

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

RÁM HISTORICKÉHO MOTOCYKLU

FRAME OF OLD-TIMER MOTORCYCLE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL DÍTĚ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RADIM DUNDÁLEK, Ph.D.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Michal Dítě

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Rám historického motocyklu

v anglickém jazyce:

Frame of Old-timer Motorcycle

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Osvojení důležitých pojmů zadaného tématu zejména v souvislosti s problematikou tuhosti zkorodovaných rámu.

Cíle bakalářské práce:

Vytvoření popisu způsobu renovace rámu historického motocyklu a obrázkové dokumentace ilustrující znalost zadané problematiky.

Seznam odborné literatury:

- [1] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3.dopl.vyd. Úvaly: ALBRA, 2006, 914 s. ISBN 80-7361-033-7.
- [2] SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a František PROKEŠ. Výběry z norem. Brno: CERN, 2007, 223 s.
- [3] SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a František PROKEŠ. Základy konstruování. Vydání třetí. Brno: CERN, 2009, 234 s. ISBN 978-80-7204-633-1.
- [4] PAVLŮSEK, Alois a Ondřej PAVLŮSEK. ČZ: historie motocyklu. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2010, 200 p. ISBN 978-802-5128-992.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Radim Dundálek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 19. 11. 2012

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr.h.c.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

Tato práce se zabývá změnou mechanických vlastností rámu historického motocyklu vlivem úbytku materiálu korozí. Dále pak popisuje postup renovace rámu historického motocyklu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rám historického motocyklu, renovace, koroze, tuhost, MKP

ABSTRACT

This thesis is concerned with changes of mechanical characteristics of old-timer motorcycle frame by loss of material due to corrosion. It also describes the process of renovating the frame of old-timer motorcycle.

KEYWORDS

Frame of Old-timer Motorcycle, renovation, corrosion, stiffness, FEM



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DÍTĚ, M. Rám historického motocyklu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 40 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radim Dundálek, Ph.D.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Radima Dundálka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24. května 2013

.....
Michal Dítě



PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval zejména Ing. Petru Vosynkovi, který mi byl oporou při výpočtech metodou konečných prvků. Dále děkuji Ing. Davidu Palouškovi, Ph.D. a Ing. Danielu Koutnému, Ph.D. z Ústavu konstruování za vlídné vyřízení žádosti 3D skenování hlavy rámu. Při modelování bych se neobešel bez zapůjčeného rámu Jana Kocha, kterému též děkuji. V neposlední řadě pak vedoucímu práce Ing. Radimu Dundálkovi, Ph.D. za cenné připomínky k mé práci.

Zvláštní poděkování pak patří zejména mým rodičům a blízkým, kteří mi byli oporou po celou dobu mého dosavadního studia.



OBSAH

Úvod.....	9
1 Rám historického motocyklu.....	10
1.1 Konstrukce historických ráků	11
2 Rám ČZ 175 Standard / Special, 250 Sport.....	13
2.1 Historie.....	13
2.2 Modelování.....	17
2.2.1 3D skenování hlavy rámu	19
2.3 Zjednodušení rámu pro výpočet.....	21
2.4 Okrajové podmínky a síly zatěžující rám z hlediska statiky.....	21
2.5 Výsledky MKP analýzy	23
2.6 Tuhost rámu.....	27
3 Postup při renovaci rámu.....	29
3.1 Shromáždění informací	30
3.2 Zhodnocení stavu	30
3.3 Čištění.....	31
3.4 Demontáž motocyklu	31
3.5 Rám motocyklu	32
3.5.1 Úprava povrchu.....	32
3.5.2 Klempířské práce	33
3.5.3 Lakování	34
3.5.4 Linkování	35
3.6 Montáž.....	36
Závěr.....	38
Použité informační zdroje.....	39
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	40



ÚVOD

V posledních letech se objevuje zvýšený zájem o historické motocykly, mimo jiné v souvislosti s jejich rostoucí hodnotou. Přibývá tak amatérských veteránistů, kteří sice chtějí mít doma historický motocykl a případně na něm jezdit, nicméně o jeho renovaci a údržbě mnoho nevědí. Už proto si myslím, že téma této práce je velmi aktuální, jelikož změny mechanických vlastností rámu vlivem úbytku materiálu koroze mohou mít velmi závažné dopady na bezpečnost motocyklu. A ne každý, kdo historický motocykl renovuje, si tuto skutečnost uvědomuje. Úbytek materiálu vlivem koroze může při jízdě ohrozit nejen bezpečnost jezdce, ale i ostatních účastníků silničního provozu. Proto je cílem mé práce také vytvoření postupu, jak by se měl rám motocyklu správně renovovat a tím se snížilo riziko jeho porušení při jízdě.

Pro problematiku zjištění změn mechanických vlastností rámu vlivem úbytku materiálu koroze jsem si zvolil rám předválečného motocyklu ČZ modelů 175 Standard nebo Special a 250 Sport. Pro zjištění mechanických vlastností je třeba rám vymodelovat a poté ve vhodném programu provést analýzu pro různé tloušťky materiálu, které zjednodušeně simulují snížení příčného průřezu koroze. V dnešní době je nejčastěji používána metoda konečných prvků, která umožňuje provést požadované výpočty. Výsledná data se pokusím zpracovat a následně vyhodnotit.



1 RÁM HISTORICKÉHO MOTOCYKLU

V roce 1885 postavili Daimler s ing. Maybachem rychloběžný zážehový motor, který zabudovali do jednostopého vozidla s dřevěným rámem. Jejich záměrem nebyla výroba takového vozidla, ale snaha ověřit vlastnosti nového motoru pro pohon vozidel.

První konstrukce jednostopých vozidel pro širší klientelu přišly v roce 1893, kdy se krátce po sobě objevily pětiválcový hvězdicový motor Francouze Milleta a dvouválec Američana Penningtona. Myšlenku vyrábět motocykly ve velkých sériích uskutečnili až dva Němci, Hildebrand a Wolfmüller, kteří během čtyř let (první zkušební jízda 10. ledna 1894) vyrobili na tisíc stejnojmenných strojů (Obr. 1). Ve Francii bratři Wernerové stávající velociped opatřili nad předním kolem lehkým čtyřdobým jednoválcem, který poháněl řemínkem kruhového průřezu řemenici předního kola. První motocykly postavené v Rakousko-Uhersku nesly název Slavia, od roku 1899 je vyráběla firma Laurin & Klement. Motocykly získaly uznání svým novým umístěním motoru ve speciálním rámu, kde řemen poháněl zadní kolo.



Obr. 1 - První sériově vyráběný motocykl Hildebrand a Wolfmüller [5]

Na začátku rozvoje motocyklu se v konstrukcích až do konce roku 1901 objevovaly motory porůznu zavěšené v zesíleném rámu jízdního kola. Někteří výrobci umístili motor šikmo před spodní rámovou trubku, jinde byl motor zavěšen za šlapadly, která stále sloužila k rozjíždění či jízdě v kopcích. V roce 1902 již bylo prakticky vyřešeno umístění motoru v rámu. Vysoký krátký rám ale nezajišťoval stroji patřičnou stabilitu, proto se od roku 1904 prosazoval společně s nižším rámem i zvětšený rozchod kol. Motocykl v nízkém provedení již nebudil dojem zesíleného jízdního kola. Po roce 1911 se v konstrukci prosadilo zakřivení rámu v partiích pod sedlem. Začalo se rozlišovat mezi „lehkou“ a tzv. „opravdovou“ motorovou dvoukolkou. Lehká se držela čtyřdobých i dvoudobých jednoválců malého objemu. Těžší motocykly byly zastoupeny především čtyřdobými jednoválci a dvouválcí do V, ve spodovém a výjimečně i ve vrchovém ventilovém uspořádání. V USA představila firma Indian v roce 1914 na tehdejší dobu dokonalý dvouválcový motocykl s odpružením obou kol, dvoustupňovou převodovkou, elektrickým osvětlením a v nabídce se dokonce



objevil i elektrický spouštěč. Na evropském kontinentu byl další vývoj v konstrukci motocyklu zpomalen světovou válkou. [2]

Později docházelo k nutnému zesilování a vyztužování vlastního rámu a k přestavbě pevné přední vidlice na odpruženou. Klasický jednoduchý uzavřený trubkový rám s přední paralelogramovou vidlicí byl po desetiletí nejúspěšnější koncepcí řešení podvozku motocyklu. V dnešní době se odpružení paralelogramem stále využívá u jízdních kol (Obr. 2). Teprve v padesátých letech minulého století převládaly teleskopické nebo výjimečně kyvné přední vidlice nad vahadlovými a začal i rozmach strojů s odpruženým zadním kolem – nejdříve krátkou dobu s kluzákovým odpružením (Obr. 3) a později s kývačkou. [1]



Obr. 2 - Paralelogramové odpružení jízdního kola [6]



Obr. 3 - Kluzákové odpružení [7]

1.1 KONSTRUKCE HISTORICKÝCH RÁMŮ

Od doby již zmíněného prvního sériově vyráběného motocyklu Hildebrand a Wolfmüller až do padesátých let používali konstruktéři rámy z ocelových trubek, které vycházely z jízdního kola. Trubky se navzájem spojovaly pomocí šroubů, nýtů, svařováním nebo pájením natvrdo. Neobvyklé řešení zvolila dánská firma Nimbus, která pro své čtyřválcové motocykly používala rámy z ploché oceli. Vyskytly se také pokusy se dřevem a hliníkem, ale tyto výrobky se na trhu nikdy trvale neprosadily. Až v osmdesátých letech se pro stavbu rámu začaly ve větší míře používat slitiny hliníku.



