



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

Konstrukce jízdních kol se zaměřením na nosný rám

Vypracoval: Rostislav Vospěl
Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

České Budějovice 2015

Anotace (česky)

Úvodní část práce je věnována historii a vývoj jízdního kola.

Teoretická část se věnuje parametrům konstrukce nosného rámu jízdního kola, geometrie a materiál. Další části je zaměřená na základní typy dělení.

Praktická část práce se věnuje pevnostní analýze a dynamické zkoušce pevnosti vybraného rámu.

Klíčová slova

Jízdní kolo, stavba jízdního kola, nosný rám, použití jízdního kola, typy druhy jízdních kol.

Abstract (anglicky)

Preamble describes the historical development of a bicycle.

Theoretical part is focused on construction parameters of the bicycle carrier frame, geometry and materials. It also contains information about a basic classification of carrier frames.

Practical part presents rigidity analysis as well as rigidity dynamic test of chosen frame.

Key words

Bicycle, construction of bicycle, carrier frame, types of bicycle.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a na základě literatury a pramenů uvedených v použitých zdrojích.

V Českých Budějovicích dne 23. 6. 2015

.....

Děkuji panu PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při vypracování této bakalářské práce.

Obsah:

Úvod.....	6
1. Cíl bakalářské práce.....	7
2. Historie vzniku jízdního kola.....	8
3. Parametry konstrukce nosného rámu.....	11
3.1. Parametry konstrukce.....	11
3.2. Materiál rámu.....	14
4. Základní druhy řešení konstrukce jízdních kol.....	19
4.1. Podle cílové skupiny uživatelů.....	19
4.2. Podle stavby rámu.....	22
4.3. Podle určení místa.....	27
4.4. Podle odpružení.....	32
5. Pevnostní analýza, dynamická zkouška rámu.....	44
6. Závěr.....	49
Seznam použité literatury a zdrojů.....	50

Úvod

Jízdní kolo, kdo z nás se s tímto strojem ještě nesetkal. Myslím si, že v dnešní době, pojem jízdní kolo, musí znát opravdu každý. A určitě každý, na nějakém jízdním kole někdy jel. Cyklistický sport, je fenoménem nejen dnešní doby. Od prvního vynálezu jízdního kola, jako dopravního prostředku, uplynulo mnoho času a tak se i vývoj posunul o značný kus cesty kupředu, myslím si, že tím správným směrem. Většina z nás využívá své jízdní kolo ke sportu, relaxaci a pohybu ve volné přírodě. Ale málo kdo ví, na jakém kole vlastně jezdí.

Každé jízdní kolo se dá zařadit do určité kategorie. A právě konstrukce nosného rámu nám určuje, do které kategorie můžeme zařadit právě ono jízdní kolo.

S nástupem nových technologií pevnějších a lehčích materiálů, obliba cyklistického sportu vzrostla. A tak se i výrobci předhánějí ve výrobě a nabídkách různých druhů řešení konstrukcí jízdních kol. Každá anatomie rámu je něčím specifická, každá trubka, každý úhel má své opodstatnění a v dnešní době nepřehledného množství rámu a výrobců, nemá člověk možnost se správně orientovat bez informací k tomuto potřebných.

A proto bych rád v této bakalářské práci, představil a dal dohromady výčet základních druhů řešení konstrukce jízdních kol se zaměřením na nosný rám, shrnout druhy materiálů používaných ve výrobě a rozdělil do několika skupin podle určení, užívání a druhu řešení konstrukce nosného rámu. A okrajově nastínil problematiku výroby a pevnostních zkoušek.

Tuto bakalářskou práci jsem si zvolil, protože jsem aktivní cyklista a již jsem sám vyzkoušel několik konstrukcí nosných rámu jízdních kol a tak k danému tématu mám co říci a rád se s vámi o mé zkušenosti podělím.

1. Cíl bakalářské práce

1. Teoretické cíle:

Rozbor a rešerše dostupné literatury, analýza získaných informací a výběr vhodných oblastí pro tuto práci.

Zpracovat stručnou historii vývoje vzniku jízdního kola.

2. Odborné cíle:

Výčet základních druhů řešení konstrukce jízdních kol se zaměřením na nosný rám a jejich systematické rozdělení.

Nejvíce užívané typy konstrukcí jízdních kol.

3. Praktické cíle:

Sledovaná hlediska pro kvalitu rámu jízdních kol.

Slabá místa v konstrukcích rámu, pevnostní analýza vybraného typu rámu.

Text je proložen obrázky, aby si každý mohl představit daný typ rámu jízdního kola.

2. Historie vzniku jízdního kola

Historie vzniku jízdního kola sahá opravdu daleko, již někdy v 15. století padají první zmínky o náčrtech znázorňující něco jako jízdní kolo.

Dále pak:

12.7.1817 kdy německý baron Karl Drais představil dvoukolové vozidlo, tzv. „*běhací stoj*“, dvoukolové samo pojízdné vozidlo dalo počátek mobility bez koňského pohonu. Tehdy legendární jízda z Mannheimu k relovému domu ve Schwetzingu byla průlomovým bodem v tehdejší dopravě. [1,2] byl pojmenován dresina (obr. 1.)



obr. 1. Dresina (zdroj: <http://www.quido.cz/objevy/kolo.htm>)

1861 francouz Pierre Michaux vylepšil onen vynález. Aby se člověk nemusel odrážet nohama o zem, tak přidává šlapky, na osu předního kola. Svůj stroj nazval „*vélocipede*“. [2] (obr. 2.)



obr. 2. Michauxův velocipede (zdroj: <http://www.quido.cz/objevy/kolo.htm>)

1870 Britové James Starley a William Hillman nechávají patentovat tzv. „*Vysoké kolo*“ první celokovové kolo, s pryžovou obručí v ráfcích. Po té, co zjišťují že čím větší přední kolo, tím delší dráha dojezdu na jedno šlápnutí. [2,3] (obr. 3.)



obr. 3. Vysoké kolo (zdroj: <http://old.nakoledetem.cz/historie.html>)

1885 John Kemp Starley přichází s prvním předchůdcem dnešního jízdního kola, nízké kolo, tzv. „*Rover Safety*“, se kterým vyhrává v závodech, na závodní dráze, proti vysokým kolům. A tehdy vznikají první základy dnešní podobě nosných rámců jízdních kol. [3,4] (obr. 4.)



obr. 4. Rover Safety (zdroj: <http://www.sterba-bike.cz/album/491/category/galerie>)

Cca 1910 se objevují i kola pro něžné pohlaví tzv. „*dámské kolo*“, kde je vidět umístění horní rámové trubky blíže k té spodní. (obr. 5.)



obr. 5. Dámské kolo s dřevěným rámem (zdroj: <http://www.sterba-bike.cz/album/268/category/galerie>)

3. Parametry konstrukce nosného rámu

Nosný rám jízdního kola je bezesporu nejdůležitější součástí, která určuje jízdní vlastnosti kola, jako jsou ovladatelnost, tuhost a stabilitu. Většina jízdních kol vychází z geometrie klasického lichoběžníkového tvaru, který se skládá z horní, dolní, sedlové a hlavové trubky, a zadní stavby která je trojúhelníkového tvaru pro lepší tuhost. (obr. 6.)



obr. 6. Rám jízdního kola RB (zdroj: <http://www.rb-bike.cz/ramy-kola/23/78/crr-ram>)

3.1. Parametry konstrukce (obr. 7.):

- Délka sedlové trubky
- Délka horní rámové trubky
- Úhel hlavové trubky
- Úhel sedlové trubky
- Výška středu
- Rozvor kol
- Průměr kol

Délka sedlové trubky (A:I) určuje velikost rámu. Menší rám má větší tuhost a je lépe ovladatelný. Uvádí se v palcích, centimetrech nebo jako S, M, L, XL. (obr. 8.)

