



Středoškolská technika 2019

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Návrh konstrukce a výroba kamerového slideru

Tereza Bardoňová

VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí

Budějovická 421, Sezimovo Ústí

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce panu učiteli Danielu Kržovi za odborné rady a pomoc s touto prací. Dále bych ráda poděkovala pedagogům za pomoc s touto prací.

Anotace

V této práci se autorka bude zabývat konstrukcí a výrobou kamerového slideru. Tato pomůcka složí pro práci s kamerou, která zajišťuje rovnoměrně plynulý pohyb po kolejnicích. Většina podobných pomůcek je nemobilní, těžká a drahá. Konstrukce vychází z podobných řešení, které existují na trhu, ale tato práce přináší do tohoto řešení prvky zjednodušení a relativně snadnou výrobu. Práce obsahuje návrh konstrukce jednotlivých částí vymodelovanou v programu Solid Edge, technickou dokumentaci a technologii výroby slideru.

Klíčová slova

Slider; stabilizace; steadicam

Annotation

In this work, the author will deal with the construction and manufacture of a camera slider. This tool is used to work with a camera that ensures even smooth movement along the rails. The majority of similar aids are immobile, heavy and expensive. The design is based on similar solutions that exist on the market, but this work brings for this solution simplification and relatively easy production. The work includes the design of individual components modelled in Solid Edge, technical documentation and the technology of slider production.

Keywords

Slider; stabilization; steadicam

Obsah

Obsah	5
1 Úvod.....	7
1.1 Hlavní podmínky slideru.....	7
1.2 Cíl práce a očekávané výsledky	8
2 Stabilizace obrazu	9
2.1 Mechanická stabilizace	9
2.1.1 Kamera dolly.....	9
2.1.2 Kamerová jízda	10
2.1.3 Kamerový jeřáb.....	10
2.1.4 Steadicam.....	11
2.2 Optická stabilizace	12
3 Výroba kamerového slideru.....	13
3.1 Příprava k realizaci.....	13
3.2 Stanovení postupu řešení.....	14
3.2.1 Náčrt komponent.....	14
3.2.2 Vymodelování a sestavení komponentů	15
3.2.3 Vytvoření technické dokumentace.....	15
3.2.4 Zakoupení a obrobení jednotlivých součástí	15
3.2.5 Montáž a nastavení slideru	15
4 Realizace kamerového slideru	16
4.1 Modelování komponentů	16
4.1.1 Rolna.....	16
4.1.2 Koleje.....	17
4.1.3 Horní konzole	17
4.1.4 Dolní konzole.....	18
4.1.5 Ozubená řemenice.....	18
4.1.6 Čela kolejnic	19
4.1.7 Držák řemenice	20
4.1.8 Nosná hřídel řemenice	21
4.1.9 Koncovka vodících kolejí	21
4.1.10 Ložiska.....	22
4.1.11 Tvorba sestav	22

4.2	Technická dokumentace	24
4.2.1	Zakoupení a kalkulace nákladů.....	24
4.3	Obrobení komponentů.....	25
4.3.1	Obrobení rolen	25
4.3.2	Obrobení horní konzole	25
4.3.3	Obrobení dolní konzole	27
4.3.4	Obrobení čel kolejnic.....	28
4.3.5	Obrobení držáku řemenice.....	28
4.3.6	Úprava řemenice	29
4.3.7	Obrobení nosné hřídele řemenice	30
4.3.8	Obrobení kolejí	30
4.4	Montáž slideru.....	31
5	Závěr -zhodnocení dosažených výsledků	32
5.1	Zhodnocení dosažených výsledků.....	32
5.2	Závěr	32
6	Seznam použitých zdrojů a literatury	33
7	Seznam obrázků.....	35
8	Seznam příloh	37

1 ÚVOD

Už od nepaměti se lidé snažili zachytit momenty historie. První malby znázorňující lidi nebo zvířata vznikly už v pravěku. Velký pokrok byla camera obscura, na jejíž princip přišli už staří Řekové. Jednalo se o jednoduché optické zobrazovací zařízení, které mělo na jedné straně malý otvor, který na protilehlé straně převrací obraz. Známejšími fotoaparáty jsou takové, které vypadají jako harmonika. Tyto fotoaparáty se používají i dnes, ovšem v moderních verzích.

První filmovou kameru pro natáčení pohybu vytvořili bratři Lumiérové, kteří spojili kameru, fotoaparát a projektor dohromady. Staré kamery můžeme znát i z filmů, byly podobné fotoaparátům, měly ale postranní kličku, s kterou se muselo točit určitou frekvencí. Od původní kamery, která byla ovládána klikou, se později přešlo ke kameře s motorem, který zaručoval rovnoměrný pohyb filmu v kameře při natáčení, ale také rovnoměrný pohyb filmu v promítacím stroji při promítání filmu.

První filmy byly jen statické, to znamená, že kamera stála jen na stativu a nehýbala se. Stativ neboli fotografický stojan je jednoduché zařízení, které má nejčastěji podobu trojnožky. Na vrcholu stativu je uchycení kamery, které funguje nejčastěji na principu šroubu. S postupem technologie filmaři začali přemýšlet o dynamické kameře, tedy aby se kamera hýbala. Problém byl v tom, že při pohybu kamery byla scéna velice roztřesená a pro diváka byl obraz nečitelný. Proto se začaly vyrábět různé pomůcky pro pohyb kamery s rovnoměrným pohybem. První dynamické pohyby zajišťovala kolejnice, na které byla kamera umístěna, a kamera s kameramanem se posouvali po kolejnicích. Toto řešení se používá dodnes u velkých filmových studií.

Další a modernější metodou jsou malé kolejnice se stojanem pro kameru, jako je také kamerový slider a zatím nejmodernější metodou je steadicam. Steadicam vypadá jako vesta, ale je na ní přimontovaný držák na kameru. Kameraman se tedy může volně pohybovat a vesta mu zajišťuje plynulý obraz. Už zmíněný slider je v této práci konstruován co nejsnadněji a levně. Konstrukce je tvořena dvěma trubkami, které slouží jako koleje, po kterých jezdí horní a dolní jezdce, dalšími komponenty jsou rolny, které jsou namontovány na horní a dolní konzoly a držák řemenice, ve které je hřídel nesoucí samotnou řemenici.

1.1 Hlavní podmínky slideru

V dnešní době je již nespočet pomůcek pro práci s kamerou. Nejdůležitější pro výrobce je zachovat funkčnost a přitom jednoduchý design. Jelikož se točením videa trochu věnuji, tak pro mě byla výzva navrhnout a vyrobit kompaktní a funkční slider.

Ke konstrukci slideru byly vybrány lehké materiály, u kterých byly odstraněny přebytečné materiály. Snahou bylo co nejvyšší odlehčení konstrukce při co nejvyšší tuhosti. Zároveň s tím byla vytvořena co nejjednodušší konstrukce. To znamená, že byl použit co nejmenší počet komponentů. K jednoduché konstrukci patří i modularita, díky této schopnosti je možné jednoduše pospojovat všechny části do sebe. Nejdůležitější částí bylo navrhnout takovou mechaniku, která umožní delší pojezd, než je konstrukční délka slideru.

1.2 Cíl práce a očekávané výsledky

Cílem práce je vymodelovat jednotlivé komponenty. Z komponentů poté vytvořit technickou dokumentaci. Nakoupit vhodné součástky, které poté obrobíme podle dokumentace. Z jednotlivých obrobených komponentů sestavíme slider a ověříme jeho funkčnost.

2 STABILIZACE OBRAZU

Stabilizační systémy jsou ve fotoaparátech proto, aby eliminovaly chvění a umožnily fotografovat z ruky na delší časy [1]. My lidé nejsme schopni zůstat zcela v klidu, a byť mimoděk, stále děláme malé pohyby. Je to dobře vidět, například pokud se podíváte do silného dalekohledu - bez podpory alespoň loktů např. o parapet okna je velmi obtížné udržet obraz v klidu. A čím více dalekohled přibližuje, tím více je rozkmitaný obraz. Nic nezmůže ani snaha se zcela zastavit, lidské tělo bez opory toho prostě není schopno. Pokud pořizujete fotografii, vždy použijete nějaký expoziční čas, po který je otevřená závěrka. A pokud držíte fotoaparát v ruce, během této expoziční doby se fotoaparát díky pohybům těla pohybuje. Obraz vytvořený na senzoru tedy díky tomuto pohybu není ostrý - je rozhýbaný.[2]

Stabilizace se rozděluje na optickou a mechanickou. Optická stabilizace je zajištěna optickou sestavou fotoaparátu, tedy čočkami, které při otřesech konají pohyb tak, aby vyrovnávaly obraz a na displeji fotoaparátu nebyly otřesy poznat. Optickou stabilizaci můžeme najít i na dnešních chytrých mobilech. Mechanická stabilizace je v moderních zařízeních instalována ve snímáči přímo v těle fotoaparátu. Eliminace chvění probíhá také posouváním, tady ale právě již zmíněného snímáče. My se ale budeme zabývat stabilizátory, které nejsou v těle přístroje, ale vyrovnávají obraz externě například kamerový pojezd, kamera dolly, steadicam, kamerový slider.

2.1 Mechanická stabilizace

Mechanickou stabilizaci používají v dnešní době filmoví profesionálové nebo lidé, kteří se filmování opravdu věnují. Pořizovací cena mechanické stabilizace není malá.