Co se konstrukce týče, rozlišujeme otevřený rám (Obr. 4), kde motor funguje jako nosný prvek, a uzavřený rám (Obr. 5), kde je pod motorem jedna nebo více přišroubovaných, přinýtovaných nebo přivařených vzpěr. U větších motocyklů se kvůli dostatečné tuhosti často používal zdvojený rám (Obr. 6). Byl sice těžší a výrobně dražší než jednoduchý rám, avšak nezbytný pro připojení postranního vozíku. [4]



Obr. 4 – Otevřený jednoduchý rám [8]



Obr. 5 – Uzavřený jednoduchý rám [9]



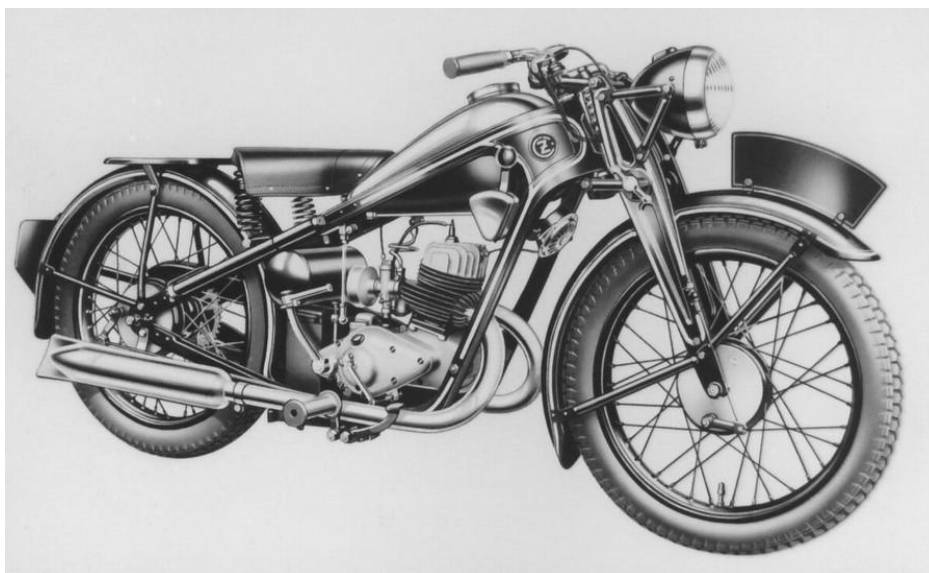
Obr. 6 – Dvojitý rám [10]



2 RÁM ČZ 175 STANDARD / SPECIAL, 250 SPORT

2.1 HISTORIE [3]

ČZ 175 Standard / Special (Obr. 7)



Obr. 7 – ČZ 175 Standard [11]

Vývoj tohoto prvního sériově vyráběného motocyklu značky ČZ byl realizován v rekordně krátké době šesti měsíců. Vzhledem ke značně vysoké výrobní ceně několik let rozpracované konstrukce stroje 250 cm³, byl pro podzimní pražský autosalon roku 1934 narychlo vyvinut i slabší motocykl, zatím o objemu 150 cm³. Prokazatelně byly postaveny minimálně tři prototypy. Tyto stroje byly charakteristické velkými plechovými výztuhami po stranách hlavy rámu.

Ještě koncem roku 1934 bylo rozhodnuto zvětšit pro nadcházející sezónu objem motoru na 175 cm³ (ø60 x 61, 172,5 cm³). Motor tak dával výkon 5,5 k a motocykl se stal na řadu let nosným modelem výroby.

Stavba motocyklů využívala v horní i spodní části zdvojeného „lisovaného rámu“ (byl sešroubován a snýtován z válcovaných profilů, výlisků a odlitků), osazeného zapuštěnou sedlovou nádrží krytou chromovaným plechem. Přední vidlice s přestavitelnými řídítky měla odpružení jedním centrálním perem – systém Webb. Jako agregát sloužil dvoudobý tříkanálový vzduchem chlazený jednoválec s rozvodem pístem s deflektorem. Monobloková stavba se spojkou v oleji měla třístupňovou převodovou skřín se zuby ve stálém záběru, magnetoelektrické setrvačnickové zapalování a primární převod ozubenými koly. Zadní kolo poháněl řetěz. Charakteristickými prvky celého výrobního období modelů 175 bylo uchycení motorového bloku vzadu patkami do plechové výztuhy rámu a umístění expanzních brzd na pravé straně motocyklu.

Model 1935 měl shodně s prototypy zatím pouze jeden výfuk, hladké blatníky a karburátor Amal. Z rámu zmizelo mohutné oplechování a za motorem se nyní nacházela krabice s jedním



litrem oleje. Model měl subtilní provedení přední vidlice (snýtováno dvojicemi nýtů) a mohutnější centrální vinutou pružinu. Vzhledem ke stanovenému vyústění výfuků a uspořádání přepouštěcích kanálů ve válci byl deflektor pístu po vzoru prototypu pootočen o 90°. Expanzní brzdy měly plechové bubny o průměru 125 mm. Veškeré motocykly byly černě lakovány a doplněny bílým linkováním a bohatým chromováním.

Motocykl se stal díky příznivé ceně 4 250 Kčs velice žádaným. První stroje byly hotovy až na začátku roku 1935. V tomto roce se prodalo 95% produkce, zbytek z kraje roku 1936. Od třetí pětisetkusové série se na motocyklu po projevujících se nedostatecích provedly některé konstrukční změny. Měl už přepracovanou robustnější přední vidlici (snýtovanou vždy čtveřicemi nýtů) a především dva výfuky uchycené k válci přírubami.

Pro sezónu 1936 byly připraveny modely Standard a Special, Standard o výkonu 5,5 k měl chudší chromování a levnější reflektor Bosch, u Specialu o výkonu 6,5 k byla zvětšena chladicí žebra válce a model dostal bohaté chromování včetně velkého reflektoru s ostruhou. Mezi velkým množstvím nových součástí (silnější svorníky hlavy válce, nová kola, větší nádrž, širší sedlo atd.) byly charakteristické především blatníky s prolisem a hranatější hlava válce. Standard v důsledku menšího průměru chladicích žeber měl i podstatně menší hlavu s dekompresorem vedeným šikmo vzhůru. Rám byl shodný s loňským typem (stále ještě s držáky sedlových pružin tvaru „T“), navíc měl pouze druhý otvor pro držák výfuku. Řídítka měla shodně s „jednovýfukem“ zatím průměr 25 mm. Tento rok se vyrobilo pět sérií po 500 strojích.

Roku 1937 přišla ČZ s pěti modely: Standard 15, 25, 25B a Special 25, 25B. Číslo udávalo výkon elektrické soupravy Bosch a „B“ značilo modely s usměrňovačem, baterií a elektrickou houkačkou. Většina strojů už měla nově řešenou konstrukci uchycení výfukových kolen pomocí svěrných rozet ke krčkům válce (nejlevnější Standard 15 navazoval ještě na loňský model a měl příruby).

Podvozek též prošel změnami. Model 1937 měl nyní držáky sedlových per tvaru „L“ a prosadila se řídítka se zmenšeným průměrem trubky na 22 mm. Na krku rámu se zavedl štítek uvádějící výrobní číslo rámu/motoru, vrtání/zdvih, výkon a váhu (rok výroby se neuváděl). S koncem roku se na motocyklech začaly objevovat lité bubny o průměru 150 mm a rovněž za příplatek nožní řazení rychlostí. Lité brzdové bubny nepodléhaly tolik deformacím jako plechové a lépe odváděly vznikající teplo.

Nové modely Standard a Special pro rok 1939 už měly oba stejné motory o výkonu 6,5 k s bohatě žebrovaným válcem. V nabídce se také objevilo nové provedení výkyvného sedla bez zadních vinutých pružin. Standardně se dodávalo nožní řazení, ruční na přání.

V letech 1940-41 se sestavilo 1 600 strojů, s příchodem roku 1942 už pouze několik posledních desítek. Rozpracováno zůstalo 1 873 strojů. Z dochovaných součástí je zřejmé, že se během válečných let realizovaly ve vývoji i motory s primárním převodem řetězem, s hliníkovým válcem a rovněž šroubované převodovky typu semiblok, patrně se čtyřmi převodovými stupni.



Poválečná výroba se uskutečňovala převážně ze starých zásob. Hlavním problémem se stal nedostatek dovážených součástí – karburátorů, zapalování a pneumatik. Se zavedením domácí výroby karburátorů Jikov, dodávaných z počátku v černém provedení, mohla být konečná montáž 189 motocyklů započata až v listopadu 1945. Zapalování, jehož vývojem se ve Strakonících zabývali už v průběhu války, bylo vlastní výroby, ačkoliv nebyl znak ČZ, bylo od Bosche k nerozeznání. V nabídce zůstal pouze jediný typ Standard, který se dodával s bohatším i chudším chromováním.

Výroba se koncem roku 1946 uzavřela. Za celé výrobní období 1935 - 1946 bylo vyrobeno na 22 000 motocyklů.

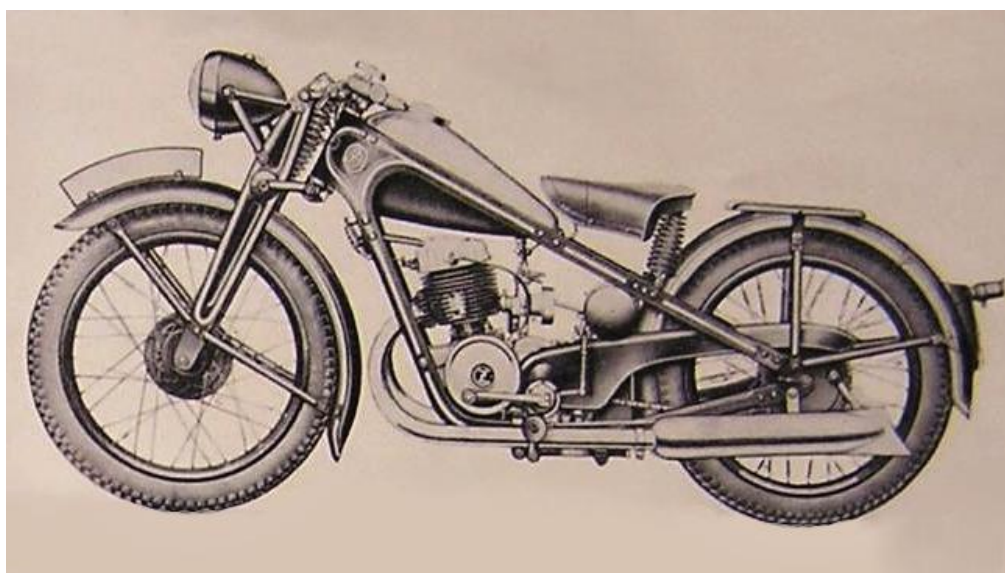
Tab. 1 - ČZ 175 - technické parametry

rok výroby	1935-42 1945-47		
Motor	1935-47	172,5 cm ³ , 60/61 mm	tříkanálový dvoudobý s deflektorem
výkon - Standard	1935-38	5,5-6,5 k při 3800 min ⁻¹	kompresní poměr 1 : 5,9
- Standard	1938-47	6,5-7,5 k při 4000 min ⁻¹	
- Special	1936-42	6,5-7,5 k při 4000 min ⁻¹	
Válec	1935	jednovýfukový	příruba k uchycení výfukového kolena
	1936	dvouvýfukový	příruby k uchycení výfukových kolen
	1937-47	dvouvýfukový	s krčky na svěrné rozety výfukových kolen
Hlava	1935	Oblá	vždy hliníková
	1936-47	Hranatá	
Rám		dvojitý, šroubovaný, nýtovaný	z válcovaných profilů, výlisků a odlišků
Vidlice	1935	systém Webb	subtilní, s třecím tlumičem pérování
	1936-47		zesílená, navíc tlumič řízení
Řídítka	1935-46	Přestavitelná	ø 25 mm
	1936-47		ø 22 mm
Mazání		směsí 1 : 25	
Karburátor	1935	Amal 4/16/S	dvoušoupátkový bez filtru
	1936-42	Graetzin Kf 20 S	jednošoupátkový, filtr
	1945-47	Jikov	jednošoupátkový, vlhký filtr vzduchu
Nádrž		10,5 l	
Spotřeba		3 l/100 km	
Převody		3	kola ve stálém záběru
Řazení	1935-46	Ruční	s kulisou na nádrži
	1937-47	Nožní	ruční na vyžádání
Spojka		v olejové lázni	korková třílampová
Pohon		Primární	ozubenými koly 23/62 zubů
		Sekundární	řetěz 17/47 zubů (1/2 x 5/16 ^{cc} 118 čl.)
Brzdy	1935-37	Expanzní	ø 125 mm
	1937-47		ø 150 mm
Váha		cca 95 kg	
užitečné zatížení		170 kg	



Rozměry		výška sedla 710 mm	délka/šířka/výška 2063/770/1000 mm
Rozvor		1300 mm	
Rychlost		80-90 km.h ⁻¹	
Cena	Standard	4650 Kč	původní
	Special	5350 Kč	

ČZ 250 Sport 1937-47 (Obr. 8)



Obr. 8 – ČZ 250 Sport [3]

Model 250 byl nejstarším strakonickým motocyklem - s jeho vývojem se začalo v roce 1932. Strategie postavená na dokonalosti však s sebou nesla i značné zvýšení ceny, což nekorespondovalo s lidovým motocyklem. Ze tří strojů rozpracovaných v roce 1933 ještě s kardanovým pohonem, byl vývoj v roce 1934 zaměřen na model s levnějším řetězovým pohonem.

