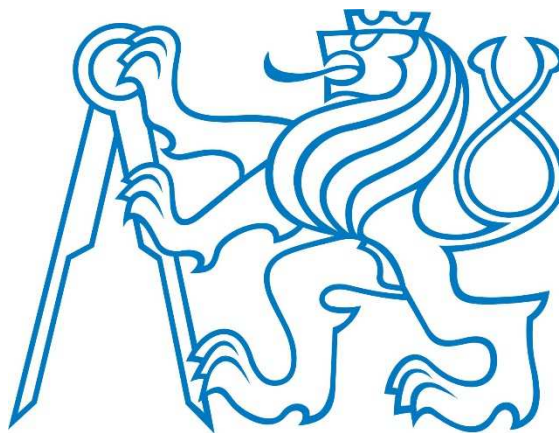


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV AUTOMOBILŮ, SPALOVACÍCH MOTORŮ A
KOLEJOVÝCH VOZIDEL**



**PŘEHLED A TRENDRY VE VÝVOJI PŘEVODOVEK OSOBNÍCH
AUTOMOBILŮ**

**OVERVIEW AND TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF
PASSENGER CAR POWERTRAINS**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Jiří Kotrč
VEDOUCÍ PRÁCE: doc. Dr. Ing. Gabriela Achtenová
AKADEMICKÝ ROK: 2015/2016
STUDIJNÍ PROGRAM: Teoretický základ strojního inženýrství
STUDIJNÍ OBOR: Bezoborový

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kotrč** Jméno: **Jiří** Osobní číslo: **420459**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel**
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**
Studijní obor: **bez oboru**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Přehled a trendy ve vývoji převodovek osobních automobilů

Název bakalářské práce anglicky:

Overview and trends in the development of passenger car powertrains

Pokyny pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši používaných převodných systémů v osobních automobilech. Ve studii se nezaměřujte na kabriolety a terénní vozidla. 2. Zaměřte se zejména na následující parametry: celkový rozsah, počet převodových stupňů a typy používaných převodovek v závislosti na točivém momentu, výkonu, objemu a typu motoru a hmotnosti vozidla. 3. Výsledky zpracujte do přehledných grafů včetně grafu procentuálního zastoupení jednotlivých převodných systémů na trhu.

Seznam doporučené literatury:

1. Katalog der Automobil Revue. 2015. Motorbuch Verlag. ISBN 978-3613307926.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. Gabriela Achtenová

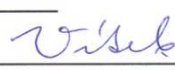
Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **08.04.2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30.06.2016**

Platnost zadání bakalářské práce: _____


Podpis vedoucí(ho) práce



Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

21.4.2016

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 17. 6. 2016

.....

Jiří Kotrč

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucí mé bakalářské práce doc. Dr. Ing. Gabriele Achtenové, za cenné rady, pomoc a vypůjčené materiály pro zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce je svým tématem zaměřena na převodové systémy, které se v dnešní době používají v osobních automobilech. Pomocí statistických údajů, které mapují automobilovou produkci za posledních dvacet let, se snaží prozkoumat a zhodnotit vývojové trendy ve vývoji převodovek osobních automobilů. Zároveň práce naznačuje možné trendy do budoucna. Kromě toho práce využívá nasbíraná data pro získání grafických závislostí jednotlivých parametrů, které byly obsaženy do statistiky. Tyto parametry popisují nejen převodové systémy, ale i motorizace a automobily samotné.

Klíčová Slova

Vývoj, trend, převodové ústrojí, převodovka, osobní automobil, motor

Abstract

Bachelor's thesis is focused on transmissions, which are used in automobiles nowadays. The thesis uses statistics charting automobile production over the last twenty years to analyze and rate trends in the development of passenger car transmission. Plus the thesis suggests possible future trends. In addition the thesis uses collected data to obtain a graphical relationships between parameters, which were included in the statistic data. These parameters describe not only transmissions but also engines and cars.

Key words

Development, trend, transmission, gearbox, passenger automobile, engine

Obsah

1. Úvod	8
2. Historie převodových ústrojí v automobilech	8
3. Popis a definice jednotlivých převodových systémů	12
3.1. Ručně řazená převodovka	12
3.1.1. Tříhřídelová ručně řazená převodovka	13
3.1.2. Dvuhřídelová ručně řazená převodovka.....	15
3.2. Samočinná převodovka	16
3.3. Automatizovaná převodovka	19
3.3.1. Jednospojková automatizovaná převodovka	19
3.3.2. Dvouspojková automatizovaná převodovka	19
3.4. Bezstupňová převodovka (variátor).....	22
4. Definování rozsahu zpracování	23
4.1. Rozsah zpracování z hlediska automobilových segmentů.....	23
4.2. Rozsah zpracování z hlediska automobilových značek	25
4.3. Hloubka zpracování u každého modelu a sledované veličiny.....	27
5. Způsob zpracování, definice veličin a jednotek	27
5.1. Zadávané hodnoty.....	28
5.1.1. Údaje o automobilu a příslušné motorizaci (sloupce A až I)	28
5.1.2. Údaje o převodovém systému (sloupce J až O).....	29
5.2. Data získané ze zadávaných hodnot	30
5.2.1. Počet vozů s příslušným typem převodovky (sloupce P až T)	30
5.2.2. Počet vozů s příslušným typem převodovky a počtem převodových stupňů (sloupce U až AI)	31
5.2.3. Hodnoty výkonu pro příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů (sloupce AJ až AY)	31
5.2.4. Hodnoty momentu pro příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů (sloupce AZ až BO)	32
5.2.5. Hodnoty rozsahu pro příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů (sloupce BP až CE).....	32
5.2.6. Hodnoty výkonů a momentů pro příslušný typ motorizace (sloupce CF až CI)	33

5.2.7.	Hodnoty rozsahu pro příslušný počet převodových stupňů (sloupce CJ až CQ)	33
6.	Vyhodnocení sledovaných parametrů.....	34
6.1.	Vývoj jednotlivých parametrů v období 1995 až 2015	34
6.1.1.	Vývoj zastoupení jednotlivých převodových systémů ve vozidlech mezi lety 1995 až 2015	35
6.1.2.	Vývoj výkonu a momentu motorů s jednotlivými typy systémů a převodový rozsah těchto systémů v období 1995 až 2015	37
6.1.2.1.	Vývoj výkonu a momentu motorů s jednotlivými typy systémů v období 1995 až 2015.....	38
6.1.2.2.	Vývoj rozsahu jednotlivých typů systémů v období 1995 až 2015 ...	40
6.2.	Závislosti sledovaných parametrů získaných z dat pro rok 2015.....	41
6.2.1.	Závislosti s výkonem motorů	42
6.2.1.1.	Závislost rozsahu převodovek na výkonu motorů.....	43
6.2.1.2.	Závislost stálého převodu převodovek na výkonu motorů.....	45
6.2.1.3.	Závislost výkonu motorů na pohotovostní hmotnosti vozidla	46
6.2.2.	Závislosti s krouticím momentem motorů	48
6.2.2.1.	Závislost rozsahu převodovek na krouticím momentu motorů	49
6.2.2.2.	Závislost stálého převodu převodovek na krouticím momentu motorů	50
6.2.2.3.	Závislost krouticího momentu motorů na pohotovostní hmotnosti vozidla	52
6.2.3.	Grafy závislé na rozsahu a počtu převodových stupňů.....	54
6.2.3.1.	Rozpětí rozsahu jednotlivých typů převodových systémů.....	54
6.2.3.2.	Průměrná hodnota rozsahu převodovek v závislosti na počtu převodových stupňů	55
6.2.3.3.	Objem motorů v závislosti na rozsahu převodovek	56
7.	Závěr.....	57
	Seznam použitých informačních zdrojů:.....	58
	Seznam obrázků:.....	61
	Seznam grafů:	61
	Seznam příloh:	62

1. Úvod

Tato práce je zaměřena svou tematikou na převodové systémy používané v osobních automobilech. V následujícím textu se bude vyskytovat pět převodových systémů, které jsou z hlediska dnešní doby používány v osobních automobilech, a to: ručně řazená převodovka, samočinná převodovka, automatizované převodové ústrojí s jednou a dvěma spojkami a variátor. Zároveň práce podrobně mapuje současnou světovou produkci automobilů se spalovacím motorem a podává informace o jednotlivých parametrech nejen převodového ústrojí, ale i o parametrech motorizace a automobilu samotném. Mezi hlavní sledované parametry převodovek patří: minimální a maximální převodový poměr, z kterého se následně dopočítá rozsah, stálý převod a počet převodových stupňů. V případě motorizace a vozidla jsou hlavními sledovanými parametry: objem a typ motoru, maximální výkon, otáčky při maximálním výkonu, maximální krouticí moment, otáčky při maximálním krouticím momentu a hmotnost vozidla.

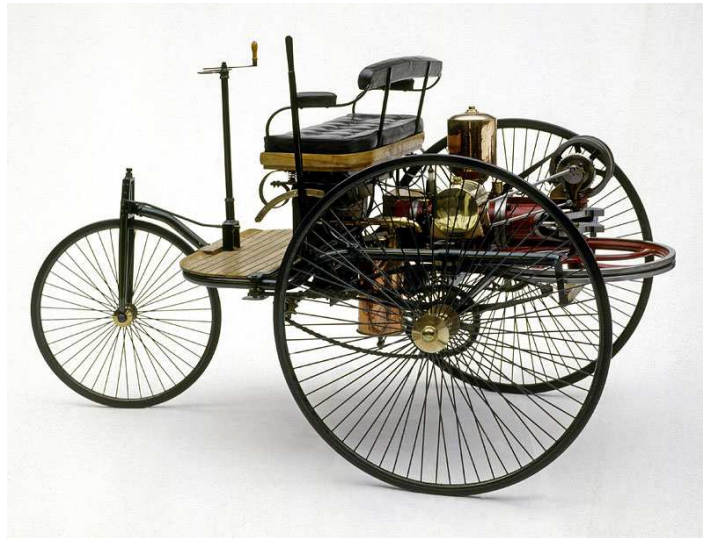
Cílem práce je vyhodnocení trendu ve vývoji převodových systémů za posledních dvacet let a zároveň prozkoumání, jakým způsobem v současnosti na sobě závisí jednotlivé sledované parametry. Současně je potřeba zmínit, že statistika, ze které budou v následujícím textu vyvozeny jednotlivé zkoumané závislosti, je tvořena pouze modely jednotlivých výrobců a nezahrnuje v sobě množství vyráběných kusů automobilů.

Aby bylo možné vyhodnotit vývoj z dlouhodobého hlediska byla k práci použita data z let 1995, 2000 a 2005, které se již objevily v habilitační práci „Automated gearbox“ paní doc. Dr. Ing. Gabriely Achtenové. Navíc byla ještě použita data z roku 2012 od pana Ing. Marka Sytného.

2. Historie převodových ústrojí v automobilech

Automobilové převodovky plní svou funkci v automobilovém ústrojí již sto třicet let. Právě tolik let uběhlo od roku 1886, kdy Karl Benz získal patent na svou slavnou čtyřtákní tříkolku. Tento rok je považován za zrod moderního automobilu se spalovacím motorem. První moderní automobil na světě dokázal vyvinout výkon 0,66 kW a byl přenášen na zadní nápravu pouze přes jednostupňovou převodovku, která

nebyla dnešní konstrukce. Byla tvořena předlohovým hřídelem a řemenem, který plnil funkci spojky mezi motorem a hřídelem. O rok později Benz svojí tříkolku pozměnil a vylepšený stroj měl již převodové stupně dva [1].



Obrázek 1: Tříkolka Karla Benze [1]

V roce 1895 francouzští vynálezci Louis-René Panhard a Emile Levassor přišli s vozem, který měl třístupňovou ručně řazenou převodovku. Tento vůz byl revoluční uspořádáním hnacího ústrojí, které se používá dodnes, a to motor vpředu, za ním spojka s převodovkou a hnaná zadní náprava. Jediné moderní prvky, které u této koncepce chyběly, byl diferenciál zadní nápravy a hnací hřídel. O tři roky později použil toto ústrojí automobilový nadšenec Louis Renault, který k této konstrukci přidal zmiňovaný diferenciál a hnací hřídel. Za zmínku také stojí slavný model T Henryho Forda, který používal rovněž přímo řazenou převodovku, ale její konstrukce byla planetového typu, který se v dnešní době používá především v samočinných ústrojích. Na začátku dvacátého století používala koncepci Louise-René Panharda, Emila Levassora, následně vylepšenou Louisem Renaultem většina automobilek. Další velice důležitou inovací automobilové převodovky bylo vynalezení synchronizačního systému, s kterým první přišel na trh Cadillac v roce 1928. Do této doby záleželo především na řídicích schopnostech a zkušenostech, jak hladce se povede změnit rychlostní stupeň. Často se dokonce stávalo, že se na první pokus přeřadit nepodařilo a řidič musel využívat pokročilých řídicích technik a dovedností (např. dvojité vyšlápnutí spojky). Tyto obtíže při řízení vozu odstraňovala právě synchronizace, neboť umožňovala synchronizovat obvodové rychlosti ozubených kol ještě předtím, než spolu

začaly zabírat. To znamená, že záběr ozubených kol proběhl hladce, což mělo za následek snadnější ovládání automobilu a především zvýšení životnosti převodového ústrojí [2] [3].

Ulehčit práci řidiči se snažili již mnohem dříve bratři Sturtevantové, kteří ve své bostonské továrně roku 1904 vyrobili první „automatickou“ převodovku. Jejich vynález neměl dnešní hydrodynamický měnič, zařízení, které je typické pro dnešní moderní samočinné systémy, ale byl čistě mechanický. O řazení dvou rychlostních stupňů se staral setrvačnick a sada rotujících závaží. Bohužel tehdejší materiály nebyly schopny snášet síly, které v zařízení vznikaly, a tak se tyto převodovky často bez varování doslova rozpadly. Dalším pokusem o vytvoření samočinného systému byla převodovka vyrobená Hornerem Munrem, který si ji nechal v roce 1921 patentovat. Munrovo ústrojí ovšem namísto dnes obvyklé hydraulické kapaliny používalo stlačený vzduch, důsledkem toho nebylo ústrojí schopno přenášet velké výkony, a tak ani tento pokus v praxi uplatnění nenašel. První komerčně úspěšný „automat“ se objevil v roce 1939 pod názvem Hydra-matic vytvořený americkým koncernem General Motors. Převodovka Hydra-matic měla čtyři rychlostní stupně pro jízdu vpřed a jeden převod pro jízdu zpět. Ačkoliv převodovka byla tvořena sadou tří planetových soukolí, tak zde ještě nebyl přítomen hydrodynamický měnič, jeho funkci plnila hydraulická spojka. Tudíž se nejednalo o dnešní konstrukci. Historicky první samočinný systém s hydrodynamickým měničem se nazýval Dynaflo, měl pouze dva rychlostní stupně a byl vytvořen v roce 1947 rovněž americkou automobilkou Buick. V Evropě se samočinné ústrojí začalo prosazovat déle než v Americe a na vývoj „automatů“ se nejvíce soustředil německý Mercedes, který v roce 1961 vyvinul vlastní ústrojí podobné Hydra-matic, v roce 1972 Mercedes vyrobil první převodovku s hydrodynamickým měničem. V osmdesátých letech se stal standardem čtyřstupňový samočinný systém 4G-Tronic, v devadesátých letech byl vyvinut pětistupňový systém 5G-Tronic. Postupně byly přidávány další rychlostní stupně. V současné době je na trhu k dispozici devítistupňový samočinný systém, který byl poprvé představen v roce 2013 firmou ZF Friedrichshafen AG a první vůz se kterým se dala tato převodovka pořídit, byl Land Rover Evoque [4].

V roce 1939 se pokusil o zjednodušení řízení také americký Chrysler, když představil systém Fluid-Drive, což měla být zároveň odpověď na Hydra-matic koncernu General Motors. Zmíněný systém byl tvořen třístupňovou přímo řazenou převodovkou

s kapalinovou spojkou, u které sice řazení probíhalo ručně, ale bez vyšlapování spojky. Jednalo se tedy o první automatizovanou převodovku s jednou spojkou. O dva roky později opět Chrysler uvedl čtyřstupňovou historicky první polosamočinnou převodovku Vacamatic, u které byla použita buď kapalinová, nebo klasická spojka, která se ovládala podtlakem, když řidič uvolnil plynový pedál. V šedesátých letech minulého století měl automatickou spojkou systém Saxomat od firmy Fichtel & Sachs, který rovněž umožňoval ruční řazení bez použití spojkového pedálu. Spojkový pedál neměl například ani slavný Volkswagen Brouk, jehož převodový systém se třemi stupni měl spojkou ovládanou podtlakem [5].

Ve stejném roce, kdy představil svůj systém Fluid-Drive Chrysler, si nechal francouzský konstruktér Adolphe KEGRESSE patentovat převodový systém s dvouspojkovou technikou. Bohužel jeho další vývoj a výroba byla přerušena kvůli začínající druhé světové válce. Zpátky k principu, jenž by používal v převodovém ústrojí dvě spojky, se vrátily až automobilky Porsche a Audi v osmdesátých letech minulého století. Nejdříve v roce 1983 nasadilo Porsche tuto převodovku nazvanou Porsche Doppelkupplung (PDK) do závodní verze vozu 956 a o dva roky později převodovku se dvěma spojkami použilo i Audi u soutěžního speciálu Audi Sport Quattro S1 [6] [7]. Řazení tohoto



Obrázek 2: Porsche 959 [9]

systemu bylo oproti tehdejším systémům tak rychlé, že například vozy Porsche byly schopné držet krok i s výkonově silnějšími konkurenty [8]. Historicky prvním a na dlouhou dobu posledním sériově vyráběným vozem s tímto systémem, bylo Porsche 959 vyráběné v letech 1986 až 1989. Tento automobil je zobrazen na obrázku 2.

Teprve až v roce 2003 přišel koncern Volkswagen se systémem DSG (direkt-schalt getriebe nebo také anglicky direct shift gearbox), který vyvíjel společně s firmou BorgWarner [9]. Tento systém byl svým způsobem revolučním, neboť od tohoto okamžiku se začaly dvě spojky objevovat i ve vozech určených pro širokou část veřejnosti.

Dalším převodovým ústrojím objevující se v automobilech je variátor označovaný jako CVT (Continuously Variable Transmission). Už z názvu vyplývá, že se jedná o převodovku, která průběžně mění převod, tak aby byl v každém okamžiku ideální v závislosti na jízdních podmínkách. Poprvé byl variátor pod názvem Variomatic použit v padesátých letech minulého století firmou Van Doore, která jej vkládala do automobilů značky DAF. Tento systém používal dva pryžové řemeny, namáhané na tah a byl používán jen do určitých hodnot točivého momentu. V osmdesátých letech byly pryžové řemeny nahrazeny ocelovým řemenem namáhaným na tlak [10] [11].

V současné době variátory používají zejména japonské automobilky.

3. Popis a definice jednotlivých převodových systémů

Hlavním účelem převodového ústrojí je měnit převod mezi motorem a poháněnými koly tak, aby bez ohledu na jízdní podmínky, které mohou při provozu automobilu nastat, měl motor optimální otáčky. Při těchto otáčkách musí být zaručeno, že hnací síla posílaná na kola bude dostačující. Převodovka by dále měla zajišťovat, aby provoz automobilu byl co nejekonomičtější při současné vysoké životnosti celého poháněcího ústrojí a v neposlední řadě umožnit vozu pohyb zpět, neboli „couvat“.

Vzhled konstrukce převodového systému se odvíjí od mnoha faktorů. Mezi ty hlavní patří zejména uložení motoru (vpředu, vzadu, podélně, napříč) a s ním související celková koncepce automobilu. Další důležitou informací je výkon, který bude systém převádět z motoru na kola, protože právě z výkonové charakteristiky motoru se volí počet převodových stupňů [12].

3.1. Ručně řazená převodovka

Ručně řazená převodovka, neboli hovorově nazývaná manuální převodovka, patří ke kompaktnějším a lehčím typům převodovek a v současnosti se jedná stále o

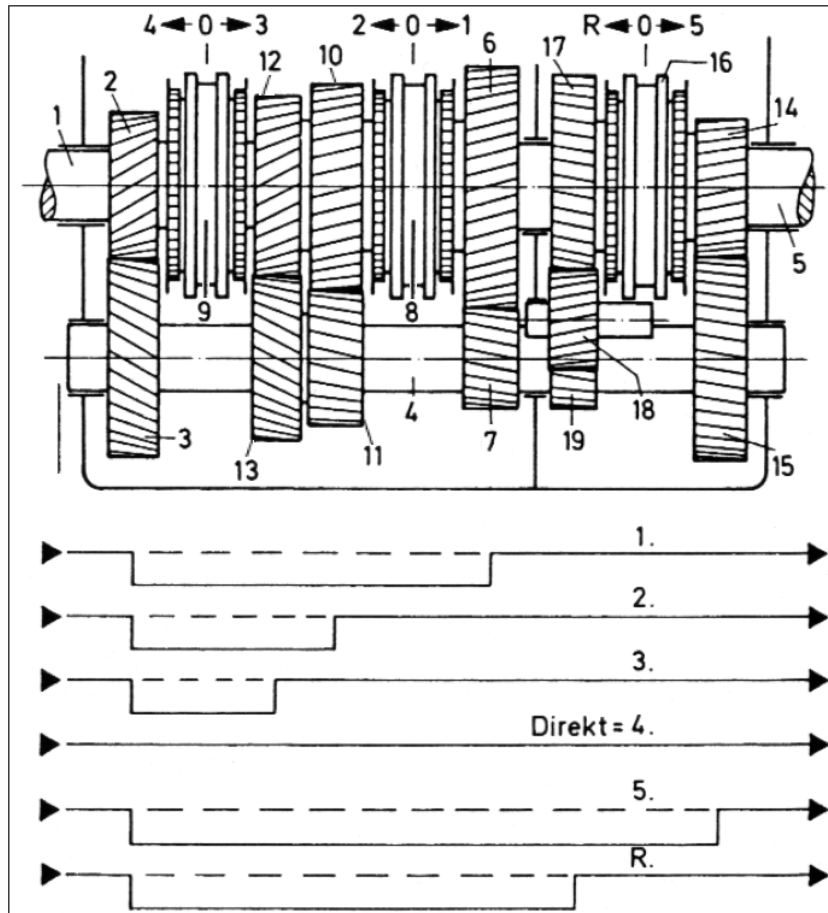
nejpoužívanější systém, avšak je pomalu vytlačován ostatními typy ústrojí. Veškeré dnes vyráběné převodovky s ručním řazením jsou opatřeny synchronizačním systémem pro všechny převodové stupně zpravidla s výjimkou zpětného chodu. Synchronizační systém vyrovnává rozdíl obvodových rychlostí řazeného kola hřídele, a tak je zajištěno bezhlučné a rychlé řazení, zároveň se zvyšuje životnost převodového ústrojí.

