



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PŘEVODOVÉ MECHANISMY AUTOKROSOVÝCH ZÁVODNÍCH AUTOMOBILŮ

TRANSMISSION MECHANISMS OF AUTOCROSS RACING CARS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ BÁRTA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

DOC. ING. IVAN MAZŮREK, CSC.

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jiří Bárta

který/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 kúšebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Převodové mechanismy autokrosových závodních automobilů

v anglickém jazyce:

Transmission mechanisms of autocross racing cars

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je zpracování přehledu současného stavu poznání v oblasti pohonných koncepcí a převodových mechanismů u autokrosových závodních automobilů. Na základě této analýzy navrhnete koncepci pohonu dvoumotorového uspořádání pro třídu do 1600 ccm.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Analýza problému a cíl práce
3. Přehled současného stavu poznání
4. Diskuze
5. Závěr
6. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, návrhový výkres, fotografická dokumentace

Typ práce: rešeršní

Účel práce: vzdělávání

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 - 20 stran textu bez obrázků).

Zásady pro vypracování práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2014.pdf

Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam odborné literatury:

VLK, F. Koncepce motorových vozidel, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2000, ISBN 80-238-5276-0

VLK, F. Převodová ústrojí motorových vozidel, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2000, ISBN 80-238-5275-2

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ivan Mazůrek, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 19.11.2014

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je odbornou rešerší se zaměřením na vytvoření přehledu pohonných koncepcí a převodových mechanismů u autokrosových závodních automobilů. Na základě těchto informací byl zpracován návrh koncepce pohonu dvoumotorového uspořádání pro třídu 1600 ccm. Celá práce je doplněna fotodokumentací závodních speciálů a jejich částí.

KLÍČOVÁ SLOVA

Autokros, uložení motorů, koncepce pohonu, náprava, motor, rozvodovka, diferenciál, Junior Buggy, Buggy 1600, Super Buggy

ABSTRACT

This Bachelor's thesis is special technical search with concentration on creating of overview drive conceptions and transmission mechanisms at autocross racing cars. As the basis of the information there was processed the proposal of conception drive double engine arrangement for class 1.600 ccm. The whole thesis is completed with photo-documentation of racing special cars and with their parts.

KEYWORDS

Autocross, engine arrange, drive concept, axle, engine, axle drive, differential, Junior Buggy, Buggy 1600, Super Buggy

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BÁRTA, J. Převodové mechanismy autokrosových závodních automobilů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 85 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Ivan Mazůrek, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Ivana Mazůrka, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 22. května 2015

Jiří Bárta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Ivanu Mazůrkovi, CSc. za jeho odborné vedení a cenné rady, které mi byly během tvorby bakalářské práce velice užitečné. Dále bych chtěl poděkovat našemu autokrosovému týmu Rally Sport Chroustov za pomoc, cenné zkušenosti a rady. V poslední řadě bych chtěl také poděkovat své rodině za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD.....	10
ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE.....	11
1 HISTORIE AUTOKROSU	12
1.1 Svět	12
1.2 Evropa.....	12
1.3 Čechy	13
1.3 Čechy	13
2 KONCEPCE ULOŽENÍ MOTORŮ	15
2.1 Motory uložené u přední nápravy	15
2.1.1 Před přední nápravou	15
2.1.2 Za přední nápravou	16
2.1.3 Nad přední nápravou.....	18
2.2 Motory uložené u zadní nápravy	19
2.2.1 Před zadní nápravou [1][23]	19
2.2.2 Za zadní nápravou.....	20
2.2.3 Nad zadní nápravou[11][12]	21
2.4 Dvumotorové uložení	22
2.4.1 Alfa Romeo Bimotore [16]	22
2.4.2 Scuderia Ferrari Bimotore [16].....	22
2.4.3 DAF 3300 FAV	23
2.4.4 Dvumotorová buggy v autokrosu	23
3 KONCEPCE POHONU AUTOMOBILŮ	26
3.1 Zadní pohon	26
3.1.1 Klasický pohon [1].....	26
3.1.2 Transaxle [1]	26
3.1.3 Zadní pohon s motorem vzadu.....	27
3.2 Přední pohon [1][4].....	28
3.3 Pohon všech kol [1][4][7]	29
3.3.1 Mezinápravový diferenciál Torsen	30
3.3.2 Rozdělovací převodovka s řetězovým převodem	30
3.3.3 Čelní rozdělovací převodovka s viskózní spojkou	31
3.3.4 Haldex spojka	31
4 POUŽÍVANÉ KONCEPCE V AUTOKROSU	33
4.1 Divize D6.....	33
4.2 Divize Touring Autocross (TAX).....	34
4.3 Divize Junior Buggy	35
4.4 Divize Buggy 1600	36
4.5 Divize Super Buggy.....	40
5 OBECNÁ KONSTRUKCE ŘEŠENÍ PŘEVODŮ	42
5.1 Způsoby řazení.....	42
5.1.1 DSG převodovka.....	42
5.1.2 Sekvenční převodovka	43
5.4 Převody autokrosové speciály	45
5.4.1 Junior Buggy.....	45
5.4.2 Buggy 1600.....	45

5.4.3 Super Buggy	45
6 Návrh konceptu uspořádání hnacího ústrojí pro kategorii buggy 1600	47
6.1 Motivace	49
6.2 Řešení konstrukce rozvodovky.....	51
6.2.1 Vstupní parametry pro výpočet rozvodovky a použité materiály.....	51
6.2.2 Popis funkce rozvodovky	52
6.3 Řešení předního pohonu	53
Diskuze.....	54
ZÁVĚR	55
POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE	56
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	60
SEZNAM PŘÍLOH	62
PŘÍLOHA	I

ÚVOD

Autokros je motoristický sport, který se jezdí na uzavřené trati po nezpevněném povrchu, jako je hlína, bláto nebo štěrk. Vozy jsou zde podle konstrukce a výkonu rozdělené do několika divizí. Jezdci jednotlivých divizí startují všichni najednou a závodí proti času.

Svět autokrosových závodních automobilů se v dnešní době řadí mezi náročná sportovní odvětví a právě převodové mechanismy a jejich nastavení hrají jednu z nejdůležitějších rolí. Mezi převodová ústrojí motorových vozidel se řadí spojky, převodovky, rozvodovky, diferenciály, hnací hřídele a klouby. Převodová ústrojí přenáší výkon od motoru na hnací kola a podle potřeby mění otáčky s kroutícím momentem. Uspořádání převodového ústrojí se řídí podle základní konstrukční koncepce automobilu.

Před stavbou závodního speciálu je nutné se seznámit s historií, protože problémy, se kterými se v současné době při stavbách závodních speciálů setkáváme a potýkáme, mohly být již dříve řešeny, ale nebyly vždy shledány jako vyhovující. Historie nám pomáhá poučit se z konstrukčních chyb, předcházet jim a snažit se najít nová efektivnější řešení.

Na základě stavu poznání v oblasti pohonných koncepcí a převodových mechanismů osobních automobilů a autokrosových závodních speciálů je cílem této bakalářské práce navrhnout koncepci pohonu dvoumotorového uspořádání pro třídu do 1600 ccm tak, aby bylo využití motorů co nejekonomičtější.

ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Z dostupných zdrojů, jak literárních tak internetových, existuje spousta informací o tom, jak jsou motory v osobních automobilech uloženy, jak jsou realizovány pohony náprav a jaké jsou jejich výhody a nevýhody. Vybíral jsem pouze informace, které jsem považoval za důležité, neboť toto téma je velice obsáhlé.

Naopak jsem shledal, že velice málo informací je o dvumotorových automobilech, které jsou pro běžný provoz neefektivní a nepotřebné. Jejich využití přináší uplatnění právě u závodních speciálů, kde potřebujeme dosáhnout vysokého výkonu, ale s jedním motorem toho lze jen velmi těžko dosáhnout.

Velice málo informací jsem našel o koncepcích používaných v autokrosu, ale tyto informace se mi podařilo získat od kompetentních osob, které se v tomto odvětví pohybují již řadu let. Mám tím na mysli samotné jezdce, mechaniky a hlavně konstruktéry, kteří se podílí na zrodu nových vozů. Sám jsem v autokrosovém týmu a tudíž jsem se mohl sám podílet na zrodu několika závodních speciálů. Díky tomu jsem získal bohaté poznatky a zkušenosti, které jsem v této práci využil.

Rešerši jsem se rozhodl upořádat tímto způsobem. Nejprve bude mým cílem provést rozbor a možné způsoby uložení motorů, které mohou být uloženy podélně nebo příčně a to buď u přední nebo zadní nápravy. Dále v tomto bodě uvedu možné koncepce uložení dvou motorů u různých typů automobilů.

Následně se budu zabývat koncepcí pohonů automobilů. Uvedu zde pohon přední nápravy, zadní nápravy a pohon všech kol.

V další části se zaměřím na koncepcce, které se v současné době používají v autokrosu. Zmíním zde způsoby uložení motorů a druhy pohonů jednotlivých divizí. Zvláštní pozornost budu věnovat kategorii Buggy 1600 a to z toho důvodu, že v závěru této práce provedu návrh koncepce pohonu pro tuto kategorii.

Dále uvedu obecnou konstrukci řešení převodů automobilů a způsoby řazení.

V posledním bodě navrhnu uspořádání hnacího ústrojí pro Buggy 1600 a seznámím s funkcí rozvodovky.

1 HISTORIE AUTOKROSU

1.1 Svět

„Jenom opravdu málokdo ale ví, nebo alespoň tuší, jak tenhle dramatický sport vznikl. Který závod a kdy byl nazván autokrosem, už asi nikdo nezjistí. Nepochybně je, že ve chvíli, kdy existovaly alespoň dva automobily, schopné spolu soutěžit, tak se závodilo. Už v roce 1905 závodil Henry Ford se svým vyzývatelem, to je historicky doloženo. Z našeho pohledu je zajímavé, že za místo svého souboje zvolili dostihovou dráhu. Tedy stejné prostředí, ve kterém se u nás jel první autokros vysílaný televizí. Od nepaměti se závodilo se vším, co mělo kola, a nezávodilo se pouze na silnicích či autodromech, lákavě působil i volný terén. Krajinou křížem krážem, tedy cross, tak jsme tedy získali základ pro název autokros.

Postupným vývojem procházely tratě i stroje, které na nich závodily. Od slavného závodu Baja 1000, ve kterém se startující potýkali s pískem, kaktusy, kamením a stržemi, až k variantě krátkých tratí, přiměřeně obtížných, kde jediným kritériem je dosažený čas, respektive pořadí v cíli. Jejich výhodou je atraktivita a přehlednost pro diváky. Až do poměrně nedávné doby nebyly ale pro podobné závody k dispozici vhodné stroje. Speciální terénní automobily sice nároky tratí vydržely, byly ale těžké a pomalé. Upravené cestovní nebo soutěžní automobily jezdily mnohem rychleji, trpěly ale mimořádným zatížením v terénu, byly poruchové a svými problémy vlastně do značné míry i limitovaly pořadatele při volbě tratí.

Do obtížnějších terénů se startující mohli vydat po druhé světové válce, v tomto období vzniklo mnoho automobilů typu jeep, které byly obratné, měly potřebnou výdrž, stále ale nebyly tak rychlé, aby se jejich závody staly atrakcí. Za tímto účelem musely přijít vozy v úpravě pro rallye, které byly opravdu rychlé. Měly ovšem jednu nevýhodu – byly dost drahé a jejich nákup i provoz byl pro soukromé jezdce příliš náročný. Řešení přišlo z Ameriky, kde začaly vznikat vozy pro radost nebo pro volný čas. První dune buggy startovala v náročné Baja 1000 v roce 1966. A souběžně s jejím narozením vznikl i autokros, od vzniku buggy jej nelze oddělit. Během tří let od prvního startu v Americe ovládly stroje typu buggy autokros po celém světě.“

Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.

1.2 Evropa

Závody, které můžeme označit jako autokros, se ve Velké Británii konaly krátce po druhé světové válce, v červenci 1947. V padesátých letech pak na britských tratích startovaly nejen upravené cestovní vozy, ale i první speciály. Tyto závody však zůstaly izolovány na britských ostrovech a přesto že Angličané s autokrosem začali, do evropských závodů nikdy nezasáhli.

V Evropě se první autokros konal v roce 1968 a to v rakouském Gross Hofflein.

V závodě zvítězil jezdec Walter Roser. V dubnu 1969 se na stejné trati objevila první bugina, koncem léta téhož roku se jel obdobný ukázkový závod v bavorském Hersbrucku.[3][5]

1.3 Čechy

Počátky českého autokrosu, kouzelného, tvrdého a velmi rychlého sportu se odehrály v roce 1969. Tehdy se vrátili dva novinářští kolegové Karel Hrubec a Antonín Bahenský z Rakouska celí nadšení, že viděli nádherné automobilové závody, které se jely na trati v terénu na trávě, hlíně a blátě. Jejich nadšené vyprávění velmi zaujalo pár lidí a najednou byl na světě první československý autokrosový legendární závod, který se jel nedaleko Přerova v Údolí mamutů.

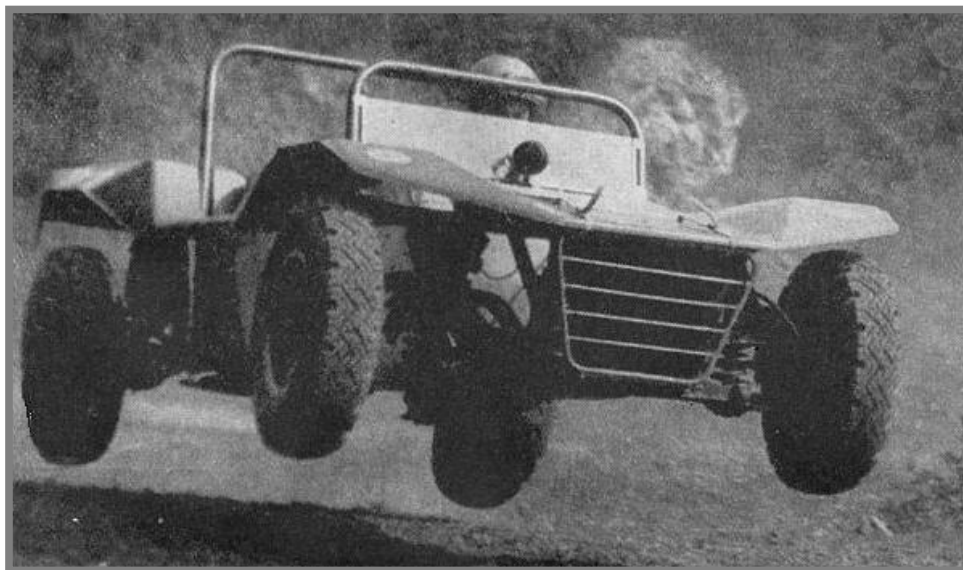
V tomto prvním závodě na našem území startovala hned první buggy. Jejím jezdce byl velice známý rakouský závodník Erich Glavitz, který po poměrně tvrdém boji s našimi jezdci, kteří pilotovali soutěžní automobily, zvítězil. Glavitzova buggy VW byla opravdu silnou inspirací pro spoustu lidí.

Československý autokros tak zapustil své první kořínky. Zalíbil se jezdci, sportovním funkcionářům i novinářům. Další závod na sebe nenechal příliš dlouho čekat, a už o rok později se jel další závod, který se konal na pardubickém dostihovém závodišti. Zde se objevila první česká varianta buggy Škoda - MTX. Tento závod vysílala v přímém přenosu televize. Státisíce lidí se dozvěděly o tomto novém sportu a někteří z nich po něm dokonce zatoužili jako konstruktéři i jako jezdci. [3]



Obr. 1-1 Škoda - MTX Buggy 1 [6]

„Následovala úplná lavina, lépe se snad překotný vývoj autokrosu u nás nazvat nedá. Vznikly poměrně volné technické předpisy, takže jezdci se stali nejenom závodníky ale i konstruktéry a staviteli svých bugin, u některých bylo jen těžko k rozeznání, zdali je baví víc závodění nebo vymýšlení strojů. Někteří lépe jezdili, jiní lépe konstruovali, těm nejlepším šlo oboje. Na tratích se objevily nejenom vynikající a zajímavé konstrukce, ale i vynikající jezdci – Jaroslav Povondra, Bohumil Křest'án, Stanislav Landa, Jindřich Kottek, Karel Trojan, Milan Mařátko, celá tovární ekipa. A ráno 4. dubna 1971 se na Radouči u Mladé Boleslavi sjela celá dvacítká speciálních nových strojů buggy.“ [3]



Obr. 1-2 Škoda - MTX Buggy 2 [6]

2 KONCEPCE ULOŽENÍ MOTORŮ

2

Jedno z nejdůležitějších a nejčastějších rozdělení uložení motorů je:

- podélné uložení motoru (osa klikové hřídele je rovnoběžná s podélnou osou karoserie)
- příčné uložení motoru (osa klikové hřídele je rovnoběžná s osou přední nápravy)

Možnost libovolného uložení motorů výrazně ovlivňuje a mění polohu těžiště, moment setrvačnosti a jízdní vlastnosti vozidla.

