

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Provoz závodního vozu

Diplomová práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Hromádko

Autor: Vladimír Mandík

PRAHA 2016

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou/bakalářskou práci na téma: Provoz závodního vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V dne

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce, panu Ing. Janu Hromádkovi, Ph.D. za odborné vedení a velmi cenné rady poskytnuté při vypracování této práce.

Abstrakt a klíčová slova

Provoz závodního vozu Škoda Fabia RS

Abstrakt: Tato diplomová práce pojednává o podmínkách a požadavcích, které je nutné splnit pro provoz závodního vozu. Jsou zde shrnuty důležité předpisy českého rally mistrovství, kterými se závodník musí řídit. Dále práce obsahuje technický popis elementů, na kterých je možné provést nastavení. K tomu je zde rozebrán samotný způsob nastavení jednotlivých komponent a vliv změny nastavení na jejich funkci. Nakonec je rozebrán souběh nutných operací, daných do vhodného sledu pro co nejlepší a nejrychlejší nastavení soutěžního vozu.

Klíčová slova: homologace závodního vozu, údržba vozidla, provozní náklady

Abstract: This thesis deals about the conditions and requirements that must be apply for the operation of the car. It summarizes the important technical regulations of the czech rally championship, wich the adjustments be made. For thir purpouse is analyzed a way of setting individual components and the effect of setting changes to the function. Finally, it is necessary the overlapping operations, given in an appropriate sequence for the best and quickest setting of rally car.

Keywords: homologation of a racing car, vehicle maintenance, operating costs

Obsah

1	Úvod	1
2	Standartní propozice rally FAS AČR	2
2.1	Všeobecné zásady	2
2.1.1	Obecné podmínky	2
2.1.2	Zvláštní ustanovení	2
2.1.3	Začátek rally	2
2.1.4	Posádka	3
2.1.5	Konec rally	3
2.1.6	Etapa	3
2.1.7	Uzavřené parkoviště	3
2.1.8	Zakázaný servis	4
2.1.9	Seznamovací jízdy	4
2.1.10	Přeskupení	4
2.1.11	Traťový úsek	5
2.1.12	Servis	5
2.1.13	Super rychlostní zkouška	5
2.1.14	Jízdní výkaz	5
2.1.15	Technická zóna	5
2.1.16	Homologační listy	6
2.2	Činovníci soutěže	6
2.2.1	Sportovní komisaři	6
2.2.2	Činovník pro styk se soutěžícími	6
2.2.3	Hlavní činovníci RZ	6
2.3	Povolené vozy	7
2.3.1	Hlučnost vozidel	7
2.3.2	Katalyzátory	7

2.3.3	Pneumatiky	7
2.4	Označení vozů	8
2.4.1	Startovní čísla a reklama	8
2.4.2	Panely na předních dveřích.....	8
2.4.3	Značení na oknech.....	8
2.4.4	Volitelná reklama	8
2.5	Způsob jízdy.....	8
2.5.1	Obecná pravidla	8
2.5.2	Nadměrná rychlost při rally.....	9
2.6	Přihlášky	9
2.6.1	Podání přihlášek	9
2.6.2	Přihlašovací vklady	9
2.7	Seznamovací jízdy	9
2.7.1	Obecné požadavky	9
2.7.2	Pneumatiky	10
2.7.3	Omezení	10
2.7.4	Průběh seznamovacích jízd	10
2.8	Technické kontroly	11
2.8.1	Před startem soutěžní části rally.....	11
2.8.2	Během rally	11
2.8.3	Závěrečné kontroly.....	11
2.9	Shakedown.....	12
2.9.1	Obecné podmínky	12
2.9.2	Průběh	12
2.10	Kontroly.....	12
2.10.1	Kontrolní postup	12
2.10.2	Časová kontrola před rychlostní zkouškou	13

2.10.3	Zpoždění	13
2.10.4	Kontroly přeskupení.....	13
2.11	Rychlostní zkoušky	13
2.11.1	Startovní postup.....	14
2.11.2	Start s použitím ručičkových hodin	14
2.11.3	Start s použitím digitálních hodin	14
2.11.4	Ruční startovní postup	14
2.11.5	Chybný start	14
2.12	Cíl rychlostních zkoušek	15
2.12.1	Cílová čára	15
2.12.2	Stanoviště stop.....	15
2.13	Přerušování rychlostní zkoušky.....	15
2.13.1	Postup při přerušování rychlostní zkoušky	15
2.14	Bezpečnost soutěžících	16
2.14.1	Znaky SOS a OK.....	16
2.14.2	Ohlášení nehody	16
2.15	Retardéry.....	17
2.15.1	Standartní retardér	17
2.16	Super rychlostní zkouška.....	17
2.16.1	Okružové rychlostní zkoušky	17
2.17	Start rally	17
2.17.1	Nový start po odpadnutí / Rally 2	17
2.18	Opravy a kontrola.....	18
2.19	Servis	18
2.19.1	Provádění servisu	18
2.19.2	Týmový personál a omezení servisu	18
2.19.3	Servisní parkoviště	18

2.19.4	Flexiservis	19
2.19.5	Počet týmového personálu	19
2.19.6	Tankování	19
2.19.7	Postup v tankovací zóně	19
2.20	Pneumatiky a kola	19
2.20.1	Asfaltové pneumatiky (suché nebo mokré)	20
2.20.2	Náhradní kola	20
2.21	Mechanické komponenty	20
2.21.1	Výměna motoru	20
2.21.2	Převody	20
2.22	Výsledky a administrativa po rally	20
2.23	Protesty a odvolání	21
3	Cíl práce	22
4	Metodika práce	23
5	Technika vozu ŠKODA Fabia RS umožňující nastavení	24
5.1	Náklady spojené s nastavením vozu	24
5.2	Přední náprava a řízení	24
5.2.1	Odklon kol	25
5.2.2	Úhel svislého čepu řízení	27
5.2.3	Sbíhavost	27
5.2.4	Přední ramena vozu	29
5.2.5	Nastavení tlumičů	30
5.3	Zadní náprava	35
5.4	Brzdový systém	35
5.5	Hnací agregát	37
5.5.1	Motor 1896 cm ³	37
5.5.2	Převodovka	39

5.5.3	Diferenciál	39
6	Testování vozu	44
6.1	První seznámení se s vozem.....	44
6.1.1	Geometrie vozu.....	44
6.1.2	Pneumatiky	46
6.1.3	Geometrie – pokračování.....	50
6.1.4	Nastavení brzd.....	51
6.1.5	Nastavení diferenciálu	51
6.1.6	Nastavení tlumičů	52
6.2	Vyhodnocení časů v průběhu testování.....	55
7	Finanční zhodnocení řešení.....	56
8	Závěr.....	57
9	Zdroje	58
9.1	Řády FIA – příloha J	58
9.2	Národní sportovní řády 2015	58
9.3	Science direct	58
9.4	Knihy.....	58
9.5	Elektronické zdroje.....	59
10	Seznam tabulek, obrázků, grafů a zkratek	61
1	Obrázky	61
2	Grafy.....	61
3	Tabulky.....	62
4	Zkratky.....	62

1 Úvod

Dříve byl motorismus velmi spjatý s automobilovým průmyslem. Jednotlivé automobilky Vám mohly prodat vůz téměř identický s tím, který vyhrál Rally Monte Carlo. Dříve byly pro závodní účely využívány téměř sériové vozy, jejichž nastavení bylo možné pouze v omezeném měřítku. Postupem času se jednotlivá odvětví od sebe velmi vzdálila a vůz v rally specifikaci má minimum společných dílů se sériovým vozem. I díky tomu je počátek kariéry závodního jezdce mnohem komplikovanější.

Tato diplomová práce navazuje na moji bakalářskou práci Stavba závodního vozu, kde byly do detailu popsány postupy potřebných prací. Nicméně tím, že máte k dispozici hotový závodní stroj nic nekončí, ale naopak teprve začíná. Takovýto syrový materiál málokdy bývá hned od prvních kilometrů konkurenceschopný a často se můžeme setkat s mnohými „dětskými“ nemocemi.

Moje začátky v rally byly velmi usnadněné díky pomoci ze strany mého otce, který už měl za sebou několik závodních sezon a spousta věcí, které jsem absolutně nechápal, pro něj byli samozřejmostí. Jemu ale bohužel chyběla větší chuť na jakékoliv změny a tak od druhé sezony jsem se začínal dostávat více do nitra vozu s cílem zlepšit jeho dynamiku. I přes častou komunikaci s mnohem zkušenějšími jezdci, případně i závodními inženýry, to trvalo další tři sezony, než jsem se dostal do fáze, kdy jsem si dokázal připravit vůz pro závod.

Přál bych si, aby výsledek mé práce fungoval jako příručka pro začínající jezdce, ve které se dozví to důležité z řádů českého mistrovství pro rally. Dále bude nastíněn princip fungování jednotlivých komponent vozu a jak těchto aspektů využít ve formě ideálně nastaveného vozu pro co nejrychlejší čas a zároveň bezpečné chování automobilu pro minimalizaci nebezpečí v podobě havárie.

2 Standartní propozice rally FAS AČR 2015

2.1 Všeobecné zásady

2.1.1 Obecné podmínky

Mistrovství se řídí Mezinárodními sportovními řády FIA a jejich přílohami a těmito předpisy, které obsahují články platné pro jedno nebo více konkrétních mistrovství. Standardní propozice pro rally FAS AČR platí pro všechny rally zapsané v kalendáři FAS AČR a organizované jako Mistrovství ČR v rally (MČR), Mistrovství ČR v rally historických automobilů (MČR-RHA), Rallysprint Série (dále jen RSS) a volné podniky podle schválených zvláštních ustanovení. Pro mezinárodní rally mistrovství a pohárů FIA v ČR platí anglická verze Regionálních předpisů FIA a národní doplňky, které musí být uvedeny ve zvláštních ustanoveních mezinárodní rally. [1]

2.1.2 Zvláštní ustanovení

Před každým podnikem v rally v rámci MČR musí vždy s dostatečným časovým odstupem pořadatel vydat Zvláštní ustanovení. Z tohoto dokumentu se posádka dozví základní informace o nadcházejícím podniku, od místa a data konání, délky a povrchu rychlostních zkoušek, po kontakty na jednotlivé činitele rally a dokonce i případné ubytovací možnosti v lokalitě.

2.1.3 Začátek rally

Rally začíná administrativní přejímkou, při které předkládáte všechny potřebné dokumenty a doklady, jako je originál vyplněné přihlášky, která je jezdcem, spolujezdcem a soutěžícím podepsána. Dále licenci jezdce, spolujezdce a soutěžícího a řídičské oprávnění celé posádky. Na oplátku zde dostanete soubor samolepek se startovními čísly a reklamami pořadatele. Reklamu pořadatele nemáte za povinnost vozit, ale v tom případě máte startovné u jednodenního podniku cca 16 000 Kč místo 8 000 Kč.

2.1.4 Posádka

Posádku každého vozu tvoří dvě osoby nazývané jezdec a spolujezdec. Oba členové posádky mohou během rally řídit vozidlo, pokud není uvedeno jinak. Také proto musí oba vlastnit licenci FIA (*FAS AČR*) pro rally, platnou pro daný rok. Dále odpovědnost soutěžícího přebírá jezdec, pokud soutěžící není přítomen ve voze.

2.1.5 Konec rally

Soutěžní část rally končí na „rampě“ respektive cílovou časovou kontrolou, po které následuje uzavřené parkoviště. Několik vozů hlavně z popředí výsledkové listiny je vybráno na kontrolní rozebírání, pro ověření souladu technického stavu vozu s danými předpisy. Navíc kterýkoliv soutěžící, který má pocit, že vůz konkurenčního týmu není v souladu s předpisy, může po složení kauce 10 000 až 20 000 Kč podat protest. V případě vyvrácení tohoto podezření kauce propadá pořadateli, při prokázání chyby je vrácena protestujícímu. Přibližně hodinu od projetí posledního automobilu přes rampu, jsou vydány neoficiální výsledky. V případě nesrovnalostí má soutěžící 30 minut na podání protestu, například vůči přidělenému náhradnímu času, nepřidělené penalizaci za neprojetý retardér soupeři atd. Pokud je vše bez problému, jsou po 30 minutách vydány oficiální výsledky a tím rally končí.

2.1.6 Etapa

V případě vícedenního závodu je každá soutěžní část rally oddělená nočním přeskupením (uzavřeným parkovištěm). To také znamená, že do druhého dne se nestartuje podle startovních čísel, ale podle absolutního umístění po předchozí etapě. Výjimku tvoří noční Super RZ (*nebo prolog*) uspořádaná večer před první etapou. V tomto případě je brána pouze jako 1. sekce 1. etapy a tím pádem se startovní pořadí nemění.

2.1.7 Uzavřené parkoviště

Tento bod je zmíněn už v bodu 2.1.5, jedná se o oblast, kde není povolena žádná činnost na voze, jako kontrola, seřizování a opravy na autě. Zároveň se na tomto místě nesmí zdržovat jiné osoby než zmocnění činovníci. Pouze v případě, kdy techničtí komisaři

považují některé vozidlo za tak poškozené, že by to ohrožovalo bezpečnost, může být s povolením hlavního technického komisaře vozidlo opraveno s přítomností technického komisaře u opravy. Se souhlasem ředitele mohou tři členové týmu vyměnit čelní sklo.

2.1.8 Zakázaný servis

V průběhu závodu kdekoli jinde, než v servisním parkovišti je zakázáno: Použití nebo převzetí jakýchkoli vyrobených materiálů (pevných či kapalných), náhradních dílů, nástrojů nebo vybavení, které nejsou převáženy v soutěžním voze. Posádka musí všechny operace provádět svépomocí, pomoc nesmí přijmout jak od týmového personálu tak ani od diváků. Tlačení vozu (ručně) je povoleno kýmkoliv, ale použití jiné než vlastní síly pro pohyb vozu je zakázáno.

2.1.9 Seznamovací jízdy

Na známé trati pro připravovanou rally je jakákoliv přítomnost jezdce, který se hodlá do dané soutěže přihlásit, minimálně dva měsíce před startem soutěže zakázána! Nepsané pravidlo samozřejmě upravuje zásadu v případě, že v dané oblasti podnikáte a dané komunikaci se nemůžete jednoduše vyhnout, pak je průjezd po trati rychlostní zkoušky povolen.

2.1.10 Přeskupení

Při jedno etapovém závodu se používá pouze první verze přeskupení. Z pravidla mezi jednotlivými sekcemi závodu je kdekoli na trase přejezdu připraveno uzavřené parkoviště. Zde je naplánovaná třicetiminutová zastávka. V případě, že v průběhu závodu pokračují všechny posádky, je doba strávená v uzavřeném parkovišti pro všechny stejná. Ale v případě odstoupení některých posádek by na trati z pohledu diváka vznikaly časové mezery. Právě tyto mezery jsou smazány v uzavřeném parkovišti, hlavně z důvodu bezpečnosti diváků na rychlostních zkouškách.

Druhá verze přeskupení se používá pouze u více etapových závodů, kdy po celou dobu mezi jednotlivými etapami, je vůz v uzavřeném parkovišti. Do začátku nové etapy ale

vozy nevyrazí ve startovním pořadí, ale v pořadí dle průběžných výsledků po předchozí etapě.

2.1.11 Traťový úsek

Úseky závodu, které mají funkci pro pouhý přesunu mezi jednotlivými zkouškami.

2.1.12 Servis

Vyznačené místo, na které se posádka v průběhu soutěže opakovaně vrací. Plocha pro jednu posádku má přibližně třicet metrů čtverečních. V tomto prostoru zpravidla stojí doprovodný vůz s náhradními díly a s nářadím. Pod servisovaným vozidlem musí být vždy umístěna plachta o velikosti 6 x 3 metry, která nepustí jakékoliv nebezpečné kapaliny.

2.1.13 Super rychlostní zkouška

Rychlostní zkouška kde diváci mohou vidět více než jedno vozidlo. Zkoušky tohoto typu jsou zpravidla na začátku nebo na konci soutěže a bývají v okružovém, případně paralelním okružovém formátu. Sportovní hodnota těchto zkoušek bývá v pozadí, jelikož tyto zkoušky jsou určeny hlavně pro přiblížení se divákům rally.

2.1.14 Jízdní výkaz

Karta, ve které je potvrzován průjezd a jsou zde zapisovány jednotlivé časy v různých kontrolách zřízených na trati rally. Tento dokument je nutno uložit na vhodné místo, jelikož v případě jeho ztráty je posádka vyloučena z celého závodu.

2.1.15 Technická zóna

Zóna, která se nachází mezi dvěma časovými kontrolami, kde techničtí komisaři mohou zkontrolovat technický stav vozidla, jeho soulad s předpisy, nebo dříve aplikované plomby.

2.1.16 Homologační listy

Všechna vozidla uznaná FIA mají popisný list, zvaný „homologační list“, ve kterém jsou uvedeny charakteristiky umožňující identifikaci daného modelu.[2] V tomto listu je definován sériový vůz, jak jej uvádí výrobce. V případě zájmu technických komisařů, je pro soutěžícího povinnost mít k dispozici poslední verzi homologačních listů, a pokud se tak nestane tak to může ústít až k vyloučení ze soutěže.

