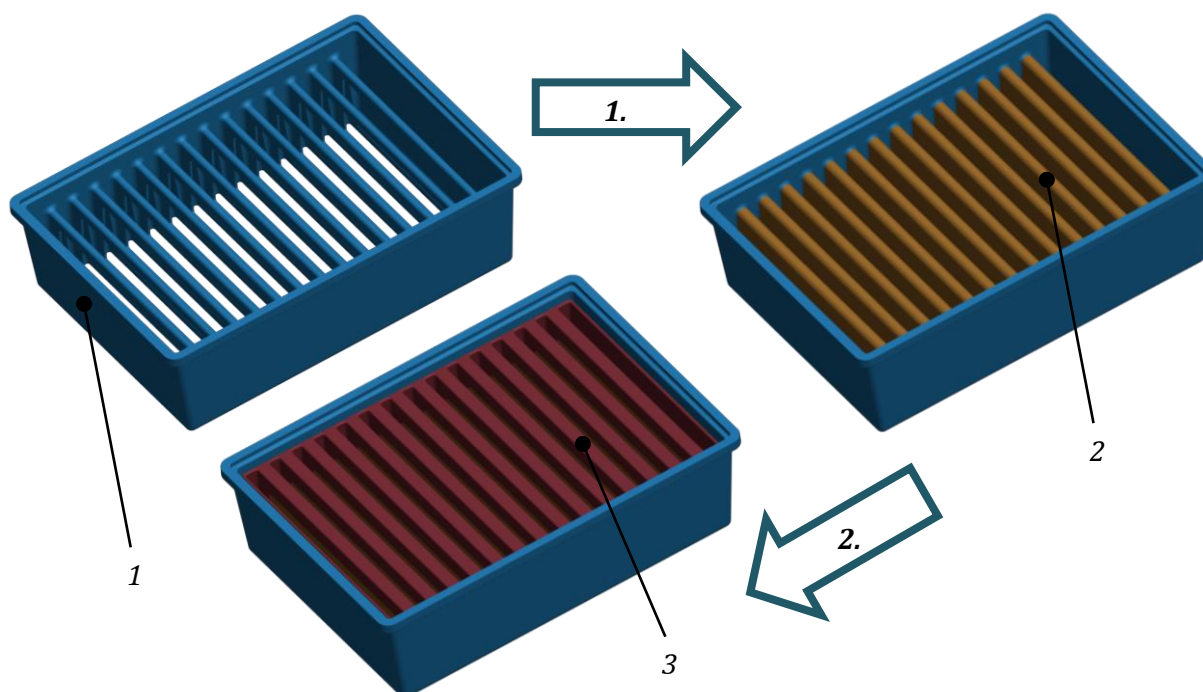
*Obr. 2.9 Nanesení lepidla do drážky horního víčka filtru.
1 – drážka pro nanesení lepidla, 2 – lepidlo, 3 – klip horního víčka filtru*

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.



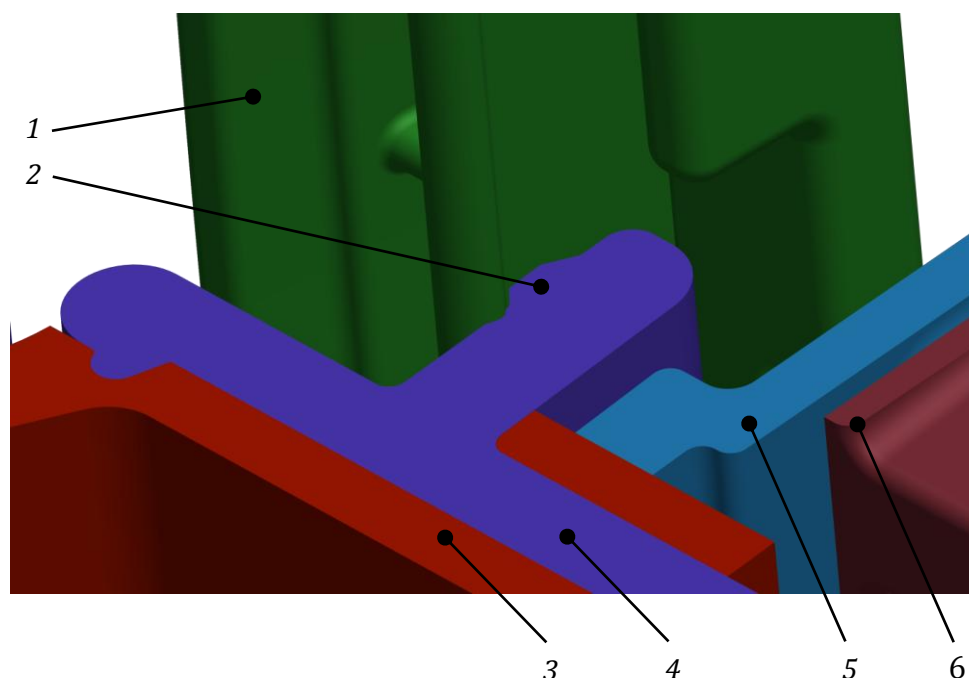
Obr. 2.10 Konečná montáž kruhového filtru.

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. Jedná se o materiálové kombinace, které se vyznačují zejména vysokou vzájemnou adhezí, která je pro funkci dýchací masky klíčová.

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 VÝROBA SESTAVY PRUŽNÉ A TUHÉ ČÁSTI DÝCHACÍ MASKY A DÍLŮ FILTRU

S ohledem na produktivitu výroby byl jako produkční proces sestavy pružné a tuhé části dýchací masky zvolen proces vstřikování. Dle použité materiálové kombinace se jedná o proces vstřikování LSR (zpracování silikonového materiálu) a o standardní proces vstřikování (zpracování termoplastu a termoplastického elastomeru). Rovněž výroba dílů filtru v obou jeho tvarových variantách je realizována pomocí technologie vstřikování.

Za účelem výroby jednotlivých dílů masky (tuhá – pružná část, díly filtru) byla navržena prototypová vstřikovací forma (viz obr. 3.1). Prostřednictvím této a prostřednictvím vícekomponentního vstřikovacího stroje (viz obr. 3.2) vybaveného dávkovací jednotkou tekutého silikonu byla následně provedena výroba příslušných částí masky.



Obr. 3.1 Prototypová vstřikovací forma upnutá na vstřikovacím stroji.

