



SYSTÉMY PRO PLNĚNÍ VÁLCE SPALOVACÍHO MOTORU

Bakalářská práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství

Studijní obor: 2301R000 – Strojní inženýrství

Autor práce: **Mojmír Skřivan**

Vedoucí práce: Ing. Pavel Brabec, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechanical Engineering ■

SYSTEMS FOR FILLING THE CYLINDER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Bachelor thesis

Study programme: B2301 – Mechanical Engineering

Study branch: 2301R000 – Mechanical Engineering

Author: **Mojmír Skřivan**

Supervisor: Ing. Pavel Brabec, Ph.D.





Zadání bakalářské práce

SYSTEMY PRO PLNĚNÍ VÁLCE SPALOVACÍHO MOTORU

Jméno a příjmení: Mojmír Skřivan
Osobní číslo: S15000172
Studijní program: B2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojní inženýrství
Zadávací katedra: Katedra vozidel a motorů
Akademický rok: 2018/2019

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši současného stavu v oblasti systémů používaných pro plnění válce, které umožňují více režimů – např. systém použití klapky v sacím kanále, která umožňuje lepší rozvíření a rozvrstvení směsi ve válci pro určité režimy. Shrňte důvody použití.
2. Vyhledejte a popište uskutečněné aplikace. Cílem je podrobně zmapovat konstrukční provedení zatím běžně používaných systémů.
3. Vyberte jednu variantu a zpracujte studii pro zadaný spalovací motor.
4. Cílem bakalářské práce je využití výsledků na Katedře vozidel a motorů (TUL).



Rozsah grafických prací:

výkresová dokumentace

Rozsah pracovní zprávy:

cca 40 stran textu

Forma zpracování práce:

tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:

- [1] VLK, František. Příslušenství vozidlových motorů. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2002. ISBN 80-238-8755-6.
- [2] BASSHUYSEN, Richard a Fred SCHÄFER. Internal Combustion Engine Handbook – Basic, Components, Systems, and Perspectives. Wiesbaden, Germany: Vieweg Verlag, 2002. ISBN 0-7680-1139-6.
- [3] MACEK, Jan a Bohuslav SUK. Spalovací motory I. Praha: ČVUT, 1993. ISBN 80-01-00919-X.
- [4] BEROUN, Stanislav a Karel PÁV. Vybrané statě z vozidlových spalovacích motorů, Liberec: TUL, 2013. ISBN 978-80-7372-957-8.
- [5] Podklady firmy Škoda Auto, a.s..
- [6] Běžně dostupné materiály – odborné časopisy, konference, internet.

Vedoucí práce:

Ing. Pavel Brabec, Ph.D.
Katedra vozidel a motorů

Datum zadání práce:

11. února 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

11. května 2020

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan

V Liberci 11. února 2019



Ing. Robert Voženílek, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

25. 6. 2019

Mojmír Skřivan

Anotace

Cílem práce je shrnutí a popsání současného stavu používaných systémů pro plnění válce spalovacího motoru, které umožňují více režimů plnění válce. Popsat konstrukční provedení jednotlivých používaných systémů a provést konstrukční návrh k úpravě konvenčního sacího potrubí na potrubí se systémem pro plnění válce motoru.

Klíčová slova:

tvorba směsi, sací potrubí, sací kanál, víření směsi, systém plnění válce spalovacího motoru, klapky v sacím potrubí, konstrukční řešení, modul sacího potrubí

Annotation:

The aim of the thesis is to summarize and describe the current state of the used systems for filling the cylinder of the internal combustion engine, which allow multiple cylinder filling modes. Describe the design of the individual systems used and make a proposal to modify the conventional intake manifold to intake manifold with the engine cylinder filling system.

Key words:

creation of mixture, intake manifold, intake channel, whirling of mixture, system for filling the cylinder of the internal combustion engine, flaps in the intake manifold, constructional solutions, module of the intake manifold

Poděkování

Tímto způsobem bych velice rád poděkoval všem, kteří mě podporovali při studiu, hlavně své rodině. Velice děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Brabcovi, Ph.D. za trpělivost a mnoho cenných rad a nápadů při tvorbě práce.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	8
SEZNAM OBRÁZKŮ	9
1 ÚVOD.....	11
2 PLNĚNÍ VÁLCE SPALOVACÍHO MOTORU	12
2.1 SMĚS PALIVA A VZDUCHU	12
2.2 TVORBA SMĚSI	12
2.2.1 VNĚJŠÍ TVORBA SMĚSI.....	12
2.2.2 VNITŘNÍ TVORBA SMĚSI	13
2.3 VÝMĚNA OBSAHU VÁLCE	14
2.4 TYPY A CHARAKTERISTIKY PLNÍCÍCH KANÁLŮ MOTORU	15
2.4.1 PŘÍMÝ KANÁL	15
2.4.2 TANGENCIÁLNÍ KANÁL.....	16
2.4.3 ŠROUBOVÝ KANÁL.....	16
2.4.4 KOMBINACE KANÁLŮ	17
2.5 TURBULENCE VE VÁLCI SPALOVACÍHO MOTORU.....	17
2.5.1 TANGENCIÁLNÍ (SWIRL) VÍR.....	17
2.5.2 PŘÍČNÝ (TUMBLE) VÍR.....	18
2.5.3 RADIÁLNÍ (SQUISH) VÍR	19
3 SYSTÉMY PRO PLNĚNÍ VÁLCE SPALOVACÍHO MOTORU	20
3.1 VARIABILNÍ DÉLKA SACÍHO POTRUBÍ	20
3.1.1 ZMĚNA DÉLKY POTRUBÍ POMOCÍ PŘEPÍNACÍCH VÁLCŮ	21
3.1.2 ZMĚNA DÉLKY POTRUBÍ POMOCÍ KLAPEK V ČÁSTECH POTRUBÍ.....	22
3.1.3 KONTINUÁLNÍ ZMĚNA DÉLKY SACÍHO POTRUBÍ.....	25
3.2 KLAPKY PRO ZLEPŠENÍ VÍŘENÍ NÁPLNĚ VÁLCE	26
3.2.1 SYSTÉMY VYUŽÍVAJÍCÍ KLAPKU PRO PŘIVÍRÁNÍ ČÁSTI SACÍHO KANÁLU	26
3.2.1.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD KONCERNU VOLKSWAGEN (MOTORY FSI A TFSI)	27
3.2.2 SYSTÉMY VYUŽÍVAJÍCÍ KLAPKU PRO UZAVÍRÁNÍ JEDNOHO SACÍHO KANÁLU	29
3.2.2.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD KONCERNU GM (General Motors)	29
3.2.2.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD AUTOMOBILKY BMW	31
3.2.2.3 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD AUTOMOBILKY RENAULT	33
3.2.2.4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD AUTOMOBILKY AUDI.....	34
4 NÁVRH MODULU SE SYSTÉMEM PLNĚNÍ VÁLCŮ SPALOVACÍHO MOTORU	36

4.1	ORIGINÁLNÍ PROVEDENÍ.....	36
4.2	NÁVRH KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ MODULU SYSTÉMU PLNĚNÍ VÁLCE	38
4.2.1	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ TĚLESA MODULU	39
4.2.2	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ KLAPEK	40
4.2.3	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OVLÁDÁNÍ KLAPEK	40
5	ZÁVĚR	42
6	POUŽITÁ LITERATURA.....	44
7	SEZNAM PŘÍLOH	46

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

CFD	Computational Fluid Dynamics	
ECU	Electronic Control Unit – elektronická řídicí jednotka	
FSI	Fuel Stratified Injection – vrstvené vstřikování paliva	
GM	General Motors	
Mk	Kroutící moment	[Nm]
P	Výkon	[kW]
TDI	Turbocharged Direct Injection – přeplňovaný diesellový motor s přímým vstřikem paliva	
TFSI	Turbo Fuel Stratified Injection - vrstvené vstřikování paliva s přeplňováním	
dCi	Diesel Common-rail injection – vznětový motor s přímým vstřikem paliva systémem Common-rail	
n	Otáčky motoru	[ot/min]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma jednoduchého karburátoru [3]	8
Obrázek 2: Schéma jednobodového vstřikování [4]	8
Obrázek 3: Vstřik paliva vznětového motoru [1]	9
Obrázek 4: Vstřik paliva přímo-vstřikového zážehového motoru [6]	9
Obrázek 5: Proměnná délka sacího potrubí [2]	10
Obrázek 6: Přímý sací kanál, vlevo - nevířivý, vpravo – vířivý [5]	11
Obrázek 7: Tangenciální sací kanál [5]	12
Obrázek 8: Šroubový sací kanál [5]	12
Obrázek 9: Kombinace kanálů, poz. 1 - tangenciální kanál, poz. 2 - šroubový kanál [5]	13
Obrázek 10: Tangenciální vír [2]	14
Obrázek 11: Příčný vír [2]	14
Obrázek 12: Radiální vír [2]	15
Obrázek 13: Porovnání parametrů spalovacího motoru s konvenčním a variabilním sacím potrubím [9]	16
Obrázek 14: Konstrukční řešení sacího potrubí motoru VW V6 2.8 litru AMX [8]	17
Obrázek 15: Momentová poloha sacího potrubí [8]	17
Obrázek 16: Výkonová poloha sacího potrubí [8]	18
Obrázek 17: Konstrukční řešení sacího potrubí motoru VW 2.0 85kW AZJ [10]	19
Obrázek 18: Momentová poloha sacího potrubí - dlouhá dráha sání [10]	19
Obrázek 19: Průběh výkonu a kroutícího momentu při momentové poloze sání [10]	19
Obrázek 20: Výkonová poloha sacího potrubí - dlouhá dráha sání [10]	20
Obrázek 21: Průběh výkonu a kroutícího momentu při výkonové poloze sání s dlouhou dráhou sání [10]	20
Obrázek 22: Výkonová poloha sacího potrubí - krátká dráha sání [10]	20
Obrázek 23: Průběh výkonu a kroutícího momentu při výkonové poloze sání s krátkou dráhou sání [10]	21
Obrázek 24: Princip systému BMW DIVA [11]	21
Obrázek 25: Princip systému využívající klapku pro přivírání části sacího potrubí [13]	22
Obrázek 26: Homogenní režim sacího potrubí [12]	23
Obrázek 27: Vstřik paliva při homogenním režimu [12]	24
Obrázek 28: Vrstvený režim sacího potrubí [12]	24
Obrázek 29: Vstřik paliva při vrstveném režimu [12]	25
Obrázek 30: Princip systému TWINPORT [17]	26
Obrázek 31: Konstrukční řešení systému TWINPORT [15]	27
Obrázek 32: Konstrukční řešení od automobilky BMW [15]	28
Obrázek 33: Detail klapek v sacím potrubí motoru BMW M57 [15]	29
Obrázek 34: Princip systému plnění válce od automobilky Renault [18]	30
Obrázek 35: Původní konstrukční řešení od automobilky AUDI pro motor 3.0 TDI [19]	31
Obrázek 36: Modernizované konstrukční řešení od automobilky AUDI pro motor 3.0 TDI [15]	31
Obrázek 37: Původní provedení napojení sacího potrubí a hlavy motoru [vlastní tvorba]	32
Obrázek 38: Hlava válců spalovacího motoru - pohled na sací kanály [vlastní tvorba]	33
Obrázek 39: Sací potrubí – pohled na sací kanály s vyznačenou geometrií kanálu [vlastní tvorba]	33
Obrázek 40: Konstrukční návrh řešení modulu sání [vlastní tvorba, 22]	35

Obrázek 41: Sestava sacího potrubí s hlavou válců a modulem se systémem plnění válců [vlastní tvorba, 22].....	35
Obrázek 42: Těleso modulu – svařenec [vlastní tvorba]	36
Obrázek 43: Klapka [vlastní tvorba]	36
Obrázek 44: Náhon klapky [vlastní tvorba]	37
Obrázek 45: Náhon klapek – kompletní [vlastní tvorba, 22]	37

1 ÚVOD

Automobil od doby svého vzniku do podoby jak ho známe dnes, prošel obrovskou spoustou změn a inovací. Od změny pohonu tažné síly koní, po spalovací motory obrovského litrového výkonu, až po elektromotory s nulovými provozními emisemi. Velké změny a vývoj zaznamenali i další odvětví automobilového průmyslu od vzhledu karoserie, až po sofistikované systémy bezpečnosti a pohonných ústrojí.

Dnešní dobu si již nikdo z nás nedokáže představit bez možnosti rychlé přepravy osobním automobilem. Drtivá většina dnešních vozidel využívá vnitřního spalování fosilních paliv, tedy benzínu a motorové nafty, které sebou ovšem nese množství neduhů. Dnes jsou vozidla svázána mnoha pravidly a podmínkami pro provoz na veřejných prostranstvích. Jedno z nejvýraznějších omezení dnešního provozu vozidel jsou emisní limity, které se neustále zpřísňují, díky ekologické zátěži na životní prostředí. Proto je využíváno různých způsobů pro snížení produkovaných škodlivých látek.

Jedním ze způsobů jak snížit emisní stopu motorových vozidel je možnost změny režimu plnění válce spalovacího motoru. Tohoto způsobu úpravy spalovacího motoru je využíváno posledních zhruba třiceti let. Díky v zásadě jednoduchému konstrukčnímu principu všech používaných systémů je zařazení do sériové výroby dobře přijatelnou technologií pro snížení emisí spalovacího motoru.

Tato práce se zabývá systémy pro plnění válce spalovacího motoru, které dávají možnost změny režimu plnění válce. Úvodní část práce se věnuje problematice plnění válce a to ve smyslu proudění, ať už směsi pro zážehové motory, či vzduchu pro vznětové motory. Dále se práce zabývá rešerší o současném stavu používaných systémů pro plnění válce spalovacího motoru, které umožňují více režimů. Další částí práce je popis uskutečněných aplikací ve spalovacích motorech různých automobilek, provedení podrobného popisu a znázornění daných systémů využívajících různých režimů. V závěrečné části je popsána konstrukce motoru se systémem pro plnění válců s více režimy plnění.

2 PLNĚNÍ VÁLCE SPALOVACÍHO MOTORU

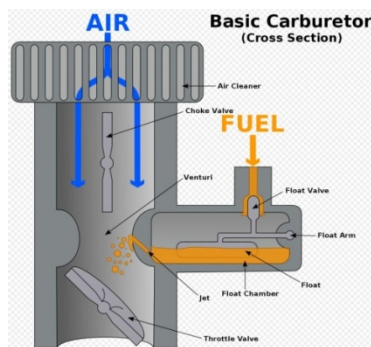
2.1 SMĚS PALIVA A VZDUCHU

Pro optimální proces hoření (oxidace) paliva je nutné vhodné přivedení kyslíku, jakožto oxidačního činidla z atmosférického vzduchu. Pro dokonalý proces oxidace a vytvoření produktů dokonalého hoření je nutné přivést k 1kg paliva teoretické množství suchého vzduchu. Tato směs paliva a vzduchu s právě tímto obsahem paliva a vzduchu je označována jako stechiometrická směs. [1]

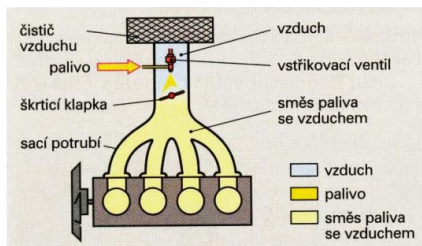
2.2 TVORBA SMĚSI

2.2.1 VNĚJŠÍ TVORBA SMĚSI

Charakterizuje zážehové motory s tvorbou homogenní směsi. Pro vytvoření homogenní směsi jsou využívány karburátory, kde je palivo strháváno v difuzoru proudem vzduchu nebo vstřikovače, ať už jednobodové, či více vícebodové. Vstřikování paliva je založeno na koncepci společného zásobníku paliva (Common rail). Po vstříknutí paliva do proudu vzduchu se palivo odpařuje a vzniká směs, která se po otevření sacího ventilu dostává dále do válce motoru a stále se odpařuje. Pro co nejlepší homogenizaci směsi je využíváno právě jevů vznikajících při proudění směsi do válce motoru, a to víření. [2]



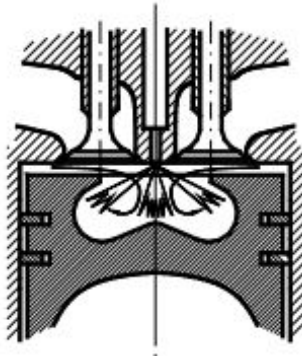
Obrázek 1: Schéma jednoduchého karburátoru [3]



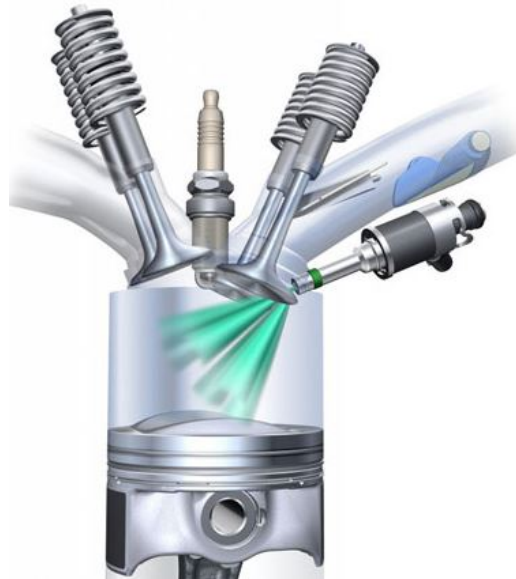
Obrázek 2: Schéma jednobodového vstřikování [4]

2.2.2 VNITŘNÍ TVORBA SMĚSI

Charakterizuje vznětové motory a zážehové s vrstvenou a i homogenní směsí. U zážehových motorů s přímým vstřikem paliva i vznětových motorů je palivo míseno se vzduchem za pomoci vhodně tvarovaného pístu a vnitřního proudění ve válci motoru. Řízeně tvořená směs (vrstvená) je svým složením a rozvrstvením přizpůsobována danému zatížení motoru, pro ideální průběh hoření. U motorů vznětových je využíváno i vysokého tlaku vstřikovaného paliva (až 250 MPa) pro lepší rozvíření náplně válce a tím lepší hoření vzniklé heterogenní směsí. [2, 6]



Obrázek 3: Vstřik paliva vznětového motoru [1]

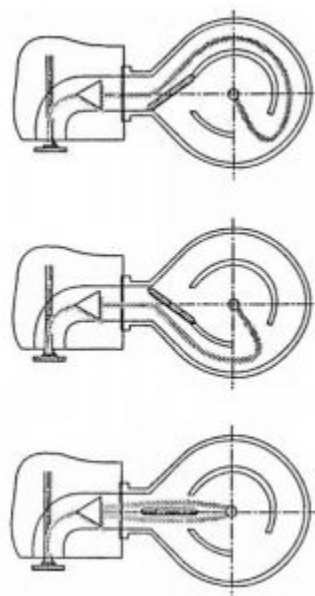


Obrázek 4: Vstřik paliva přímo-vstřikového zážehového motoru [6]

