

Implementace teorie do praxe - návrh, vývoj a výroba měřicího přípravku pro souřadnicový měřicí stroj

Bc. Miloš Vosecký

Vedoucí práce: Ing. BcA. Jan Podaný Ph.D.

Abstrakt

Práce se zaměřuje na propojení teoretických znalostí získaných během studia na Fakultě strojní ČVUT z oblasti technologie (metrologie, obrábění, slévání). Cíl práce je návrh a výroba měřicího přípravku pro metrologickou laboratoř ve firmě TTS Polak s.r.o. v Mimoni, který bude svojí konstrukcí jednoduchý, levný, splňovat podmínku tuhého upnutí součásti, zároveň umožňovat rychlou a opakovatelnou výměnu měřeného odlitku.

Klíčová slova

Souřadnicový měřicí stroj, měřicí přípravek, tlakový odlitek

1. Úvod

V rámci mé diplomové práce, která je zaměřena na vytvoření uživatelské příručky pro měřicí program Metrosoft 3.70, jsem se dostal k tématu upínání odlitků pro měření na souřadnicovém měřicím stroji. Toto téma mě velmi zaujalo a začal jsem se jím hlouběji zabývat. Zjistil jsem, že v metrologické laboratoři v tlakové slévárně TTS Polak s.r.o. v Mimoni nepoužívají univerzální měřicí stavebnici jako je např. Alufix, nýbrž pouze svěrák a univerzální sklíčidlo od soustruhu. Z tohoto důvodu jsem pro přípravu měření složitého odlitku olejového čerpadla musel navrhnout, postupně optimalizovat a vyrobit měřicí přípravek, který by umožňoval upnutí tohoto odlitku na jedno upnutí. Měření na jedno upnutí je důležité z důvodu přesného určení poloh jednotlivých geometrických prvků.

2. Popis možných upínacích ploch na odlitku olejového čerpadla



Obr. 1. Odlitek olejového čerpadla s označením možných upínacích ploch, přední pohled.



Obr. 2. Odlitek olejového čerpadla s označením možných upínacích ploch, zadní pohled.



Obr. 3. Odlitek olejového čerpadla s označením možných upínacích ploch, horní pohled.

Na odlitku olejového čerpadla je jen málo ploch, které by nebyly měřeny, a za které by se dal odlitek upnout. Začal jsem rozvahu o koncepci měřicího přípravku tím, že jsem si označil a popsal možné upínací plochy.

Plochy A

Pro měřicí přípravek tyto dvě plochy, které svírají úhel $57,5^\circ$, jsou přímo ideální. Díky nim je možné odlitek v přípravku středit. Tyto plochy jsem od začátku návrhu bral jako stěžejní a věděl jsem, že je bezpodmínečně nutné zakomponovat je v měřicím přípravku.

Plochy B

Tyto plochy budou sloužit pro ustavení přední části odlitku do vodorovné polohy. Je nutné ale pamatovat na to, že plochy budou muset být malé, protože pod plochou se nachází bod, který se musí měřit.

Plocha C

Tuto plochu jsem plánoval využít k ustavení (vyrovnění) ve střední části odlitku.

Plocha D

Zadní plocha D je vhodná pro vyvinutí přitlačné síly na odlitek k přední části. A využita bude také ke středění celé zadní části odlitku.

Plocha E

Tato plocha je vhodná k vyrovnání zadní části odlitku do vodorovné polohy.

Plocha F

Pro ustavení zadní části jsem měl v plánu využít plochu F, která by ale musela být velmi malá, protože i na ploše F jsou dle výrobního výkresu rozměry, které je nutno proměřit.

