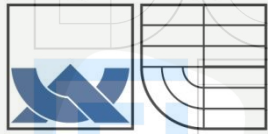




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ



FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

HNACÍ ÚSTROJÍ ZÁVODNÍCH VOZŮ KATEGORIE GRAND PRIX V DOBĚ PŘED II. SVĚTOVOU VÁLKOU

POWERTRAIN DESIGN OF GRAND PRIX RACING CARS PRIOR TO WORLD WAR II

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN VYDRA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LUBOMÍR DRÁPAL

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2009/2010



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Vydra

kteřý/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Hnací ústrojí závodních vozů kategorie Grand Prix v době před II. světovou válkou

v anglickém jazyce:

Powertrain design of Grand Prix racing cars prior to World War II

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Přehled vývoje konstrukce a technologie hnacích ústrojí závodních vozů Velkých cen před II. světovou válkou v součinnosti s vývojem závodní formule.

Cíle bakalářské práce:

Zmíňte okolnosti vzniku Velkých cen v automobilových závodech. Rozeberte vývoj konstrukce a technologií hnacích ústrojí zajímavých či úspěšných závodních vozů a jejich parametry. Proved'te srovnání hlavních konkurentů. Vše zasad'te do kontextu soudobé formule. Zhodno'te celé toto období z hlediska technického přínosu v oblasti hnacích ústrojí.

Seznam odborné literatury:

[1] HANZELKA, B. Vozy velkých cen. SNTL – Státní nakladatelství technické literatury. Druhé vydání, Praha, 1974.

[2] SKOŘEPA, M. Dějiny automobilových závodů. Olympia, První vydání, Praha, 1973

[3] NIXON, CH. Racing the Silver Arrows: Mercedes-Benz Versus Auto Union 1934-1939. Osprey, First edition, London, 1986. ISBN 0-85045-658-4.


FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lubomír Drápal

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 26.10.2009

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá hnacími ústrojími závodních vozů třídy Grand Prix v době před II. světovou válkou. Jsou zde rozebírány různé koncepce hnacích ústrojí zajímavých či úspěšných závodních vozů a to vše je zasazené do kontextu soudobé formule.

FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Klíčová slova:

Hnací ústrojí, závodní vozy, Velká cena

Abstract

This Bachelor's thesis is concerned with the Powertrain of Grand Prix racing cars before second World War. In this thesis are stripping different conception of the Powertrain, based on interesting or successful racing cars and whole exposition is inserted to the context of the present formula cars.

Key Words:

Powertrain, Racing Cars, Grand Prix



VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Bibliografická citace

VYDRA, J. *Hnací ústrojí závodních vozů kategorie Grand Prix v době před II. Světovou válkou*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010, 53 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Lubomír Drápal.



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že tato bakalářská práce je mým původním dílem, kterou jsem vypracoval samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce pana Ing. Lubomíra Drápala a s použitím uvedené literatury.

V Brně dne 23. 5. 2010

.....
Jan Vydra



VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA
STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

Poděkování

Rád bych poděkoval svým rodičům za podporu při studiu. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Lubomíru Drápalovi za cenné rady, důležité připomínky, a obětavou pomoc při konzultacích mé bakalářské práce.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Začátky automobilových závodů a vývoj prvních závodních automobilů.....	11
2.1	Panhard-Levassor.....	11
2.2	Mors.....	12
2.3	Renault.....	12
3	Historie vzniku Velkých cen v automobilových závodech.....	13
3.1	První Velké ceny a vývoj prvních závodních formulí.....	13
4	Závodní automobily před první světovou válkou.....	15
5	Rozmach víceválcových motorů.....	18
5.1	Ballot.....	18
5.2	Bugatti.....	19
6	Nástup kompresorů.....	20
6.1	Fiat.....	21
6.2	Alfa Romeo.....	21
6.3	Bugatti.....	22
7	První monoposty.....	25
7.1	Delage.....	25
7.2	Alfa Romeo.....	27
8	Období volné formule v letech 1931 až 1933.....	29
8.1	Bugatti.....	29
8.2	Mercedes-Benz.....	29
9	Naše závodní automobily a jejich vývoj.....	30
9.1	Walter.....	30
9.2	Wikov.....	31
10	Váhový limit v letech 1934 až 1937.....	32
10.1	Vývoj závodních vozů Mercedes-Benz typ W 25 a W 125.....	32
10.2	Vývoj závodních vozů Auto-Union.....	35
10.2.1	Auto-Union typ C.....	38
11	Omezení objemu motorů v letech 1938-1940.....	40
11.1	Vozy s motory bez kompresoru.....	40

11.2	Vozy s motory s kompresory	40
11.2.1	Mercedes-Benz W 154 a W 163	40
11.2.2	Auto-Union	42
11.2.3	Alfa Romeo	43
12	Malé závodní automobily před druhou světovou válkou	44
12.1	ERA	44
12.2	Maserati	45
12.3	Alfa Romeo	46
12.4	Mercedes-Benz	47
12.5	Auto-Union	48
13	Závěr	49
14	Seznam použité literatury	50

1 Úvod

Touha lidstva pohybovat se po zemi rychleji než silou vlastních nebo zvířecích svalů spolu s prudkým rozvojem vědy a techniky vedla po vynálezu lokomotivy v druhé polovině 19. století ke stavbě samohybných vozů bez koní a bez kolejí – automobilů. Impulsem k rozvoji nového dopravního prostředku byl vynález spalovacího motoru. [1]

Jen málo oborů lidské činnosti má tak krátkou a přitom tak bohatou historii jako automobilové závody. Co všechno se událo za pouhých 120 let, od chvíle, kdy vozidla podobné spíše kočáru byla přinucena jet rychleji a soutěžit s konkurenty. Milióny lidí na celém světě dnes jezdí v rychlých, spolehlivých a bezpečných automobilech. Málokdo si však uvědomuje, kolik lidské práce, vynalézavosti, geniality, trpělivosti se skrývá za fantastickým technickým vývojem. Na závodních drahách byly vyzkoušeny konstrukce, které se pak uplatnily při výrobě sériových vozů. Ve sférách rychlostí vyhrazených kdysi jen závodním speciálům se dnes pohybuje každodenní provoz na silnicích. [2]

Tato práce by měla zachycovat okolnosti vzniku Velkých cen v automobilových závodech. Vývoj konstrukce a technologií hnacích ústrojí, zajímavých a úspěšných závodních vozů a jejich parametry. Také by měla zachycovat srovnání hlavních konkurentů, a to vše zasazené do kontextu soudobé formule.

2 Začátky automobilových závodů a vývoj prvních závodních automobilů

Konstrukční uspořádání vozidel bylo na začátcích vývoje automobilů velmi rozdílné. Tím se ukázala potřeba porovnávat různé konstrukce mezi sebou, k čemuž docházelo při různých organizovaných setkáních výrobců. Při těchto setkáních byla porovnáována nejen technická stránka automobilů, ale i obratnost řidičů. [1]

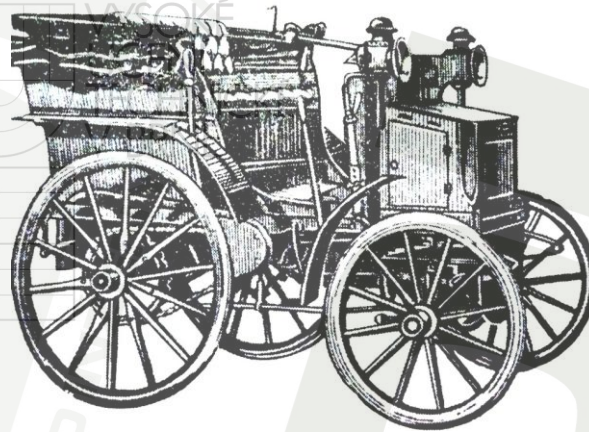
První veřejný závod je zaznamenán ve Francii r. 1887. Odstartoval však jediný vůz, parní automobil hraběte Diona. První závody absolvovaly automobily s různými druhy pohonů. Převažovaly automobily s parním pohonem. Dále pak motory spalovací, elektromotory, motory poháněné stlačeným vzduchem, silou pružin nebo tlakem kapaliny. Při prvních závodech se jevily jako silnější parní vozy, jejichž motory dosahovaly výkonu asi 20 koní. Vozy s benzínovými motory měly v té době výkon jen 3 k. [1]

První skutečný závod se uskutečnil roku 1895. Na tomto závodě už byla vidět znatelná převaha spalovacích motorů. Vítězem se stal dvousedadlový vůz Panhard-Levassor, který ujel tuto dráhu průměrnou rychlostí 24,2 km/h.

V dalších letech byl vývoj závodních automobilů nejvíce zřetelný na zvyšující se průměrné rychlosti. Toto zvyšování rychlostí automobilů bylo následkem zvyšování počtu válců, vrtání, zdvihu a objemu motorů. Nejvýznamnější značky automobilů v této době byly: Panhard-Levassor, Mors a Renault.

2.1 Panhard-Levassor

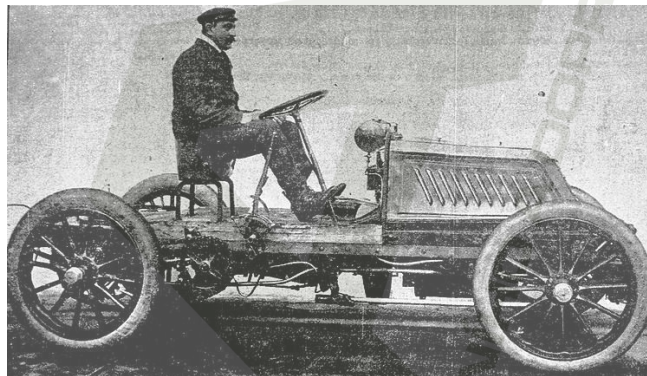
R. Panhard a E. Levassor byli první, kteří se odchýlili od původní konstrukce „kočáru bez koní“ a v roce 1895 přišli s klasickou koncepcí automobilu v dnešním pojetí. Pohon zadních kol, a tím i problém přenosu hnací síly z části odpérováných na neodpérované, řešili ještě řetězovým převodem. Motor tohoto vozu byl dvouválec, měl vrtání válců 80 mm a zdvih pístu 120 mm, objem 1,2 l a výkon 4 k. Vůz měl čtyřstupňovou převodovku, dřevěný obdélníkový rám, dřevěná kola s pneumatikami a vážil 850 kg. Při závodě Paříž-Bordeaux dosáhl vítězný vůz tohoto typu průměrné rychlosti 24,2 km/h.



Obr. 1: Panhard-Levassor z r. 1895 [1]

2.2 Mors

Byl v období 1895 až 1925 francouzský výrobce osobních a závodních automobilů. Jejich vozy dosahovaly na přelomu 19. a 20. století velkých úspěchů. V této době byly automobilové závody téměř výlučně soubojem vozů Mors a Panhard.



Obr. 2: Mors z r. 1902 [3]

2.3 Renault

V roce 1902 byl postaven první motor originální konstrukce Renault. S automobilem osazeným tímto motorem se bratři Renaultové zúčastnili závodu Paříž – Vídeň a vyhráli ho. Renault nechal jako první na světě patentovat systém přeplňování motoru.

3 Historie vzniku Velkých cen v automobilových závodech

Protože automobil byl od začátku ztotožňován s pojmem „rychlost“, byl záhy spojován i s pojmy „soutěž“ nebo „závod“. Mezi závody automobilů, které vznikaly téměř současně s tímto novým dopravním prostředkem, byly nejvýznamnější ty, které byly vypsány jako závody o Velkou cenu. [1]

Při úplných začátcích závodů automobilů bylo nutné vyřešit velmi závažný problém, který byl důležitý pro rozvoj automobilizmu, a tím problémem byly silnice. Kromě různých nedostatků v podobě nerovností a nevhodně řešených zatáček, měly silnice nedostačující šířku a byly velmi prašné. V začátcích byly tratě klopeny různými látkami, což se však ukázalo jako neúčinné a přinášelo to nové problémy, protože tyto směsi způsobovaly jezdcům oční obtíže. První skutečně účinné řešení problému přišlo v roce 1905, kdy byla na povrch silnice použita směs s hlavní přísadou asfaltu, která zpevňovala povrch silnice a hlavně stmelovala prach. Tato směs byla poprvé využita při první Velké ceně ACF. [2]

3.1 První Velké ceny a vývoj prvních závodních formulí

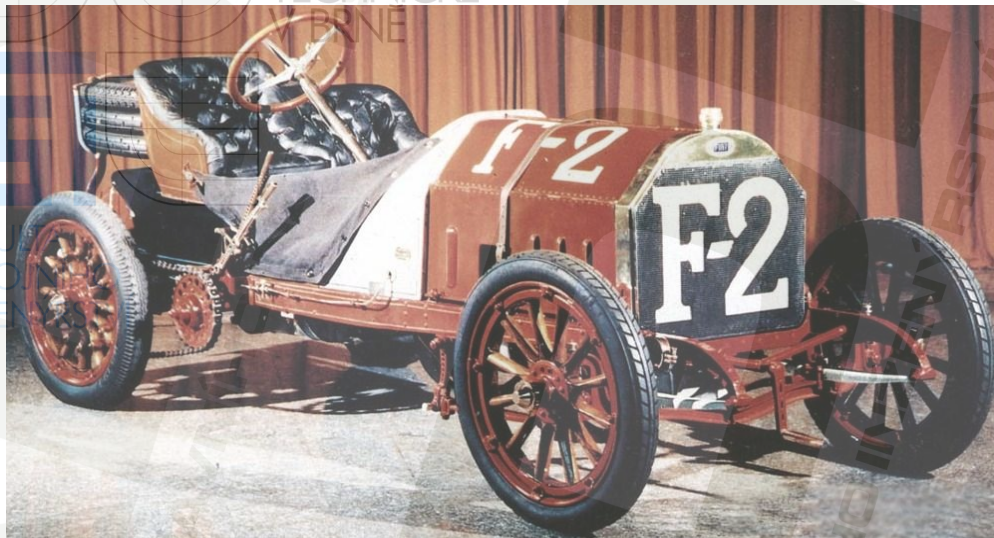
První Grand Prix francouzského Autoklubu, jak byl závod oficiálně nazván, se konala v červnu roku 1906. Tento závod se konal jako první závod tohoto druhu na světě a stal se vzorem pro další závody. Zúčastnit se ho mohl každý, jehož vůz odpovídal svým technickým provedením určitým předpisům, aby soutěžící i výrobci měli stejné technické podmínky. Tyto předpisy, týkající se hlavně váhy vozidel, počtu sedadel, průměru a počtu válců, objemu motoru a způsobu jeho plnění, spotřeby a druhu použitého paliva, rozměrů a typů karoserie, se postupně měnily tak, aby příznivě ovlivňovaly vývoj automobilů. Časem se pro tyto předpisy ujal název *závodní formule*.