2.1 Motory uložené u přední nápravy

2.1

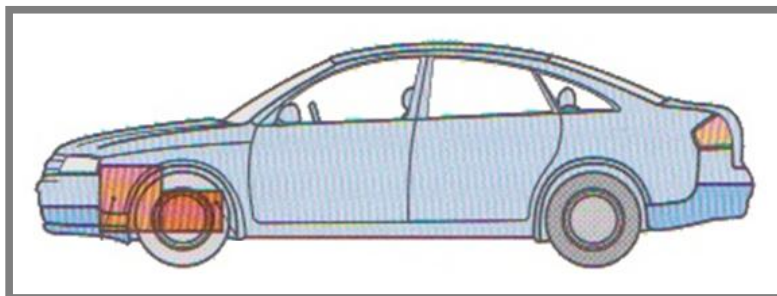
U automobilů s motorem vpředu existuje podle uspořádání motoru 5 koncepcí:

- motor podélně uložený před diferenciálem a nápravou
- motor podélně uložený za diferenciálem a nápravou
- motor podélně uložený nad diferenciálem a nápravou
- motor příčně uložený nad převodovkou
- motor příčně uložený vedle převodovky

2.1.1 Před přední nápravou

2.1.1

Motory uložené před přední nápravou zaručují vysoké zatížení přední nápravy, čímž se těžiště vozidla posouvá značně dopředu. Vysoké zatížení přední nápravy je velice výhodné pro jízdní vlastnosti vozidla při bočním větru a při trakci za snížených adhezních podmínek, např. v zimě na sněhu. Nevýhodou jsou vysoké síly v řízení, výrazná nedotáčivost vozu a nepříznivé rozdělení brzdných sil. [1]



Obr. 2-3 Motor uložený před přední nápravou [17]

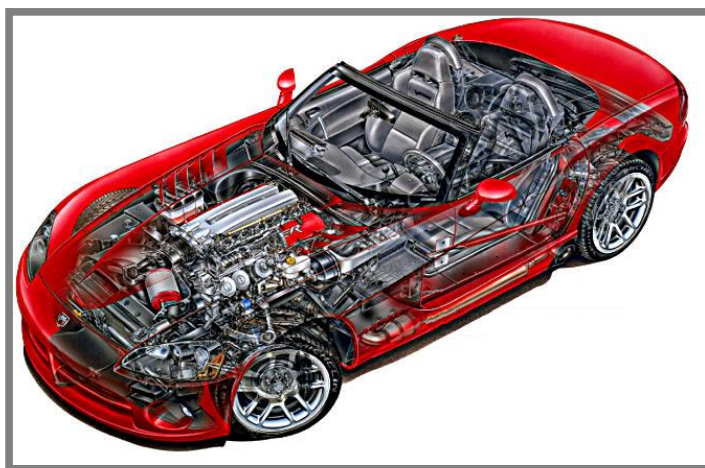
2.1.2 Za přední nápravou

Motory uložené za přední nápravou jsou nejvýhodnější, co se týče motorů uložených u přední nápravy. Díky tomuto uložení dosáhneme nejlepšího vyvážení vozu, nejvhodnějšího rozložení hmotnosti mezi nápravy a nejmenšího momentu setrvačnosti vozu.



Obr. 2-4 Motor uložený za přední nápravou - Mazda MX-5 [17]

Motory uložené za přední nápravou se díky jejich příhodným vlastnostem velice často objevují u sportovních vozů (Dodge Viper, Ferrari 599 GTB Fiorano) a různých závodních speciálů, jako jsou například okruhové speciály (Lister Storm, Marcos LM 600), některé autokrosově speciály a další.



Obr. 2-5 Motor uložený za přední nápravou - Dodge Viper [19]



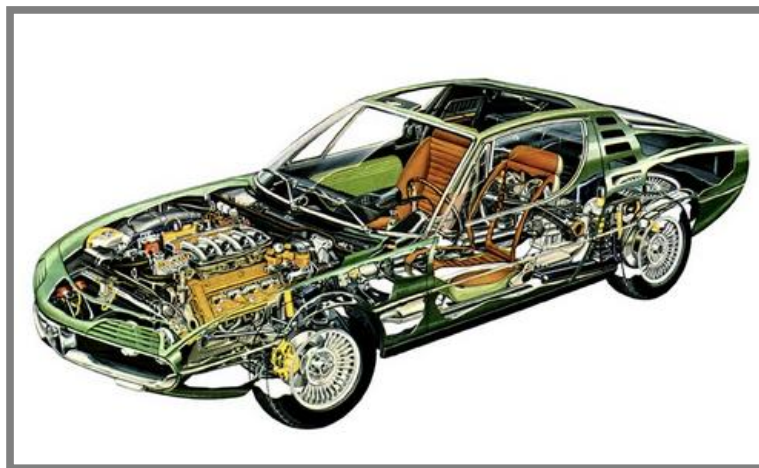
Obr. 2-6 Motor uložený za přední nápravou - Lister Storm [20]



Obr. 2-7 Motor uložený za přední nápravou - Marcos LM 600 [21]

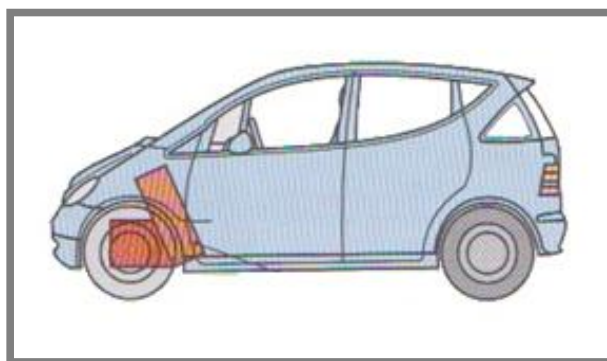
2.1.3 Nad přední nápravou

Při tomto uložení se většinou jedná o velké řadové motory, nebo motory s válci uspořádanými do V. Toto uložení motoru můžeme najít například u amerických aut, jako jsou Dodge Challenger, Chevrolet Camaro a Ford Mustang. Další automobil, kde můžeme takto uložený motor najít je například Alfa Romeo Montreal.



Obr. 2-8 Motor uložený nad přední nápravou - Alfa Romeo Montreal [22]

Dalším ze způsobů, jak uložit motor nad nápravu je, že jej uložíme příčně před nebo za nápravu a motor naklopíme směrem k nápravě. Naklopení motoru vzhledem ke svislé ose může být až 35 stupňů. Tím, že je motor naklopený, se posune jeho těžiště téměř až nad přední nápravu. Výhodou sklopeného motoru uloženého za nápravou je, že vozidlo může mít velice krátkou před.



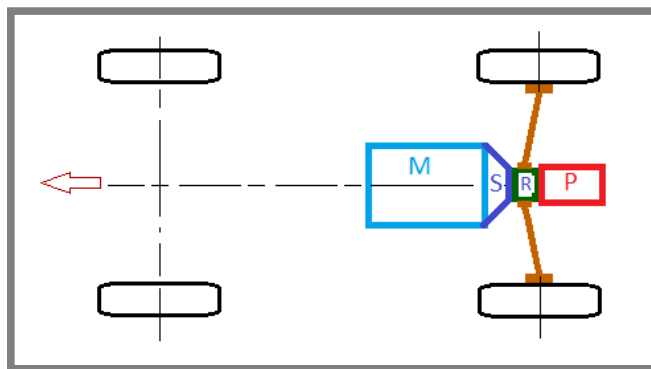
Obr. 2-9 Motor uložený nad přední nápravou [17]

2.2 Motory uložené u zadní nápravy

2.2.1 Před zadní nápravou [1][23]

Motor uložený před zadní nápravou, neboli také nazýván jako motor mezi nápravami, se vyznačuje umístěním motoru a spojky před zadní nápravou. Převodovka je vzadu za nápravou a rozvodovka je umístěna v zadní nápravě. Toto uspořádání hnacího ústrojí má velmi výhodné rozložení hmotnosti. Na zadní nápravu tudíž připadá nadpoloviční většina hmotnosti vozu. To je ideální z hlediska vyvážení vozu. Ten má pak neutrální až mírně přetáčivé vlastnosti a váha motoru tlačí zadní kola k povrchu, což zvyšuje trakci vozu. Další výhodou je nejmenší moment setrvačnosti ze všech koncepcí, a tedy i rychlejší odezvu vozu na pokyny řízení.

Tuto koncepci používají všechna závodní auta, včetně monopostů Formule 1. Mezi nevýhody patří rychlá ztráta stability při překročení meze přilnavosti. Další nevýhodou je velká prostorová náročnost, proto tyto vozy nebývají vybaveny zadními sedáčkami. Takto uložený motor můžeme najít například u Lamborghini Gallardo a Murciélago, Audi R8, Porsche Carrera GT, Ferrari 458 Italia nebo Bugatti Veyron.



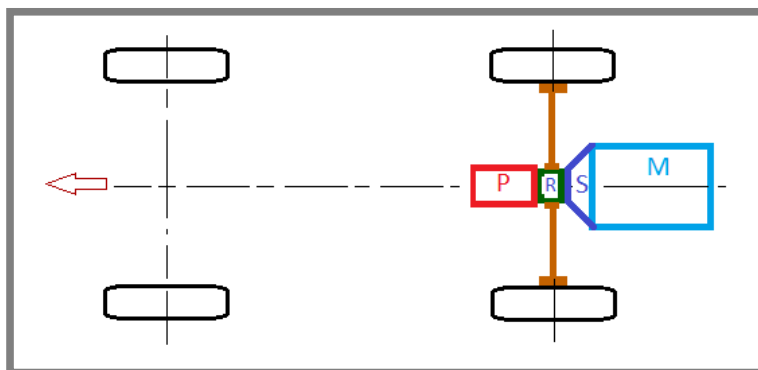
Obr. 2-10 Motor uložený před zadní nápravou



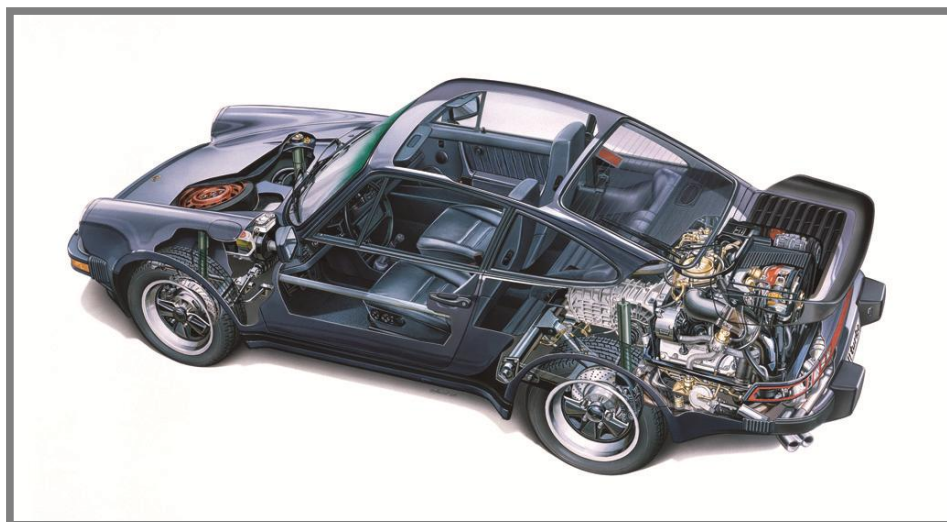
Obr. 2-11 Motor uložený před zadní nápravou [23]

2.2.2 Za zadní nápravou

Motor uložený za zadní nápravou, se vyznačuje umístěním motoru a spojky za zadní nápravou. Převodovka je umístěna před zadní nápravou. Toto uspořádání hnacího ústrojí se používá, pokud chceme co nejvíce zatížit zadní nápravu, i za cenu toho, že se nám budou zvedat přední kola. Tato koncepce má velice špatné rozložení hmotnosti mezi nápravy. Další nevýhodou je velmi přetáčivý charakter vozu. Největším zástupcem takto uloženého motoru je firma Porsche, například u modelů 911 Turbo Coupé, 911 GT3...



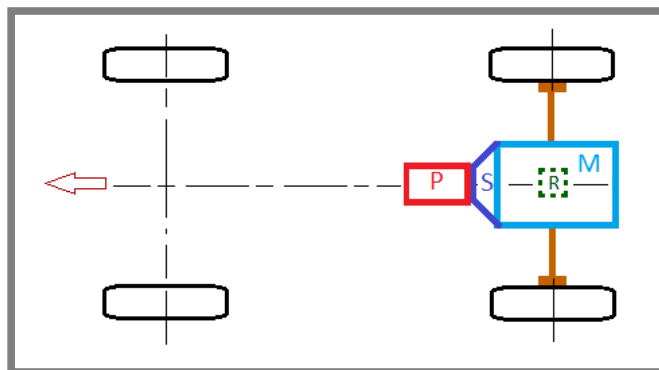
Obr. 2-12 Motor uložený za zadní nápravou



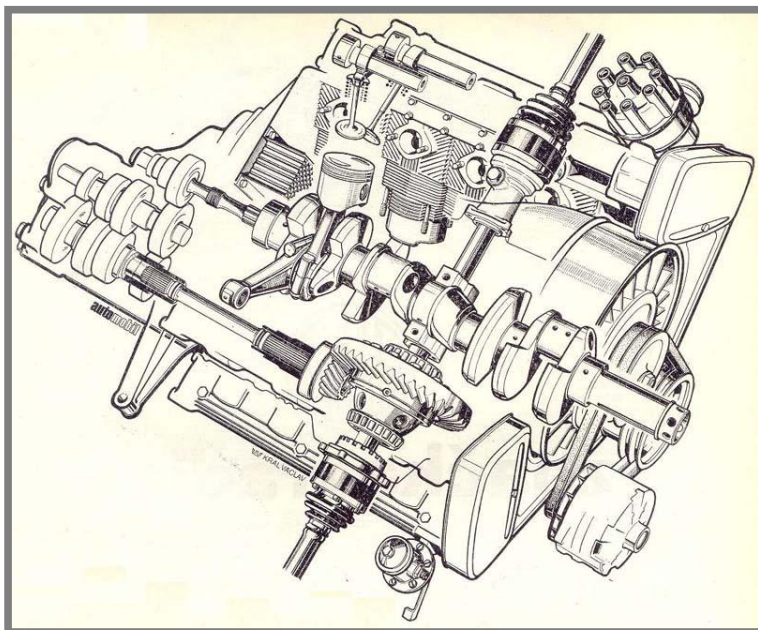
Obr. 2-13 Motor uložený za zadní nápravou - Porsche 911 Turbo [24]

2.2.3 Nad zadní nápravou[11][12]

S takto uloženým motorem přišla kopřivnická Tatra u svého automobilu T 613. Motor V8 s rozvody DOHC a objemem 4,5 litru byl uložený podélně. Rozvodovka je uložena v klikové skříně motoru mezi druhým a třetím párem válců. Krouťící moment je z klikové hřídele přenášen na spojku a převodovku. Následně je převeden zpět do klikové skříně na diferenciál, odkud je krouťící moment rozveden na obě zadní kola. Výhodou tohoto uspořádání je lepší rozložení hmotnosti na přední a zadní kola.



Obr. 2-14 Motor uložený nad zadní nápravou

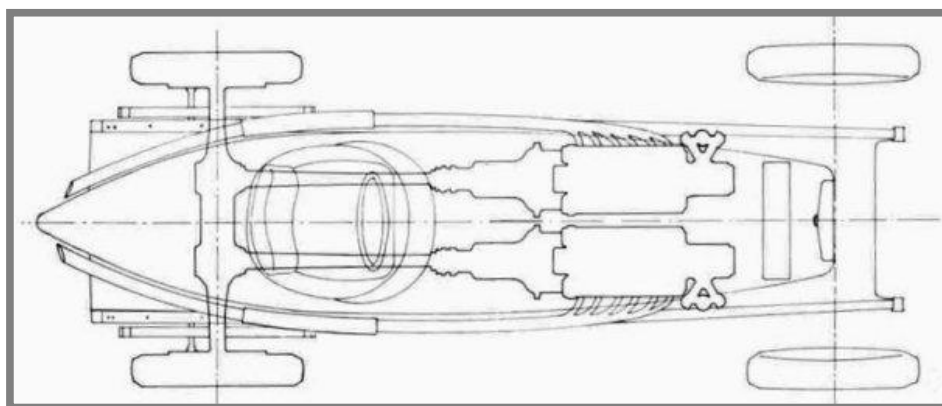


Obr. 2-15 Pohonné ústrojí Tatra 613 [12]

2.4 Dvumotorové uložení

2.4.1 Alfa Romeo Bimotore [16]

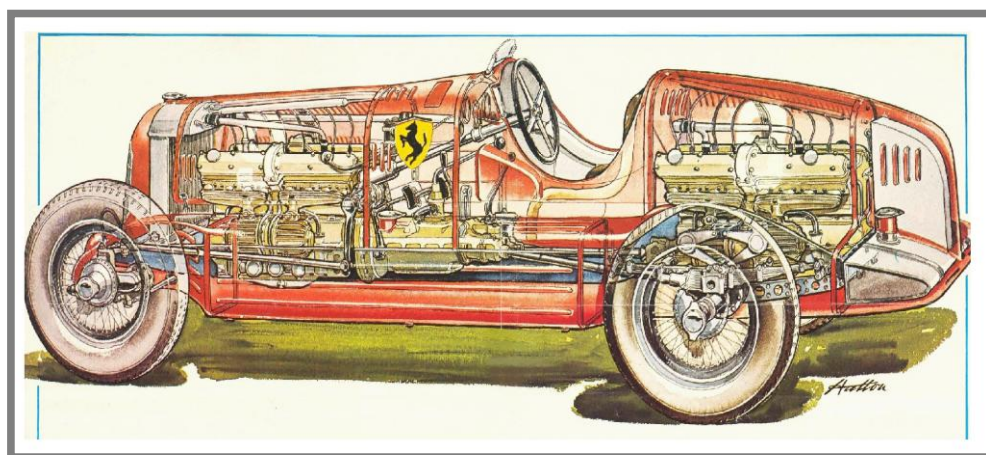
V roce 1932 se Alfa Romeo pokusila o dvumotorové vozidlo, kterému dala název „Tipo A“. „Tipo A“ mělo dva přeplňované motory položené vedle sebe za přední nápravou (mezi nápravami), včetně dvou převodovek a dvou hnacích hřídelí. Vůz měl výjimečné jízdní vlastnosti a vynikající trakční schopnosti. Použití dvou hnacích hřídelí redukovalo sílu točivého momentu při akceleraci, která jinak zvedá poháněná kola, především v zatáčkách. Tento automobil byl ale jen prototyp a byly ho vyrobeny pouze 4 kusy.