Sport 250 byl představen na počátku roku 1937. Pro motocykl využili podvozek lehké stopětasedmdesátky, do kterého zabudovali motor 250 cm³. Ten měl zapalování shodné s modelem ČZ 175 a karter byl mírně pozměněn pro užší rám. Sportka vždy měla uchycení převodovky do rámu přes odlitek zadní rozpory (stopětasedmdesátka na patky), proto se rám ve spodní části nepatrně lišil.

Zásadní modernizace byla rozpracována v roce 1939, šlo o motor řešený s vratným vyplachováním, plochým dnem pístu a pozměněným vrtáním a zdvihem. Karburátor ústil do zadní části válce a přepouštěcí kanály byly vedeny hluboko do karteru.

Motocykl si během let díky lehké konstrukci a výkonnému motoru získával stále větší oblibu. Celková produkce cca 4 700 kusů byla oproti vyšším kubaturám značná, přesto se lidovým stopětasedmdesátkám zdaleka nepřiblížila.



Tab. 2 - ČZ 250 Sport - technické parametry

rok výroby	1937-47		
Motor	1937-39	249 cm ³ , 65/75 mm	dvoudobý, tříkanálový s deflektorem
	1940-47	247 cm ³ 67/70 mm	dvoudobý, vratné vypl. a plochým pístem
Výkon		9 k při 3800 min ⁻¹	kompresní poměr 1 : 5,9
Rám		dvojitý, šroubovaný, nýtovaný	z válcovaných profilů, výlisků a odlitek (konstrukčně shodný s ČZ 175)
Vidlice		system Webb	lisovaná s centrálním perem, třecí tlumič řízení a pérování
Řídítka		přestavitelná	ø 22 mm
Mazání		směsí 1 : 25	
Karburátor	1937-42	Graetzin Kf 22s	dvoušoupátkový, vlhký filtr vzduchu
	1945-47	Jikov	
Nádrž		10,5 l	
Spotřeba		4 l/100 km	
Převody		3	kola ve stálém záběru
Řazení		ruční/nožní	(s kulisou na nádrži)
Spojka		v olejové lázni	korková, třílamelová
Pohon		Primární	ozubenými koly 32/72 zubů
		Sekundární	řetěz 18/47 zubů (1/2 x 5/16" 116 čl.)
Brzdy		Expanzní	ø 150 mm
Váha		115 kg	
užitečné zatížení		170 kg	
Rozměry		výška sedla 725 mm	délka/šířka/výška 2063/770/1000 mm
Rychlost		95 km.h ⁻¹	
Cena	1937	5450 Kč	

2.2 MODELOVÁNÍ

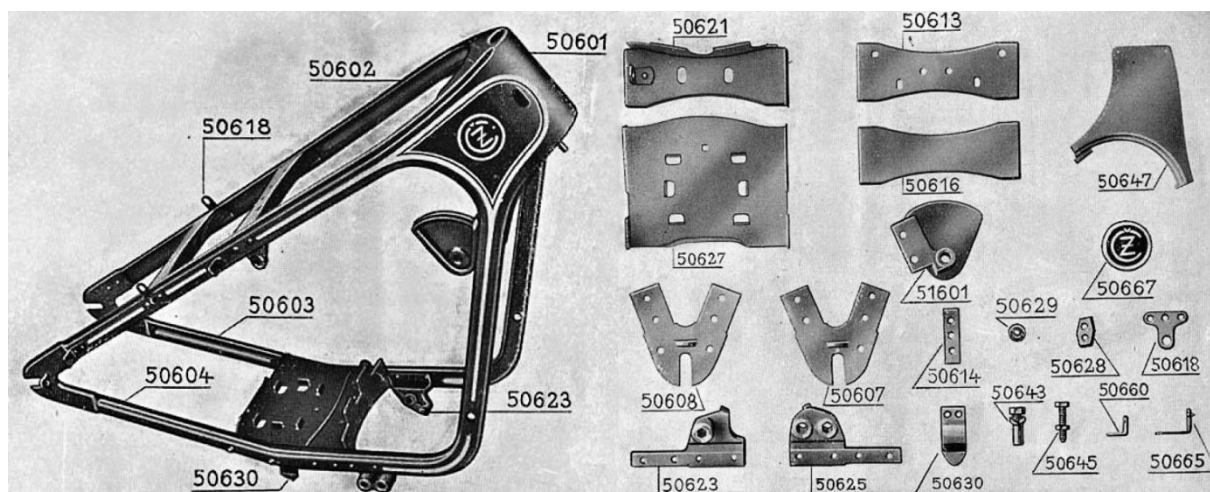
Pro vymodelování rámu byl použit program Autodesk Inventor Professional 2012. Rám byl postupně modelován podle naměřených rozměrů rámu, který byl pro tento účel zapůjčen (Obr. 9).



Obr. 9 – Zapůjčený rám motocyklu ČZ 175



Rám se skládá z mnoha dílů (Obr. 10) spojených pouze nýty a šrouby. Pro danou problematiku byly modelovány pouze hlavní části rámu (Tab. 3), které mají zásadní vliv na jeho mechanické vlastnosti.



Obr. 10 – Seznam dílů rámu motocyklu ČZ 175 Standard / Special [16]

Tab. 3 – Seznam vymodelovaných součástí rámu

Tovární číslo součásti	Pojmenování	Počet kusů
50601	Hlava rámu	1
50602	Horní vzpěra rámu	2
50603	Dolní vzpěra rámu, levá	1
50604	Dolní vzpěra rámu, pravá	1
50607	Zadní konec, levý	1
50608	Zadní konec, pravý	1
50613	Můstek horních vzpěr, přední	1
50616	Můstek horních vzpěr, zadní (blatníkový)	1
50621	Můstek dolních vzpěr, přední	1
50627	Můstek dolních vzpěr, zadní (blatníkový)	1
50614	Podložka k můstku 50613, 50616	4
50628	Podložka k můstku 50627	2
50629	Podložka k můstku 50627	2
50618	Závěs sedla	2
50623	Závěs stojanu, levý	1
50625	Závěs stojanu, pravý	1

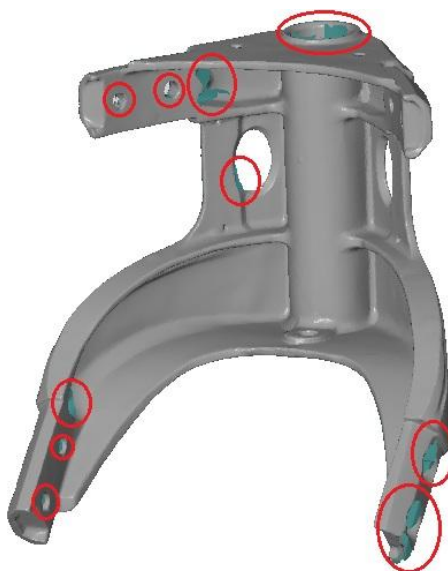
Vymodelované součásti se vložily do sestavy (Obr. 11) a pospojovaly jednotlivými vazbami. Hlava rámu, jakožto odlitek složitý na odměření rozměrů a následné vymodelování, se nechala naskenovat 3D skenerem na Ústavu konstruování, jak bude zmíněno v další kapitole.



Obr. 11 – Model rámu ČZ 175

2.2.1 3D SKENOVÁNÍ HLAVY RÁMU

Po neúspěšném pokusu o odměření rozměrů a následné vymodelování hlavy rámu, byla zvolena metoda 3D skenování na Ústavu konstruování optickým skenerem Atos I. Výstupem z optického skeneru jsou data ve formátu STL. Tato síť není dokonalá (Obr. 12), jelikož se skener nedostane do všech záhybů a děr, je proto nutné tuto síť opravit a vyhladit všechny díry a nedokonalosti. Pro tyto úpravy byl použit program GOM Inspect.



Obr. 12 – Nedokonalá polygonální síť naskenované hlavy rámu

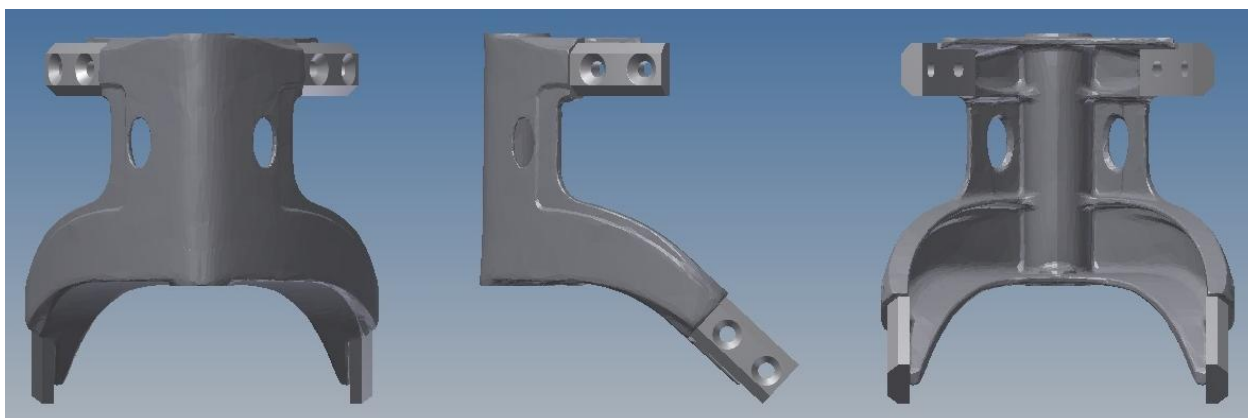


V tomto programu se všechny nedostatky sítě opravily pomocí základních funkcí programu. Opravená STL polygonální síť je tvořena cca 85 000 body, což program Autodesk Inventor Professional 2012 nedokázal zpracovat, proto se STL síť ještě zjednodušila na cca 6 200 bodů (Obr. 13).