1 – vstřikovací forma, 2 – přípojky temperačního média

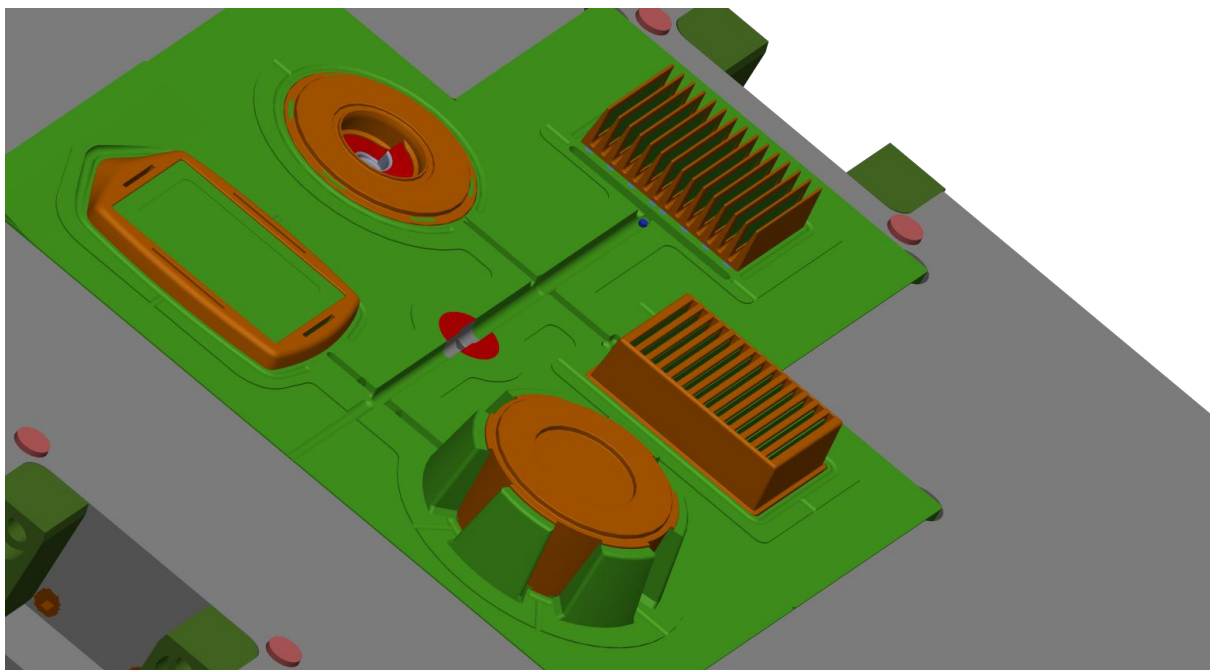
S ohledem na optimalizaci finanční náročnosti výrobního procesu v poloprovozním režimu byla vstřikovací forma navržena tak, aby bylo možné realizovat výrobu obou tvarových variant (kruh, obdélník) v jedné vstřikovací formě a to pouze výměnou vnitřních vložek. Rovněž pouze výměnou vnitřních částí prototypové vstřikovací formy lze realizovat výrobu jednotlivých dílů filtru, které jsou zaformovány pro obě tvarové varianty filtru současně.



Obr. 3.2 Vícekomponentní vstřikovací stroj (vlevo), dávkovací jednotka tekutého silikonu (vpravo).

3.1 VÝROBA DÍLŮ FILTRU

Díly filtru jsou vyráběny standardní technologií vstřikování. Jak je uvedeno výše, pro účely poloprovozního režimu výroby bylo zvoleno zaformování všech dílů filtru současně a to i pro obě tvarové (kruh, obdélník) varianty (viz obr. 3.3).

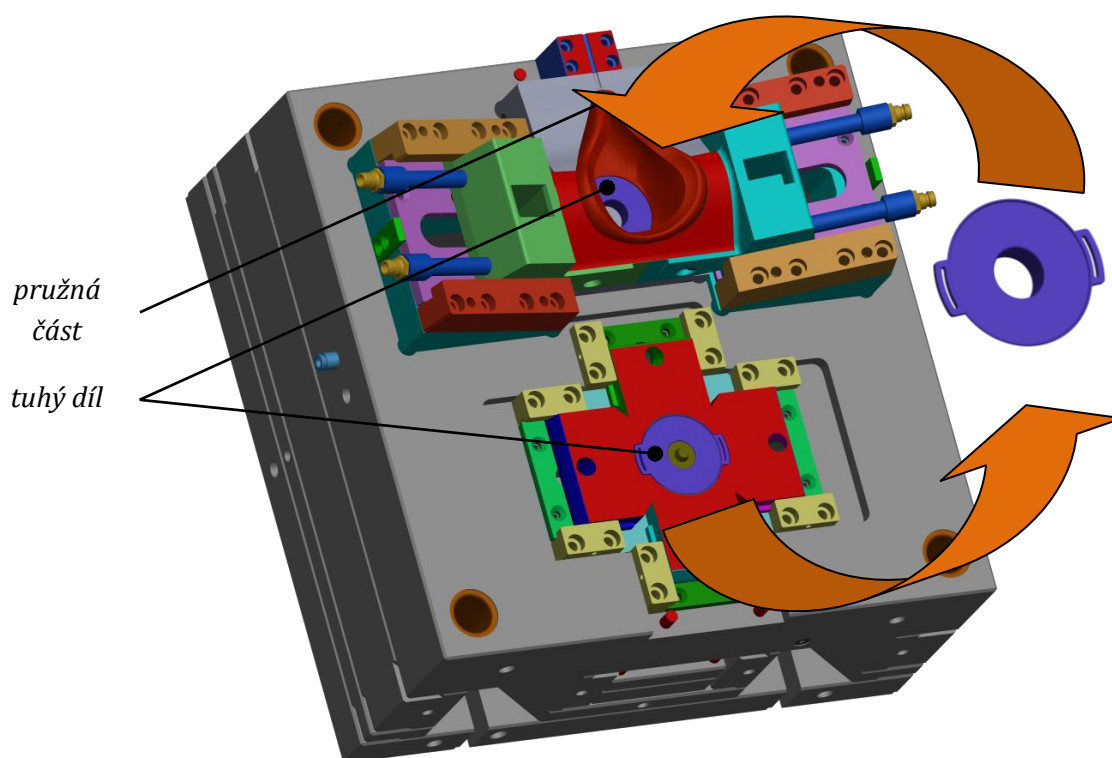


Obr. 3.3 Zaformování dílů filtru pro jeho kruhovou a obdélníkovou variantu.

Parametry vstřikování byly zvoleny dle standardních postupů prováděných při rozjezdu výroby dílů vstřikovaných z termoplastů. Jelikož zaformování je provedeno zcela běžným způsobem i teploty taveniny byly použity dle doporučení uvedených v materiálových listech jednotlivých termoplastických materiálů a to včetně přípravných operací předcházejících samotný proces vstřikování (např. sušení).