2.3 VÝMĚNA OBSAHU VÁLCE

Při spálení paliva ve směsi a tím vyčerpání (úplné nebo částečné) kyslíku dojde k degradaci směsi a pro další chod motoru musí být vytvořena nová, čerstvá směs. Výměna náplně počíná závěrečnou částí expanzního zdvihu při počátku otevírání výfukového ventilu, rozdílným tlakem ve válci motoru a výfukovém potrubí vzniká tzv. volný výfuk. Při zdvihu pístu z dolní úvratě, až po horní úvrať je náplň nuceně vytlačována z válce motoru, tento jev je nazýván nuceným výfukem. Pro dodatečné vyprázdnění v závěrečné fázi, zavírání výfukového ventilu, se využívá zpětně odražených podtlakových vln ve výfukovém potrubí, které mají za následek snížení tlaku v místě výfukového ventilu a tím odstranění zbytku degradované náplně ve válci motoru. [1, 2]

K plnění válce spalovacího motoru je využíváno tlakového spádu mezi válcem motoru a sacím kanálem, přes sací ventil. Pro zlepšení plnicí účinnosti motoru se využívá řada úprav základních kanálů. Dnešní spalovací motory využívají vlnového efektu, kde je naakumulovaná kinetická energie využívána pro zvýšení hmotnostního naplnění válce motoru. Odrazem podtlakové vlny, která se tvoří sacím pohybem pístu zpět do sacího kanálu až k otevřenému konci sacího potrubí, kde se ze zákona odrazu změní podtlaková vlna na přetlakovou a tato vlna působí zpět na náplň směrem k válci motoru. Tento vlnový efekt je bez vhodné úpravy sacího traktu omezen na úzký rozsah provozních otáček motoru. Pro zvětšení rozsahu otáček motoru je využíváno proměnné délky sacího potrubí, délka sacího potrubí je přímo úměrná okamžitým otáčkám motoru. [1, 2]



Obrázek 5: Proměnná délka sacího potrubí [2]

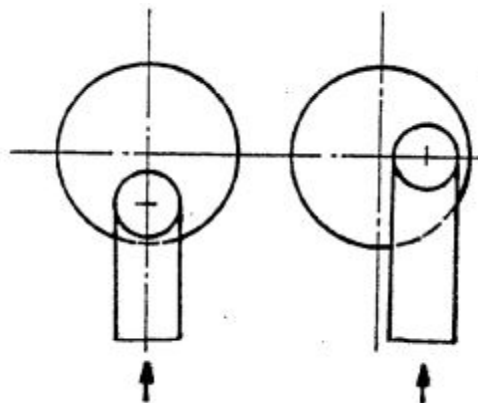
2.4 TYPY A CHARAKTERISTIKY PLNÍCÍCH KANÁLŮ MOTORU

Plnicí kanály motoru tvoří klíčový prvek pro plnění válce spalovacího motoru. Důležitým charakterem plnicích kanálů je udržení souvislého proudu vzduchu, či směsi. Neudržení souvislého proudu má za následek odtrhávání proudu, zvýšení turbulencí a vírů v sacím kanále. Tím se významně sníží plnicí účinnost válce motoru. [5]

Plnicí kanály jsou především určeny dle geometrických specifikací a tím i charakterem plnění válce. Vhodným umístěním kanálu vůči ose válce se docílují požadovaných plnicích charakteristik válce spalovacího motoru. Plnicí kanály jsou rozděleny na tři základní typy, a to: přímý, tangenciální a šroubový kanál. [5]

2.4.1 PŘÍMÝ KANÁL

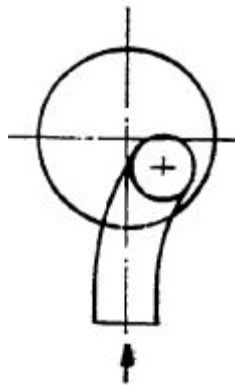
Přímé sací kanály se využívají hlavně pro zážehové motory pracující s homogenní směsí a motory přeplňované. Tento typ kanálu má nízký hydraulický odpor a vysoký průtokový součinitel. Vhodným umístěním k ose válce motoru se dosahuje rozvíření náplně válce motoru. [5]



Obrázek 6: Přímý sací kanál, vlevo - nevířivý, vpravo – vířivý [5]

2.4.2 TANGENCIÁLNÍ KANÁL

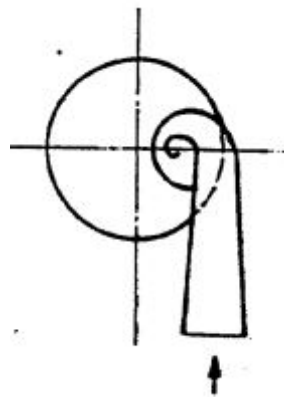
Kanál je k válci motoru napojen tangenciálně, což má za následek větší rozvíření náplně motoru a zároveň má i dobré průtokové vlastnosti. U tohoto typu kanálu je důležité vhodné umístění k ose válce a vzdálenost od stěny válce, aby se neprojevovaly negativní vlastnosti kanálu. Malá vzdálenost od stěny válce má za následek úbytek průtoku náplně do motoru a tím i horší vlastnosti plnění válce. [5]



Obrázek 7: Tangenciální sací kanál [5]

2.4.3 ŠROUBOVÝ KANÁL

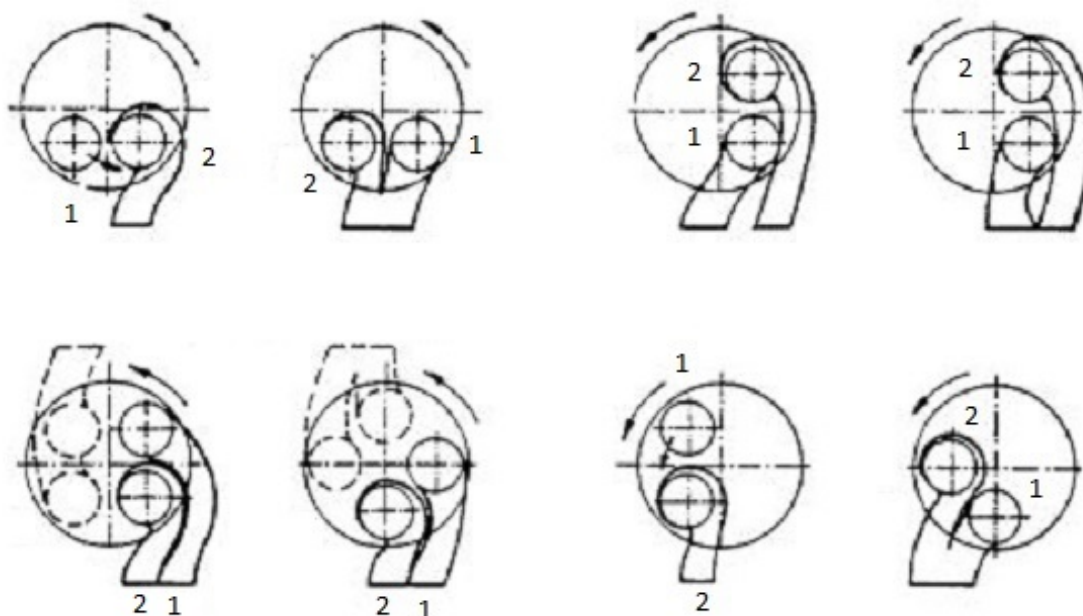
Šroubový kanál umožňuje velké rozvíření náplně, ale s negativním vlivem velkého hydraulického odporu a nízkému průtokovému součiniteli, díky složité konstrukci kanálu. [5]



Obrázek 8: Šroubový sací kanál [5]

2.4.4 KOMBINACE KANÁLŮ

Pro co nejlepší plnění válce motoru se využívají kombinace sacích kanálů. Tímto způsobem se využívá největšího užitečného potenciálu těchto jednotlivých typů kanálů. Dle požadavků na daný spalovací motor se vhodně volí jejich kombinace, a to z hlediska vysokého plnění válce, či z hlediska velkého rozvíření náplně motoru. [5]



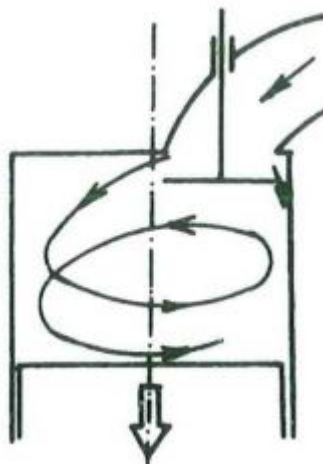
Obrázek 9: Kombinace kanálů, poz. 1 - tangenciální kanál, poz. 2 - šroubový kanál [5]

2.5 TURBULENCE VE VÁLCI SPALOVACÍHO MOTORU

Průchodem vzduchu nebo směsí sacím kanálem a následně sacím ventilem způsobuje turbulence ve válci motoru. Turbulence jsou charakterizovány jako množství malých vírů s malým energetickým obsahem, které vznikají právě z velkých vírů z pohybu náplně procházející sacím kanálem a následně ventilem. Pro správné hoření náplně válce motoru je nutné zajištění dobrého předávání této energie mezi jednotlivými vírovými útvary. Na vzniku těchto turbulencí se významně podílí právě sací kanály, jejich uspořádání a vlastní vírové vlastnosti. Každé uspořádání sacích kanálů má za následek různé typy vírových útvarů ve válci spalovacího motoru. [5]

2.5.1 TANGENCIÁLNÍ (SWIRL) VÍR

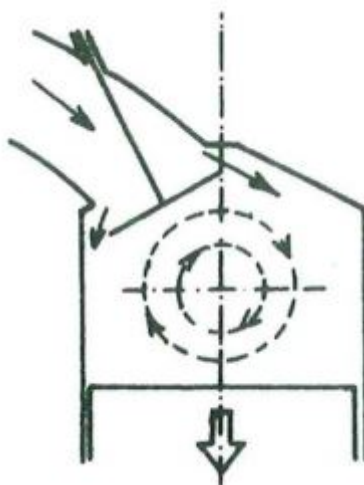
Tangenciální vír je záměrně vytvářen při plnění válce spalovacího motoru vhodným uspořádáním plnicího kanálu. Při plnění válce se vytváří rotační moment hybnosti vzhledem ke svislé ose válce. Pro vytvoření tangenciálního víru je vhodné použití tangenciálních plnicích kanálů, které mají nejvhodnější vlastnosti pro tvorbu těchto vírů. Při kompresním zdvihu tento vír ztrácí svou intenzitu, u konce zdvihu opět nabírá na intenzitě pohybu, díky zmenšování rotačního poloměru, na poloměr spalovacího prostoru. [5]



Obrázek 10: Tangenciální vír [2]

2.5.2 PŘÍČNÝ (TUMBLE) VÍR

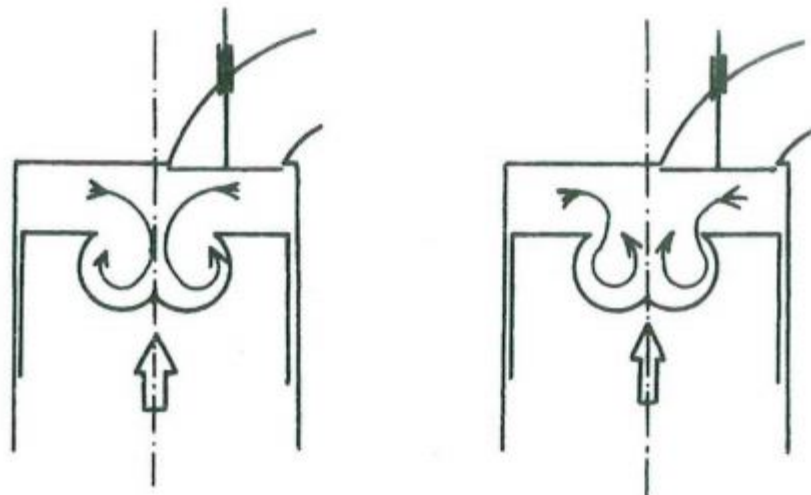
Příčný válcový vír má osu rotace kolmou na osu válce spalovacího motoru. Tento typ víru je vhodný pro zážehové motory se spalovacím prostorem v hlavě válců. Je vytvářen vhodným umístěním sacích kanálů vzhledem k válci motoru a má stabilnější charakteristiky průběhu, během kompresního zdvihu. Nedochozí k jeho přeměně v jiný typ víru, jako u tangenciálního víru. [5]



Obrázek 11: Příčný vír [2]

2.5.3 RADIÁLNÍ (SQUISH) VÍR

Radiální vír vzniká na konci kompresního zdvihu, kdy je náplň vytlačována od okrajů válce směrem ke spalovacímu prostoru válce. Jeho intenzita závisí na konstrukčních parametrech spalovacího prostoru. Velký význam má u vznětových motorů s přímým vstřikem paliva, které mají spalovací prostor vymezen v prostoru pístu, který má vhodné vybrání ve svém dně. Tvorbě radiálního víru napomáhá i přítomnost silného tangenciálního víru. [5]



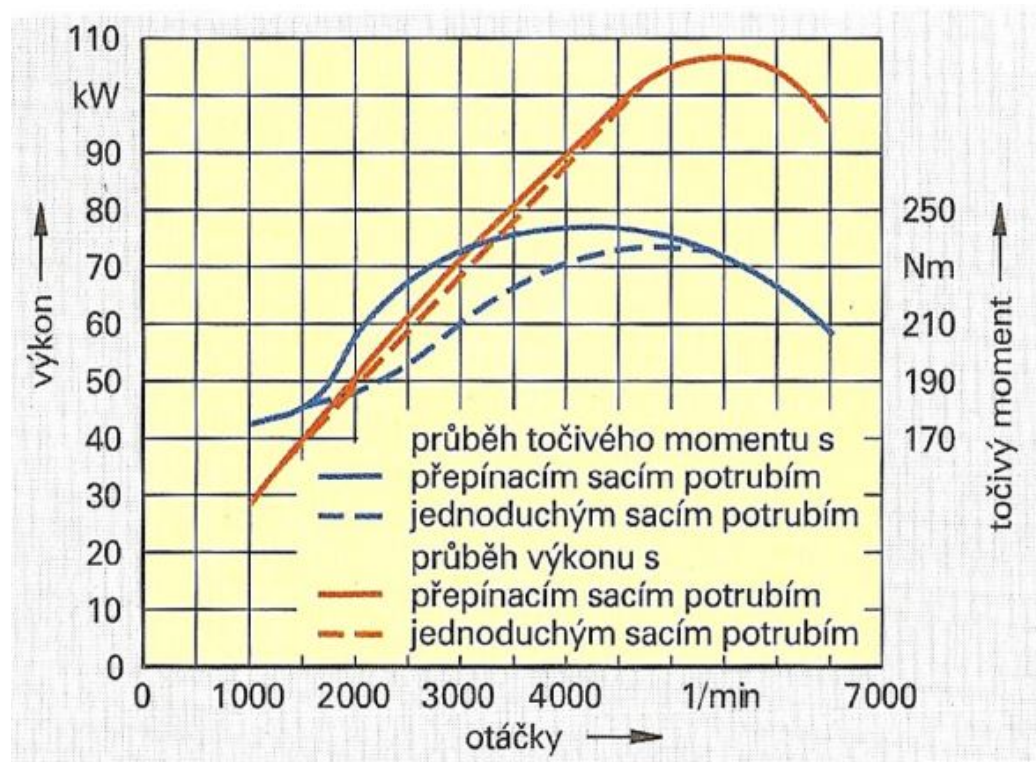
Obrázek 12: Radiální vír [2]

3 SYSTÉMY PRO PLNĚNÍ VÁLCE SPALOVACÍHO MOTORU

Pro plnění válce spalovacího motoru se využívá různých systémů, pro zlepšení plnicí schopnosti sacího potrubí. Tyto systémy se dělí na dva základní typy, jednou z variant je úprava délky sacího potrubí v závislosti na otáčkách motoru. Druhou variantou je vhodná úprava víření náplně válce spalovacího motoru, které se docílí pomocí klapky v sacích kanálech motoru. Právě druhá varianta je hlavním prvkem této bakalářské práce a rozebírá její podstatu. [2, 7]

3.1 VARIABILNÍ DÉLKA SACÍHO POTRUBÍ

Variabilní délka sacího potrubí je téměř výhradně používána u zážehových, atmosféricky plněných spalovacích motorů. Toto variabilní sací potrubí je využíváno pro optimalizaci a hlavně k prodloužení intervalu otáček motoru, kdy je možné využít maximální točivý moment motoru. Tato variabilní potrubí pracují na principu změny délky, kterou musí nasávaný vzduch urazit. Využívá různé mechanismy pro změnu délky, jako jsou rotační přepínací válce a klapky umístěné v různých částech toho potrubí. [7, 8, 9]

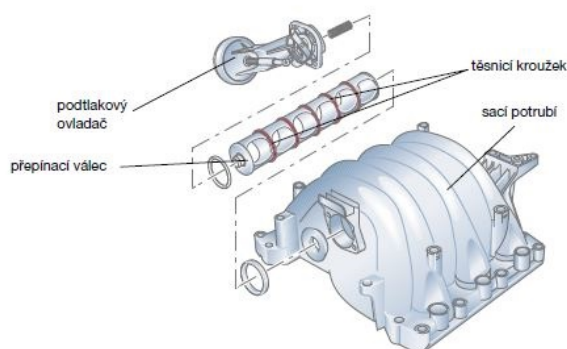


Obrázek 13: Porovnání parametrů spalovacího motoru s konvenčním a variabilním sacím potrubím [9]

3.1.1 ZMĚNA DÉLKY POTRUBÍ POMOCÍ PŘEPÍNAČÍCH VÁLCŮ

Přepínací válec v sacím potrubí umožňuje nastavit dvě rozdílné délky sacího potrubí, dle momentálních otáček motoru. Toto sací potrubí se skládá ze dvou různě dlouhých sacích kanálů, které vzájemně odděluje právě přepínací válec. Jedním z kanálů je delší, tzv. momentový kanál, který je otevřen ve spodním rozmezí provozních otáček spalovacího motoru. Otáčky, při kterých je otevřen momentový kanál jsou od volnoběžných až po cca 4500 ot/min. Delší kanál umožňuje vyšší pružnost motoru v nižších provozních otáčkách, díky velké zásobě vzduchu v sacím traktu. Po dosažení vyšších otáček motoru je automaticky (podtlakovým nebo elektrickým ovladačem) otevřen druhý, kratší, výkonový kanál. Tato délka kanálu výrazně snižuje hydraulický odpor kladený protékajícímu vzduchu do válce spalovacího motoru, tím zvyšuje plnicí schopnost sacího traktu pro získání maximálního výkonu motoru. Po snížení otáček pod 4500 ot/min se opět výkonový kanál uzavírá a je přepnut do delší, momentové polohy. [8]