Obr. 2-16 Alfa Romeo Bimotore Tipo A [16]

2.4.2 Scuderia Ferrari Bimotore [16]

V roce 1935 Scuderia Ferrari konstruuje dva vozy „Bimotore“. Vůz má dva motory z Alfey Romeo Typo B, které jsou uloženy podélně. Jeden z motorů je uložený za přední nápravou, druhý nad zadní nápravou.



Obr. 2-17 Scuderia Ferrari Bimotore [16]

2.4.3 DAF 3300 FAV

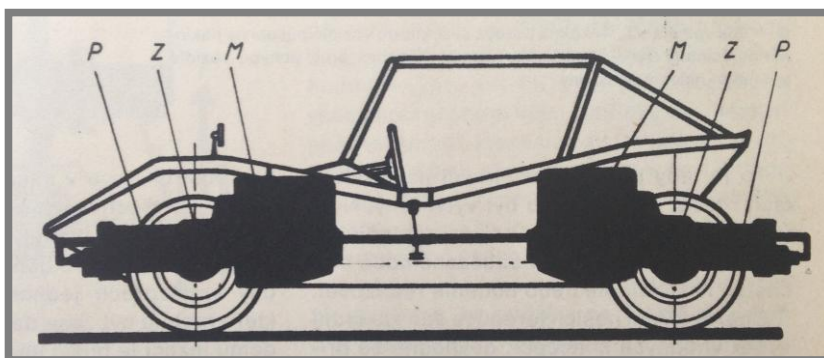
V roce 1984 se poprvé na Rallye Dakar objevil dvumotorový kamion DAF pilotovaný holandským jezdcem Johannesem De Rooyem. Tomuto kamionu se přezdívalo „Twincab“, jelikož měl dvě kabiny pro posádku. Dále disponoval dvěma motory o celkovém výkonu cca 800 koní (598 kW), které byly uloženy podélně nad přední a zadní nápravou, přičemž každý z nich poháněl jednu nápravu.



Obr. 2-18 DAF - Twincab [15]

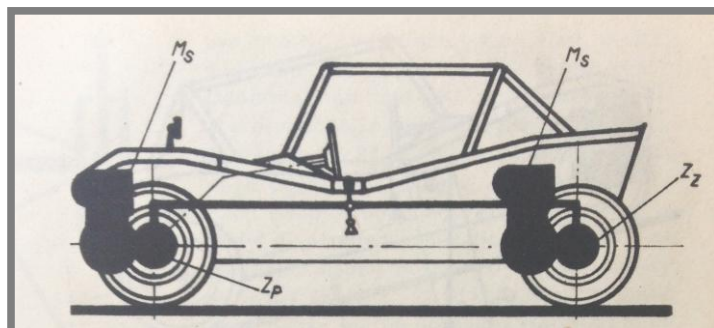
2.4.4 Dvumotorová buggy v autokrosu

Přibližně kolem roku 1973 se v českém autokrosu objevila první dvumotorová buggy. Byla zkonstruována a pilotována panem O. Musilem. Buggy měla dva motory Wartburg. Každý motor byl uložen nad jednou nápravou. V polovině sezóny byl však tento vůz zrušen pro velmi nesnadné ovládání. [30]



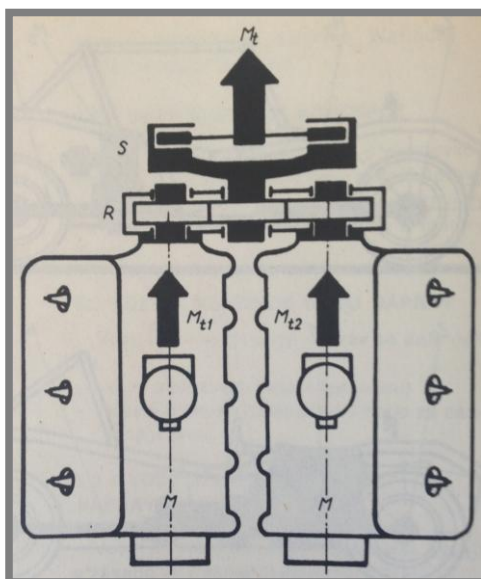
Obr. 2-19 Schéma uspořádání dvou motorů Wartburg Musilova vozu [30]

Další dvoumotorovou buggy, která se objevila v počátcích českého autokrosu, byla buggy pana Slámy. Měla dva motory trabant. První motor byl uložený před přední nápravou a druhý před zadní nápravou. [30]



Obr. 2-20 Schéma uspořádání pohonu Slámovo vozu s motory Trabant [30]

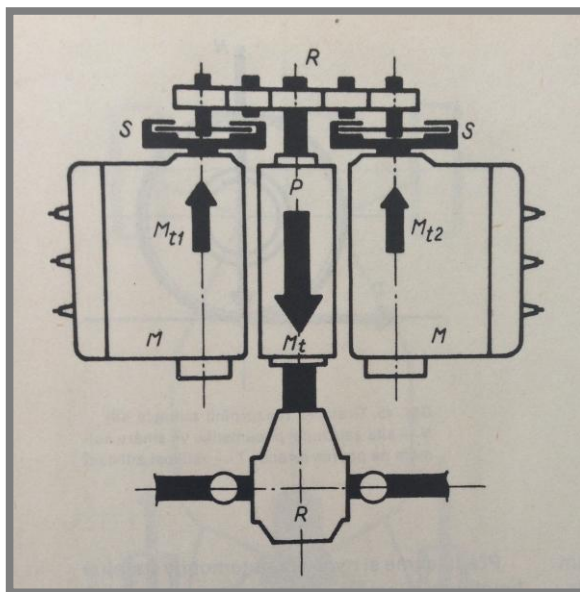
Posledním způsobem uložení dvou motorů, který se taktéž objevil v počátcích českého autokrosu, byly dva motory Wartburg uložené vedle sebe. První způsob, jak uložit tyto dva motory, vymyslel pan Jaromír Čížek senior. Motor Škoda ve svém voze Baghira nahradil dvěma motory Wartburg, které byly vidlicově uspořádány s úhlem asi 60° . Motory byly propojeny čelními ozubenými koly, za kterými byla spojka a převodovka. [30]



Obr. 2-21 Uspořádání dvou motorů Wartburg ve voze Jaromíra Čížka [30]

Druhý pokus, jak uložit tyto motory, vytvořil František Turna. Motory byly uloženy naplocho proti sobě a mezi nimi byla umístěna speciální převodovka. Dohromady toto ústrojí tvořilo jeden celek a bylo uloženo před zadní nápravou.

Třetí a nejúspěšnější způsob vymyslel Bohumil Křesťan, který dva motory Wartburg umístil v řadě napříč za sedadlem řidiče. [30]



Obr. 2-22 Uspořádání pohonu se dvěma motory Wartburg v Turnově voze [30]

3 KONCEPCE POHONU AUTOMOBILŮ

3.1 Zadní pohon

3.1.1 Klasický pohon [1]

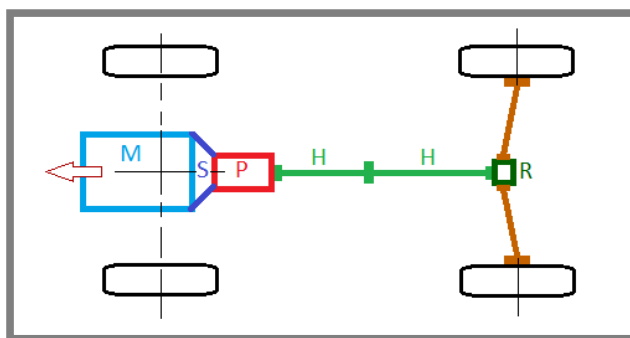
Klasický pohon má motor se spojkou a převodovkou uložený podélně. Je obvykle umístěn ve středu přední nápravy. Spojovací hřídel, tzv. kardan, spojuje převodovku se zadní rozvodovkou, která pomocí kloubových hřídelů přenáší točivý moment na kola. Tato koncepce byla dříve velmi často používána, dnes však zcela ojediněle.

Výhody klasického pohonu:

- neomezená délka motoru
- výborná přední deformační zóna

Nevýhody klasického pohonu:

- malé zatížení poháněné zadní nápravy



Obr. 3-23 Klasický pohon [1]

3.1.2 Transaxle [1]

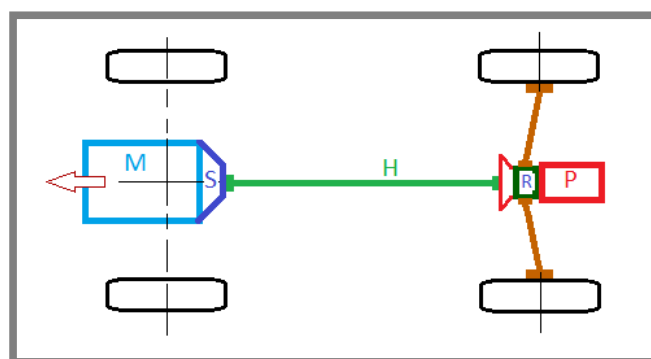
Uspořádání transaxle je mírná modifikace klasického pohonu. Vyznačuje se tím, že motor se spojkou jsou vpředu a převodovka s rozvodovkou jsou umístěny na poháněné zadní nápravě. Točivý moment motoru je přenášen spojovacím hřídelem na převodovku. Obr. 3-24 Toto uspořádání se používá u vysoce výkonných vozů.

Výhody pohonu transaxle:

- lepší zatížení poháněné zadní nápravy
- příhodnější rozložení hmotnosti mezi obě nápravy

Nevýhody pohonu transaxle:

- velký moment setrvačnosti



Obr. 3-24 Transaxle

3.1.3 Zadní pohon s motorem vzadu

3.1.3

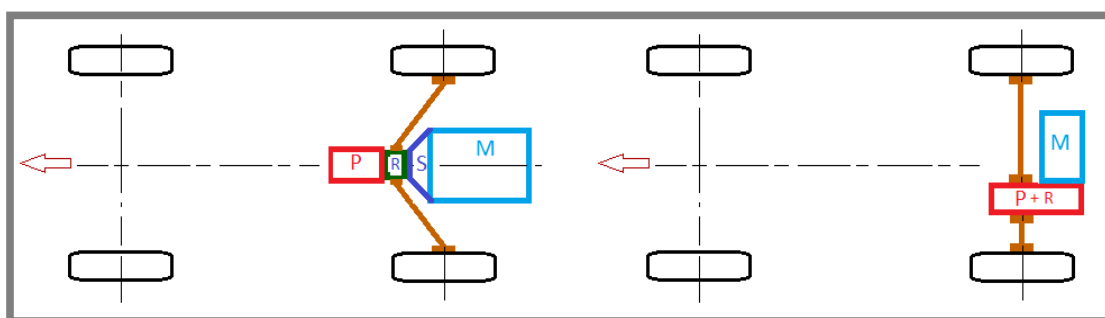
Zadní pohon s motorem vzadu má všechny části pohonu umístěny u zadní nápravy. Motor s převodovkou může být uložen jakýmkoliv možným způsobem. Dnes už se tato koncepce příliš nepoužívá.

Výhody zadního pohonu:

- velmi dobré akcelerační schopnosti
- krátký silový tok (motor, převodovka a diferenciál tvoří jeden celek)
- dobré rozdělení brzdných sil mezi nápravy
- malé zatížení přední nápravy a tedy malé síly potřebné pro ovládání volantu
- malý převis v předu
- dobré sportovní vlastnosti vozu

Nevýhody zadního pohonu:

- špatné chování při akceleraci
- sklon k přetáčivosti vozu
- vysoké zatížení zadních pneumatik
- obtížné naladění výfukového potrubí vzhledem k jeho malé délce
- příliš dlouhý chladicí systém



Obr. 3-25 Zadní pohon s motorem vzadu

3.2 Přední pohon [1][4]

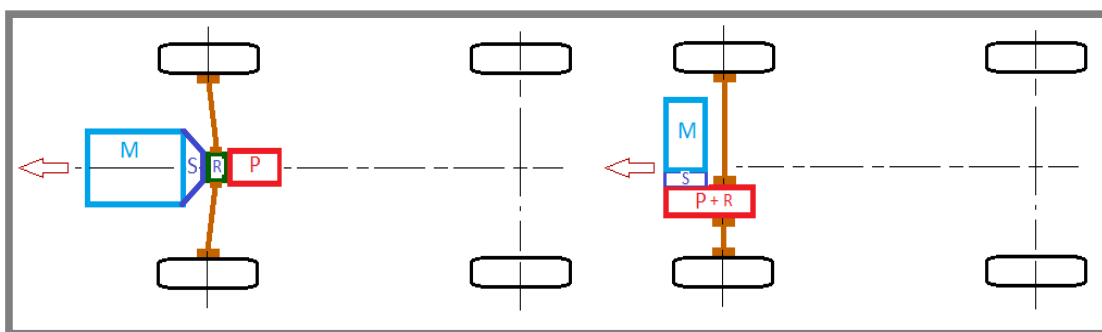
Přední pohon vznikl z klasické koncepce a má celou hnací skupinu umístěnou vpředu. Motor může být uspořádán před nebo za přední nápravou a to buď podélně nebo příčně. V dnešní době je pohon předních kol nejobvyklejší kombinací, protože je prostorově nejúspornější a jeho výroba je nejméně nákladná.

Výhody pohonu předních kol:

- zatížení řízené a poháněné nápravy
- vyšší jízdní bezpečnost za snížených adhezních podmínek (vozidlo je taženo a ne tlačeno)
- nedotáčivost
- jednoduchá konstrukce zadní nápravy
- dobré chlazení motoru
- krátký silový tok (motor, převodovka a diferenciál tvoří jeden celek)
- kompaktnost pohonné jednotky
- dlouhé výfukové potrubí, důležité pro vozy s katalyzátorem

Nevýhody pohonu předních kol:

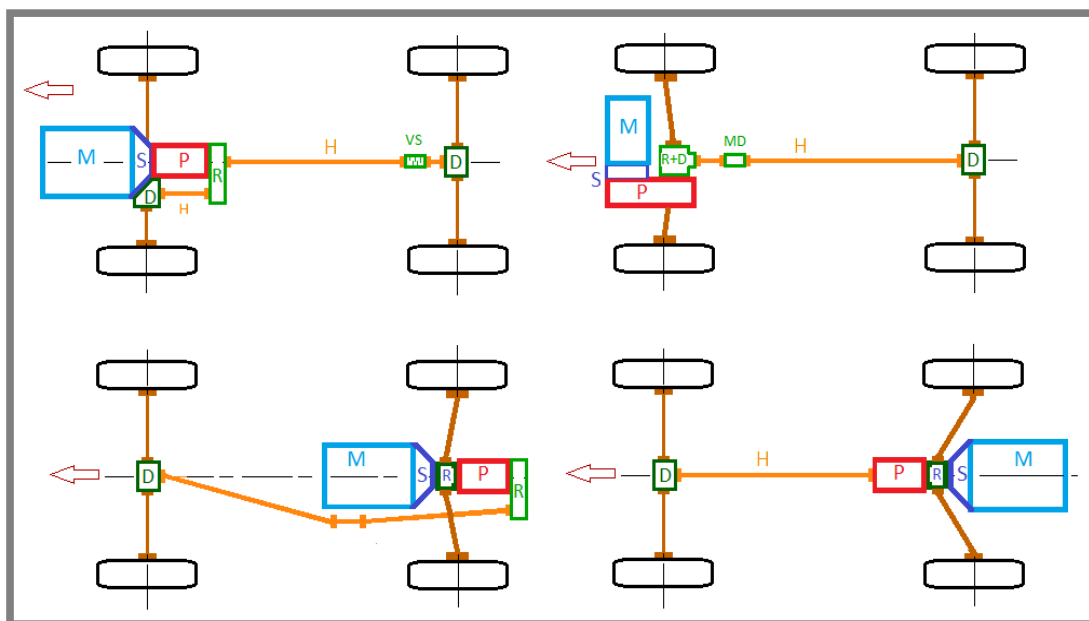
- špatná trakce při plném zatížení na kluzké vozovce
- zavěšení motoru musí zachycovat moment motoru násobený celkovým převodem
- velké zatížení přední nápravy, nutné použít posilovač
- vyšší opotřebení předních pneumatik
- lze použít jen motory omezené délky



Obr. 3-26 Uspořádání hnacího ústrojí osobních automobilů s předním pohonem

3.3 Pohon všech kol [1][4][7]

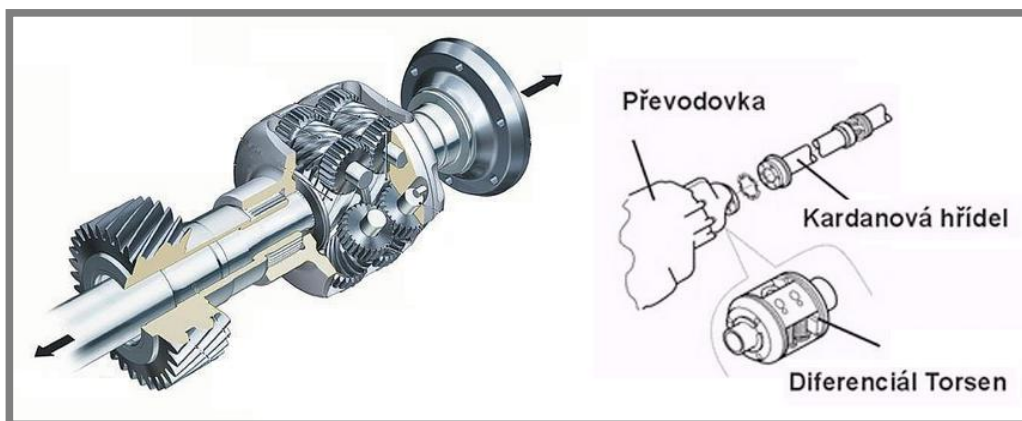
Pohon všech kol, může být buď stálý (trvalý) nebo zapínatelný (řaditelný). Trvalý pohon může být s pevným nebo proměnným dělením točivého momentu mezi nápravami. Motor může být při pohonu všech kol uložený podélně či příčně u přední nápravy, popřípadě podélně u zadní nápravy. Při tomto pohonu je nutný mezinápravový diferenciál, který vyrovnává rozdílné otáčky mezi předními a zadními koly. Bývá konstruován jako symetrický, kdy rozděluje přenášené momenty v poměru 50:50, nebo může být i nesymetrický, kdy se poměr přenášených momentů rozdělí v poměru zatížení náprav.