U tohoto typu převodového ústrojí veškeré řazení a ovládání převodovky zajišťuje řidič. K řazení se využívá spojkového pedálu a řadicí páky, kterou řidič volí příslušný převodový stupeň. Řazení jednotlivých převodových stupňů probíhá po sešlápnutí spojkového pedálu, kdy dojde k přerušení toku hnacího momentu na kola. Konstrukce dnes vyráběných převodovek s přímým řazením se u osobních automobilů dělí na tříhřídelové (souosé, koaxiální) a dvouhřídelové (nesouosé, deaxiální) [13].

3.1.1. Tříhřídelová ručně řazená převodovka

Tato konstrukce ručně řazené převodovky se používá pro vozidla, jejichž koncepční uspořádání se vyznačuje podélným uložením hnacího ústrojí, zpravidla s motorem vpředu a pohonem zadní nápravy. Převodové ústrojí se skládá ze tří hřídelů: vstupního, který je uložen v jedné ose s hřídelem výstupním a předlohového, jenž je uložen rovnoběžně vůči těmto hřídelům. Převod jednotlivých rychlostních stupňů je vždy tvořen dvěma páry ozubených kol, kromě přímého záběru, kdy je moment motoru vstupním hřídelem převodovky přenášen pomocí zubové spojky na souosý hnaný výstupní hřídel. Předlohová hřídel se rovněž otáčí, ale nepřenáší žádný moment. Tento převod se označuje jako přímý, protože převodový poměr je roven jedné ($i = 1$). Všechny převodové stupně, které jsou řazeny před přímým převodem, se označují jako „do pomala“ a jejich převodový poměr je větší než jedna ($i > 1$). U převodových stupňů, které jsou z hlediska posloupnosti až za přímým převodem, je převodový poměr menší než jedna ($i < 1$) a je nazýván jako „do rychla“ [14] [13].

Schéma tříhřídelové ručně řazené převodovky s pěti rychlostními stupni je zobrazeno na obrázku 3. Točivý moment vstupuje do převodovky přes hnací hřídel (1), dále je moment přenášen, přes poháněné ozubené kolo (2) na hnací kolo (3) předlohového hřídele (4). Toto soukolí je v záběru neustále u všech rychlostních stupňů, kromě čtvrtého, při kterém dochází k přímému záběru. To je patrné ze spodní části obrázku.

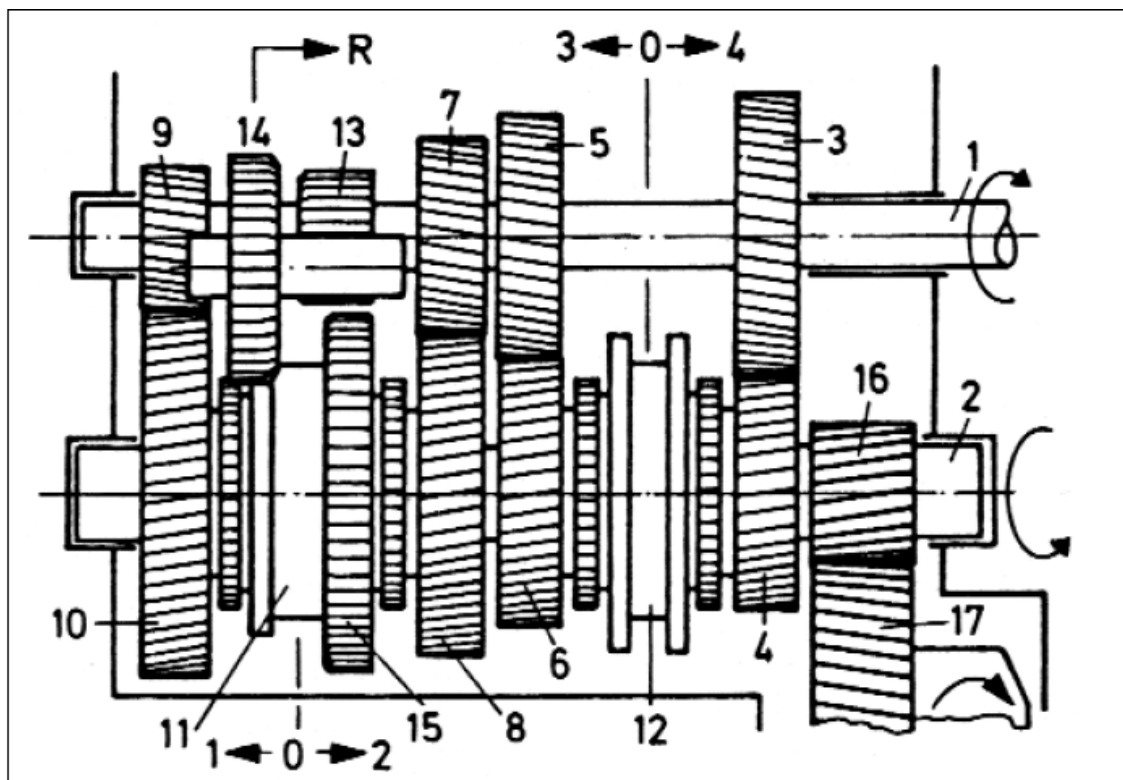


Obrázek 3: Schéma tříhřídelové ručně řazené převodovky [13]

U všech ostatních rychlostních stupňů je moment přenášen z předlohového hřídele na hnaný hřídel (5) přes další pár ozubených kol, každý tento pár přísluší jednomu převodovému stupni. První převodový stupeň je tvořen párem 6+7 a je řazen pomocí synchronizační spojky 8, která se posune doprava a spojí tak hnaný hřídel se zmíněným soukolím. Druhý převodový stupeň je zařazen, když se posune synchronizační spojka 8 doleva a spojí hnaný hřídel se soukolím 10+11. Stejným principem se řadí i třetí a pátý rychlostní stupeň. „Trojka“ se řadí posunutím synchronizační spojky 9 doprava, při kterém se spojí hnaná hřídel se soukolím 12+13. Pátý rychlostní stupeň je tvořen soukolím 14+15 a je zařazen při posunutí synchronizační spojky 16 doprava. Pokud by se posunula synchronizační spojka 16 doleva, došlo by k zařazení zpátečního stupně, tvořené soukolím ozubených kol 17+18+19. Kde ozubené kolo 18 je uloženo zvlášť na hřídeli a je poháněno ozubeným kolem 19 uloženém na předlohovém hřídeli [13].

3.1.2. Dvuhřídelová ručně řazená převodovka

Tato převodovka se používá především u vozů, jejichž hnací ústrojí je uloženo napříč. Převod každého rychlostního stupně je tvořen pouze jedním párem ozubených kol. Již z názvu je patrné, že převodovka je tvořena pouze dvěma hřídeli, a to hnací a hnanou hřídelí. Toto ústrojí nemá tyto hřídele souose uložené, tudíž nelze hřídele přímo spojit a vytvořit tak přímý záběr [14].



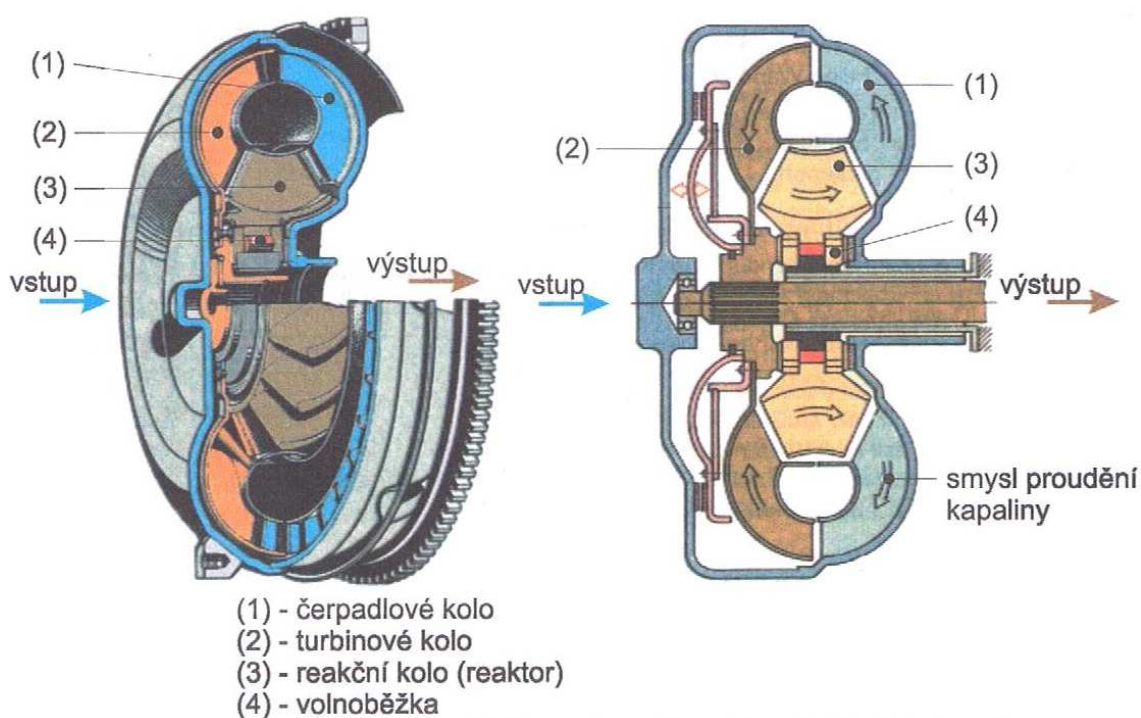
Obrázek 4: Schéma dvuhřídelové ručně řazené převodovky [13]

1 – hnací hřídel, 2 – poháněný hřídel, 3+4 – ozubená kola pro 4. stupeň, 5+6 – ozubená kola pro 3. stupeň, 7+8 – ozubená kola pro 2. stupeň, 9+10 – ozubená kola pro 1. stupeň, 11 – synchronizační spojka pro 1. a 2. stupeň, 12 – synchronizační spojka pro 3. a 4. stupeň, 13 – hnací kolo pro zpětný chod (R), 14 – posuvné kolo zpětného chodu, 16+17 – ozubená kola pro pohon rozvodovky (kolo 17 je přišroubováno k diferenciálu)

Na obrázku 4 je umístěno schéma čtyřstupňové dvuhřídelové převodovky. Řazení převodovky probíhá na hnacím hřídeli, hnaném hřídeli nebo na obou. Opět se mezi jednotlivými soukolími, které tvoří jednotlivé rychlostní stupně, nacházejí synchronizační spojky, které rovněž jako u tříhřídelové konstrukce řadí jednotlivá volně otočná kola. U tohoto schématu je zajímavé, že všechny převody, při nichž se vozidlo pohybuje dopředu, mají soukolí tvořené ze šikmých ozubených kol. Zatímco soukolí, které zajišťuje pohyb vozidla zpět má ozubení přímé [13].

3.2. Samočinná převodovka

Již z názvu je patrné, že tento převodový systém řadí sám. Zajišťuje rozjezd, volbu převodu a zařazení zvoleného rychlostního stupně. Řidič má k dispozici pro ovládání vozidla pouze plynový, brzdový pedál a volící páku, kterou volí provozní režim jízdy. Páka voliče většinou umožňuje měnit mezi režimy vpřed (D), stání (N), vzad (R), parkování (P) a režimy pro jízdu do stoupání, popřípadě pro brzdění motorem. Některé systémy ještě umožňují volit převodový stupeň manuálním modem, při kterém se řadí jednotlivé rychlostní stupně sekvenčně. Systém se skládá z hydrodynamického měniče točivého momentu, který nahrazuje funkci klasické spojky. Dále z planetového soukolí a mechanicko-hydraulického řízení, jenž v závislosti na poloze páky voliče, rychlosti jízdy a zatížení motoru řadí jednotlivé rychlostní stupně na planetovém soukolí. Řazení probíhá samočinně a bez přerušení přenosu točivého momentu, tudíž řidič může mít neustále sešlápnutý plynový pedál [13] [14].



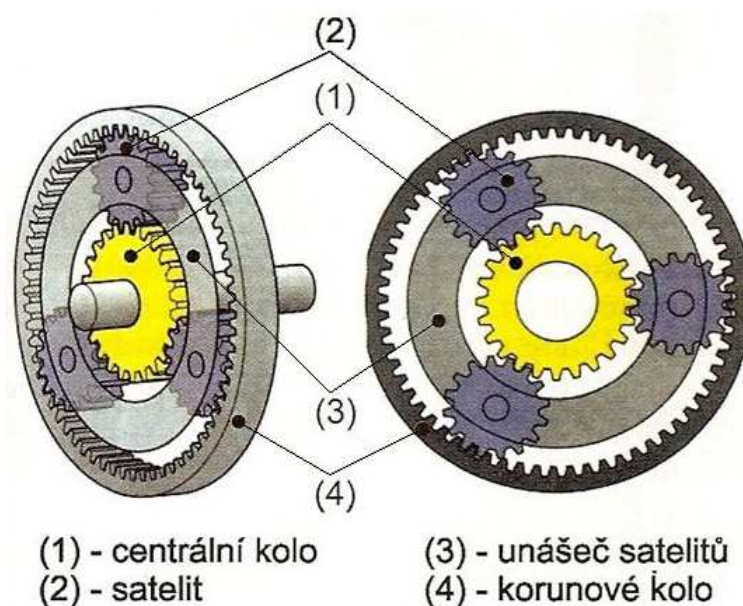
Obrázek 5: Hydrodynamický měnič [14]

Hydrodynamický měnič je zobrazen na obrázku 5. Tento vstupní prvek samočinné převodovky se skládá z lopatkových věnců čerpadlového (1), turbínového (2) a reakčního (3) kola. Kolo čerpadla je poháněno motorem přes klikový hřídel.

V čerpadlovém kole se mechanická energie mění na kinetickou energii proudící

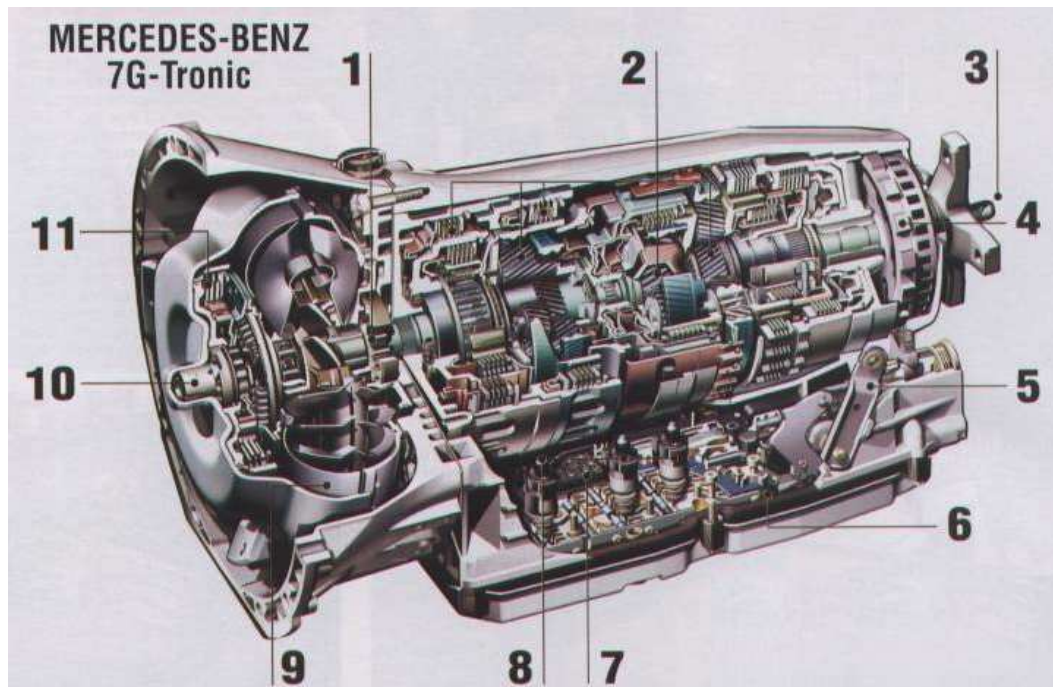
kapaliny a následně z čerpadla vstupuje kapalina do turbínového kola. Reakční kolo má funkci násobiče momentu, neboť předává moment pod vhodným úhlem zpět na kolo čerpadlové, a tak uzavírá okruh proudění kapaliny. Následovně je moment na turbínovém kole roven součtu momentu od reakčního kola a momentu od kola čerpadlového, které je poháněné motorem [13]. Této funkce se u měniče využívá především u rozjezdu, kdy se moment dokáže znásobit až trojnásobně. V minulosti se například používaly samočinné převodovky se třemi stupni, protože násobení momentu umožnilo překlenout určité fáze motoru a měnič tak nahrazoval další rychlostní stupně. Avšak značnou nevýhodou této zastaralé koncepce s malým počtem převodových stupňů byla vysoká spotřeba paliva, neboť v minulosti měly samočinné systémy o 10 – 15 % vyšší spotřebu než převodovky přímo řazené. V dnešní době je snaha především o snížení spotřeby paliva, a proto mají dnešní samočinné systémy k dispozici mnoho rychlostních stupňů [15].

Kromě násobiče momentu přebírá ještě měnič funkci spojky. Měnič pracuje jako kapalinová spojka v okamžiku, když se uvolní volnoběžná spojka (4). „Volnoběžka“ se uvolní, jakmile se moment přenášený turbínou rovná přibližně momentu čerpadlového kola. V tento moment již turbínové kolo nenásobí točivý moment, ale pouze se volně otáčí [14].



Obrázek 6: Schéma planetového soukolí [14]

U samočinných převodovek se v praxi využívá několik planetových soukolí a to především z toho důvodu, aby byly dosaženy požadované převodové poměry, které by jedno soukolí nebylo schopno splnit. Na obrázku 6 je schéma jednoduchého planetového soukolí. Největší ozubené kolo s vnitřním ozubením se nazývá korunové (4) a odvaluje se po něm různý počet satelitů (2). Tato kola jsou uložena otočně na čepech unašeče satelitů (3). Poslední ozubené kolo, které je v obrázku označeno číslem 1, se nazývá centrální kolo a má společnou osu otáčení s korunovým kolem a unašečem satelitů. Aby se planetové soukolí chovalo jako převod musí mít jeden stupeň volnosti. Toho je dosaženo buď tím, že se některý prvek soukolí neotáčí, protože je brzděn, nebo spojením dvou libovolných prvků soukolí, čímž je dosaženo přímého záběru. Kromě přímého záběru ($i=1$) je každé planetové soukolí schopné vytvořit 4 dopředné převodové poměry a dva zpětné chody. Vše záleží na tom, jaký prvek je brzděn, který prvek je vstup, a který prvek je výstup. Kombinací těchto poměrů u jednotlivých planetových soukolí se dosahuje potřebných rychlostních stupňů [14]. Jako příklad samočinné převodovky je na obrázku 7 uveden řez samočinnou převodovkou Mercedes - Benz 7G - Tronic.



