



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NAVRŽENÍ TECHNOLOGIE VÝROBY SPD ZARÁŽKY PRO PEDÁLY NA JÍZDNÍ KOLO

DESIGN OF TECHNOLOGY PRODUCTION OF SPD STOP FOR BICYCLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Tomek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Aleš Jaroš, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Bc. Jiří Tomek**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Aleš Jaroš, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

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

Navržení technologie výroby SPD zarážky pro pedály na jízdní kolo

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Bakalářská práce je zaměřena na navržení technologického postupu součásti – zarážka (kufr) pro pedály na jízdní kolo včetně navržení obráběcí strategie.

Cíle bakalářské práce:

1. Popis řešení součásti.
2. Charakteristika výrobních technologií.
3. Konstrukce 3D modelu řešené součásti.
4. Navržení technologie výroby.
5. Navržení obráběcí strategie.

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, M., PÍŠKA, M. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 255 s. ISBN 80-214-2374-9.

PTÁČEK, L. Nauka o materiálu I. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, c2003. ISBN 80-7204-283-1.

PÍŠKA, M. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s.r.o., 2008. 235s. ISBN 978-80-254-2250-2.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na konstrukci a výrobu MTB zarážky (kufru) pro jízdní kola. Model, vymodelovaný v programu Autodesk Inventor, bude sloužit k vytvoření CNC programu v softwaru SolidCAM. Součástí práce je i navržení technologie výroby a popis použitých technologií.

Klíčová slova

Kufr na cyklistické pedály, Autodesk Inventor, SolidCAM, Frézování, Vrtání, Zahlubování, Řezání laserem

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the design of shape and production technology of MTB clipless for bicycles. Autodesk Inventor software was used for modeling MTB clipless and SolidCam software was used for creating CNC program. The technology of production and description of used technologies were describe too.

Key words

Clipless for bicycle pedal, Autodesk Inventor, SolidCAM, Milling, Drilling, Countersinking, Laser Cutting

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TOMEK, Jiří. *Navržení technologie výroby SPD zarážky pro pedály na jízdní kolo*. Brno 2020. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 35 s. 4 přílohy. Ing. Aleš Jaroš, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Navržení technologie výroby SPD zarážky pro pedály na jízdní kolo** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

24.6.2020

.....
Datum

.....
Jiří Tomek

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Alešovi Jarošovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svému kamarádovi Martinovi Rudykovi, díky kterému bylo možné zrealizovat CNC program. V poslední řadě chci také poděkovat své rodině, která mě podporovala při celé době studia.

OBSAH

ABSTRAKT	3
PROHLÁŠENÍ.....	4
PODĚKOVÁNÍ.....	5
OBSAH.....	6
ÚVOD.....	7
1 POPIS ŘEŠENÉ SOUČÁSTI.....	8
1.1 CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ SOUČÁSTI.....	9
1.2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH TECHNOLOGIÍ	10
2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH TECHNOLOGIÍ	13
2.1 FRÉZOVÁNÍ.....	13
2.1.1 VÁLCOVÉ FRÉZOVÁNÍ.....	13
2.1.2 ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ.....	15
2.1.3 FRÉZY	15
2.1.4 FRÉZKY	16
2.2 VRTÁNÍ	18
2.2.1 VRTÁKY	19
2.2.2 VRTAČKY	19
2.3 ZAHLUBOVÁNÍ	20
2.4 ŘEZÁNÍ LASEREM	21
3 KONSTRUKCE 3d MODELU ŘEŠENÉ SOUČÁSTI.....	22
4 NAVRŽENÍ TECHNOLOGIE VÝROBY	25
5 NAVRŽENÍ OBRÁBĚCÍ STRATEGIE.....	27
ZÁVĚR	33
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	34
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	37
SEZNAM PŘÍLOH.....	38

ÚVOD

Tato bakalářská práce se věnuje SPD zarážce (kufru) pro pedály na jízdní kolo. V dnešní době se mnohem víc rozmáhá použití SPD kufru (zarážky) pro přenos lidské energie k pohonu jízdního kola. Jeden z důvodů je fakt, že při použití kufru je přenášen větší výkon, tím jezdec vynaloží menší energii na stejně dlouhé vzdálenosti, jak cyklista s normálními pedály nebo ujede větší vzdálenost. Další z důvodů může být stále větší rozmach nových technologií, které umožňují lepší cenovou dostupnost (při zachování stejné kvality), nebo větší možnost výběru. Podle toho, jestli je člověk MTB nebo silniční cyklista a nebo jestli je vrcholový sportovec, který potřebuje přenést co největší výkon, při co nejmenší váze, nebo cykloturista, který rád spojí cyklovýlet i s pěší turistikou např. po památkách.

V téhle bakalářské práci je zvolena zarážka pro MTB pedály s korozivzdorné oceli, jelikož je velká pravděpodobnost styku s vodou a nečistotami. Kufry se dělí na tři kategorie a podle toho záleží i na způsobu výroby. Například u silničních zarážek je jen část kovová. Další části jsou převážně z plastu nebo pryskyřice. Zatím co MTB kufry jsou celokovové.

V dnešní době se díky novým technologiím, jako jsou například CNC obráběcí centra s více jak třemi osami, dají obrobít i složité tvary, a proto bude téměř celý proces výroby realizován na CNC obráběcím centru, pro které je třeba vytvořit CNC program. CNC program se dá vytvořit v mnoha programech, v našem případě se jedná o program SolidCAM, kde u některých je potřeba nejprve vytvořit model (v téhle bakalářské práci bude zvolen program Autodesk Inventor).

1 POPIS ŘEŠENÉ SOUČÁSTI

V dnešní době se mnohem víc rozmáhá použití SPD zarážek pro pedály na jízdní kola. Je to z toho důvodu, protože mají hned několik výhod, které jsou zahrnuty v téhle části bakalářské práce spolu s popisem jednotlivých druhů.

SPD zarážka je součást, která je přišroubovaná ke speciální cyklistické obuvi (třetře). A poté spolu s třetrou zacvaknuta do speciálního pedálu. Tím dojde k pevnému spojení třetry a pedálu.

- SPD zarážky se dělí na tři základní druhy:
- a) Silniční,
 - b) MTB,
 - c) Cykloturistické.

Záleží, jestli rádi jezdíte po silnici nebo jste milovníky adrenalinu, horských cest v přírodě nebo sjezdů. Anebo jestli jste spíš cyklisté, co jezdí na túry a ocenili byste možnost využít boty i na chůzi např. po památkách. Protože pro cyklistické boty je typické cvakání, které je způsobeno kufrem, který je připevněn na podrážce cyklistické třetry a slouží ke spojení cyklistické třetry k pedálu. Tohle u třetí varianty odpadá [1].



Obr.1 Spojení třetry s kolem [4].

Každá z druhů treter je, jak název napovídá, na něco jiného. Proto každá zarážka je i jinak konstruována a jsou použity jiné materiály. V této bakalářské práci je zvolena zarážka pro MTB pedály.

1.1 CHARAKTERISTIKA ŘEŠENÉ SOUČÁSTI

Jelikož zámek je při jízdě namáhán hlavně mechanicky, dochází k jeho opotřebení jak při zacvaknutí do pedálu, tak při chůzi (hlavně u silničních a MTB treter). Dále zámek musí odolávat venkovním podmínkám (déšť, kamínky, bahno, změna počasí...). Je potřeba zvolit takový materiál, který tyto podmínky splní. Čili je potřeba materiál, který bude pevný, odolný proti opotřebení a povětrnostním podmínkám. Zároveň je potřeba, aby byl co nejlehčí a do určité míry pružný. Těchhle podmínek lze do jisté míry dosáhnout pomocí korozivzdorné austenické ocele 1.4301; ČSN 17 240; X5CrNi18-10; AISI 304 [2].

1. POPIS

Jedná se o austenitickou ocel, která je, díky poměrně velkému obsahu křemíku, korozivzdorná v prostředí běžného typu (voda, slabé kyseliny, průmyslové velkoměstské atmosféry...). Dále má ocel vyšší odolnost proti oxidaci a to zejména díky přidáním křemíku. Obrobitelnost této struktury je 9b, ale jen za předpokladu použití speciálních nástrojů pro korozivzdorné oceli, jelikož při použití normálních nástrojů by mohlo dojít k znečištění oceli jinými nekorozivzdornými kovy. Dále díky uhlíku, manganu, chromu a niklu se tato ocel vyznačuje houževnatostí a pevností [2].

