



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Cestni promet

PREDELAVA SERIJSKEGA MOTORNEGA KOLESA YAMAHA YZF-R1 V TEKMOVALNO MOTORNO KOLO

Mentor: mag. Janez Blaž

Kandidat: Matej Miklič

Lektorica: Petra Anžlovar, univ. dipl. komparativistka

Ljubljana, januar 2011

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Janezu Blažu za pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala g. Tomažu Turku iz podjetja Elisa d. o. o. za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

IZJAVA

»Študent Matej Miklič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Janeza Blaža.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis _____

POVZETEK

Naloga opisuje predelavo serijskega motornega kolesa Yamaha YZF-R1 v tekmovalno motorno kolo, namenjeno tekmovanju za pokal Jura. Motorno kolo in oprema morata seveda ustrezati splošnim in varnostnim predpisom tekmovanja.

Po predelavi se zmogljivosti motornega kolesa močno izboljšajo, vendar pa je posledica predelave tudi specifično vzdrževanje predelanega vozila. Predelava takšnega motornega kolesa je tehnično in finančno izjemno zahtevna, zato se z njo v Sloveniji ukvarja le nekaj posameznikov. Tudi vzdrževanje predelanega motornega kolesa predstavlja velik finančni zalogaj zaradi kratke življenjske dobe in hitre obrabe delov.

Motorno kolo je po predelavi izjemno glasno in ga ne smemo uporabljati izven dirkališča.

KLJUČNE BESEDE

predelava
tekmovalno motorno kolo
Yamaha YZF-R1
dirkališče

ABSTRACT

The thesis presents a modification of Yamaha YZF-R1 serial motorcycle into a Jura cup competition racing motorcycle. Motorcycle and equipment must correspond to their general and safety regulations.

The motorbike performance and engine power improves with modification which also introduces some specific maintenance. Modifying a motorcycle is technically extremely difficult and very expensive, therefore there are only few professionals in Slovenia who perform such work. Also the maintenance of a modified motorcycle presents a major financial challenge, because of its short life expectancy and high wear of parts.

After modification motorcycle is much louder and is as such banned from use outside the racetrack.

KEYWORDS

aftermarket upgrades
Yamaha YZF-R1
modification
racing motorcycle
racetrack

KAZALO

1	UVOD.....	1
2	PRAVILA	2
3	PREDELAVE.....	3
4	POGONSKI SKLOP	5
4.1	Motor.....	5
4.2	Motorna elektronika	7
4.3	Menjalnik in prestavna razmerja.....	8
	Sklopka	10
4.4	Izpušni sistem.....	10
5	OSTALE SPREMEMBE NA MOTORNEM KOLESU	13
5.1	Zavore in zavorni sistem	13
5.2	Vzmetenje in lega.....	15
5.3	Platišča in pnevmatike.....	21
5.4	Ostale spremembe	25
6	SKLEP.....	30
7	VIRI IN LITERATURA.....	31
8	KAZALO SLIK.....	32

1 UVOD

Motorno kolo s predelavo prilagodimo, da lahko z njim čim hitreje odpeljemo krog na dirkališču. Spremembe morajo biti skladne s pravili tekmovanja Jura racing. Predelavo lahko razdelimo na spremembe na pogonskem sklopu in ostale spremembe na motornem kolesu.

Pogonski sklop motornega kolesa sestavljajo agregat in vsi deli, ki so z povezani z njim: motorna elektronika, menjalnik in sklopka ter izpušni sistem.

Ostale spremembe na motornem kolesu predstavljajo predelave zavor in zavornega sistema, vzmetenja, platišč in pnevmatik ter ostale manjše spremembe, s katerimi predvsem zmanjšamo težo motornega kolesa.

Predelava močno izboljša naslednje lastnosti motornega kolesa:

- moč in pospešek,
- zavore,
- hitrost prestavljanja,
- težo motornega kolesa, ki mora biti čim manjša,
- poveča hitrost motornega kolesa v zavojju in
- čim idealnejše razporedi težo motornega kolesa.

V diplomski nalogi bom predstavil, kako se lotimo takšne predelave, katere sestavne dele motornega kolesa moramo zamenjati in zakaj. Predstavil bom prednosti in tudi slabosti predelave. V sklepu naloge bom zapisal, kakšne izboljšave lahko pričakujemo na tem področju v prihodnje.

Predelave motornega kolesa niso homologirane, zato tako predelanega motornega kolesa ne moremo registrirati in se z njim voziti po cestah. Po predelavi je motorno kolo namenjeno le vožnji po dirkališču.

2 PRAVILA

Za tekmovanje za pokal Jura moramo upoštevati določena pravila, ki jih lahko razdelimo na tri skupine:

- tehnično-varnostna pravila,
- splošna pravila in
- specialna pravila glede na tekmovalni razred.

Tehnično-varnostna pravila

Tehnično-varnostna pravila, ki jih mora upoštevati vsak tekmovalec, so:

- Vsi sodelujoči morajo biti psihično in fizično zdravi.
- Vsi sodelujoči morajo imeti tekmovalno licenco.
- Zdravila, ki imajo vpliv na reakcijski čas, ter droge, alkohol in poživila so prepovedani.
- Obvezen je enodelni usnjeni kombinezon (oziroma dvodelni usnjeni kombinezon z zadrgo, ki povezuje oba dela).
- Obvezne so usnjene rokavice.
- Obvezna je integralno zaprta čelada, ki jo je priporočljivo zamenjati po padcu ali po štirih letih uporabe.
- Obvezni so ščitniki hrbta (lahko so sestavni del kombinezona).
- Obvezni so motoristični čevlji.
- Vsa oprema mora biti brezhibna.

Splošna pravila

Splošna pravila, ki jih moramo upoštevati, so:

- Vsa vozila morajo biti tehnično brezhibna in morajo dosegati končno hitrost najmanj 200 km/h.
- Hladilna tekočina v vodno hlajenem motorju mora biti voda (prepovedan je glikol oziroma sredstvo proti zmrzovanju).
- Oljne cevi in filter morajo biti zaščiteni.
- Vse luči in smerokaze je treba odstraniti (oziroma prelepiti in izklopiti).
- Vozila morajo imeti brezhibne zavore in zadosten prosti nagib (vožnja skozi zavoje).
- Vsa vozila na dirkališču morajo imeti z vseh strani vidno štartno številko.

Specialna pravila glede na tekmovalni razred

Motorna kolesa so razporejena v šest razredov:

- *začetni razred*
(moč 70–90 KM, predvsem za mlajše tekmovalce),
- *Supersport 600*
(motorji s štirimi valji do 600 ccm, s tremi valji do 675 ccm, z dvema valjema do 750 ccm),
- *Supersport 750*
(motorji s štirimi valji do 750 ccm, s tremi valji do 900 ccm, z dvema valjema do 1000 ccm),
- *Supersport 1000*
(neomejeni ccm, dovoljene so manjše spremembe na motornem kolesu),
- *Open Cup*
(neomejeni ccm, dovoljene so vse spremembe, razen turbopolnilnika in dodanih vbrizgov, na primer NOS, NITRO) in
- *ženski pokal*.

3 PREDELAVE

Motorno kolo Yamaha YZF-R1 (slika 1) ima 998 kubičnih centimetrov in ga lahko predelamo za tekmovanje Jura Cup v kategorijah *Supersport 1000* ali *Open Cup*.



YAMAHA YZF-R1 2007

www.yamaha-motor.fr

YAMAHA
Touching Your Heart

Slika 1: Serijski motor Yamaha YZF-R1

Vir: www.yamaha-motor.com

Tehnični podatki za serijsko motorno kolo Yamaha YZF-R1:

<i>Delovna prostornina</i>	998 ccm
<i>Tip motorja</i>	nagnjen naprej, vodno hlajen, DOHC
<i>Motor</i>	štiritakten, paralelno postavljen štirivaljnik
<i>Moč motorja</i>	132,4 kW (180 KM) pri 12.500 obr/min
<i>Kompresijsko razmerje</i>	12,7 : 1
<i>Gorivo</i>	95-oktansko, neosvinčeno
<i>Svečke</i>	NKG/CR9EK
<i>Sklopka</i>	mokra, več diskov
<i>Menjalnik</i>	6-stopenjski
<i>Sprednja pnevmatika</i>	17" 120/70 58W, 250 kPa
<i>Zadnja pnevmatika</i>	17" 190/50 73W, 290 kPa
<i>Zavore</i>	spredaj dvojni disk – 310 mm (6-batne čeljusti), zadaj disk – 220 mm (2-batna čeljust)
<i>Teža motornega kolesa (z vsemi tekočinami)</i>	200 kg

V razredu *Supersport 1000* so dovoljene le manjše spremembe, ki so vsako leto drugačne (trenutno niso dovoljeni posegi v motor, menjalnik, oklep, vbrizg goriva, največja glasnost 105 dB, ...).