3. Požadavky na měřicí přípravek

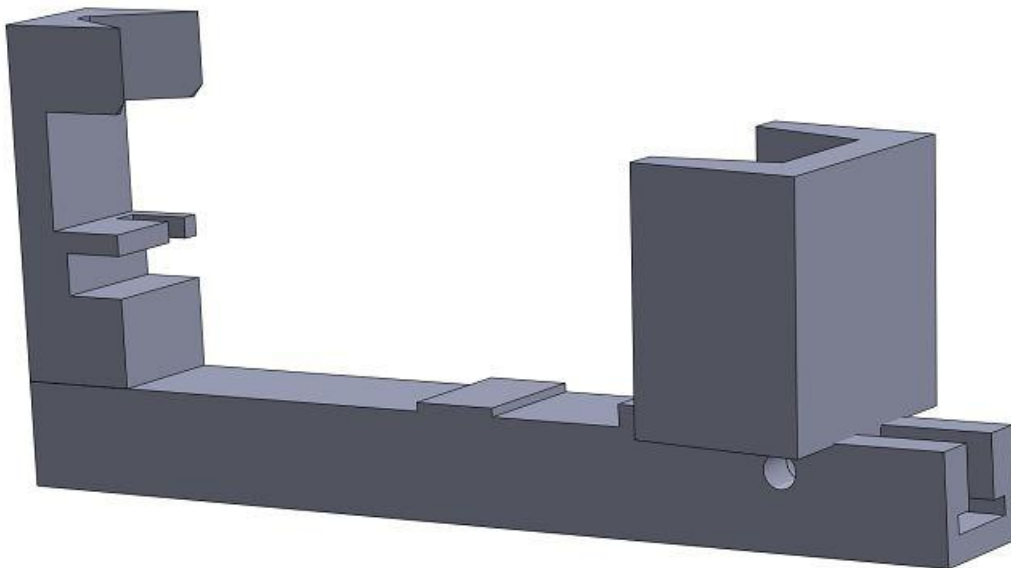
- možnost měření na jedno upnutí,
- dokonale tuhé upnutí,
- přesné a opakovatelné ustavení odlitku do měřicího přípravku,
- rychlá a snadná výměna součásti,
- nízká výrobní cena měřicího přípravku,
- možnost stavebnicového rozšíření (přidáním nebo vyměněním určitého komponentu) přípravku na měření jiné součásti,
- přípravek musí umožňovat upnutí jak surového odlitku, tak i obrobeneho odlitku.

Všechny tyto vyjmenované požadavky je těžké zajistit současně, ale pro optimální funkčnost měřicího přípravku nezbytné. V následném přehledu vývoje přípravku je vidět, že se podařilo zajistit 100% polohu odlitku, ale přípravek byl složitý. Tyto jednotlivé problémy jsem postupně vyřešil a vytvořil optimální měřicí přípravek.

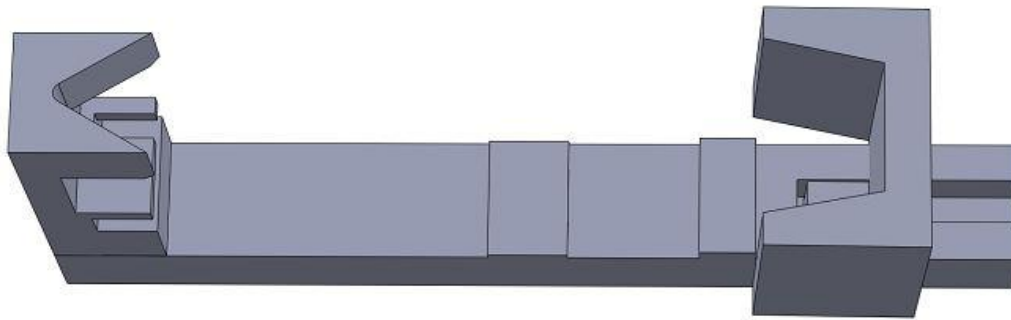
4. Vývoj měřicího přípravku

Dle vyjmenovaných vybraných ploch, které je možno využít na upnutí, a požadavků na měřicí přípravek jsem postupně vyvinul tři verze přípravku, které jsem kriticky posuzoval a vybral jsem tu nejvhodnější variantu, kterou jsem následně i vyrobil.

4.1 První verze návrhu měřicího přípravku



Obr. 4. Model první verze návrhu měřicího přípravku.