2.2 Činovníci soutěže

2.2.1 Sportovní komisaři

Skupina sportovních komisařů je složena ze tří osob a minimálně jeden z nich musí být při soutěži v blízkosti vedení rally. Tyto osoby může posádka kontaktovat v případě nějakých komplikací jako např. chybně zapsaný čas, nebo změnu startovního pořadí. Naopak komisaři mohou dotazovat posádku v případě nějakých nesrovnalostí jako např. chybně projetý retardér. [18]

2.2.2 Činovník pro styk se soutěžícími

Tato osoba je na soutěži hlavně pro poskytování soutěžícím/posádkám informace ve spojitosti s předpisy a průběhem rally. Činovník pro styk se soutěžícími musí být v každé soutěži minimálně jeden a zároveň musí být tato osoba pro soutěžící/posádky snadno identifikovatelná.

2.2.3 Hlavní činovníci RZ

Na startu každé rychlostní zkoušky musí být přítomen Vedoucí rychlostní zkoušky. Tato osoba je v kontaktu se všemi činovníky v celé délce zkoušky a díky tomu informuje o aktuálním stavu na samotné zkoušce a o případných komplikacích a překážkách.

2.3 Povolené vozy

Všechna vozidla musí při všech rally v ČR odpovídat zákonu 56/2001 Sb. s příslušnými výjimkami pro sportovní vozidla.[3]

2.3.1 Hlučnost vozidel

V každém vozidle musí být řádný stabilní tlumič výfuku. V průběhu měření nesmí hladina vnějšího hluku překročit 96 dB + 2 dB na chybu u měření. Měření pro benzinové motory se vždy provádí ve 3500 ot./min a v případě dieselového motoru je zkouška prováděna ve 2500 ot./min. Měření hluku může být prováděno buďto při technické přejímce nebo přímo v průběhu samotné rally a to podle předpisu EHK. Při technické kontrole je dokonce možné provádět značení výfuků, a pokud byl výfuk vyměněn, je nutné urychleně tuto operaci oznámit technickým komisařům. Pokud je zjištěno překročení limitů na technické přejímce, není vůz připuštěn ke startu a pokud je překročení limitů zjištěno až v průběhu soutěže, je toto zjištění předáno sportovním komisařům. [18]

2.3.2 Katalyzátory

- Katalyzátory, které jsou povinně ve všech vozidlech, musí splňovat hlavně tato kritéria:
 - obsah CO ve výfukových plynech snížit o 40 %
- Na konci výfuku vozidla nesmí výfukové plyny obsahovat více než 2 % CO. Značení a výměna katalyzátoru probíhá stejně jako u výfuku

2.3.3 Pneumatiky

V průběhu rally mohou být na voze použity pneumatiky, které jsou schváleny pro veřejný provoz s homologací „E“ nebo pneumatiky které odpovídají předpisům FIA. V případě mezinárodního závodu jsou povoleny pouze pneumatiky s homologací „E“.

2.4 Označení vozů

2.4.1 Startovní čísla a reklama

Posádka získá startovní čísla od pořadatele a musí si je připevnit na vůz ještě před technickou přejímkou na předepsaná místa. Každá reklama, která je součástí této identifikace je povinná, soutěžící ji nemohou odmítnout a navíc není povolena jakákoliv úprava těchto panelů.

2.4.2 Panely na předních dveřích

Na předních dveřích jsou panely o šíři 67 cm a výši 17 cm. Oba panely musí být umístěny u přední hrany dveří s číslem vpředu. Horní hrana panelu musí být vzdálena od hrany okna v rozmezí 7 – 10 cm. [18]

2.4.3 Značení na oknech

Na bočních zadních oknech na obou stranách jsou čísla o výšce 20 cm. Dále pod těmito čísly musí být jméno jezdce a spolujezdce o výšce 11 cm s tloušťkou čáry 1 cm, v bílé barvě a fontem Helvetica. Jméno jezdce je na obou stranách napsáno jako horní. Na zadním okně bude číslo umístěno v pravém horním rohu.

2.4.4 Volitelná reklama

Pořadatel je oprávněn požadovat odvezení volitelné reklamy. Soutěžící může tuto reklamu odmítnout, ale pořadatel může požadovat zvýšení vkladu, ale ne více než dvojnásobek startovního.

2.5 Způsob jízdy

2.5.1 Obecná pravidla

Posádky musí jet jen ve směru RZ, jedinou výjimkou může být otočení se. Na veřejné komunikaci musí soutěžní vozidlo jet na čtyřech volně otočných kolech s pneumatikami.

2.5.2 Nadměrná rychlost při rally

Při překročení povolené rychlosti, je za každý kilometr pokuta 250 Kč a případě mezinárodního závodu je pokuta ve výši 25 € za každý kilometr nad limit. Výši této pokuty nezmění ani pokuta od policie. [18]

2.6 Přihlášky

2.6.1 Podání přihlášek

Ve zvláštních ustanoveních dané soutěže je vždy uveden termín uzávěrky přihlášek, do tohoto data musí držitel licence zaslat přihlašovací vklad a přihlášku v elektronické podobě. Součástí přihlášky musí být i kopie platné licence soutěžícího. Uzávěrka přihlášek může být nejpozději 11 dní před startem rally a originál přihlášky je možné dodat až při administrativní přejímce.

2.6.2 Přihlašovací vklady

Po dohodě s pořadatelem může být přijata přihláška i bez startovního, ale vždy to znamená navýšení vkladu o 25 %. Pokud se rally nekoná, nebo se posádka odvolá ještě před uzávěrkou přihlášek, bude vklad vrácen v plné výši. V případě odvolání posádky ze závodu před seznamovacími jízdami, se vrací 80 % vkladu a v případě omluvy posádky před administrativními přejímkami se vrací 50 % vkladu.

2.7 Seznamovací jízdy

2.7.1 Obecné požadavky

Nejdůležitějším pravidlem je fakt, že seznamovací jízdy nejsou trénink. Seznámení se s tratí probíhá za běžného provozu a tak je samozřejmostí dodržovat všechny dopravní předpisy dané země. Dále je důležité dbát na bezpečnost ostatních účastníků provozu, jelikož právě seznamovací jízdy bývají pro místní obyvatele větší problém, než samotný závod o den později. Při překročení povolené rychlosti, je za každý kilometr pokuta 250 Kč a v případě mezinárodního závodu je pokuta ve výši 25 € za každý kilometr nad limit.

Pořadatel může na vlastní náklady měřit na nebezpečných místech rychlost, nebo nainstalovat GPS monitorovací zařízení do Vašeho vozu.

Vůz pro seznamovací jízdy musí být jednobarevný, bez reklam a polepů. Je povolena ochrana podvozku, která vyhovuje předpisům pro skupinu N. Ve voze může být jednoduchý komunikační systém, ale bez přileb.

2.7.2 Pneumatiky

Při seznamovacích jízdách mohou být použity sériově vyráběné pneumatiky pro asfalt, které jsou homologované pro silniční provoz. Nebo sériové pneumatiky M+S pro šotolinu homologované pro silniční provoz.

2.7.3 Omezení

Pokud jezdec, spolujezdec, nebo jiný člen týmu po vydání zvláštních ustanovení, chce jet po komunikaci, která může být využita jako trať rychlostní zkoušky, může tak učinit jedině po získání písemného souhlasu pořadatele. Pravidlo neplatí pro osoby žijící v této oblasti. V případě nedodržení pravidla, bude situace nahlášena sportovním komisařům.

2.7.4 Průběh seznamovacích jízd

Účast na seznamovacích jízdách není povinná. Před zahájením seznamovacích jízd posádka oznámí pořadateli registrační značku vozu pro seznamovací jízdy a toto vozilo bude náležitě označeno startovním číslem posádky. Seznamovací jízdy lze provádět pouze v pořadatelem daných časech. V MČR je povoleno absolvovat tři průjezdy rychlostní zkouškou, ale v případě mezinárodního závodu jsou povoleny pouze dva průjezdy. Komisaři budou kontrolovat počet průjezdů na startu rychlostní zkoušky a na stanovišti STOP. Při každém průjezdu rychlostní zkouškou smí být ve vozidle pouze posádka. [18]

2.8 Technické kontroly

2.8.1 Před startem soutěžní části rally

Pořadatel určí ve zvláštních ustanoveních přesný čas technické přejímky, obvykle 30 minut po administrativní přejímce. Ještě před příjezdem k technické přejímce bude provedena instalace povinného monitorovacího systému, pro který musí mít každé vozidlo připravený držák s anténami a příslušenstvím.

Během přejímky je nutné předložit všechny součásti oblečení, přileb a zádržného systému, které hodlá soutěžící použít. Posádka musí mít u sebe kompletní originální homologační list FIA. V případě nehody po technické, nebo bezpečnostní stránce mohou techničtí komisaři stanovit lhůtu pro uvedení vozu do vyhovujícího stavu, nebo mohou odmítnout start vozu v soutěži.

2.8.2 Během rally

V průběhu rally, včetně shakedownu, mohou být provedeny kontroly bezpečnostních prvků a vozu, včetně oblečení a ostatní předepsané výbavy jezdců. Po celou dobu trvání soutěže je soutěžící odpovědný za technickou shodnost svého vozu a v případě použití identifikačních značek odpovídá, že zůstanou nedotčené až do konce rally.

2.8.3 Závěrečné kontroly

Po průjezdu cílovou rampou se musí vozy odevzdat do uzavřeného parkoviště v cíli rally, kde musí zůstat až do jeho otevření na pokyn sportovních komisařů. Po otevření uzavřeného parkoviště je soutěžící povinen vyzvednout vůz do 30 minut, jelikož po této době odpadá jakákoliv odpovědnost pořadatele za vozidlo.

Na základě protestu, nebo rozhodnutí sportovních komisařů, bude provedena technická kontrola vozu po soutěži i s případnou demontáží (demontáž lze provádět jedině po skončení soutěže).

2.9 Shakedown

2.9.1 Obecné podmínky

Shakedown se pořádá hlavně pro vyzkoušení vozů před samotným závodem a zároveň to znamená mediální a reklamní příležitost.

2.9.2 Průběh

Uspořádání shakedownu je shodné s uspořádáním klasické rychlostní zkoušky s náležitými bezpečnostními opatřeními. Povrch shakedownu by měl odpovídat povrchu většiny rychlostních zkoušek. Jeho trať může využít Super rychlostní zkoušku, případně i část rychlostní zkoušky, ale pouze v případě vedení shakedownu v opačném směru.

2.10 Kontroly

Kontroly prováděné v průběhu soutěže tj. časové, průjezdní, starty a cíle rychlostních zkoušek, přeskupení a neutralizace se označují jednotnými panely schválenými FIA, jejichž vzhled a vzdálenosti jsou uvedeny v Příloze I. Posádka musí mít ze všech kontrol potvrzení o průjezdu kontrolami ve správném sledu i směru trati.

2.10.1 Kontrolní postup

Začátek kontrolního postupu je ve chvíli, kdy vůz míjí panel na vjezdu do oblasti časové kontroly. Mezi panelem na vjezdu do oblasti kontroly a stanovištěm kontroly se nesmí vůz za žádných okolností zastavit, ani nesmí jet nepřiměřeně pomalu. Čas, který je zaznamenán, přesně odpovídá okamžiku, kdy jeden ze členů posádky předá jízdní výkaz komisaři. Skutečný čas je zapsán do výkazu komisařem, dále je připočtením jízdní doby je určen ideální čas do další časové kontroly. Čas je počítán na celé minuty a na každém stanovišti jsou hodiny s oficiálním čase na kontrolním stolku. [18]

V případě vjezdu do oblasti kontroly v kontrolní minutě nebo minutě předcházející, posádka nepodléhá žádné penalizaci. Pokud vzniklo zpoždění na trati a posádce není

umožněno vjet do kontroly na svůj čas, je zapotřebí předat jízdni výkaz komisařovi v ideální kontrolní minutě osobně.

Pozdní příjezd je penalizován 10 sekundami za každou minutu a předčasný příjezd je penalizován 1 minutou za každou minutu, i zlomek minuty.

2.10.2 Časová kontrola před rychlostní zkouškou

Časoměřič zaznamená skutečný čas příjezdu a zapíše předpokládaný čas startu do rychlostní zkoušky. Čas na přípravu ke startu do rychlostní zkoušky mezi časovou kontrolou a samotným startem je tříminutový. Čas startu bude závazný pro výpočet ideálního času do další časové kontroly. Pokud reálný čas startu není shodný s předpokládaným, je závazný reálný čas startu.

2.10.3 Zpoždění

V případě zpoždění přesahující 15 minut proti jednotlivé předepsané jízdni době, nebo v případě zpoždění přesahující 30 minut v rámci celé sekce, bude soutěžící vyloučen ředitelem. Zároveň případný předčasný příjezd do následující časové kontroly nesníží zpoždění rozhodující o vyloučení.

2.10.4 Kontroly přeskupení

V časové kontrole na vjezdu do přeskupení dostane posádka instrukce o svém startovním čase. Dále vůz odstaví dle pokynu komisařů, vypne motor a opustí prostor uzavřeného parkoviště.

2.11 Rychlostní zkoušky

Čas se měří s přesností na desetiny sekundy. Místo pevného startu je znázorněno startovní čarou, s přesným umístěním vozu na startu pomůže operátor startu.

2.11.1 Startovní postup

Z pozice řidiče musí být jasně vidět elektronický startovní systém formou digitálních odčítacích, nebo ručičkových hodin. Fotobuňka pro signalizaci předčasného startu je spojena s hodinami a vždy je umístěna 40 cm před startovní čarou ve výšce 0,5m. V průběhu poslední minuty je posádka povinná přepnout systém GPS do režimu rychlostní zkouška. Každé vozidlo, které neodjede do 20 sekund z prostoru startu je v tu chvíli bráno jako odstoupivší a musí být přesunuto na bezpečné místo.

2.11.2 Start s použitím ručičkových hodin

30 sekund před startem ukáže startér na startovacích hodinách. 15 a 10 sekund do startu ukáže ruční tabulkou. 5 sekund do startu ukáže startér na startovací hodiny.

2.11.3 Start s použitím digitálních hodin

39 sekund před startem se rozsvítí červené světlo. 30 sekund před startem ukáže startér na startovací hodiny. 10 sekund do startu problikne červené světlo.

2.11.4 Ruční startovní postup

V případě ručního startovního postupu startér odpočítá nahlas: 30, 15, 10 a posledních 5 sekund po jedné. Po uplynutí posledních pěti sekund je dán signál ke startu.

2.11.5 Chybný start

Zejména při odstartování dříve než byl dán povel ke startu, následuje penalizace posádce. Při prvním přestupku formou 10 sekund k výslednému času, při druhém přestupku jednou minutou a v případě třetího předčasného startu se penalizace vyšplhá na tři minuty.

2.12 Cíl rychlostních zkoušek

2.12.1 Cílová čára

Rychlostní zkouška končí letným cílem označeným šachovnicovým praporkem na červeném podkladě. Čas průjezdu je měřen pomocí elektronických paprsků a je zálohován stopkami.

2.12.2 Stanoviště stop

Posádka musí zastavit na stanovišti označeném červeným znakem stop, kde jí bude zapsán do jízdního výkazu cílový čas. Posádka nesmí zastavit mezi cílovou čarou a znakem stop, jinak bude událost nahlášena sportovním komisařům, obdobně jako případ kdy posádka nezastaví u znaku stop. [18]

2.13 Přerušování rychlostní zkoušky

Je-li rychlostní zkouška z nějakého důvodu přerušena nebo zrušena, bude každé dotčené posádce přidělen čas, který bude považován za nejspravedlivější. Avšak žádná posádka, která zcela či částečně způsobila zastavení RZ, nemůže z tohoto opatření získat žádnou časovou výhodu.[4]

2.13.1 Postup při přerušování rychlostní zkoušky

Přestože je zkouška pozastavena, je posádce v časové kontrole na startu rychlostní zkoušky zaznamenán čas příjezdu a předpokládaný čas startu, který je o tři minuty později. Pokud není možné přijet do prostoru časové kontroly, může se ke stolku časoměřičů dostavit s jízdním výkazem jeden ze členů posádky. V případě definitivního zrušení rychlostní zkoušky se stanoviště startu mění na odjezdovou časovou kontrolu, kde posádka podepíše informační nótu o zrušení rychlostní zkoušky. Dále na stanovišti stop posádka předloží výkaz pouze k potvrzení průjezdu. Pokud není trať zrušené rychlostní zkoušky bezpečně průjezdná, bude na pokyn vedoucího RZ použita objízdná trasa z itineráře.