Obrázek 7: Samočinná převodovka Mercedes - Benz 7G – Tronic [15]

1 – olejové čerpadlo řídící hydraulický přívodní tlak, 2 – řadící členy s lamelovými spojkami a soukolí planetových převodovek, 3 – výstupní hřídel převodovky, 4 – parkovací uzávěrka, 5 – připojení pro mechanické spojení s volící pákou, 6 – řídící a ovládací jednotka s magnetickými ventily, elektronickou jednotkou a čidly, integrovaná do olejové vany, 7 – řídící elektronická jednotka řazení, 8 – magnetické ventily, ovládací řadící členy, 9 – hydrodynamický měnič točivého momentu, 10 – vstupní hřídel, 11 – přemosťovací spojka měniče s řízeným prokluzem a tlumícími prvky

3.3. Automatizovaná převodovka

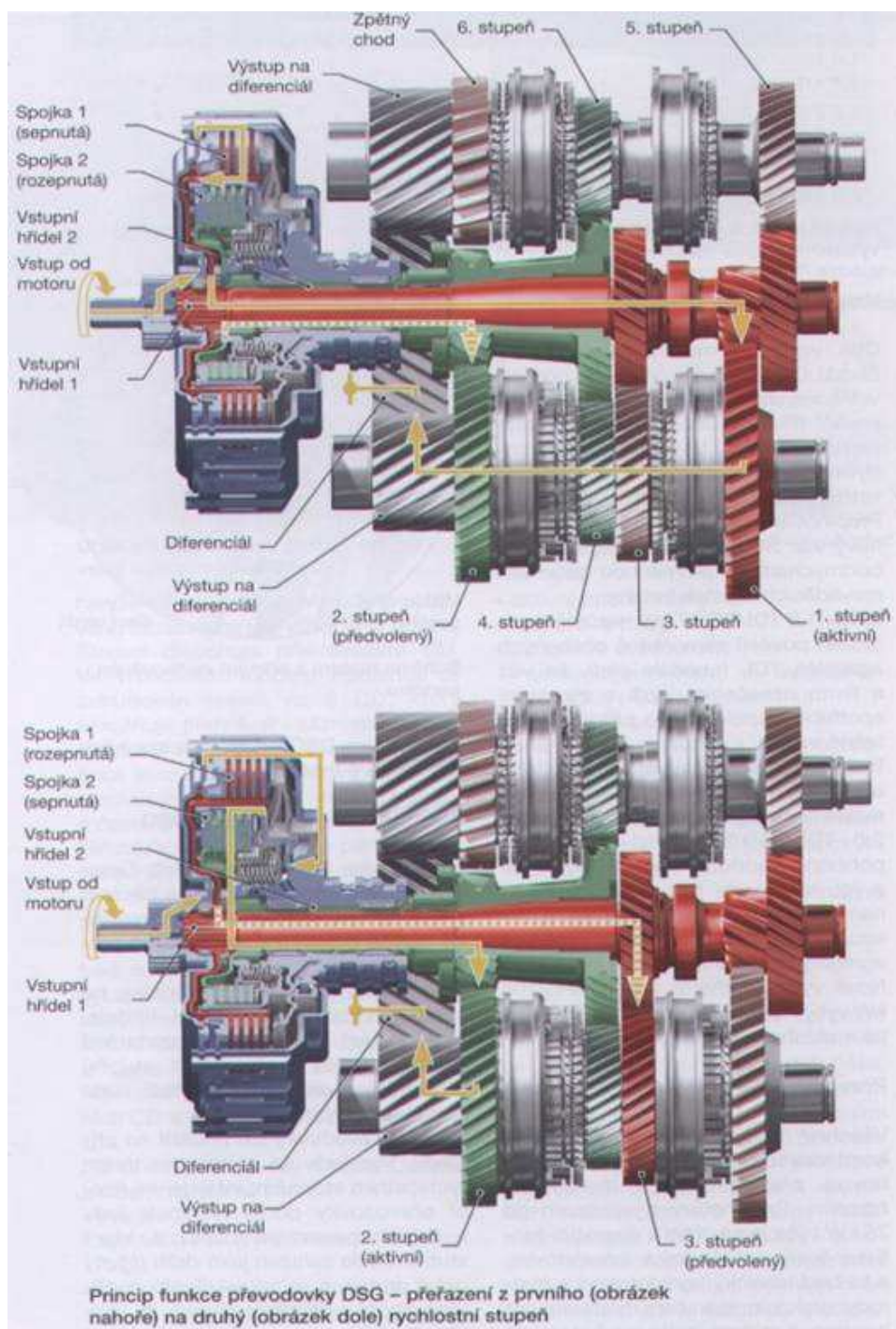
3.3.1. Jednospojková automatizovaná převodovka

Tyto převodovky, též nazývané jako robotizované, dokáží řadit bez spojkového pedálu podobně jako převodovky samočinné. Oproti převodovkám samočinným se liší zejména tím, že v jejich konstrukci nenajdeme hydrodynamický měnič ani planetové soukolí, ale je zde klasická spojka a převody tvořené ozubenými koly s čelním ozubením. V podstatě se jedná o přímo řazenou převodovku, u které je ovládání spojkového pedálu a řazení jednotlivých rychlostí ovládáno například servomotory, hydraulickým systémem anebo jinými automatizovanými systémy. Toto ústrojí však řadí s přerušením toku výkonu, a tak se často stává, že přeřazení trvá relativně dlouho a řidič se musí občas smířit s nepřiměřenou reakcí převodovky v určitých situacích. Na druhou stranu, jelikož se jedná v podstatě o ručně řazený systém, je výhodou nízká hmotnost, méně složitá konstrukce a nižší pořizovací cena [16].

Jako příklad lze uvést převodovku ASG (Automatisiertes Schaltgetriebe), což je přímo řazená převodovka doplněná o akční členy, které se starají o řazení a ovládání spojky. Tyto členy, jenž jsou tvořeny především servomotory, jsou řízeny řídicí jednotkou převodovky, která je ovlivňována řídicí jednotkou motoru. Řidič ovládá vůz pomocí plynového, brzdového pedálu a volící páky. Tou řidič volí mezi režimem neutrální (N), zpětného chodu (R), automatickým (D) a manuálním (M). V manuálním režimu řadí řidič sekvenčně. To znamená, že rychlostní stupně nejsou řazeny jako u přímo řazených převodovek v klasickém schématu H, ale v řadě za sebou přímým pohybem volící páky [17].

3.3.2. Dvouspojková automatizovaná převodovka

Systém s dvěma spojkami spojuje výhody přímo řazené převodovky a samočinné převodovky. Neboť disponuje menší hmotností oproti systému s hydrodynamickým měničem a má relativně vysokou účinnost. Zároveň umožňuje samočinný chod, a tak dopřává řidiči komfort při jízdě. Řidič opět používá pouze plynový a brzdový pedál plus páku voliče, na které si buď zvolí automatický, nebo manuální režim. V případě manuálního režimu může řidič měnit převody pomocí zmíněného voliče nebo pomocí tlačítek pod volantem.



Obrázek 8: Dvouspojková převodovka DSG [15]

Na obrázku 8 je zobrazena dvouspojková převodovka DSG se šesti rychlostními stupni koncernu Volkswagen. Systém DSG je tvořen dvojicí vícelamelových spojek, dvěma vstupními hřídeli uložených v sobě z důvodu úspory místa a dvěma výstupními hřídeli. V principu se jedná o dvojici paralelně uspořádaných převodek se společným vstupem i výstupem, přičemž jedna převodovka má na starost řazení pouze sudých rychlostních

stupňů a druhá pouze stupňů lichých plus převodu zpětného chodu. Z obrázku je patrné, že zelená barva přísluší hřídeli a spojce pro sudé stupně a červená pro liché stupně a zpětný chod. Dále si lze z obrázku povšimnout, že ozubená kola na konci výstupních hřídelů zabírají přímo s velkým ozubeným kolem stálého převodu.

Konstrukce převodovky DSG dovoluje, aby v převodovce byly navoleny dva rychlostní stupně zároveň. Výkon se však přenáší pouze u toho převodu, u kterého je sepnutá spojka. Druhý zařazený převod má svou spojku rozepnutou a čeká na svou „aktivaci“. Při přeřazení se pak rozepne spojka do té doby zařazeného rychlostního stupně a v přibližně stejný okamžik sepne spojka předvoleného rychlostního stupně [13]. Toto přeřazení probíhá bez přerušování toku hnacího momentu a je téměř okamžité, v praxi trvá 0,3 – 0,4 s.

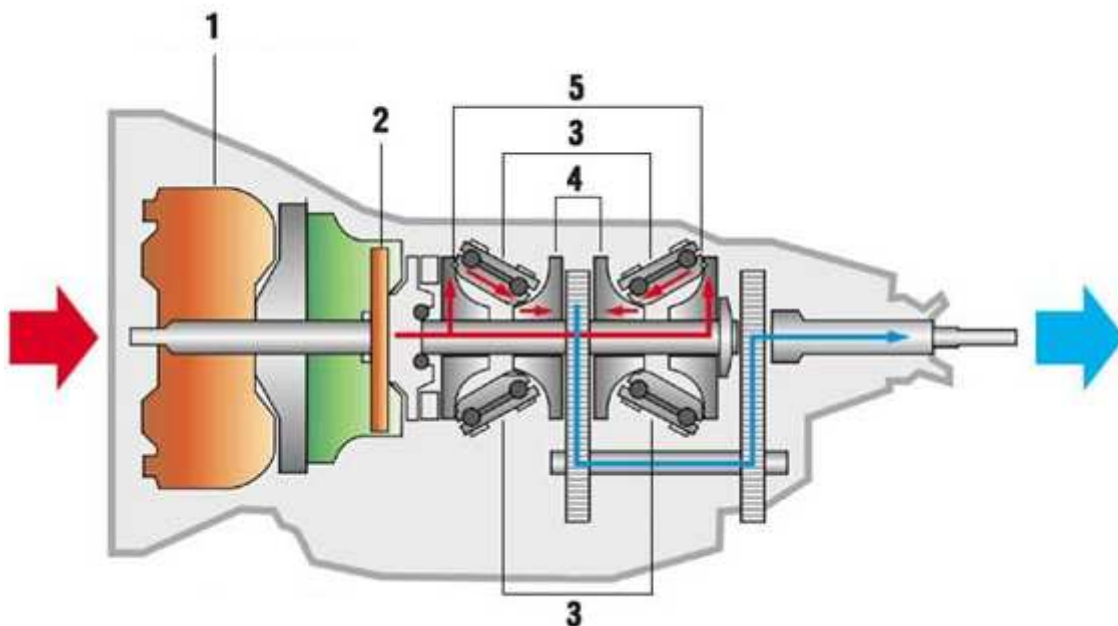
Jakým způsobem probíhá řazení u dvouspojkové převodovky lze názorně vysvětlit podle příkladu naznačeném v obrázku 8. V horní části obrázku je zařazený první rychlostní stupeň na červené větvi převodovky. Na druhé větvi, to znamená na zelené, je předvolený druhý rychlostní stupeň. Jakmile motor dosáhne vhodných otáček, vypne se spojka 1 červené větve a vzápětí je zapnuta spojka 2 zelené větve. V tento okamžik se dostává do záběru druhý rychlostní stupeň, tento stav odpovídá dolní části obrázku. Nyní je aktivní zelená větev převodovky. Pokud se budou stále zvyšovat otáčky, předvolí se na červené větvi třetí rychlostní stupeň, jak je znázorněno na obrázku. Ale pokud by došlo vlivem vnějších okolností ke snižování otáček, inteligentní řízení převodovky to zaznamená a navolí na červené větvi zpět první rychlostní stupeň. Systém zároveň dokáže přeřadit o libovolný počet stupňů, ale vždy musí dojít k vystřídání liché a sudé větve. Například pokud by řidič chtěl podřadit z šestého stupně na druhý, tak elektronika tento proces rozdělí na dva kroky. V prvním kroku se podřadí na pátý rychlostní stupeň, čímž se uvolní hřídel se sudými převody. V druhém kroku je zařazen požadovaný druhý stupeň. Popsaný proces trvá dvouspojkové převodovce DSG přibližně 0,9 s [6].

3.4. Bezstupňová převodovka (variátor)

Bezstupňový převodový systém samozřejmě existovat nemůže, v případě variátoru je převodových stupňů teoreticky nekonečno, neboť jak již bylo zmíněno v kapitole číslo 2, variátor mění průběžně svůj převod tak, aby byl v každém okamžiku ideální. To znamená, že převodovka mění převod tak, aby s ohledem na jízdní podmínky motor pracoval optimálně a byla tak dosažena, co nejmenší možná spotřeba paliva. Z čehož vyplývá, že variátor je ideálním převodovým systémem. V praxi však nastává problém s použitím této koncepce s ozubenými koly, které se vyznačují vysokou účinností. Proto jsou bezstupňové převodovky vyráběny jako třecí převod, kde se plynule měnícího převodu dosahuje změnou průměrů rotačních částí hnacího a hnaného hřídele.

Nejnámější konstrukce variátoru je tvořena dvěma páry kuželových kol, mezi nimiž je vložený klínový řemen namáhaný na tah. Převodový poměr se plynule mění oddalováním a přibližováním obou kuželových kol, při kterém pokaždé řemen opisuje jiný poloměr. Tato konstrukce však dokáže přenést jen omezený moment a další nevýhodou je nízká životnost klínového řemene. Dalším využívaným řešením je speciální pás o vysoké pevnosti, na kterém jsou navlečeny klínovité segmenty. Jelikož jsou tyto segmenty na tomto pásu navlečeny volně, je výkon přenášen pouze tlakem. Tento systém je schopný přenést větší moment a zároveň má vyšší životnost než v případě řešení s klínovým řemenem. U systému Multitronic německého Audi je třecí převod realizován pomocí speciálního řetězu, jehož boky jsou zabroušeny klínovitě. Tento řetěz je namáhan na tah [15].

Zejména japonské automobilky využívají bezstupňové převodovky toroidní konstrukce, které dokáží přenést velké momenty (až 400 Nm). Toroidní konstrukce je rovněž třecím převodem, ale k přenosu momentu nevyužívá dvou řemenic a řemene, popřípadě řetězu. Na obrázku 9 je znázorněno schéma toroidní převodky Extroid. Moment vstupuje do převodovky přes měnič momentu (1), který jej přenáší na hřídel, jenž unáší dva toroidní kotouče (5). Z těchto kotoučů se moment dále přenáší pomocí kladek (3) na protilehlou dvojici kotoučů (4). Tato dvojice má mezi sebou vložené ozubené kolo, které následně otáčí hřídelem, a tak i zadními koly. Další součástí převodky je mechanismus pro zpětný chod (2) [13].



Obrázek 9: Schéma převodovky Extroid [18]

4. Definování rozsahu zpracování

Jak již jednou bylo uvedeno v úvodní kapitole, veškeré statistické údaje se nevztahují k počtu vyrobených kusů jednotlivých automobilů, ale pouze k modelům jednotlivých automobilek a jim příslušným převodovkám. Zároveň se statistika nezaobírá elektromobily a vozy s hybridním pohonným ústrojím. A soustředí se tak na automobily, které disponují pouze spalovacím motorem.

4.1. Rozsah zpracování z hlediska automobilových segmentů

Dnešní automobilový trh nabízí zákazníkovi širokou škálu typů automobilů, které se liší v mnoha ohledech jeden od druhého. Z tohoto důvodu, a aby se v nepřehledném množství modelů lépe orientovalo, jsou jednotlivé automobily rozdělovány do tříd neboli segmentů, jejichž účelem je sjednocovat podobné vozy. Bohužel v dnešní době neexistují přesně definovaná kritéria, která by přesně vymezovala jednotlivé třídy. V praxi to často probíhá tak, že sama automobilka zařadí nový model do určitého segmentu a následně musí toto zařazení obhájit před lokálními autoritami, což jsou zejména agentury, které poskytují analýzy trhu na národní úrovni a nadnárodní úrovni.

Například v České republice plní tuto funkci agentura Svazu dovozců automobilů. Navíc neexistuje jednotné rozdělení automobilů, ale každá organizace má své.

Do statistiky pro rok 2015 byly zařazeny tyto třídy automobilů: mini, malé, nižší střední, střední, vyšší střední, luxusní, sportovní a MPV, což je zkratka pro anglické spojení slov multi-purpose vehicle a jsou takto označována víceúčelová vozidla. Toto dělení vychází z označování vozidel, jež používá již jednou zmiňovaná agentura Svazu dovozců automobilů [19]. V textu se dále bude objevovat termín supersportovní vůz, což je označení pro exkluzivní automobil, jenž je koncipován pro co nejlepší výkony, disponuje extrémními hodnotami výkonu a částka, za kterou jej lze pořídit mnohonásobně přesahuje cenu „běžných“ automobilů. Jako příklad lze uvést model Agera R od švédského výrobce Koenigsegg, jehož motor dokáže vyvinout výkon až 850 kW a poslední exemplář byl v roce 2015 prodán za částku 2,1 milionu dolarů [20].

V nasbíraných datech nejsou zařazena offroadová neboli terénní vozidla, která používají upravené převodové systémy s redukcí určené pro pohyb v těžkém terénu. Dále byla vyřazena karoserie typu kabriolet, a to především z toho důvodu, že téměř ve všech případech existuje ten samý model s pevnou střechou, který je postavený na identické platformě a využívá stejné pohonné jednotky včetně převodových ústrojí jako vůz s karoserií kabriolet.

Výše definované třídy a typy automobilů byly zařazeny i v letech předchozích, to znamená v letech 1995, 2000, 2005 a 2012. Avšak oproti těmto rokům byly do statistiky pro rok 2015 přidány vozy označované jako SUV (sports utility vehicle). A to zejména z důvodu jejich všeobecné expanze na jednotlivých trzích. V dřívějších letech například v Evropě vedly prodeje vozů klasických typů karoserií jako je hatchback, sedan nebo kombi. Právě tyto karosářské verze jsou v dnešní době vytlačovány vozy SUV. Tento trend lze názorně pozorovat na prodejkách na evropském trhu, kde vozy SUV tvořily v roce 2015 zhruba pětinu trhu. Na začátku roku 2016 se jednalo o nejprodávanější typ vozů vůbec a do konce tohoto desetiletí se předpokládá, že by těmto vozům mohla patřit až třetina evropského trhu [21] [22]. Rozmach vozů této koncepce značně ovlivnil i modelové nabídky jednotlivých značek, téměř všechny automobilky nabízejí svým zákazníkům vozy SUV a nejedná se pouze o „běžné“ značky. Již v roce 2002 firma Porsche, která je známa výrobou především sportovně orientovaných vozů, představila první vůz SUV nazvaný Cayenne a v roce 2015 začala

prodávat další model této koncepce pojmenovaný Macan. Navíc jsou oba zmiňované automobily nejprodávanějšími modely firmy Porsche, slavný model 911 je v prodejnosti až na třetím místě [22]. Svůj vůz SUV bude mít ještě například automobilka Lamborghini nebo Maserati [23].

4.2. Rozsah zpracování z hlediska automobilových značek

Veškeré značky automobilů, které figurují ve statistice pro rok 2015, jsou získány z Katalog der Automobil Revue [24]. Nicméně aby byla zachována relevantnost dat oproti statistikám z předchozích let, došlo k redukci některých značek, tudíž se v datech objevují víceméně stejní automobilový výrobci jako v minulých letech.

Ve statistice figurují především známé značky, prodávající se především na evropském a americkém trhu. Ze statistiky byly vynechány automobilky, které pocházejí z rozvojových států a Číny. Ačkoliv čínské automobilky v průběhu posledních několika let udělaly obrovský pokrok a neustále se vyvíjejí, tak jejich vozy stále svou kvalitou a použitými technologiemi nestačí na modely zavedených výrobců [25]. Navíc modely čínských výrobců jsou velice často pouze kopiemi automobilů vyhlášených značek [26]. Dále se ve statistice neuvažovaly modely výrobců určené pro rozvojové trhy, neboť se jedná buď o starší modely, nebo nějakým způsobem upravené vozy jinak se prodávající na evropském trhu.

Ve statistice se rovněž neobjevují úpravci automobilů a malý výrobci soustředící se především na sportovní automobily. Tito výrobci stejně v mnoha případech odebírají komponenty od automobilek, jejichž produkce je velkosériová.

Po vyloučení výše zmíněných výrobců ve statistice pro rok 2015 figurují tyto automobilové značky:

Alfa Romeo	Cadillac
Aston Martin	Chevrolet
Audi	Chrysler
Bentley	Citroën
BMW	Dacia
Bugatti	Daihatsu
Buick	Dodge

Ferrari

Fiat

Ford

Holden

Honda

Hyundai

Infiniti

Jaguar

Jeep

Kia

Koenigsegg

Lada

Lamborghini

Lancia

Land Rover

Lexus

Lincoln

Lotus

Maserati

Mazda

Mercedes-Benz

Mini

Mitsubishi

Nissan

Opel

Peugeot

Porsche

Renault

Rolls-Royce

Seat

Smart

Subaru

Suzuki

Škoda

Toyota

Vauxhall

Volkswagen

Volvo

ZIL

4.3. Hloubka zpracování u každého modelu a sledované veličiny

Jelikož v dnešní době výrobci k jednomu modelu nenabízejí pouze jednu motorizaci, ale poskytují zákazníkovi výběr z více možností, které se dají navíc kombinovat s různými typy převodových systémů, je potřeba si definovat jak podrobně jsou zpracovány jednotlivé modely výrobců, které jsou uvedeny ve statistice.

U každého modelu, který se objevil ve statistice, se postupovalo následovně. Nejdříve byla vyhledána nejslabší a nejsilnější zážehová motorizace se všemi převodovkami, které mohou být s těmito pohonnými jednotkami použity. Následně byly zaznamenány všechny sledované veličiny pro daný model s daným motorem a převodovým systémem. U vozidla se doplnila pohotovostní hmotnost, pro motorizaci byly zapsány data ohledně: objemu, maximálního krouticího momentu, otáček při maximálním krouticím momentu, maximálního výkonu a otáček při maximálním výkonu. A nakonec pro dané převodové ústrojí se zaznamenaly tyto údaje: typ převodového systému, počet převodových stupňů, maximální převodový poměr, minimální převodový poměr, rozsah, který vyplynul z maximálního a minimálního převodového poměru a stálý převod. Vzápětí, aby bylo zajištěno, že nebyl vynechán žádný převodový systém, který výrobce nabízí pro daný model, byly prohledány zbývající motorizace v intervalu nejslabší až nejsilnější. Pokud byla nalezena motorizace s jiným typem systému, popřípadě s jiným počtem převodových stupňů, tak byla opět se všemi převodovkami, které k této pohonné jednotce výrobce nabízí, vnesena do statistiky. Tento postup byl stejný v případě vznětových motorů, pokud je výrobce pro daný vůz nabízel.

5. Způsob zpracování, definice veličin a jednotek

Tato kapitola popisuje, jakým způsobem jsou zpracována jednotlivá data formou tabulky a napomáhá k lepší orientaci v datech. Tabulka je vytvořena v programu Microsoft Excel a je přiložena k této práci jako příloha. Zároveň kapitola slouží k zadefinování používaných veličin a jejich jednotek. Statistika obsahuje 1356 vzorků převodovek, 411 modelů a 53 automobilek.

5.1. Zadávané hodnoty

V těchto sloupcích se nacházejí údaje, které byly vypisovány ze zdroje [24].

5.1.1. Údaje o automobilu a příslušné motorizaci (sloupce A až I)

Sloupec A obsahuje název automobilky, a to pouze na prvním řádku pro všechny modely příslušné automobilky, protože jinak by se název neustále opakoval.

Sloupec B..... obsahuje název příslušného modelu.

Sloupec C..... obsahuje hodnotu pohotovostní hmotnosti, což je hmotnost kompletně vybaveného vozidla s předepsanou výbavou, nářadím a s plnou zásobou provozních hmot [27]. V datech je pro hmotnost užívána jednotka kilogram (kg).

Sloupec D obsahuje hodnotu zdvihového objemu motoru, ten je definovaný jako část pracovního prostoru všech válců v pístovém spalovacím motoru, který se nachází mezi horní a dolní úvratí jednotlivých pístů [28]. Jednotka užívána pro tento objem je centimetr krychlový (cm^3).

Sloupec E..... obsahuje údaj o tom, jaké palivo motorizace spaluje. Pokud se jedná o zážehovou motorizaci, která používá jako palivo benzín, je v příslušné buňce písmeno „B“. V opačném případě se v buňce objeví písmeno „D“ (diesel), které značí vznětovou motorizaci spalující naftu.

Sloupec F..... obsahuje hodnotu maximálního krouticího momentu motoru.

Obecně je moment definovaný jako síla krát rameno, pomocí jednotek vyjádřeno jako Newton (N) krát metr (m), proto užívanou jednotkou pro moment je Newtonmetr (Nm), neboli $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$ dle základních jednotek SI.

