

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ



FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE DESIGN

KONSTRUKČNÍ A TECHNOLOGICKÝ NÁVRH PLASTOVÝCH DÍLŮ NA MOTOCYKL BLATA 125

CONSTRUCTIONAL AND TECHNOLOGICAL DESIGN OF PLASTIC PARTS FOR
MOTORCYCLE BLATA 125

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÁCLAV VEJBORNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. DANIEL KOUTNÝ

Zadání závěrečné práce

Název práce:

Konstrukční a technologický návrh plastových dílů na motocykl Blata 125

Název práce anglicky:

Constructional and technological design of plastic parts for motorcycle Blata 125

Vedoucí: Ing. Daniel Koutný

Ústav: Ústav konstruování

Typ práce: diplomová práce

Cíle, kterých má být dosaženo:

Diplomová práce musí obsahovat:

1. Přehled současného stavu poznání.
2. Formulaci řešeného problému a jeho analýzu.
3. Vymezení cílů práce.
4. Návrh metodického přístupu k řešení.
5. Analýzu a interpretaci získaných údajů.
6. Diskuzi.

Forma diplomové práce: průvodní zpráva, technická dokumentace

Charakteristika problematiky úkolu: Cílem diplomové práce je návrh konstrukčního řešení vybraných plastových dílů motocyklu Blata 125 včetně návrhu forem pro vstříkování.

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší praktické konstruktérské úkoly z oblasti motocyklového průmyslu. V první části popisuje návrh několika plastových součástí pro český motocykl Blata125. Ve druhé části jsou popsány zkonstruované formy pro vstřikování těchto plastových dílů.

KLÍČOVÁ SLOVA

plastové díly, formy pro vstřikování, CAD, konstrukce, design, motocykly

ABSTRACT

This thesis solves actual engineering tasks from the field of motorcycle industry. The first part describes the design of several plastic parts for Czech motorcycle Blata125. The design of injection moulds for selected parts is described in second part of the thesis.

KEYWORDS

plastic parts, injection moulds, CAD, design, styling, motorcycles

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VEJBORNÝ, V. *Konstrukční a technologický návrh plastových dílů na motocykl Blata 125*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 73 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Daniel Koutný.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Svým podpisem zde stvrzuji, že jsem diplomovou práci *Konstrukční a technologický návrh plastových dílů na motocykl Blata125* zpracoval samostatně.

V Brně dne

.....

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji za pomoc a podporu firmě Blata s.r.o., která mi poskytla možnost a zázemí pro realizaci této práce. Jmenovitě Ing. Stanislavu Hanušovi, který mi byl velkým rádcem nejen v oblasti vlastní konstrukce, ale především na poli designu.

OBSAH

Obsah	11
Úvod	13
1. Přehled současného stavu poznání.....	14
1.1. Úvod	14
1.2. Plastové materiály	16
1.3. Technologie zpracování plastů	16
1.3.1. Vytlačování.....	17
1.3.2. Vyfukování	17
1.3.3. Rotační tváření.....	18
1.3.4. Vstřikování	19
1.3.5. „Rapid technologie“	20
1.4. Zásady konstrukce součástí pro technologii vstřikování.....	21
1.4.1. Tloušťka stěny	21
1.4.2. Zaformovatelnost.....	21
1.4.3. Úkosity a rádiusy	22
1.4.4. Další prvky	22
1.5. Formy pro technologii vstřikování plastů.....	23
1.5.1. Vtokový systém	25
1.5.2. Chladicí systém	26
1.5.3. Vodící systém	26
1.5.4. Systém vyhazování výlisku	27
1.5.5. Ostatní prvky	28
1.5.6. Materiály pro výrobu forem	28
2. Formulace řešeného problému a jeho technická a vývojová analýza.....	29
3. Vymezení cílů práce	30
4. Návrh metodického přístupu k řešení	31
4.1. Metodický přístup ke konstrukci plastových výlisků.....	31
4.2. Metodický přístup ke konstrukci forem	31
5. Návrh variant řešení a výběr optimální varianty	32
6. Konstrukční řešení	33
6.1. Konstrukční řešení plastových dílů	33
6.1.1. Přední blatník pro Enduro	33
6.1.2. Skupina plastů masky světlometů	40
6.1.3. Vodítko řetězu	46
6.1.4. Podsedlové koncové plasty.....	48
6.2. Konstrukční řešení forem pro vstřikování	52
6.2.1. Společné vlastnosti	52
6.2.2. Forma na přední blatník enduro.....	53
6.2.3. Formy na bočnice masky světel.....	55
6.2.4. Forma na parabolou a štítek.....	56
6.2.5. Forma na sklo světlometu.....	56
6.2.6. Forma na vodítko řetězu	57
6.2.7. Forma na podběh zadního kola.....	58
6.2.8. Forma na držák SPZ	61
6.2.9. Forma na box na nářadí	62
6.2.10. Výkresová dokumentace.....	64
7. Konstrukční, technologický a ekonomický rozbor řešení.....	65

7.1. Konstrukční rozbor	65
7.2. Technologický rozbor	65
7.3. Ekonomický rozbor.....	65
8. Seznam použitých zdrojů	66
9. Seznam použitých zkratk, symbolů a veličin.....	69
10. Seznam obrázků a grafů.....	70
11. Seznam tabulek	72
12. Seznam příloh.....	73

ÚVOD

Diplomová práce popisuje zpracování vybraných plastových dílů pro motocykl Blata125. Zabývá se všemi úrovněmi vývoje a konstrukce vnějších plastových dílů a forem, od počátečních myšlenek a úvah, až do finální fáze odlisování navrženého dílu.

Motocykl Blata125 je první „dospělou“ motorkou firmy Blata, která se do té doby zabývala převážně vývojem, konstrukcí a výrobou minibiků. Motocykl je navržen ve dvou provedeních – Motard a Enduro. Motorka je orientována na zákazníky z řad teenagerů, čemuž je podřízen ostře řezaný moderní design, kvalita zpracování a použité komponenty. Motocykl je osazen motorem o objemu 125cm³, který jej řadí do kategorie A1. Absolutní většina dílů i nástrojů pro výrobu je navržena a vyrobena ve firmě Blata.



Obr. 1 Blata125 Motard [12]

Návrh a konstrukce motocyklu s sebou přináší jednu zcela zásadní odlišnost (např.: v porovnání s návrhem automobilu). Vzhledem k tomu, že v podstatě všechny díly na motocyklu jsou obnažené - viditelné, vyžaduje návrh jakéhokoli dílu jeho zpracování do sebemenšího detailu. Vše musí být sladěno a zapadat do celkového vzhledu motocyklu.

Rozsah diplomové práce zdaleka nestačí k obsažení všech podstatných skutečností týkajících se zpracovaného tématu. Z tohoto důvodu je v diplomové práci popsána jen část celkového rozsahu zadané práce s důrazem na tvůrčí řešení.

Poznámka autora: Oficiální zadání této diplomové práce je strukturováno pro analytickou práci. Tato diplomová práce je čistě konstrukční, tudíž bylo převzato a použito strukturování pro diplomovou práci konstrukční.

1. PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Pro přiblížení problematiky této diplomové práce jsou v úvodních kapitolách vysvětleny některé hlavní technologie zpracování plastů, zásady konstrukce plastových dílů pro technologii vstřikování a popis forem pro technologii vstřikování plastů.

1.1. Úvod

Využití plastů nabralo v posledních desetiletích obrovského významu v mnoha průmyslových odvětvích. Zcela jistě můžeme prohlásit, že plastařský průmysl (vývoj plastových materiálů, technologie zpracování plastů, konstrukce plastových součástí) je jedním z nejprogresivněji se rozvíjejících technických oborů a to v celosvětovém měřítku.

Takovýto význam si plasty vydobily díky několika zásadním vlastnostem, kterými se odlišují od tradičních materiálů. Jako příklady uveďme velice příznivý poměr hustota/pevnost, snadná recyklovatelnost, téměř neomezené možnosti tvarování, schopnost rychlé hromadné výroby a širokou škálu plastových materiálů, které má konstruktér na výběr při návrhu součástí. Díky vhodným přísadám mohou plastové výrobky pracovat ve velkém rozsahu teplot, mohou být chemicky odolné, barevně stálé, nehořlavé atd.

Postupem času už plastové součásti zdaleka nemají jen „krycí“ funkci, dávající výrobku vnější tvary, ale používají se stále častěji i jako hlavní nosné konstrukční součásti. V dnešní době se například můžeme u moderních automobilů setkat se dveřmi konstruovanými z převážně plastových dílů.

Klíčovými tématy této diplomové práce jsou plastové díly a motocykly. Zkusme porovnat z pohledu použití plastů dva motocykly zapadající do stejné kategorie, ovšem vyrobené s časovým posuvem 34 let. Prvním je Honda CB125S vyrobená v roce 1972 a druhou je Yamaha XT125X pocházející z roku 2006.



Obr. 2 Honda CB125S r.v.1972 [13]



Obr. 3 Yamaha XT125X r.v.2006 [14]

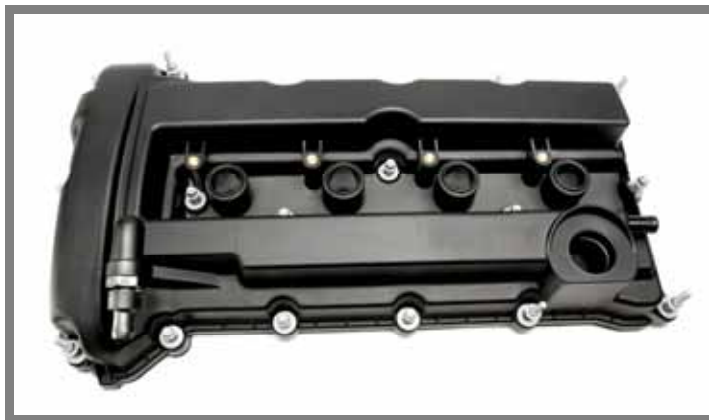
Pokud si pozorně prohlédneme Hondu z roku 1972 tak kromě gripů rukojetí, krytů blinkačů a krytu zadního světla na ní o mnoho více plastových součástí nenajdeme. Většina vnějších součástí je vyrobena tradičními technologiemi z kovových plechů nebo odléváním. Při zkoumání Yamahy z roku 2006 na první pohled odhalíme, že většina vnějších dílů jako jsou blatníky, podsedlové kryty, boční kryty, maska světlometu a držák registrační značky jsou vyrobeny z plastů. Ale nejen tyto, při detailnějším zkoumání zjistíme, že i palivová nádrž a její víčko je plastové. Komponenty osvětlení, už nejsou vyrobeny z kovového plechu a skla, ale jsou to také plastové výlisky. Ovládací prvky na řídítkách jsou mnohem pohodlněji ovladatelné díky výborné tvarovatelnosti plastů. Při pohledu do motoru bychom objevili mnoho plastových zátek, těsnění, ale třeba i napínák rozvodového řetězu vyrobený z plastu. Použitím plastů se na takovémto druhu motocyklu může dosáhnout hmotnostní úspory několik kilogramů. Posouzení designu ponechme na každém individuálně.

Z pohledu historie to ovšem nejsou jen samotné plastové materiály, které stojí za obrovským pokrokem v oblasti designu produktu a tvarování součástí. Souběžně s vývojem plastových materiálů a technologie jejich zpracování se vyvíjely také CAD a CAM systémy, bez kterých by se plastařský průmysl neobešel.



Obr. 4 Pierre Étienne Bézier (1910-1999), průkopník v oblasti CAD a CAM systémů [15]

V blízké budoucnosti se můžeme dočkat například masového použití plastových vík motorů a vík hlav válců.



Obr. 5 Víko hlavy válce spalovacího motoru z materiálu DuPont Zytel nylon 66 [16]

Ve vzdálenější budoucnosti se dočkáme tak hojného použití plastů, jak nám už nyní ukazuje třeba studie vozidla budoucnosti Rinspeed eXaxis.



Obr. 6 Rinspeed eXaxis [17]

1.2. 1.2. Plastové materiály

Nejčastěji používanými plastovými materiály ze skupiny termoplastů jsou polyetylén, polypropylen, polytetrafluorethylen, polykarbonát, polyuretan, akrylonitrilbutadienstyren, polyethylentereftalát, etylenpropylendienmonomer polyamid, a mnohé další.

1.3. 1.3. Technologie zpracování plastů

Následující kapitoly ukazují vybrané nejběžnější technologie zpracování plastů a oblast výrobků pro které jsou vhodné.

1.3.1. Vytlačování

Tato technologie slouží k výrobě trubek, vláken, hadic, profilů, plátů, desek atd. Požadovaný tvar vzniká protlačováním taveniny skrz šterbinu (protlačovací hlavu) ve vytlačovacím lisu a jejím následným ochlazováním [1]. Na obrázku níže je znázorněn jednoduchý šnekový vytlačovací stroj. Vytlačovací stroj bývá obvykle zařazen do kompletní linky, ve které jsou dále zařízení pro odtažení vytlačeného profilu, chlazení, kalibraci, povrchovou úpravu, navíjení, ustríhování a další [10]. Jednou z modifikací této technologie je i potahování drátů a kabelů elektrického vedení.

1.3.1.

Obr. 7 Šnekový vytlačovací stroj [18]

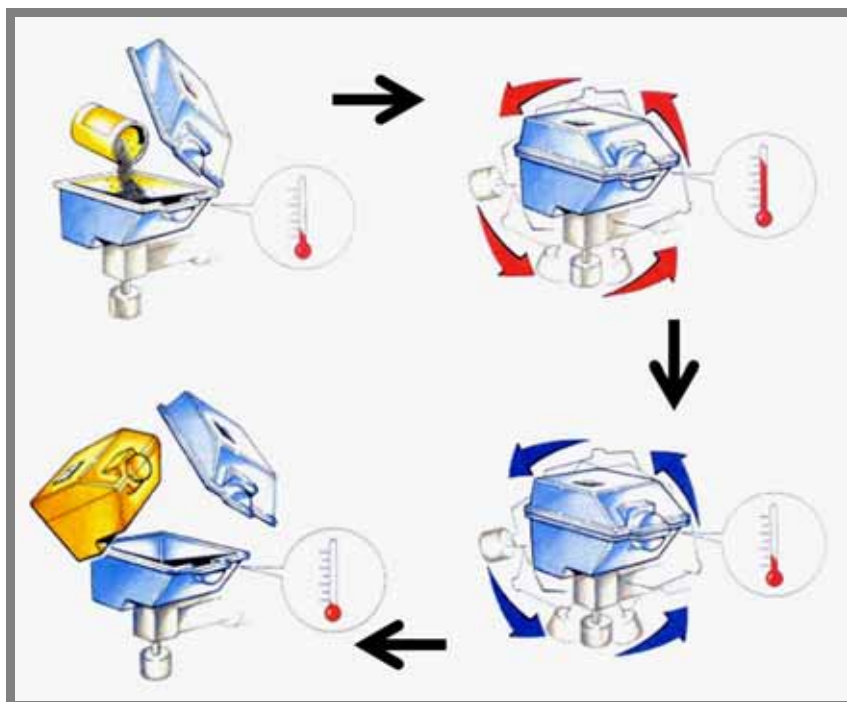


Obr. 8 Produkty technologie vytlačování [19]

1.3.2. Vyfukování

Metoda vyfukování plastů je založena na několika principech, které odpovídají jednotlivým fázím výroby vyfukovaného výrobku. V první fázi je do prostoru mezi otevřenou polovinou formy vytlačován polotovár - parizon, který má tvar trubky/kapsy [5]. V další fázi je parizon sevřen polovinami formy a ve fázi poslední

1.3.2.



Obr. 11 Princip technologie rotačního tváření [22]

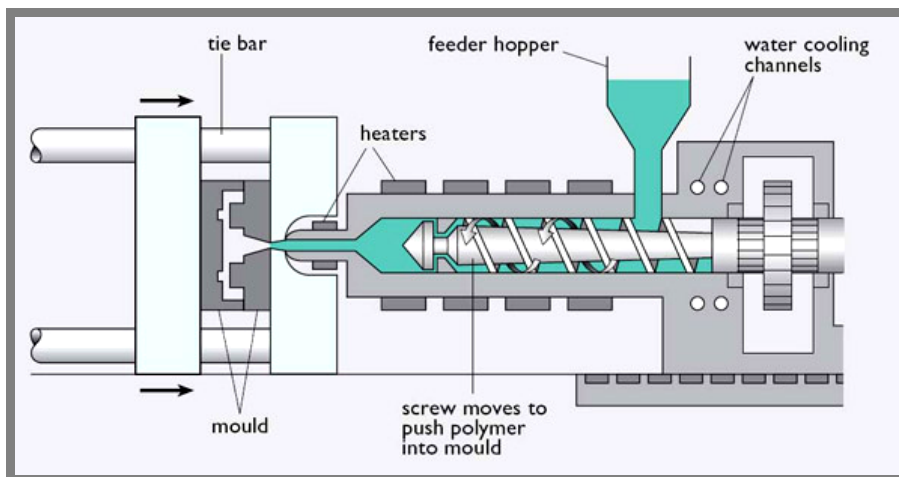


Obr. 12 Tvarově složité součásti vyrobené technologií rotačního tváření [23]

1.3.4. Vstřikování

Vstřikovací technologie je bezpochyby nejpoužívanější metodou výroby plastových součástí. Umožňuje výrobu otevřených tenkostěnných výrobků malých i velkých rozměrů, taktéž jednoduchých i velice komplikovaných tvarů. Je vhodná pro malosériovou i velkosériovou výrobu. Princip technologie je založen na vysokotlakém vstřikování taveniny plastu do dutiny ve formě. Následuje ochlazení taveniny, otevření formy a vyhození vylisku. Schéma vstřikovací technologie je zobrazeno níže. Technologie má několik modifikací pro specifické účely.

1.3.4.



Obr. 13 Technologie vstřikování /mould - forma, tie bar - vodící tyč, heaters - vyhřívání, screw moves to push polymer into mould - šnek tlačící plast do formy, feeder hopper – násypka, water cooling channels – díry pro chlazení/ [24]

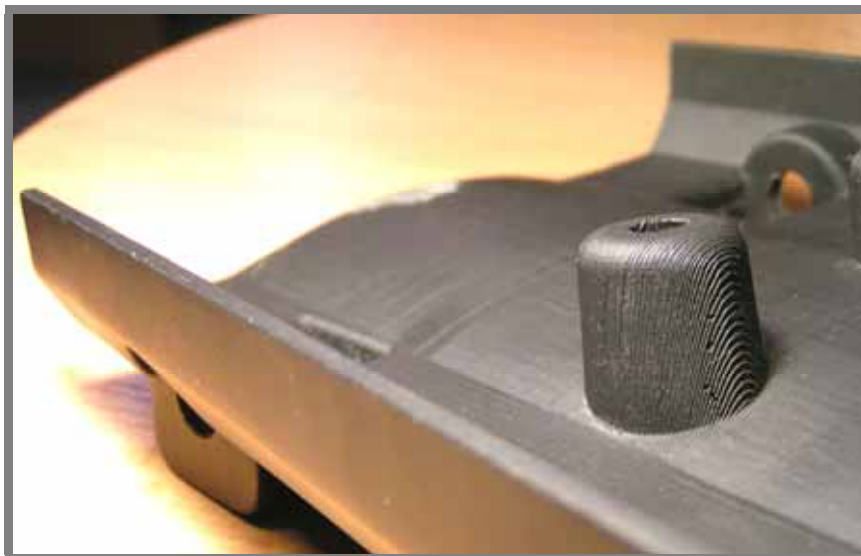


Obr. 14 Tvarově složitý kryt mobilního telefonu vyrobený technologií vstřikování [25]

1.3.5.

1.3.5. „Rapid technologie“

Pokud popisujeme metody zpracování plastů, nesmíme zapomenout alespoň zmínit technologie rapidprototypingu a rapidtoolingu. Tyto relativně nové a rychle se rozvíjející odvětví jsou dnes již pevně spjaty s fází návrhu a vývoje výrobku případně kusové výroby.



Obr. 15 Prototypová součást vyrobená technologií FDM (Fused Deposition Modelling)

1.4. Zásady konstrukce součástí pro technologii vstřikování

1.4.

Kapitola popisuje některé hlavní zákonitosti, které musí být zohledněny při návrhu plastového vylisku (součásti vyráběné technologií vstřikování). Nejsou zde popisovány skutečnosti týkající se designu a funkce součásti, ale *pouze technologické požadavky specifické pro vstřikování*. Konkrétní číselná doporučení, např. pro určení optimální tloušťky stěny, minimálního úkosu atd. jsou dostupná v odborné literatuře.

1.4.1. Tloušťka stěny

1.4.1.

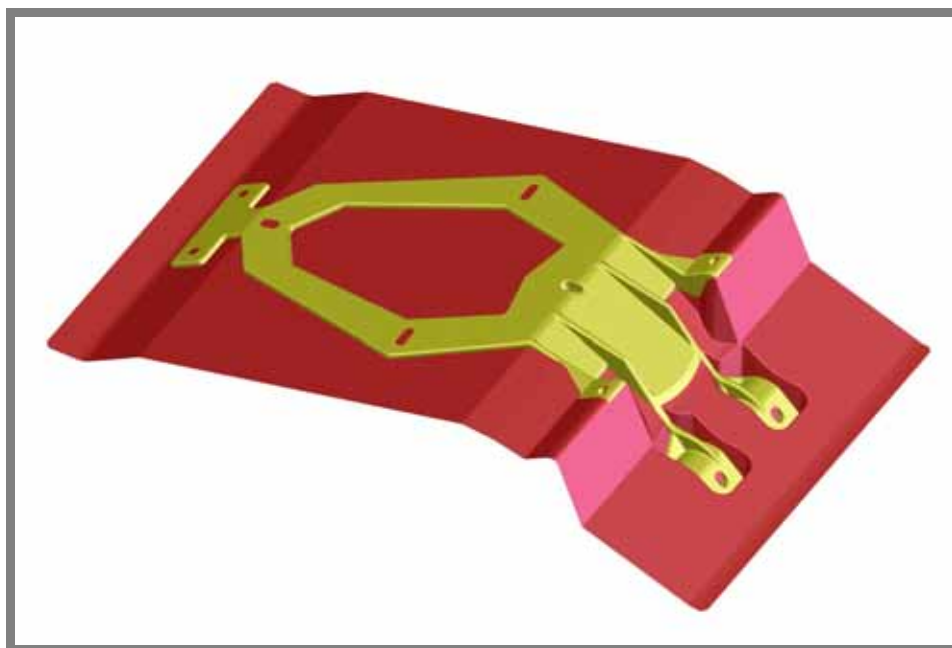
Tloušťka stěny se u plastových vylisků volí v rozmezí několika desetin milimetru až do šesti milimetrů. U některých speciálních materiálů je možné volit i větší. Tloušťka stěny, společně s délkou toku materiálu dutinou, ovlivňuje zatékavost taveniny ve formě a lisovací podmínky [4].