2.14 Bezpečnost soutěží

2.14.1 Znak SOS a OK

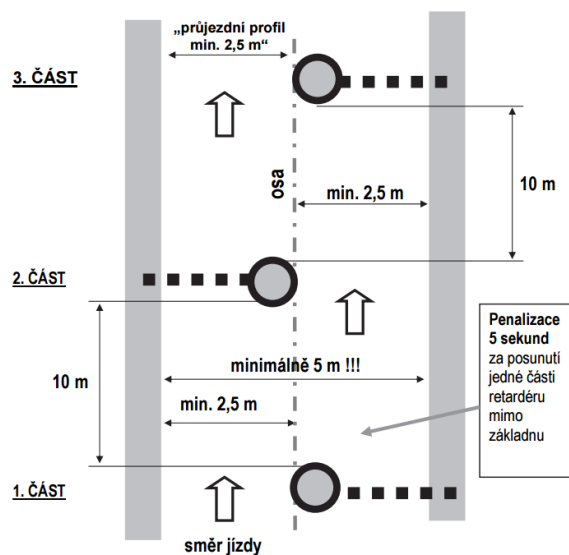
Každé vozidlo musí vézt červené znamení SOS a na jeho druhé straně zelené znamení OK o minimálních rozměrech A3, pro případné použití po zastavení vozidla nebo nehodě. Každá posádka, které je ukázán symbol SOS, nebo pokud vidí havarované vozidlo bez signalizace OK, ve kterém může být posádka, musí bezpodmínečně zastavit a pomoci posádce. Všechny další posádky musí rovněž zastavit, pouze druhý vůz po zastavení pokračuje ve směru jízdy do nejbližšího radiobodu kde informuje o nastalé situaci. Všechny posádky, které při tomto postupu zastavili, dostanou přidělený čas v souladu s bodem 2.14.

V případě nehody, ke které není zapotřebí vyslat okamžitou lékařskou pomoc, musí posádka ukázat zelený symbol OK, případně ho na vůz umístit tak, aby byl zřetelný pro ostatní posádky.

Každá posádka, která odstoupí ze soutěže, musí odstoupení oznámit co nejdříve pořadatelům, pokud jim v tom nezabrání okolnosti vyšší moci.

2.14.2 Ohlášení nehody

V případě že se posádka stane účastníkem nehody, při které byla zraněna nějaká osoba z veřejnosti, musí posádka zůstat na místě. Následně zastaví další vozidlo, které to ohlásí v dalším radiobodu.



Obr: 1 Standardní retardér [4]

2.15 Retardéry

2.15.1 Standartní retardér

Uměle vytvořený retardér slouží pro okamžité snížení vysoké rychlosti v rovných úsecích a musí odpovídat jednotnému vzoru. [4]

2.16 Super rychlostní zkouška

2.16.1 Okruhové rychlostní zkoušky

V případě těchto zkoušek se stejná trať nebo její část projíždí opakovaně, to znamená, že mají více kol. Průjezd posledním kolem nemusí vždy znamenat konec rychlostní zkoušky, ta může dále pokračovat po odbočení z okruhu jako klasická rychlostní zkouška. Posádka, která neodjede plný počet kol, obdrží za každé nedokončené kolo penalizaci uvedenou ve zvláštních ustanoveních. V případě odjetí většího počtu kol než je stanoveno, bude posádka nahlášena sportovním komisařům a bude započítán skutečný čas.

2.17 Start rally

V případě zpoždění příjezdu posádky na start o více než 15 minut, nebude posádce povolen start do této sekce. Všechna vozidla startují v jednodominutových intervalech, pokud není v předpisech pro dané mistrovství stanoveno jinak.

2.17.1 Nový start po odpadnutí / Rally 2

V případě nedokončení první etapy, může posádka nastoupit do následující etapy. Posádka musí nahlásit svůj záměr řediteli rally minimálně hodinu před vyvěšením startovních časů do následující etapy. Soutěžící musí pořadatelům oznámit důvod odstoupení (technický problém, nehoda apod.) a vůz bude před připuštěním ke startu zkontrolován.

2.18 Opravy a kontrola

Každý vůz, který nedokončí některou z etap, může být opraven, ale u vozu musí být zachována původní karoserie a motorový blok, jak byly označeny (prezentovány) na technické přejímce před začátkem rally.

Vůz, který nedokončil Super rychlostní zkoušku / traťový úsek první sekce první etapy může být opraven v souladu s článkem 2.19. a soutěžící může odstartovat do druhé sekce první etapy. V tomto případě soutěžící nebude brán jako odstoupivší a bude mu přidělen čas dle zvláštních ustanovení.

2.19 Servis

2.19.1 Provádění servisu

Od projetí první časovou kontrolou může být servis soutěžních vozů prováděn jen v servisních zónách. Výjimkou jsou případy vozů, které odstoupili a hodlají pokračovat v následující etapě. Pouze členové posádky mohou na soutěžním voze pracovat kdekoliv to není výslovně zakázáno a pouze s pomocí prostředků, které si vezou ve voze a bez jakékoliv cizí fyzické pomoci.

2.19.2 Týmový personál a omezení servisu

Jakýkoliv člen týmu nebo jakákoliv dopravní prostředek patřící k týmu se nesmí přiblížit k soutěžnímu vozu v okruhu jednoho kilometru s výjimkou: servisních parkovišť, tankovacích zón, rychlostních zkoušek, mediálních zón. Jsou-li vozy v servisním parkovišti, přeskupení nebo mediální zóně, je povoleno předat posádce jídlo, nápoje, oblečení a informace.

2.19.3 Servisní parkoviště

Délky pobytu soutěžních vozů v servisním parkovišti jsou v průběhu rally různě dlouhé: 15 minut na začátku etapy po nočním přeskupení, 30 minut mezi dvěma skupinami

rychlostních zkoušek, 45 minut na konci každé sekce před nočním přeskupením. Vjezd i výjezd ze servisního parkoviště je vymezen časovou kontrolou.

2.19.4 Flexiservis

Po vjezdu skrz časovou kontrolu do servisu, v případě že se jedná o 45 minutový, může posádka vjet do uzavřeného parkoviště. Následně v časovém rozmezí určeném pořadatelem může se vůz jednou vrátit do servisního parkoviště a využít 45 minut pro servis.

2.19.5 Počet týmového personálu

V servisní zóně může na vozidle pracovat posádka a až čtyři lidé z týmového personálu. Na jednu servisní zastávku musí zůstat personál stejný, pouze v případě že soutěžící má více vozů, mohou se mechanici navzájem vyměnit.

2.19.6 Tankování

Až na případ výměny palivové nádrže, musí být veškeré tankování prováděno v tankovací zóně, nebo v komerčních čerpacích stanicích na trati rally určených pořadatelem ve zvláštním ustanovení. Umístění zóny bývá zpravidla na výjezdu ze servisního parkoviště.

2.19.7 Postup v tankovací zóně

Jakákoliv jiná činnost než tankování je v zóně zakázána. Maximální rychlost je omezena na 5 km/h. Během tankování musí být vypnutý motor a v případě že posádka zůstává ve voze, musí mít rozepnuty bezpečnostní pásy. Na pomoc při tankování mohou do tankovací zóny k jedné posádce vstoupit dva členové týmu.

2.20 Pneumatiky a kola

Při MČR a RSS je povoleno použít lisované pneumatiky dle FIA 2013-2015. Na rozdíl od mezinárodních mistrovství je ruční řezání a nahřívání pneumatik povoleno.

Maximální množství použitých pneumatik je dáno ZU. Zařízení pro udržení plného výkonu pneumatik při vnitřním tlaku rovnajícím se atmosférickému je zakázáno.

2.20.1 Asfaltové pneumatiky (suché nebo mokré)

V průběhu celé rally nesmí být hloubka dezénu nižší než 1,6 mm na nejméně třech čtvrtinách dezénu.

2.20.2 Náhradní kola

V soutěžním voze mohou být dvě náhradní kola. Všechna kola, která ve voze a na voze odjedou ze servisu, se zase musí do servisu vrátit. Jinde než v servisním parkovišti je zakázáno nakládat nebo vykládat kompletní kola.

2.21 Mechanické komponenty

2.21.1 Výměna motoru

V případě selhání motoru mezi technickou přejímkou a první časovou kontrolou, je povoleno motor vyměnit, ale posádce bude udělena penalizace 5 minut. Ve všech ostatních případech se musí po celou dobu závodu použít stejný motorový blok.

2.21.2 Převody

V každé rally je povoleno použít jednu náhradní převodovku a jednu sadu diferenciálů. Tyto díly budou na technické přejímce zaplombovány, tak aby byla umožněna výměna spojky.

2.22 Výsledky a administrativa po rally

Výsledky se stanoví součtem všech jednotlivých časů v rychlostních zkouškách a všech penalizací vyjádřených v čase. Už v průběhu rally jsou zveřejňovány neoficiální výsledky z jednotlivých rychlostních zkoušek. Po závodě je vydána předběžná konečná

klasifikace a od té chvíle mají soutěžící půl hodiny na jakékoliv vyjádření k časům, jak svým tak soupeřovým. Po vydání oficiálních už není možnosti dovolání.

V případě rovnosti časů na konci závodu/etapy, bude za vítěze prohlášen ten, který měl nejrychlejší čas na první rychlostní zkoušce, která nebyla Super RZ.

2.23 Protesty a odvolání

Pokud je v rámci protestu zapotřebí demontáž a montáž některé části vozu, je zapotřebí vložit vratnou kauci 10 000 Kč, která v případě neprokázání chyby propadá. V případě že náklady na neoprávněný protest jsou vyšší než kauce, bude rozdíl dopláct protestující. [18]

3 Cíl práce

V mých začátcích závodění byla pro mě výhodou spolupráce s otcem, který figuroval jako zodpovědná osoba s několikaletou zkušeností a mnoho informací mi sám předal. To ale neznamenalo, že jsem všechny informace vstřebal, protože i tak jsem udělal mnoho chyb, které vedly k různým penalizacím a jiným problémům, ze kterých jsem se teprve ponaučil. Ne každý má ale to štěstí na osobu, která ho provede přes počáteční komplikace v závodění. Z toho důvodu se pokusím vytvořit práci, která by fungovala jako vstupní příručka pro začínajícího závodního jezdce.

Lidi, kteří jsou schopni ve chvíli, kdy mají začít závodit, vzít 1500 stránek textu a z něj vyfiltrovat jen to potřebné, je málo. Navíc je většina řádů přeložena z anglické verze, ta ale bohužel vznikla z francouzského originálu a proto je mnoho bodů nesrozumitelných, dokonce se vyskytují i případy, kdy špatný překlad zavíní změnu významu daného bodu. Ohledně nastavení vozu je problematika velmi podobná. Je důležité nejdříve mechanicky pochopit, jak dané komponenty fungují, místo bezhlavého zkoušení stylem pokus omyl.

Práce jako taková je sice zaměřena na konkrétní vůz Škoda Fabia RS, ale metodika práce se může přizpůsobit na různé vozy, navíc základní parametry rally techniky jsou v principu velmi podobné. Například nastavení tlumičů je podobné u většiny výrobců, totéž se týká i diferenciálu s omezenou svorností, kde všichni výrobci používají stejný princip nastavení.

4 Metodika práce

První část práce je zaměřena na současné sportovní řády. Ač se to na první pohled nemusí zdát, tak důkladné prostudování sportovních řádů je jedním z důležitých klíčů k úspěchu v rally. Můžete mít nejrychlejší čas, ale drobná administrativní chyba, může znamenat přinejlepším časovou penalizaci, ale případně i vyloučení z celého závodu. V této části hlavně vyfiltruji ty stěžejní řády a hlavně je v případě jejich nejasného znění převedu do srozumitelné podoby.

V druhé části je zapotřebí projít technické náležitosti u komponentů podléhajících úpravám a změně nastavení. Dříve než se začne s nastavením vozu, je důležité pochopit princip fungování dané techniky. Je velmi důležité poznat, jaké díly je možné přenastavit přímo na testování, kde máte velmi omezené možnosti změn. To nejenom že zkrátí čas potřebný pro nastavení vozu a celkově sníží počet potřebných testování.

Nakonec se zaměřím na samotné testování vozu, kde se pokusím nastínit hlavně princip souběhu operací. Každý vůz i každý řidič je originál, takže nelze najít optimální nastavení pro kohokoliv. Spíše se bude jednat o nalezení optimální cesty za ideálním nastavením, jelikož je velmi nebezpečné vzít nový závodní vůz rovnou na měřený úsek rychlostní zkoušky. Je velmi důležité dodržet základní postupy vedoucí k ideálním nastavení a bez nějakolika testovacích dnů se jen těžko dopracujete ke správnému výsledku.

Jednou z možností jak vyhodnotit správnost kroků při nastavení vozu je měření časů na daném úseku testovací trati. Bohužel po provedení jednotlivých úprav jsou další změny mnohem hůře identifikovatelné. Na začátku testování bude většina změn v nastavení znamenat zlepšení času na testovacím úseku, ale postupně se výsledný čas ustálí a bude se měnit komfort a bezpečnost samotné jízdy, při kterých dosáhneme ideálního času.

5 Technika vozu ŠKODA Fabia RS umožňující nastavení

Na rozdíl od sériově vyráběných vozů, u těch závodních nestačí nastavit geometrii vozu na tabulkové hodnoty. Vše je sice velmi závislé na finančním i časovém rozpočtu, ale když už se nově postavený vůz dostane do základního nastavení, nelze předpokládat, že toto nastavení bude ideální pro všechny soutěže sezony, navíc když se k tomu přidají měnící se povětrnostní podmínky.

5.1 Náklady spojené s nastavením vozu

Dříve než se začne s honbou za vymáčknutím maxima možností ze závodního vozu, je důležité vyladit finanční stránku věci.

Vývoj úplně nových dílů je z pozice konstruktéra hlavně velmi náročný na čas. Ať už pracuje metodou pokus omyl s pár nákresy, nebo když má veškeré detaily zkonstruované v počítači. Z finanční stránky ve chvíli, kdy je zkonstruovaný díl, není suma nákladů ani v polovině. Náklady na výrobu kusových dílů s velkými nároky na použité materiály s nejlepšími vlastnostmi jsou nemalé. Navíc pro dodržení maximálních možných přesností je i pro několik kusů nutné vyrobít nejdříve přesnou formu nebo přípravek.

Následuje fáze testování, při kterém se musí potvrdit předpokládané vlastnosti nového dílu. A to jak z pohledu zlepšení chování vozu na trati, tak z pohledu materiálové stability a odolnosti dílu.

5.2 Přední náprava a řízení

Vzhledem k nutnosti dodržet předpis FIA říkající, že upevňovací body přední nápravy u soutěžního vozu skupiny „A“, musí být souhlasné s týmiž body u vozu sériového. Přední náprava je stejného principu jako náprava sériová, tedy s trojúhelníkovými rameny a vzpěrami typu Mc Pherson.

Základem přední nápravy je nápravnice upravená - zesílená – ze sériového dílu. S nápravnicí převzatou přesně z vozu Fabia WRC nebyl žádný problém, ten nastal až u

ramen vozu. Při použití ramen z vozu Fabia WRC by z důvodu nemožnosti rozšíření blatníků vůz nesplňoval předpis, kdy při pohledu z hora musí blatník překrývat styčnou plochu pneumatiky.

Použití sériového ramene by znamenalo vysoké riziko, díl z lisovaného plechu je dostatečným kompromisem ceny a pevnosti pro sériový vůz, ale z důvodu jiných nároků na pevnost oproti sériovému dílu je tato volba nepřijatelná. Navíc by se nevyužil možný potenciál zlepšení geometrie vozu.

5.2.1 Odklon kol

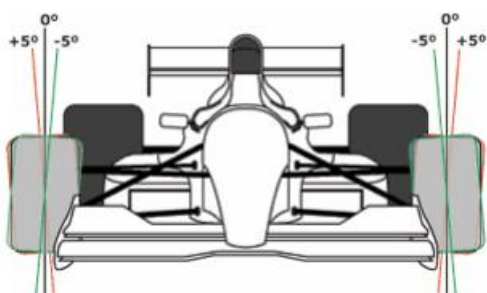
Odklon kol je jeden ze tří hlavních parametrů geometrie zavěšení. Pro jízdu přímo, jak při akceleraci tak pro brždění je důležité, aby povrch pneumatik po celé šířce pneumatiky doléhal na vozovku stejnoměrně, neboli aby zetová osa kola svírala s vozovkou v ose Y pravý úhel. Pokud by platilo pouze toto pravidlo, nastavení vozu by vlastně ani nebylo složité, bohužel je toto pravidlo platné pro podélné síly na pneumatiky.

Pro boční (laterální) síly neboli síly, které působí na kolo hlavně při zatáčení platí odlišné zákonitosti. Obecně je dáno, že pneumatika dokáže vyvinout nejvyšší přítlak pro laterální zatížení při negativním odklonu o půl stupně. Toto je experimentálně zjištěné číslo při měření reálných pneumatik. Pokud bude negativní odklon méně než 0.5 stupně, nebo bude odklon v pozitivních číslech, dostaví se extrémní ztráta přilnavosti a k tomu se dostaví zvýšené poškození vnější části běhounu. Pokud naopak bude odklon ve vyšších hodnotách, dostaví se výraznější zahřívání vnitřní části pneumatik, ale přilnavost se nezhorší v takovém měřítku jako v předchozím případě. [10]

Nastavení odklonu sériového vozu je přizpůsobeno sériovým tlumičům a hlavně sériové pneumatice. Při použití sériové pneumatiky s nízkou přilnavostí bude množství energie, které dokáže sériová pneumatika přenést na silnici výrazně nižší oproti závodní pneumatice na suchý povrch. I přes použití vyšší tuhosti pružin je potřeba na voze nastavit větší odklon do negativu.