2.1.1 Kamera dolly

Už od začátků kinematografie existovaly konvence, které se podle filmařů nikdy nemohly zlomit. Původní myšlenka byla, že by měli být všichni herci točeni od hlavy až po nohy, myšlenka toho, že by hercům měli odříznout nohy, natož celé tělo, byla považována za nemožnou, aniž by to vážně nenarušovalo publikum. Ale poté se zrodil close-up, které všechny konvence zlomil a právě snímek "The Little Doctor and The Sick Kitten" je jedním z nejstarších snímků, které se točily s close-up.[7]

Tak jako byla smazána konvence o točení postav, byla smazána konvence, že kamera musí být jen na stativu. Snad první snímek, který je točený dynamicky, je už z roku 1912, snímek se jmenuje "The Passer-By" a je točen kamerou dolly (Obr. 2). Dynamické záběry zvyšují dramatičnost snímku a můžeme je zde vidět jen občas. Kde ale už můžeme vidět souvislé záběry, je snímek "Paths of Glory" z roku 1957. Tento druh natáčení se dnes už používá méně často zejména díky příchodu steadicamu a dronů. Tehdy to bylo ale obrovské řešení. Kamery byly obrovské a dolly byly ještě větší. Na obrázku č. 2 můžete vidět členy štábu, kteří natáčejí scénu v příkopu. Tato scéna zachycuje procházejícího vojáka. Nejprve kamera točí scénu z jeho

pohledu a poté z pohledu ostatních vojáků, tedy můžeme procházejícího vojáka vidět. Scéna je souvislá, díky dlouhým kolejnicím, na kterých dolly jezdí i s kameramanem. [7]

Myšlenka kamery na kolejnicích zůstala u filmu do dnešní doby. (Obr. 2)



Obrázek 1 Natáčení filmu "Path of Glory" [7]



Obrázek 2 Natáčení s dnešní dolly[8]

2.1.2 Kamerová jízda

Na první pohled vypadá jako kamera dolly, ale rozdíl mezi nimi je v tom, že koleje u kamerové jízdy vozí jen kameru. Naopak u dolly na kolejích sedí jak kameraman, tak i samotná kamera.

Jízdy bylo využíváno již v počátcích kinematografie – záběry pořizované z automobilu, vlaku atd. Nicméně první vozík zkonstruovaný přímo pro potřeby natáčení se uplatnil až na italském velkofilmu Cabiria (1914). Vozík může mít gumová kola (vhodný zejména pro hladký a rovný povrch) nebo je umístěn na kolejích. Pro jízdu jsou charakteristické buď nájezdy, nebo odjezdy – kamera se přibližuje ke snímanému objektu, resp. vzdaluje se od něj. Travellingem se rozumí paralelní jízda kamery a pohyblivého objektu (jedoucí automobil, běžící kůň atd.).[9]



Obrázek 3 Kamerový pojezd [10]

2.1.3 Kamerový jeřáb

Umožňuje kameře plynule stoupat a klesat, díky čemuž se běžně uplatňuje při snímání velkých komparzních scén, kdy je zapotřebí zachytit jejich velkolepost, případně osamělost hrdiny v rozlehlém prostoru. Předností jeřábu je hlavně možnost velmi rychle a hladce přejít z velkého detailu na podstatně širší záběr. [9]

Skládá se z podstavy (stativu) a hlavního ramene, fungujícího na principu jednoduché páky. Na spodním konci je umístěno protizávaží, jež vyrovnává posun těžiště. Jeřáb pomáhá filmařům odkrývat perspektivu tak, aby divákovi nabídl atraktivnější pohled než z výšky pohledu očí. Záběry jsou zajímavé především měnící se perspektivou pohledu. Tato zařízení lze rozdělit několika způsoby. Nezákladnější rozdělení je na teleskopické a s pevným ramenem. Tedy hlavní nosné rameno se buď může plynule vysunovat a zvětšit rozsah pohybu v ose Z, nebo je pevné. U teleskopického jeřábu se také podle vysunutí mění poloha závaží tak, aby rameno zůstávalo vyvážené.[11]



Obrázek 4 Kamerový jeřáb [12]

2.1.4 Steadicam

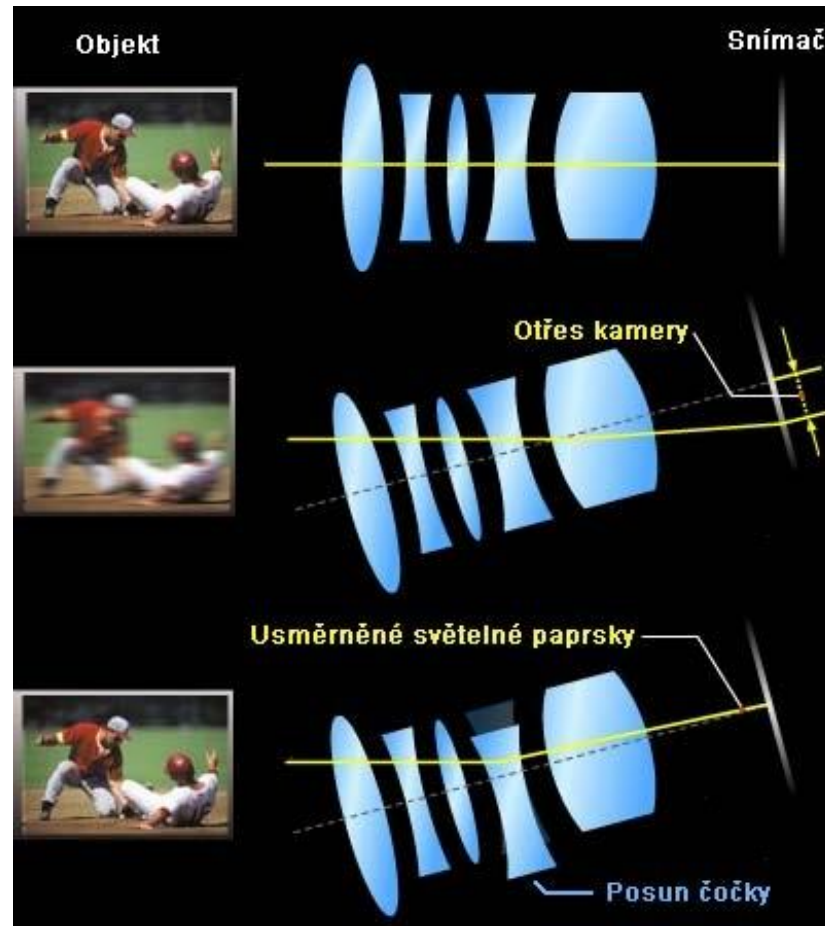
Zařízení, které ideálně rozloží váhu kamery a umožňuje tak plynulý pohyb, stabilní obraz bez otřesů a citelného chvění. Kameraman je oblečen do speciálně vyztužené vesty, ke které se upevní odpružené rameno s kamerou. Váha kamery se přenáší na kameramanovy kyčle, takže obraz zůstává vyrovnaný a klidný i při náročnějších pohybech (běh, sestup po schodech atd.). Steadicam je běžným zařízením pro pořizování dlouhých záběrů, kdy kamera prochází členitým prostorem. Výsledkem je maximální stabilita obrazu, ale i schopnost poměrně rychle reagovat na hereckou akci a dění na scéně. Díky plynulosti a ladnosti pohybu může steadicam nahrazovat i kamerovou jízdu, což výrazně urychluje natáčecí proces.[9] Garrett Brown sestavil prototyp tohoto zařízení koncem 70. let 20. století. Poprvé byl použit ve filmu Hala Ashbyho Cesta ke slávě (Bound of Glory – 1976). Velkou měrou přispěl i k působivosti závěrečné pasáže hororu The Shining (1980), která byla kompletně natočena právě díky „Brownovu stabilizátoru“. Kameraman tak mohl v běhu sledovat postavu Dannyho, prochájejícího před vlastním otcem, aniž by scéna pozbyla na dynamice či kompozičních kvalitách. Používáním steadicamu je proslulý i režisér Martin Scorsese či Brian DePalma. Především posledně jmenovaný zcela záměrně aranžuje dlouhé několikaminutové scény, v nichž se často mění nejen prostředí, ale i velikosti záběrů a tempo vyprávění – ukázkovým příkladem je patnáctiminutový úvod filmu Hadí oči (1998) natočený v jediném záběru. Jako jeden kontinuální a nepřerušovaný záběr je koncipována Ruská archa (2002) režiséra Alexandra Sokurova. Náročná sekvence, zobrazující putování hlavního hrdiny „komnatami“ ruských dějin, by bez steadicamu byla jen stěží proveditelná.[9]



Obrázek 5 Steadicam [9]

2.2 Optická stabilizace

Jak už bylo řečeno, jedná se o pohyb čočky ve fotoaparátu. Díky okamžité akci čoček je možné vidět hezky zaostřený obraz již v hledáčku. Tuto technologii využívají i moderní mobily.



Obrázek 6 Optická stabilizace [6]

3 VÝROBA KAMEROVÉHO SLIDERU

Naším záměrem je vyrobit funkční slider, který bude splňovat námi vybrané podmínky. Hlavními podmínkami v této práci je nízká váha pro zachování mobility slideru. Tato podmínka je velice důležitá pro celou manipulaci se sliderem, protože si právě tento druh slideru zakládá na snadném přenášení. Dalším řešeným faktorem je modularita, neboli schopnost pospojovat více členů do sebe a vytvářet tak delší pojezdy. A třetím faktorem je taková mechanika, která umožní delší pojezd, než je konstrukční délka slideru. Celý slider je tedy založený na jednoduchém designu, lehké váze a modularitě při zachování plné funkčnosti.