2. MECHANICKÉ A FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Tab. 1 Fyzikální a mechanické vlastnosti oceli [3].

Název	Značení	Hodnota	Jednotka
Pevnost v tahu	Rm	520 - 720	N/mm ²
Bod tání/tavení	-	1400	°C
Součinitel tepelné vodivosti		14	W/mK
Mez kluzu	Re	400	MPa
Hustota	ρ	7,9	g/cm ³
Tažnost	A	80	mm
Tvrдость	HB	215	-

Žíhací teplota se pohybuje okolo 1000 —1100°C s následným chlazením vodou. [3]

3. CHEMICKÉ VLASTNOSTI

Tab.2 chemické složení [3].

Prvek	C	Cr	Ni	Si	P	S	Mn
Obsah [%]	Max 0.07	17.00 až 19.50	8.00 až 10.50	Max. 1.00	Max. 0.045	Max. 0.03	Max. 2

1.2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH TECHNOLOGIÍ

a) Silniční tretry

Silniční tretry slouží hlavně pro silniční jezdce. Silniční tretry s tuhou podrážkou jsou využívány především pro efektivní přenos energie z nohou a chodidel jezdce do pedálu a zároveň překonávat dlouhé vzdálenosti s maximální efektivitou. Podrážka je vyrobena z karbonu, který je velmi tuhý a má nízkou hmotnost. Tohle jsou pro silniční tretry velmi důležité vlastnosti [1].



Obr. 2 Silniční tretry [5].

b) MTB tretry

MTB tretry jsou určeny převážně pro jezdce na horských kolech. Jsou specifické tím, že mají odolný svršek a hrubou podrážku. Ta je výhodou převážně v situacích, kdy jezdec musí slézt z kola kvůli překážce, špatnému terénu, příliš prudký kopec...

Další výhodou je, že na boty lze přidělat kolíky, které zajistí větší jistotu při pohybu např. v bahnitém terénu. Mezi poslední výhody patří zpevněná špička, která zabrání zranění při střetu s větvemi, skálou, kmenem..., a možnost použití i na silniční kola [1].



Obr. 3 MTB tretry [6].

c) Cykloturistické tretry

Cykloturistické tretry používají hlavně jezdci, kteří cyklovýlet rádi spojí i s turistikou. Rozdíl, oproti předchozím tretrám, je v tom, že cykloturistické tretry mají měkčí podrážky, čím jsou vhodnější pro chůzi. Boty jsou vyztužené jen v místě, kde se nachází zámek pro nášlapy. Tretry vypadají jak outdoorové boty a často bývají vybaveny i vibramovou podrážkou. Zámek je v tretrách hlouběji zapuštěn a díky tomu s tretrami lze ujet delší vzdálenosti, a navíc bez typického klapání. Nevýhodou oproti silničním a MTB tretrám je, že cykloturistické boty mají, jak už bylo zmíněno, měkčí podrážku a zároveň širší tvar, takže přenáší mnohem menší síly při šlapání [1].



Obr. 4 Cykloturistické boty [7].

VÝHODY A NEVÝHODY

Výhody

Hlavní výhodou cyklistických treter je větší záběr (i tahem na horu) a stabilita chodidla. Další výhodou může být odstranění nebezpečí vysmeknutí nohy z pedálu např. při nepříznivém počasí. Mezi poslední výhody určitě patří to, že obuv vám udrží nohu ve správné poloze. Tzn. člověk se jednoduše vyhne zbytečnému přetěžování jeho těla. Nenastane, aby člověk šlapal prostředkem chodidla nebo patou. To by mělo za následek větší opotřebení jak svalů, tak kloubů [1].

Nevýhody

Mezi nevýhody může patřit vyšší pořizovací cena. Velkou nevýhodou pro většinu lidí může být prvotní strach z toho, že se jim nepodaří nohu včas vysmeknout z pedálu. Tuhle nevýhodu lze snadno odstranit trénováním. Po chvílce používání člověk zjistí, že je to velmi jednoduché. Stačí jen pohnout patou směrem ke kolu a je to! Jednou s posledních nevýhod lze uvést menší flexibilitu. Tzn. nelze na kole s nášlapnými pedály jezdit bez cyklistických bot [1].



Obr. 5 Pád z kola [8].

2 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍCH TECHNOLOGIÍ

V této části bakalářská práce jsou popsány výrobní technologie použité při výrobě SPD zarážky. Jsou to hlavně tyhle čtyři:

- Frézování
- Soustružení
- Vrtání
- Řezání laserem

2.1 FRÉZOVÁNÍ

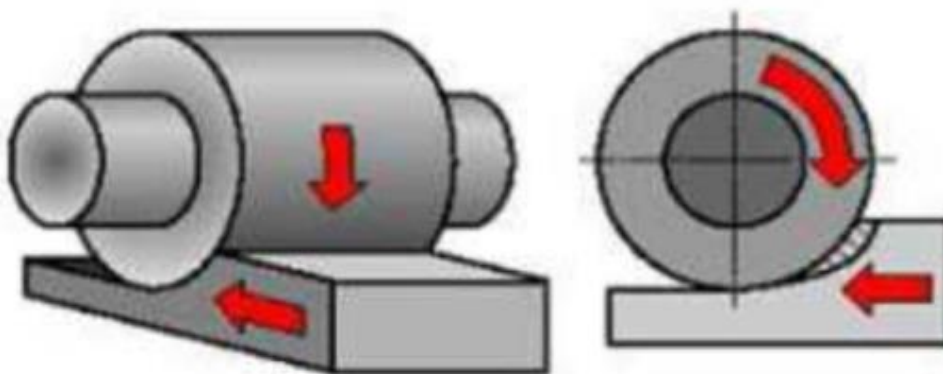
Frézování je třískové obrábění, při kterém tříska odchází pomocí břitů nástroje, kterému se říká fréza. Fréza je upnuta ve stroji nazývaném frézka. Hlavní řezný pohyb koná frézka a je rotační. Vedlejší řezný pohyb koná obrobek (posuv) a je převážně kolmý k ose nástroje [9].

2.1.1 VÁLCOVÉ FRÉZOVÁNÍ

Frézování se převážně uplatňuje při práci s válcovými a tvarovými frézami. Zuby frézy jsou vytvořeny pouze po obvodu nástroje. Hloubka odebírané vrstvy se nastavuje kolmo na osu frézy a na směr posuvu. Obrobená plocha je rovnoběžná s osou otáčení frézy. V závislosti na kinematice obráběcího procesu se rozlišuje frézování nesousledné (protisměrné, nesousměrné) a sousledné (sousměrné) [9].

SOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ

Při sousledném frézování je smysl rotace nástroje ve směru posuvu obrobku. Maximální tloušťka třísky vzniká při vnikání zubu frézy do obrobku. Obrobená plocha se vytváří, když zub vychází ze záběru. Řezné síly působí obvykle směrem dolů, proti stolu stroje. Sousledné frézování může probíhat pouze na přizpůsobeném stroji při vymezené vůli a předpětí mezi posuvovým šroubem a maticí stolu frézky. V opačném případě způsobuje vůle nestejný posuv, při němž může dojít k poškození nástroje, popř. i stroje [9].

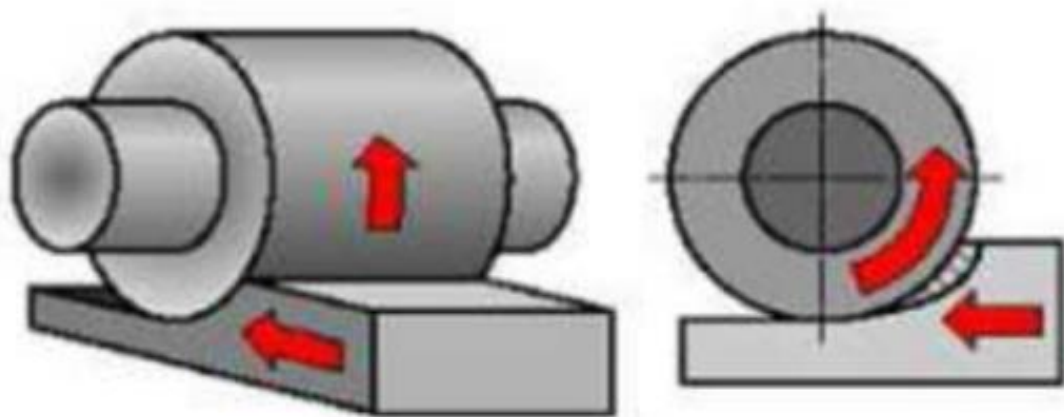


Obr. 1 Sousledné frézování [14].