Obr. 13 – Opravená a zjednodušená polygonální síť naskenované hlavy rámu

Dále bylo zapotřebí tuto polygonální síť převést na objemové těleso. Jelikož se žádný výstupní formát programu GOM Inspect neshodoval s formátem podporovaným programem Autodesk Inventor Professional 2012, bylo využito dalšího programu MeshLab, který umožňuje převedení formátu STL na formát DXF. Zjednodušená síť převedená do formátu DXF byla importována do programu Autodesk Inventor Professional 2012 jako 3D náčrt, který se poté pomocí příkazu „Vyřezání“ stal objemovým tělesem. Tomuto hrubému objemovému tělesu se dále upravily funkční a připojovací plochy (Obr. 14), pro bezproblémové připojení do sestavy.



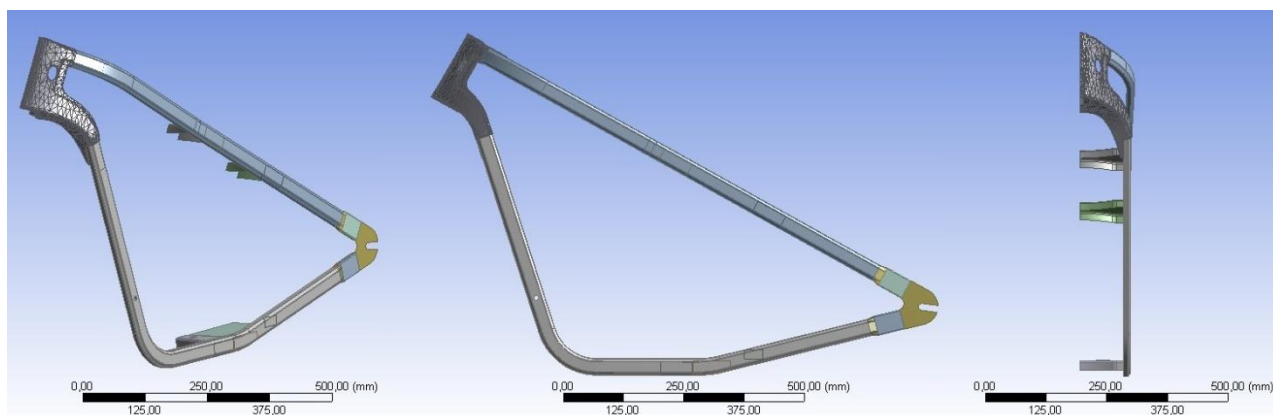
Obr. 14 – Konečný model hlavy rámu s upravenými připojovacími plochami



2.3 ZJEDNODUŠENÍ RÁMU PRO VÝPOČET

Vymodelovaný rám se z programu Autodesk Inventor Professional 2012 exportoval do formátu STEP, v němž byl následně importován do programu ANSYS Workbench 13.0, ve kterém byla provedena jeho analýza.

Importovaný rám se musel pro výpočet maximálně zjednodušit. Byly zanedbány otvory i některé komponenty, které na výslednou deformaci nemají vliv. Protože se jedná o symetrický rám, pak pro výpočet stačí pouze polovina rámu. Dalším zjednodušením bylo převedení všech částí rámu, kromě hlavy rámu, na střednicové plochy pomocí příkazu „Mid-Surface“, jelikož se jedná o tenkostěnné profily o konstantní tloušťce. Těmto plochám se následně definovala tloušťka materiálu. Hlava rámu zůstala pro výpočet jako objemové těleso. Kvůli řešení celkové deformace byly také zjednodušeny všechny šroubové a nýtované spoje. Všechny součásti ze střednicových ploch se vložily do „Partu“ a byly brány jako jedno těleso. Toto těleso se připojilo k hlavě rámu po mocí vazby „Bonded“. Po těchto úpravách byl rám (Obr. 15) připravený pro zadání okrajových podmínek, zatěžujících sil a následný výpočet.



Obr. 15 – Upravený a zjednodušený rám

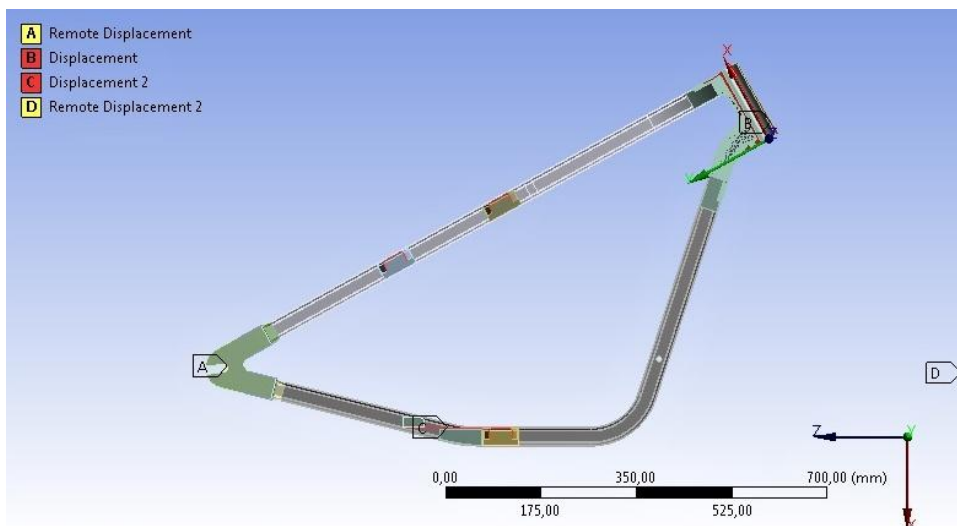
2.4 OKRAJOVÉ PODMÍNKY A SÍLY ZATĚŽUJÍCÍ RÁM Z HLEDISKA STATIKY

Jak již bylo zmíněno, rám se skládá z více materiálů, tudíž bylo nutné je přiřadit k jednotlivým součástem rámu. Hlava rámu je litinový odlitek, ostatní části jsou z oceli. Jelikož se nepodařilo nikde vyhledat označení materiálů, z nichž jsou díly rámu zhotoveny, byly z knihovny materiálů v programu ANSYS Workbench 13.0 zvoleny standardní materiálové charakteristiky pro výpočet. U oceli je definován modul pružnosti $E_O = 210 \text{ GPa}$ a u litiny modul pružnosti $E_L = 110 \text{ GPa}$.

Okrajové podmínky (OP) (Obr. 16) byly zadány v souladu s omezením stupňů volnosti skutečného rámu a využitím symetrie. Pro symetrii jsou použity OP „Displacement“, které jsou umístěny na říznutých plochách můstek („C“) a hlavy rámu („B“), kde je zamezen posuv v ose Y. Pro podepření rámu byly využity okrajové podmínky „Remote Displacement“, kde OP „A“ je umístěna na konci rámu, ve kterém je uchycena osa zadního kola, a jsou jí

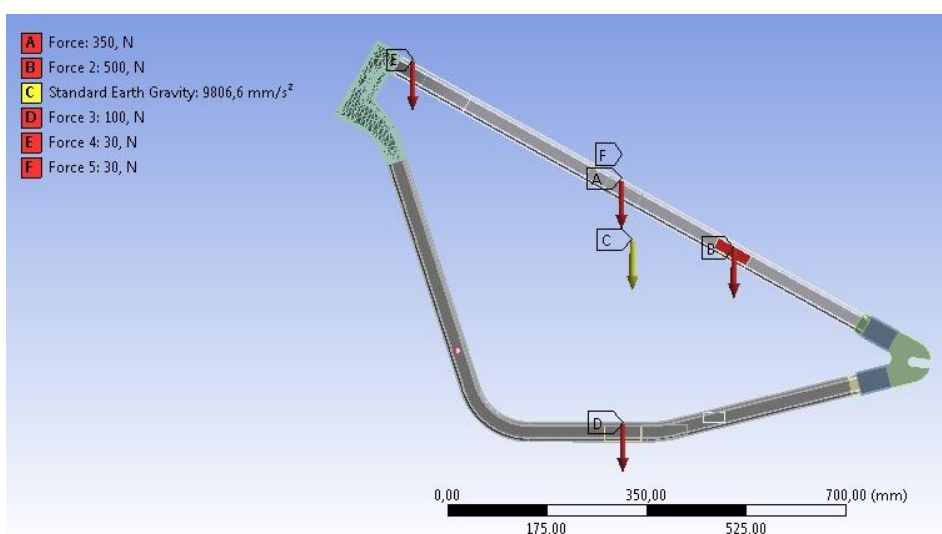


zamezeny posuvy v ose X a Z. Tyto podmínky jsou vztaženy k osám globálního souřadného systému. Poslední OP „D“ je umístěna ve spodní části hlavy rámu v místě ložiska řízení a je jí zamezen posuv v ose X lokálního souřadného systému hlavy rámu.



Obr. 16 – Umístění okrajových podmínek

Rám byl zatížen jednotlivými silami. Protože je v práci řešeno pouze zatížení z hlediska statiky, byly brány v potaz pouze síly tíhové, které rám zatěžují. Jedná se zejména o zatížení motocyklu jezdcem. Váha jezdce byla zvolena jako maximální možné zatížení motocyklu udávané výrobcem, tj. 170 kg. Dále byly vzaty v úvahu nejtěžší části motocyklu - jedná se zejména o motor (20 kg), plnou palivovou nádrž (12 kg) a samotnou hmotnost rámu (10 kg). Tíhové síly byly definovány v jednotlivých působíštích tak, aby co nejvíce vystihovaly skutečná působíště sil na rámu (Obr. 17). Jelikož je využito symetrie, tíhové síly jsou zadány poloviční.



Obr. 17 – Definované síly zatěžující rám



Dále byla vygenerována konečnoprvková síť (Obr. 18) s velikostí elementu 6 mm. Tato síť je tvořena cca 130 000 uzly a byla využita ve všech výpočtech.