1.4.2. Zaformovatelnost

1.4.2.

Zaformovatelná je taková součást, jejíž tvar umožňuje bezproblémové vyjmutí z obou polovin formy. Pro zaformování komplikovaných tvarů, bočních otvorů, závitů apod. je mnohdy nutné použít speciální formovací techniky. Se zaformovatelností souvisí vhodná volba dělicí plochy, která je stěžejní pro konstrukci formy a její výrobu. Dělicí plochou se rozumí povrch, který rozděluje součást pro zaformování do polovin formy.

Nespornou výhodou při konstrukci plastových vylisků je skutečnost, pokud je konstruktér vylisku zároveň i konstruktérem formy, nebo má aspoň přesné a reálné představy o možnostech zaformování.



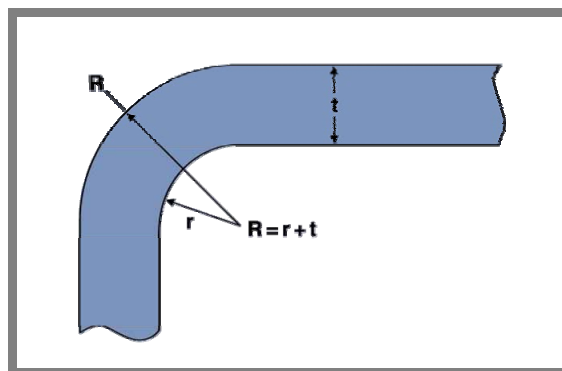
Obr. 16 Ukázka vhodně zvolené dělicí plochy (červená)

1.4.3.

1.4.3. Úkosity a rádiusy

Zpravidla všechny plochy na součásti musí být opatřeny úkosity ve směru otevření formy. Tyto úkosity zajistí snadné vyjmutí – vyhození vylisku z formy.

Následující obrázek ukazuje zásadu dodržení rádiusů v rohu součásti. Tím se omezí koncentrace napětí, deformace vlivem chladnutí a jsou udrženy vhodné vstřikovací podmínky [3].



Obr. 17 Vhodné rádiusování v rozích vylisku [3]

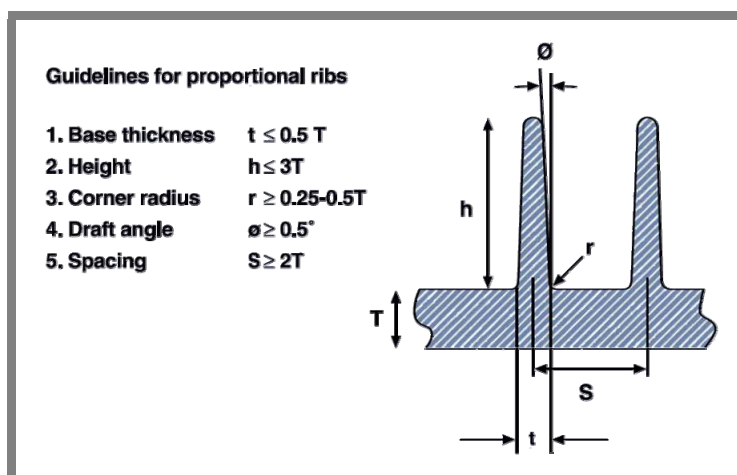
Vzhledem k tomu, že plastové vylisky jsou často tvarově složité součásti, je třeba dodržovat i velikost rádiusů nutných pro danou technologii výroby formy.

1.4.4.

1.4.4. Další prvky

Žebra

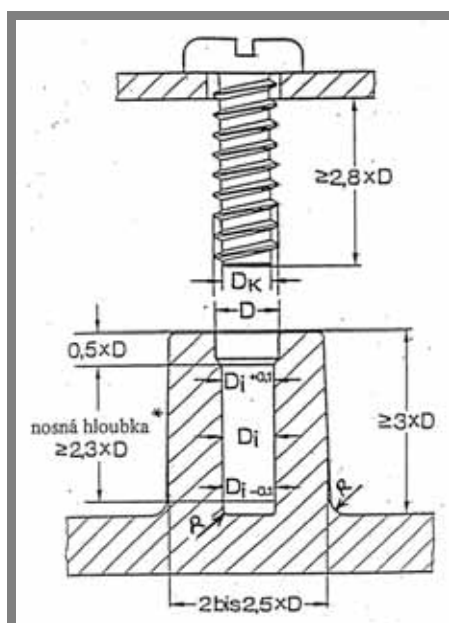
U plastových dílů se pro vyztužení hojně využívají žebra. Jejich tvary a napojení do základních ploch mají zvláštní pravidla.



Obr. 18 Ukázka doporučení pro konstrukci žebíř (Base thickness – tloušťka žebíř v kořenu, Height – výška, Corner radius – rádius v kořenu, Draft angle – úkos, Spacing – rozestup) [3]

Nálitky pro samořezné šrouby

Samořezné šrouby jsou oblíbeným způsobem spojování plastových dílů, jelikož není třeba složitě formovat závit pro šroub. Následující obrázek je ukázkou doporučení pro konstrukci nálitků pro samořezné šrouby.



Obr. 19 Nálitky pro samořezné šrouby [4]

1.5. Formy pro technologii vstřikování plastů

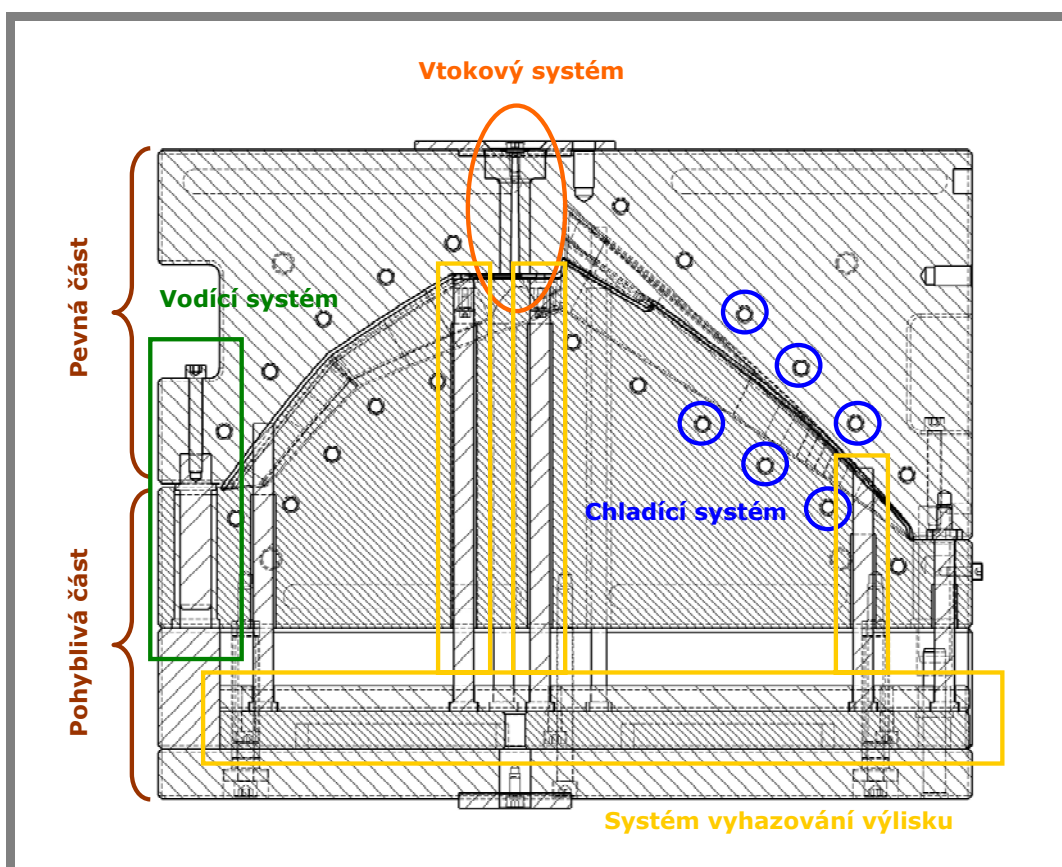
Proces vstřikování se odehrává ve vstřikovacím lisu. Je to *stroj* který zajišťuje všechny nutné kroky v průběhu procesu vstřikování. Těmi jsou zejména tavení granulí, zavření/otevření formy, vstříknutí taveniny pod tlakem, chlazení formy, vyhazování vylisku a další. Vstřikovací forma je *nástrojem* pro vstřikovací lis.



Obr. 20 Horizontální vstřikovací lis [26]

Konstrukce forem pro vstřikování je značně rozsáhlý obor zahrnující mnoho technik. Z tohoto důvodu je zde popis omezen pouze na jednodušší formy. Konkrétní číselná doporučení pro návrh forem, podobně jako pro návrh výlisku, jsou konstruktérovi k dispozici v odborné literatuře.

Obrázek níže ukazuje v řezu formu a její základní prvky. Forma se skládá ze dvou základních podsestav - pevné části a pohyblivé části. Pevná část je ve vstřikovacím lisu upnuta na stranu trysky stroje. Pohyblivá část je upnuta na pohyblivé desce stroje.



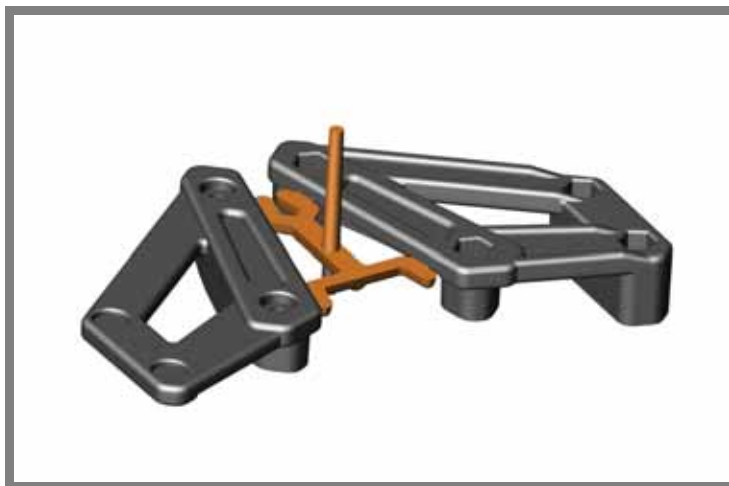
Obr. 21 Řez jednoduchou formou

V následujících podkapitolách jsou popsány základní konstrukční prvky forem pro vstřikování.

1.5.1. Vtokový systém

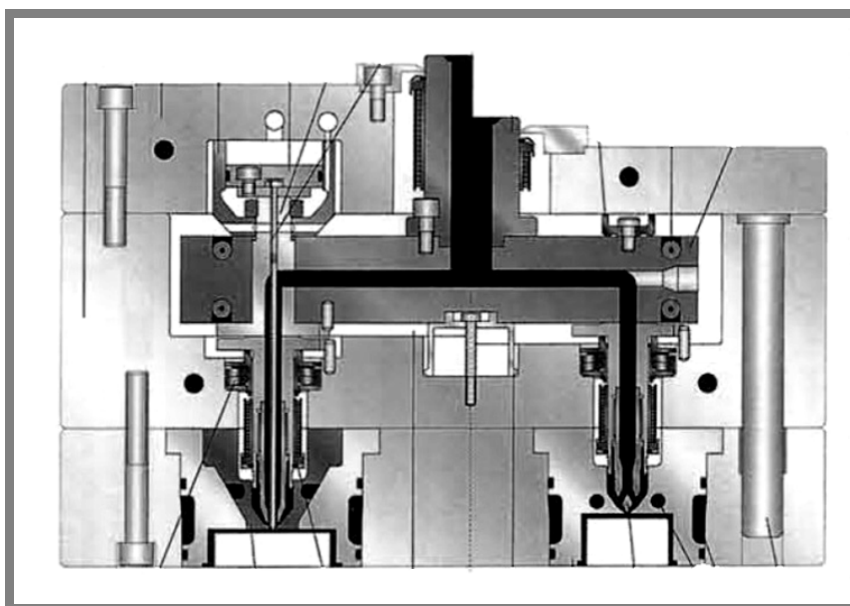
Úlohou vtokového systému je vedení taveniny plastu z plastizační komory lisu zakončené tryskou do tvarové dutiny ve formě. Používají se vtokové systémy horké nebo studené.

Studené vtoky jsou konstrukčně jednoduché, avšak po odlisování je třeba od výlisku oddělit tu část plastu, která ztuhla ve vtokovém systému a je pevně spojena se samotným výliskem. Studené vtoky mají mnoho variant uzpůsobených pro specifické použití.



Obr. 22 Ukázka studeného vtokového systému (oranžově)

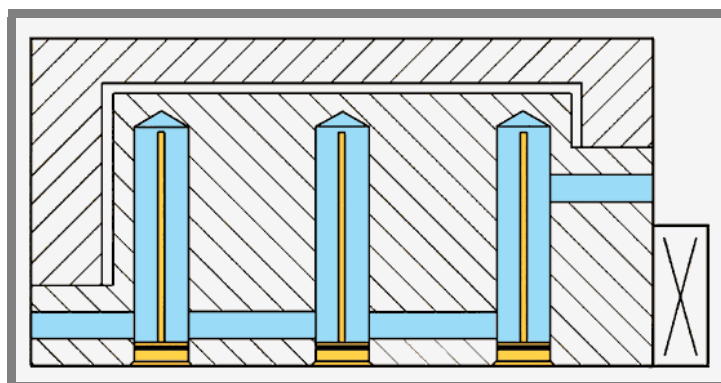
Horký vtok je soubor zařízení, který vyhřívá celý vtokový systém ve formě až do bodu vstříku do součásti. Výlisk je z formy vyhazován v konečné podobě, bez jakýchkoliv přídavků materiálu. Horké vtokové systémy výrazně zvyšují náklady na formu a jsou nejvíce vhodné pro velkosériovou výrobu.



Obr. 23 Horký vtokový systém [2]

1.5.2.**1.5.2. Chladicí systém**

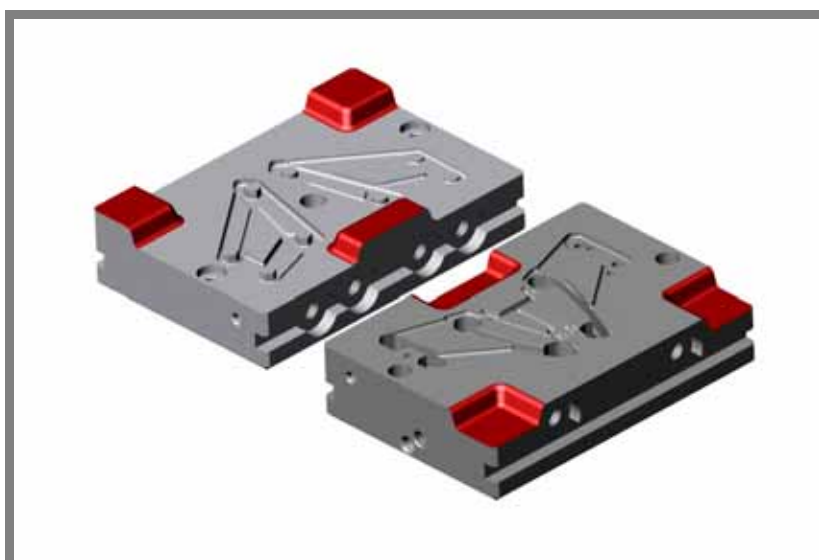
Tavenina s sebou přináší do dutiny formy velké množství tepla, které je třeba odvádět a tím udržovat formu v optimální teplotě. Velmi důležitým faktorem je rovnoměrnost chlazení formy, tak aby teplotní gradienty byly co nejmenší. Kvalita chlazení se přímo projevuje i do kvality vylisku. Jako chladicí médium se obvykle používá voda. Nejběžnější a nejjednodušší prvky chlazení jsou navrtnané díry, skrz které proudí chladicí médium. Dodavatelé komponentů pro formy nabízí také speciální teplovodné materiály pro chlazení špatně přístupných míst.



Obr. 24 Ukázka chlazení formy pomocí navrtnaných děr a přepážek [27]

1.5.3.**1.5.3. Vodící systém**

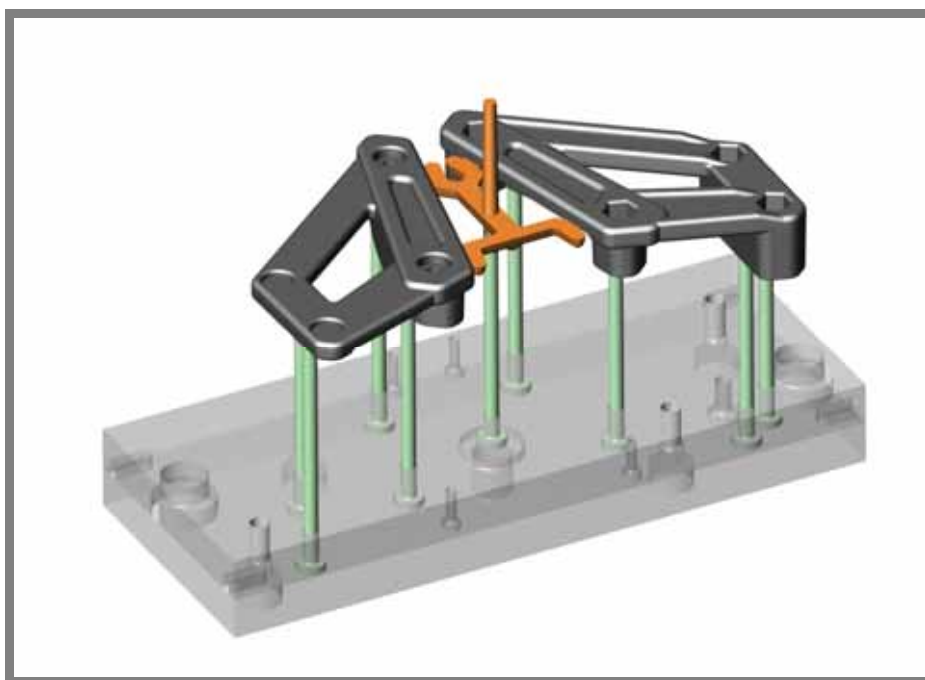
Vodící prvky ve formě zaručují přesné vedení pohyblivých dílů a to zejména pevné a pohyblivé části vzájemně proti sobě, nebo například pohyblivých komponentů vyhazovacího systému. Základními prvky jsou vodící kolíky, vodící sloupky a vodící pouzdra. Dalším způsobem zaručujícím přesné dosednutí komponentů na sebe jsou tzv. tvarové zámky neboli tvarové vedení [2].



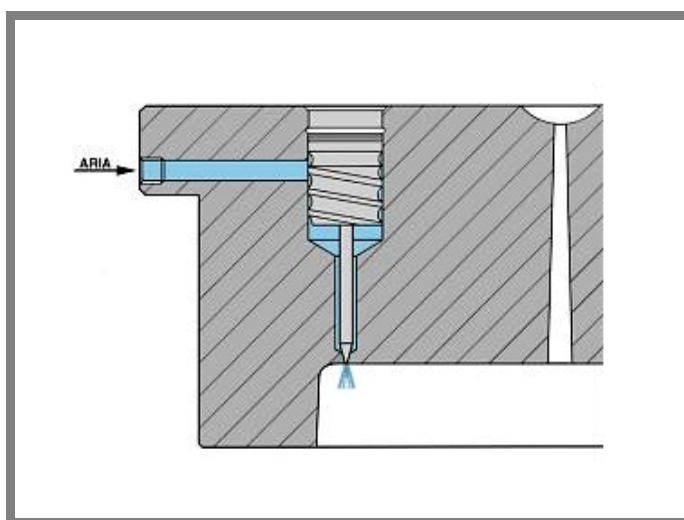
Obr. 25 Poloviny formy vedené pomocí tvarových zámků (červeně)

1.5.4. Systém vyhazování výlisku

Formy jsou zpravidla navrhovány tak, aby po ochlazení výlisku (ztuhnutí taveniny) a otevření formy výlisek zůstal v pohyblivé části formy. Systém vyhazování následně vyrazí výlisek z pohyblivé části. Vylisované součásti přímo padají z lisu ven nebo jsou odebírány robotem. Systém vyhazování tvoří desky ve kterých jsou ukotveny vyhazovače. Desky jsou pevně spojeny s pohyblivým trnem v lisu, který zajišťuje vlastní pohyb vyhození. Běžně se používají vyhazovače válcové, trubkové nebo tvarové. Alternativním způsobem je např. vyhazování stlačeným vzduchem [4].



Obr. 26 Systém vyhazování používající jednoduché válcové vyhazovače (zeleně)



Obr. 27 Vzduchové vyhazování [28]

1.5.5.

1.5.5. Ostatní prvky

Dalšími komponenty forem pro vstřikování jsou nebo mohou být:

- boční tahače
- pneumatické prvky
- spojky
- dorazy
- datumovky
- prvky od vzdušnění
- upínací a manipulační prvky
- spojovací materiál
- počítadla
- a mnohé další.

1.5.6.

1.5.6. Materiály pro výrobu forem

Volba materiálu se odvíjí od mnoha faktorů. Nejčastěji se vstřikovací formy pro velkosériovou výrobu vyrábí z nástrojových ocelí. Zkušební formy a formy pro malosériovou výrobu mohou být zhotoveny ze slitin hliníku. Desky forem mohou být vyrobeny z běžných ocelí nebo slitin hliníku. Vysoce namáhané díly jako vodící kolíky, vodící pouzdra, dorazy apod. se vyrábí z cementačních ocelí.

2. FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

2.

V období zadání této diplomové práce byl motocykl Blata125 ve fázi vývoje. Pro dokončení projektu v oblasti plastových dílů bylo třeba navrhnout nové, ještě neexistující součásti. Dále bylo nutné upravit, zrekonstruovat a dořešit některé již existující plastové díly, na kterých byly odhaleny nedostatky. Bylo zapotřebí zkonstruovat a vyrobit formy pro technologii vstřikování, ověřit finální výlisky, případně navrhnout a realizovat úpravy.

3. VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Konkrétní cíle práce jsou následující:

- Navrhnout přední blatník pro Enduro variantu motocyklu.
- Vyřešit spojení plastových dílů masky světlometu, navrhnout nové sklo (průhledný překryt) předního světlometu, celkově dořešit díly této skupiny.
- Navrhnout koncové podsedlové plasty, navrhnout podobu uložení nouzového nářadí (pokud na něj bude v této oblasti místo).
- Navrhnout zadní vodítko řetězu.
- Zkonstruovat vstřikovací formy pro všechny zmíněné součásti včetně kompletní výkresové dokumentace.

Některé detailnější požadavky jsou dále uvedeny v kapitole 6. u popisu konstrukce jednotlivých dílů a forem.

4. NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ

4.

4.1. Metodický přístup ke konstrukci plastových výlisků

4.1.

Posloupnost vývoje plastových dílů je postavena na třech základních stavebních kamenech kterými jsou:

- FUNKCE
- DESIGN
- TECHNOLOGIE

Značně zjednodušeně by se dalo říct, že vývoj začíná u funkce, která dá součásti základní požadavky a tvary. Design upraví tyto tvary do sofistikované podoby. A technologie doladí už téměř finální součást do vyrobitelného stavu. Ve skutečnosti to tak jednoduché není, protože tyto tři základní prvky jsou vzájemně silně provázány a musí jít vždy ruku v ruce. Přístup k návrhu jednotlivých popisovaných plastových součástí se tak značně liší.

4.2. Metodický přístup ke konstrukci forem

4.2.

Na počátku konstrukce formy stojí plastový výlisek a od něj se konstrukce formy ubírá následujícími kroky:

- Aplikace měřítka odpovídajícího smrštění materiálu
- Stanovení polohy výlisku ve formě
- Volba násobnosti formy
- Tvorba dělicí plochy a návrh vedení
- Volba vtoku
- Návrh vyhazování
- Návrh chlazení
- Návrh dalších prvků

Tato posloupnost se zcela zásadně mění v závislosti na formované součásti a její zvláštnostech.

5. 5. NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Varianty byly navrhovány a zvažovány nejvíce v oblasti designu. Více o variantách, nejen designového řešení, je uvedeno v kapitole 6., která popisuje konstrukci jednotlivých dílů a forem.

6. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

6.

6.1. Konstrukční řešení plastových dílů

6.1.

Tato kapitola popisuje jednotlivé plastové díly, jejich funkci, zástavbu v motocyklu a další podstatné parametry a vlastnosti, na které musel být brán ohled při jejich navrhování.

První podkapitola, popisující návrh předního blatníku pro verzi motocyklu Enduro, navíc podrobněji vystihuje i použité modelovací techniky plastových součástí v systému SolidWorks 2005 a základní metody analýzy modelů.

Fotografie odlisovaných dílů jsou k dispozici v příloze.

6.1.1. Přední blatník pro Enduro

6.1.1.

Jak bylo zmíněno v úvodní kapitole, motocykl Blata125 existuje prozatím ve dvou verzích. Motard a Enduro. Motard je konfigurací výchozí a prvotní. Enduro se od něj liší jinými koly, rozetou, vyššími zdvihy pérování, geometrií a předním blatníkem, který svým tvarem více vyhovuje této kategorii.

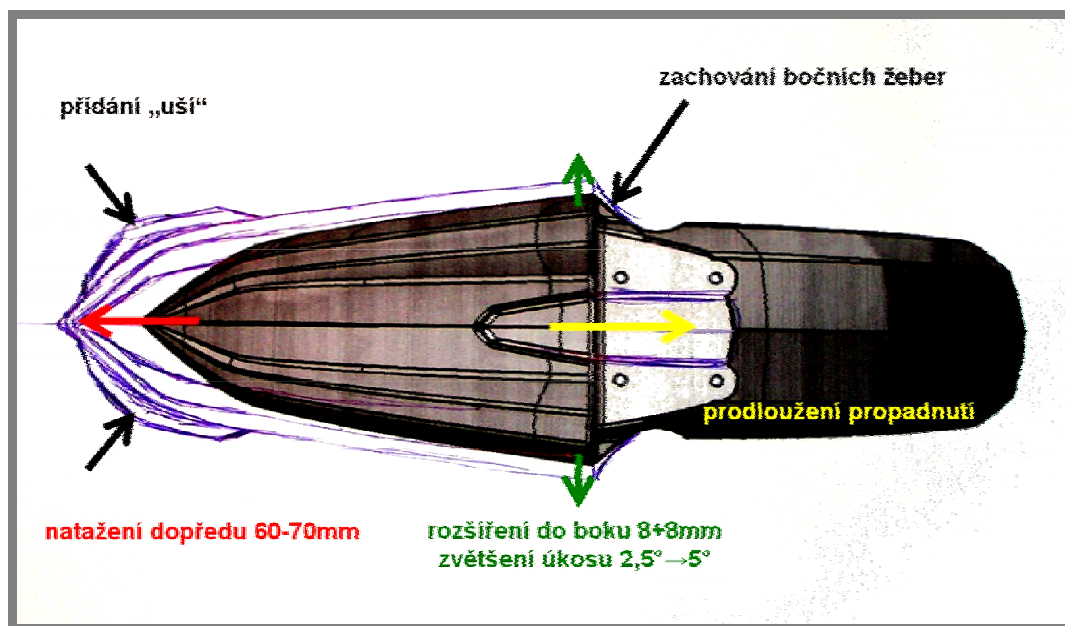
Přední blatník vychází tvarově z již existující verze blatníku pro Motard a zachovává celkový osobitý vzhledu motocyklu. Změny, kterými se odlišuje od Motardového blatníku jsou uvedeny v následujících skupinách.

Funkční

Již název součásti blatník napovídá, že má co do činění s blátem. U Endura se předpokládá použití na nezpevněných cestách i v lehčím terénu, proto byla plocha blatníku zvětšena, aby byl schopný zachytit co nejvíce bláta odletujícího od předního kola. Došlo k rozšíření do šířky a natažení dopředu. Při návrhu bylo dbáno na sousedící součásti, aby bylo zabráněno kolizím. Byla zajištěna dostatečná vůle mezi přední pneumatikou a vlastním blatníkem při maximálním propružení přední vidlice. Vzhledem k tomu, že na špičce blatníku přibyla jeho prodloužením hmotnost, byla zvýšena jeho podélná tuhost, což zabrání možným nežádoucím vibracím špičky. Toto bylo zajištěno vhodným umístěním vnějších žebířů po krajích blatníku, která jsou po montáži schována za nohy vidlice. Toto řešení se úspěšně osvědčilo u blatníku pro Motard. K tomuto navíc přibyla vytažení propadnutí pro kabely a konektory světlometů až do plochy upevnění k spodním brýlím, což vytvořilo kolmé plochy (žebra) spojující přední partii blatníku s pevnou přípevňovací plochou. Zadní plocha blatníku zůstala bez zásadních změn. Došlo pouze k mírnému odklopení směrem dozadu a prodloužení, avšak při zachování dostatečné vůle mezi blatníkem, výfukovým svodem, rámem a hadicí ventilu sekundárního vzduchu.

Vzhledové

Díky natažení blatníku směrem dopředu vznikla nadměru dlouhá nepřiměřená linie jdoucí od špičky blatníku až k nohám vidlice. Tato byla „rozbita“ přidáním postraních „uší“ za špičce, podobným těm, která jsou typická pro motokrosové speciály. Došlo také ke zvětšení vrcholového úhlu špičky blatníku, která u Motardového blatníku působí přespříliš agresivně, až nebezpečně. Následující náčrtek zachycuje vymyšlený budoucí tvar Endurového blatníku.



Obr. 28 Počáteční skica předního blatníku pro Enduro na stávajícím Motardovém.

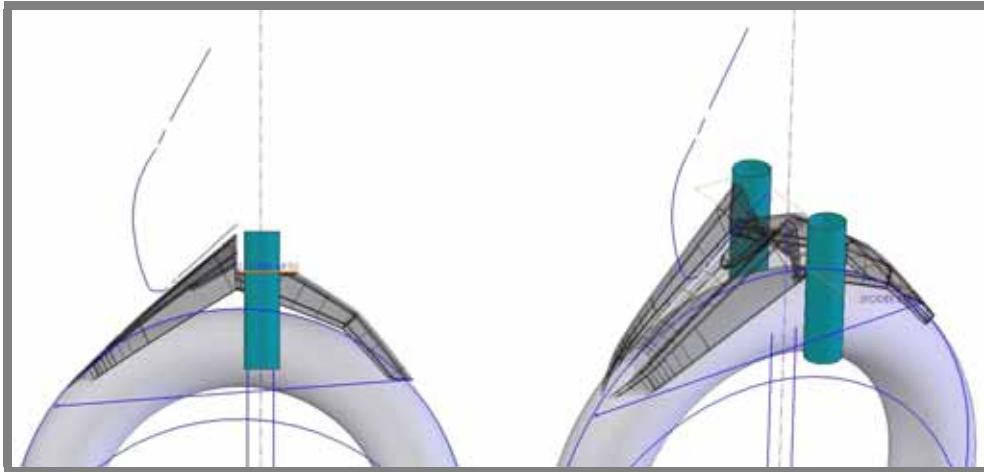
Strategie modelování

Z časových důvodů bylo rozhodnuto, že se nebude tvořit žádný designérský ani ověřovací fyzický model. (Obyčejně se při návrhu takovýchto součástí postupuje následně: → tvorba hliněného modelu → optické/kontaktní skenování → tvorba digitálního modelu → FDM → odlitek do silikonové formy → ověření a případné změny.)

Odlišnost navrhované součásti není tak zásadní od součásti již existující, proto se bude model posuzovat pouze v digitální podobě. Celkový čas potřebný pro modelování součásti, konstrukci formy, programování CNC, frézování, ruční dočištění, leštění formy, její sestavení a finální odlisování byl zkrácen na cca 5 týdnů! Při klasickém postupu s tvorbou prototypových modelů by se tato doba pohybovala v řádu měsíců.

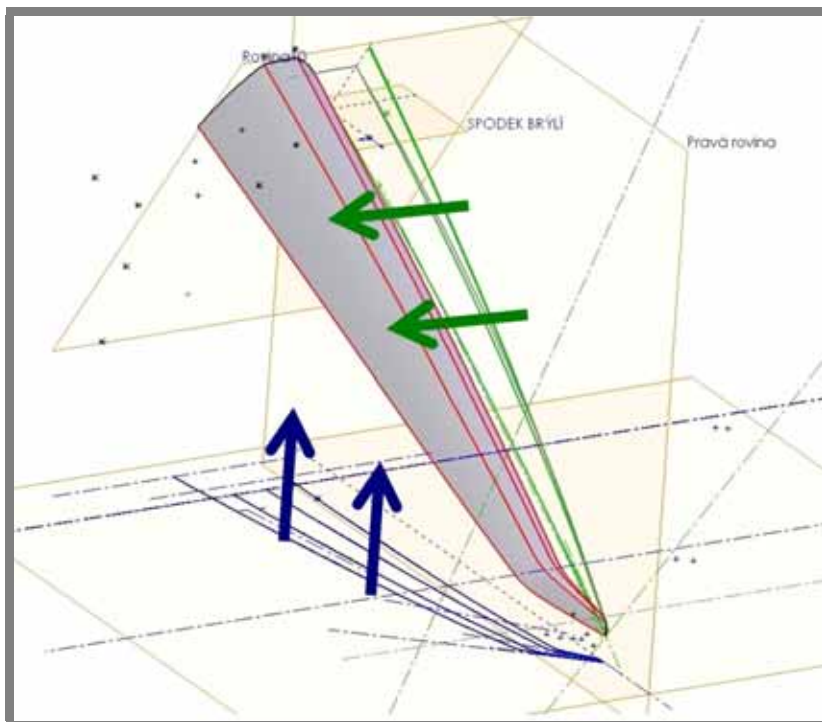
Původní Motardový blatník, ze kterého se vycházelo, byl vymodelovaný v neparametrickém modeláři Rhinoceros 3.0. Nebylo tedy možné vytvořit ani základní tvar Endurového blatníku pouhou úpravou parametrů. Vzhledem ke složitosti modelu nebyla možná ani aplikace směrových měřítek pro prodloužení apod. Byl proto zvolen postup tvorby zcela nového modelu tentokrát v systému SolidWorks 2005.

Prvním krokem byl import stávajícího modelu Motardového blatníku na kterém bylo „stavěno“. Tento díl byl vložen a zavazben do sestavy celého motocyklu a ze sestavy byly zkopírovány důležité limitující křivky a plochy jako např. nohy vidlice, obrys celku předního světlotetu, obalová plocha pneumatiky 90/90-21 a další. Tudíž nebylo třeba pracovat v celé sestavě motocyklu, což by bylo hardwarově podstatně náročnější. Stačilo v průběhu modelování jen párkrát otevřít celou sestavu motocyklu a zkontrolovat celkový vzhled a vůle mezi vytvářeným modelem a sousedícími díly.



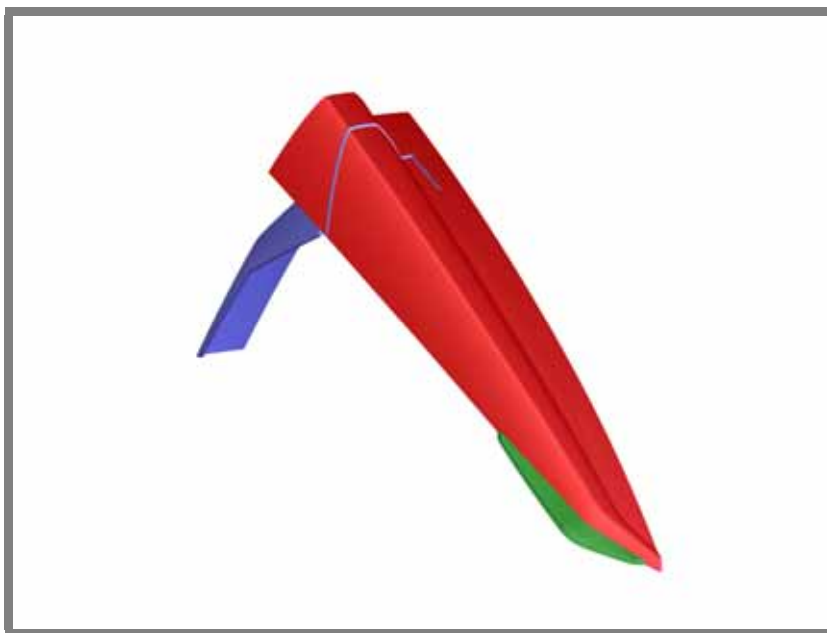
Obr. 29 Počáteční stav modelování - mezní prvky

V počátcích bylo využíváno zejména plošného modelování. Byly zvoleny průmětné roviny pro nárysy a bokorysy křivek ohraničujících hlavní plochy v průmětech. Tyto křivky byly tvořeny parabolami, kružnicemi, nebo splajny. Dvojice křivek z nárysu a bokorysu byly následně promítnuty do odpovídajících prostorových křivek. Pro tvorbu ploch byla nejvíce používána funkce tažení profilu po křivkách. Při modelování bylo hojně využíváno symetrie celého modelu.



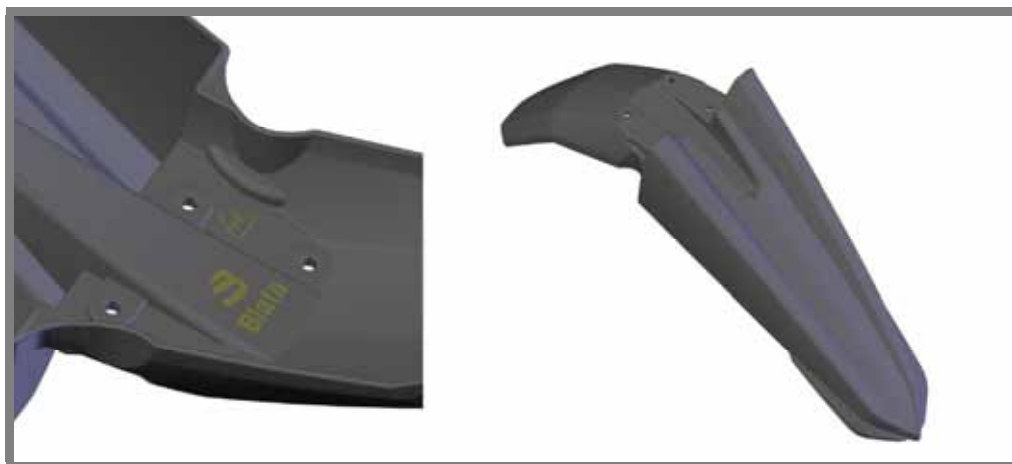
Obr. 30 Modelování prostorových křivek (červeně) a hlavních ploch

Po vytvoření hlavních ploch byly dodělané významné rádiusy. Vzhledem ke složitosti modelu nešlo použít operaci přidat tloušťkou na celý díl najednou. Tloušťka byla proto přidána na tři oddělené celky zvlášť – přední plochy, zadní plochy a uši. Takovýto model byl už dále ořezáván a spojován pomocí objemových funkcí.



Obr. 31 Tvorba objemového modelu

Na výsledném objemovém modelu byly dodělané kompletní rádiusy, zesílené nálitky a díry pro šrouby. Závěrem bylo přimodelováno nepostradatelné logo a recyklační znak.



Obr. 32 Detaily a výsledná podoba modelu

Při tvorbě součásti musely být brány v úvahu taktéž technologické záležitosti týkající se zaformování (vedení dělicí plochy), polohy vtoku, polohy vyhazovačů a další. V tomto případě bylo vše relativně jasné a bezproblémové. Směr otevření formy je dán rovinnou plochou s dírami pro připevnění ke spodním brýlím. Tomu byly přizpůsobeny i úkoly. Dělicí plocha povede po obvodu součásti v rádiu jdoucím přes tloušťku stěny. Součást bude „vstříknuta“ v ploše propadnutí, což je přibližně poloha geometrického středu součásti, tedy nejvhodnější místo pro „vstříknutí“ takovéto součásti. Pro umístění válcových vyhazovačů je na součásti dostatek relativně velkých ploch.

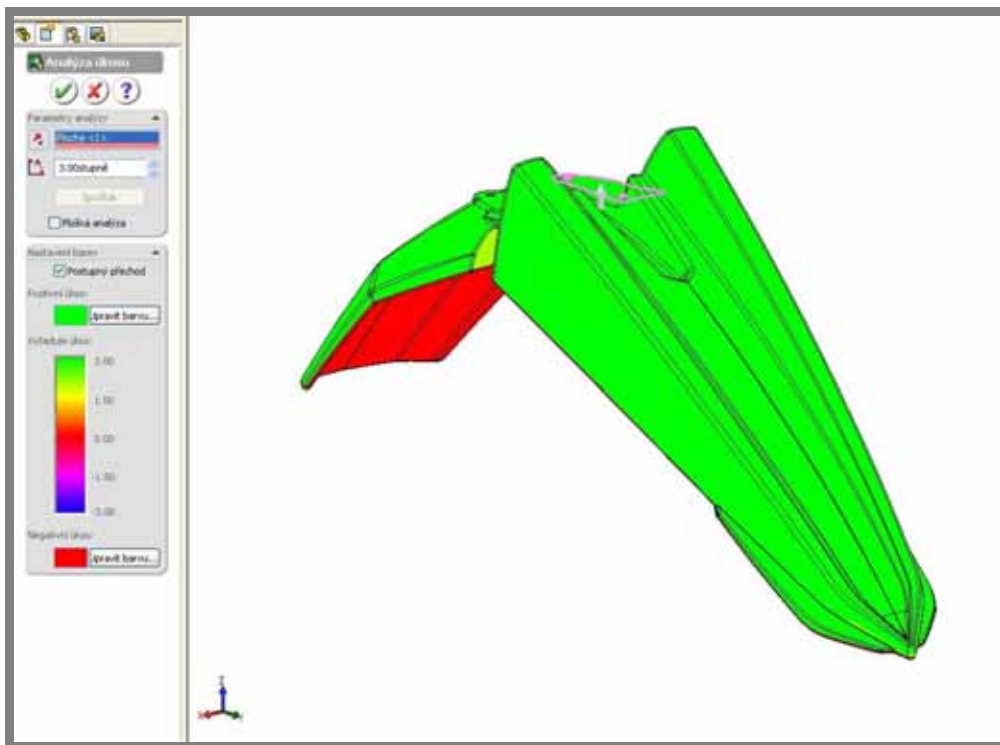
Analýza modelu

System SolidWorks 2005 nabízí několik užitečných analytických nástrojů pro ověření kvality modelu. Následující analýzy byly provedeny nejen na finálním modelu, ale i několikrát v průběhu modelování. Například analýza úkosu pomohla odhalit v průběhu modelování příliš zahnutý lem s negativním úkosem na samém konci špičky blatníku. Všechny modely, nejen blatník pro enduro, postupovali do fáze konstrukce formy a do vlastní výroby výhradně úspěšně ověřené analýzami.

Kromě analytických nástrojů CAD systémů byla důležitá i konzultace s co nejvíce dalšími konstruktéry a designéry.

Analýza úkosu

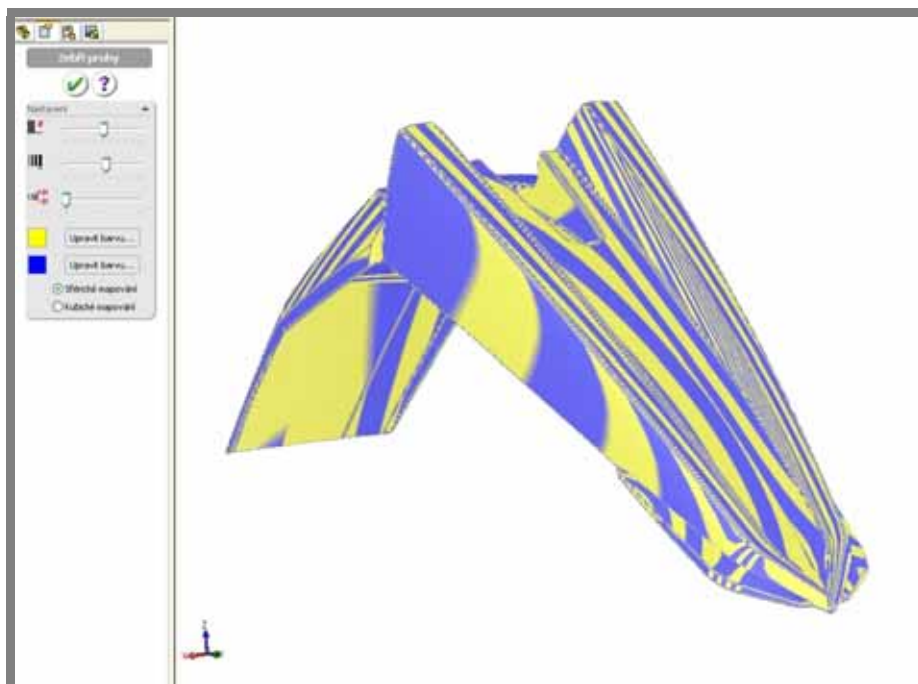
Spočítá úkosy na součásti vzhledem ke směru otevření formy. Dokáže odhalit podřezání nebo nezúkosované plochy vyžadující domodelování úkosů. Výsledky zobrazí jak graficky tak numericky. Zelená barva značí pozitivní úkos a červená barva negativní úkos.