V razredu *Open* pa je prepovedana samo uporaba turbopolnilnika in dodatnega vbrizgovanja, na primer NOS in NITRO.

Odločili smo se, da motor pripravimo za tekmovanje v razredu *Open*. S tem so povezani visoki stroški, saj motorno kolo popolnoma predelamo in zamenjamo veliko serijskih delov.

Razlog za predelavo serijskega motornega kolesa v tekmovalno je pripraviti vozilo, da ustreza osnovnim dirkaškim zahtevam, torej da enakomerno hitro odpelje krog na dirkališču. To pomeni, da moramo z vozilom čim hitreje doseči veliko hitrost (pospeški), čim močnejše zavirati (in hkrati tudi čim pozneje – neposredno pred zavojem), hitro predstavljati med prestavami ter s čim večjo hitrostjo voziti skozi zavoje.

Seveda mora biti motorno kolo čim lažje, tako da dosežemo kar največjo skupno moč na kilogram teže (KM/kg). Ker gre že v osnovi za zelo izpopolnjen izdelek, namenjen tudi dirkanju, ga lahko s spremembami še precej izboljšamo.

Predelave lahko grobo razdelimo na dva dela:

- predelave na pogonskem sklopu in
- ostale spremembe na motornem kolesu.

4 POGONSKI SKLOP

Pogonski sklop sestavljajo vsi deli pogonskega agregata in deli, ki so neposredno povezani z njim.

To so:

- motor,
- motorna elektronika,
- menjalnik,
- sklopka,
- izpušni sistem.

4.1 Motor

Motor serijskega motornega kolesa ima 998 ccm gibne prostornine ter razvije 132,4 kW (180 KM) oziroma 5 % več, torej 139 kW (189 KM), kadar zrak vstopa pod močnim pritiskom (RAM AIR, pri hitrosti nad 200 km/h). Največji navor je 112,7 Nm pri 10.000 obr/min oziroma 118,3 Nm z RAM AIR-om. Motor je vodno hlajen, štiritakten, s štirimi valji (ki so prevlečeni s titanom), postavljen paralelno in nagnjen naprej. Glava motorja ima dve odmični gredi (DOHC) in šestnajst ventilov (sesalni 31 mm, izpušni 25 mm, *slika 2*). Povečati želimo moč agregata motornega kolesa, ne da bi spremenjali gibno prostornino. Zelo pomembno je kompresijsko razmerje, saj z višjim kompresijskim razmerjem pridobimo na moči in času sesanja goriva, kar pomeni, da posledično povečamo moč agregata. Za povečanje kompresije moramo



Slika 2: Glava in ventili

Vir: fotografija avtorja

zamenjati bate in tesnilo motorne glave. Bati so višji in prirezkani, da se pravilno prilegajo ventilom. Tesnilo motorne glave debeline 0,50 mm zamenjamo s tesnilom debeline 0,30 mm (0,20 mm tanjšim od serijskega).

Z zamenjavo obeh odmičnih gredi (sesalne in izpušne) zmanjšamo čas odpiranja in povečamo višino pritiska ventila, prav tako pa lahko na tekmovalnih odmičnih gredih nastavljamo kot odpiranja in zapiranja ventilov. Če zamenjamo odmične gredi, moramo zamenjati tudi serijske vzmeti, saj sicer ne bi ustrezale novi višini ventilov (potrebujemo hitrejše in močnejše vzmeti).

Z opisanimi posegi v motorni agregat izboljšamo kompresijsko razmerje za 0,8 točke (skupno iz 12,7 :1 na 13,5 :1). Zaradi teh posegov se temperatura v izgorevalni komori poveča, zato moramo zamenjati serijske svečke NKG/CR9EK s svečkami NKGR0045Q-10, ki so iz iridija in prenesejo višjo toplotno obremenitev (serijske svečke bi se »stopile«).

Zamenjamo tudi rotor alternatorja, ki je za 30 odstotkov lažji od serijskega, kar pomeni manjšo rotirajočo težo. S tem postane motorno kolo okretnejše, pa tudi rotor



Slika 3: Povečan hladilnik

Vir: fotografija avtorja

se zaradi manjše teže lažje zavrti. Slabost manjšega rotorja je, da ustvari manj električne energije, vendar si to lahko privoščimo zaradi manjše porabe (odstranjen so vsa svetilna telesa). Zamenjamo tudi akumulator, in sicer z manjšim, lažjim ter z manjšo nazivno močjo (zadostuje štiriamperski akumulator). Ker se po predelavi in zaradi vrtenja v višjih obratih agregat motornega kolesa precej bolj greje, moramo poskrbeti tudi za učinkovito hlajenje, zato zamenjamo hladilnik z večjim in zmogljivejšim od serijskega (*slika 3*). Tudi motorno olje mora zagotavljati ustrezno mazanje motornega agregata in dobro prenašati višje temperature, ki nastajajo pri tem. Uporabili smo motorno olje znamke Motul.

4.2 Motorna elektronika

V sodobnem času so elektronske komponente vse pomembnejše. V svetu motociklizma ni nič drugače, zato je na trgu širok spekter takšnih in drugačnih elektronskih pripomočkov, ki izboljšajo delovanje motocikla. Pri vseh predelavah in spremembah je treba upoštevati motorno elektroniko. Ta je izjemno pomembna, kajti če hočemo izkoristiti spremembe na agregatu in povečati njegovo moč, to dosežemo z motorno elektroniko.

Najprej na agregat motornega kolesa namestimo povezavo (inštalacijo), na to povezavo pa priklopimo motorno elektroniko (*slika 4*), njegovo delovanje spremljamo prek



Slika 4: Power Commander III

Vir: fotografija avtorja

osebnega računalnika in tudi spreminjamo parametre delovanja. Z motorno elektroniko omejujemo tudi število vrtljajev motorja, od tega pa je odvisna moč in tudi življenjska doba agregata (v našem primeru dovolimo vrtenje agregata do 14.500 obr/min, kar je 2000 obr/min več od serijske nastavitve motornega agregata). Kljub temu, da je agregat v primerjavi s serijskim močno »navit«, naj bi vseeno zdržal vsaj eno sezono (Pri Moto GP motorna elektronika dovoljuje višje obrate zaradi boljših materialov, kar pomeni tudi precej večje obremenitve agregata. Zaradi tega so morali še pred kratkim agregat motornega kolesa zamenjati po vsaki dirki. V sezoni 2010 so imele ekipe na voljo šest agregatov).

Elektronika pomaga tudi pri hitrem prestavljanju med prestavami, in sicer s prekinitvijo vbrizga goriva (pri nekaterih agregatih tudi s prekinitvijo iskre), ko stisnemo ročico sklopke (pri uporabi samodejnega prestavnega mehanizma). Čas prekinitve goriva lahko poljubno spreminjamo za vsako prestavo posebej s priloženo programsko opremo.

Uporabili smo motorno elektroniko podjetja YEC racing parts, ki je prava zmes elektronskih pripomočkov za uravnavanje delovanja agregata. V eni napravi združuje nadzor zmesi goriva, sistem proti zdrs pogonskega kolesa in sistem za prestavljanje brez uporabe sklopke pri odprtem plinu (quickshifter). Enota vsebuje prednastavljeno mapo goriva, optimizirano glede na specifični model motocikla. Seveda priložena programska oprema omogoča tudi poljubno nastavljanje in »igranje« z razmerji mešanice goriva in zraka glede na potrebe, opremo motocikla in trenutne razmere na dirkališču.