Tento typ variabilního sacího potrubí byl využíván např. u vidlicového šestiválcového motoru 2,8l/142 kW s pěti ventilovou technikou, montovaný např. do vozu Škoda Superb. [8]



Obrázek 14: Konstrukční řešení sacího potrubí motoru VW V6 2.8 litru AMX [8]

delší sací kanál – momentový

délka kanálu:
575 mm



Obrázek 15: Momentová poloha sacího potrubí [8]

kratší sací kanál – výkonový

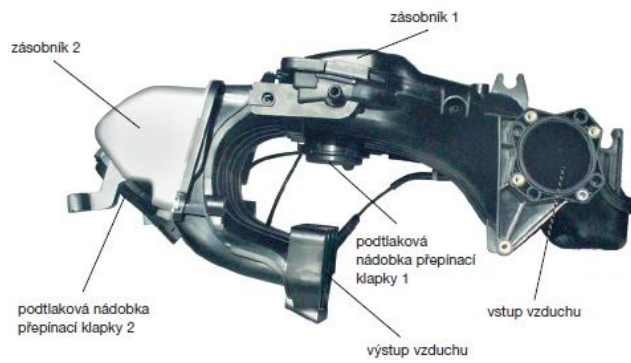
délka kanálu:
310 mm



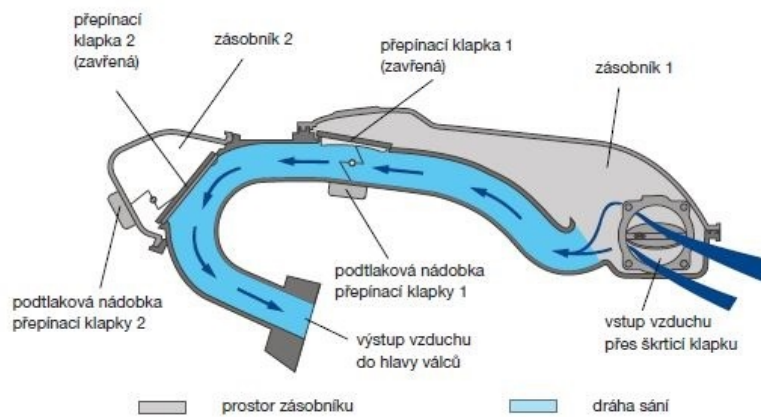
Obrázek 16: Výkonová poloha sacího potrubí [8]

3.1.2 ZMĚNA DÉLKY POTRUBÍ POMOCÍ KLAPEK V ČÁSTECH POTRUBÍ

Sací potrubí využívající otevírací klapky v částech své délky je založeno na principu zvyšování průtočného průřezu sacího potrubí. Klapky otevírají a uzavírají místa potrubí, kde je zvětšený průřez potrubí, tzv. zásobníky, v závislosti na otáčkách motoru. Tohoto systému bylo využíváno např. u čtyřválcového dvoulitrového motoru koncernu VW s výkonem 85 kW. Potrubí se sestává z jednoho průběžného sacího kanálu, na kterém jsou přisazeny zmiňované zásobníky, spojené s kanálem přes přepínací klapky, ty jsou na potrubí dvě. Když jsou obě přepínací klapky uzavřeny, je sací potrubí v režimu momentové charakteristiky. Sací kanál zaujímá svou maximální možnou délku od škrtkové klapky, až po vstup do hlavy motoru. Tento režim potrubí zaujímá v rozsahu od volnoběhu, až po 4000 ot/min. Po dosažení 4000 ot/min se otevírá první klapka v sacím potrubí, která propojí první zásobník se zbytkem potrubí. Prvním zásobníkem musí proudící vzduch urazit kratší vzdálenost, než samotným sacím kanálem. V tomto režimu je potrubí v první výkonové poloze s dlouhou dráhou sání. Po dosažení 4800 ot/min se otevírá i druhá klapka v sacím potrubí. Tato klapka propojí druhý zásobník se zbytkem sacího potrubí a tím se ještě zkrátí vzdálenost, kterou musí vzduch urazit k hlavě válců. V tomto režimu je potrubí v druhé výkonové poloze s krátkou dráhou sání. [10]

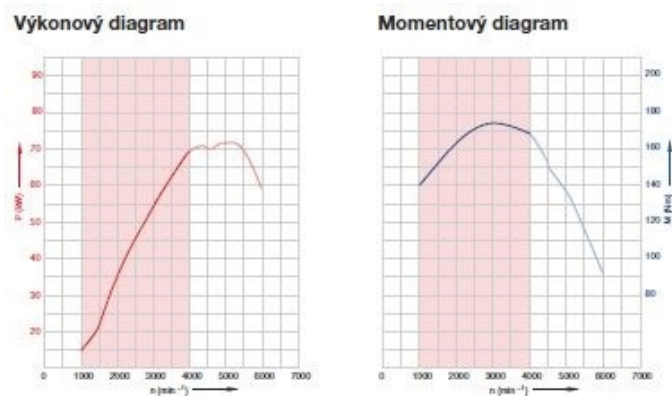


Obrázek 17: Konstrukční řešení sacího potrubí motoru VW 2.0 85kW AZJ [10]



Přepínací klapky uzavřeny - sací potrubí v momentovém režimu

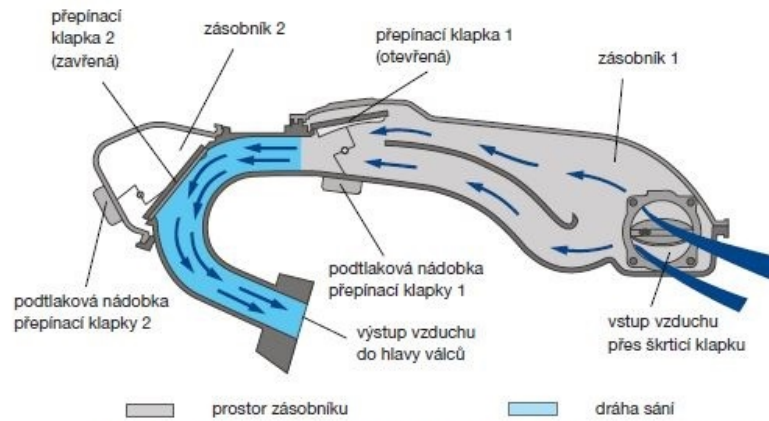
Obrázek 18: Momentová poloha sacího potrubí - dlouhá dráha sání [10]



Průběh výkonu a kroutícího momentu v případě obou uzavřených klapek v celém spektru otáček motoru

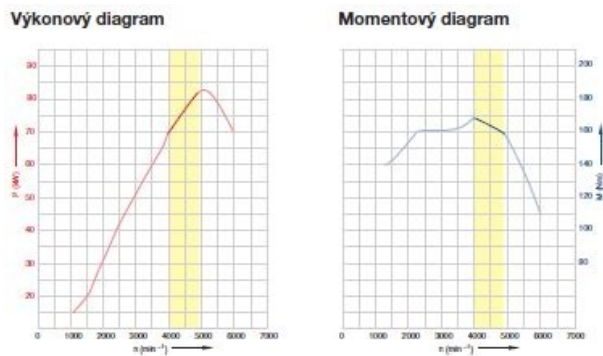
Červené pole znázorňuje spektrum otáček, kde se využívá obou uzavřených klapek

Obrázek 19: Průběh výkonu a kroutícího momentu při momentové poloze sání [10]



Přepínací klapka 1 otevřená, klapka 2 uzavřená - výkonová poloha sacího potrubí s dlouhou dráhou sání

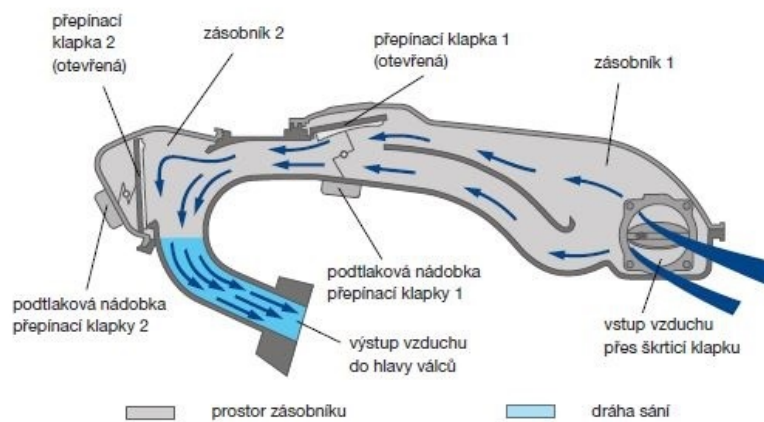
Obrázek 20: Výkonová poloha sacího potrubí - dlouhá dráha sání [10]



Průběh výkonu a kroutícího momentu v případě otevřené první klapky a uzavřené druhé v celém spektru otáček motoru

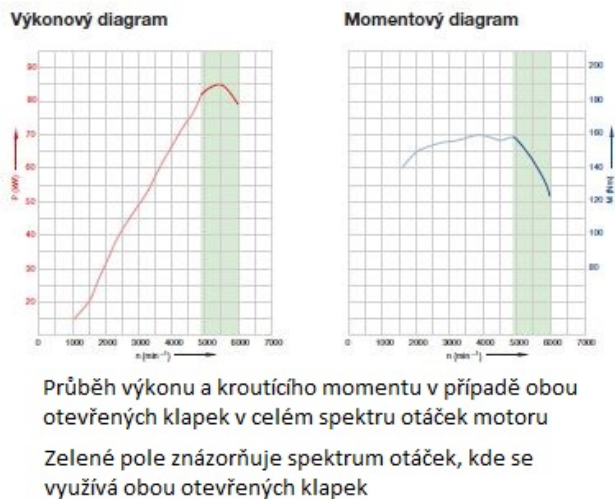
Žluté pole znázorňuje spektrum otáček, kde se využívá otevřené první klapky a uzavřené druhé klapky

Obrázek 21: Průběh výkonu a kroutícího momentu při výkonové poloze sání s dlouhou dráhou sání [10]



Přepínací klapky otevřené - výkonová poloha s krátkou dráhou sání

Obrázek 22: Výkonová poloha sacího potrubí - krátká dráha sání [10]



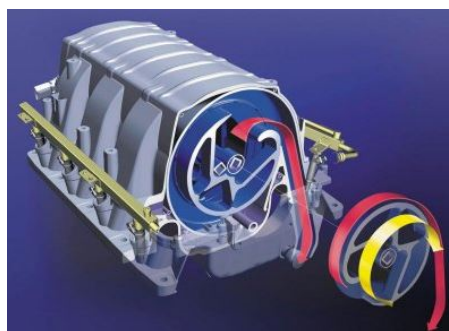
Obrázek 23: Průběh výkonu a kroutícího momentu při výkonové poloze sání s krátkou dráhou sání [10]

3.1.3 KONTINUÁLNÍ ZMĚNA DÉLKY SACÍHO POTRUBÍ

Sací potrubí s kontinuální změnou délky sacího traktu je založeno na principu proporcionální změny délky sacího potrubí, pomocí vloženého kruhového rotoru. Kruhový rotor slouží k přívodu vzduchu, který proudí jeho středem. Rotor je konstruován, jako válec s výřezem tvaru V. Otáčením rotoru dochází k posunu zmiňovaného výřezu a tím i ke změně délky sacího potrubí. [11]

Kontinuální změnou délky sacího potrubí se dosahuje optimálního průběhu výkonu a kroutícího momentu. Rotor je do otáček cca 3500 ot/min v krajní pozici s nejdelší možnou délkou sacího potrubí. Poté se rotor dle zatížení a otáček motoru proporcionálně otáčí. Při potřebě nejvyššího výkonu motoru se rotor přetočí do krajní polohy, kde sací potrubí zaujímá svou minimální možnou délku. [11]

Tento způsob kontinuální změny délky sacího potrubí byl vyvinut automobilkou BMW pod označením BMW DIVA (Differentiated Variable Air Intake). Poprvé byl použit v roce 2001 u vidlicového osmiválcového motoru s označením N52 ve voze BMW sedmé série. [11]



Obrázek 24: Princip systému BMW DIVA [11]

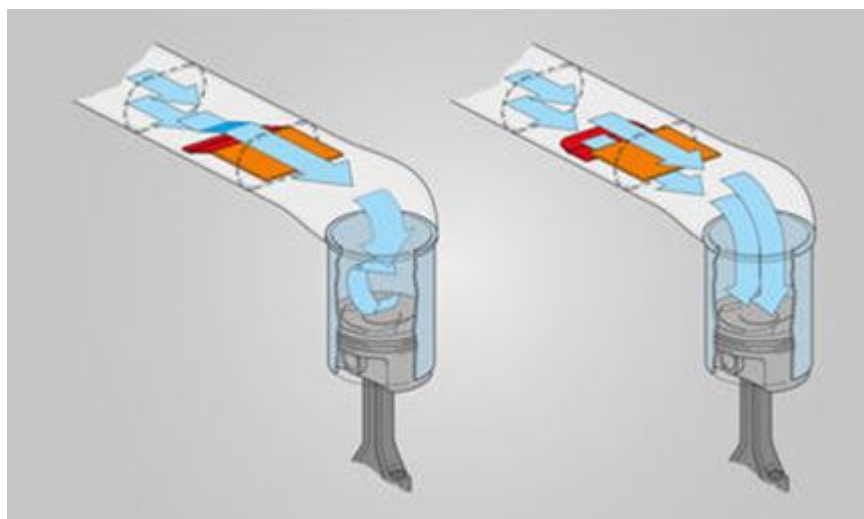
3.2 KLAPKY PRO ZLEPŠENÍ VÍŘENÍ NÁPLNĚ VÁLCE

Tato bakalářská práce se věnuje právě úpravám sacích kanálů ve smyslu změny proudění vzduchu či směsi do prostoru válce spalovacího motoru. Tento způsob plnění válce motoru vyvíjí a používá mnoho automobilek. Tyto úpravy sacích kanálů jsou využívány u více ventilových motorů, kdy je možné vhodným řešením umístění sacích kanálů vzhledem k válci spalovacího motoru docílit požadovaného proudění. Principem těchto systémů je otevírání a uzavírání části, nebo celého jednoho sacího kanálu. [2, 12]

Optimalizace sacích kanálů se řídí dvěma hlavními faktory, prvním je požadavek na průtok, který předurčuje dobrou objemovou účinnost plnění, pro zlepšení točivého momentu a maximalizaci výkonu spalovacího motoru. Druhým požadavkem je vytvoření správného víření náplně válce motoru, která musí přetrvat až do konce spalování náplně. [2, 12]

3.2.1 SYSTÉMY VYUŽÍVAJÍCÍ KLAPKU PRO PŘIVÍRÁNÍ ČÁSTI SACÍHO KANÁLU

Systémy využívající klapku pro přivírání části sacího kanálu jsou využívány pro vznětové a zážehové motory s přímým vstřikem paliva do válce spalovacího motoru. Principem tohoto systému je usměrňování proudu vzduchu pro vytvoření požadovaného proudění uvnitř válce spalovacího motoru. Sací kanál je rozdělen na dvě části, z nichž je jedna část volně průchozí pro proud vzduchu. Druhá část sacího kanálu je oddělena stavitelnou klapkou. Tato klapka je v závislosti na otáčkách a zatížení spalovacího motoru ovládána a přestavována. Při otevřené poloze klapky je sací kanál plně průchozí a umožňuje maximální plnění válce spalovacího motoru. Tento režim umožňuje maximální využití výkonu motoru. Při uzavřené poloze klapky je vytvářen ve válci spalovacího motoru příčný (tumble) vír, který umožňuje rozvrstvit směs ve válci dle aktuální potřeby. [12]

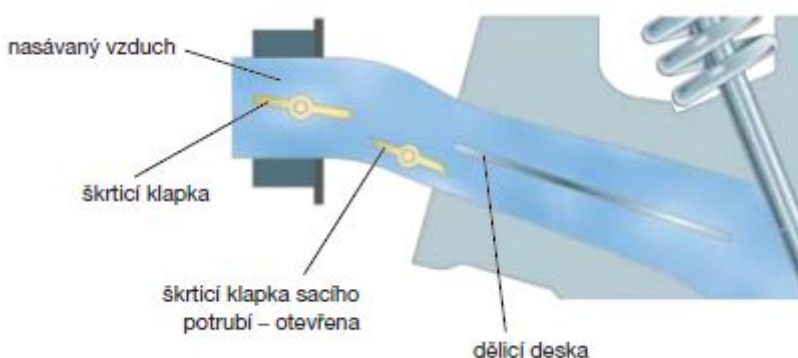


Obrázek 25: Princip systému využívající klapku pro přivírání části sacího potrubí [13]

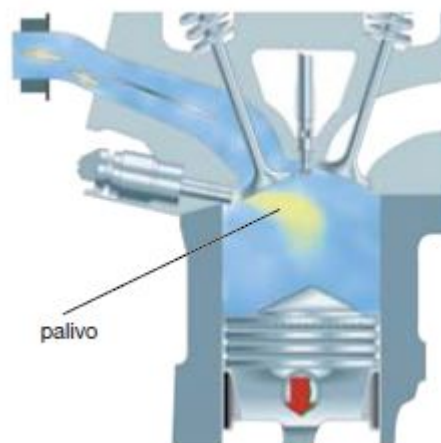
3.2.1.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD KONCERNU VOLKSWAGEN (MOTORY FSI A TFSI)

Zážehové přímo-vstřikové motory koncernu Volkswagen jsou navrženy tak, aby byly schopné spalovat i chudou, nehomogenní směs. Spalování chudé směsi je vhodné pro snížení spotřeby paliva, ale hlavním důvodem spalování chudé směsi je snížení emisí produkovaných spalovacím motorem. Aby bylo možné spalovat chudou směs je nutné vhodným způsobem upravit jak sací potrubí, tak i dno pístu, aby se docílilo vhodným vířením náplně válce správného rozvrstvení směsi. Motory FSI (Fuel Stratified Injection – vrstvené vstřikování paliva) a TFSI (Turbo Fuel Stratified Injection – vrstvené vstřikování paliva s přeplňováním) využívají klapky v sacím potrubí. Klapky jsou umístěny relativně malou vzdáleností od ústí do hlavy válce spalovacího motoru. V těchto místech se sací kanál rozděljuje deskou na dva paralelní kanály, z nichž jeden je oddělen stavitelnou klapkou. Sací kanál je rozdělen na horní a spodní část kanálu, kde spodní část má na svém počátku zmiňovanou tzv. tumble klapku. [12, 14]

Tyto motory pracují ve dvou odlišných režimech plnění válce. První ze základních režimů se nazývá homogenní režim, ten se využívá při plném zatížení motoru, když je třeba maximálního výkonu motoru. V tomto režimu je klapka v kanále plně otevřena a vzduch proudí oběma sekcemi kanálu, tím je dosaženo maximálního možného plnění válce spalovacího motoru. Při této poloze klapky, kdy je vstřik paliva do válce proveden již na počátku sacího zdvihu pístu, má vzduch s palivem dostatek času na to se dokonale homogenizovat. V tomto homogenním režimu se hoření směsi odehrává v celém objemu spalovacího prostoru.