Jediným omezením konstruktérů vozů z hlediska závodní formule byla maximální váha stanovená na 1000 kg. Tu bylo možné zvýšit o dalších 7 kg, měl-li motor vozu magneto nebo dynamo pro zapalování. Všechny vozy měly čtyřválcové benzínové motory, převážně umístěné vpředu. Většina těchto motorů měla zdvihový objem přes 12 litrů.

Vítězem této první Velké ceny se stal tým Renault s vozem, který měl čtyřválcový motor o vrtání 165 mm a zdvihu 150 mm, objem 12,8 l, výkon 105 k při 1200 1/min. Ventily řízené zdola, rozvod SV, pohon zadních kol kloubovým hřídelem bez diferenciálu.

V dalším ročníku velké ceny byla závodní formule zásadně změněna a zaměřena na hospodárnost provozu tím, že nejvyšší spotřeba paliva byla omezena na 30 l/100 km.

Závod byl od začátku soubojem Francouzů na renaultech s Italy na fiatech. Nakonec vyhrál automobil Fiat s motorem OHV o vrtání 180 mm a zdvihu 160 mm a objemu 16,3 l.



Obr. 3: Fiat z r. 1907 [4]

Závodní formule Velké ceny r. 1908 byla vytvořena s úmyslem zvýšit bezpečnost závodníků zmenšením výkonů motorů. Proto byla omezena maximální plocha všech pístů na 750 cm² a předepsána maximální váha vozidel 1100 kg. Toto omezení vedlo ke konstrukci nových motorů a dalo podnět ke zvětšování zdvihu pístů. Tyto motory začaly ve větší míře používat shora řízené ventily nejen v uspořádání OHV, ale i OHC (vačkový hřídel v hlavě). Většina automobilů měla pohon zadních kol pomocí kloubové hřídele. [1]

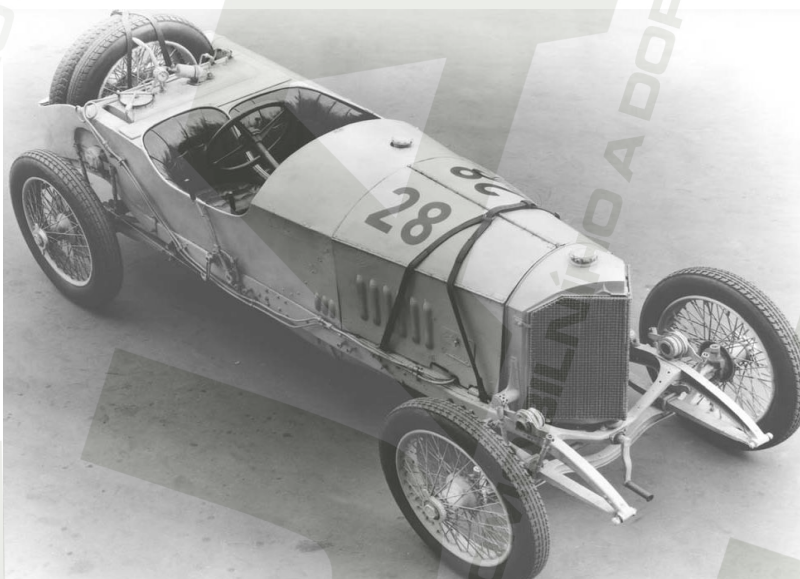
Kvůli vzrůstajícím nákladům a neúspěchům odřekli velcí výrobci automobilů účast na Velkých cenách a proto v letech 1910 a 1911 nebyla Velká cena ACF ani vypsána.

4 Závodní automobily před první světovou válkou

V roce 1912 byla ve snaze o co největší počet závodníků vypsaná jen tzv. volná formule prakticky bez předepsaných technických podmínek. V tomto roce se poprvé zúčastnila závodů firma Peugeot a také tento závod vyhrála. Tato firma poprvé v historii použila motor se dvěma vačkovými hřídeli v hlavě, s půlkulovým spalovacím prostorem a čtyřmi skloněnými ventily v každém válci. Tento motor měl vrtání 110 mm a zdvih 200 mm a objem 7,6 l. Byl to čtyřválec o výkonu 175 koní. Tento výkon byl dosahován při 2200 1/min. [1]

V roce 1914 byla vypsaná formule, která jasně určovala parametry jednotlivých závodních automobilů. Tato formule povolovala maximální objem 4,5 l, přičemž nebylo dovolené nucené plnění motorů (kompresor). Byla stanovena maximální váha vozu 1100 kg, maximální šířka vozu byla omezena na 1750 mm. Vozy účastníci se Velké ceny ACF roku 1914 měly motory vesměs čtyřválcové. Všechny motory měly rozvody OHC, obvykle se dvěma vačkovými hřídeli a se čtyřmi ventily ve válci.

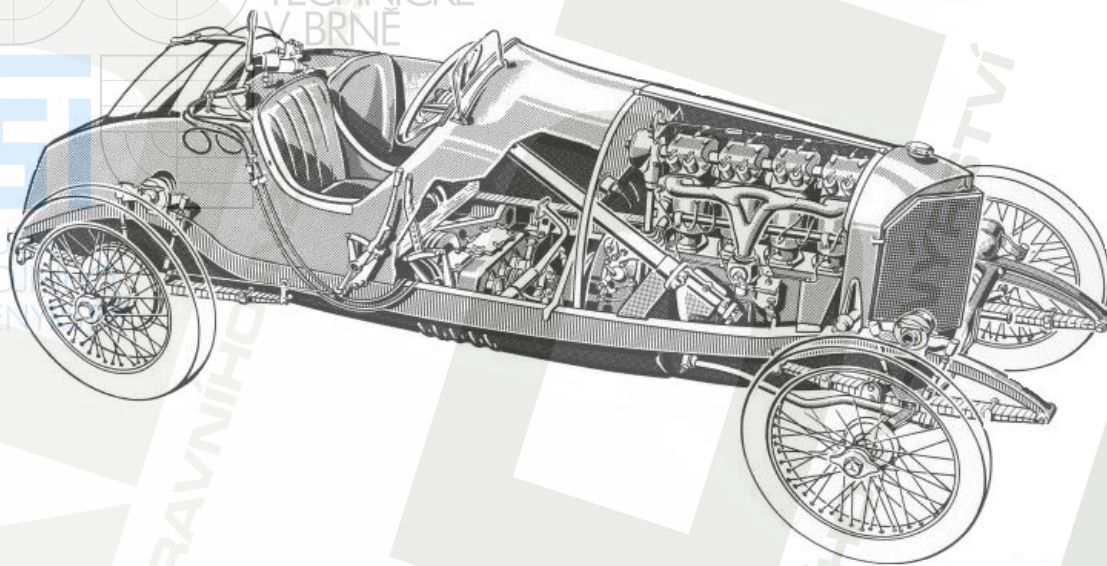
Tuto Velkou cenu vyhrál vůz Mercedes 4,5 l. Tento vůz měl čtyřventilový motor OHC o vrtání 93 mm, zdvihu 165 mm a objemu 4,48 l. Motor měl výkon 115 k při 3000 1/min.



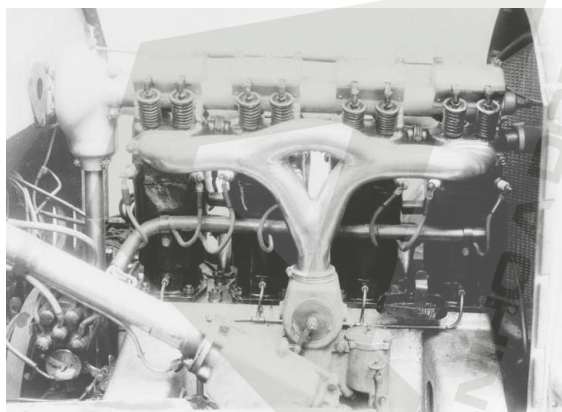
Obr. 4: Mercedes 4,5 l z r. 1914 [5]

Motor tohoto automobilu měl samostatné ocelové válce, k nimž byl přivařen vodní plášť a navařena ventilová sedla, byly přišroubovány na dvoudílnou klikovou skříň z hliníkové slitiny. Díky tenkým stěnám bylo dosaženo velmi lehké konstrukce. Každý válec měl tři svíčky. Dvě na straně sacích ventilů a jednu u ventilů výfukových. Svislý hřídel pro pohon vačkového hřídele a obě magneta byla poháněna od zadního konce klikového hřídele.

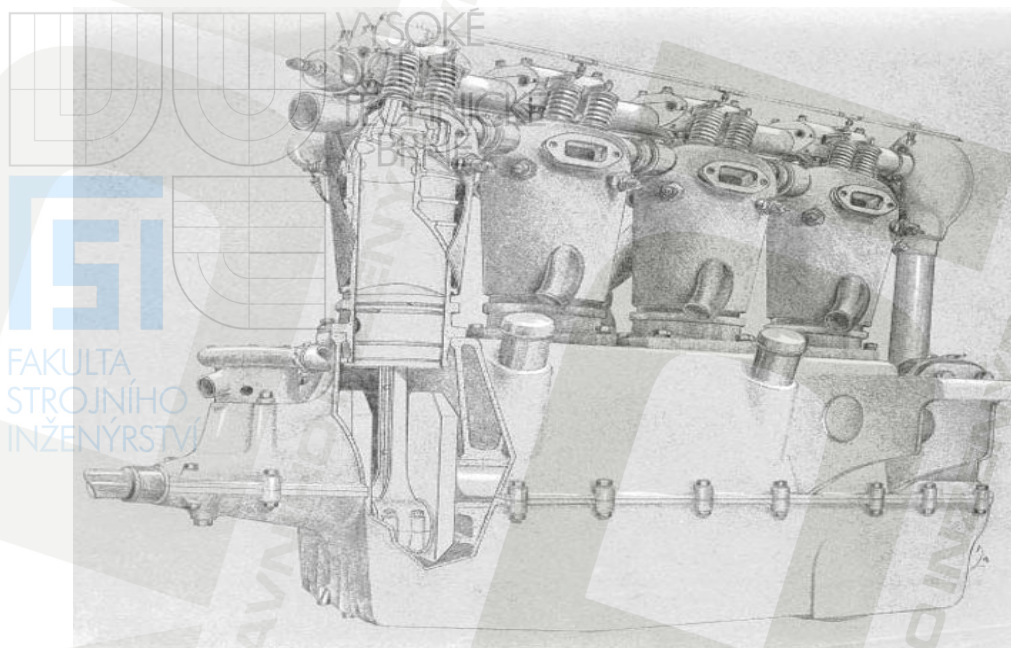
Písty byly ještě litinové. V hnací nápravě poháněné kloubovým hřídelem, byla dvě kuželová soukolí, každé z nich pro jednu hnací hřídel. [1]



Obr. 5: Uspořádání hnacího ústrojí automobilu Mercedes 4,5 l [6]



Obr. 6: Motor automobilu Mercedes 4,5 l [7]



Obr. 7: Částečný řez motorem automobilu Mercedes 4,5 l [8]

V tab. 1 je zřetelně vidět, kam se ubíral vývoj závodních vozů před první světovou válkou. Je vidět že od roku 1906 do roku 1914 se značně zvýšily otáčky, měrný objemový výkon a tím stoupla i maximální rychlost automobilů.

Tab. 1: Technické údaje vozů Velkých cen v letech 1906 až 1914 [1]

Rok	Značka	Počet válců	Vrtání [mm]	Zdvih [mm]	Objem [l]	Výkon [k]	Otáčky [1/min]	Střední efektivní tlak [MPa]	Měrný objemový výkon [k/l]	Střední pístová rychlost [m/s]	Rozvod	Rychlost [km/h]
1906	Renault	4	165	150	12,8	105	1200	0,598	8,2	6	SV	148
	Fiat	4	185	150	16,1	135	1300	0,569	8,4	6,5	OHV	140
1907	Fiat	4	180	160	16,3	160	1600	0,441	8	8,5	OHV	158
	Renault	4	165	150	12,8	150	1300	0,608	9	6,5	SV	152
1911	Fiat	4	130	190	10	120	1650	0,638	12	10,4	OHC	160
1912	Peugeot	4	110	200	7,6	175	2200	0,922	23	14,7	2×OHC	160
	Fiat	4	150	200	14,1	200	—	—	14,3	—	OHC	165
1913	Peugeot	4	100	180	5,7	124	2200	0,883	22	13,2	2×OHC	155
	Delage	4	105	180	5,75	118	1800	0,883	22	10,8	OHV	148
1914	Mercedes	4	93	165	4,48	115	3000	0,755	25,7	16,5	OHC	180
	Peugeot	4	92	169	4,5	110	3000	0,716	24,5	16,9	2×OHC	180

5 Rozmach víceválcových motorů

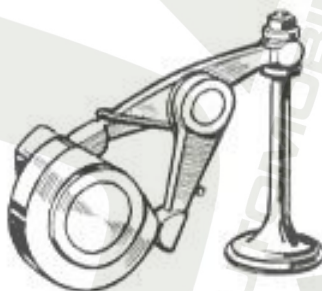
Výhodou víceválcových motorů bylo rozdělení objemu motoru do většího počtu válců, což umožňovalo zmenšení rozměru jednotlivých válců, takže se zmenšil zdvih pístů i kmitající hmoty klikového ústrojí, což dovolovalo zvýšit otáčky motoru i při nezměněné střední pístové rychlosti. Zvýšením otáček se zvýšil i měrný objemový výkon motoru. Zmenšením válců se zlepšilo chlazení motorů, což umožňovalo zvýšení kompresního poměru, a to pak vedlo k dalšímu zvyšování výkonu motoru. [1]

5.1 Ballot

Od roku 1914 se vývoj závodních motorů začal ubírat směrem zvyšování počtu válců. V roce 1919 ukázaly svou rychlost vozy francouzské firmy Ballot. Vozy měly osmiválcové řadové motory složené ze dvou čtyřválcových bloků, vrtání válců 74 mm, zdvih válců 140 mm a objem 4,8 l. V každém válci byly čtyři skloněné ventily řízené dvěma vačkovými hřídeli v hlavě – rozvod 2×OHC. Vozy dosahovaly rychlosti až 190 km/h a byly to první úspěšné závodní automobily s osmiválcovými motory.