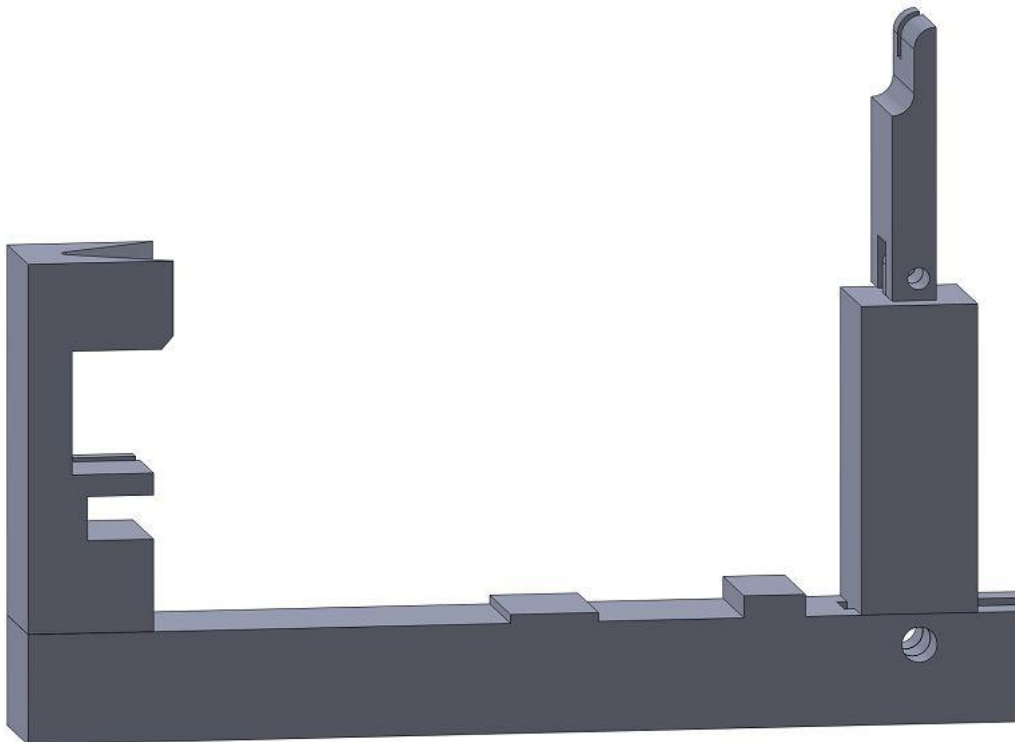
Obr. 5. Model první verze návrhu měřicího přípravku.

U první verze měřicího přípravku jsem dle možných upínacích ploch navrhl jednotlivé části. Přední část s plochami A, které svírají úhel $57,5^\circ$, se po další dobu vývoje přípravku neměnila, protože byla zkonstruována s maximálními možnostmi využití ploch pro upínání. Základna přípravku se měnila minimálně. Největší proměnou v dalších optimalizovaných verzích prošla zadní část. V této první verzi návrhu bylo upínání odlitku prováděno v následujícím sledu operací:

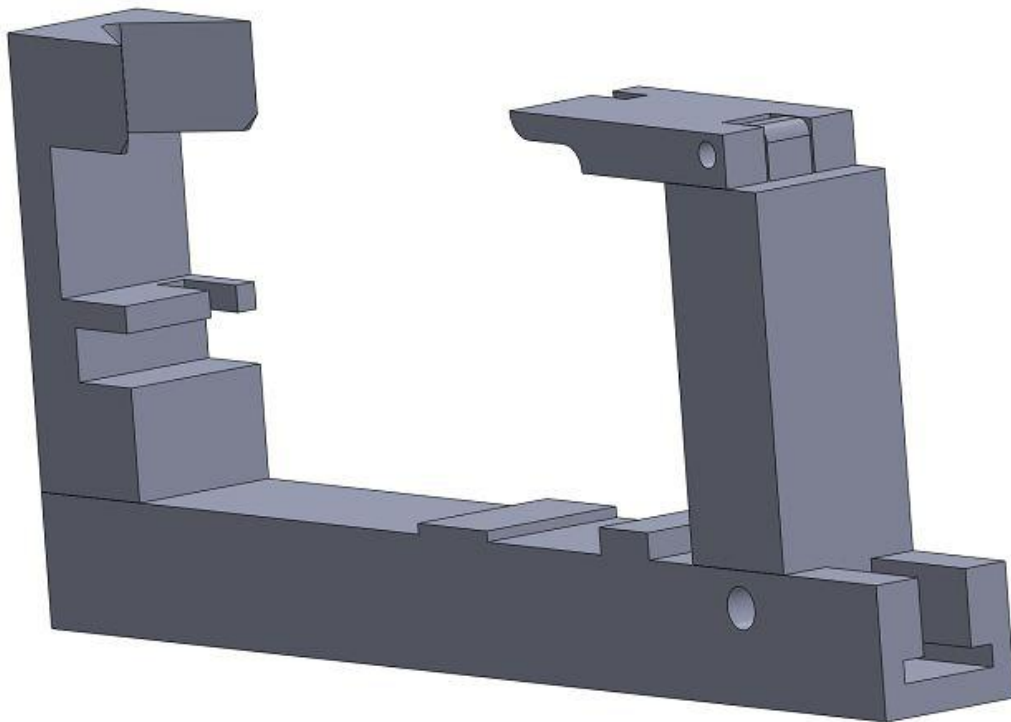
- vložit odlitek,
- přisunout zadní část v T drážce dokud nesestředí díry,
- zajistit součásti středícím kolíkem.