Délka horní rámové trubky (B:I) určuje také velikost rámu, s ohledem na velikost jezdce.

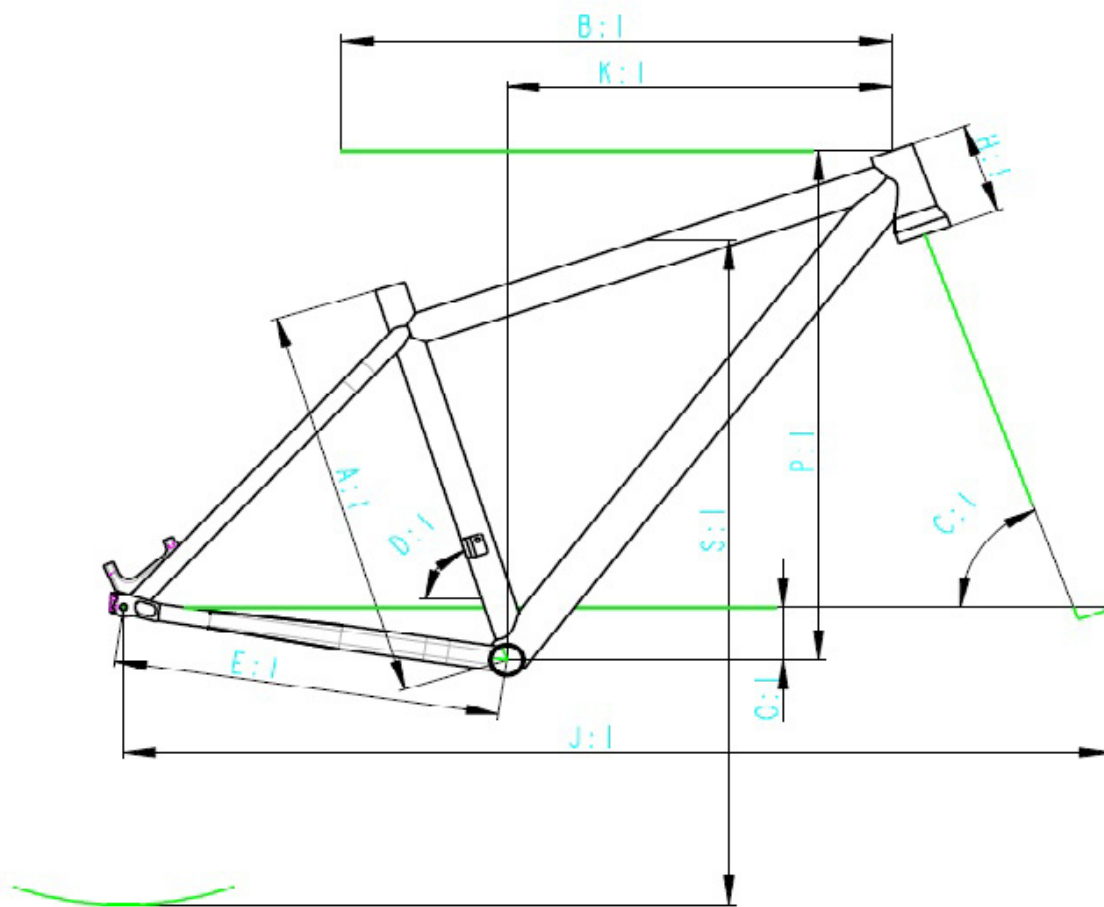
Úhel hlavové trubky (C:I) ovlivňuje stabilitu kola jak na silnici, tak v terénu, pohybují se v rozmezí 63 – 73°. Čím nižší hodnota, tím stabilnější kolo. V závislosti na určení.

Úhel sedlové trubky (D:I) určuje těžiště polohy jezdce při jízdě. Např. při jízdě z kopce, je lepší mít těžiště více vzadu, oproti jízdě do kopce zase naopak více vpředu.

Výška středu (O:I) určuje těžiště jízdního kola. Nižší těžiště znamená, lepší stabilitu např. v terénu, ale nemusí to být vždy výhodou.

Rozvor kol (J:I) ovlivňuje stabilitu kola. Delší rozvor znamená stabilnější kolo, kratší ovladatelnější kolo.

Průměr kol ovlivňuje především určení jízdního kola, ale také hladkost jízdy, trakci a komfort jízdy. Uvádějí se v palcích. [5] A dále dle velikosti postavy jezdce. (obr. 9.)



CRR 275

	A:I	B:I	C:I	D:I	E:I	H:I	J:I	K:I	O:I	P:I	S:I
S	400	575	70,0	73,5	435	100	1084	397	45	600	770
M	440	600	70,0	73,5	435	100	1098	420	45	605	794
L	480	620	70,0	73,5	435	110	1119	438	45	614	819
XL	520	640	70,0	73,5	435	130	1140	452	45	633	848
2XL	560	660	71,0	73,5	435	150	1150	466	45	656	879

obr. 7. Geometrie rámu jízdního kola RB (zdroj: <http://www.rb-bike.cz/cz/servis/download>)

VÝŠKA POSTAVY V CM	VÝŠKA RÁMU
do 168 cm	15", 16", S, do 44 cm
165-178 cm	17", 18", M, do 48 cm
175-188 cm	19", 20", L, do 52 cm
185-195 cm	21", 22", XL, do 55 cm
nad 195 cm	23", 24", do 61 cm

obr. 8. Tabulka velikostí kola dle postavy (zdroj: <http://www.cyklopoint.cz/tabulky-velikosti/>)

10", 12", 16", 18", 20", 24"	- dětská kola	
26"	- dospělá horská kola (nově i s rozměry 27,5" a 29")	
27", 28"	- dospělá krosová, trekingová a silniční kola	
Věk dítěte	Výška postavy (cm)	Průměr kola (palce)
1,5 až 2,5 roky	odrážedlo	10 -12"
2 až 4 roky	90 - 110	12"
4 až 7 let	100 - 125	16"
6 až 9 let	115 - 135	20"
8 až 12 let	115 - 145	24"
nad 12 let	145 -	26"

obr. 9. Tabulka průměrů kol v závislosti na velikosti jezdce (zdroj:

<http://www.cyklovape.cz/informace/poradna/jak-vybrat-velikost-kola.html>)

3.2. Materiál rámu

Nejdůležitějším faktorem dobrého rámu, je jeho nízká hmotnost a dlouhá životnost, dále velká pevnost a tuhost.