Obr. 8: Osmiválcový Ballot 3 1 z r. 1920 [9]



Obr. 9: Desmodromický rozvod Automobilu Ballot 3 1 [9]

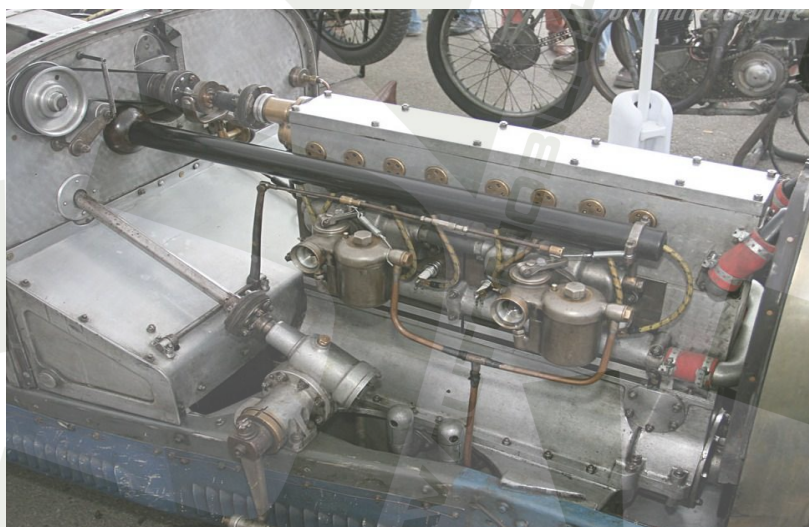
5.2 Bugatti

Významným průkopníkem řadových osmiválcových motorů byl italský rodák Ettore Bugatti. V roce 1924 byl v jeho dílně zkonstruován závodní automobil Bugatti typ 35.



Obr. 10: Bugatti typ 35 [10]

Motor vozu se skládal ze dvou bloků po čtyřech válcích, hlava válců byla odlita vcelku s válci, komora vačkového hřídele, uspořádaného nad hlavami válců a poháněného svislým hnacím hřídelem s kuželovými koly, byla odlita z jednoho kusu. Každý válec měl dva sací a jeden výfukový ventil, všechny ventily byly svislé. Motor měl výkon 80 k při 4500 1/min. Od roku 1925 byl klikový hřídel pětkrát uložen ve valivých ložiskách. Předlokový hřídel byl uložen vedle hlavního hřídele kvůli snížení výšky skříně. Vůz měl tuhé nápravy, odpružené podélnými listovými pružinami.

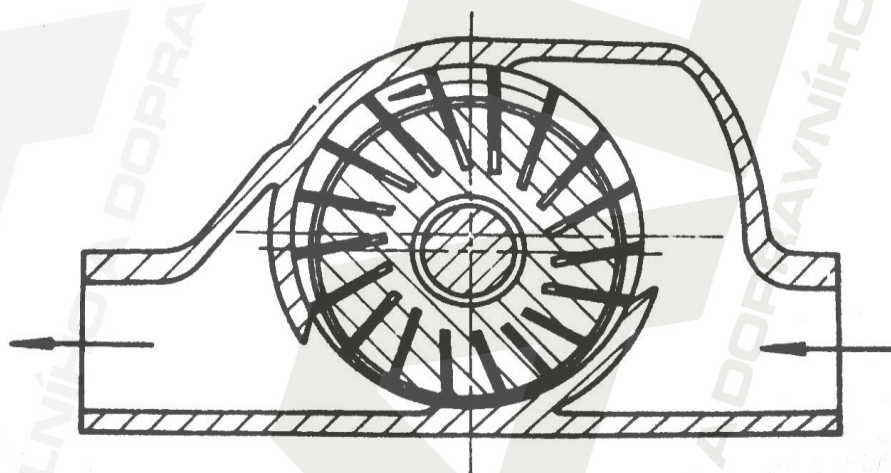


Obr. 11: Motor automobilu Bugatti typ 35 [11]

6 Nástup kompresorů

V letech 1922 až 1925 byl maximálně přípustný zdvihový objem motorů u vozů určených pro Velké ceny snížen na 2 l. Tyto pravidla a normy pro vozy účastníci se Velkých cen vedly k tomu, že znatelně klesl výkon motorů, proto museli konstruktéři vozů hledat nová řešení jak zvýšit měrný objemový výkon.

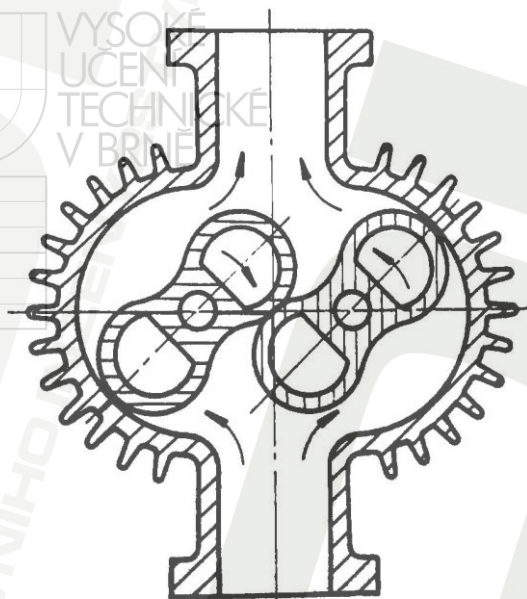
Konstruktéři začali zvyšovat otáčky přepřehováním motorů pomocí různých druhů kompresorů. To velmi ovlivnilo vývoj a konstrukci motorů v celém dalším období mezi oběma světovými válkami. Nejvíce pozornosti přepřehování automobilových motorů věnovala firma Daimler, která získala zkušenosti již dříve s přepřehování leteckých motorů za války. Tato firma začala prvně zkoušet tříválcový hvězdicový kompresor pístový, potom rotační křídlový kompresor systém Wittig.



Obr. 12: Schéma rotačního křídlového kompresoru [1]

V rotoru kompresoru, výstředně uloženém ve skříni, byly zasunuty radiálně pohyblivé lopatky, které rozdělily prostor mezi rotorem a skříní na sekce, jejichž objem byl proměnlivý. Ve vstupní části, kam se přiváděl atmosférický vzduch, se lopatky odstředivou silou vysouvaly, takže se objem jednotlivých sekcí postupně zvětšoval a zaplňoval nestlačeným vzduchem. V kompresní části byly lopatky mechanicky zasouvány, objem sekcí se postupně zmenšoval, vzduch se tím komprimoval a stlačený vypouštěl do výtlačného potrubí.

Kvůli mechanickým závadám a potížím s mazáním přešla firma k používání rotačního dvoupístového kompresoru se dvěma rotujícími písty ve tvaru piškotů, který je podle vynálezce všeobecně znám pod označením kompresor Roots.



Obr. 13: Schéma rotačního dvoupístového kompresoru Roots [1]

Tyto kompresory začaly jako první používat vozy Mercedes. V těchto vozech byl kompresor poháněn od předního konce klikového hřídele převodem dorychla, zapínal samočinně mechanickou spojku při plném sešlápnutí akcelérátoru a vháněl stlačený vzduch do karburátoru.

Od roku 1924 byla jasná převaha automobilů s kompresorovými vysokootáčkovými mnohoválcovými motory nad vozy s motory nepřepřehovanými. Tato převaha nadále stoupala v letech 1926 a 1927. Postupné snižování objemu motorů vyvolalo vysoký nárůst měrného objemového výkonu z 25 na 100 k/l. To mělo za následek i zvýšení maximálních otáček motorů z 3000 1/min na 7000 1/min, zatímco střední pístová rychlost vzrostla jen málo, a to ze 17 m/s na 18 m/s.

6.1 Fiat

První továrnou, která použila přepřehovaného motoru pro vůz určený k závodu o Velkou cenu, byl Fiat. Pro Velkou cenu ACF v Tours roku 1923 připravila vozy typu 805. Motor tohoto vozu byl osmiválec o objemu 2 l a měl vrtání 60 mm a zdvih 87,5 mm. K motoru byl namontovaný rotační křídlový kompresor umístěný přímo na předním konci klikového hřídele. V této Velké ceně se ještě tento vůz neprosadil, kvůli poruše kompresoru, způsobené pískem.

6.2 Alfa Romeo

První start vozu Alfa Romeo na Velké ceně ACF se uskutečnil roku 1924. Na této Velké ceně startoval vůz s označením Alfa Romeo typ P 2, který tuto Velkou cenu vyhrál.



Obr.14: Alfa Romeo typ P 2 [12]

Automobil Alfa Romeo typ P 2 byl osazen dvoulitrovým přeplňovaným osmiválcovým řadovým motorem s kovanými ocelovými válci, ve čtyřech blocích po dvou. Motor měl vrtání válců 61 mm, zdvih 85 mm, objem 1987 cm³, rozvod 2×OHC a maximální výkon až 140 k při 5000 1/min. Od předního konce s valivými ložisky byl poháněn kompresor Roots. [1]



Obr. 15: Motor automobilu Alfa Rome typ P 2 [13]

6.3 Bugatti

První závodní vůz Bugatti s kompresorem byl typ 35 B z roku 1926, odvozený od typu 35 zvětšením objemu motoru na 2,3 l a prodloužením zdvihu na 100 mm. Tak byl prvně vytvořen typ 35 T, který byl pro závod Targa Florio 1926, jenž se jel podle volné formule, vybaven kompresorem Roots, čímž vznikl typ 35 B. Motor, vestavěný do podvozku v zásadě shodného s typem 35, měl výkon 135 k při 5300 1/min, což umožňovalo vozu dosáhnout rychlosti až 200 km/h.

V roce 1927 se Bugatti vrátil k dvoulitrovému motoru původních rozměrů jako u typu 35, ale s přeplňováním, takže motor měl výkon asi 130 k při 5500 1/min. Vůz jim vybavený byl označený jako typ 35 C a měl maximální rychlost asi 195 km/h.



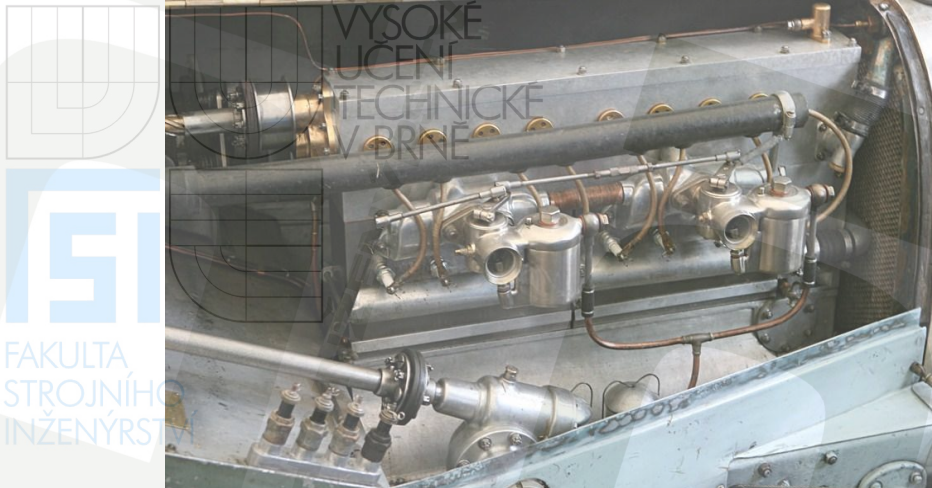
Obr. 16: Bugatti typ 35 C [14]

Pro závody o Velké ceny podle formule platné v letech 1926 až 1927, která omezovala objem motorů na 1,5 l, upravil Bugatti nejprve motor typu 35 zmenšením vrtání válců na 52 mm a vybavil jej kompresorem. Tento vůz vyhrál roku 1926 Velkou cenu Francie a Velkou cenu Evropy.

O rok později dostal motor nové objemové rozměry, vrtání 60 mm a zdvih 66 mm, přičemž měl výkon 110 k při 5500 1/min. Tento vůz byl označen jako typ 39 A.



Obr. 17: Bugatti typ 39 A [15]



Obr. 18: Motor automobilu Bugatti typ 39 A [16]

Z celé produkce firmy Bugatti, jejíž vozy se všechny podobaly typu 35, byla asi jedna třetina automobilů závodních. Ty byly hojně prodávány soukromníkům, takže se vozy Bugatti během krátké doby staly značkou největšího počtu amatérských jezdců.

V tab. 2 jsou přehledně vidět technické údaje prvních automobilů s přeplňovanými motory.

Tab. 2: Technické údaje prvních automobilů s přeplňovanými motory [1]

Rok	Značka	Počet válců	Vrtání [mm]	Zdvih [mm]	Objem [l]	Výkon [k]	Otáčky [1/min]	Střední efektivní tlak [MPa]	Měrný objemový výkon [k/l]	Střední pístová rychlost [m/s]	Rozvod	Rychlost [km/h]
1923	Fiat	8	60	87,5	2	130	5500	1,045	65	16	2×OHC	185
1924	Alfa Romeo	8	61	85	2	140	5000	1,236	70	14,2	2×OHC	200
1925	Delage	12	51,3	80	2	175	6800	1,138	87,5	18,1	2×OHC	210
	Alfa Romeo	8	61	85	2	155	5400	1,265	77,5	15,3	2×OHC	215
1926	Bugatti 35B	8	60	100	2,3	135	5300	1,001	60	17,7	OHC	200
	Mercedes	8	61,7	82,8	2	160	7000	1,01	80	19,3	2×OHC	210
1927	Bugatti 35C	8	60	88	2	130	5500	1,039	65	16,1	OHC	195
	Bugatti 39A	8	60	66	1,5	110	5500	1,177	73,5	12,1	OHC	190

7 První monoposty

Od roku 1927 bylo projektantům závodních vozů dovoleno navrhnout vůz jako jednomístný, karoserie však musela být nejméně 850 mm široká. V tomto roce se poprvé setkáváme s jednosedadlovou koncepcí podvozku i karoserie.

