

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208R088 Podniková ekonomika a management provozu

TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ MOTORŮ ŘADY EA211 A EA888

Radek HOŠINSKÝ

Vedoucí práce: Ing. Josef Bradáč, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 12. 12. 2018

Chtěl bych tímto poděkovat panu Ing. Josefu Bradáčovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, poskytování rad a informačních podkladů.

Obsah

1. Úvod	9
2. Historie.....	10
3. Spalovací motor	11
3.1. Rozdělení pístových spalovacích motorů	11
4. Hlavní konstrukční části čtyřdobého zážehového spalovacího motoru	13
4.1. Píst, pístní skupina	13
4.2. Klikový mechanismus	14
4.3. Rozvodový mechanismus, ventilový rozvod, ventil, vačkový hřídel.....	16
4.4. Blok motoru	19
4.5. Hlava válců.....	19
4.6. Příprava směsi paliva se vzduchem	20
4.7. Zapalovací soustava motoru	22
5. Technickoekonomické zhodnocení motorů řad EA211 a EA888	25
5.1. Představení řad motorů EA211 a EA888	25
5.2. Řada motorů EA211	26
5.3. Motory řady EA888.....	28
6. Porovnání motorů řad EA211 a EA888.....	30
6.1. Výběr konkrétních motorů	30
6.2. Hodnoticí kritéria	30
6.3. Technicko-ekonomické údaje motorů.....	37
6.4. Hodnocení motoru EA211 1,4TSI/81 kW CNG.....	38
6.5. Hodnocení motoru EA211 1,4TSI/110 kW	41
6.6. Hodnocení motoru EA888 1,8TSI/132 kW	44
7. Vyhodnocení a interpretace dílčích výsledků.....	47
8. Závěr.....	50
Seznam literatury	51

Seznam obrázků a tabulek.....	53
Seznam příloh	56

Seznam použitých zkratek a symbolů a značek

AVS	Audi valvelift system
BA95	Benzín automobilní, oktanové číslo 95
cm ³	Centimetr krychlový
CNG	Compressed natural gas
CO ₂	Oxid uhličitý
ČR	Česká republika
DOHC	Double over head camshaft
EA211	Interní označení řady motorů Volkswagen AG
EA888	Interní označení řady motorů Volkswagen AG
EU	Evropská unie
EU6	Označení emisní normy platné v EU od roku 2015
g/km	Gram na kilometr
SV	Side valve
km/h	Kilometr za hodinu
kW	Kilowatt
kW/l	Kilowatt na litr
l	Litr
l/100km	Litr na 100 km
LPG	Liquified petroleum gas
min ⁻¹	Otáčky za minutu
mm	Milimetr
MPI	Multi point injection
MQB	Modularer quer baukasten
Nm	Newtonmetr
Nm/l	Newtonmetr na litr

OHV	Over head valve
OHC	Over head camshaft
Obr.	Obrázek
s	Sekunda
Tab.	Tabuka
tis. Kč	Tisíc korun českých
TSI	Turbo stratified injection
VW	Volkswagen, Volkswagen AG
%	Procento

1. Úvod

Automobilový trh je jedním z nejvýznamnějších průmyslových odvětví v celosvětovém měřítku. V Evropě poskytuje přibližně 12,5 milionů pracovních míst, a v České republice je jedním z nosných pilířů ekonomiky. S tématy z tohoto odvětví je tedy konfrontován téměř každý.

Automobil je nejrozšířenějším dopravním prostředkem, v České republice je registrováno 5,5 milionu automobilů, z čehož vyplývá, že každý druhý občan ČR vlastní, nebo provozuje alespoň jeden automobil.

Každý vlastník vozidla musel při jeho pořízení do určité míry zjišťovat, posuzovat a hodnotit určité parametry, na jejichž základě se rozhodl s daným automobil zařadit.

Cílem této práce je s maximální objektivitou porovnat tři motory v automobilu Škoda Octavia po stránce technické, ekonomické a provozně-ekologické.

První část této zprávy se vedle stručného pohledu do historie spalovacích motorů, zabývá popisem základního rozdělení spalovacích motorů.

Teoretická část je věnována popisu vybraných konstrukčních součástí čtyřdobého zážehového spalovacího motoru.

V praktické části jsou řady motorů EA211 a EA888 představeny. Jejich srovnání je založeno na bodovém hodnocení předem zvolených kritérií. Tyto parametry jsou rozděleny do třech skupin dle jejich zaměření. Pomocí rozdělení hodnotících kritérií do skupin bude prokázáno, že pro každý z vybraných motorů byly stanoveny jiné priority.

V závěru praktické části je na základě hodnocení vysvětleno, pro jaké užití je daný motor nejvhodnější, a kde jsou jeho silné a naopak slabé stránky. Závěrem je také doporučení, pro jakou skupinu zákazníků by mohl být konkrétní motor vhodnou volbou.

2. Historie

Vzhledem ke konstrukci a stavu komunikací v 19. století (cest) nebyl parní stroj díky své hmotnosti nejvhodnějším pohonem pro dopravní prostředky. Vynálezci proto hledali stroj, který by nepotřeboval ke svému provozu velké množství vody a paliva pro výrobu páry. Hledali tedy také palivo, které by poskytlo dostatek energie, při relativně malém objemu. Jednou z cest jak se vyhnout potřebě vody byl stroj s vnitřním spalováním.

Jedním z prvních, který si nechal patentovat plynový motor na svítiplyn a vodík, byl roku 1807 Švýcar Isaak de Rivaz. Roku 1859 si nechal patentovat francouzský technik původem z Belgie Jean Joseph Etienne Lenoire dvojčinný dvoudobý motor na plyn. Jeho konstrukce byla velmi podobná Wattovu parnímu stroji. O osm let později v roce 1867 představil německý konstruktér a vynálezce Nicolas August Otto svůj první jednoválcový motor.

V roce 1877 si Otto nechal patentovat čtyřtákní motor se zvýšeným kompresním poměrem. Tento typ motoru se stal základem pro stavbu pozdějších spalovacích motorů, dnes označovaných jako zážehové motory. Zážehový motor tohoto principu je dodnes, především v německy hovořících zemích, označován jako „Ottův motor“.

3. Spalovací motor

„Spalovací motory jsou tepelné hnací stroje, ve kterých se tepelná energie, získaná spalováním vhodných kapalných nebo plyných paliv, mění s poměrně vysokou účinností na mechanickou práci. Spalování probíhá přímo v pracovním prostoru motoru při tlaku vyšším než atmosférickém a má být pokud možno ovládané. Pracovní látkou jsou samotné zplodiny hoření. Při přeměně tepelné energie v mechanickou práci probíhají ve spalovacích motorech termodynamické děje, při nichž se mění stav a při spalování i chemické složení pracovní látky. Soubor těchto dějů tvoří pracovní oběhy či cykly spalovacích motorů.“

(JAN a ŽDÁNSKÝ. 2006. str. 2)

Rozdělení spalovacích motorů

Spalovací motory je možné dělit dle různých hledisek. Dle způsobu přívodu tepelné energie rozlišujeme motory s vnějším spalováním a s vnitřním spalováním.

Způsobem přeměny tepelné energie na mechanickou rozeznáváme spalovací motory na pístové spalovací motory, turbínové spalovací motory a proudové spalovací motory. Motory lze rozdělovat ještě podle dalších hledisek, která zde nejsou zmiňována.

3.1. Rozdělení pístových spalovacích motorů

Pístové spalovací motory, kterým je věnována tato práce, se dělí do několika skupin. Dále se motory dělí podle:

Podle počtu dob pracovního cyklu na:

- Dvoudobé
- Čtyřdobé

Podle způsobu zapálení směsi paliva se vzduchem na:

- Zážehové
- Vznětové

Podle uspořádání a počtu válců na:

- Řadové
- Vidlicové (s rozevřenými řadami válců)
- S protiběžnými písty – boxer
- S protilehlými válci
- Invertní
- Hvězdicové

Podle způsobu chlazení

- Vzduchem
- Vodou

Podle způsobu dopravy čerstvé náplně do válce

- S atmosférické plněním
- Přepřňovaný motor

Podle skupenství použitého paliva

- motory na kapalná paliva
- plynové
- vícepalivové

Výše uvedené dělení pístových spalovacích motorů není kompletní, vedle vyjmenovaných, lze dělit motory ještě dalších parametrů.

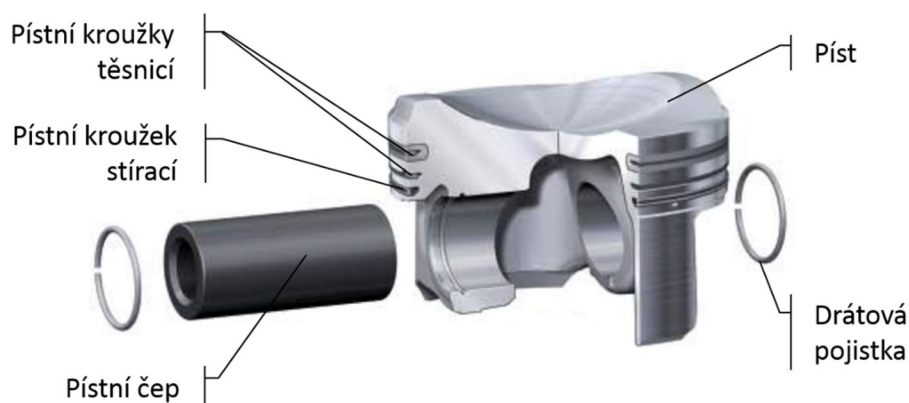
4. Hlavní konstrukční části čtyřdobého zážehového spalovacího motoru

Tato kapitola je věnována zejména čtyřdobým zážehovým spalovacím motorům, protože se jedná o nejrozšířenější reprezentanty spalovacích motorů v osobních automobilech. V následujících kapitolách jsou popsány základní části těchto strojů, které jsou společné pro všechny zástupce, bez ohledu na spalované palivo, počet válců, či jiné parametry.

V následujícím oddílu budou popsány nejzákladnější části čtyřdobého spalovacího motoru z pohledu jejich funkce a základních konstrukčních pravidel.

4.1. Píst, pístní skupina

Pístní skupinu, tvoří píst s těsnicími a stíracími kroužky, pístní čep s pojistkami.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 1 - Pístní skupina motoru EA888 1,8TSI

Mezi základní požadavky kladené na pístní skupinu patří utěsnění spalovacího prostoru, přenos sil vznikajících při spalovacím procesu na ojnici, zachycení bočních sil vyvolaných klikovým mechanismem a jejich přenos na stěnu válce a zabezpečení odvodu tepla ze dna do chlazených stěn spalovacího prostoru.

Píst

Píst je zatěžován mechanicky silami od tlaku plynů a setrvačnými silami od vratného pohybu pístu. Kromě mechanického namáhání je píst zatěžován tepelně od

spalovacího procesu. Zatížení lze charakterizovat rázovým účinkem, vyvolaným prudkým nárůstem tlaku a teploty ve spalovacím prostoru, a únavovým účinkem, vyvolávaným cyklickými změnami zatěžujících sil.

Písty současných motorů jsou vyráběny především z hliníkových slitin. Protože je píst vyroben ze slitin hliníku a pohybuje se ve válci, který je vyroben z oceli, nebo litiny, musí konstrukce a tvar pístu zohledňovat ještě rozdílnou tepelnou roztažnost těchto materiálů. Z důvodu roztažnosti musí mít píst ve válci určitou vůli. Při vývoji pístů je snaha o dosažení co nejmenší vůle, jednak z důvodu omezení průniku spalin do klikové skříně motoru a také pro snížení hluku vyvolaného překlápěním pístu ve válci motoru. Pro omezení roztažnosti pístu do něj bývají zalité ocelové vložky.

Pístní kroužky

Pístní kroužky mají především za úkol utěsnit píst ve válci, odvod tepla z pístu do stěny válce a také vytváření mazací vrstvy oleje mezi pláštěm pístu a stěnou válce. Dle funkce rozeznáváme pístní kroužky těsnicí a stírací. Těsnicí pístní kroužky zabezpečují těsnost spalovacího prostoru, a dále se podílejí na přenosu tepla z pístu do válce, kroužky stírací zabraňují průniku oleje do spalovacího prostoru a zároveň vytváří vhodnou tloušťku mazací vrstvy oleje na stěně válce. Nejčastěji je píst osazen třemi kroužky, z nichž jsou dva těsnicí a jeden stírací.

Pístní čep a pojistky

Pístní čep zachycuje síly vznikající při spalovacím procesu působící na píst a přenáší je na ojnici. V pístu je uložen v nálitcích a proti axiálnímu posuvu jej zajišťují drátové pojistky.

