



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

KONCEPCE SIDECARCROSSOVÝCH MOTOCYKLŮ

CONCEPT OF SIDECARCROSS MOTORCYCLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Tobiáš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Martin Tobiáš**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.**
Akademický rok: 2015/16

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:

Koncepce sidearcrossových motocyklů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracovat rozšířenější koncepci současných sidearcrossových motocyklů. Popsat konstrukční řešení, která jsou dnes ojedinělá, nebo jinak výrazně odlišná.

Cíle bakalářské práce:

Na základě shromážděných podkladů vypracovat popis koncepce sidearcrossových motocyklů. Stanovit základní technické parametry, podle kterých lze jednotlivé koncepce navzájem porovnat.

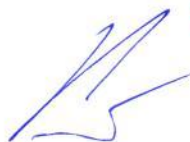
Seznam literatury:

STOFFREGEN, Jürgen. Motorradtechnik. Grundlagen und Konzepte von Motor, Antrieb und Fahrwerk. Springer Verlag, 2012. ISBN 978-3-8348-1716-7.

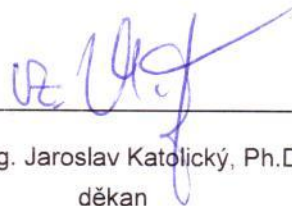
FISCHER, Wolfgang; BLENK, Georg; ECKSTEIN, Manuela. Markenmanagement in der Motorradindustrie. Grundlagen, Trends, Erfolgsstrategien führender Hersteller. Springer Verlag, 2012. ISBN 978-3-8348-1716-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16.

V Brně, dne 23. 11. 2015



prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan



ABSTRAKT

Sidecarcross je v České republice úspěšnou a pro diváky i závodníky atraktivní motoristickou disciplínou. Je to sport v České republice ryze amatérský, finančně nenáročný terénní okruhy pro motokros jsou na mnoha místech. Cílem práce je představit zájemcům současnou techniku v sidecarcrossu a seznámit je s pokusy o další vývoj v tomto odvětví motoristického sportu, umožnit jim, aby na závodech byli poučenými diváky. Práce také může posloužit začínajícím jezdcům, kteří většinou používají repasované ojetiny ze zahraničí.

KLÍČOVÁ SLOVA

Motorcykl, sidecar, sidecarcross, spalovací motor, podvozek, rám, řízení, závody

ABSTRACT

Sidecarcross is a successful and an attractive motorsport discipline in Czech republic, both for spectators and for competitors. In Czech republic, this sport is purely amateur, inexpensive off-road motocross circuits are in many places. The goal of the thesis is to introduce contemporary sidecarcross machinery to the readers, apprise them of attempts to further develop this racing industry and enable them to be knowledgeable spectators at the races. The thesis can also be useful to novice racers, which usually use refurbished used machinery from abroad.

KEYWORDS

Motorcycle, sidecar, sidecarcross, internal combustion engine, chassis, steering, races



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TOBIÁŠ, M.. Koncepce sidearcrossových motocyklů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 35 s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc..



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením prof. Ing. Václava Pištěka, DrSc., čerpal jsem ze zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 27. května 2016

.....

Martin Tobiáš



PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu prof. Ing. Václavu Píštěkovi, DrSc.. za poskytnutí konzultací a odbornou pomoc při tvorbě této práce.

Děkuji také mému příteli, Honzovi Vsetečkovi, že mne přivedl k sidecarcrossu a dal mi tím příležitost seznámit se podrobně s tímto odvětvím motocyklového sportu.



OBSAH

Úvod.....	9
1 Základní problematika.....	10
1.1 Stručná historie závodů.....	10
1.2 Technická pravidla.....	11
1.3 Ovládání stroje.....	12
2 Koncepce sidecarcrossových motocyklů.....	15
2.1 Stručná historie vývoje v ČR.....	15
2.1.1 Vývoj rámu.....	15
2.1.2 Vývoj motorů	17
2.2 Podvozek.....	18
2.2.1 Geometrie.....	19
2.2.2 Rám.....	20
2.2.3 Kola, zavěšení kol, vidlice	21
2.2.4 Systém odpružení a tlumení	23
2.3 Motor.....	24
2.3.1 Stručná historie motorů Zabel, Mega	25
2.3.2 Popis motorů Zabel, Mega	26
3 Netradiční koncepce	28
3.1 Yamaha 450.....	28
3.2 Prototyp MEFO	29
3.3 Motory JAWA.....	31
Závěr	34



ÚVOD

Práce je rozdělena na kapitoly, věnující se sidearcrossu. Nejprve je disciplína obecně popsána. Poté jsou uvedena pravidla a omezení, kterými se konstruktéři při stavbě sidearcrossových speciálů musí řídit. Následně jsou představeny v současnosti typické koncepce a konstrukční řešení podvozků, rámu a motorů. Nakonec jsou představena vybraná netradiční řešení, uvedeny důvody, které vedly k jejich vzniku a nabídnuto srovnání. Sidearcross je v České republice bezesporu nejúspěšnějším motoristickým sportem. Již po řadu let nás reprezentují posádky, které se pravidelně umisťují v první desítce na závodech mistrovství světa. Je to i tím, že sidearcross zde má již téměř padesátiletou tradici. Tomuto sportu se příliš nevěnuje odborná literatura, většinu podkladů jsem získal studiem strojů z české republiky i zahraničí a osobním kontaktem s jejich uživateli – konstruktéry. Cílem práce je představit současnou techniku sidearcrossu, a to jak ty nejrozšířenější koncepce tak i ty méně rozšířené, které možná čekají na svoje širší uplatnění.



1 ZÁKLADNÍ PROBLEMATIKA

Sidearcrossové motocykly jsou čistě závodní speciály, které ač se vyvinuly z běžných motocyklů s postraním vozíkem, dnes nemají uplatnění. Poznatky z vývoje těchto strojů lze v praxi jen stěží přenést do konstrukce běžných dopravních prostředků, včetně silničních sidecarů způsobilých k provozu na pozemních komunikacích. Jsou tedy bezprostředně spjaty pouze se závody, což je překážkou tomu, aby do vývoje těchto strojů investovali prostředky renomovaní výrobci motocyklů. Firmy zabývající se těmito stroji jsou zpravidla relativně malé a v soukromém vlastnictví. Jejich konstruktéři při pokusech o zlepšení velmi úzce spolupracují se svými testovacími posádkami. Stejně jako má každý jezdec na sólo motocyklu vlastní styl jízdy, daný jeho tělesnými proporcemi a výkonností, tak i v sidearcrossu má každá posádka unikátní požadavky na svůj stroj. Nejpatrnějším rozdílem je umístění sidecaru vlevo nebo vpravo vzhledem k motocyklu. Mluvíme pak o levo- a pravostranných sidecarech. V určitých zatáčkách je výhodnější jedna varianta a naopak, volba je čistě na posádce a většinou odpovídá straně, na které se jezdí v daném státě v běžném provozu (tedy v ČR převládají pravostranné). Základní rozměry a koncepce strojů je dána předpisy a mnohaletými zkušenostmi jezdců. Byť jsou si tedy všechny současné stroje svojí koncepcí velmi podobné, nalezneme zde řadu rozdílů v konstrukčních řešeních.