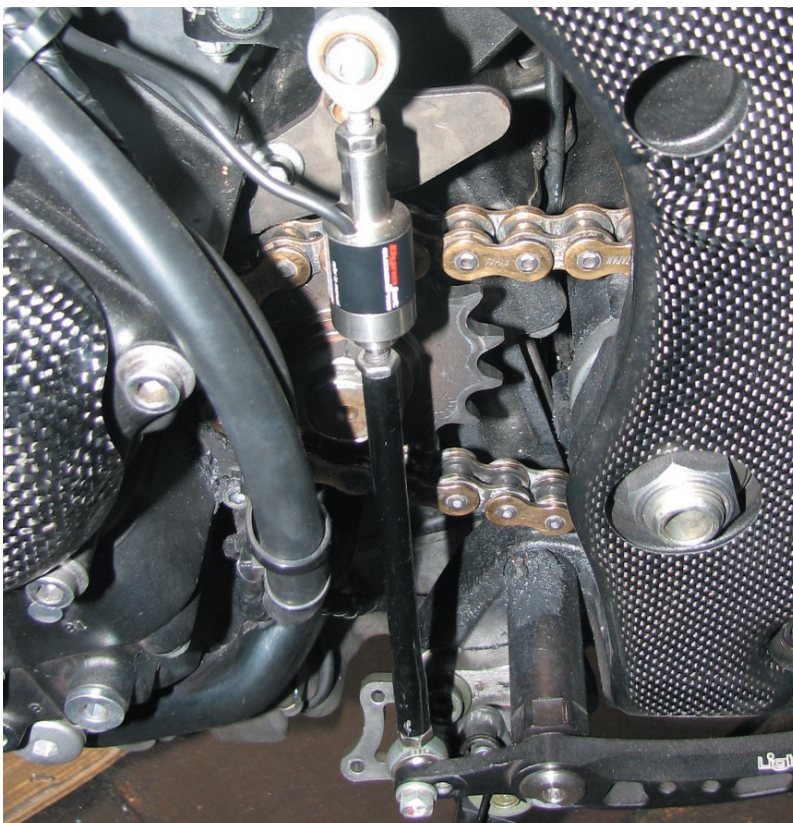
Omembe vreden je sistem nadzora zdrsa pogonskega kolesa, katerega občutljivost lahko nastavljamo kar med vožnjo, in sicer s stikalom, ki ga pritrdimo na krmilo. Zdrs nadzorujemo prek tipal, ki spremljajo spremembe hitrosti zadnjega kolesa. Kadar elektronika zazna, da so te spremembe prevelike, to prepozna kot izgubo oprijema zadnjega kolesa, se nemudoma odzove in agregatu odvzame toliko moči, da hitrost pospeševanja gredi spet pade med predvidene parametre.

4.3 Menjalnik in prestavna razmerja

Pri vsakem prestavljanju izgubimo nekaj dragocenega časa, zato stremimo k temu, da je prestavni čas čim krajši in se izogibamo nepotrebni prestavljanju. Za prestavljanje uporabimo prestavni avtomat (ki je dovoljen tudi v razredih *Supersport*, omenjenih zgoraj). Prestavni avtomat (*sliki 5 in 6*) deluje tako, da motorna elektronika pri pritisku na ročico za prestavljanje prekine vbrizg goriva in tako prestavimo brez zaprtja plina. Tako prestavljanje je izjemno hitro, saj lahko prestavo zamenjamo v približno 70 milisekundah oziroma v višjih prestavah še hitreje. Že samo s prestavnim avtomatom pridobi tekmovalec tudi več kot sekundo v krogu na dirkališču Grobnik (dolžina kroga 4168 metrov, krog lahko prevozimo v približno minuti in pol, trenutno ima najboljši dosežek Marko Jerman s časom 1:28,867).



Slika 5: Prestavni avtomat
Vir: fotografija avtorja



Slika 6:
Prestavni avtomat
Vir: fotografija avtorja

Za različna dirkališča uporabljamo različne prenose. (Primer: Na nekaterih dirkališčih lahko na ravnini dosežemo hitrosti tudi do 330 km/h, na bolj zaprtih progah pa je hitrost bistveno manjša). Prenosi so torej odvisni od konfiguracije proge, pa tudi od tekmovalčevega načina vožnje (poljubno lahko spreminjamo dolžino vsake posamezne prestave).

Primer: Na dirkališču sta dva zavoja, med njima pa zelo kratka ravnina. Ne želimo predstavljati na ravnini, ker to ni dobro za ravnotežje motorja (motor postane pri predstavljanju rahlo nemiren zaradi razbremenitve in ponovne obremenitve) in pustimo nekoliko daljšo prestavo, tako da ta del proge odpeljemo v isti prestavi.

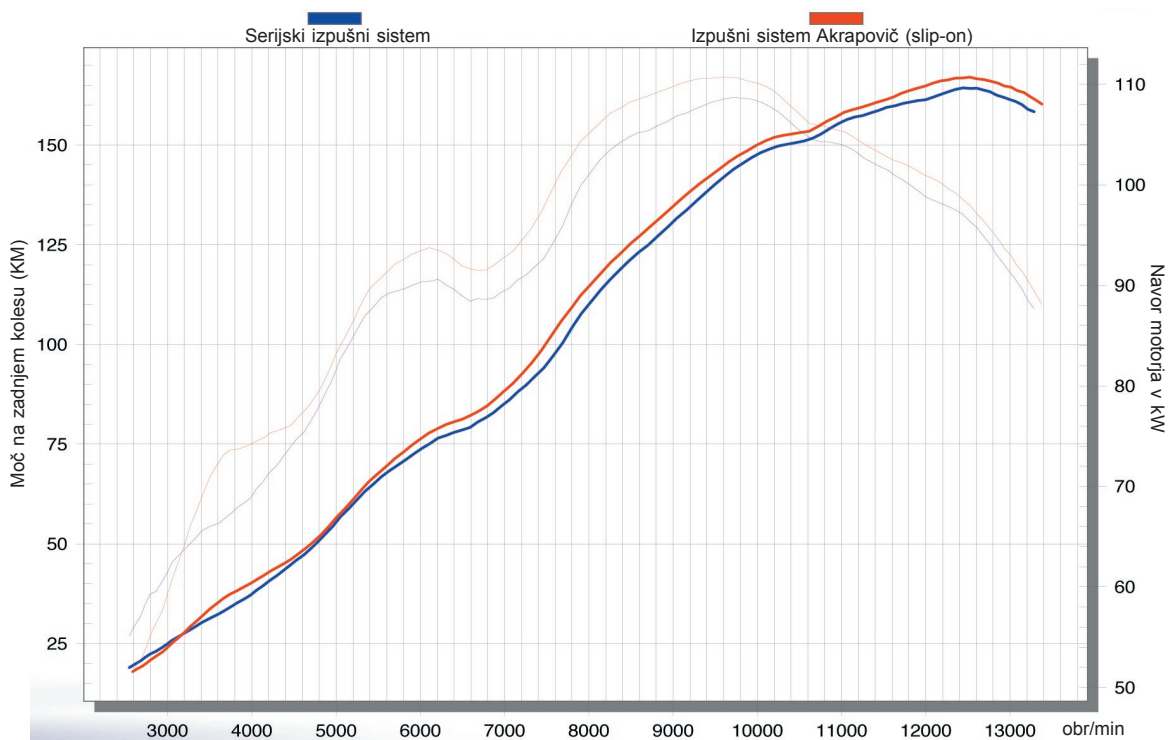
Sklopka

Že serijski motor ima drsečo sklopko. Pri vožnji, na primer z avtomobilom ali motornim kolesom, ki nima sistema drseče sklopke, zaviramo z agregatom motornega kolesa oziroma avtomobila, če spustimo stopalko oziroma ročico za plin (pri motornem kolesu je to še toliko bolj opazno, ker je precej izrazitejše kot pri avtomobilu zaradi manjših premikajočih se mas in zavornega učinka, ki se pri motornem kolesu odraža na zadnji pnevmatiki). Ker motorno kolo pri tem postane nemirno (zadnje kolo lahko zanese), so to težavo rešili z drsečo sklopko. Ta deluje tako, kot da bi pritisnili sklopko (le da se to dogaja samodejno) in s tem preprečili pretirano zaviranje zadnjega kolesa z agregatom motornega kolesa. Vseeno moramo kupiti komplete vzmeti za nastavljanje drseče sklopke, kajti zaradi povečane moči agregata so potrebne močnejše vzmeti. Drugače lahko sklopka zdrsuje, kadar si tega ne želimo, in zato moramo pravilno nastaviti opisani sistem drseče sklopke.

4.4 Izpušni sistem

Zadnja predelava, ki še spada pod pogonski agregat in dele, ki so z povezani z njim, je predelava izpušnega sistema. Čeprav ga omenjam zadnjega, to ne pomeni, da je najmanj pomemben. Kajti ravno z izpušnim sistemom pridobimo največ moči agregata motornega kolesa z najmanjšimi stroški. Bistvo dobrega tekmovalnega izpušnega sistema je optimalen pretok izpušnih plinov, pa tudi učinkovito odvajanje toplote iz agregata.