4.2. Klikový mechanismus

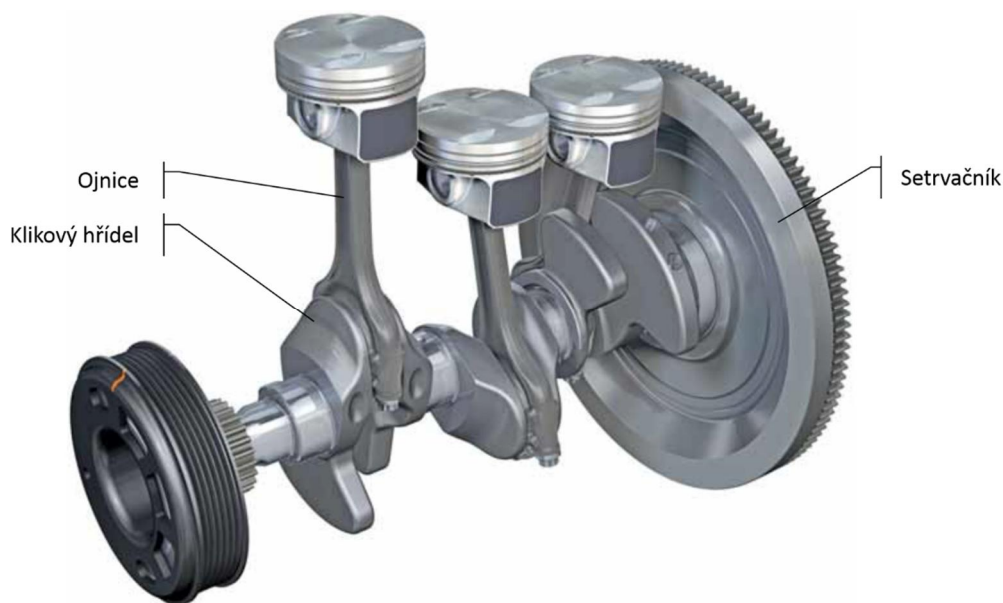
Klikový mechanismus je tvořen klikovým hřídelem, ojnici a setrvačником.

Ojnice

Ojnice slouží k přenosu síly zachycené pístem na klikový hřídel. Ojnice se skládá z oka, dřívku a hlavy ojnice. Okem je ojnice spojena prostřednictvím pístního čepu s pístem. Hlavou je ojnice spojena přes klikový čep s klikovým hřídelem. Oko i hlava

ojnice jsou vybaveny kluznými ložisky/pánvemi. Tato ložiska jsou mazána z centrálního mazacího systému motoru. Pro zajištění mazání ložiska v oku ojnice je dříkem veden mazací vývrt/kanál.

Dřík ojnice je namáhán především na vzpěr, případně na ohyb. Kvůli únavovému namáhání je zapotřebí zajistit plynulé přechody mezi dříkem, okem a hlavou ojnice. Hlava ojnice je dělená, aby bylo možné ojnici namontovat na klikový hřídel, který je u čtyřdobých motorů nedělitelný. Dělicí rovina je ve většině případů u čtyřdobých motorů kolmá na osu ojnice. Pro zachycení sil v dělicí rovině hlavy ojnice je použito tvarového spoje, např. ozubení dělicí roviny, vzájemné slícování obou polovin pomocí kolíků, nebo v poslední době stále častěji tvarový spoj tvořený lomovou plochou. Hlava ojnice by měla být co nejlehčí, pro minimalizaci setrvačných hmot, ale zároveň velmi tuhá, pro zamezení deformací pánví ojnicních ložisek.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 2 - Klikový mechanismus motoru EA211 1,0TSI

Klikový hřídel

Klikový hřídel zajišťuje spolu s ojnici převod přímočarého vratného pohybu pístu na pohyb rotační. Konstrukce klikového hřídele zabezpečuje i částečné vyvážení setrvaných sil a momentů posuvných a rotujících hmot pomocí protizávaží. Klikový hřídel je namáhán tlakem, krutem ohybem i tlakem.

Do bloku motoru je klikový hřídel je uložen pomocí kluzných ložisek, která jsou mazána centrálním mazacím systémem. V hřídeli jsou kanály pro rozvod oleje ke všem hlavním ložiskům i ojnicím čepům. Jak také bylo zmíněno v části věnované ojnicím, prostřednictvím vývrtu v ojnici je zásobováno olejem i ložisko pístního čepu. Konstrukce klikového hřídele je určována mnoha faktory. Mezi nejdůležitější z nich patří počet válců (např. tříválec, čtyřválec, šestiválec) a jejich uspořádání (např. řadový, s protilehlými válci, vidlicový).

Klikový čep (k němu je upevněna ojnice) tvoří spolu s ramenem kliku, nebo tzv. zalomení klikového hřídele. Počet zalomení ve většině případů odpovídá počtu válců.

Klikové hřídele jsou nejčastěji vyráběny jako výkovky pro dosažení vysoké odolnosti proti namáhání.

Setrvačnick

Setrvačnick, jak již jeho název napovídá, využívá svojí setrvačností pro vyrovnání nerovnoměrnosti chodu motoru, pomáhá akumulovat pohybovou energii, potřebnou pro překonání pasivních odporů, při nepracovních zdvizích motoru.

Jedná se o rotující ocelový nebo ocelolitinový kotouč, který je připevněn na klikový hřídel, a je součástí spojivového soustrojí. Na obvodu setrvačnicku je ozubený věnec, do kterého zabírá pastorek spouštěče.

4.3. Rozvodový mechanismus, ventilový rozvod, ventil, vačkový hřídel

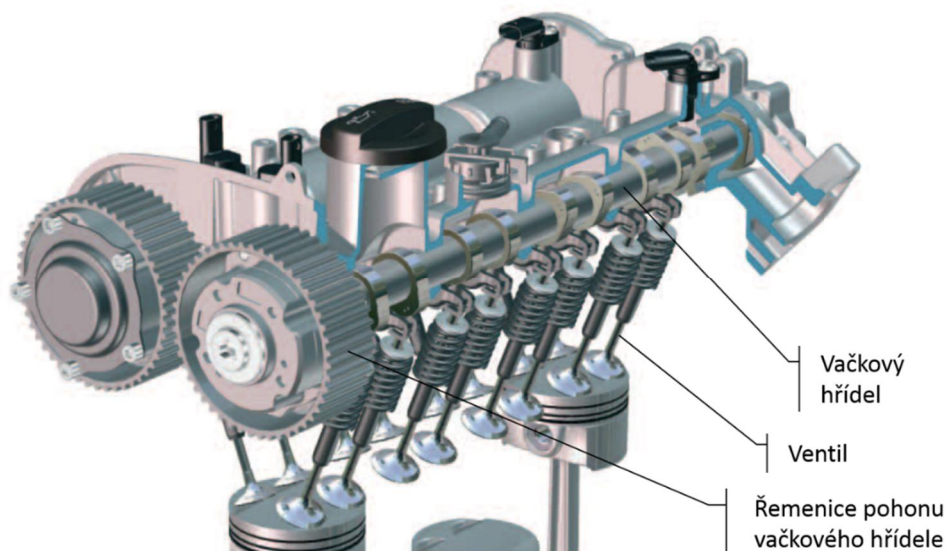
Ventilový rozvod

Ventilový rozvod slouží k zajištění plnění válců směsí vzduchu a paliva a jejich vyprazdňování, tedy odvodu spalin. Součástmi rozvodového ústrojí jsou ventily, vačkové hřídele, pohon rozvodového ústrojí (ozubená kola, řemeny, ozubené řetězy). Podle uspořádání rozlišujeme rozvody SV, OHV a OHC.

Nejstarším typem je SV – side valve, který se dnes používá například u zahradní techniky. Je charakterizován orientací ventilu dříkem dolů (opačně než u zbývajících dvou typů) a vačkovým hřídelem umístěným v bloku motoru. Mezi jeho negativa patří nevýhodný tvar spalovacího prostoru i geometrie sacího a výfukového kanálu.

Mladším typem rozvodu je OHV – over head valve. U tohoto typu jsou ventily umístěny nad spalovacím prostorem, což umožňuje dosažení jeho výhodnějšího tvaru, přičemž vačkový hřídel je v bloku motoru. Pohyb se z vačkového hřídele na ventily převádí prostřednictvím zdvihátek ventilů rozvodových tyček a vahadel ventilů. Vzhledem ke složitosti a množství komponentů mechanismu a tím i vysoké setrvačnosti rozvodu je dnes i tento typ na ústupu.

Nejmodernějším a dnes nejvíce rozšířeným, a typem rozvodu je OHC – over head camshaft. V případě rozvodu OHC ovládá vačka umístěná v hlavě válců ventily přímo, nebo prostřednictvím vahadel. Odvozenou variantou rozvodu OHC je DOHC, v jehož případě má motor dva vačkové hřídele, jeden pro sací ventily a druhý pro výfukové.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 3 - Rozvodový mechanismus motoru EA211 1,0MPI

Rozvodové ústrojí je součástí motoru, která výrazně ovlivňuje parametry motoru, jako jsou výkon, průběh točivého momentu, spotřebu a v poslední době velmi přísně sledované emise škodlivin. Jako významné inovace lze jmenovat vývoj řetězů i řemenů pro jeho pohon s cílem dosáhnout maximální spolehlivosti. Především aplikaci zařízení umožňujících natáčení vačkových hřídelů vůči klikovému hřídeli, nebo změnu zdvihu ventilu, případně kombinaci obou, v závislosti na otáčkách nebo na zatížení motoru, a velmi významně tím ovlivňovat spotřebu a emise.

Ventily

Ventily slouží k otevírání a uzavírání sacích a výfukových kanálů. Jsou umístěny v hlavě válců, a každý válec čtyřdobého motoru musí mít alespoň jeden sací a jeden výfukový ventil.

Ventily jsou tvořeny dříkem, talířkem a stopkou. Dřík slouží k vedení ventilu v hlavě válců a musí být velmi odolný proti zadírání a opotřebení. Talířek ventilu má po svém obvodu kuželovou těsnicí plochou, která uzavírá sací nebo výfukové kanály, proti ventilovému sedlu v hlavě válců. Tvar přechodu talířku do dříku by měl být navržen tak, aby kladl co nejmenší odpor proudícím plynům.

Ventil, především výfukový, je jednou z nevíce namáhaných součástí motoru, je vystaven teplotám až 850°C na jeho talířku, a zároveň velkému mechanickému namáhání, neboť může během jedné sekundy až padesátkrát otevřít a znovu uzavřít kanál.

Vačkový hřídel a jeho pohon.

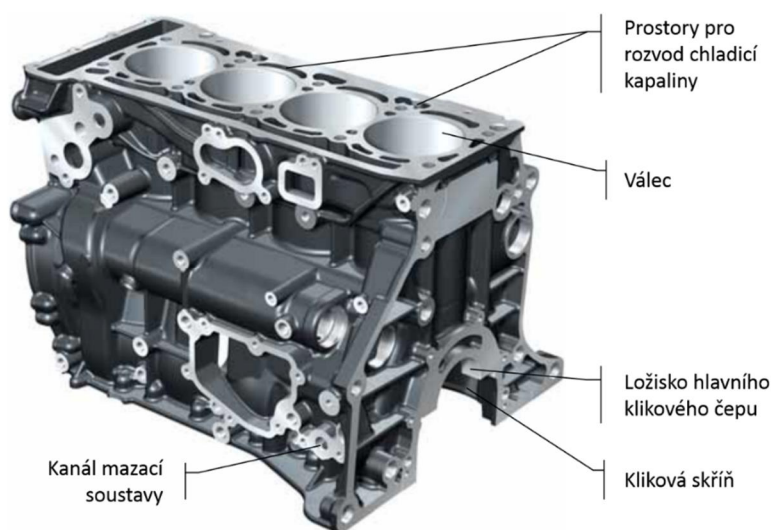
Vačkový hřídel je osazen vačkami, které svým tvarem řídí dobu otevření ventilu, zdvih ventilu i rychlost jeho otevírání a zavírání ve správném pořadí.

Velmi důležitým mechanismem, pro funkci motoru, jeho životnost, hospodárny provoz, ale třeba i hlučnost motoru v provozu je pohon vačkového hřídele.

Nejdůležitějším úkolem pro pohon vačkového hřídele je synchronizace pohybu vačkového hřídele s pohybem klikového hřídele, který může být zajištěn buď ozubeným soukolím, hřídelem s kuželovým soukolím, nebo dnes nejrozšířenějším způsobem a to prostřednictvím ozubeného řemenu nebo řetězu.

4.4. Blok motoru

Blok motoru tvoří v případě kapalinou chlazených motorů nosnou část motoru. Jsou v něm umístěny válce a jeho součástí je kliková skříň. V klikové skříni je na hlavních klikových čepech uložen klikový hřídel. V bloku motoru je v případě motorů s rozvodem SV nebo OHV uložen i vačkový hřídel. V bloku motoru jsou prostory pro rozvod chladicí kapaliny nebo kanály mazacího systému.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

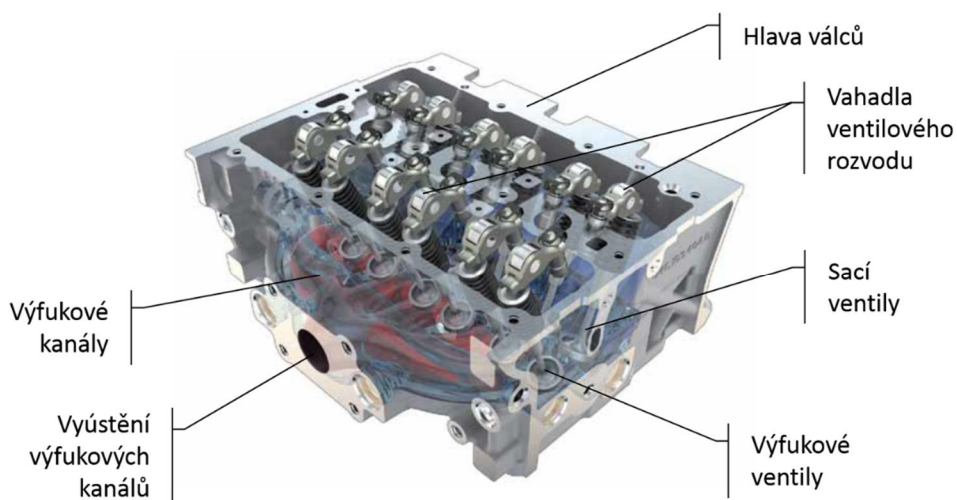
Obr. 4 - Blok motoru EA888 1,8TSI

K bloku motoru je připevněna převodovka. Stejně tak mohou být na blok motoru prostřednictvím držáků upevněny vedlejší agregáty motoru, jako je například alternátor, kompresor klimatizační soustavy, případně řemenice, či napínáky řemenu pohonu těchto agregátů.