Z důvodu příčného přetížení při průjezdu zatáčkou pracuje zavěšení vozu tak, že celé šasi se nakloní na jednu stranu. Se šasi se o stejný úhel naklopí i pneumatiky a právě tento efekt by bez nastavených negativů znamenal extrémní ztrátu přilnavosti. V praxi v průběhu nastavování vozu nelze říct, že je možné nastavit vůz pro celou trasu rally tak, aby v každé zatáčce měly pneumatiky při styku s vozovkou ideální úhel (jedině v případě možnosti použití aktivního zavěšení kol, například pomocí hydraulických systémů). [11]

S toho důvodu je zapotřebí nastavit vůz tak, aby maximální úhel naklonění vozu nikdy nepřekročil úhel odklonu jdoucího do negativu. Negativ X Odklon: Položka geometrie vozu se běžně nazývá odklon, ale u závodních vozu se vždy nastavuje do záporných úhlů. Z toho důvodu je výše použit termín negativ, kde u závodního vozu jsou vrchní části kola přikloněny směrem k sobě, takže do negativních čísel.



Obr: 2 Nastavení odklonů [11]

U předních pneumatik je nastavený úhel negativu zpravidla vyšší než u zadních. Je to hlavně z důvodu častého brždění a současného zatáčení. Přestože základem fyziky vozu je, že vůz dobře zatáčí, nebo dobře brzdí, ale pokud se zatáčí i brzdí najednou, mohou se zablokovat kola. Díky tomu se ztratí veškerá přilnavost a vůz může jít po tečně zatáčky mimo trať. U výše popsaného efektu je využito jiných okolností, kdy v průběhu brždění jde většina energie na přední kola a těžký dieselový motor tento efekt ještě více umocňuje. V případě kdy je konečná fáze brždění skloubena s počátkem zatáčení a ani jednu z těchto operací nebude prováděna na maximum, bude využito energie, která zatěžuje přední kola, ale plynule se změní její směr z podélné na příčnou. V této chvíli kdy působí na šasi vozu síla podélná i příčná, se šasi nahne podle diametrály na vnější přední kolo a právě z toho důvodu je nutné mít negativy na předních kolech větší než na zadních. [13]

Možnosti pro změnu negativů na voze byly dvě. První byla prodloužením ramene ve směru osy Y a druhá možnost byla v horním uchycení tlumiče ke karoserii. Z horního uložení tlumiče vyházejí tři svorníky, které prochází skrz karoserii třemi otvory v

„klobouku“. Poloha těchto otvorů je přesně daná a jsou vyrobeny s velmi malou vůlí, aby se odklony nedaly změnit a tyto otvory lze předělat na ovály, jejichž delší rozměr by byl rovnoběžný s osou Y. Použití první varianty i díky rozšíření rozchodu kol bylo již dané, druhá varianta bude ponechána do rezervy, když až při reálném testování bude ověřeno, zda vzniklá varianta bude stačit, nebo se velikost odklonů je enormní a přehřívají se vnitřky pneumatik, nebo dokonce pro rozdílné povětrnostní podmínky sucho/mokro může být zapotřebí rozdílné nastavení odklonů.

5.2.2 Úhel svislého čepu řízení

Úhel svislého čepu řízení je druhou položkou pro nastavení geometrie kol na přední nápravě. Osa rejdu je spíše virtuální, vznikne při propojení středu horního uložení tlumiče se středem čepu řízení. Takže když se zatočí volantem, dojde jak k natočení kola, tak zároveň vzniknou síly, které vrací kola do přímé polohy. Pokud bude tento úhel svislého čepu navíc namířen v horní části ve směru osy X dozadu, nebo při návrhu nového ramene bude posunut vnější spoj ve směru osy X dopředu, lze dosáhnout při zatáčení zvýšení negativů kola. Tato úprava samozřejmě nepřinese samá pozitiva, jedním z negativů je narušení stability předního zavěšení při vysokých rychlostech. [14]

5.2.3 Sbíhavost

Třetím základním parametrem geometrie zavěšení vozu je sbíhavost. Je to odchylka směru kol od přímého směru jízdy. Sbíhavost je měřena vždy po směru jízdy. Kladná sbíhavost je, když přední část kol je blíže k sobě než jejich zadní část. Sériové vozy se z pravidla nastavují na přední nápravě sbíhavé. Není to nikterak velký úhel, jelikož už minimální sbíhavost na přední nápravě zaručuje stabilitu a přesnost jízdy ve vysokých rychlostech.

U závodních vozů je přední sbíhavost nastavována opačně. Na komfort jízdy a přesnost držení stopy se nehledí, jelikož prioritou je vyšší adheze při zatáčení. Přední kola se nastavují rozbíhavě, neboli sbíhavost se nastavuje do záporných hodnot. Toto nastavení doslova rozhodí stabilitu ve vysokých rychlostech, proto se na rovince dostaví efekt

neustálého řízení vozu. Při zatáčení přednastavená rozbíhavost zaručí, že vnitřní kolo zatočí o vyšší úhel, přesně o úhel rozbíhavosti.

Pro rychlé zatáčky je ideální rozbíhavost 0.00 až 0.05 stupně. Pro středně rychlé 0.1 až 0.15. a pro pomalé 0.20 – 0.35 stupně. Větší rozbíhavost se zpravidla nenastavuje, hlavně kvůli nadměrnému opotřebení pneumatik na rovinkách ruku v ruce se ztrátou maximální rychlosti vlivem nadměrného tření pneumatik. Pro zadní sbíhavost neplatí univerzální pravidlo pro nastavení závodního vozu. Na rovince je nejvhodnější mít co nejnižší sbíhavost, aby se pneumatiky nerovaloaly, ale pouze odvalovaly. Zadní sbíhavost má ale zásadní vliv na zatáčení. Sériové vozy bývají na zadní nápravě, hlavně s ohledem na bezpečnost, nastaveny jako sbíhavé. To zabraňuje vzniku přetáčivého smyku, který je nejen obtížněji zvládnutelný, ale navíc je mnohem bezpečnější s vozem nabourat popředu než bokem vozidla. [12]

Pokud je zadní sbíhavost nastavena do kladných hodnot, bude takto nastavený podvozek generovat mírný slip angle neboli úhel směrové úchyly, který svírá pneumatika se směrem jízdy a pomáhá dotáčet vůz. Tento úhel směrové úchyly generovaný zadní nápravou si lze představit jako míru, o kterou bude svislá osa zatáčení celého vozu posunuta vpřed. Touto osou se rozumí osa, která je za ideálních podmínek přesně mezi zadními koly. Pokud budou zadní kola mírně rozbíhavá, tak se tato osa se posune blíže ke středu vozu a teoreticky to zkrátí rozvor vozu a tím pádem zlepši manévrovatelnost. Vůz při velké rozbíhavosti může z externího pohledu vypadat, jako by na výjezdu byl v přetáčivém smyku.

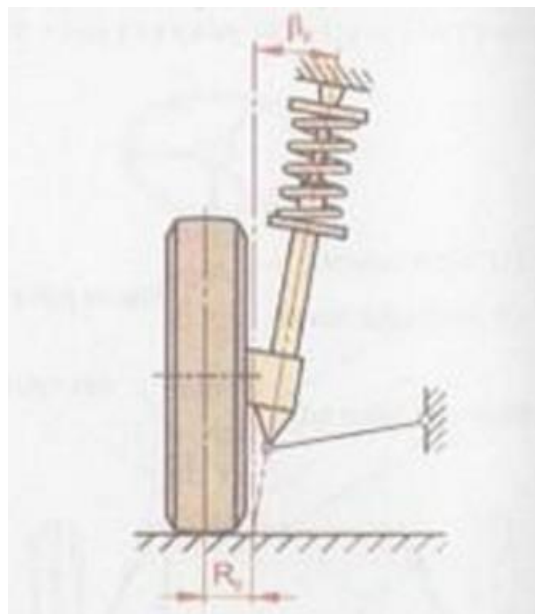
Úhel směrové úchyly se rovná rozdílu podélné osa auta (nebo pneumatiky) s vektorem skutečného pohybu (směr pohybu). Zadní sbíhavost bývá využita hlavně u aut s těžištěm vzadu a náhonem na zadní kola, kdy v zatáčkách a na výjezdech máme obě zadní kola sice přitlačena k zemi, ale velká síla jdoucí na zadní kola by bez sbíhavosti mohla snadněji vytvořit přetáčivý smyk. Příkladem vozů, které mají vysokou zadní rozbíhavost je například F3. Ale F3 nedosahuje příliš vysokých rychlostí a poloměry zatáček na tratích F3 jsou daleko menší, než například u F1. Takže při návratu k vozu Fabia RS s těžištěm umístěným vpředu s náhonem na přední nápravu, nastává situace, kdy vůz neustále trpí

chronickou nedotáčivostí. Přední kola jsou namáhána trakcí, bržděním i zatáčením a zadní kola jsou víceméně vláčena za vozem a jediné čeho se účastní, je přenos brzdné síly, ale to jen minoritně.

Z toho důvodu je vhodné dostat na zadní kola co nejvíce ‘povinností’. Častým efektem u osobních vozů s náhonem na přední nápravu (například Škoda Felicia) je při jízdě zatáčkou nadlehčováno vnitřní zadní kolo až několik centimetrů nad vozovku. Tento efekt je u závodních vozů, díky mnohem menšímu naklání karoserie, lehce potlačen, ale také velmi závisí na zdvihu kol. Takovýto vůz je pak vhodné nastavit se zadní rozbíhavostí až 0.5 stupně. V zatáčce pak zatáčí přední i zadní náprava.[17]

5.2.4 Přední ramena vozu

Výchozí body při vývoji nových předních ramen byly dva. První bylo původní sériové rameno, z něhož se vycházelo hlavně rozměrově v úchytných bodech karoserie. Druhým bylo rameno použité u Fabie WRC, ze kterého se vycházelo při výběru materiálu a použilo se obdobné konstrukční řešení. Dále byla porovnávaná X-ová poloha vnějšího spojovacího bodu (u sériového ramene spoj tvořený kulovým čepem) zda nebylo kolo navíc předsunuto dopředu. Tato úprava se používá hlavně u vozů rallycrossové specifikace, kde se díky této úpravě změní úhly lichoběžníkového řízení a při zatáčení je vnitřní kolo ve větším úhlu než by správně mělo být, což na technické trati bývá velkou výhodou a nevýhoda ve formě neklidnosti ve vysokých rychlostech je zde zanedbatelná.



Obr: 3 Příklon rejdové osy [11]

To ale neplatí na rychlostních zkouškách, kde je často dosahováno vysokých rychlostí a navíc vůz bude neklidný už díky použití samosvorného diferenciálu i příklonu rejdové osy (β_x viz obr: 3), který se mění ruku v ruce s nastavováním negativů.

Průběh vývoje ramene vozu byl čistě praktický, bez použití jakýchkoliv 3D nákresů nebo matematických modelů. Jelikož se nevyvíjel celý vůz, ale jen některé komponenty, nevyplatilo by se riskovat investice do tvorby modelu kvůli jednotlivým dílům. Jako výchozí bod bylo použito právě sériové rameno. Byly namontovány všechny ostatní díly na vůz jako těhlice, tlumiče, obutá kola atd. Po usazení této verze se pomocí měřících prostředků navrhlo maximální možné vytažení kol do stran, nejenom za účelem rozšíření rozchodu kol, ale hlavně z důvodu zvětšení negativního odklonu. Metodou pokus omyl se u třetí verze prototypového ramene podařilo vytvořit díl se správnými parametry. Tento prototypový díl sloužil dále pouze jako předloha, jelikož v podmínkách běžné autodílny nedokážete vyrobít dostatečně přesně a v dostatečné kvalitě potřebný díl. Prototyp byl zaslán do firmy, která se specializuje na konstrukci dílů z vysoce legované oceli, kde si pro svaření ramen vytvořili nejdříve speciální přípravky ve kterých celý díl ze čtyř trubek, pěti plechů a jednoho válce, svařili dohromady.

Hlava čepu kola je od sériového provedení rovněž značně odlišná. Je to svařenec z pevnostních plechů a ocelových obrobků. Náboj kola je uložen ve dvou kuželíkových ložiskách. Otočný čep tvoří pružící jednotka s plynokapalinovými tlumiči od firmy PROFLEX.

5.2.5 Nastavení tlumičů

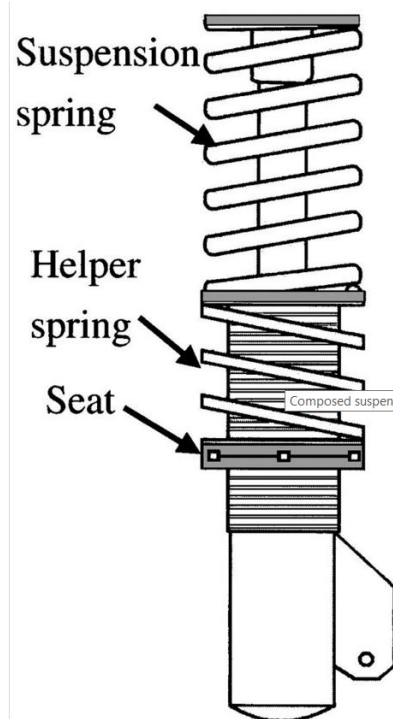
Pro co nejlepší možné využití výkonu vozu je zapotřebí dosáhnout maximálního možného kontaktu pneumatiky s vozovkou. K tomu budou nápomocny pružiny a tlumiče.

O pružinách se dá hovořit jako o zařízení pro skladování energie. Jsou navrženy tak, aby byly schopné absorbovat rázy jdoucí ke kolům a uloží je jako potenciální energii pomocí stlačení. Následně tuto energii komprimují do kinetické podoby a kolo je tlačeno dolů. [25]

Pro soutěžní účely není jediným důležitým faktorem schopnost absorbovat rázy, jelikož v soutěžních podmínkách je častým jevem vozidlo bez kontaktu s vozovkou a pro tento případ je zapotřebí co největší zdvih kol, aby i v extrémních situacích byl zajištěn

přenos výkonu na vozovku a kola se netočila naprázdno. Zpravidla se používají pružiny s progresivním stoupáním, kde měkčí část pružiny je v klidovém stavu stlačena téměř na maximum a roztáhne se jen v situacích kdy je kolo nadlehčeno. Druhou možností pro docílení nelineární charakteristiky tlumiče je použití dvou různých pružin instalovaných na tlumiči za sebou v sérii, kde pružina s nižší tuhostí je zde pro případ nadlehčení kola. [21]

Tuhost pružin bude oproti sériovému vozu hledána v hodnotách skoro dvojnásobných oproti sériové pružině. Navíc tato tuhost není konečná, jelikož předpětí pružiny je nastavitelné v horní části tlumiče aniž by se měnila světlá výška vozu. [5]



Obr: 4 Hlavní a pomocná pružina [5]

Naopak tlumiče jsou tu od toho, aby energii pohlcovaly, a transformovaly do tepelné podoby. Teplo vzniká díky průchodu oleje uvnitř tlumiče skrz malé otvory. Pro závodní účely se nejvíce využívá jednoplášťový teleskopický tlumič, který naplno využívá výhod oproti dvouplášťovému tlumiči, hojně využívanému v sériových vozech.

Mezi hlavní výhody tohoto typu tlumičů patří:

- Větší průměr pracovního pístu při stejné vnější velikosti
- Lepší ochlazení pracovního prostoru
- Libovolná pracovní poloha pístu
- Necitlivost na změnu objemu kapaliny při změně teploty v klidovém stavu

Tlumiče značky PROFLEX bývaly u většiny značek automobilů soutěžního charakteru v době stavby vozu, nyní už jsou trochu na ústupu, ale stále jsou jedny z nejlepších.

Bohužel není žádná literatura, která pomůže s dokonalým nastavením stroje. Nastavení podvozku je individuální, závislé na jezdcí (stylu, přednostech) a podmínkách na trati, které se různí závod od závodu. Níže se pouze pokusím dát dohromady určitá vodítka a základní pravidla pro nastavení podvozku závodního stroje.

Základní parametry tlumičů Proflex Jumbo:

- Vysokorychlostní regulace stlačovacího útlumu (HIGH SPEED COMPRESSION - HS)
- Nízkorychlostní regulace stlačovacího útlumu (LOW SPEED COMPRESSION - LS)
- Regulace roztahovacího útlumu (REBOUND - REB)
- vyrovnávací nádobka s možností nastavení tlaku plynu
- možnost nastavení světlé výšky vozu
- progresivní pružiny

Jak nastavit tlumič Proflex

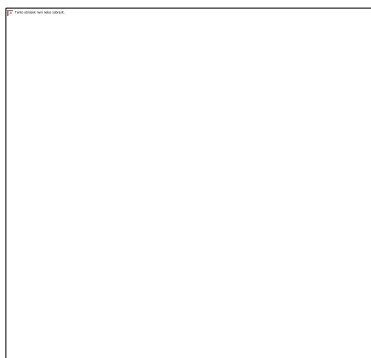
Mechanicky to znamená pootáčení šroubu pomocí „kliků“ které jsou pocitově znatelné, kde 6 kliků znamená otočení o 360 stupňů.

Úprava komprese se nachází na externí baňce tlumiče a skládá se ze dvou nezávislých nastavení, z nichž každá obsahuje přibližně 26 poloh.



Obr: 5 Nastavení nízkorychlostní komprese [16]

Komprese pro nízké rychlosti pohybu je regulována pomocí šroubováku viz Obr: 5. Tímto nastavením měníme charakteristiku pomalých pohybů kol a tlumičů (nízkofrekvenční, tj. brzdění, nesení váhy, tah motoru).