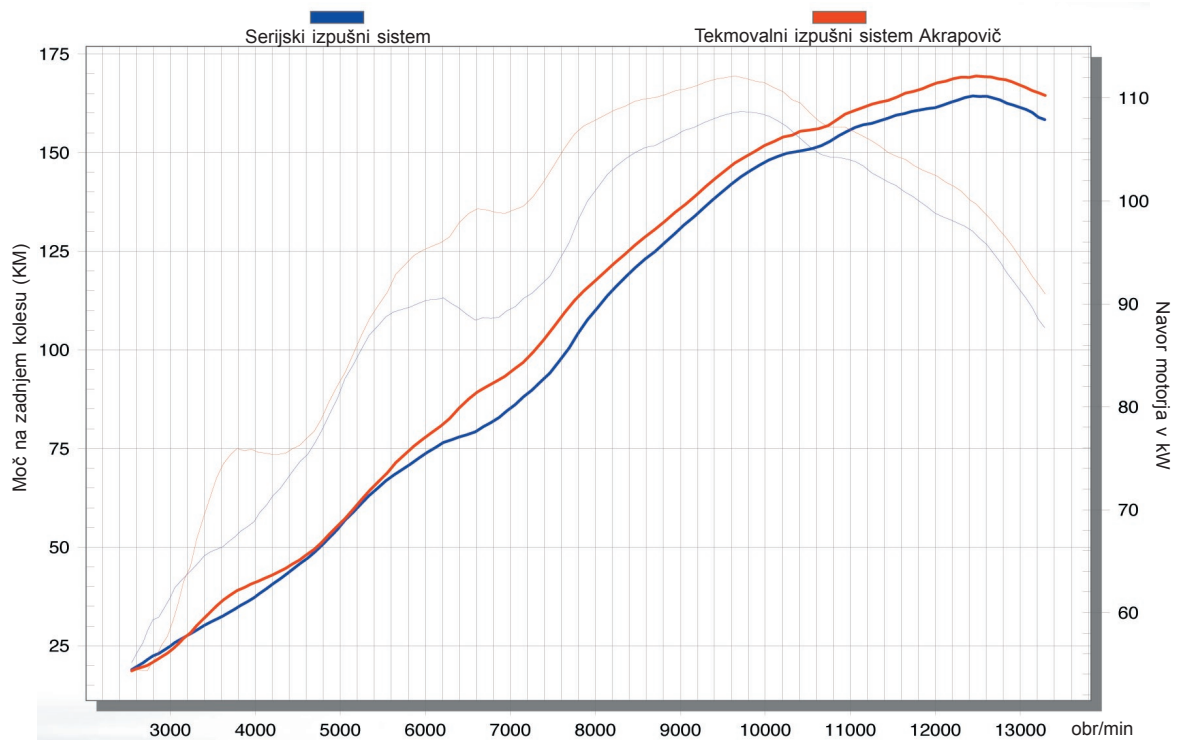
Večina kupcev serijskih cestnih motorjev zamenja zadnji del izpušnega sistema (zadnji lonec, oz. SLIP-ON) zaradi lepšega, globljega zvoka in videza, in s tem minimalno poveča tudi moč in navor agregata. Kot je prikazano na grafu (*slika 7*), agregat izgubi le malo moči do 3200 obr/min, vendar pa nato bistveno pridobi, največ ravno v optimalnem (najbolj uporabljanim) območju. Seveda mora biti zadnji lonec homologiran za uporabo na cesti (homologacija za različico 97). Če zamenjamo samo serijski zadnji izpušni lonec z Akrapovičevim, pridobimo pri končni moči 2,7 KM, največji prirast moči pa dosežemo pri 7600 obr/min, to je 6,6 KM. Glasnost se poveča s 97 dB na 100,9 dB (pri 4500 obr/min). Tudi teža se zmanjša (za 0,83 kg).



Slika 7:

Moč serijskega motorja v primerjavi z motorjem z zamenjanim zadnjim loncem

Vir: Exhaust system technology YZF-R1, Akrapovič



Slika 8:

Moč serijskega motorja v primerjavi z motorjem z zamenjanim celotnim izpuhom

Vir: Exhaust system technology YZF-R1, Akrapovič

Če zamenjamo celoten izpušni sistem, je razlika veliko večja. Kot lahko opazimo na grafu (*slika 8*), tekmovalni izpušni sistem (*slika 9*) povsem odpravi »luknjo« v moči, ki nastane na serijskem motorju pri 6200 obr/min. Pri končnih 12.500 obr/min (opomba: motorni agregat še ni predelan) pridobimo s tem izpušnim sistemom 5,7 KM, v območju največjega prirastka moči (pri 6770 obr/min) pa 10,4 KM. Celoten izpuh je izdelan iz posebne zlitine s titanom, ki prenese izjemne toplotne obremenitve, nekaj delov pa je tudi iz ogljika.



Slika 9: Tekmovalni izpušni sistem (iz titana)
Vir: Exhaust system technology YZF-R1, Akrapovič

Zaradi tekmovalnega izpušnega sistema je motorno kolo precej glasnejše. Če pri serijskem motorju hrup dosega 97 dB, pri zamenjanem tekmovalnem izpuhu doseže 106,6 dB (pri 4500 obr/min). Pri ostalih kategorijah (*Supersport 600, 750 in 1000*) je celo predpisana največja dovoljena glasnost motornega kolesa 105 dB. Ta sistem seveda ni homologiran za cestno uporabo. Celoten izpušni sistem je tudi skoraj za polovico lažji (serijski tehta 10,47 kg, tekmovalni pa 5,53 kg).

5 OSTALE SPREMEMBE NA MOTORNEM KOLESU

Med ostalimi spremembami bi podrobneje predstavil predelavo zavor in zavornega sistema, vzmetenja in lege na cesti, platišč in pnevmatik, ter ostale spremembe, ki poskušajo predvsem zmanjšati maso motornega kolesa.

5.1 Zavore in zavorni sistem

Povečanju moči motornega kolesa naj sledijo tudi zavore, ki morajo motocikel učinkovito ustaviti. Za doseganje najhitrejših krogov na dirkališču so torej pomembne zavore, saj morajo čim hitreje znižati hitrost motornega kolesa. Zaradi tega je zavorni sistem zelo obremenjen, zavore se močno segrevajo oziroma tudi pregrevajo, s tem pa slabše zavirajo. Predelave zavor lahko razdelimo na:

- spremembe zavorne tekočine in cevi ter
- spremembe zavornih diskov in ploščic.

Zavorna tekočina in cevi

Zavorna tekočina ni stisljiva in zato enakomerno prenaša zunanji pritisk na vse strani. Zato je idealno sredstvo za prenos zavorne sile z ročice ali stopalke, torej z glavnega zavornega valja, do čeljusti in zavornih ploščic. Zavorni tekočini napačno pogovorno rečemo »zavorno olje«. Pravzaprav je to (poli)glikol, največkrat brez silikonov. Poznamo zavorne tekočine z oznakami DOT 3, 4, 5, tudi 6, ki označujejo razrede po ameriških standardih. Vsaka zavorna tekočina ima slabo lastnost, da je higroskopna. To pomeni, da vleče nase vlago iz okolja. S tem se znižuje temperatura vrelišča tekočine (boljše zavorne tekočine – z višjo DOT številko – imajo navedeno tako suho kot mokro točko vrelišča; najboljše zavorne tekočine imajo točko vrelišča nad 300 stopinjami Celzija). Pri večkratnem zaporednem grobem zaviranju se lahko zavorna tekočina pregreje. Takrat se v zavornem sistemu pojavijo mehurčki pare, ki so stisljivi, zato se zmanjša zavorni učinek, pa tudi občutek na zavorni ročici postane drugačen, težje odmerljiv.

Za številne motoriste je zavorna tekočina zadnja skrb, čeprav proizvajalci motociklov, zavornih elementov in zavornih tekočin opozarjajo, da se zavorna tekočina stara. Uporabljajmo le sveže odprto zavorno tekočino, saj se v slabo zatesnjeni plastenki/posodi stara tudi na polici. Zavorno tekočino naj bi zamenjali vsaj vsaki dve leti. Če motocikel pogosteje uporabljamo za športno vožnjo, menjavajmo tekočino še pogosteje. Dirkaška zavorna tekočina ima visoko vrelišče, je pa tudi zelo higroskopna in jo je zato treba menjavati zelo pogosto. Tudi pred vsako dirko.

Zavorne tekočine z visoko oznako DOT so agresivnejše (na barvah, usnju, koži) in bolj »vlečejo« vlago iz okolja. Vedno uporabljajmo le zavorno tekočino, ki jo predpiše proizvajalec motocikla (na primer z oznako DOT 3, ki je najnižji standard, DOT 4 in DOT 5, ki sta najpogostejša, ali DOT 6, ki je trenutno najvišji standard ...)