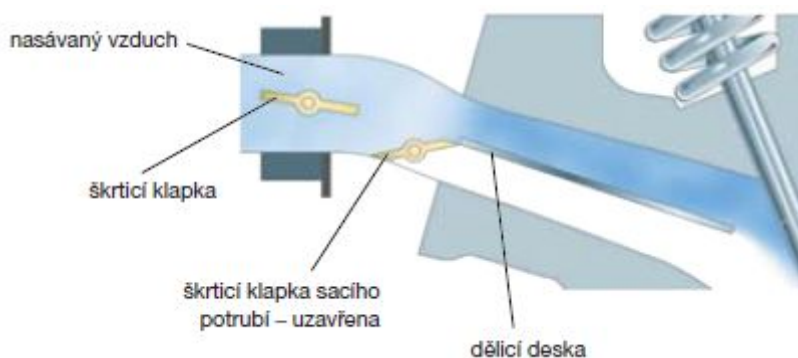


Obrázek 26: Homogenní režim sacího potrubí [12]

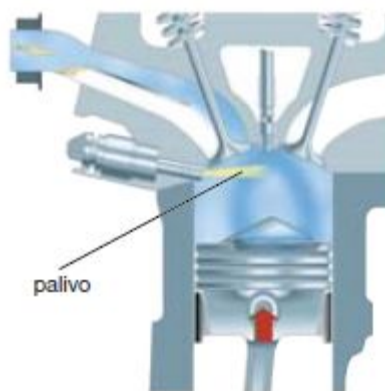


Obrázek 27: Vstřik paliva při homogenním režimu [12]

Druhý ze základních režimů se nazývá vrstvený režim. Tento režim se využívá při částečném zatížení motoru, v nízkých a středních otáčkách motoru. V tomto režimu plnění válce spalovacího motoru je klapka v sání uzavřena a vzduch do válce proudí pouze horní částí sacího kanálu. Vzduch se v tomto režimu urychluje, díky zúženému průřezu sacího kanálu. Vhodným tvarováním ústí sacího kanálu a sacího ventilu je v tomto režimu docilováno příčného (tumble) víru ve válci spalovacího motoru, zároveň se škrticí klapka plně otevírá, aby se kompenzovaly ztráty vlivem zúženého průřezu sacích kanálů. Vstřik je v tomto režimu prováděn během kompresního zdvihu pístu, těsně před tím než je zapalovací svíčkou vydána jiskra pro zapálení. Vlivem příčného víření ve válci je bohatá směs vytlačena těsně pod zapalovací svíčku, tato vysoce bohatá směs je snadno zápalná. Vytlačení směsi vzhůru k zapalovací svíčce se ve válci tvoří nehomogenní, vrstvená směs. Tato nehomogenní, vrstvená směs je vzhledem k objemu válce spalovacího motoru chudá, ovšem u zapalovací svíčky je bohatá a vysoce zápalná. Tímto způsobem je docilováno hoření chudé směsi, čímž jsou tyto motory výjimečné oproti konvenčním spalovacím motorům. [12, 14]



Obrázek 28: Vrstvený režim sacího potrubí [12]



Obrázek 29: Vstřik paliva při vrstveném režimu [12]

3.2.2 SYSTÉMY VYUŽÍVAJÍCÍ KLAPKU PRO UZAVÍRÁNÍ JEDNOHO SACÍHO KANÁLU

Systémy využívající klapku pro uzavírání jednoho ze sacích kanálů jsou využívány pro vznětové motory a zážehové motory s vnější tvorbou směsi. Systém je využíván u více ventilových motorů, kde je možné zabudovat klapku do jednoho ze sacích kanálů motoru. Tento systém pracuje na principu přestavování klapky v jednom ze sacích kanálů, přesněji uzavírání a otevírání kanálu. Tímto způsobem je docilováno vytvoření vhodného typu víru ve válci spalovacího motoru. Klapka je přestavována v závislosti na otáčkách a zatížení spalovacího motoru. V nízkém zatížení motoru a nízkých otáčkách je tato klapka uzavřena a směs nebo vzduch do motoru proudí pouze jedním sacím kanálem. Uzavřená klapka umožňuje velké rozvíření náplně válce, díky tomu že je válec plněn pouze jedním sacím kanálem, který je připojen excentricky vůči ose válce spalovacího motoru. Uzavřením klapky se ve válci tvoří silný tangenciální (swirl) vír. Klapka v sacím kanále se otevírá při potřebě zvýšeného plnění válce spalovacího motoru, tedy při požadovaném maximálním výkonu motoru a vyšších provozních otáček. Tím do motoru začne proudit maximální možný průtok vzduchu či směsi a motor je tímto způsobem schopný poskytnout svůj maximální výkon. [2, 5, 15, 16, 17]

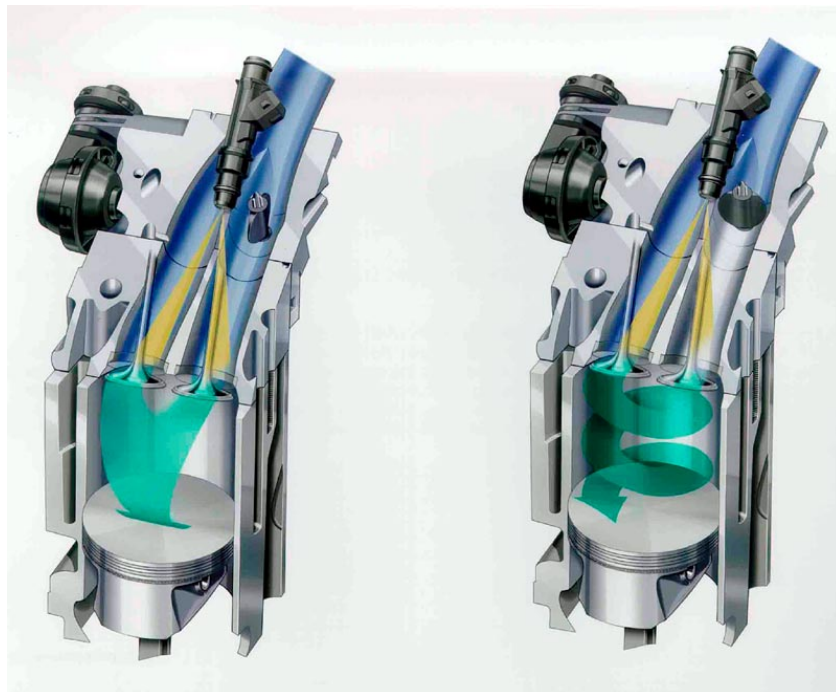
3.2.2.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD KONCERNU GM (General Motors)

V roce 2003 byly uvedeny na trh přepracované motory koncernu General Motors, které byly montovány do vozů značky Opel. Tento systém je na motory montován pod označením TWINPORT ECOTEC. [15, 16, 17]

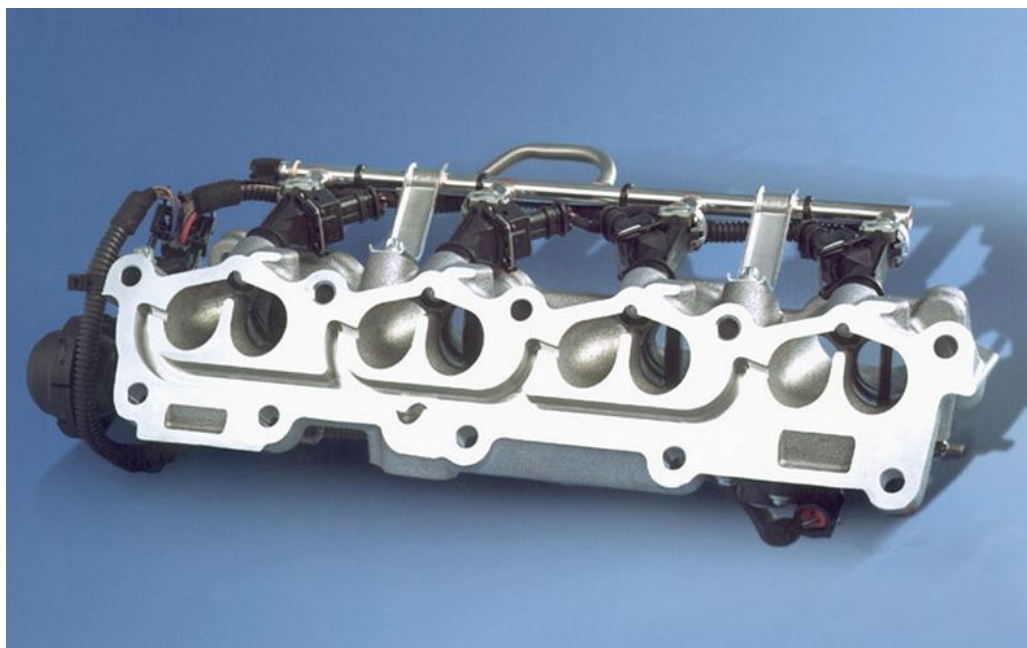
Při uzavření klapky v jednom sacím kanále se směs ve válci roztáčí v tangenciálním směru (swirl vír), tím ve válci vzniká dobře promíchaná homogenní směs. Palivo je do sacích kanálů vstřikováno vstřikovačem, který má dvě trysky. Každá z trysek vstřikuje palivo do jednoho ze sacích kanálů (čtyř ventilová technika). Palivo je vstřikováno i do sacího kanálu, který je uzavřen klapkou. Rozprášené palivo je díky sacímu zdvihu nasáváno a promícháváno se směsí ve válci, kde

je směs homogenizována. Při zvýšení zátěže a otáček motoru je podtlakovým ventilem přenesen podtlak na elektromagnetický ventil, který je řízen pomocí řídicí jednotky motoru (ECU). Elektromagnetický ventil ovládá solenoidovou cívku, která je přímo napojena na společné táhlo všech klapek v sacích kanálech. Podtlak je odebírán přímo ze sacího traktu motoru a je veden do společného zásobníku podtlaku, odkud je rozveden do dalších ovládacích prvků motoru. Tím se klapka v sacím kanálu otevírá a umožňuje proudění oběma sacími kanály najednou a zvyšuje tím průtok směsi do válce a je možné využívat plného výkonu motoru. [15, 16, 17]

Opel tímto systémem inovoval tři motory s konvenčním sacím traktem. Tento systém byl použit u nízko-objemových motorů a to u motorů s objemem 1.0 TWINPORT ECOTEC, 1.4 TWINPORT ECOTEC a u motoru 1.6 TWINPORT ECOTEC. [15, 16, 17]



Obrázek 30: Princip systému TWINPORT [17]



Obrázek 31: Konstrukční řešení systému TWINPORT [15]

3.2.2.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD AUTOMOBILKY BMW

Automobilka BMW používá více režimové systémy plnění válce spalovacího motoru v naprosté většině svých vznětových motorů. Tyto systémy využívá v moderních motorech, které používají vstřikovací systém common-rail. [13, 15]

Systém plnění válce motoru od automobilky BMW je založen na principu otevírání a uzavírání jednoho ze sacích kanálů, je tedy využíván u motorů s více-ventilovou technikou. Při uzavřené klapce v sacím kanálu vzniká ve válci spalovacího motoru silné víření a směs je vhodně homogenizována, tento režim se využívá v nízkých rychlostech a nízkém zatížení spalovacího motoru. Při otevření klapky se zvýší plnicí účinnost sacího traktu a snižuje se intenzita víření náplně válce motoru, v tomto režimu je motor schopen podat maximální možný výkon. [13, 15]

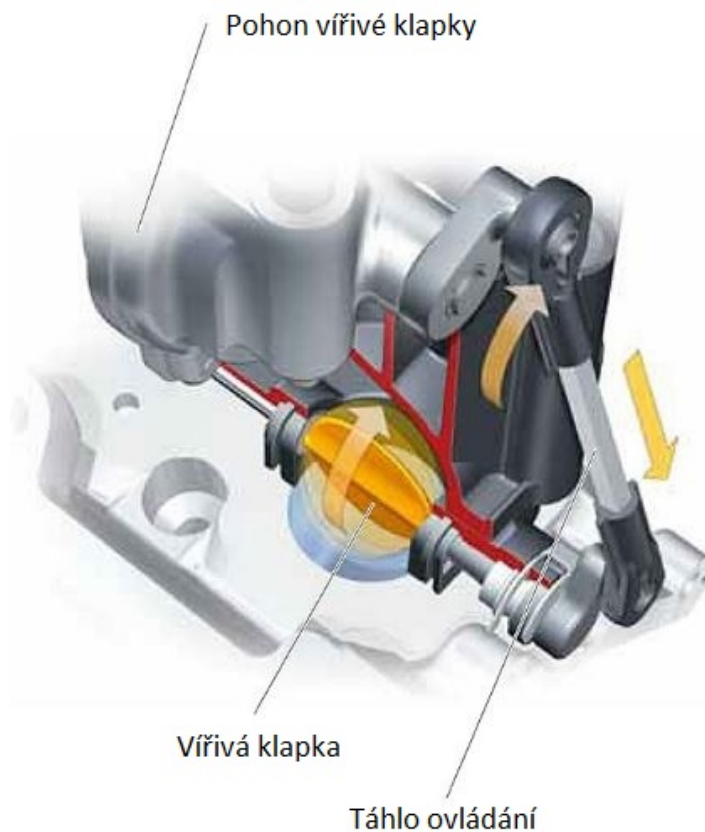
U motorů značky BMW jsou klapky umístěny v sacím potrubí těsně před vstupem do hlavy motoru. Klapky jsou plynule ovládány v závislosti na otáčkách a zatížení motoru. Motory BMW využívají dva druhy ovládání klapek v sacím potrubí, buďto podtlakovým systémem motoru, přes podtlakový ventil, kde je motor řízen řídicí jednotkou motoru DDE4.0. Druhým způsobem ovládání těchto klapek v sacím potrubí je za pomoci servomotoru, motor je řízen řídicí jednotkou motoru DDE5.0 nebo jednotkou DDE6.3. [13, 15]

Podtlakový systém motoru v sacím potrubí odebírá podtlak, který je dále veden do společného zásobníku, odkud je rozveden do všech podtlakových systémů motoru. Podtlak je přiveden na podtlakový ventil ovládání klapek v sacím potrubí.

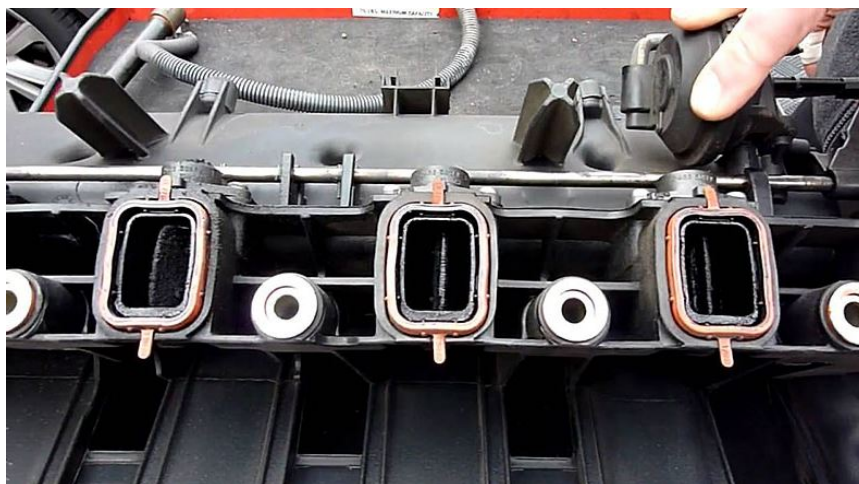
Tento ventil je svou pohyblivou částí přímo připojen na páku ovládání klapek. Tato páka je kloubem připojena na společné ovládací táhlo všech klapek v sacím potrubí (na každý válec připadá jedna klapka v sacím potrubí). Řídící jednotka dostává zpětnou vazbu polohy těchto klapek za pomoci potenciometru připojeného na systém ovládání klapek v sacím potrubí. [13, 15]

Elektricky ovládané klapky v sacím potrubí jsou ovládány přímo řídicí jednotkou motoru. Klapky jsou spojeny identicky jako u systému ovládání podtlakovým ventilem, jen namísto ovládacího podtlakového ventilu je zde zařazen elektrický servomotor, který je schopen klapkami pohybovat proporcionálně. Informaci o poloze klapek je sám servomotor schopen předat zpět řídicí jednotce a tím je prováděna i zpětná kontrola stavu a polohy klapek. [13, 15]

Automobilka BMW tento systém používá v naprosté většině svých vznětových motorů. Příkladně to jsou motory s označením M47N ve verzi vozu 320d s výkonem 110 kW, M57 ve verzi vozu 330d s výkonem 135 kW a s připojenou automatickou převodovkou a motory M57N s výkonem 150 kW. [13, 15]



Obrázek 32: Konstrukční řešení od automobilky BMW [15]



Obrázek 33: Detail klapek v sacím potrubí motoru BMW M57 [15]

3.2.2.3 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD AUTOMOBILKY RENAULT