Obr: 6 Nastavení vysokorychlostní komprese [16]

Šroub umožňuje zpomalit stlačení tlumiče: čím více utáhnete, tím obtížnější bude stlačení. Pro eliminaci tohoto jevu jsou dostačující dva až tři kliky zpět.

Vysokorychlostní komprese musí být nastavena s klíčem 10mm. Toto nastavení je pro rychlý pohyb kol a tlumičů (vysokorychlostní: jízda po velmi hrbolaté silnici, přistání po skoku), takže se tímto nastavením zpomaluje pohyb kola.

U tohoto nastavení se dotahuje, dokud při testování nebude cítit přenos nerovností do karoserie vozidla až odskakování vozu na nerovnostech a pro eliminaci tohoto jevu jsou dostačující dva až tři kliky zpět. Upozornění: Při nastavování vysoké frekvence, je nutné dát pozor, aby se současně nepohyboval nastavovač nízké frekvence.

Nastavení odskoku na rebound control ventilu se nachází na horní části tlumiče. Zde je také možnost nastavení až 27 pozic.

Toto nastavení může více či méně zpomalit roztažení tlumiče což zvýší přilnavost pneumatik k povrchu vozovky a zároveň zabraňuje oscilaci pružiny.



Obr: 7 Nastavení odskoku [16]

Pro prvotní nastavení je důležité nesměřovat k maximálním hodnotám, protože i jedno kliknutí znamená hmatatelnou změnu. [16]



Obr: 8 Kompletní tlumič [21]

kde díky změnám v omezení průtoku změním nastavitelnou sílu při stlačení i při roztlačení. Navíc jsou tlumiče vybavené termostatickým řízeným průtokem kapaliny v závislosti na jeho momentální teplotě, což je velmi důležité, jelikož v závodním nasazení dosahuje teplota kapaliny extrémních teplot a bez této regulace by chování tlumiče nebylo v průběhu rychlostní zkoušky konstantní.

Na přední nápravě je nainstalován speciálně konstruovaný příčným zkrutný stabilizátor. Na stabilizátoru nejsou při testování a rally možné žádné změny, ale pokud by nadměrné naklání karoserie nebylo možné dohnat na tlumičích a pružinách, je možné uvažovat nad změnou materiálu stabilizátoru, případně při zachování materiálu změnit jeho mocnost.

Součástí přední nápravy je také řízení. Konceptně vychází ze sériového hřebenového řízení, je však odlišné. Převodovka řízení má posun 60 mm na jednu otáčku volantu a díky tomu je pro otočení kol z jedné krajní polohy do druhé potřeba zhruba 1,8 otáčky volantu. Řízení lze k závodním účelům nastavit od 540 do 720 stupňů. Převodovka řízení, je výrobkem firmy ZF kde se případně dají objednat jiné převodovky. [17]

Výše provedené úpravy jsou možné právě v průběhu testování, nebo samotné rally. Pokud se nedaří najít ideální varianta nastavení, může se po konzultaci s dodavatelem tlumičů změnit mechanická část tlumiče. To je proveditelné výměnou distančních podložek,

5.3 Zadní náprava

Jelikož se zadní náprava shoduje se zadní nápravou sériového automobilu Škoda Fabia RS, není možné žádné nastavení geometrie. Je to náprava kliková, kterou tvoří vlečná ramena spojená poddajnou příčkou fungující jako příčný zkrutný stabilizátor. Náprava je upevněna do karoserie dvěma konzolami prostřednictvím pružných pryžových pouzder. Náboje kol jsou uloženy na čepu prostřednictvím kuličkových ložisek. Díky této konstrukci čepů a hlav není umožněno seřizování odklonů nebo sbíhavosti zadních kol.

Zadní tlumiče jsou, stejně jako přední, výrobkem firmy PROFLEX. Jsou to vinuté ocelové pružiny s pravidelným stoupáním a se soustředně uloženými kapalinovými tlumiči. U tlumičů lze seřizovat sílu při stlačení i při roztážení podle povahy tratě a přání jezdce. Jsou rovněž vybaveny termostaticky řízeným průtokem oleje v závislosti na jeho teplotě.

5.4 Brzdný systém

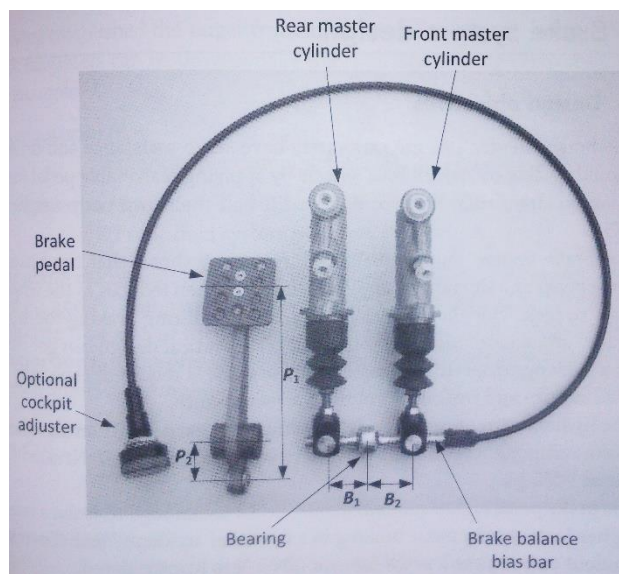
Brzdy jsou dvouokruhové kapalinové, kde je samostatný hlavní brzdový válec pro okruh předních kol a druhým brzdovým válcem je brzděn okruh kol zadních. Největší rozdíl oproti sériovému provedení brzdové soustavy je absence podtlakového posilovače brzdného účinku. Kola přední i zadní nápravy jsou brzděna kotoučovými brzdami, jejichž průměr není pevně dán.

Běžně se při volbě 17 palcových kol používají přední kotouče o průměru 330mm, které jsou chlazeny vzduchem lopatkami mezi funkčními plochami kotoučů. Na voze s těžkým dieslovým motorem byl zvolen průměr předních kotoučů 356 mm a tloušťkou dle homologace 34 mm. Tato volba znamenala obtížné hledání vhodných disků, jelikož u běžných kol vznikala kolize vnitřku ráfku s brzdícím, ale výrobci kol určených hlavně pro závody s touto problematikou počítají častěji a nakonec byla zvolena firma Team Dynamics s ideálním poměrem cena/hmotnost/tvrdość ráfku. Při hledání ideálu u zadních kotoučů bylo důležité je zvolit poměrově menší díky nevyváženosti rozložení hmotnosti mezi přední a zadní nápravou, a tak byli zvoleny kotouče bez vnitřního chlazení o průměru 286 mm a tloušťce 14 mm. [23]

Při volbě brzdiců i kotoučů už není tak jednoduché, v případě špatně zvoleného průměru, nainstalovat jiné brzdice a kotouče hlavně z důvodu finančních nároků na obměnu a také časové náročnosti. V případě výměny brzdiců je oproti sériovému vozu ještě důležitější důkladné odvzdušnění systému a následná důsledná zkouška funkčnosti, kde by se mohly projevit například různé netěsnosti či jiné vady, které by na rychlostní zkoušce mohly mít fatální důsledky.

Brzdice na přední nápravu byly zvoleny šestipístkové (nejvyšší specifikace pro daný průměr) od firmy AP RACING a na zadní nápravu putovaly čtyřpístkové od stejné firmy. Důležité pro možnost nastavení brzdného účinku jsou systémy regulace brzdného tlaku mezi přední a zadní nápravou.

Na voze jsou nainstalovány dva rozdílné systémy regulace, které se navzájem doplňují, ale velký rozdíl v nich je u možnosti změn přímo na rychlostní zkoušce. První systém mechanicky ovládá nastavení vahadel na pedálovém ústrojí mezi brzdovými válci přední a zadní nápravy. Ovládání je na přístrojové desce a používá se pro základní nastavení pro dané podmínky



mokro/sucho před závodem. Princip tohoto ovládání je relativně jednoduchý. Ovládací kabel je napevno spojený se závitem propojujícím brzdový pedál na středu a táhla brzdových válečků na krajích. V kabině vozu je kabel napojen na otáčecí mechanismus a při otáčení se díky stoupání závitu mění pákové síly na jednotlivé brzdové válce. [22]

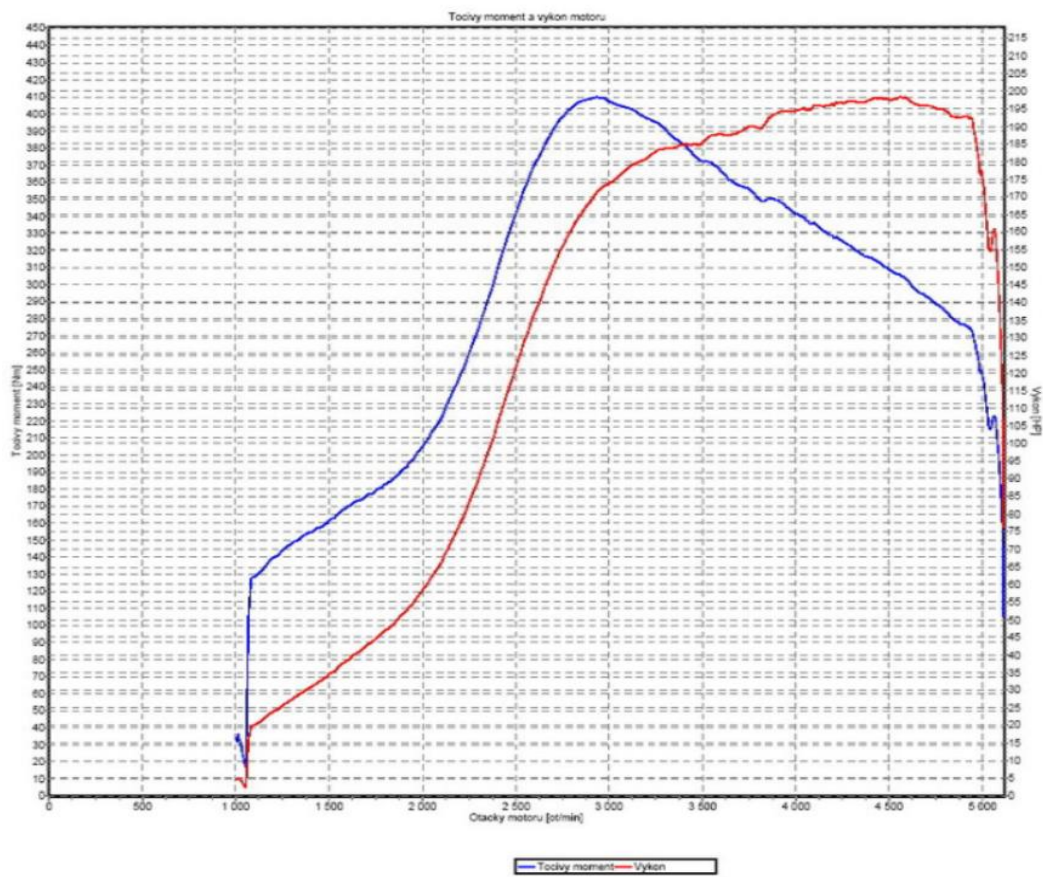
Druhý systém omezuje pomocí ventilu, umístěného vedle řidičovy sedačky, hydraulický tlak na zadní nápravu a je velmi důležité, aby při nastavování prvního systému byl ventil v základní pozici. Změny prováděné omezovačem tlaku jsou menšího rozsahu, ale je jednoduše dostupný a díky tomu je možné použití přímo v rychlostní zkoušce. [19]

5.5 Hnací agregát

5.5.1 Motor 1896 cm³

Zavěšení motoru do karoserie je sice ve stejných bodech jako u sériového provedení, ale místo běžných pružných pryžových lůžek jsou použity klouby UNIBAL. Velmi důležitá je ochrana motoru proti nárazům zesponu, kryt vyrobený firmou VND z kevlaru přetažený tenkým ocelovým plechem chrání hnací agregát proti mechanickému poškození.

[9]



Graf 1 Křivka výkonu a točivého momentu

Základní specifikace:

- 4 válce v řadě
- 2 ventily na válec
- Rozvod OHC
- Vrtání/zdvih 79,5/95,5 mm
- Kompresní poměr 19:1
- Plnění válců turbo s proměnou geometrií lopatek
- Přímé vstřikování BOSCH PDE

Jednou z mála možných věcí k úpravě na motoru vozu je vačková hřídel. Zde je pro závodní účely vhodný progresivní nástup otevření ventilů. Úprava původní hřídele je jednou z možností, ale je možná najít i v sériové produkci vhodnější díl. Konkrétně u tohoto modelu byla vyhodnocena jako nejvhodnější vačková hřídel z motoru 1.9SDI, což je motor identické konstrukce, ale chybí mu přeplňování turbodmychadlem. [7]

Při hledání vhodného vzduchového filtru je jediné omezení v zástavbovém prostoru a ve vstupním otvoru do sání. Je ale velmi důležité zachovat dostatečný prostor mezi samotným filtrem a jeho filtrboxem, hlavně kvůli ideálnímu průtoku vzduchu. Vzduchový filtr byl zvolen kuželový od firmy KN s průměry 90 a 130 mm. Při volbě filtrboxu bylo důvěřováno výpočtům ŠKODA MOTORSPORT, od nichž byl převzat kevlarový box, kopírující tvar filtru. Palivo pro tento motor bylo po druhém testovacím dni vybráno od firmy ALITRON CZ s cetanovým číslem přes 60. [17]

Nejvyššího zvýšení výkonu bylo dosaženo pomocí naprogramování řídicí jednotky viz Graf 1. Možnosti pro programování řídicí jednotky jsou dvě. První, ta levnější probíhá přímo na dílně, kde technik nahraje do řídicí jednotky předdefinovaný program a následuje zkouška vozu na silnici, po které jsou upraveny některé hodnoty. Druhý typ úpravy je sice výrazně dražší, ale probíhá na motorové brzdě a program je nastaven přesně na konkrétní motor a maximálně využije jeho možnosti. [6]

I tak se může vyskytnout nějaký problém, který se projevil jedině na rychlostní zkoušce a to na 6 rychlostní stupeň okolo 4000 ot/min, kdy řídicí jednotka nahlásila chybu a přepnula se do nouzového režimu. Odstranění tohoto problému zabralo téměř dva dny ježdění ve výše uvedených podmínkách a předělávání nejen palivových map.

5.5.2 Převodovka

Do automobilu byla využita šestistupňová sériová synchronní převodovka se šikmým zubem. Ozubená kola rychlostních stupňů jsou na obou hřídelích ve stálém záběru a vlastní řazení se děje přesouváním zubových spojek po drážkovém hřídeli řadicími vidlicemi za pomoci synchronů. Stálý převod zůstal zachován v sériové podobě na rozdíl od 4., 5., a 6. stupně, které byly vhodně zkráceny použitím odlišných koleček z různých modelů koncernu VW. [20]

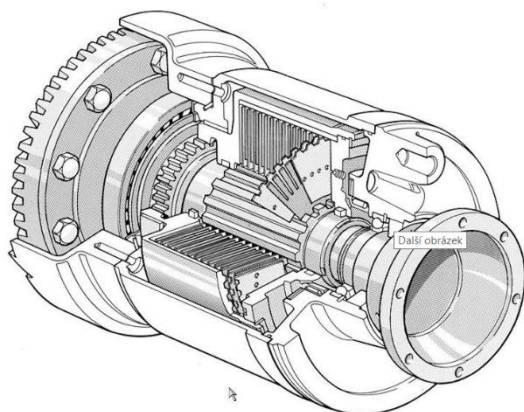
5.5.3 Diferenciál

Diferenciál je mechanický prvek, který rozděluje pohon skrze poloosy na kola. Rozděluje točivý moment a hlavně dovoluje rozdílné otáčky obou výstupů. To je potřebné především v zatáčkách, kdy jednotlivá kola opisují odlišné dráhy.