Nejstarším výrobním materiálem je ocel, která se používá dodnes. Dále pak nejčastějším materiálem je slitina hliníku také znám pod názvem dural. A mezi top materiály převzaté z letectví patří slitiny titanu a kompozity, které se používají jen okrajově a většinou při stavbách na zakázku (nejen svými vlastnostmi, ale především i cenou). [6]

Ocelové materiály

Nejstarším a tehdy jediným materiálem na výrobu rámu jízdních kol byla ocel a dodnes jsou pořád používané trubky z jakostních legovaných ocelí, Cr-Mo chrommolybden. (obr. 10.) Rámy z ocelových trubek mají dobré absorpční schopnosti, odolávají velkému mechanickému napětí v tlaku i tahu, pohlcují rázy i vibrace. Velkou výhodou je cenová dostupnost materiálu a dobrá svařitelnost. Nevýhodou je malá tuhost v krutu a velká hmotnost, což se řeší výrobou trubek různě zeslabovaných, dvojitě „*double butted*“ nebo trojitě „*triple butted*“ zeslabované stěny. A bezesporu k nevýhodám patří i velká náchylnost ke korozi, kterou zamezíme dobrou povrchovou úpravou ocelového rámu. Dnes jsou již na ústupu a jsou nahrazovány materiály z hliníku. [2,6]



obr. 10. Ocelový rám (zdroj: <http://www.cykloglobal.cz/cykloglobal/eshop/50-1-R/0/5/7100-ocelovy-ram-na-fesku>)

Hliníkové materiály

V současnosti nejpoužívanějším materiálem na výrobu rámců jízdních kol je bezesporu hliník a jeho slitiny. Mezi příměsi hliníku patří hořčík, křemík, měď, zinek, mangan atd. Známé jako dural. Výhodou materiálu je velmi malá hmotnost (třikrát lehčí než ocel), ale jelikož je na úkor hmotnosti měkčí než ocel, je potřeba zvětšit průměr trubek, nazývané „oversize“ a tím dosáhnout požadované celkové pevnosti při zachování nízké váhy. K výrobě rámců jízdních kol se používají duraly z řady 6000 (slitiny na bázi Al-Si-Mg) a to 6061 a z řady 7000 (Al-Mg-Zn) 7005. Postup na zpracování je u duralů daleko horší, proto je třeba speciálních postupů. Buď lepení, nebo svařování v ochranné atmosféře. Většina firem již používá strojního svařování, ale jsou zde i zastánci ručního svařování, jako například firma Race Bike. (obr. 11.) Nevýhodou, právě kvůli velkému průměru trubek je menší útlum rázů a vibrací. A také poměrně kratší doba únavy materiálu. [2,6]



obr. 11. Hliníkové rámy (zdroj: <http://www.rb-bike.cz>)

Titanové materiály

Materiál převzatý z letectví, používaný ve slitinách hliníku a vanadu (Ti-Al-V). (obr. 12.) Skoro ideální vlastnosti, mezi které patří velmi nízká hmotnost (až o polovinu nižší než ocel), vysoká tuhost, pevnost, vynikající schopnost pohlcovat vibrace, nekoroduje, proto se nemusí dále povrchově upravovat. Nevýhodou je velmi složitá technologie výroby, zejména svařování. Svařování musí probíhat v ochranné atmosféře argonu. Což se odráží na ceně takového rámu. [2,6]



obr. 12. Titanový rám (zdroj: http://www.kona.cz/kolo/ti_explosif_frame)

Kompozity

Dalším materiálem používaným v letectví a vesmírných programech jsou kompozity, materiál z vláken uhlíku (obr. 13.), nebo kevlaru spojených pojivem z umělých pryskyřic. Tzv. karbon. Jedná se o úplně nejlehčí materiál používaný k výrobě rámu jízdních kol. Mají také vynikající pevnost a pružnost. Mají vynikající absorpci vibrací, rázů a otřesů. Výroba je taktéž velmi zdlouhavá a nákladná. Jednotlivé vrstvy karbonu se skládají na sebe v místech kde je velké namáhání a podle počtu vrstev určujeme vlastnosti rámu. Vznikají tak monolitní kompaktní celky. Rám je pak velmi lehký, pevný, ale křehký (náchylný na proražení ostrou hranou např. kamene). A velmi drahý. Za onu cenu se vám odvděčí dlouhou životností, protože u tohoto materiálu se uvádí, únavová křivka, téměř nulová. Takovýto rám poznáme podle toho, že je velmi lehký, na poklep, má charakteristický papírový zvuk a přechody mezi jednotlivými trubkami jsou zaoblené, není vidět žádný svár. [2,6]



obr. 13. Kompozit, uhlíkové vlákna (zdroj: <http://kolo.cz/clanek/potrebuji-na-kole-karbonovy-ram/kategorie/rady-vybirame-kolo>)

4. Základní druhy řešení konstrukce jízdních kol

Ono nepřehledné množství konstrukce jízdních kol, lze dělit do mnoha kategorií. My se zaměříme na základní typy dělení.

4.1. Podle cílové skupiny uživatelů

Položme si otázku, kdo jezdí na kole, bez rozdílu věku, jezdí muži, ženy a děti, takže vlastně úplně všichni.

- pánské
- dámské
- dětské

Pánské jízdní kolo, je asi nejrozšířenější typ jízdního kola vůbec, na první pohled se pozná dle umístění horní rámové trubky, tzv. štangle, která je skoro vodorovná se zemí. (obr. 14.)



obr. 14. Pánské kolo (zdroj: <http://www.rb-bike.cz>)

Dámské jízdní kolo má oproti pánskému, právě již zmiňovanou, horní rámovou trubku skosenou, blíže ke středu, zhruba souběžně se spodní trubkou. Pro usnadnění nastupování na jízdní kolo ženám. (obr. 15.) Některá dámská horská kola nelze od pánských na první pohled poznat, protože zmiňovanou rámovou trubku nemají skosenou, ale poznáme je. Dámský rám bývá kratší, užší řídítka, širší a kratší sedlo, kratší představec apod.



obr. 15. Dámské kolo (zdroj: <http://www.kola-jakr.cz/detail/damske-horske-kolo-ctm-stefi-2-0-2014-1>)

Dětské jízdní kolo, je zmenšená varianta buď mužského, nebo i ženského jízdního kola, ať už rozměrem kol, nebo také rozměrem nosného rámu. (obr. 16.)



obr. 16. Dětské kolo (zdroj:

http://www.leaderfox.cz/data/content/leader_fox_katalog_2014.pdf)

4.2. Podle stavby rámu

A však jízdní kola můžeme rozdělit i podle, na první pohled, rozlišných znaků stavby rámu. Většinou se jedná o výrobu na zakázku, případně o nějaké prototypy.