Sloupec G obsahuje hodnotu, popřípadě rozpětí otáček, které motor „točí“ při maximální hodnotě krouticího momentu. Jednotkou této veličiny je počet otáček za minutu (min^{-1}).

Sloupec H obsahuje hodnotu maximálního výkonu motoru. Výkon je definován jako množství práce za čas, za který byla tato práce vykonána [29]. V případě motoru se může výkon spočítat jako krouticí moment krát úhlová rychlost ($P=M_K \cdot \omega$). Jednotkou výkonu je watt (W), který se dle základních jednotek SI rozepíše jako $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$. Výkon motoru se v datech objevuje s jednotkou kilowatt (kW).

Sloupec I..... obsahuje hodnotu otáček, které motor „točí“ při maximální hodnotě výkonu. Jednotkou této veličiny je opět počet otáček za minutu (min^{-1}).

5.1.2. Údaje o převodovém systému (sloupce J až O)

Sloupec J..... obsahuje údaj, o jaký typ převodovky se jedná. Přímo řazené převodovky, které bývají označovány jako „manuální“ mají symbol „M“. Systémům s hydrodynamickým měničem, často nazývané jako „automat“, přísluší symbol „A“. Automatizované převodovky s jednou spojkou jsou značeny jako „AMT SC“ (automated single clutch). Zkratka „AMT DC“ (automated double clutch) odkazuje na automatizovaný systém s dvěma spojkami a poslední symbol „CVT“ značí, že se jedná o variátor. Právě definované symboly se budou dále objevovat v následujících kapitolách této práce, a to především v šesté kapitole, ve které jsou vyhodnoceny zkoumané parametry ve formě grafů. A právě v těchto grafech budou jednotlivé převodovky rozlišovány zmíněnými symboly.

Sloupec K..... obsahuje údaj o počtu převodových neboli rychlostních stupňů převodovky. Každému převodovému stupni přísluší předem daný převodový poměr podle konstrukčního uspořádání příslušného převodového systému, tudíž počet převodových stupňů udává, kolik má převodovka těchto poměrů k dispozici.

Zmiňovaný převodový poměr se označuje jako měnitelný a je vysvětlen u následujícího sloupce. Variátor, který ačkoliv je označován jako bezstupňový, má teoreticky nekonečně mnoho převodových poměrů, proto má vždy systém „CVT“ v příslušné buňce číslo 99.

Sloupec L obsahuje hodnotu maximálního měnitelného převodového poměru „ i_{\max} “ konkrétního převodového systému. Převodový poměr je definován jako poměr otáček vstupního hřídele k otáčkám hřídele výstupního ($i=n_1/n_2$). Jaké budou výsledné otáčky, závisí na vnitřním mechanismu převodového ústrojí. Například u ručně řazené převodovky lze tento poměr vyjádřit jako podíl počtu zubů hnaného ozubeného kola a počtu zubů hnacího ozubeného kola ($i=z_2/z_1$) [14].

Sloupec M obsahuje hodnotu minimálního měnitelného převodového poměru „ i_{\min} “ příslušné převodovky.

Sloupec N obsahuje hodnotu rozsahu daného převodového ústrojí. Tento parametr je definován poměrem maximálního a minimálního měnitelného převodového poměru ($R=i_{max}/i_{min}$), z hlediska tabulky je tedy rozsah daný podílem sloupce L a M.

Sloupec O obsahuje hodnotu stálého převodu převodovky. Celkový převod u vozidel je složen z převodu měnitelného, zmíněného u sloupce K a z převodu stálého. Stály převod je neměnný a jeho součástí je i diferenciál, který rozděluje točivý moment na obě kola nápravy podle jejich zatížení [12].

5.2. Data získané ze zadávaných hodnot

Následující sloupce jsou funkcí sloupců, ve kterých jsou zadávané hodnoty (sloupce A až O). Získaná data jsou použita k vytvoření jednotlivých grafických závislostí, které jsou zhodnoceny v šesté kapitole.

5.2.1. Počet vozů s příslušným typem převodovky (sloupce P až T)

Sloupec P nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J na příslušném řádku „M“, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec Q nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J na příslušném řádku „A“, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec R nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J na příslušném řádku „AMT SC“, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec S nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J na příslušném řádku „AMT DC“, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec T nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J na příslušném řádku „CVT“, jinak je nabývaná hodnota 0.

Součtem řádků, na kterých se vyskytuje 1 u jednotlivých sloupců, je získán počet vozů, které používají příslušný typ převodového ústrojí. Například součtem řádků s hodnotou 1 u sloupce P je získán počet vozů používající přímo řazenou převodovku.

5.2.2. Počet vozů s příslušným typem převodovky a počtem převodových stupňů (sloupce U až AI)

Například pro ručně řazené převodovky:

Sloupec U nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 7 na příslušném řádku, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec V nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 6 na příslušném řádku, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec W nabývá hodnoty 1, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 5 na příslušném řádku, jinak je nabývaná hodnota 0.

Stejný princip platí i pro ostatní typy převodových ústrojí ve sloupcích X až AI.

Součtem řádků, na kterých se vyskytuje 1 u jednotlivých sloupců, je získán počet vozů, které používají příslušný typ převodového ústrojí a konkrétní počet převodových stupňů. Pro variátory je tato hodnota shodná se součtem hodnot 1 u sloupce T, protože variátory nemají definovaný počet převodových stupňů.

5.2.3. Hodnoty výkonu pro příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů (sloupce AJ až AY)

V této oblasti tabulky je hodnota výkonu přiřazena do toho sloupce, který symbolizuje příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů, se kterým je motorizace o daném výkonu spojena. To znamená, že pro jeden řádek bude hodnota výkonu zapsána pouze v jediném sloupci.

Například pro ručně řazené převodovky:

Sloupec AJ nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci H, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 7 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec AK nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci H, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 6 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec AL nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci H, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 5 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Stejný princip platí i pro ostatní typy převodových ústrojí ve sloupcích AM až AY. Následně je pro každý sloupec, který znázorňuje typ převodovky a počet převodových stupňů, určena minimální, maximální a průměrná hodnota výkonu.

5.2.4. Hodnoty momentu pro příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů (sloupce AZ až BO)

V této oblasti tabulky je hodnota momentu přiřazena do toho sloupce, který symbolizuje příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů, se kterým je motorizace o daném momentu spojena. To znamená, že pro jeden řádek bude hodnota momentu zapsána pouze v jediném sloupci.

Například pro ručně řazené převodovky:

Sloupec AZ..... nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci F, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 7 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec BA nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci F, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 6 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec BB nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci F, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 5 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Stejný princip opět platí i pro ostatní typy převodových ústrojí ve sloupcích BC až BO. Následně je pro každý sloupec, který znázorňuje typ převodovky a počet převodových stupňů, určena minimální, maximální a průměrná hodnota momentu.

5.2.5. Hodnoty rozsahu pro příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů (sloupce BP až CE)

Tato oblast tabulky funguje na stejném principu jako v případě výkonu a momentu. To znamená, že hodnota rozsahu je přiřazena do toho sloupce, který symbolizuje příslušný typ převodovky a konkrétní počet převodových stupňů. Protože každý řádek obsahuje data pouze o jedné převodovce, tak bude hodnota rozsahu pro jeden řádek zapsána pouze v jediném sloupci.

Například pro ručně řazené převodovky:

Sloupec BP..... nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 7 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec BQ..... nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 6 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec BR nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce J rovna „M“ a zároveň je hodnota sloupce K rovna 5 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Stejný princip opět platí i pro ostatní typy převodových ústrojí ve sloupcích BS až CE. Následně je pro každý sloupec, který znázorňuje typ převodovky a počet převodových stupňů, určena minimální, maximální a průměrná hodnota rozsahu.

5.2.6. Hodnoty výkonů a momentů pro příslušný typ motorizace

(sloupce CF až CI)

Sloupec CF..... nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci H, když je hodnota sloupce E rovna „B“ na tomto řádku, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec CG nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci H, když je hodnota sloupce E rovna „D“ na tomto řádku, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec CH nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci F, když je hodnota sloupce E rovna „B“ na tomto řádku, jinak je nabývaná hodnota 0.

Sloupec CI..... nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci F, když je hodnota sloupce E rovna „D“ na tomto řádku, jinak je nabývaná hodnota 0.

5.2.7. Hodnoty rozsahu pro příslušný počet převodových stupňů

(sloupce CJ až CQ)

Sloupec CJ nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 9 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec CK..... nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 8 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec CL nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 7 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec CM nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 6 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec CN nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 5 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec CO nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 4 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec CP nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 3 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Sloupec CQ nabývá hodnoty, která je pro příslušný řádek v sloupci N, když je hodnota sloupce K rovna 99 na tomto řádku, jinak je prázdný.

Následně je pro každý sloupec, to znamená pro každý počet převodových stupňů, určena průměrná hodnota rozsahu.

6. Vyhodnocení sledovaných parametrů

V této kapitole budou vyhodnoceny jednotlivé sledované parametry a jejich závislosti, které jsou zpracovány graficky. V těchto grafech jsou jednotlivé převodové systémy označovány stejnými zkratkami jako v podkapitole 5.1.2. . První podkapitola popisuje vývoj převodových systému mezi roky 1995 až 2015, v druhé podkapitole jsou závislosti vytvořeny z dat pouze z roku 2015.

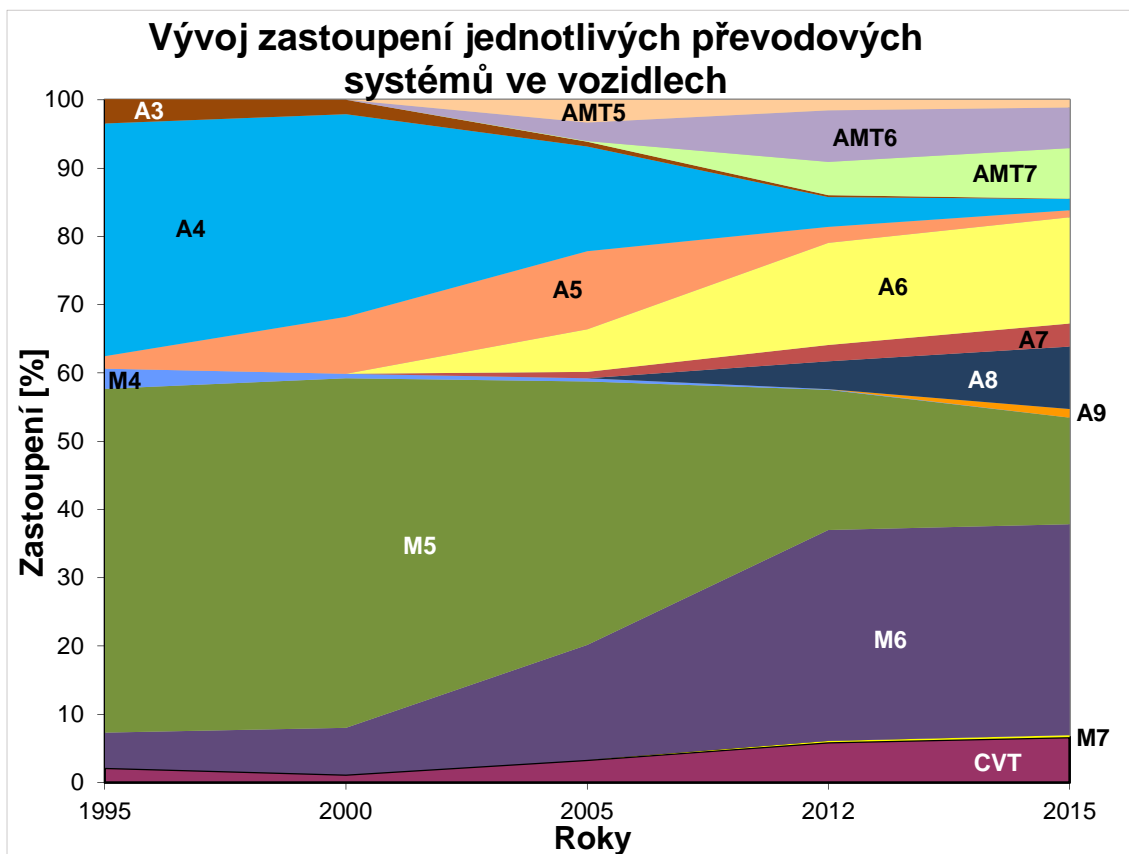
6.1. Vývoj jednotlivých parametrů v období 1995 až 2015

U parametrů sledovaných z dlouhodobého hlediska to znamená mezi lety 1995 až 2015 bylo potřeba kvůli zachování relevantnosti dat sloučit automatizované dvouspojkové převodovky s robotizovanými převodovkami neboli automatizovanými jednospojkovými převodovkami, neboť v minulých letech nebyly automatizované převodovky rozdělovány na tyto dva podtypy a byly do statistik zadávány pod jednotným označením, a to jako převodovky automatizované. Pro upřesnění se ve statistice z roku 2015 objevuje 31 jednospojkových a 165 dvouspojkových převodovek, tudíž jednospojkové systémy tvoří zhruba 16% z celku, zbytek jsou dvouspojkové

systemy. V dalších závislostech obsahující data pouze z roku 2015 se budou objevovat oba podtypy automatizovaných převodovek.

6.1.1. Vývoj zastoupení jednotlivých převodových systémů ve vozidlech mezi lety 1995 až 2015

Vývoj zastoupení jednotlivých typů systémů za posledních dvacet let je vyobrazeno na grafu 1. Z grafu lze obecně říci, že pokračuje trend v používání převodovek s větším počtem rychlostních stupňů u všech typů. Tento trend lze z dlouhodobého hlediska názorně pozorovat u čtyřstupňových automatů, které v roce 1995 zabíraly přes 34% trhu a v roce minulém byl jejich podíl pouze 1,4 % z celkového počtu. Tyto převodové skříně se většinou objevují v třídě minivozů a kompaktních vozů. Ve své nabídce je nabízí například Peugeot, Hyundai nebo Suzuki. Převodové systémy s malým počtem stupňů pomalu „vymírají“, nebo se už v automobilech vůbec nepoužívají. Například čtyřstupňová přímo řazená převodovka, která se objevila ve statistice z roku 2012 jen mizivým procentem, tak v roce 2015 ji už žádná automobilka nenabízela. To samé platí o třístupňových samočinných ústrojích, které se objevily v nejnovější statistice pouze u automobilu Zil 4104, což je ruská limuzína, která byla poprvé představena v roce 1978 a v průběhu let byla modernizována [24]. Jedná se tedy o model, který používá zastaralou převodovku a prodává se v malém množství. Stále nepoužívanější je ručně řazený typ převodovky, který se objevuje napříč všemi kategoriemi od minivozů přes vozy SUV až po sportovní automobily. Obecně lze ale konstatovat pokles počtu motorizací s „manuálním“ systémem, a to především těch pětistupňových. Jedinou výjimkou je sedmistupňová převodovka s ručním řazením, která zvýšila své procentuální zastoupení zhruba o polovinu oproti roku 2012, kdy se poprvé objevila u vozu Porsche 911. V roce 2013 jej zařadil ještě do nabídky americký Chevrolet u modelu Corvette Stingray [30].



Graf 1: Vývoj zastoupení jednotlivých převodových systémů

V oblasti samočinných převodovek si lze povšimnout mírného poklesu zastoupení za posledních 20 let, nejvíce byly „automaty“ zastoupeny v roce 1995 a 2000, kdy tvořily zhruba konstantních 40% z celkové statistiky. Nejmenší podíl byl zaznamenán v roce 2012, kdy systémy s hydrodynamickým měničem tvořily 28% trhu, a v roce 2015 se zastoupení zvýšilo na 32%. V tomto čísle je nejvíce zastoupen šestistupňový systém, následovaný osmistupňovým, který byl poprvé představen v roce 2008 německou firmou ZF [4] a v dnešní době je nabízen především u luxusnějších značek jako jsou: Bentley, Rolls-Royce, Maserati a BMW. Pomalu se prosazuje i samočinný systém v současnosti s nejvyšším počtem stupňů, zmíněný ve druhé kapitole, který si od roku 2013 našel cestu ještě do nabídky značek Chrysler, Honda, Mercedes a Jeep. Po roce 2000 se na trhu začaly objevovat sériově vyráběné automatizované převodovky, a to především koncernová dvouspojková převodovka DSG od Volkswagenu. Tato převodovka byla první automatizovanou převodovkou pro „běžné smrtníky“, neboť začala být nabízena ve většině automobilek spadajících do koncernu Volkswagen, to znamená i v cenově dostupnějších modelech. Právě tento typ převodovky do značné míry ovlivnil trh, protože do roku 2000 téměř celou statistiku

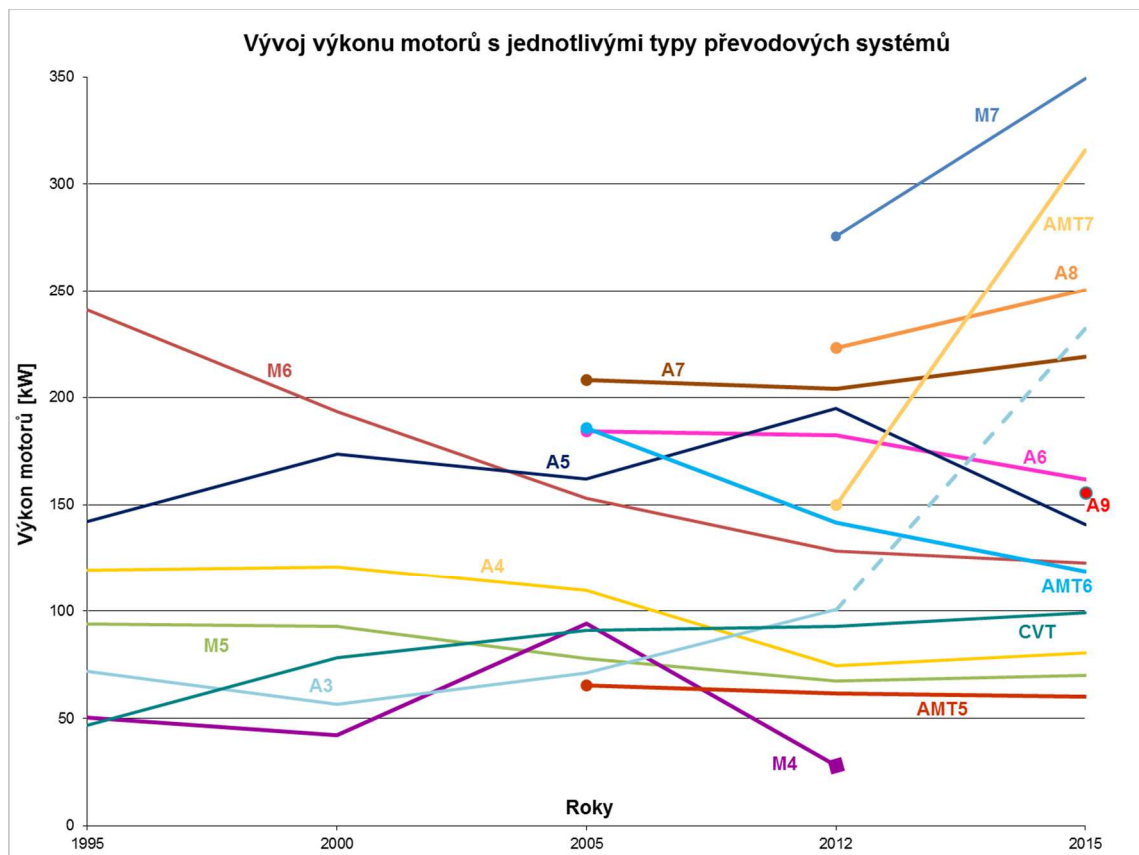
tvořily „manuální“ a „automatické“ převodovky. V průběhu let se jejich zastoupení stále navyšovalo a v roce 2015 už automatizované skříně tvořily téměř 15 procent z celkového množství. Na tomto čísle se nejvíce podílí sedmistupňové systémy, vyskytující se nejen u obyčejných vozidel, ale i u sportovních a supersportovních strojů, neboť je do svých vozů montují věhlasné značky jako jsou: Ferrari, Lamborghini, Porsche, ale i Bugatti pro svůj model Veyron, který se v roce 2010 ve verzi Super Sport zapsal do Guinnessovy knihy rekordů jako nejrychlejší sériově vyráběné auto, když dosáhlo rychlosti 431,072 km/h [31]. Dále automatizované ústrojí se šesti stupni a zbytek tvoří jednospojkové pětistupňové systémy, které se vyskytují především u menších vozů a nabízí je například Citroen, Fiat nebo Peugeot.

Posledním typem vyskytujícím se v grafu jsou ústrojí bezstupňové neboli CVT. Mezi lety 1995 a 2000 byly variátory používány výjimečně, ale od roku 2000 se jejich zastoupení na trhu dlouhodobě zvyšuje. Tento trend je dán především používáním bezstupňové převodovky toroidní konstrukce, jež umožňuje navýšit momentovou kapacitu motorizace. Což má za následek výskyt variátorů u více modelů automobilek, které tento systém zákazníkům nabízí. Jedná se především o japonské výrobce, z evropských značek je v roce 2015 nabízel pouze Renault a Audi se svým systémem Multitronic, který ale výrobce nehodlá dále inovovat a v budoucnu by jej měla nahradit automatizovaná převodovka s dvěma spojkami [32].

6.1.2. Vývoj výkonu a momentu motorů s jednotlivými typy systémů a převodový rozsah těchto systémů v období 1995 až 2015

U těchto spojnicových grafů sledujících vývoj jednotlivých parametrů, jsou vynášeny jejich průměrné hodnoty v letech 1995, 2000, 2005, 2012 a 2015. Pokud se konkrétní typ převodovky nevyskytoval ve statistice od roku 1995, tak začíná v grafu tečkou u příslušného roku, ve kterém se na trhu objevil. Naopak pokud některý z typu ústrojí se přestal v průběhu dvaceti let vyrábět, má u roku, kdy byl naposledy zmíněn, ve statistice kosočtverec. Ve všech závislostech se objevuje třístupňový automat mezi rokem 2012 a 2015 s přerušovanou spojnici, to aby bylo znázorněno, že průměrná hodnota v roce 2015 byla tvořena jedinou hodnotou, a to vozem ZIL zmíněným v předchozí podkapitole.