4.5. Hlava válců

Hlava válců uzavírá spalovací prostor válce, slouží k upevnění zapalovací svíčky, prostřednictvím sacích kanálů přivádí čerstvou směs do pracovního prostoru a výfukovými kanály odvádí spaliny ze spalovacího prostoru. V hlavě válců jsou umístěny ventily motoru, zapalovací svíčky, v případě motoru s rozvodem OHC je v hlavě umístěn i vačkový hřídel, vstřikovače (v případě motorů se vstřikováním). Tvar prohlubně v hlavě válců definuje tvar spalovacího prostoru.

Tvar spalovacího prostoru zásadně ovlivňuje kvalitu a průběh spalování. Ten je však významně ovlivněn uspořádáním a počtem ventilů, umístěním zapalovací svíčky, a geometrií sacích a výfukových kanálů při současném požadavku na chlazení.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 5 - Hlava válců motoru EA211 1,0MPI

Protože je hlava válců vystavena působení vysokých teplot a tlaků, jsou kladeny vysoké nároky na její chlazení. Při návrhu chladicího prostoru je třeba zohlednit umístění ventilů a dalších komponent při současné minimalizaci možnosti vzniku pnutí či deformací, které by mohly vézt k netěsnosti či vzniku trhlin.

Požadavky na optimální umístění všech potřebných komponent v hlavě válců jsou většinou protichůdné a výsledný tvar spalovacího prostoru i finální umístění ventilů, vstřikovače, zapalovací svíčky či tvaru sacích i výfukových kanálů a chladicího prostoru je tedy vždy kompromisem.

4.6. Příprava směsi paliva se vzduchem

Spalovací motory potřebují pro svoji funkci směs paliva smísenou v přesném poměru se vzduchem. Z hlediska regulace pracovního režimu motoru je nutno zabezpečit, aby byl vzduch s palivem směřován při zachování přebytku vzduchu v jakémkoli režimu chodu motoru

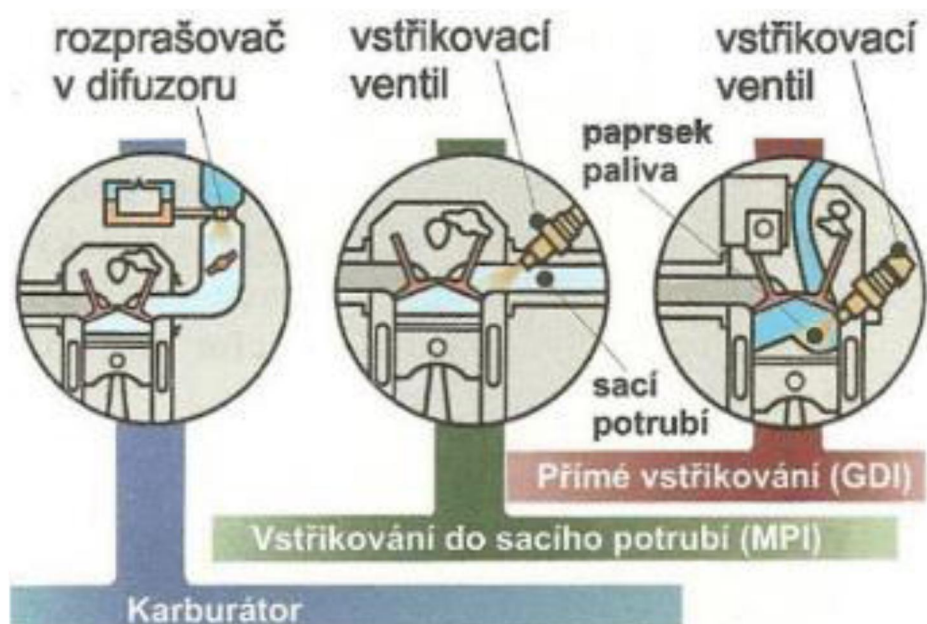
Směšovací poměr vyjadřuje hmotnostní poměr množství benzínu a vzduchu. Teoretický směšovací poměr je 1:14,7, tedy pro dokonalé spálení 1kg benzínu je zapotřebí 14,7 kg vzduchu. Tento poměr je nazýván stechiometrický. Směs benzínu

se vzduchem je zapalitelná svíčkou, jen pokud je její složení v rozmezí od 1:10 až po 1:19.

Karburátor

Nejstarším zařízením pro přípravu směsi benzínu se vzduchem jsou karburátory. Původně byly založeny na principu odpařování paliva při jeho zahřátí a následném mísení se vzduchem. Tento princip byl velmi nedokonalý.

V průběhu 20. století zaznamenaly karburátory významný rozvoj s cílem zdokonalit mísení paliva se vzduchem, a vznikly karburátory různých konstrukcí s cílem připravit správnou směs při libovolných otáčkách a při proměnlivém zatížení motoru.



Zdroj: JAN a ZDANSKY. *Automobily 3: Motory*. Avid, 2006

Obr. 6 - Základní způsoby přípravy směsi u zážehového motoru

Vstřikování paliva

Vstřikování paliva bylo známo již v počátcích vývoje spalovacích motorů, kde bylo potřeba zajistit správné fungování nezávislé na zemské gravitaci, poloze motoru či tlaku vzduchu. Právě v těchto podmínkách není karburátor schopen fungovat dostatečně efektivně.

V počátcích vývoje se jednalo o mechanické vstřikovací systémy, které byly velmi náročné na výrobu i seřízení. Z těchto důvodů byly rozšířeny pouze u leteckých motorů.

V 60. a 70. letech 20. století se začaly rozšiřovat elektronické systémy vstřikování paliva, které se rozvíjejí až do současnosti.

Vstřikovací systémy lze rozlišovat podle mnoha parametrů, v současné době se však rozlišují systémy podle místa, kam je dopravováno palivo. Nepřímé a přímé vstřikování.

V případě nepřímého vstřikování je palivo dopravováno, vstřikováno do sacího porubí, nebo do sacího kanálu v hlavě válců a k jeho mísení se vzduchem dochází ještě před vstupem do válce. U přímého vstřikování je palivo vstřikováno přímo do spalovacího prostoru, a k mísení dochází až v něm. Tento systém umožňuje v závislosti na provozním režimu motoru řídit vstřik paliva tak aby směs byla v celém spalovacím prostoru homogenní, nebo aby okolo zapalovací svíčky byla směs snáze zapalitelná, tedy poměrem vzduchu s benzínem blízká stechiometrickému poměru a ve zbylém spalovacím prostoru je směs chudší. Vrstvení směsi umožňuje snižovat spotřebu paliva, případně jiné ztráty.

Systémy přímého vstřikování pracující s vrstvenou nebo chudou směsí produkují v určitých provozních režimech zvýšené emise oxidů dusíku, a mají též tendenci ke zvýšené produkci pevných částic.

4.7. Zapalovací soustava motoru

Protože směs nasávaná do pracovního prostoru zážehového motoru se nedokáže sama vznítit, musí tento druh motoru být vybaven systémem pro zapálení směsi ve válci.

V historii používali konstruktéři prvních spalovacích motorů pro zapálení směsi ve válci například otevřeného plamínku odkrývaného ve vhodný okamžik šoupátkem. Později se vývoj ubíral směrem k zapalování směsi za pomoci elektrického proudu, prostřednictvím jiskry vytvořené vysokonapětovým výbojem.

Princip zapalování směsi pomocí jiskry se zachoval až do současnosti, prošel však také výrazným vývojem.

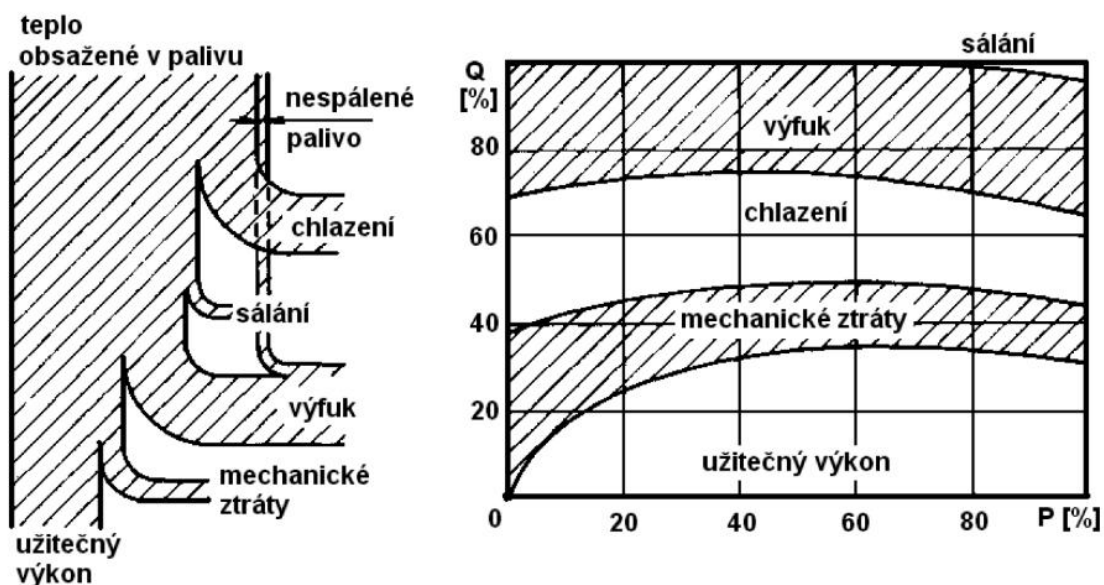
Nejstarším a nejjednodušším systémem zapalování je cívkové zapalování řízené kontakty. Jedná se o mechanicky ovládaný systém, ve kterém jsou realizovány všechny funkce. Jeho základními součástmi jsou vysokonapětová cívka, mechanický kontakt (přerušovač) umístěný v rozdělovači, rozdělovač a zapalovací svíčka. Nejmodernější verzí zapalovacího systému je plně elektronické zapalování.

U tohoto typu zapalování, přebírá všechny řídicí funkce řídicí jednotka motoru, z mechanických komponent zůstávají pouze vysokonapěťová cívka a zapalovací svíčka.

Účinnost pístových spalovacích motorů

Účinnost pístového spalovacího motoru vycházející z tepelné bilance ukazuje, že z množství tepla, které je obsažené v palivu, využije motor pouze malou část pro užitečný výkon.

Motorem je využito z energie obsažené v palivu jen asi 26% až 31%. Zbývající energie je zmařena ztrátami chlazením, teplem obsaženým ve výfukových plynech a také třením.



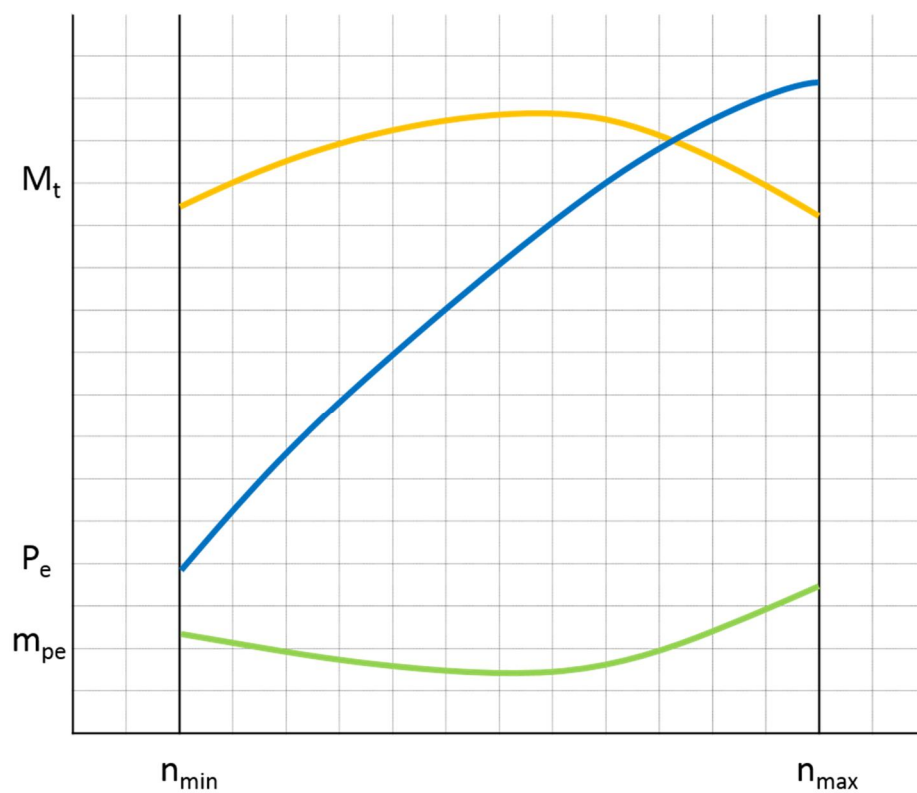
Zdroj: HROMÁDKO, Jan. Spalovací motory. Praha: Grada, 2011

Obr. 7 - Schéma tepelné bilance spalovacího motoru

Základní charakteristiky pístových spalovacích motorů

Za základní charakteristiku spalovacích motorů se považuje otáčková charakteristika. Ta popisuje průběh točivého momentu a výkonu motoru v závislosti na otáčkách.