- vysoká kola
- dvoukola
- lehokola
- jednokolky
- dvoukolky
- tříkolky a čtyřkolky

Jako první bych zmínil vysoká kola (obr. 17.), která bezpochyby patří do historie vzniku kol. A o nichž už bylo řečeno dříve.



obr. 17. Vysoké kolo (zdroj: <http://www.sterba-bike.cz/produkt/vysoke-kolo-52-j-kohout-smichov>)

Dále například, podle počtu lidí na jednom jízdním kole, dvoukola, tříkola (obr. 18.), jde vlastně o svaření několika rámu kol do jednoho. Spojení poháněcího ústrojí, což má za následek rozložením sil na dva a více jezdce a jsou říditelné pouze prvním jezdce.



obr. 18. Dvojkolo (zdroj: <http://www.coolkola.cz/mestska-kola/dvojkola-tandemy/dvojkolo-twilight-tandem.htm>)

Pro lidi, kteří mají nějaká zdravotní omezení, jsou zde tzv. lehokola (obr. 19.), ať už poháněná nohama, nebo poháněná rukama. Jde v zásadě o zakázkovou výrobu, dle specifik žadatele. Rám je uzpůsoben potřebám jezdce a může se jednat o tříkolky.



obr. 19. Lehokolo (zdroj: <http://www.alternativni-cyklistika.cz/lehokola/lehokola-v-cesku-nesnadna-cesta-velke-cile/>)

A v neposlední řadě podle počtu kol, na jednokolky (obr. 20.), které jsme jako děti mohli poprvé vidět v cirkuse, jak se na nich prohánějí cvičení artisté, protože jízda na takovém to stroji, je bezesporu záležitostí rovnováhy a není to jednoduché. Konstrukce kola, se skládá pouze z jednoho kola, šlapaček a na vidlici umístěné sedačky. Může mít i brzdu.



obr. 20. Jednokolka (zdroj: <http://www.apo-vystoupeni.cz/jakou-jednokolku.php>)

Klasické dvoukolky, kterou známe všichni.

Tříkolky a čtyřkolky (obr. 21.), již byli zmíněné jako kola pro lidi s nějakým zdravotním omezením. Jako střed těžiště rámu je volená sedačka. Výroba je na zakázku.



obr. 21. Tříkolka (zdroj: <http://www.igielektrokola.cz/nakladni-trikolka.p.aspx>)

4.3. Podle určení místa

A kde všude se dá jezdit na kole? Úplně všude. Jízdní kolo se dá využívat jako dopravní prostředek, ať už po silnici, nebo v terénu, ale především je to pro většinu lidí sport, který mohou vykonávat v přírodě s přáteli (obr. 22.) a to rekreačně, anebo závodně po upravených dráhách.



obr. 22. Jízda na kole s přáteli (zdroj: <http://www.harfasport.cz/zpravodaj-clanek-12-09-01.html>)

Rozdělení:

- silniční
- dráhová
- horská MTB – cross-country, FR, DH, dirt
- BMX – 4X, street
- další

Jako první bych uvedl silniční cyklistiku (obr. 23.), každý z nás najde ve sklepě „favorita“, jedná se o kolo, které má vysoký rám, dlouhou horní rámovou trubku a sedlovou trubku, protože není třeba nízkého těžiště. Úhel hlavového složení se pohybuje v rozmezí od 72° do 74°. Hubené tenkostěnné trubky, pro zajištění co nejmenší hmotnosti kola. Úzké pneumatiky, nahuštěné na obrovský tlak, pro co možná nejmenší odpor při jízdě po hladkém asfaltu.



obr. 23. Silniční kolo (zdroj: <http://www.rb-bike.cz>)

Dráhová cyklistika (obr. 24.), je obnož cyklistiky silniční, jízdní kolo je takřka stejné, jen má nějaké úpravy, jako například pevný převod, a absence brzd. Trochu jiná řídítka, pro lepší uchopení a lepší aerodynamiku, kterou nám zajišťují plný výplet kol a ploché rámové trubky.



obr. 24. Dráhový speciál (zdroj: <http://www.duratec.cz/cs/612-sprinter-t11/designer/>)

Horská cyklistika, ta by se dala rozdělit na cross-country, FR, DH, dirt. (obr. 25.) Zde se jedná o jízdní kola přizpůsobená k jízdě v terénu, ať už tlustými pneumatikami, tak především tvarem nosného rámu, který nám zabezpečuje lepší ovladatelnost jízdního kola. A to středem těžiště, které je mnohem níže než u kol silničních. Čehož je dosaženo krátkou sedlovou trubkou, nižším hlavovým úhlem, který se pohybuje v rozmezí 68° - 72° a nižší výškou středového složení. A v dnešní době, i odpružením zadní rámové stavby. U některých speciálů, určených pro sjezd, se úhel hlavové trubky dostává k číslu 61°.



obr. 25. Horské kolo FR (zdroj: <http://www.rb-bike.cz/ramy-kola/91/78/iq-575-base>)

Malá kola používaná buď jako závodní speciály nebo na jízdu na překážkách a dělání nejrůznějších triků. BMX, street, 4X. (obr. 26.)



obr. 26. BMX (zdroj: <http://www.yessbmx.com/>)

Dalším méně známým odvětvím cyklistiky je např. krasojízda, kolová, nebo freestyle. (obr. 27.)



obr. 27. Krasojízda (zdroj: <http://salovacyklistika.sweb.cz/team.htm>)

4.4. Podle odpružení

S odpružením se setkáváme především u horských kol. A to nejen s odpružením předním, což dnes již má skoro každé horské kolo, ale do popředí se začíná dostávat i odpružení zadní stavby, takovéto kola nazýváme „fully“. Ten kdo měl možnost jezdit na kole bez jakéhokoliv odpružení a po té přešel na kolo s předním odpružením, nám dá jistě za pravdu, že je to velký rozdíl. A když si sedneme na celoodpružené kolo, tak je to rozdíl dvojnásobný. Komfort spojený s jízdou po nebezpečných cestách, při výjezdech a hlavně při sjezdech v rozbitém terénu. Kolo tolik nedrcná, odpružení pobírá nerovnosti a zadní stavba se uhýbá překážkám. Odpružení nám zlepšuje kontakt obou kol s terénem, což nám zvyšuje i bezpečnost jízdy.

Odpružená zadní stavba má navíc oproti pevnému rámu tlumič, který nám právě zajišťuje onen zmíněný komfort jízdy a zabezpečuje stálý kontakt s terénem. Co se týče konstrukčních změn, na rámu přibýlo trochu více materiálu, vahadel, čepů a ložisek, které dohromady plní celek odpružené zadní stavby. (obr. 28.)



obr. 28. Odpružená zadní stavba (zdroj: <http://www.giant-bicycles.com/cs-cz/showcase/trancex29er/#gallery>)

Tlumič zadní odpružené stavby nám udává kolik mm zdvihu ona zadní stavba má a podle tohoto kritéria můžeme tyto rámy dělit.

- Cross-country
- all-mountain
- Enduro
- Freeride FR
- Sjezd DH

Pro běžné cross-country, jízdu krajinou, po zpevněných cestách a občas po asfaltu, nám postačí kolo se zdvihem 80 – 100 mm, což je také nejnižší hranice odpružení zadní stavby rámu kol. (obr. 29.) A hmotností se nepatrně odlišuje od rámu pevných kol.



obr. 29. Cross-country zdvih 100mm (zdroj: <http://www.xcrsvorada.cz/kolo-focus-super-bud-29r-1-0-factory-coolgreymatt-xs-2015>)

Univerzálním kolem by se dalo nazvat kolo all-mountain, se zdvihem zadní stavby 120 – 130mm, jeho jízdni vlastnosti jsou o úroveň výš, než u předešlého kola. Takovéto kolo je určené do trochu většího terénu, ale i pro vyjížděky s přáteli po lesních a polních cestách. Je hravější a ovladatelnější, při zachování komfortu z jízdy. (obr. 30.)



obr. 30. All-mountain zdvih 120mm (zdroj: <http://www.ride4stars.cz/horske-kolo-kona-precept-27-5-zdvih-120-120mm/>)