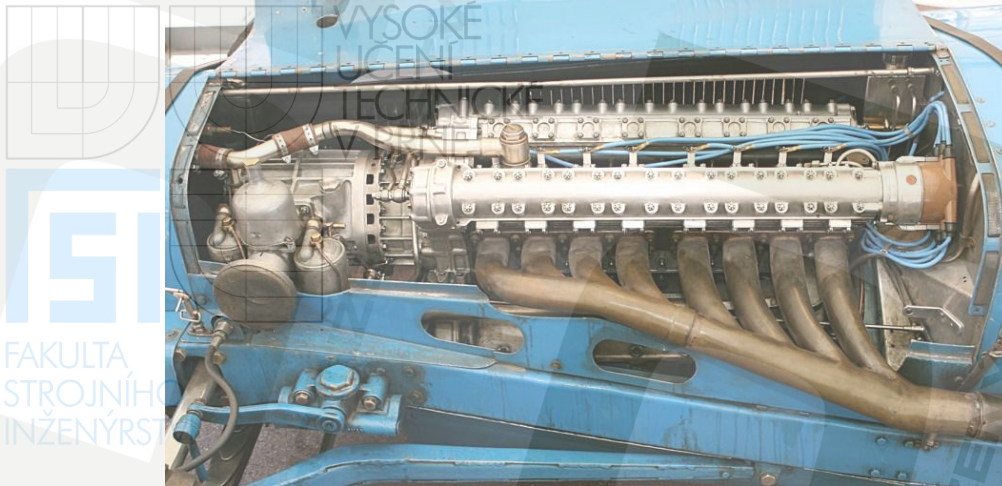
7.1 Delage

Svůj první monopost podle nové formule postavila firma Delage modifikací svého úspěšného závodního vozu z r. 1926.



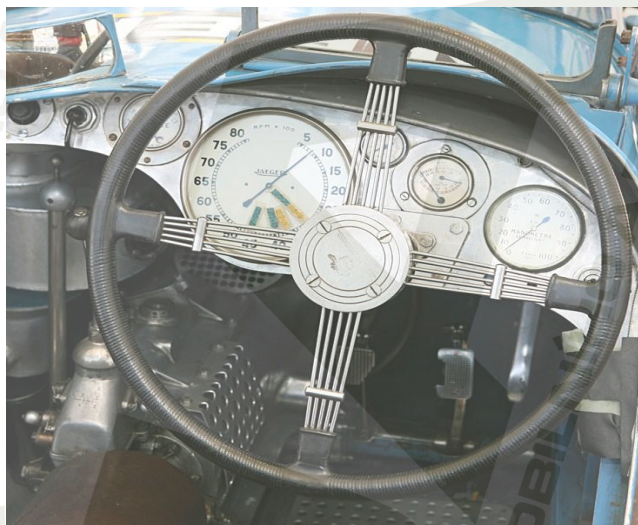
Obr. 19: Monopost Delage 1,5 l z r. 1927 [17]

Tento automobil měl řadový osmiválcový motor o vrtání válců 55,8 mm a zdvihu 76 mm, který dával při 8000 1/min výkon 170 k. Každý válec měl dva ventily rozevřené na 100°, každý ventil měl tři soustředné, válcovitě vinuté pružiny. V celém motoru bylo použito jen valivých ložisek, čímž byla zajištěna dobrá mechanická účinnost. Dva vačkové hřídele v hlavě, kompresor Roots a vodní čerpadlo byly poháněny soustavou ozubených kol od předního konce klikového hřídele. K dlouhému motoru s motorovým blokem vytvořeným z jednoho kusu byla přišroubována spojková skříň, odlitá z jednoho kusu se skříňí převodovky. Vůz měl lamelovou spojku a pětistupňovou převodovku s přímým záběrem na čtvrtý převodový stupeň, pátou rychlostí byl rychloběh. [1]



Obr. 20: Motor monopostu Delage 1,5 l z r. 1927 [18]

Celé toto značně dlouhé pohánecí ústrojí, protažené ještě dlouhým kompresorem, bylo z podélné roviny symetrie vozu vyosováno vlevo asi o 100 mm, takže kloubový hřídel procházel vedle řidiče k rozvodovce, která byla rovněž uložena výstředně. To umožnilo snížit těžiště vozu.



Obr. 21: Automobil Delage 1,5 l z r. 1927 z pohledu řidiče [19]

7.2 Alfa Romeo

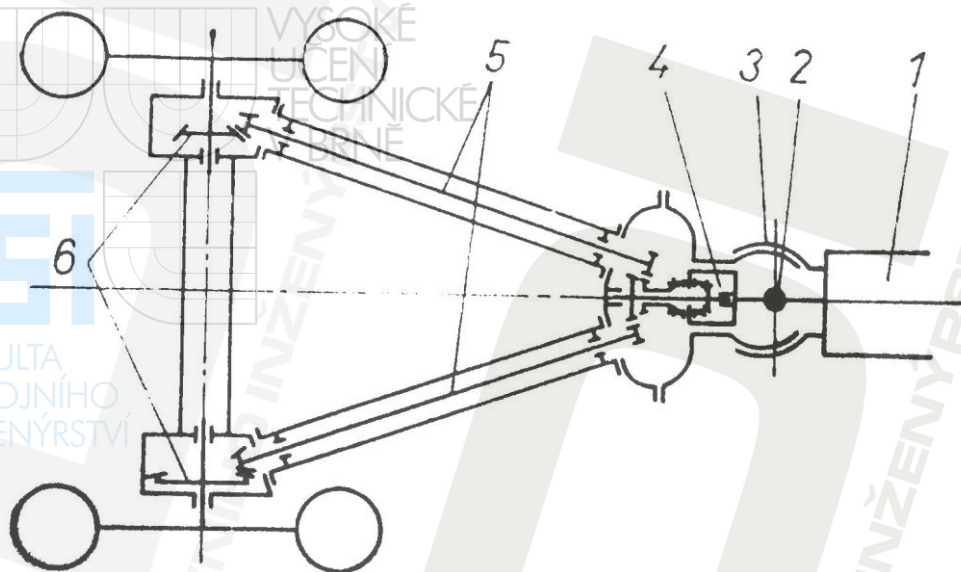
První evropský monopost s centrálně umístěným jezdce byl zkonstruován v roce 1932, byl to monopost Alfa Romeo, označený jako typ P 3, který se pro své úspěchy stal vzorem pro další monoposty.



Obr. 22: Monopost Alfa Romeo typ P 3 [20]

Motor tohoto automobilu byl řadový osmiválec se dvěma bloky válců a dvoudílným klikovým hřídelem, rozvod 2×OHC, poháněný řadou ozubených kol ze středu klikového hřídele. Jeho zdvihový objem byl $2\,654\text{ cm}^3$ a výkon 190 k při 5 400 1/min. Motor měl dva Rootsovy kompresory, před které byly zapojeny karburátory Weber. Zapalování bylo magnetové jednou svíčkou ve válci. Každý válec měl dva ventily rozevřené na 100° , každý ventil byl zavírán třemi soustřednými pružinami. Plně vyvážený klikový hřídel byl uložen v deseti kluzných ložiskách. [1]

Vůz měl dvoukotoučovou spojku a čtyřstupňovou převodovku. Jeho zvláštností byl dvoustranný pohon každého zadního kola samostatným hřídelem bez kloubů. Hnací hřídele byly uloženy v trubkových vedeních směřujících vidlicovitě šikmo vzad, kde na ně navazovaly skříň pohonu kol jako části tuhé zadní nápravy. Schéma popsaného uspořádání pohonu nápravy je znázorněno na obr. 23.



Obr. 23: Schéma pohonu zadních kol monopostu Alfa Romeo P 3 [1]

1 – převodovka, 2 – kloub, 3 – kulový závěs, 4 – diferenciál, 5 – hnací hřídel, 6 – soukolí pohonu kol

Alfa Romeo typ P 3 byl v letech 1932 a 1933 nejúspěšnější závodní vůz. Jeho řidiči s ním získali šest Velkých cen z osmi, v nichž startovali.

8 Období volné formule v letech 1931 až 1933

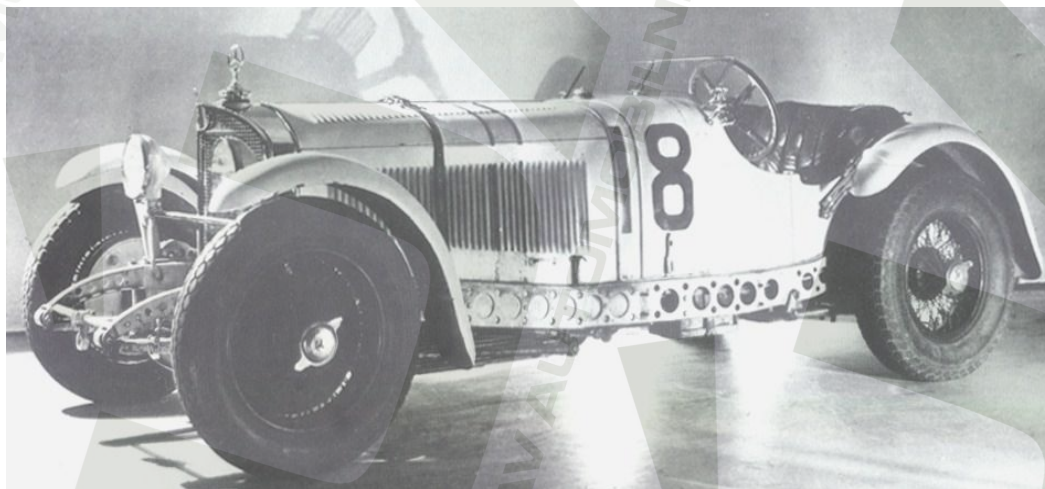
Od roku 1924 do roku 1930 byl vývoj závodních automobilů ovlivněn limity, které udávaly maximální váhu automobilů a maximální objem motorů. Postupem času se však tyto limity čím dál více uvolňovaly. Naprosté uvolnění technických parametrů závodních automobilů v letech 1931 až 1933 vedlo k tomu, že se zdvihové objemy a výkony motorů zvětšovaly, takže dosahovaly, až 300 k. Váhy některých vozů se blížily ke dvěma tunám a maximální rychlost ke 250 km/h.

8.1 Bugatti

V letech 1931 a 1932 přišel Bugatti s dvěma pětilitrovými typy 53 a 54, které se od sebe lišily tím, že typ 54 z r. 1931 měl pohon zadních kol, typ 53 z r. 1932 měl pohon všech kol. Jejich motory byly řadové osmiválce o vrtání 86 mm a zdvihu 107 mm, s rozvodem 2×OHC. Tyto motory měly výkon 300 k při 4500 1/min. K vůli mechanickým brzdám, které nebyly ideální pro dosahované rychlosti těchto vozů, bylo řízení značně namáhavé, to vedlo k mnoha nehodám. I proto tyto vozy nedosáhly výraznějších trvalých úspěchů. [1]

8.2 Mercedes-Benz

Roku 1926 se spojila firma Benz s továrnou Daimler, která prodávala své automobily pod značkou Mercedes. Sloučením vznikla firma Daimler-Benz, jejíž automobily nesou dodnes označení Mercedes-Benz. První sportovní vozy tohoto označení byly velmi těžké a nebyly nejvhodnější pro závody. Teprve v roce 1931 vznikl odlehčený automobil Mercedes-Benz označený jako typ SSKL. Tento automobil měl výkon 300 k a maximální rychlost 250 km/h. Jezdci s těmito vozy získali mnoho vítězství v řadě závodů včetně některých Velkých cen.



Obr. 24: Automobil Mercedes-Benz SSKL [21]

9 Naše závodní automobily a jejich vývoj

K účasti na prvním ročníku Masarykova okruhu vyslaly čtyři naše automobilky roku 1930 své sportovní a závodní vozy. Tyto vozy byly většinou odvozeny od vyráběných typů sériových nebo pro sériovou výrobu připravovaných, proto se svým výkonem nemohly rovnat špičkovým speciálním strojům zahraničním.

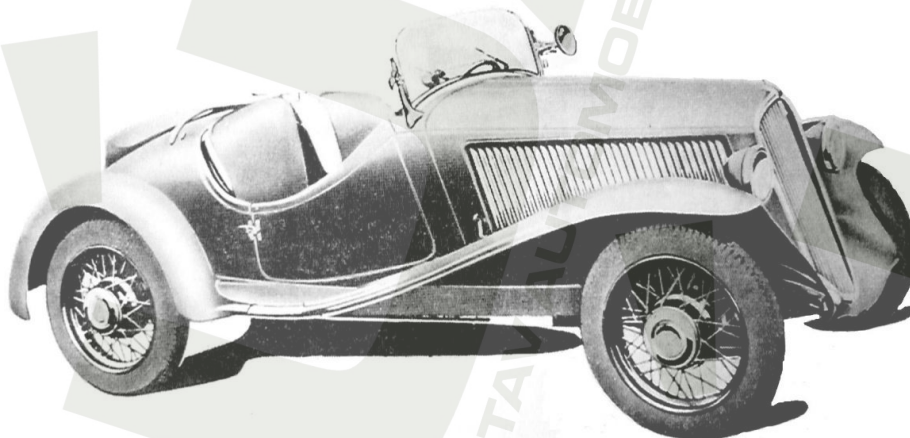
Ve skupině automobilů přes 1,5 l startovalo po jednom voze Walter a Tatra, ve skupině automobilů do 1,5 l čtyři vozy Wikov a jeden vůz brněnské zbrojovky.

9.1 Walter

Roku 1922 postavila tato firma první závodní automobil. Motor tohoto automobilu byl vodou chlazený řadový čtyřválec, o objemu 2 l podle tehdejší formule, který při kompresním poměru 8,5 : 1 dával výkon 78 k při 5000 1/min. Vačkový hřídel v hlavě, byl plně poháněn kuželovým soukolím na svislém hřídeli, který měl pohon šnekovým soukolím od zadního konce klikové hřídele. Každý válec měl dvě protilehlé vodorovné svíčky napájené dvěma magnety poháněnými šnekovými soukolími na předním a zadním konci klikového hřídele.

Potřeba větších výkonů vedla ke konstrukci čtyřválcových a šestiválcových motorů OHV o objemu 2860 cm³. Šestiválcový motor o vrtání válců 75 mm a zdvihu 108 mm byl během vývoje převrtán na průměr 80 mm, takže měl zdvihový objem 3,25 l. Tento motor se v různém provedení montoval do velkých osobních vozů Walter Super 6, které byly nejrychlejšími československými automobily třicátých let.