Grafické znázornění závislosti točivého momentu M_t , efektivního výkonu P_e a měrné spotřeby paliva m_e na otáčkách motoru n se nazývá vnější otáčková charakteristika.



Zdroj: překresleno dle HROMÁDKO, Jan. Spalovací motory. Praha: Grada, 2011

Obr. 8 - Vnější otáčková charakteristika motoru

5. Technickoekonomické zhodnocení motorů řad EA211 a EA888

Každý den jsou vydávány stovky odborných časopisů, které určitým způsobem porovnávají, posuzují jeden či více automobilů, přičemž se snaží použít co možná nejobektivnější metodiku.

Automobily mají relativně mnoho parametrů, které lze exaktně a objektivně porovnávat, neboť pro jejich zjišťování existují stanovené, mnohdy zákonem definované, postupy. Zdaleka ne všechny vlastnosti automobilu však lze podrobit měření, či vážení a proto jsou hodnoceny subjektivně.

Subjektivní hodnocení je, jak název napovídá, závislé na hodnotiteli (subjektu), a tedy velmi nesnadno exaktně srovnatelné. Jako velmi dobrý příklad subjektivně hodnocených veličin lze uvést design a akustiku. To, co jeden subjekt hodnotí pozitivně, může jiný vnímat negativně.

Cílem této části je maximálně objektivizovat srovnání třech motorů, které jsou nabízeny jako pohonné jednotky pro automobil Škoda Octavia modelového roku 2018. Jedná se o dva motory pocházející z řady EA211, oba o objemu 1,4 l a jeden motor řady EA888 o zdvihovém objemu 1,8 l.

5.1. Představení řad motorů EA211 a EA888

Motory řady EA211 i EA888 jsou základními, tedy nejnižšími v pomyslné hierarchii motorových jednotek používaných napříč koncernem Volkswagen.

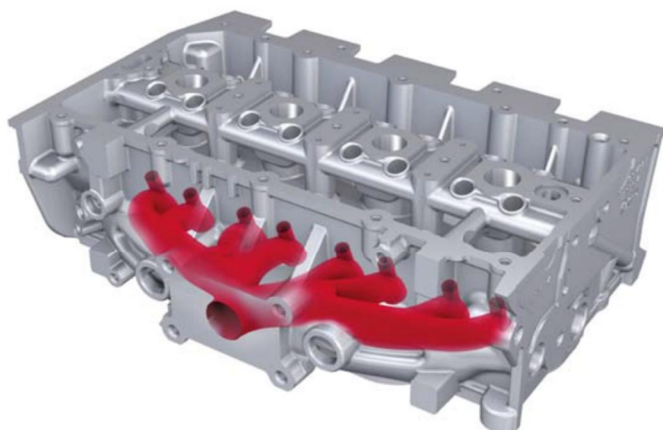
Jejich „hierarchické“ umístění je předurčuje pro velkoobjemové rozšíření především v masově vyráběných modelech. Při jejich konstrukci musí technici velice bedlivě zvažovat a ověřovat, zda navrhuji řešení, které splňuje řadu mnohdy zcela protichůdných požadavků. Většinou totiž nejlépe fungující technické řešení bývá to nejnákladnější, a tak musí konstruktéři hledat kompromisní, z různých pohledů nejvyváženější řešení. Jakákoli chyba, či nevhodně zvolené řešení může mít velmi negativní dopad na pověst daného agregátu, vozu, či dokonce modelové řady, a způsobit jak významné finanční ztráty koncernu Volkswagen, tak i negativní dopad na dlouhodobě budované image jednotlivých značek.

Z tohoto pohledu je tedy význam základních řad motorů EA211 a EA888 možná daleko vyšší nežli je tomu u motorů stojících na pomyslném vrcholu, tedy motorů vysoce výkonných, vybavených špičkovými technickými řešeními, které však

vzhledem k relativně malému objemu výroby fungují spíše jako výkladní skříň konstruktérských schopností či technologické vyspělosti koncernu Volkswagen. Dalším a velmi významným měřítkem významu je vliv motorů řad EA211 a EA888 na schopnost koncernu Volkswagen plnit požadavky evropského společenství na flotilové množství produkovaných emisí CO₂, protože právě na základě stupně plnění stanovených limitů jsou výrobcům automobilů vypočítávány pokuty.

5.2. Řada motorů EA211

Řada motorů EA211 tvoří základ nabídky motorů v koncernu Volkswagen. Význam a rozšíření motorů této řady může dokumentovat výčet variant a provedení v jakých tyto motory nachází uplatnění. Vývoj motorů má na starosti značka Volkswagen. Motory EA211 jsou vždy zážehové motory a lze je dělit dle různých parametrů. Jejich parametrizace umožňuje velice široké možnosti jejich uplatnění. Dle počtu válců na tří-, a čtyřválcové motory, dle způsobu dopravy směsi do válce na atmosférické, i přeplňované, dle způsobu přípravy směsi na s přímým i nepřímým vstřikem paliva, dle druhu paliva na motory jednopalivové, spalující benzín nebo etanol, nebo vícepalivové, spalující benzín nebo stlačený zemní plyn (CNG). Motory řady EA211 též tvoří součást hybridních soustrojí pohonů. Rozsah zdvihových objemů těchto motorů sahá od 1,0 l až po objem 1,6 l a výkony dosahují hodnot od 44kW až po 110kW.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

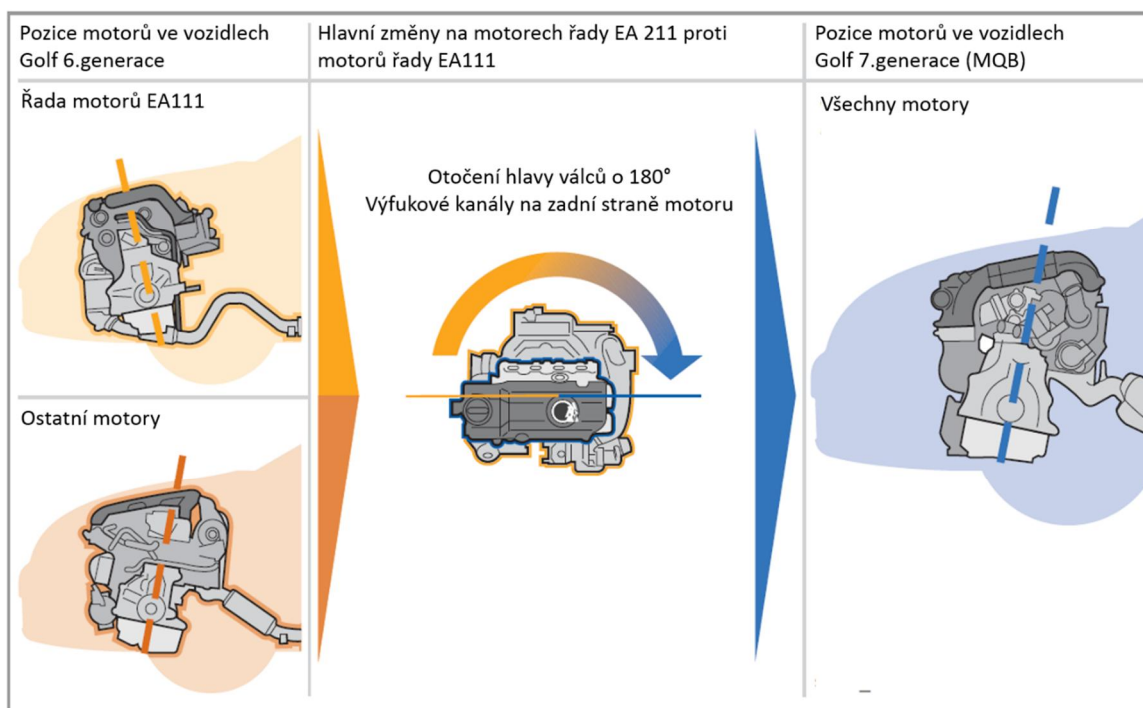
Obr. 9 - Hlava motoru EA211 1,6MPI/81 kW s integrovaným svodovým výfukovým potrubím

Přestože se jedná o základní řadu agregátů, disponují tyto motory řadou velmi pokročilých technických řešení. Mezi ty nejzajímavější je možno řadit například

system odpojování válců, jímž jsou vybaveny některé varianty čtyřválcových přeplňovaných motorů o objemu 1,4 l a 1,5 l. Dalším markantem motorů řady EA211 je integrace svodového výfukového potrubí do hlavy válců a jeho chlazení chladicí soustavou motoru.

Všechny motory používají pro pohon vačkových hřídelů výhradně ozubené řemeny. Většina motorů řady EA211 je vybavena proměnným časováním ventilů, a to buď na straně sacích, nebo i výfukových ventilů. Přeplňované motory jsou vybaveny elektricky ovládaným prepouštěcím ventilem turbodmychadla, nebo do chladicí soustavy integrovaným chladičem stlačeného vzduchu. Významným opatřením přispívajícím k snižování emisí CO₂ i spotřeby paliva je bezesporu zdvojený chladicí systém motoru.

Díky své modularitě, rozpětí výkonů a zdvihových objemů nalezneme motory EA211 v mnoha vozech koncernu Volkswagen napříč mnohými třídami. Konkrétně od třídy minivozů (VW Up!, Škoda Citigo), někdy označované jako segment A, až po velká, rodinná MPV (VW Sharan), nebo střední SUV (VW Tiguan, Škoda Kodiaq).



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 10 - Hlava motoru EA211 1,6MPI/81 kW s integrovaným svodovým výfukovým potrubím

Právě vysoká modularita byla jedním ze základních pilířů této řady motorů. Jedním ze základních cílů vývoje bylo sjednocení pozice motoru s ostatními řadami motorů.

Motory EA211 jsou v porovnání s motory předchozí řady EA111 skloněny vzad, a mají hlavu válců otočenou o 180°. Otočení hlavy mělo za následek, že výfukové kanály ústí dozadu, tedy blíže příčné stěně. Tato zástavbová poloha přinesla mnoho výhod. Mimo jiné umožnila výhodnější zatížení přední nápravy, nebo výhodnější konstrukční uspořádání přední části vozu pro případ nehody s chodcem. Umístění výfukových kanálů a výfukové soustavy na zadní straně motoru pozitivně ovlivnilo rozložení teplot v motorovém prostoru (výfukové potrubí již negativně neovlivňuje chladič soustavu, jak tomu bylo u motorů řady EA111).

Nejmenšími vozy, pro jejichž pohon slouží výhradně motory EA211 jsou vozy VW Up!, Škoda Citigo a Seat Mii. Motory těchto vozů jsou nejmenšími zástupci této řady. Jedná se o atmosféricky plněné tříválcové motory o zdvihovém objemu 999 cm³ a výkonu v rozpětí 44 až 50 kW. Tyto motory mají nepřímé vstřikování paliva. Mezi jejich další technická specifiky patří například absence vyvažovacího hřídele, pro snížení ztrát, a navýšení účinnosti. Na opačném konci spektra vozů poháněných motory EA211, jsou již zmiňovaná rodinná MPV Volkswagen Sharan, nebo střední SUV Škoda Kodiaq. V nabídce motorů těchto vozů tvoří motory řady EA211 základní pohonné jednotky.

Technické parametry motorů řady EA211

Technické parametry vybraných zástupců řady motorů EA211 přílohách č.1 – č.6.

5.3. Motory řady EA888

Řada motorů EA888 je další modulární řadou motorů koncernu Volkswagen, která rozšiřuje nabídku motorů orientovanou na dosažení vyšších výkonů a přináší možnost zástavby motorů do vozidel s podélným uspořádáním hnacího řetězce. Vývojem této řady motorů je Audi AG. Tato řada není již tolik orientovaná na náklady při hledání technických řešení, právě z důvodů nasazení do vozů tříd s vyšším image.

Řada EA888 je oproti EA211 méně rozmanitá, i přesto však čítá široké portfolio pohonných jednotek.

Stejně tak jako řady EA211 se jedná vždy o motory zážehové, ve všech variantách čtyřválcové, vždy přeplňované výfukovými plyny poháněným turbodmychadlem.