Obr. 3-27 Koncepte pohonu všech kol

3.3.1 Mezinápravový diferenciál Torsen

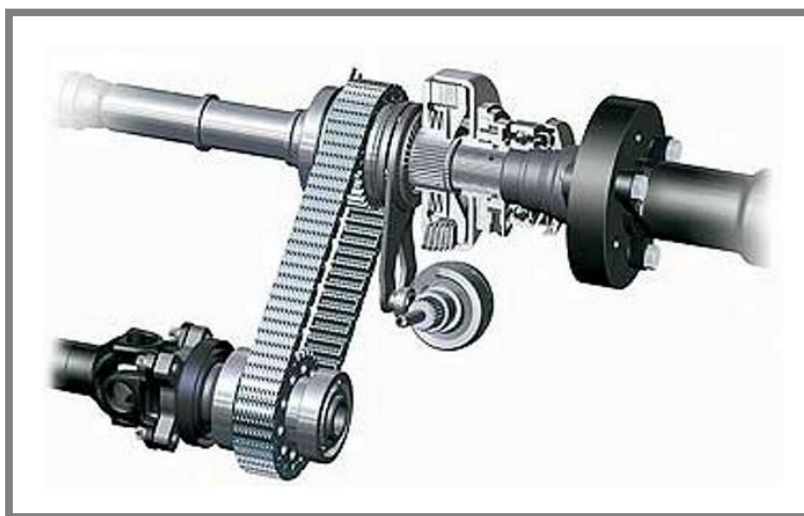
Do skupiny pohonů všech kol s měnitelným poměrem dělení točivého momentu patří mezinápravové diferenciály Torsen, používané ve vozech Audi, Alfa Romeo nebo Lexus. Tyto diferenciály pracují čistě na mechanickém principu. Jejich svornost se zvyšuje vzájemným třením mezi jednotlivými částmi šnekového soukolí. Torsen dokáže rozdělit točivý moment mezi jednotlivé nápravy, jak ve stálém, tak i proměnném poměru. [13][14]



Obr. 3-28 Mezinápravový diferenciál Torsen [13]

3.3.2 Rozdělovací převodovka s řetězovým převodem

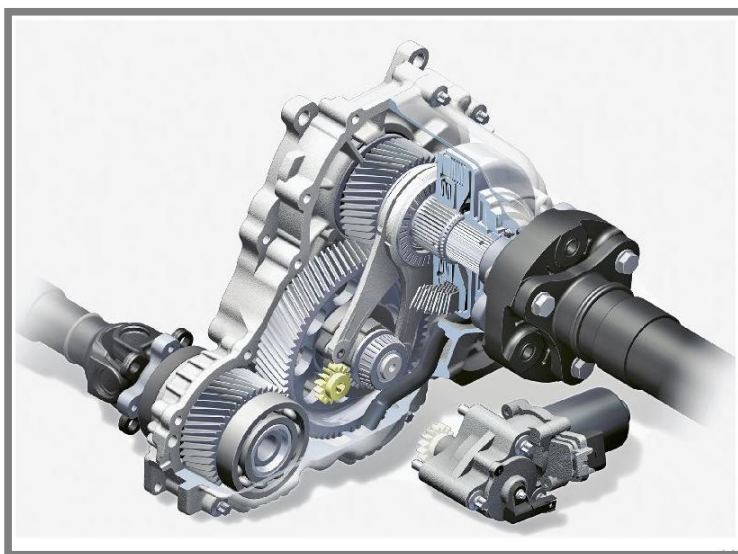
O aktivní dělení točivého momentu mezi nápravy se může rovněž starat rozdělovací převodovka. Ta je tvořena řetězovým převodem nebo čelním ozubeným soukolím. Změnu rozdělení momentu zajišťuje místo diferenciálu lamelová spojka. Ta může být ovládána elektronicky nebo mechanicky. Spojka připojuje jinak nehnanou nápravu plynule a točivý moment je na ni přenášen dle potřeby. Tuto vícelamelovou mezinápravovou spojku pohonu používá například BMW xDRIVE. [13][14]



Obr. 3-29 Rozdělovací převodovka s řetězovým převodem [13]

3.3.3 Čelní rozdělovací převodovka s viskózní spojkou

Nejjednodušší pohon všech kol představují systémy s viskózní spojkou. Pracují na principu tření v kapalině. Čím větší je rozdíl otáček, tím větší je potom tření v kapalině mezi lamelami, a tím více točivého momentu se přenesse na zadní kola. Maximální možné rozdělení točivého momentu mezi nápravy je v poměru 50:50. Zadní kola se připojují až při prokluzu předních, ale už i při nulovém rozdílu otáček spojka přenáší točivý moment. Jde tedy o trvalý pohon všech kol. Spojku tvoří sada vnějších lamel spojených se vstupní hřídelí a sada vnitřních lamel spojených s výstupní hřídelí. Velké nároky jsou kladeny na olej. Musí odolávat vysokým teplotám, protože s rostoucí teplotou klesá jeho viskozita a tudíž i velikost přenášeného točivého momentu. [14]



Obr. 3-30 Rozdělovací převodovka s čelním ozubením a viskózní spojkou [14]

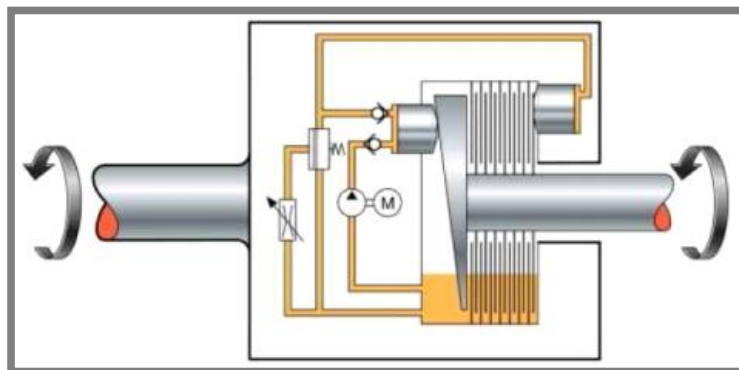
3.3.4 Haldex spojka

Za normálních podmínek je všechen kroučící moment převáděn na přední nápravu. V případě prokluzu přední nápravy snímače pošlou signál do řídicí jednotky, která vyhodnotí stav trakčních podmínek. Při nedostatečných trakčních podmínkách řídicí jednotka vydá příkaz pro připojení zadního náhonu.

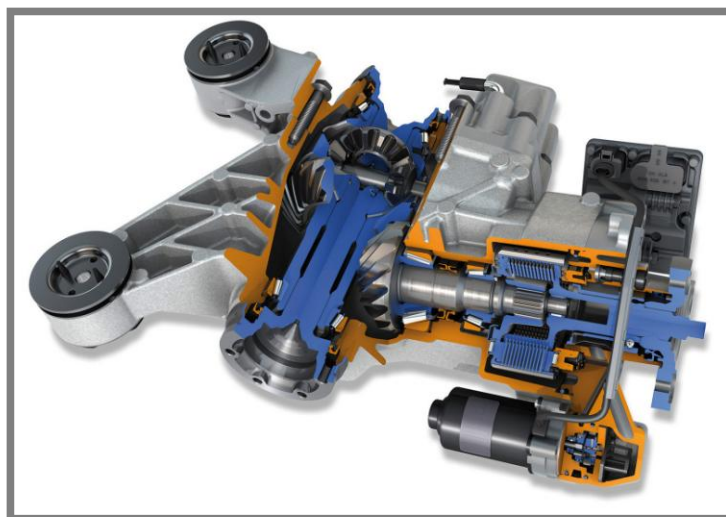
Řídicí jednotka spojky Haldex vyhodnocuje rychlost, otáčení jednotlivých kol, natočení volantu, polohu škrťací klapky, otáčky motoru, množství kroučícího momentu a činnost brzdové soustavy. Podle situace pak převádí 0% až 100% točivého momentu na zadní nápravu. [7]

Haldex je tvořen dvěma čerpadly a lamelovou spojkou, která se spíná rozdílným tlakem oleje, vyvolaným rozdílnými otáčkami vstupního a výstupního hřídele. Jestliže jsou otáčky předních a zadních kol stejné, množství oleje vypouštěné předním čerpadlem a nasávané zadním čerpadlem je také stejné. Není tak vytvořen žádný tlak spínající spojku a zadní kola nejsou poháněna. Při rozdílných otáčkách množství oleje produkovaného předním čerpadlem převyšuje množství oleje nasávaného zadním čerpadlem. Vytvoří se tak hydraulický tlak, který na sebe přitlačí spojkové lamely, spojka sepne a připojí tak zadní kola. [14]

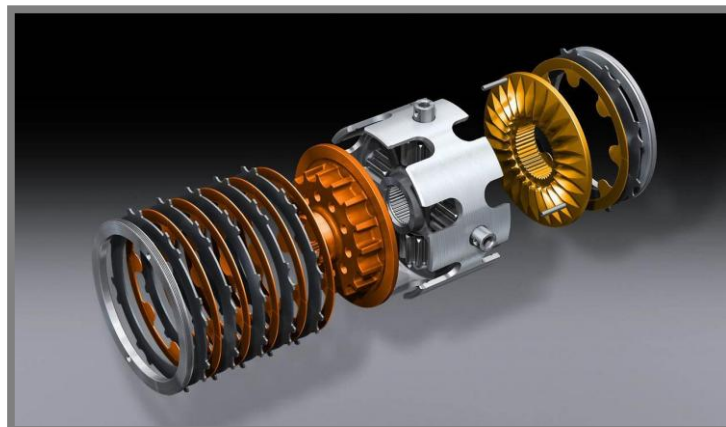
Spojka pracuje v olejové lázni a je ovládána dvojicí pístků, ke kterým dodává potřebný tlak axiální hydraulické čerpadlo. Pístky jsou ovládány soustavou regulačních ventilů, které ovládá řídicí jednotka. Ta zpracovává informace od senzorů a v případě jakéhokoliv rozdílu otáček zajistí zvýšení, případně snížení tlaku oleje působícího pomocí pístků na spojkové lamely. [7]



Obr. 3-32 Princip funkce Haldex spojky [33]



Obr. 3-33 Haldex spojka [33]



Obr. 3-31 Spojkové lamely spojky Haldex [7]

4 POUŽÍVANÉ KONCEPCE V AUTOKROSU

V autokrosu existuje velké množství divizí. Každá divize používá různé pohonné koncepce specifické pro každou kategorii.

Dle technických předpisů cestovních vozů pro autokros může být motor libovolný, ale blok motoru musí pocházet z modelu vozu stejné značky jako původní karoserie. Motor musí být umístěn v původním motorovém prostoru. Uspořádání se dvěma motory nejsou povoleny, pokud nejsou takto homologována.

Tato pravidla ovšem neplatí pro žádnou z divizí buggy. Vozy speciálně postavené pro závody autokrosu, mohou mít libovolný motor, blok motoru i počet motorů. Buggy jsou limitované pouze maximálním povoleným korigovaným zdvihovým objemem motoru a minimální hmotností podle počtu a objemu válců a způsobu plnění motoru. 56[9] Z důvodu nízké hmotnosti a velkého výkonu motoru žádná z divizí buggy nepoužívá mezinápravový diferenciál, protože kola mohou velmi snadno na nezpevněném povrchu proklouznout.

4.1 Divize D6

4.1

Divize D6, také tzv. plecháče nebo malé plechy, využívá pohonu pouze jedné nápravy. U většiny těchto automobilů se jedná o pohon předních kol s příčně uloženým motorem vedle převodovky. Nejčastěji jde o automobily Škoda Felicia, Fabia a Citigo, VW Lupo a Honda Civic. V poslední době se však na závodech objevují závodní speciály s pohonem zadních kol. Tyto vozy mají podélně uložený motor před nebo za zadní nápravou. V tomto případě jde o automobil Škoda Rapid nebo 130LR. Divize D6 většinou používá atmosférické čtyřdobé čtyřválcové motory s obsahem do 1600ccm. Dobré motory dosahují výkonu až 169 kW (230 hp) a 10000 ot/min.



Obr. 4-34 Divize D6 56- příčné uložení motoru - Škoda Felicia KIT-CAR [10]

4.2 Divize Touring Autocross (TAX)

Divize Touring Autocross, neboli také tzv. "velké plechy", využívají pohonu všech kol. Všechny vozy mají mechanický mezinápravový diferenciál, většinou Torsen, nebo diferenciál s hydraulickým systémem či viskózní spojkou. Tyto automobily mají motor uložený u přední nápravy, a to buď příčně nebo podélně.

U podélně uloženého motoru povoluje jedno z pravidel autocrossu posunutí motoru pod čelní okno tak, že jedna polovina motoru může být před osou čelního okna a druhá polovina motoru může být za osou. [8] Tato koncepce je výhodná z hlediska příznivějšího rozložení váhy mezi nápravami a také zmenšením momentu setrvačnosti vozidla. Nejčastějšími vozy, které se v kategorii TAX objevují, jsou Škoda Fabia I, II, Ford Focus, Ford Fiesta, Mitsubishi Lancer EVO a Colt.

Kategorie TAX nejčastěji využívá čtyřválcových čtyřdobých přeplňovaných motorů. Tyto motory mohou být přeplňovány buď turbodmychadlem nebo kompresorem. Maximální povolený zdvihový objem přeplňovaného zážehového motoru činí 2058 cm^3 . Výkon motoru je omezen pouze maximálním vnitřním průměrem restriktoru, který je 45 mm [9]. Tyto motory často disponují výkonem přes 500 koní a kroutícím momentem kolem 600 Nm. Cena jednoho takového motoru se může pohybovat až kolem jednoho milionu korun.



Obr. 4-35 Příčné uložení motoru - VW Golf V



Obr. 4-36 Podélné uložení motoru - Fabia S2000 - úprava pro autocross [8]

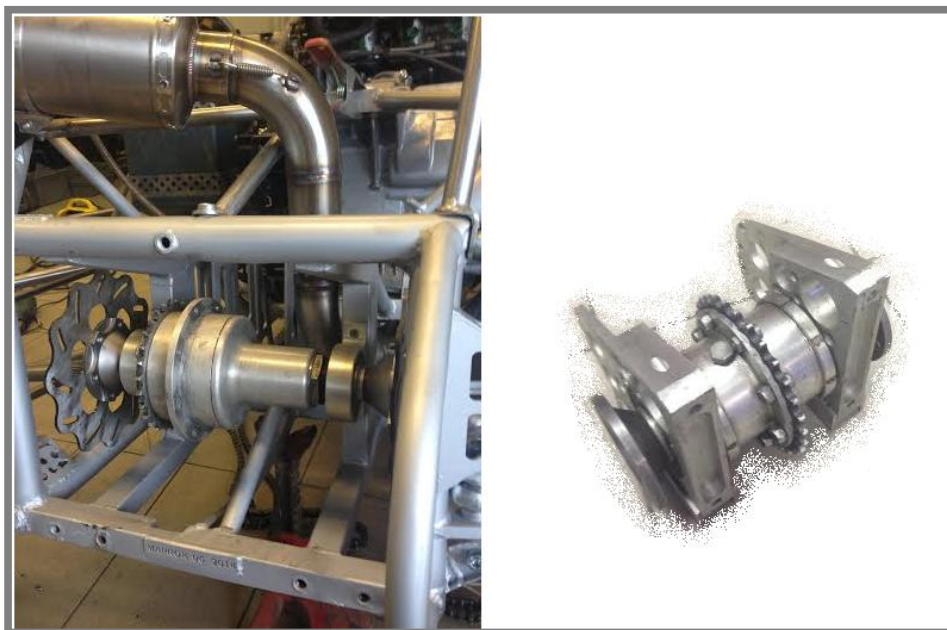
4.3 Divize Junior Buggy

Divize Junior Buggy používá motory s maximálním objemem do 600 cm³. Motory musí být čtyřtákní. Proto se ve všech případech používají lehké čtyřválcové motocyklové motory. Motory jsou uloženy před zadní nápravou a to buď podélně nebo příčně. Tyto speciály nemají mezinápravový diferenciál, protože jsou velmi lehké a většinou se pohybují smykem na nezpevněném povrchu. Kola tak velice snadno proklouznou a mezinápravový diferenciál tudíž není potřeba.