Výhody sousledného frézování: - vyšší trvanlivost břitů, což umožňuje použití vyšších řezných rychlostí a posuvů,
- menší potřebný řezný výkon,
- řezná síla přitlačuje obrobek ke stolu, takže lze použít jednodušších upínacích přípravků,
- menší sklon ke kmitání,
- obvykle menší sklon k tvoření nárůstku,
- menší drsnost obrobeneho povrchu [9, 10].

NESOUSLEDNÉ FRÉZOVÁNÍ

Při nesousledném frézování je smysl rotace nástroje proti směru posuvu obrobku. Obrobená plocha vzniká při vnikání nástroje do obrobku. Tloušťka třísky se postupně mění z nulové hodnoty na hodnotu maximální. K oddělování třísky nedochází v okamžiku její nulové tloušťky, ale po určitém skluzu břitu po ploše vytvořené předcházejícím zubem. Přitom vznikají silové účinky a deformace způsobující zvýšené opotřebení břitu. Řezná síla při nesousledném frézování má složku, která působí směrem nahoru a odtahuje obrobek od stolu stroje [9].



Obr. 2 Nesousledné frézování [14].

Výhody nesousledného frézování: - trvanlivost nástroje nezávisí na okujích, písčitém povrchu obrobku apod.,
- není zapotřebí vymezování vůle mezi posuvovým šroubem a maticí stolu stroje,
- menší opotřebení šroubu a matice,
- záběr zubů frézy při jejich vřezávání nezávisí na hloubce řezu [9].

2.1.2 ČELNÍ FRÉZOVÁNÍ

Čelní frézování se uplatňuje při práci s čelními frézami, které mají břity vytvořeny na obvodě i čele nástroje. Podle polohy osy frézy vzhledem k frézované ploše se rozlišuje symetrické (osa nástroje prochází středem frézované plochy) a nesymetrické frézování (osa nástroje je mimo střed frézované plochy). U čelního frézování pracuje fréza současně sousledně i nesousledně [9].



Obr. 3 čelní jemnozubá fréza [15].

2.1.3 FRÉZY

Frézování je velmi rozšířené a uplatňované. Z toho důvodu existuje široká škála nástrojů. Základní rozdělení může být například podle:

- umístění zubů na: Čelní, válcové, válcové čelní,
- směru zubů: Přímé a ve šroubovici,
- způsobu výroby: podsoustružené zuby, frézované,
- počtu zubů: jemnozubé, polohrubozubé, hrubozubé,
- tvaru: válcové, kotoučové, rádiusové, úhlové, kopirovací, na výrobu ozubení, drážkovací,
- konstrukce: vyměnitelné břitové destičky, celistvé, s vloženými zuby,
- způsobu upnutí: stopkové a nástrčné,
- smyslu otáčení: pravotočivé a levotočivé,
- materiálu zubů: rychlořezné oceli, slinuté karbidy, řezná keramika, cermety, KNB,PKD [9].



Obr.4 Frézovací nástroje s VBD [16].

2.1.4 FRÉZKY

Frézky jsou stroje, které slouží k upínání obrobku a pohánění nástroje. Dělí se do čtyř základních kategorií:

- konzolové,
- stolové,
- portálové,
- speciální [9].

KONZOLOVÁ FRÉZKA

Konzolová frézka se skládá z pevného základu. Dále ze stojanu, na kterém se pohybuje konzola. Na konzole je příčný stůl a na něm podélný pracovní stůl, který se díky tomu může pohybovat ve třech osách. Naklápěcí vřeteník a kruhová základna [9].

STOLOVÁ FRÉZKA

Stolové frézky se používají pro obrábění rozměrnějších obrobků. Hlavní rozdíl je v tom, že stolové frézky nemají konzolu a svislý pohyb je řešený pomocí vřeteníku [9].

ROVINNÁ FRÉZKA

Patří mezi nejvýkonnější druhy frézek. Mají robustní konstrukci a umožňují obrábět těžké a rozměrné obrobky. Jsou vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu, dobře se však uplatňují i v sériové výrobě. Pracuje se na nich nejčastěji frézovacími hlavami při obrábění vodorovných, svislých a šikmých ploch a stopkovými frézami při frézování úzkých ploch a drážek. U rovinných frézek má pracovní stůl jeden stupeň volnosti, pohybuje se pouze v jednom vodorovném směru. Rovinné frézky mohou mít více vřeteníků (vodorovné i svislé), někdy jsou konstruovány jako portálové [9].



Obr. 5 Rovinná frézka [17].

OBRÁBĚCÍ CENTRUM

Jedná se o CNC stroje, které zvládají více operací. Výhodou je, že odpadá nutnost přepínat součást na jiný stroj, protože na jednom stroji se dá frézovat, soustružit, vrtat... [9].



Obr. 6 Obráběcí centrum [18].

2.2 VRTÁNÍ

Vrtání je třískové obrábění převážně dvoubřitým nástrojem. Vrtání slouží k výrobě jak průchozích, tak neprůchozích děr, vrtání buď do plného materiálu nebo do předvrtaného otvoru (předlité, předlisované, předkované, atd.). Nástroj vykonává jak hlavní pohyb, který je rotační (ojediněle hlavní pohyb může vykonávat i obrobek), tak pohyb vedlejší ve směru své osy. Osa vrtáku je kolmá k obráběné ploše (však dá se vrtat i pod úhlem) [9].

Vrtání se dělí na:

- navrtávání začátku díry středícím vrtákem do plného materiálu,
- vrtání krátkých děr do plného materiálu,
- vrtání krátkých děr do předpracovaných děr,
- vrtání hlubokých děr do plného materiálu nebo předpracovaných děr,
- vrtání průchozích děr,
- speciální případy vrtání, např. vrtání děr v plechu,
- vrtání děr v těžkoobrobitelných, kompozitních a nekovových materiálech [9].



Obr. 1 Vrtání [19].

2.2.1 VRTÁKY

Vrták je převážně dvoubřitý rotační nástroj. Podle použití a geometrie se vrtáky dělí:

- šroubový,
- kopinatý,
- vrtáky s vyměnitelnou špičkou,
- vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami,
- dělové a hlavňové vrtáky,
- ejektorový vrták,
- BTA nebo STS vrtáky [9].



Obr. 2 Přehled vrtáků [20].

2.2.2 VRTAČKY

Vrtačky jsou stroje, které slouží k upnutí obrobku a pohánění nástroje. Podle použití se dělí na:

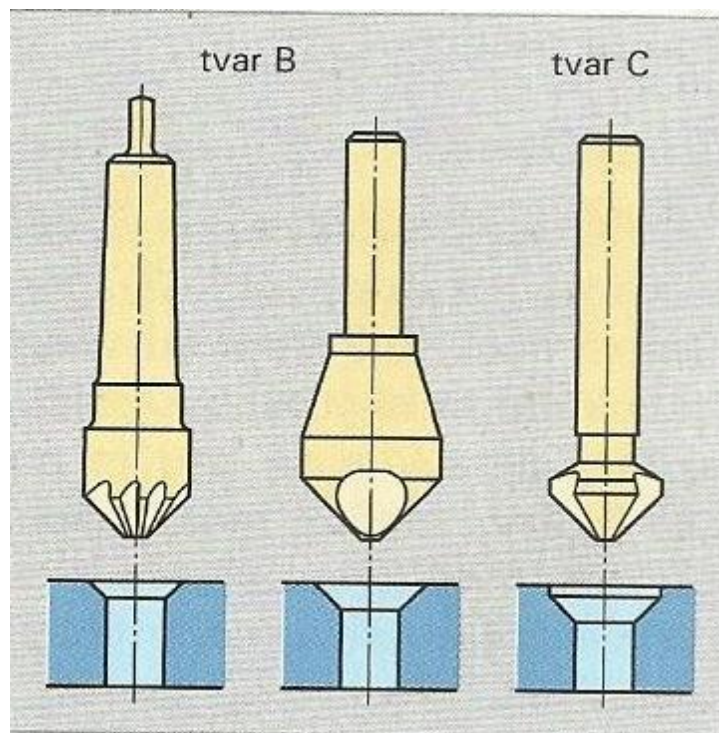
- stolní vrtačky
- sloupové vrtačky,
- otočné vrtačky,
- montážní vrtačky,
- speciální vrtačky [9].