Výkonovým rozpětím navazuje řada EA888 na nejmocnější jednotky řady EA211. Spektrum naladění motorů sahá od 125 kW až pro 221 kW. Zdvihové objemy jsou dva, 1,8 l a 2,0 l. To předurčuje možnost nasazení motorů i do vozů vyšších tříd, a proto byl při jejich vývoji požadavek na zohlednění možnosti zastavět je i do vozů s podélnou zástavbou pohonné jednotky. Uplatnění nachází motory EA888 od vozů segmentu C (VW Golf, Škoda Octavia) až po vozy vyšší střední třídy, označované jako segment E (Audi A6). Nejmocnější provedení motorů EA888 pohánějí třeba sportovní modely vozů koncernu Volkswagen, třeba Audi TT, nebo Porsche Cayman, jsou ale i pohonnými jednotkami nejmocnějších verzí „střednětřídních“ limuzín VW Passat nebo Škoda Superb. Vedle požadavků na dosažení špičkových výkonových parametrů, včetně nízké spotřeby paliva a emisí, byl u této řady motorů kladen velmi velký důraz na komfort a kultivovanost chodu.

I motory EA888 staví na nejmodernějších technických řešeních. Jako příklad lze bezesporu uvést zdvojené vstřikování paliva (přímé do spalovacího prostoru, tak i nepřímé, do sacího potrubí), pracující v závislosti na zatížení, s cílem minimalizovat produkci sazí. Použití vyvažovacích hřídelů ve všech provedeních i výkonových variantách, dále proměnné časování, zdvih sacích i výfukových ventilů (AVS), či do hlavy válců integrované a chlazené svodové výfukové potrubí, podtrhují určení těchto motorů. Z důvodů dosahovaných výkonů používají motory EA888 na rozdíl od motorů řady EA211, separátní chladič stlačeného vzduchu, umístěný klasicky v přední části vozu.

Technické parametry motorů řady EA888

Technické parametry vybraných zástupců řady motorů EA888 jsou uvedeny v přílohách č.7 – č.10.

6. Porovnání motorů řad EA211 a EA888.

Cílem této kapitoly je porovnání motorů z pohledu dosažení výkonových parametrů, ekologie provozu, vspělosti či pokrokovosti použité techniky, nebo srovnání ekonomických ukazatelů. Pro objektivní srovnání jsou definována konkrétní, po skupinách rozdělená, hodnotící kritéria. Každému kritériu je přiřazena hodnotící stupnice. Stupni plnění tohoto kritéria odpovídá počet bodů.

Pomocí těchto kritérií bude možno vyhodnocovat, jakých výsledků dosahuje daný motor v určité kategorii, a na základě celkového vyhodnocení určit jaké byly stanoveny priority či cíle pro jednotlivé motory při jejich vývoji.

6.1. Výběr konkrétních motorů

Aby bylo možné při porovnávání technických a ekonomických parametrů jednotlivých motorů soustředit se pouze na rozdíly v motorech, je nutné zvolit vůz, který má v nabídce pohonných jednotek agregáty z obou motorových řad. Vozidlem, které splňuje tento požadavek je automobil Škoda Octavia.

Do srovnání byly zvoleny vozy Octavia s karoserií se splývající zádí, modelového roku 2018, vybavené agregáty 1,4TSI/81 kW CNG EU6, 1,4TSI/110 kW EU6 a 1,8TSI/132 kW EU6, vždy spojené s manuální převodovkou. Pro umožnění porovnat i ekonomické hledisko, jsou všechna vozidla ve výbavovém stupni Style, protože pouze v tomto stupni výbavy jsou nabízeny všechny tři motory na trhu v České republice.

Důvodem volby těchto konkrétních motorů je rovněž fakt, že z určitého pohledu se jedná o motory vzájemně podobné, všechny jsou moderní přeplňované zážehové čtyřválcové, přičemž se ale také významně odlišují, například používaným palivem. Každý z těchto motorů klade důraz na jiný ukazatel, z čehož vyplývá, že každý z nich cílí na jinou skupinu zákazníků.

6.2. Hodnotící kritéria

V následující kapitole jsou specifikována hodnotící kritéria. Jsou rozdělena do čtyř kategorií zohledňujících technické, ekologické a ekonomické parametry hodnocených motorů.

Jednotlivá kritéria jsou stanovována tak, aby umožnila motory objektivně srovnávat z pohledu konkrétních parametrů. Stupnice hodnocení je vždy rozdělena do šesti

stupňů, s definovaným rozpětím daného parametru a přiřazeným počtem hodnoticích bodů. Nejlepšímu hodnocení odpovídá zisk 5 bodů, nejhorší hodnocení znamená zisk 0 bodů.

Technické parametry

První skupinou hodnoticích kritérií jsou technické parametry, které posuzují především výkonové ukazatele motorů. Rozpětí hodnoticích kritérií je stanovováno individuálně. Pro umožnění objektivního porovnávání, jsou výkon a točivý moment motorů vztaženy na jednotku zdvihového objemu v litrech.

Měrný výkon

Porovnávána je hodnota maximálního výkonu vztaženého na jednotku zdvihového objemu. Čím vyšších hodnot motor dosahuje tím lépe.

Tab. 1 - Hodnoticí kritéria - Měrný výkon

Dosažená hodnota [kW/l]	< 55	56 – 60	61 – 65	66 – 70	71 – 75	> 75
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Měrný točivý moment

Porovnávána je hodnota maximálního točivého momentu vztažená na jednotku zdvihového objemu. Čím vyšších hodnot motor dosahuje tím lépe.

Tab. 2 - Hodnoticí kritéria - Měrný točivý moment

Dosažená hodnota [Nm/l]	< 100	100 - 125	126 - 150	151 - 175	176 - 200	> 200
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Maximální rychlost

Porovnáváno je, jakou maximální rychlost je schopen vůz vybaven daným motorem dosáhnout. Čím vyšších hodnot je dosaženo, tím lépe.

Tab. 3 - Hodnoticí kritéria - Maximální rychlost

Dosažená hodnota [km/h]	> 150	150 - 175	176 - 190	191 - 205	206 - 220	< 220
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Zrychlení z 0 na 100km/h

Je porovnáváno jak rychle je schopen vůz vybavený daným motorem dosáhnout z klidu rychlosti 100km/h. Nižší hodnota znamená lepší výsledek.

Tab. 4 - Hodnotící kritéria - Zrychlení z 0 na 100km/h

Dosažená hodnota [s]	>13,0	13,0 – 11,6	11,5 - 9,1	9,0 - 7,6	7,5 - 6,0	< 6,0
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Provozně-ekologické parametry

Skupina kritérií hodnotících provozně ekologické parametry sleduje, jak efektivně motory pracují z pohledu spotřeby paliva nebo emisí CO₂. Hodnocena je i schopnost motorů spalovat alternativní, ekologicky šetrnější paliva, nebo zda motory využívají náročnější technická řešení, s cílem omezit emse jiných škodlivin, jako jsou třeba pevné částice.

Spotřeba paliva kombinovaná

Porovnávána je spotřeba paliva stanovenou dle normy EU99/100. Udává se v l/100km, nebo v případě plyných paliv v m³/100km. Nižší hodnota znamená lepší výsledek.

Tab. 5 - Hodnotící kritéria - Spotřeba paliva kombinovaná

Dosažená hodnota [l/100km]	> 7,0	7,0 – 6,5	6,4 – 6,0	5,9 – 5,5	5,4 – 5,0	< 5,0
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Emise CO₂

Porovnáváno je kolik gramů CO₂ vyprodukuje vůz na 1 km ujeté vzdálenosti. Nižší hodnota znamená lepší výsledek.

Tab. 6 - Hodnotící kritéria - Emise CO₂

Dosažená hodnota [g/km]	> 150	150 - 135	134 - 120	119 - 105	105 - 90	< 90
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Schopnost provozu na alternativní paliva

Posuzována je schopnost motoru spalovat kromě benzínu ještě alternativní, ekologicky výhodnější paliva. Z pohledu ekologičnosti provozu je nejlépe hodnocena paliva CNG a Etanol, nejhůře z alternativních paliv je hodnocen LPG.

Tab. 7 - Hodnoticí kritéria - Schopnost provozu na alternativní paliva

Druh paliva	BA95	BA95+LPG				BA95+CNG, nebo BA95+Etanol
Počet bodů	0	1				5

Způsob vstřikování paliva z pohledu vlivu na produkci sazí

Pevné částice (saze) obsažené ve výfukových plynech jsou zdraví škodlivé. Posuzována je vhodnost použitého systému vstřikování paliva z pohledu produkce pevných částic.

Nejhorší hodnocení = přímé vstřikování paliva=největší sklon k produkci sazí

Střední hodnocení = přímé vstřikování doplněné o nepřímé vstřikování=méně sazí

Nejlepší hodnocení = nepřímé vstřikování=nejmenší sklon k tvorbě sazí

Tab. 8 - Hodnoticí kritéria - Způsob vstřikování paliva z pohledu vlivu na produkci sazí

Proměnná	přímé	zdvojené	nepřímé
Počet bodů	1	3	5

Vypělost, nebo pokrokovost použitých technických řešení

Parametry hodnocené následujícími kritérii, nejsou jednoznačně kvantifikovatelné, proto pouze hodnotí, zda daného technického řešení bylo použito, či ne. V případě že to povaha konkrétního tech. řešení umožní, je hodnoceno, do jakého stupně je toto použito.

Vyváženost chodu

Hodnoceno je užití vyvažovacích hřídelů pro dosažení vyšší vyváženosti chodu. Absence vyvažovacích hřídelů znamená horší hodnocení. Použití vyvažovacích hřídelů znamená lepší hodnocení.

Tab. 9 - Hodnoticí kritéria - Vyváženost chodu

Dosažená hodnota	nemá vyvažovací hřídele	má vyvažovací hřídele
Počet bodů	1	5

Proměnné časování ventilů

Hodnoceno je užití proměnného časování ventilů umožňujícího zlepšit průběh točivého momentu a snížit emise škodlivin. Absence systému znamená nejhorší hodnocení, použití systému pro oba vačkové hřídele znamená nejlepší hodnocení

Tab. 10 - Hodnoticí kritéria - Proměnné časování ventilů

Dosažená hodnota	Ne	Ano - sací nebo výfuk. vačka	Ano - obě vačky
Počet bodů	1	3	5

Proměnný zdvih ventilů

Posuzováno je užití systému umožňujícího změnu zdvihu ventilů, přinášejícího lepší průběh točivého momentu a nižší emise škodlivin. Absence systému = nejhorší hodnocení, použití systému pro oba vačkové hřídele = nejlepší hodnocení.

Tab. 11 - Hodnoticí kritéria - Proměnný zdvih ventilů

Dosažená hodnota	Ne	Ano - sací nebo výfuk. vačka	Ano - obě vačky
Počet bodů	1	3	5

Ekonomické parametry

K porovnání motorů z ekonomického hlediska budou použita kritéria sledující náklady spojené s pořízením a provozem automobilu Škoda Octavia s každým zhodnocených motorů. Vedle těchto kritérií je posuzován poměr pořizovací ceny tohoto automobilu každým z motorů k hodnotám jejich maximálního výkonu a maximálního točivého momentu, což je vyjádřeno parametry „Cena za 1 kW“ a „Cena za 1 Nm“.

Pořizovací cena

Posuzována je cena stejně vybaveného vozu s jednotlivými motory. Nižší hodnota znamená lepší hodnocení.

Tab. 12 - Hodnoticí kritéria - Pořizovací cena

Dosažená hodnota [tis. Kč]	> 650	650 - 601	600 - 551	550 - 501	500 - 450	< 450
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Zdvihový objem motoru

Hodnocena je velikost zdvihového objemu motoru z pohledu výše povinného ručení. Nižší zdvihový objem znamená nižší částku za povinné ručení = lepší hodnocení

Tab. 13 - Hodnoticí kritéria - Zdvihový objem motoru

Dosažená hodnota [cm ³]	> 2000	2000 - 1851	1850 - 1651	1650 - 1351	1350 - 1250	< 1250
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Interval servisních prohlídek

Srovnávána je délka intervalu servisních prohlídek (výměn olejové náplně a filtru) z pohledu četnosti návštěv servisu. Delší interval servisních prohlídek znamená nižší provozní náklady, tedy lepší hodnocení.

Tab. 14 - Hodnoticí kritéria - Interval servisních prohlídek

Dosažená hodnota	pevný interval 15 000km/1 rok	proměnný interval až 30 000km/2 roky	proměnný interval až 50 000km/2 roky
Počet bodů	1	3	5

Cena za 1 kW výkonu

Posuzováno je „kolik zaplatil zákazník“ za 1 kW výkonu motoru. *Nižší hodnota znamená lepší hodnocení.*

Tab. 15 - Hodnoticí kritéria - Cena za 1 kW

Dosažená hodnota [Kč]	> 7 000	7 000 – 6 501	6 500 – 6 001	6 000 – 5 5001	5 500 - 5 000	< 5 000
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Cena za 1 Nm točivého momentu

Je porovnáváno „kolik zaplatil zákazník“ za 1 Nm točivého momentu motoru. Nižší hodnota znamená lepší hodnocení.

Tab. 16 - Hodnoticí kritéria - Cena za 1 Nm

Dosažená hodnota [Kč]	> 3 000	3 000 – 2 751	2 750 – 2 501	2 500 – 2 251	2 250 – 2 000	< 2000
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

Náklady na palivo na 1 km

Porovnávají jsou náklady na palivo potřebné pro ujetí vzdálenosti 1 km. Nižší hodnota = lepší hodnocení.