Obr. 18 – Konečnoprvková síť

2.5 VÝSLEDKY MKP ANALÝZY

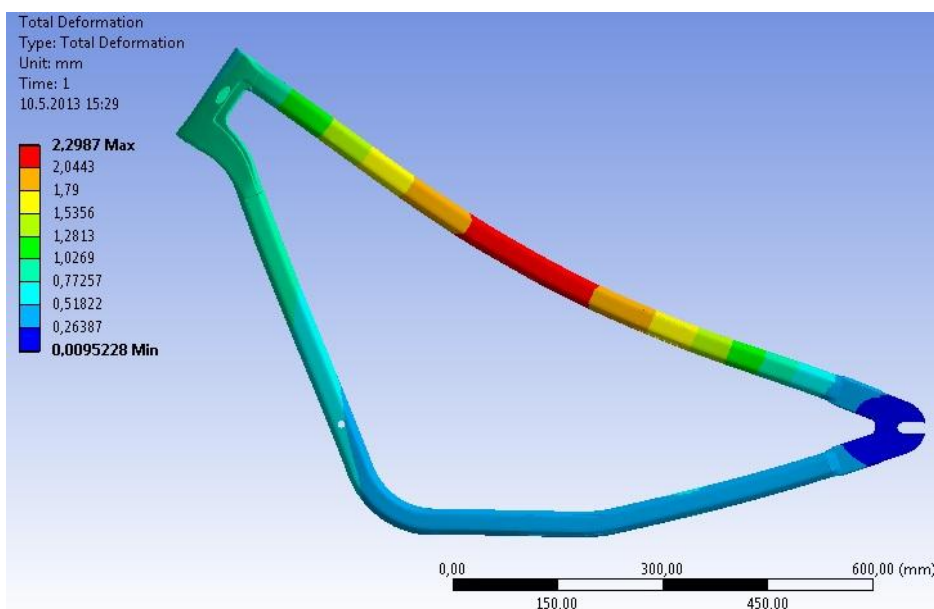
Koroze rámu byla nasimulována následujícím způsobem. Jelikož problematika koroze je sama o sobě velmi složitá, bylo nutné daný problém co nejvíce zjednodušit pro použití v této práci. Předpokladem byl konstantní úbytek materiálu vlivem koroze na jednotlivých průřezích součástí rámu. Jednotlivým střednicovým plochám byla nejprve definována původní tloušťka materiálu součástí (bez koroze) (Tab. 4), a následně byla snižována tloušťka příčného průřezu (vliv koroze) po 0,1 mm až o 0,5 mm. Hlavě rámu nebyl odebrán žádný materiál, jedná se o mohutný odlitek, tudíž byl úbytek materiálu vlivem koroze zanedbán.

Tab. 4 – Původní tloušťka materiálu součástí

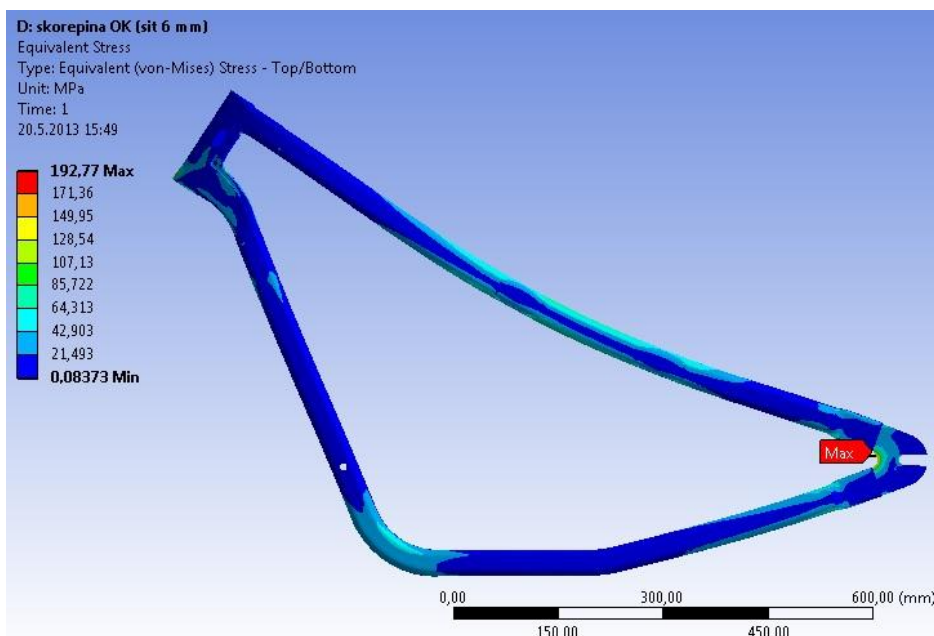
Součást	Tloušťka [mm]
Dolní, horní vzpěra rámu	2,5
Můstek horních vzpěr přední, zadní, Můstek dolních vzpěr přední	2,5
Můstek dolních vzpěr zadní	2
Zadní konec	5



Výsledky maximálních celkových deformací (Obr. 19) a redukovaných napětí (Obr. 20) pro jednotlivé tloušťky příčných průřezů a na jednotlivých součástech rámu byly zaznamenávány do tabulek (Tab. 5-9). Redukované napětí je vykreslováno dle kritéria HMH. Poloha maxima redukovaných napětí se na jednotlivých součástech při úbytku materiálu nemění.



Obr. 19 – Průběh deformace zatíženého rámu bez koroze



Obr. 20 – Rozložení redukovaného napětí zatíženého rámu bez koroze



Tab. 5 – Výsledky celkových deformací a redukovaných napětí pro součásti

Úbytek materiálu [mm]	Rám		Zadní konec	
	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]
0	2,30	193	0,45	186
0,1	2,38	202	0,47	190
0,2	2,47	212	0,49	195
0,3	2,57	222	0,51	200
0,4	2,68	234	0,53	205
0,5	2,80	246	0,55	210

Tab. 6 - Výsledky celkových deformací a redukovaných napětí pro součásti

Úbytek materiálu [mm]	Horní vzpěra rámu		Dolní vzpěra rámu	
	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]
0	2,16	193	1,00	148
0,1	2,23	202	1,02	154
0,2	2,30	212	1,03	160
0,3	2,39	222	1,05	167
0,4	2,47	234	1,07	174
0,5	2,57	246	1,09	182

Tab. 7 - Výsledky celkových deformací a redukovaných napětí pro součásti

Úbytek materiálu [mm]	Můstek horních vzpěr, přední		Můstek horních vzpěr, zadní	
	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]
0	2,30	65	1,86	38
0,1	2,38	70	1,92	39
0,2	2,47	75	1,99	41
0,3	2,57	81	2,06	42
0,4	2,68	88	2,14	45
0,5	2,80	95	2,23	47

Tab. 8 - Výsledky celkových deformací a redukovaných napětí pro součásti

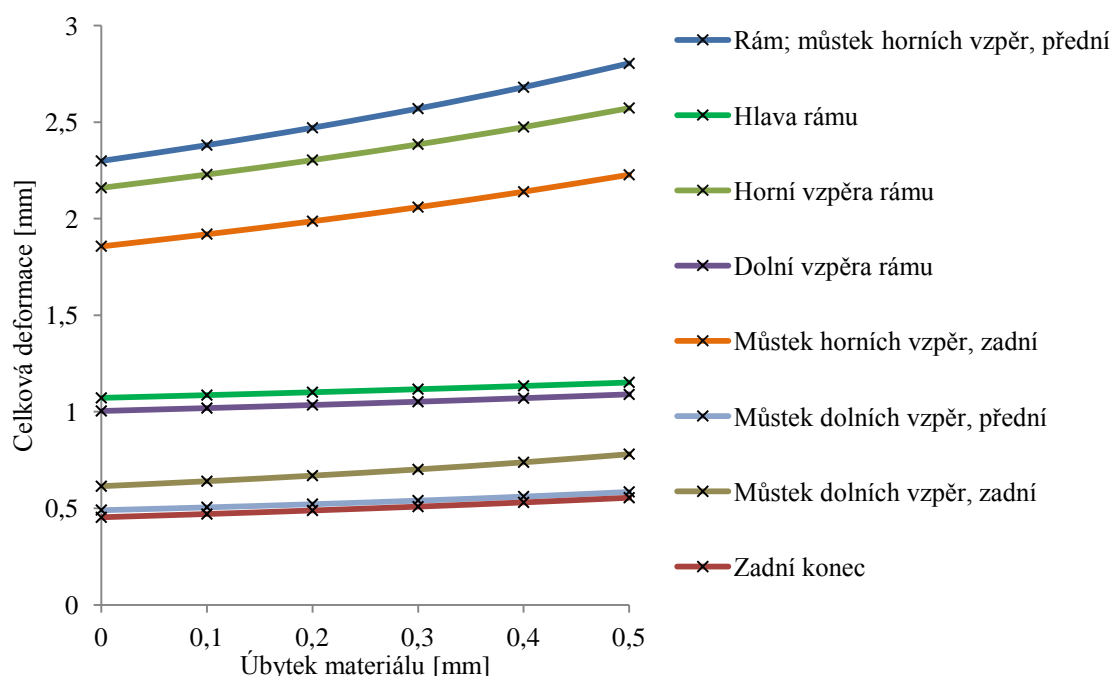
Úbytek materiálu [mm]	Můstek dolních vzpěr, přední		Můstek dolních vzpěr, zadní	
	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]
0	0,49	30	0,61	20
0,1	0,51	33	0,64	22
0,2	0,52	35	0,67	25
0,3	0,54	38	0,70	27
0,4	0,56	41	0,74	30
0,5	0,58	45	0,78	34



Tab. 9 – Výsledky celkových deformací a redukovaných napětí hlavy rámu

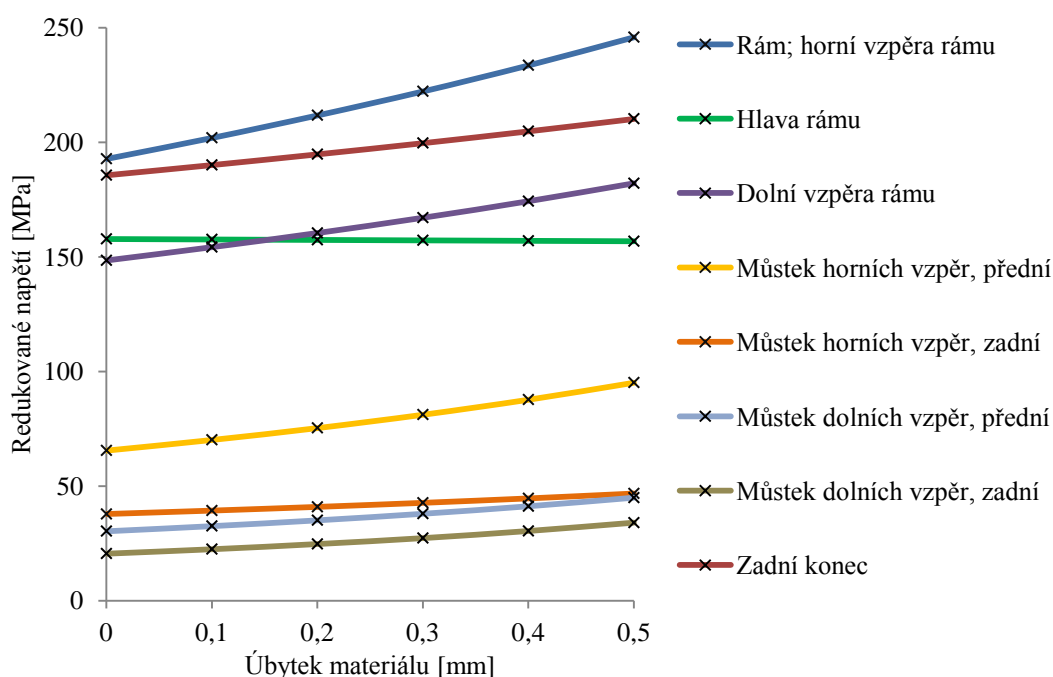
Úbytek materiálu tenkostěnných profilů [mm]	Hlava rámu	
	Celková deformace [mm]	Redukované napětí [MPa]
0	1,07	158
0,1	1,09	158
0,2	1,10	157
0,3	1,12	157
0,4	1,13	157
0,5	1,15	157

Z grafu (Obr. 21) je patrné, že maximální deformace se projevila na předním můstku horních vzpěr, na kterém je uchyceno sedlo.