Tento způsob nebyl vhodný pro svoji náročnost pro obsluhu souřadnicového měřicího stroje a častému kolíkování součástí. Výhoda sice byla v přesném středění, ale byla uchycena jen na stěně šířky 2 mm, aby měřicí přípravek nezasahoval do měřených geometrických prvků.

4.2 Druhá verze návrhu měřicího přípravku



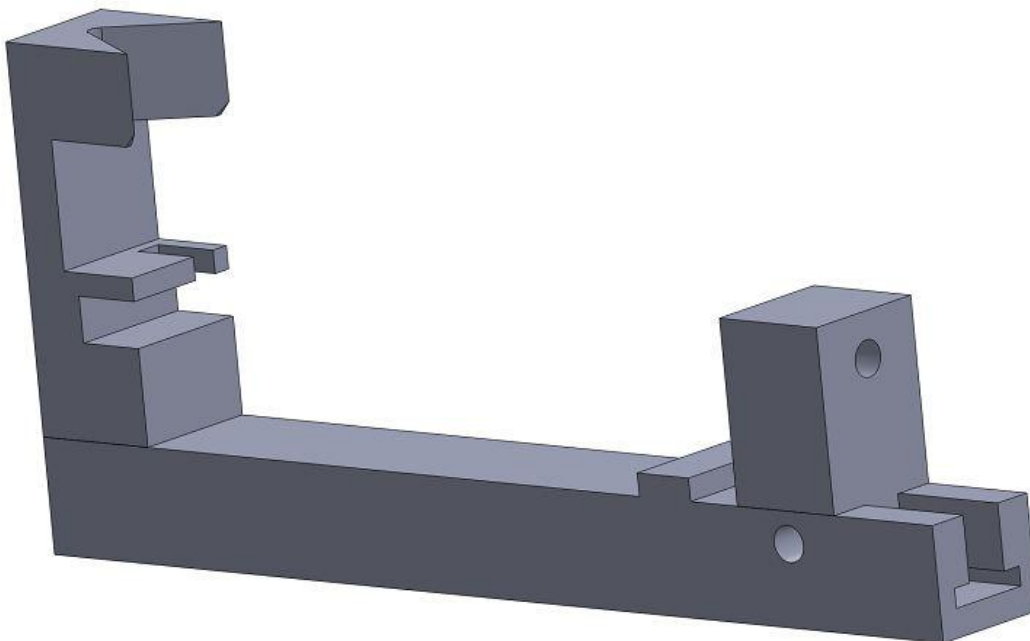
Obr. 6. Model druhé verze návrhu měřicího přípravku.



Obr. 7. Model druhé verze návrhu měřicího přípravku.

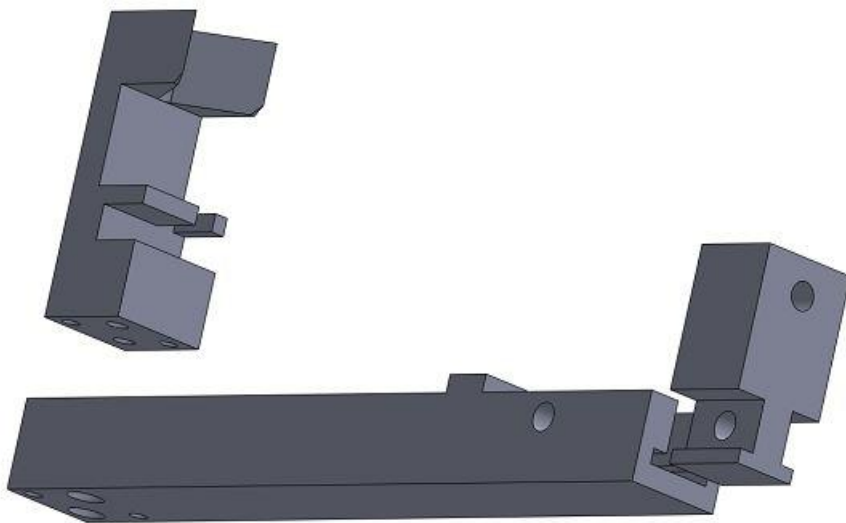
U druhé verze optimalizovaného měřicího přípravku zůstala základní deska a přední část nezměněna. Zadní část v T drážce byla přepracována tak, že odpadla nutnost pokaždé při vkládání a vyjmutí odlitku pohyblivou část zajišťovat středícím kolíkem. Pro přesné ustavení jsem přidal sklopnou desku, která zajišťuje polohu odlitku v měřicím přípravku na ploše F. Výměna odlitku se velmi urychlila, ale vznikl problém nedostatečné přitlačné síly působící na plochu D.