Obr. 3 Sloupová vrtačka [21].

2.3 ZAHLUBOVÁNÍ

Zahlubování slouží k obrobení sousého válcového nebo kuželového zahloubení děr pro válcové nebo kuželové hlavy zapuštěných šroubů. Za zahlubování se považuje i zarovnávání čelní plochy, kde lze použít i ploché dvoubřité záhlubníky, upnuté ve vybrání tělesa nástroje [9].



Obr. 4 Zahlubování [22].

2.4 ŘEZÁNÍ LASEREM

Řezání laserem je v dnešní době velmi rozšířené. Hlavně z důvodu malé šířky řezu a menšího teplotního ovlivnění řezané součásti. Dá se řezat široká škála materiálů nejrůznějších tvarů [9].



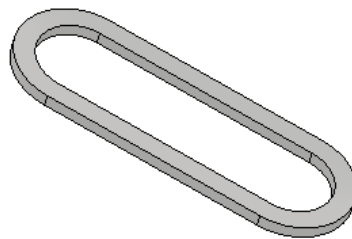
Obr. 5 Řezání laserem [23].

3 KONSTRUKCE 3D MODELU ŘEŠENÉ SOUČÁSTI

V této kapitole je popsána tvorba 3D modelu řešené součásti v softwaru Autodesk Inventor, výsledný tvar bude dále použit pro vytvoření obráběcí strategie.

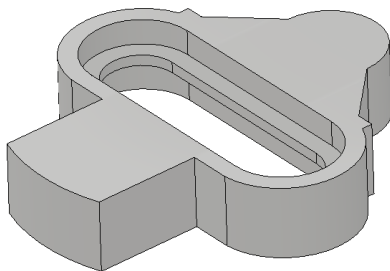
Inventor je 3D CAD software pro tvorbu návrhů a strojírenství. Nabízí profesionální nástroje pro tvorbu 3D návrhů, dokumentace a simulace [29].

Prvním krokem bylo vytvořit náčrt, který má tvar půdorysu řešené součásti. Jako první operací bylo vytvoření vnitřního kroužku, ten byl vytvořen pomocí operace „vysunutí“, kdy pomocí operace „vysunutí“ byl ze základního náčrtu vybrán tvar kroužku a tenhle tvar vysunut o hodnotu 13 mm. Stejný postup byl i v druhém kroku, ale s tím rozdílem, že místo vysunutí bylo použito operace „Rozdíl“, při které došlo k odebrání materiálu o hodnotu 10 mm, tím byl vytvořen výsledný kroužek s tloušťkou 3 mm, který slouží k vymezení polohy plíšku a šroubů pro spojení zarážky a tretry.

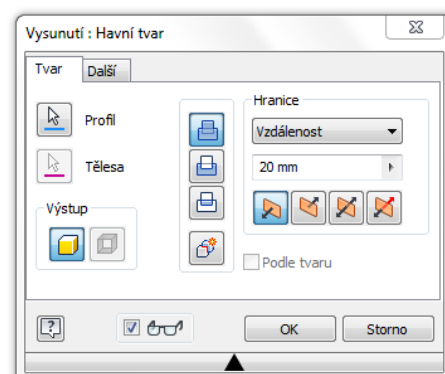


Obr. 1 Plocha pro vymezení šroubů a plíšku.

Druhou operací bylo vytvoření základního tvaru zarážky, který nám vytvoří plochy pro další modelování. Jak lze vidět na obrázku 2. Pro tuhle operaci jsme použili funkci vysunutí. Při rozkliknutí funkce vysunutí vyskočí okno, kde se zvolí parametry. Za profil byl zvolen přednastavený náčrt a dále bylo zvoleno, že se materiál vysune do vzdálenosti 20 mm viz obr. 3

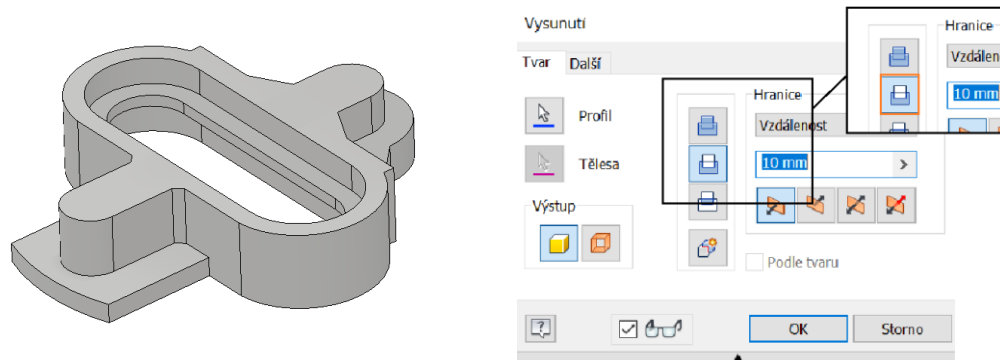


Obr. 2 Tvar po vysunutí.



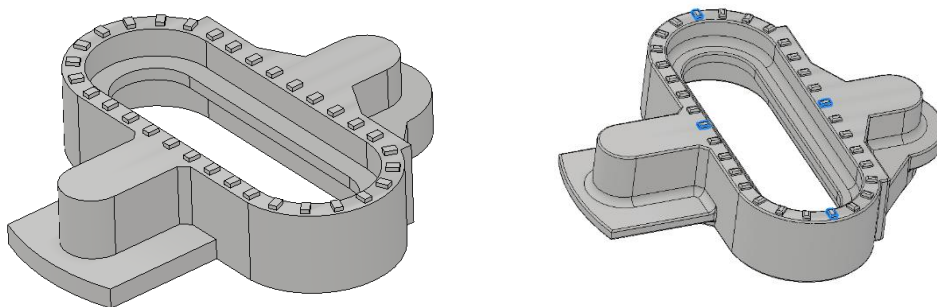
Obr. 3 Panel vysunutí.

Následně byla odebrána, pomocí operace odebrání materiálu, část materiálu na obou koncích modelu. Jak lze vidět na obrázku 4. Operace odebrání vysunutí se realizuje podobně jak operace přidání vysunutí. Rozdíl je v tom, že poté co vyskočí okno vysunutí, tak se zaklikne ikonka rozdíl, tím jsou vytvořeny plochy potřebné k zacvaknutí zářezky do pedálu.



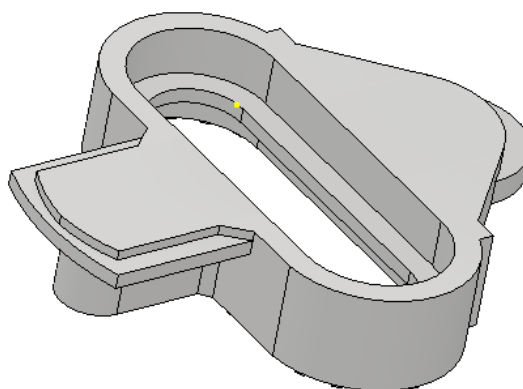
Obr. 4 Hlavní tvar s vytvořenými plochami pro zacvaknutí do pedálu. Obr. 5 Okno pro odebrání materiálu.

Následnou operací je drážkování. Drážkování vzniklo vytvořením čtyř kolíků pomocí funkce vysunutí tak, jak znázorňuje obrázek 5 (na obrázku jsou kolíky zvýrazněny modře). Ostatní kolíky na půlkružnicích byly vytvořeny pomocí funkce kruhové pole, kde po výběru okna „Kruhové pole“ bylo potřeba vybrat prvky, které budou namnoženy, a hranu, podle které budou namnoženy. Podobným způsobem byly vytvořeny drážky na rovné části. Rozdíl byl v tom, že drážky na rovné části se vytvořily pomocí lineárního pole, kde opět po zobrazení dialogového okna bylo potřeba zvolit prvky, které se budou množit, a hranu, podle které se budou množit. Tím byly vytvořeny drážky po celém obvodu.