Tab. 17 - Hodnotící kritéria - Náklady na palivo na 1 km

Dosažená hodnota [Kč]	> 2,0	2,0 – 1,76	1,75 – 1,50	1,50 – 1,26	1,25 - 1,0	< 1,0
Počet bodů	0	1	2	3	4	5

6.3. Technicko-ekonomické údaje motorů

Tab. 18 - Technické údaje porovnávaných motorů

		Škoda Octavia		
Motor		1,4TSI/81 kW CNG	1,4TSI/110 kW	1,8TSI/132 kW
Řada		EA211	EA211	EA888
Druh		zážehový, přepřihovaný	zážehový, přepřihovaný	zážehový, přepřihovaný
Počet válců/zdvihový objem [cm ³]		4/1395	4/1395	4/ 798
Max. výkon [kW/min ⁻¹]		81/4800-6000	110/5000-6000	132/5100-6200
Max. točivý moment [Nm/min ⁻¹]		200/1500-3500	250/1500-3500	250/1250-5000
Exhalační norma		EU6	EU6	EU6
Kompresní poměr		10,5:1	10:1	9,6:1
Palivo		BA95, CNG	BA95	BA95
Maximální rychlost [km/h]		195	219	231
Zrychlení 0–100 km/h [s]		10,9	8,1	7,3
Spotřeba (dle normy EU 99/100) [BA95 - l/100 km] [CNG - m ³ /100 km]	– město	BA95: 7,5 CNG: 7,4	BA95: 6,7	BA95: 7,6
	– mimo město	BA95: 4,7 CNG: 4,6	BA95: 4,3	BA95: 5,2
	– kombinovaná	BA95: 5,7 CNG: 5,7	BA95: 5,2	BA95: 6,1
Emise CO ₂ [g/km]		BA95:131 CNG: 101	BA95:121	BA95:139
Servisní interval výměny oleje		15 000 km nebo 1 rok	až 30 000km nebo 2 roky	až 30 000km nebo 2 roky

Zdroj: www.skoda-auto.cz

Tab. 19 - Technické údaje porovnávaných motorů

Motor	1,4TSI/81 kW CNG	1,4TSI/110 kW	1,8TSI/132 kW
Vstřikování paliva	Přímé (BA95) Nepřímé (CNG)	Přímé	Zdvojené přímé i nepřímé
Vyvažovací hřídele	Ne	Ne	Ano
Proměnné časování ventilů	Ano, sací ventily	Ano, sací i výfukové ventily	Ano, sací i výfukové ventily
Proměnný zdvih ventilů	Ne	Ne	Ano, výfukové ventily
Pohon rozvodového mechanismu	Řemen	Řemen	Řemen

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda Auto a.s.

6.4. Hodnocení motoru EA211 1,4TSI/81 kW CNG

V následujících tabulkách bude uvedeno hodnocení motoru 1,4TSI/81 kW CNG. Počet bodů získaných podle kritérií uvedených v kap. 6.2, dosažených hodnot na základě

Tab. 20 - Hodnocení technických parametrů motoru EA211 1,4TSI/81kW CNG

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Max. výkon/otáčky [kW/min ⁻¹]	81/4800-6000	---
Měrný výkon [kW/l]	58,06	1
Max. točivý moment [Nm/min ⁻¹]	200/1500-3500	---
Měrný točivý moment [Nm/l]	179,2	4
Maximální rychlost [km/h]	195	3
Zrychlení 0–100 km/h [s]	10,9	2
Celkem bodů		10

Tabulka ukazuje velmi nízké bodové hodnocení kritéria měrný výkon. Podobně je motor hodnocen i v kritériích maximální rychlost a zrychlení z 0-100km/h.

Naopak počet bodů získaných za parametr měrný točivý moment je poměrně vysoký.

Z výše uvedeného hodnocení technických parametrů tedy vyplývá, že dosažení vysokého výkonu, max. rychlosti, či zrychlení, nebylo pro tento motor prioritou.

Naopak z hodnocení točivého momentu vyplývá, že priorita při ladění motoru byl vysoký nájezd kilometrů a umožnění provozu motoru v režimu s nejvyšší účinností. Provoz motoru v pásmu nejvyšší účinnosti má pozitivní vliv na namáhání motoru, s čímž je spojena jeho životnost. V neposlední řadě má motor v tomto pásmu nejnižší měrnou spotřebu paliva. Tento jev je popsán grafem vnější otáčkové charakteristiky v kapitole 4.

Tab. 21 - Hodnocení provozně-ekologických parametrů motoru EA211 1,4TSI/81 kW CNG

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Kombinovaná spotřeba dle normy EU 99/100 [BA95 - l/100 km, CNG - m ³ /100 km]	BA95: 5,7 CNG: 5,7	---
Kombinovaná spotřeba dle normy EU 99/100 Přepočtené pro provoz 20% BA95 + 80%CNG	5,7	3
Emise CO ₂ [g/km]	BA95:131 CNG: 101	---
Emise CO ₂ [g/km] Přepočtené pro provoz 20% BA95 + 80%CNG	107	3
Palivo	BA95, CNG	5
Vstřikování paliva Přepočet.pro provoz 20% přímé + 80% nepřímé	Přímé (BA95) Nepřímé (CNG)	4,2 (0,2x1 +0,8x5)
Celkem bodů		15,2

Z hodnocení vyplývá vysoká orientace motoru na ekologičnost provozu, především možností spalovat alternativní, ekologicky šetrné palivo CNG. Provozem motoru na palivo CNG dochází k výrazně nižší produkci zdravotně škodlivých pevných částic, při porovnání s provozem na benzín.

Tab. 22 - Hodnocení míry užití pokrokových technických řešení mot. EA211 1,4TSI/81kW CNG

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Vyvažovací hřídele	Ne	1
Proměnné časování ventilů	sací ventily	3
Proměnný zdvih ventilů	Ne	1
Celkem bodů		5

Z hodnocení vyplývá podobně jako u hodnocení technických parametrů, že u tohoto motoru nebylo prioritou nasazení pokrokových technologií, ale naopak udržení jednoduché a tím i na závady méně náchylné konstrukce, s ohledem na předpoklad vysokých kilometrových nájezdů.

Tab. 23 - Hodnocení ekonomických parametrů motoru EA211 1,4TSI/81 kW CNG

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Pořizovací cena vozu	566 900 Kč	2
Zdvihový objem	1395 cm ³	3
Servisní interval výměny oleje	15 000 km nebo 1 rok	1
Cena za 1 kW výkonu	6 998,80 Kč	0
Cena za 1 Nm točivého momentu	2 834,50 Kč	1
Průměrná cena paliva BA95*	31,765 Kč	---
Průměrná cena paliva CNG**	17,858 Kč	---
Průměrná cena paliva Přepočtené pro provoz 20% BA95 + 80%CNG	20,641 Kč	---
Náklady na ujetí 1 km	1,177 Kč	4
Celkem bodů		11

* průměrná ceny paliva BA95 v ČR v letech 2014-2017

** průměrná ceny paliva CNG v ČR v letech 2014-2017

Zdroj: www.cng4you.cz

Výše uvedené hodnocení dokládá zaměření konstrukce a naladění motoru na dosažení nízkých provozních náklad. Do nízkého hodnocení pořizovacích nákladů se promítla nákladná technika umožňující provoz na alternativní palivo.

6.5. Hodnocení motoru EA211 1,4TSI/110 kW

V následujících tabulkách je uvedeno hodnocení motoru 1,4TSI/110 kW podle kritérií uvedených v kap. 6.2

Tab. 24 - Hodnocení výkonových parametrů motoru EA211 1,4TSI/110 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Max. výkon/otáčky [kW/min ⁻¹]	110/5000-6000	---
Měrný výkon [kW/l]	78,85	5
Max. točivý moment [Nm/min ⁻¹]	250/1500-3500	---
Měrný točivý moment [Nm/l]	179,21	4
Maximální rychlost [km/h]	219	4
Zrychlení 0–100 km/h [s]	8,1	3
Celkem bodů		16

Tabulka ukazuje vysoké hodnocení parametrů měrný výkon, měrný točivý moment a maximální rychlost. Z hodnocení vyplývá priorita dosažení vysokého výkonu, a točivého momentu i přes nízký objem motoru.

Tab. 25 - Hodnocení provozně-ekologických parametrů motoru EA211 1,4TSI/110 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Kombinovaná spotřeba dle normy EU 99/100 [l/100 km]	5,2	4
Emise CO ₂ [g/km]	121	2
Palivo (schopnost provozu na alt. paliva)	BA95	0
Vstřikování paliva	Přímé	1
Celkem bodů		7

Výše uvedené hodnocení navazuje na závěry z Tab. 24, a dokládá prioritu dosažení vysokého výkonu, např. na úkor emisí CO₂. Z nízkého hodnocení ostatních parametrů vyplývá malý důraz kladený na ekologický provoz.

Tab. 26 - Hodnocení míry užití pokrokových technických řešení mot. EA211 1,4TSI/110 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Vyvažovací hřídele	Ne	1
Proměnné časování ventilů	sací i výfuková vačka	5
Proměnný zdvih ventilů	Ne	1
Celkem bodů		7

Výše uvedené hodnocení potvrzuje, obdobně jako u motoru 1,4TSI/81 kW CNG, důraz na užití jednoduché techniky. Priorita dosažení vysokého výkonu a točivého momentu měla za následek nutnost nasazení proměnného časování ventilů na straně sací i výfukové vačky.

Tab. 27 - Ekonomické parametry motoru EA211 1,4TSI/110 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Pořizovací cena vozu	550 900 Kč	2
Zdvihový objem [cm ³]	1395	3
Servisní interval výměny oleje	až 30 000km nebo 2 roky	3
Cena za 1 kW výkonu	4 553,64 Kč	5
Cena za 1 Nm točivého momentu	2 003 60 Kč	4
Průměrná cena paliva*	31,765 Kč	---
Náklady na ujetí 1 km	1,652 Kč	2
Celkem bodů		19

* průměrná ceny paliva BA95 v ČR v letech 2014-2017

Zdroj: www.cng4you.cz

Vysoké hodnocení parametrů „cena za 1 kW výkonu“ a „cena za 1 Nm točivého momentu“ potvrzuje prioritu dosažení vysokých hodnot výkonu a točivého momentu, při použití jednoduché techniky. Toto potvrzují i hodnocení z Tab. 24 a Tab. 26.

6.6. Hodnocení motoru EA888 1,8TSI/132 kW

V následujících tabulkách je uvedeno hodnocení motoru 1,8TSI/132 kW podle kritérií uvedených v kap. 6.2

Tab. 28 - Hodnocení výkonových parametrů motoru EA211 1,8TSI/132 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Max. výkon/otáčky [kW/min ⁻¹]	132/5100-6200	---
Měrný výkon [kW/l]	73,41	4
Max. točivý moment [Nm/min ⁻¹]	250/1250-5000	---
Měrný točivý moment [Nm/l]	139,04	2
Maximální rychlost [km/h]	231	5
Zrychlení 0–100 km/h [s]	7,3	4
Celkem bodů		15

Tabulka ukazuje vysoké hodnocení parametru měrný výkon. Naopak nízké je hodnocení měrného točivého momentu. Z tohoto vyplývá, že naladění motoru nevyužívá potenciál použité techniky na maximum, jak tomu bylo u motoru 1,4TSI/110 kW. Vysoká hodnota maximálního výkonu má za následek dosažení vysokého hodnocení parametru maximální rychlost a zrychlení 0-100 km/h.

Tab. 29 - Hodnocení provozně-ekologických parametrů motoru EA888 1,8TSI/132 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Kombinovaná spotř. dle normy EU 99/100 [l/100 km]	6,12	2
Emise CO ₂ [g/km]	139	1
Palivo	BA95	0
Vstřikování paliva	Zdvojené přímé i nepřímé	3
Celkem bodů		6

Hodnocení všech provozně ekologických parametrů u tohoto motoru je velmi nízké. Z hodnocení vyplývá, že prioritou pro tento motor nebyla ekologičnost provozu, i přes použití pokrokové techniky, v podobě zdvojeného vstřikování paliva, které výrazně omezuje produkci pevných částic určitých provozních režimech motoru.

Tab. 30 - Hodnocení míry užití pokrokových technických řešení mot. EA888 1,8TSI/132 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Vyvažovací hřídele	Ano	5
Proměnné časování ventilů	sací i výfuková vačka	5
Proměnný zdvih ventilů	výfuková vačka	3
Celkem bodů		13

Z výše uvedeného hodnocení vyplývá vysoká orientace na použití pokrokových technických řešení u tohoto motoru. I přes jejich rozsáhlé nasazení nedosáhl motor EA888 1,8TSI 132 kW nejvyššího bodového hodnocení v kritériích měrný výkon a měrný točivý moment, což ukazuje na fakt, že potenciál techniky použité u tohoto motoru, není využit na maximum.

Tab. 31 - Ekonomické parametry motoru EA211 1,8TSI/132 kW

Parametr	Hodnota	Hodnocení
Pořizovací cena vozu	589 900 Kč	2
Zdvihový objem [cm ³]	1 798	2
Servisní interval výměny oleje	až 30 000km nebo 2 roky	3
Cena za 1 kW výkonu	4 468,94 Kč	4
Cena za 1 Nm točivého momentu	2 359,60 Kč	3
Průměrná cena paliva*	31,765 Kč	---
Náklady na ujetí 1 km	1,944 Kč	1
Celkem bodů		15

* průměrná ceny paliva BA95 v ČR v letech 2014-2017

Zdroj: www.cng4you.cz

Hodnocení ekonomických parametrů motoru 1,8TSI/132 kW je v porovnání s motorem 1,4TSI/110 kW nižší. Toto hodnocení reflektuje nasazení nákladných pokrokových technických řešení, což potvrzuje hodnocení z Tab. 30.