Otevřený diferenciál

U většiny sériových vozů se používá otevřený diferenciál. Z pravidla je tvořen klecí, poháněnou od převodovky, se dvěma volně otočnými kuželovými ozubenými koly, která zabírají do ozubených kol na výstupních hřídelích. Točivý moment je pak rozdělený na obě kola vždy rovným dílem. (například 400Nm rozděluje na 200Nm+200Nm). Tento poměr nezmění ani rozdílné otáčky, prokluz nebo zatížení kol. V případě ztráty přilnavosti na jednom kole natolik, že začne prokluzovat, se sníží jeho odpor proti otáčení a tím i přiváděný moment. Přiváděný moment se ale sníží i na druhém kole a vůz přestane zrychlovat.[10]

Diferenciál s omezenou svorností

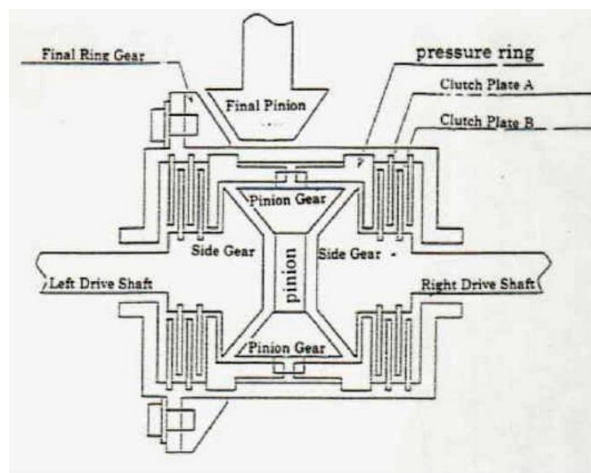


Obr: 10 Diferenciál s omezenou svorností [24]

spojku a umí do značné míry omezit protáčení kol a zároveň dovolí jejich odlišnou rychlost v zatáčkách. [8]

Možnost uzavřeného diferenciálu rovnou přeskočíme, jelikož v tu chvíli by se vůz s náhonem na přední kola stal extrémně nedotáčivý, když by ho vnitřní kolo navzdory zvolenému směru táhlo přímým směrem. Pro ideální funkci na všech druzích povrchu se proto používá kompromisní řešení ve formě diferenciálů s omezeným prokluzem (Limited Slip Differential). Obsahuje třecí

LSD se používá v motoristickém sportu již od 50. let 20. stol. hlavně díky rychlosti reakce. Tento diferenciál obsahuje speciální třecí lamely, které jsou z lisovaných plechů poskládaných za sebou a vytvářejí (statické a posuvné) tření. Lamely jsou vyskládané dovnitř běžného kuželového diferenciálu. Křížový

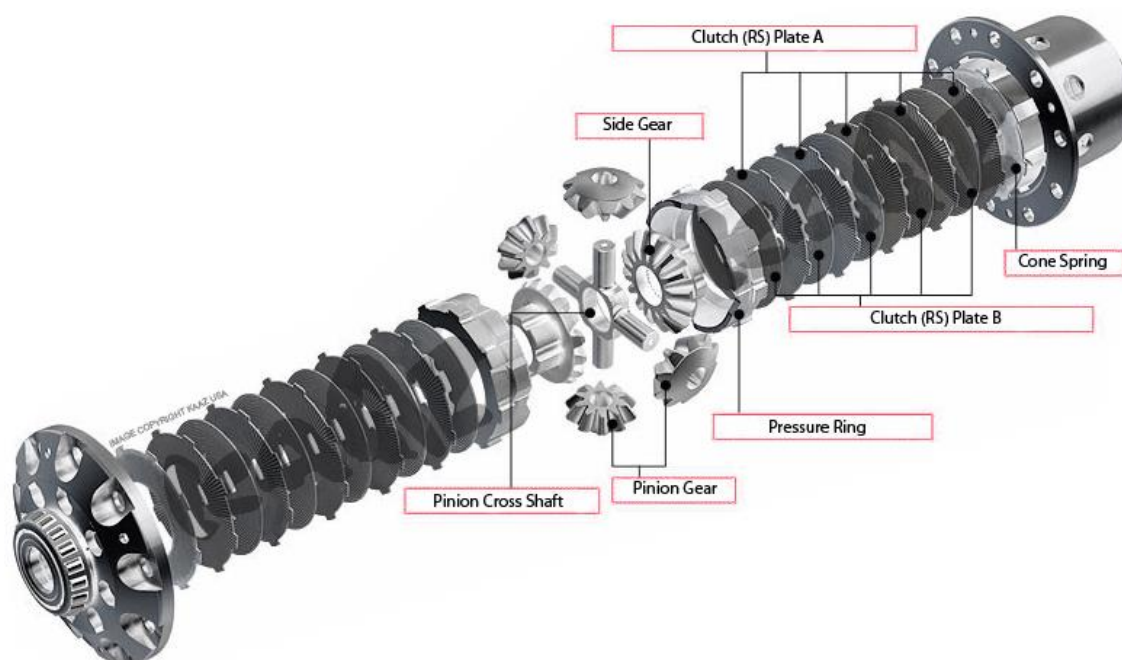


Obr: 11 Řez diferenciálu s omezenou svorností [11]

hřídel, samostatná kuželová kola a pastorky kuželového převodu odděluje od lamel přítlačný kotouč na obou stranách, který tlačí na třecí lamely, které mají střídavě vnitřní a vnější zámek pro přenos síly z těla na poloosy. [24]

Dokud na diferenciál nepůsobí síla motoru, je veškerá svornost dána předpětím pružin a mocností vložených lamel. Jakmile začne působit síla motoru na diferenciál, začne se s tělem otáčet i křížový hřídel, který je uložený v drážkách přítlačných kotoučů s trojúhelníkovým tvarem. Tento tvar zapříčiní, vlivem působící síly, roztažení proti tělu

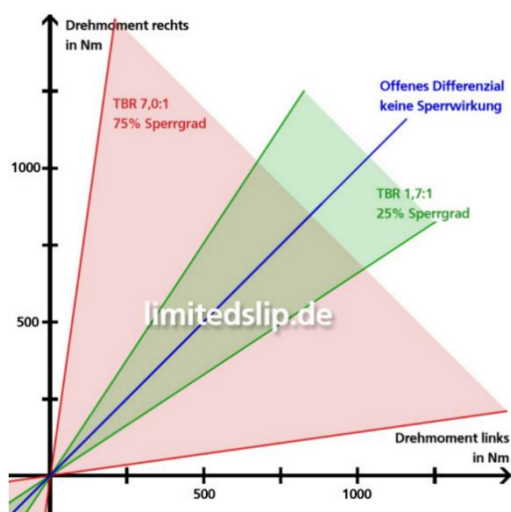
diferenciálu, což způsobí tlak v axiálním směru na třecích lamelách a díky tomu jsou poháněná kola postupně uzamykána v závislosti na síle dodávané motorem.



Obr: 12 Rozpad diferenciálu s omezenou svorností [26]

Pro závodní účely je důležité zvolit dvoucestný diferenciál, který zajišťuje svornost, jak při akceleraci, tak při brždění. To je důležité hlavně při brždění na hranici adheze, kde postupným podrázováním je nejenom ulehčováno brzdám, ale zabraňuje se tím zablokováním kol a případnému zhasnutí motoru. Další neméně důležitou volbou u LSD je počet pastorků, kde je potřeba se vyhnout verzi se dvěma pastorky, která nedosahuje takových svorností jako verze se čtyřmi pastorky.

TBR (Torque Biasing Ratio) je hodnota, kterou je nutné překonat pro otevření diferenciálu a určuje rozdíl točivého momentu mezi hnacími koly. Jakmile je při průjezdu zatáčkou, rozdíl točivého momentu hnacích kol větší, než aktuální stupeň zamykání, diferenciál se otevře a začne probíhat vyrovnávání rychlostí kol jako u běžného diferenciálu. Z toho vyplývá, že čím utaženější diferenciál neznámá vždy lepší.



Graf 2 Tourque biasing ratio [24]

změnu, ať už ve směru jízdy, nebo v poloze plynu.

V případě že v zatáčce vůz nepřesáhne TBR nevyhnutelně se dostaví nedotáčivost. Navíc tím že TBR není pevně daná hodnota, ale naopak je ovlivněna mnoha faktory, velmi záleží na jízdním stylu řidiče. Mezi tyto faktory patří hlavně přilnavost pneumatik a nastavení podvozku, kde čím vyššího přetížení je vůz schopný v zatáčkách dosáhnout, tím může být TBR vyšší, ale o to těžší bude vůz řídit. Ten totiž bude mnohem citlivější na jakoukoliv

Stupeň zamykání a zkreslení vyplývá z následujících parametrů:

1. Počet a druh aktivních třecích ploch lamel
2. Přechodový úhel přitlačného válečku
3. Počet a tloušťka kotoučových pružin

Pro materiál platí, že čím vyšší je koeficient tření mezi vnitřní a vnější plochou lamel, tím vyšší je stupeň utažení LSD. V případě akutní potřeby snížení utažení, můžete pouze pozměnit pořadí lamel jako např. (z A-I-A-I na A-I-I-A) díky čemuž budou aktivní třecí plochy pouze dvě místo tří. Vnější lamely mají variabilní tloušťku s odstupňováním po 0,1 mm. Rozdílný přechodový úhel viz Graf: 2, změni utažení při akceleraci, čím menší úhel, tím utaženější LSD. V případě použití náběhu pouze v jednom směru získáte uzavřený diferenciál pro akceleraci, ale otevřený v případě brždění, nebo naopak.[15]

Moderní nastavení LSD pracuje s různými náběhovými úhly u tlačného kroužku, kdy pro brždění je zapotřebí plošší úhel, jelikož síly jdoucí od kol do LSD jsou menší, než síly jdoucí od motoru.



Obr: 13 Porovnání náběhových úhlů LSD [24]

Pro nastavení předpětí talířových pružin je možné volit z různých mocností a zakřivení talířových pružin. Pro LSD existuje pět různých verzí, které mohou být instalovány jednotlivě nebo ve dvojicích. Díky tomu lze nastavit předpětí přesně na požadovanou úroveň. Na různých fórech je možné se dočíst, že je důležité použít hlavně tlustší talířové pružiny, ale tato úprava z pravidla neznamena přínos. Tloušťka je stanovena výrobcem LSD a v případě její změny, bude zamezeno optimální využití pracovních poloh pružin, proto je důležité pro případnou změnu předpětí používat zejména rozměrově stejné pružiny, ale s rozdílným předpětím.

6 Testování vozu

6.1 První seznámení se s vozem

Testování soutěžního vozu není v žádném případě povoleno na běžných veřejných komunikacích, proto první termín je směřován na každoroční testování pneumatik PIRELLI. Toto testování probíhá na začátku každé sezony v areálu Motorland Bělá pod Bezdězem. Největší výhodou tohoto testování je, že testovací trať je volně k dispozici bez jakýchkoliv poplatků a navíc je zde v případě potřeby možnost přezutí závodních pneumatik.



Obr: 14 Mapa testovací trati v Bělé pod Bezdězem [28]

Dříve byla tato trať ideální pro kompletní nastavení podvozku pro české rally. Úzký asfaltový povrch plný nerovných záplat všech rozměrů střídajících výtluky všech rozměrů. Na takové trati jste perfektně vychytali veškeré odskoky vozu na rovince, v zatáčkách nebo při brždění. Nyní je díky financování z evropských fondů celá trať pod novým asfaltovým povrchem, ale pro prvotní seznamování s vozidlem je tato specifikace zatím dostačující.

6.1.1 Geometrie vozu

Před prvním testování je důležité nastavit základní geometrii nejlépe na laserové stanici. Při samotném testování je nastavování pomocí mechanické tyče velmi nepřesné. Tato úprava se provádí pouze při poškození některých součástí řízení. Před odjezdem na geometrii je důležité srovnat výšku vozu tak, aby na obou stranách byla shodná. Navíc je důležité nastavit i shodný tlak v pneumatikách, do čísel shodných s těmi, při kterých bude vůz fungovat na rychlostních zkouškách (od 1,9 do 2,1 Bar).

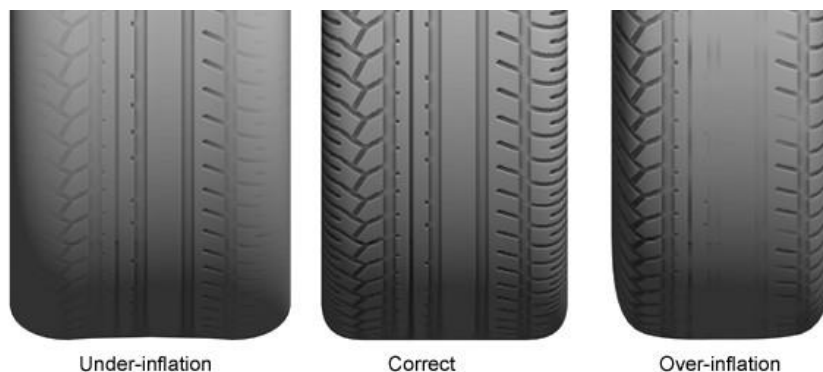
Většina údajů, zjištěných na geometrii, je spíše informativní. Například hodnota odklonu lze korigovat maximálně při povolení tlumiče v jeho horním uložení a pohnout s ním v rámci tolerancí otvorů. Tato korekci bude zatím vynechána, zůstane jako případná rezerva, pokud nebude nalezeno vhodné řešení. Hlavní údaj, se kterým se bude operovat na geometrii, je sbíhavost, která je u sériového vozu +0,05 až +0,1 stupně. Pro první testování je vhodné nastavit vůz přesně na nulovou sbíhavost. Stabilita vozu při přímé jízdě není důležitý faktor, ale dokud není známo, jak se vůz bude chovat, není nutné jít hned do záporných hodnot.

Při nastavení výšky vozu se vychází z hodnot sériové Fabie RS a experimentálně je tato hodnota ponížena o 10 mm. Pro dosažení maximálního přetížení v zatáčkách je nižší světlá výška, se kterou se sníží i těžiště vozu, průvodním faktorem. Ale na rozdíl od okruhových závodů je při rally důležité mít zachovaný dostatečně dlouhý zdvih kol. Navíc na úzkých lesních cestách s vyjetými kolejiemi je nízký podvozek nevhodný a může dojít ke kontaktu spodní části vozu s vozovkou. Tento jev je velmi nebezpečný, kdy hlavně při brždění, nebo v zatáčkách s velkou kompresí dojde ke ztrátě kontroly nad vozem. Obdobné je to i při takzvaném katování zatáček, kdy dochází ke zmenšování poloměru zatáčky vyjetím vnitřních kol mimo povrch vozovky, který většinou bývá pod úrovní vozovky, a tak i pro tyto případy je důležitá vhodná světlá výška vozu.

Při nastavování světlé výšky vozu je většinou nejjednodušeji měřitelný údaj od středu kola ke hraně blatníku. Ale případná doplňující měření na různých místech podlahy vozu nejsou na škodu, jelikož blatník nemá přesně danou polohu vůči zbytku karoserie. Začne se například na pravé straně vozu, veškeré nastavení tlumiče je ponechána v nulových hodnotách. Předpětí pružiny pomocí horní matice je potřeba připravit tak, aby pružina na tlumiči nebyla volná, plus jedna otáčka o 360 stupňů navíc. Nastavení světlé výšky je prováděno pomocí spodní matice. Jakmile je dosaženo správného nastavení na pravé straně, je zapotřebí pečlivě zaznamenat všechny hodnoty nastavení tlumičů a tyto hodnoty nastavit na druhé straně identicky.

6.1.2 Pneumatiky

Dříve než se začnou upřednostňovat při nastavování vozu vlastní pocity, je velmi důležité se zaměřit na pneumatiky. Jejich optická kontrola po odjetí několika desítek kilometrů a hodnoty teplot naměřených v různých částech pneumatik v začátcích velmi pomůžou.



Obr: 15 Naznačení opotřebení pneumatik za různého tlaku [27]

Na Obr: 15 je u levého vzorku vidět důsledek jízdy na podhuštěných pneumatikách. Prostřední vzorek znázorňuje opotřebení pneumatiky při ideálním tlaku a poslední vzorek znázorňuje přehuštění pneumatik. V tabulce 1 jsou dále shrnuty příčiny nesprávného opotřebení pneumatik při správném tlaku v pneumatikách.

Každá značka pneumatik má od výrobce vždy vlastní technická data, díky kterým se zjednoduší volba pneumatik pro dané povětrnostní podmínky. Dle podmínek jsou zvoleny pneumatiky, tlak studených pneumatik je potřeba nastavit na 1,8 baru a v klidném režimu lze začít se zahříváním pneumatik. V případě dostatku financí mohou ohřívače pneumatik výrazně práci usnadnit. Po zahřátí pneumatik bude nastaven tlak v pneumatikách na 1,9 baru s předpokladem mírného zvýšení při plném zatížení. Po ujetí alespoň 7 kilometrů v ostrém tempu bude tlak opět zkontrolován, a pokud pneumatiky neuchází, nebo se výrazně nezmění povětrnostní podmínky, už se o tlak pneumatik není zapotřebí dále starat.

Problém	Příčina
Opotřebení hran <i>Obě hrany pneumatiky se opotřebovávají rychleji než střed</i>	Podhuštění
	Opakovaná jízda při silné nedotáčivosti
	Nesprávné párování ráfků a pneumatik
	Pneumatiky nebyly rotovány
Opotřebení středu <i>Střed pneumatiky podléhá rychlejšímu opotřebení</i>	Nadměrný tlak pneumatik
	Nesprávné párování ráfků a pneumatik
Opotřebení jedné strany <i>Polovina pneumatiky podléhá rychlejšímu opotřebení</i>	Nesprávná geometrie kol (zejména odklon)
	Pneumatiky nebyly rotovány
Bodové opotřebení <i>Část nebo několik dílů obvodu běhounu je rychleji opotřebeno</i>	Vadné odpružení, rotující díly nebo součásti brzd
	Nevyvážená kola
	Nadměrné házení kol
	Probrždění
	Podhuštění
Diagonální opotřebení <i>Části běhounu jsou diagonálně rychleji opotřebené než v jiných částech.</i>	Vadné odpružení, rotující díly nebo součásti brzd
	Nesprávná geometrie kol
	Nevyvážená kola
	Pneumatiky nebyly rotovány
	Podhuštění
Blokové opotřebení <i>Jednotlivé bloky běhounu jsou nesouměrně opotřebené</i>	Špatně nastavená sbíhavost
	Ohnutá náprava

Tabulka 1 Varianty problémů a příčin u špatného opotřebení pneumatik

Správný výběr směsi běhounu pro konkrétní závod nebo rychlostní zkoušku je velmi individuální rozhodnutí a závisí na mnoha faktorech, které jdou nezávisle i proti sobě. Získání citu pro správné rozhodnutí vyžaduje obvykle několikaleté zkušenosti a vysokou míru předvídativosti, ale i sebereflexe. Tato rozhodnutí často negativně ovlivňují okolní vjemy a zažitá stereotypy, které však mohou mít daleko ke správnému rozhodnutí.