Gumijaste zavorne cevi so najpogostejše in najbolj ekonomične. Med zaviranjem se rahlo napejajo in zato je odziv na zavorni ročici elastičen in neenakomeren. V navodilih za uporabo motocikla najdemo podatek, da je potrebno zavorne cevi zamenjati po nekaj letih.

Serijski motorji z gumijastimi cevmi niso primerni za vožnjo po dirkališču, saj bi vroča zavorna tekočina zaradi pogostega zaviranja gumijaste cevi preveč segrela. S tem bi se začele raztegovati, kar pomeni, da bi se zavorna ročica začela posedati. Tudi zavorno tekočino zamenjamo z ustrežnejšo, ki ima višje vrelišče (330 °C). Če namreč zavorna tekočina zavre, to lahko pomeni, da ostanemo brez zavor, saj se med vrenjem zavorne tekočine sproščajo plini, ki učinkujejo podobno kot zrak v sistemu.

Ustrežnejše zavorne cevi s teflonskim jedrom in opletom iz jeklene niti ter zaščito iz prozorne ali obarvane prevleke so drage. So domena športnih strojev, ker se med zaviranjem ne napihujejo in je zato odmerjanje zavorne sile natančnejše. Vendar so občutljive za odrgnine in napačno izvedbo krivin tam, kjer se zaradi delovanja vzmetenja upogibajo. Še učinkovitejše so zavorne cevi, ki imajo jedro iz aramida (kevlar), te pa so še za tretjino dražje in občutljive za UV-svetlobo. Uporabili smo zavorne cevi proizvajalca Galfer.

Zavorni diski in ploščice

Zaradi tekmovalnih zahtev po čim poznejšem in seveda močnejšem zaviranju je zavorni sistem zelo obremenjen. Čeprav ima že serijsko motorno kolo zelo dobre zavorne, pa bi se zaradi pogostih močnih zaviranj serijski diski (iz jeklene zlitine) začeli pregrevati, kar pomeni, da bi se posledično zvili (če so zavorni diski samo malo zviti, začne motorno kolo pri zaviranju vibrirati). Seveda je na udaru predvsem prvo kolo (pri zaviranju se večina teže motocikla in voznika prenese naprej na prvo kolo, pri čemer se prva pnevmatika dobro oprime cestišča, kar tudi omogoči izjemno močno zaviranje), tako da ima že serijsko motorno kolo spredaj dva diska (*slika 10*) s premerom 310 mm (šestbatna čeljust), zadaj pa le en disk s premerom 220 mm (dvobatna čeljust).

Da bi preprečili pregrevanje in posledično zvijanje diskov, raje zamenjamo serijske diske s takšnimi, ki so izdelani iz posebne železne zlitine (GUS), ker teh ne moremo pregreti. Seveda moramo hkrati zamenjati tudi zavorne ploščice, prilagojene novim zavornim diskom. Diski iz železne zlitine imajo to slabost, da precej hitreje počijo kot serijski iz jeklene zlitine. Zato jih moramo po vsakem tekmovalnem pregledati in seveda tudi zamenjati po potrebi (lahko pa zdržijo tudi več dirk). Uporabili smo zavorne diske in ploščice proizvajalca Brembo.

Nov sodobni material za zavorne diske je keramični kompozit, ki je nadomestil ogljik (ogljik ni primeren za mokro vreme).

Zavorne ploščice se ločijo tudi po načinu ustvarjanja zavorne sile. Najboljše so tiste, ki takoj močno grabijo. Torni koeficient kakovostnih zavornih ploščic naj presega vrednost 0,40. Vrednost okoli 0,50 je zelo dober dosežek, primeren tudi za športne motocikle, vrednost nad 0,60 pa je namenjena uporabi na dirkališču. V različnih katalogih lahko vidimo, da imajo proizvajalci več tipov ploščic za isti motocikel: zelo agresivne, agresivnejše od serijskih, enake serijskim. Razlika pri zavornem učinku je lahko precejšnja, toda vedno v obratnem sorazmerju s trajnostjo. Zato ne smemo pričakovati, da bomo tekmovalne zavorne ploščice uporabljali dolgo (menjava tudi po vsaki dirki), lahko pa smo prepričani, da pravilno utečene ne bodo osteklenele zaradi pregrevanja. To se lahko zgodi cenejšim zavornim ploščicam na dirkališču, kjer so preobremenjene zaradi ostrih zaviranj pri visokih hitrostih.



Slika 10: Sprednji zavorni diski
Vir: fotografija avtorja

5.2 Vzmetenje in lega na cesti

Naloga vzmetenja je jasna: da kar najnatančneje obdrži gumo v stiku s cesto, da obdrži načrtovano geometrijo ciklistike motocikla (predtek, kot vilic, medosna razdalja) in da zagotovi udobje. Vzmetenje je izjemno pomembno za dober čas na dirkališču. Ker so nastavitve vzmetenja zelo kompleksne in odvisne od veliko različnih dejavnikov, imajo tekmovalne ekipe ponavadi poseben tim (oz. vsaj človeka, ki je specializiran

za to področje), ki skrbi samo za vzmetenje. Vzmetenje (*sliki 11 in 12*) se prilagaja vsakemu dirkališču posebej, skladno z voznikovo težo, načinom vožnje in njegovimi željami. Na serijskem motornem kolesu lahko na vilicah nastavljamo prednapetost, povrat in blaženje. Vilice so obrnjene (upside-down) in imajo krake s premerom 43 mm. Vilice »upside-down« zmanjšujejo nevzmeteno težo motorja in voznika in so malo trše od navadnih. Vsaka nevzmetena teža pa ni dobra, sploh v skrajnih pogojih, kot na primer na dirkališču. Vilice »upside-down« imajo ponavadi zmogljivejši cestni motorji.



Slika 11: Sprednje vzmetenje

Vir: fotografija avtorja



Slika 12: Zadnje vzmetenje

Vir: fotografija avtorja

Vzmet je vmesni člen: s spodnje strani so nevezmeteno obešeni kolo s pnevmatiko, zavorni koluti, itd., z zgornje pa okvir, agregat, voznik in sopotnik ter prtljaga. Če bi bil motocikel oprt preprosto le na vzmet, bi ob vsakem udarcu kolesa ob neravnino postal jojo, ki bi vozil zibajoče toliko časa, dokler se vzmet ne bi umirila sama od sebe – do naslednjega udarca v kolo. To počne »pod sedežem« vsak cenen moped ali skuter, utrujen veteran ali motocikel s puščajočimi blažilniki. Bolj kot je motocikel cenen (skuterji), manj kakovostno je zasnovano in izdelano vzmetenje, saj je cena pri tem odločilna. Strokovnjaki menijo, da je razlika med sicer spodobnimi sprednjimi vilicami in veliko natančneje delujočimi vilicami majhna, v količinah serijsko izdelanih motociklov pa to postane velik strošek. Zato imajo cenejša motorna kolesa precej slabše vilice. V čem je tehnična razlika? V kakovosti izdelave elementov in kakovosti končne obdelave, ki zagotavlja gibanje s čim manj trenja.

Nihanje vzmeti blaži blažilnik, ki je vstavljen v notranjost vzmeti, kar skupno imenujemo vzmetna noga. Povedano poenostavljeno je ohišje vilic ali blažilnika pravzaprav le valj, v katerem se skozi dovolj lahko tekoče olje pomika bolj ali manj zahtevno izdelan bat. Bolj ali manj lahkotno premikanje bata, ki ga obteka olje skozi sistem luknjic in ventilov, zagotavlja silo, ki blaži gibanje vzmeti.

To silo lahko na boljšem vzmetenju prilagajamo. Ceneno vzmetenje zahteva najbolj grob poseg v delovanje, saj ne dopušča nastavitve. V takšnem primeru morajo

vzmetenje razstaviti strokovnjaki, spolirati elemente in vлити gostejše olje ali nekaj več olja. Dober strokovnjak lahko zamenja elemente ventila, ki sestavljajo bat. Za učinkovit rezultat so potrebne izkušnje, saj delo z vzmetenjem zahteva veliko preizkušanja novih zamisli. Tudi pretrdo vzmetenje ni v redu, saj neravnine »pobira« pregrobo, pa tudi občutek za gibanje kolesa se izgubi. Zato velja, da imamo na suhem asfaltu vzmetenje nastavljeno bolj trdo, na mokrem pa mehkeje, saj takrat praviloma vozimo nežneje.