Rámy se zdvihem 140 – 160 mm řadíme do kategorie enduro, tady už počítáme s jízdou v těžkém terénu. Tyto rámy jsou už také odolnější, pevnější a tužší, s čímž souvisí vyšší hmotnost, řádově kilogram navíc. Je určen především pro ty, co jsou odhodláni za tímto těžkým terénem vyrazit po vlastní ose. A pak si následovně užívat sjezdů. (obr. 31.)



obr. 31. Enduro zdvih 160mm (zdroj: <http://bplumen.cz/tomac/kola/vanish/index.html>)

Rámy se zdvihem 170 – 180 mm řadíme do kategorie freeride, kola určená do těžkého terénu, s vývozem na kopec například pomocí lanovky, a užívání si volné jízdy směrem dolů. Překonávání velkých překážek, skoků, dopadů z velkých výšek apod. tyto kola bývají velmi robustní, pevná, na úkor jejich váze. Takovéto kolo váží 15 – 20 kg. Je osazeno jen jedním převodníkem, aby se zabránilo padání řetězu v těžkém terénu. (obr. 32.)



obr. 32. Freeride zdvih 170mm (zdroj: <http://www.kona.cz/kolo2012/entourage/gravity/1>)

V poslední řadě máme kola se zdvihem 200 mm a více. Takovéto kola už nazýváme sjezdovými speciály, používané jen pro sjezd v tom nejtěžším terénu. (obr. 33.) Taková to kola jsou velmi robustní, je kladen velký důraz na pevnost materiálu a jednotlivých komponentů, k tomu také odpovídá hmotnost těchto kol a cenová dostupnost.



obr. 33. Sjezdový speciál zdvih 200mm a více (zdroj: <http://www.rb-bike.cz/en/ramy-kola/76/84/monster-dh>)

Dále rozdělení odpružených zadních staveb rámců kol můžeme rozdělit podle přepákování.

[10]

- Jednočep
- Přepákový jednočep
- Čtyřčep
- FSR
- Virtual pivot point (virtuální čep)

Jednočep – dřívější kola značky RB (obr. 34.), kde zadní kyvka je v jednom kuse (stejně jako u virtuálního čepu) a otáčí se na jediném velkém ložisku. To znamená, že když máme jediný bod otáčení, tak celá zadní stavba opisuje část kružnice. Samozřejmě záleží na umístění tohoto čepu, což má vliv na tahání řetězu a na celkovou charakteristiku odpružení. Tento systém, co se týče boční tuhosti, je nejtuzší.



obr. 34. Jednočep (zdroj: <http://www.rb-bike.cz>)

Přepákový jednočep – současná řada RB iq, (obr. 35.) kdy spodní část zadní stavby je od čepu v hlavním rámovém trojúhelníku až po patku nepřerušena, další čep je až nad úrovní patky. Jedná se pouze o modifikaci jednočepu, a také zadní osa kola opisuje část kružnice. Zatímco se spodní trubka chová jako u nepřepákováného jednočepu, trubky nad čepem vytvářejí úplně jiné charakteristiky (lineární x progresivní) a tedy požadované jízdní vlastnosti.



obr. 35. Přepákový jednočep (zdroj: <http://www.rb-bike.cz/ramy-kola/19/78/iq-ram#barvy>)

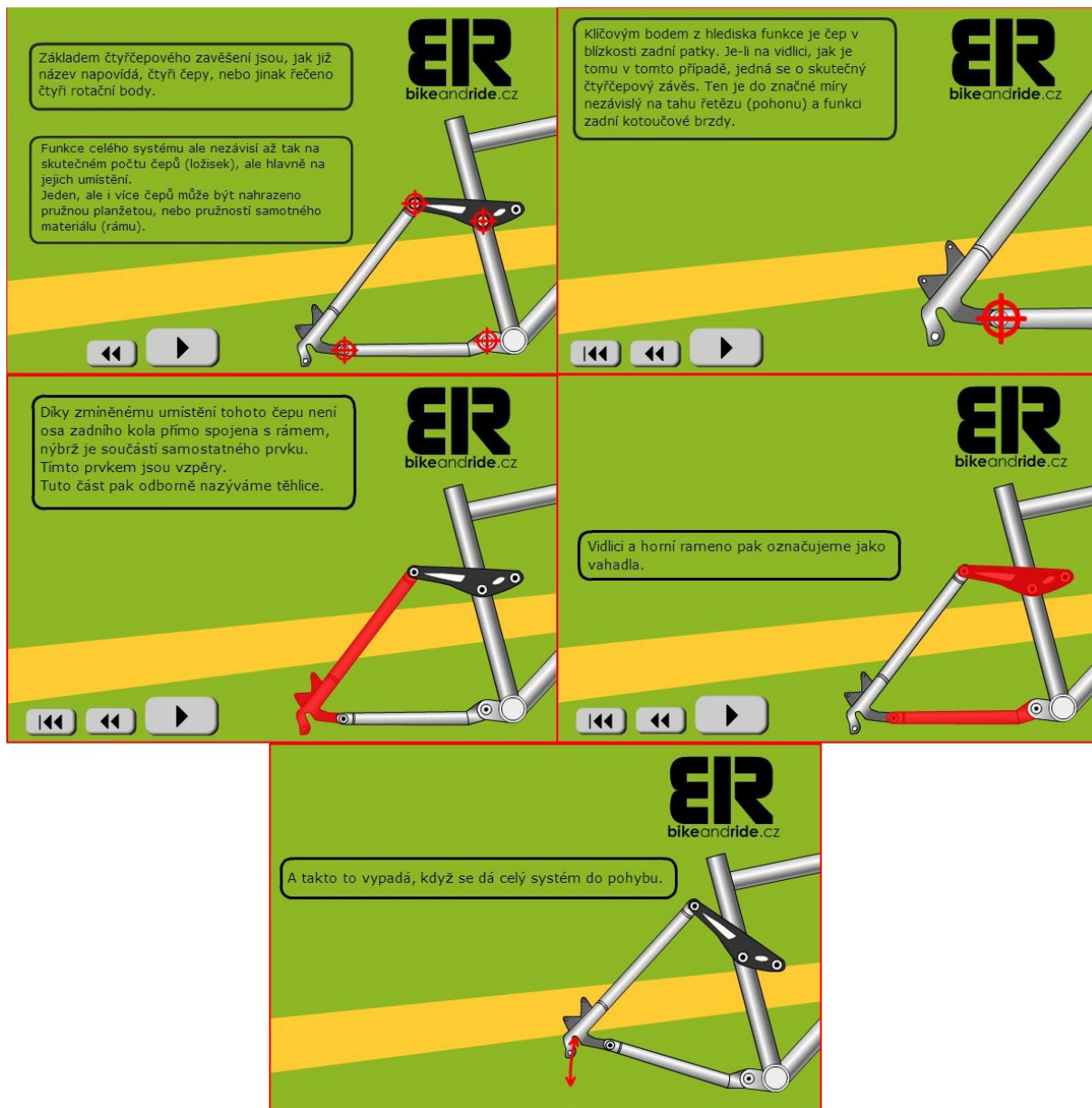
Čtyřčep, FSR – systém FSR je čtyřčep, pod patentem firmy specialized. (obr. 36.) [7]
Většinou se jedná o systém horst link, což je, že na spodní trubce zadní stavby, ještě před uchycením zadního kola, je čep a kolo je na přepákové části zadní stavby. A podle umístění tohoto čepu se rozdělují síly, které mají vliv na zužitkování energie, buď do šlapání, nebo do tlumiče. Čtyřčep opisuje trochu jinou trajektorii než u jednočepu.