6.1.2.1. Vývoj výkonu a momentu motorů s jednotlivými typy systémů v období 1995 až 2015

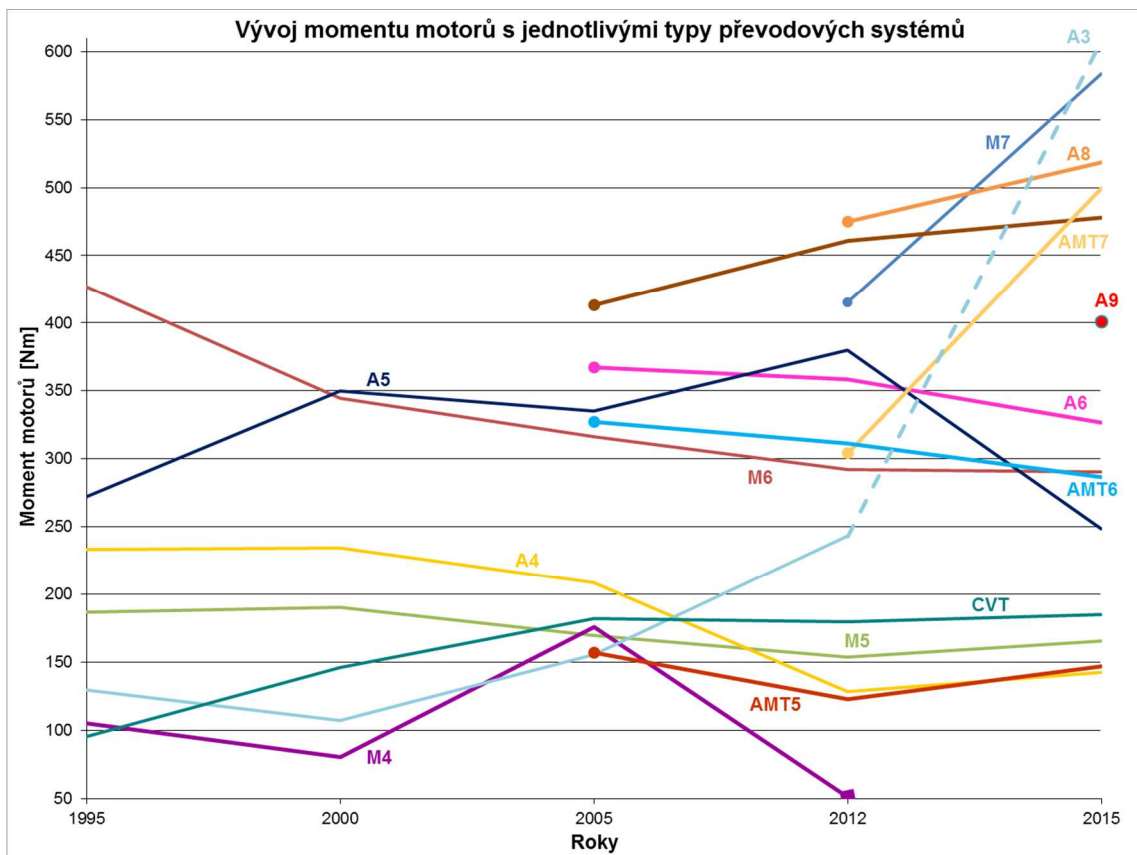


Graf 2: Vývoj výkonu motorů s jednotlivými typy systémů

Jak se měnil výkon motorů ve spolupráci s jednotlivými typy skříní, zobrazuje graf 2. Z něho je nejvíce patrný pokles výkonu motorů u všech přímo řazených převodovek kromě sedmistupňové. Nejmarkantnější rozdíl je u šestistupňového „manuálu“, který se v počátcích statistiky objevoval především u sportovněji zaměřených vozidel, a proto přenášel ze všech typů největší průměrný výkon. V průběhu let se ale začaly „šestikvalty“ dostávat i do běžných vozů a ve sportovních modelech začaly být nahrazovány především automatizovaným typem, a tak se logicky průměrná hodnota výkonu snižovala a v dnešní době patří mezi typy se střední hodnotou průměrného výkonu. Naopak zmiňovaná sedmistupňová převodovka s ručním řazením je spojována s motorizacemi s vysokým výkonem, a proto dle statistiky v dnešní době přenáší ze všech typů největší průměrný výkon.

Naproti tomu u variátorů si lze povšimnout dlouhodobého růstu průměrné přenášené hodnoty výkonu a v roce 2015 již přenášel průměrně 100 kW, což je více než dvojnásobek oproti roku 1995. Je to dáno především tím, že v současné době se bezstupňové systémy objevují nejen v malých a lehkých vozech jako v roce 1995, ale postupným vývojem si našly cestu do mnohem větších a těžších vozidel, které logicky disponují většími výkony. Lze to opět odůvodnit toroidní konstrukcí variátorů, které lze spojit s motorizacemi s vyššími hodnotami momentu a tudíž i výkonu. Jako příklad lze uvést model QX60 japonského Infinity, které má pohotovostní hmotnost přes dvě tuny a převodovka je spojena s motorizací s výkonem 198 kW.

V kategorii minivozů a malých vozů, jejichž motorizace disponují menšími výkony, se většinou používají pětistupňové přímo řazené převodovky, čtyřstupňové „automaty“ nebo pětistupňové automatizované převodovky s jednou spojkou. Naproti tomu motory s vyššími výkony spolupracují hlavně se skříněmi s vyšším počtem stupňů. Jako příklad lze uvést samočinné systémy s osmi stupni.

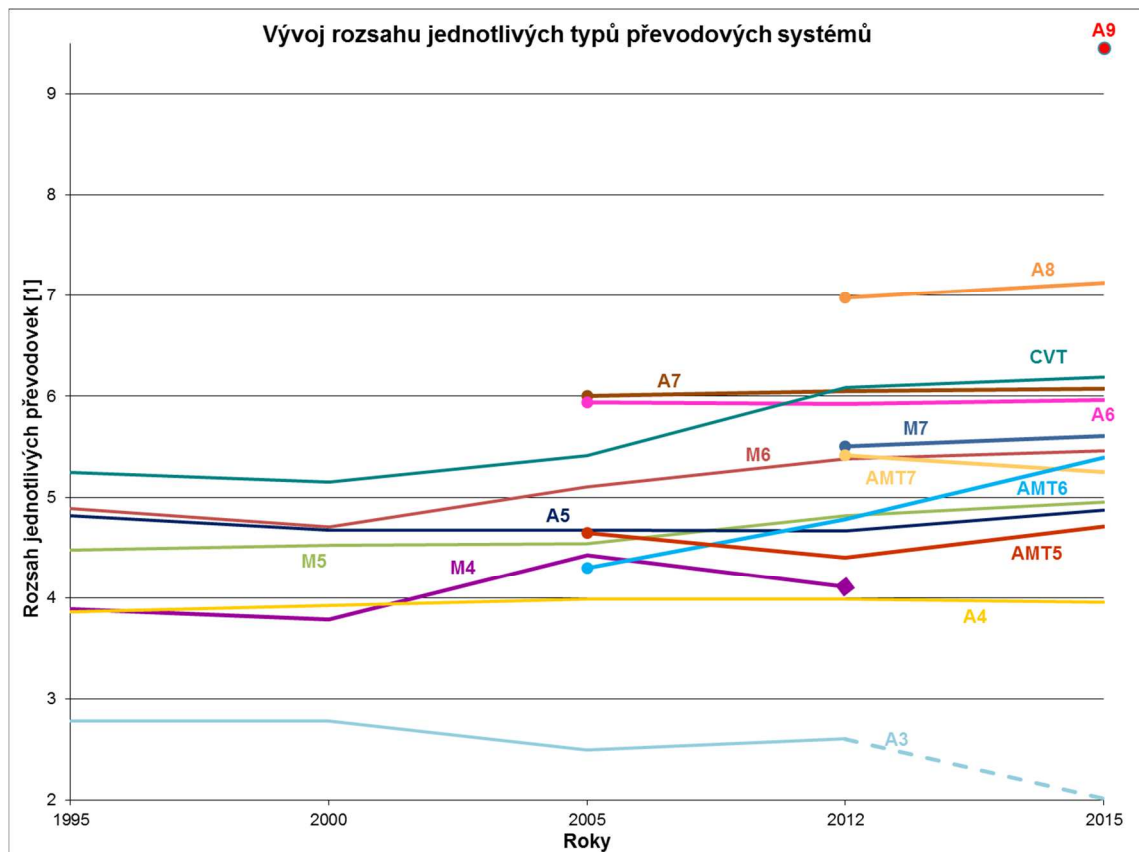


Graf 3: Vývoj momentu motorů s jednotlivými typy systémů

Vývoj momentu motorizací u jednotlivých systémů je vyobrazen na grafu 3, z něhož je patrné, že průběh tohoto vývoje je velice podobný průběhu vývoje výkonu popsaném na grafu 2, neboť se zvýšením výkonu motoru se téměř vždy zvyšuje i hodnota momentu a naopak. Opět největší průměrný moment na kola přenáší přímo řazené ústrojí se sedmi stupni a hodnota momentu se opět v průběhu dvaceti let nejvíce změnila u šestistupňových „manuálů“.

6.1.2.2. Vývoj rozsahu jednotlivých typů systémů v období 1995 až 2015

Z grafu 4, na kterém je vývoj zobrazen, si lze povšimnout, že v průběhu dvaceti let u většiny systémů průměrný rozsah lehce vzrostl. O největší hodnotu se změnil rozsah u automatizovaných šestistupňových převodovek, který se navýšil o více než 25% od roku 2005, kdy se tento systém poprvé objevil ve statistice. Za povšimnutí ještě stojí změna u variátorů, kterým se průměrný rozsah za dvacet let navýšil o 18%.



Graf 4: Vývoj rozsahu jednotlivých typů systémů

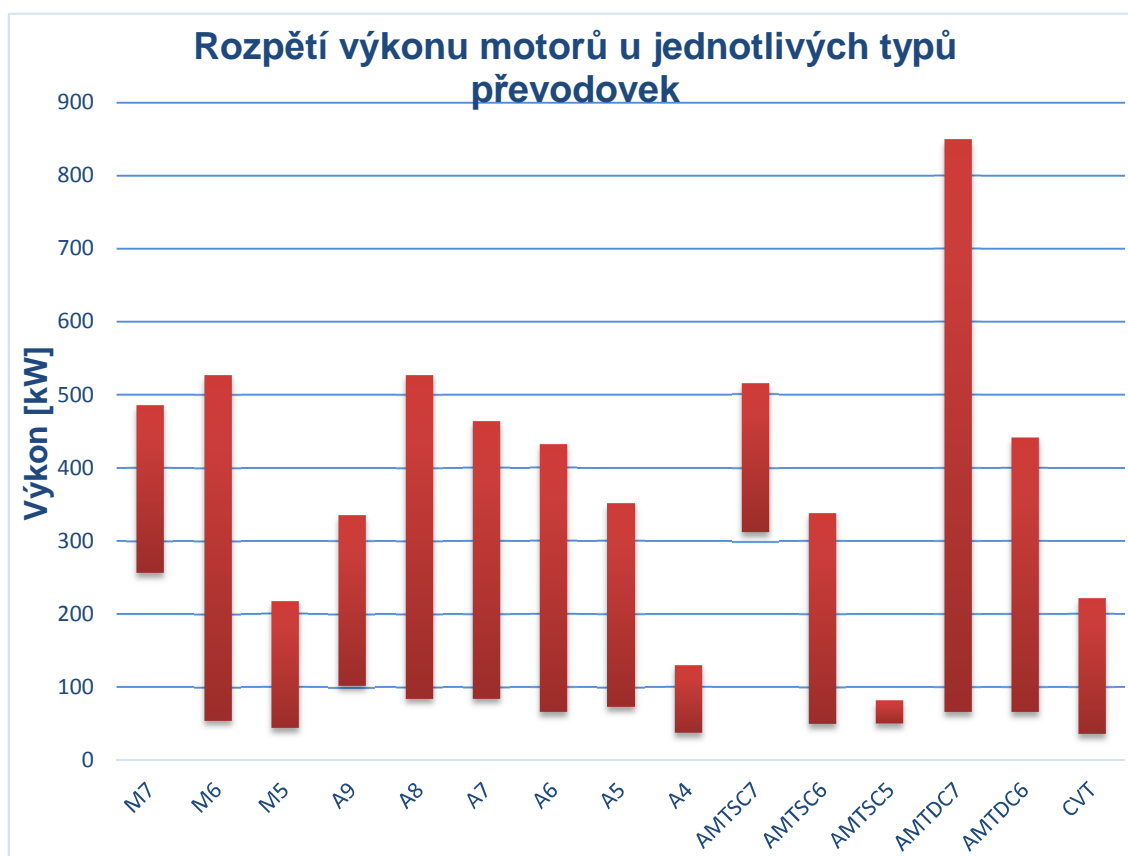
Některé systémy si dlouhodobě udržují přibližně konstantní číslo průměrného rozsahu, to lze názorně pozorovat z průběhu křivky znázorňující čtyřstupňové systémy s hydrodynamickým měničem, které si ve všech sledovaných letech udržovaly hodnotu okolo 3,9. Avšak nejvíce typů převodovek se pohybuje kolem čísla 5 průměrného rozsahu, jak je patrné z grafu. Obecně lze konstatovat, že čím více stupňů, tím je větší průměrný rozsah. Nejnovější devítistupňový samočinný systém má zdaleka největší hodnotu rozsahu s číslem 9,4 a je následovaný „automatem“ s osmi stupni, který měl průměrný rozsah 7,1 v roce 2015, což je celkem značný rozdíl, když se vezme v úvahu například třístupňový automat ZIL, který ačkoliv je zastaralý, tak jeho celkový rozsah 2,03 ani nedosahuje tohoto rozdílu.

6.2. Závislosti sledovaných parametrů získaných z dat pro rok 2015

V této podkapitole se objevují dva typy grafů. Jeden typ je sloupcový, který je vždy tvořen minimem a maximem určité veličiny u jednotlivých druhů převodových systémů rozdělených ještě podle počtu převodových stupňů. A tvoří tedy rozpětí dané veličiny pro jednotlivé typy převodovek. Zde nebudou figurovat třístupňové automaty, protože ve statistice se objevil pouze jediný „exemplář“. Druhým typem je graf bodový. Na grafu 20 body znázorňují průměrnou hodnotu rozsahu v závislosti na počtu převodových stupňů, na ostatních bodových grafech každý bod symbolizuje jeden převodový systém pro příslušnou motorizaci u daného modelu a značky. Tento bod obsahuje informaci o dvou veličinách, dle zkoumané závislosti. U bodového grafu byla snaha o proložení křivkou, která by co nejlépe popisovala vyobrazenou závislost. Pro snazší orientaci ve velkém množství grafických závislostí byly jednotlivé grafy barevně rozlišeny dle zkoumaných veličin. Rozsah převodových ústrojí na určitém parametru má barvu modrou, stálý převod oranžovou a pohotovostní hmotnost vozidla zelenou. Sloupcové grafy jsou vždy barvou červenou.

6.2.1. Závislosti s výkonem motorů

Na grafu 5 je vyjádřeno rozpětí výkonu motorů v závislosti na typu a počtu rychlostních stupňů převodovek. Z něho je patrné, že největší rozpětí mají dvouspojkové automatizované skříně se sedmi stupni. Je to dáno tím, že tato převodovka se objevuje u různorodých kategorií typů vozů. Na jedné straně u běžně dostupných koncernových vozidel s nízkými výkony a na straně druhé u supersportovních strojů, které disponují značnými výkony. Pro představu nejslabší motorizace s tímto systémem má výkon 66 kW a je nabízena například u vozů Škoda, Seat nebo Volkswagen. Nejsilnější motor spojovaný s dvouspojkovým systémem má výkon 850 kW a objevuje se ve vozích automobilky Koenigsegg.



Graf 5: Rozpětí výkonu motorů u jednotlivých typů převodovek v roce 2015

Naopak nejmenší rozptyly mají jednospojkové automatizované pětistupňové převodovky a čtyřstupňové „automaty“, jejichž použití se omezilo pouze na malé vozy s nízkým výkonem. Při pohledu na minimální hodnoty výkonů motorů jednotlivých systémů lze ještě odvodit, že kromě dříve zmíněných sedmistupňových ručně řazených

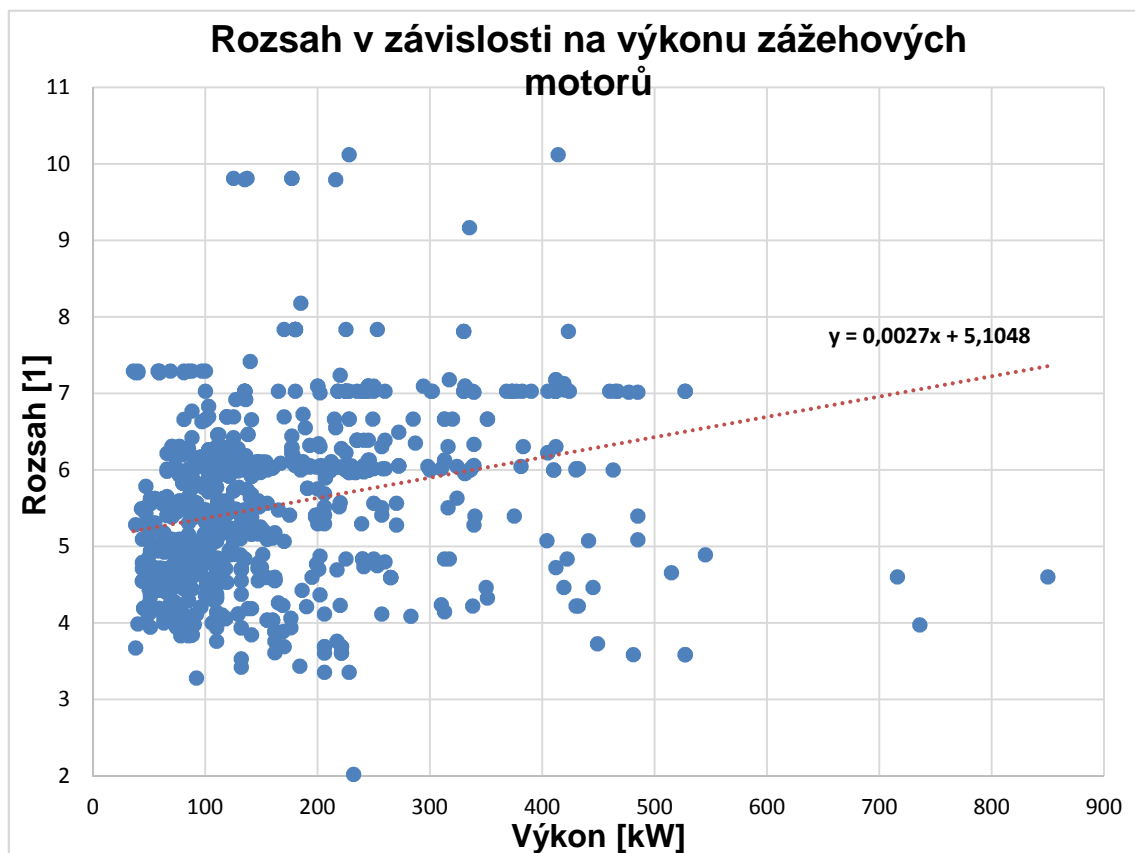
systemů se výhradně pro sportovní vozy ještě používají jednospojkové sedmistupňové převodovky, protože je nabízí pouze automobilky Aston Martin a Lamborghini.

V následujících závislostech bude výkon rozdělen, dle motorizace na výkon zážehových a vznětových motorů.

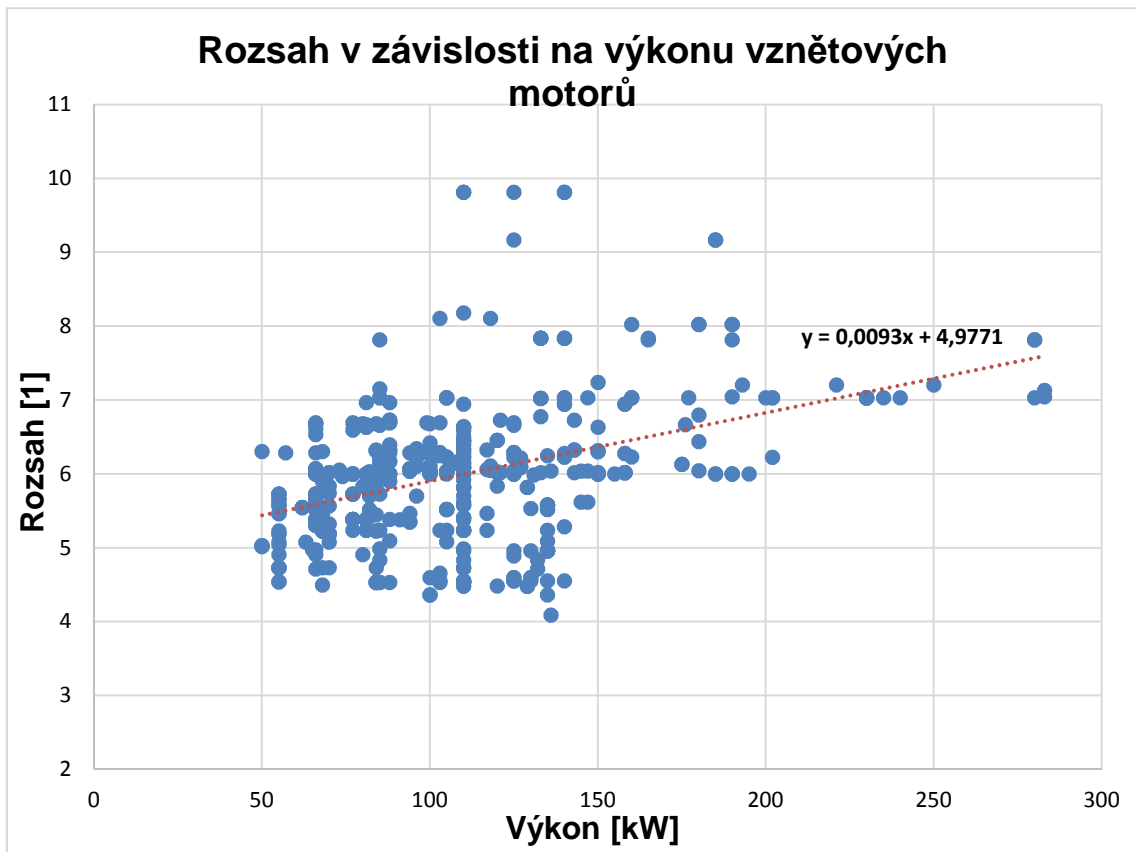
6.2.1.1. Závislost rozsahu převodovek na výkonu motorů

Porovnáním závislosti zážehové motorizace (graf 6) s vznětovou motorizací (graf 7) si lze povšimnout, že „naftové“ motory nemají takové rozpětí výkonů jako „benzínové“, jelikož nejvyšší hodnota výkonu pro vznětový motor je „pouze“ 283 kW, zatímco maximální hodnota ve statistice pro zážehovou jednotku je 850 kW.