3.2 VÝROBA SESTAVY PRUŽNÉ A TUHÉ ČÁSTI

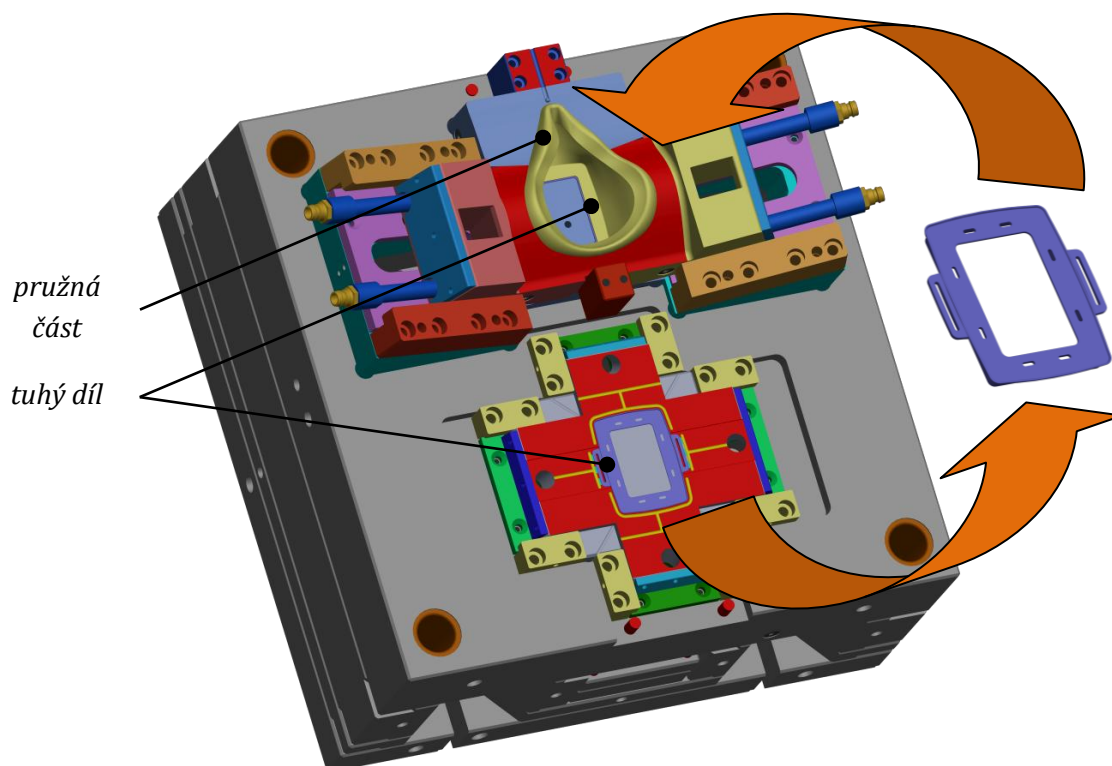
Zpracování materiálu na bázi silikonů pomocí technologie vstřikování má určitá specifika ve srovnání se standardním procesem vstřikování termoplastů. Zejména se jedná o skutečnost, že materiál na bázi silikonu zaujímá svůj tvar během tzv. vulkanizace, která probíhá za teplot v rozmezí mezi 150 °C a 180 °C. Tomu musí být přizpůsobena vstřikovací forma, která musí být schopna provozu při těchto zvýšených teplotách. V případě výroby masky se navíc jednalo o vícekomponentní vstřikování. Zaformování tuhého dílu a pružného dílu je uvedeno na obr. 3.4. Pružný díl je zaformován v tzv. obstřikové kavitě, do které se vstřikuje pružný materiál (silikon, termoplastický elastomer) po založení tuhého dílu, který vytvoří v příslušných místech těsnící plochy tak, aby pružný materiál vykazoval požadovaný tvar.



Obr. 3.4 Zaformování tuhé a pružné části dýchací masky s kruhovým filtrem.

Proces výroby dýchací masky probíhá dle následujícího sledu: Jelikož do obstřikové dutiny není možné vstřikovat pružný materiál, aniž by byl založen tuhý díl, je nutné při rozjezdu výroby nejprve nastavit technologické podmínky výroby tuhého dílu a vstřikovat jen tento. Následně lze přejít do fáze rozjezdu výroby kompletní masky, kdy

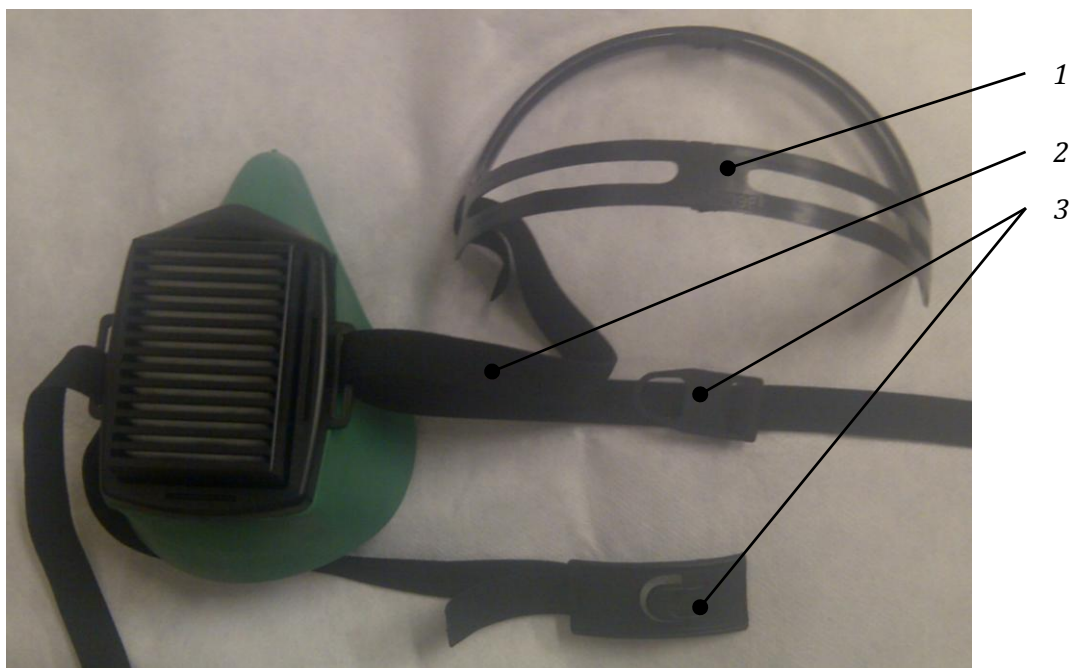
mezi jednotlivými zdvihy je překládán tuhý díl do obstříkové dutiny a dochází tedy současně ke vstříknutí tuhého dílu a obstříknutí tuhého dílu vyrobeného v předchozím výrobním cyklu založeného do obstříkové dutiny. Výrobní cyklus se takto opakuje v požadovaném počtu. Stejný princip výroby je aplikován i u masky s obdélníkovým filtrem viz obr. 3.5.



Obr. 3.5 Zaformování tuhé a pružné části dýchací masky s obdélníkovým filtrem.

4 FINÁLNÍ MONTÁŽ DÝCHACÍ MASKY

Závěrečným krokem v procesu výroby dýchací masky je montáž upínacího systému masky, který slouží k držení masky na hlavě uživatele v provozní pozici. Jedná se o nakupovaný díl sestávající s gumo-textilní pásy, hlavového držáku a fixačních spon.



*Obr. 4.1 Finální podoba prototypu dýchací polomasky s obdélníkovým filtrem.
1 – hlavový držák, 2 – gumotextilní páska (500 mm x 15 mm), 3 – fixační spony*