Obr. 21 – Závislost úbytku materiálu na celkové deformaci jednotlivých dílů

Na grafu (Obr. 22) lze jako maximálně namáhanou součást vyhodnotit horní vzpěru rámu. Toto maximální napětí (Obr. 20) však vzniklo ve spoji této součásti se zadním koncem rámu, a jedná se pouze o fiktivní napětí, nikoli reálné. Ve výpočtech je použita srovnávací analýza, která nám dává informaci, k jak velkému poklesu redukovaného napětí vlivem snížení tloušťky rámu dochází. Toho lze využít, protože u všech výpočtů byla použita stejná konečnoprvková síť. Jelikož cílem bylo zjistit vlastnosti celého rámu, tyto spoje byly zjednodušeny. Pokud by nás zajímalo skutečné napětí ve spoji, bylo by nezbytné dané spojení přesně namodelovat a řešit daný problém samostatně.



Obr. 22 – Závislost úbytku materiálu na redukovaném napětí jednotlivých dílů

2.6 TUHOST RÁMU

Rám je základní součástí motocyklu, na jehož stavbě a spolehlivosti závisí nejen jízdní vlastnosti stroje, ale i bezpečnost jezdce. Proto musí být navržená konstrukce důkladně ověřena.

Ohybovou tuhost lze definovat jako poměr silového zatížení a deformace, kterou tato síla vyvolá. Pro elastické těleso s jedním stupněm volnosti tedy platí vztah [17]:

$$k = \frac{F}{\Delta l} [Nm^{-1}] \quad (1)$$

Je-li těleso zatíženo kroutícím momentem, pak poměr velikosti tohoto momentu a vzniklé deformace ve formě úhlového zkroucení se nazývá tzv. torzní tuhost, která je dána vztahem [17]:

$$c = \frac{M_k}{\Delta \alpha} [Nm \cdot rad^{-1}] \quad (2)$$

Torzní tuhost moderních sériových motocyklových rámu se pohybuje v rozmezí 27 000 až 55 000 $Nm \cdot rad^{-1}$ a ohybová tuhost v rozmezí 150 až 300 kNm^{-1} . [1]

Tyto parametry jsou rozhodující pro jízdní vlastnosti nejen motocyklů, proto se měřením a zvyšováním torzní tuhosti zabývají všechny obory pozemní dopravy. Každá geometrie dopravního prostředku je totiž navržena pro optimální jízdní vlastnosti, které jsou dány především vhodným rozložením zatížení a přenosem sil působících mezi koly a vozovkou při různých provozních situacích.

Na dopravní prostředek působí síly jako důsledek dynamického a statického zatížení při běžném provozu (průjezd zatáčkou, brzdění, akcelerace). Pokud se konstrukce pod zatížením



snadno zdeformuje, pak mluvíme o tzv. poddajnosti a lze předpokládat, že se změní i navrhnutá geometrie celého dopravního prostředku a dojde ke zhoršení jízdních vlastností.

V důsledku snižování průřezu rámu korozí a tedy zvětšování deformací, jak je patrné z grafu (Obr. 21), dojde při stejném zatížení ke snížení ohybové tuhosti. Zatěžování rámu krouticím momentem není předmětem této práce, ale s velkou pravděpodobností by klesla i celková torzní tuhost rámu. Dále se při výpočtech neuvažují jednotlivé části motocyklu (motor, převodovka apod.), které se podílejí na zvýšení tuhosti rámu.



3 POSTUP PŘI RENOVACI RÁMU [4]

Základní otázka, na kterou by se měla hledat odpověď před započítím renovace, je, jestli je opravdu nutná. Nepoškodí se tím historická hodnota stroje, dobová patina dávno zapomenutých časů? Já osobně jsem došel k názoru, že pokud je motocykl ve stavu, jako by právě sjel z výrobní linky, pouze se na něm projevil zub času (Obr. 23), který závažným způsobem neovlivňuje funkčnost stroje, v žádném případě bych nerenovoval. Pouze důkladně vyčistil a prohlédl. Zkontroloval bych všechny funkční části motocyklu, především brzdy, resp. zarezlá táhla a brzdové klíče, ohnutý pedál brzdy, zamaštěné obložení nebo brzdový buben s hlubokými rýhami. Tyto závady jsou po mnohaletém nepoužívání motocyklu naprosto běžné. Ložiska kol a hlavy řízení se musí vyčistit, namazat novým olejem a seřídít tak, aby se otáčela bez zadrhávání a přitom neměla nadměrnou vůli, nebo při špatném stavu úplně vyměnit za nové. Dále je třeba zkontrolovat samotný motor, především stav pracovní plochy pístu a válce, zda není narezlá, poškrábaná nebo nejsou ve válci nečistoty. U starších motocyklů, které dlouho nečinně stály, je vhodné motor „rozpůlit“, vyčistit od desetiletí zaschlé špíny a usazenin z oleje.



Obr. 23 – ČZ 175 Special v zachovalém stavu [12]

Na druhé straně je přáním majitele vlastnit perfektně zrenovovaný motocykl (Obr. 24), který by vynikl a upoutal pozornost diváků na každém veteránském srazu. Někdy se i stává, že renovovaný motocykl daleko předčí svůj původní vzhled nebývalým leskem a bohatým chromováním, tzv. „leštěnkou“, což ale také není zcela žádoucí.



Obr. 24 – ČZ 175 Standard po renovaci [13]

3.1 SHROMÁŽDĚNÍ INFORMACÍ

Pro renovaci je důležité získat co nejvíce informací o renovovaném stroji. Tyto informace pomáhají při renovaci a ulehčují práci. Jedná se třeba o seřizovací hodnoty karburátoru, předstihu a odtrhu, doporučená tepelná hodnota svíčky, používaný typ oleje, rozměry a počty šroubů, technické údaje atp. Zmíněné informace lze většinou najít v příručce pro obsluhu motocyklu nebo v katalogu náhradních dílů. Tyto materiály lze sehnat buď dobové, či nafocené a sdílené na internetu, některá nakladatelství je dnes rovněž opět vydávají. Další informace se mohou získat i od výrobce daného motocyklu, pokud ještě existuje, který je většinou zdarma a rád poskytne. Další informační zdroje lze nalézt na internetu na různých veteránských fórech a stránkách nadšenců, kteří prezentují svoje vědomosti a dobové materiály. Dále existují veteránské kluby, burzy, srazy či závody; informace mohou předat taktéž pamětníci, ale tyto mohou být zkreslené.

3.2 ZHODNOCENÍ STAVU

Před renovací by se měla provést podrobná inventura motocyklu. Na základě starých či nových snímků z odborných časopisů, knih apod. lze poměrně přesně určit, které díly jsou opravdu originální, které jsou z jiného typu motocyklu a které úplně chybí. Ne vždy je možné se řídit podle jiných již zrenovovaných motocyklů, které nemusí vždy přesně odpovídat dřívějšímu originálnímu stavu. Určitě se najdou i součásti motocyklu, které jsou sice původní, ale příliš poškozené, takže jejich renovace by byla složitá a nákladná. Takovéto díly jdou sehnat ve specializovaných prodejnách, u výrobců replikových dílů, na veteránských burzách či inzerci, kde jsou nabízeny i originální v lepším stavu.



3.3 ČIŠTĚNÍ

První operací při renovaci je čištění. Stará vazelína, připálený olej, špína a prach ze silnice i pavučiny musí pryč, a tak se nabízí radikální řešení použitím vysokotlakého čističe. Je to jednoduchý, rychlý a důkladný způsob, ale naprosto nešetrný k historickému motocyklu. Pod vysokým tlakem vody se odlupují celé kusy laku, okrasné linky, emblémy na nádrži, porézni chromované plochy se natrhnou, odloupnou a jsou tak nenávratně poškozeny. Tato radikální možnost je snad vhodná jen tehdy, pokud se bude motocykl bezprostředně po umytí celý rozkládat, čistit a kompletně renovovat.

Podstatně šetrnějším způsobem je ruční mytí s použitím vhodného čisticího prostředku, houby a měkkého kartáče. Tímto způsobem se také objeví různé detaily, kterých doposud nebylo možné si všimnout. Je vhodné též předem napumpovat pneumatiky, které jsou většinou po mnoha letech nečinnosti úplně prázdné. Zabrání se tím vniknutí vody do dutých prostor ráfků a jejich pozdější korozi.

V minulosti se všechny šrouby, spoje i motor starého motocyklu natřely petrolejem nebo ještě lépe motorovou naftou a nechaly aspoň dva týdny v klidu stát. Vzlínající nafta uvolnila všechny zrezlé spoje a usnadnila tím demontáž. Starému laku nafta neškodí, ale oživí jeho vzhled a skryje rezavá místa. Z dnešního pohledu je použití petroleje nebo nafty pro čištění neekologické.

3.4 DEMONTÁŽ MOTOCYKLU

Při demontáži motocyklu je vhodné vše pečlivě dokumentovat, ať už fotoaparátem, nebo kamerou. A to nejenom zprava a zleva, ale i detaily jako je vidlice, umístění bowdenů, elektroinstalace, táhel apod. Lepší udělat více snímků než méně, později se budou určitě hodit.

Nejprve se z motocyklu vypustí provozní náplně, jako je olej z motoru či převodovky, benzín z nádrže, popřípadě další. Při demontáži se postupuje systematicky. Návod na demontáž většiny součástí by se měl dát najít v příslušném manuálu motocyklu. Je dobré si vše předem rozmyslet než rovnou začít a zjistit, že daná součást nejde demontovat, protože k ní jsou napojeny další. Pokud se motocykl nebude v dohledné době znovu skládat, je dobré si zapisovat jednotlivé kroky demontáže, případně je doplnit vhodnými nákresy a fotografiemi. Jaký měla všechna tato opatření smysl, se ukáže při opětovné montáži. Ne vždy platí pravidlo: „Co nepůjde silou, půjde ještě větší silou.“

Je vhodné demontované součásti ukládat na vyhrazené místo. Mohou to být police, regály, skříně apod. Malé součásti, které by se mohly snadno poztrácet, je třeba uložit do krabic či plechovek. Šrouby s rozdílnou délkou je dobré změřit a poznačit si jejich umístění, navléct na ně všechny rozpěrné, vymežovací a pružné podložky a zajistit matkou. Analogický postup platí pro podobné skupiny drobných dílů. Po dokončení demontáže lze přejít k opravě či renovaci jednotlivých montážních skupin a součástí.