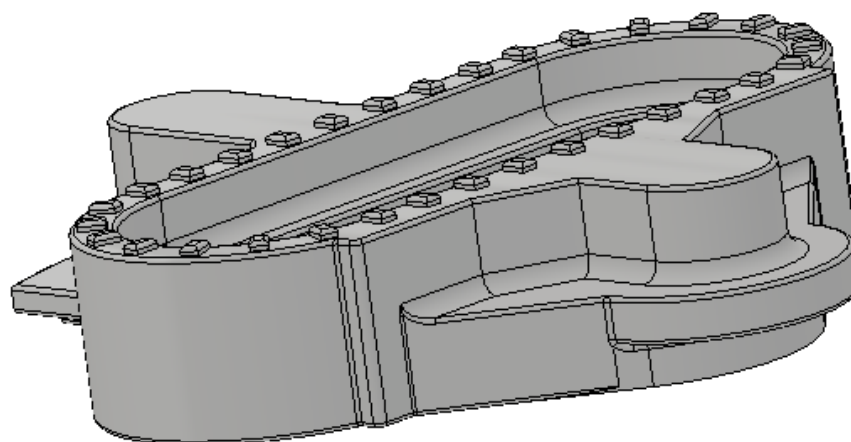
Obr. 5 Drážkování.

Poté byl vytvořen náčrt na druhé straně modelu, díky kterému bylo možné, pomocí funkce odebrat vysunutím, odebrat část materiálu. Tím byly vytvořily plochy potřebné k zacvaknutí do pedálu.



Obr. 6 Plochy na druhé straně.

Posledním krokem bylo nutné zaoblit ostré hrany, tím došlo ke zpevnění kufru (zarážky) a také k vytvoření hotového modelu pro tvorbu obráběcí strategie v programu SolidCAM.



Obr. 7 Konečný tvar.

4 NAVRŽENÍ TECHNOLOGIE VÝROBY

Tab. 1 Technologický postup zarážky.

Operace	Popis	Nástroj
Příprava	Upnutí polotovaru do CNC obráběcího centra	
Frézování první strany	Hrubování vnějšího tvaru	Stopková fréza $\Phi 4\text{mm}$
	Dokončení vnějšího tvaru	Stopková fréza $\Phi 4\text{mm}$
	Přeupnutí	
Frézování druhé strany	Hrubování	Stopková fréza $\Phi 4\text{mm}$
	Dokončení druhé strany	Stopková fréza $\Phi 4\text{mm}$
Tepelné zpracování	Tepelné zpracování	
Kontrola	Drsnosti funkčních ploch a rozměrů	

Tab. 2 Technologický postup plíšku.

Operace	Popis	Nástroj
Příprava	Nachystání pásu plechu na linku	
Vrtání	Vrtání otvorů + zahloubení	sdružený vrták
Laser	Uříznutí plíšku laserem	
Dokončení	Ruční dokončení	

Zarážka

Zarážka je vyráběna na obráběcím centru, kde polotovár je uchycen ve spec. přípravku za spodní část. První operací je frézování vnějšího tvaru, kdy nejdřív proběhnou hrubovací operace, čím dojde k odebrání velkého množství materiálu, a poté proběhnou dokončovací operace, díky kterým součást dostane finální rozměry. Následně jsou vytvořeny drážky. Poslední operací bylo vytvoření zaoblení na všech hranách z první obráběné strany.

Poté je polotovár otočen o 180° a pomocí speciálního přípravku (svěrák s vyfrézovanými čelistmi) uchycen. Na druhé straně se postupuje obdobně. Nejdřív se provedou hrubovací operace, při kterých dojde k odebrání většího množství materiálu, a poté k dokončovacím operacím, díky kterým součást dostane finální rozměry. Na závěr je potřeba zaoblit patřičné hrany.

Plíšek

Plíšek se vyrábí z plechu o tloušťce 5 mm. První operací je řezání laserem, čím dojde k vytvoření otvoru pro šrouby, které slouží k vymezení polohy kufru (zarážky). Poté následuje operace zahlubování, při které dojde k zahloubení otvorů pro šrouby z předešlé operace. Poslední operací je opět řezání laserem, pomocí které dojde k uříznutí plíšku z pásu plechu.

5 NAVRŽENÍ OBRÁBĚCÍ STRATEGIE

V této části se bakalářská práce věnuje CNC programu v programu SolidCAM.

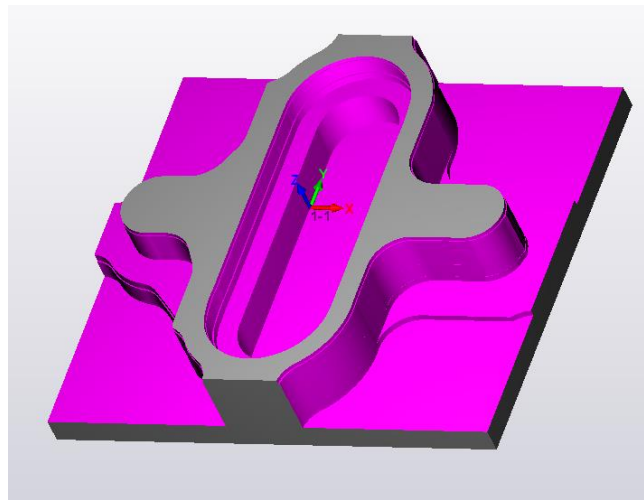
SolidCAM

SolidCAM je CAM systém plně integrovaný v prostředí CAD systému SolidWorks (Gold certifikace od roku 2003). Výrobce je společnost SolidCAM Ltd, Izrael. Software je zaměřen na třískové obrábění, frézování, soustružení a kombinaci těchto technologií. SolidCAM nabízí kompletní sortiment frézovacích funkcí, 2osé, 3osé, 4osé a 5osé indexované i souvisle řízené frézování. V kombinaci s pokročilými soustružnickými funkcemi zvládá i složité multifunkční stroje s více vřeteny a přídatnými zařízeními. Speciální produktivní technologie iMachining je jedinečným modulem pro vysokou produktivitu a snížení nákladů na obrábění [24].

Prvním krokem bylo nutné zvolit rozměry a tvar polotovaru součásti kufr (zarážka), který je vyrobený z korozivzdorné austenické ocele 1.4301; ČSN 17 240; X5CrNi18-10; AISI 304. Polotovar je kvádr o rozměrech 107x97x23mm. Poté bylo možné určit způsob upnutí. Ten se zrealizoval na první straně pomocí svěráku s normalizovanými čelistmi, a poté pomocí svěráku s vyfrézovanými čelistmi, který sloužil jako přípravek. Následně byl zvolen nultý bod, pomocí kterého stroj rozpozná, kde v prostoru se zrovna nachází. Za první strategii bylo zvoleno hrubování, tedy odebrání velkého množství materiálu. Následovala operace dokončení, při které se kufr (zarážka) z první strany obrobil na konečné rozměry. Příklad na dokončení, mezi operací hrubování a dokončováním, činil 1 mm. Poté byly vytvořeny drážky na čele kufru. Před tím, než bylo možné součást otočit o 180° a pomocí speciálního přípravku (svěrák s vyfrézovanými čelistmi) uchytit z druhé strany, byly zaoblené ostré hrany, tím došlo k dokončení kufru (zarážky) na finální rozměry z první strany. První operací z druhé strany bylo opět hrubování, čím došlo k odebrání většího množství materiálu. Poté následovalo dokončení, kdy přídavek na dokončení činil opět 1 mm. Posledním krokem bylo vytvořit zaoblení na druhé straně, tím došlo k dokončení kufru (zarážky) na finální rozměry [2].