Proč tomu tak je lze vysvětlit tím, že dieselové motory se téměř nepoužívají ve sportovních vozech, protože svou těžší konstrukcí a svým projevem jsou méně vhodnou volbou. V případě rozsahu není u těchto dvou typů motorizací tak značný rozdíl jako u výkonu.



Graf 6: Rozsah v závislosti na výkonu zážehových motorů v roce 2015

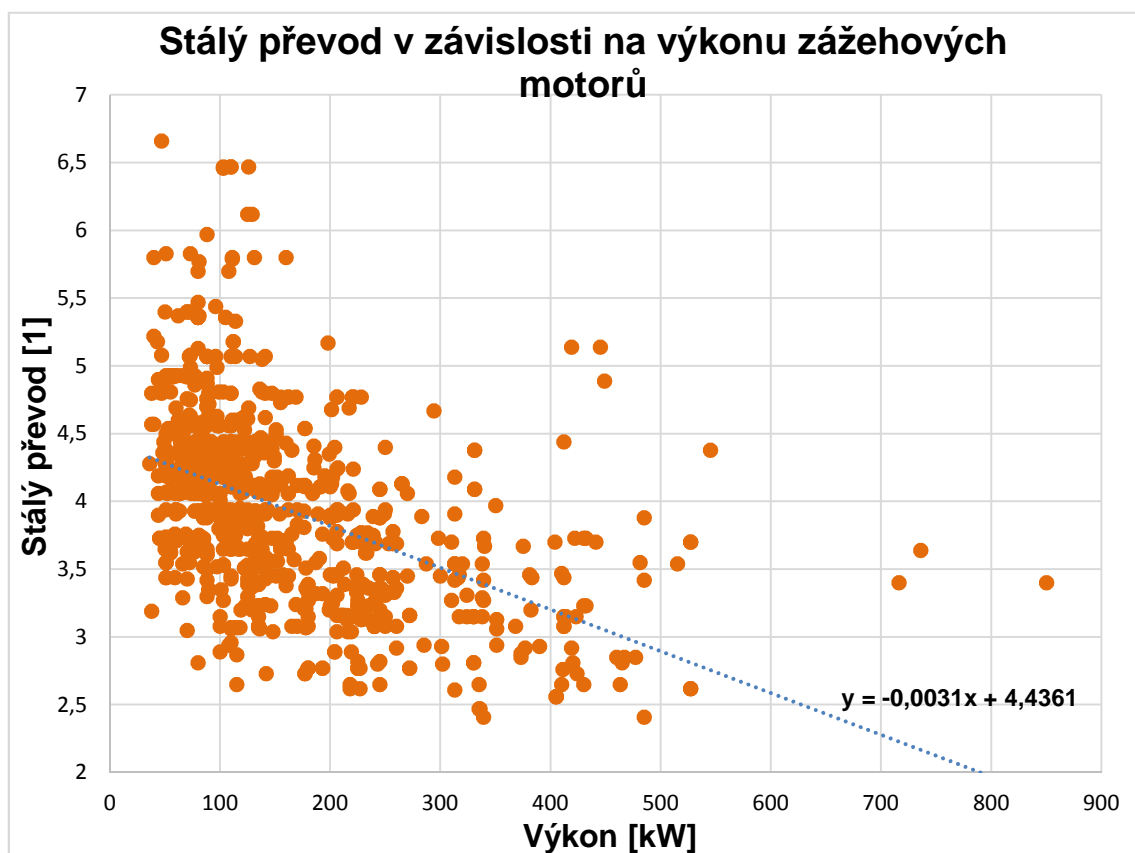


Graf 7: Rozsah v závislosti na výkonu vznětových motorů v roce 2015

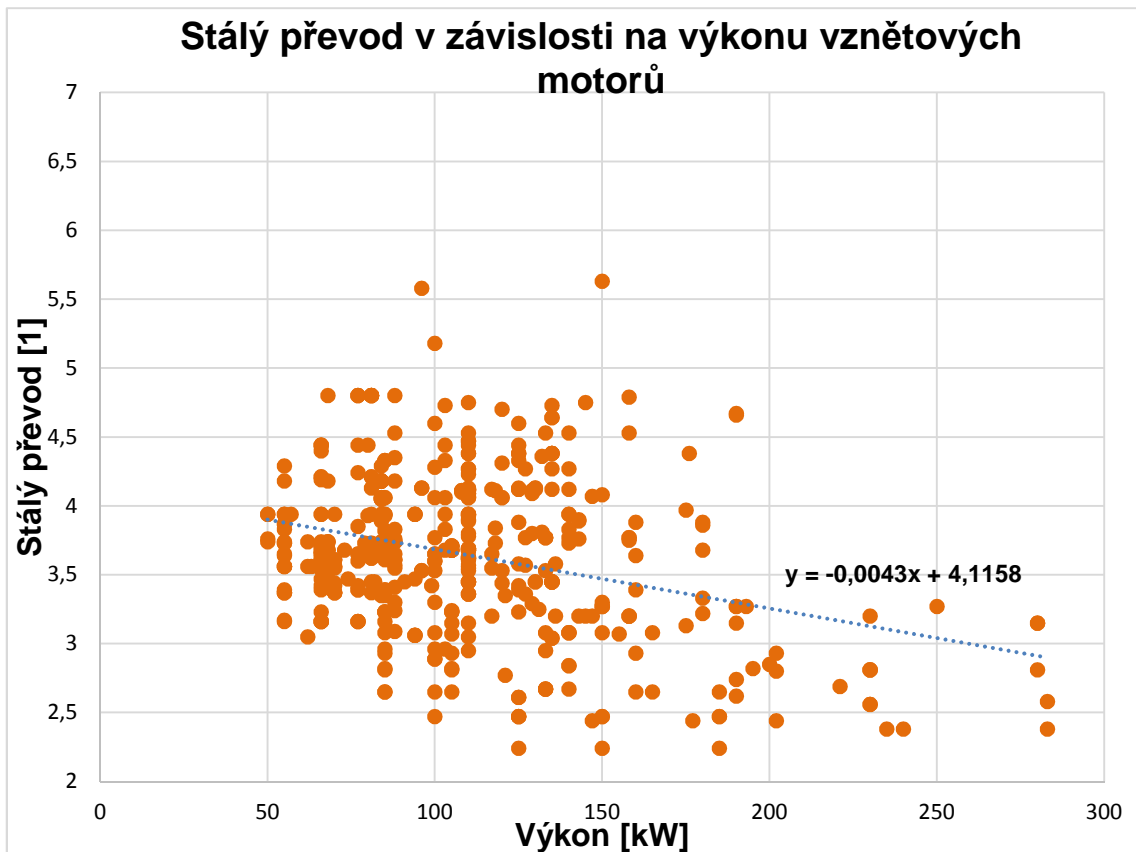
U obou grafů byla proložena křivka, která přibližně popisuje závislost rozsahu převodovek na výkonu motoru. U „diesellových“ motorů je patrné, že při vyšších hodnotách výkonu zachovávají body lépe přímkový typ křivky než u „benzínových“ motorů, u kterých je to nejvíce patrné u motorizací s nejvyšším výkonem. Tyto body znázorňují vozidla výrobců jako například Koenigsegg a Bugatti, což jsou supersportovní vozy, které nejsou k vidění na silnicích běžně, a které se liší v mnoha ohledech od ostatních kategorií automobilů. Přibližně však platí, že čím je vyšší výkon tím je i vyšší rozsah převodového systému.

6.2.1.2. Závislost stálého převodu převodovek na výkonu motorů

Z grafů 8 a 9, které vyjadřují závislost stálého převodu na výkonu, je patrné, že zážehové motory jsou spojovány s převodovými ústrojími s větší hodnotou stálého převodu než motory vznětové. Průměrná hodnota stálého převodu u „benzínových“ motorů je 4, pro „dieselové“ je to 3,6. Křivka prokládající rozložení bodů je opět přibližně přímková pro oba typy poháněcích jednotek a je na rozdíl od závislosti výkonu na rozsahu klesající, to znamená, že čím má motorizace vyšší výkon, tím menší bývá stálý převod převodového ústrojí nezávisle na typu motoru. V grafu 8 je opět patrné vychýlení bodů znázorňující vozy s nejvyššími výkony, tedy supersportovní vozy.



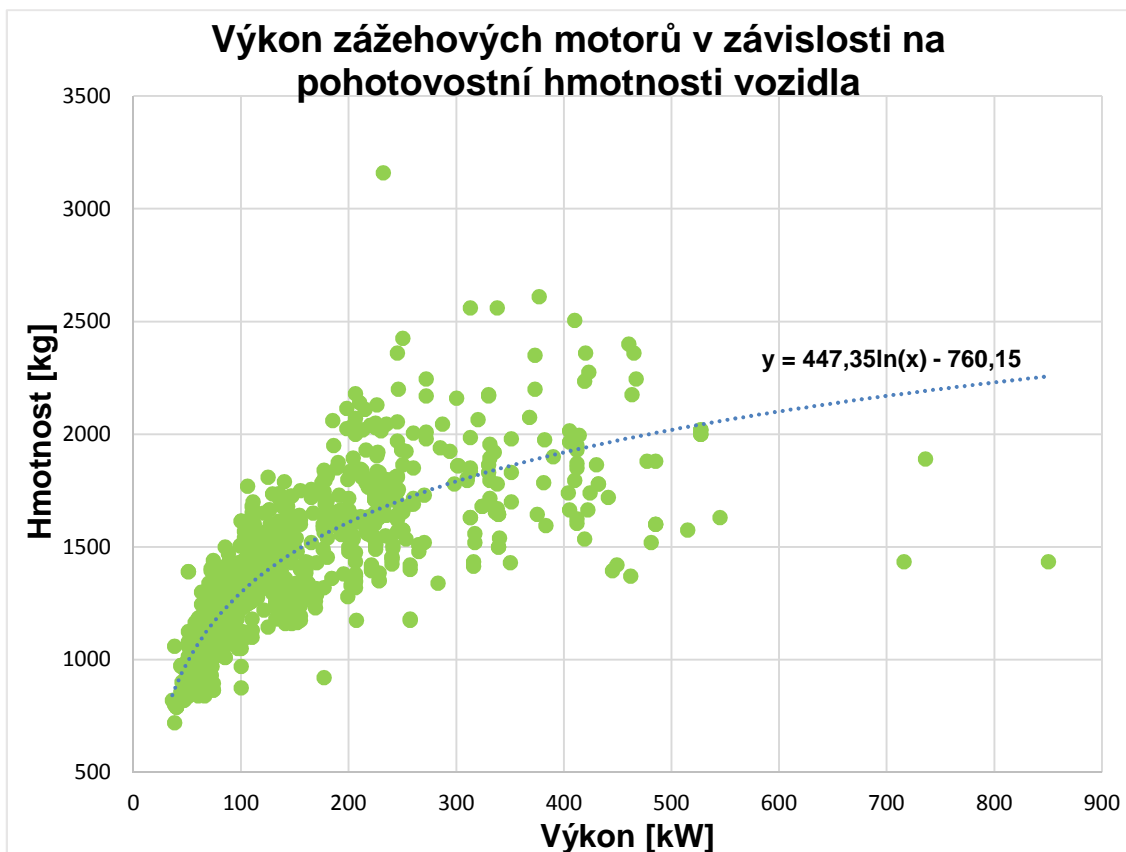
Graf 8: Stálý převod v závislosti na výkonu zážehových motorů v roce 2015



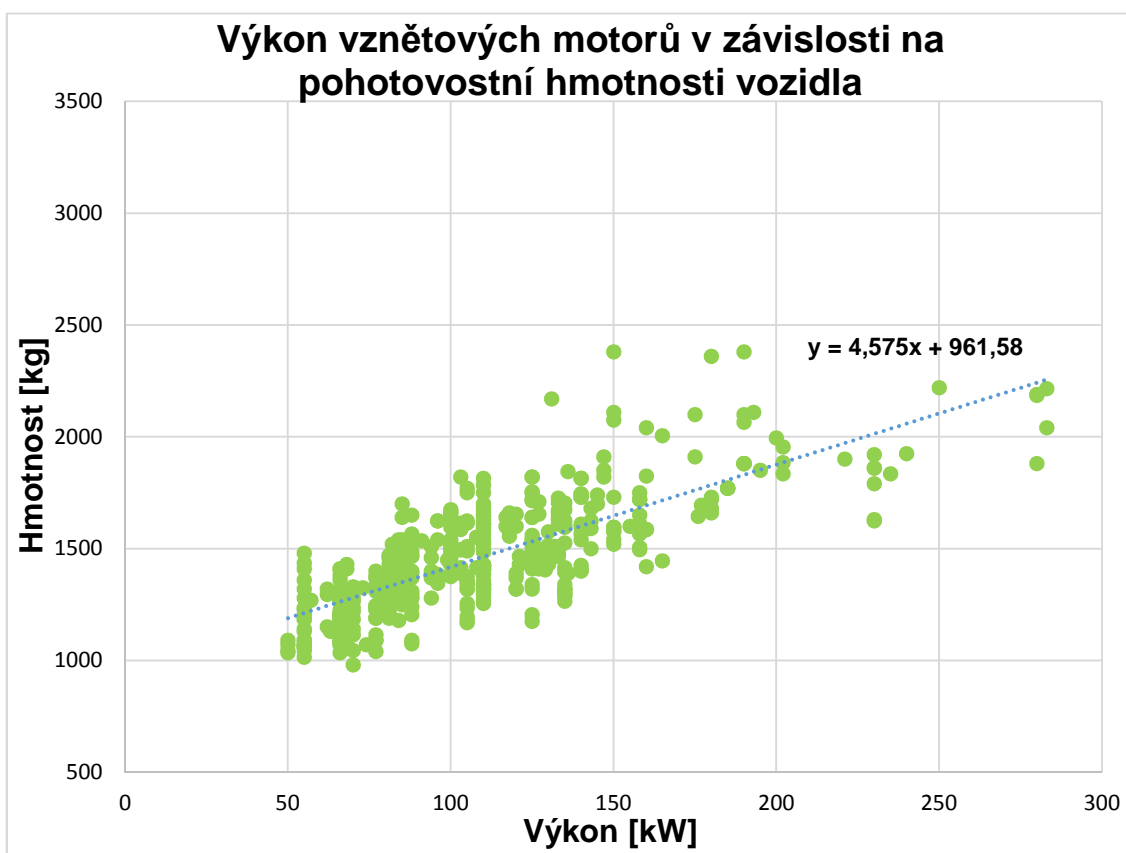
Graf 9: Stálý převod v závislosti na výkonu vznětových motorů v roce 2015

6.2.1.3. Závislost výkonu motorů na pohotovostní hmotnosti vozidla

Na základě grafů 10 a 11 popisující závislost výkonu na pohotovostní hmotnosti vozidla zážehových a vznětových pohonných jednotek lze konstatovat, že „benzínové“ motory se používají ve větším hmotnostním rozpětí vozidel než dieselové motory. „Naftové“ motory pohánějí vozidla s nejmenší hmotností okolo jedné tuny a dle statistiky nejtěžší vůz s touto jednotkou je Mercedes GL, jehož pohotovostní hmotnost činí 2380 kg. Kdežto motory spalující benzín se objevují u vozidel od hmotnosti již kolem osmi set kilogramů až do hmotnosti přesahující hodnotu 2500 kg, v případě ruské limuzíny ZIL, která je vůbec nejtěžším vozidlem objevující se v datech, je tato hodnota 3160 kg. Velice zajímavým poznatkem plynoucím z těchto dvou diagramů je průběh křivek, které prokládají vnesené body. U zážehových motorizací je závislost výkonu na hmotnosti vozidla vyjádřena křivkou logaritmickou, zatímco u vznětových motorizací je to obyčejná přímka.



Graf 10: Výkon zážehových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015

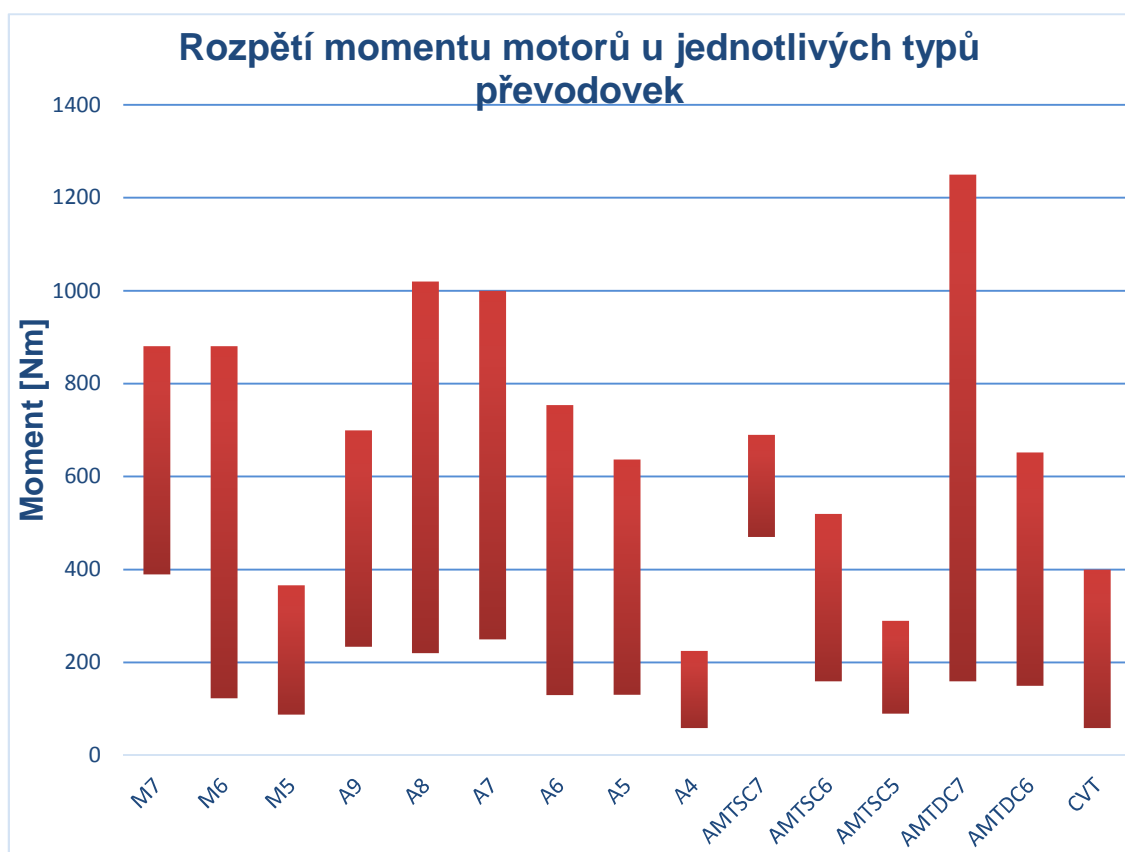


Graf 11: Výkon vznětových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015

6.2.2. Závislosti s krouticím momentem motorů

Závislosti, ve kterých figuruje krouticí moment motorizací, je velice podobný se závislostmi v podkapitole předchozí (6.2.1.), tedy s grafy ve kterých figuruje výkon motoru, neboť jak už bylo jednou zmíněno, hodnota výkonu souvisí s hodnotou momentu.

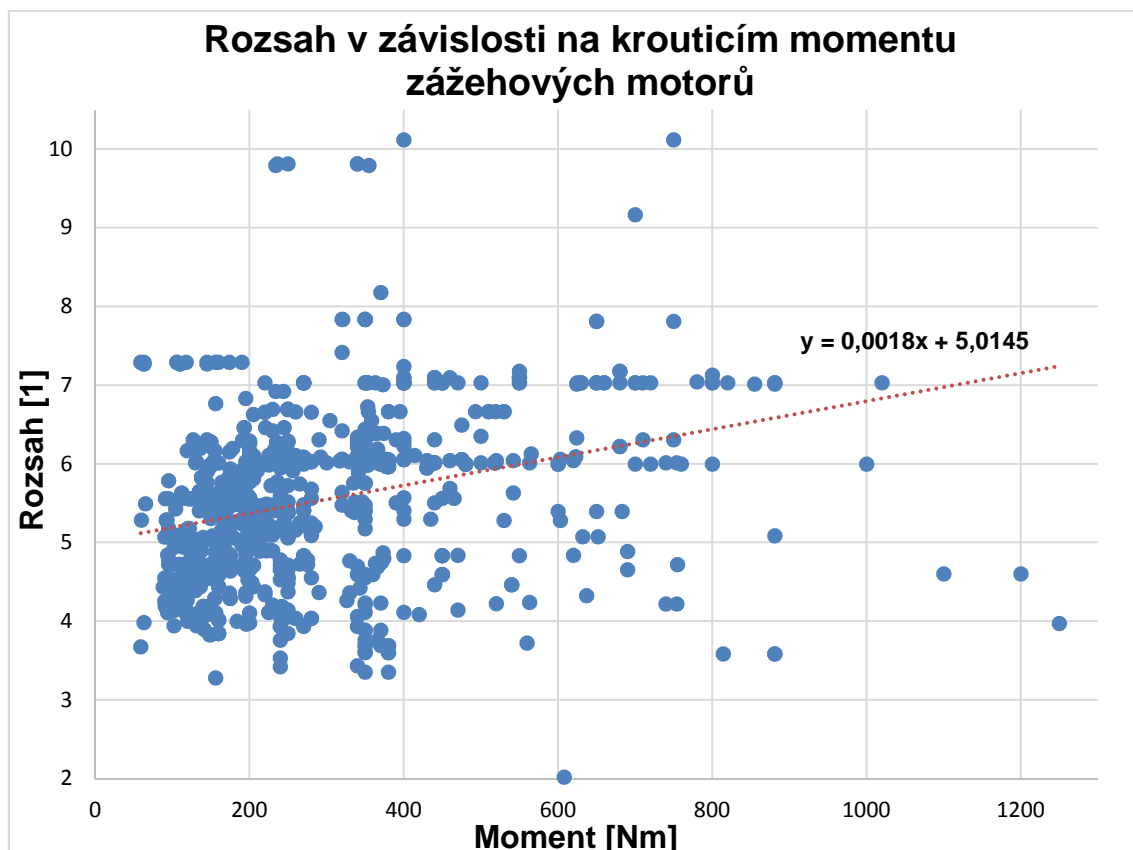
Na sloupcovém grafu 12 je vyobrazeno rozpětí momentů pro jednotlivé převodové systémy rozdělené navíc ještě podle počtu rychlostních stupňů. V závislosti opět dominuje svým rozpětím dvouspojkový automatizovaný systém se sedmi stupni. A nejmenší rozptyl stejně jakou u sloupcového grafu s výkonem mají čtyřstupňové samočinné ústrojí a jednospojkové automatizované systémy s pěti rychlostními stupni. V následujících grafech budou opět závislosti rozděleny podle typu pohonné jednotky.