3.5 RÁM MOTOCYKLU

Existuje více způsobů, jak zrenovovat starý rám. Případné zkřivení se dá vyrovnat v odborné dílně, v jiné rám nechat opískovat, v další nanést lak práškovou technologií. Taková práce je velmi rychlá, cenově přijatelná a nanesený povlak mnohem odolnější vůči mechanickým vlivům než klasická barva. Je ovšem otázka, zda postupovat takto, nebo dát přednost klasické technologii opravy a lakování, tedy starý lak a rez odstranit běžnými prostředky a přitom si všimnout, zda rám nemá praskliny, deformace nebo jiná poškození. Při broušení laku je často možné nalézt stopy po originální barvě, okrasných linkách, emblémech a nápisech.

Já osobně jsem zastáncem tradičního způsobu renovace, ovšem to je jen můj názor a konečná volba je na každém jednotlivci. Proto se dále ve své práci věnuji více možným způsobům a snažím se uvést pro a proti každého z nich.

3.5.1 ÚPRAVA POVRCHU

Při renovaci motocyklu slouží k přípravě povrchu pro lakování hlavně broušení, mnoho veteránistů si však dnes dává kovové dílce motocyklu čistit pískováním. Metoda pískování korundovým pískem nebo skleněnou tříští patří k nečistším a nejdůkladnějším způsobům čištění povrchu. Někdy se ale může stát, že výsledek není dokonalý, jelikož v pískovně nenastaví přiměřené tlaky pískování pro daný dílec a z dílny vyjde pomačkaný, v horším případě proděravěný díl.

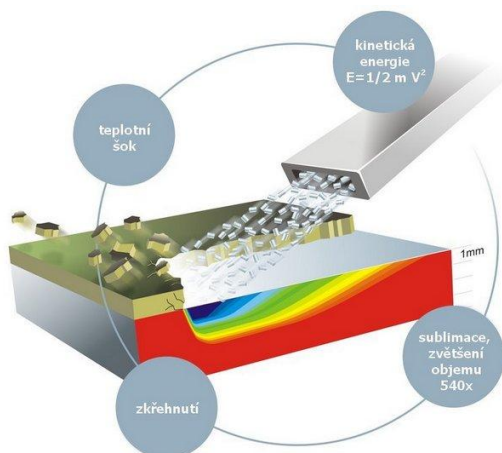
Rez i starý lak se ovšem může dostatečně odstranit i doma v dílně pomocí vhodných nástrojů. Tento způsob je mnohem pracnější, nicméně je vhodný především pro ty, kdo disponují omezeným rozpočtem, a stejně tak pro nadšence, kteří se těší z vlastní práce.

Dá se použít obyčejný drátěný kartáč upnutý v ruční elektrické vrtačce, ale jednotlivé dráty kartáče se brzy ohnou a kartáč ztratí svoji účinnost. Nemá význam pokoušet se opět narovnat dráty změnou směru otáček, kartáč pak poskakuje po čištěném předmětu bez jakéhokoli účinku. V tomto ohledu se lépe pracuje s nylonovými kartáči, které jsou k dostání ve specializovaných obchodech. Jsou poněkud dražší, ale mají podstatně delší životnost. Štětiny se odstředivou silou ve vzduchu vždy narovnají a dosáhnou i do nejdlejších koutů a záhybů, bez ohledu na směr otáček vrtačky. Ještě účinnější jsou úzké brusné kotouče podobné houbě, v jejichž elastické struktuře je obsažen brusný prach. Jsou určeny, podobně jako rotační kartáče, k použití na ruční vrtačce a vhodné jsou především pro rovné plochy. Jejich trvanlivost je dost omezená, zvláště přijdou-li do styku s hranami a podobnými ostrými okraji. Pro ruční broušení je na trhu k dostání spousta různých druhů a typů nástrojů a technologií.

K odstranění starého laku lze použít i chemické odlakovače. Ty barvu rozpustí a ta se dá pak jednoduše setřít, ale rez pod lakem se stejně musí odstranit mechanicky.



Relativně novou technologií v čištění povrchu, je tryskání suchým ledem (Obr. 25), který využívá výjimečné vlastnosti plynu CO_2 . Tato metoda je oproti pískování daleko šetrnější, ekologičtější, nezpůsobuje vznik sekundárních odpadů a nepoškozuje čištěný povrch.



Obr. 25 – Princip tryskání suchým ledem [14]

3.5.2 KLEMPÍŘSKÉ PRÁCE

Nejméně práce je s tuhým ocelovým rámem. Žádné poškozené tlumiče, prasklé pružiny nebo vytlučená ložiska, jediným problémem může být hloubková koroze. Z důvodů bezpečnosti v silničním provozu nestačí tato místa jednoduše vybrousit, zatmelit a přelakovat, ačkoliv to takto dělá většina amatérských renovátorů i některé specializované firmy. Odborně provedená oprava vyžaduje odvrtání poškozeného místa a přiletování trubky tvrdou pájkou. Stejný postup platí i pro rámy, které po havárii nelze vyrovnat. Při letování je nutné dodržet zásadu stejného ohřevu letovaných částí a postupného, velmi pomalého ochlazování opravované části rámu, aby nedošlo ke zkřehnutí materiálu, pnutí a následným prasklinám.

Má-li rám trubky úplně zlomené nebo poškozené, nestačí jen obě části srovnat a svařit natupo. Naopak je třeba trubky od sebe oddělit, popřípadě odehnout, a vložit do nich výstužnou trubku co největšího průměru, která musí na každé straně přesahovat okraj původních trubek nejméně o dvacet milimetrů; poté všechno navzájem skolíkovat, sletovat a opravené místo opracovat pilníkem.

Také se může stát, že na rámu již byly provedeny opravy svařováním. Je dobré se přesvědčit o odborném provedení těchto oprav vyvrtáním dvoumilimetrového otvoru asi deset milimetrů od místa svaru. Netřeba se obávat, že vyvrtaný otvor naruší pevnost rámu, ale přesto není vhodné otvor vrtat z horní ani dolní strany, kde je rám nejvíce namáhán, nejlepší je to z boku. Je-li ve vyvrtaném místě tloušťka rámu menší než tři milimetry, nebyla při opravě použita žádná výztuha a opravované místo může kdykoli nečekaně znovu prasknout. Doporučení je toto neodborně opravené místo rozříznout a opravit správně pomocí výztuhy, jak již bylo zmíněno. Zkušební vyvrtaný otvor lze uzavřít ocelovým kolíkem např. z hřebíku, který se přiletuje měkkou cínovou pájkou. Po ukončení letování je třeba důkladně odstranit



zbytky boraxu, pájedla, salmiaku, popř. kyseliny chlorovodíkové. Při zanedbání této práce by vlivem oxidačního procesu na povrchu nového laku vznikly puchýře a barva by se brzy odloupla.

Rovnění rámu se provádí pokud možno za studena, jen v krajních případech s použitím acetylenového hořáku, kterým se pozvolna nahřeje opravované místo po celém obvodu. Aby se vyloučily změny ve struktuře materiálu, nesmí barva rámu přesáhnout tmavočervenou a po opravě musí rám pomalu vychladnout. Výjimku tvoří místa jako vytlučené závěsy, oka pro uchycení zadní vidlice nebo upevňovací otvory pro motor a převodovku, kde se musí navařit materiál z důvodu odstranění nadměrné vůle.

3.5.3 LAKOVÁNÍ

Opět je tu finančně náročnější možnost dát díly do specializované lakovny. Pokud je ale člověk aspoň trochu manuálně zručný, může si díly nalakovat sám, případně najít lakýrníka, který mu nalakuje větší a viditelné díly a o zbytek se může pokusit sám.

Pro lakování není příliš vhodná elektrická stříkácí pistole, nedá se u ní dobře regulovat paprsek barvy při stříkání malých součástek. Mnohem vhodnější je kompresor se zásobníkem stlačeného vzduchu a regulátorem tlaku, odlučovač vody, jemný filtr a kvalitní stříkácí pistole.

Je snaha nerovný povrch všech součástí co nejlépe vyrovnat, malé nerovnosti přetřít polyesterovým tmelem. Při koupi tmelu je vhodnější dávat přednost značkovým výrobkům před neznámými a příliš levnými produkty. Většina značkových výrobců nabízí ucelenou řadu produktů, od základního tmelu přes stříkácí tmel, základovou barvu až po vrchní lak, vše v nesčetných barevných odstínech. Na větší nerovnosti je vhodný tmel s přísadou skelných vláken, ale vždy je lepší snažit se poškozené místo vyrovnat, než nanášet velké množství tmelu, který může prasknout a poškodit lak motocyklu. Aby tmel perfektně přilnul, musí být podklad čistý od rzi, oleje, tuku a prachu. Ještě lepšího výsledku lze dosáhnout zdrsněním povrchu hrubším brusným papírem. Podle návodu výrobce se smíchají obě složky tmelové hmoty. Smíchaný tmel se musí zpracovat během několika málo minut, pak začne tvrdnout a pro tmelení je již nepoužitelný. Proto se připravuje jen takové množství tmelu, které je možno v dané době bez problémů zpracovat. Hmotu se nanáší kovovou nebo umělohmotnou stěrkou na poškozené místo. Zhruba po čtvrthodině (čas záleží na tloušťce nanesené vrstvy a okolní teplotě) se může materiál opracovat pilníkem nebo brusným papírem. K vyhlazení se používá brusný papír na mokré broušení. Pro hrubé opracování tmele se použije papír o zrnitosti 200, pro jemnější broušení základové barvy papír o zrnitosti 400, a nakonec před nanesením krycího laku papír o zrnitosti 600 až 800. Při práci s tmelem se nanáší jen nezbytně nutné množství. Než nanášet velkou vrstvu tmelu, raději po přebroušení vrstvy, která se ukáže jako nedostatečná, nanést ještě vrstvu další. Čím více se nanese nepotřebný tmel, tím více se posléze musí brousit. Jemné škrábance a mělké nerovnosti se dají odstranit stříkáčím tmelem, tzv. „plničem“.



Asi nejlepší podmínky pro lakování v domácím prostředí nejsou v prostředí garáže či dílny, kde se při práci se stlačeným vzduchem zvíří prach, nýbrž venku na čerstvém vzduchu. Nutným předpokladem pro dobrý výsledek je bezvětrí, denní světlo bez přímého slunečního záření a teplota vzduchu okolo dvaceti stupňů Celsia. Také je nutné připravit si bezprašné místo, kam se čerstvě nalakované části zavěsí k usušení.