Športni motocikli so večinoma dovolj kakovostno izdelani za cestno rabo, pri ostrejši vožnji na dirkališču pa se motocikel že po nekaj krogih vede nenavadno, oddrsuje, se ziblje in postane nestabilen – predvsem v nagibu. Vzrok je pregrevanje blažilnika.

Na motociklu zamenjamo celotne vilice, in sicer s takšnimi, ki imajo drugačno hidravliko in večje bate (pri večjih batih so nastavitve lahko natančnejše). Uporabimo tudi različne vrste vzmeti glede na težo voznika in samo dirkališče (količina zaviranja, pospeševanja, hitrih zavojev, posedanje motorja v zavoju). Vzmeti so označene po kilogramih in imajo lahko delujejo tudi kombinirano (na začetku trše, nato mehkeje, in obratno). Cena primerljivih vilic je nekaj tisoč evrov.

Motocikel je občutljiv za delovanje vzmetenja, saj je vez med cesto in voznikovimi rokami zelo neposredna. Vpliv na vozne lastnosti je izjemen, k temu je treba prišteti še vedenje gum, ki so z elastičnostjo bokov prav tako element vzmetenja. Zato se opazi razlika, če uporabljamo širše gume nižjega preseka (recimo spredaj s presekom 60 namesto 70). Na *sliki 13* so prikazane obremenitve vzmetenja, ki se spreminjajo glede na to, ali motorno kolo pospešuje, zavira ali vozi v zavoj.

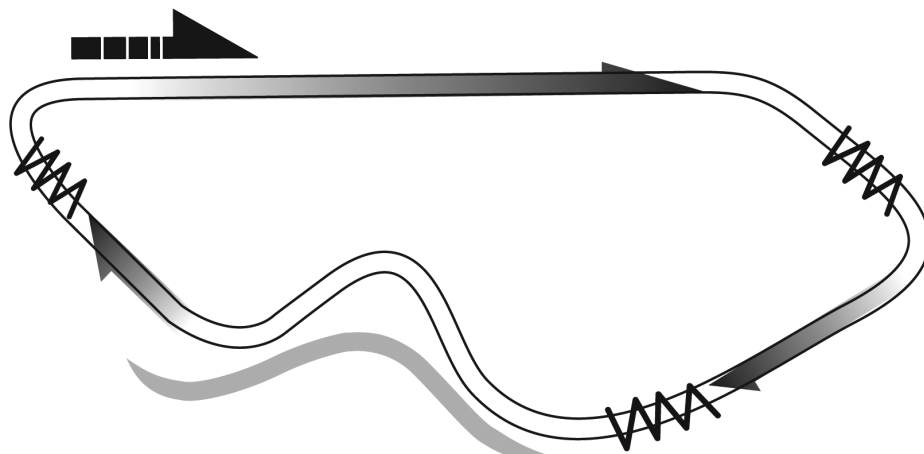
Nastavite vzmetenja

Osnovni pogoj je, da morajo biti gume, stekanje koles, ležaji in vzmetenje v dobrem stanju.

Prvi in precej preprost korak nastavitve je uravnanje prednapetosti vzmeti. Skoraj vsi sodobni motocikli imajo na vrhu vilice ali na telesu blažilnika kombinacijo stopenjsko ali brezstopenjsko premikajočega se vijaka (obročja, ki omogoča zategovanje v smeri urnega kazalca), s katerim vzmet stisnemo (govorimo o prednapetosti vzmeti v mirujočem stanju).

S tem pa vzmeti ne otdimo, saj je še vedno enako elastična (enak premer žice, enako število navojev) pač pa dosežemo, da se začne vzmet stiskati pri večji začetni sili. Tako dobimo občutek, da je vzmetenje trše, bolj »suho«, saj se slabše odziva na manjše neravnine. Na srečo ima večina motociklov vgrajene progresivne vzmeti (navoji vzmeti so proti vrhu gostejši) ali pa progresivno delujoča vpetja za blažilnik (Uni-Trak, Pro-link, ...). To pomeni, da bolj kot se gib skrajšuje, trša postaja vzmet.

S povečevanjem prednapetosti vzmeti povečujemo tudi razdaljo motocikla od tal! To se zgodi zaradi povečanja potrebne sile za začetek odzivanja vzmeti, kar zmanjša posedanje vzmetenja zaradi lastne teže motocikla. Spremembo lahko zaznamo ob močnem nagibu v ovinku, ko začutimo, da je koleno bolj oddaljeno od asfalta, pa tudi stopalke pozneje podrsajo po tleh. Motorist, ki se po tej razdalji orientira za varen nagib, bo nekaj časa zmeden.



<p>Pospeševanje Sprememba teže: bolj kot pospešujemo, bolj je obremenjen zadnji blažilnik. Sprednje vilice se popolnoma raztegnejo.</p>	
<p>Zaviranje Sprememba teže: bolj kot zaviramo, bolj so obremenjene (se posedejo) sprednje vilice. Zadnji blažilnik je popolnoma raztegnjen.</p>	
<p>Vožnja skozi zavoj Sprememba teže, obremenjene so tako sprednje vilice kot tudi zadnji blažilnik na obeh straneh.</p>	

Slika 13: Obremenitve vzmetenja

Vir: YEC racing parts

Prednapetost

Za začetek je treba poznati tehnične podatke motocikla: kolikšen je gib sprednjega in zadnjega kolesa.

Meritev začnemo s prosto stoječim motociklom, ki ga nekajkrat zazibamo, da se sprostijo napetosti zaradi notranjega trenja v vpetjih. Z običajnim metrom izmerimo razdaljo na stiku krakov – teleskopov vilic (od roba semeringa do prve fiksne točke v smeri delovanja vilic); za blažilnik si izberemo jasno dosegljivo točko pod sedežem in čim bližje navpičnici nad osjo kolesa (na primer droben vijak) in izmerimo čim bolj navpično razdaljo do središča kolesne osi.

Za nastavitev potrebujemo poleg voznika še dva človeka; prvi naj zadaj drži motocikel, na katerem sedimo v vozniškem položaju, drugi pa naj izmeri iste razdalje kot prej. Razlika v meritvah mora pokazati (za cestno vožnjo) na vilicah od 20 do 30 odstotkov, zadaj pa od 20 do 25 odstotkov skrajšan gib vzmetenja. Za vožnjo na dirkališču naj bo ta statični posedek še nekaj manjši, spredaj približno 15 odstotkov, zadaj pa največ 10 odstotkov.

Paziti moramo, da ostane motocikel vseskozi tako »zniveliran«, kot pride iz tovarne. Kajti »trše« vilice pomenijo višji sprednji del motocikla in ob premehkem zadnjem delu bo motocikel težje spreminjal smer in širil krivuljo v ovinku; nasprotno pa višji zadek pomeni zmanjšan predtek, zaradi česar postane motocikel odzivnejši pri vstopu v ovinek, ob pretiravanju pa nemirnejši.

Kompresija

Pod tem izrazom razumemo delovanje hidravličnega dela vzmetenja, torej blažilnika, v smeri proti tlem. Tu začnemo nastavljanje hidravlični del. Če ventil zapiramo, zmanjšujemo velikost luknjic, skozi katere teče olje, in zato upočasnimo gib bata v blažilniku.

Dobro izhodišče za vse spremembe je tovarniška nastavitev. Vijak ventila je običajno na dnu kraka vilic in na zgornjem delu blažilnika.

Razteg

Deluje enako kot kompresija, le v nasprotni smeri. Tudi tu naj bo osnovna nastavitev tovarniška. Upoštevati je treba, da zahteva zategnjena vzmet tudi upočasnjen gib blažilnika v raztegu, zato se nastavitev hidravlike najprej lotimo v raztegu. Vijak ventila je običajno na zgornjem kraku vilic in na spodnjem delu telesa blažilnika.

Vilice: en obrat matice, ki stiska vzmet, navadno pomeni 1 mm krajši posed motocikla. Na telesu elementa, ki deluje na vzmet, so označeni kolobarji. Štejemo vidne kolobarje: manj ko jih je, bolj je vzmet stisnjena, »otrjena«.

Blažilnik: matica za nastavitev je lahko stopenjska (preskakuje na vnaprej pripravljene lege) ali pa zavarovana s protimatico in teče po navoju. Za en obrat zategnjena matica pod vzmetjo pomeni 2, največ 3 mm krajši posed. Ko dosežemo slabo četrtno poseda (prosto stoječ motocikel z voznikom v sedežu), preverimo, da je v blažilniku ostalo nekaj »prostega giba«: na kolesih stoječ motocikel zgrabimo za sedež in vzdignemo do popolnega raztega vzmeti, nato ga spet nežno spustimo

(zaznati moramo vsaj 5 milimetrov giba). Če imamo občutek, da giba ni, smo vzmet preveč zategnili, kar pomeni, da je prenehka in bo treba kupiti močnejšo!