V roce 1933 startoval ve čtvrtém ročníku Masarykova okruhu automobil Walter Junior S, který byl odvozený od tehdy sériově vyráběných malých osobních automobilů podle licence Fiat. Jejich motor měl vrtání 65 mm a zdvih 75 mm, objem 995 cm³, rozvod SV a výkon 24 k při 3600 1/min. Sportovní verze měla výkon zvýšený na 30 k, při 4000 1/min. Automobil Walter Junior S byl nejúspěšnějším československým automobilem na Masarykově okruhu.

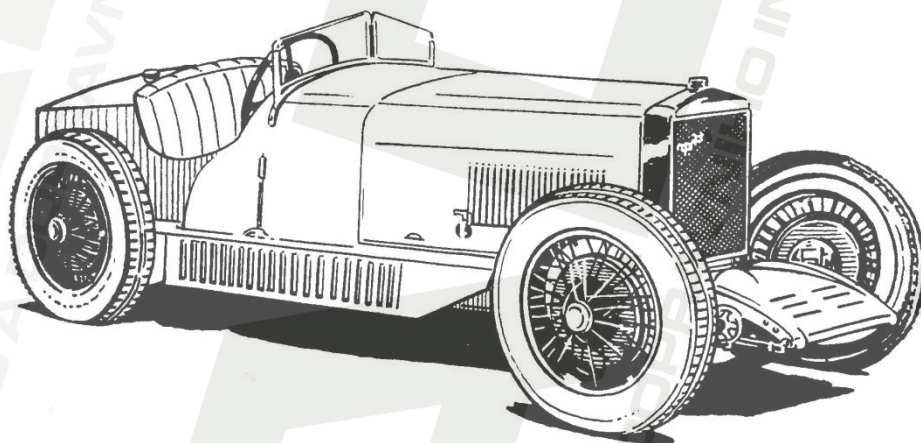


Obr. 25: Walter Junior S z r. 1933 [1]

9.2 Wikov

Prvním sériovým typem, který tato firma začala vyrábět, byl Wikov 7/28 z roku 1925. Tento automobil měl motor o vrtání 66 mm a zdvihu 108 mm, objem 1 480 cm³, o výkonu 28 k při 2600 1/min. Vačkový hřídel ve snímatelné hlavě s obrobeným spalovacím prostorem byl poháněn od předního konce klikového hřídele ozubenými koly, z nichž některá byla kvůli tichosti chodu zhotovena z textgumoidu. Klikový hřídel byl třikrát uložen v kluzných ložiskách, ojnice vykovány z duralu, motorový blok byl ze siluminu a měl kalené ocelové vložky válců. Také spodek klikové skříně byl z hliníkové slitiny.

Vůz měl jednokotoučovou spojku a třístupňovou převodovku. Původní pružné kotoučové klouby kloubového hřídele byly později nahrazeny klouby kovovými.



Obr. 26: Wikov 7/28 z r. 1930 [1]

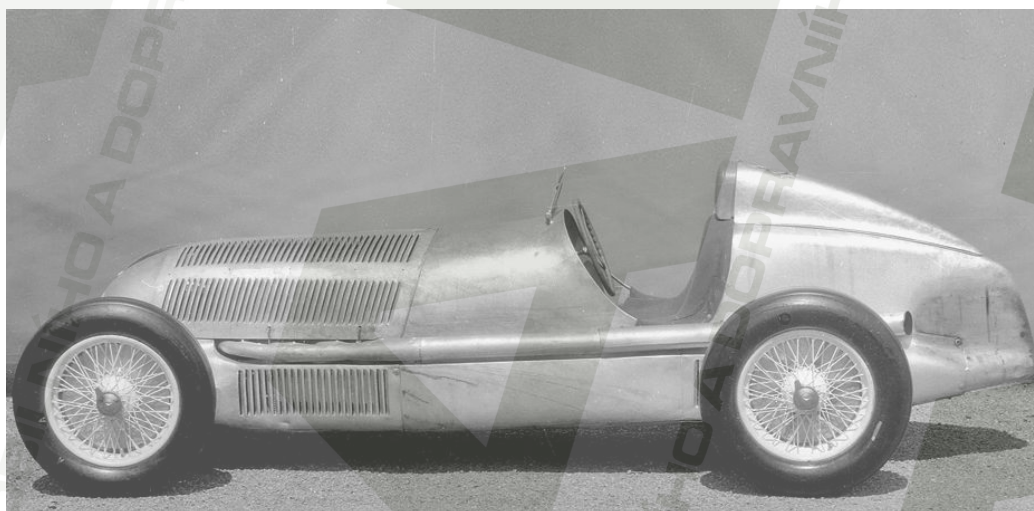
Wikov 7/28 z r. 1932 byl prvním československým automobilem klasifikovaným na Masarykově okruhu.

10 Váhový limit v letech 1934 až 1937

Pro roky 1934 až 1937 omezila Mezinárodní sportovní komise maximální přípustnou váhu vozů na 750 kg. Byl to důsledek stálého zvyšování výkonů motorů, což překračovalo hranice praktického zájmu průmyslu.

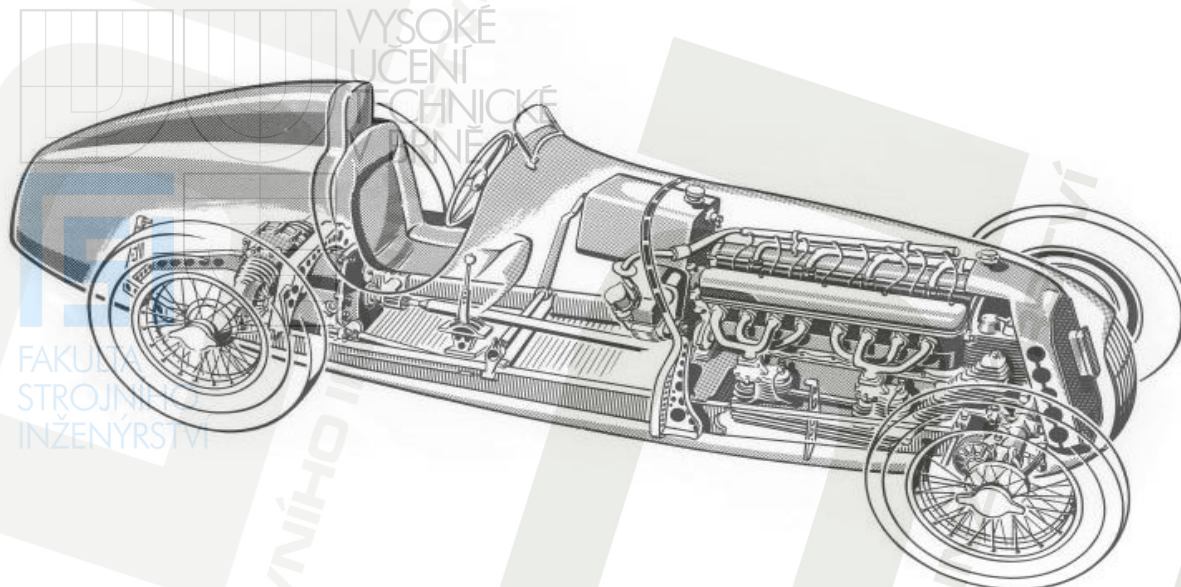
10.1 Vývoj závodních vozů Mercedes-Benz typ W 25 a W 125

V roce 1934 představila firma Daimler-Benz automobil typu Grand Prix. Tento automobil byl vyvíjen tři roky a byl navržen tak, aby obstál v porovnání s konkurencí, hlavně s automobily od firmy Auto-Union. Vůz označený jako typ W 25 byl osazen řadovým přeplňovaným osmiválcovým motorem typu M 25 vpředu, s pohonem zadních kol. Postupem času musel být ale tento motor vylepšován a to hlavně tak, že u něj byly zvětšovány rozměry válců a jeho objem.

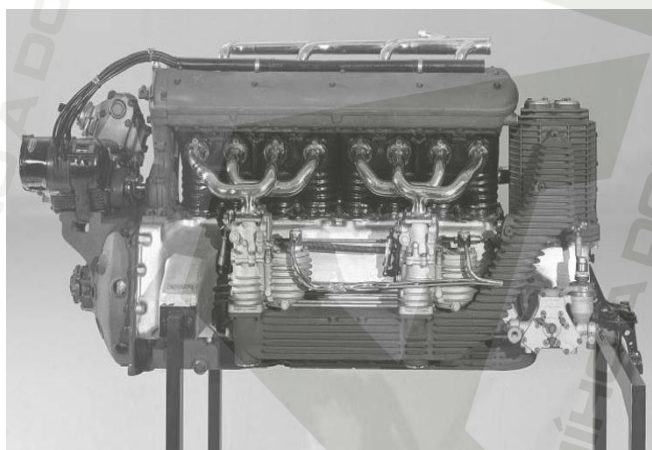


Obr. 27: Mercedes-Benz typ W 25 [22]

Motor tohoto vozu měl válce vykovány z jednoho kusu s hlavou, po čtyřech přivařeny k základové desce a obaleny navařeným vodním pláštěm. Každý válec měl dva sací a dva výfukové ventily, které byly skloněny o 60°. V hlavě válců byly uloženy dva vačkové hřídele, které byly poháněné soustavou ozubených kol od zadního konce klikové hřídele. Klikový hřídel byl vykován z jednoho kusu a byl uložen v pěti válečkových ložiskách, které byly použity i k uložení ojnic. Od předního konce klikového hřídele přes lamelovou spojku a kuželové soukolí byl poháněn kompresor Roots, který vytlačoval vzduch do dvou dvojitých karburátorů. Spojka byla jednokotoučová. Tento automobil měl čtyřstupňovou převodovku, která neměla přímý záběr, protože kloubový hřídel vozu a hnací hřídel převodovky byly uloženy pod osou hnaného hřídele. [1]

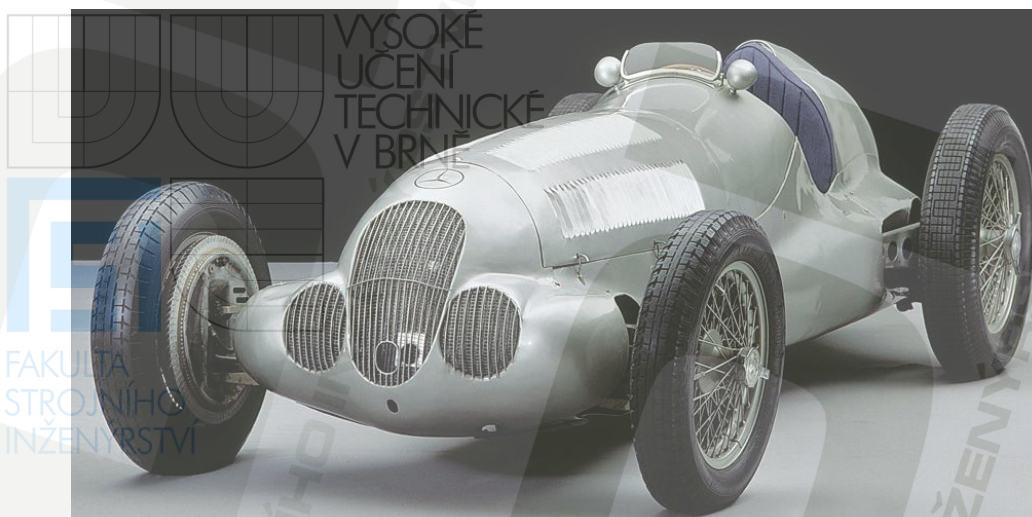


Obr. 28: Uspořádání hnacího ústrojí vozu Mercedes-Benz typ W 25 [23]



Obr. 29: Motor vozu Mercedes-Benz typ W 25 [24]

V dalších letech se projevila snaha o stálé zvyšování výkonu motoru tím, že bylo zvětšeno vrtání motoru, a tím se zvýšil i jeho objem. Celý vůz byl zcela rekonstruován a byly u něj odstraněny nedokonalosti v podobě přetáčivosti vozu. Tento vůz byl označen jako Mercedes-Benz typ W 125.



Obr. 30: Mercedes-Benz W 125 [25]

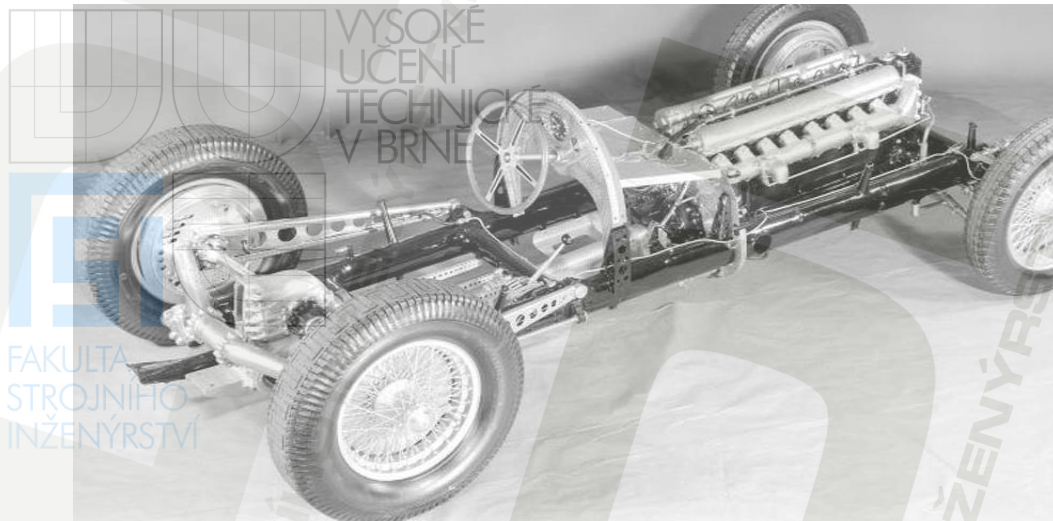
Základní koncepce hnacího ústrojí zůstala stejná jako u typu W 25. Vrtání motoru se zvýšilo na 94 mm a objem vzrostl na 5660 cm³ a výkon na 502 k. V posledním vývojovém stupni dosáhly hodnoty až na 646 k při 5800 1/min. [1]

Vývoj motorů je názorně vidět z tab. 3. Je v ní vidět postupné zvětšování rozměrů válců, objemu motoru a jeho výkonu. Je z ní zřejmý i stálý růst střední pístové rychlosti a u prvních tří modelů i růst měrného objemového výkonu a středního efektivního tlaku.