Obr. 1.1 VMC Honda CR 500

1.1 STRUČNÁ HISTORIE ZÁVODŮ

Za počátky sidearcrossu a vývoje speciálních strojů lze považovat léta, kdy se začaly pořádat terénní soutěže motocyklů. První zmínka o těchto závodech je z roku 1913, kdy se v Anglii



jela mezinárodní šestidenní soutěž motocyklů, na které startovali také jezdci s postranními vozíky – sidecary. Od tohoto roku se sidecary již pravidelně zúčastňovaly všech závodů. První náš jezdec, který na šestidenní startoval se sidecarem, byl v roce 1932 v italském Meranu J. Kaiser. Naposledy startovaly sidecary na v roce 1956 v Ga – Pa.. Zejména po roce 1950 nastal v Evropě velký rozmach terénních závodů sidecarů. Hlavně v Anglii, Francii, Švýcarsku, Holandsku, Belgii, Švédsku a Rakousku. V letech 1967 až 1968, jako první z naší republiky, jezdili tyto závody v zahraničí posádky Krajčovič-Bubla a Dubšík-Ing.Požár. Absolvovali závody ve Francii a Švýcarsku. Až v roce 1971 se jelo první oficiální mistrovství ČSSR. Tento rok se jelo také první, tehdy ještě neoficiální mistrovství Evropy FIM Cup, s prvním závodem 25. dubna v Pernes-les-Fontaines ve Francii. Od roku 1975 se tento seriál závodů oficiálně přejmenoval na Mistrovství Evropy a od sezóny 1980 nese název Mistrovství světa. Mezinárodní motocyklová federace FIM se tak stala oficiálním pořadatelem nejvyšší soutěže, a pod její křídla, resp. její technická pravidla tak spadají i jednotlivá národní mistrovství, včetně seriálu mezinárodního mistrovství České republiky, pořádaného organizací ACČR. Ta podle národních sportovních řádů pro motokros, přílohy N 033, určuje pro závody sajdkár stroje kat.I, skupina B1 dle stanov FIM, tedy stejné kategorie jako pro mistrovství světa. [1]

1.2 TECHNICKÁ PRAVIDLA

Technická pravidla pro stavbu sidecarcrossového motocyklu v této kapitole jsou vyňata z dokumentu FIM Rèlements Techniques Motocross 2016 [2] a přeložena do českého jazyka. A to pouze v rozsahu, který je relevantní pro účely a rozsah této práce. Nejde tedy o doslovný a kompletní přepis, nejsou např. zahrnuty konkrétní postupy pro měření stanovených veličin, příp. jsou některé předpisy doplněny o komentář autora. Pro závody mistrovství světa sidecar jsou povoleny motocykly kat.I., skupina B1 a B2 [3]

Kategorie I. jsou motocykly poháněné jedním kolem, které je v kontaktu se zemí. Skupina B1 jsou dvoustopá vozidla se třemi koly, skládající se z motocyklu který vytváří první stopu a sidecaru, který vytváří stopu druhou. Skupina B2 jsou dvou, nebo třístopá vozidla, tvořící stopu po směru jízdy s trvale připevněným sidecarem, který s motocyklem tvoří kompletní nerozebíratelnou jednotku. Pokud se jedná o třístopé vozidlo, tak rozestup os stop tvořených motocyklem nesmí být větší než 75mm. Stopy jsou určeny podélnými osami každého z kol ve směru jízdy.

POHONNÁ JEDNOTKA

Zvihový objem motorů skupin B1, B2 jsou 350-750 ccm pro dvoutakty a až 1000 ccm pro jedno, nebo dvouválcové čtyřtakty. Wankelův motor je povolen, v praxi se však nepoužívá. Přepřehňování motoru jakýmkoliv přídavným zařízením je zakázáno. Automatické elektronické zapalování je povoleno. Hlukový limit je 116dB pro 4takt a 112dB pro 2takt.

MATERIÁLY, ROZMĚRY



Použití titanu pro konstrukci rámu, předních vidlic, řídítek, kyvných vidlic a čepů je zakázáno. U čepů je také zakázáno používání lehkých slitin. Vyjímkou jsou matky a šrouby, kde je povoleno použití titanových slitin. Použití karbonových vláken je možné s výjimkou řídítek a ráfků. Keramické materiály jsou povoleny pouze ve formě povlaků.

Šířka řídítek je 600-850mm. Rozměry plochy sidecaru pro spolujezdce je minimálně 1000x400mm (délka x šířka). Minimální výška štítu, chráničího spolujezdce, je 300mm. Světla výška plně naloženého stroje nesmí být menší než 175mm. Rozchod mezi zadním kolem motocyklu a sidecaru je stanoven na 800-1150mm. Výfuk musí ústít horizontálně, max. 30° mimo osu motocyklu. Zároveň výfukové potrubí nesmí být vedeno do strany víc než 330mm od podélné osy motocyklu, pokud je na straně sidecaru, nesmí být vedeno mimo něj. Maximální rozměr předního kola motocyklu je 21“ , zadního kola 19“.

DODATKOVÁ USTANOVENÍ

Spolujezdec musí být vždy přítomen. Přenos výkonu je možný pouze přes zadní kolo motocyklu. Pro snížení sil, přenášených do řídítek nemusí být přední a zadní kolo motocyklu v zákrytu, rozdíl stop max. 75mm. Naklápěcí sidecar je zakázán (používán na ploché dráze). Sidecar musí být připevněn k motocyklu minimálně ve 3 bodech. Zařízení pro záznam telemetrie jsou povolena, ale její přenos z jedoucího vozidla je v jakékoliv formě zakázán. Elektronicky ovládané pružící a tlumící jednotky jsou zakázány. Provedení akcelérátoru je možné pouze mechanicky, přímo z rukojeti plynu do ventilu regulujícího průchod vzduchu v sacím potrubí (resp. Na šoupátko či klapku karburátoru) a veškerý vzduch, nasátý motorem musí procházet tímto potrubím.

1.3 OVLÁDÁNÍ STROJE

K ovládání sidecrocrossového motocyklu je potřeba dvou pilotů – řidiče a spolujezdce. Ovládání je velice specifické a nelze je dobře přirovnat k žádné jiné motoristické disciplíně. Řidič řídí motocykl, který má všechny obvyklé ovládací prvky jako sólo motocykl, spolujezdec vyvažuje stroj za jízdy vlastním tělem. Ke změně směru jízdy se nenaklání celý stroj, ale řidič pouze vybočí řídítka přední kolo. Stroj projíždí zatáčky smykem, což působí na kola značnými bočními silami, které se přenáší do řídítek. Z toho důvodu (a také kvůli vhodným jízdním vlastnostem) má stroj oproti sólo motocyklům kratší závlek (stopu) předního kola (SPK) a musí být vybaven účinným tlumičem řízení. Stopu předního kola (SPK) zjistíme tak, že prodloužíme hlavovou osu (osu otáčení řídítek) a z osy náboje předního kola spustíme k zemi kolmou přímkou. Velikost SPK je vzdálenost průsečíků hlavové osy a kolmé přímky se zemí. SPK je ovlivněna úhlem hlavové osy se zemí a rozměrem kyvné vidlice. Při průjezdu zatáčkou se řidič i spolujezdec co nejvíce vykloní směrem do středu zatáčky, aby přesunuli celkové těžiště a zabránili převrácení stroje.



Obr. 1.2 Průjezd pravou zatáčkou, posádka Černý-Musil

V případě pravostranného sidecaru je způsob projíždění zatáčkami znázorněn na obrázcích 1.1 a 1.2. U levostranného sidecaru je situace zrcadlově otočena.



Obr. 1.3 Průjezd levou zatáčkou, posádka Čermák-Čermák

K úspěšnému ovládnutí stroje je potřeba dokonalé souhry obou pilotů. Během jízdy mezi nimi není prakticky možná žádná komunikace, řidič za jízdy spolujezdce nevidí, ani ho nevnímá. K dokonalému sehrání je zapotřebí mnoho hodin tréninku a absolvování mnoha závodů. Tato etapa trvá běžně i dvě sezóny. Motocykl je totiž značně nestabilní a snadno se převrátí, pokud pohyby spolujezdce neodpovídají očekávání řidiče.



Správné umístění hmotnosti spolujezdce a korekce za letu jsou životně důležité také na skocích. Skoky jsou u mistrovských závodů i čtyřicetimetrové, jedná se o let v beztlákovém stavu po parabolické dráze, při němž při postupném odpoutání se od země může zpožděné přerušení tahu dát soustavě impuls k nežádoucí rotaci. Nerovnosti terénu mohou způsobit i příčné natočení. Chybná souhra pilotů při skocích způsobí naklopení motocyklu nebo jeho přetočení, což při dopadu často končí pádem. Pro oba piloty a zejména pro spolujezdce je tento sport fyzicky nesmírně namáhavý.