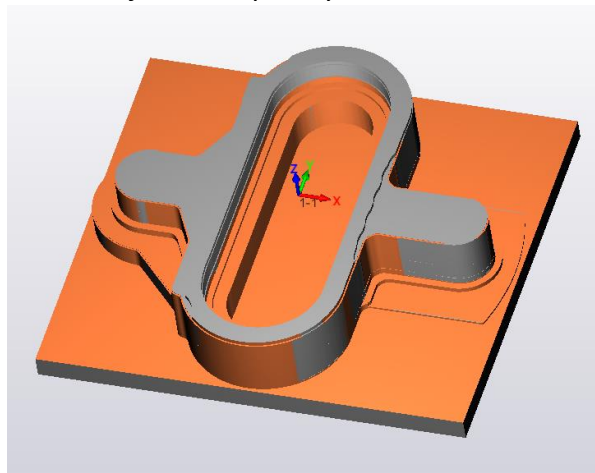
První strana

Jako první strana je zvolena strana s drážkováním. Před tím, než se začne obrábět polotovar o rozměrech 107x97x23mm, se zvolil nultý bod, pomocí kterého stroj rozpozná, kde v prostoru se zrovna nachází. Nultý bod byl zvolen na čele kufru, na ploše, která vznikne zarovnáním čela. První operací tedy bylo zarovnání čela čelní frézou $\Phi 20\text{mm}$. Tento nástroj byl zvolen, jelikož se obrábí velká plocha, malá hloubka a operace je hrubovací. Následovalo hrubování, kdy došlo k odebrání velkého množství materiálu, pomocí válcové frézy $\Phi 15\text{mm}$, jak lze vidět na obrázku 1. Tento nástroj byl zvolen, jelikož se opět jedná o hrubovací operaci, zajistí dostatečnou tuhost a zároveň vytvoří předběžný tvar, při zachování 1mm přídatku na dokončení.



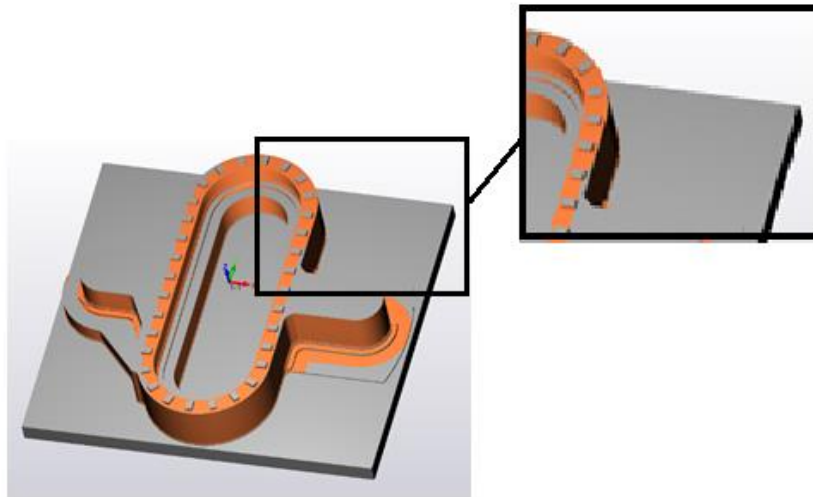
Obr. 1 Hrubování – první strana.

Následnou operací bylo dokončování, pomocí kterého byl odebrán, stopkovou frézou $\Phi 4\text{mm}$, přídavek na dokončení, který činil 1mm, a tím byly dokončeny vodorovné a svislé plochy (bez drážkování) kufru (zarážky). Stopková fréza $\Phi 4\text{mm}$ byla zvolena pro její tvar, díky kterému můžeme obrábět jak svislé plochy, tak i vodorovné.



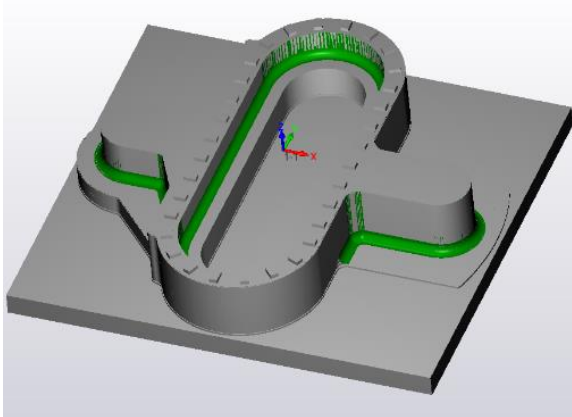
Obr. 2 Dokončování – první strana.

Další operací byly vytvořeny drážky na čele kufru (zarážky). Drážky byly vytvořeny stejným nástrojem, který byl použit i na operaci dokončování, čili stopkovou frézou $\Phi 4\text{mm}$. Opět z důvodu jejího tvaru, kterým lze obrábět jak vodorovné plochy, tak svislé. Jak si lze na obrázku 3 všimnout, tak operace, kterou se vytváří drážky, následuje hned po operaci dokončování, a jelikož se obě operace navzájem překrývají, tak je použit stejný nástroj (stopková fréza $\Phi 4\text{mm}$).

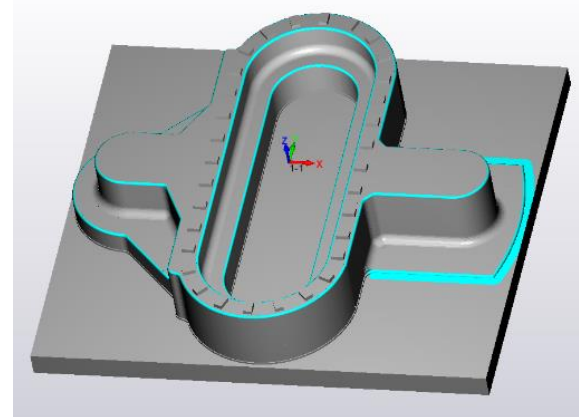


Obr. 3 Tvorba drážek.

Poslední operací na první straně kufru (zarážky) bylo zaoblení hran. Nejdřív byly vytvořeny rádiusy pomocí kulové frézy $\Phi 4\text{mm}$. Jak ukazuje obrázek 4. Následně byly vytvořeny větší rádiusy R 0,5 pomocí srážeče na vnější rádiusy. To lze vidět na obrázku 5.



Obr. 4 Rádiusy pomocí kulové frézy.

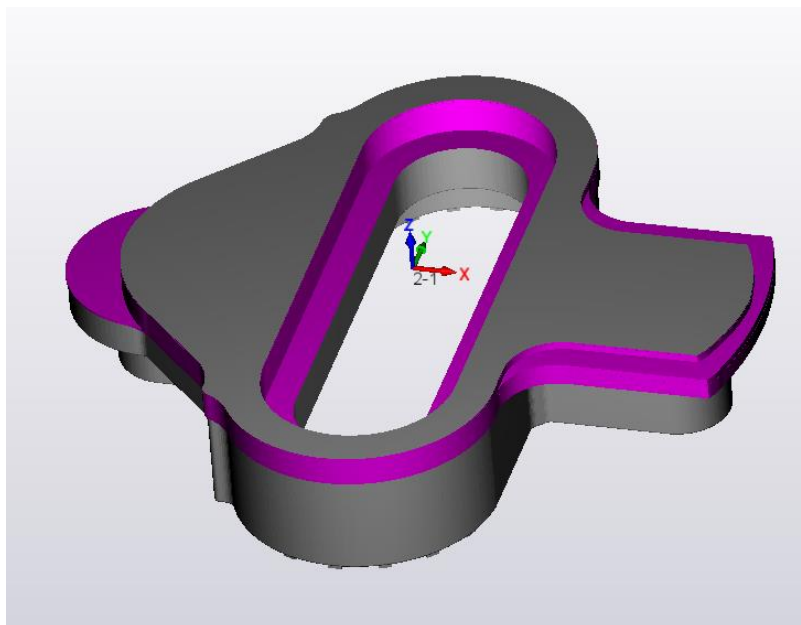


Obr. 5 Větší rádiusy pomocí srážeče hran.