Nízkou váhu lze vyřešit výběrem lehkých materiálů. Lehkosti konstrukce dosáhneme použitím prvků s tenkými stěnami a odlehčenými prvky v celé konstrukci.

Základní délka slideru je 600 mm. Navržená konstrukce umožňuje delší pojezd kamery, než je základní konstrukční délka. Toho dosáhneme díky tomu, že se hlavní kolejnice bude v průběhu pohybu kamery posouvat zároveň s jejím pohybem. Výsledná délka pohybu kamery je součtem pohybu kamery po kolejnicích a kolejnic po základní konzoli.

3.1 Příprava k realizaci

Nejdůležitějším krokem bylo řešení celého slideru. Tedy vyřešit, jak bude konstrukce fungovat. Byly stanoveny již zmíněné podmínky, lehkost a jednoduchost konstrukce, modularita a mechanika delšího pojezdu, než je celková délka slideru.

Řešení slideru bylo odvozeno od firmy Edelkrone. Z dostupných materiálů této firmy bylo usouzeno, že jejich typ slideru je celkově velice složitý a na pojezd museli použít mnoho rolen. Jelikož rolny musí udržet dvě osy, domníváme se, že byly použity dvě rolny u sebe na zadržení těchto os. Pokud by toto řešení bylo pravdivé, muselo by se na jedné straně použít zhruba šestnáct rolen.

Na konstrukci slideru bylo vymyšleno několik vylepšení, aby konstrukce měla již zmíněné požadavky. Byla zkonstruována speciální rolna, která drží obě osy. Celková hmotnost se tedy sníží díky použití méně rolen, a tím dodržíme i jednoduchost konstrukce. Prototyp našeho slideru má na pojezd použito pouze osm rolen.

Návrh slideru je pouze principiální funkční řešení. Proto tedy může nastat několik situací, při kterých by byl slider nefunkční. První problém, který by mohl nastat, je, že rolny neunesou celou konstrukci a dojde zde k velké námaze a poškození slideru. Další hrozbou je nepřesnost výroby rolen a tedy vzniklé vůle, které by zapříčinily velké pohyby mezi rolnou a vodičnými trubkami, což by znamenalo nefunkčnost celé konstrukce.

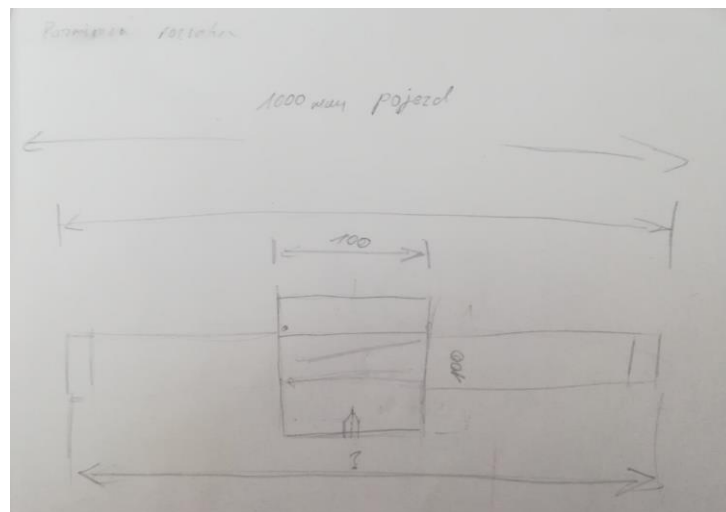
3.2 Stanovení postupu řešení

Pro výrobu kamerového slideru byl stanoven tento postup řešení:

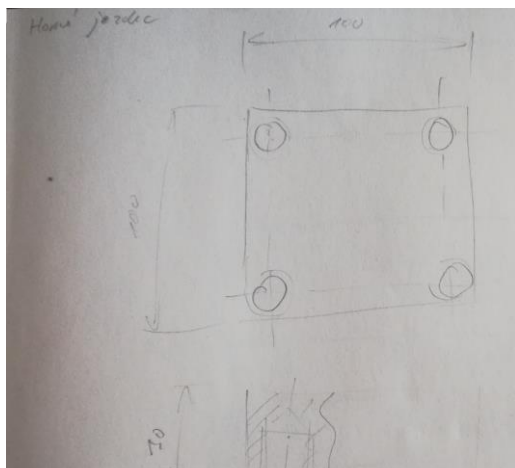
- 1) **Načrtnutí jednotlivých komponentů**
- 2) **Vymodelování a sestavení komponentů**
- 3) **Vytvoření technické dokumentace**
- 4) **Zakoupení a obrobení jednotlivých součástí**
- 5) **Montáž a nastavení slideru**

3.2.1 Náčrt komponent

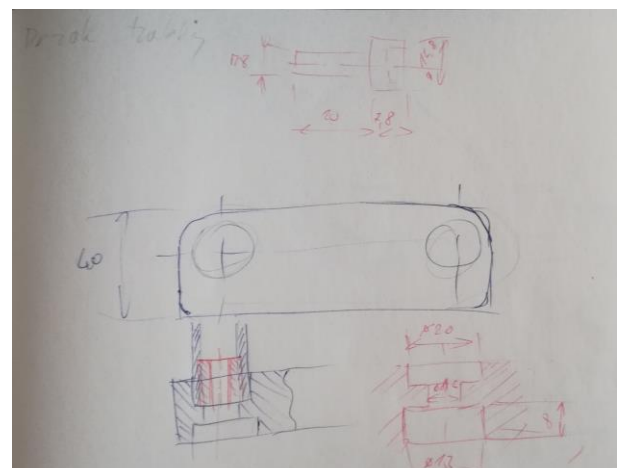
Prvním krokem bylo načrtnutí rozměrové rozvahy celého slideru (Obr. 7) a poté jednotlivé komponenty (Obr. 8 a 9). Délka slideru byla na počátku zvolena na 1000 mm. Délka slideru se poté upravila kvůli kompaktnosti slideru na 600 mm. Jednotlivé rozměry byly zvoleny tak, aby byla zachována lehkost a kompaktnost celé konstrukce. Hlavními komponenty jsou dolní jezdec, rolny, vodící trubky, držáky trubek, konzola, ozubená řemenice a ozubený řemen.



Obrázek 7 Rozměrová rozvaha slideru



Obrázek 8 Načrtnutý komponent jezdec



Obrázek 9 Načrtnutý komponent čela

3.2.2 Vymodelování a sestavení komponentů

Podle skici byly jednotlivé komponenty vymodelovány v programu Solid Edge. Z modelů byly sestaveny jednotlivé podsestavy a poté celá sestava kamerového slideru. Z jednotlivých komponentů a sestav byla vytvořena technická dokumentace slideru.

3.2.3 Vytvoření technické dokumentace

Technická dokumentace byla vytvořena po vymodelování součástí. Každý model má svůj samostatný výkres a výkres v sestavě.

3.2.4 Zakoupení a obrobení jednotlivých součástí

Po vytvoření dokumentace byl zakoupen materiál na obrobení součástí. Části konstrukce byly obrobeny na rozměry dle technické dokumentace. Při úpravě materiálů bylo dbáno i na celkový vzhled konstrukce, proto byly například sraženy hrany.

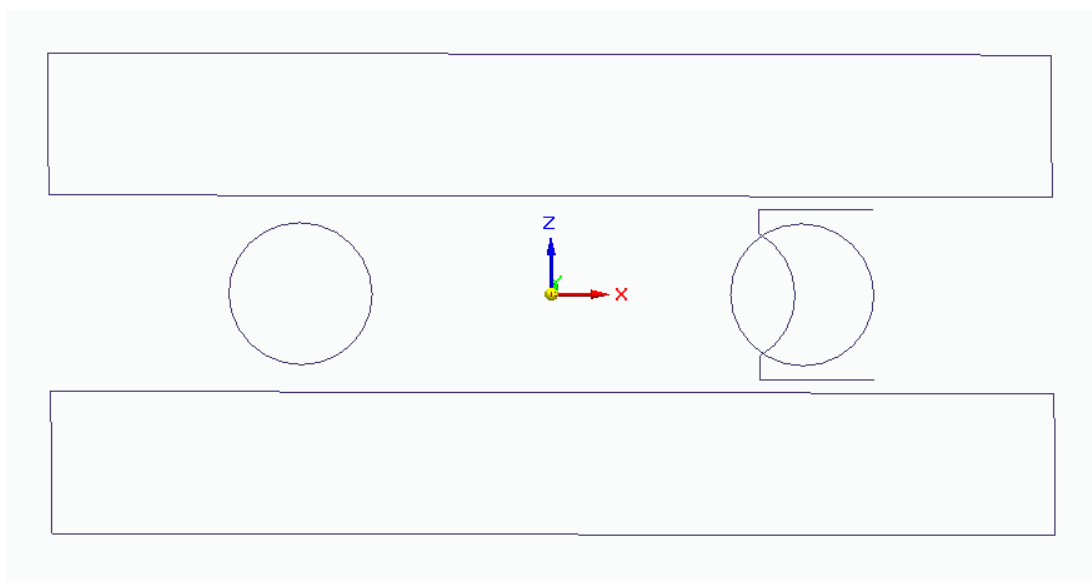
3.2.5 Montáž a nastavení slideru

Po obrobení komponentů se části postupně smontovaly do celku. Celá konstrukce byla zkontrolována a upravena dle potřeb.