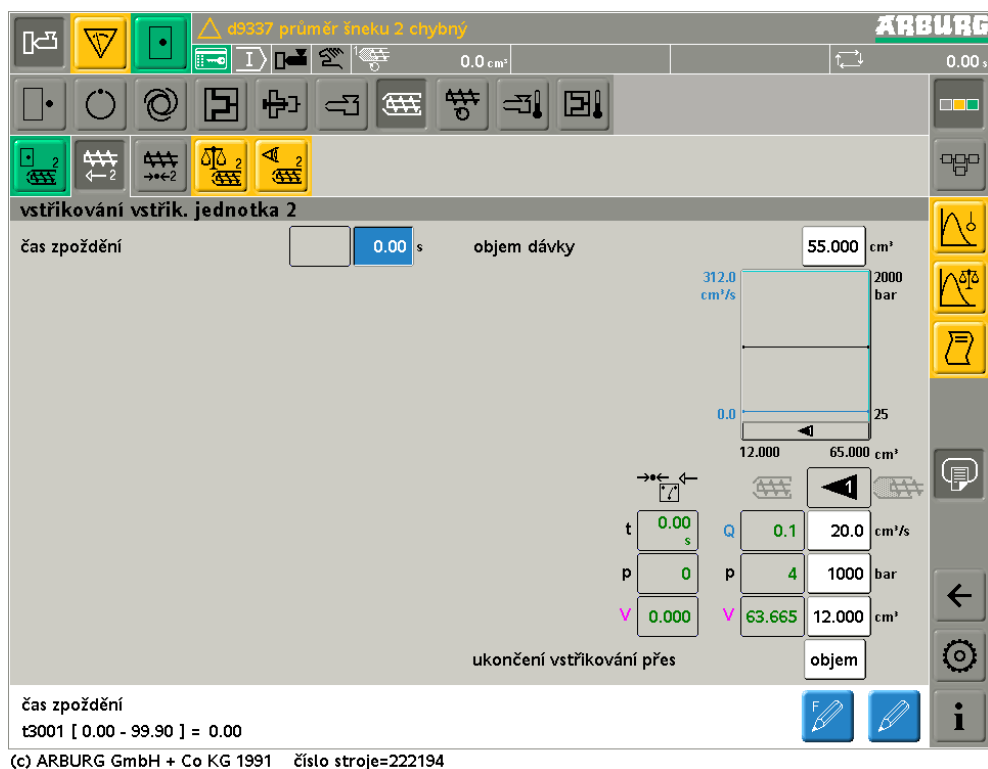
Obr. 4.2 Finální podoba prototypu dýchací polomasky s obdélníkovým filtrem (SILIKON + PA66).



Obr. 4.3 Finální podoba prototypu dýchací polomasky s kruhovým filtrem (TPE + PP).

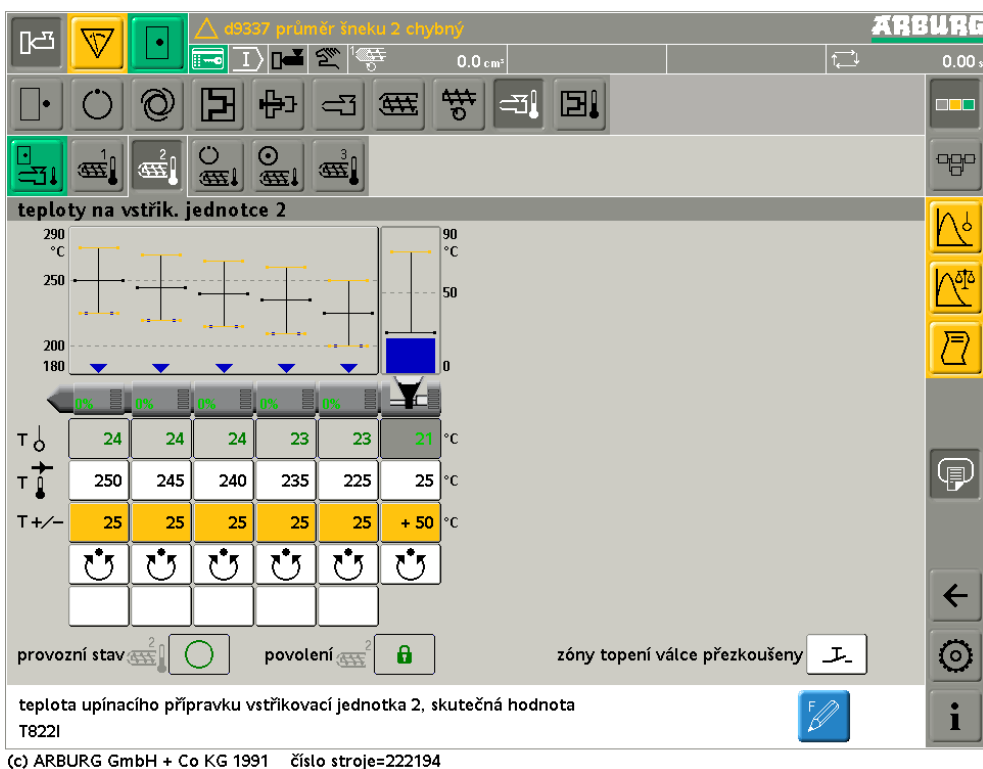
5 TECHNOLOGICKÉ PARAMETRY POUŽITÉ V POLOPROVOZNÍM REŽIMU VÝROBY

Níže jsou uvedeny technologické parametry použité při výrobě vybraných materiálových a tvarových kombinací dýchací masky. Jedná se o parametry výrobního procesu probíhajícího v poloprovozním režimu. Je tedy možné, že v plně sériové výrobě se budou parametry výroby více či méně odlišovat. Ve fázi poloprovozního režimu je ovšem vedle absolutních hodnot technologických parametry stejné důležitá informace o tom, že existuje určitá kombinace technologických parametrů vedoucích ke kontinuální produkci dýchací masky. Jelikož je proces vstřikováním – a to



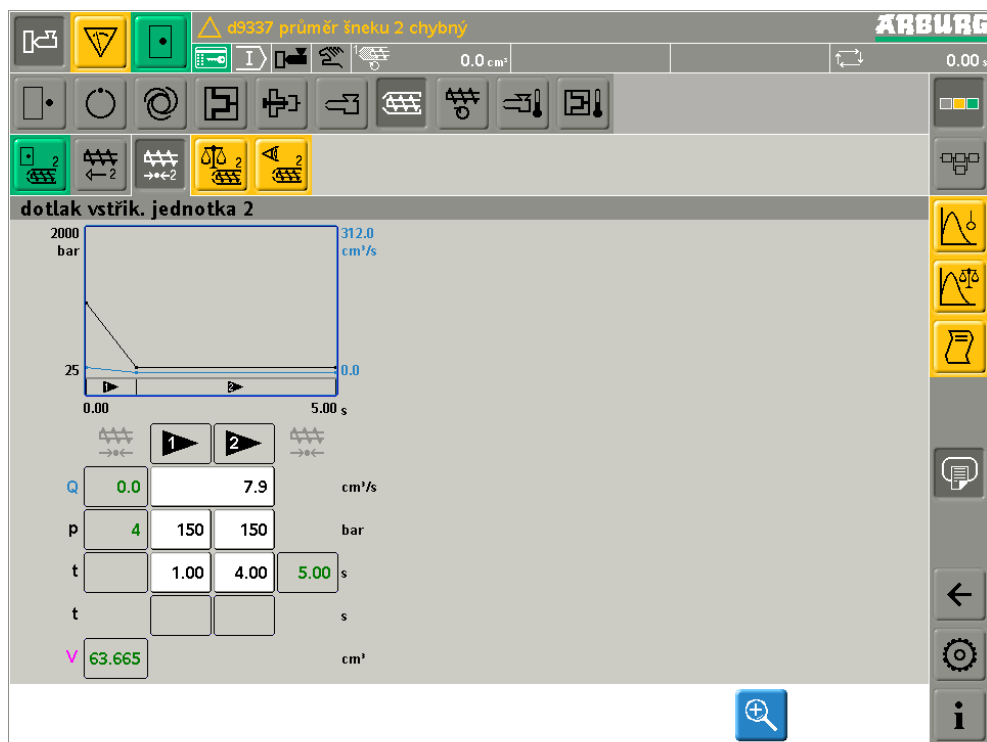
5.1 PARAMETRY FÁZE VSTŘIKU

TVAROVÁ VARIANTA: **KRUH**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PP + TPE**