Při příčném uložení motoru je převod točivého momentu na řetězové kolo převeden pomocí řetězu. Tyto buggyny mají většinou zadní nápravu poháněnou samosvorným diferenciálem nebo i pouze pevnou hřídelí bez diferenciálu. V případě pohonu s diferenciálem je řetězové kolo přišroubováno přímo na diferenciál. To je poháněné řetězem od motoru. Na diferenciálu je pak ještě jedno menší řetězové kolo, pomocí kterého je poháněn dlouhým řetězem přední diferenciál nebo volnoběžná spojka.

V případě pohonu bez diferenciálu jsou obě řetězová kola přišroubována na hřídel. Na obou koncích hřídele jsou nasazeny náboje na poloosy.

Výhodou řetězového pohonu je snadná změna celkového převodu výměnou řetězového kola podle náročnosti a rychlosti tratě. Řetězový pohon je oproti kardanu lehčí, a také se dá velice rychle opravit. Nevýhodou oproti kardanu je větší poruchovost a náročnost na údržbu. Řetěz se při té veliké délce a zátěži značně vytahuje, proto jsou na něj kladeny vysoké nároky. Musí být veden složitou soustavou vodítek, kladek, napínáků a krytů.



Obr. 4-37 Zadní diferenciál s řetězovým kolem + volnoběžná spojka

Při podélně uloženém motoru je převod točivého momentu na rozvodovku řešen pomocí kardanu, pružné spojky nebo speciální hřídelové spojky s kulovitým drážkováním s vůlí. Vůle potom zajišťuje různé nepřesnosti, například při kroucení rámu vozu. Rozvodovka je přímo spojena se zadním diferenciálem a druhým kardanem je propojena s předním diferenciálem.



Obr. 4-38 Podélné uložení motoru před nápravou s rozvodovkou a diferenciálem

4.4 Divize Buggy 1600

V divizi Buggy 1600 je situace asi nejsložitější. Používají se zde motory automobilové a motocyklové. Maximální zdvihový objem motoru musí být 1600 cm^3 a motor nesmí být přeplňovaný. Jelikož jsou autokrosová pravidla, co se týče uložení motorů, velice benevolentní, tak převážně v této divizi najdeme velmi odlišné způsoby uložení motorů, hlavně u bugin s motocyklovými motory.

Automobilové motory jsou uloženy ve většině případů podélně s osou automobilu a to buď před zadní nápravou nebo za nápravou. Výkony automobilových motorů se pohybují okolo 200 - 230 koní s maximálními otáčkami až 10000 ot/min. Nejčastěji se používají a upravují motory VW, Škoda, Seat atd. . [5]



Obr. 4-39 Podélné uložení motoru před nápravou - Buggy 1600 [25]



Obr. 4-40 Podélné uložení motoru za nápravou - Buggy 1600

Buggy s jedním motocyklovým motorem mají motor uložený stejně jako Junior buggy, většinou podélně či příčně před zadní nápravou. Nejčastěji se používají motory Suzuki GSX-R 1300 Hayabusa nebo Kawasaki ZZR 1400. Motory mají zvětšený objem. Výkony takto upravených motorů se pohybují kolem 235 koní.

V případě buggy se dvěma motocyklovými motory je způsob uložení motorů libovolný. Záleží na jezdcí a fantazii konstruktéra, jak a kde budou motory uloženy. Od toho se také budou odvíjet vlastnosti vozu. Nejvhodnější motory, které se pro tuto koncepci přímo nabízejí, jsou Suzuki GSX-R 750.

První možností, jak uložit dva motory, je dát je příčně vedle sebe před přední nápravu. Od motorů je točivý moment přenesen řetězy na společnou hřídel. Odtud je opět řetězem veden dolů na zadní diferenciál a z diferenciálu dlouhým řetězem na přední diferenciál. Tato koncepce je velice často vidět u špičkových evropských jezdců, jako je například David Anacleto nebo Michael Buddelmeyer. Další foto viz příloha 1.



Obr. 4-41 Dva motory příčně uložené před zadní nápravou - Buggy 1600 [25]

Dalším ze způsobů, jak mohou být motory uloženy, je dát je podélně vedle sebe před přední nápravu. U tohoto uložení můžeme přenos točivého momentu z motorů na rozvodovku přenést pomocí kardanů. Rozvodovka je přímo součástí zadního diferenciálu. Z rozvodovky je vyveden kardan, který pohání přední diferenciál. Tuto koncepci můžeme vidět u našeho českého jezdce Marka Sekaniny. Další foto viz příloha 2.



Obr. 4-42 Dva motory podélně uložené před zadní nápravou - Buggy 1600 [26]

Další možností je podélné uložení dvou motorů. Jeden motor před a druhý za zadní nápravu. Při této koncepci by mohla být řetězem poháněna rozvodovka, ze které by vystupovaly dva kardaný. Ty by potom poháněly přední a zadní diferenciál.

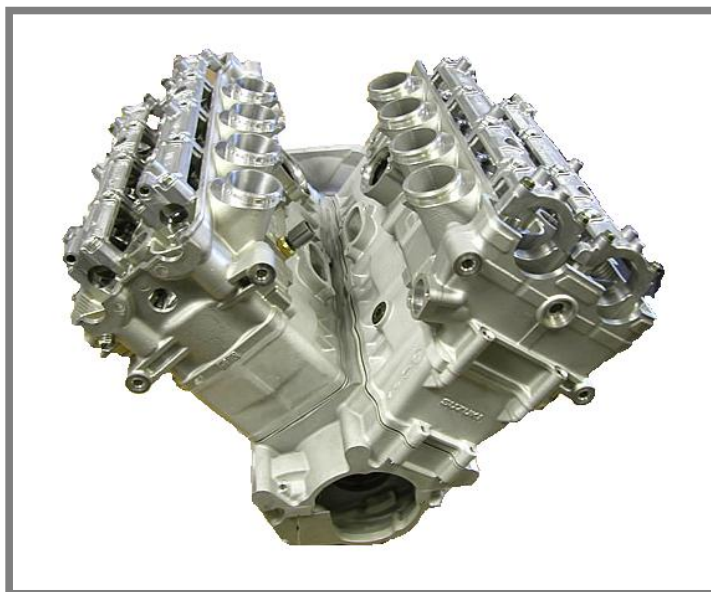


Obr. 4-43 Dva motory podélně uložené před a za zadní nápravou - Buggy 1600 [28]

Jednou z posledních možností řešení koncepce se dvěma motocyklovými motory je použití společné klikové skříně obou motorů. Tím by v podstatě vznikl jeden motor s uložením válců do V. Tato koncepce má spoustu kladů, ale i záporů. Jednou z hlavních nevýhod je příliš vysoká cena této skříně. Z tohoto důvodu se tato koncepce v současném autokrosu téměř nevyskytuje.



Obr. 4-44 Dva motory se společnou klikovou skříní [29]



Obr. 4-45 Společná kliková skříň pro Suzuki

4.5 Divize Super Buggy

V divizi Super Buggy se používají dva motocyklové motory nebo jeden automobilový. Automobilové motory jsou čtyřválcové, šestiválcové a osmiválcové. Mohou být řadové a vidlicové a to buď atmosférické nebo přeplňované. Maximální povolený zdvihový objem atmosférických motorů je 4000 cm^3 , u přeplňovaných motorů pak 2300 cm^3 . Motory této divize dosahují výkonů i více než 500 koní. [5][9] Automobilové motory jsou uloženy, podobně jako v divizi Buggy 1600, výhradně podélně a to buď před nebo za zadní nápravou. Výhodou motoru uloženého za zadní nápravou, tzv. „na věšák“, je větší zatížení zadní nápravy, což vede k výborným startům. To je velmi podstatné. Říká se, že dobrý start v autokrosu znamená osmdesát procent úspěchu. Ovšem převažují buggy s motorem uloženým před zadní nápravou. Záleží totiž na tom, co kterému jezdcí více vyhovuje.



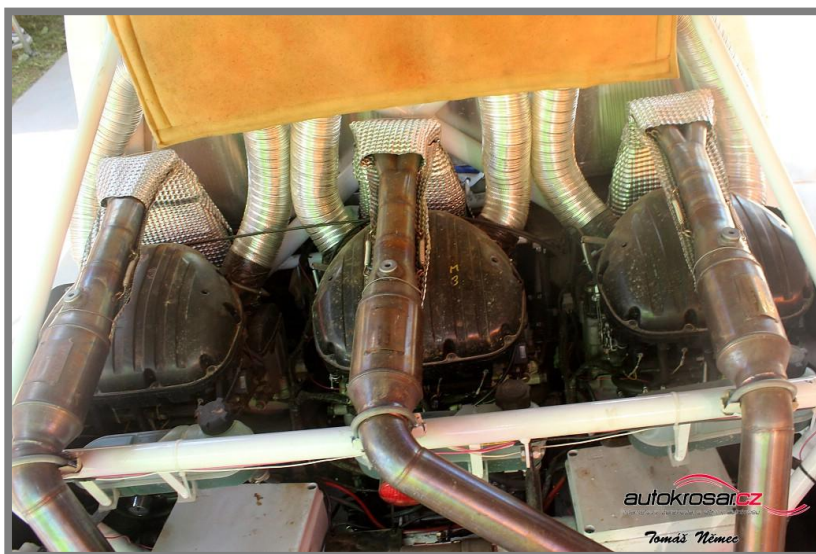
Obr. 4-46 Motor uložený podélně před zadní nápravou - Super Buggy



Obr. 4-47 Motor uložený podélně za zadní nápravou - Super Buggy [27]

V divizi Super Buggy se objevuje pouze jeden typ dvoumotorové koncepce a to dva motory příčně uložené vedle sebe před zadní nápravou. Tato koncepce je totožná s koncepcí Buggy 1600. V podstatě jakákoli dvoumotorová koncepce, která se používá v divizi Buggy 1600, se může použít i v divizi Super Buggy. Pouze se vymění motory s menším obsahem za motory s obsahem větším. Zpravidla se používají motory Suzuki GSX-R 1000 nebo Suzuki GSX-R 1300 Hayabusa.

V roce 2014 se na závodech Mistrovství Evropy v italské Maggioře dokonce objevila bugina se třemi motocyklovými motory uloženými napříč vedle sebe před zadní nápravou. Tyto motory byly použity ze Suzuki GSX-R 1000.



Obr. 4-48 Třímotorová buggy - Super Buggy [5]

5 OBEČNÁ KONSTRUKCE ŘEŠENÍ PŘEVODŮ

Převodovka je zařízení, které nám umožňuje stupňovitě nebo plynule změnit převodový poměr mezi motorem a hnacími koly, a díky tomu optimálně využívat průběh točivého momentu motoru. Každý motor totiž dosahuje optimálního výkonu a točivého momentu pouze v určitém a omezeném rozsahu otáček. Základním účelem převodovky je tedy:

- změna otáček a točivého momentu motoru
- umožnění dlouhodobého přerušení točivého momentu – tzv. neutrál
- možnost zařazení zpětného chodu

V současné době se v automobilech nachází nejrůznější typy převodovek, které lze obecně rozdělit podle:

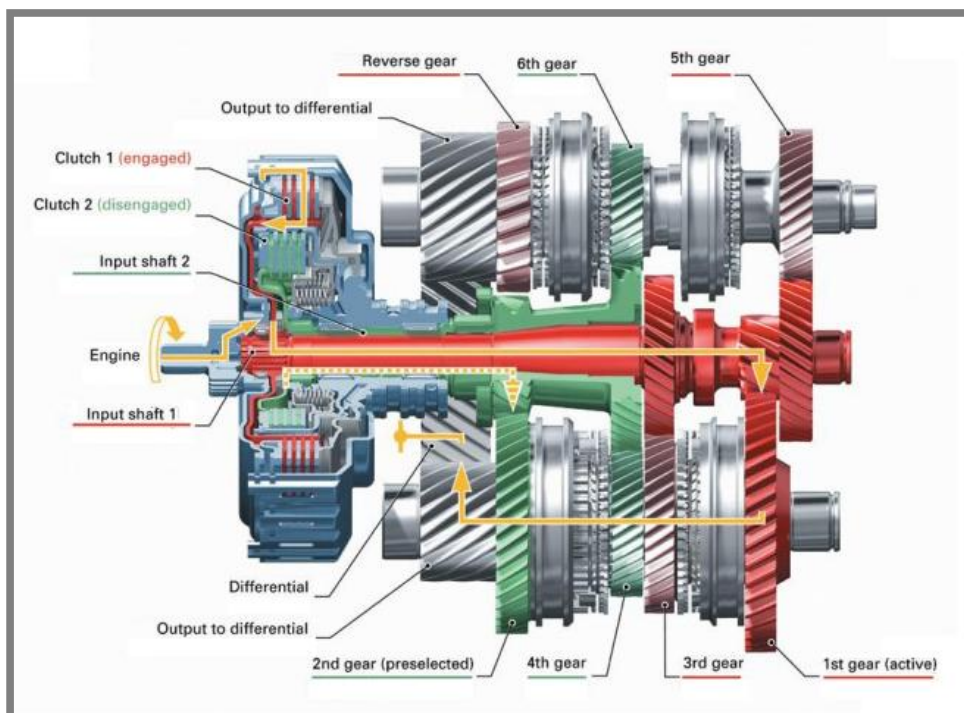
- způsobu změny jednotlivých převodových stupňů
 - stupňové
 - plynulé
- druhu převodů
 - předloňové převodovky (dvouhřídelové, tříhřídelové)
 - planetové převodovky
 - řemenové převodovky
 - hydrostatické převodovky
 - hydrodynamické měniče (čerpadla, turbíny)
 - elektrické měniče

5.1 Způsoby řazení

5.1.1 DSG převodovka

U sportovních a závodních vozů je velmi důležité co nejrychlejší řazení převodových stupňů bez přerušení přenosu výkonu.

Zkratka DSG znamená Direkt Shift Gearbox. Jedná se tříhřídelovou převodovku rozdělenou na dvě části se dvěma spojkami a dvěma vstupními a výstupními hřídeli. Podle otáček motoru a množství dodávaného paliva zařadí první část převodovky jeden rychlostní stupeň, který je spojkou spojen s motorem. Současně s řazením tohoto stupně je ve druhé části převodovky naprázdno řazen i následující stupeň. Ten ovšem není díky rozepnuté spojce s motorem v záběru. Nastane-li pokles otáček, převodovka předřadí následující nižší stupeň a v případě akcelerace převodovka připraví stupeň vyšší. Změna převodu je proto velice rychlá, protože následující stupeň je již zařazen a prodlevu způsobuje pouze sepnutí příslušné spojky. Přeražení u těchto převodovek trvá tedy přibližně 35 milisekund. [34]

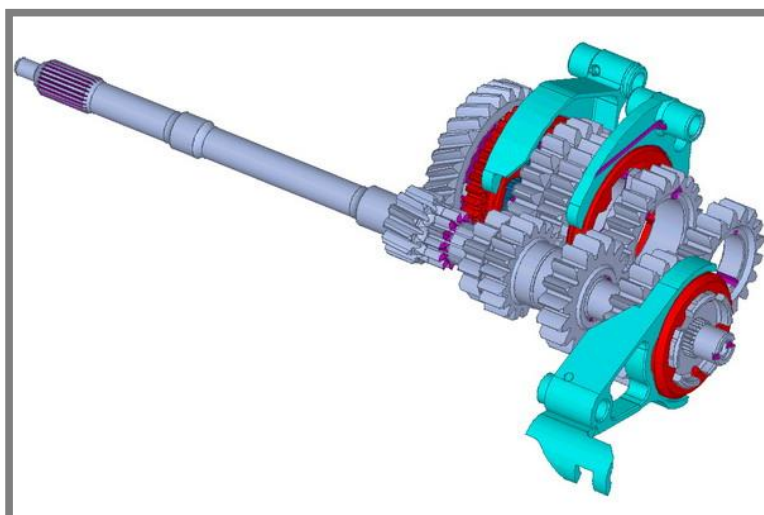


Obr. 5-49 DSG převodovka [34]

5.1.2 Sekvenční převodovka

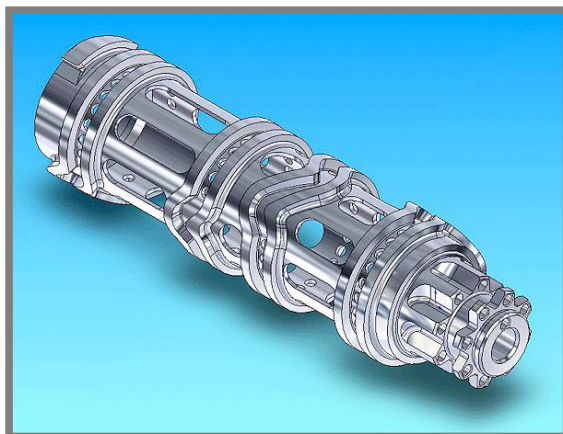
5.1.2

Sekvenční převodovka se od klasické převodovky liší především způsobem řazení. Rychlostní stupně se u této převodovky řadí postupně po jednom nahoru nebo dolů. Sekvenční převodovka většinou umožňuje řazení jednotlivých rychlostních stupňů bez použití spojky. [36]



Obr. 5-50 Řadící vidlice a spojky [36]

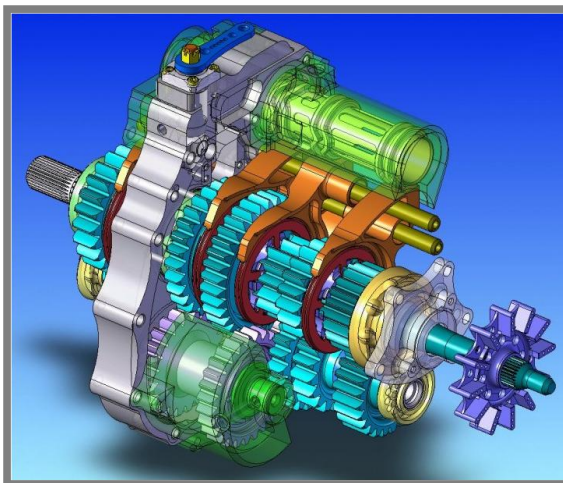
U klasické převodovky s řazením do „H“ jsou řadící vidlice posouvány pomocí táhel, která jsou ovládána pohyby řadící páky. U sekvenční převodovky obstarává pohyb řadících vidlic řadící válec, který v sobě má po obvodu vyfrézované zakřivené drážky, ve kterých jsou uchyceny vidlice. Pootočením válce o přesně definovaný úhel dojde vlivem zakřivení vodící drážky k posunu řadící vidlice. Zakřivení drážek je navrženo tak, aby v mezních vychýleních došlo k posunutí řadící spojky do polohy nutné k zařazení nebo naopak vyřazení rychlosti. Při každém natočení válce dojde k pohybu pouze jedné vidlice. [36]



Obr. 5-51 Řadící válec sekvenční převodovky [36]

Jednotlivé převody jsou chráněné proti vyskočení speciálními zámky, které drží zařazenou rychlost uzamčenou, dokud je motor v záběru. Aby sekvenční převodovka mohla vyřadit, je potřeba, aby došlo ke snížení krouticího momentu, a tím k uvolnění těchto zámků. Z tohoto důvodu je řadící mechanismus vybaven snímačem, který je umístěn přímo v převodovce nebo u řadící páky. Snímač pošle signál řídicí jednotce, která zajistí krátké odstavení výkonu motoru a to je realizováno přerušením vstřikování paliva nebo odpojením zapalování.