Obr. 33 Analýza úkosu

Analýza zebra

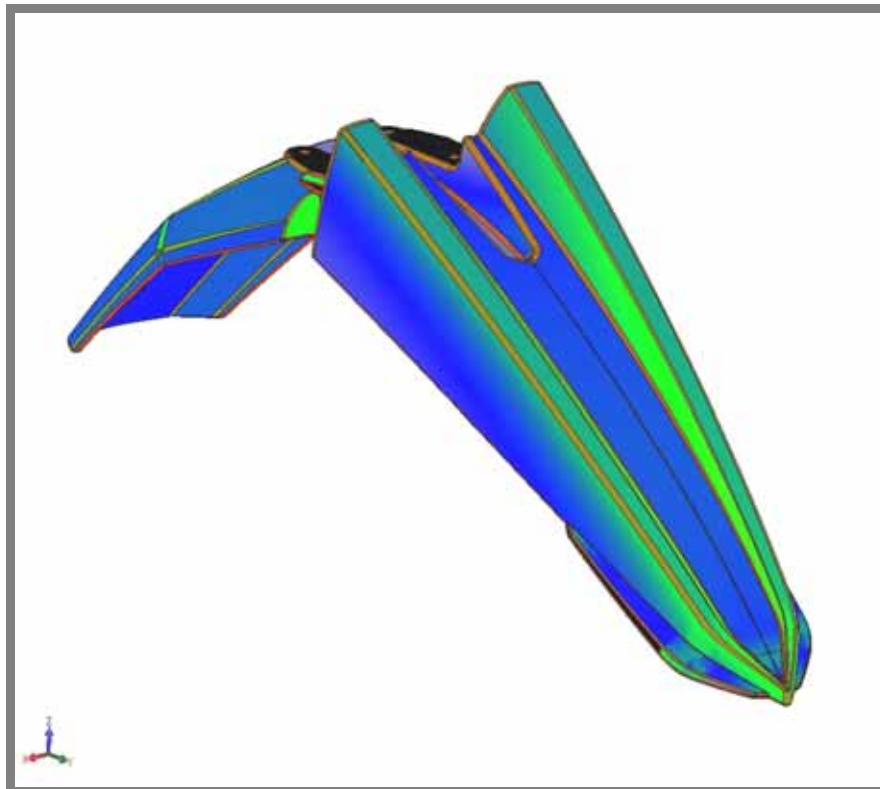
Analytický nástroj obrovského významu simulující promítání dlouhých úzkých pruhů světla na povrch součásti. Hlavní význam má při ověřování návaznosti ploch. Vhodný i pro posuzování nerovností.



Obr. 34 Analýza zebra

Analýza křivosti

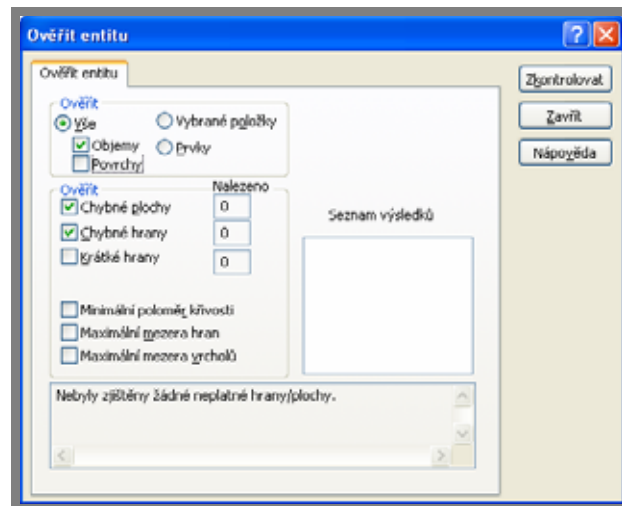
Zobrazí v grafické i numerické podobě poloměr křivosti ploch. Napomáhá odhalit nežádoucí nerovnosti na modelu.



Obr. 35 Analýza křivosti

Ověření entit

Nástroj ověří identitu modelu. Odhalí například chybné plochy, které by mohly způsobit pozdější problémy při programování CNC obrábění forem v CAM systému. Tuto analýzu je vhodné provést již na modelu součásti, jelikož ten samý digitální model je použit i pro konstrukci formy do které by se chyby v geometrii převedly.



Obr. 36 Ověření identity modelu

Kontrola kolizí

V sestavě celého motocyklu byly ověřeny vůle mezi blatníkem a sousedícími součástmi. Zároveň byl v sestavě posouzen i celkový vzhled.



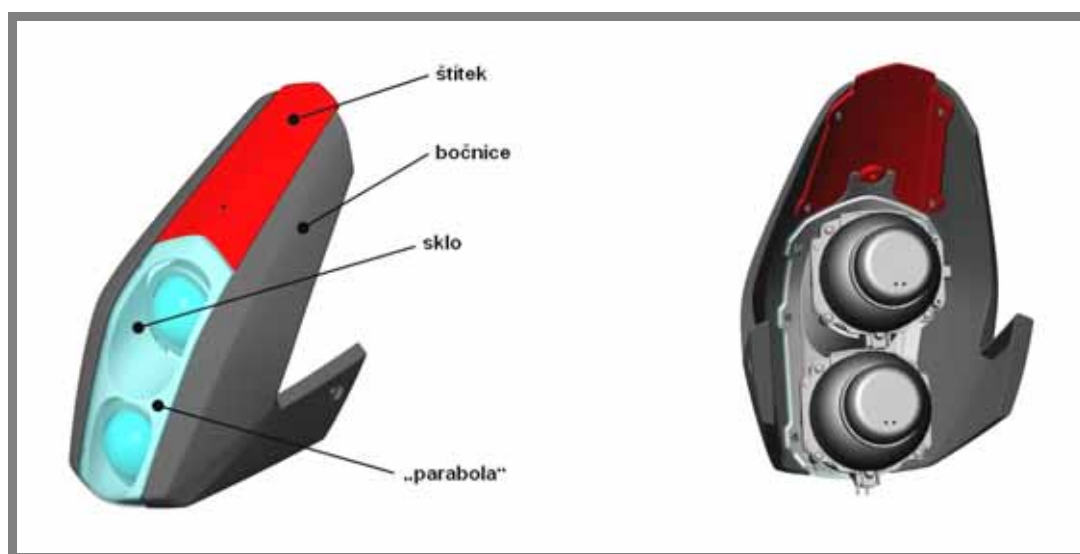
Obr. 37 Kontrola v sestavě

Materiálem pro výrobu blatníku byl zvolen polypropylen. Vyhovuje svou cenovou dostupností, kvalitním povrchem a optimální tuhostí.

6.1.2.

6.1.2. Skupina plastů masky světlometů

Skupina plastů obklopujících lampy světlometů a kontrolní displej se skládá ze sklíčka světlometů, na něj nahoře navazující štítek, ve sklíčku je umístěna falešná parabola a to vše je ze stran uzavřeno bočnicemi. Celý komplet je připevněn k plechovému nosníku světel třemi šrouby – jeden ve štítku, dva z boku v bočnicích. Sklíčko je vyráběno z polykarbonátu, ostatní součásti z polypropyleny. Polykarbonát pro sklíčko byl zvolen z důvodu průhlednosti a tepelné odolnosti.



Obr. 38 Sestava plastů masky světlometů

Vývoj této skupiny plastů byl převzat ve fázi zhotovených hrubých digitálních designérských modelů a prototypových dílů. Bylo třeba dořešit zejména následující věci:

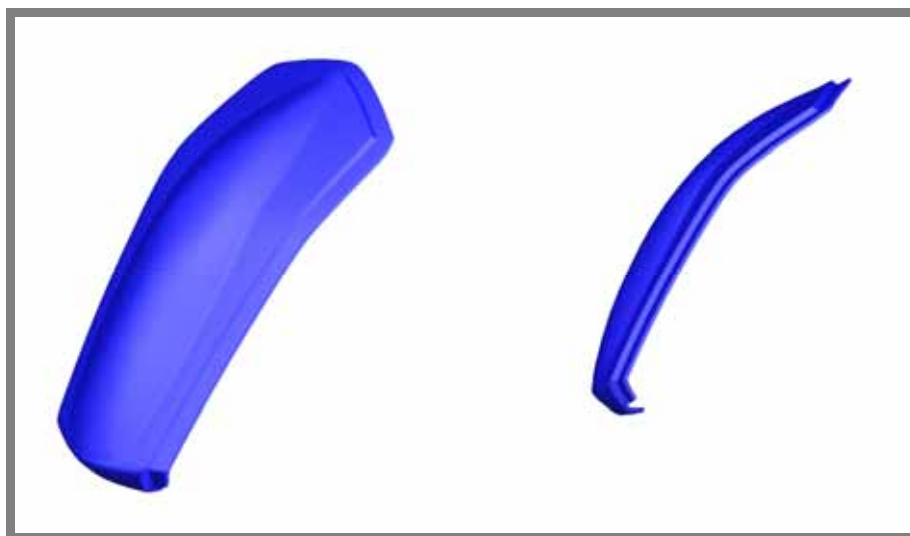
- vymodelování nového sklíčka
- vyřešení vzájemného spojení plastových dílů k sobě
- vyhlazení pohledových ploch bočnic
- zaformování dílů a z toho vyplývající úpravy

Veškeré modelování těchto dílů bylo provedeno v plošném modeláři Rhinoceros 3.0, který nabízí daleko více možností pro pokročilou práci s plochami než systém SolidWorks 2005.

Tvorba nového sklíčka

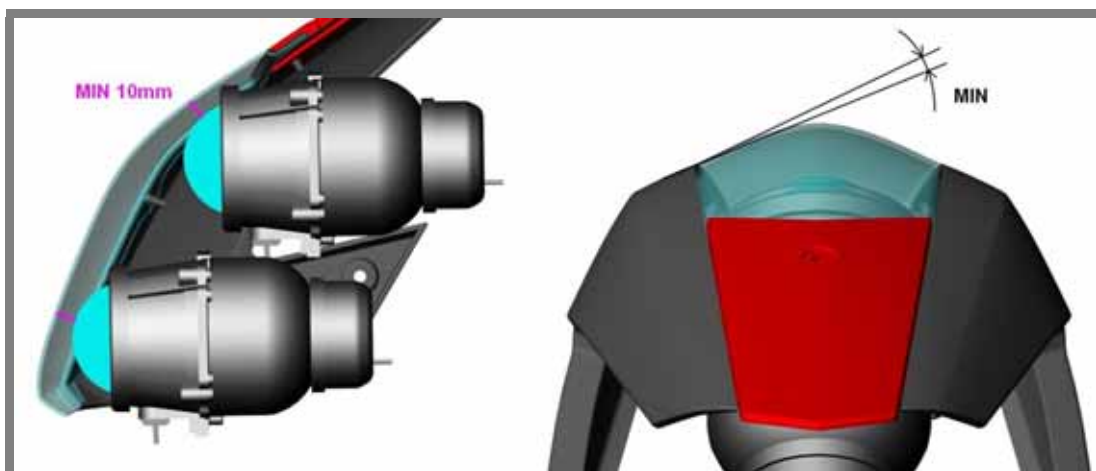
Při předběžných zkouškách skla světlometu bylo zjištěno, že „hrb“, táhnoucí se vertikálně přes celou výšku světla, není vhodným řešením. Zejména relativně ostrý přechod z „hrbu“ do základní plochy sklíčka. Původní „hrb“ na sklíčku neměl jinou než vzhledovou (designovou) funkci. Bylo rozhodnuto součást zrekonstruovat

a předejít případným komplikacím (rozptyl světla) u homologace. (V dnešní době je již celá maska světlometů úspěšně zhomologována.)



Obr. 39 Původní model sklíčka

Na počátku byly brány v úvahu dvě možnosti a to zachování „hrbu“ s přemodelováním přechodových rádiusů a nebo vytvoření nové zcela hladké plochy. Po zpracování obou návrhů bylo rozhodnuto pro druhou možnost – hladkou plochu. Omezujícími faktory při modelování nové plochy skla byla bezpečná vzdálenost od lamp min. 10mm (z důvodu přenosu tepla z lamp) a co nejmenší možná odchylka tečnosti od navazujících ploch bočnic.



Obr. 40 Nová plocha sklíčka a limitující parametry

Vzájemné spojení plastových dílů k sobě

Jak bylo zmíněno v předcházejícím textu, celek masky světlometů je přichycen třemi šrouby k plechovému nosníku světel. Pro spojení plastů vzájemně k sobě byly navrženy tyto varianty:

- svařování ultrazvukem
- spojení šroubky

- spojení pomocí pojistných kroužků
- záskočkovým (tvarovým) spojem
- lepením.

Ve vlastním procesu rozhodování se uvažovaly především tyto faktory:

- pevnost spoje
- časová náročnost sestavení při montáži
- náročnost na zaformování (náklady na formy)
- vzhled
- cena.

Při prvních úvahách byly ihned vyloučeny možnosti ultrazvukového svařování, lepení a spojení šrouby.

Ultrazvukové svařování bylo vyloučeno z důvodu vysoké pořizovací ceny této technologie. V tomto případě by se jednalo o nýtový druh spoje. V lemech štítku, sklíčka a paraboly by byly předlisované díry a zevnitř bočnic by vystupovaly nýtky které by se zavařovaly. Vznikl by poměrně pevný spoj bez vůlí. Tato technologie by se dala využít ve více aplikacích ve firmě. Ultrazvukové svařování bude opětovně zvažováno v budoucnu.

Lepení bylo vyřazeno z důvodů vysoké ceny lepidel a časové náročnosti - tuhnutí lepidla. Lepený spoj by byl pevný a těsný. V tomto případě by zaformování dílů bylo velice jednoduché. Navíc by bylo potřeba zkonstruovat speciální přípravek, který by zajistil přesnou polohu dílů při lepení.

Spojení šroubky bylo zamítnuto z důvodů estetických. I když je na trhu dostupná celá řada okrasných i nenápadných zapuštěných šroubků, značně by se narušil vzhled celé partie.

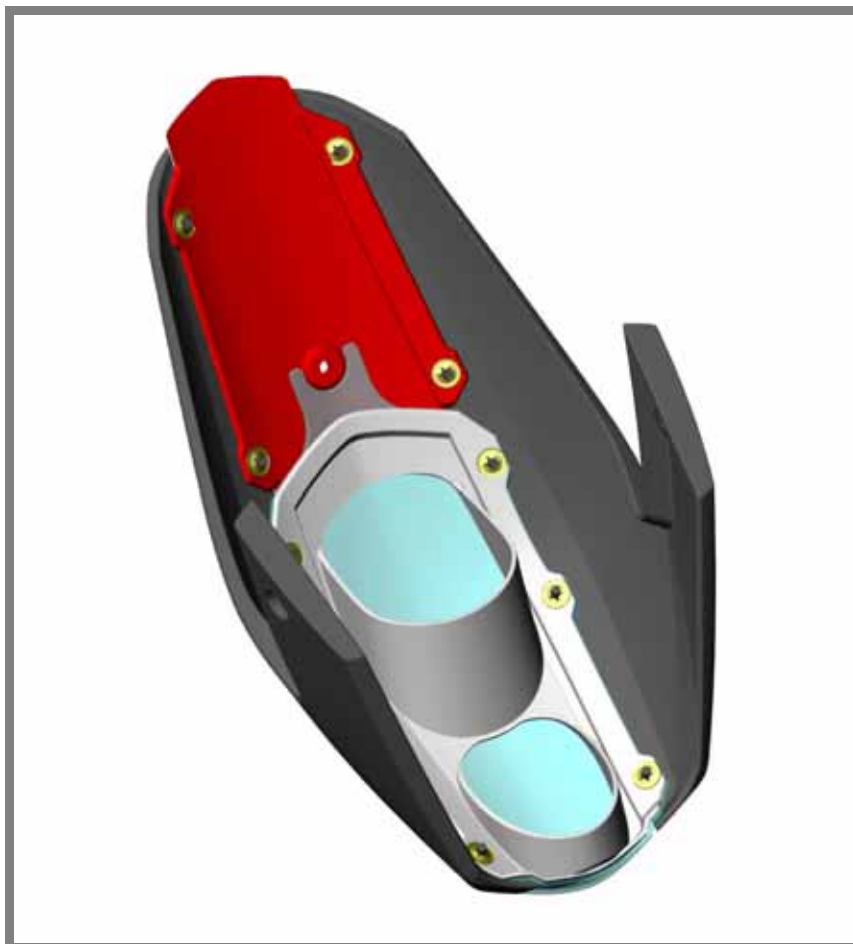
Spojení pomocí záskočkového nebo tvarového spoje bylo později vyloučeno z obav o pevnost a těsnost spoje a náročnost na zaformování.

Nejlépe vypracovaná finální verze, spojení pomocí *pojistných kroužků* (zasekávacích podložek) bude vyžadovat stejné prvky jako ultrazvukové svařování. V lemech štítku, sklíčka a paraboly budou předlisované díry a zevnitř bočnic budou vystupovaly kolíčky, na které se budou nasazovat pojistné kroužky. Ve prospěch hovoří nízká cena pojistných kroužků a velmi rychlá montáž. Problémy, ovšem řešitelnými, bylo zaformování kolíčků na bočnicích a obavy z vtaženin na vnějších plochách bočnic naproti kolíčkům. Kolíčky na bočnicích budou tvořeny pomocí tvarových vyhazovačů a vtaženinám bude zabráněno odlehčením v kořeni kolíčku. Forma na bočnice a uvedené prvky jsou popsány v dalších kapitolách.

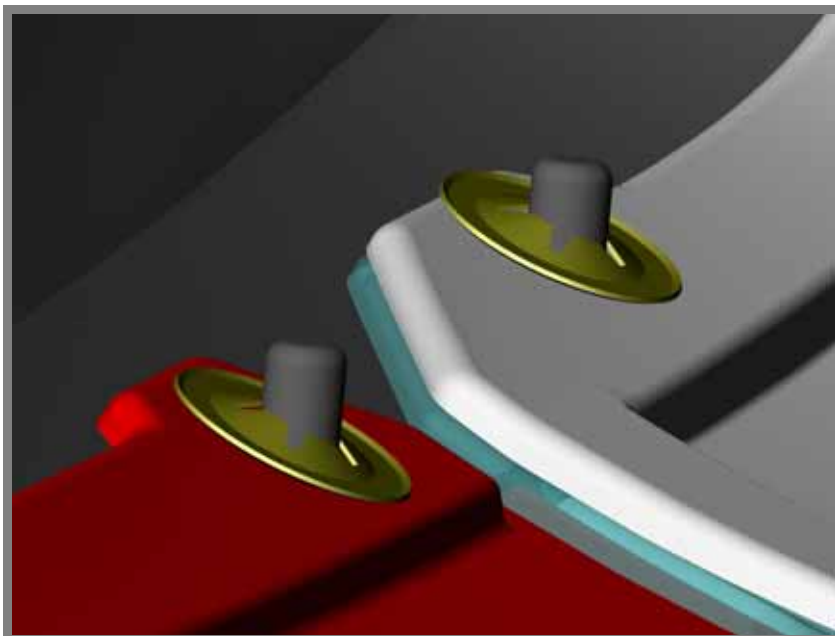
Vzhledem k absenci jakýchkoliv zkušeností s tímto druhem pojistných kroužků, byly rychle provedeny primitivní zkoušky. Jako kolíček na bočnici byla použita polypropylenová tyč ořezaná na různé průměry a průřezy (kruhový a čtvercový). Na tyto „kolíčky“ byly nasazovány pojistné kroužky různých průměrů a zkoušela se síla potřebná ke zpětnému vytržení pojistných kroužků. Při zkouškách se došlo k závěru, že tyto kroužky jsou velice houževnaté v možnostech použití a tvoří pro naše účely dostatečně pevné spojení. Kroužky se dají aplikovat na průměry kolíčků i více než 1 mm větší než je doporučeno. Výborně drží také na kolíčcích s čtvercovým průřezem a dají se aplikovat našikmo. Bylo rozhodnuto použít tento druh spojení dílů a tomu uzpůsobit všechny zahrnuté plastové díly. Pro spojení byly vybrány pojistné kroužky bez kloboučku o průměru 3,7 mm. Bude použito 5 ks pojistných kroužků na každé

straně. Kolíčky budou mít z důvodu snazšího zaformování a frézování formy čtvercový průřez. V kořeni bude jejich průřez odlehčen aby se zamezilo vzniku vtaženin na pohledových plochách.

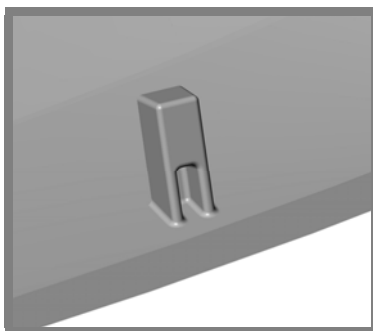
Celkový pohled na plastové díly, zahrnující úpravy pro tento druh spojení, je vyobrazen na následujících obrázcích.



Obr. 41 Návrh spojení pomocí pojistných kroužků – celkový pohled



Obr. 42 Návrh spojení pomocí pojistných kroužků - detail



Obr. 43 Detail finální verze spojovacího kolíčku s odlehčením



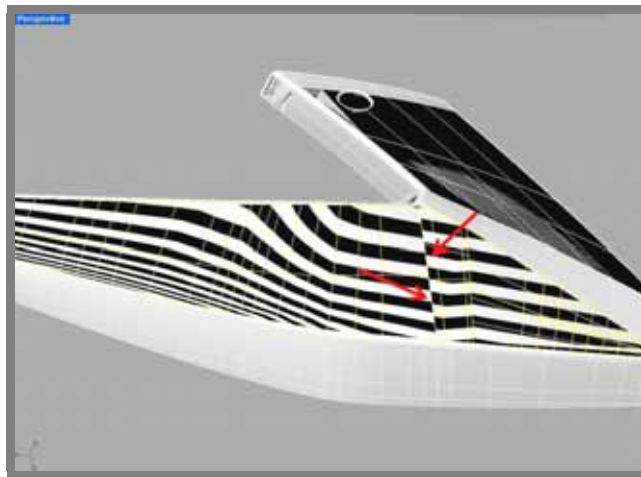
Obr. 44 Vybraný typ pojistného kroužku a montážní nářadí [29], [30]

Montáž pojistných kroužků se provádí jednoduchým ručním nářadím s magnetickou hlavou, podobné zástrčnému hlavicovému klíči.