Obr. 1.4 Spolujezdec vyvažuje v letu, posádka Čermák-Čermák



2 KONCEPCE SIDECARCROSSOVÝCH MOTOCYKLŮ

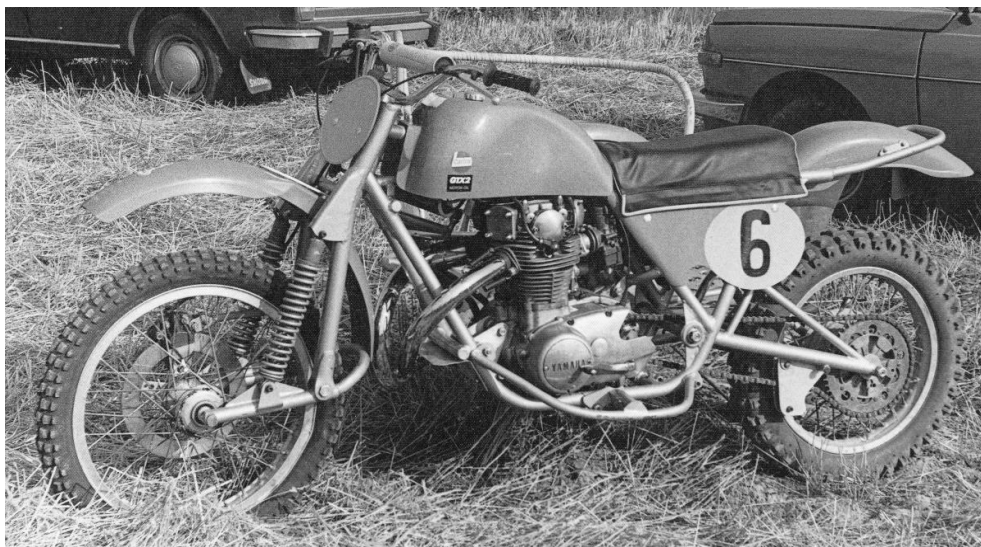
V této kapitole je popsána koncepce současných sidecarcrossových motocyklů, odpovídající předpisům FIM, popsaným výše.[2] Pozornost je věnována těm konstrukčním celkům, které buď vůbec nenajdeme na sólo motokrosových strojích, nebo jsou odlišné. Řada prvků je shodná, nebo je jejich funkce na první pohled jasná a není smyslem této práce je popisovat (kryty, plasty, nádrž, řídítka, brzdy, bezpečnostní prvky, chladiče aj.).

2.1 STRUČNÁ HISTORIE VÝVOJE V ČR

V českých podmínkách mají sidecarcrossové stroje z technického hlediska velmi pestrou a zajímavou historii. Za minulého režimu závodníci neměli přístup k technice ze západu a byli tak nuceni si poradit svépomocí, s tím co bylo k dispozici. Vznikla řada velmi úspěšných motocyklů, které se ve své době dokázaly umísťovat na bodovaných místech na mezinárodních závodech. Předmětem této práce není zabývat se historií, přesto je důležité mít na paměti, že do současného stavu se dospělo postupně během několika desetiletí. Za tu dobu vznikl nespočet konstrukčních řešení, která byla postupně překonána. Při hodnocení současných strojů a vymýšlení novinek je jejich znalost výhodou.

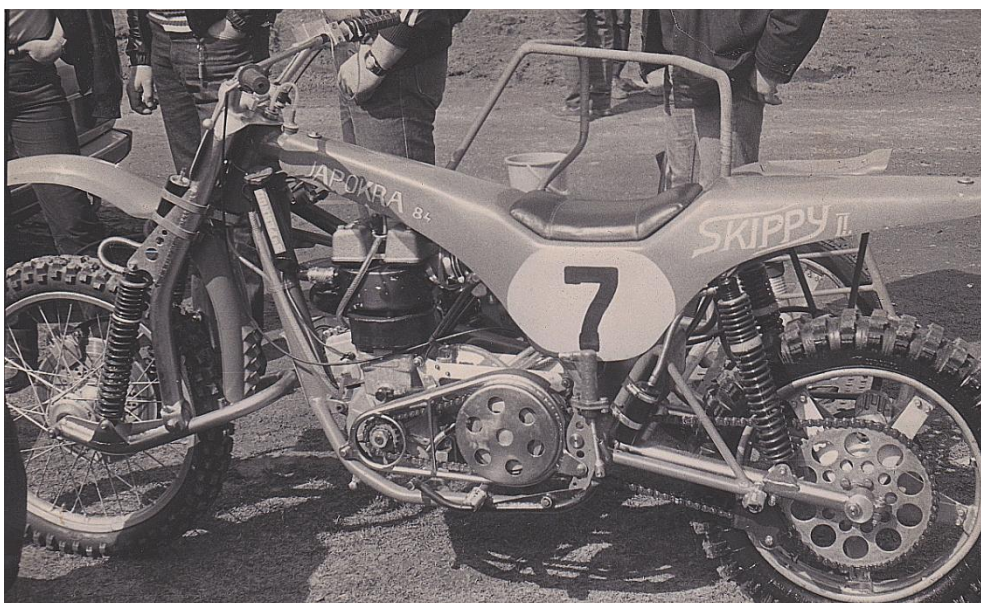
2.1.1 VÝVOJ RÁMU

Jezdci, kteří začali vyrábět rámy používali vlastní fantazii a dalo by se říci, že co rám, to unikát. Většina jezdců použila rám ze sólo motocyklu a k němu přivařili rám sidecaru. To se pak projevilo na jízdních vlastnostech. Ve většině případů takto vyrobený rám při zatáčení doleva (pravostranný sidecar) potřeboval hodně místa a někdy při odkloněném svahu nešlo zatočit vůbec. Také madla pro spolujezdce měla někdy až podivné tvary a prošla vývojem. První větší možnost srovnání se západem se naskytla v roce 1970, při mezinárodním závodě v Přerově, kde statovali jezdci Švýcarska, Belgie, Holandska a Francie. Naši jezdci se tam seznámili s provedením jejich strojů a pilně fotografovali. Podle těchto poznatků si potom na konci sezóny začali vyrábět celé rámy. Zahraniční týmy tehdy používaly výhradně rámy značky WASP.



Obr. 2.1 WASP Yamaha 980

V roce 1971 to bylo ve startovním poli znát, mnoho sidecarů bylo na velmi dobré úrovni. Hodně se laborovalo s konstrukcí přední vidlice. Osa kývačky se zkoušela přesunout dokonce i před osu kola. Nakonec všichni přešli k variantě, která se jezdí dodnes. Také se laborovalo s konstrukcí kyvné vidlice sidecarového kola, s jeho odklonem, sbíhavostí, dokonce byla vyrobena vidlice, která při průjezdu levé zatáčky (pravostranný sidecar) v důsledku většího zatížení kola zvětšila sbíhavost. V následujících letech dále dochází k různým úpravám ve snaze docílit lepších jízdních vlastností, tón vývoje udávali jezdci soustředění v oblastech České Budějovice, Kramolín, Třeboň, Ouběnice, Šumperk, Bučovice. Vývoji rámců, motorů a dalších komponentů velice přispěl Jan Polívka z Kramolína. Vyráběl pro mnoho jezdců kompletní rámy pod názvem JAPOKRA a byl otcem řady zlepšováků.



Obr. 2.2 Japokra Jawa 600 „skippy“



2.1.2 VÝVOJ MOTORŮ

Roku 1970 se jel seriál závodů o pohár ÚMVK Svazarmu ČSR. Na těchto závodech startovali všichni jezdci s motory ESO 500 monoblok a jedna posádka s ČZ 420. Bylo však povoleno startovat s motory o zdvihovém objemu až 750ccm a proto již v roce 1972 většina posádek startovala s motory ESO 600 z plochodrážního motocyklu. Motor byl upraven pro spalování benzínu snížením kompresního poměru, taktéž karburátor byl upraven. Systém ztrátového mazání se přepracoval na uzavřený okruh. Šéfkonstruktor n.p. ESO Divišov Jaroslav Červinka a mechanik Stanislav Dvořák vycházeli jezdciům vstříc a tuto úpravu řadě jezdci 1. výkonnostní třídy připravili.