U sekvenčních převodovek můžeme použít dva způsoby ovládání. První možnost je pomocí táhla, které přes hřebenový převod zajišťuje otáčení řadícího válce. Druhou možností je hydraulické ovládání pomocí páky nebo „pádel“ pod volantem. [36]



Obr. 5-52 3D model sekvenční převodovky [35]

5.4 Převody autokrosových speciálů

5.4

V současné české autokrosu působí dva nejvýznamnější konstruktéři převodovek pro autokros - pan František Fabík a pan Alois Jančík.

5.4.1 Junior Buggy

5.4.1

V těchto speciálech se používají motocyklové motory. Tyto motory mají převodovky v jednom monobloku s motorem. V sériové převodovce se tedy většinou mění jen materiály ozubených kol, popřípadě převodový poměr. Všechny tyto převodovky mají sekvenční řazení. Motocyklové převodovky ale nemají zpátečku a technické předpisy ji v autokrosu striktně vyžadují. Zpátečka je většinou řešena tak, že na řetěz pohonu kol se přidá samostatný startér, který má při zapnutí opačné otáčky než motor. [5]

5.4.2 Buggy 1600

5.4.2

U této kategorie, v případě použití motocyklových motorů, je princip stejný jako u Junior Buggy, pouze je vše konstruováno na větší výkon.

U speciálů s automobilovými motory se používají dva druhy řazení. V prvním případě jde o klasické řazení, tzv. „Háčko“, ve spojení s převodovkou Hewland.

V druhém případě se používá sekvenční řazení. [5]

5.4.3 Super Buggy

5.4.3

U nejsilnějších speciálů je situace naprosto stejná jako v divizi Buggy 1600, pouze je vše opět konstruováno na větší výkony, které mohou přesahovat 500 koní.



Obr. 5-53 Sekvenční převodovka konstruovaná panem Jančíkem

Na výrobě převodovky (viz Obr. 54) se podílel Jaroslav Hošek a František Fabík. Pan Hošek nechal tuto skříň odlít z elektronu. Elektron je slitina hořčíku, hliníku a případně ještě příměsí zinku a manganu, která se vyznačuje vysokou pevností. Nevýhodou elektronu je vysoká hořlavost třesek.[37] Ozubená kola a hřídele do převodovky poté vyrobil pan Fabík.



Obr. 5-54 Převodovka zkonstruovaná panem Fabíkem a Hoškem



Obr. 5-55 Převodovka Sadev zkonstruovaná Paulem Petersem [27]

6 NÁVRH KONCEPTU USPOŘÁDÁNÍ HNACÍHO ÚSTROJÍ PRO KATEGORII BUGGY 1600

6

Náš tým Rally Sport Chroustov se v autokrosu poprvé objevil v roce 2000. Tehdy jsme se účastnili hobby autokrosu s vozem značky Opel Kadet. Následující rok jsme se účastnili stejných závodů ovšem s vozem Honda CRX I. generace. U hobby autokrosu jsme zůstali až do roku 2005. Jelikož jsme se neustále umísťovali na předních příčkách, rozhodli jsme se přejít do Mistrovství České republiky, a to do divize D6. [31]



Obr. 6-56 Opel Kadet a Honda CRX I. [31]

Na rok 2006 se proto postavil nový vůz Honda CRX II. generace. V tomto roce jsme se ihned stali vicemistry České republiky. To nás velice povzbudilo, a tak jsme se rozhodli postoupit do další divize. [31]



Obr. 6-57 Honda CRX II. [31]

V roce 2007 se stavěl zcela nový závodní speciál Volkswagen Golf V. pro divizi Touring Autocross (TAX). Tento vůz se měl účastnit Mezinárodního Mistrovství České republiky (MMČR) a Mistrovství Evropy (ME). Na jeho další vývoj však nebyl dostatek financí. Proto se vůz prodal. [31] Další foto ze stavby vozu VW Golf V. viz příloha 5.



Obr. 6-58 Stavba vozu VW Golf V. [31]

V roce 2010 jsme stavěli další vůz Honda CRX Targa Del Sol, opět do divize D6. Tímto vozem jsme odjeli všechny závody MMČR 2011, ale vůz byl příliš těžký a nedisponoval takovým výkonem jako ostatní vozy v této divizi. Na konci sezony se objevil rakouský zájemce a vůz se také prodal. [31]



Obr. 6-59 Honda CRX Targa Del Sol [31]

Na sezonu 2012 jsme koupili malou buggy s motocyklovým motorem o obsahu 600ccm pro divizi Kartcross. Tyto malé, ale velice mrštné buginy se neúčastní žádného mistrovství, ale mají vypsanou svoji vlastní kategorii s názvem Mascom Cup. Promotérem tohoto cupu je Roman Kalvoda. Nevýhodou ovšem bylo, že jsme si na voze nemohli nic udělat sami, protože všechny náhradní díly měly značky a čísla a musely být zakoupeny pouze u pana Kalvody. Proto jsme tuto kategorii po dvou sezonách opustili.



Obr. 6-60 Kartcross [32]

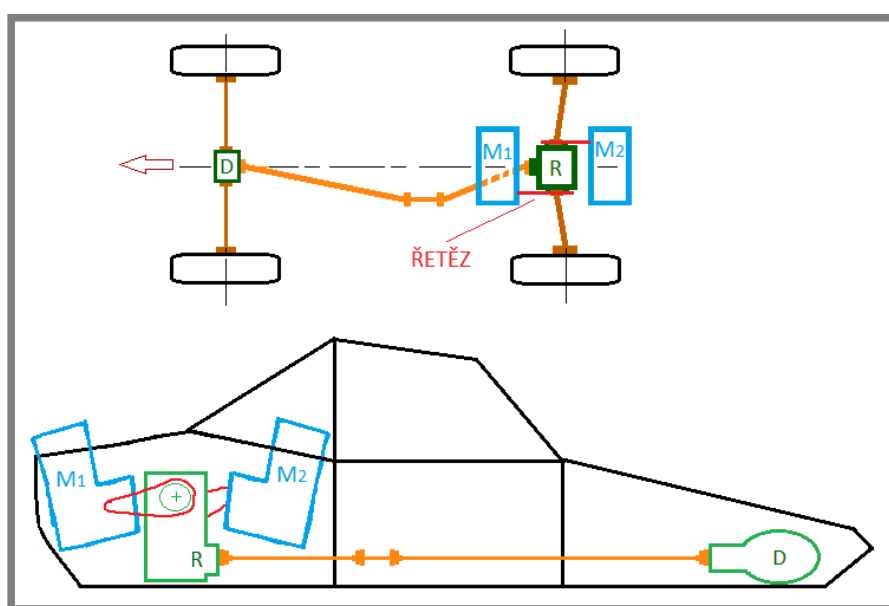
6.1 Motivace

Snem snad každého autokrosaře, který ještě neměl možnost závodit v královské třídě Super Buggy nebo v třídě Buggy 1600, je postavit buggy a zazávodit si v jedné z těchto kategorií. A přesně tohle byl i náš případ. Jelikož už jsme v předchozích letech vyzkoušeli téměř všechny divize, rozhodli jsme se postavit Buggy 1600.

První otázka, kterou jsme řešili, byla zda použijeme automobilový motor, jeden motocyklový nebo dva motocyklové motory. Automobilový motor jsme ihned vyloučili, protože vyvinout takový motor na špičkovou úroveň je finančně velice náročné a to jsme si nemohli dovolit. Dalším důvodem, proč nepoužít automobilový motor bylo, že v současném autokrosu se motocyklové motory velice rozšířily a okamžitě začaly buggy s automobilovými motory odsouvat z prvních příček. Rozhodovali jsme se tedy, zda použít jeden nebo dva motocyklové motory.

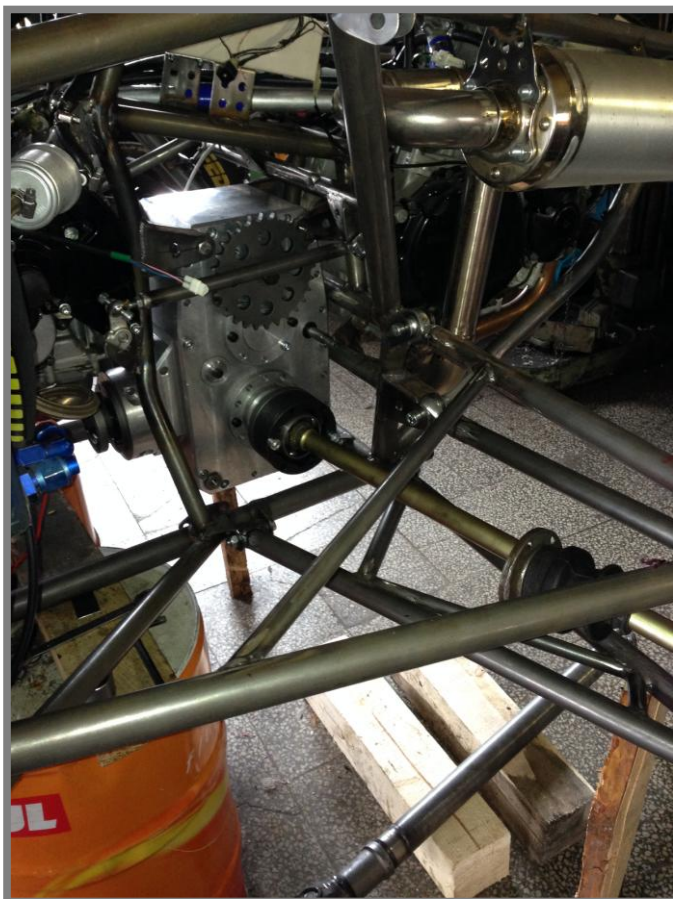
V případě jednomotorové koncepce jsme chtěli použít motor Suzuki GSX-R 1300 Hayabusa. U motoru by se muselo zvětšit vrtání na 1500 až 1585 ccm a objednat na něj díly z USA nebo z UK. Tím by se jeho výkon mohl přiblížit až 300 koním, ovšem na úkor životnosti motoru. Cena takto upraveného motoru by se pak velmi přiblížila ceně automobilového motoru. Těchto motorů je na trhu málo, protože jsou oblíbené a často používané v motorsportu po celém světě. Jednomotorovou koncepci jsme tudíž vyloučili a rozhodli jsme se použít koncepci se dvěma motory Suzuki GSX-R 750, která je v současném autokrosu hojně zastoupena. Výhodou je dostatečné množství těchto motorů na trhu. Lze je pořídit za přijatelnou cenu. Jelikož jsou dva, disponují dostatečným výkonem a není potřeba je dále upravovat.

Další otázkou bylo zvolit způsob uložení obou motorů. Věděli jsme o dvou koncepcích které se používají a to vedle sebe podélně uložené motory před zadní nápravou a příčně uložené motory vedle sebe před nápravou. Z našeho pohledu nám přišly obě koncepce velice nepraktické, při řešení jakékoliv závady, z důvodu minimálního pracovního prostoru kolem motorů. Proto jsme vymysleli zcela novou koncepci uložení motorů. Rozhodli jsme se tedy, že jeden z motorů bude uložen příčně před zadní nápravou a druhý motor bude uložen také příčně, ale až za zadní nápravou.



Obr. 6-61 Návrh řešení uložení dvou motorů - Buggy 1600

Rozvodovka, ve které se budou oba motory spojovat, a odkud bude točivý moment rozváděn na kola, bude uložena mezi nimi nad zadní nápravou. Jednou z hlavních příčin řešení tohoto uložení bylo zvětšení zatížení zadní nápravy z důvodu lepších startů. Protože, jak už jsem zde jednou zmiňoval, dobrý start znamená v autokrosu osmdesát procent úspěchu.



Obr. 6-62 Uložení rozvodovky nad zadní nápravou

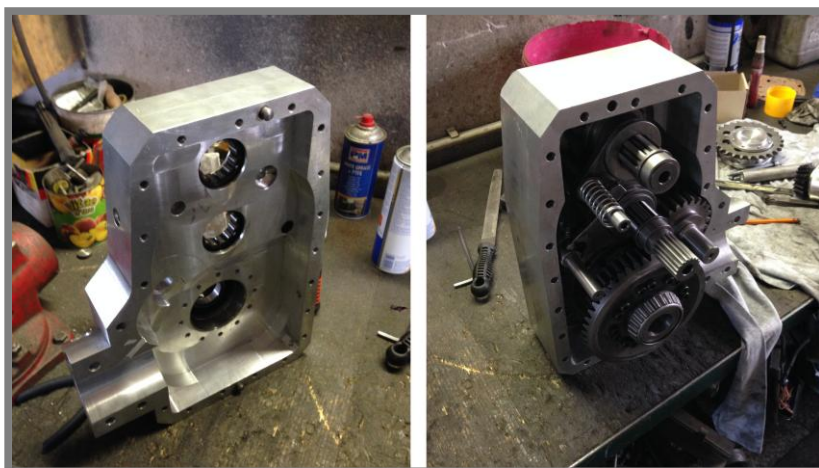
Nevýhodou této koncepce je ale velký moment setrvačnosti. Ovšem v autokrosu nejsou jízdní vlastnosti, a tedy i moment setrvačnosti příliš významné a důležité, jako například u okruhových vozů, protože všechny vozy, které zde jezdí, se téměř celou dobu, co jsou na trati, pohybují řízeným smykem.

Další fotografie z průběhu stavby celé buginy jsou k nahlédnutí v příloze 6.

6.2 Řešení konstrukce rozvodovky

Rozvodovka byla zkonstruována panem Fabíkem. Právě on byl přítomen u zrodu prvních bugin. U autokrosu zůstal dodnes. Je jedním z hlavních konstruktérů a výrobců převodovek a různých převodů pro český autokros. Většina vozů v divizi D6 má převodovku právě od něj. Dále vyrábí převodovky, rozvodovky a diferenciály pro všechny divize. František Fabík se rovněž podílel na návrhu převodů pro studentskou formuli.

Rozvodovka je předimenzována na větší výkon, aby se při případném přestupu do divize Super Buggy mohly vyměnit pouze motory za silnější a rozvodovka s ostatními komponenty mohly zůstat a nemusely se dále upravovat.