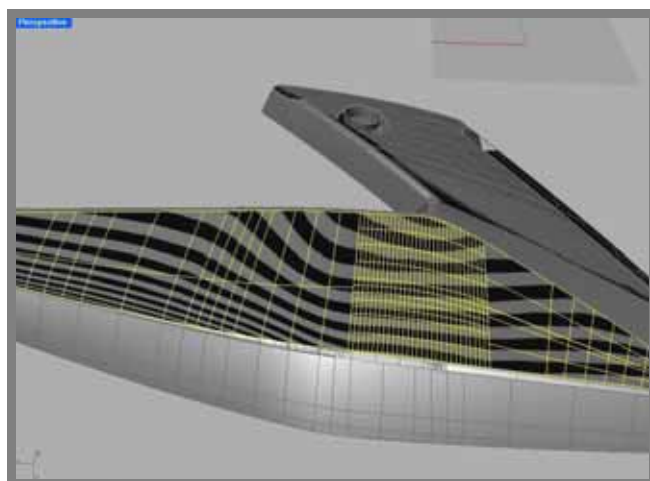
Vyhlazení pohledových ploch bočnic

Při tvorbě dílů s vysokou estetickou hodnotou je třeba dbát na co nejdůslednější a nejpřesnější modelování. Současná moderní CNC obráběcí centra jsou schopna obrábět s velkou přesností a na finálním obrobku se projeví každý detail z digitálního modelu, ať už úmyslný nebo nevědomý.

Na designérském modelu bočnic byla nalezena chyba v napojení ploch na vnější straně. Tato chyba by se musela řešit ručním dobrušováním při leštění formy, což není bezpečné řešení. Došlo tedy k opravě modelu odříznutím problematické partie a vytvoření plochy která křivostně navazuje na plochy okolní.



Obr. 45 Analýza zebra - původní plochy (Rhinoceros 3.0)



Obr. 46 Analýza zebra - nové vyhlazené plochy (Rhinoceros 3.0)

Zaformování dílů a z toho vyplývající úpravy

Pro jednotlivé díly byly zvoleny nejvhodnější směry otevření formy a polohy ve formách. V návaznosti na to byly zúkosovány plochy na součástech a domodelovány rádiusy.



Obr. 47 Ukázka finálního a původního modelu paraboly

6.1.3.

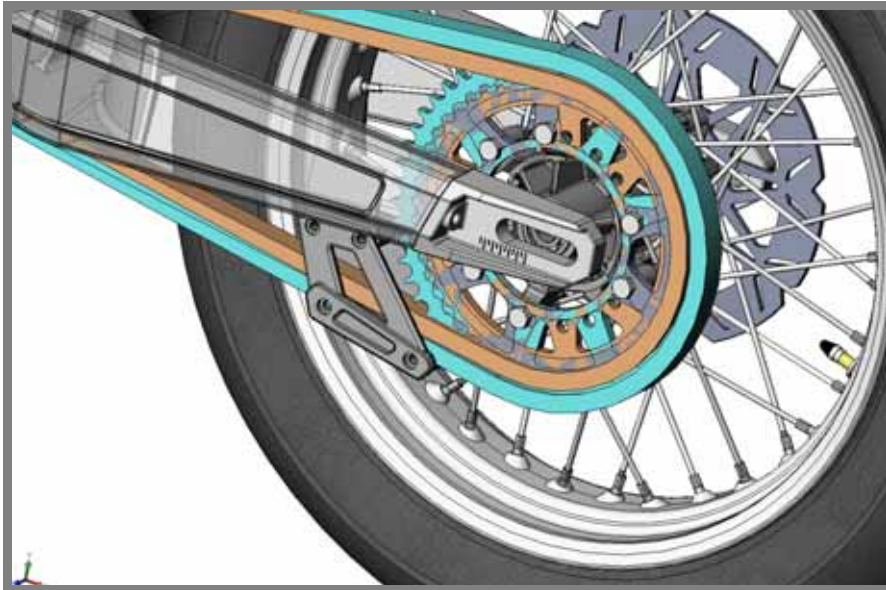
6.1.3. Vodítko řetězu

Vodítko řetězu se používá u motocyklů s vyššími zdvihy zadního pérování, kde je řetěz volnější, než například na silničních motocyklech. Má funkci „rydla“ brázdy pro řetěz a rozetu v bořivém terénu a navádí řetěz na rozetu. Na motocyklech Blata125 má za úkol spíše druhou uvedenou funkci a také estetickou.

Jelikož vodítko nebude zatíženo tolik jako na motokrosových motocyklech, byla zvolena celoplastová varianta vodítka skládající se ze dvou částí z důvodu snadného zaformování. Poloviny vodítka jsou vzájemně k sobě a k držáku na zadní vidlici staženy čtveřicí šroubů M6.

Materiálem pro výrobu vodítka byl zvolen termoplastický polyuretan - TPU, který vyhovuje kluznými vlastnostmi a množstvím druhů. Polyuretan je v kategorii termoplastických polymerů naprosto unikátní svým rozsahem tuhostí, tvrdostí a hustot. TPU také umožňuje konstrukci výlisků s relativně velkou tloušťkou stěny bez výskytu vad jako jsou vtaženiny, bubliny apod. Pro konstrukci byly použity stěny tloušťky 6mm, lokálně i více.

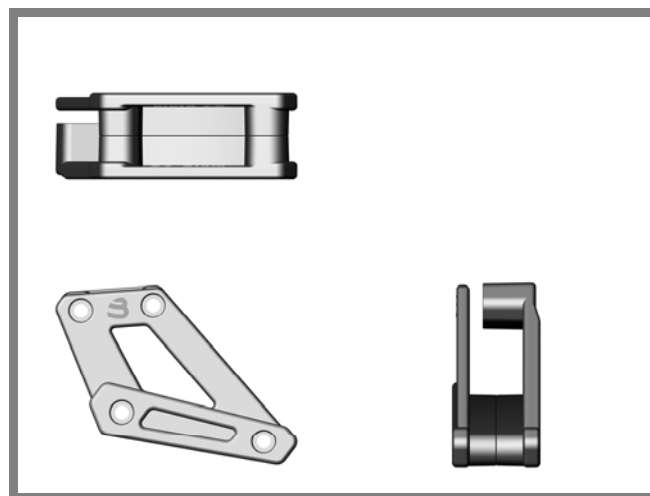
Vstupním požadavkem pro konstrukci bylo použití stejného vodítka jak pro Motard tak pro Enduro. Jelikož se tyto odlišují počtem zubů rozety, vznikl by problém, že vodítko konstruované pro Motard by bylo Enduru moc „těsné“ a řetěz by byl příliš nadzvedáván spodní vodící plochu (Enduro má větší počet zubů na rozetě). Řešením tohoto problému je navržený univerzální držák vodítka. Držák vodítka je jednoduchá součást vyráběná z obdélníkového profilu ze slitiny hliníku (podmínka svařitelnosti se zadní vidlicí) ohnutá do požadovaného tvaru. Držák vodítka se bude navařovat na vidlici ve dvou různých polohách – jedna pro Motard, druhá pro Enduro. Toto se bude přestavovat na svařovacím přípravku zadní vidlice. Tímto je zaručena použitelnost vodítka a držáku vodítka na obou verzích motocyklu.



Obr. 48 Uchycení na zadní vidlici

Důležitým parametrem při návrhu vodítka byla hlavně šířka vnitřního prostoru pro řetěz. Tento rozměr vychází z šířky řetězu plus vůle 2-3 mm na každé straně. Takto ohraničený prostor má za úkol zamezit „spadnutí“ řetězu z rozety. Dalším důležitým prvkem byla spodní vodící plocha. Byla navržena tak, aby s ní byl řetěz v kontaktu a lehce po ní klouzal avšak řetěz nezvedala. Vodítko řetězu nesmí zasahovat do obrysového prostoru rozety. Toto by znesnadňovalo demontáž zadního kola. Minimální vůle mezi vodítkem a rozetou byla určena při nejpřednější poloze osy kola v koncovkách zadní vidlice.

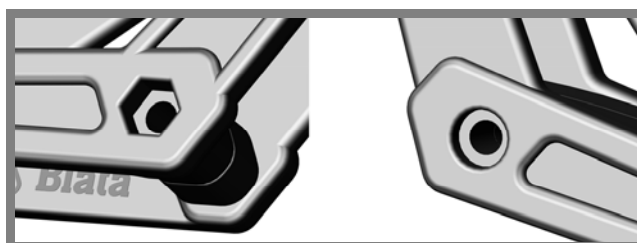
Na základě všech stanovených požadavků bylo vypracováno několik tvarových konceptů a vybrán ten nejvhodnější. Byla zvolena verze se svérázným otvorem v bocích součásti, který poskytuje zajímavý pohled na řetěz skrz vodítko. Rozšíření ve spodní části vizuálně umocňuje masivnost spodní části po které klouže řetěz. Prolisy ladí se zadní vidlicí. Vnitřní polovina vodítka je opatřena žebry zvyšujícími tuhost v příčném směru. Následující obrázky ukazují finální podobu vodítka.



Obr. 49 Vodítko řetězu - základní pohledy



Obr. 50 Vodítko řetězu - vodící plochy zvýrazněny žlutě



Obr. 51 Vodítko řetězu - sedlo pro samojistící matici a zhloubení pro hlavu šroubu

V průběhu konstrukce byla předběžně navržena podoba formy pro vodítko jako dvojdutinnová, tzn. pro obě poloviny vodítka v jedné formě. Povrchová úprava vodítka bude matná, toho se dosáhne povrchovou úpravou dutiny formy pískováním.

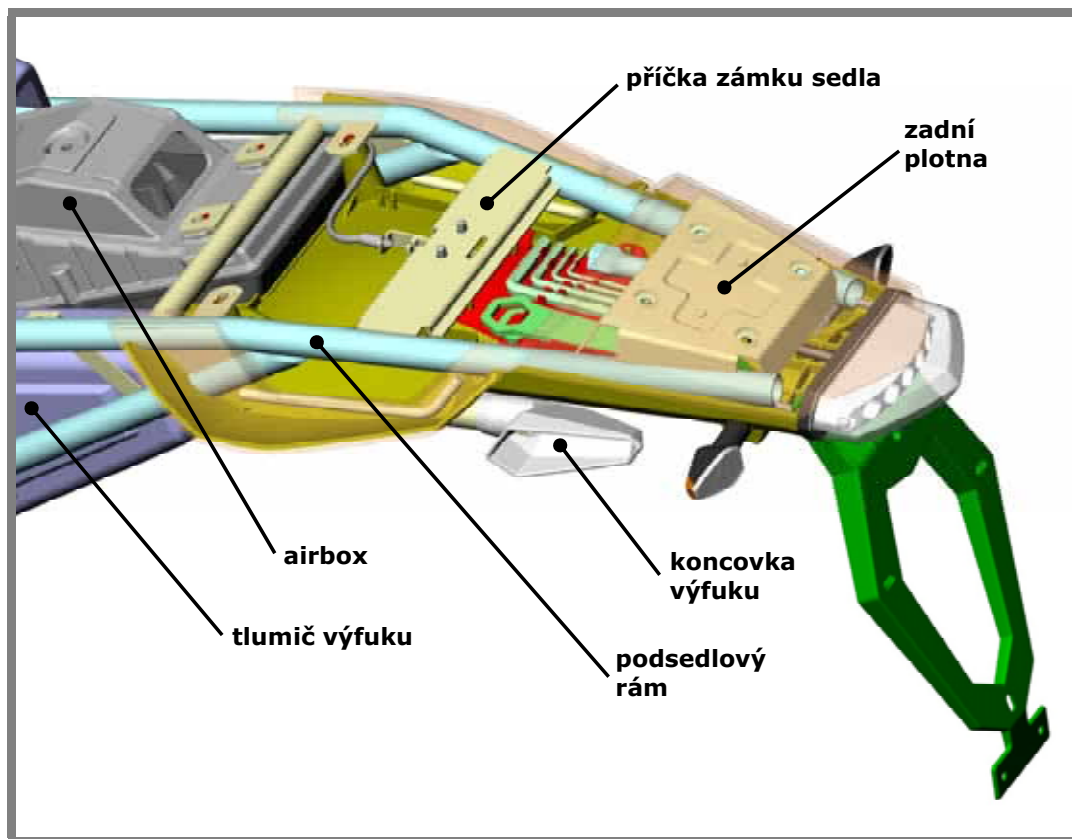
6.1.4.

6.1.4. Podsedlové koncové plasty

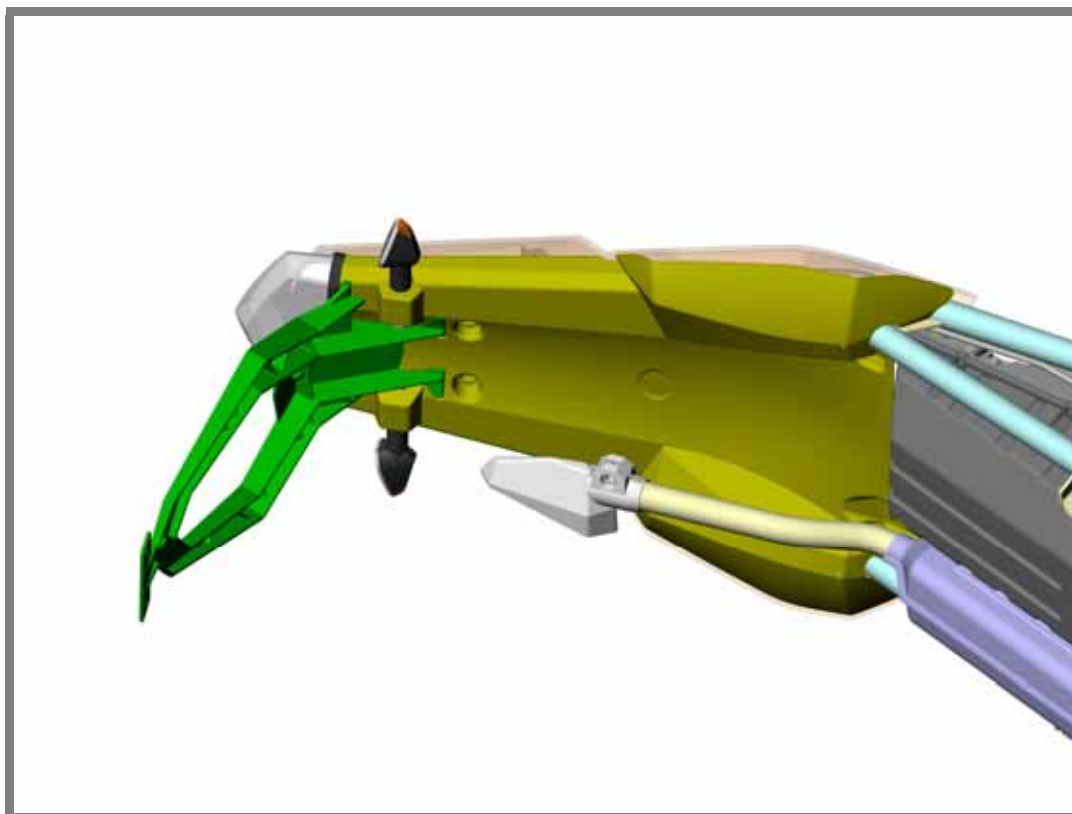
Od skupiny těchto plastů se očekává zakrytí úložného prostoru pod sedlem (nad zadní pneumatikou), upevnění registrační značky, upevnění osvětlení případně zakomponování uložení nouzového nářadí. V době převzetí tohoto projektu existoval pouze hrubý designérský návrh krycích ploch rukojetí a rozmístění prvků osvětlení a umístění SPZ.

Bylo vytvořeno několik variant, zvažujících rozdělení celku na více podsoučástí, nebo vytvoření jednoho velkého výlisku plnícího všechny funkce. Nakonec bylo rozhodnuto pro variantu která je zobrazena na následujících obrázcích. Materiálem všech součástí byl zvolen polypropylen ze stejných důvodů, jaké jsou uvedeny pro přední blatník na Enduro.

Finální celek koncových plastů je tvořen třemi součástmi – Podběhem (zlatá barva), Držákem SPZ (zelená barva) a Boxem na nářadí (červená barva).

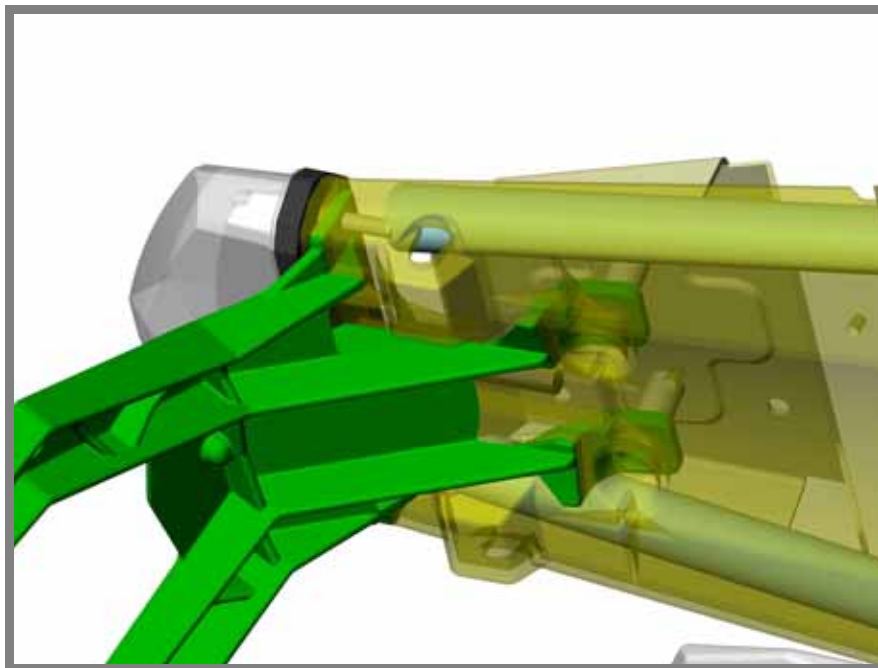


Obr. 52 Podsedlové plasty – horní pohled



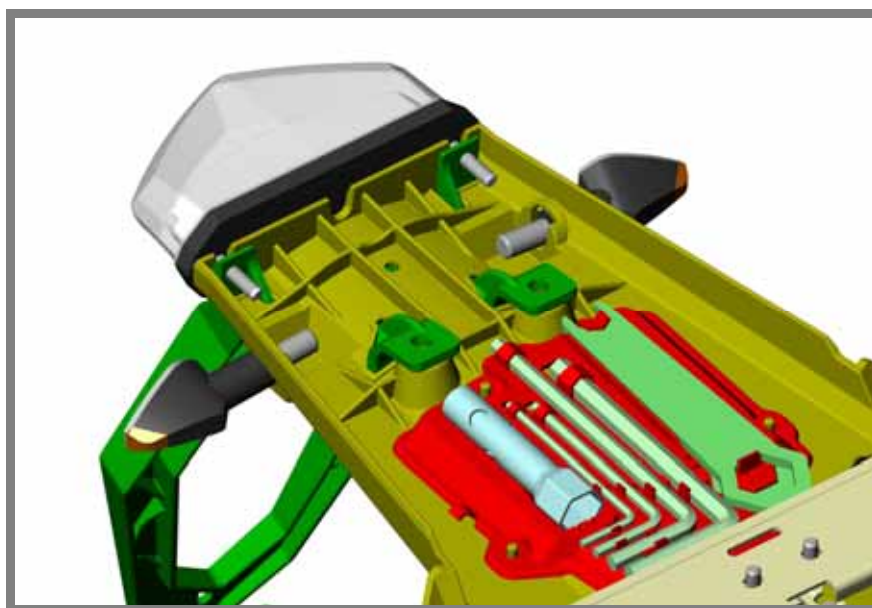
Obr. 53 Podsedlové plasty - dolní pohled

Upevnění jednotlivých komponentů je následující. Podběh je přichycen ke svařenci podsedlového rámu čtveřicí šroubů – dva v zadní části, zašroubované do sloupků na spodní části zadní plotny podsedlového rámu, a dva v přední části ve vyvýšených „věžičkách“. Držák SPZ je uchycen důmyslným způsobem využívající šrouby zadního světla a sloupky zadní plotny. Systém uchycení je patrný z následujících obrázků.



Obr. 54 Princip uchycení držáku SPZ

Držák náradí je připevněn na předlisované kolíčky na podběhu pomocí pojistných kroužků (stejný typ jako pro masku světlometů). Připevnění zadního světla a blikačů je zobrazeno na obrázku níže.



Obr. 55 Připevnění komponentů osvětlení

Obrovskou výhodou navrženého řešení celého celku je skutečnost, že se dají tyto plasty, včetně kompletní elektroinstalace, smontovat zvlášť a na motorku připojovat jako celek. To je výhodné z hlediska dobrého přístupu k jednotlivým upevňovacím prvkům (šroubům a maticím) při montáži.

Podběh zadního kola

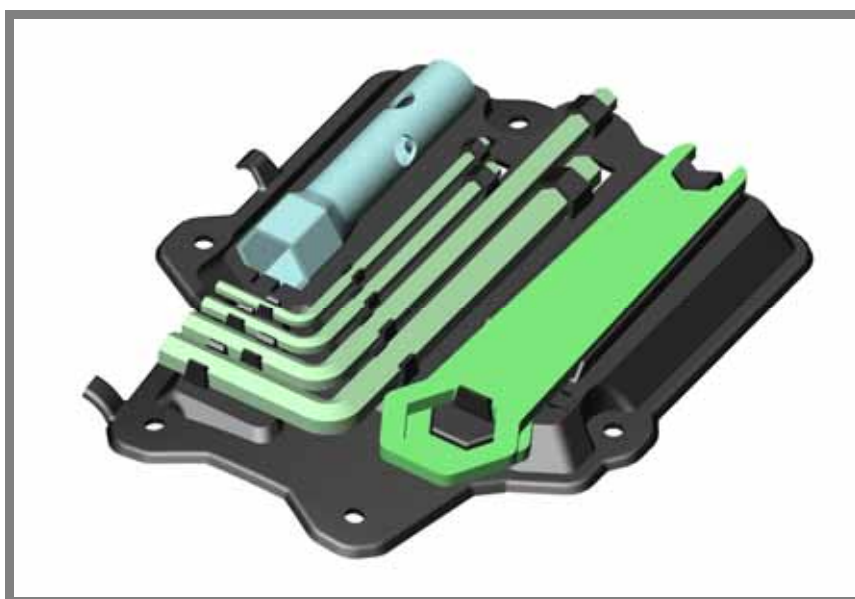
V zadní partii, v oblasti připevnění zadního světla a držáku SPZ, je vyztužen pomocí žeber. V přední části navazuje na airbox jen s minimální montážní vůlí, umožňující otevření airboxu bez demontáže podběhu. Po celém obvodu těsně dosedá pod horní plast, překrývající shora partii za sedlem a rukojetí spolujezdce (obr.52).