Obr. 2.3 SOHC ESO 600 s převodovkou Norton

Bylo však nutné připojit převodovku a nejdostupnější možnost byla z motocyklu Norton S2. Ten měl pouze 28koní, a tak i tyto převodovky se upravovaly, resp. její hřídele a kolečka se vyráběly odolnější. V tomto roce byly na startovním roštu k vidění také motory ČZ a Trabant, později také Wartburg, a jeden motor ESO 700 posádky Všetečka-Požár. Z důvodu nedostupnosti kvalitních pístních kroužků, se tato úprava nerozšířila. V zahraničí byl typickým strojem WASP Norton Commando 750. Od roku 1975 stále více jezdci používali dvoutaktní motory a naši Všetečka s Horáčkem se v návaznosti na to s enormním úsilím pustili do ojedinělé konstrukce ČZ 720. Tyto motory měly vyšší výkon než šestistovky z Divišova. Základ motoru byl použit z tehdy vynikajícího motocyklu ČZ 360 (hlavy, válce, ojnice a písty), vše ostatní bylo nutné vyrobit. Ve speciálně odlité kompaktní horizontálně dělené motorové skříni byl uložen slisovaný klikový hřídel, ze kterého byl odebírán výkon řetězem ze středu hřídele. Použity byly karburátory Jikov nebo Bing a v hlavách byly zabudovány dekompresory. Podobnou verzi motoru také vyrobili a používali Polívka a Stratil. Všetečka také vyrobil k tomuto motoru rychlostní skříň vlastní konstrukce. Motory se bohužel potýkaly s problémy, především se spolehlivostí a jezdci opět přešli k osvědčeným motorům z Divišova. Nicméně motory ČZ 720 posloužily za vzor nizozemské firmě EML, která ve spolupráci s tehdejší špičkovým švýcarským pilotem Hansi Bächtoldem vyvinula motor Jumbo 800. Jednalo se o vodou chlazený dvouválcový dvoutakt, kompletně vyrobený pouze



za účelem sidecaccrossových závodů. Posádka Bächtold-Fuß s tímto motorem vyhrála 4 tituly mistra světa v řadě v letech 1984-1987.



Obr. 2.4 EML Jumbo 800, pohled zprava a zleva

V roce 1978 firma ESO Divišov vyvinula motor, který měl v hlavě čtyři ventily a tím i vyšší výkon. Tento motor si rychle našel mezi jezdci oblibu. Pro zlepšení chlazení se nejprve zvětšovala chladicí žebra, později se na válec navařil plášť a předělal se na vodní chlazení. Tato varianta se velmi osvědčila a převládala až do nástupu fabrických dvoutaktních pětistovek Honda, Kawasaki, Maico a KTM koncem 80. let.

2.2 PODVOZEK

Současný sidecaccrossový motocykl je speciální stroj určený výhradně pro závodní účely. Rám tohoto stroje musí být co nejlehčí ale zároveň musí snést velmi vysoké kombinované namáhání, které se odvíjí od mnoha faktorů. Stroj má hmotnost 180-190kg, k tomu je nutné připočítat váhu posádky. Závody se jezdí na běžných motokrosových tratích (podmínkou je pouze minimální šířka tratě 4m), dosahuje se průměrných rychlostí až 60km/h. Jezdí se tedy prakticky stejně rychle jako na sólo motocyklech. Zejména při dopadech na velkých skocích, na příčných nerovnostech ve vysokých rychlostech a při průjezdu zatáčkami smykem je na rám motocyklu vyvíjeno enormní zatížení. Celý stroj také musí kromě rázů, způsobených vlastní jízdou, přežít kolize s ostatními stroji, kameny a překážkami na trati. V neposlední řadě také musí odolávat abrazivnímu a korosivnímu působení materiálů povrchu trati, což se nejvíc projevuje na písčitých nebo rozbahněných tratích.



Obr. 2.5 Jízda v písčité trati

Všechny díly šasí jsou proto z vysokopevnostní chrommolybdenové oceli, s povrchovou úpravou. Značně rozšířenou povrchovou úpravou a z hlediska životnosti nejvíce osvědčenou, je chromování. Zvýší se tvrdost povrchu, mechanická odolnost a vznikne účinná a trvanlivá antikorozi ochrana a také výborný estetický dojem. Druhou možností je povrchová úprava komaxitem. Komaxit je práškový plast, který se nanáší elektrostaticky na kovový povrch. Oproti chromování má horší mechanickou odolnost proti abrazivnímu opotřebení, jeho výhodou je však nižší cena a možnost různobarevného provedení. Častým kompromisem je pak rám ošetřený komaxitem a přední a zadní vidlice chromované. Příklady těchto úprav jsou patrné na obrázcích napříč touto prací.

2.2.1 GEOMETRIE

Od geometrie podvozku se odvíjí jízdní vlastnosti stroje. Cílem je takové uspořádání, se kterým lze dosáhnout nejrychlejšího času na trati. To však klade na konstrukci řadu protichůdných požadavků. Každá malá změna parametru může zlepšit chování stroje v konkrétní situaci, ale zpravidla zhorší chování v situaci jiné. Do současného stavu se došlo postupným vývojem během řady desetiletí, metodou pokus-omyl z původních sólo motocyklů, ke kterým se přivářil vozík až po dnešní, citlivě vyladěné podvozky. Rozměry stroje jsou prakticky omezeny pouze boční vzdáleností kola sidecaru od motocyklu. Zdálo-by se tedy, že je zde mnoho možností jak vyřešit jeho geometrii. Přesto, když porovnáme základní rozměry podvozků jednotlivých výrobců, zjistíme, že jsou téměř shodné.



Tab. 1 Základní rozměry šasí různých značek

Značka výrobce	Rozvor [cm]	Rozchod [cm]	Světlost [cm]	Délka stopy [cm]
WSP	173	110	28	10
VMC	174	110	28	10
BSU	173,5	110	29	9,5
EML	179	110	27	10,5

Případné malé rozdíly jsou prováděny přímo podle požadavků jezdce, s některými možnostmi nastavení se počítá už při výrobě a lze je mírně měnit (světlost, rozvor, sbíhavost kola sidecaru, řídítka, madla, aj.)

2.2.2 RÁM

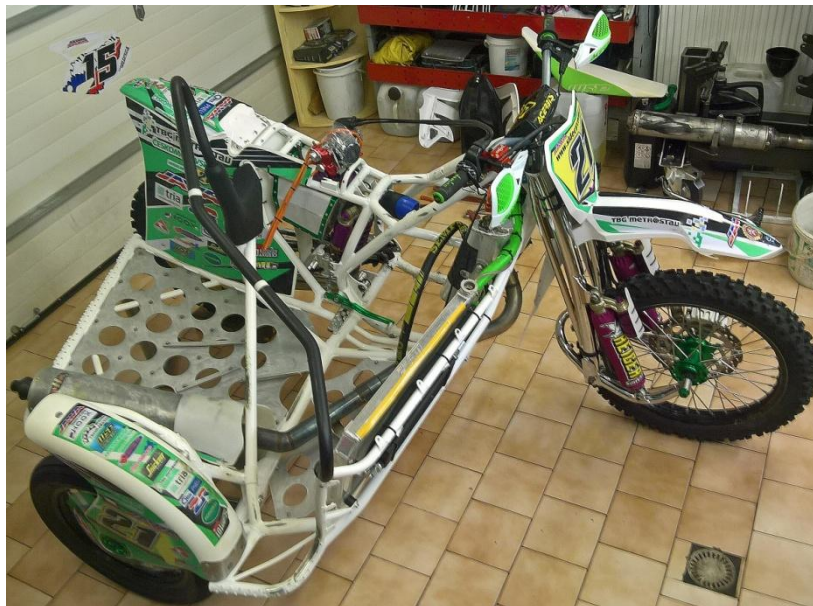


Obr. 2.6 Rám značky WSP model 2016, tým Černý

Rám motocyklu je typu delta-box a společně se sidecarem tvoří nedělitelný celek. Rámy jsou pečlivě svařeny z vhodně tvarovaných trubek kruhového průřezu, v případě předních a zadních vidlic je však průřez často zploštělý (oválný, příp. eliptický) pro dosažení vyšší tuhosti ve směru největšího zatížení. Již tradičně se používá chrommolybdenová ocel značky EN 18CrMo4 (ČSN 15 124), pro její výborné mechanické vlastnosti, obrobiteľnost a svařitelnost. Původně se svařovaly metodou MMA, nebo autogenem, sváry však byly náchylné k praskání. Některé posádky proto pro spojení úspěšně používaly letování mosazí. Jedna z výhod byla, že při vzniku trhliny ve spoji bylo možné ji snadno plnohodnotně opravit. V obou případech bylo hlavní nevýhodou rozsáhlé teplotní ovlivnění základního materiálu. V současnosti se rámy svařují ručně na přesných kopytech, ale metodou MIG/MAG, pulsním