Půjde-li vše hladce, postačí na celou práci asi půl litru laku a k tomu odpovídající ředidlo. Je dobré použít kvalitnější autolak. Podle údajů výrobce se lak naředí v čisté sklenici na „stříkací viskozitu“. Lze zakoupit odměrky s kalibrovanými otvory ve dně, kterými musí lak za určitou dobu protéct. Namíchanou barvou žádané viskozity se naplní stříkací pistole, tlak na regulačním ventilu kompresoru by měl být nastaven okolo tří barů.

Je dobré začít s rámem obráceným nahoru spodní částí, která bude po složení motocyklu vidět nejméně, zejména kvůli stékajícímu laku. Postupuje se systematicky - nejdříve se nalakují všechny spoje trubek nebo místa jejich překřížení, držáky stupaček, hlava řízení, atd. Hladké trubky a rovné části se lakují až nakonec. Stříkací pistolí se pohybuje rovnoměrně ve vzdálenosti asi třiceti centimetrů od lakované pluchy, dokud lak zcela nezakryje základový nátěr. Poté se rám otočí do normální polohy a nalakuje stejným způsobem z druhé strany.

Při rychlejším nanášení laku se může stát, že se na svislém nebo šikmém povrchu vytvoří tzv. „závěsy“ barvy. Jestliže stékající barva ještě teče, dá se problém elegantně vyřešit obrácením lakované plochy do vodorovné polohy a barva se může rovnoměrně rozlít po celé ploše. Pokud lak již mírně zaschnul, nanese se nová, tenká vrstva laku a počká se, až se zaschlý lak znovu rozteče. Neždaří-li se, otře se steklá barva ředidlem a celé místo se nechá dobře zaschnout. Po obroušení povrchu se nejen opravené místo, ale celá plocha nalakuje znovu. Druhý den se po povrchovém zaschnutí dají všechny nalakované díly podle možností na přímé slunce, kde lak lépe zatvrdne.

Další možností je použití kvalitního spreje. Některé výrobky mají trysky, které lze libovolně nastavit a měnit tak šířku rozstříkovaného paprsku, stejně jako je to možné u stříkací pistole. U spreje odpadají problémy s nečistotami v tlakovém vzduchu při použití kompresoru. Nevýhodou je tenká nanášená vrstva, která nekryje tak dobře jako při použití stříkací pistole. Pokud by nebyl požadovaný odstín barvy k dostání v obchodě, existují specializované firmy, které do spreje namíchají přesně požadovaný odstín.

Také se v dnešní době nechávají díly nastříkat práškovým vypalovacím lakem, tzv. „Komaxitem“, který je odolnější vůči mechanickému poškození laku.

3.5.4 LINKOVÁNÍ

Dříve se linkovalo „od ruky“ speciálním linkovacím štětcem s mnoho centimetrů dlouhými štětiniami. Občas se ještě najde bývalý zaměstnanec motocyklových firem, který tuto techniku ovládá, nebo si ji veteránista může zkusit sám. Přesto je několik alternativ jak linkování provést o něco jistěji.



Jednou z nich je použití zakoupených hotových nalepovacích linek nebo linek zhotovených svépomocí z barevných lepicích pásek, přelakovaných bezbarvým lakem, aby se neodlepily. Většina veteránistů ale považuje tuto metodu za dosti neobornou.

Další možností je zakoupení linkovací sady, které podle vybavení a příslušenství stojí okolo tři až šesti tisíc korun.

Na trhu jsou rovněž k dostání speciální fixy požadovaných šířek a barev, se kterými se namalují požadované linky stejně jako štětcem, přičemž není třeba stále namáčet do barvy a hlídat si tloušťku linky.

Poslední možností je natření linky štětcem mezi dva pruhy lakýrnické pásky (Obr. 26). Nejprve je třeba pásku nařezat na požadovanou šířku linky. To se dá provést nalepením pásky na očištěnou skleněnou desku a pomocí pravítka a ostrého nože či žiletky ji nařezat. Na povrch, kde má linka být, se páska postupně nalepí. Poté se vezmou další pruhy pásky a oblepí se po obou stranách pásky již nalepené. Prostřední pruh se odlepí a vznikne přesně ohraničené místo, které se vybarví jemným štětcem pomalu schnoucí barvou (Obr. 27). Je třeba dbát na to, aby izolepa dokonale přiléhala k povrchu a nanášená barva nezatekla pod ní. Též je důležité, aby podkladový lak byl dokonale zatvrdlý, jinak by se při odlepování pásky mohl poškodit. Po natření se izolepa okamžitě odlepí, dokud je barva ještě čerstvá. Při pozdějším odlepení vzniká na okraji ozdobných linek většinou nepěkný lem, který se někdy i vytrhne a linka není rovná. Aby barva příliš rychle nezasychala, provádí se práce v chladnější místnosti, nikoli na slunci.



Obr. 26 – Místo linky ohraničené páskou [15]



Obr. 27 – Hotová linka [15]

3.6 MONTÁŽ

Při opětovné montáži se postupuje obdobným způsobem jako při demontáži. Zde se určitě využijí všechny poznámky a fotografie, které se pořizovaly při demontáži, jak bylo doporučeno. Při montáži je důležité, aby byl lak již dokonale proschlý a zatvrdlý, protože svěrka nebo úchyt, který se montuje na rám příliš brzo, zanechá na laku trvalé otisky, ale i po dokonalém zaschnutí je třeba dávat na lak pozor a ohrožená místa zakrýt fólií nebo tkaninou. Určitě se stane, že některou již namontovanou součást budete muset znovu demontovat, aby



se podařilo přidělat další, a to i několikrát. Po dokončení montáže všech částí, se může přikročit k seřízení motocyklu a první zkušební jízdě.

V mé bakalářské práci se zabývám pouze podrobnou renovací rámu, ale je třeba důkladně zrenovovat i ostatní montážní skupiny jakými jsou motor, převodovka, přední vidlice, kola aj. Některé popisované části renovace rámu lze využít i pro jiné montážní skupiny, a to zejména úprava povrchu, lakování, linkování.



ZÁVĚR

Cílem této práce, který se dle mého názoru naplnil, bylo vytvoření popisu renovace rámu historického motocyklu doplněného ilustrujícími obrázky. Tato práce by se tedy dala použít jako obecný návod při renovaci historického rámu. Jednotlivé operace jsou řazeny chronologicky a odpovídají postupu, který se běžně používá při renovaci. V popisu renovace je uvedeno více variant, jak se postavit k danému problému, a jsou také popsány klady a zápory jednotlivých řešení.

Práce se též zabývá vlivem úbytku materiálu koroze, kterému se většinou při renovaci nevěnuje dostatečná pozornost. Pro řešení této problematiky byl použit rám motocyklu ČZ, u kterého bylo zmíněno něco málo z historie tohoto motocyklu. Dále pak byl popsán postup, jak bylo k dané problematice přistupováno. Vybraný rám byl vymodelován, a poté převeden do výpočtového programu MKP, kde byl upraven pro výpočetní analýzy. Výstupem jsou grafy maximálních celkových deformací a redukovaných napětí v závislosti na úbytku materiálu vlivem koroze, z nichž je patrné, jak se tyto vlastnosti projevují na jednotlivých součástech rámu. Je zde řešeno pouze statické zatížení rámu jezdcem a nejhmotnějšími částmi motocyklu. Určitě by bylo zajímavé provést i dynamické zatížení rámu, ale to už by bylo nad rámec této práce. Ze vztahu pro ohybovou tuhost je zřejmé, že na zkoumaném rámu se tuhost vlivem úbytku materiálu koroze snižuje, a dalo by se předpokládat, že tomu tak nastane i u rámu jiných historických motocyklů.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] VLK, František. *Teorie a konstrukce motocyklů*. Vyd. 1. Brno: František Vlk, 2004, 2 sv. (355 s., s. 356-661). ISBN 80-239-1601-7.
- [2] MARČÍK, Libor. *Naše motocykly*. Jinočany: Marčík, 2001, 279 s. ISBN 80-238-7362-8.
- [3] MARČÍK, Libor. *Naše motocykly*. Jinočany: Marčík, 2005, 255 s. ISBN 80-239-5268-4.
- [4] NÖLL, Jürgen. *Renovace, opravy motocyklů*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2001, 174 s. ISBN 80-722-6467-2.
- [5] Patent Pending Blog. [online]. 2005 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: http://patentpending.blogs.com/photos/uncategorized/hildebrand_and_wolfmuller_motorcycle.jpg
- [6] Gadgets: Pekelné vidle. [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://gadgets.vtm.e15.cz/images/2006/07cervenec/vidle.jpg>
- [7] Rajče: ČZ 150 C. [online]. 2012 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: http://pzhb.rajce.idnes.cz/CZ_150_C/#P1020936.jpg
- [8] AntiqueBike: EXCELSIOR FRAME 1919. [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.antiquebike.se/shop/27719/art19/h8694/14968694-origpic-66928b.jpg>
- [9] I Veterán: Rám ČZ 125 T a nebo C. [online]. 2009 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.i-veteran.cz/forum/viewtopic.php?t=870&sid=03ac4913367548fb2434884b04cc0378>
- [10] Oldtimer Garage. [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.oldtimergarage.eu/catalog/images/003.664.jpg>
- [11] Michalovy zetky: Modely. [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.michalovyzetky.cz/index.php?obsah=modely&clanek=cz_175
- [12] Rajče: Čz 175 special r.v.1939. [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://orf2.rajce.idnes.cz/cz_175_special_r.v.1939/#2012-09-28_14.16.37.jpg
- [13] Motokáři: ČZ 175 (1938). [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.motokari.cz/motorka/?mid=75793&act=fotogalerie>
- [14] Alkion. [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.alkion.eu/cz/suchy-led.htm>
- [15] VeteránForum. [online]. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.veteranforum.cz/index.php?id=11&idkat=136&idtop=142296>
- [16] *Seznam a ceník náhradních dílů motocyklu ČZ 175 "Standard" a "Specail"*. Česká zbrojovka a.s. v Praze továrny Strakonice.
- [17] AUGSTE, J. *Měření deformací komponent motocyklů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 68 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Zdeněk Tůma.



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$\Delta\alpha$	[rad]	úhlové zkroucení
Δl	[m]	celková deformace
c	[Nm.rad ⁻¹]	torzní tuhost
E_L	[GPa]	modul pružnosti litiny
E_O	[GPa]	modul pružnosti oceli
F	[N]	zatěžující síla
k	[Nm ⁻¹]	ohybová tuhost
M_k	[Nm]	krouticí moment
3D		Třídídimenzionální
ČZ		Česká zbrojovka
DXF		Drawing Interchange Format / Drawing Exchange Format Datový formát programu CAD
FEM		Finite-Element-Method (MKP)
HMH		Podmínka plasticity (Von-Miseses)
MKP		Metoda konečných prvků
OP		Okrajová podmínka
STEP		Standard for the Exchange of Product model data – datový formát
STL		Standard Tessellation Language - Optimalizovaná polygonální síť