Kje merimo:

Spredaj: na stiku teleskopov – najprimernejši je rob tesnilnega semeringa – v smeri delovanja vzmetenja (ali do spodnjega mostička vilic ali do spodnjega ohišja vilic USD).

Zadaj: čim bolj navpično od osi kolesa do dobro dosegljive fiksne točke (vijaka, izvrtine) na okvirju.

Vsako nastavitvev si zapišimo in ne spreminjajmo vseh parametrov naenkrat, ker potem ne vemo, kaj smo pridobili. Korakoma pridemo do najboljšega rezultata. Zelo »trd«
motocikel ni lepo vozen!

Če motocikel ne dopušča nastavitvev, je potrebna pomoč strokovnjaka, ki bo serijske vzmeti podložil s kovinskim čepom ali pa bo svetoval vgradnjo močnejših vzmeti, ki bodo bolj ustrezale voznikovi teži in načinu vožnje.

Na opisanem motornem kolesu smo uporabili rešitve priznanega proizvajalca vzmetenja Öhlins.

5.3 Platišča in pnevmatike

Serijsko motorno kolo ima 17-inčna platišča iz lahke jeklene zlitine spredaj in zadaj. V tekmovalnem razredu *Open* pa se uporablja večinoma 16,5-inčna platišča iz kovanega magnezija (*slike 14, 15 in 16*), pa tudi iz ogljika, predvsem zaradi manjše teže. Uporabili smo platišča iz kovanega magnezija, ki so izjemno lahka. Ta material ima tudi nekatere slabosti. Je zelo neodporen za zrak (postane krhek), zato mora biti



Slika 14: Kovan magnezij

Vir: fotografija avtorja

zaščiten s posebno barvo. Pri kakršnikoli poškodbi je treba platišče zavržiti zaradi varnosti. Tudi življenjska doba platišča je samo dve leti, ne glede na to, ali je v uporabi ali ne.



Slika 15: Sprednje platišče (material: kovan magnezij)
Vir: fotografija avtorja



Slika 16: Zadnje platišče (material: kovan magnezij)
Vir: fotografija avtorja

Pnevmatike so edini tekmovalčev stik s tlemi in so verjetno najpomembnejše za doseganje dobrih časov na dirkališču. Tehnologija je v zadnjih letih močno napredovala prav zaradi izkušenj na mototekmovanjih. Danes dobimo že navadne pnevmatike iz dveh ali več različnih zmesi gume, ki se obnašajo različno glede na svojo sestavo (na primer na sredini imajo tršo zmes gume za daljšo življenjsko dobo, ob straneh pa mehkejšo zmes gume za boljši oprijem cestišča, kar dovoljuje večji nagib v zavoju in s tem tudi večjo hitrost). Pnevmatike dejavno sodelujejo z vzmetenjem in prenašajo informacije vozniku motocikla.

Pnevmatike ločimo na:

Navadne pnevmatike:

za množično uporabo, z zmesjo gume različnih trdot in profilov (na primer »maka-dam«, »touring«, »road«, »sport«, »race replika«, ...).

Tekmovalne pnevmatike:

gladke (slick) in profilirane pnevmatike različnih trdot zmesi gume (slika 17) ter različne stopnje dežnih pnevmatik (slika 18).

Kvalifikacijske pnevmatike:

posebno mehke, samo za doseganje dobre pozicije na startu; zdržijo samo nekaj krogov.



Slika 17: Tekmovalna profilirana pnevmatika

Vir: fotografija avtorja



Slika 18: Tekmovalna dežna pnevmatika
Vir: fotografija avtorja

Vsaka pnevmatika ima idealno temperaturno območje, v katerem deluje najbolje. To temperaturo moramo vzdrževati, drugače pnevmatika izgubi oprijem. Navadne pnevmatike za vsakdanjo rabo se najbolje obnesejo pri temperaturah od 50 do 80 °C. Tekmovalne (gladke in profilirane) pa pri temperaturah od 70 do 95 °C, odvisno od posamezne pnevmatike. Seveda je tudi pritisk v pnevmatikah različen, skladno s temperaturo in strukturo asfalta, pa tudi temperaturo pnevmatik, ki se med vožnjo po dirkališču segrejejo. Tekmovalne pnevmatike pred vožnjo po dirkališču ogrejemo v boksih na okoli 75 °C z grelci pnevmatik (slika 19). Kadar vozimo v mokrem vremenu z dežnimi pnevmatikami, jih ne smemo predhodno ogrevati, ker bi se po nekaj sto metrih ohladile in zdrsnile, kar bi lahko povzročilo padec motorista.

Za razrede *Stock* morajo biti pnevmatike profilirane, za razred *Open* pa uporabljamo gladke pnevmatike (v suhem vremenu).

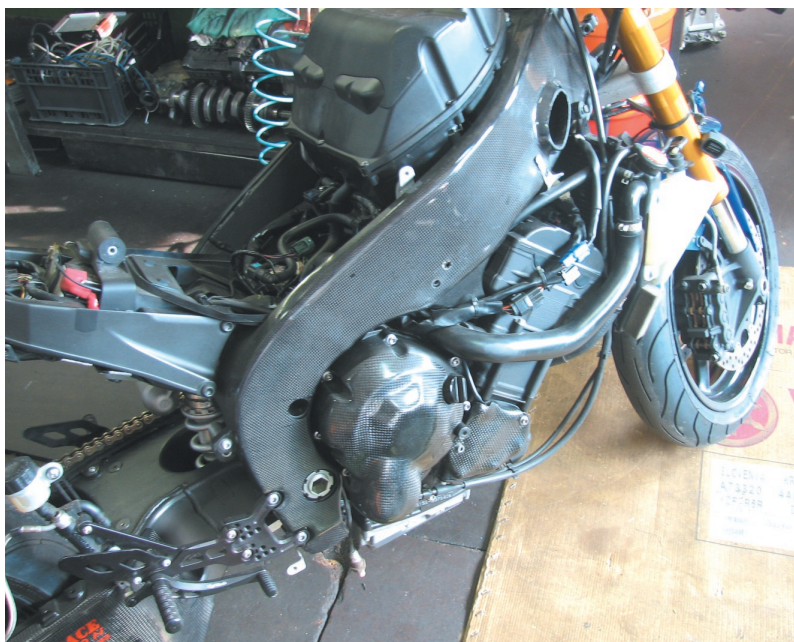
Za različna dirkališča so primerni različni tipi zmesi gume in tudi proizvajalci pnevmatik. Tudi voznik motornega kolesa pove, katera pnevmatika mu bolj ustreza (na primer na Grobniku naj bi bila Bridgestonova pnevmatika mirnejša, Dunlopova pa dovoljuje malce večji nagib). Ekipa poskuša najti optimalno nastavitvev v dogovoru z voznikom.



Slika 19: Grelci gum na dirkališču Grobnik (Reka, Hrvaška)
Vir: fotografija avtorja

5.4 Ostale spremembe

Z ostalimi spremembami poskušamo predvsem zmanjšati težo motornega kolesa. To storimo z zamenjavo serijskih delov s tekmovalnimi, ki so precej lažji. Teh delov je lahko zelo veliko in od tega je odvisna končna cena predelave, ki lahko doseže tudi večkratnik cene osnovnega modela.



Slika 20:
Stran motorja
(ogljik)
Vir: fotografija avtorja



Slika 21: Zadek motornega kolesa iz ogljika
Vir: fotografija avtorja

Omenil bom samo nekaj najpogostejših sprememb. Zamenjava celotnega poliestrskega oklepa motornega kolesa z ogljikovim (*sliki 20 in 21*), kar je dovoljeno samo v razredu *Open*. Zamenjava pogonske verige (boljši materiali, zato je lažja in tanjša), zamenjava zavorne (*slika 22*) in prestavne ročke (lažja, zaradi možnosti prepogibanja je manjša verjetnost, da se odlomi ali skrivi, zato deluje tudi po padcu.



Slika 22:
Tekmovalna ročica zavore
Vir: fotografija avtorja

Blažilnik krmila

Pri močnem pospeševanju ali kadar povozimo grbino na cesti pri veliki hitrosti, se lahko motocikel vzpne na zadnje kolo. Takrat postane krmilo v rokah lahko, zato izgubimo občutek za lego sprednjega kolesa, raztegne pa se zadnji blažilnik. Če sprednje kolo med letom ni natančno poravnano v smeri vožnje (*slika 23*), ustvarja zadnje kolo vztrajnostno silo, ki sili motocikel naravnost. Sunek samoizravnavaajočega se sprednjega kolesa sune krmilo v skrajni odklon, ki se nadaljuje z divjim opletanjem krmila iz ene v drugo skrajno točko odklona.