obr. 36. Systém specialized FSR (zdroj:

<http://www.specialized.com/us/en/bikes/mountain/demo/demo-8-frame>)

Pohyb čepů u tohoto systému si můžeme prohlédnout na obrázcích z animace fungujícího čtyřčepového zavěšení zadního kola. (obr. 37.) [8]



obr. 37. Pohyb čtyřčepu (zdroj: <http://www.bikeandride.cz/2011/02/odpruzeni-skutecny-ctyrcep/>)

Virtual pivot point (virtuální čep): systém je podobný, pomocí dvou vahadel a pevné zadní stavby (obr. 38.), kolo opisuje část hyperboly, skoro písmeno S. Střed otáčení je virtuální a mění svou polohu s průběhem zdvihu. [9] Jedná se dle mého názoru o ten správný krok směrem kupředu, co se týče vývoje. Tuhost zadní stavby je dána zpracováním, minimální pohupování při šlapání a důležitým prvkem je, žádná zablokovaná stavba při brždění.



obr. 38. Systém Virtual pivot point (zdroj: <http://www.santacruz bicycles.com/en/us/virtual-pivot-point-vpp-suspension-design>)

Pro bližší porovnání přikládám obrázek s více systémy najednou. (obr. 39.) A některé odkazy na animace. [10]



obr. 39. Porovnání systémů pružení (zdroj: <http://www.dolekop.com>)

5. Pevnostní analýza, dynamická zkouška rámu

V praktické části se podíváme na pevnostní analýzu rámu jízdního kola, k dispozici máme softwarovou simulaci pevnostních zkoušek rámu jízdního kola firmy Race Bike. [11]

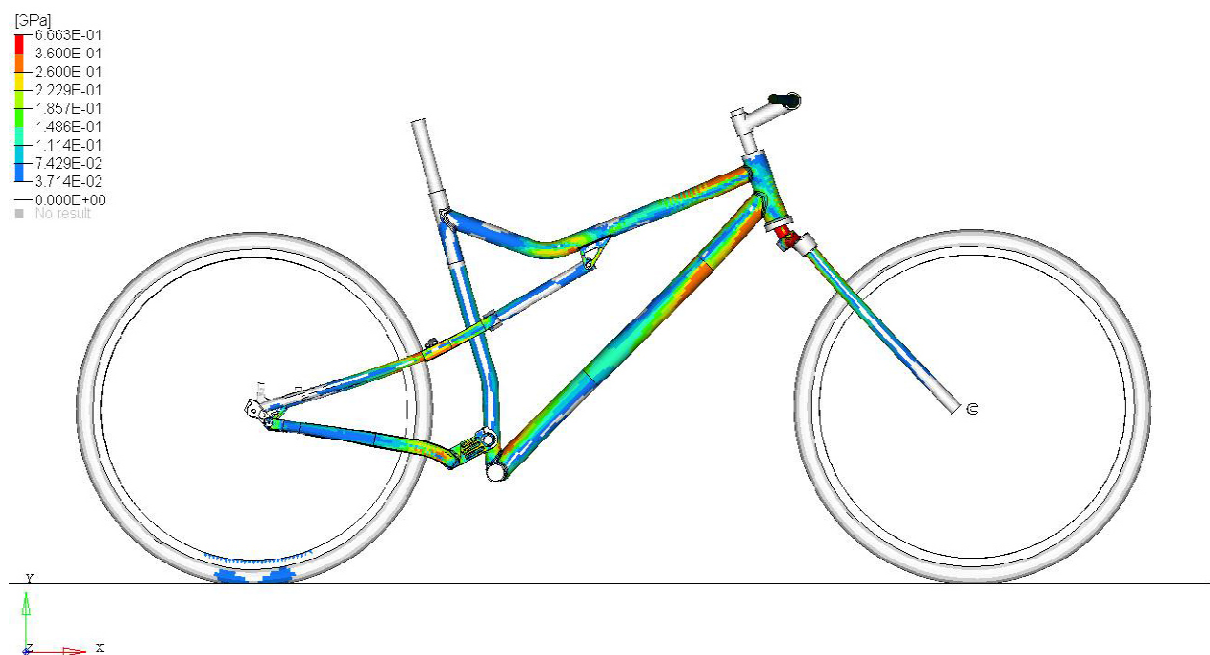
Před zahájením každé výroby, nové konstrukce rámu jízdního kola, je potřeba udělat pevnostní analýzy a zkoušky onoho navrženého rámu. K těmto zkouškám nám slouží simulované projekty v softwarech k tomuto určených.

Analýzu můžeme rozdělit na statický a na dynamický režim zatěžování a každý z těchto režimů rozdělit do podskupin, týkajících se požadovaných zkoušek.

Statický režim zatěžování rámu při brždění přední brzdou, zadní brzdou, při různých rychlostech apod.

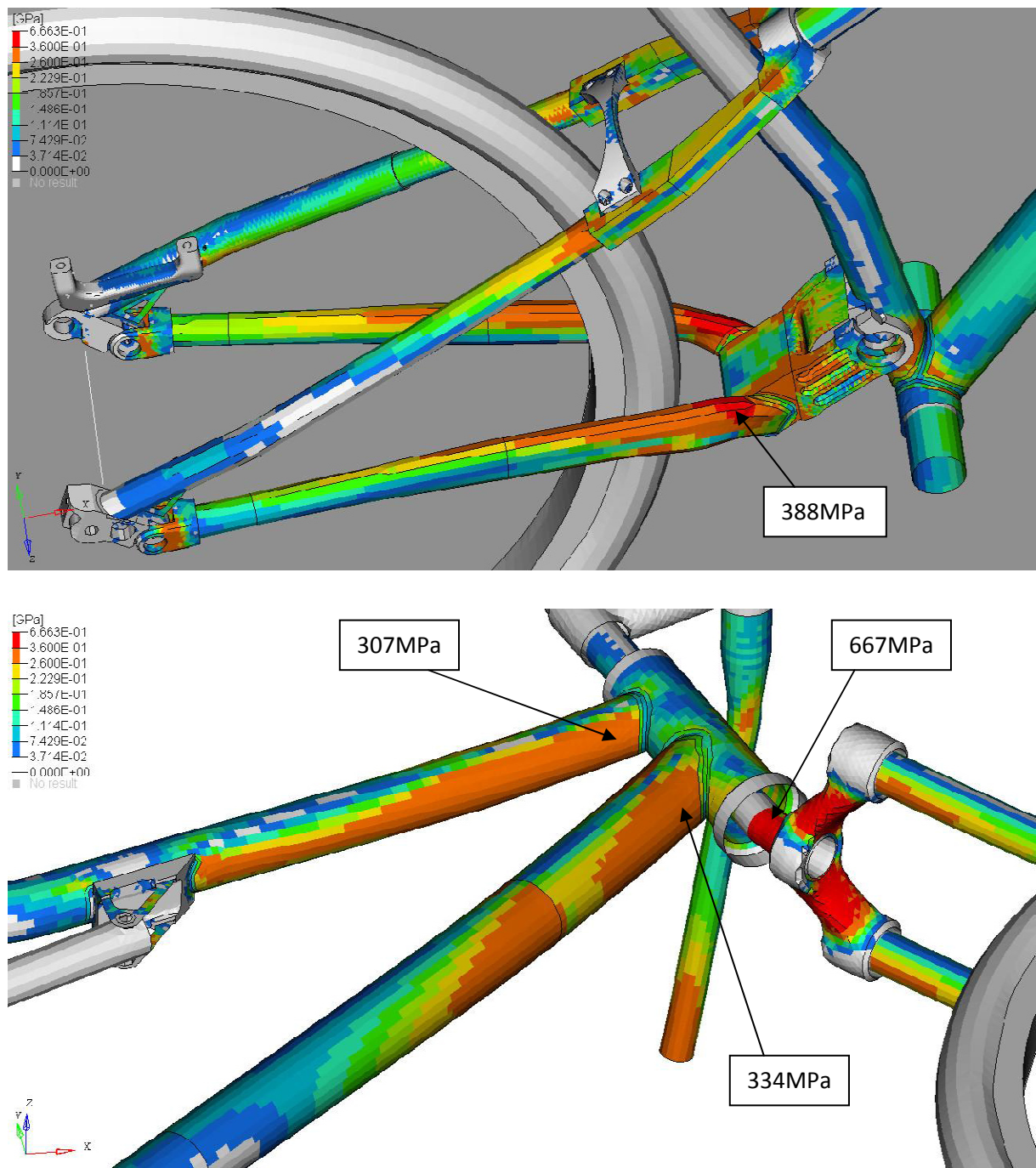
Dynamický režim zatěžování, byl simulován jako skok (pád) z výšky 1m a dopad celé sestavy kola jako, svislý volný pád a v dalším případě jako šikmý dopad pod úhlem 45°.