Držák SPZ

Byl navržen jako symetrický tvořený dvěma rameny vyztuženými žebry. Obsahuje díry pro montáž SPZ, odrazky a vedení kabelů osvětlení SPZ.

Box na nářadí

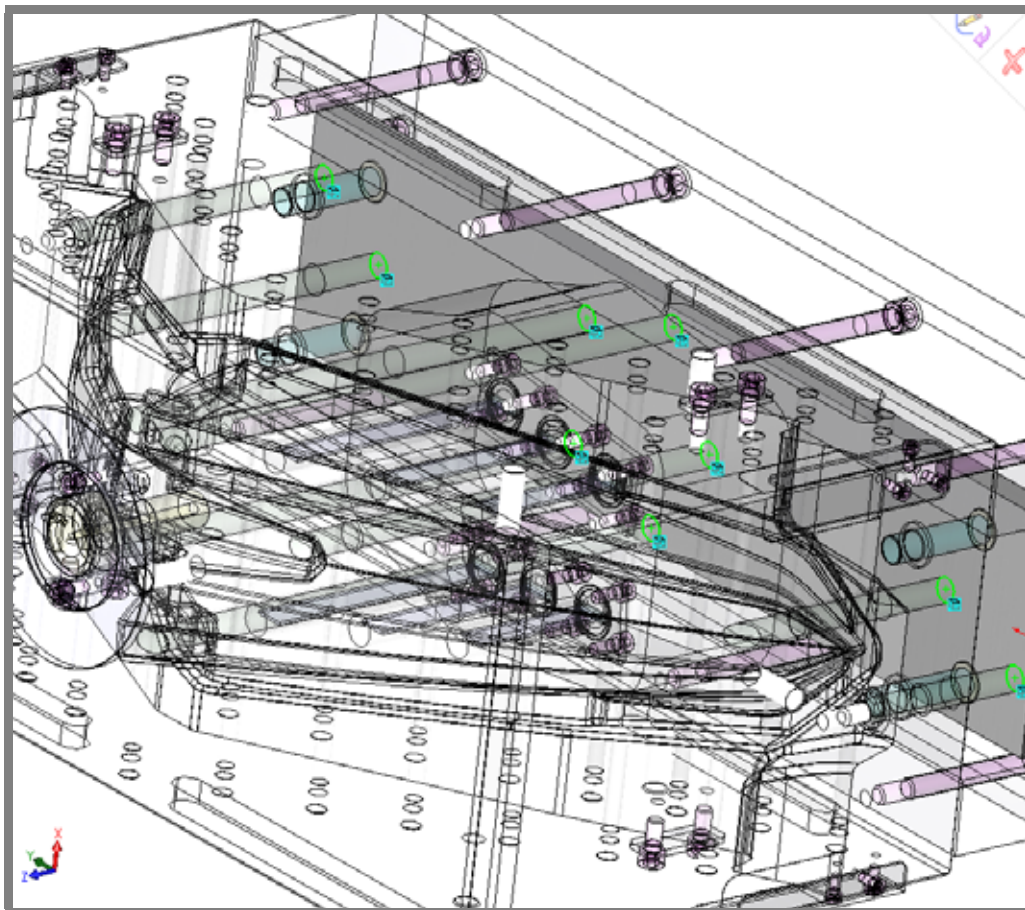
Byly uvažovány dvě varianty uložení nářadí – prostor za příčkou zámku sedla a nebo před příčkou zámku sedla. Prostor za příčkou byl zvolen pro tento účel jako kompaktnější a vhodným poskládáním nářadí vznikl originální a přehledný celek. Box na nářadí obsahuje základní nouzové nářadí, které je uchycené pomocí předpružených háčků. Byly vybrány vhodné typy a délky nakupovaných inbusových klíčů a trubkový klíč na svíčku. Ploché klíče pro demontáž zadního kola jsou navrženy jako vyráběné díly – výpalky. Na pravém boku má díl háčky pro fixaci kabeláže jdoucí od zadních světel.



Obr. 56 Osazený box na nářadí

6.2.**6.2. Konstrukční řešení forem pro vstřikování**

Všechny formy byly kompletně navrženy v modeláři SolidWorks 2005. Většina prvků (např. polohy vyhazovačů, kolíků, šroubů, základní rozměry atd.) je centrálně parametricky řízena ze souboru sestavy, což umožňuje rychlé a bezpečné změny všech dílů v průběhu konstrukce.



Obr. 57 Ukázka návrhu v sestavě

6.2.1.**6.2.1. Společné vlastnosti**

Tato kapitola popisuje prvky společné pro všechny formy. U popisu konstrukce jednotlivých forem již nejsou znovu zmiňovány. V kapitolách jednotlivých forem jsou dále poukázány jen jejich zvláštnosti. Tyto společné prvky vychází ze zamýšleného množství produkce a dalších faktorů.

Konstrukce forem prošla ve firmě Blata, během návrhu těchto popisovaných forem, několika evolučními kroky. Z tohoto důvodu je možné se setkat s rozličnými konstrukčními variantami.

- Formy jsou navrženy z hliníkových slitin z důvodu několikanásobně rychlejšího obrábění. A to jak pevný a pohyblivý díl, tak i všechny desky a rozpěrky. U dříve konstruovaných forem jsou desky a rozpěrky zhotoveny z konstrukčních ocelí.
- Vtoky jsou voleny studené - přímé nebo s rozváděcími kanály a hranovým ústím do výlisku. Vtokové vložky jsou ze sortimentu firmy D-M-E.

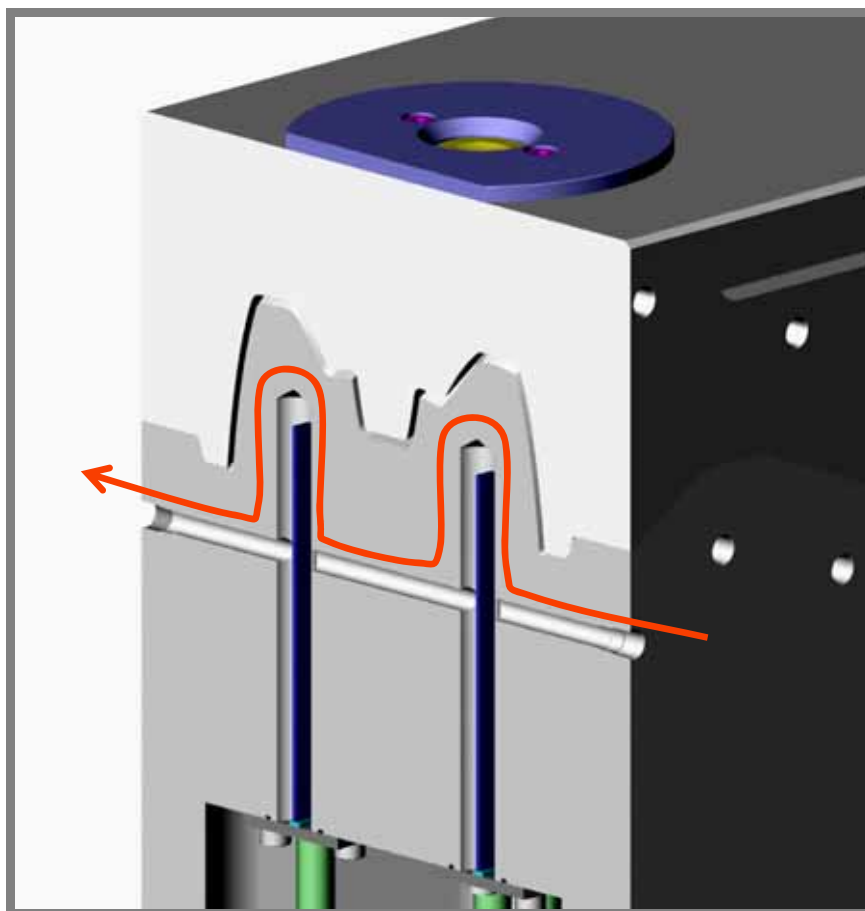
- Vedení polovin formy je řešeno na tvarové zámky. U dříve konstruovaných forem na klasické vodící kolíky a pouzdra. U velkých, i některých dalších forem, jsou desky vyhazovačů vedeny pomocí kolíků ukotvených v pohyblivém díle nebo v upínací desce. Vodící kolíky a pouzdra jsou voleny ze sortimentu firmy Svoboda.
- Vyhazovače jsou jednoduché válcové nebo trubkové, taktéž ze sortimentu firmy Svoboda, příp. D-M-E.
- Některé vybrané součásti jsou ve firmě Blata standardizované – dorazové čepy, středící kroužky, zátky a další.
- Chlazení je zpravidla řešeno pomocí vrtaných děr o průměru 10 mm.

Použitá názvosloví jednotlivých dílů viz ve výkresech sestav forem v příloze.

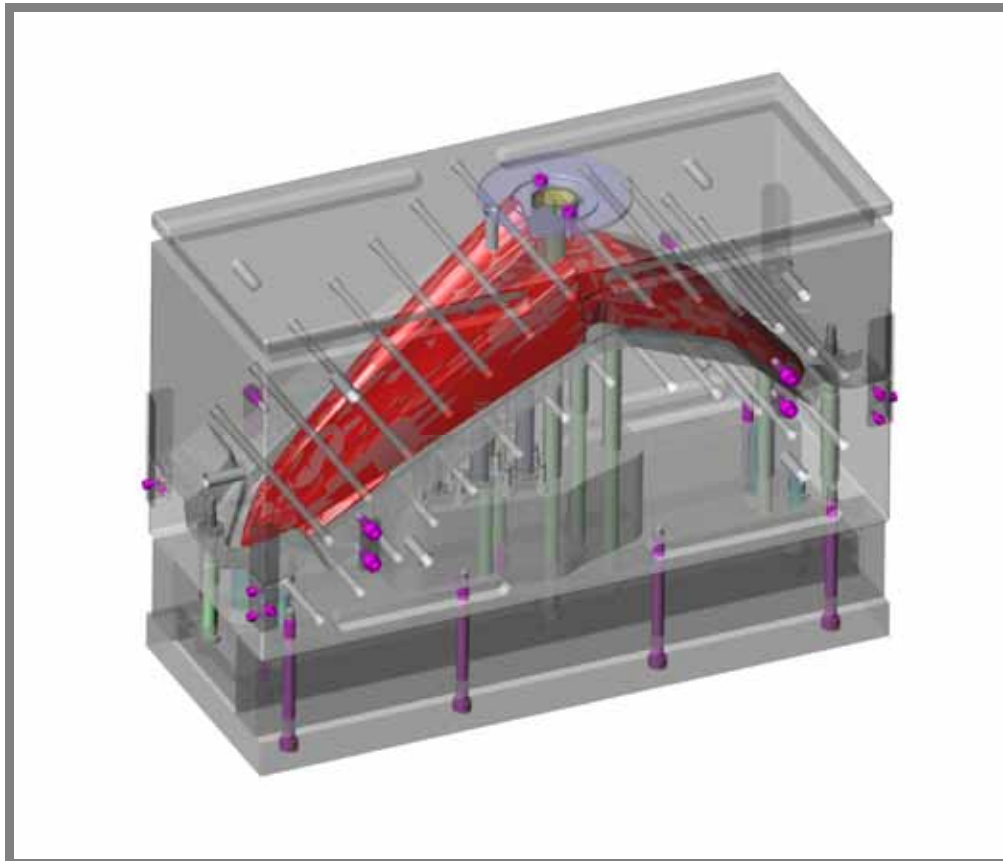
6.2.2. Forma na přední blatník enduro

6.2.2.

Vzhledem k velikosti formy (půdorys 708 x 285) bylo rozhodnuto použít tvarový zámek po celém obvodu výlisku a ještě čtyři pomocná vedení v rozích formy. Chlazení rohů blatníku v pohyblivém díle je vyřešeno pomocí jednoduchých přepážek a navrtnaných děr - viz obrázek. Rozstřel celé této formy je k dispozici v příloze.



Obr. 58 Chlazení - forma na blatník (cesta vody znázorněna šipkou)



Obr. 59 Forma na blatník celkový pohled

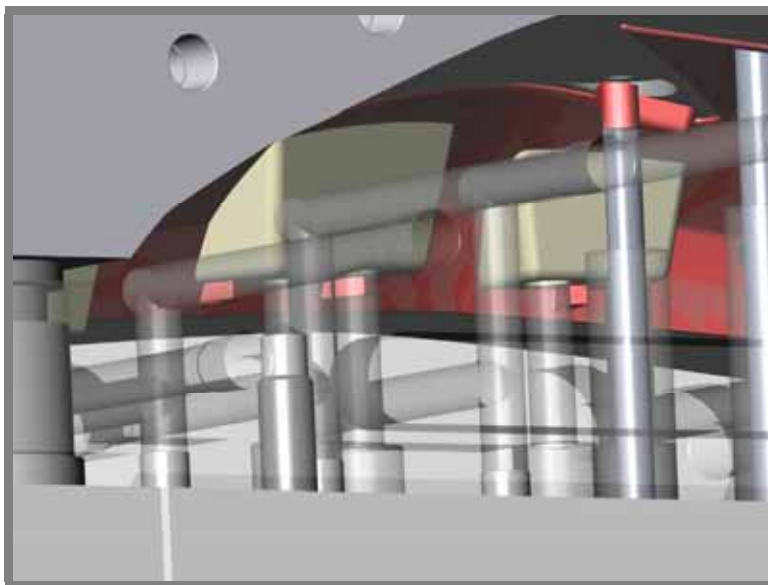


Obr. 60 Forma na blatník - pohyblivý díl, tvarové zámky

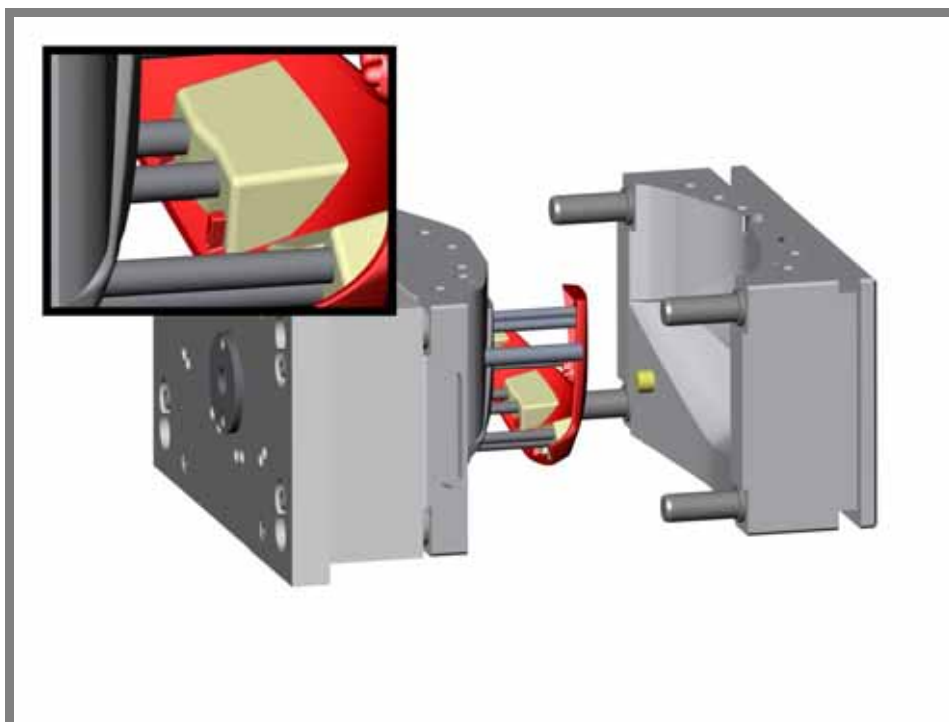
6.2.3. Formy na bočnice masky světel

Jedná se o dvě zrcadlově symetrické formy. Byla zvažována i varianta zaformování pravé i levé bočnice do jedné společné formy. Nakonec byla zrealizována varianta dvou jednodušších forem než jedné velké složité.

Zaformování kolíčků na vnitřní straně bočnice, pro spojení dílů masky světloometu, a princip vyhazování jsou zobrazeny na následujících obrázcích. Rozstřel celé formy je k dispozici v příloze.

6.2.3.

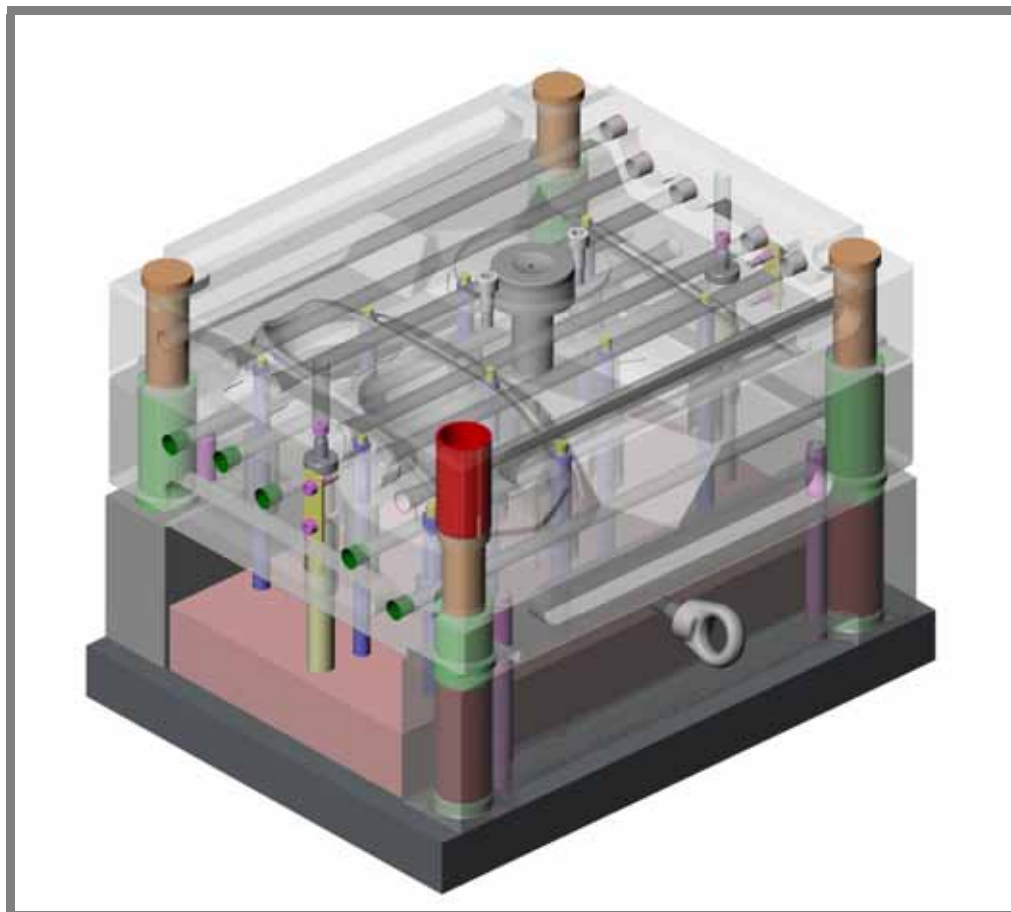
Obr. 61 Zaformování kolíčků



Obr. 62 Princip vyhazování

6.2.4. 6.2.4. Forma na parabolu a štítek

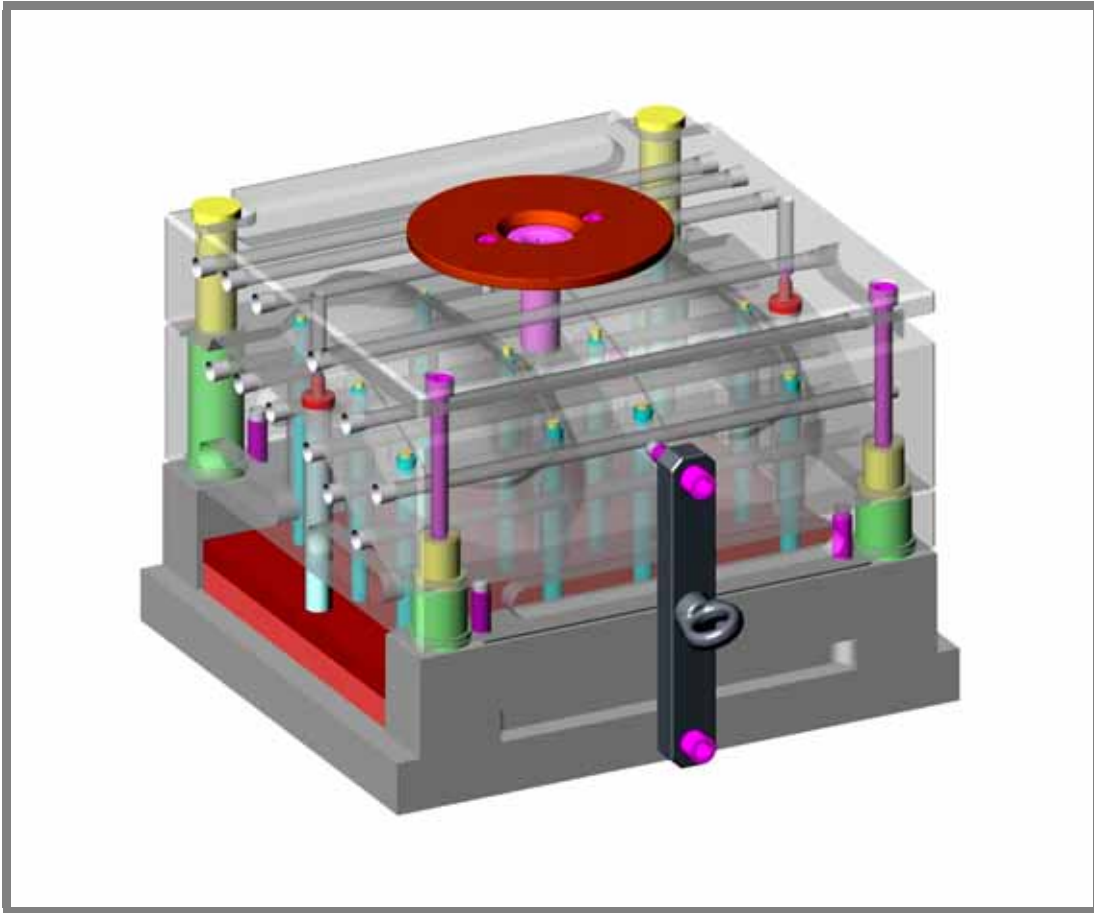
Forma pro parabolu a štítek byla zkonstruována jako společná dvoudutinová. Součásti vyžadují vtok z boku, protože celá jedna strana je vždy pohledová. Pokud by se formy konstruovaly samostatně pro jednotlivé díly, byly by s velkou pravděpodobností také dvoudutinové/dvojnásobné, ale dvě. Navržené řešení je v tomto případě konstrukčně, technologicky i ekonomicky výhodnější. Součásti jsou vyhazovány v lemech pomocí trubkových vyhazovačů.