obloukem. Teplotní ovlivnění základního materiálu kolem sváru je tak oproti starším metodám značně zredukováno. Přestože tato metoda značně zlepšila kvalitu svarů, potažmo spolehlivost ráků, stále je výrazně ovlivněna zkušenostmi a umem svářeče. Ráky proto vyrábí specializované firmy, jako nizozemská WSP, belgicko-nizozemská VMC Hocob, či německá firma MEFO s výrobou v České republice. Přes veškerý technický pokrok je však nový rám při plném využití špičkovými jezdci po sezóně prakticky na odpis.



Obr. 2.7 WSP 2016, pohled na sidecar, tým Černý

2.2.3 KOLA, ZAVĚŠENÍ KOL, VIDLICE

Na kola sidecarcrossového speciálu působí oproti sólo motocyklu větší síly, dané větší hmotností, výkonem a také značné boční síly při průjezdu zatáčkami. Při použití kol ze sólo motocyklu by snadno došlo k deformaci ráků, zničení výpletu nebo svlečení pneumatiky. Experimentovalo se s loukoťovými koly, ale brzy se od nich upustilo, protože při jejich použití praskaly ráky. Kolo s výpletem totiž mírně pruží a pohltí tak část energie z ráků, které se s loukoťovými koly přenášely přímo na rám. Používají se proto kola klasické konstrukce, ale jak ráky, výplet tak i středy jsou oproti sólo motocyklům zesílené. Středy kol jsou proti sólo motocyklům upraveny pro dosažení větší tuhosti uložení, nejčastěji posádky volí výrobky firem Haan nebo Tallon. Jsou použita větší ložiska, která umožňují nalisování rozpěrek s osazením, kterými teprve prochází hřídel. Dále hrozí zvýšené riziko svlečení pneumatiky z ráků vlivem bočních sil, nebo utržení ventilku, které nastane když se pneumatika při prudkém brzdění nebo akceleraci pootočí na ráku. Oběma poruchám se zabránuje montáží přidržovačů pneumatik, lidově přezdívaných haltrgumy. Případně se zboku do ráků nýtují drobné hřebíky, které se zapíchnou do patky pneumatiky a pomáhají ji držet na místě. Tyto metody se používají na předním a zadním kole, na kole sidecaru, které není brzděné, ani hnané nejsou potřeba a zbytečně by zvyšovaly hmotnost neodpružených hmot. Duše kol se vyrábějí s tloušťkou stěny až 4mm, přesto k jejich proražení dochází. Zvlášť na tvrdých kamenitých tratích proto některé posádky nahrazují duši pěnovou náhradou Mousse.



Pneumatika se pak jeví jako by byla podhuštěná, má lepší trakci, ale nemůže dojít k průrazu. Nevýhodami jsou vyšší cena, nemožnost ovlivnit tvrdost pneumatiky a omezená životnost. Z těchto důvodů se proto stále běžně používá pneumatik s duší. Rozměry kol jsou téměř vždy 16“ sidecarové, 18“ zadní, 20/21“přední. Volba vzorku, šíře a tvrdosti směsi pneumatik se řídí stejnými pravidly jako u sólo motocyklů. U kola sidecaru se používá zesílená pneumatika se silničním vzorem.

PŘEDNÍ VIDLICE

Z důvodů výskytu značných bočních sil se nepoužívají klasické teleskopické vidlice, ale vidlice kyvné. Tento typ vidlice se v současnosti používá pouze u sidecarcrossových motocyklů, byť se s ním experimentovalo u sólo motocyklů terénních i silničních. Při propružení teleskopické vidlice se zkracuje stopa předního kola a rozvor, zatímco u kyvné vidlice se rozvor téměř nemění a stopa se zkracuje méně. U sidecarcrossu se ale plně využije jiná výhoda této konstrukce, a to vysoká torzní tuhost. Teleskopická vidlice má tuhost podstatně menší a vlivem sil působících na přední kolo se zkroutí a motocykl je špatně ovladatelný. Řada týmů a firem, naposledy firma MEFO, zkoušela osadit některé sidecary zesílenými USD (upside-down) vidlicemi motokrosového typu, ale nakonec od tohoto řešení upustili. Na rovných úsecích bylo možné si dovolit větší rychlost, ale v zatáčkách měl motocykl špatnou ovladatelnost. Celkově to byl krok zpět, navíc vidlice bylo nutné po každém závodě nákladně repasovat. Typická přední vidlice sidecarcrossového motocyklu je na obr. 2.8



Obr. 2.8 Přední kyvná vidlice VMC 2005

Vidlice je v krku uložena v kuličkových ložiskách. Kývačka je uložena na jehlových ložiskách a je možno ji namontovat do dvou poloh. Na obrázku je namontována v poloze pro tvrdé trati, druhá poloha se používá na písčitých tratích, zvětší se světlost motocyklu.



ZADNÍ KYVNÁ VIDLICE

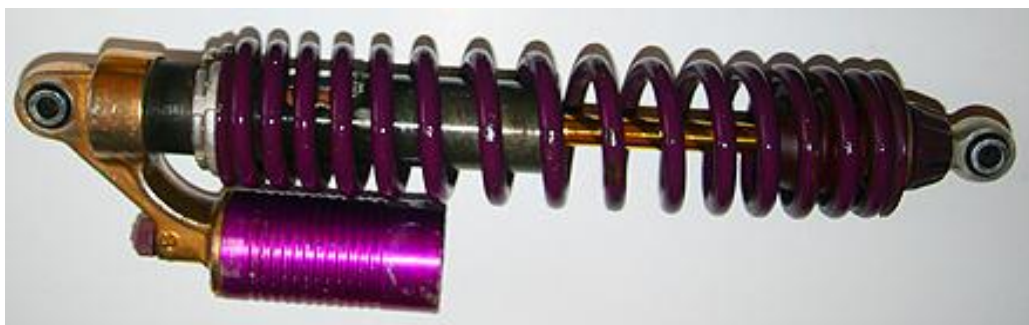
Zadní vidlice je koncepcí shodná s vidlicemi na sólo terénních motocyklech, ale má některé konstrukční odlišnosti. Je delší, protože stroj musí mít kvůli jízdním vlastnostem větší rozvor, a tak musí být podstatně pevnější a tužší. Tím je dána volba materiálu, lehké slitiny používané pro kývačky sólo motocyklů se dosud neosvědčily. Kývačka je uložena na dvou dvojicích jehlových ložisek.

KYVNÁ VIDLICE SIDECARU

Kolo sidecaru je uloženo jednostranně na krátké kyvné vidlici. Vidlice je uložena na jehlových ložiskách ve speciálním uchycení, umožňujícím v malém rozsahu seřízení sbíhavosti a příklonu kola. Oba parametry mají velký vliv na jízdní vlastnosti, posádka má možnost je přizpůsobit svému jízdnímu stylu.

2.2.4 SYSTÉM ODPRUŽENÍ A TLUMENÍ

Na všech moderních sidecarcrossových strojích odpružení a tlumení řešeno pomocí samostatných pružících a tlumících jednotek, na všech třech kolech. Na přední vidlici se používají dvě paralelní jednotky. Zadní vidlice je odpružena jednou centrální jednotkou, která je k ní připojena přes systém přepákování typu Pro-link, který zajišťuje progresivitu. Oproti sólo motocyklům je přepákování mohutnější, ale vyrábí se také z lehkých slitin. Kolo sidecaru je odpruženo jednou jednotkou, v současnosti bez přepákování. Od toho se v tomto případě upustilo, jelikož jízdní vlastnosti nebyly výrazně lepší a sidecar se tím komplikoval a prodražoval.