5.2 NASTAVENÍ TEPLOT TOPNÝCH PÁSEM TAVICÍ KOMORY

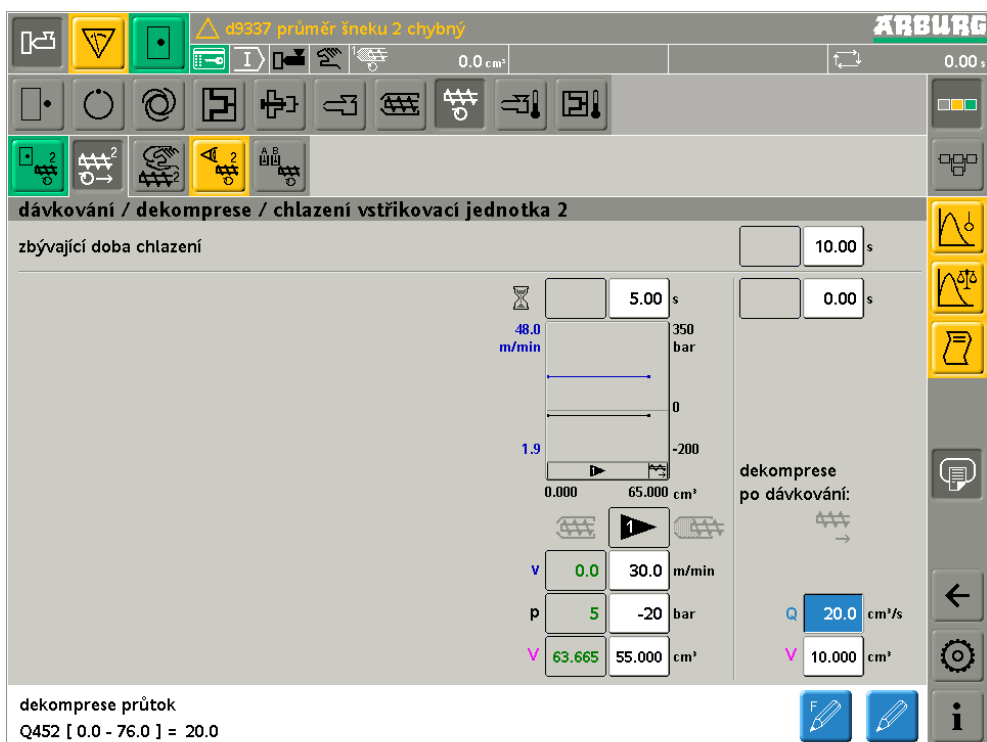
TVAROVÁ VARIANTA: **KRUH**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PP + TPE**



(c) ARBURG GmbH + Co KG 1991 číslo stroje=222194

5.3 PARAMETRY FÁZE DOTLAKU

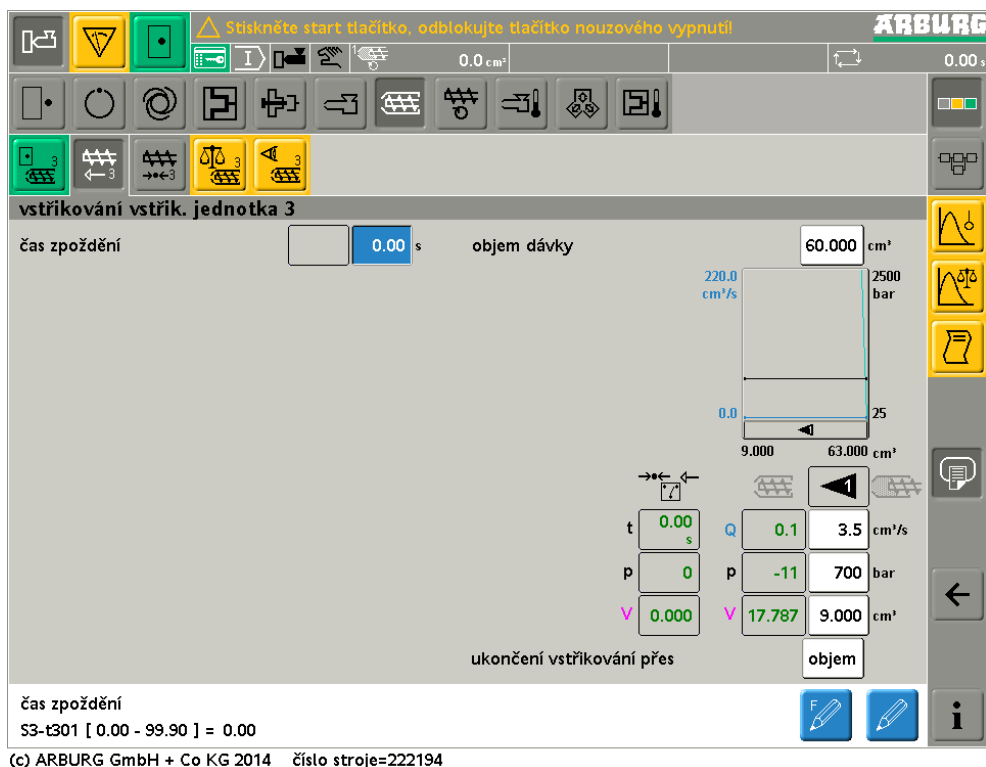
TVAROVÁ VARIANTA: **KRUH**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PP + TPE**



(c) ARBURG GmbH + Co KG 1991 číslo stroje=222194

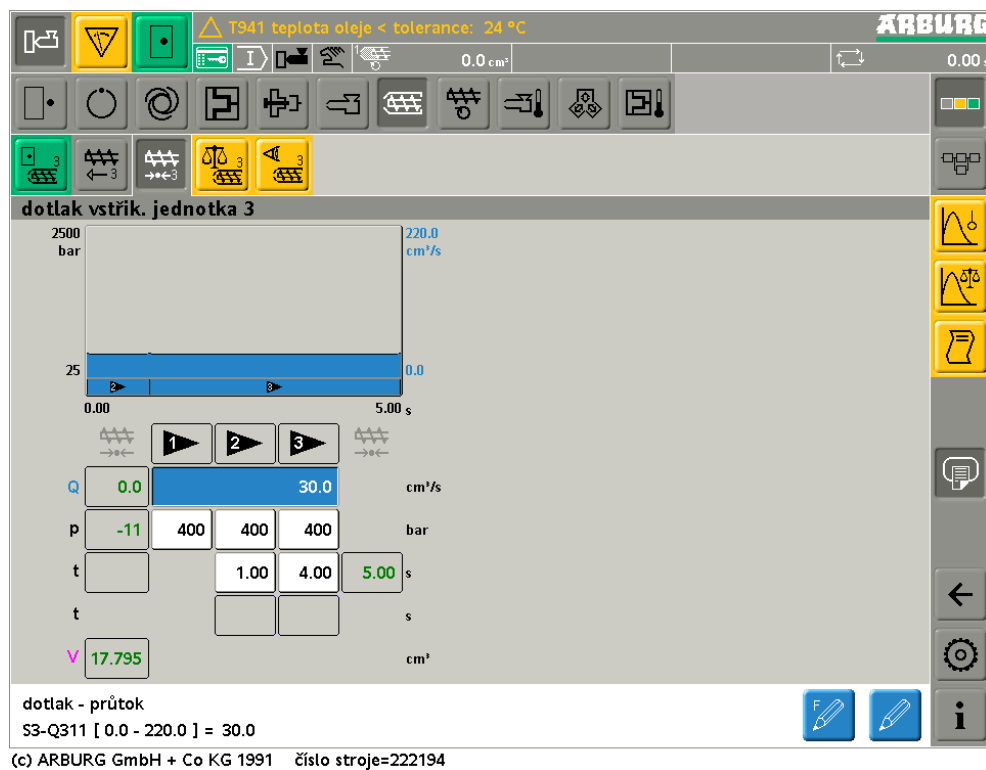
5.4 PARAMETRY FÁZE DÁVKOVÁNÍ

TVAROVÁ VARIANTA: **KRUH**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PP + TPE**