4 REALIZACE KAMEROVÉHO SLIDERU

4.1 Modelování komponentů

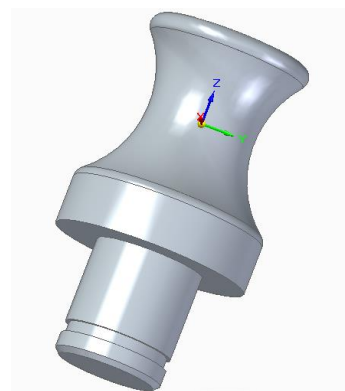
Na počátku byl narýsován základní profil kolejnic a rolen (Obr. 10) ve skice programu Solid Edge. Vymodelovaly se jednotlivé komponenty jako rolna, horní i dolní jezdec, držák kolejnic, kolejnice, řemenice, držák řemenice, nosná hřídel na řemenici a ostatní komponenty jako ložiska a šroubky, které se později složily do jednotlivých podsestav a pak do celé sestavy slideru.



Obrázek 10 Základní profil kolejnic a rolen

4.1.1 Rolna

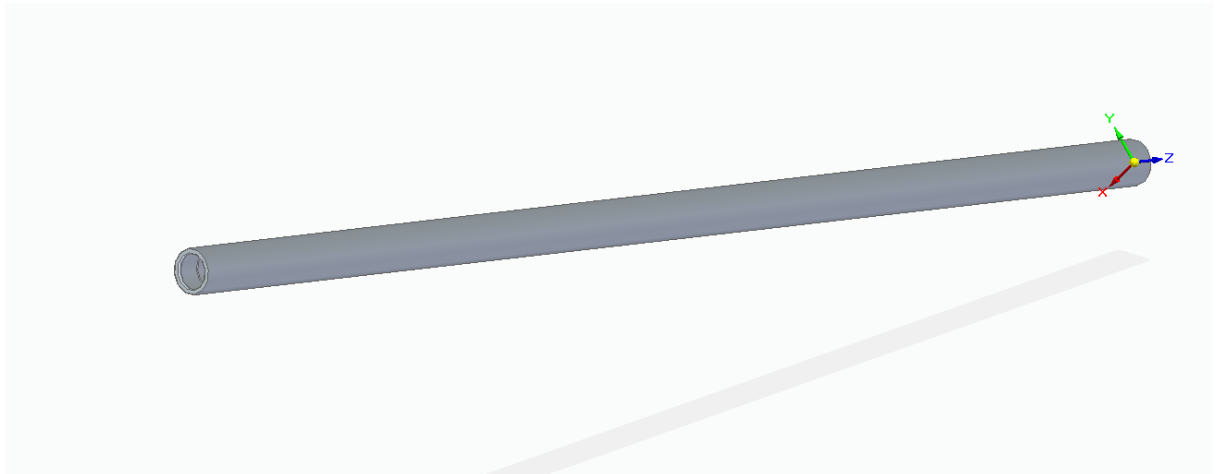
Rolna plní v tomto případě roli kladky, musí v sestavě držet konzole ve dvou osách, proto jsou rolny navrženy jako rotace kružnice R10, tedy stejný poloměr jako mají kolejnice. Rolny se v sestavě vložily do ložiska o rozměrech 10x26x8mm a tato sestava se 4krát vložila do vyfrézovaných děr obou konzolí. Rolna je tedy celkově v sestavě použita osmkrát. Rolny byly vyrobeny z hliníkového materiálu, musí být vyrobeny přesně a nesmí zde vzniknout žádná vůle, jinak by došlo v sestavě ke chvění a celá mechanická stabilizace by nebyla funkční a celý slider tedy nepoužitelný.



Obrázek 11 Model rolny

4.1.2 Koleje

Pro výrobu kolejnic byly použity hliníkové trubky o průměru 20 mm. Při prvotním návrhu byla délka kolejnic určena na 1000 mm, poté byla ale délka kolejnic zmenšena na 600 mm, kvůli kompaktnosti slideru. Celkově jsou v sestavě použity dvě trubky, po kterých jezdí rolny uložené v dolní a horní konzoli. Na konci trubek byly vyrobeny dva závity, do kterých byl našroubován válec se závitem a z druhé strany byla našroubována čela neboli držák trubek. Do čel se z vnější strany našroubovaly imbusové šrouby, které drží kolejnice v čelech.

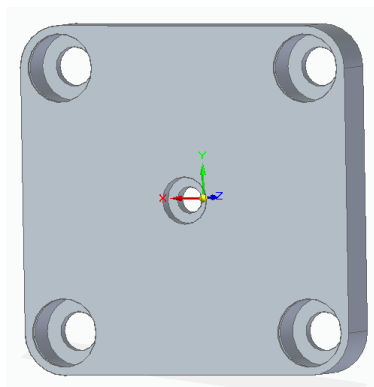


Obrázek 12 Model kolejí

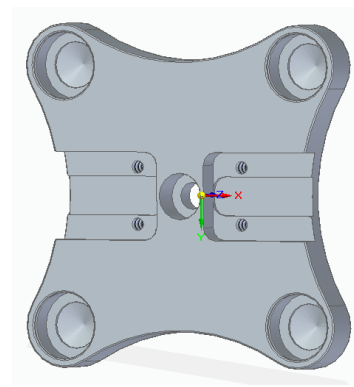
4.1.3 Horní konzole

Horní konzole se nejdříve vymodelovala jako kvádr s dírami pro uložení roln. Poté byl ale vzhled změněn kvůli lehčí konstrukci.

Do horní konzole byly vyvrtány čtyři otvory, do kterých byla umístěna sestava rolny s ložisky. Uprostřed konzole jsou drážky, které zajišťují řemen, jehož konce jsou zde upnuty. Také je uprostřed konzole díra se zahlobením pro šroub, jež upne kameru na konzoli. Konzole se pomocí roln v ložiskách odvaluje po kolejnicích a tento pohyb ještě zajišťuje ozubený řemen.



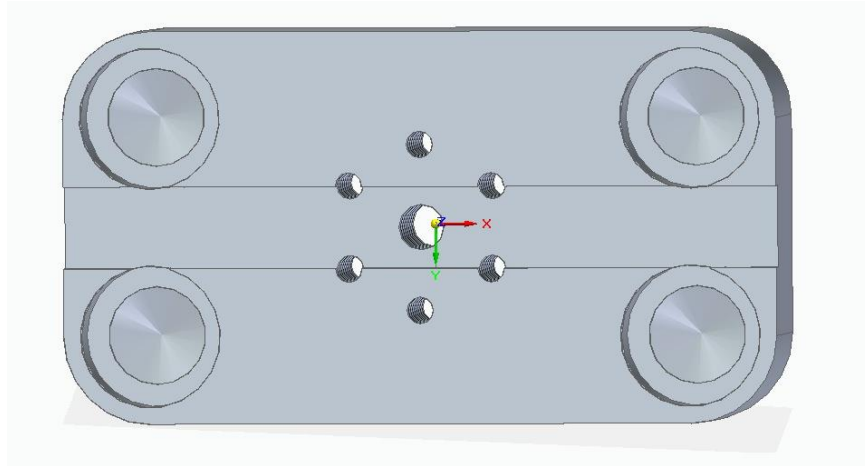
Obrázek 13 Model původní verze horní konzole



Obrázek 14 Model finální verze horního jezdce

4.1.4 Dolní konzole

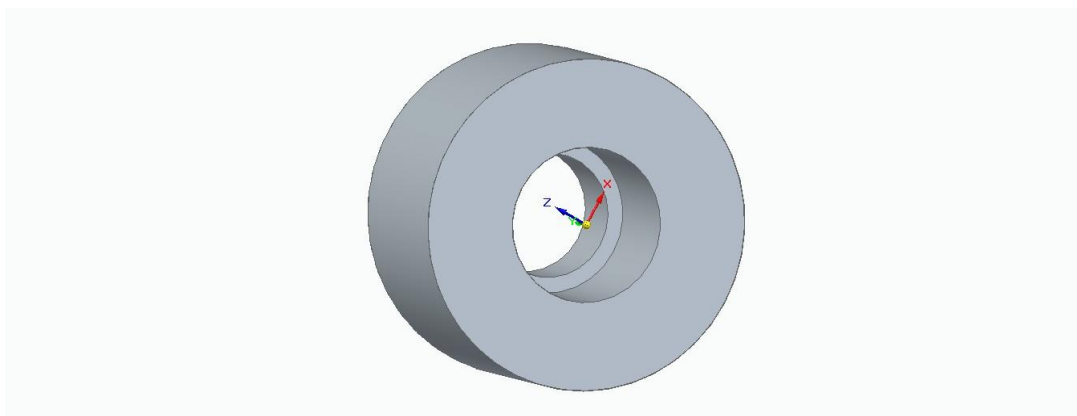
V dolní konzoli jsou vyvrtány také čtyři otvory pro ložiska s rolnami. Poté byl do otvoru uprostřed konzole vyříznut závit M 10 pro upnutí konzole do stativu. Dolní konzole je viditelně menší než horní konzole, odvaluje se totiž po vnitřní straně kolejnic. Celou dobu je na jednom místě, je upnuta na stativu, tudíž se pohybují, rotují jen ložiska s rolnami. Tímto způsobem je dosaženo většího pojezdu, než je samotná délka slideru. V konzoli jsou také závity M 6 okolo závitu M 10, jsou zde proto, aby se konzole na stativu udržela. Také je uprostřed po celé délce drážka, kde je upnut řemen.