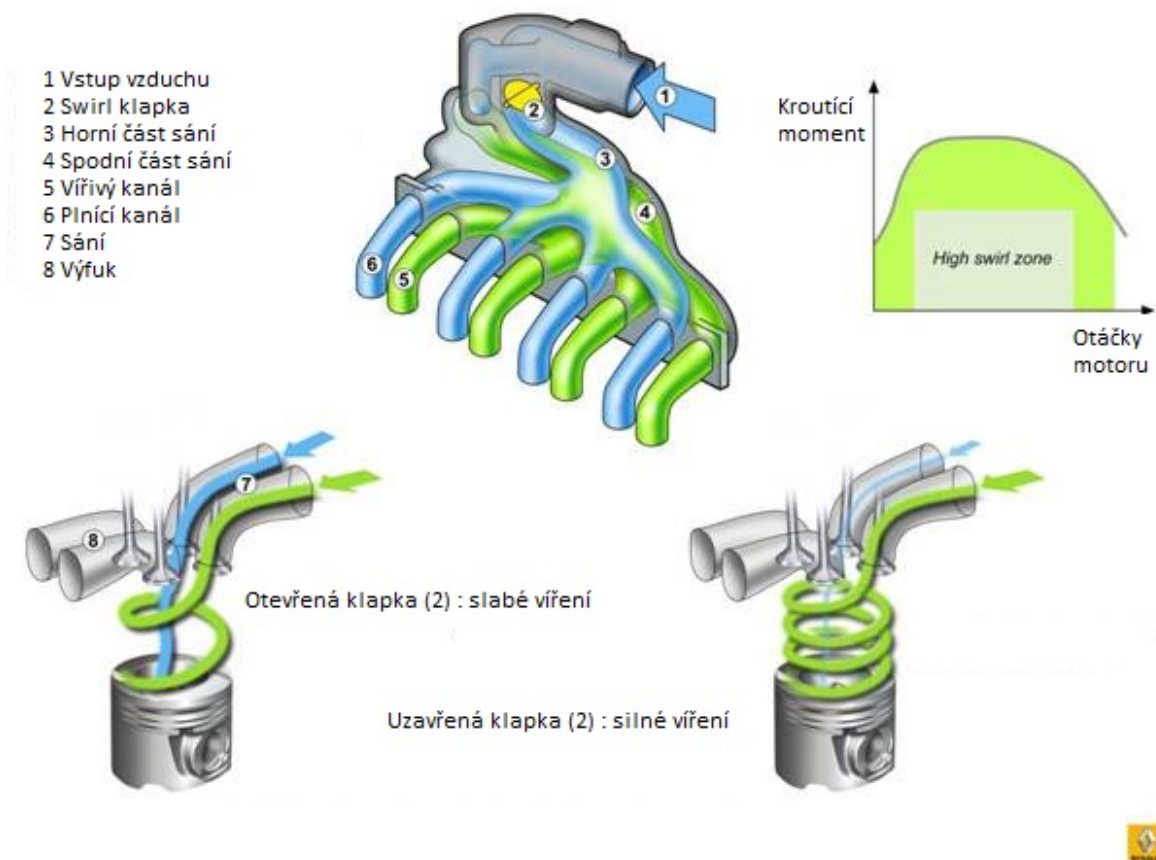
Automobilka Renault využívá variabilní sací potrubí u svých vznětových motorů. Využívají ve svém systému pouze jednu klapku pro celé sací potrubí, které je rozděleno na dvě větve – spodní a horní. Spodní větev sacího potrubí je volně průchozí pro proud vzduchu, je to tzv. vířivá větev sacího potrubí. Horní větev sacího potrubí je na svém počátku oddělena stavitelnou klapkou. Tato klapka je v závislosti na otáčkách a zatížení motoru plynule přestavována z plně zavřené polohy, až po plně otevřenou. [14, 18, 19]

Při plně uzavřené poloze klapky je vzduch do válce spalovacího motoru přiváděn pouze přes vířivou větev sacího potrubí a náplň ve válci je silně roztáčena tangenciálním typem víru, díky vhodně umístěnému sacímu kanálu vůči poloze osy válce motoru. Tím je směs v nízkých otáčkách a malém zatížení motoru dobře homogenizována a tím je i dokonale spalována. [14, 18, 19]

Při postupném otevírání klapky se začíná válec spalovacího motoru plnit oběma sacími kanály. Při otevírání této klapky je tangenciální vír ve válci motoru ovlivňován protiběžným proudem vzduchu z druhého sacího kanálu a tím víření slábne, ale naproti tomu se válec spalovacího motoru rychleji a účinněji objemově plní. Při maximálním otevření klapky v sacím potrubí motor dokáže poskytnout maximální výkon. [14, 18, 19]

Klapka v sacím potrubí je ovládána za pomoci podtlaku odebíraného ze sacího traktu spalovacího motoru. Klapka je připojena přes táhlo na pohyblivou část podtlakového ventilu, který je napájen ze společného zásobníku podtlaku, který je pro všechny podtlakové ovládací prvky motoru společný. [14, 18, 19]

Automobilka Renault využívá tento typ sacího potrubí ve všech svých dnešních vznětových motorech. Příkladem je 1.6 litrový motor s označením R9M nebo dCi 130. [14, 18, 19]



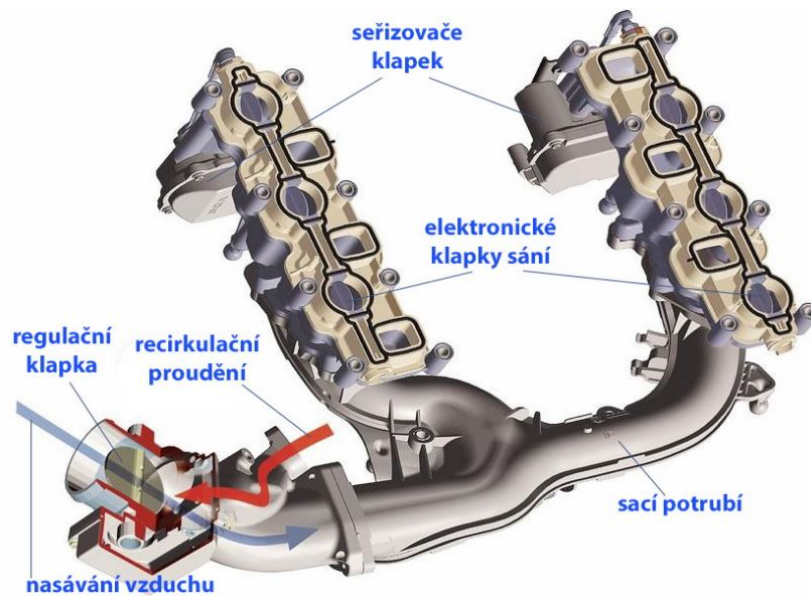
Obrázek 34: Princip systému plnění válce od automobilky Renault [18]

3.2.2.4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OD AUTOMOBILKY AUDI

Automobilka Audi využívá klapky v sacím potrubí ve svých přeplňovaných šestiválcových vznětových motorech (TDI) o objemu 2.7 a 3.0 litru. V roce 2011 byl systém sacího potrubí od základu inovován. Před rokem 2011 se na těchto motorech vyskytovalo šest těchto klapek umožňujících optimalizaci víření náplně ve válci spalovacího motoru. Tyto klapky jsou elektricky ovládány za pomoci krokového motoru, podle aktuálního zatížení a otáček spalovacího motoru. Klapky jsou vyrobeny z teplotně odolného polymeru, který odolává teplotám až 250°C. Klapky jsou spojeny čtvercovou ocelovou hřídelí, která je napojena na výstup z krokového motoru. Krokový motor je ovládán přímo z řídicí jednotky motoru (ECU) a krokový motor odesílá zpět do řídicí jednotky informaci o poloze těchto klapek, tato informace je nezbytná pro optimální fungování a správné plnění válce spalovacího motoru. [20]

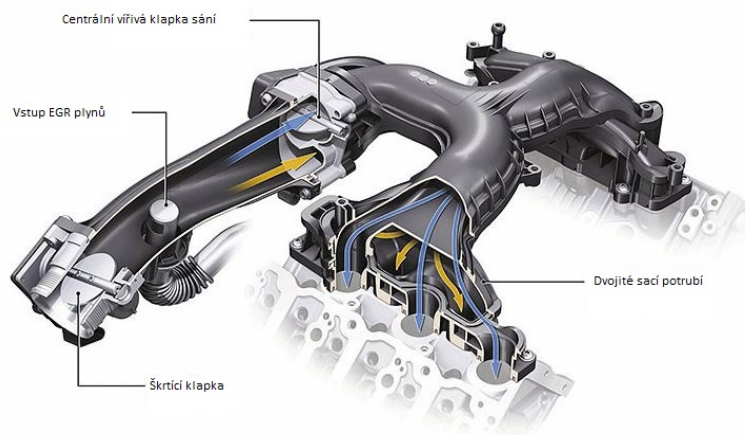
V dnešních zmodernizovaných motorech o objemu 2.7 a 3.0 TDI, které se montují do vozů od roku 2011, se používá pozměněný systém sacího traktu.

Tento modernizovaný systém je konstruován na principu rozdělení sacích kanálů na dva paralelní kanály, které se dělí již kus od škrťací klapky, která ovládá hlavní přívod vzduchu do sacího traktu. Tyto dva kanály jsou navzájem odděleny klapkou, která je ovládána na základě otáček a momentálního zatížení spalovacího motoru. Tato klapka je proporcionálně ovládána servomotorem dle daných požadavků na kroutící moment a otáčky motoru. Servomotor je schopen posílat data o poloze této klapky zpět do řídicí jednotky motoru (ECU), zpětná vazba, kterou poskytuje servomotor je velice důležitá pro správnou funkci sacího traktu, pro správné plnění válce spalovacího motoru podle daných požadovaných plnicích charakteristik. [15, 20, 21]



Obrázek 35: Původní konstrukční řešení od automobilky AUDI pro motor 3.0 TDI [19]

Audi A6
V6 TDI - Sací potrubí



Obrázek 36: Modernizované konstrukční řešení od automobilky AUDI pro motor 3.0 TDI [15]

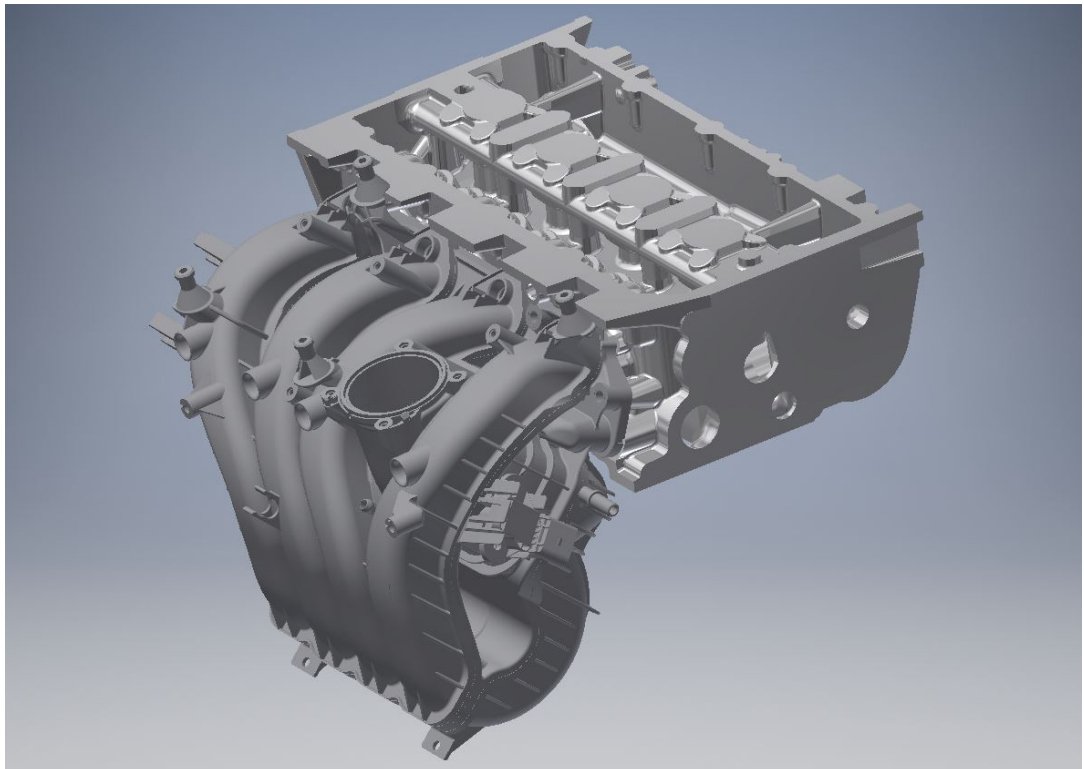
4 NÁVRH MODULU SE SYSTÉMEM PLNĚNÍ VÁLCŮ SPALOVACÍHO MOTORU

Modul se systémem plnění válců spalovacího motoru umožní měnit charakteristiku plnění válce na základě zatížení motoru. Vloženou klapkou do jedné části sacího kanálu se mění typ víření náplně ve válci motoru. Je snahou co nejvíce zachovat původní průřez sacích kanálů pro minimalizaci ztrát způsobených zúžením průtočného průřezu pro vstup směsi do válce motoru. Modul se systémem pro plnění válce spalovacího motoru bude vložen mezi původní sací potrubí a stávající hlavu motoru.

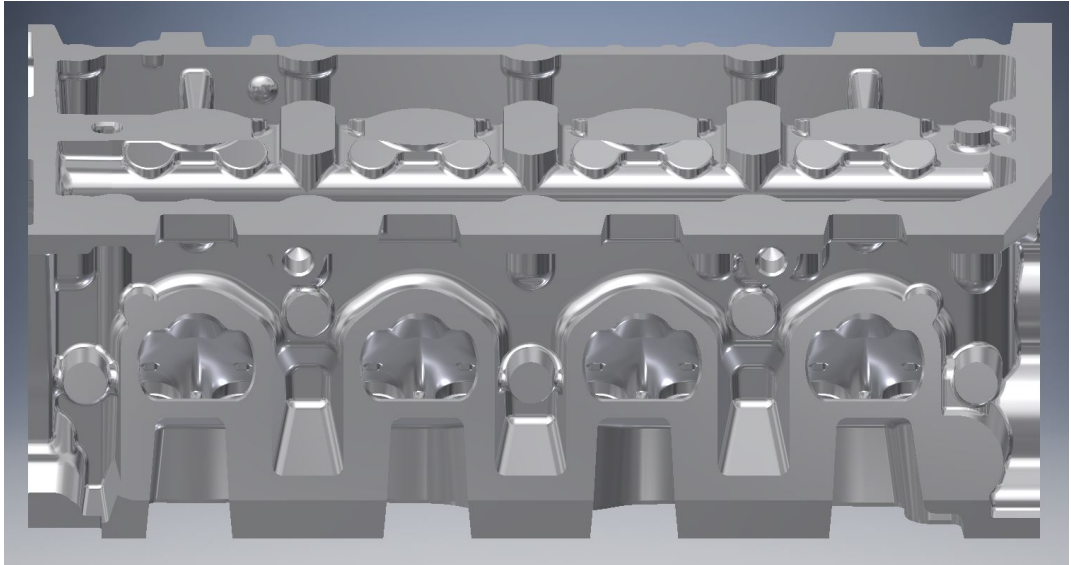
Zadaný spalovací motor pro návrh úpravy sacího potrubí, na potrubí se systémem pro plnění válce spalovacího motoru, je atmosféricky plněný čtyř-válcový motor s vnější tvorbou směsi.

4.1 ORIGINÁLNÍ PROVEDENÍ

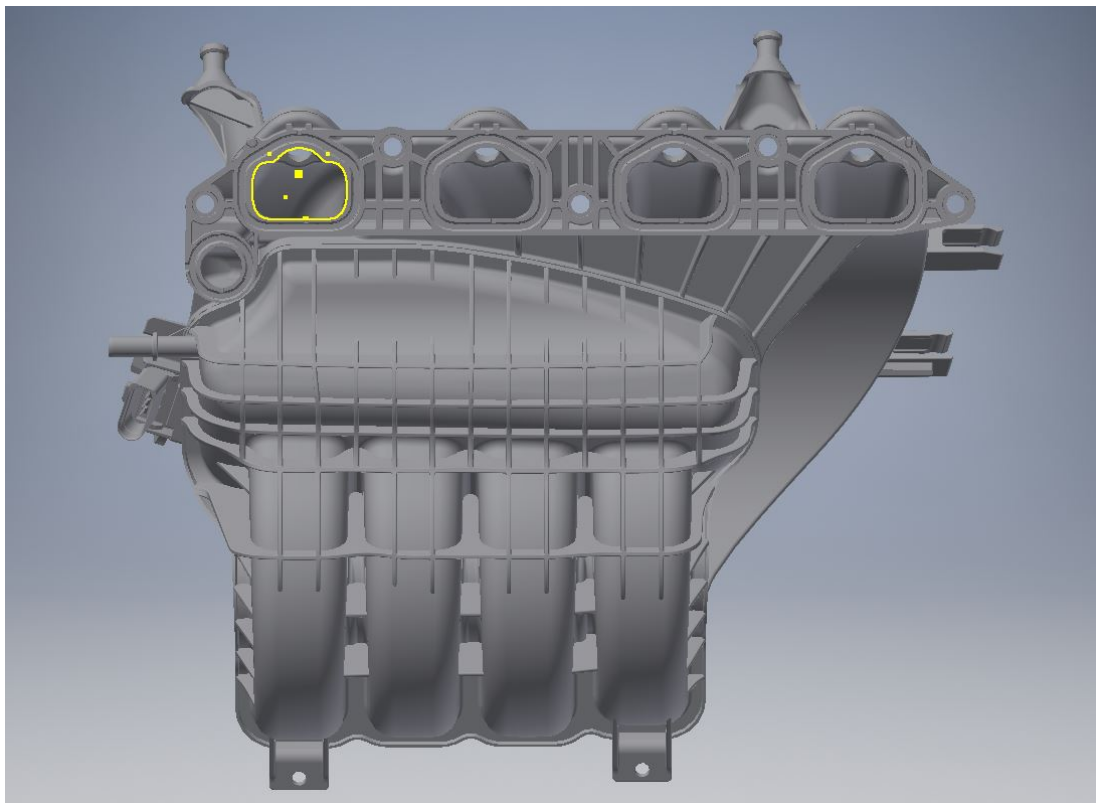
Pro navržení základních rozměrů a uspořádání modulu se systémem plnění válců spalovacího motoru jsem vycházel z původního provedení sacího potrubí a hlavy válců. Z tohoto důvodu jsem udělal sestavu sacího potrubí a hlavy válců. Z této sestavy jsem mohl převzít geometrii sacích kanálů a dle toho dále tvořit modul se systémem plnění válců.



Obrázek 37: Původní provedení napojení sacího potrubí a hlavy motoru [vlastní tvorba]



Obrázek 38: Hlava válců spalovacího motoru - pohled na sací kanály [vlastní tvorba]



Obrázek 39: Sací potrubí – pohled na sací kanály s vyznačenou geometrií kanálu [vlastní tvorba]

Originální provedení napojení sacího potrubí na hlavu válce spalovacího motoru je provedeno přímým přišroubováním s vloženým O-kroužkovým těsněním. Z pohledu na sací potrubí v obrázku č. 39 je odvozena geometrie vnitřního průřezu modulu se systémem plnění válce spalovacího motoru.

Originální sací potrubí je konstruováno jako konvenční, bez úprav pro změnu režimu plnění válce spalovacího motoru. Úprava stávajícího sacího potrubí by byla pro účel konstrukčního návrhu systému složitá. Z tohoto důvodu jsem zvolil cestu vytvoření modulu (mezikusu) sacího potrubí, vložený mezi stávající sací potrubí a hlavu válců.