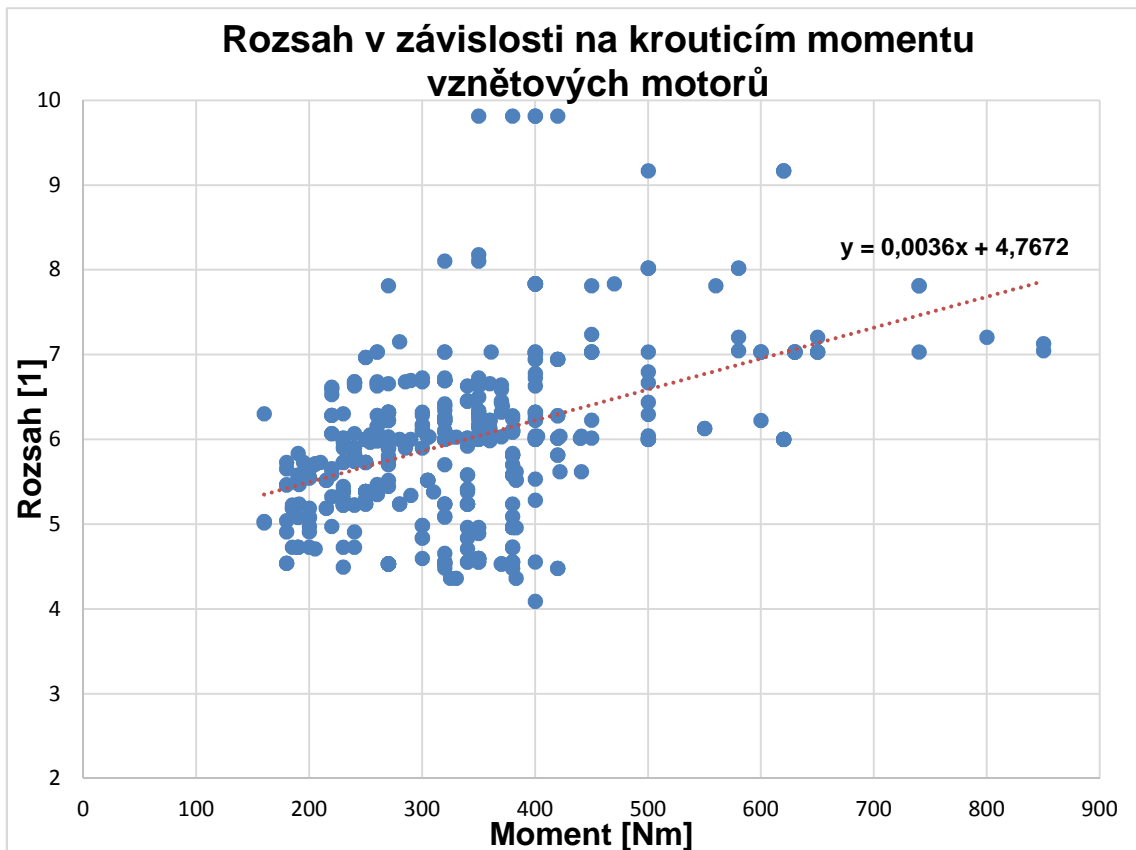
Graf 12: Rozpětí momentu motorů u jednotlivých typů převodovek v roce 2015

6.2.2.1. Závislost rozsahu převodovek na krouticím momentu motorů

Při pohledu na grafickou závislost pro zážehovou motorizaci (graf 13) a pro vznětovou motorizaci (graf 14) je patrné, že „dieselové“ pohonné jednotky mají obecně větší krouticí moment než „benzínové“. Tohoto poznatku si lze povšimnout na začátku osy x obou obrázců, kde nejslabší zážehové jednotky začínají na hodnotě okolo 60 Nm, kdežto vznětové motorizace s nejmenším momentem se pohybují kolem hodnoty 160 Nm. Přitom jsou tyto motorizace podobně výkonné. „Benzínové“ motorizace s nejmenšími hodnotami krouticího momentu disponují výkonem okolo 40 kW a „naftové“ ačkoliv je jejich nejmenší hodnota momentu téměř trojnásobně větší, tak výkonově se pohybují kolem čísla 50 kW. Stejná situace je i na opačné straně osy x. V podkapitole 6.2.1.1. bylo řečeno, že ve statistice největší výkon pro zážehový motor byla 850 kW, zatímco pro vznětový pouze 283 kW. U momentu není již tento rozdíl tak markantní, protože ačkoliv nejsilnější „diesel“ byl třikrát slabší než nejvýkonnější „benzín“, tak v případě momentu jsou tato čísla 1250 Nm pro zážehovou a 850 Nm pro vznětovou motorizaci.



Graf 13: Rozsah v závislosti na krouticím momentu zážehových motorů v roce 2015

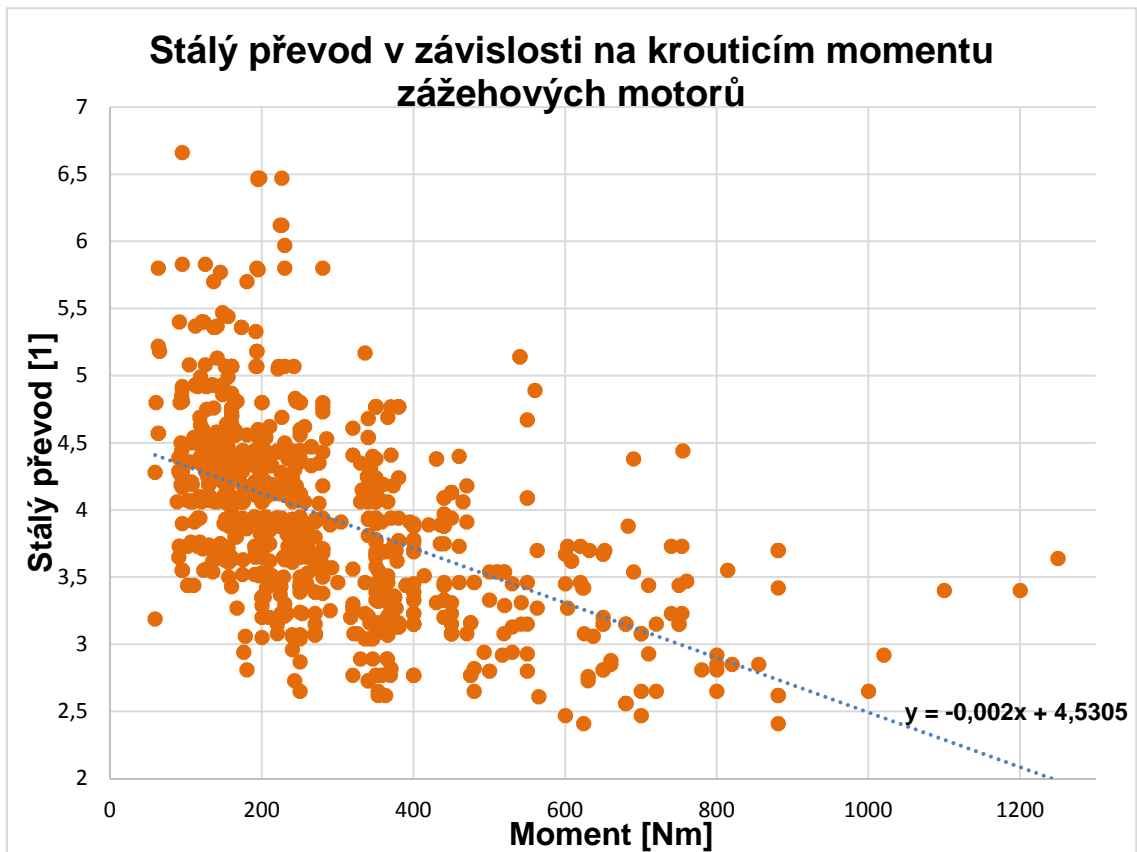


Graf 14: Rozsah v závislosti na krouticím momentu vznětových motorů v roce 2015

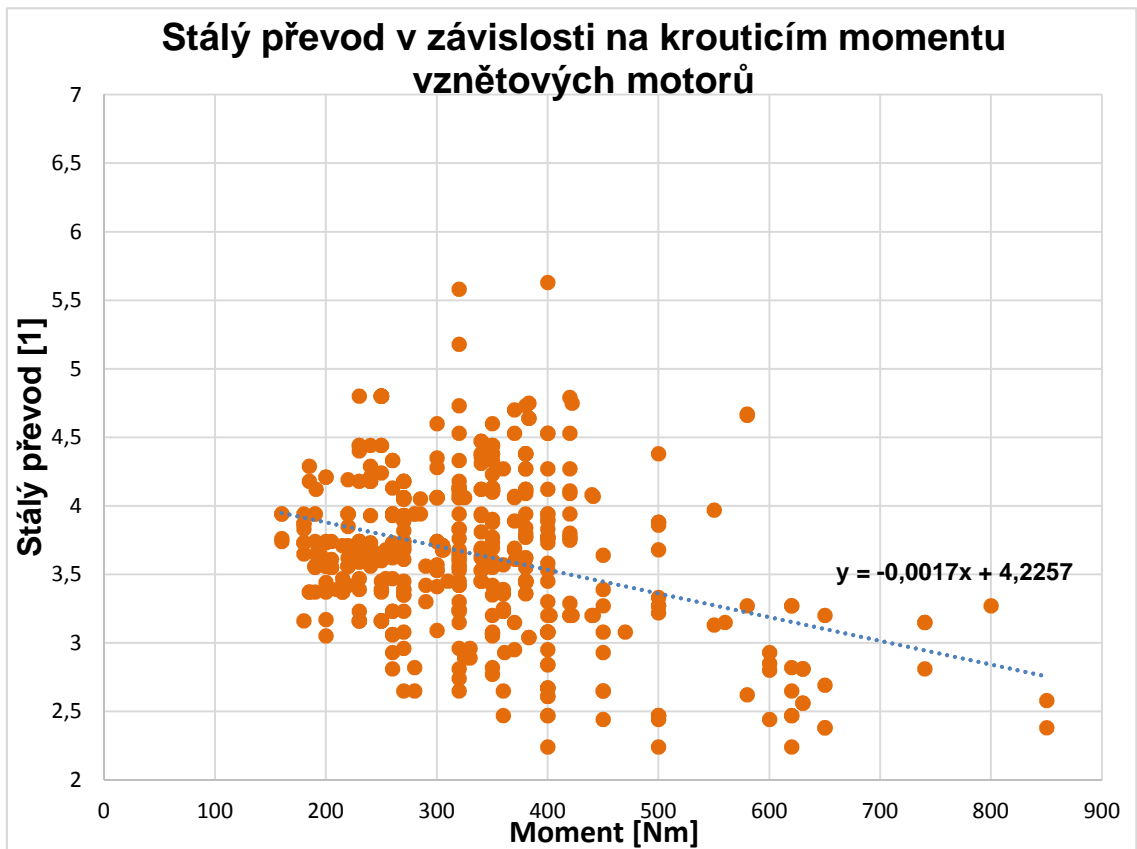
Rozmístění bodů v obou grafech je velice podobné s grafy, které jsou závislé na výkonu v podkapitole 6.2.1.1. . Znova je vidět, že body „dieslové“ motorizace se lépe prokládají přímkovou křivkou než u motorů spalující benzín, kde se vychylují body znázorňující supersportovní vozy. Z umístění většiny bodů lze konstatovat, že při zvýšení krouticího momentu se přibližně lineárně zvyšuje hodnota rozsahu převodových systémů nezávisle na typu paliva, které motory spalují.

6.2.2.2. Závislost stálého převodu převodovek na krouticím momentu motorů

Závislost stálého převodu na momentu je vyobrazena na grafu 15 pro zážehovou a na grafu 16 pro vznětovou motorizaci. Křivka proložená body v obou obrázcích je opět přibližně přímková a má jako v případě výkonů klesající charakter. U grafu pro „benzínové“ motory je opět možné v oblasti vyšších hodnot momentu pozorovat vychýlení bodů symbolizující supersportovní automobily.



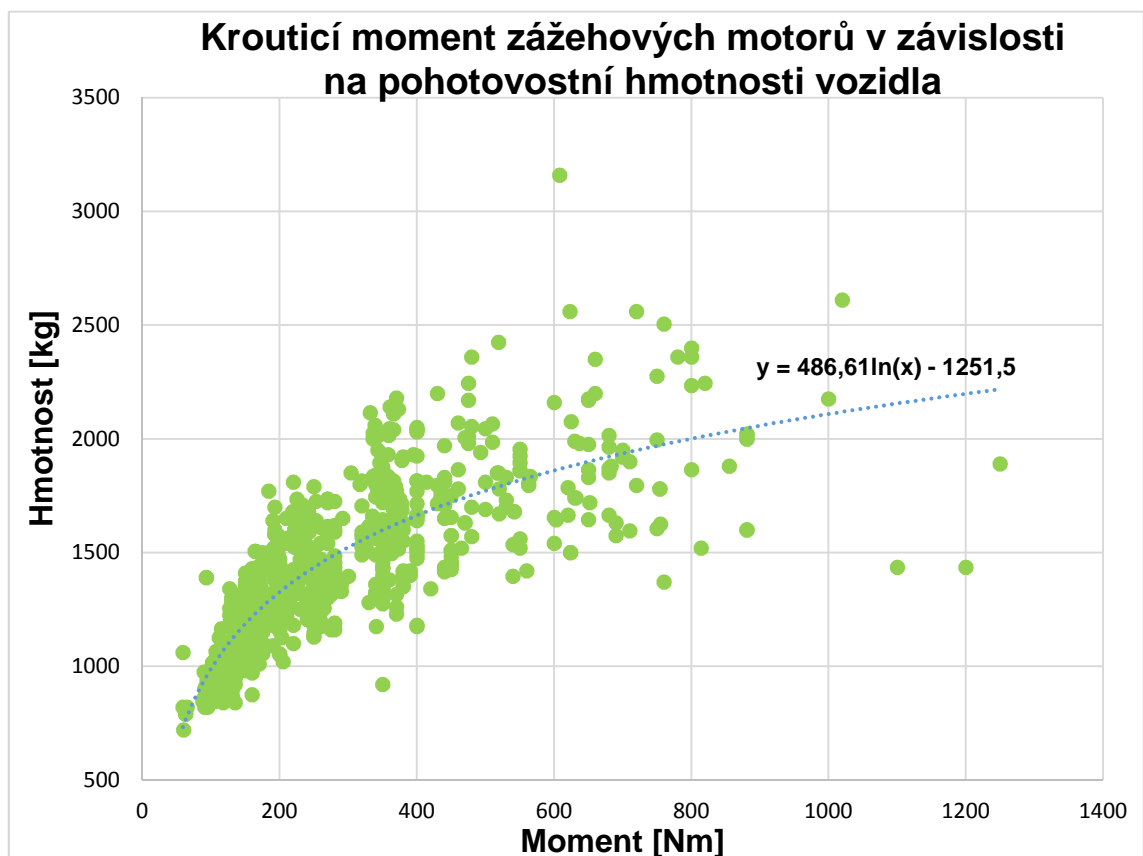
Graf 15: Stálý převod v závislosti na krouticím momentu zážehových motorů v roce 2015



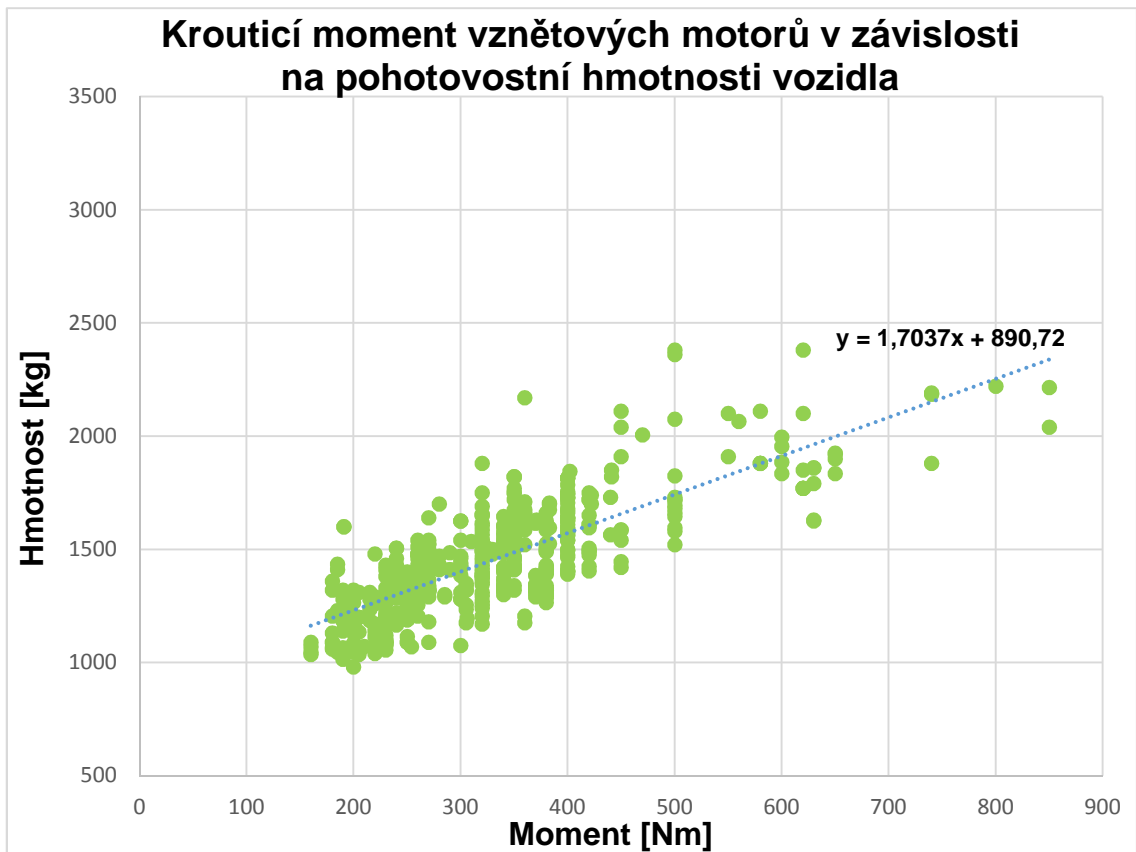
Graf 16: Stálý převod v závislosti na krouticím momentu vznětových motorů v roce 2015

6.2.2.3. Závislost krouticího momentu motorů na pohotovostní hmotnosti vozidla

Skutečnost, že výkon přímo souvisí s krouticím momentem pohonné jednotky, dokazují rovněž grafy 17 a 18, které znázorňují závislost momentu na pohotovostní hmotnosti „benzínového“ a „naftového“ motoru. Nejen že rozložení bodů v grafech je velice podobné tomu v grafech závislých na výkonu, ale navíc opět křivka prokládající body má logaritmický průběh pro zážehové motory a přímkový průběh pro vznětové motorizace.