Obrázek 15 Model dolního jezdece

4.1.5 Ozubená řemenice

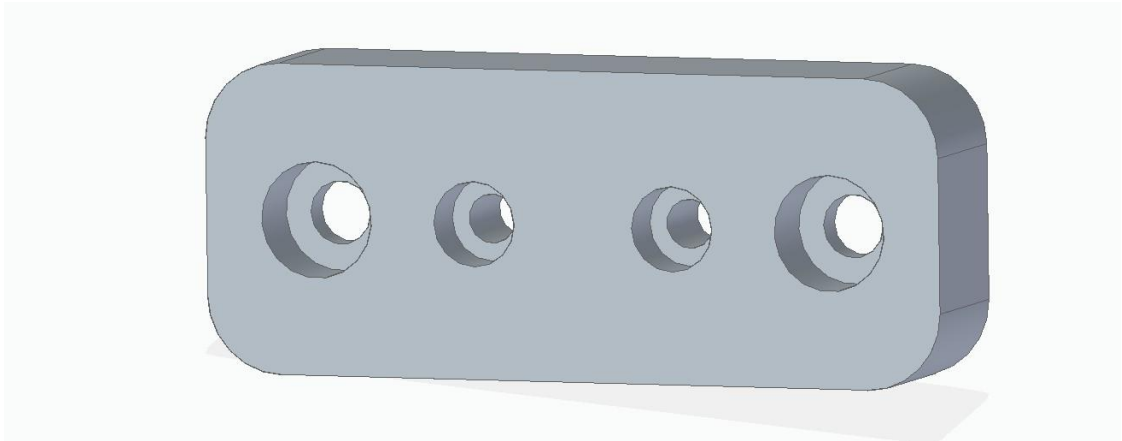
Hlavní faktor, který ovlivňoval výběr řemenice, byl vnější průměr, aby byla dodržena lehkost konstrukce, musela být vybrána taková řemenice, která má dostatečně velký řemen a přitom co nejmenší vnější průměr. Byla vybrána řemenice s rozměry 26 x 20 mm, která poté byla upravena. Řemenici bylo sraženo čelo tak, aby byla její délka 20 mm. Řemenice je v odborném systému vymodelována bez zubů.



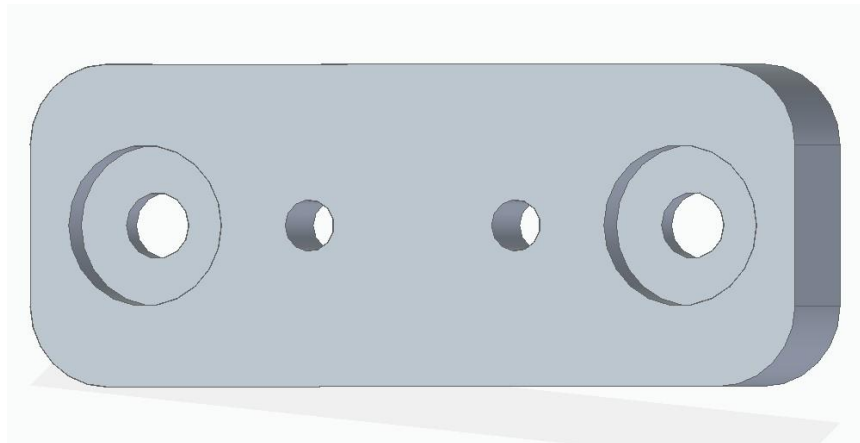
Obrázek 16 Model řemenice

4.1.6 Čela kolejnic

Čelo kolejnic bylo vymodelováno jako kvádr 100 x 40 mm. Vnější díry jsou pro šroub M 8 a byly vymodelovány pro upnutí kolejnic. Kolejnice byly dány do děr ve vnitřním pohledu (Obr. 18). Vnitřní dvě díry pro šrouby M 6, byly vymodelovány pro upnutí držáku řemenice.



Obrázek 17 Model čela- vnější pohled

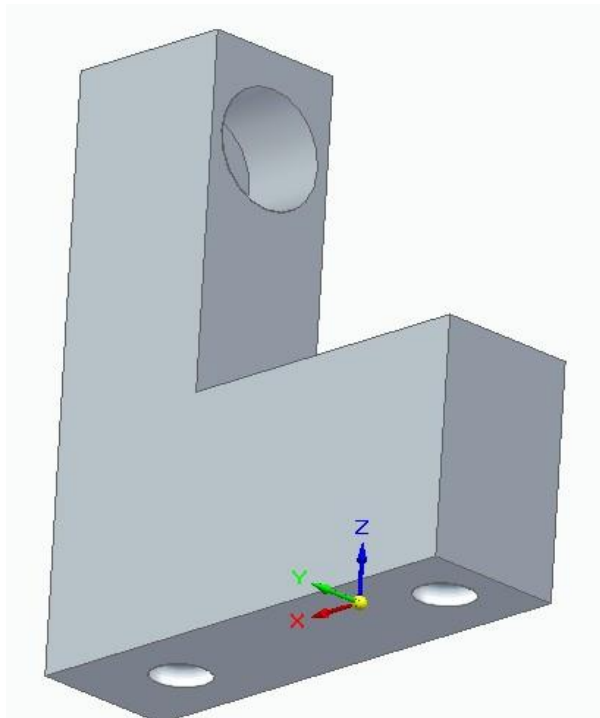


Obrázek 18 Model čela- vnitřní pohled

4.1.7 Držák řemenice

Tato konzole má dva závity ze spodní strany pro upnutí k čelům kolejnic a poté jednu v horní části pro nosnou hřídel, která nese řemenici. Držák řemenice má tvar „L“. V původní verzi byl konstruován právě do profilu „L“. Horní část z hlavního pohledu ale byla navržena jako rádius. Poté byl tento tvar zvážen a nakonec byl tvar zjednodušen na tvar „I“. Závity na montáž k čelu neměly být tedy na straně, ale přímo pod dírou pro nosnou hřídel. Nakonec se tvar držáku řemenice zvolil zpět na tvar profilu „L“ (Obr. 21) s úpravou v čelním pohledu, nemá žádný rádius.

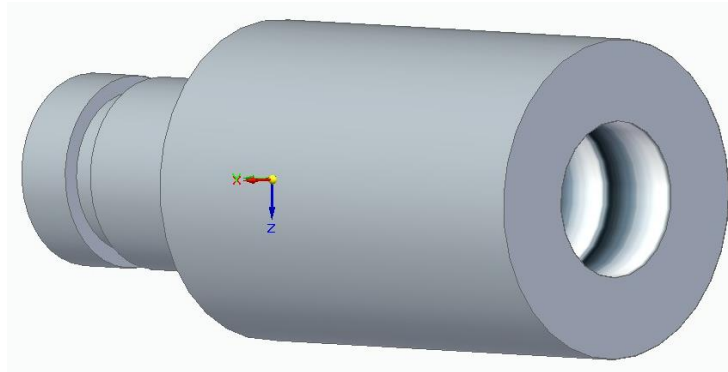
Do držáku tedy byly vyříznuty celkem tři díry. Dva závity zespodu, díky kterým se držák řemenice přimontoval k čelu kolejnice, a jednu osazenou díru pro nosnou hřídel, která nese řemenici.



Obrázek 19 Model držáku řemenice

4.1.8 Nosná hřídel řemenice

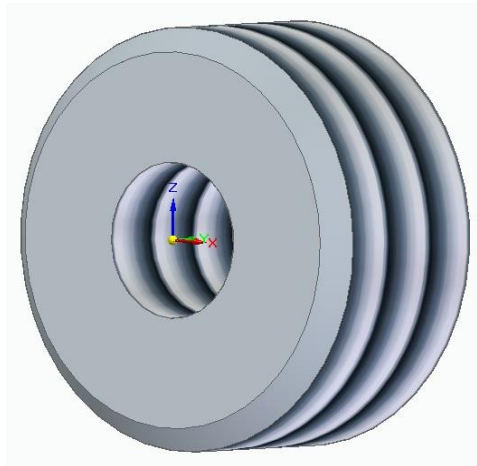
Nosná hřídel byla udělána s jedním válcovým osazením o průměru 6 mm pro ložisko a jedním zápichem pro pojistný kroužek. Z druhé strany do většího průměru byla vyrobena díra se závitem M6.



Obrázek 20 Model nosné hřídele řemenice

4.1.9 Koncovka vodících kolejí

Závit trubek má z vnější i vnitřní strany závit. Je našroubovaný na koncích uvnitř trubek. Z druhé strany přes čela kolejníc byl našroubován šroub imbus M8, který drží kolejnice proti pohybu.

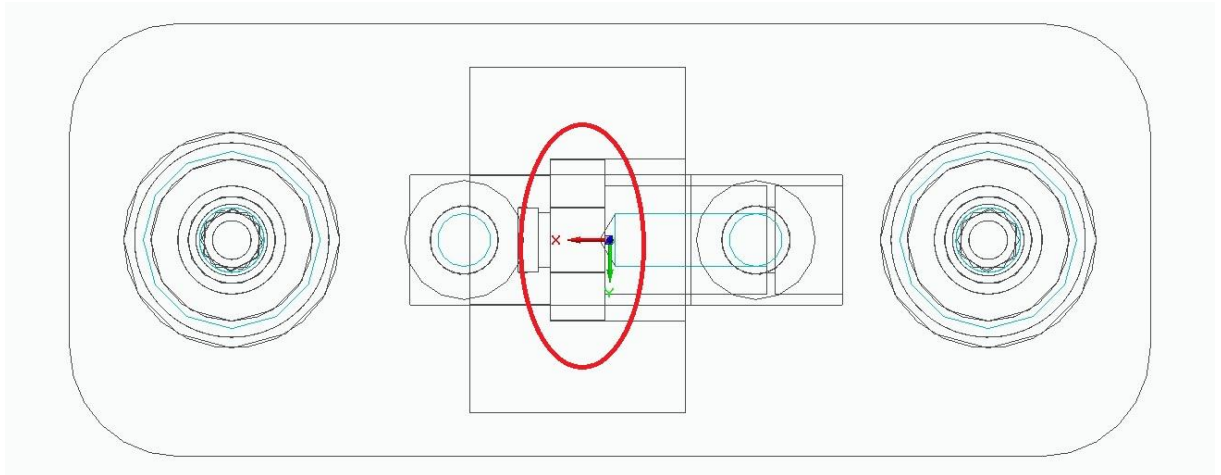


Obrázek 21 Model koncovky vodících tyčí

4.1.10 Ložiska

V práci byly použity dva typy ložisek a to s rozměry 10x26x8mm a 6x19x8mm. Ložisko 10x26x8mm bylo nalisované ručním lisem na rolny. Ložisko bylo zajištěno pojistným kroužkem. Druhé ložisko 6x19x8mm bylo umístěno do drážek na nosnou hřídel, ložisko se na nosné hřídeli zajistilo pojistnými kroužky.