Obr. 6-63 Rozvodovka

6.2.1 Vstupní parametry pro výpočet rozvodovky a použité materiály

Pro výrobu rozvodovky jsme měli tyto údaje:

- výkon jednoho motoru - 150 koní
- celkový výkon na který byla rozvodovka počítána - 400 koní (předimenzování z důvodu případného přestupu do vyšší divize)
- celkový kroutící moment - 290 Nm
- maximální otáčky motoru - 13600 ot/min

Použité materiály:

- | | | |
|----------------------|---|--------------|
| • skříň | - | dural |
| • ozubená kola | - | ocel 16420.3 |
| • řetězová kola | - | ocel 16420.3 |
| • hřídele | - | ocel 14220.3 |
| • diferenciálový koš | - | ocel 14220.3 |
| • řadící spojky | - | ocel 16420.3 |
| • kuželové soukolí | - | ocel 16420.3 |

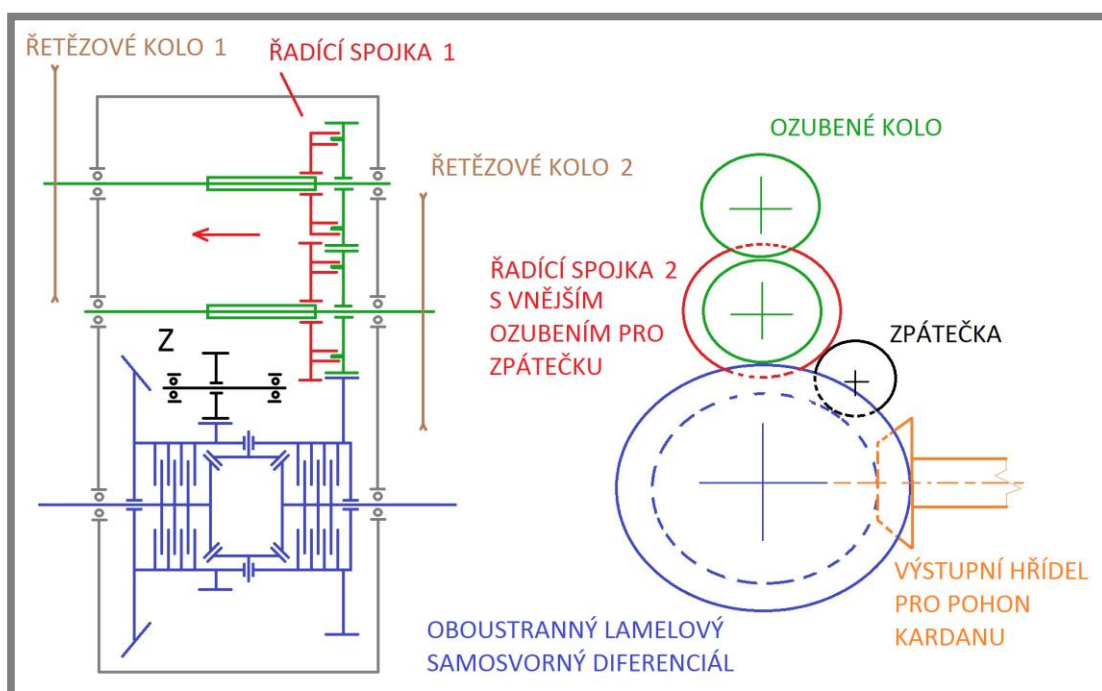
V rozvodovce jsou vyrobená všechna ozubená kola s přímým ozubením a jsou korigovaná.

6.2.2 Popis funkce rozvodovky

Pro snadnější a srozumitelnější popis funkce jsem vytvořil schéma uspořádání rozvodovky.

Točivý moment je z motorů na rozvodovku přenášen pomocí řetězů přes řetězová kola 1 a 2. Zde se točivý moment sčítá a je pomocí řadících spojek převeden na ozubená kola. Řadící spojky jsou uloženy na hřídelích na rovnobokém drážkování a mají na boku zámky (Hewland), přes které je točivý moment přenesen na ozubená kola. Přes ozubená kola je dále sveden na diferenciál. Jedná se oboustranný lamelový samosvorný diferenciál. Zde se kroutící moment rozděluje. Část kroutícího momentu je přes diferenciál převedena na zadní kola a druhá část je přes kuželové soukolí převedena na kardan a přední diferenciál.

Jelikož pravidla udávají, že každé auto musí být vybaveno zpátečkou, museli jsme tento problém vyřešit i my. Zpátečka je tedy umístěna v rozvodovce. Řazení zpátečky je vyřešeno následovně. Obě řadící spojky jsou ovládány jednou řadící vidličkou. Řadící spojka 2 má na svém obvodu ozubení. Při přetažení vyřadíme obě ozubená kola ze záběru a přes řadící spojku 2 přeřadíme na vložené mezikolo, které je v přímém záběru s diferenciálem. To nám obrátí otáčky diferenciálu a zpátečka je zařazena. Zpátečka je tedy poháněna pouze jedním motorem.



Obr. 6-64 Funkční schéma uspořádání rozvodovky

6.3 Řešení předního pohonu

6.3

Točivý moment je z rozvodovky na přední diferenciál převáděn pomocí kardanu. Kardan je vyroben z trubky z chrommolybdenové oceli o průměru 40 milimetrů a tloušťce stěny 2 milimetry. Z důvodu snahy posunout těžiště co nejnižší, není kardan veden středem vozu pod sedačkou, ale kolem ní.



Obr. 6-65 Způsob vedení a uložení kardanu

Na přední diferenciál byl použit obal diferenciálu z vozu Škoda 1203. Uvnitř obalu je jednostranný lamelový samosvorný diferenciál konstruovaný panem Fabíkem. Důvodem volby tohoto obalu byla jeho nízká hmotnost a příhodné uložení vstupní hřídele, kde jsou od sebe ložiska dostatečně daleko a nemělo by tedy docházet k praskání obalu.



Obr. 6-66 Přední diferenciál

DISKUZE

Vzhledem k tomu, že autokrosová pravidla povolují u těchto speciálů pohon obou náprav, nebyl při návrhu uspořádání hnacího ústrojí pro Buggy 1600 důvod přemýšlet o pohonu pouze jedné nápravy. Výhodou pohonu dvou náprav je především lepší start, ovladatelnost a jízdní vlastnosti vozidla.

Myšlenka nového způsobu uložení motorů vznikla na základě většího zatížení zadní nápravy, což má pozitivní vliv při startu vozu, a dále i z hlediska lepšího přístupu k motorům a případné manipulaci s nimi i s dalšími komponenty.

Z dostupných informací jsem zjistil, že tento způsob uložení motorů nebyl v současné době ani v minulosti použit. Náš tým se rozhodl pro zkonstruování tohoto prototypu s novým uložení motorů, které by mohlo být průlomovým řešením s cílem dosažení co nejlepších výsledků. Současně může být také inspirací a novou cestou pro další autokrosové závodníky při stavbě jejich vozů.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zpracování přehledu současného stavu poznání v oblasti pohonných koncepcí a převodových mechanismů u vozů a autokrosových závodních automobilů. Na základě těchto informací dále navrhnout koncepci pohonu dvoumotorového uspořádání pro kategorii Buggy 1600.

O této koncepci jsem nenašel žádné negativní zmínky. Na základě těchto kapitol to vypadá, že tato koncepce by mohla přispět jak k dobrému umístění těžiště auta tak k ekonomickému využití motorů, které jsou k dispozici.

Zmíněná koncepce je výhodná, protože se dají použít relativně levné motocyklové motory, zatímco pořízení jednoho automobilového motoru s obsahem 1600 ccm, upraveného na adekvátní výkon, je velmi náročné a drahé. Obrovskou nevýhodou potom je, že porucha takto upraveného motoru znamená konec závodu.

Prototyp tohoto speciálu je již dokončen. Při zkušebních jízdách byly postupně odstraněny drobné závady. V prvním závodu, ve srovnání s ostatními vozy, se ukázala výrazným handicapem vysoká hmotnost.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] VLK, František. *Koncepce motorových vozidel: koncepce vozidel, alternativní pohony, komfortní systémy, řízení dynamiky, informační systémy*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000, 367 s. ISBN 80-238-5276-0.
- [2] VLK, František. *Převodová ústrojí motorových vozidel: spojky, převodovky, rozvodovky, diferenciály, hnací hřídele, klouby*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000, 312 s. ISBN 80-238-5275-2.
- [3] JANEK, Dalibor. *Jaroslav Hošek - modrá legenda: vyprávění o sedmatřiceti závodních sezónách autokrosového jezdce*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-802-4739-526.
- [4] STRAKA, M. Koncepční návrh sportovního dvousedadlového vozu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 125 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Porteš, Dr.
- [5] Autokrosař: *Internetový zpravodaj o dění v autokrosu* [online]. 2005 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.autokrosar.cz>
- [6] KALINA, Pavel. Cabrio: Sportovní vozy. Cabrio [online]. 2014 [cit. 2015-02-06]. Dostupné z: <http://www.cabrio.cz/?page=car&id=40>
- [7] Vysoké učení technické v Brně: Ústav soudního inženýrství. *Materiály k předmětu - Bezpečnost vozidel silničního provozu: Pohony* [online]. 31.3.2013 [cit. 2015-02-014]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/02-pohony-p70450>
- [8] EWRC: nezávislý internetový portál o rally. *EWRC: Jak udělat z Fabie S2000 autocrossový speciál* [online]. 1999 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.ewrc.cz/ewrc/show.php?id=25682>
- [9] Autoklub české republiky. *Řády FIA - příloha J: čl. 279A - Technické předpisy pro vozy autocrossu* [online]. 2015 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.autoklub.cz/dokument/7270-cl-279a-technicke-predpisy-pro-vozy-autocrossu.html>
- [10] JM-autocross team: *Škoda Felicia KIT-CAR 1.4 16V* [online]. 2012 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://jm-autocrossteam.webnode.cz/products/skoda-felicia-kit-car-1-4-16v/>
- [11] TUČEK, Jan. *Tatra 613: historie, vývoj, technika, sport*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 220 s. Retro (Grada). ISBN 978-80-247-2584-0
- [12] Konstrukční popis vozu Tatra 613. In: *Konstrukční popis vozu Tatra 613* [online]. 2002 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://t613.wz.cz/popis.html>

- [13] TIPCARS: auto-moto server. *Velký přehled čtyřkolek na českém trhu* [online]. 2006 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://www.tipcars.com/magazin-velky-prehled-ctyrkolek-na-ceskem-trhu-1460.html>
- [14] ŠTENGL, Michal. *AUTOMOBIL REVUE: Pohon všech kol - Jistota čtyř* [online]. 2011 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/pohon-vsech-kol-jistota-ctyr_40012.html
- [15] *Veterán auto cz: DAF Turbotwin (1984-1988) - Úspěchy i tragédie* [online]. 2013 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://veteran.auto.cz/clanek/550/daf-turbotwin-1984-1988-uspechy-i-tragedie#comments>
- [16] ALFISTI: Czech Alfa Romeo fanweb. *Alfisti: Historie - Kapitola 9 – Předválečná vítězství a prohry* [online]. 2009 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.alfisti.cz/index.php?link=cuore-automobilka-historie-h9>
- [17] ING. TOCHÁČEK, Jiří. *Základní koncepce motorových vozidel* [online]. Vysoké Mýto, 10.10.2012 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: http://www.isstvm.cz/sites/default/files/stranka/190/vy_32_inovace_aut_1u_t_o_21_05_zakladni_koncepce_motorovych_vozidel.pptx. Prezentace. Integrovaná střední škola technická, Vysoké Mýto.
- [18] *Meziplyn: Nová Mazda MX-5 konečně odhalena!* [online]. 2014 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.meziplyn.cz/2014/09/nova-mazda-mx-5-konecne-odhalena.html>
- [19] *The Viper store a HotCarAccessories site* [online]. 2005 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: http://theviperstore.com/Factory_Parts_Page.htm
- [20] *NoGripRacing* [online]. 2014 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.nogripracing.com/forum/showthread.php?p=1802952>
- [21] *Dailysportscar: Sportscar Racing's Internet Magazine* [online]. 2004 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://archive.dailysportscar.com/subscribers/news/other/2004other/other497.htm>
- [22] *Veterán auto: Alfa Romeo Montreal – atrakce na Expo 67* [online]. 2012 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://veteran.auto.cz/clanek/454/alfa-romeo-montreal-atrakce-na-expo-67>
- [23] *Týden: Motor uprostřed* [online]. 2006 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: http://www.tyden.cz/rubriky/auta/slovnicek/motor-uprostred_80635.html#.VSw_OvmsWK8

- [24] *Supercars: 1978 Porsche 911 Turbo 3.3 Coupé* [online]. 1996 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: http://www.supercars.net/Pics?v=y&s=c&id=2664&p=1978_Porsche_911Turbo33Coup3.jpg
- [25] *Michael-Buddelmeyer: Buddelmeyer Racing Team* [online]. [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.michael-buddelmeyer.de/aufbau-peters-buggy/>
- [26] *Facebook: Motorsport Sekanina* [online]. 2002 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: https://www.facebook.com/pages/Motorsport-Sekanina/135954269841562?sk=photos_stream
- [27] *AUTOCROSSTEAM TERRY CALLAGHAN: Nieuws* [online]. [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://www.terrycallaghan.nl/page/71/nieuws/>
- [28] *Grenoble Auto Cross: Facebook foto* [online]. 2011 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/213161748712711/photos/pb.213161748712711.-2207520000.1429742536./239090122786540/?type=3&theater>
- [29] *RPE - Radical Performance Engines: RPE RP V8* [online]. 2015 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.rpeonline.co.uk/categories/RPE-RP-V8/>
- [30] KRÁL, Václav. *Stavba automobilů pro autokros: pomocná kniha pro učeb. obor automechanik*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1977, 184, [1] s. Řada strojírenské literatury.
- [31] *RallySportChroustov* [online]. 2013. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.rallysportchroustov.com/>
- [32] RSK TRADE. 2011. *Kartcross: Mascom Cup* [online]. [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: http://www.kartcross.cz/index.php?option=com_phocagallery&view=categor y&id=14:perov-2012&Itemid=73
- [33] MAJERNÍČEK, Martin. 2014. *TopSpeed: Medzinápravová spojka Haldex- ako to celé funguje?* [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: <http://www.topspeed.sk/medzinappravova-spojka-haldex-ako-to-cele-funguje-/6714>
- [34] *Katalog automobilů: Převodovka* [online]. 2003 [cit. 2015-05-22]. Dostupné z: <http://clanky.katalog-automobilu.cz/51-prevodovka/#!/prettyPhoto>
- [35] *KAPS Transmissions - závodní převodovky: Česká sekvenční převodovka na cestu do Dakaru* [online]. 2005 [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.kaps-transmissions.com/news-kaps/ceska-sekvencni-prevodovka-na-cestu-do-dakaru-1015.html>

- [36] EWRC: nezávislý internetový portál o rally. *EWRC: Jak funguje sekvenční převodovka* [online]. 1999 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.ewrc.cz/ewrc/show.php?id=3441>
- [37] Elektron (slitina hořčíku). *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektron_%28slitina_ho%C5%99%C4%8D%C3%ADku%29

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1-1 Škoda - MTX Buggy 1 [6]	13
Obr. 1-2 Škoda - MTX Buggy 2 [6]	14
Obr. 2-3 Motor uložený před přední nápravou [17]	15
Obr. 2-4 Motor uložený za přední nápravou - Mazda MX-5 [18].....	16
Obr. 2-5 Motor uložený za přední nápravou - Dodge Viper [19].....	16
Obr. 2-6 Motor uložený za přední nápravou - Lister Storm [20]	17
Obr. 2-7 Motor uložený za přední nápravou - Marcos LM 600 [21].....	17
Obr. 2-9 Motor uložený nad přední nápravou [17].....	18
Obr. 2-8 Motor uložený nad přední nápravou - Alfa Romeo Monteral [22].....	18
Obr. 2-10 Motor uložený před zadní nápravou.....	19
Obr. 2-11 Motor uložený před zadní nápravou [23]	19
Obr. 2-12 Motor uložený za zadní nápravou	20
Obr. 2-13 Motor uložený za zadní nápravou - Porsche 911 Turbo [24].....	20
Obr. 2-14 Motor uložený nad zadní nápravou	21
Obr. 2-15 Pohonné ústrojí Tatra 613 [12].....	21
Obr. 2-16 Alfa Romeo Bimotore Tipo A [16]	22
Obr. 2-17 Scuderia Ferrari Bimotore [16]	22
Obr. 2-18 DAF - Twincab [15].....	23
Obr. 2-19 Schéma uspořádání dvou motorů Wartburg Musilova vozu [30]	23
Obr. 2-20 Schéma uspořádání pohonu Slámová vozu s motory Trabant [30].....	24
Obr. 2-21 Uspořádání dvou motorů Wartburg ve voze Jaromíra Čížka [30]	24
Obr. 2-22 Uspořádání pohonu se dvěma motory Wartburg v Turnově voze [30].....	25
Obr. 3-23 Klasický pohon [1]	26
Obr. 3-24 Transaxle	27
Obr. 3-25 Zadní pohon s motorem vzadu	27
Obr. 3-26 Uspořádání hnacího ústrojí osobních automobilů s předním pohonem	28
Obr. 3-27 Koncepce pohonu všech kol.....	29
Obr. 3-28 Mezinápravový diferenciál Torsen [13]	30
Obr. 3-29 Rozdělovací převodovka s řetězovým převodem [13]	30
Obr. 3-30 Rozdělovací převodovka s čelním ozubením a viskózní spojkou [14] .	31
Obr. 3-33 Spojkové lamely spojky Haldex [33]	32
Obr. 3-31 Princip funkce Haldex spojky [7].....	32
Obr. 3-32 Haldex spojka [33]	32
Obr. 4-34 Divize D6 - příčné uložení motoru - Škoda Felicia KIT-CAR [10].....	33
Obr. 4-35 Příčné uložení motoru - VW Golf V	34
Obr. 4-36 Podélné uložení motoru - Fabia S2000 - úprava pro autokros [8]	34
Obr. 4-37 Zadní diferenciál s řetězovým kolem + volnoběžná spojka.....	35
Obr. 4-38 Podélné uložení motoru před nápravou s rozvodovkou a diferenciálem ..	36
Obr. 4-39 Podélné uložení motoru před nápravou - Buggy 1600 [25]	36
Obr. 4-40 Podélné uložení motoru za nápravou - Buggy 1600	37
Obr. 4-41 Dva motory příčně uložené před zadní nápravou - Buggy 1600 [25].....	37
Obr. 4-42 Dva motory podélně uložené před zadní nápravou - Buggy 1600 [26]	38
Obr. 4-43 Dva motory podélně uložené před a za zadní nápravou - Buggy 1600 [28]	38
.....	38
Obr. 4-44 Dva motory se společnou klikovou skříní [29]	39
Obr. 4-45 Společná kliková skřín pro Suzuki.....	39