Primárním vodítkem by vždy měla být schopnost jezdce za daných klimatických a technických podmínek přivést pneumatiku ke správné pracovní teplotě. Není-li opatrný jezdec schopen zahřát na provozní teplotu ani střední směs, nemůže svůj výběr pneumatik činit podle agresivního jezdce, který právě obul nejtvrďší směs a to ani za předpokladu, že takového jezdce považuje za výrazně zkušenějšího s „jistě správným rozhodnutím“. Naopak obutí příliš měkké směsi je také velmi nevhodné, kvůli jejímu rychlému zahřátí. Takové směsi jsou určeny pouze pro krátké úseky, neposkytují teplotní rozsah jako střední a tvrdé směsi a rychle se přehřejí. Přehřátá pneumatika má výrazně horší adhezi než nezahřátá pneumatika a na rozdíl od nezahřáté pneumatiky to jezdec nemůže v průběhu závodu nebo rychlostní zkoušky prakticky vůbec ovlivnit. Vždy je lepší (pro delší úseky)

volit tvrdší pneumatiku a začít ve volnějším tempu a zrychlovat v průběhu a ke konci rychlostní zkoušky.

ASPHALT	COMPOUND			SURFACE			CONDITION			TEMPERATURE								
	HARDNESS		WORKING TEMPERATURE	SMOOTH	MEDIUM	ABRASIVE	WET	DAMP	DRY	-5	0	5	10	15	20	25	30	30+
	Soft	RX9	20° - 60°															
Medium	RX7	50° - 90°																
Hard	RX5	80° - 120°																
Medium	RE 7/N3																	

GRAVEL	COMPOUND			SURFACE			CONDITION			TEMPERATURE									
	HARDNESS		WORKING TEMPERATURE	SMOOTH	SOFT/SANDY	PACKED	HARD/ROCKY	WET	DAMP	DRY	-5	0	5	10	15	20	25	30	30+
	Soft	KM6	30° - 60°																
Medium	KM4	50° - 80°																	
Hard	KM2	70° - 120°																	
Soft	K6	30° - 60°																	
Medium	K4	50° - 80°																	
Hard	K2	70° - 120°																	
Soft	XR7	30° - 60°																	
Medium	XR5	50° - 80°																	
Hard	XR3	70° - 120°																	

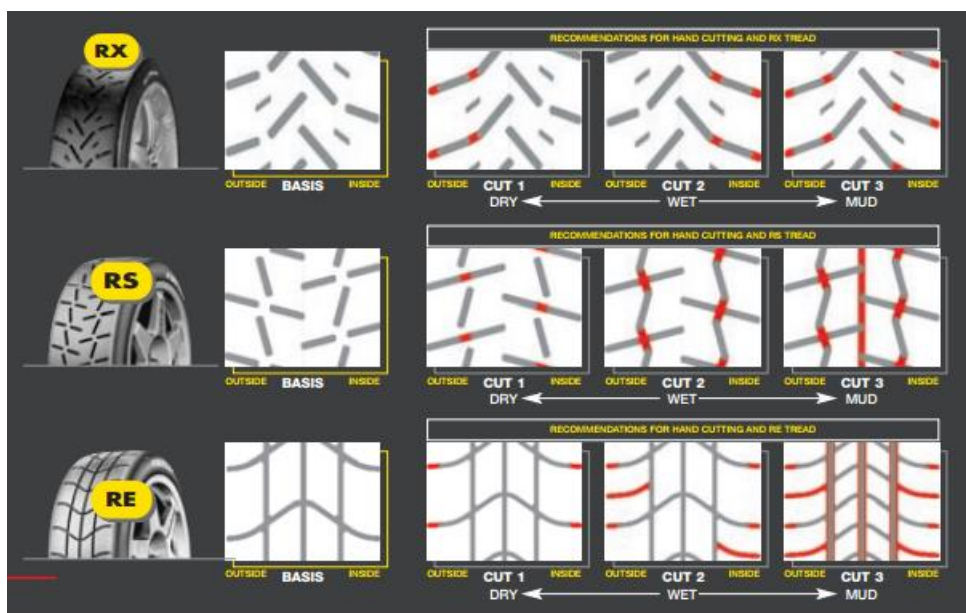
Tabulka 2 Varianty směsí pneumatik [29]

V případě, že se začíná na studených pneumatikách, je zapotřebí je opatrně zahřívát jízdou. V první fázi je vhodné použití prudkého brždění, na hranici adheze pneumatik. Brždění zahřeje hlavně ráfky kol, které tak výrazně dopomůžou udržet teplotu pneumatik. Navíc zatížení pneumatik při brždění zahřívá pneumatiky rovnoměrně po celé její šíři. Nevýhodou je rozdílný účinek mezi přední a zadní nápravou. Pro důkladné zahřátí zadních pneumatik je potřeba začít na rovném úseku využít celou šíři vozovky, alá slalom mezi virtuálními kužely. Důležitá je vyšší rychlost a časté střídání směrů, protože jen díky tomu dostanete vůz na hranici přetáčivého smyku, při kterém je dosaženo dostatečného zahřátí zadních pneumatik.

Od okamžiku zahřátí pneumatik může testování začít naplno. Po odjetí více jak deseti kilometrů je zapotřebí zastavit vůz a okamžitě změřit teplotu pneumatik. Důležité je naměřit rozdíl teplot jak mezi přední a zadní nápravou, tak mezi vnitřní a vnější částí pneumatiky.

Testovaný vůz má pohon pouze přední nápravy, přední pneumatiky jsou oproti zadním zatěžovány více při brždění, zatačení i při akceleraci. V případě použití stejné směsi na přední i zadní nápravě bude pravděpodobně dosaženo rozdílných teplot. Tento

rozdíl nesmí překročit 25 stupňů a v případě jeho překročení je zapotřebí změnit směs pneumatik na jedné z náprav. O tom, na které to bude, už napoví vlastní pocit z řízení. V případě, že na začátku jízdy přední pneumatiky drží dobře, ale během tří kilometrů začne vůz trpět nedotáčivostí, půjde se cestou tvrdší směsí na přední nápravě. Pokud je přilnavost na přední nápravě v průběhu testu neměnná, ale zadní pneumatiky ani na konci úseku nejsou zahřáté, je zapotřebí přejít na měkčí směs na zadní nápravě.



Obr: 16 Možnosti prořezávání pneumatik [29]

Pokud změna směsi bude kontraproduktivní, neznamená to nucené přizpůsobení se špatnému nebo hledání jiného výrobce pneumatik. Možností pro záchranu této situace, je prořezání pneumatik, které nejsme schopni dostatečně zahřát. Prořezávání pneumatik se používá hlavně v případě teplého počasí s pravděpodobností deště, kde tvrdá pneumatika se na suchém povrchu nepřehřeje, ale v případě deště budou vytvořené drážky odvádět vodu mimo styčnou plochu. Pokud jsou na voze pneumatiky do sucha a začíná dešť, neznamená to konec závodu, ale nastává situace kdy je extrémně důležité důkladně před startem zahřát pneumatiky a pokud je to možné, nevjíždět zbytečně do louží.

Naopak v případě nasazení měkkých pneumatik navíc se vzorkem do mokra, je v případě osychající tratě vhodné vyhledávat mokré části asfaltu a případné louže pro

udržení teploty nepřesahující mezní funkční hodnotu. Poslední možností pro zlepšení prohřátí je opět v prořezávání, ale s trochu jinou koncepcí. Na rozdíl od běžného prořezávání pneumatik, kdy je odebráno nějaké množství gumy, je použit běžný nůž a do dezénu pneumatiky jsou dle potřeby vpraveny řezy. Tato úprava nepomůže lépe odvádět velké množství vody, ale dopomůže rychlejšímu dosažení optimální teploty, díky které bude pneumatika fungovat lépe na vlhké vozovce.

6.1.3 Geometrie – pokračování

Ve chvíli kdy jsou pneumatiky zahřáté na přední i zadní nápravě optimálně, se lze zaměřit na nastavení geometrie. K měření teploty pneumatik je nejvhodnější kontaktní teploměr se sondou a vždy je třeba dodržovat stejné podmínky a postup měření.

Pneumatiky je nutné měřit ve stejném místě (na vnitřní straně, uprostřed a na vnější straně) a ve stejném pořadí (LP, PP, PZ, LZ) pokaždé, když po testovacím úseku zajede vůz na servisní stání. Hodnoty by měly být zaznamenávány následujícím způsobem tak, aby byly následně snadno srozumitelné. Za normálních okolností je optimální rozsah teplot jedné pneumatiky pro její optimální fungování maximálně 20°C mezi vnitřním a vnějším okrajem. Rozdíl teplot mezi pneumatikami přední a zadní nápravy by neměl přesáhnout 25°C. V závislosti na šířce pneumatiky by vnitřní strana pneumatiky měla být o 10 °C teplejší než vnější strana.

Pokud je vnitřní strana pneumatiky příliš teplá, je potřeba zmenšit odklon. Pokud je vnější strana příliš teplá, je potřeba zvětšit odklon nebo zvýšit tlak pneumatiky tak, aby se zamezilo shrnutí vnější bočnice pneumatiky. Pokud jsou přední pneumatiky teplejší než zadní, může to ukazovat na přílišnou nedotáčivost, a pokud jsou teplejší zadní pneumatiky, může to naopak ukazovat na přílišnou přetáčivost vozu. To samozřejmě neplatí pro všechny druhy automobilů. Přední pneumatiky na vozech s předním náhonem jsou obvykle vždy teplejší a zadní pneumatiky na vysoce výkonných vozech s pohonem zadní nápravy jsou teplejší částečně vlivem protáčení kol. V případě provádění testů a ladění geometrie vozu by měly být pneumatiky vždy relativně nové. Ojeté pneumatiky s opotřebenými hranami mohou poskytovat nepřesné teplotní údaje, neboť ztenčené plochy udržují méně tepla než silnější plochy.

Při hledání optimálního nastavení je vhodné sledovat kromě teploty běhounu i poměr opotřebení vnější a vnitřní strany pneumatiky a měřit jej hloubkoměrem. V případě nerovnoměrného opotřebení je vhodné provést změnu nastavení odklonů nebo tlaků. Pokud se nadměrně opotřebovává vnitřní strana pneumatiky, je vhodné zmenšit odklon. Pokud se nadměrně opotřebovává vnější strana pneumatiky, je vhodné zvětšit odklon nebo zvýšit tlak pneumatiky tak, aby se zamezilo shrnování vnější bočnice pneumatiky.

6.1.4 Nastavení brzd

Když už byly nalezeny vhodné pneumatiky, je na řadě nastavení brzd. Pneumatiky je potřeba zahřát na optimální teplotu, protože studené pneumatiky mají menší přilnavost než zahřáté, takže předtím než se začnou nastavovat brzdy, je nutné se přesvědčit, že jsou v optimální teplotě. Nejvhodnější je začít na přímém a nerozbitém povrchu za suchých podmínek. Zde si lze vyzkoušet maximální brzdňý účinek a začne se s pozorováním, na které nápravě se začnou blokovat kola jako první. Tím pádem v případě přebržděné zadní nápravy přesuneme více brzdňého účinku na přední nápravu, nebo naopak.

Vždy je důležité mít spíše přebržděnou přední nápravu než zadní. Jedním z důvodů je bezpečnost, kdy brždění na rychlostní zkoušce nebude vždy prováděno na rovném úseku a pokud se k tomu přidá příčná nerovnost, může se vůz snadno dostat do přetáčivého smyku ještě před zatáčkou. Druhým důvodem je účinnost brzd, kdy pokud se větší měrou o zpomalení vozu stará přední náprava, nemůžeme si dovolit ubírat brzdňý tlak z důvodu blokující se zadní nápravy. Důležitý faktor, který ovlivní brzdňý účinek, je tuhost vozu a tu nejvíce ovlivňuje tuhost pružin, ke které je důležité najít vhodné pneumatiky.

6.1.5 Nastavení diferenciálu

Na konci prvního testování je vhodné začít při výjezdu ze zatáček přemýšlet nad funkcí samosvorného diferenciálu. Bohužel to není nastavení, které by se dalo měnit v průběhu testovacího dne, jelikož převodovka musí z vozu ven. Pokud je ve voze nainstalován nový samosvorný diferenciál, není úplně pravděpodobné, že jej bude potřeba utáhnout. Naopak je zapotřebí si zvyknout na neustálé korekce řízení a v případě, že vůz začíná být neovladatelný, může se přemýšlet o povolení LSD. V případě povolení LSD je

vhodné si určit přesnou testovací dráhu a za identických podmínek změřit čas potřebný na projetí tohoto úseku. Jelikož je velmi pravděpodobné, že při povolení LSD dojde ke zhoršení času. Je pak na zvážení samotného jezdce, zda tento hendikep dorovná v jiných úsecích trati, kde využije klidnější chování vozu.

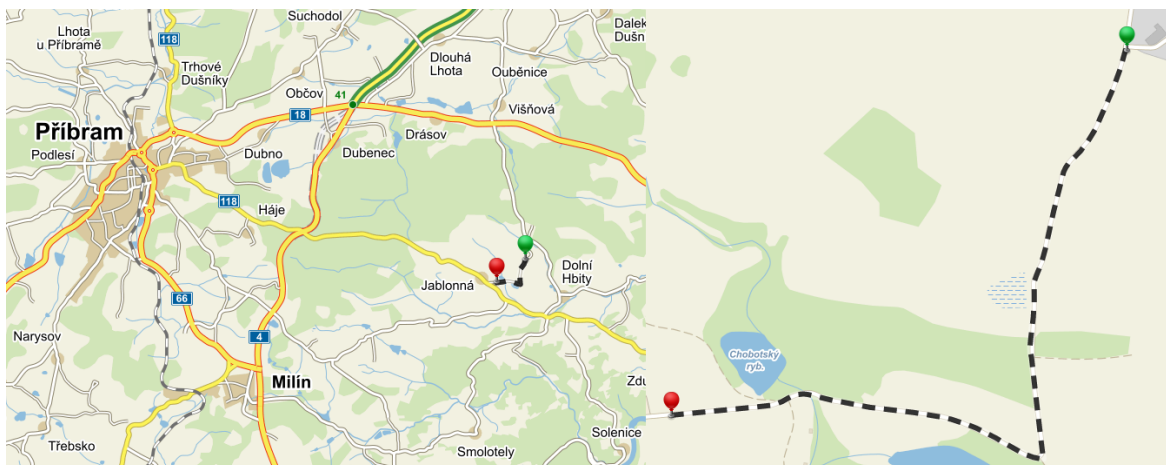
V průběhu závodní sezony je důležité bedlivě sledovat průběh fungování LSD. Jelikož funguje na bázi tření, je zřejmé, že jeho svornost se s nabývajícím kilometry bude snižovat. Proto je vhodné minimálně po sezoně LSD demontovat a poslat k odborníkům na kontrolu, nebo případnou repasi. [24]

6.1.6 Nastavení tlumičů

Nastavení tlumičů je ta největší alchymie na voze. Ideální nastavení pro podmínky celého závodu prakticky neexistuje a hledá se ideální kompromis v nastavení. Pokud by úseky rychlostních zkoušek vedly vždy po nerozbitém a nezvlněném povrchu, nebylo by nastavení vozu až tak komplikované. Ale rychlostní zkoušky vedou právě po málo udržovaných úsecích plných hlubokých děr, hrbolů od kořenů a záplat. Navíc se často používá takzvané „katování“, kdy si jezdci zvětšují poloměr zatáčky díky vyjetí vnitřní části vozu do vnitřku zatáčky.

Katování zatáček způsobuje hlavně silné znečištění vozovky, kdy každý další jezdec má o trochu horší podmínky, navíc se již po několika průjezdech vytvoří koleje hluboká až 30 cm.

Je velmi důležité si najít vhodný testovací úsek, který profilově co nejlépe odpovídá následné soutěži. Pro většinu českých tratí je typický velmi rozbitý povrch, skoky nejsou výjimkou, vyjeté koleje a časté střídání charakteru trati od velmi technického a pomalého, až po úseky kde vůz dosahuje maximální rychlosti. Navíc je často na pár procentech trati nezpevněný povrch, kde se ještě rychleji vyjíždí koleje a hlavně díky slabé přilnavosti asfaltových gum je LSD ještě důležitější než na asfaltu.



Obr: 17 Mapa lokace testovacího úseku u Příbrami [28]

Pro tyto potřeby je velmi vhodný testovací úsek mezi Jelenci a Jablonnou na Příbramsku. Úsek je sice jen 1,5 kilometru dlouhý, ale obsahuje vše důležité, asphalt je úzký a rozbitý, na jednom horizontu vůz skáče v obou směrech, jsou zde rychlé i pomalé zatáčky, brždění z velké rychlosti do pomalé zatáčky. Navíc je tento úsek málo frekventovaný a jeho správce většinou vychází vstříc. Navíc menší délka úseku není na škodu, jelikož je důležité projíždět tento úsek pokaždé stejně a pomocí stopek kontrolovat správnost změn v nastavení.