7. Vyhodnocení a interpretace dílčích výsledků

V této části práce budou porovnána a interpretována získaná bodová hodnocení všech motorů v jednotlivých kategoriích.

Sumarizace hodnocení jednotlivých kategorií

Tab. 32 - Srovnání hodnocení motorů - Technické parametry

	1,4TSI/81 kW CNG	1,4TSI/110 kW	1,8TSI/132 kW
Získané body	10	16	15
Pořadí	3	1	2

Interpretace výsledků:

Při hodnocení dosahování nejlepších technických parametrů, jako jsou výkon, nebo točivý moment, získal nejvíce bodů motor 1,4TSI/110 kW. Motor 1,8TSI/132 kW získal pouze o jeden bod méně. Nejnižší počet bodů získal motor 1,4TSI/81 kW CNG.

Tento výsledek ukazuje, že v dosahování co nejlepších technických parametrů jsou mezi prvními dvěma motory jen minimální rozdíly, a že dosažení vysokých hodnot měrného výkonu a měrného točivého momentu byl při vývoji kladem vysoký, možná prioritní důraz. Naopak pro motor 1,4TSI/81 kW CNG nebylo dosažení podobných výkonových parametrů prioritou.

Tab. 33 - Srovnání hodnocení motorů - Provozně-ekologické parametry

	1,4TSI/81 kW CNG	1,4TSI/110 kW	1,8TSI/132 kW
Získané body	15,2	7	6
Pořadí	1	2	3

Interpretace výsledků:

V hodnocení provozně ekologických parametrů dosáhl nejvyššího počtu bodů motor 1,4TSI/81 kW CNG. Druhý v pořadí skončil motor 1,4TSI/110 kW. Nejhůře vyšel z hodnocení motor 1,8TSI/132 kW. Stejně jako v případě technických parametrů byl rozdíl v získaných bodech mezi motory 1,4TSI/110 kW a 1,8TSI/132 kW minimální – pouze jeden bod, naopak odstup obou motorů od nejlepšího byl výrazný - 8 bodů.

Z výsledku vyplývá, že u motoru 1,4TSI/81 kW CNG bylo dosažení vynikajících výsledků v ekologičnosti provozu prioritní.

Tab. 34 - Srovnání hodnocení motorů- Vypělost, nebo pokrokovost použitých technických řešení

	1,4TSI/81 kW CNG	1,4TSI/110 kW	1,8TSI/132 kW
Získané body	5	7	13
Pořadí	3	2	1

Interpretace výsledků:

Při hodnocení užití pokrokových řešení, například z pohledu kultivovanosti chodu, nebo úrovně vibrací, získal nejvíce bodů motor 1,8TSI/132 kW. Na druhém místě se s velkým odstupem – 6 bodů, umístil motor 1,4/110 kW. Nejnižšího zisku bodů dosáhl motor 1,4TSI/81 kW CNG.

Výsledek potvrdil, že nasazení moderních a pokrokových technických řešení je u motorů řady EA888 významně vyšší, nežli u řady EA211.

Při srovnání výsledku tohoto hodnocení s předchozími dvěma hodnoceními, nelze najít objektivní opodstatnění nasazení pokrokových technických řešení u motorů EA888. Důvodem pro tento závěr je, že v obou předchozích hodnoceních se body získané motorem 1,8TSI/132 kW (EA888) výrazně nelišily od výsledku motoru 1,4TSI/110kW (EA211).

Tab. 35 - Srovnání hodnocení motorů - Ekonomické parametry

	1,4TSI/81 kW CNG	1,4TSI/110 kW	1,8TSI/132 kW
Získané body	11	19	15
Pořadí	3	1	2

Interpretace výsledků:

V hodnocení ekonomických parametrů dosáhl nejlepšího výsledku motor EA211 1,4TSI/110 kW. Motor EA888 1,8TSI/132 kW vyšel z hodnocení na druhém místě. S výrazně nižším počtem bodů skončil na třetím místě motor EA211 1,4TSI/81 kW CNG.

Výsledek potvrzuje, že motor EA211 1,4TSI/110 kW dosahuje podobných cílů jako motor EA888 1,8TSI/132 kW, ale při použití jednodušší, a tedy levnější techniky. Naopak u motoru EA211 1,4TSI/81 kW CNG výsledek dokládá, že pro dosažení vysoké úrovně ekologičnosti provozu, bylo nutné aplikovat finančně náročná řešení, například zdvojenou palivovou soustavu, včetně instalace tlakových nádrží pro plynné palivo.

Uvedenou trojici motorů lze chápat i jako dvě dvojice do určité míry konkurentů, nebo alternativ. První dvojici tvoří oba motory z řady EA211, tedy 1,4TSI, které jsou si podobné z pohledu použité techniky, ale každý upřednostňuje dosažení jiných parametrů. Motor 1,4TSI/81 kW klade důraz na ekonomiku a ekologičnost provozu možností provozu na stlačený zemní plyn (CNG). Motor 1,4TSI/110 kW naopak i přes svůj objem nabízí vysoký výkon, při relativně nízké spotřebě.

Jako druhou dvojici potenciálních konkurentů lze označit motor EA211 1,4TSI/110 kW a motor EA888 1,8/132 kW. Oba motory dosahují podobných parametrů, každý ale přitom prostřednictvím jiné techniky, a rovněž jejich projev například z pohledu kultivovanosti chodu, či spotřeby paliva je odlišný.

8. Závěr

Cílem práce bylo porovnat řady motorů EA211 a EA888 z pohledu dosahovaných parametrů a úrovně použité techniky. Vedle techniky byly motory porovnávány i z ekonomického hlediska a ekologičnosti jejich provozu.

V teoretické části byly představeny základní konstrukční části zážehového spalovacího motoru. Popis jednotlivých částí čerpá jak z veřejně publikovaných odborných prací a knih, tak i z interních materiálů společnosti Škoda Auto, popisujících v současnosti používané technologie a konstrukční řešení.

V praktické části byly nejprve představeny obě řady motorů.

Porovnávány jsou dva motory z řady EA211, konkrétně 1,4TSI/81 kW CNG a 1,4TSI/110 kW a jeden motor z řady EA888, motor 1,8TSI/132 kW. Parametry všech motorů vychází z technických údajů automobilu Škoda Octavia a jejich porovnání je založeno na bodovém hodnocení podle definovaných kritérií.

Výsledky hodnocení potvrdily, že žádný z motorů nezvítězil ve všech hodnocených kategoriích, a lze tedy konstatovat, že všechny motory mají své opodstatnění v nabídce pohonných jednotek automobilu Škoda Octavia. Každý z motorů klade důraz na jiné parametry, a proto každý z nich osloví zákazníka s jinými preferencemi.

Motor EA211 1,4TSI/81 kW CNG bude preferovat zákazník, pro nějž jsou prioritou nízké provozní náklady a ekologičnost provozu. V těchto parametrech mu nemohou ostatní dva motory konkurovat.

Zákazník preferující vysoký výkon a točivý moment, a zároveň i nízké pořizovací náklady, bude volit motor EA211 1,4TSI/110 kW.

Preference vysokých výkonových parametrů a moderních technických řešení hovoří jednoznačně ve prospěch motoru EA888 1,8TSI/132 kW.

Odůvodněním pro nasazení pokrokových technologií v případě motoru EA888 1,8TSI/132 kW může být dosažení lepšího hodnocení při **subjektivním** posuzování chování motoru, které však nebylo cílem této zprávy.

Seznam literatury

HROMÁDKO, Jan. *Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol*. Praha: Grada, 2011. Řada strojírenské literatury. ISBN 978-80-247-3475-0.

REMEK, Branko. *Automobil a spalovací motor: historický vývoj*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3538-2.

JAN, Zdeněk, ŽDÁNSKÝ Bronislav. *Automobily.*, Avid, spol. s r.o., 2006.

Interní školicí materiály Škoda Auto a.s., *Samostudijní program SSP 539*, Volkswagen AG, 2015

Interní školicí materiály Škoda Auto a.s., *Samostudijní program SSP 511*, Volkswagen AG, 2013

Interní školicí materiály Škoda Auto a.s., *Samostudijní program SSP 606*, Volkswagen AG, 2012

Interní školicí materiály Škoda Auto a.s., *Samostudijní program SSP 384*, Volkswagen AG, 2006

CNG4You: *Vývoj cen CNG v ČR a dalších paliv CNG4You.html* [online]. [cit. 2018-12-07]. Dostupný z URL:<<http://www.cng4you.cz/kolik-to-stoji/vyvoj-cen-cng-v-cr-a-dalsich-paliv.html>

Škoda Auto Česká republika: *Octavia-g-tec-brozura.pdf* [online]. [cit. 2018-12-07]. Dostupný z URL:<https://www.autopodbaba.cz/content/files/Ceniky_katalogy/octavia-g-tec-brozura.pdf

Škoda Auto Česká republika: *servisni-intervaly-Octavia.14996770b899a6e8a0d4f8253b41ac59.pdf* [online]. [cit. 2018-12-07]. Dostupný z URL:<<https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/b8a57157-40cb-407d-9ed2-df17e2e7ab15/servisni-intervaly-octavia.14996770b899a6e8a0d4f8253b41ac59.pdf>

Škoda Auto Česká republika: *cenik-octavia 2018-10-19.8767b4708d6fb689efd8d0285cd6875d.pdf* [online]. [cit. 2018-12-07]. Dostupný z URL:<<https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/d71398f7-bee2-492b-a678-5bfc6de901f8/cenik-octavia%202018-10-19.8767b4708d6fb689efd8d0285cd6875d.pdf>

Škoda Auto Česká republika: *octavia-katalog.561c73c974bb5df115ffde03eeed2c57.pdf* [online]. [cit. 2018-12-07]. Dostupný z URL:<<https://az749841.vo.msecnd.net/sitescscz/alv1/2586e3e7-1197->

4d31-a1f0-2f1020ef22b9/octavia-
katalog.561c73c974bb5df115ffde03eed2c57.pdf

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 - Pístní skupina motoru EA888 1,8TSI.....	13
Obr. 2 - Klikový mechanismus motoru EA211 1,0TSI	15
Obr. 3 - Rozvodový mechanismus motoru EA211 1,0MPI.....	17
Obr. 4 - Blok motoru EA888 1,8TSI.....	19
Obr. 5 - Hlava válců motoru EA211 1,0MPI.....	20
Obr. 6 - Základní způsoby přípravy směsi u zážehového motoru	21
Obr. 7 - Schéma tepelné bilance spalovacího motoru.....	23
Obr. 8 - Vnější otáčková charakteristika motoru	24
Obr. 9 - Hlava motoru EA211 1,6MPI/81 kW s integrovaným svodovým výfukovým potrubím	26
Obr. 10 - Hlava motoru EA211 1,6MPI/81 kW s integrovaným svodovým výfukovým potrubím	27
Obr. 111 - Motor EA211 1,4TSI/81 kW.....	57
Obr. 12 - Motor EA211 1,0TSI/81 kW	58
Obr. 14 - Motor EA211 1,0MPI/50 kW.....	59
Obr. 15 - Motor EA211 1,0TSI/81 kW	60
Obr. 16 - Motor EA211 1,2TSI/77 kW	61
Obr. 17 - Motor EA211 1,4TSI/90 kW	62
Obr. 13 - Motor EA888 1,8TSI/132 kW.....	63
Obr. 18 - Motor EA888 1,8TSI/125 kW.....	64
Obr. 19 - Motor EA888 2,0TSI/165 kW.....	65
Obr. 20 - Motor EA888 2,0TSI/221 kW.....	66

Seznam tabulek

Tab. 1 - Hodnoticí kritéria - Měrný výkon.....	31
Tab. 2 - Hodnoticí kritéria - Měrný točivý moment.....	31
Tab. 3 - Hodnoticí kritéria - Maximální rychlost.....	31
Tab. 4 - Hodnoticí kritéria - Zrychlení z 0 na 100km/h.....	32
Tab. 5 - Hodnoticí kritéria - Spotřeba paliva kombinovaná	32
Tab. 6 - Hodnoticí kritéria - Emise CO ₂	32
Tab. 7 - Hodnoticí kritéria - Schopnost provozu na alternativní paliva	33
Tab. 8 - Hodnoticí kritéria - Způsob vstřikování paliva z pohledu vlivu na produkci sazí	33
Tab. 9 - Hodnoticí kritéria - Vyváženost chodu	33
Tab. 10 - Hodnoticí kritéria - Proměnné časování ventilů	34
Tab. 11 - Hodnoticí kritéria - Proměnný zdvih ventilů	34
Tab. 12 - Hodnoticí kritéria - Pořizovací cena	34
Tab. 13 - Hodnoticí kritéria - Zdvihový objem motoru.....	35
Tab. 14 - Hodnoticí kritéria - Interval servisních prohlídek.....	35
Tab. 15 - Hodnoticí kritéria - Cena za 1 kW.....	35
Tab. 16 - Hodnoticí kritéria - Cena za 1 Nm	35
Tab. 17 - Hodnoticí kritéria - Náklady na palivo na 1 km	36
Tab. 18 - Technické údaje porovnávaných motorů	37
Tab. 19 - Technické údaje porovnávaných motorů	38
Tab. 20 - Hodnocení technických parametrů motoru EA211 1,4TSI/81kW CNG	38
Tab. 21 - Hodnocení provozně-ekologických parametrů motoru EA211 1,4TSI/81 kW CNG	39
Tab. 22 - Hodnocení míry užití pokrokových technických řešení mot. EA211 1,4TSI/81kW CNG	40
Tab. 23 - Hodnocení ekonomických parametrů motoru EA211 1,4TSI/81 kW CNG	40