4.2 NÁVRH KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ MODULU SYSTÉMU PLNĚNÍ VÁLCE

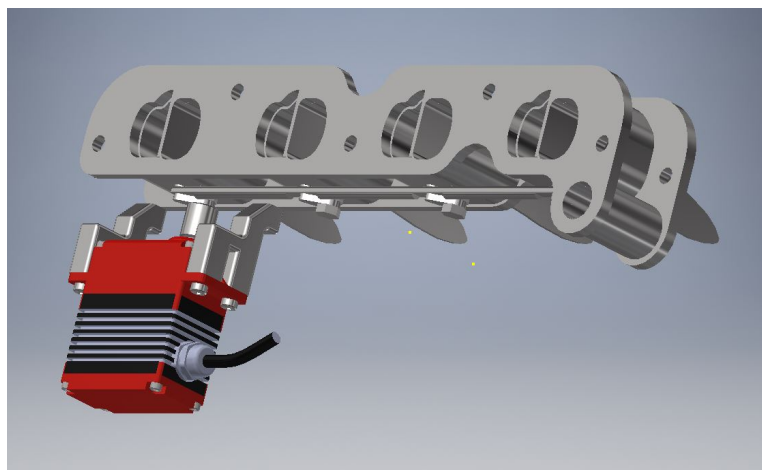
Návrh řešení modulu je řešen pouze z hlediska funkčnosti a rozebíratelnosti. Není plně optimalizován na základě hmotnosti, je to pouze návrh řešení, tudíž jsem rozměry a průřezy materiálů volil dle již uskutečněných konstrukcí podobných systémů.

Konstrukční řešení modulu sacího potrubí jsem volil na základě principu již používaných systémů. Inspirací mi byly systémy vyvinuté automobilkou BMW a Opel, tedy uzavírání jednoho ze sacích kanálů u vstupu do hlavy válců. Takovýto systém je možné u mého konstrukčního řešení použít, protože se jedná o motor s více-ventilovou technikou.

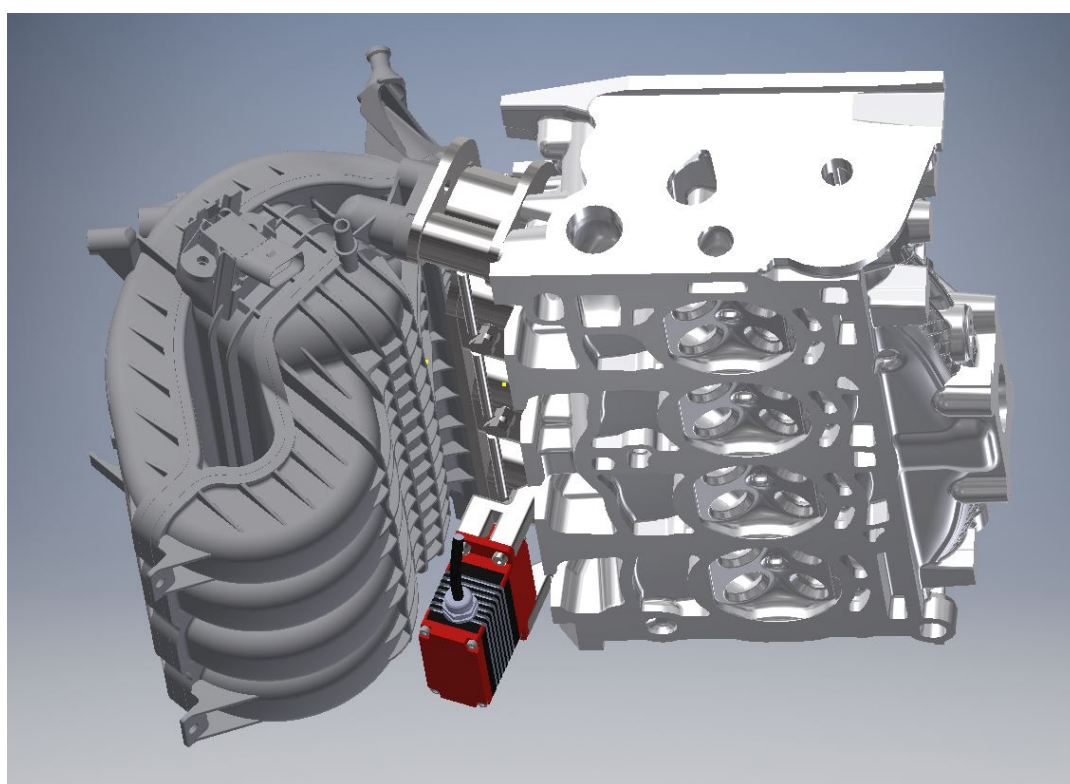
Návrh vychází z principu ovlivňování tečného (swirl) víření ve válci spalovacího motoru. Při nízkém zatížení motoru budou klapky v sacím kanále plně uzavřeny a směs bude proudit do válce pouze jedním sacím kanálem. Tím bude ve válci spalovacího motoru vznikat silné tečné víření a směs se bude lépe homogenizovat uvnitř válce motoru.

Klapky jsou navrženy s proporcionálním ovládním za pomoci servomotoru, bude tedy možné klapky přestavovat v závislosti na otáčkách a zatížení motoru. Servomotor je vybrán s vysokým výstupním kroutícím momentem, aby bylo možné klapky přestavovat i za vysokého zatížení motoru a tím vyvolané velké síly na klapky.

Při výrobě celého systému je počítáno s výrobou pouze jednoho kusu pro další experimentální výzkum plnění válce motoru. Části sacího modulu budou vyráběny dle dokumentace a souborů vhodných pro výrobu na počítačově řízených strojích, proto je výkresová dokumentace zjednodušená a počítá se s optimalizací a drobnými úpravami již vyrobených dílů.



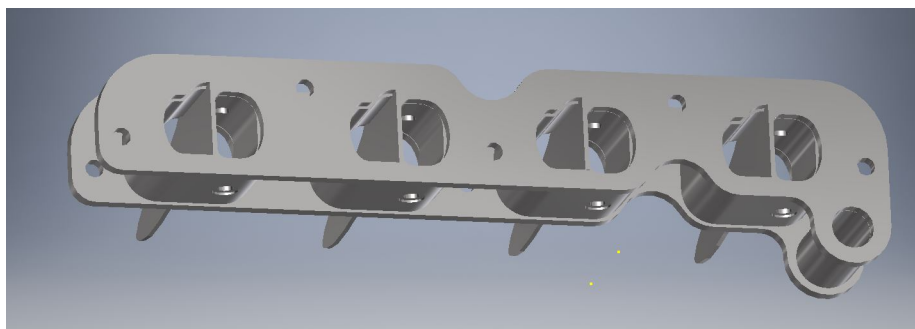
Obrázek 40: Konstrukční návrh řešení modulu sání [vlastní tvorba, 22]



Obrázek 41: Sestava sacího potrubí s hlavou válců a modulem se systémem plnění válců [vlastní tvorba, 22]

4.2.1 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ TĚLESA MODULU

Těleso modulu je navrženo ze čtyř hlavních částí. Součásti budou vyrobeny z hliníkové slitiny Al 6061 a svařeno metodou TIG. Veškeré součásti jsou vyřezány pomocí metody vodního paprsku a následně obrobena na CNC frézce pro dodržení přesných rozměrů, hlavně děr pro vložení pouzder pro uložení klapek. Kanály jsou od sebe navzájem odděleny deskou, která je protažena až do hlavy válců, aby nedocházelo k mísení proudů vzduchu již před vstupem do válce spalovacího motoru.



Obrázek 42: Těleso modulu – svařenec [vlastní tvorba]

4.2.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ KLAPEK

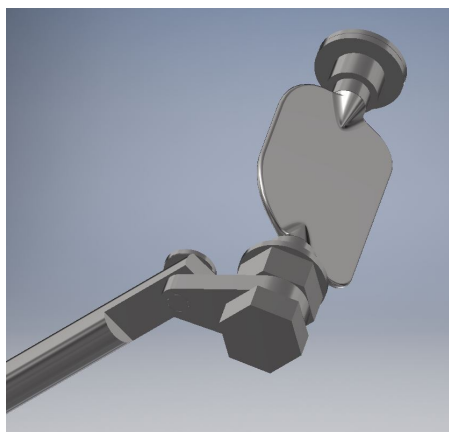
Klapky jsou navrženy z plechu uvedené Al slitiny a budou vyfrézovány do příslušného tvaru na CNC frézce. Uložení klapky je navrženo závitovým spojením s čepem uloženými v tělese modulu sacího potrubí, kde jsou přesné díry ve kterých jsou uloženy přírubová pouzdra s PTFE kompozicí. Horní čep uložení je zároveň ovládacím prvkem klapky.



Obrázek 43: Klapka [vlastní tvorba]

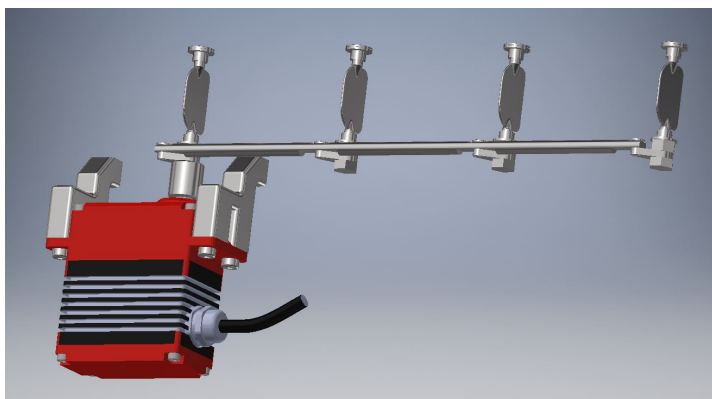
4.2.3 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OVLÁDÁNÍ KLAPEK

Klapky jsou vzájemně propojeny pákovým mechanismem s jedním hlavním táhlem, kterým jsou všechny klapky vzájemně propojeny. Táhllo bude vyrobeno z nerezové oceli kruhového průřezu s vyfrézovanými plochami, ve kterých jsou lícované díry pro volné uložení čepů spojujících táhllo s pákou klapky. Páka bude spojena s ovládacím čepem klapky za pomoci svěrného spoje, který přenáší kroutící moment z páky na vlastní těleso klapky.



Obrázek 44: Náhon klapky [vlastní tvorba]

Vlastní proporcionální ovládání klapek zajišťuje výkonný servomotor značky Hi-Tec s označením HS-1100WP s provozním napětím 11,1 – 14,8 V, který je možné ovládat přímo řídicí jednotkou motoru, či pro experimentální použití se dá ovládat za pomoci servotesteru. Servomotor je přišroubován na držáky, které jsou přímo přivařeny k přírubě tělesa modulu systému. Servomotor je připojeno ke klapce přes čep svěrného spoje za pomoci tisíci-hrané vložky, díky které je možné přesné nastavení základní polohy klapky. Servomotor má nastavitelný chod a krajní polohy, je tedy možné úplně přesné nastavení otáčení a plného uzavření a otevření klapky.



Obrázek 45: Náhon klapky – kompletní [vlastní tvorba, 22]

5 ZÁVĚR

V úvodní části práce byly popsány principy tvorby směsi pro vznětové motory (vnitřní tvorba směsi) a zážehové motory. Zážehové motory jsou rozděleny na dva základní typy, s vnější tvorbou směsi, tedy s tvorbou směsi před vstupem do válce spalovacího motoru a motory s vnitřní tvorbou směsi, přímo-vstřikové motory. Jsou zde uvedeny i základní zásady konstrukce pro vhodnou tvorbu směsi u obou typů motorů.

Další část práce se věnuje výměně obsahu válce, jsou zde popsány jednotlivé etapy výměny náplně válce, základní principy plnění válce spalovacího motoru, využívání vlnového efektu s využitím kinetické energie pro zvýšení plnicí účinnosti motoru a k tomu nutné úpravy sacího traktu pro efektivní využívání tohoto efektu.

Dále jsou v práci rozebrány typy a charakteristiky plnicích kanálů motoru, tedy přesněji sacích kanálů. Uvedeny jsou základní požadavky na sací kanály a vlastnosti, které jsou vhodné pro správnou tvorbu směsi. Kanály jsou rozděleny na tři základní typy dle jejich tvaru a konstrukčního provedení vzhledem k válci spalovacího motoru. U každého typu kanálu jsou uvedeny jeho pozitivní a negativní vlastnosti na průtokové schopnosti a na výsledné homogenizační vlastnosti. Na tuto problematiku plnění válce spalovacího motoru navazuje i další kapitola práce, čímž je víření a vnikající turbulence ve válci spalovacího motoru. Jsou zde opět popsány základní typy vznikajících vírů ve válci. Práce popisuje i ovlivňování vznikajících vírů za pomoci konstrukčního provedení sacích kanálů a umístění spalovacího prostoru. Dle vlastností vírů je rozebráno, pro jaké typy spalovacích motorů je výhodné použití jednotlivých vírů.

Rešeršní část práce se věnuje systémům pro plnění válce spalovacího motoru, které umožňují více režimů plnění. V první části tohoto tématu jsou rozebírány systémy, které umožňují změnu délky sacího potrubí pro optimalizaci průběhu kroutícího momentu a výkonu. Jsou zde uvedeny tři základní typy změny délky sacího potrubí. V prvním případě změny délky sacího potrubí se využívá přepínacích válců, které umožňují dvě různé délky potrubí. Druhý typ sacího potrubí využívá klapky, kterými se otevírají a uzavírají zásobníky (mnohonásobně větší průřez potrubí) vzduchu na sacím potrubí. Ve třetím případě je využito kontinuální změny délky sacího potrubí, za pomoci otočného rotoru s výřezem v plášti, kterým proudí nasávaný vzduch. Ve druhé části tohoto tématu jsou rozebírány způsoby pro plnění válce spalovacího motoru vloženými klapkami pro ovlivňování víření náplně válce motoru. V práci jsou rozebrány dva způsoby, jakými klapka ovlivňuje víření náplně válce. Jedním ze způsobů je klapka vložená do sacího potrubí, která přivírá část sacího potrubí.

Tímto způsobem se docílí příčného víru ve válci spalovacího motoru, tento způsob je podrobně rozebrán na motorech koncernu Volkswagen, konkrétně na motorech FSI a TFSI. Druhým způsobem vložení klapky do sacího potrubí je možné uzavírat jeden ze sacích kanálů. Tento způsob konstrukce sacího potrubí umožňuje při uzavřené klapce vytvořit silný tangenciální vír ve válci spalovacího motoru. Při otevření klapky je umožněno proudění maximálního možného průtokového množství náplně do válce motoru.

Další částí práce je popis podrobného konstrukčního řešení uskutečněných aplikací. Jsou zde rozebrány systémy různých automobilek. Práce obsahuje konstrukční řešení od koncernu Volkswagen – tzv. tumble klapka, systém od koncernu GM používaný automobilkou Opel. Dále je uvedeno řešení od automobilky BMW, AUDI a Renault.

V další části bakalářské práce je vlastní návrh modulu se systémem plnění válce spalovacího motoru. V tomto návrhu jsem vycházel z původního řešení sacího potrubí a hlavy válců na čtyřválcovém atmosféricky plněném zážehovém motoru. Inspiraci svého návrhu jsem převzal ze systémů od automobilek Opel a BMW. V této části práce jsou uvedeny konkrétní prvky návrhu konstrukce modulu sacího potrubí. Modul a klapky systému jsou navrženy, aby bylo možné je vyrobit cenově přijatelnými technologickými postupy. Konstrukce tělesa modulu a klapky je navržena z hliníkové slitiny, spojovací materiál a táhlo je navrženo z nerezové oceli kvůli lepší dostupnosti materiálu. Přestavování klapky v modulu sacího potrubí je navrženo za pomoci servomotoru, který dovoluje proporcionální ovládání a přesné nastavení chodu a krajních poloh.

Cílem návrhu modulu sacího potrubí je zjistit, zda je výhodné takovýto modul vložit do sacího potrubí pro daný spalovací motor, tedy jestli je možné ovlivnit tvorbu směsi u tohoto motoru rozvířením směsi ve válci v určitých režimech motoru. Následným experimentem by bylo možné jednoduchým způsobem ovlivňovat způsob tvoření směsi u existujícího motoru a tím i posoudit výhody. V dalším kroku by bylo vhodné provést simulační výpočty spalovacího motoru, kupříkladu za pomoci softwaru Wave v 1D prostředí. Jinou možností je využití 3D CFD simulačních programů. Z výsledků těchto simulací je potom možné úpravou konstrukčního provedení optimalizovat proces plnění válce spalovacího motoru.