Obr. 4-46 Motor uložený podélně před zadní nápravou - Super Buggy	40
Obr. 4-47 Motor uložený podélně za zadní nápravou - Super Buggy [27]	40
Obr. 4-48 Třímotorová buggy - Super Buggy [5]	41
Obr. 5-49 DSG převodovka [34]	43
Obr. 5-50 Řadící vidlice a spojky [36]	43
Obr. 5-51 Řadící válec sekvenční převodovky [36]	44
Obr. 5-52 3D model sekvenční převodovky [35]	44
Obr. 5-53 Sekvenční převodovka konstruovaná panem Jančíkem.....	45
Obr. 5-54 Převodovka zkonstruovaná panem Fabíkem a Hoškem	46
Obr. 5-55 Převodovka Sadev zkonstruovaná Paulem Petersem [27]	46
Obr. 6-56 Opel Kadet a Honda CRX I. [31].....	47
Obr. 6-57 Honda CRX II. [31]	47
Obr. 6-58 Stavba vozu VW Golf V. [31]	47
Obr. 6-59 Honda CRX Targa Del Sol [31].....	48
Obr. 6-60 Kartcross [32].....	48
Obr. 6-61 Návrh řešení uložení dvou motorů - Buggy 1600.....	49
Obr. 6-62 Uložení rozvodovky nad zadní nápravou.....	50
Obr. 6-63 Rozvodovka	51
Obr. 6-64 Funkční schéma uspořádání rozvodovky.....	52
Obr. 6-65 Způsob vedení a uložení kardanu.....	53
Obr. 6-66 Přední diferenciál	53

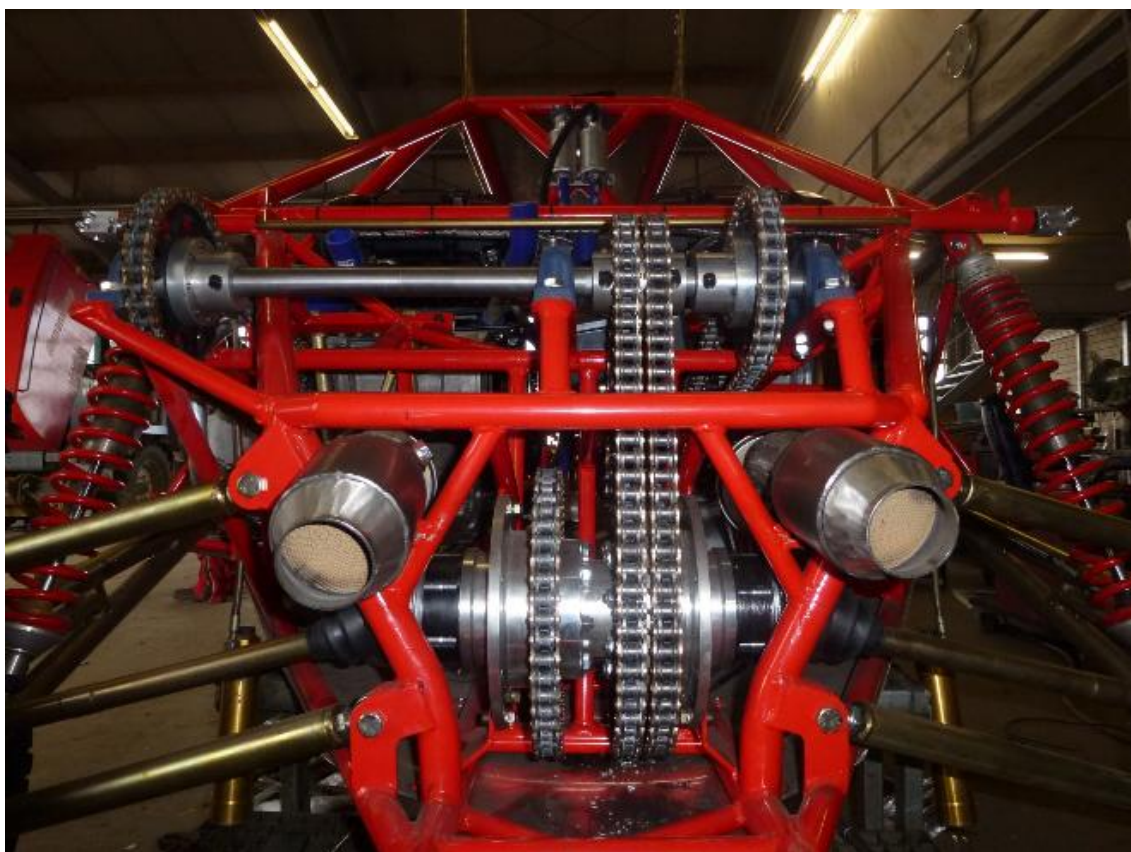
SEZNAM PŘÍLOH

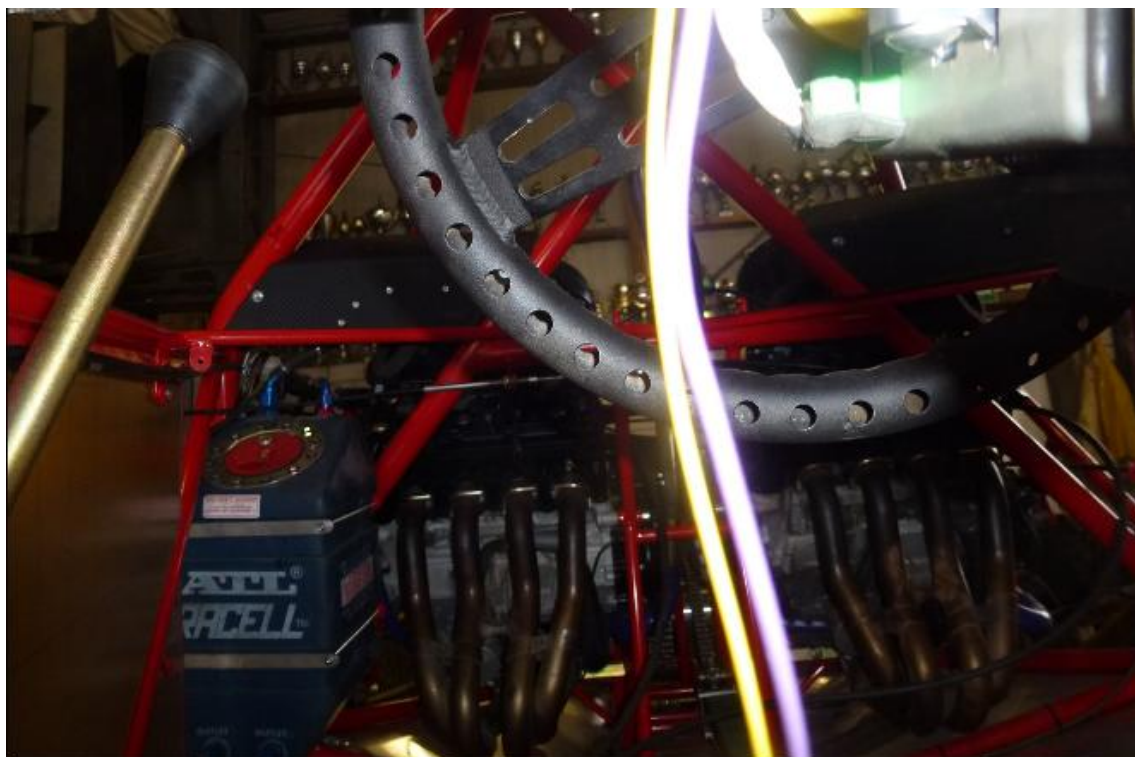
Příloha 1: Dvoumotorová koncepce Buggy 1600 - Michael Buddelmeyer [25]	I
Příloha 2: Dvoumotorová koncepce Buggy 1600 - Marek Sekanina [26].....	IV
Příloha 3: Uložení motoru před zadní nápravou	VII
Příloha 4: Uložení motoru za zadní nápravou	VIII
Příloha 5: Stavba vozu VW Golf V. [31].....	XI
Příloha 6: Stavba dvoumotorové buggy 1600.....	XV

PŘÍLOHA

Příloha 1: Dvoumotorová koncepce Buggy 1600 - Michael Buddelmeyer [25]

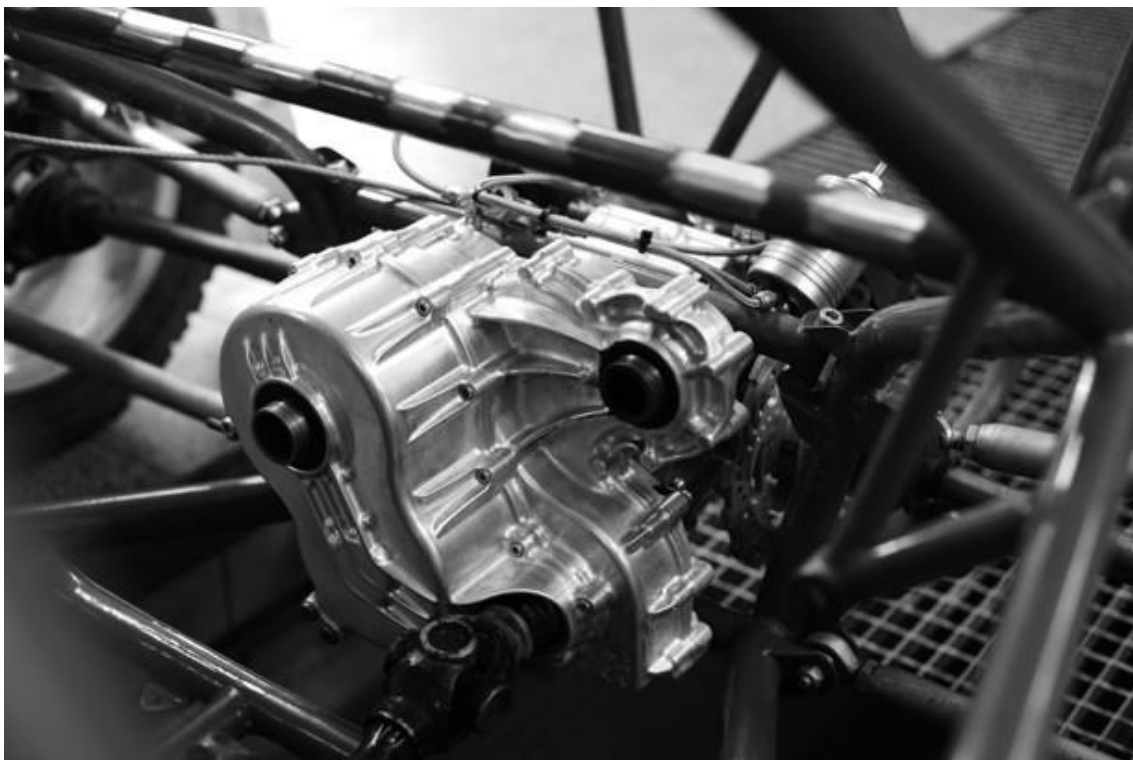






Příloha 2: Dvoumotorová koncepce Buggy 1600 - Marek Sekanina [26]



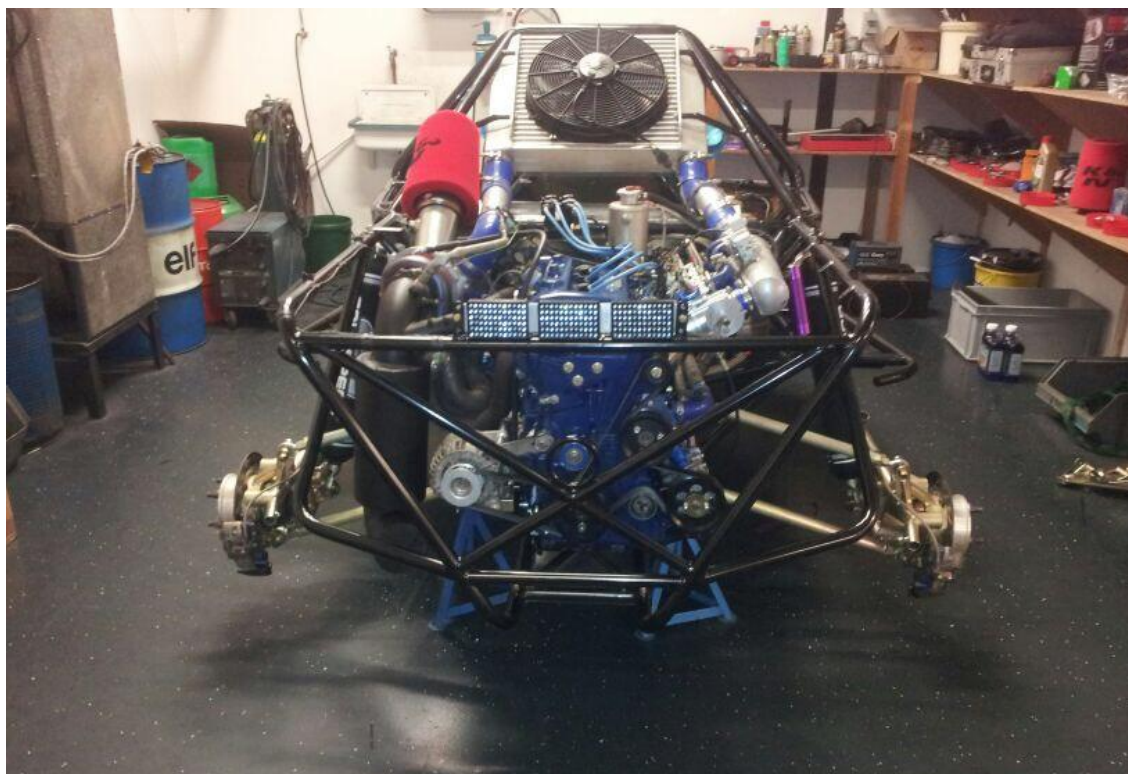




Příloha 3: Uložení motoru před zadní nápravou



Příloha 4: Uložení motoru za zadní nápravou



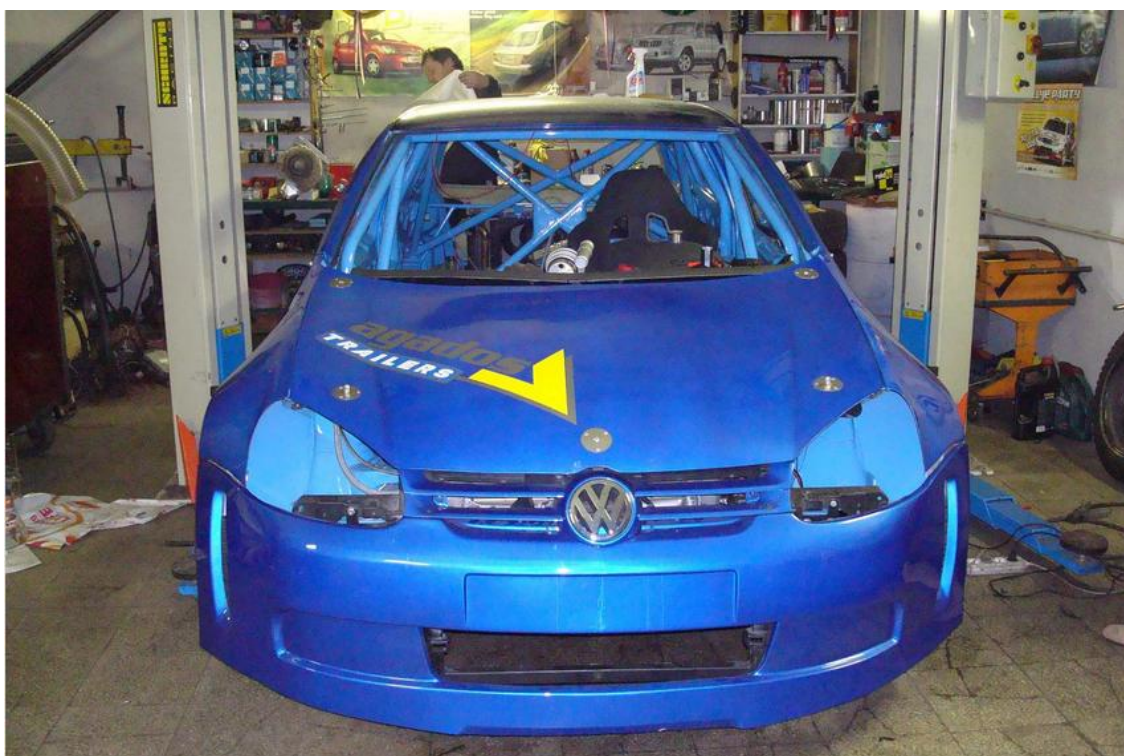




Příloha 5: Stavba vozu VW Golf V. [31]









Příloha 6: Stavba dvoumotorové buggy 1600