Tab. 24 - Hodnocení výkonových parametrů motoru EA211 1,4TSI/110 kW	41
Tab. 25 - Hodnocení provozně-ekologických parametrů motoru EA211 1,4TSI/110 kW	42
Tab. 26 - Hodnocení míry užití pokrokových technických řešení mot. EA211 1,4TSI/110 kW	42
Tab. 27 - Ekonomické parametry motoru EA211 1,4TSI/110 kW.....	43
Tab. 28 - Hodnocení výkonových parametrů motoru EA211 1,8TSI/132 kW	44
Tab. 29 - Hodnocení provozně-ekologických parametrů motoru EA888 1,8TSI/132 kW	45
Tab. 30 - Hodnocení míry užití pokrokových technických řešení mot. EA888 1,8TSI/132 kW	45
Tab. 31 - Ekonomické parametry motoru EA211 1,8TSI/132 kW.....	46
Tab. 32 - Srovnání hodnocení motorů - Technické parametry.....	47
Tab. 33 - Srovnání hodnocení motorů - Provozně-ekologické parametry.....	47
Tab. 34 - Srovnání hodnocení motorů- Vspělost, nebo pokrokovost použitých technických řešení.....	48
Tab. 35 - Srovnání hodnocení motorů - Ekonomické parametry.....	49

Seznam příloh

Příloha 1 - Motor EA211 1,4TSI/81 kW CNG – porovnávaný motor.....	57
Příloha 2 - Motor EA211 1,4TSI/110 kW – porovnávaný motor	58
Příloha 3 - Motor EA211 1,0MPI/44 kW/50 kW.....	59
Příloha 4 - Motor EA211 1,0TSI/81 kW	60
Příloha 5 - Motor EA211 1,2TSI/77 kW	61
Příloha 6 - Motor EA211 1,4TSI/90 kW	62
Příloha 7 - Motor EA888 1,8TSI/132 kW – porovnávaný motor	63
Příloha 8 - Motor EA888 1,8TSI/125 kW	64
Příloha 9 - Motor EA888 2,0TSI/165 kW	65
Příloha 10 - Motor EA888 2,0TSI/165 kW	66

Příloha 1 - Motor EA211 1,4TSI/81 kW CNG – porovnávaný motor

Druh motoru	řadový, tříválcový
Zdvihový objem	1 395 cm ³
Zdvih	74,5 mm
Vrtání	80,0 mm
Kompresní poměr	10,0:1
Počet ventilů na válec	4
Maximální výkon	81 kW při 4 800 -6 000 min ⁻¹
Maximální točivý moment	200 Nm při 1 500-3 500 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 111 - Motor EA211 1,4TSI/81 kW

Příloha 2 - Motor EA211 1,4TSI/110 kW – porovnávaný motor

Druh motoru	řadový, tříválcový, přeplňovaný
Zdvihový objem	1 395 cm ³
Zdvih	74,5 mm
Vrtání	80,0 mm
Kompresní poměr	10,0:1
Počet ventilů na válec	4
Maximální výkon	110 kW při 4 500–6 000 min ⁻¹
Maximální točivý moment	250 Nm při 1500–3500 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 12 - Motor EA211 1,0TSI/81 kW

Příloha 3 - Motor EA211 1,0MPI/44 kW/50 kW

Druh motoru	řadový, tříválcový	
Zdvihový objem	999 cm ³	
Zdvih	74,5 mm	
Vrtání	76,4 mm	
Kompresní poměr	10,5:1	11,5:1
Počet ventilů na válec	4	4
Maximální výkon	44 kW při 5000 min ⁻¹	50 kW při 6200 min ⁻¹
Maximální točivý moment	95 Nm při 3000-4250 min ⁻¹	90 Nm při 3000-4250 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s

Obr. 13 - Motor EA211 1,0MPI/50 kW

Příloha 4 - Motor EA211 1,0TSI/81 kW

Druh motoru	řadový, tříválcový, přeplňovaný	
Zdvihový objem	999 cm ³	
Zdvih	74,5 mm	
Vrtání	76,4 mm	
Kompresní poměr	10,5:1	
Počet ventilů na válec	4	4
Maximální výkon	70 kW při 5000–5500 min ⁻¹	81 kW při 5000–5500 min ⁻¹
Maximální točivý moment	160 Nm při 1500–3500 min ⁻¹	200 Nm při 2000–3500 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s

Obr. 14 - Motor EA211 1,0TSI/81 kW

Příloha 5 - Motor EA211 1,2TSI/77 kW

Druh motoru	řadový, čtyřválcový, přeplňovaný	
Zdvihový objem	1 197 cm ³	
Zdvih	71,0 mm	
Vrtání	75,6 mm	
Počet ventilů na válec	4	
Kompresní poměr	10,5:1	
Maximální výkon	63 kW při 4300-5300 min ⁻¹	77 kW při 4500-5500 min ⁻¹
Maximální točivý moment	160 Nm při 1400-3500 min ⁻¹	175 Nm při 1400-4000 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s

Obr. 15 - Motor EA211 1,2TSI/77 kW

Příloha 6 - Motor EA211 1,4TSI/90 kW

Druh motoru	řadový, čtyřválcový, přeplňovaný
Zdvihový objem	1 395 cm ³
Zdvih	74,5 mm
Vrtání	80,0 mm
Počet ventilů na válec	4
Kompresní poměr	10,5:1
Maximální výkon	90 kW při 5000-6000 min ⁻¹
Maximální točivý moment	200 Nm při 1400- 4000 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s



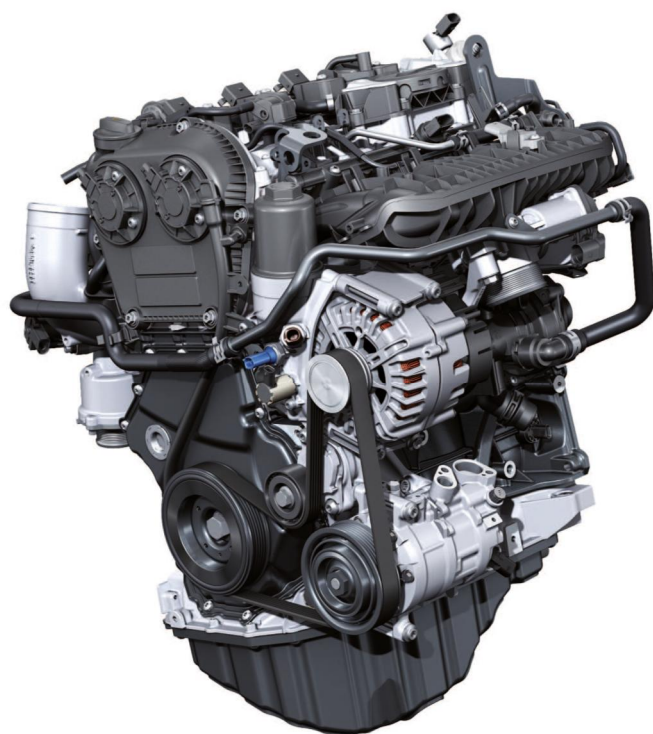
Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s

Obr. 16 - Motor EA211 1,4TSI/90 kW

Příloha 7 - Motor EA888 1,8TSI/132 kW – porovnávaný motor

Druh motoru	řadový, čtyřválcový, přeplňovaný
Zdvihový objem	1 984 cm ³
Zdvih	82,5 mm
Vrtání	84,1 mm
Počet ventilů na válec	4
Kompresní poměr	9,6:1
Maximální výkon	132 kW při 5100 - 6200 min ⁻¹
Maximální točivý moment	250 Nm při 1250 - 5000 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 17 - Motor EA888 1,8TSI/132 kW

Příloha 8 - Motor EA888 1,8TSI/125 kW

Druh motoru	řadový, čtyřválcový, přeplňovaný
Zdvihový objem	1 798 cm ³
Zdvih	82,5 mm
Vrtání	84,1 mm
Počet ventilů na válec	4
Kompresní poměr	9,6:1
Maximální výkon	125 kW při 3800 - 6200 min ⁻¹
Maximální točivý moment	320 Nm při 1400 - 3700 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s

Obr. 18 - Motor EA888 1,8TSI/125 kW

Příloha 9 - Motor EA888 2,0TSI/165 kW

Druh motoru	řadový, čtyřválcový, přeplňovaný
Zdvihový objem	1 984 cm ³
Zdvih	82,5 mm
Vrtání	92,8 mm
Počet ventilů na válec	4
Kompresní poměr	9,6:1
Maximální výkon	165 kW při 4500-6250 min ⁻¹
Maximální točivý moment	350 Nm při 1500- 4500 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s

Obr. 19 - Motor EA888 2,0TSI/165 kW

Příloha 10 - Motor EA888 2,0TSI/165 kW

Druh motoru	řadový, čtyřválcový, přeplňovaný
Zdvihový objem	1 984 cm ³
Zdvih	74,5 mm
Vrtání	92,8 mm
Počet ventilů na válec	4
Kompresní poměr	9,3:1
Maximální výkon	221 kW při 5500 - 6200 min ⁻¹
Maximální točivý moment	380 Nm při 1800 - 5500 min ⁻¹

Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s



Zdroj: Interní školicí materiály Škoda-Auto a.s.

Obr. 20 - Motor EA888 2,0TSI/221 kW

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Radek Hošínský		
STUDIJNÍ OBOR	6208R088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Technicko-ekonomické zhodnocení motorů řady EA211 a EA888		
VEDOUCÍ PRÁCE			
KATEDRA	KAT - Katedra automobilové techniky	ROK ODEVZDÁNÍ	2018
POČET STRAN	68		
POČET OBRÁZKŮ	20		
POČET TABULEK	38		
POČET PŘÍLOH	10		
STRUČNÝ POPIS	<p>Cílem práce je porovnat tři motory v automobilu Škoda Octavia po stránce technické, ekonomické a provozně-ekologické. Teoretická část je věnována popisu vybraných konstrukčních součástí čtyřdobého zážehového spalovacího motoru.</p> <p>V praktické části jsou obě řady motorů představeny. Do srovnání byly zvoleny dva motory z řady EA211, konkrétně 1,4TSI/81 kW CNG, 1,4TSI/110 kW a jeden motor z řady EA888, motor 1,8TSI/132 kW. Jejich srovnání je založeno na bodovém hodnocení dle předem zvolených kritérií.</p> <p>V závěru praktické části je na základě hodnocení vysvětleno, pro jaké užití je daný motor nejvhodnější, a kde jsou jeho silné a naopak slabé stránky. Závěrem je také doporučení, pro jakou skupinu zákazníků by mohl být konkrétní motor vhodnou volbou.</p> <p>Výsledky hodnocení potvrdily, že žádný z motorů nezvítězil ve všech hodnocených kategoriích, a lze tedy konstatovat, že všechny motory mají své opodstatnění v nabídce pohonných jednotek automobilu Škoda Octavia. Každý z motorů klade důraz na jiné parametry, a proto každý z nich osloví zákazníka s jinými preferencemi.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Volkswagen, VW, Škoda, TSI, CNG, řada motorů, EA211, EA888		

ANNOTATION

AUTHOR	Radek Hošínský		
FIELD	6208R088 Business Management and Production		
THESIS TITLE	Technical and economic evaluation of engine lines EA211 and EA888		
SUPERVISOR	Ing. Josef Bradáč, Ph.D.		
DEPARTMENT	KAT - Department of automotive technology	YEAR	2018
NUMBER OF PAGES	68		
NUMBER OF PICTURES	20		
NUMBER OF TABLES	38		
NUMBER OF APPENDICES	10		
SUMMARY	<p>The main goal of bachelor's work is comparison of three engines in Škoda Octavia from the technical, economical and operation point of view. Theoretical part is dedicated to description of chosen mechanical parts of four-stroke engine.</p> <p>In practical part are introduced both engine lines.</p> <p>Two engines from line EA211, exactly 1,4TSI/81 kW CNG, 1,4TSI/110 kW and one engine from line EA888, engine 1,8TSI/132 kW were picked up to mutual comparison. Based on point evaluation follow on from upfront set up criteria.</p> <p>By the end of practical part according to point evaluation is explained for which regime is exact engine suitable and what are strong and weak points. Evaluation contains even recommendation which engine could be good option for different customers.</p> <p>General outcomes confirmed, that none of three engine is absolute winner in all categories and their presence in offer of Škoda Octavia engine portfolio is reasonable. Each engine has got dominant different parameters and for this reason each of them is valuable for different sort of customers.</p>		
KEY WORDS	Volkswagen, VW, Škoda, TSI, CNG, engine line, EA211, EA888		