Druhá strana

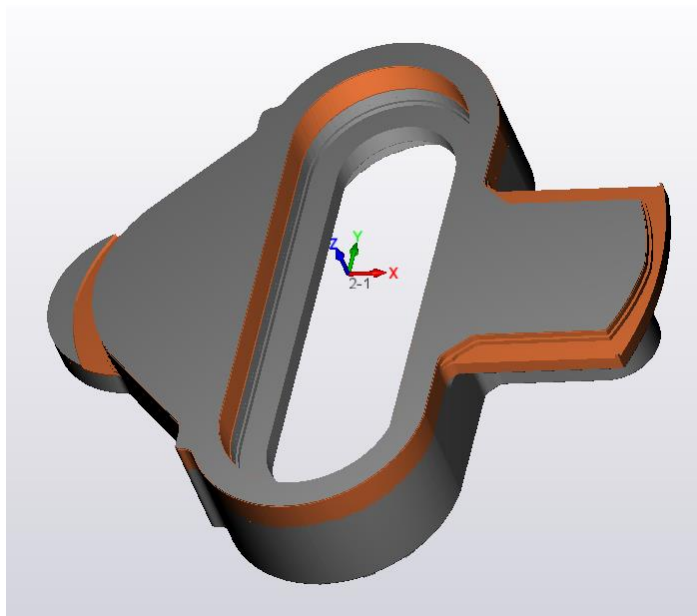
Po obrobení radiusů byla součást otočena o 180° a pomocí speciálního přípravku (svěrák s vyfrézovanými čelistmi) upnuta za větší rádiusy, které se nachází ve směru osy y. První operací na druhé straně bylo opět zarovnání čela čelní frézou $\Phi 20\text{mm}$, tím se vytvořila plocha, která zároveň slouží i jako plocha pro nultý bod na druhé straně. Čelní fréza $\Phi 20\text{mm}$ byla zvolena ze stejného důvodu jak na první straně. A to z důvodu větší tuhosti a zároveň se jedná o hrubovací operaci, při které se odebírá malá část materiálu, tím

se zvolil větší rozměr frézy, tak aby bylo potřeba menšího počtu přejezdů. Druhou operací bylo hrubování, při které se odebrala velká část materiálu pomocí stopkové frézy $\Phi 15\text{mm}$. Ta byla zvolena z důvodu možnosti obrábět jak svislé plochy, tak vodorovné.



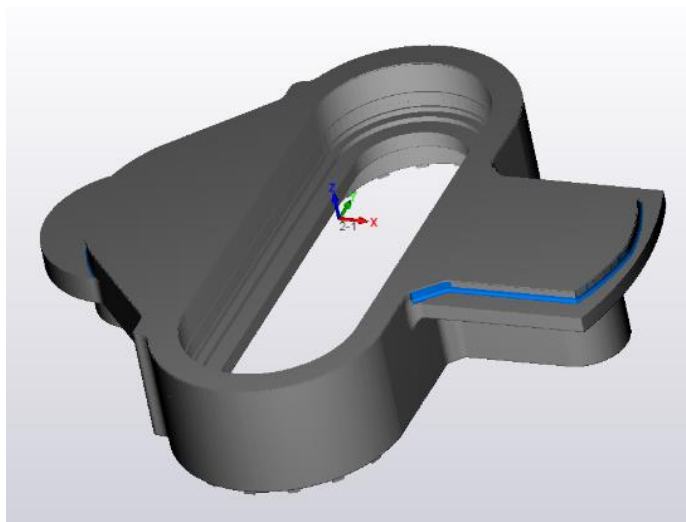
Obr. 6 Hrubování – druhá strana.

Další operací po hrubování byla operace dokončování. Pomocí operace dokončování byly obrobena na konečný tvar všechny vodorovné i svislé plochy. Dokončování probíhalo válcovou frézou $\Phi 4\text{mm}$, která byla opět zvolena z důvodu možnosti obrábět jak vodorovné, tak svislé plochy.

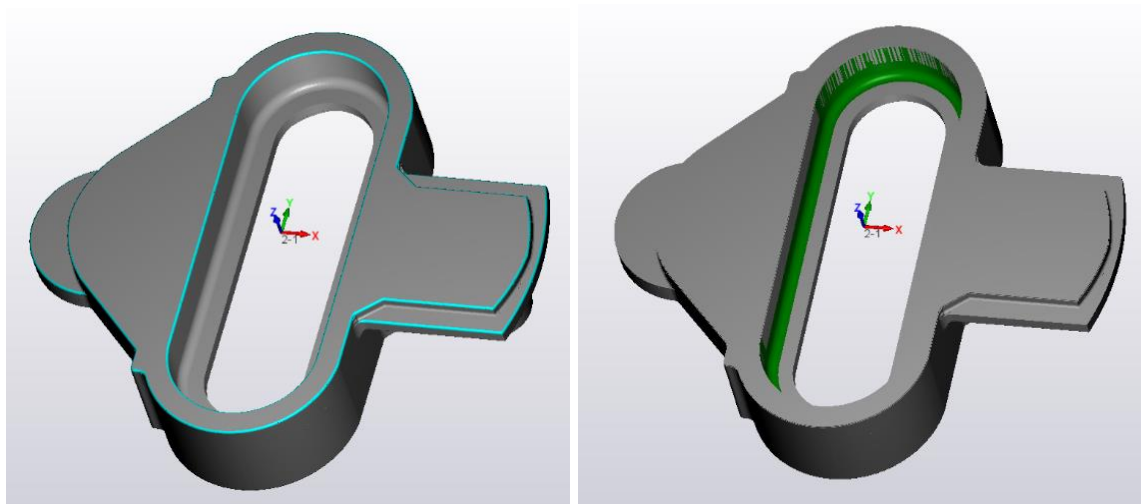


Obr. 7 Dokončování – druhá strana.

Posledními operacemi bylo zaoblení hran, kdy vnitřní rádiusy byly vytvořeny pomocí kulové frézy $\Phi 4\text{mm}$. Jak lze vidět na obrázku 10. Vnější rádiusy byly vytvořeny pomocí kulové frézy $\Phi 1\text{mm}$. Jak lze vidět na obrázku 8. Kulové frézy daných rozměrů byly zvoleny, jelikož nám vytvoří požadované rádiusy svým tvarem. Poslední operací byly vytvořeny rádiusy na vnějších hranách, co lze vidět na obrázku 9. Rádiusy byly vytvořeny srážecem na vnější rádiusy $R 0,5$.



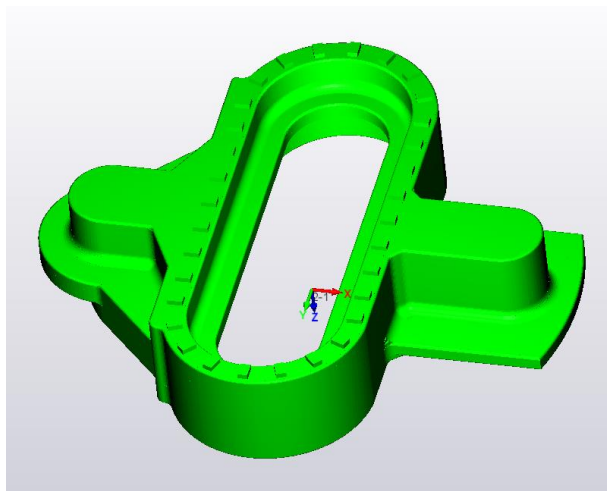
Obr. 8 Vnější rádiusy pomocí kulové frézy $\Phi 1\text{mm}$.



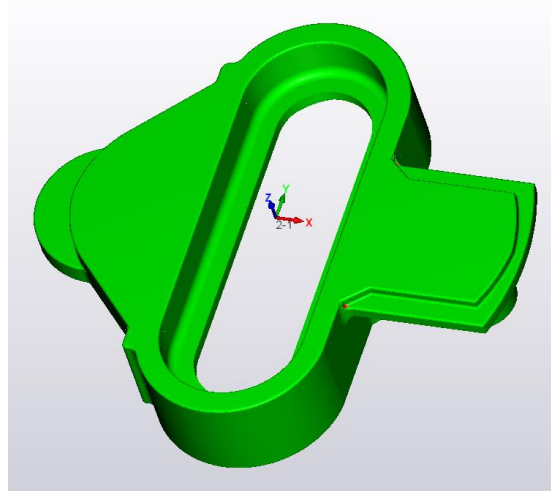
Obr. 9 Zaoblení hran pomocí srážecce.

Obr. 10 Vnitřní rádiusy .

Výsledný tvar kufru (zarážky) můžete vidět na obrázku 11 a 12, kdy obrázek 11. ukazuje kufr (zarážku) obrobený z první strany a obrázek 12 ukazuje kufr (zarážku) obrobený z druhé strany.



Obr. 11 Výsledný tvar – první strana.



Obr. 12 Výsledný tvar – druhá strana.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala technologií výroby kufru (Zarážky na jízdní kola). Nejdřív byla zmínka o tom, co to kufr jsou a jak je můžeme rozdělit. Poté byly popsány technologie použité při výrobě a v programu Autodesk Inventor vymodelován tvar MTB kufru. Poté se bakalářská práce věnovala technologii výroby a na závěr strategii obrábění.