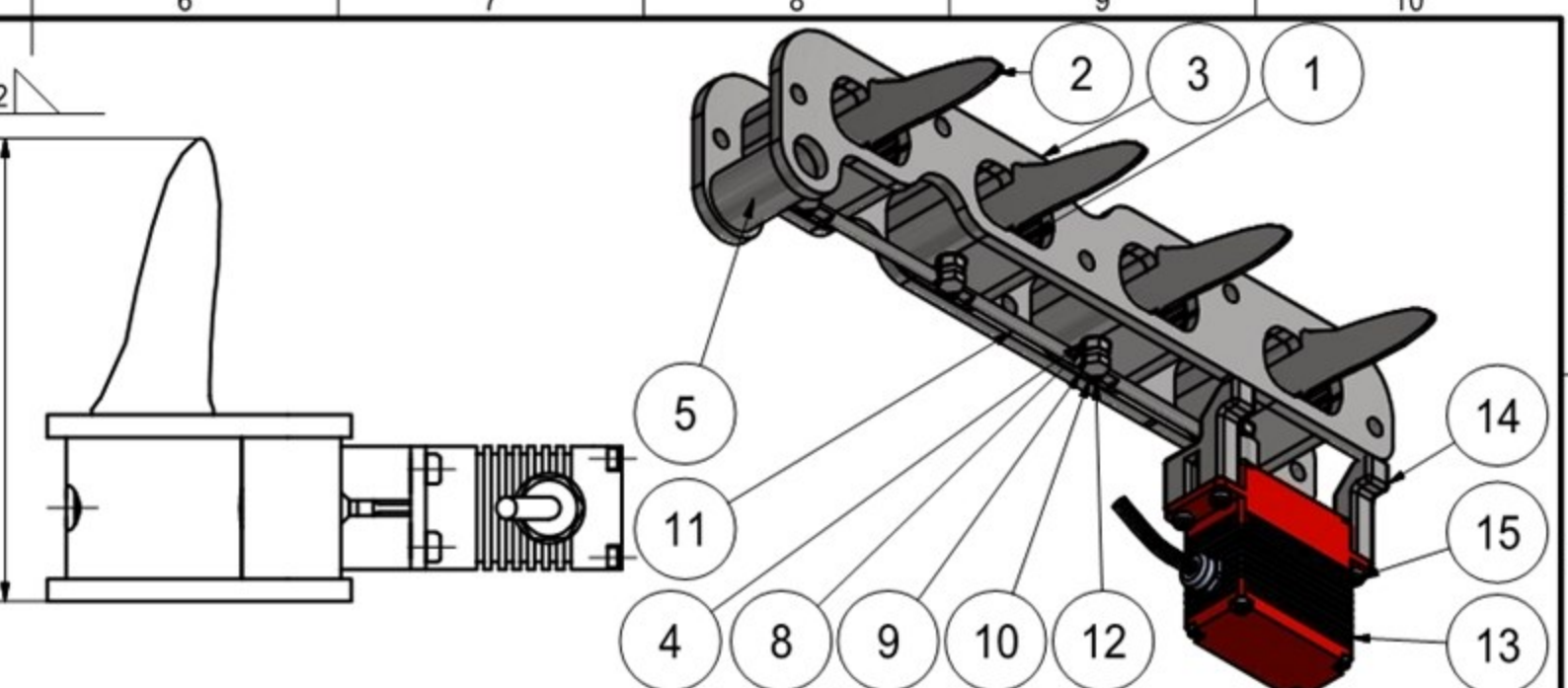
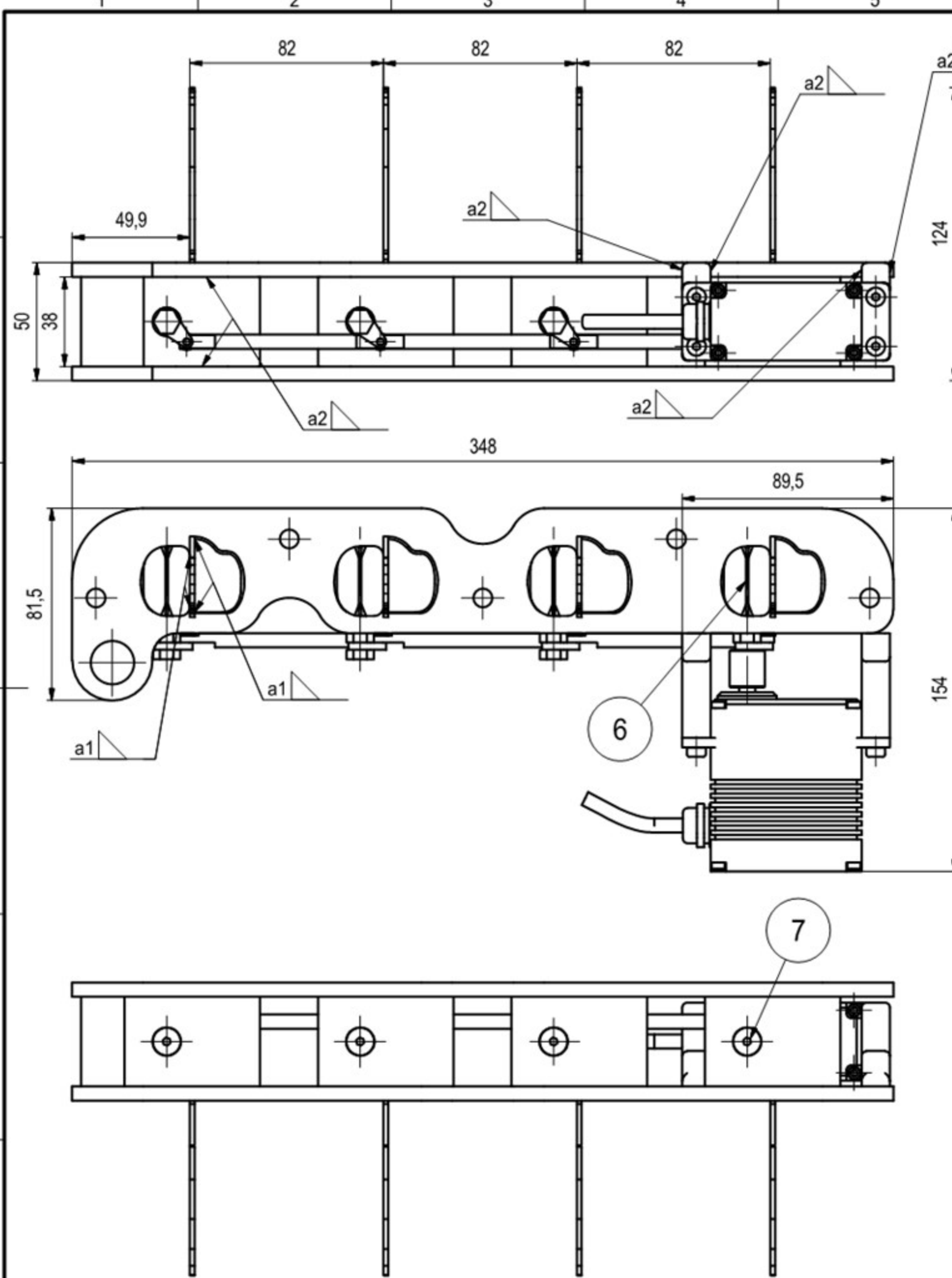
6 POUŽITÁ LITERATURA

1. **Prof. Ing. Stanislav Beroun, CSc.** VOZIDLOVÉ MOTORY. *FS TUL*. [Online]
<http://www.kvm.tul.cz/getFile/id:1733>.
2. **Páv, Karel.** Pohonné jednotky I. *Výměna náplně válce PSM*. [Online]
<http://www.kvm.tul.cz/getFile/id:2733>.
3. **wikipedia.org.** www.cs.wikipedia.org. *Karburátor*. [Online] 2008.
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Karbur%C3%A1tor>.
4. **skola-auto.cz.** www.skola-auto.cz. *Nepřímé vstřikování paliva*. [Online] březen 2018.
http://www.skola-auto.cz/wp-content/uploads/2018/03/Neprime_vstrikovani_benzinu.pdf.
5. **Doc. Ing. Moc Lubomír, CSc.** [kvm.tul.cz](http://www.kvm.tul.cz). *Pohonné jednotky II*. [Online]
<http://www.kvm.tul.cz/getFile/id:2458>.
6. **Dusil, Tomáš.** [auto.cz](http://www.auto.cz). *Vstřikování benzínu včera a dnes: Přímý, nebo nepřímý vstřík? A co třeba oba?* [Online] 8. leden 2017. <https://www.auto.cz/vstrikovani-benzinu-vcera-a-dnes-primy-nebo-neprimy-vstrik-a-co-treba-oba-102151>.
7. **Vojkůvka, František.** SACÍ POTRUBÍ S VARIABILNÍ DÉLKOU. www.vutbr.cz. [Online] 2008.
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=4706.
8. **Auto, Škoda.** *Dílenská učební pomůcka: Motor 2,8l/142kW*. místo neznámé : ŠKODA AUTO.
9. **Charypar, Michael.** *Možnosti ovlivňování charakteristiky spalovacího motoru úpravami sacího systému*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2015.
10. **Auto, Škoda.** *Dílenská učební pomůcka pro motor 2.0 85 kW AZJ*. místo neznámé : Škoda Auto.
11. **Wan, Mark.** www.autozine.org. *Intake and Exhaust*. [Online]
https://www.autozine.org/technical_school/engine/Intake_exhaust.html.
12. **Auto, Škoda.** *Dílenská učební pomůcka: Zážehové motory FSI*. místo neznámé : ŠKODA AUTO, 2004. S00.2003.55.15.
13. **pmmonline.co.uk.** www.pmmonline.co.uk. *THE FUNCTION OF TUMBLE FLAPS AND SWIRL FLAPS*. [Online] 26. Červen 2012. <https://pmmonline.co.uk/technical/the-function-of-tumble-flaps-and-swirl-flaps/>.
14. **Auto, Škoda.** *Dílenská učební pomůcka: Motory 1,8 l TFSI 132kW; 2.0 l TFSI 162 kW, konstrukční řada EA888*. místo neznámé : ŠKODA AUTO, 2013. S00.2002.99.15.
15. **Dusil, Tomáš.** KLAPKY V SÁNÍ: PROČ VÁM CHTĚJÍ ZNIČIT MOTOR? [auto.cz](http://www.auto.cz). [Online] 21. Červen 2016. <https://www.auto.cz/klapky-v-sani-proc-vam-chteji-znicit-motor-96035>.
16. [AutoRevue.cz](http://www.autorevue.cz). *Opel přichází s vylepšenými motory*. [Online] 24. červen 2003.
<https://www.autorevue.cz/opel-prichazi-s-vylepsenyymi-motory>.

17. **Sajdl, Jan.** autolexikon.net. *Twinport*. [Online]
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/twinport/>.
18. **Darding, Guillaume.** www.guillaumedarding.fr. *Présentation moteur: Renault 1.6l dCi 160 Twin Turbo*. [Online] 25. únor 2014. <https://www.guillaumedarding.fr/presentation-moteur-renault-1-6l-dci-160-twin-turbo-8706582.html>.
19. **skin, Under the.** under-the-skin.org.uk. *Overview: Renault R9M dCi 130 'energy'*. [Online] 24. červenec 2011. http://under-the-skin.org.uk/news_renault_r9m.html.
20. **hamar.cz.** www.hamar.cz. *KLAPKY SÁNÍ AUDI 2.7 A 3.0 TDI*. [Online]
<http://www.hamar.cz/cs/saci-potrubni/10005598-opravna-sada-elektronicke-klapky-sani-audi-virive-klapky-sani.html>.
21. **Audi.** Audi Technology Portal. *www.audi-technology-portal.de*. [Online] 2011.
<https://www.audi-technology-portal.de/en/drivetrain/tdi-engines/tumble-flaps>.
22. **Lamsal, Sanyog.** grabcad.com. *HS-1100WP Servo*. [Online] 13. duben 2019.
<https://grabcad.com/library/hi-tec-hs-1100wp-servo-1>.

7 SEZNAM PŘÍLOH

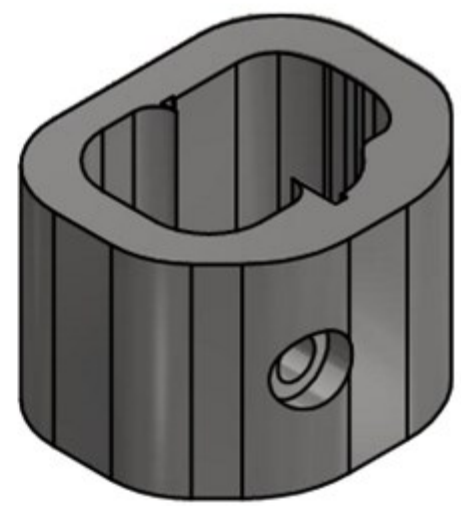
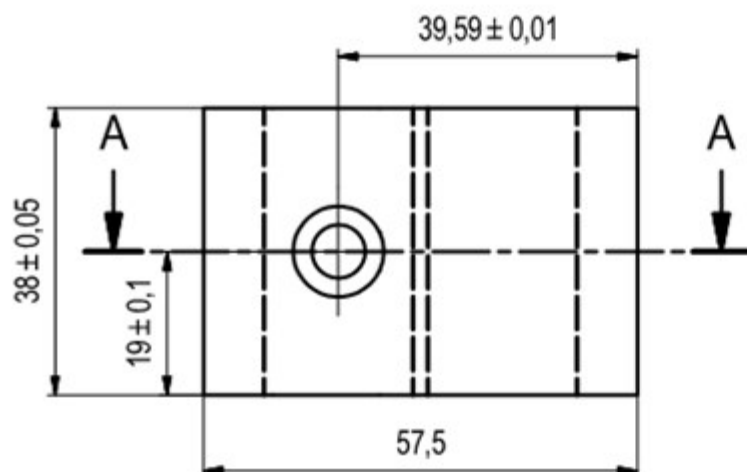
<i>Název:</i>	<i>Číslo výkresu:</i>	<i>Formát listu:</i>
Sestava modulu	V-00.0001.00	A3
Trubka sání	V-00.0001.01	A4
Příruba sání	V-00.0001.03	A3
Klapka	V-00.0001.06	A4
Sestava	V-01.0000.00	A3



Pos Item	Ks Qty	Popis Description	Rozměr materiálu Size of Material	Šířka Width	Délka Length	TDP Mat. spec.	Cenikové č. Row Mat. Code	Č. výkresu Part number	Cert.	Rev.
15	4	Šroub M5x10	EXTERNÍ NÁKUP			DIN 912 A2		Šroub M5x10		
14	2	Držák serva	PLECH AL P12			AL 6061		Držák serva		
13	1	Servo HS-1100WP						Waterproof Servo Assembly		ANY
12	4	Čep zajištění táhla ovládání	TYC SS KRUH D8			1.4301		Čep zajištění táhla ovládání		
11	1	Spojovací tyč ovládání klapky	TYC SS KRUH D6			1.4301		Spojovací tyč ovládání klapky		
10	4	ovládací páka klapky	PLECH SS P3			1.4301		ovládací páka klapky		
9	4	Čep zajištění páky klapky	TYC SS SESTIHRAN 10			1.4305		Čep zajištění páky klapky		
8	4	Čep zajištění spodní	TYC SS SESTIHRAN 10			1.4305		Čep zajištění spodní		
7	4	Čep zajištění horní	TYC SS KRUH D12			1.4301		Čep zajištění horní		
6	4	Klapka	PLECH AL P5			AL 6061		V-00.0001.06		
5	1	Spodní trubka sání	PLECH AL P40			AL 6061		Spodní trubka sání		
4	8	Bronzové pouzdro klapky	PŘÍRUBOVÉ KLUZNÉ POUZDRO				GGB KU 0505 P	Bronzové pouzdro klapky		
3	2	Příruba sání	PLECH AL P6			AL 6061		V-00.0001.03		
2	4	Dělicí deska	PLECH AL P2			AL 6061		dělicí deska		
1	4	Trubka	PLECH AL P40			AL 6061		V-00.0001.01		

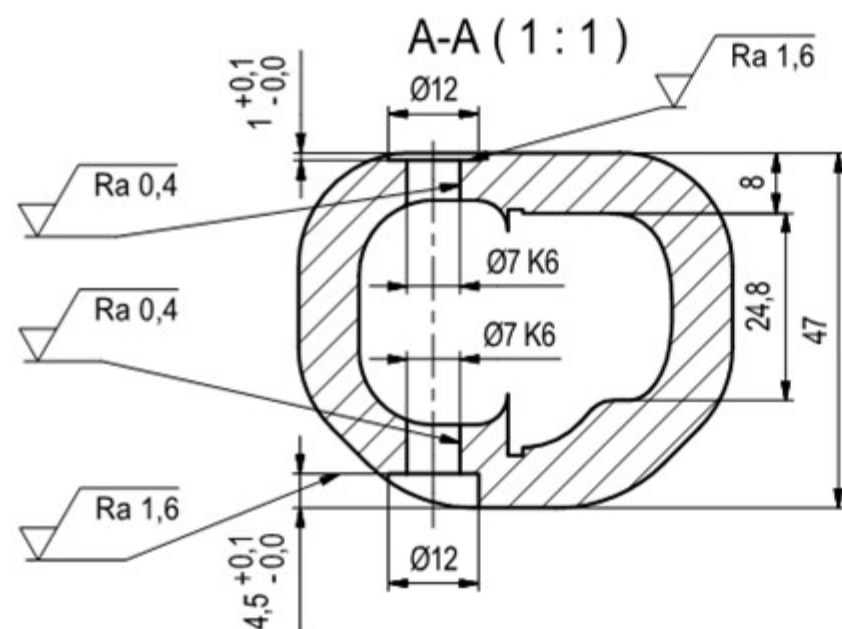
Kusovník / Part List										
Rev.	ECN č. ECN No.	Popis revize Revision Description	Datum Date	Provedl Drawn	Přezkoušel Checked	Schválil Approved				
Původní provedení / Original Issue			18.06.2019	Skřivan						
Historie revizí / Revisions history										
Měřítko: Scale:	1:2	Cert:	Poznámka: Note:	Hmotnost celé sestavy cca: 9,8 kg			Formát: Form: A3			
NEPŘEDEPSANÉ TOLERANCE DLE SPEC. ZT004322 IF OTHERWISE NOT STATED, TOLERANCES ACC. ZT004322							Číslo výkresu: Drawing No.: V-00.0001.00_R1	List Sheet: 1	Ustí: Sheets: 1	
Název: Title: Sestava modulu							Číslo výkresu: Drawing No.: V-00.0001.00_R1	List Sheet: 1	Ustí: Sheets: 1	

A



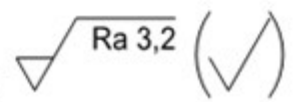
B

C



D

POZNÁMKY:
ZÁKLADNÍ ROZMĚRY DÁNY DXF SOUBOREM PRO CNC OBRÁBĚCÍ PLÁN



E

1		Původní provedení / Original Issue	18.06.2019	Skřivan		
Rev.	ECN č. ECN No.	Popis revize Revisions Description	Datum Date	Provedl Drawn	Přezkoušel Checked	Schválil Approved