Tab. 3: Vývoj osmiválcových motorů Mercedes-Benz typu M 25 [1]

Model		A	AB	B	C	E
Rok výroby		1934	1934	1935	1935	1936
Vrtání válců	[mm]	78	82	82	82	86
Zdvih pístu	[mm]	88	88	94,5	102	102
Zdvihový objem	[l]	3,36	3,71	3,99	4,3	4,74
Výkon	[l]	354	398	430	462	494
Otáčky	[1/min]	5800	5800	5800	5800	5800
Střední efektivní tlak	[MPa]	1,609	1,633	1,638	1,638	1,589
Měrný objemový výkon	[k/l]	105	107	107,5	107,5	104
Střední pístová rychlost	[m/s]	17	17	18,3	19,7	19,7

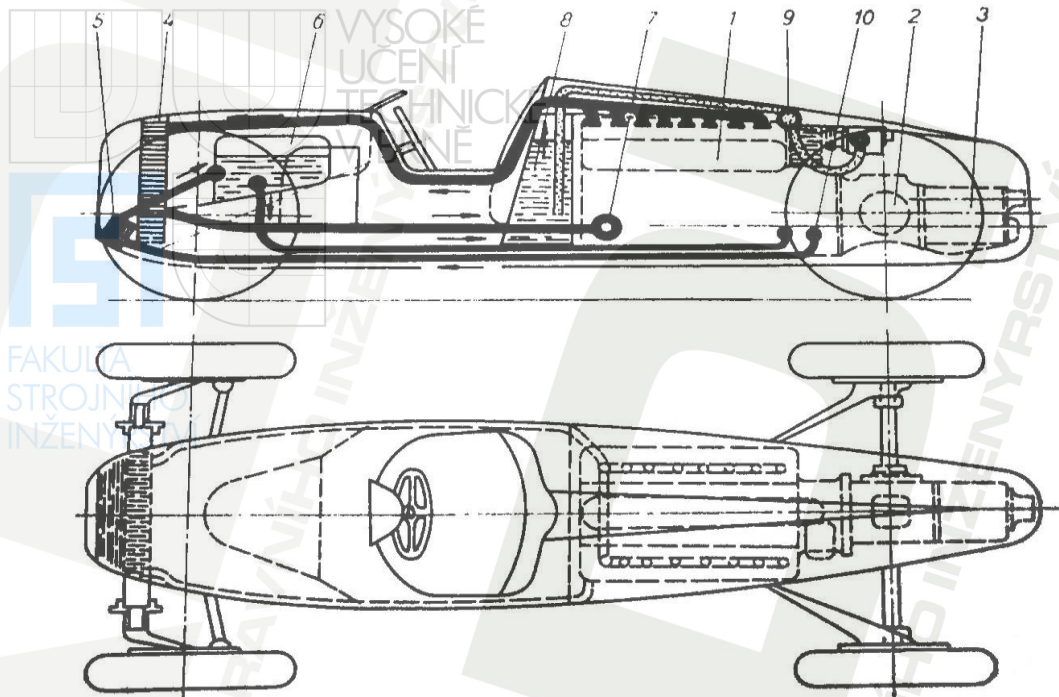
Rootsův kompresor byl poprvé u motorů Mercedes-Benz zařazen v sacím traktu mezi karburátor a motor. Náprava byla poháněna kuželovým soukolím, které bylo zařazeno před čtyřstupňovou převodovkou. Tato převodovka měla příčně umístěné hřídele s ozubenými koly po obou stranách talířového kola. Skříň převodovky a rozvodovky byla společná. [1]



Obr. 31: Uspořádání hnacího ústrojí vozu Mercedes-Benz typ W 125 [26]

10.2 Vývoj závodních vozů Auto-Union

V roce 1933 předložil Ferdinand Porsche vedení Auto-Union hotový projekt nového závodního vozu. Použil v něm dosud neobvyklý šestnáctiválcový vidlicový motor, který umístil dozadu za řidiče před přední nápravu a spojil jej v jeden hnací blok s rozvodovkou a s převodovkou uloženou za zadní nápravou. Tím odpadl kloubový hřídel, nutný pro spojení motoru se zadní nápravou, což umožnilo posadit řidiče nízko podle potřeby. Chladič vody byl umístěn v předí vozu, kde využíval náporu vzduchu proudícího při jízdě, pod ním byl chladič oleje a za nimi nádrž na olej. Palivová nádrž byla umístěna za sedadlo řidiče, do těžiště vozu, tím byla rozložena tíha vozidla tak, že se během jízdy při změně množství paliva měnila říditelnost jen minimálně. [1]



Obr. 32: Celkové uspořádání vozů Auto-Union [1]

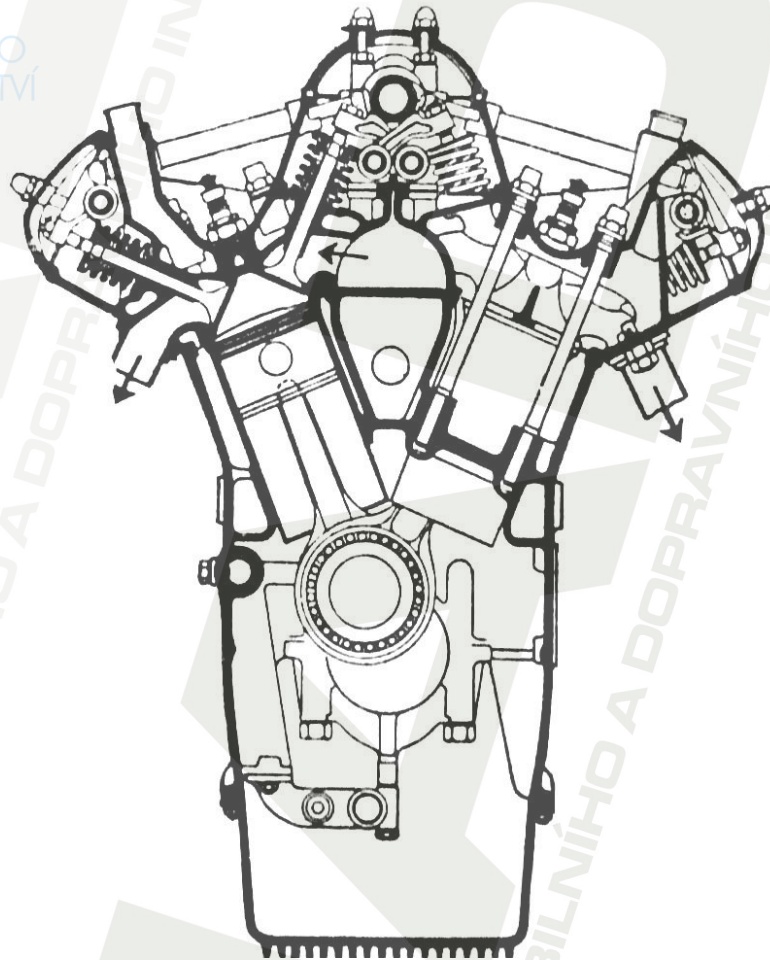
- 1- Motor, 2- rozvodovka, 3- převodovka, 4- chladič vody, 5- chladič oleje, 6- nádrž oleje, 7- vodní čerpadlo, 8- palivová nádrž, 9- čerpadlo paliva, 10 – čerpadlo oleje

Motor závodních vozů Auto-Union byl v průběhu let 1934 až 1936 stále zvětšován, čímž se zvětšoval i jeho výkon, jak je vidět z tab. 4. Z tabulky je také vidět i stálý růst plnicího tlaku vzduchu dodávaného kompresorem, růst litrového výkonu a středního efektivního tlaku.

Tab. 4: Vývoj šestnáctiválcových motorů Auto-Union v letech 1934-1936 [1]

Typ		A	B	C
Rok výroby		1934	1935	1936
Vrtání válců	[mm]	68	72,5	75
Zdvih pístu	[mm]	75	75	85
Zdvihový objem	[cm ³]	4360	4950	6010
Plnicí tlak	[bar]	1,567	1,717	1,913
Maximální výkon	[k]	295	375	520
Otáčky při max. výkonu	[1/min]	4500	4800	5000
Střední pístová rychlost	[m/s]	11,3	12	14,1
Střední efektivní tlak při max. výkonu	[MPa]	1,334	1,393	1,53
Max. točivý moment	[Nm]	53	65	85
Otáčky při max. momentu	[1/min]	2700	3000	2500
Střední efektivní tlak při max. momentu	[MPa]	1,521	1,638	1,785
Měrný objemový výkon	[k/l]	67,5	76	86,5

Z porovnání s tab. 3. je zřetelně vidět jakým směrem se ubíraly firmy Mercedes-Benz a Auto-Union ve vývoji závodních motorů. Je vidět že potřebný výkon byl u motorů Auto-Union dosahován zdvihovým objemem, naproti tomu u motorů Mercedes-Benz vyššími otáčkami a středním efektivním tlakem. Auto-Union používalo v letech 1934-1937 motory s válci rozevřenými na 45°, jak je vidět na obr. 33.



Obr. 33: Příčný řez motorem Auto-Union z let 1934-1937 [1]

U tohoto motoru měl každý válec jeden sací a jeden výfukový ventil. Ovládání všech 32 ventilů zajišťoval jediný vačkový hřídel, který byl umístěn nad hlavami válců. Vačkový hřídel byl poháněn od zadního konce klikového hřídele svislým hnacím hřídelem. Tento svislý hřídel poháněl současně dvě magneta a přes lamelovou spojku kompresor Roots, který byl umístěn mezi karburátor a motor. Hlavy válců měly polokulový spalovací prostor s ventilovými sedly ze speciálního bronzu. Siluminový blok válců byl odlitý z jednoho kusu s klikovou skříní a měl vložené ocelové válce. U prvních typů motorů byl klikový hřídel vykován z jednoho kusu niklchromové oceli a měl kluzná ložiska z olověného bronzu. Kvůli stoupání otáček byly v roce 1936 vyměněny kluzná ložiska za valivá, takže klikový hřídel byl skládán z dílů sešroubovaním. Výkon motoru přenášela lamelová spojka do pětistupňové

převodovky bez přímého záběru. Převodovka byla umístěna za rozvodovkou. Rozvodovka obsahovala svorný kolíčkový diferenciál ZF. [1]

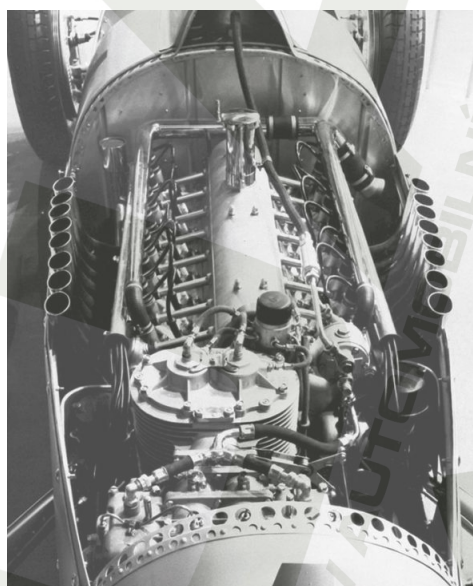
10.2.1 Auto-Union typ C

V roce 1936 továrna vyrobila závodní automobil AUTO-Union typ C.



Obr. 34: Automobil Auto-Union typ C z r. 1936 [27]

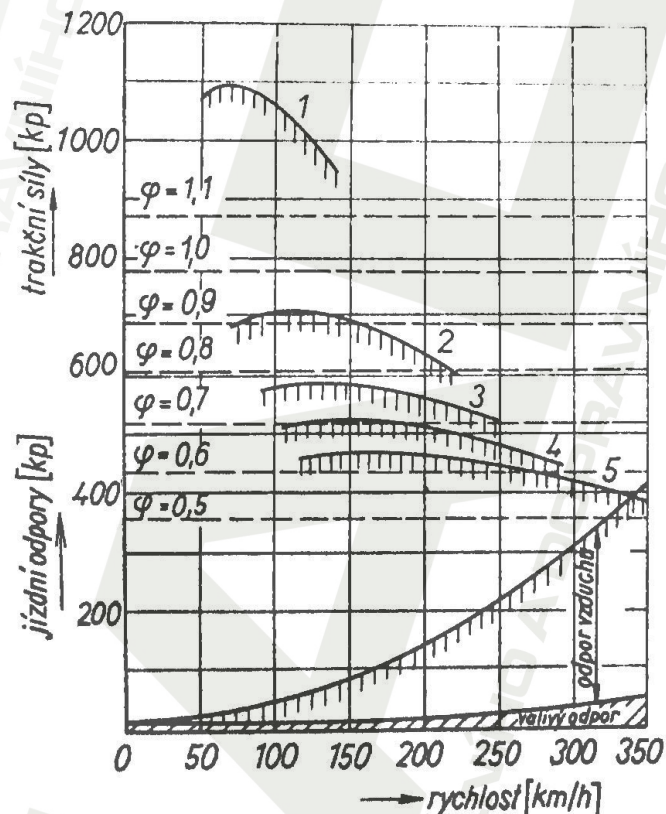
Váha motoru u tohoto typu vozu byla 245 kilogramů, převodovka vážila 37 kilogramů.



Obr. 35: Motor Automobilu Auto-Union typ C [28]

Přehled o jízdních výkonech tohoto vozu dává trakční diagram na obr. 36.

Na vodorovné ose je vynesena rychlost jízdy, na svislé ose síly působící na vůz při jízdě. Ve spodní části diagramu jsou znázorněny jízdní odpory, odpor valivý a odpor vzduchu. Vypouklé křivky v horní části diagramu ukazují průběh trakčních sil na hnacích kolech vozu při jednotlivých převodových stupních. Přebytek trakčních sil je možné využít při zrychlování vozu, nebo překonání odporu při stoupání. Vodorovné čárkované přímky znázorňují omezení trakčních sil přilnavostí kol k vozovce při různém součiniteli adheze. Z diagramu je také vidět, že ani při nejlepší kvalitě povrchu, což je suchá a drsná vozovka nebylo možné plně využít výkon motoru.