Ložisko na nosné hřídeli řemenice musí být ve stejné ose jako ložisko na nosné řemenici na druhé straně, aby řemen správně fungoval a jezdec mohl rovnoměrně jezdit (Obr. 25)



Obrázek 22 Ložiska na nosné hřídeli

4.1.11 Tvorba sestav

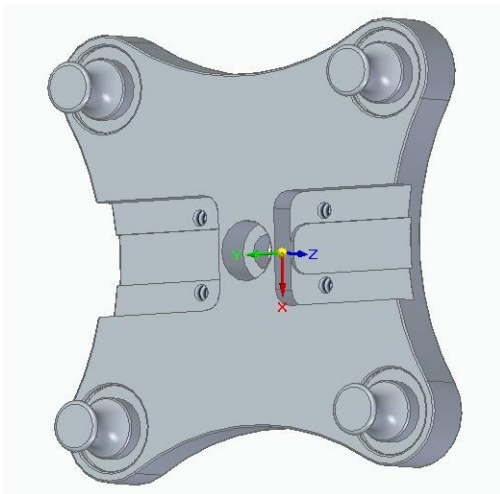
Po vymodelování všech komponentů se jednotlivé části slideru začaly sestavovat do podsestav a poté do celkové sestavy slideru.

První podsestava je rolna s ložiskem. Rozměry ložiska jsou 10x26x8mm. Tato sestava se poté přidala do děr horní a dolní konzole a z toho poté vznikly další dvě sestavy, tedy sestava horní konzoly a sestava dolní konzoly.

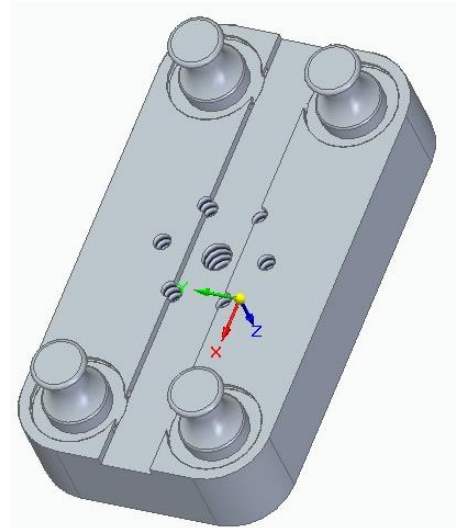
Poté se sestavily koleje a čela kolejnic. Na konci kolejnic byly našroubovány válečky se závitem a poté se do vnějšího závitu válečků nasadili čela. Čela se z druhé, vnější strany zajistily imbusovým šroubkem M6.

Další sestavou byla řemenice, držák řemenice a hřídelka. Do držáku řemenice se nasadila hřídelka, na kterou se přidalo ložisko s řemenicí a poté se vše zajistilo pojistnými kroužky. Tato sestava se našroubovala do vnitřní strany čel kolejnic. Tato sestava je proti sobě naopak, tedy na druhé straně je otočená o 180°.

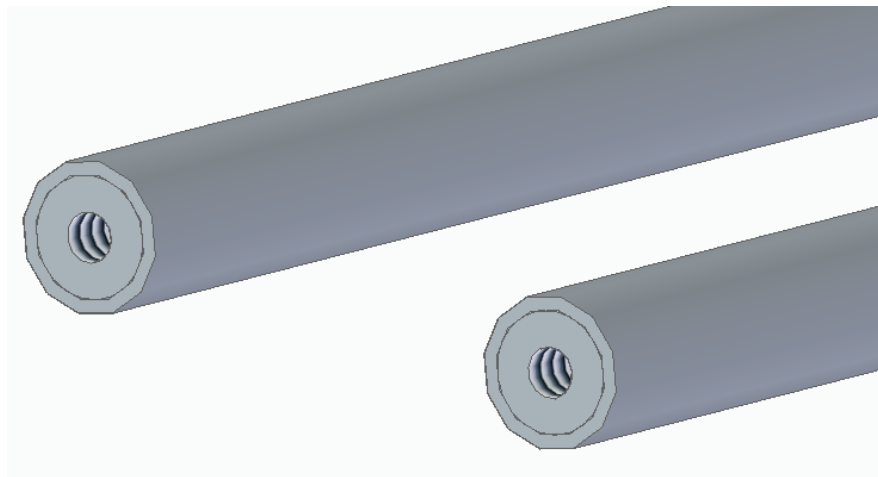
A nakonec byly všechny sestavy, tedy horní a dolní konzole, kolejnice s čely a sestava držák řemenice spojily do jedné celkové sestavy, kamerový slider.



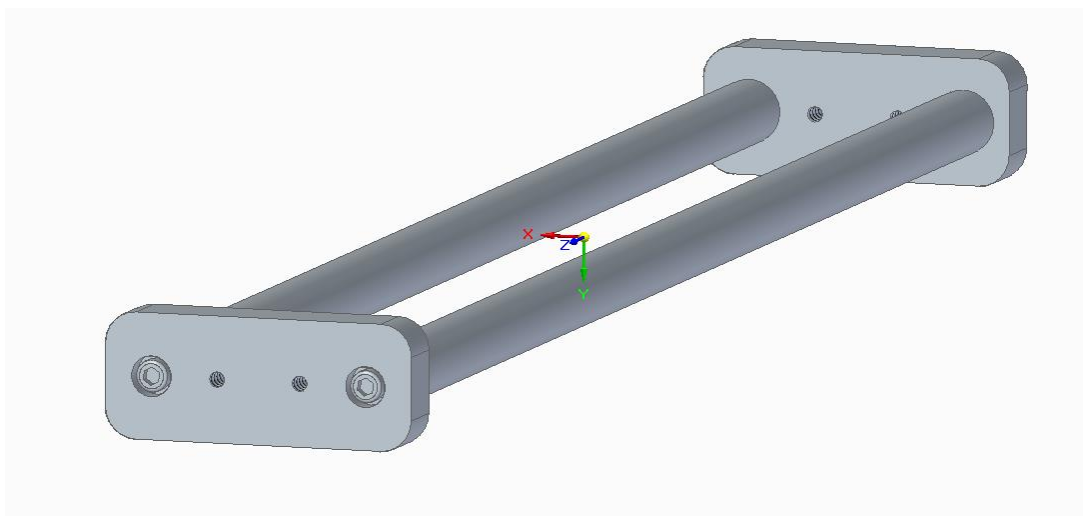
Obrázek 24 Model sestavy horního jezdce



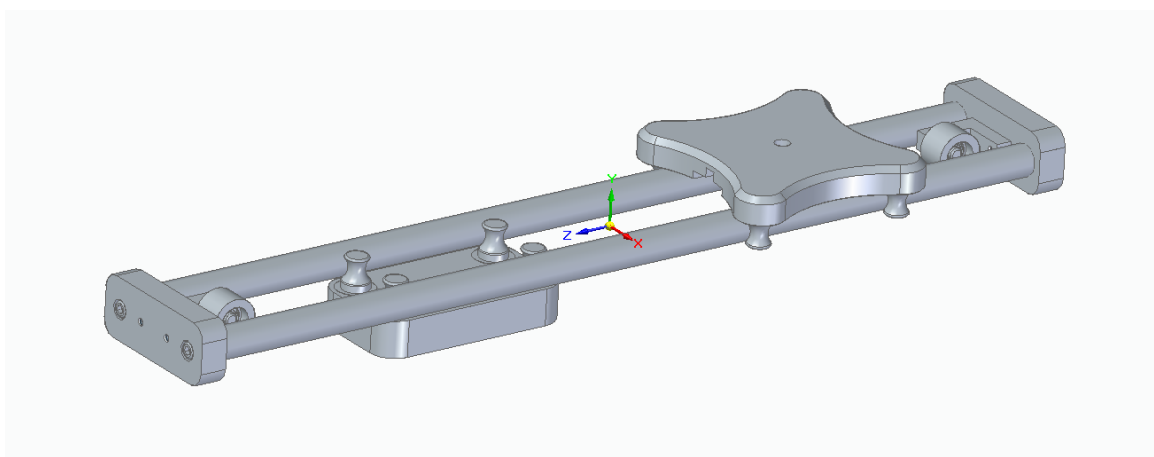
Obrázek 23 Model sestavy dolního jezdce



Obrázek 25 Model koncevek v kolejích



Obrázek 26 Model sestavy kolejnic



Obrázek 27 Model sestavy kamerového slideru

4.2 Technická dokumentace

Technická dokumentace byla vytvořena pomocí odborného systému Solid Edge. K výkresům byla přidána popisová pole. Technická dokumentace je obsažena v příloze 5.