Historie revizí / Revisions history

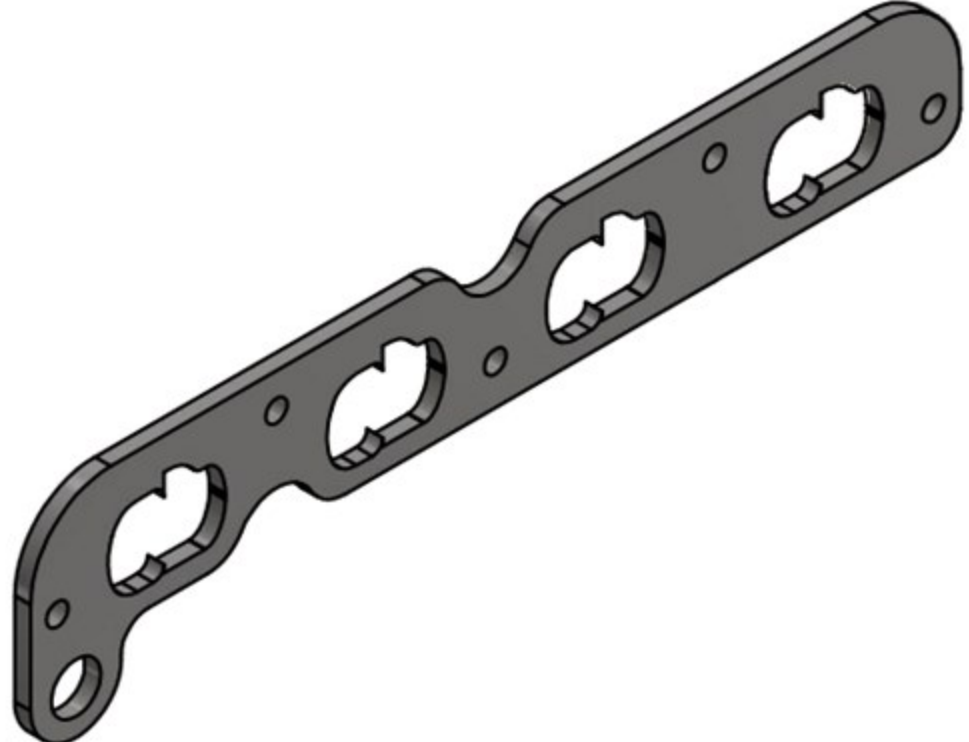
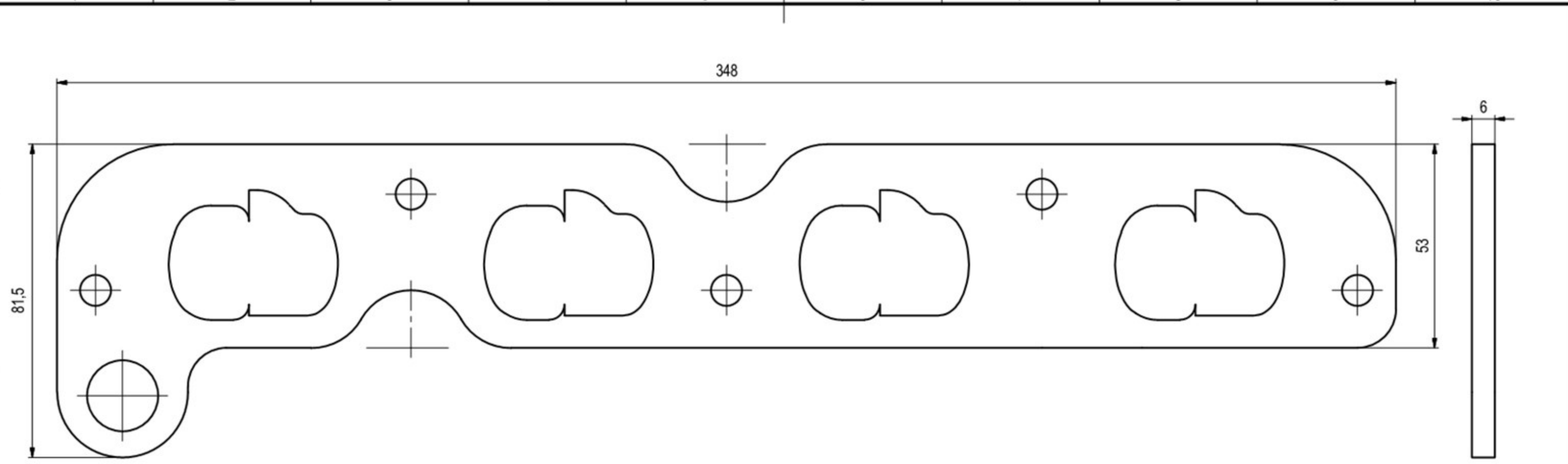
PLECH AL P40			AL 6061		0,4 kg
Rozměr materiálu Size of material	Značka materiálu Material	Rozměrová norma Dimensional Standard	TDP Material Specification	Ceníkové číslo Part No.	Č. hmot Net Weight

Měřítko: Scale:	Cert.:	Poznámka: Note:		Formát: Form:
1:1			[ISO E]	A4

F

NEPŘEDEPSANÉ TOLERANCE DLE SPEC. ZT004322
 IF OTHERWISE NOT STATED, TOLERANCES ACC. ZT004322

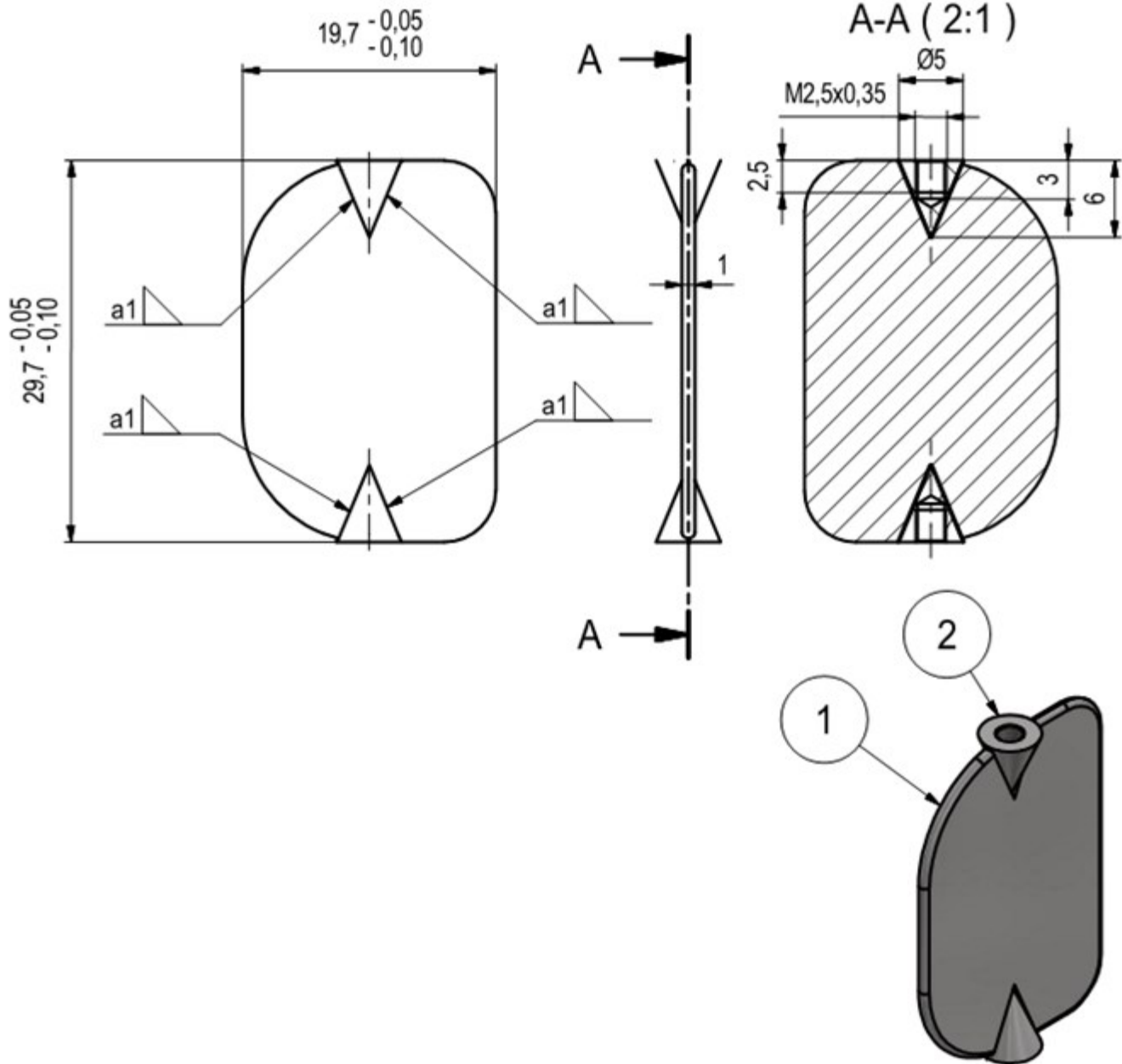
Název: Title:	Trubka	Číslo výkresu: Drawing No.:	V-00.0001.01_R	List: Sheet: 1
				Listů: Sheets: 1



Ra 6,3 (✓)

1		Původní provedení / Original Issue	18.06.2019	Skřivan		
Rev.	ECN č. ECN No.	Popis revize Revisions Description	Datum Date	Provedl Drawn	Přezkoušel Checked	Schválil Approved
Historie revizí / Revisions history						
PLECH AL P6			AL 6061	0,6 kg		
Rozměr materiálu Size of material		Značka materiálu Material	Rozměrová norma Dimensional Standard	TDP Material Specification	Ceníkové číslo Part No.	Č. hmot. Net Weight
Měřítko: Scale:	1:2	Cert.:	Poznámka: Note:			Formát: Form: A3
NEPŘEDEPSANÉ TOLERANCE DLE SPEC. ZT004322 IF OTHERWISE NOT STATED, TOLERANCES ACC. ZT004322						
		Název: Title:	Příruba sání		Číslo výkresu: Drawing No.:	V-00.0001.03_R
					List: Sheet:	1
					Listů: Sheets:	1

POZNÁMKY:
ROZMĚRY JSOU DEFINOVÁNY DXF SOUBOREM PRO ŘEZACÍ PLÁN (VODNÍ PAPERSEK)



POZNÁMKY:

ROZMĚRY POZICE 1 JSOU DEFINOVÁNY DXF SOUBOREM PRO ŘEZACÍ PLÁN (VODNÍ PAPERSEK)

Pos Item	Ks Qty	Popis Description	Rozměr materiálu Size of Material	Šířka Width	Délka Length	TDP Mat. spec.	Cenikové č. Row Mat. Code	Č. výkresu Part number	Cert.	Rev.
2	2	Unašeč klapky	TYC AL KRUH D 5			AL 6061		Unašeč klapky		
1	1	Klapka	PLECH AL P1			AL 6061		Klapka plech		

Kusovník / Part List

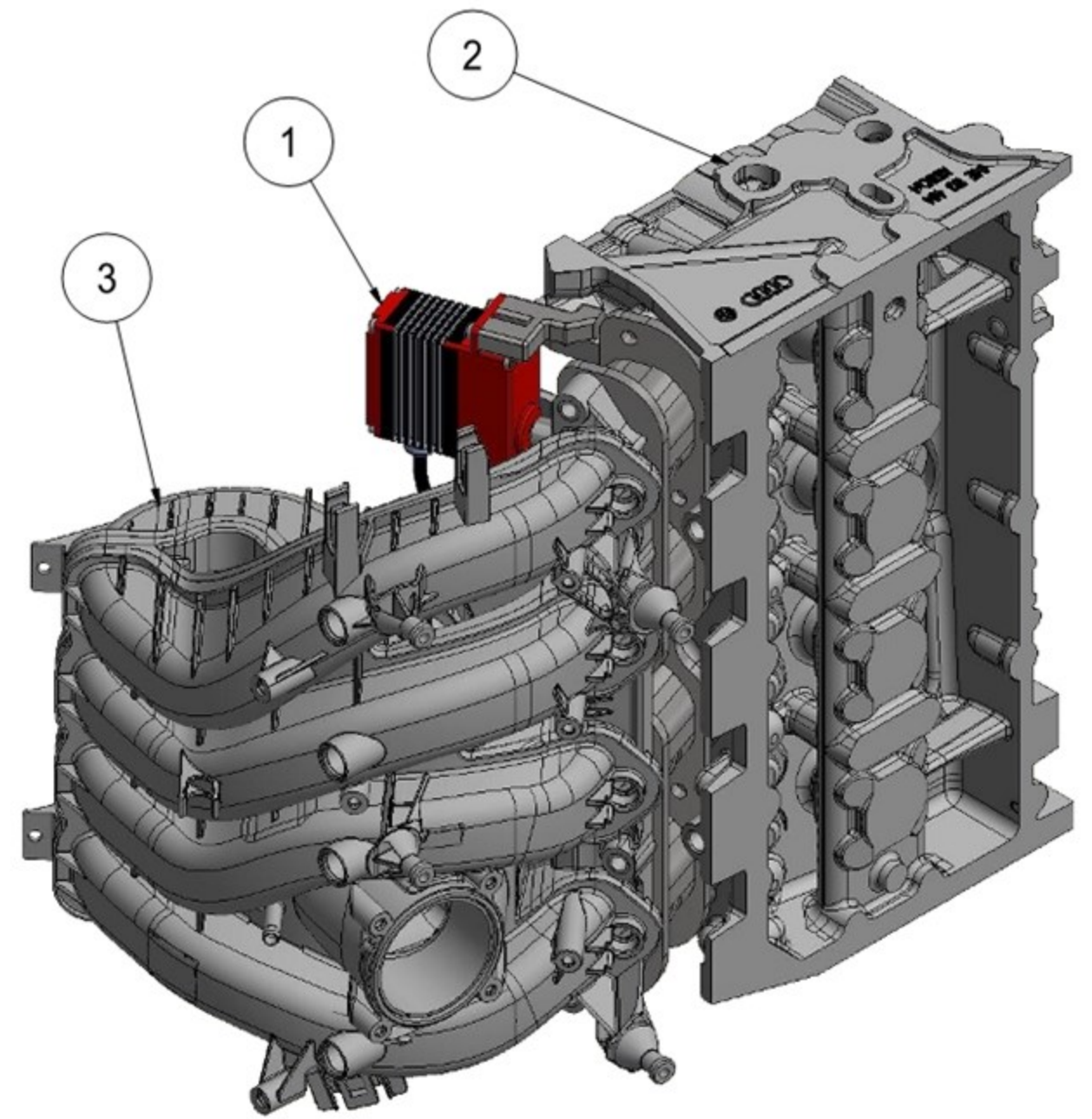
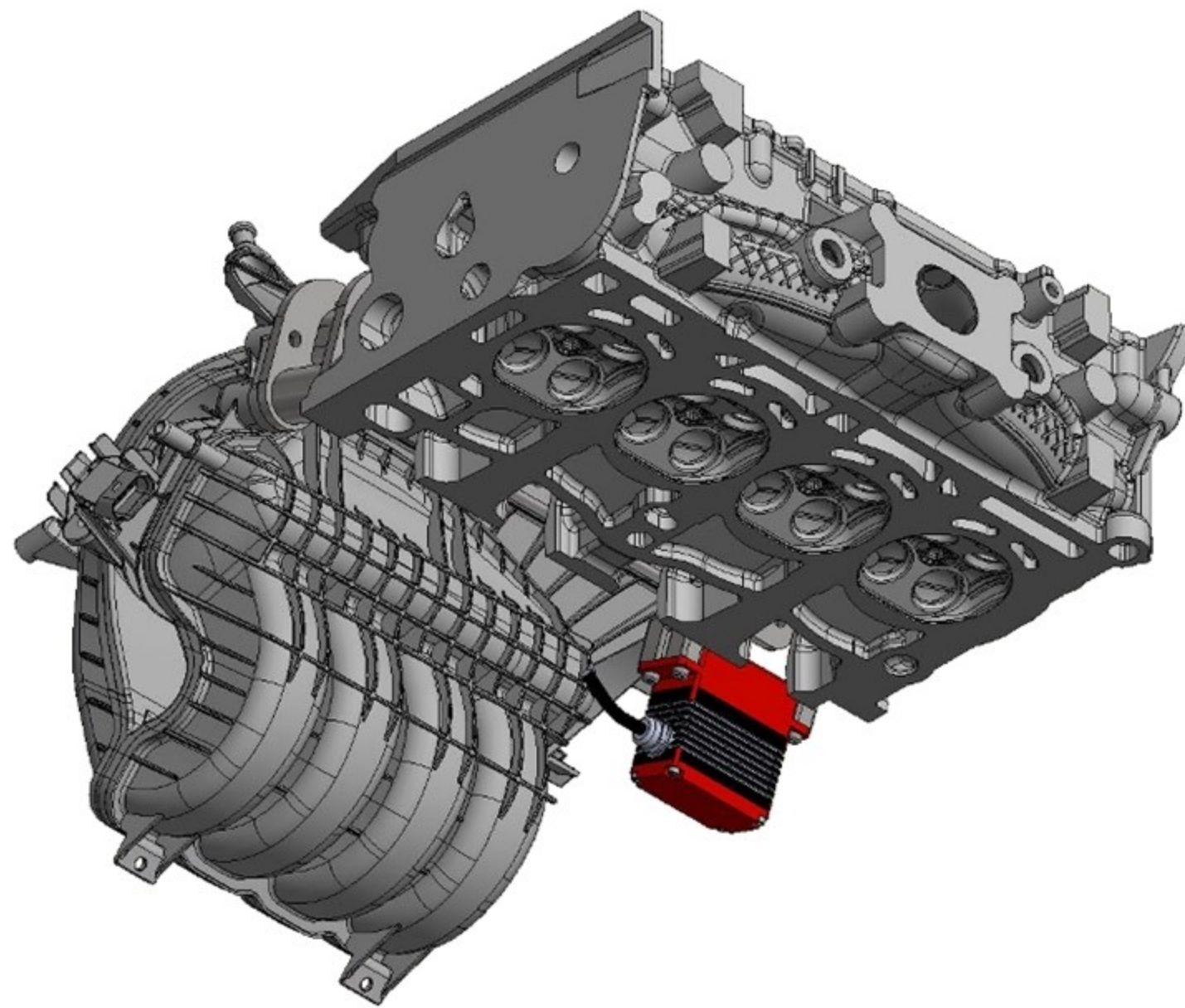
Rev.	ECN č. ECN No.	Popis revize Revision Description	Datum Date	Provedl Drawn	Přezkoušel Checked	Schválil Approved
		Původní provedení / Original Issue	24.06.2019	Skřivan		

Historie revizí / Revisions history

Měřítka: Scale: 2:1	Cert:	Poznámka: Note: Hmotnost celé sestavy cca: 0,0 kg	Formát: Form: A4
----------------------------	-------	---	-------------------------

NEPŘEDEPSANÉ TOLERANCE DLE SPEC. ZT004322
IF OTHERWISE NOT STATED, TOLERANCES ACC. ZT004322

Název: Title: Klapka	Číslo výkresu: Drawing No.: V-00.0001.06_R1	List Sheet: 1
		List: 1



3	1	Sací potrubí																			
2	1	Hlava válců																			
1	1	Modul sání																	V-00.0001.00		
Pos. Item	Ks Qty	Popis Description	Rozměr materiálu Size of Material	Šířka Width	Délka Length	TDP Mat. spec.	Cenikové č. Row Mat. Code	Č. výkresu Part number	Cert.	Rev.											
Kusovník / Part List																					
⚠		Původní provedení / Original Issue					18.06.2019	Skřivan													
Rev.	ECN č. ECN No.	Popis revize Revision Description					Datum Date	Provedl Drawn	Přezkoušel Checked	Schválil Approved											
Historie revízi / Revisions history																					
Měřítko: Scale:	1:5		Cert:	Poznámka: Note:		Hmotnost celé sestavy cca: 9,8 kg					Formát: Form: A3										
NEPŘEDEPSANÉ TOLERANCE DLE SPEC. ZT004322 IF OTHERWISE NOT STATED, TOLERANCES ACC. ZT004322																					
		Název: Title:		Sestava modulu				Číslo výkresu: Drawing No.:		V-01.0000.00_R1				List Sheet: 1		List Sheet: 1					