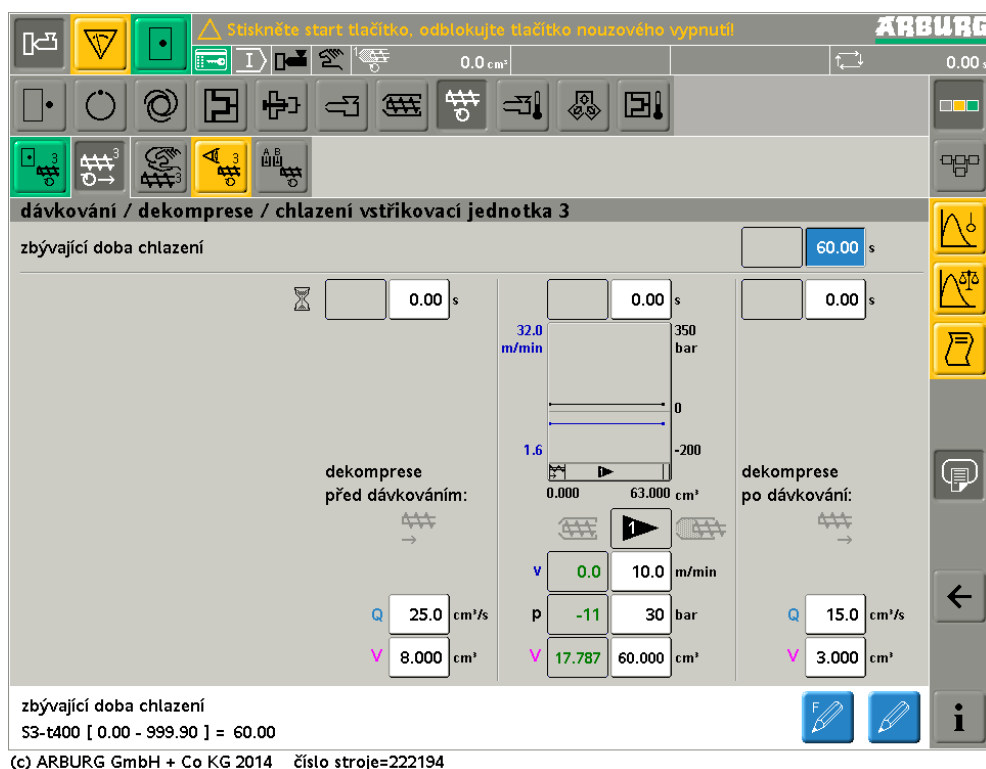
5.5 PARAMETRY FÁZE VSTŘIKU

TVAROVÁ VARIANTA: **KRUH**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PA + SILIKON**



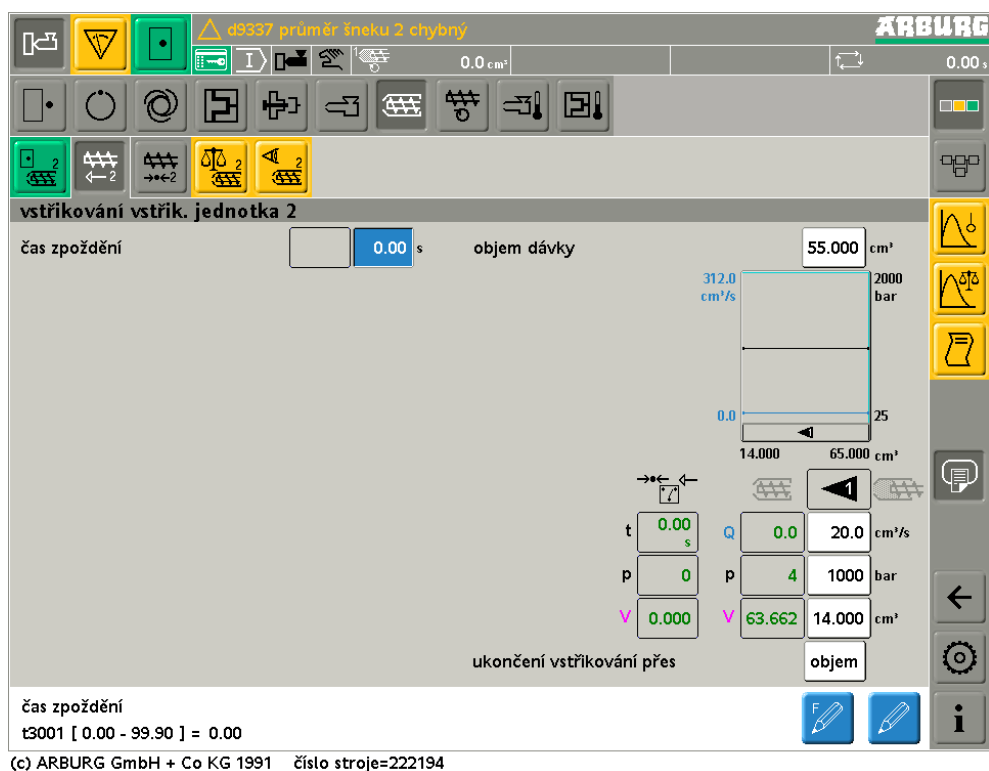
5.6 PARAMETRY FÁZE DOTLAKU

TVAROVÁ VARIANTA: **KRUH**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PA + SILIKON**



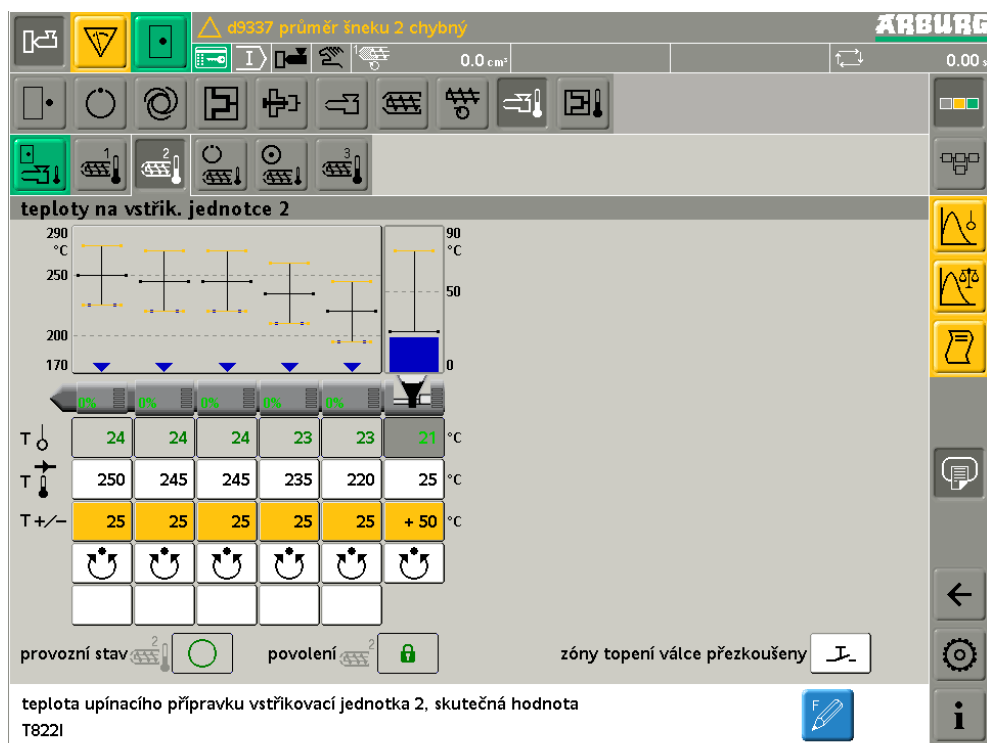
5.7 PARAMETRY FÁZE DÁVKOVÁNÍ

TVAROVÁ VARIANTA: **KRUH**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PA + SILIKON**