Obr. 36: Trakční diagram vozu Auto-Union typ C [1]

Při prvním veřejném předvedení automobilu Auto-Union typ C na autodromu Avus překonal tento vůz hned 3 světové rychlostní rekordy pro automobily této třídy. Vůz dosahoval maximální rychlosti asi 340 km/h. [1]

11 Omezení objemu motorů v letech 1938-1940

Kvůli rychlému nárůstu objemů a výkonu motorů se stávaly závody čím dál více nebezpečné. Během čtyř let se objemy motorů zvýšily až na 6 litrů, výkony se začali přibližovat 650 koním a maximální rychlost až k 400 km/h u rekordních vozů. Proto byla pro roky 1938-1940 vytvořena formule, která omezila maximální výkon motorů a stanovila vzájemný poměr objemu motorů s kompresory a motorů bez kompresorů. Objem motorů bez kompresoru měl být v rozmezí 1000 až 4500 cm³, motorů s kompresorem 667 až 3000 cm³. Také předepsala minimální váhu automobilů podle objemu motoru, tím se měly vyrovnávat rozdíly mezi výkony motorů různých vozů. Během prvních závodů se však ukázalo, že váhová přírážka nevyrovná výhody většího objemu motoru, takže se spíše začali používat horní hranice velikosti objemu motoru. Objem 3 litry u motorů s kompresorem a 4,5 litrů u motorů bez kompresoru. [1]

11.1 Vozy s motory bez kompresoru

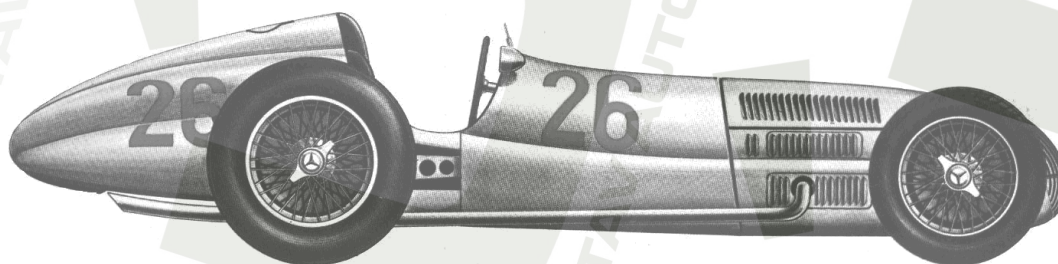
V této době motory s atmosférickým nasáváním používalo jen málo firem. Jednou z nich byla francouzská firma Delahaye. Tato firma používala vidlicový dvouventilový dvanáctiválec o vrtání 75 mm a zdvihu 85 mm, který měl výkon 220 koní při 5500 1/min.

Druhou firmou, která používala v této době motory bez kompresoru, byla firma Talbot, která použila k pohonu svého vozu šestiválcového řadového motoru OHV, který měl objem 4 l, výkon 200 koní při 4 800 1/min.

11.2 Vozy s motory s kompresory

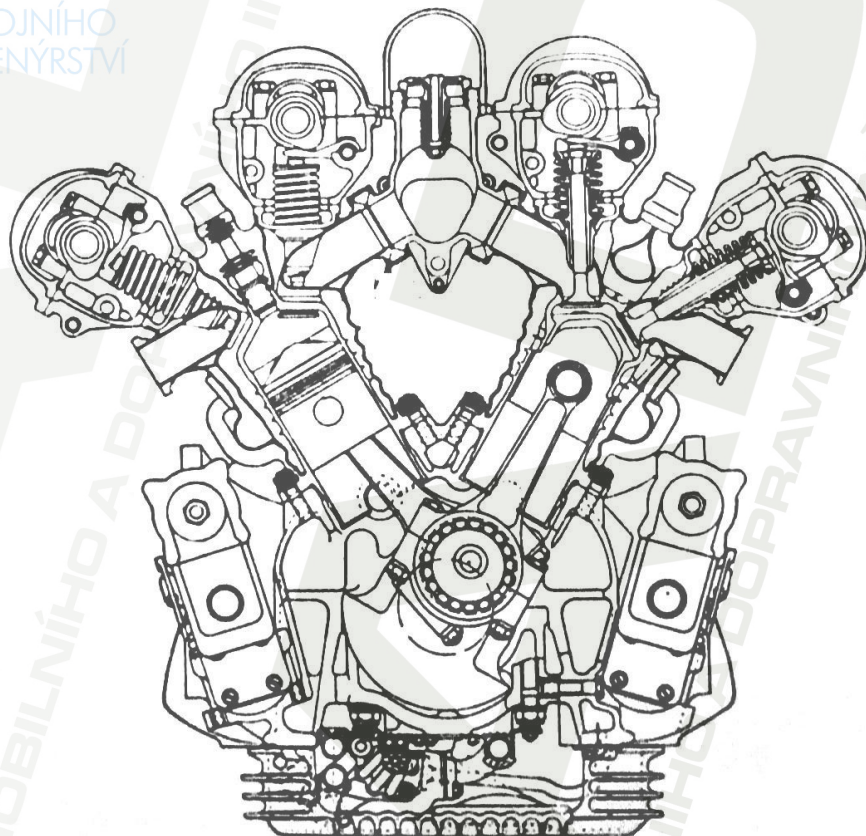
11.2.1 Mercedes-Benz W 154 a W 163

Jednou z nejvýznamnějších firem byla v této době firma Daimler-Benz která vyrobila pro novou formuli nové vozy typu W 154.



Obr. 37: Automobil Mercedes-Benz W 154 [29]

Tato firma osadila tyto vozy vidlicovým dvanáctiválcem. Každá řada válců tohoto motoru měla dva vačkové hřídele v hlavě, jeden sloužil pro otvírání ventilů sacích, druhý byl pro ventily výfukové. Takže motor měl celkem čtyři vačkové hřídele, poháněné od zadního konce klikového hřídele. Každý válec měl po dvou sacích a výfukových ventilech, každý ventil byl zavírán dvěma pružinami, takže motor měl 96 ventilových pružin. Válce byly ocelové vyrobené jednotlivě a byly opatřeny navařeným vodním pláštěm. Každý blok válců měl v předu vlastní kompresor Roots. Kliková hřídel byla uložena na valivých ložiskách. Mazací systém měl devět sacích a devět výtlačných čerpadel.



Obr. 38: Příčný řez motory M 154 a M 163 [1]

Motor bylo možné krátkodobě přetočit až na 10000 1/min. Podélná osa motoru byla mírně skloněna vzad i na bok tak, že kloubový hřídel probíhal od kotoučové spojky k pětistupňové převodovce bez přímého záběru. Převodovka byla umístěna napříč ve společném bloku s rozvodovkou. Rozvodovka měla svorný diferenciál. Vozy Mercedes-Benz W 154 a Mercedes-Benz W 163, které byly osazeny tímto typem motoru měly spotřebu 80 až 110 litů paliva na 100 kilometrů. Poté co se na konci závodní sezóny ukázalo, že konkurenční vozy Auto-Union jsou o něco rychlejší, byl typ W 154 rekonstruován na typ W 163. Výkon motoru byl zvýšen na 483 koní. Výkon motoru byl zvýšen tím, že kompresory zapojené paralelně byly zapojeny za sebe. Vše je přehledně vidět v tab. 5.

Tab. 5: Technické údaje dvanáctiválcových vidlicových motorů německých závodních automobilů [1]

Značka	Mercedes			Auto-Union
		M 154	M 163	
Typ		M 154	M 163	—
Rok výroby		1938	1939	1939
Vrtání válců	[mm]	67	67	65
Zdvih pístu	[mm]	70	70	75
Zdvihový objem	[cm ³]	2962	2962	2990
Plnicí tlak	[bar]	2,158	2,796	2,619
Maximální výkon	[k]	450	478	485
Otáčky při max. výkonu	[1/min]	7500	7800	7000
Střední pístová rychlost	[m/s]	17,5	18,2	17,5
Střední efektivní tlak	[MPa]	1,79	1,854	2,05
Měrný objemový výkon	[k/l]	152	163	162

11.2.2 Auto-Union

Firma Auto-Union v této době připravila nový vůz s třilitrovým dvanáctiválcovým vidlicovým motorem. Základní koncepce motoru zůstala zachována, zmenšil se však počet válců. Na rozdíl od předcházejících motorů měl nový třilitrový motor tři vačkové hřídele v hlavách, z nichž prostřední, který byl umístěn v podélné rovině symetrie motoru, řídil sání, oba krajní ovládaly výfukové ventily. [1]

Hlavní kliková ložiska byla z počátku kluzná, záhy pak byla klika uložena na válečkových ložiscích. Klikový hřídel byl složen z dílů spojených ozubením Hirt a sešroubován. Na motoru byl ze začátku použit jednostupňový kompresor, který byl umístěn mezi karburátor a motor. Záhy bylo však použito dvoustupňového přeplňování. Mazací systém měl dvě sací a jedno výtlačné čerpadlo. Zkrácení dvanáctiválcového motoru umožnilo oproti původnímu šestnáctiválcovému motoru posunout sedadlo řidiče, který i u tohoto typu seděl před motorem. Vůz měl spotřebu 80 až 115 l/100 km. [1]



Obr. 39: Auto-Union 31 [30]



Obr. 40: Celkové uspořádání automobilu Auto-Union 31 [31]

11.2.3 Alfa Romeo

Připravila pro závody nový typ 308 Corsa, do kterého byl uložen nový osmiválcový motor. Tento motor měl vrtání 69 mm, zdvihový objem 2 990 cm³ a výkon 295 k při 6000 1/min.



Obr. 41: Automobil Alfa Romeo 308 [32]



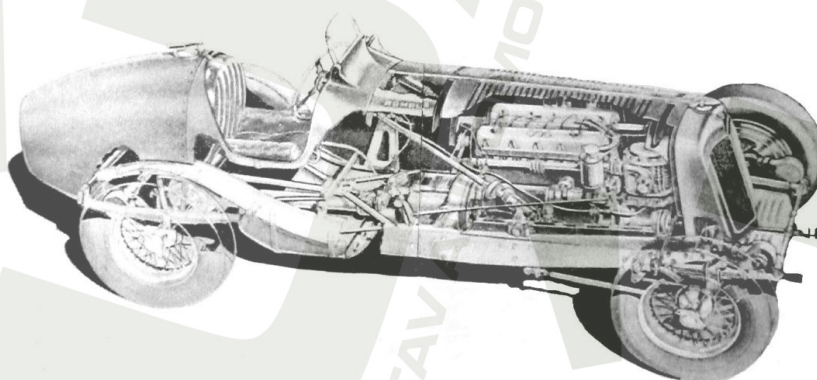
Obr. 42: Motor automobilu Alfa Romeo 308 [33]

12 Malé závodní automobily před druhou světovou válkou

Kromě formulových závodních vozů, se také vyráběly i menší závodní automobily, jejichž vývoj, údržba a provoz byly levnější. Tím se staly přístupné i menším továrnám. Rozvoj těchto malých závodních vozů je možné pozorovat od začátku třicátých let ve Velké Británii a v Itálii. Zajímavé britské vozy byly závodní automobily M.G. Magnette. Tyto vozy měly šestiválcové motory s vrtáním 57 mm, zdvihem 71 mm. Tyto motory měly objem 1 087 cm³ a dávaly s kompresorem výkon 120 koní při 7300 1/min. Zajímavostí těchto vozů byla čtyřstupňová planetová převodovka Wilson se třemi planetovými soukolími a s předvličem, u níž se předem zvolené převodové stupně zapínaly pásovými brzdami po sešlápnutí spojkového pedálu. To umožňovalo snadné a rychlé řazení téměř bez přerušování trakce. [1]

12.1 ERA

Další zajímavý britský vůz nesl označení ERA (English Racing automobiles). Tento závodní automobil měl šestiválcový přeplňovaný motor, který měl dva vačkové hřídele uložené v motorovém bloku po obou stranách a poháněné soustavou ozubených kol od předního konce klikového hřídele. Jeden vačkový hřídel ovládal ventily sací, druhý výfukové, rozvod byl OHV. Blok válců a kliková skříň byly odlity ze šedé litiny z jednoho kusu, hlava z šedé litiny byla snímatelná, kompresní prostor půlkulový, ventily visuté a navzájem skloněné o 90°. Vyvážený klikový hřídel, uložený ve třech ložiskách suché skříně, z nichž prostřední bylo válečkové, obě krajní kluzná, poháněl vpředu sací a výtlačné olejové čerpadlo a kompresor Roots. Kompresor byl zapojen mezi karburátorem a motorem. Přední konec sací vačky poháněl vertikálně umístěné magneto. V bloku s motorem byla čtyřstupňová planetová převodovka Wilson s předvličem, spojená s tuhou zadní nápravou kloubovým hřídelem s jediným kloubem. Ten byl uložen uprostřed surného kulového závěsu, jímž se surná trouba kloubového hřídele opírala do vlastního podvozku. Druhý konec trouby byl přišroubován ke skříni rozvodovky z lehké slitiny. Toto uspořádání mělo tu výhodu, že pružiny zadní nápravy byly odlehčené od přenosu hnacích a brzdících sil. Všechny vozy měly svorný diferenciál ZF.



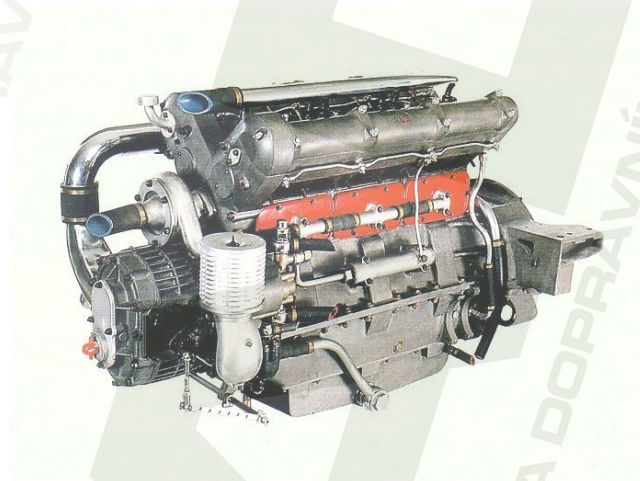
Obr. 43: Britský monopost ERA typ B z r. 1935 [1]

Maximální rychlost popsaných vozů typu A a B byla přes 200 km/h. Pozdější typ C z roku 1937 měl horizontálně otočené magneto a byl opatřen rotačním lopatkovým kompresorem Zoller, který byl umístěn nad převodovkou a poháněn od zadního konce klikového hřídele. Tím se původní výkon motoru ze 190 k zvýšil na 225 k a maximální rychlost vozu stoupla na 225 km/h.



12.2 Maserati

Jedním z neúspěšnějších vozů v kategorii závodních vozů do 1,5 l byl v roce 1937 automobil Maserati typ 6 CM, se šestiválcovým motorem objemu 1 493 cm³, jehož válce neměly snímatelné hlavy a byly odlity ve skupinách po dvou.