Obr. 2.9 Tlumič Reiger

Nejčastějším dodavatelem a světovou špičkou je nizozemská firma Reiger, která tyto jednotky vyrábí pro celou škálu motoristických disciplín. Nebo také rakouská firma WP, příp. nizozemská TFX a jiné. Ve všech případech jsou tyto jednotky principiálně stejné, jde o uzavřený pneumaticko-hydraulický tlumič s expanzní nádobkou, kde je pracovní kapalina (tlumičový olej) oddělená od pracovního inertního plynu (nejčastěji dusík) membránou a udržována pod tlakem. Tento systém se používá již řadu let v motokrose a dalších disciplínách. Je možné seřizovat tlumící účinek jak pro stlačování, tak pro roztahování tlumiče, škrcením průtoku oleje kolem pracovního pístu a do expanzní nádobky. Sílu pružiny



lze regulovat jejím předepnutím. Firma Reiger do svých jednotek nejvyšší řady pro sidearcross zakomponovala řadu nejmodernějších technologií, zlepšujících jízdní vlastnosti, zejména vlastnosti, ovlivňující chování přední vidlice. A to technologii HDP (Hydraulic Double Piston), která nahrazuje progresivitu přepákování, RCV (Rebound Control Valve), zlepšující trakci automatickou regulací útlumu a ICS (Intelligent Compression System), automaticky přizpůsobující odpor tlumiče. Jezdec v praxi nastaví úroveň tlumení jako na běžném tlumiči, ale tlumič se za jízdy automaticky přizpůsobuje, v rámci možností, daných jeho konstrukcí.[4]



Obr. 2.10 Seřizovatelný tlumič řízení

Nezvyklým prvkem je účinný tlumič řízení, který je pro rychlou jízdu zcela nezbytný. U silničních motocyklů se používá jen zřídka a to především u supersportovních strojů, které dosahují vysokých rychlostí a zároveň mají relativně krátkou stopu pro dobrou ovladatelnost. Tyto tlumiče nekladou velký odpor a slouží k zamezení nebezpečného rozkmitání řídítek, ke kterému může dojít při brždění, nebo zrychlování. V extrémním případě dochází k tzv. pantování, kdy se řídítka prudce rozkmitají z dorazu na doraz, nezkušený řidič se snaží silou řídítka uklidnit čímž situaci zhorší a může nastat pád. U sidearcrossového stroje je stopa předního kola také relativně krátká, navíc při prudké změně směru se okamžitě přenáší boční síly do řízení. V praxi by bez tlumiče řízení při najetí např. na kámen mohlo dojít k nezvládnutelnému vybočení řízení a okamžitému pádu. Proto se montují tlumiče které kladou značný odpor a této situaci zabraňují. Sílu útlumu lze seřadit podle potřeby řidiče. Velký útlum znamená větší pohodlí při přímé jízdě, při každém zatočení však řidič musí překonat jeho odpor a unavuje se. Takže opět něco za něco.

2.3 MOTOR

Nejčastěji používané motory jsou dnes kompaktní, jednoduché a výkonné, vodou chlazené jednoválcové dvoutakty o objemech 650-750ccm. Tyto motory nemají uplatnění v žádné další motoristické disciplíně, mají nevhodnou kubaturu, ani si nelze představit jejich použití pro silniční provoz, jelikož by nesplnily zákonné emisní limity. Jejich výrobci se tedy specializují pouze na sidearcross a od poloviny devadesátých let motory tohoto typu v tomto sportě dominují. Dle počtu těchto motorů v seriálu mistovství světa je bezesporu na prvním místě německá firma Zabel, a na druhém rakouská firma Mega (dříve MTR, MTH). O prosazení



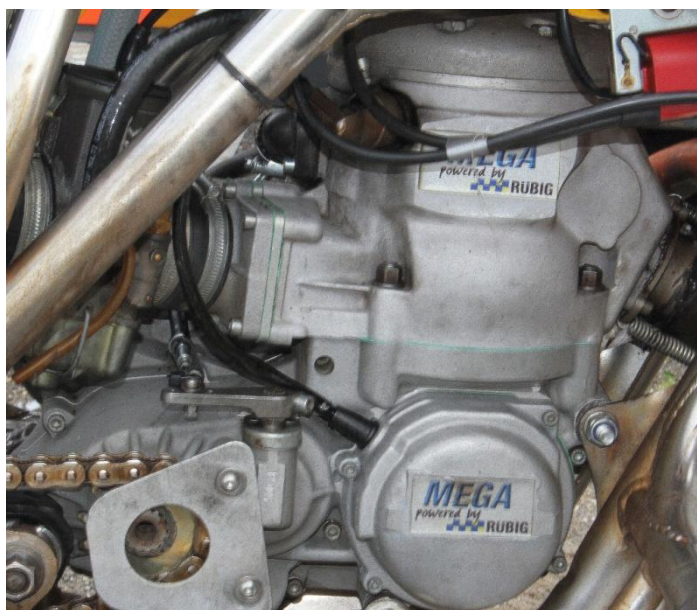
čtyřtaktů se snaží některé týmy, které většinou upravují sériové jednoválcové čtyřtakty značky KTM (Husqarna, Husaberg). Tyto pokusy, ač jsou v posledních letech často úspěšné, se zatím nedočkaly širšího nasazení. Nejdou totiž jednoduše koupit hotové, dotyčné týmy si je upravují samy a tyto úpravy jsou velice nákladné. Jako reprezentativní vzor současné koncepce lze tedy stále považovat jednoválcové dvoutakty.



Obr. 2.11 Zabel ZM27, 700ccm

2.3.1 STRUČNÁ HISTORIE MOTORŮ ZABEL, MEGA

Obě dvě firmy, Zabel i MTH mají počátky v 90. letech, kdy světu motokrosu stále a neochvějně vládly dvoutakty. V sidearcrossu nebyla zpočátku situace zcela jednoznačná, prakticky od počátků tohoto sportu se v něm prosazovaly mohutné čtyřtakty, ke konci jejich éry to byly např. litrové dvouválce Yamaha s výkonem přes 100 koní. Začátkem konce jejich éry byl vznik motorů Honda CR 500, Kawasaki KX 500, KTM 500 a Maico 500. Tyto motory sice nebyly tak výkonné (přibližně 65koní), ale zároveň měly nesrovnatelně menší hmotnost. Tím se celková ovladatelnost stroje zlepšila natolik, že bylo jasné, kam povane vítr. Firma Zabel je duševním pokračováním známého výrobce motokrosového motocyklů Maico, který zavřel své brány roku 1986. Zabel od té doby postupně zvyšoval obsah motorů z 500ccm a do konce 90. let přesáhl 700ccm. Zároveň přepracoval motor na vodní chlazení, zlepšil průběh točivého momentu, zavedl hydraulicky ovládanou spojku aj. V současnosti jsou tyto motory již léty osvědčené a nasbíraly řadu mistrovských titulů. Firma Mega také postavila svůj úspěch na základu úspěšného motoru 90.let a to sice KTM 500. Nejdříve vyráběla větší válec a upravovala klikový hřídel a kartery pro větší zdvih pod značkou MTH. Později začala vyrábět kartery i klikové hřídele vlastní a nakonec i veškeré komponenty. Motory také postupně dosáhly kubatury přes 700ccm a získaly řadu cenných titulů. Oba motory tak poměrně rychle vytlačily sériové, amatérsky upravované motory Honda CR 500, Kawasaki KX 500, KTM 500, kterým jejich majitelé různými způsoby zvětšovali objem.