4.2.1 Zakoupení a kalkulace nákladů

Pro konstrukci byl nakoupen hliníkový materiál 1000x20 mm. Tento hliníkový materiál byl využit pro výrobu horní konzole, dolní konzole. Dále byly zakoupeny ložiska, které byly použity spolu s rolnami v konzolích a u řemenic, celkově bylo použito 10 ložisek. Další součástí byly šrouby s podložkami.

Hliníkový materiál.....	1000 Kč
Ložisko 1ks-20Kč.....	200 Kč
Ložisko 1ks-90Kč.....	180Kč
Šrouby a podložky.....	30 Kč
<hr/>	
Celkem.....	1 410 Kč

4.3 Obrobení komponentů

4.3.1 Obrobení rolen

Rolny byly obráběny dle technické dokumentace na soustruhu, také je vytvořen technologický postup (Příloha 3). Byl napsán program, podle kterého se rolny obrobily. Kvůli snížení počtu rolen muselo být dbáno na vysokou přesnost rolen, hlavně u průměru 10 a výšky 11, kam byly usazeny ložiska a u rádiusu 10, na této ploše se rolny odvalují. Pokud by obrobení rolen nebylo přesné, docházelo by ke chvění a tedy nefunkčnosti.

Po obrobení rolen se rolny přeměřily, jestli vyhovují danému rozměru a byly ručním lisem zalisovány do ložisek. Poté do drážky na rolně přidal pojistný kroužek. Tím vznikla první sestava, která byla vymodelována, rolna a ložisko.



Obrázek 28 Obrábění rolny



Obrázek 29 Sestava rolny a ložiska

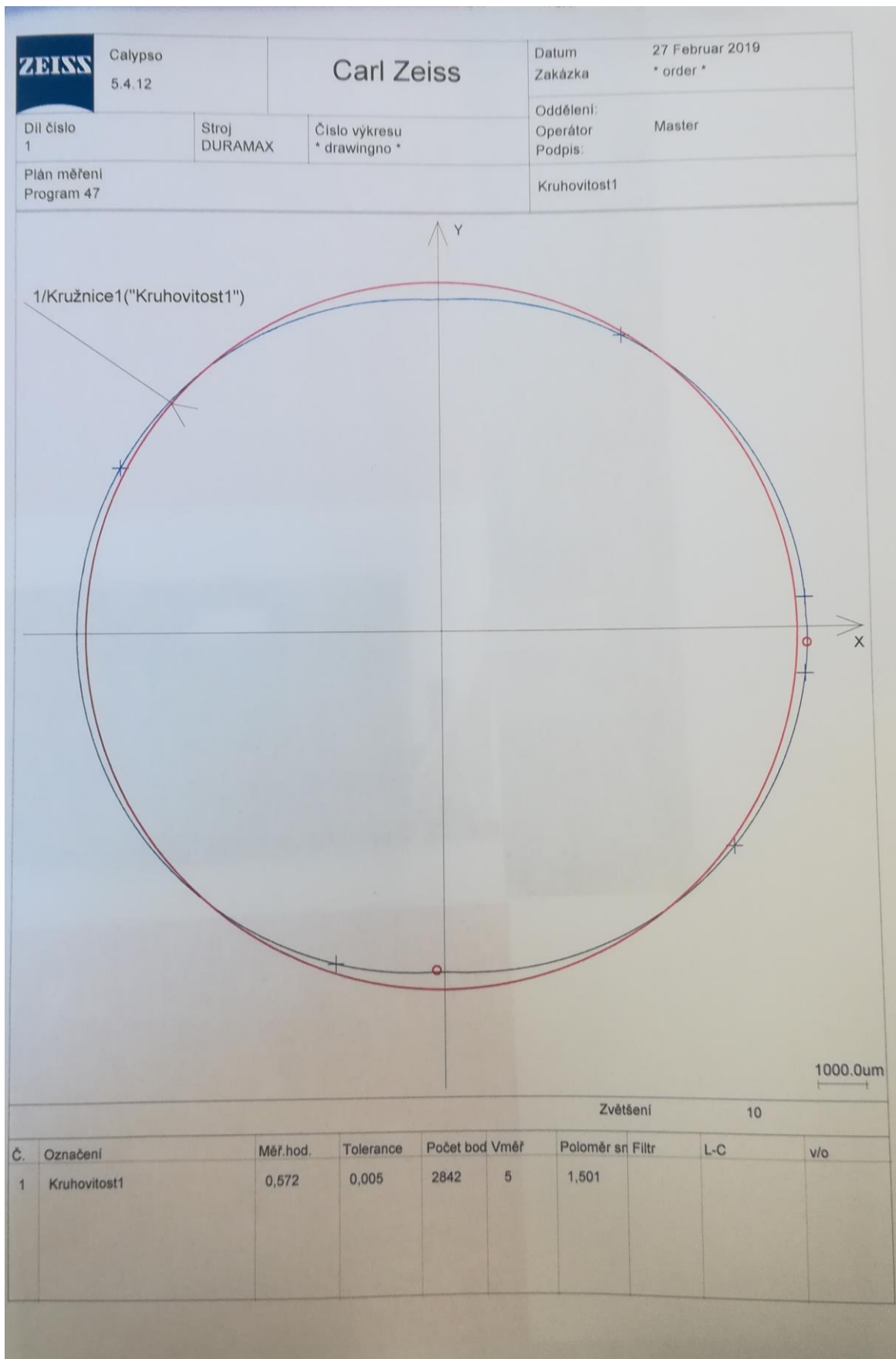


Obrázek 30 Obrobená rolna

4.3.2 Obrobení horní konzole

Konzole byla vyrobena z hliníkového materiálu. Tvar konzole byl vyfrézován dle technologického postupu (Příloha 2). Po obrobení byla do děr nalisována ručním lisem podsestava rolny a ložiska. Do horní konzole byly udělány drážky pro upnutí řemenu.

Při zkoušce vyrobení díry pro ložisko bylo zjištěno, že díra nemá příslušnou kruhovitost. Toto zjištění bylo potvrzeno při měření kruhovitosti na přístroji Zeiss. Z měření byl vytvořen graf (Obr. 41). Červený kruh na grafu zobrazuje přesnou kruhovitost, modrý kruh změřenou díru. Hned na první pohled je patrný velký rozdíl a neshodnost kruhovitosti.



Obrázek 31 Graf kruhovitosti



Obrázek 32 Sestava horní konzole

4.3.3 Obrobení dolní konzole

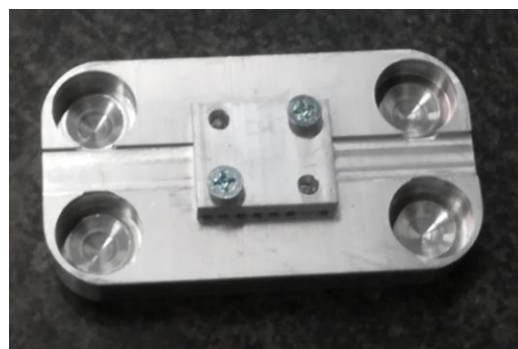
Jako horní konzole byla vyrobena z hliníkového materiálu. Byly do ní vyfrézovány díry pro ložiska a závit na stativ. Pro větší upevnění ve stativu byly do konzole navíc udělány závity okolo obvodu závitu M10. Po obrobení se do konzole nalisovaly podsestavy rolny a ložiska, a tím vznikla další podsestava.



Obrázek 33 Obrobení dolní konzole



Obrázek 34 Sestava dolní konzole



Obrázek 35 Obrobená dolní konzole

4.3.4 Obrobení čel kolejnic

Čela kolejnic byly obrobena na frézce. Byly do ní vyvrtány díry podle technické dokumentace, tedy díra pro kolejnice a díra pro upnutí držáku řemenice. Čela se poté upnula pomocí imbusového šroubu ke kolejnicím.



Obrázek 36 Obrobené čelo kolejnice

4.3.5 Obrobení držáku řemenice

Do držáku byly závitníkem vyrobeny dva závity pro upnutí k čelům kolejnic. Poté byla vyrobena ještě jedna díra pro upnutí nosné hřídele řemenice.



Obrázek 37 Obrobený držák řemenice

4.3.6 Úprava řemenice

Řemenice byla zakoupena spolu s řemenem a upnutím pro řemen (Obr. 50). Řemenice byla po zakoupení upravena na námi požadovaný rozměr, tedy 20mm. Tento krok byl podniknut pro lepší manipulaci s řemenicí, byl odstraněn materiál navíc, který neovlivní funkci řemenice. Poté byla do řemenice vyfrézována díra pro ložisko. Při obrábění se řemenice upnula do hliníkového přípravku, aby zuby řemenice nebyly poškozeny.

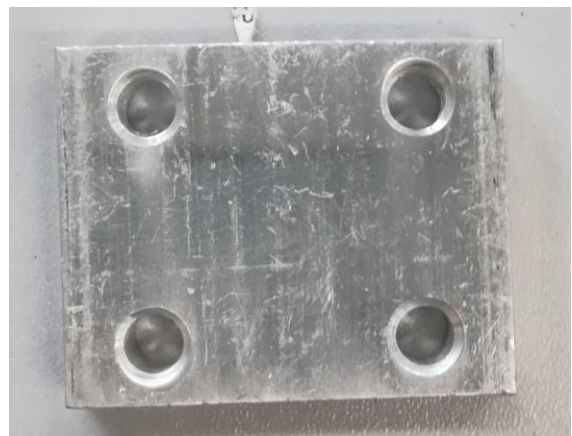
Upnutí pro řemen bylo upraveno. Upnutí bylo rozděleno na dvě části tak, aby se vešly do horní a dolní konzole.