Obr. 44: Motor automobilu Maserati typ 6 CM [34]

Krátce před válkou připravila firma Maserati nový typ 4 CL se čtyřválcovým řadovým motorem 2×OHC o objemu 1,5 l. Spojením těchto dvou motorů vznikl osmiválcový třilitrový motor typu 8 CL.

Motor typu 4 CL dával výkon 220 k při 6600 1/min.

Kliková skříň se skládala ze dvou elektronových odlitků a byla dole uzavřena elektronovým spodním víkem motoru. Klikový hřídel byl uložen ve třech kluzných ložiskách, obrobené ojnice se svým profilem I lišily od dutých ojnic kruhového průřezu, charakteristických pro mnohé dřívější motory této značky. [1]

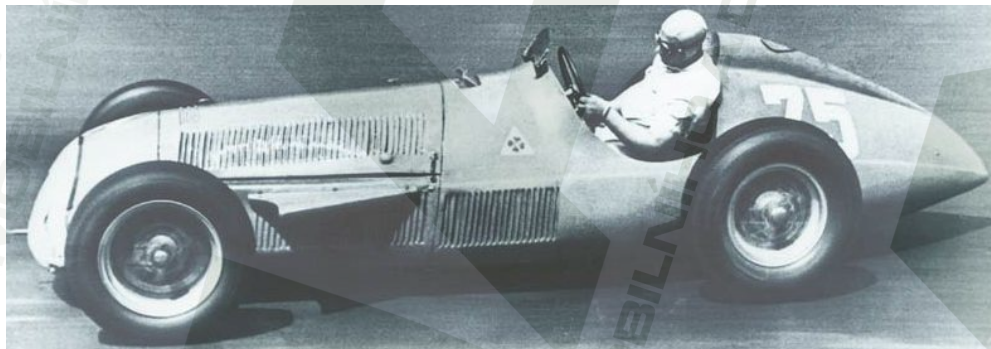

 VYSOKÉ
UCENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ


Obr. 45: Kliková hřídel automobilu Maserati typ 4 CL [35]

Válce motoru, které měly po dvou sacích a výfukových ventilech, byly odlity ve dvojicích společně s hlavou. Rootsův kompresor byl přímo spojen s předním koncem klikového hřídele.

12.3 Alfa Romeo

Roku 1938 představila firma Alfa Romeo malý monopost, pojmenovaný Alfa Romeo 158-Alfetta.



Obr. 46: Alfa Romeo Alfetta z r. 1938 [36]

Tento automobil byl osazen řadovým osmiválcovým motorem. V roce 1939 byl tento motor rekonstruován a klikový hřídel uložen v sedmi valivých ložiskách. Motor měl v hlavě dvě vačkové hřídele, poháněné od předního konce kliky soustavou ozubených kol, která poháněla i vodní a olejové čerpadlo, zatímco palivové čerpadlo bylo poháněno od zadního konce vačkového hřídele ovládajícího sací ventily. Každý válec měl dva ventily rozevřené na 90°. Suchá kliková skříň z lehké slitiny byla dělena v rovině klikového hřídele. Blok válců byl ze dvou odlitků rovněž z lehké slitiny a měl suché vložky válců. [1]



Obr. 47: Uložení motoru Alfa-Romeo Alfetta [37]



Obr. 48: Motor Alfa-Romeo Alfetta [38]

Jednomístný vůz s kloubovým hřídelem procházejícím středem vozu pod sedadlem jezdce měl čtyřstupňovou převodovku ovládanou levou rukou.

12.4 Mercedes-Benz

Roku 1938 představila firma Daimler-Benz závodní automobil určený pro Velkou cenu v Tripolisu. Tento automobil nesl označení Mercedes-Benz W 165.



Obr. 49: Automobil Mercedes-Benz W 165 [39]

Mercedes-Benz W 165 měl osmiválcový podčtvercový vidlicový motor, přepřňovaný dvěma sériově zapojenými kompresory Roots. Tento automobil měl ocelové válce vykované z jednoho kusu s hlavou, k nimž byl přivařen plechový vodní plášť. Každý válec měl po dvou sacích a výfukových ventilech vsazených šikmo shora, každá řada válců zvláštní vačkový hřídel pro sací i výfukové ventily, takže motor měl celkem čtyři vačkové hřídele poháněné ozubenými koly. Klikový hřídel v lité skříně, k níž byly přišroubovány bloky svařených válců, měl hlavní i ojnicí ložiska valivá.

Automobil měl napříč uspořádanou pětistupňovou převodovku, bez přímého záběru, vytvořenou z bloku s pohonem nápravy, která byla poháněna šikmým kloubovým hřídelem, umístěným mimo osu. Hřídel navazovala na mírně vzad skloněný a z podélné roviny symetrie vozu vychýlený motor.

Tyto narychlo vyrobené vozy byly v boji o Velkou cenu Tripolisu 1939 velmi úspěšné, neboť s nimi jezdci obsadily první dvě místa. Mercedesy tak vyšly vítězně ze souboje s italskými vozy Alfa Romeo.

12.5 Auto-Union

Pro rok 1940 připravovala i firma Auto-Union závodní vůz 1,5 l, jehož vývoj nebyl vzhledem k válečnému stavu dokončen. Základní technické údaje motoru plněného dvěma odstředivými kompresory jsou k porovnání v tab. 6. Z tabulky je patrné, že při splnění všech předpokladů by tento motor byl z porovnávaných nejvýkonnější.

Tab. 6: Technické údaje malých závodních vozů [1]

Značka		ERA	Maserati	Alfa Romeo	Mercedes-Benz	Auto-Union
Typ		C	4 CL	158	M 165	—
Rok výroby		1937	1939	1939	1939	1940
Uspořádání		řadový	řadový	řadový	vidlicový 90 °	vidlicový 60°
Počet válců		6	4	8	8	12
Vrtání válvů	[mm]	57,5	78	58	64	53
Zdvih pístu	[mm]	95,2	78	70	58	56
Zdvihový objem	[cm ³]	1480	1492	1480	1490	1482
Plnicí tlak	[bar]	2,649	2,256	—	3,384	2,845
Výkon	[k]	225	220	225	270	327
Otáčky	[1/min]	7000	6600	7500	7800	8500
Střední pístová rychlost	[m/s]	22,2	17,2	17,5	15	15,9
Střední efektivní tlak	[MPa]	1,913	1,982	1,785	2,04	2,296
Měrný objemový výkon	[k/l]	150	147,5	151	181	220

13 Závěr

Přehled vývoje hnacích ústrojí závodních vozů třídy Grand Prix před druhou světovou válkou, který je postupně probíraný v této práci, je do jisté míry obrazem vývoje hnacích ústrojí před druhou světovou válkou vůbec. Na závodních vozech se často zkoušely a někde dodnes zkoušejí koncepční nebo konstrukční prvky, které se později uplatnily i v sériové výrobě vozidel.

Ukázkou toho, jak vývoj závodních vozů předbíhal před vývojem sériových vozů v době před druhou světovou válkou, je stále zvětšování měrného objemového výkonu motorů zvyšováním počtu otáček a středního efektivního tlaku. To vedlo mimo jiné i k postupnému přechodu od kdysi převážně používaného rozvodu SV k rozvodům s vysutými ventily.

Podobné ovlivnění koncepce sériových motorů uspořádáním obvyklým u motorů závodních, lze vidět ve všeobecném zavádění motorů krátkozdvihových, podčtvercových.

Vývoj závodních automobilů významně ovlivnil i konstrukci ostatních skupin, jako jsou spojky, převodovky, kloubové hřídele, rozvodovky, brzdy, řízení, atd.

Jako přínos tohoto období před druhou světovou válkou lze považovat i požadavky konstruktérů závodních vozů, které působily velmi podnětně i na vývoj nejkvalitnějších materiálů ocelových, nezelezných kovů, lehkých slitin, valivých i kluzných ložisek.

Nynější vozy Velkých cen nemají již přímou návaznost na sériové výrobky, takže už je nemůžeme považovat za pojízdné zkušební, jak tomu bylo u závodních vozů před druhou světovou válkou. Nejsou to zkušební vozy, protože nejsou počátkem vývoje, jak tomu bylo u vozů před druhou světovou válkou, ale jsou konečným produktem vývoje, jehož účelem je stvořit co nejdokonalejší vůz, určený výhradně k rychlé jízdě.

Proto celé období vývoje hnacích ústrojí závodních vozů třídy Grand Prix před druhou světovou válkou považuji za stěžejní období, které se nesmazatelně zapsalo do historie. Jsem si jistý, že nebýt nejenom Velkých cen, ale všeobecně závodů vůbec, nebyl by vývoj hnacích ústrojí tak rychlý. Je možné, že by ani různé konstrukční prvky nebyly vynalezeny, protože to byly právě závody, které podnítili snahu konstruktérů o co nejlepší výkony ve vynalézání co nejlepších materiálů a jednotlivých konstrukčních prvků těchto vozů.

14 Seznam použité literatury

- [1] HANZELKA, B. *Vozy velkých cen*. SNTL – Státní nakladatelství technické literatury. Druhé vydání, Praha, 1974.
- [2] SKOŘEPA, M. *Dějiny automobilových závodů*. Olympia, První vydání, Praha, 1973
- [3] *Wikimedia* [online]. 2009 [citováno 2010-02-15]. Dostupné z WWW:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Henri_Fournier_on_the_Morsmachine.jpg>
- [4] *Histomobile* [online]. 2009 [citováno 2010-02-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.histomobile.com/1/Fiat/1907/130_HP_.htm?lan=1>
- [5] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-02-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&s=c&id=1187&p=1914_Mercedes_115HP45GrandPrix3.jpg>
- [6] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-02-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&id=1187&s=c&p=1914_Mercedes_115HP45GrandPrix4.jpg>
- [7] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-02-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&id=1187&s=c&p=1914_Mercedes_115HP45GrandPrix11.jpg>
- [8] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-02-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&id=1187&s=c&p=1914_Mercedes_115HP45GrandPrix12.jpg>
- [9] *Members.chello.nl* [online]. 2009 [citováno 2010-02-24]. Dostupné z WWW:
<<http://members.chello.nl/~wgj.jansen/text/ballot.html>>
- [10] *Wikipedia* [online]. 2006 [citováno 2010-02-24]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Bugatti_Typ_35A_1925.jpg>
- [11] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-12]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/3074/Bugatti-Type-35--Grand-Prix-de-Lyon-_15.html>

- [12] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-12]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/1006/Alfa-Romeo-P2_6.html>
- [13] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-12]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/1006/Alfa-Romeo-P2_12.html>
- [14] *Conceptcarz* [online]. 2010 [citováno 2010-03-22]. Dostupné z WWW:
<http://www.conceptcarz.com/view/photo/201030,12496/1925-Bugatti-Type-35C_photo.aspx>
- [15] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-25]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/3262/Bugatti-Type-39_4.html>
- [16] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-25]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/3262/Bugatti-Type-39_6.html>
- [17] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-28]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/2940/Delage-15-S8_1.html>
- [18] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-28]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/2940/Delage-15-S8_10.html>
- [19] *Ultimatecarpage* [online]. 2010 [citováno 2010-03-28]. Dostupné z WWW:
<http://www.ultimatecarpage.com/pic/2940/Delage-15-S8_8.html>
- [20] *Wikipedia* [online]. 2007 [citováno 2010-04-05]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Alfa_romeo_p3.jpg>
- [21] *Dennis David & Family* [online]. 1997 [citováno 2010-04-15]. Dostupné z WWW:
<<http://www.ddavid.com/formula1/images/mercssklb.jpg>>
- [22] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-04-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&s=c&id=2064&p=1934_MercedesBenz_W252.jpg>
- [23] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-04-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&id=2064&s=c&p=1934_MercedesBenz_W254.jpg>

- [24] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-04-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&id=2064&s=c&p=1934_MercedesBenz_W255.jpg>
- [25] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-04-16]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&s=c&id=1265&p=1937_MercedesBenz_W1252.jpg>
- [26] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-04-25]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&s=c&id=1265&p=1937_MercedesBenz_W1253.jpg>
- [27] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-04-25]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&id=121&s=c&p=1936_AutoUnion_TypC4.jpg>
- [28] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-04-25]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&id=121&s=c&p=1936_AutoUnion_TypC7.jpg>
- [29] *The-blueprints* [online]. 2009 [citováno 2010-05-01]. Dostupné z WWW:
<<http://www.the-blueprints.com/blueprints-depot/cars/mercedes/mercedes-benz-w154-gp-1938-2.gif>>
- [30] *Topgear* [online]. 2009 [citováno 2010-05-10]. Dostupné z WWW:
<<http://www.topgear.com/uk/assets/cms/00a67dc2-2db8-4555-8fc5-151708699179/Large%20Image.jpg>>
- [31] *Superchargerperformance* [online]. 2009 [citováno 2010-05-10]. Dostupné z WWW:
<http://www.superchargerperformance.com/wp-content/uploads/2009/06/article-1188977-051c6c2c000005dc-601_634x286.jpg>
- [32] *Flickr* [online]. 2008 [citováno 2010-05-11]. Dostupné z WWW:
<<http://www.flickr.com/photos/94957089@N00/2633341509/in/set-72157605954686286>>
- [33] *Flickr* [online]. 2008 [citováno 2010-05-11]. Dostupné z WWW:
<<http://www.flickr.com/photos/94957089@N00/2634159916/in/set-72157605954686286>>

- [34] *Maseraticlub*[online]. 2010 [citováno 2010-05-13]. Dostupné z WWW:
<<http://www.maseraticlub.co.uk/motori.htm>>
- [35] *Maseraticlub*[online]. 2010 [citováno 2010-05-13]. Dostupné z WWW:
<<http://www.maseraticlub.co.uk/images2/motore-03a.jpg>>
- [36] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-05-14]. Dostupné z WWW:
<http://www.supercars.net/Pics?v=y&s=c&id=22&p=1938_AlfaRomeo_158Alfetta1.jpg>
- [37] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-05-14]. Dostupné z WWW:
<<http://www.supercars.net/Pics?viewCarPic=y&source=carGal&carID=22&pgID=1&pID=4499>>
- [38] *Supercars.net* [online]. 2009 [citováno 2010-05-14]. Dostupné z WWW:
<<http://www.supercars.net/Pics?viewCarPic=y&source=carGal&carID=22&pgID=1&pID=4501>>
- [39] *Dennis David & Family* [online]. 1997 [citováno 2010-05-15]. Dostupné z WWW:
<<http://www.ddavid.com/formula1/merc165.htm>>