První aspekt budeme nastavovat, je světlá výška vozu. Pro co nejrychlejší průjezd zatáčkou je sice zapotřebí co nejnižší těžiště, ale naopak při jízdě v hlubokých kolejích nesmí při brždění nebo v kompresi dojít ke kontaktu spodní části vozu se silnicí. To také závisí na celkové tuhosti vozu, kdy čím měkčí vůz, tím vyšší potřebujeme světlou výšku. V průběhu testování lze i nadále světlou výškou korigovat, ale tento faktor je pro začátek stěžejní.

Následuje nastavení nízkorychlostní regulace, které ovlivňuje naklání vozu. Tento aspekt ovlivní způsob přenesení síly na vnější pneumatiky, díky němuž získáme lepší grip pneumatik. Neznamená to však, že lze použít to nejtvrdší nastavení a tvrdou směs pneumatik s předpokladem, že to bude to nejlepší. Pro český charakter tratí je vhodné trochu ubrat v tvrdosti, ale nesmí nastat situace, kdy by se vůz mohl dostat za ideálních podmínek, v dlouhé zatáčce doplněné na vnitřku například nějakou nerovností, na dvě

kola. To je situace, kdy je zapotřebí změnit směr natočení volantu, ale díky tomu už vzniká velký problém vejít se do zatáčky. Nicméně hlavně záleží na kombinaci nastavení tlumiče se zvolenou tuhostí pružin a stabilizátoru. Pokud je vůz extrémně tuhý, nebo naopak příliš měkký, není příliš vhodné celou charakteristiku dohánět na tlumiči. Vhodnější je cesta nalezení měkčích pružin a následné doladění na tlumiči. A ideální je případ, kdy pro mokré nastavení není zapotřebí měnit tuhost pružin.

Nízkorychlostní regulaci už se průběhu sezony pro suchý povrch může nechat bez povšimnutí. Ale v případě změny podmínek na mokro je více než vhodné změnit nastavení více do měkka. V případě jízdy na mokro je u suchého nastavení auto výrazně dříve náchylné ke ztrátě přilnavosti, jelikož tvrdý podvozek nestačí přenést energii na vnější kolo. Pokud se podaří nastavit vůz i na mokro, je velmi důležité, zapsat si počet kliků mezi jednotlivými nastaveními, aby v případě změny počasí bylo možné pár kliky přizpůsobili nastavení vozu.

Pro nastavení vysokorychlostní regulace je testovací úsek Jelence více než vhodný k přizpůsobení vozu na většinu českých tratí. Nicméně, pokud je zapotřebí co nejpřesnější nastavení, je vhodné najít v těsné blízkosti soutěže krátký testovací úsek na kterém je doladěna vysokorychlostní regulace. Pokud se bude vůz nad jednotlivé výmoly zvedat, je potřeba otevřít charakteristiku. Naopak v případě, kdy vůz při přejezdu nerovností nepřírozeně odskakuje, vysokorychlostní regulaci je třeba dotáhnout.

V situacích, kdy bylo kolo vozu rychle stlačeno, následuje opětovné roztažení tlumiče. Tato charakteristika je obdobná i pro situace, kdy se povrch trati náhle vzdálí od karoserie vozu. Zde je potřeba najít vhodné nastavení odskoku tlumiče. Ten musí být co nejrychlejší, ale nesmí se dostavit negativní efekt, kdy při přemíře odskoku následuje ještě jedno zavlnění celého kola. Kolo se po propružení musí vrátit do ideální polohy co nejrychleji, ale pouze jedním pohybem bez dalších dokmitů. To nejlépe poznáme po skoku vozu, kdy návrat ze stlačených tlumičů po dopadu vozu nejlépe prokáže vhodnost nastavení odskoku.

6.2 Vyhodnocení časů v průběhu testování

Dříve než začala práce s nastavením vozu, byl zajištěn referenční čas na trati. Čas byl měřen po zahřátí pneumatik v kombinaci střední směs vpředu a měkká směs vzadu.

Bělá pod Bezdězem 2,9Km Den 1	Základní čas
	02:23,2
Provedená úprava	Změna času
5.4 Změna rozložení brzdného účinku	-0,3
5.5.1 Optimalizace řídicí jednotky	-1,1
6.6.1 Změny v geometrii vozu	-0,6
6.1.2 Střední směs pneumatik na celém voze	0
Výsledný čas na konci testování	02:21,2

Jelikož přednastavená svornost diferenciálu nebyla úplně vyhovující a byl nalezen potenciál pro úpravu předního ramene vozu, bylo rozhodnuto o opakování testování v Bělé pod Bezdězem.

Bělá pod Bezdězem 2,9Km Den 2	Základní čas
	02:21,2
Provedená úprava	Změna času
5.5.3 Úprava svornosti diferenciálu	-0,9
5.2.4 Úprava předního ramene	
6.6.1 Úprava geometrie vozu	-0,5
6.1.6 Nastavení pomalorychlostní frekvence	
6.1.2 Tvrdá směs pneumatik na přední a střední na zadní nápravě	-0,7
Výsledný čas na konci testování	02:19,1

Po druhém dnu testování v Bělé pod Bezdězem bylo nastavení vozu na rovný povrch už uspokojující. Další zastávkou byla testovací trať mezi Jelenci a Jabloném na Příbramsku, která splňuje všechny aspekty klasického českého asfaltu (vyjeté koleje, výtluky, příčné nerovnosti)

Jelence/Jablonná 2,8Km	Základní čas
	01:54,3
Provedená úprava	Změna času
6.1.2 Snížení tlaku pneumatik na zadní nápravě	-0,1
6.1.6 Nastavení vysokorychlostní frekvence	-0,2
6.1.6 Nastavení odskoku	-0,2
5.5.1 Použití závodního paliva	-1,3
5.5.1 Optimalizace řídicí jednotky na nové palivo	-0,5
Výsledný čas na konci testování	01:52,0

7 Finanční zhodnocení řešení

V průběhu celé práce byl nastíněn postup potřebných operací pro cestu za vhodným nastavením soutěžního vozu. V průběhu práce bylo celou dobu předpokládáno, že vůz bude v osobním vlastnictví a proto je zapotřebí vlastního nastavení vozu.

Spotřební materiál:	Ks	Závod	Sezona
Brzdové destičky P	1 500 Kč	450 Kč	3 600 Kč
Brzdové destičky Z	1 000 Kč	200 Kč	1 600 Kč
Pneumatiky	5 800 Kč	14 500 Kč	116 000 Kč
Palivo	110 Kč	5 500 Kč	44 000 Kč
Přesun na závod		3 500 Kč	28 000 Kč
Ubytování posádka + mechanici	2 000 Kč	3 000 Kč	24 000 Kč
		Celkem	217 200 Kč

Posezoní údržba:	
Tlumiče	7 000 Kč
Diferenciál	6 000 Kč
Brzdy	6 000 Kč
Hasicí systém	1 000 Kč
Oleje	7 000 Kč
STK	4 000 Kč
Celkem	31 000 Kč

Servisní zázemí	10 000 Kč	měsíčně
Mechanik	20 000 Kč	měsíčně
Celkem za rok	360 000 Kč	

Náklady na:	
Pořízení vozu	850 000 Kč
Přepravník	75 000 Kč
Celkem	925 000 Kč

Náklady na třísezónní program:	2 749 600 Kč
--------------------------------	---------------------

Low cos program:	1 594 600 Kč
------------------	---------------------

Půjčení vozu na tři sezony:	1 680 000 Kč
-----------------------------	---------------------

Tabulka 3 Nástín nákladového zhodnocení různých variant

Existuje ale i druhé řešení a to pronájem vozu. Pokud se jezdec po přečtení této práce necítí na koupi a následné nastavení vozu, je forma pronájmu ideální variantou. Ve výpočtu, viz tabulka 3, níže je počítáno s tříletým závodním programem a finanční rozdíl není mezi pronájemem a vlastnictvím vozu nijak závratný. Do tohoto výpočtu zasáhne ještě zůstatková hodnota vozu, která se ale obtížně predikuje a velmi závisí na úspěších vozu a podle toho si drží hodnotu, nicméně je pravděpodobná cca poloviční zůstatková hodnota.

Naopak kvalita půjčeného vozu může být výrazně níže, než v případě vlastní přípravy. Provozovatelův hlavní cíl je vydělat, takže je běžné, že v nájemních vozech jsou komponenty s delší výdrží, které ale nedosahují maximálních výkonů.

8 Závěr

Existuje mnoho potenciálních budoucích jezdců rally. Vstup do kolotoče rally ale není vůbec jednoduchý a mnoho zájemců tato náročnost už v samotném počátku odradí. Ty, které to nedodradí a začnou svou kariéru stylem „nějak to dopadne“ se mohou právě z důvodu neznalosti dostat do fatálních potíží a celá jejich soutěžní kariéra je ukončena. Právě z toho důvodu jsem se rozhodl v pokračování v práci na téma provoz soutěžního vozu s cílem minimalizovat tyto rizika.

Začátek práce je obdobný s mojí bakalářskou prací, jednalo se o hodiny studování potřebných řádů a shrnutí právě těch bodů, které jsou pro soutěže v rally na území České republiky stěžejní. Přestože jsem řády znal již dříve, každý rok vychází nové aktualizace a díky tomu od roku 2011 doznaly řády značných změn. V této části práce byl nejsložitější způsob porozumění jednotlivým bodům, jelikož originál je napsaný ve francouzském jazyce, ale český překlad vzniká z jazyka anglického, díky čemuž vzniká mnoho nejasností, které jsou mnohdy vyřešeny až při konzultaci s technickými komisaři.

Dříve, než jsem začal popisovat průběh samotného nastavení vozu, rozebral jsem jednotlivé komponenty po technické stránce. To proto, že je mnohem snazší porozumět nastavení vozu, když pochopíme princip fungování jednotlivých komponent. V rámci samotného nastavení jsem se zaměřil hlavně na souběh potřebných operací v nastavení vozu a jejich přibližné pořadí, jelikož na voze je mnoho komponent, které ovlivňují jednu vlastnost chování vozu, ale každá komponenta má odlišný účinek.

Celá práce je završena finančním zhodnocením, ve kterém je zohledněno více možností pro provozování motoristického sportu. V případě, že eventuální závodník nedisponuje vlastním servisním zázemím a technickými znalostmi pro údržbu závodního vozu, je finančně výhodnější začít závodní kariéru v pronajatém závodním voze s patřičným servisním zázemím.

9 Zdroje

9.1 Řády FIA – příloha J

[1] Všeobecné předpisy pro cestovní vozy (Sk. A)

[2] Zvláštní předpisy pro cestovní vozy (Sk. A)

9.2 Národní sportovní řády 2015

[3] Technické předpisy

[4] Rally

9.3 Science direct

[5] Development of a new-type suspension spring for rally cars, Kotaro Watanabe, Available online 19. April 2001

[6] Mechanical and microstructure properties of chilled cast iron camshaft: Experimental and computer aided evaluation. Available online 15 July 2008

[7] The Science and Technology of Materials in Automotive Engines, 5 – The camshaft, 2005. Pages 110–131. Available online 29 January 2014

[8] Enhancement of vehicle dynamics via an innovative magnetorheological fluid limited slip differential. Available online 6 October 2015.

9.4 Knihy

[9] PAVLŮSEK, Aleš – PAVLŮSEK, Alois. *Sportovní a závodní automobily škoda*. 1.vydání Brno: Computer pres Brno, 2008. 280 s.

[10] SEWARD, Derek. *Race car design*. 1.vydání Londýn: PALGRAVE, 2014. 271 s.

[11] STANIFORTH, Allan. *Race and rally car source book*. 1.vydání Sparkford: G. T. Foulis and Co, 1983. 255 s.

[12] LIVESEY, Andrew. *Basic motorsport engineering*. 1.vydání Oxford: Elsevier Ltd., 2011. 257 s.

- [13] VLK, František. Dynamika motorových vozidel. vyd. 2. Brno: Prof.Ing.František Vlk,DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 432 s.
- [14] VLK, František. Podvozky motorových vozidel. 3. přeprac., rozš., aktualiz. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc, 2006, 464 s.
- [15] RAJESH, Rajamani. Vehicle Dynamics and Control, Second Edition. Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York 2012, 492 s.

9.5 Elektronické zdroje

- [16] RTEC [online]. c2014, [cit. 2. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.rtec.ws/en_US/page/regler-proflex/>
- [17] ŠKODA MOTORSPORT [online]. c2013, [cit. 2. 1. 2016]. Dostupné z: <<http://new.skoda-auto.com/cs/motorsport/Pages/motorsport.aspx/>>
- [18] AUTOKLUB [online]. c2015, [cit. 10. 1. 2016]. Dostupné z: <<http://www.autoklub.cz/>>
- [19] SPEEDPRO [online]. c2012, [cit. 10. 1. 2016]. Dostupné z: <<http://www.speedpro.eu/>>
- [20] SANDTLER [online]. c2014, [cit. 10. 1. 2016]. Dostupné z: <<http://www.sandtler.de/>>
- [21] PROFLEX [online]. c2009, [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <<http://www.proflex-shockabsorbers.com/mainindex/mainindex.htm>>
- [22] APRACING [online]. c2014, [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.apracing.com/product_details/race_car/brake_calipers/rally_range/-6_piston-rally_raid-cp6750.aspx>
- [23] BREMBO [online]. c2015, [cit. 22. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.brembo.com/it/Auto/Racing/Prodotti-competicizioni/Documents/CATALOGO_BREMBO_RACING.pdf/>
- [24] DRIFT-SCHULE [online]. c2016, [cit. 25. 1. 2016]. Dostupné z: <<http://www.limitedslip.de/varianten.html>>
- [25] RIEGER [online]. c2016, [cit. 25. 1. 2016]. Dostupné z: <<http://www.reigersuspension.com/>>

- [26] KAAZ [online]. c2015, [cit. 2. 2. 2016]. Dostupné z: < <http://www.kaazusa.com/>>
- [27] CARBIBLES [online]. c2016, [cit. 2. 2. 2016]. Dostupné z: < <http://www.carbibles.com/>>
- [28] MAPY.CZ [online]. c2016, [cit. 10. 2. 2016]. Dostupné z: < <https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&x=14.1331568&y=49.6655841&z=12&rc=9g6BzxVbnK3y039D&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%22c%22%3A1%2C%22tt%22%3A1%7D&mrp=%7B%22c%22%3A1%2C%22tt%22%3A1%7D&rt=&rt=&ro=00>>
- [29] PIRELLI [online]. c2016, [cit. 15. 2. 2016]. Dostupné z: < <http://www.pirelli.com/global/en-ww/homepage/>>
- [30] ALITRON CZ [online]. c2016, [cit. 15. 2. 2016]. Dostupné z: < <http://www.alitron.cz/>>

10 Seznam tabulek, obrázků, grafů a zkratek

1 Obrázky

<i>Obr: 1 Standartní retardér [4]</i>	16
<i>Obr: 2 Nastavení odklonů [11]</i>	26
<i>Obr: 3 Příklon rejdové osy [11]</i>	29
<i>Obr: 4 Hlavní a pomocná pružina [5]</i>	31
<i>Obr: 5 Nastavení nízkorychlostní komprese [15]</i>	32
<i>Obr: 6 Nastavení vysokorychlostní komprese [15]</i>	33
<i>Obr: 7 Nastavení odskoku [15]</i>	33
<i>Obr: 8 Kompletní tlumič [21]</i>	34
<i>Obr: 9 Regulace brzdného účinku [10]</i>	36
<i>Obr: 10 Diferenciál s omezenou svorností [20]</i>	40
<i>Obr: 11 Řez diferenciálu s omezenou svorností [7]</i>	40
<i>Obr: 12 Rozpad diferenciálu s omezenou svorností [22]</i>	41
<i>Obr: 13 Porovnání náběhových úhlů LSD [19]</i>	43
<i>Obr: 14 Mapa testovací trati v Bělé pod Bezdězem [23]</i>	44
<i>Obr: 15 Naznačení opotřebení pneumatik při za různého tlaku [23]</i>	46
<i>Obr: 16 Možnosti prořezávání pneumatik [25]</i>	49
<i>Obr: 17 Mapa lokace testovacího úseku u Příbrami [24]</i>	53

2 Grafy

<i>Graf 1 Křivka výkonu a točivého momentu</i>	37
<i>Graf 2 Tourque biasing ratio [19]</i>	42

3 Tabulky

<i>Tabulka 1 Varianty problémů a příčin u špatného opotřebení pneumatik</i>	<i>47</i>
<i>Tabulka 2 Varianty směsí pneumatik [25]</i>	<i>48</i>
<i>Tabulka 3 Nástin nákladového zhodnocení různých variant</i>	<i>56</i>

4 Zkratky

- RZ – Rychlostní zkouška
- FIA - Federation Internationale de l'Automobile
- FAS – Federace automobilového sportu
- AČR – Autoklub české republiky
- MČR – Mistrovství české republiky
- RHA – Rally historických automobilů
- RSS – Rallysprint serie
- EHK - Evropská hospodářská komise
- CO – Oxid uhelnatý
- 2WD – Two wheel drive
- MMČR – Mezinárodní mistrovství české republiky
- WRC – World rally car
- Nm – Točivý moment
- LSD – Diferenciál s omezenou svorností
- TBR - Torque Biasing Ratio
- LP – Levá přední
- PP – Pravá přední
- LZ – Levá zadní
- PZ – Pravá zadní