Obrázek 38 Nakoupené komponenty- řemenice, řemen a upínky pro řemen



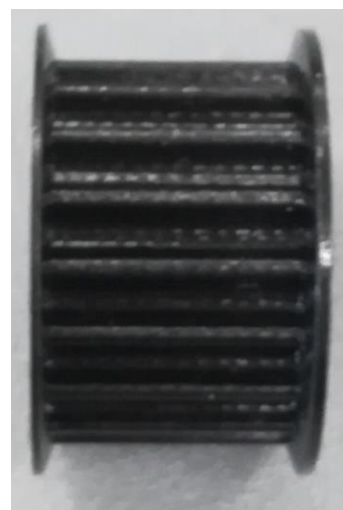
Obrázek 40 Upravená upínka pro řemen



Obrázek 39 Neupravená upínka pro řemen



Obrázek 41 Upravená řemenice



Obrázek 42 Upravená řemenice-
horní pohled



Obrázek 43 Obrábění řemenice

4.3.7 Obrobení nosné hřídele řemenice

Nosná hřídel byla soustružena na příslušné rozměry a poté byly sraženy hrany. Do hřídele byl závitníkem udělán závit M6 pro upnutí do držáku řemenice. Na tento komponent se nasadila řemenice s ložiskem. Použil se hliníkový materiál.

4.3.8 Obrobení kolejí

Nejdříve byly upraveny trubky, tedy samotné koleje. Trubka se na soustruhu upíchlá na rozměru 600mm, tedy rozměr, po kterém jezdí horní konzole. Poté byly zhotoveny závitové konce trubek. Byly udělány příslušné závity. Poté byly koncovky zašroubovány do konců trubek.



Obrázek 44 Koncovka v kolejnicích

4.4 Montáž slideru

Po obrobení všech komponentů a sestavení všech podsestav můžeme přistoupit k samotné sestavě celého slideru.

Horní a dolní jezdec byly pomocí rolen nasazeny na koleje. Na čela byla namontována sestava řemenice a poté čela byla nasazena na konce trubek a zajištěna šroubem. Poté byl nasazen řemen a podle potřeby byl napnut a nadále upevněn v konzolách pomocí upnutí řemenu.



Obrázek 45 Zhotovený kamerový slider-horní pohled



Obrázek 46 Zhotovený kamerový slider- pohled z boku



Obrázek 47 Kamerový slider na stativu

5 ZÁVĚR -ZHODNOCENÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

5.1 Zhodnocení dosažených výsledků

Cíl této práce byl vymodelovat v odborném programu jednotlivé komponenty. S komponentů poté vytvořit technickou dokumentaci. Nakoupit vhodné součástky, které poté obrobíme podle dokumentace. Z jednotlivých obrobených komponentů sestavit slider a ověřit jeho funkčnost.

Prvním cílem bylo vymodelovat v odborném systému jednotlivé komponenty a poté vytvořit technickou dokumentaci. Tento cíl byl plně splněn, všechny komponenty potřebné pro konstrukci slideru byly vymodelovány a poté byla pomocí odborného systému Solid Edge vytvořena technická dokumentace.

Dalším krokem bylo obrobit komponenty podle vytvořené dokumentace. Tento bod byl také plně splněn. Poté, co byla technická dokumentace vytvořena, byly komponenty nakoupeny a následně příslušně obrobena dle dokumentace.

Posledním cílem bylo sestavit jednotlivé komponenty do podsestav a poté do celkové sestavy a poté ověřit funkčnost celého slideru. Celý slider byl sestaven a poté byla ověřena funkčnost, při testování slideru bylo zjištěno, že vznikla vůle mezi rolnami a koleji ve vertikálním směru, tudíž slider se nepatrně ohýbá při pohybu horního jezdce ke kraji kolejí. Tato chyba však nebrání plynulému obrazu, jelikož tento ohyb je plně rovnoměrný, oko tedy nevidí žádný otřes.

Celkově byl cíl splněn a slider se ověřil jako funkční. Pojezd slideru byl, ale omezen kvůli vystupujícím řemenicím, které zkrátily celkový pojezd. V příští verzi navrhujeme přesunutí řemenic vně čel.

5.2 Závěr

V této práci byla prověřena jedna z možností konstrukce a výroby kamerové slideru. Toto řešení plynulo z jednoduchosti konstrukce, naopak muselo být dbáno na přesnost obrobených dílů. Toto řešení se projevilo jako funkční, do budoucna jsou ale možné jisté úpravy.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

Elektronické zdroje:

[1] SÚKENÍK, Jakub. *Stabilizace obrazu ve fotoaparátech* [online]. 6.1.2015, , 1 [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <https://www.fotoaparar.cz/clanek/1258/stabilizace-obrazu-ve-fotoaparatech-11471/>

[2] PIHAN, Roman. *Jak vybrat DSLR* [online]. 2013, , 1 [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: http://www.fotoroman.cz/tech2/dslr_map2_is.htm

[3] Ložisko. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lo%C5%BEisko>

[4] Kladka. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kladka>

[5] Ozubený řemen. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2009 [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ozuben%C3%BD_%C5%99emen

[6] SEDLÁK, Pavel. Malý videokurz. In: *Videokamery* [online]. [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <http://www.videoproduce.cz/videokamery.htm>

[7] LOGAN, Bruce. A Brief History of Camera Movement. *Zacuto* [online]. 401 W Ontario St. Chicago [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.zacuto.com/a-brief-history-of-camera-movement>

[8] Product Range. *MovieTech* [online]. Germany, 2018 [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.movietech.de/en/products/>

[9] Pohyby kamery. *25fps* [online]. 2007 [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <http://25fps.cz/2007/pohyby-kamery/>

[10] MEJLAPROD.COM - kamerová jízda. In: *Rajce.net* [online]. 2010 [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: https://mejlaprod.rajce.idnes.cz/MEJLAPROD.COM_-_kamerova_jizda/

[11] Kamerový jeřáb. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2018, 22.2.2018 [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kamerov%C3%BD_je%C5%99%C3%A1b

[12] MEJLAPROD.COM - Kamerový jeřáb. In: *Rajce.net* [online]. 2010 [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: https://mejlaprod.rajce.idnes.cz/MEJLAPROD.COM_-_Kamerovy_jerab/

[13] Computer aided design. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2018, 5. 12. 2018 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Computer_aided_design

[14] Computer aided manufacturing. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 25. 8. 2018 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Computer_aided_manufacturing

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Natáčení filmu "Path of Glory" [7]	10
Obrázek 2 Natáčení s dnešní dolly[8]	10
Obrázek 3 Kamerový pojezd [10].....	10
Obrázek 4 Kamerový jeřáb [12]	11
Obrázek 5 Steadicam [9].....	11
Obrázek 6 Optická stabilizace [6].....	12
Obrázek 7 Rozměrová rozvaha slideru	14
Obrázek 8 Načrtnutý komponent jezdce.....	14
Obrázek 9 Načrtnutý komponent čela	14
Obrázek 10 Základní profil kolejnic a rolen	16
Obrázek 11 Model rolny	16
Obrázek 12 Model kolejí	17
Obrázek 13 Model původní verze horní konzole.....	17
Obrázek 14 Model finální verze horního jezdce.....	17
Obrázek 15 Model dolního jezdce	18
Obrázek 16 Model řemenice	18
Obrázek 17 Model čela- vnější pohled	19
Obrázek 18 Model čela- vnitřní pohled	19
Obrázek 19 Model držáku řemenice	20
Obrázek 20 Model nosné hřídele řemenice	21
Obrázek 21 Model koncovky vodících tyčí	21
Obrázek 22 Ložiska na nosné hřídeli.....	22
Obrázek 24 Model sestavy dolního jezdce	23
Obrázek 23 Model sestavy horního jezdce	23
Obrázek 25 Model koncovek v kolejích	23
Obrázek 26 Model sestavy kolejnic.....	23
Obrázek 27 Model sestavy kamerového slideru	24
Obrázek 28 Obrábění rolny.....	25
Obrázek 29 Sestava rolny a ložiska	25
Obrázek 30 Obrobená rolna	25
Obrázek 31 Graf kruhovitosti	26
Obrázek 32 Sestava horní konzole.....	27
Obrázek 33 Obrábění dolní konzole	27
Obrázek 34 Sestava dolní konzole.....	28
Obrázek 35 Obrobená dolní konzole	28
Obrázek 36 Obrobené čelo kolejnice.....	28
Obrázek 37 Obrobený držák řemenice	28
Obrázek 38 Nakoupené komponenty- řemenice, řemen a upínky pro řemen	29
Obrázek 40 Neupravená upínka pro řemen	29
Obrázek 39 Upravená upínka pro řemen	29
Obrázek 41 Upravená řemenice.....	30

Obrázek 42 Upravená řemenice- horní pohled	30
Obrázek 43 Obrábění řemenice	30
Obrázek 44 Koncovka v kolejnicích.....	30
Obrázek 45 Zhotovený kamerový slider-horní pohled	31
Obrázek 46 Zhotovený kamerový slider- pohled z boku.....	31
Obrázek 47 Kamerový slider na stativu.....	31

8 SEZNAM PŘÍLOH

- 1) Obrázky
- 2) Technologický postup frézování
- 3) Technologický postup soustružení
- 4) Zdrojové soubory modelů
- 5) Technická dokumentace
- 6) Elektronická práce SOČ

Přílohy jsou uloženy na přiloženém DVD.