Slika 23: Sprednje kolo motornega kolesa v zraku (neporavnano sprednje kolo)

Vir: www.motosvet.com

Na športno kratkih motociklih, za katere želimo, da igrivo spreminjajo smer, je lahko nemirnost krmila pričakovana posledica. V neugodnih trenutkih, predvsem pri veliki hitrosti, ko sprednje kolo izgubi stik z asfaltom in nato ob ponovnem stiku izravna smer, nam lahko krmilo dobesedno iztrga iz rok. Ko so pri Yamahi testirali vzroke in posledice, so izmerili tudi dvanajst nihajev krmila v sekundi. Takšni frekvenci tudi izkušen motorist ne bo kos.

Enako se zgodi tudi pri vse bolj priljubljenem »nastopanju«, vožnji po zadnjem kolesu: motorist doživi presenečenje, ko sprednje kolo zopet pade na asfalt. Sunek zaradi žiroskopske sile, ki jo ustvarja pospešeno zadnje kolo, je dovolj velik, da lahko začne krmilo opletati. Precej grdo navado, da je začel nihati v ovinku brez pravega vzroka, je imel Suzukijev TL 1000. Tudi z vgradnjo blažilnika krmila ga niso mogli »kultivirati«. Problem se je skrival v zasnovi precej »živčno« in skrajno »športno« naravnane ciklistike.



Slika 24: Blažilnik krmila

Vir: fotografija avtorja

Danes na litrske motocikle, ki se hvalijo s kilogramom na konja, blažilnik krmila vgrajajo serijsko. Vendar bi težko rekli, da so na motociklih, ki morajo imeti konkurenčno ceno, prvovrstni blažilniki. Vseeno pa vgrajen blažilnik krmila, odpravi kakšnih 80 odstotkov verjetnosti, da opletajoče krmilo »sname« voznika s sedeža.

Yamaha R1 ima vgrajen hidravlični blažilnik, ki v sredinski legi ne duši. Honda pa ima z elektroniko podprt blažilnik, zasnovan za MotoGP-motor RC 211V. Uporabili smo tudi blažilnik krmila (*slika 24*) proizvajalca Öhlins, ki prepreči nihanje krmila, če sprednje kolo zaradi močnega pospeševanja izgubi stik s tlemi.

Najboljši je blažilnik, ki ustvarja najmanj notranjega trenja. Takšni blažilniki so dragi, saj je od natančne izdelave in kakovostnih materialov odvisno, kako občutljivi bodo za nihanja in ali jih lahko tudi učinkovito umirijo, preden so močno opazna.

Seveda blažilnik ni le drag, temveč tudi bolj utruja roke. Pri počasni vožnji, zavijanju in obračanju je treba premagovati silo hidravličnega dušenja v blažilniku. Zato je pri počasni vožnji pametno popustiti silo blaženja do konca (na gumbu za nastavev pomakniti »klike« v smeri mehkega teka), pred hitro vožnjo pa spet »zategniti« hidravliko.

Delovanje blažilnika krmila

Bat na batnici potiska lahko tekoče hidravlično olje v valju skozi ventil v ohišju blažilnika. Nastavitveni gumb omogoča, da na ventilu za pretok olja stopenjsko spreminjamo silo dušenja (zvočni preskok nastavitvenega gumba imenujemo »klik«). Najtrša nastavitev pomeni do konca privit gumb. Običajno imajo blažilniki od 13 do 17 stopenj.

Blažilniki so različno dolgi in pokrivajo širok razpon giba batnice. Najdaljše uporabljamo na motornih kolesih s širokim okvirjem in jih vgradimo na objemko z zunanje strani sprednjih vilic.

Nastavitve blažilnika krmila

Vožnjo začnemo z blažilnikom na sredini nastavitvenega območja. Če imamo občutek, da je motocikel nestabilen, zapiramo blažilnik po dva klika naenkrat.

6 SKLEP

Predelava motornega kolesa za tekmovanje v razredu *Open* je izjemno draga. Ceno osnovnega modela, ki se giblje okoli 12.000 evrov, preseže tudi nekajkrat. Zato so z željo, da bi zmanjšali stroške in bi tekmovanje postalo dostopnejše širši množici ljudi, tudi uvedli toliko omejitev v razredu »Supersport«. Če bi motorno kolo pripravljali za nastop v razredu »Supersport 1000«, bi za vrhunsko pripravo (predelavo) potrebovali okoli 8000 evrov.

Sama predelava je tehnično izjemno zahtevna in zahteva veliko časa in znanja. Motorno kolo je imelo na koncu 160 kg (pripravljeno za vožnjo), moč motorja pa smo povečali za 20 % (torej čez 225 KM). Tako smo dobili 1,4 KM/kg teže motornega kolesa. S tako predelanim motornim kolesom bi na dirkališču Grobnik dosegli čas okoli 1' 30", medtem ko se s serijskim ne bi mogli voziti pod 1' 34".

Vzdrževanje predelanega motornega kolesa je zelo drago, saj je njegova življenjska doba samo okoli 2000 km. Po vsaki dirki zahteva servis (menjava olja, pregled motornega kolesa z menjavo poškodovanih delov). Po preteku življenjske dobe motorno kolo in agregat popolnoma razstavimo ter zamenjamo ležaje, ventile, vzmeti ventilov, bate in batne obročke, pregledamo gred in ojnico in ju po potrebi zamenjamo. Veliko delov zamenjamo preventivno in hitreje tudi zato, da preprečimo večjo škodo, ki bi nastala pri okvari posameznega dela.

Seveda se s tako predelanim vozilom ne smemo voziti po cesti, temveč samo na dirkališču.

V prihodnosti se bo z napredkom tehnologije ter novimi, lažjimi in tršimi materiali še povečevala moč motornih koles glede na kg mase, nenehno izboljšujejo tudi pnevmatike, kar pomeni tudi hitrejške kroge na dirkališču. Hkrati je tekmovanje v razredu *Open* postalo izjemno drago zaradi številnih predelav, tako da je zaradi manjšega števila predelav in s tem nižjih stroškov vedno bolj priljubljen in množičen razred *Supersport*.

7 VIRI IN LITERATURA

Yamaha YZF-R1, Owner's manual

Akrapovič, Exhaust system technology YZF-R1

Gustinčič, M. (2007). Magisterij vožnje motocikla. Ljubljana: Mig Team.

Servis Elisa, Domžale

YEC racing parts, literatura in internetna stran (<http://www.yamaha-racingparts.com/>)
dostopna 1.12.2010

Tekmovalni pravilnik »The world of Jura racing«

8 KAZALO SLIK

<i>Slika 1:</i> Serijski motor Yamaha YZF-R1.....	3
<i>Slika 2:</i> Glava in ventili.....	5
<i>Slika 3:</i> Povečan hladilnik	6
<i>Slika 4:</i> Power Commander III	7
<i>Slika 5:</i> Prestavni avtomat	9
<i>Slika 6:</i> Prestavni avtomat	9
<i>Slika 7:</i> Moč serijskega motorja v primerjavi z motorjem z zamenjanim zadnjim loncem	11
<i>Slika 8:</i> Moč serijskega motorja v primerjavi z motorjem z zamenjanim celotnim izpuhom	11
<i>Slika 9:</i> Tekmovalni izpušni sistem	12
<i>Slika 10:</i> Sprednji zavorni diski	15
<i>Slika 11:</i> Sprednje vzmetenje.....	16
<i>Slika 12:</i> Zadnje vzmetenje.....	17
<i>Slika 13:</i> Obremenitve vzmetenja	19
<i>Slika 14:</i> Kovan magnezij.....	21
<i>Slika 15:</i> Sprednje platišče.....	22
<i>Slika 16:</i> Zadnje platišče	22
<i>Slika 17:</i> Tekmovalna profilirana pnevmatika.....	23
<i>Slika 18:</i> Tekmovalna dežna pnevmatika.....	24
<i>Slika 19:</i> Dirkališče (grelec pnevmatik).....	25
<i>Slika 20:</i> Stran motorja (ogljik).....	25
<i>Slika 21:</i> Zadek motornega kolesa iz ogljika	26
<i>Slika 22:</i> Tekmovalna ročica zavore	26
<i>Slika 23:</i> Sprednje kolo motornega kolesa v zraku (neporavnano sprednje kolo)	27
<i>Slika 24:</i> Blažilnik krmila	28