Graf 17: Krouticí moment zážehových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015

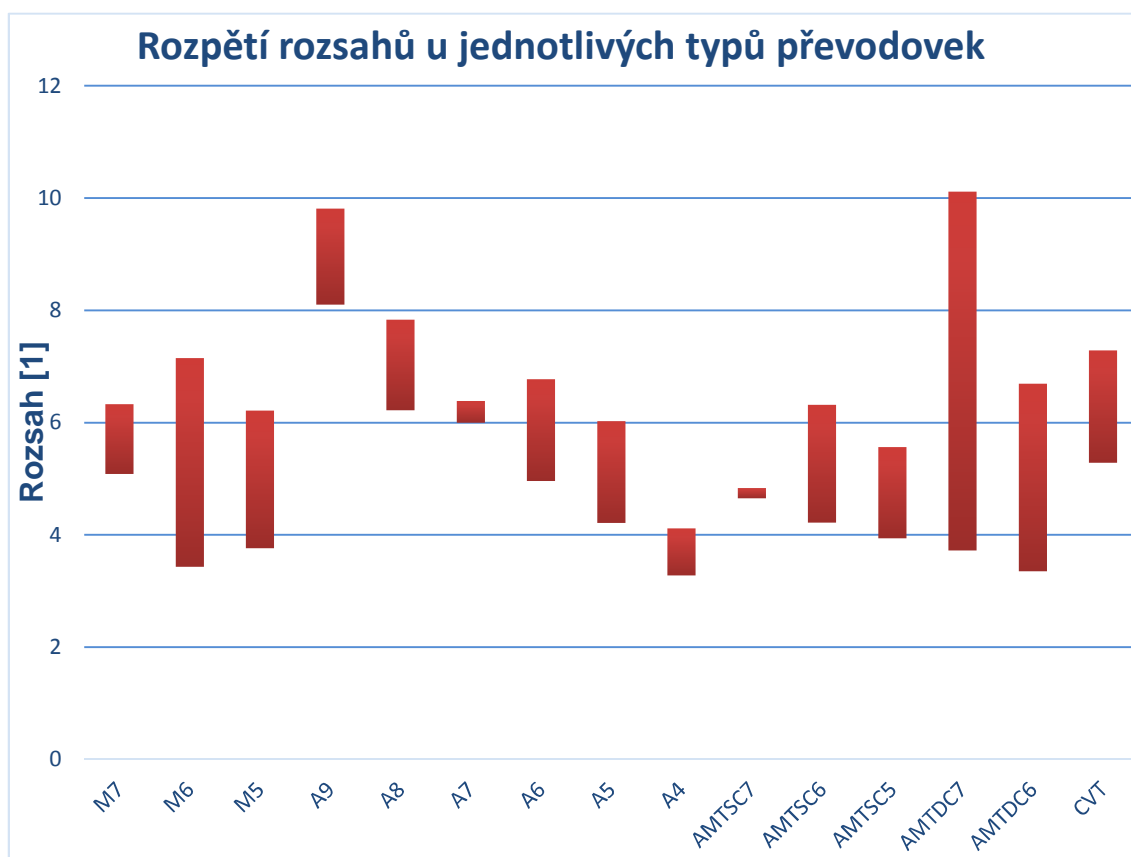


Graf 18: Kroučící moment vznětových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015

6.2.3. Grafy závislé na rozsahu a počtu převodových stupňů

6.2.3.1. Rozpětí rozsahu jednotlivých typů převodových systémů

Na grafu 19 je vyjádřeno rozpětí rozsahu u jednotlivých typů převodovek. Z obrazce vyplývá, že největší rozpětí rozsahu mají stejně jako ve všech sloupcových grafech automatizované dvouspojkové převodovky se sedmi stupni. Důvod je opět stejný jako v předchozích sloupcových grafech. Tento typ převodovky se používá napříč téměř všemi kategoriemi vozů, od malých vozů přes SUV až po sportovně orientované automobily. A logicky tedy mezi těmito značně rozdílnými kategoriemi musí být rozdíl právě i v hodnotách rozsahu převodovek. Ten se pohybuje od 3,7 do 10,1. Druhé největší rozpětí má šestistupňový přímo řazený systém, který jakožto procentuálně nejpoužívanější systém v roce 2015 je stejně jako sedmistupňový dvouspojkový systém používán v celé řadě automobilů různých typů.



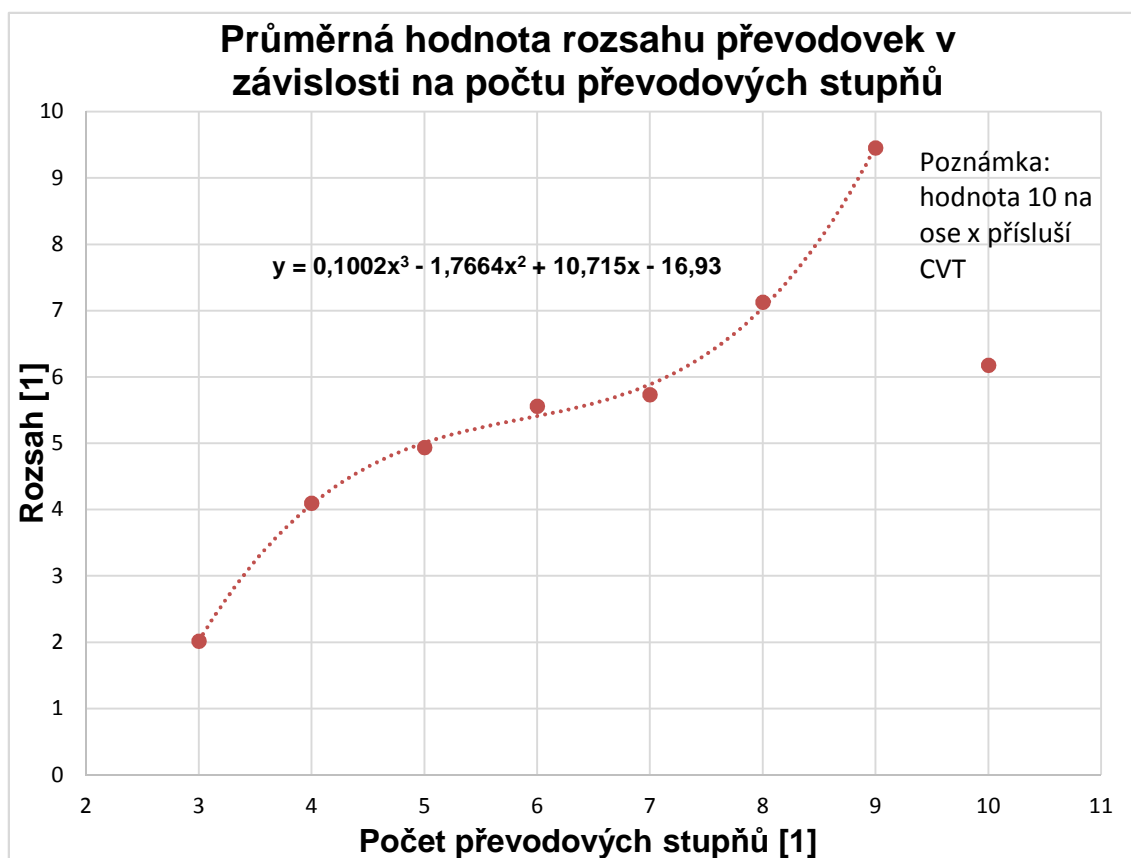
Graf 19: Rozpětí rozsahů u jednotlivých typů převodovek v roce 2015

Naopak nejmenší rozpětí rozsahu přísluší sedmistupňovým jednospojkovým systémům, které se ve statistice vyskytují pouze se sportovními automobily. Podobná situace je u sedmistupňových systémů s hydrodynamickým měničem, které podle statistiky

používá jen Mercedes, Infinity a Nissan pro model 370Z. Rozsah se pro tento typ systému pohybuje mezi hodnotou 6 až 6,4.

6.2.3.2. Průměrná hodnota rozsahu převodovek v závislosti na počtu převodových stupňů

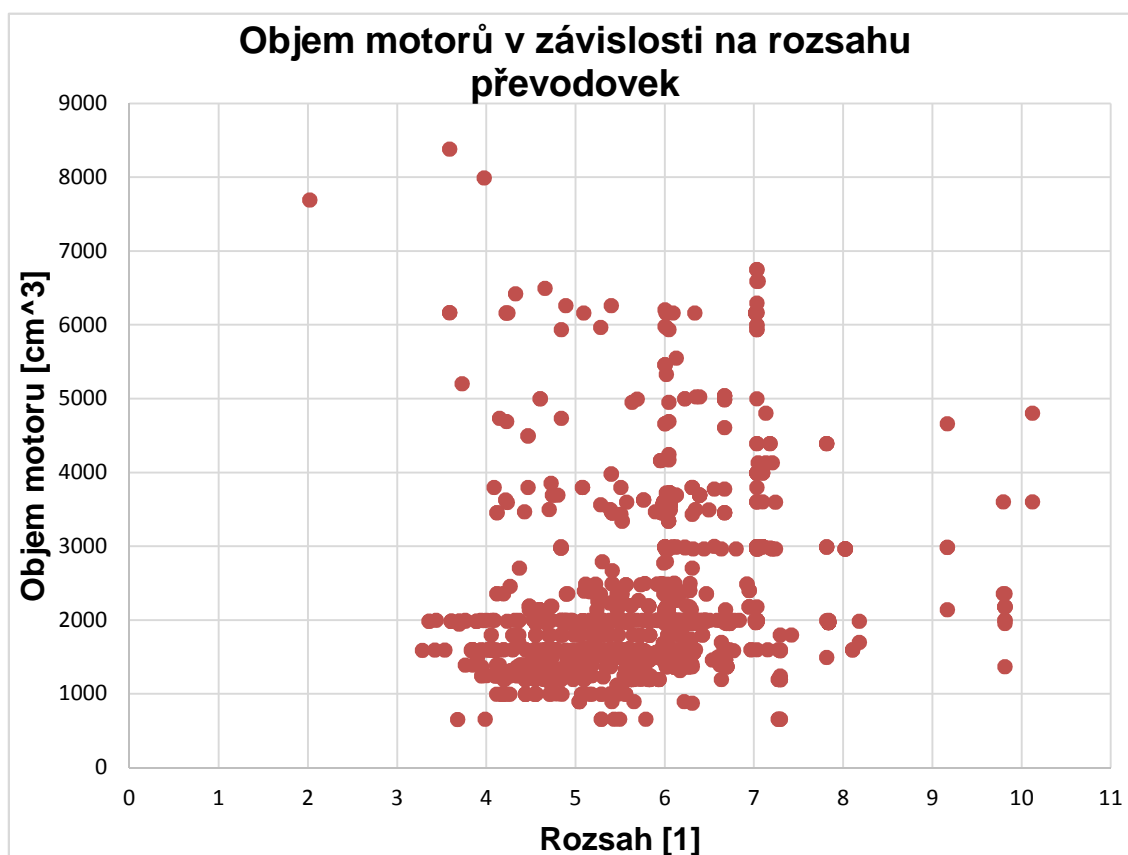
Graf popisující závislost uvedenou v nadpisu je vyobrazen na grafu 20. Variátorům, které nemají omezený počet převodových stupňů a mají jich teoreticky nekonečně mnoho, přísluší číslo deset na ose x. Velice zajímavým poznatkem z této závislosti je křivka, která byla body proložena. Ta téměř přesně prochází každým bodem znázorňujícím průměrnou hodnotu rozsahu u jednotlivých počtů převodových stupňů. Jedná se o křivku vyjádřenou polynomickou funkcí třetího stupně, která je přiložena v grafu 20. Křivka nebyla prokládána bodem příslušící variátorům, protože variátory nemají převodové stupně jako takové a tudíž by bylo nerelevantní, aby křivka byla ovlivněna i hodnotou příslušící variátorům.



Graf 20: Průměrná hodnota rozsahu převodovek v závislosti na počtu převodových stupňů v roce 2015

6.2.3.3. Objem motorů v závislosti na rozsahu převodovek

Poslední závislost je popsána grafem 21. U tohoto obrazce není žádná zajímavá závislost mezi těmito dvěma veličinami. Nicméně z grafu je patrné, že drtivá většina motorizací, které se objevily ve statistice pro rok 2015 je spojována s převodovými systémy, jejichž rozsah se pohybuje mezi hodnotou čtyři a sedm. Rozsahy přesahující číslo sedm patří systémům s vysokým počtem rychlostních stupňů, mezi něž patří hlavně sedmistupňové dvouspojkové převodovky, devítistupňové a osmistupňové samočinné ústrojí. Naopak systémy jejichž rozsah je menší než čtyři nejsou pouze převodovky s malým počtem převodových stupňů, jak by se dalo očekávat. Do tohoto intervalu spadají například supersportovní vozidla nebo sportovně orientovaná vozidla s velkým počtem převodových stupňů. Jako příklad lze uvést Bugatti Veyron, Lamborghini Huracan nebo Dodge Viper SRT. Tuto zajímavost lze vysvětlit tím, že supersportovní vozidla jsou specifickou kategorií vozů a vymykají se z řady „běžných“ vozů, které jsou v provozu viděny nejčastěji.



Graf 21: Objem motorů v závislosti na rozsahu převodovek v roce 2015

7. Závěr

Veškeré výsledky a trendy, kterými se tato práce zabírala, jsou zhodnoceny a v šesté kapitole. Obecně lze konstatovat dle grafu 1, že hlavním trendem je navyšování rychlostních stupňů u všech systémů. V současné době největší část trhu zabírají přímo řazené převodovky, ale dle vývoje a zjištěných informací lze předpokládat ústup tohoto systému na úkor především samočinných a dvouspojkových automatizovaných ústrojí. Největší vliv na tomto trendu má systém DSG koncernu Volkswagen, jenž nabídl konstrukci se dvěma spojkami do obyčejných automobilů, které jsou dostupné širší části veřejnosti.

Z hlediska závislosti jednotlivých parametrů je zajímavá závislost výkonu na pohotovostní hmotnosti, které jsou uvedeny na grafech 10 a 11. Z nich je patrné, že pro zážehové motory je tato závislost přibližně logaritmická, zatímco pro vznětové motory přímková. Dalším zajímavým poznatkem je závislost průměrné hodnoty rozsahu na počtu převodových stupňů, která je vyobrazena na grafu 20. Lze obecně říci, že se zvyšující se hodnotou převodových stupňů roste podle polynomické funkce.

Seznam použitých informačních zdrojů:

- [1] Veteran.auto.cz: Benz Patent-Motorwagen (1885-1886): Automobilu je 125 let [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s., 2011 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://veteran.auto.cz/clanek/321/benz-patent-motorwagen-1885-1886-automobilu-je-125-let>
- [2] ehow.com: The History of Manual Transmissions [online]. Demand Media, Inc., 2015 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: http://www.ehow.com/about_5163365_history-manual-transmissions.html#comment-2101930271
- [3] Motorera.com: Automobile History [online]. motorera.com,[cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.motorera.com/history/hist10.htm>
- [4] Auto.idnes.cz: Kolečko ke kolečku: od dvou nefungujících stupňů po desetistupňový automat [online]. Praha: MAFRA, a. s., 2013 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/historie-automaticky-ch-prevodovek-d61-/automoto.aspx?c=A130818_203039_automoto_vok
- [5] Automobilrevue.cz: Automatizované převodovky – Bez pedálu spojky [online]. Praha: Business Media CZ, s. r. o., 2014 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/automatizovane-prevodovky-bez-pedalu-spojky_42832.html
- [6] autolexicon.net: Převodovka DSG [online]. Mladá Boleslav: autolexicon.net, 2011 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/prevodovka-dsg/>
- [7] Automobilrevue.cz: Dvouspojková převodovka DSG/PDK/DKG [online]. Praha: Business Media CZ, s. r. o., 2008 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/dvouspojko-va-prevodovka-dsg-pdk-dkg_32920.html
- [8] Auto.cz: Převodovka DSG: podrobný popis [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s., 2004 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/prevodovka-dsg-podrobny-popis-16887>
- [9] Auto.idnes.cz: Dvě spojky jsou lepší než jedna [online]. Praha: MAFRA, a. s., 2008 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/dve-spojky-jsou-lepsi-nez-jedna-d3d-/ak_aktual.aspx?c=A080206_235217_ak_aktual_vok
- [10] What-when-how.com: Continuously Variable Transmission (CVT) [online]. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://what-when-how.com/automobile/continuously-variable-transmission-cvt-automobile/>

- [11] Auto.cz/: Continuously Variable Transmission (CVT) [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s., 2004 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/ford-durashift-cvt-plynule-menitelna-alternativa-16845>
- [12] Mjauto.cz: PŘEVODOVKY 2 [online]. Brno: Autodíly MJauto 2016 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.mjauto.cz/prevodovky-2>
- [13] VLK, František. Převody motorových vozidel. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6463-1.3
- [14] JAN, Zdeněk a Bronislav ŽDÁNSKÝ. Automobily. 3. vyd. Brno: Avid, 2004.
- [15] Mjauto.cz: PŘEVODOVKY 3 [online]. Brno: Autodíly MJauto 2016 [cit. 2016-05-28]. Dostupné z: <http://www.mjauto.cz/prevodovky-3>
- [16] Automix.atlas.sk: AKO TO FUNGUJE: Automatická, DSG, robotizovaná a CVT převodovka [online]. News and Media Holding, a.s., 2014 [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: <http://automix.atlas.sk/revue/834321/ako-to-funguje-automaticka-dsg-robotizovana-a-cvt-prevodovka>
- [17] Autolexicon.net: Převodovka ASG [online]. Mladá Boleslav: autolexicon.net, 2012 [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/prevodovka-asg/>
- [18] Prosedan.ru: Вариатор, устройство и как он работает [online]. Prosean. Авто Седаны [cit. 2016-06-03]. Dostupné z: <http://prosedan.ru/variator-ustrojstvo-i-kak-on-rabotaet>
- [19] Autorevue.cz: Třídní boj: Jak se dělí auta do tříd [online]. Praha: Serafico investment s.r.o., 2014 [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/tridni-boj-jak-se-deli-auta-do-trid>
- [20] gtspirit.com/: Last Koenigsegg Agera R for Sale at \$2.1 Million [online]. GTspirit Limited, 2015 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://gtspirit.com/2015/07/19/last-koenigsegg-agera-r-for-sale-at-2-1-million/>
- [21] Autorevue.cz: SUV jsou poprvé v historii nejprodávanější segment nových aut v Evropě [online]. Praha: Serafico investment s.r.o, 2016 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/suv-jsou-poprve-v-historii-nejprodavanejsi-segment-novych-aut-v-evrope>
- [22] Ceskapozice.lidovky.cz: Fenomén SUV: Tak trochu jiná terénní auta [online]. Praha: MAFRA, a.s., 2016 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://ceskapozice.lidovky.cz/fenomen-suv-tak-trochu-jina-terenni-auta-fdx-/tema.aspx?c=A151030_173757_pozice-tema_kasa&galerie

- [23] Denik.cz/: Levante je první SUV od Maserati. Prodávát se začne už na jaře Zdroj: <http://www.denik.cz/auto/levante-je-prvni-suv-od-maserati-prodavat-se-zacne-uz-na-jare-20160221.html> [online]. Praha: VLTAVA-LABE-PRESS, a.s., 2016 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/auto/levante-je-prvni-suv-od-maserati-prodavat-se-zacne-uz-na-jare-20160221.html>
- [24] Katalog der Automobil Revue. 2015. Motorbuch Verlag. ISBN 978-3613307926.
- [25] Auto.idnes.cz: Čínské automobilky jsou za světem deset let pozadu, ale šlapou na plyn [online]. Praha: MAFRA, a. s., 2013 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/cinsky-automobilovy-prumysl-djw-/automoto.aspx?c=A130227_210151_automoto_hig
- [26] Autoforum.cz: 20 nejdrzejších kopií autosalonu v Šanghaji: od Audi po Rolls-Royce [online]. Praha: MotorCom s.r.o., 2015 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/20-nejdrzejsich-kopii-autosalonu-v-sanghaji-od-audi-po-rolls-royce/>
- [27] Autolexicon.net: Pohotovostní hmotnost [online]. Mladá Boleslav: autolexicon.net, 2011 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/pohotovostni-hmotnost/>
- [28] Autolexicon.net: Zdvihový objem [online]. Mladá Boleslav: autolexicon.net, 2014 [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/pohotovostni-hmotnost/>
- [29] ČERNÝ, František. Fyzika I. 2. přeprac. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02913-1.
- [30] Auto.idnes.cz: Posvátný stingray je zpátky. Nová corvetta má sedmistupňový manuál [online]. Praha: MAFRA, a. s., 2013 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/novy-chevrolet-corvette-stingray-drr-/ak_aktual.aspx?c=A130114_120833_ak_aktual_fdv
- [31] Autoweb.cz: Bugatti Veyron Super Sport - nový rychlostní rekord! [online]. Praha: Media Marketing Services a. s., 2010 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.autoweb.cz/bugatti-veyron-super-sport-novy-rychlostni-rekord/>
- [32] Auto.cz: Audi definitivně končí s bezestupňovou převodovkou Multitronic [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER a.s., 2014 [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/audi-definitivne-konci-s-bezestupnovou-prevodovkou-multitronic-82272>

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Tříkolka Karla Benze	9
Obrázek 2: Porsche 959	11
Obrázek 3: Schéma tříhřídelové ručně řazené převodovky	14
Obrázek 4: Schéma dvouhřídelové ručně řazené převodovky	15
Obrázek 5: Hydrodynamický měnič	16
Obrázek 6: Schéma planetového soukolí.....	17
Obrázek 7: Samočinná převodovka Mercedes - Benz 7G – Tronic.....	18
Obrázek 8: Dvouspojková převodovka DSG	20
Obrázek 9: Schéma převodovky Extroid	23

Seznam grafů:

Graf 1: Vývoj zastoupení jednotlivých převodových systémů.....	36
Graf 2: Vývoj výkonu motorů s jednotlivými typy systémů.....	38
Graf 3: Vývoj momentu motorů s jednotlivými typy systémů	39
Graf 4: Vývoj rozsahu jednotlivých typů systémů	40
Graf 5: Rozpětí výkonu motorů u jednotlivých typů převodovek v roce 2015	42
Graf 6: Rozsah v závislosti na výkonu zážehových motorů v roce 2015.....	43
Graf 7: Rozsah v závislosti na výkonu vznětových motorů v roce 2015	44
Graf 8: Stálý převod v závislosti na výkonu zážehových motorů v roce 2015.....	45
Graf 9: Stálý převod v závislosti na výkonu vznětových motorů v roce 2015	46
Graf 10: Výkon zážehových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015.....	47
Graf 11: Výkon vznětových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015.....	47
Graf 12: Rozpětí momentu motorů u jednotlivých typů převodovek v roce 2015	48
Graf 13: Rozsah v závislosti na krouticím momentu zážehových motorů v roce 2015 ..	49
Graf 14: Rozsah v závislosti na krouticím momentu vznětových motorů v roce 2015 ..	50
Graf 15: Stálý převod v závislosti na krouticím momentu zážehových motorů v roce 2015	51
Graf 16: Stálý převod v závislosti na krouticím momentu vznětových motorů v roce 2015	51
Graf 17: Krouticí moment zážehových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015	52
Graf 18: Krouticí moment vznětových motorů v závislosti na pohotovostní hmotnosti vozidla v roce 2015	53
Graf 19: Rozpětí rozsahů u jednotlivých typů převodovek v roce 2015.....	54
Graf 20: Průměrná hodnota rozsahu převodovek v závislosti na počtu převodových stupňů v roce 2015	55
Graf 21: Objem motorů v závislosti na rozsahu převodovek v roce 2015.....	56

Seznam příloh:

Příloha č.1: CD s Excel souborem