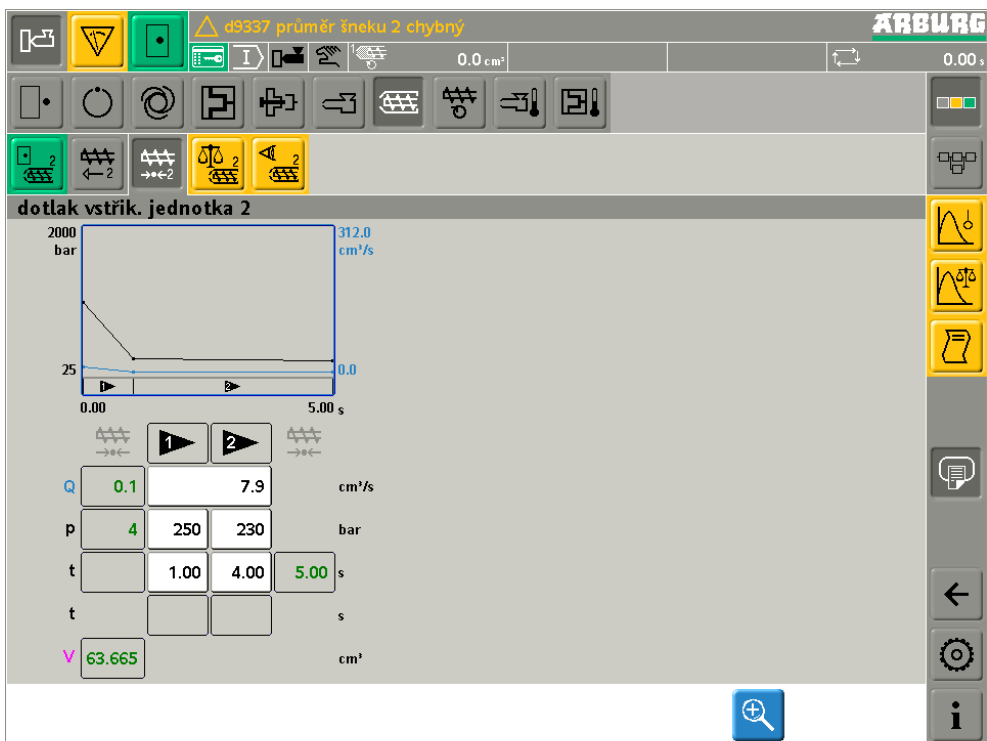
5.8 PARAMETRY FÁZE VSTŘIKU

TVAROVÁ VARIANTA: **OBDELNÍK**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PP + TPE**



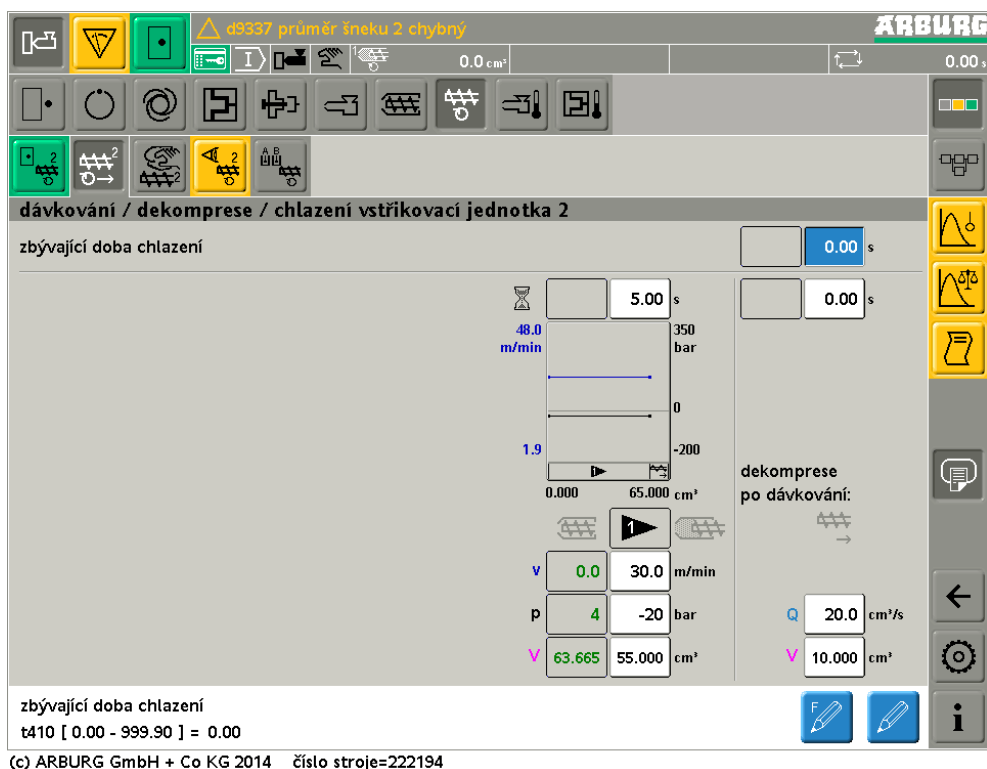
(c) ARBURG GmbH + Co KG 1991 číslo stroje=222194

5.9 NASTAVENÍ TEPLOT TOPNÝCH PÁSEM TAVICÍ KOMORY TVAROVÁ VARIANTA: OBDÉLNÍK, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: PP + TPE