Pro tuhle bakalářskou práci byl zvolen kufr (zarážka) pro MTB tretry. Jelikož se kufr pohybuje v prostředí náchylném na korozi a lehce se dostane do styku s vodou, blátem a dalšími nečistotami, byl zvolen korozivzdorný materiál s austenické ocele 1.4301; ČSN 17 240; X5CrNi18-10; AISI 304. Dále je tento materiál dostatečně pevný a zároveň pružný, při zachování nízké hmotnosti [2].

Zarážka byla vyráběna na CNC obráběcím centru. Hlavní výhodou CNC obráběcího centra oproti konvenčním stojům je ta, že u CNC obráběcího centra lze provádět více operací na jedno upnutí. Celý proces je plně automatizovaný, a to i co se týče výměny nástrojů, jelikož u CNC obráběcího centra je možnost využít zásobník nástrojů.

Zarážka by se dala vyrábět i odléváním s následným obrobením funkčních ploch. Tím by se snížilo množství odpadního materiálu, který vzniká při obrábění. Jelikož bakalářská práce byla zaměřena na navržení obráběcí strategie, byl zvolen postup výroby takový, že se zarážka celá obrábí na CNC obráběcím centru.

CNC program byl vytvořen v programu SolidCAM, byl pro něj použit model zarážky vymodelovaný v programu Autodesk Inventor. Pro zefektivnění by bylo možné použít, pro vymodelování zarážky, program SolidWorks, který je přímo propojený s programem SolidCAM. Takhle bylo potřeba model uložit jako STEP soubor a nahrát do SolidWorksu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Jak vybrat cyklistické tretry. *Sportobchod.cz* [online]. Brno: sportobchod.cz, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.sportobchod.cz/s/jak-vybrat-cyklisticke-tretry-1886>
- [2] CHARAKTERISTIKA KOROZIVZDORNÝCH MATERIÁLŮ A ZÁKLADNÍ INFORMACE O POUŽITÍ, ZPRACOVÁNÍ, SVAŘOVÁNÍ A MOŽNÉ KOROZI. *Italinox* [online]. Praha: Italinox, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.italinox.cz/plechy/charakteristika-materialu/strana-2>
- [3] Cr-Ni austenitická ocel odolná korozi. *Techportal.cz* [online]. Praha: Verlag Dashöfer s.r.o, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXlrODF32bS3UUhLnzl00RA9x7p75N8MGqz73w
- [4] RAJFÍŘOVÁ, Lenka. Běhání a cyklistika. Pomáhá kolo vašemu běhu? *Oběhání* [online]. internet: OBĚHÁNÍ, 2018 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://obehani.cz/behani-a-cyklistika-pomaha-kolo-vasemu-behu/>
- [5] Cyklistické silniční tretry SIDI GENIUS 7 black black. *Polanský Bike & Run* [online]. Pardubice: Polanský Bike & Run, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.bikerun.cz/silnicni-15/cyklisticke-silnicni-tretry-sidi-genius-7-black-black/>
- [6] MAK, Kent. 2017 Scott Nino Schurter Rio SE Olympic Shoes. In: *Cz.pinterest.com* [online]. internet, 2017 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/483222235002968266/>
- [7] Sidi SD15. In: *Spoke.cz* [online]. Třemošná: spoke.cz, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.spoke.cz/sidi-sd15-black-orange/>
- [8] JustGiving. In: *JustGiving* [online]. internet: JustGiving, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.justgiving.com/fundraising/john-sullivan19>
- [9] HUMÁR, A. TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 1. část. Studijní opory pro magisterskou formu studia "Strojírenská technologie". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003. 138 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-1cast.pdf> .
- [10] HUMÁR, A. TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 2. část. Studijní opory pro magisterskou formu studia "Strojírenská technologie". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004. 94 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-2cast.pdf>.
- [11] HUMÁR, A. TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 3. část. Interaktivní multimediální text pro bakalářský a magisterský studijní program "Strojírenství". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 57 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-3cast.pdf> . .

- [12] HUMÁR, A. Výrobní technologie II [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru "Strojírenská technologie" BS studijního programu "Strojírenství". VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002. 84 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/VyrobníTechnologie_II.pdf>.
- [13] ČEP, Robert. Microsoft Word - TECHNOLOGIE II 2 díl FINISH. *Homel.vsb.cz* [online]. Ostrava: doc. Ing. Robert ČEP, Ph.D., 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: http://homel.vsb.cz/~cep77/PDF/skripta_Technologie_II_2dil.pdf
- [14] Frézování sousledné a nesousledné. In: *Www.spszengrova.cz* [online]. Ostrava: Střední průmyslová škola Ostrava - Vítkovice, příspěvková organizace, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: https://www.spszengrova.cz/texty/texty/STT/STT2-10_Frezovani_RAJ.pdf
- [15] FRÉZA VÁLCOVÁ ČELNÍ 630973, jemnozubá. In: *Nakol.cz* [online]. Kolín: nakol s.r.o, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.nakol.cz/freza-valcova-celni-630973-jemnozuba>
- [16] Nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami. In: *HMC engineering system* [online]. HMC engineering system, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <http://www.hmc-system.cz/produkty/frezovani/nastroje-s-vymenitelnymi-destickami/> [17] 5 FRPD 16 x 30. *Elstavkurim* [online]. Kuřim: elstavkurim, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <http://www.elstavkurim.cz/stroje/frpd-16-x-30/>
- [18] PĚTIOSÁ OBRÁBĚCÍ CENTRA – DALŠÍ UPLATNĚNÍ. In: *Paf* [online]. Praha: P.A.F. PRAHA s.r.o, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <http://www.pafpraha.cz/sortiment/05-cnc-ostatni.php>
- [19] HRUDEČ, Miroslav. Co je vrtání děr? In: *Osu.cz* [online]. Ostrava: Ostravská univerzita, 2009 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.osu.cz/dokumenty/proportal/pdf/kpv/vrtani/cojev.html>
- [20] Vrtání: Vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami. In: *Grumant.cz* [online]. Praha: Grumant, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.grumant.cz/produkty/nastroje-pro-obrabeni/vrtani>
- [21] Sloupové vrtačky. In: *Manutant.cz* [online]. Ostrava-Třebovice: MANUTAN, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/sloupove-vrtacky-mig2619424>
- [22] LUKS, Marek. *Zarovnávání a zahlubování* [online]. 5. dubna 2015 v 23:24, 1 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <http://mlgeardesigns.blog.cz/1504/zarovnavani-a-zahlubovani>
- [23] Řezání laserem. In: *OpeTech.cz* [online]. Valešín: OpeTech s.r.o, 2020 [cit. 2020-06-07]. Dostupné z: <https://www.opetech.cz/laserove-rezani-kovu-a-plechu/>

- [24] SolidCAM - integrovaný CAM pro SolidWorks. *Solidvision* [online]. Brno: SolidVision, 2020 [cit. 2020-06-19]. Dostupné z: https://www.solidvision.cz/solidcam/?qclid=CjwKCAjwxLH3BRApEiwAqX9arXHNYK1AfpVfDiLZ48caWeLT-5Aqvw0BAWa1XaOkxL-003cAaKjarRoCvB0QAvD_BwE
- [25] FOREJT, M., PÍŠKA, M. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 255 s. ISBN 80-214-2374-9.
- [26] PTÁČEK, L. Nauka o materiálu I. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, c2003. ISBN 80-7204-283-1.
- [27] PÍŠKA, M. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
- [28] HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s.r.o., 2008. 235s. ISBN 978- 80-254-2250-2.
- [29] Autodesk Inventor. *Autodesk* [online]. internet: Autodesk, 2020 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/inventor/overview?plc=INVPROSA&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Zkratka	Popis
BTA	Boring and Trepanning Association
CAM	Computer Aided Manufacturing
CNC	Central numeric control
KNB	Kubický nitrit boru
MTB	Mountain bike
PKD	Polykrystalický diamant
SPD	Shimano Pedaling Dynamics
STS	Single tube system

Zkratka	Jednotka	Popis
R	[mm]	Poloměr
Φ	[mm]	Průměr

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	CNC program pro první stranu
Příloha 2	CNC program pro druhou stranu
Příloha 3	3D model Kufru (zarážky)
Příloha 4	3D model plíšku