4.3 Třetí verze návrhu měřicího přípravku



Obr. 8. Model třetí verze návrhu měřicího přípravku.

Třetí a konečná verze měřicího přípravku doznala změn v základové desce, kde byly v předchozích dvou variantách umístěné dvě plochy pro vodorovné ustavení odlitku. Z důvodu, že praktické ustavování odlitku na dvou plochách by mohlo být problematické, rozhodl jsem se ponechat jen jednu. Část měřicího přípravku pro uchycení za plochu D jsem přepracoval do podoby, že tento díl je zajištěn středícím kolíkem a v ose bude vyrobena díra se závitem M8. Tato podoba umožní po povolení šroubu vložit nebo vyjmout měřicí přípravek, aniž by se musel vyndávat středící kolík. Odpadl také problém z varianty 2, kdy působila malá síla na plochu D. Působící síla se reguluje utahováním šroubu. Možný negativní důsledek použití k vyvození přitlačné síly šroub, je v otisku plochy šroubu na odlitek. To jsem vyřešil vložením silonové vložky do dosedací plochy šroubu. Ale vzhledem k tomu, že odlitek po proměření půjde do omílací jednotky pro vzhledové sjednocení povrchu, je zbytečné se touto variantou zabývat.



Obr. 9. Model rozloženého měřicího přípravku na jednotlivé části.

5. Výroba měřicího přípravku

Přípravek byl vyroben na CNC frézce, kde jsem vymodeloval jednotlivé části přípravku. Pod odborným dohledem jsem sestavil obráběcí program a následně byly součásti vyrobeny.



Obr. 10. Sestava měřicího přípravku.



Obr. 11. Sestava měřicího přípravku.



Obr. 12. Sestava měřicího přípravku s odlitkem.



Obr. 13. Sestava měřicího přípravku s odlitkem.



Obr. 14. Sestava měřicího přípravku s odlitkem.

6. Měření odlitku čerpadla na souřadnicovém měřicím stroji

Měření odlitku čerpadla se uskutečnilo v metrologické laboratoři firmy TTS Polak s.r.o. na SMS Wenzel LH 87. Sestavení programu pro měření odlitku se následně stalo součástí mé diplomové práce, kterou jsem rozšířil o poznatky z oblasti upínání součástí pro měření.



Obr. 15. Měření odlitku na SMS Wenzel LH87

Měřicí přípravek je upnut na SMS pomocí svěráku. Uvažoval jsem vyrobení drážek pro ustavení do vodorovné polohy přípravku, ale to bylo vyřešeno podložení přesnými podložkami, což je ideální varianta.

7. Závěr

Při vývoji měřicího přípravku jsem navrhl postupně tři varianty, které jsem kriticky posuzoval dle požadavků na ideální měřicí přípravek. Z toho jsem vybral konečnou verzi přípravku, ke kterému jsem zpracoval výrobní dokumentaci, vymodeloval jednotlivé části a pod odborným dohledem jsem tyto části vyrobil na CNC frézce. Měřicí přípravek po smontování byl umístěn na SMS, kde se provedl test vložení a vyjmutí měřeného odlitku. Z tohoto testu vyplynulo, že vkládání a vyjmutí odlitku je rychlé, jednoduché pro obsluhu a přesné. Poté se vyzkoušel přístup měřicí sondy ke všem měřeným geometrickým prvkům. Tento test dopadl také dobře. Následovala tvorba měřicího programu, který je součástí mé diplomové práce. Pro použití v metrologické laboratoři jsem doporučil zakoupení univerzální upínací stavebnice, která svou variabilitou zjednoduší, urychlí a zpřesní upínání.

Seznam symbolů

SMS	souřadnicový měřicí stroj
CNC	Computer Numeric Control – číslicové řízení počítačem