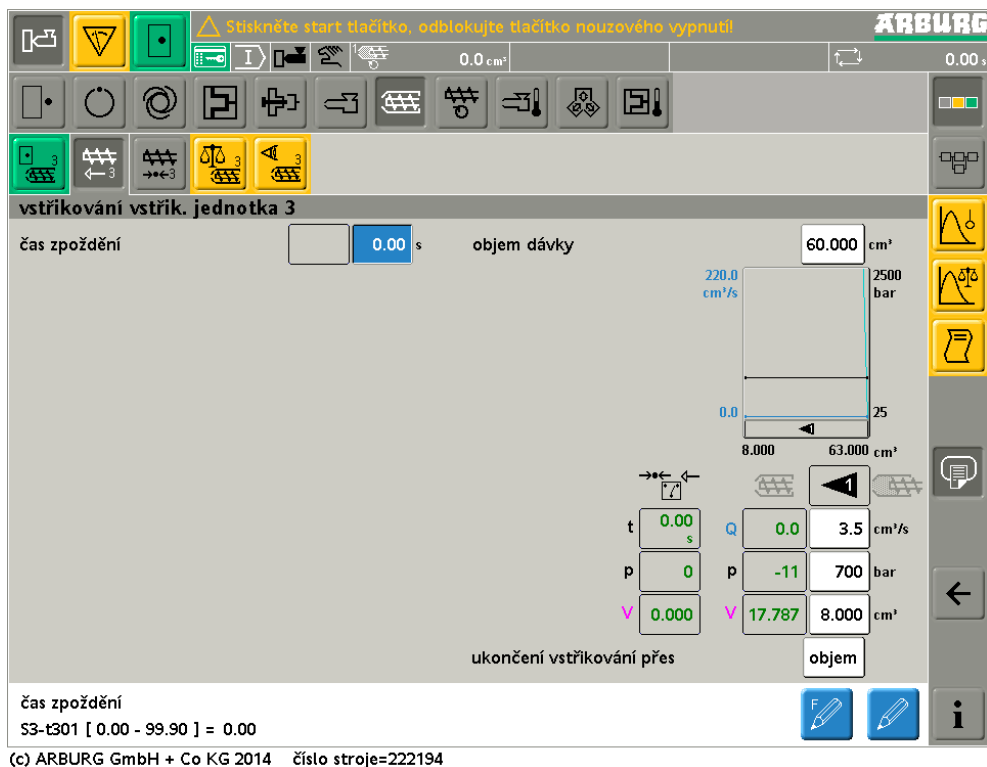
(c) ARBURG GmbH + Co KG 1991 číslo stroje=222194

5.10 PARAMETRY FÁZE DOTLAKU TVAROVÁ VARIANTA: OBDÉLNÍK, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: PP + TPE



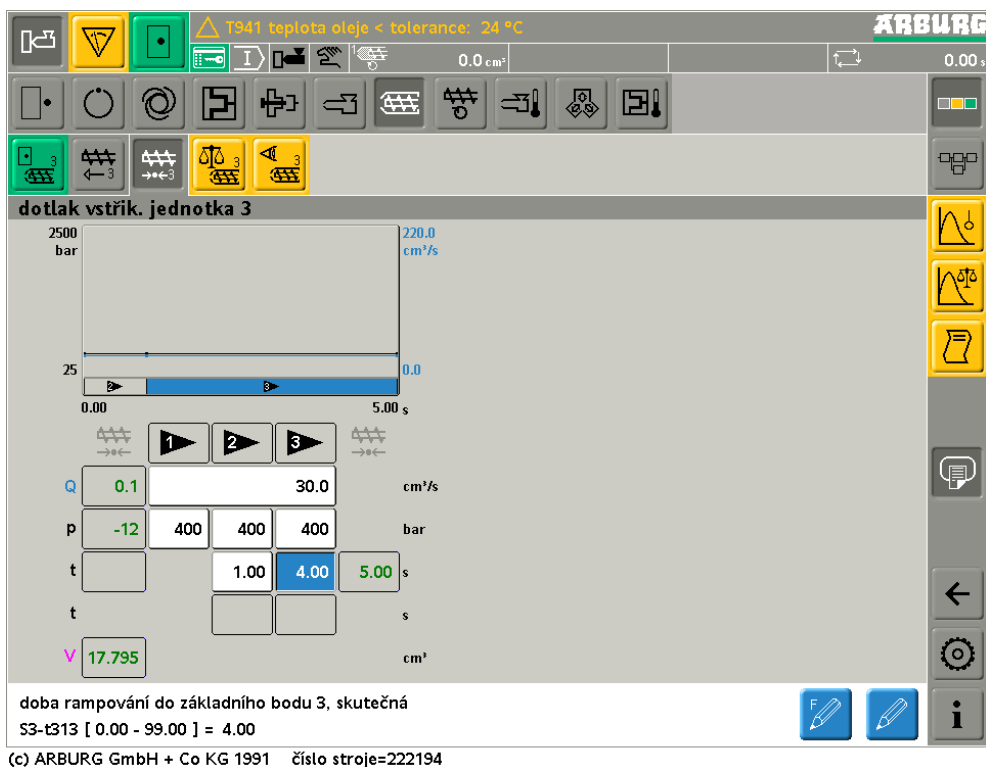
5.11 PARAMETRY FÁZE DÁVKOVÁNÍ

TVAROVÁ VARIANTA: **OBDÉLNÍK**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PP + TPE**



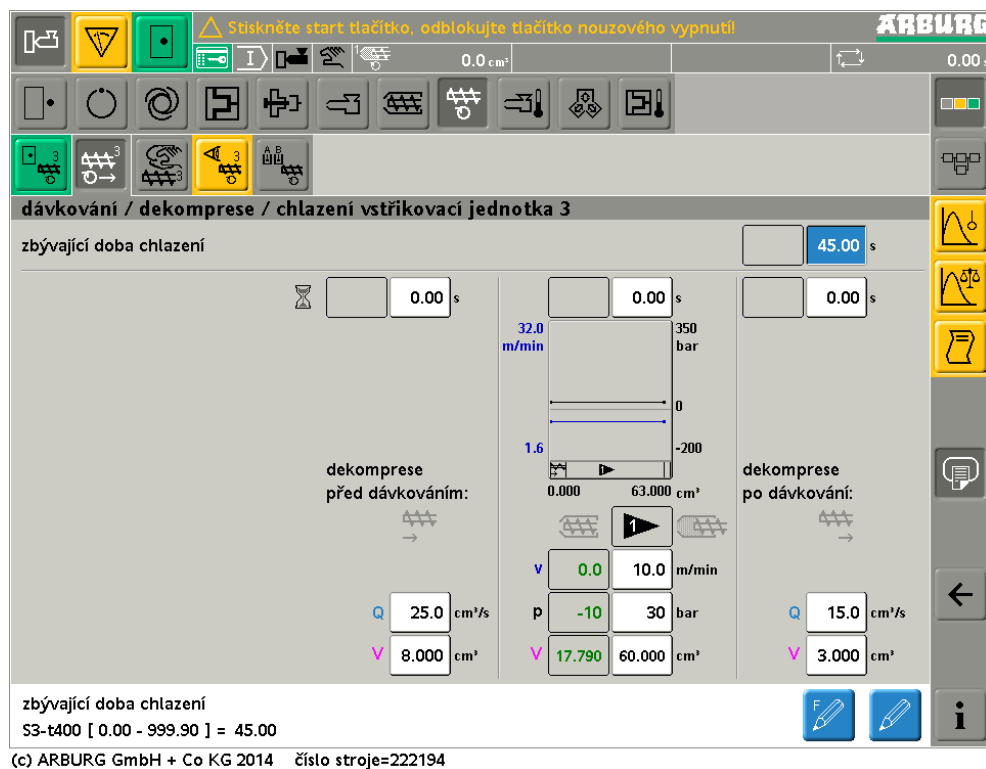
5.12 PARAMETRY FÁZE VSTŘIKU

TVAROVÁ VARIANTA: **OBDÉLNÍK**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PA + SILIKON**



5.13 PARAMETRY FÁZE DOTLAKU

TVAROVÁ VARIANTA: **OBDELNÍK**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PA + SILIKON**



5.14 PARAMETRY FÁZE DÁVKOVÁNÍ

TVAROVÁ VARIANTA: **OBDELNÍK**, MATERIÁLOVÁ VARIANTA: **PA + SILIKON**