Můžeme porovnat namáhání rámu v místech pravděpodobného vysokého pnutí, jakých hodnot dosahuje analýza při zavřeném tlumiči, což znamená, jako by tam nebyl a jednalo se o pevný rám (obr. 40.), jako příklad uvedeme svislý volný pád z výšky 1m a hmotnost jezdce budeme uvažovat 100kg.



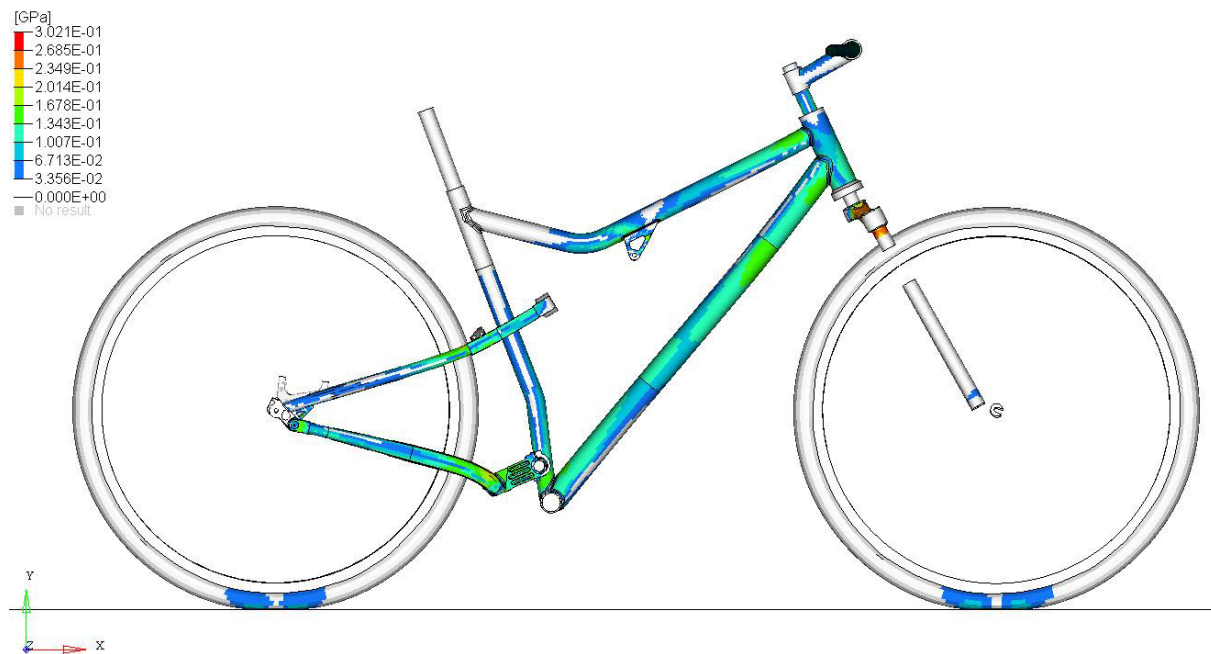
obr. 40. Zavřený tlumič svislý pád 100kg (zdroj: analýza rámu kola RB)

A detail s hodnotami tlaků v jednotlivých bodech namáhání. (obr. 41.)



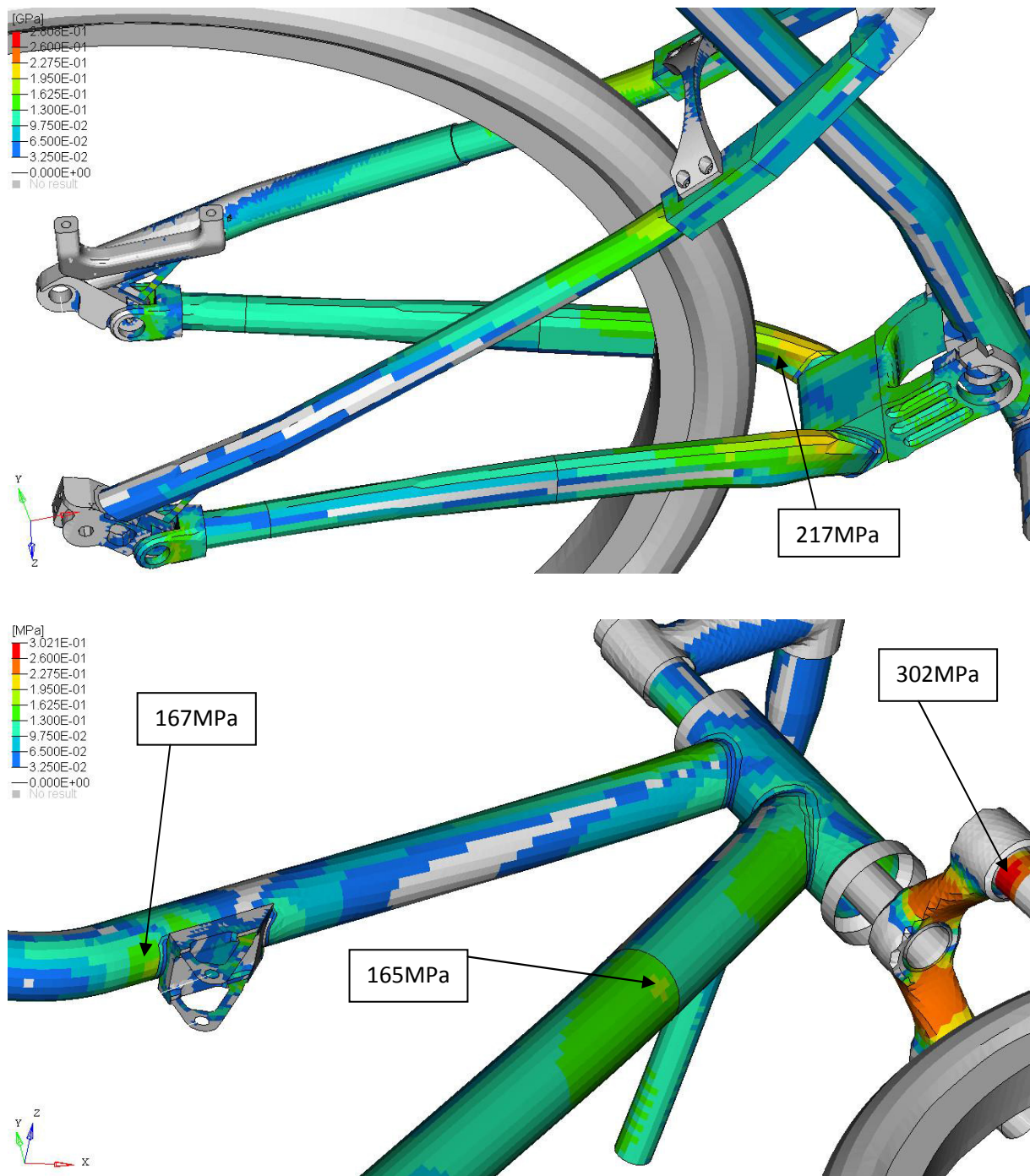
obr. 41. Detail zavřený tlumič svislý pád 100kg (zdroj: analýza rámu kola RB)