Obr. 63 Forma na parabolu a štítek

6.2.5. 6.2.5. Forma na sklo světlometu

Forma na sklo je navržena jako dvojnásobná se vtokem do součástí z boku. Vyhazování je pomocí trubkových vyhazovačů v lemu dílů.

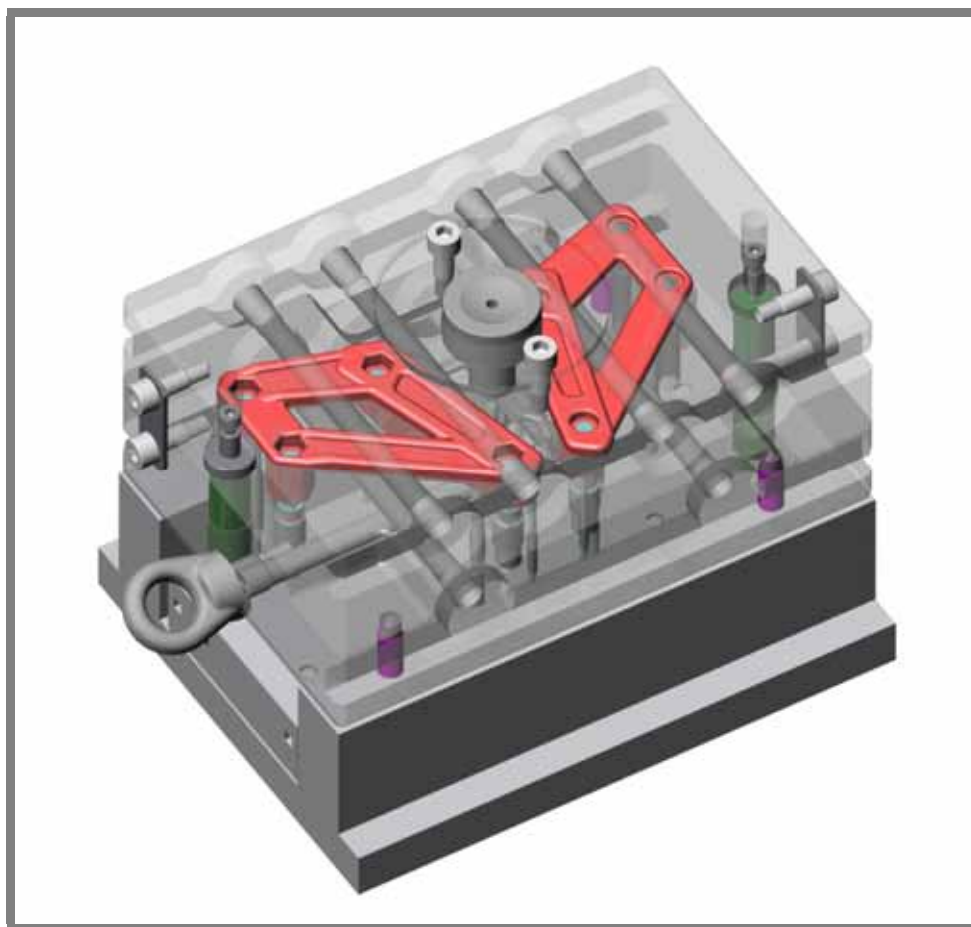


Obr. 64 Forma na sklo

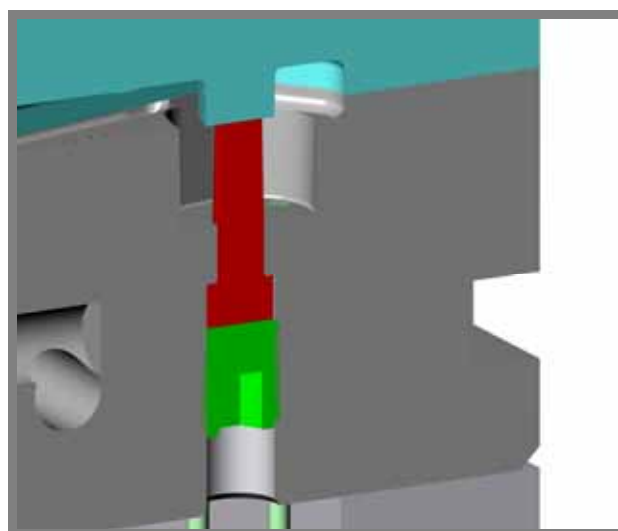
6.2.6. Forma na vodítko řetězu

Forma na vodítko je navržena jako společná pro obě poloviny vodítka. Sloupky, formující díry pro šrouby, jsou z důvodu jednoduššího frézování tvarové dutiny vložkovány.

6.2.6.



Obr. 65 Forma na vodítko řetězu

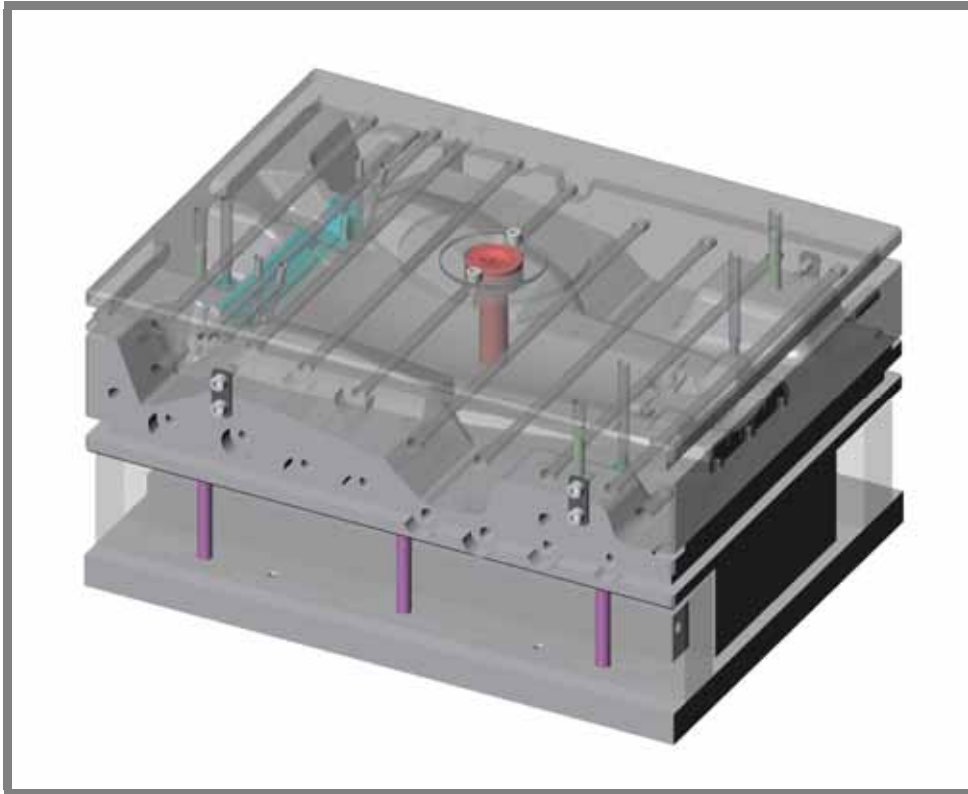


Obr. 66 Forma na vodítko řetězu - detail zavložkování

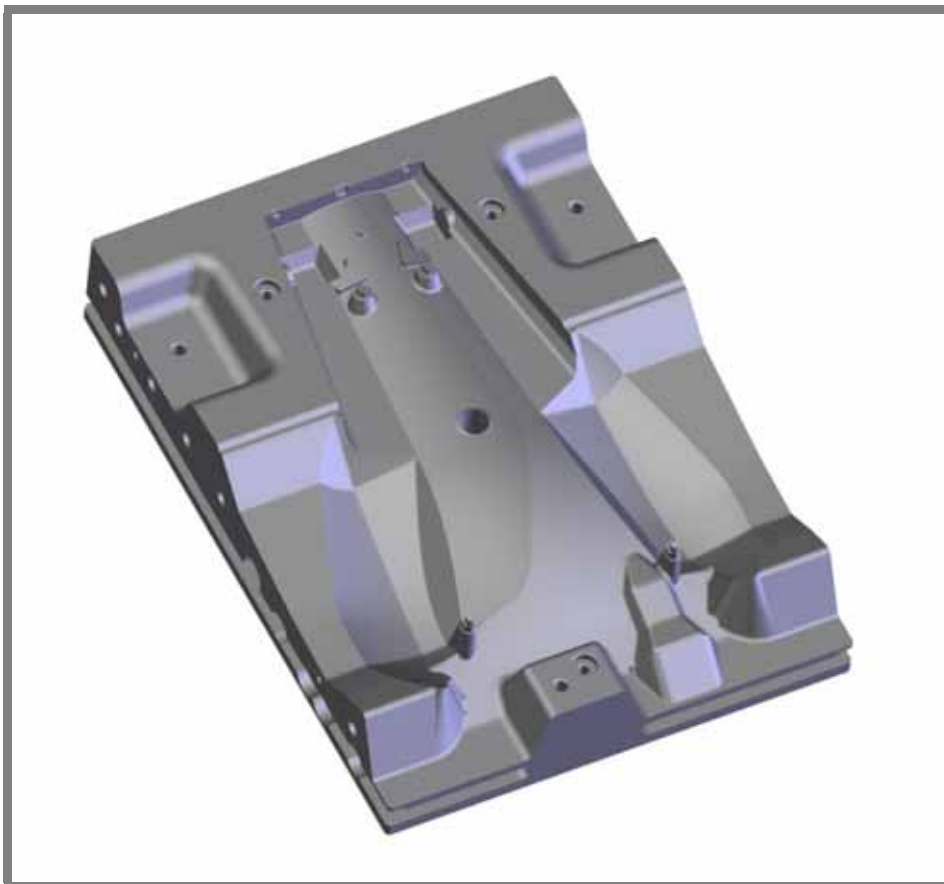
6.2.7.

6.2.7. Forma na podběh zadního kola

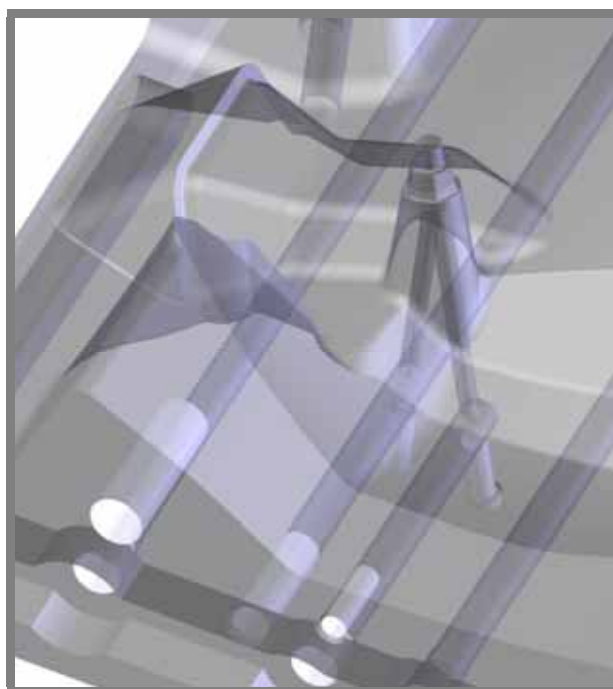
Výlisek je „vstříknut“ přímým vtokem. Boční díry pro montáž blikáčů jsou zaformovány do šikmých zavíracích ploch.



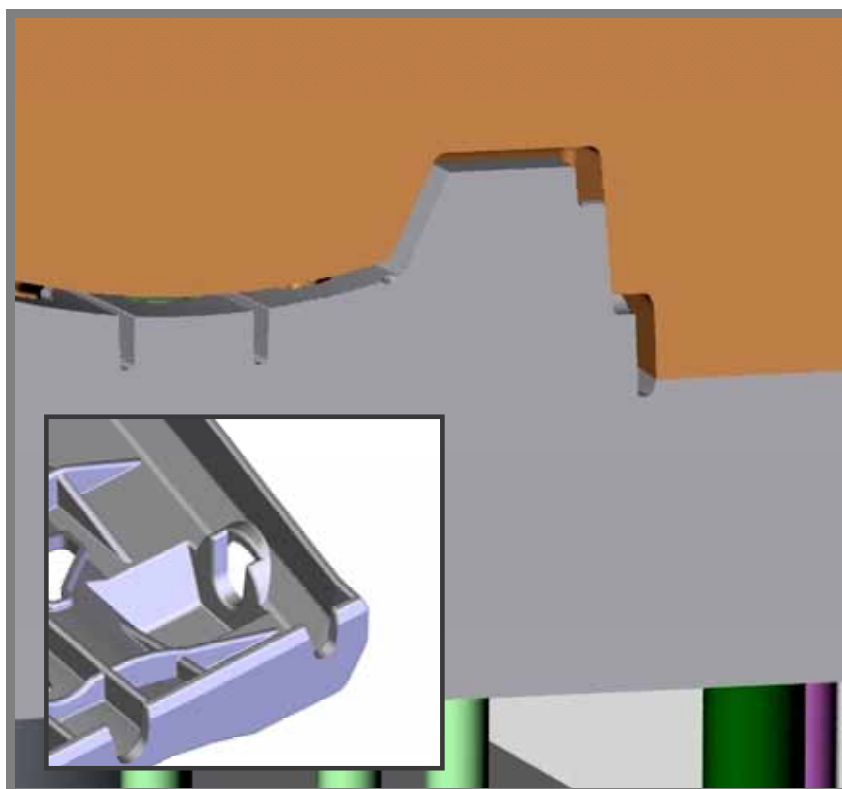
Obr. 67 Forma na podběh – celkový pohled



Obr. 68 Forma na podběh - pevný díl, dělicí plocha



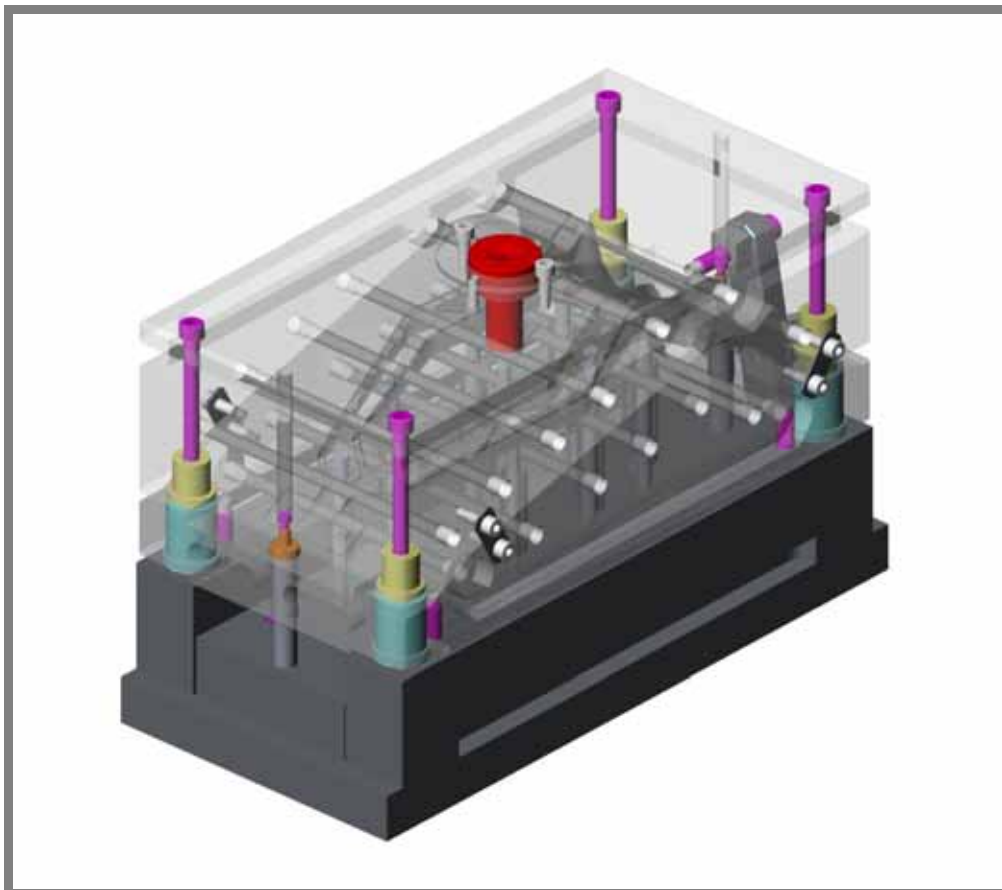
Obr. 69 Forma na podběh - detail chlazení "věžiček" v pevném díle



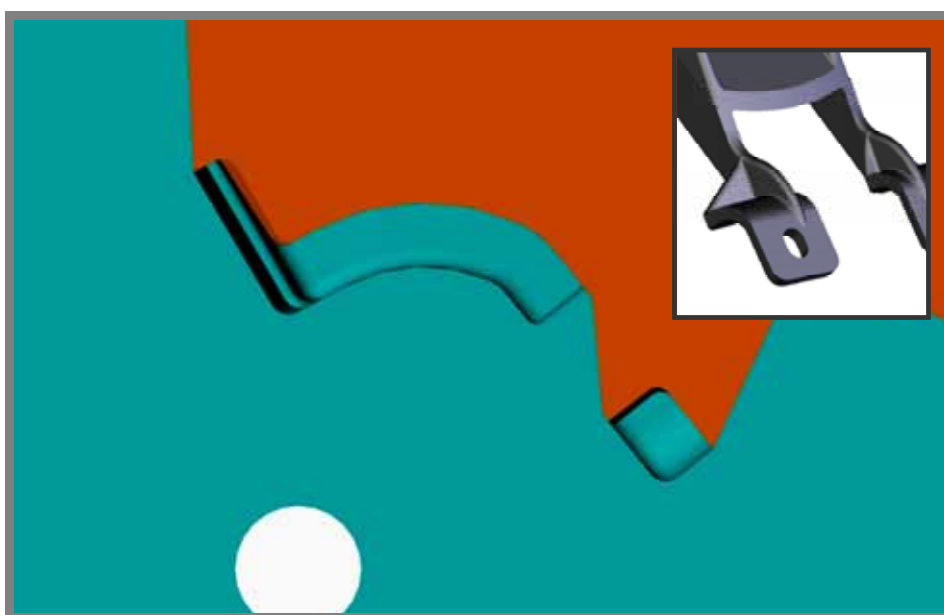
Obr. 70 Forma na podběh - detail zaformování bočních děr pro blinkry

6.2.8. Forma na držák SPZ

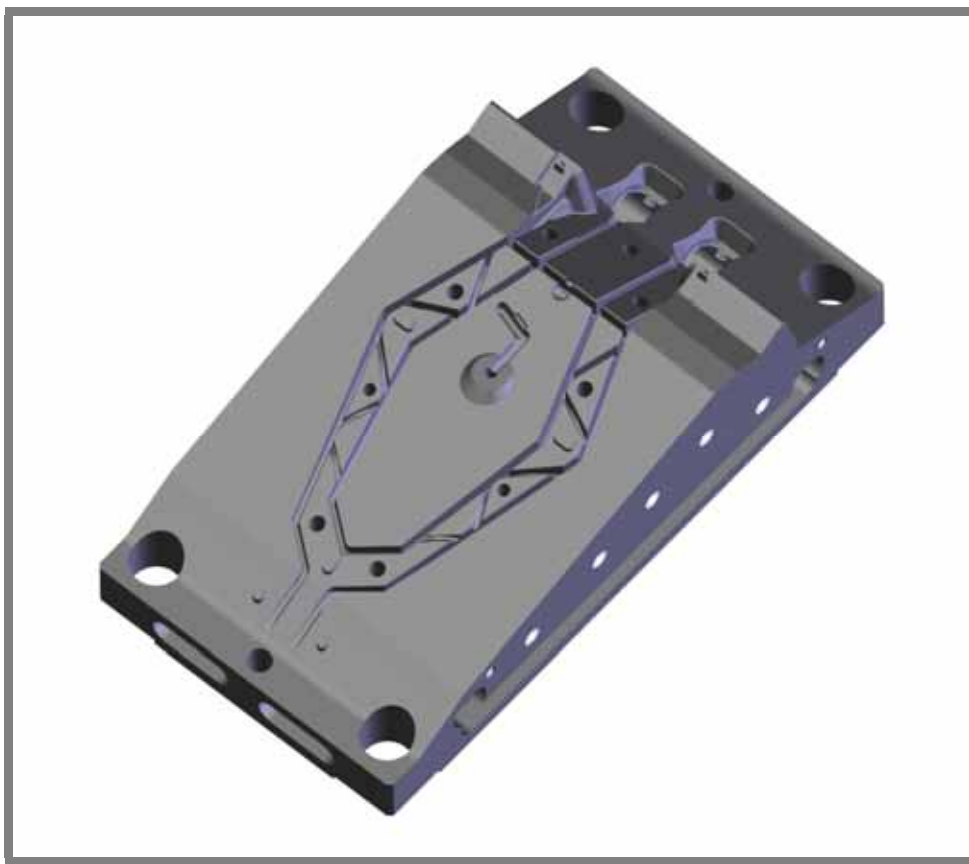
Součást je zaformována takovým způsobem, aby všechny potřebné díry v držáku registrační značky už byly předlisovány. Vzhledem k členitosti součásti je navržená dělicí plocha značně komplikovaná, ovšem funkční a vyrobitelná.