Obr. 2.12 motor MEGA 700ccm

2.3.2 POPIS MOTORŮ ZABEL, MEGA

Oba motory jsou si koncepcí velmi podobné, jde o mírně podčtvercové, jednoválcové, vodou chlazené dvoutakty se zdvihovým objemem 700ccm. Mazány jsou směsí benzínu s olejem. Spojka běží ve společné olejové lázni s 4-stupňovou převodovkou. Pro startování jsou motory pouze startovací pákou, pro usnadnění startu je ve válci ručně ovládaný dekompresor. Oba motory se osazují karburátory Bing typ 55 a sání je realizováno přes klapkové membrány. Zabel ovšem od roku 1997 vyrábí své motory se sáním přímo do prostoru klikové skříně. Motor MEGA má možnost montáže výfukové přívěry, většina týmů však volí variantu bez ní. Písty jsou kované, válce z lehkých slitin potažené nikasilem. Motory Mega mají rozměrově mohutnější spojku ovládanou mechanicky a silnější a spolehlivější převodová kolečka. Následující tabulka porovnává základní technické údaje obou motorů.

Tab. 2 Základní technické údaje motorů Zabel [5], Mega [6]

	Zabel ZM-29	Mega SC02	Jednotky
Vrtání/Zdvih	100/89	100/89	mm
Zdvihový objem	699	699	Ccm
Výkon	82,1	82,5	PS
Palivo	Bezolovnatý 98 oktanů	Bezolovnatý 98 oktanů	-
Hmotnost	32,5	33	Kg
Zapalování	PVL dvojité analogové	Programovatelné typ 650 Fire	-
Spojka	Lamelová, mokrá, ovládaná hydraulicky	Lamelová, mokrá, ovládaná mechanicky	-



Po zásahu zkušeného ladiče tyto motory dosahují výkonu přes 90 koní. Životnost je potom stejně jako v sólo motokrose velice malá a přední světové posádky na každou rozjíždku dávají pro jistotu čerstvý motor. Nejvíce trpí píst s kroužky, ojnice a ojnicí a hlavní kliková ložiska. Sériové motory v rukou začínajícího jezdce mohou vydržet i celou sezónu, vše záleží na zátěži a počtu motohodin a nelze tak zcela přesně určit intervaly výměny pro všechny případy. Například udávaná životnost pístu pro závody mistrovství světa je 7mth, ale může to být víc i méně. U výkonných dvoutaktních motorů se nedá spolehnout na výměnu dílů podle chování a zvuku motoru, tyto motory si zpravidla svůj výkon udrží a ve chvíli, kdy selžou, dojde k závažné havárii. Dojde například k přetržení ojnice a proražení karterů. Karburátor Bing 55 je klasický motocyklový karburátor s plovákovou komorou dole, hlavní a volnoběžnou tryskou, šoupátkem s kruhovým průřezem a jehlou. Pro největší výkon je nutné měnit tyto parametry podle atmosférických podmínek v daný den na daném místě závodu. Podmínky se můžou zcela měnit i během dne a pro správně seřízení je zásadní zkušenost mechanika. Čtyřtaktní motory se vstřikováním mají v tomto ohledu výhodu, kdy se různá nastavení vstřikovacích map pohodlně nastaví pomocí počítače.



3 NETRADIČNÍ KONCEPCE

Historie tohoto sportu je přímo protkána mnoha ojedinělými koncepcemi, které se z různých důvodů neujaly. V této kapitole jsou však představena pouze současná ojedinělá konstrukční řešení, nebo taková, která se objevila nedávno.

3.1 YAMAHA 450

Zajímavým zpestřením sezóny 2016 je pokus nizozemského týmu Bax, obhájce titulu mistra světa roku 2015. Ve snaze uspořit hmotnost postavili svůj stroj na základě sólo motocyklu Yamaha YZF-450. Rám z hliníkové slitiny je nahrazen konstrukcí pro sidecar z chrommolybdenových trubek. Stroj má ve srovnání s konkurencí o 17cm kratší rozvor, je o 8cm užší a o 50kg lehčí. Z technického hlediska je však nejzajímavější úprava přední vidlice.



Obr. 3.1 Upravená USD vidlice týmu Bax

Aby vyřešili problém s nízkou torzní tuhostí USD teleskopických vidlic, rozhodli se propojit kluzáky obručí, téměř shodnou s kývačkou běžně používané přední vidlice. Tuto obruč uložili na jehlová ložiska, v místech, kudy původně procházela hřídel kola. V oblouku vidlice jsou na kulových kloubech uchyceny záchyty reakce. Výsledkem je unikátní systém zavěšení předního kola, který teoreticky kombinuje výhody kyvné a teleskopické vidlice. A to sice tuhost kyvné vidlice s úsporou hmotnosti a tlumícími schopnostmi vidlice teleskopické. Při stlačení vidlice koná kolo složený pohyb po přímce a po kružnici. Výsledkem je geometrie, při které se oproti teleskopické vidlici při jejím stlačení méně zkracuje stopa předního kola, ale o něco více se zmenšuje rozvor kol motocyklu. Pro počáteční problémy v prvních několika závodech byl tento projekt prozatím odložen. [7]



3.2 PROTOTYP MEFO

Firma MEFO v sezóně 2016 testuje nový prototyp sidecaru, který má přední i zadní vidlice z lehkých hliníkových slitin a řízené sidecarové kolo. Tyto úpravy z něj dělají předmět velkého zájmu a očekávání, zda se osvědčí v závodním nasazení. V minulosti byly učiněny pokusy o výrobu zadních vidlic z lehkých slitin hliníku, ale neuspěly. Žádná firma dosud z tohoto materiálu nezkoušela vyrobit přední vidlici. Obě vidlice mají dohromady oproti chrommolybdenovým o 8kg menší hmotnost.



Obr. 3.2 Hliníková přední vidlice MEFO

Uložení sidecarového kola je zcela přepracováno. Je podobné přední nápravě na závodních čtyřkolkách – quadech. Natočení předního kola se pomocí hydrauliky přenáší na natočení kola sidecaru. Kolo sidecaru je loukoťové.



Obr. 3.3 Zavěšení kola sidecaru MEFO

Další úpravou je odsazení předního kola o 70mm vlevo mimo střed motocyklu, za účelem dosažení vhodných jízdních vlastností při průjezdu zatáčkami s řízeným kolem sidecaru. Řidítka jsou uchycena v ose motocyklu na jeho rám, pohyb řidítek se přenáší na vidlici paralelogramem. Toto uspořádání v kombinaci s hydraulickým řízením kola sidecaru umožňuje jízdu bez tlumiče řízení.



Obr. 3.4 Paralelogram řízení prototyp MEFO

Přestože je tento prototyp ve svém vývoji na relativním začátku, bylo s ním na trati dosaženo slibných výsledků. Chování stroje v zatáčkách umožňuje jejich rychlejší průjezd. Nevýhodou je však značně větší fyzická zátěž spolujezdce. Tato odvážná koncepce je zajímavá o to více, že pochází z hlav a rukou lidí z České republiky, je ovšem otázkou zda-li se osvědčí v plném závodním nasazení.



3.3 MOTORY JAWA

Velice zajímavou a odlišnou koncepcí jsou čistě české, čtyřtaktní motory JAWA. V roce 2003 v Jawě Divišov začali vyrábět jednoválcový čtyřtakt, s čtyřventilovým rozvodem DOHC o zdvihovém objemu 625ccm. Pro jeho nasazení do sidearcrossového motocyklu se rozhodl tým Černých, který od divišovské továrny odkoupil veškerou výrobu a na vývoji nepřetržitě pracuje dál, pod značkou AMS JAWA. Během dalších let byly postupně přepracovány při zachování celkové koncepce všechny součásti motoru. Motory byly použity Černými i dalšími týmy u nás i v zahraničí a v konkurenci týmů na mistrovství světa dokázaly pravidelně bodovat. Dále našly také uplatnění v motocyklech supermono a ve čtyřkolkách. Silnou stránkou těchto motorů je jejich vysoká životnost. Při použití v mistrovství světa je první servisní prohlídka předepsána po 15-20mh, kdy se zpravidla mění pouze ložiska a gufera.