A otevřeném tlumiči při fungujícím tlumení. (obr. 42.) Jako příklad uvedeme tutéž situaci, svislý pád celé soustavy kola za výšky 1m, při hmotnosti jezdce 100kg.



obr. 42. Otevřený tlumič svislý pád 100kg (zdroj: analýza rámu kola RB)

A detaily tlaků v jednotlivých bodech namáhání. (obr. 43.)



obr. 43. Detail otevřený tlumič svislý pád 100kg (zdroj: analýza rámu kola RB)

Z porovnání uvedených obrázků, nám vyplívá, že při dopadu celé sestavy kola, svislým pádem z výšky 1m, při zamčeném pružení, dochází k navýšení tlaku na jednotlivá kritická místa až o polovinu, překonání meze kluzu, [12] což bude mít vliv na životnost materiálu celého rámu jízdního kola, případně na možný průraz a poškození tlumiče.

K takovéto situaci by nemělo docházet. Proto bych navrhoval v kritických místech, kde nám simulace napěťové analýzy ukáže hodnoty nad 300Mpa, udělat zesílení stavby rámu, výstuhy, navářky, abychom předešli trvalé deformaci a zničení rámu kola. A v terénu jezdit vždy s otevřeným tlumičem, který nám zabezpečí plynulý přechod rázových sil do jednotky tlumení a vyhneme se tak vysokým tlakům v kritických místech namáhání rámu jízdního kola.

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat možnosti zařazení každého jízdního kola do své kategorie, podle druhu konstrukce nosného rámu. Nejprve bylo ale potřeba se podívat do historie vzniku prvních rámu jízdních kol. A přiblížit tak čtenářům kdy a proč vlastně kolo jako prostředek dopravy vznikl, až do doby kdy ho všichni známe takové jaké je.

V této práci jsem se snažil dostat zadaného tématu, konstrukce jízdních kol se zaměřením na nosný rám. Rozborem dostupné literatury a analýzou získaných informací, mohl vzniknout výčet parametrů a druhů materiálu, ve kterých by se čtenář mohl dobře orientovat. A mohl by mu být nápomocen při řešení těchto otázek.

V další části práce se věnujeme výčtu základních druhů řešení konstrukcí jízdních kol a rozdělení do kategorií. Nejprve si čtenář musí ujasnit jaké kolo je pro jeho potřebu vhodné, jak často a kde na svém kole bude jezdit a v neposlední řadě jaké finanční prostředky má k dispozici. A dle těchto specifik se může orientovat v základních druzích konstrukcí jízdních kol. V těchto směrech se teoretické a odborné cíle, dle mého názoru podařilo naplnit.

V poslední části jsme se věnovali praktické stránce sledování hledisek pro kvalitu rámu jízdních kol. K tomuto nám byla nápomocna softwarová pevnostní analýza vybraného rámu horského kola od firmy Race Bike, kde jsme mohli porovnat hodnoty napětí v kritických místech na rámu jízdního kola, při svislém dopadu, při zatížení hmotností jezdce 100kg, při uzavřeném a při otevřeném tlumiči. Čtenář si tak může sám udělat obrázek toho, jaké síly působí na materiál v oněch kritických místech. A však každá geometrie rámu bude mít tyto místa namáhána jinak a bohužel koncový zákazník se k těmto informacím jen tak nedostane. Každý výrobce si hlídá tyto analýzy rámu, ať už z důvodu konkurenčního boje, nebo z důvodu prodeje, kdy zákazník nemusí tyto analýzy vidět. Proto je velmi obtížné získat tyto materiály a naplnit ve všech směrech tento cíl práce. Rád bych poděkoval za tyto materiály panu Hejníkovy majiteli firmy Race Bike.

Text je proložen obrázky, aby si každý mohl představit daný typ rámu jízdního kola. Myslím si, že tato práce by mohla být dobrým pomocníkem při výběru nového jízdního kola a pro případné zařazení svého jízdního kola do určité kategorie. A dle vývoje a nových trendů v cyklistice, bude i do budoucna možné tuto práci rozšířit o nové poznatky z vývoje konstrukce rámu jízdních kol.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] http://www.karl-drais.de/cz_biographie%20Karl%20Drais.pdf
- [2] MAKEŠ P., KRÁL L. *Velká kniha cyklistiky*. 1. Vydání Praha: Computer Press, 2002, ISBN 80-7226-815-5.
- [3] <http://www.quido.cz/objevy/kolo.htm>
- [4] <http://old.nakoledetem.cz/historie.html>
- [5] <http://www.cyklopoint.cz/29-versus-26/>
- [6] HRUBÍŠEK I. *Horské kolo od A do Z*. 4. aktualizované vydání Praha: Sobotáles 1999, ISBN 80-85920-55-7.
- [7] <http://jumpsport.cz/poradna/technologie-specialized>
- [8] <http://www.bikeandride.cz/2011/02/odpruzeni-skutecny-ctyrcep/>
- [9] <http://mtbs.cz/clanek/zivotopis-modelu-santa-cruz-v-10/kategorie/retro-kola-komponenty/rubrika/bike-technika?page=0>
- [10] <http://www.bikeandride.cz/2015/02/dw-link-detailni-rozbor-systemu-odpruzeni/>
- [11] *softwarová simulace pevnostních zkoušek rámu jízdního kola*, zdroj: email od majitele firmy Race Bike, p. HEJNÍK
- [12] MRŇÁK L., DRDLA A., *Mechanika – pružnost pevnost*, 3. opravné vydání, Praha SNTL 1981