6.2.8.

Obr. 71 Forma na Držák SPZ - celkový pohled



Obr. 72 Forma na Držák SPZ - detail zaformování šikmých bočních otvorů pomocí tzv. rozpůlení

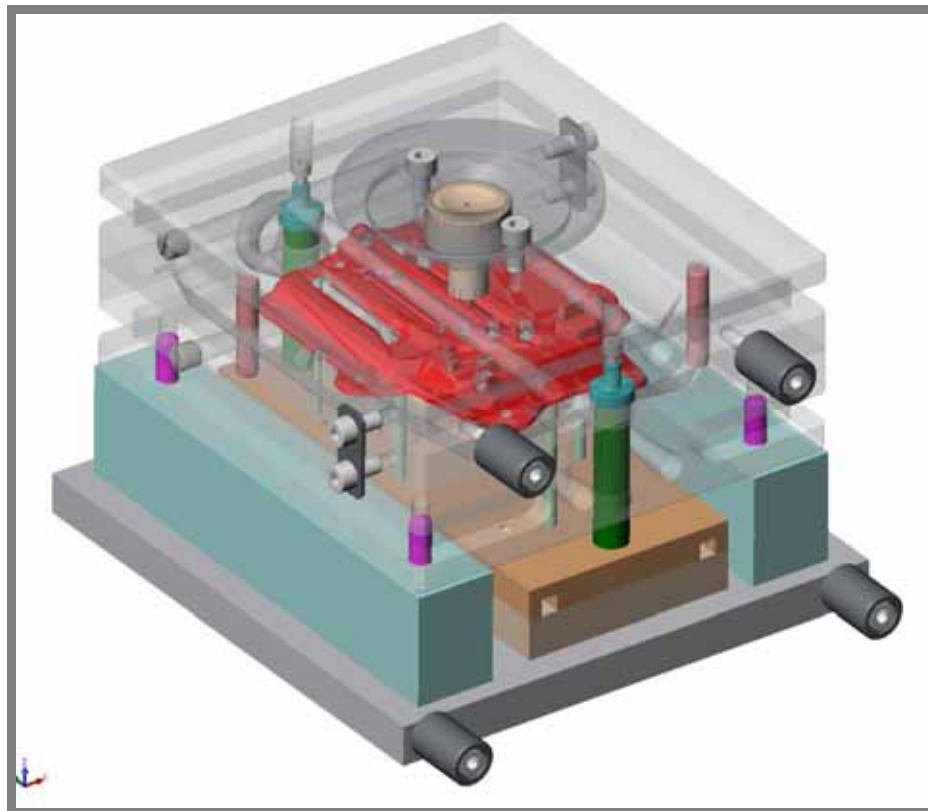


Obr. 73 Forma na Držák SPZ - pohyblivý díl

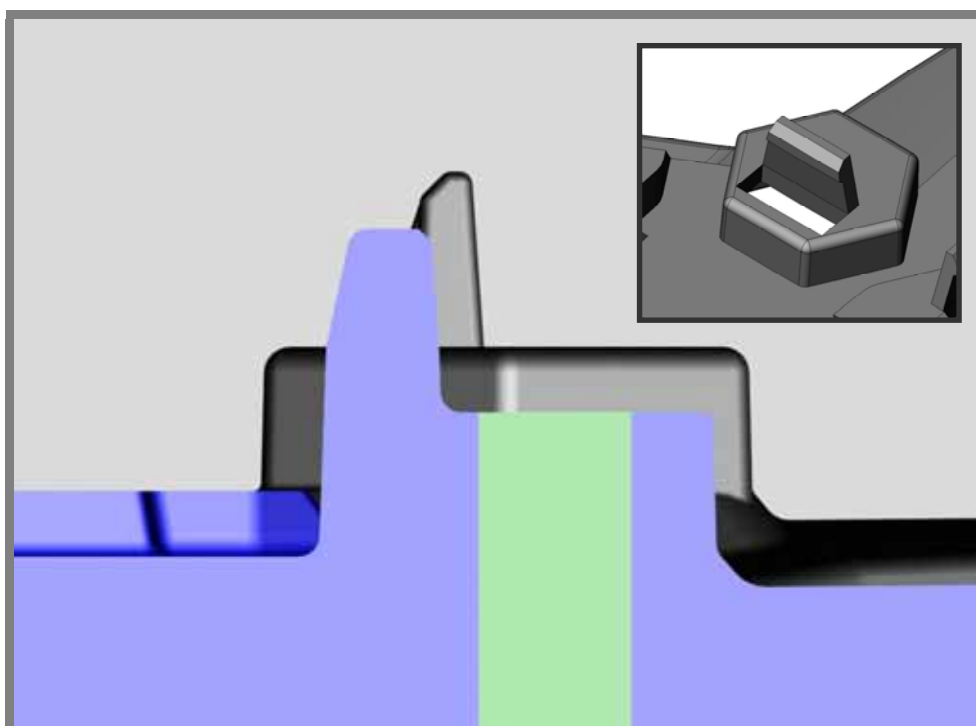
6.2.9.

6.2.9. Forma na box na nářadí

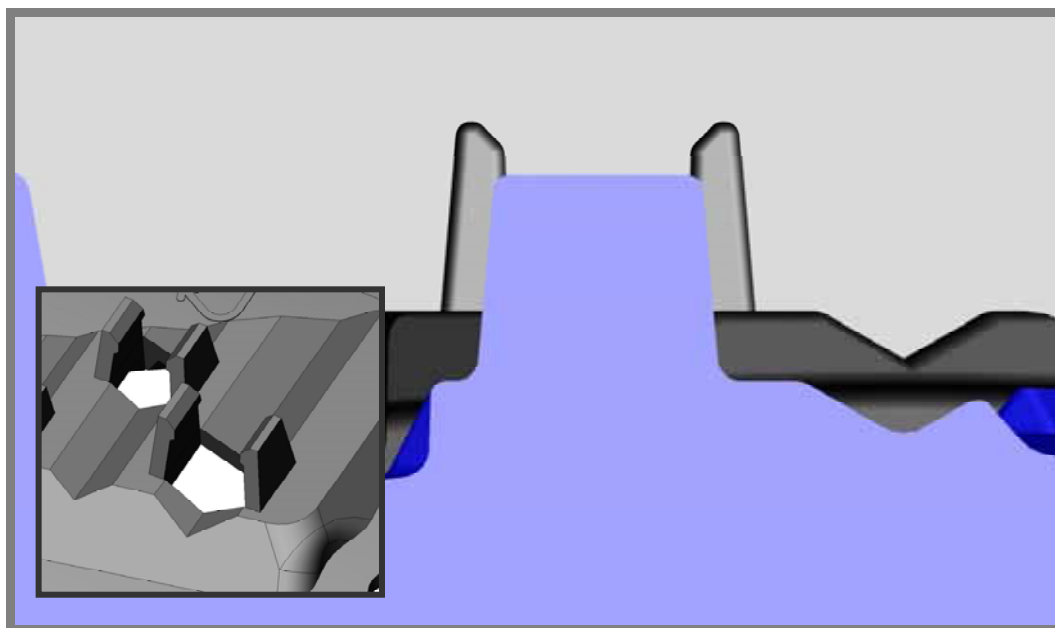
I přes velký počet zavíracích ploch, formujících otvory, bylo rozhodnuto navrhnout formu pouze na tvarové vedení. To se později ukázalo jako dostatečné a opět to snížilo finanční rozpočet formy. Tvarové vedení je tvořeno vaničkou po obvodu součásti. Detaily zaformování jednotlivých prvků jsou ukázány na následujících obrázcích.



Obr. 74 Forma na box na nářadí - celkový pohled



Obr. 75 Forma na box na nářadí - detaily



Obr. 76 Forma na box na nářadí - detaily

6.2.10.

6.2.10. Výkresová dokumentace

Zpracovaná výkresová dokumentace je určena pro vnitropodnikové účely (tzn. všechny díly jsou vyráběny ve firmě Blata). Výkresy byly vytvořeny dle firemních potřeb a neodpovídají žádné veřejné normě. Výkresy sestav jednotlivých forem jsou k dispozici v příloze diplomové práce.

7. KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ

7.

7.1. Konstrukční rozbor

7.1.

Všechny zadané problémy byly úspěšně zpracovány. Všechny formy byly vyrobeny a plastové výlisky zdárně odlisovány. Zpracování zadaného tématu zabralo cca 850 hodin konstrukční práce (bez psaní textu diplomové práce).

Plastové díly

Bylo navrženo 6 zcela nových plastových dílů a 7 dílů bylo zásadně přepracováno a zrekonstruováno. Přitom se jedná o velice komplexní díly, co se složitosti geometrie a požadavků týče. Na některých součástech byly později provedeny úpravy z důvodu změny navazujících součástí nebo zlepšení jejich funkce. Jednalo se o běžné a relativně jednoduché úpravy.

Formy

V rámci konstrukce forem bylo zpracováno celkem 794 součástí, o celkové hmotnosti 1062 kg v řádové hodnotě milionů Kč. Na některých formách byly realizovány úpravy v důsledku změn na dílech. Na formě na Sklo masky světlotetu musely být rozšířeny vtokové kanály. Jinak byly navržené formy po lisotechnické stránce zkonstruovány úspěšně.

7.2. Technologický rozbor

7.2.

Všechny navržené součásti, zejména součásti forem, byly bez problémů vyrobeny dostupnými konvenčními technologiemi. Technologické aspekty byly zohledňovány ve všech fázích konstrukce.

7.3. Ekonomický rozbor

7.3.

Všechny součásti, plastové výlisky i součásti forem, byly navrženy tou nejjednodušší a nejsnazší možnou cestou, která vždy přinesla finanční úspory. Některé finanční úvahy jsou již zmíněny v předcházejících kapitolách.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Tištěné zdroje

- [1] Modern Plastics, Harper, Charles A. *Modern Plastics Handbook*. 1st edition. New York: McGraw-Hill, 1999. 1298 s. ISBN 0-07-026714-6.
- [2] Menges, G., Michaeli, W., Mohren P.. *How to Make Injection Molds*. 3rd edition. Munich: Hanser Publishers, 2000. 612 s. ISBN 1-56990-282-8.
- [3] *Design Guide - Performance And Value With Engineering Plastics*. DSM Engineering Plastics, 2005. 52 s.
- [4] Řehulka, Zdeněk. *Konstrukce výlisků z plastů a forem pro zpracování plastů*. 1. vydání. Brno: Sekurkon, 2006. 226 s. ISBN 80-86604-28-4.
- [5] Dvořák, Milan. *Technologie II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 238 s. ISBN 80-214-2031-4.
- [6] Plastics Design Library. *Handbook of Plastics Joining*. New York: William Andrew, Inc., 1997. 511 s. ISBN 1-884207-17-0.
- [7] Crawford, R.J. *Plastics Engineering*. 3rd edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. 505 s. ISBN 0-7506-3764-1.
- [8] Hundal, M.S. *Systematic Mechanical Designing: A Cost and Management Perspective*. New York: ASME Press, 1997. ISBN 0-7918-0042-3.
- [9] Leinveber, J., Řasa, J., Vávra, P.. *Strojnické Tabulky*. 3. doplněné vydání. Praha: Scientia, 1999. 985 s. ISBN 80-7183-164-6.

Elektronické zdroje

- [10] Lenfeld, Petr. *Katedra tváření kovů a plastů – Skripta* [online]. Poslední úpravy 14. února 2006. [citováno 29.dubna 2008].
URL:<http://www.ksp.vslib.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/index.htm>.
- [11] CZ PLAST s.r.o. *CZ PLAST s.r.o. - rotační tváření plastů, palivové nádrže, potrubí, blatníky* [online]. c2005. Poslední úpravy 4. května 2008. [citováno 4. května 2008].
URL:<<http://czplast.cz/index.php?action=page&subac=show&data=HOME&lang=cz>>.
- [12] *SUPERBIKE-ONLINE | Blata - luxus prvního svezení* [online]. Poslední úpravy 27. dubna 2008. [citováno 27.dubna 2008].
URL:<<http://www.superbike-online.cz/aktuality/blata-luxus-prvniho-svezeni>>.

[13] *Honda CB125* [online]. Poslední úpravy 14. prosince 2007. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<http://www.abacuscaralarms.co.uk/bikes/classic_bikes/Honda_CB125S.htm>.

[14] *Motocykl Yamaha XT 125 X (r.2006)* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://yamaha.katalog-motocyklu.cz/motocykl/yamaha-xt-125-x-r2006/>>.

[15] *Curves and Surfaces for Computer Graphics* [online]. Poslední úpravy 5. září 2006. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://www.davidsalomon.name/CaS/CaS.html>>.

[16] *DuPont™ Zytel® Nylon 66 Selected for Chrysler Group Rocker Cover on 4-Cylinder World Engine* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<http://plastics.dupont.com/myplastics/Mediator?common=5,5513&locale=jp_JP>.

[17] *Automotive Wallpapers 7 | Wallpaper World* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://www.wallpaper.net.au/wallpapers-automotive7.php>>.

[18] *Plastics Extruder suits product development applications., Malcom Co., Inc. Distrib* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://news.thomasnet.com/fullstory/21881>>.

[19] *Jodee Plastics custom extrusion products* [online]. Poslední úpravy 31. července 2002. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://www.jodeeplastics.com/jodeerightfr.htm>>.

[20] *Princip vyfukování plastů* [online]. Poslední úpravy 12. února 2007. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://www.sotallia.com/princip-vyfukovani-plastu.html>>.

[21] *Industrial Blow Molding Machines, Extrusion Blow Molding Technology, plastic packagings, plastic bottles* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<http://www.kautex-group.com/en/industrial_blow_molding_machines.html>.

[22] *CZ PLAST s.r.o. - technologie rotačního tváření plastů, výroba plastů* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://czplast.cz/index.php?action=page&subac=show&data=TECH&lang=cz>>.

[23] *CZ PLAST s.r.o. - Produkty / Zakázková výroba / Technické výrobky* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].

URL:<<http://czplast.cz/index.php?action=product&subac=categ&data=7&lang=cz>>.

- [24] *RSS Feed for the unit Manufacturing* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].
URL:<http://openlearn.open.ac.uk/file.php/1689/formats/T173_2_rss.xml>.
- [25] *HuaHong: mobile phone housing (cover, faceplate), Nokia Middle housing, cellular phone middle housing, Nokia mobile phone housing* [online]. Poslední úpravy 21. července 2006. [citováno 24.dubna 2008].
URL:<<http://www.huahongnet.com/Nokia-middle-cover.htm>>.
- [26] *Invera, s. r. o.* [online]. Poslední úpravy 24. dubna 2008. [citováno 24.dubna 2008].
URL:<<http://www.invera.cz/index.php?lang=cs&id=vstrik-stroje-invera>>.
- [27] *SVOBODA - Katalog BALZI - Přepážky se zátkou* [online]. Poslední úpravy 25. září 2006. [citováno 24.dubna 2008].
URL:<<http://www.jansvoboda.cz/balzi/katalog/prepa.html>>.
- [28] *SVOBODA - Katalog BALZI - Vzduchové ventily* [online]. Poslední úpravy 25. září 2006. [citováno 24.dubna 2008].
URL:<<http://www.jansvoboda.cz/balzi/katalog/jehla.html>>.
- [29] *Starlock Push On Fasteners Metric* [online]. Poslední úpravy 18. března 2008. [citováno 24.dubna 2008].
URL:<<http://www.springmasters.com/sp/starlock-push-on-fasteners-metric.html>>.
- [30] *Push-On Fasteners: Assembly Tools* [online]. 9. července 2007. března 2008. [citováno 24.dubna 2008].
URL:<<http://www.bakfin.com/starlock/assembly-tools.html>>.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

9.

10. SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1 Blata125 Motard [12]	13
Obr. 2 Honda CB125S r.v.1972 [13]	14
Obr. 3 Yamaha XT125X r.v.2006 [14].....	15
Obr. 4 Pierre Étienne Bézier (1910-1999), průkopník v oblasti CAD a CAM systémů [15].....	15
Obr. 5 Víko hlavy válce spalovacího motoru z materiálu DuPont Zytel nylon 66 [16]	16
Obr. 6 Rinspeed eXasis [17]	16
Obr. 7 Šnekový vytlačovací stroj [18].....	17
Obr. 8 Produkty technologie vytlačování [19].....	17
Obr. 9 Technologie vyfukování plastů [20].....	18
Obr. 10 Produkty technologie vyfukování [21]	18
Obr. 11 Princip technologie rotačního tváření [22]	19
Obr. 12 Tvarově složité součásti vyrobené technologií rotačního tváření [23].....	19
Obr. 13 Technologie vstřikování / <i>mould</i> - forma, <i>tie bar</i> - vodící tyč, <i>heaters</i> - vyhřívání, <i>screw moves to push polymer into mold</i> - šnek tlačící plast do formy, <i>feeder hopper</i> – násypka, <i>water coolig chanel</i> s – díry pro chlazení/ [24].....	20
Obr. 14 Tvarově složitý kryt mobilního telefonu vyrobený technologií vstřikování [25].....	20
Obr. 15 Prototypová součást vyrobená technologií FDM (Fused deposition modelling).....	21
Obr. 16 Ukázka vhodně zvolené dělicí plochy (červená).....	22
Obr. 17 Vhodné rádiusování v rozích výlisku [3]	22
Obr. 18 Ukázka doporučení pro konstrukci žeber (<i>Base thickness</i> – tloušťka žebra v kořenu, <i>Height</i> – výška, <i>Corner radius</i> – rádius v kořeni, <i>Draft angle</i> – úkos, <i>Spacing</i> – rozestup) [3]	23
Obr. 19 Nálitky pro samořezné šrouby [4]	23
Obr. 20 Horizontální vstřikovací lis [26].....	24
Obr. 21 Řez jednoduchou formou.....	24
Obr. 22 Ukázka studeného vtokového systému (oranžově)	25
Obr. 23 Horký vtokový systém [2]	25
Obr. 24 Ukázka chlazení formy pomocí navrtaných děr a přepážek [27]	26
Obr. 25 Poloviny formy vedené pomocí tvarových zámků (červeně).....	26
Obr. 26 Systém vyhazování používající jednoduché válcové vyhazovače (zeleně)..	27
Obr. 27 Vzduchové vyhazování [28].....	27
Obr. 28 Počáteční skica předního blatníku pro Enduro na stávajícím Motardovém. 34	
Obr. 29 Počáteční stav modelování - mezní prvky	35
Obr. 30 Modelování prostorových křivek (červeně) a hlavních ploch	35
Obr. 31 Tvorba objemového modelu.....	36
Obr. 32 Detaily a výsledná podoba modelu.....	36
Obr. 33 Analýza úkosu	37
Obr. 34 Analýza zebra	38
Obr. 35 Analýza křivosti.....	38
Obr. 36 Ověření identity modelu	39
Obr. 37 Kontrola v sestavě	39
Obr. 38 Sestava plastů masky světlometů	40

Obr. 39 Původní model sklíčka	41
Obr. 40 Nová plocha sklíčka a limitující parametry.....	41
Obr. 41 Návrh spojení pomocí pojistných kroužků – celkový pohled	43
Obr. 42 Návrh spojení pomocí pojistných kroužků - detail	44
Obr. 43 Detail finální verze spojovacího kolíčku s odlehčením.....	44
Obr. 44 Vybraný typ pojistného kroužku a montážní nářadí [29], [30]	44
Obr. 45 Analýza zebra - původní plochy (Rhinoceros 3.0).....	45
Obr. 46 Analýza zebra - nové vyhlazené plochy (Rhinoceros 3.0).....	45
Obr. 47 Ukázka finálního a původního modelu paraboly	46
Obr. 48 Uchycení na zadní vidlici	47
Obr. 49 Vodítko řetězu - základní pohledy	47
Obr. 50 Vodítko řetězu - vodící plochy zvýrazněny žlutě.....	48
Obr. 51 Vodítko řetězu - sedlo pro samojistící matici a zahloubení pro hlavu šroubu	48
Obr. 52 Podsedlové plasty – horní pohled.....	49
Obr. 53 Podsedlové plasty - dolní pohled.....	49
Obr. 54 Princip uchycení držáku SPZ	50
Obr. 55 Připevnění komponentů osvětlení	50
Obr. 56 Osazený box na nářadí	51
Obr. 57 Ukázka návrhu v sestavě	52
Obr. 58 Chlazení - forma na blatník (cesta vody znázorněna šipkou)	53
Obr. 59 Forma na blatník celkový pohled	54
Obr. 60 Forma na blatník - pohyblivý díl, tvarové zámky	54
Obr. 61 Zaformování kolíčků	55
Obr. 62 Princip vyhazování	55
Obr. 63 Forma na parabolu a štítek	56
Obr. 64 Forma na sklo	57
Obr. 65 Forma na vodítko řetězu.....	58
Obr. 66 Forma na vodítko řetězu - detail zavložkování	58
Obr. 67 Forma na podběh – celkový pohled	59
Obr. 68 Forma na podběh - pevný díl, dělicí plocha	59
Obr. 69 Forma na podběh - detail chlazení "věžiček" v pevném díle	60
Obr. 70 Forma na podběh - detail zaformování bočních děr pro blinkry	60
Obr. 71 Forma na Držák SPZ - celkový pohled	61
Obr. 72 Forma na Držák SPZ - detail zaformování šikmých bočních otvorů pomocí tzv. rozpůlení	61
Obr. 73 Forma na Držák SPZ - pohyblivý díl	62
Obr. 74 Forma na box na nářadí - celkový pohled	63
Obr. 75 Forma na box na nářadí - detaily.....	63
Obr. 76 Forma na box na nářadí - detaily.....	64

11. **11. SEZNAM TABULEK**

12. SEZNAM PŘÍLOH

12.

Rozstřel formy na přední blatník Enduro		
Rozstřel formy na bočnici masky světel		
Fotografie navržených dílů na motocyklu (6ks)		
Výkres sestavy – Forma na přední blatník enduro	...	0086-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na bočnice masky světel L	...	0061-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na bočnice masky světel P	...	0062-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na parabolu a štítek	...	0060-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na sklo světlometu	...	0059-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na vodítko řetězu	...	0083-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na podběh zadního kola	...	0080-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na držák SPZ	...	0071-01-01-11
Výkres sestavy – Forma na box na nářadí	...	0079-01-01-11
Výkresy jednotlivých dílů forem – ukázka na požádání u autora práce		
Výkresy plastových dílů – ukázka na požádání u autora práce		
Digitální 3D CAD modely – ukázka na požádání u autora práce		
Plastové výlisky – zapůjčení na požádání u autora práce		