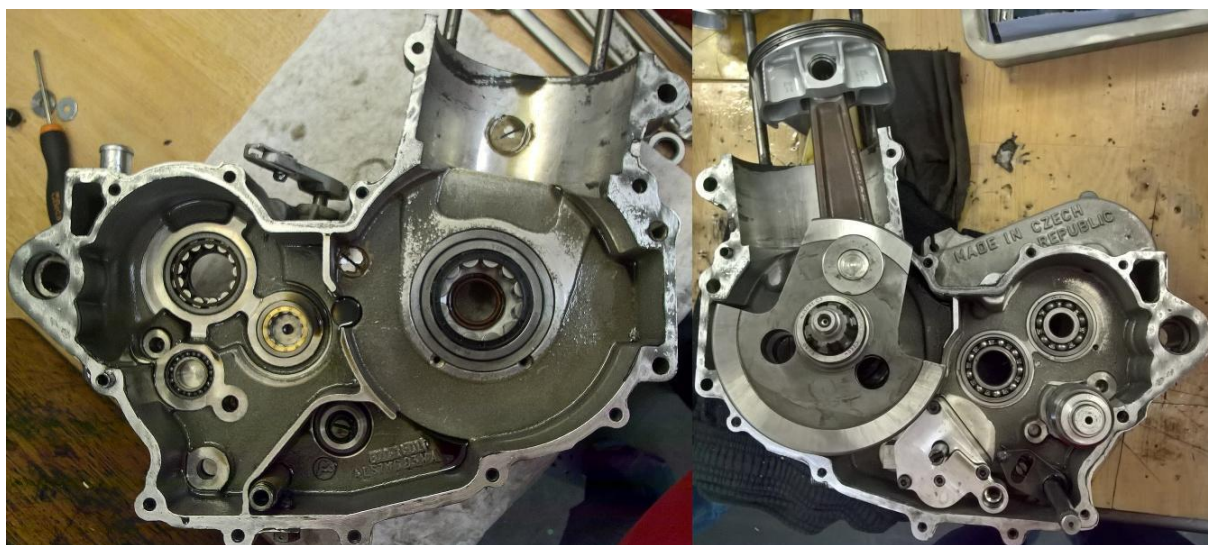
Obr. 3.5 Motor Jawa 710 typ 870



Tab.2 Základní technické údaje motorů AMS JAWA [8]

	JAWA 625	JAWA 710
Vrtání/Zdvih	94/90 mm	100/90
Zdvihový objem	625 ccm	707 ccm
Výkon	55kW/8000 min ⁻¹	60kW/8000 min ⁻¹
Palivo	Bezolovnatý 98 oktanů	Bezolovnatý 98 oktanů
Kompresní poměr	11,2:1	11,2:1
Olej	10W40 polosyntetický	10W40 polosyntetický
Převodovka	3 nebo 4-stupňová	3 nebo 4-stupňová
Hmotnost	37 kg	37 kg
Zapalování	CDI	CDI

Většina dílů je vyráběna speciálně pro JAWU, nejsou tedy převzaty z žádného jiného motoru. Pohled na rozpuštěné kartery nejnovějšího modelu odhalí základní stavbu motoru.



Obr. 3.6 Jawa 710 kartery

Kartery jsou odlity z lehké hliníkové slitiny, jejich stěny jsou poněkud silnější, než je běžné, což přispívá k dlouhodobé životnosti. Lisovaný klikový mechanismus, v nejnovějším provedení bez vyvažovacího hřídele je uložen na válečkových ložiskách, toto provedení umožňuje snadné pŕůlení motoru. Ložiska samotná jsou zalisována ve výměnných pouzdrech, což prodlužuje životnost karterů. Ojnice je uložena na jehlových ložiskách. Olejová náplň je společná s převodovkou, spojka je mokrá, mazání klikovky, válce a pístu zajišťuje zubové čerpadlo na společném hřídeli s čerpadlem vodním. Na kritická místa motoru a do hlavy válce je olej pod tlakem přiváděn vrtanými kanály a dávkován tryskami. Převodovka a spojka je mazána broděním. Tříhřídelová čtyřstupňová převodovka s předlohovým hřídelem je ovládána mechanicky, uložena je na valivých ložiskách. Povrch válce je potažen nikasilem,



kovaný píst má dva kompresní kroužky a jeden stírací. DOHC rozvod v hlavě válce ovládá čtyři ventily, poháněn je válečkovým řetězem od klikového hřídele. Vůle ventilů se seřizuje přesnými kalenými podložkami pod hrníčky. Časování rozvodů je přesně nastavitelné vzájemným potočením ozubených kol, za pomoci úhlového kola a hodinek.



Obr. 3.7 Váčkové hřídele s uložením Jawa 710

Váčkové hřídele jsou uloženy v půlených kluzných ložiskách, která lze kompletně vyměnit. Součástí výfukového váčkového hřídele je dekompressor, usnadňující startování. To je realizováno nožní pákou. Plnění motoru zajišťuje karburátor Keihin s průměrem difuzoru 41mm. V současnosti se připravuje nahrazení karburátoru vstřikováním, takto vylepšený motor se připravuje testovat v prototypu MEFO popsáným výše.



ZÁVĚR

Na základě shromážděných podkladů byl v této práci zpracován přehled koncepcí motorů i podvozků sidearcrossových motocyklů, popsána jejich konstrukční řešení, včetně okolností, za kterých tato řešení vznikala. Práce také obsahuje popis ojedinělých, odlišných konstrukčních řešení a hodnocení jejich technických parametrů. Nejběžnější koncepcí těchto strojů je motocyklový rám delta-box, nedělitelně spojený se sajdkárem, přenos výkonu je realizován zadním kolem, změna směru jízdy vybočením přední vilice. Co se týče motorů, nejběžnější koncepcí je benzínový, vodou chlazený jednoválcový dvoutakt o objemu 700ccm. Příkladem ojedinělých koncepcí jsou prototypy strojů firmy MEFO a týmu Bax, které čekají na svůj úspěch. Zástupcem odlišných řešení mezi motory je obdivuhodná koncepce českého AMS JAWA 710, čekající také na širší uplatnění. Jsem přesvědčen, že moje práce splnila zadaný úkol v uspokojivém rozsahu.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Řády Svazu motokrosu – Příloha N033 NSŘ sajdkár a čtyřkolek. *Řády svazu motokrosu – Autoklub České republiky*. [online]. 31.3.2016 [cit. 2016-05-23]. Dokument ve formátu PDF Dostupné z: <http://www.autoklub.cz/dokument/9989-rady-svazu-motokrosu-priloha-n033-nsr-sajdkar-a-ctyrkolek.html>
- [2] Règlements Techniques Motocross 2016. *Regulations and documents: FIM Website*. [online]. [2016] [cit. 2016-05-23]. Dokument ve formátu PDF Dostupné z: http://www.fim-live.com/en/library/download/57586/no_cache/1/
- [3] 2016 FIM Junior Motocross World Championship Regulations – FIM Sidecar Motocross World Championship Appendix. *Regulations and documents: FIM Website*. [online]. [2016] [cit. 2016-05-23]. Dokument ve formátu PDF Dostupné z: http://www.fim-live.com/en/library/download/57357/no_cache/1/
- [4] www.reigersuspension.com/wordpress/English. *Schock absorber*. [online]. [2016] [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://reigersuspension.com/wordpress/English/sidecar2/shockabsorber1/>
- [5] Technische-Daten ZABEL-Motor 2010-2011. *ZABEL-Motor 2010-2011 – MX Zabel, Motoren & Racing*. [online]. © 2010-2011 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://zabel-racing.de/files/seiteninhalt/motoren/zm29-2010-2011.pdf>
- [6] RÜBIG Mega Motor – MTH Motor. *RÜBIG MEGA-ENGINE*. [online]. © 2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://mega-engine.com/index.cfm?seite=motor-engine&sprache=DE>
- [7] Sidecarteam Bax slaat andere weg in. *Sidecar Team Bax*. [online]. 15.3.2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.sidecarteambax.nl/2016/03/15/sidecarteam-bax-slaat-andere-weg-in/>
- [8] MOTOR JAWA – technická data. *Prodej a servis závodních motorů JAWA Typ 870*. [online]. © 2005-2013 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://www.ams-jawa.cz/cz/motor.aspx>