

# **Středoškolská odborná činnost 2007/2008**

Obor 9 –Strojírenství, hutnictví, doprava a průmyslový design

## **UOH-02**

Autor:  
**Jan Nezval**

SOŠp a SOUs, Prostějov Lidická 4,  
3. ročník

Konzultant práce:  
**Jindřich Nezval**

**Prostějov, 2008**  
Olomoucký kraj

Prohlašuji tímto, že jsem, soutěžní práci vypracoval samostatně pod vedením Jindřicha Nezvala a uvedl v seznamu literatury veškerou použitou literaturu a další informační zdroje včetně internetu.

V Prostějově dne 1. března 2008

---

vlastnoruční podpis autora

# Úvod

Jmenuji se Jan Nezval. Jsem studentem 3.ročníku Střední odborné školy průmyslové v Prostějově, obor strojírenství. Zajímám se především o automatizaci a robotiku.

Jsou určité druhy činností, které může vykonávat pouze člověk. Na druhé straně jsou činnosti, které může vykonávat stroj. Základní rozdíly spočívají v tom, že stroj se neunaví, nepožaduje za práci mzdu, může dělat mnoho hodin bez přestávky, nevádí mu dělat to stejné pořád dokola každý den, atd.. Člověk, jakožto tvor líný, se snaží už od nepaměti ulehčovat si práci. To, jak stroje pracují, mě vždy ohromovalo. Například výroba lahví pro cyklisty nebo výroba háčků do práškových lakoven. V minulosti jsem se pokoušel o výrobu stroje na výrobu těchto háčků. Stroj byl schopen produkovat pouze jeden tvar háčku tvaru C, nedaly se měnit jeho parametry (délka, velikost hlavy a paty) a průměr drátu byl maximálně 1mm. Ještě než byla první ohýbačka hotová, strýc s otcem si vymysleli, že by nebylo špatné postavit nějakou lepší a produktivnější mašinku. Požadavky a tím i náročnost stroje se astronomicky zvýšily. Začaly se objevovat problémy, ale na konec se vše úspěšně zdařilo.

Úvodem bych rád poděkoval **Jiřímu Nezvalovi** a jeho firmě **BETT** (povrchové úpravy kovů - pískování a komaxit) za sponzorování tohoto projektu.



## Cíl práce

Hlavním cílem bylo vytvořit takové zařízení, které by dokázalo bez jakékoli obsluhy a dozoru produkovat předem naprogramovaný tvar háčku v libovolném množství za co možná nejmenší čas.

Důležitými parametry byly univerzálnost zařízení, velice snadná obsluha, jednoduchá změna tvaru háčku, málo namáhavá výměna drátu, nízká poruchovost a v neposlední řadě malá energetická náročnost.

Při návrhu zařízení byly stanoveny minimální a maximální požadavky.

## Minimální požadavky

- Možnost změny tvaru háčku za pomoci výměnných předloh
- Různá tloušťka drátu
- Do přístroje musí vstupovat pouze rovný drát
- Elektronicky nastavitelný pouze počet vyrobených háčků

## Maximální požadavky

- možnost změny tvaru háčku **softwarově**
- různá tloušťka drátu
- Do přístroje může vstupovat i mírně pokřivený drát
- Nízká poruchovost, detekce chyb
- Velice snadná výměna drátu
- Grafický display
- Možnost manipulace se zařízením (bezpečný transport)
- Zajímavý design
- Zásuvka 230V přímo na zařízení pro případ opravy (pájka, vrtačka, atd.)
- Součástí zařízení by mělo být veškeré nářadí nutné k údržbě a opravě (klíče, inbus. klíče, šroubováky)
- Splnění elektrikářských norem
- Bezpečnostní STOP tlačítko
- Konektor pro připojení dalšího zařízení s CAN 2.0 komunikací (třidička háčků)
- Nízká prostorová náročnost

## Realizované požadavky

Dle mého názoru se podařili realizovat všechny maximální požadavky a navíc je zde spousta vychytávek a triků, které každý uživatel tohoto zařízení ocení.

# Univerzální Ohýbačka Háčků-02

Univerzální Ohýbačka Háčků (dále UOH) vznikla za účelem usnadnění práce v práškové lakovně.

Princip práškového lakování je následující. Kovový díl, který se má lakovat, se pověsí na elektricky vodivý háček (tím je zajištěno uzemnění lakovaného dílu) a pomocí speciální stříkáčké pistole se na něj nanese zelektrizovaný komaxitový prášek. Poté putuje lakovaný díl i s háčkem do pece. V peci se zahřívá na teplotu 200°C po dobu cca 10 minut. Po několika takovýchto cyklech se háček zcela obalí komaxitem a stává se méně elektricky vodivý. Pokud háček špatně vede elektrický proud, lakovaný díl není ukostřen a komaxit hůře přilne k lakovanému dílu. V horším případě se stane to, že kovový díl zůstane nabitý elektřinou a při doteku přes vás proteče okolo 70 000 voltů. Přestože je zde minimální proud, není dotyk takto nabitého dílu zrovna příjemný. Aby zůstal háček stále vodivý, se řeší dvěma způsoby. První, řešení je otloukat z háčku barvu pomocí kladívka. Tento způsob není zrovna nejlepší. Druhé řešení je starý háček vyhodit a ohnout si nový. Ohybání nového háčku probíhalo ne zrovna zábavnou formou. Na dřevěné desce byly přibity různě rozmístěné hřebíky a podle nich se ohýbaly háčky. Na každý druh háčku existovala samostatná deska. Ohnout tímto způsobem 10 kusů háčků nebylo v celku nijak náročné. Problém nastal tehdy, když byl požadavek na 1000 kusů. Při první stovce začal bolet palec. Při 500 ohnutých kusech padala sprostá slova a na 1000 kusů se došlo málokdy.

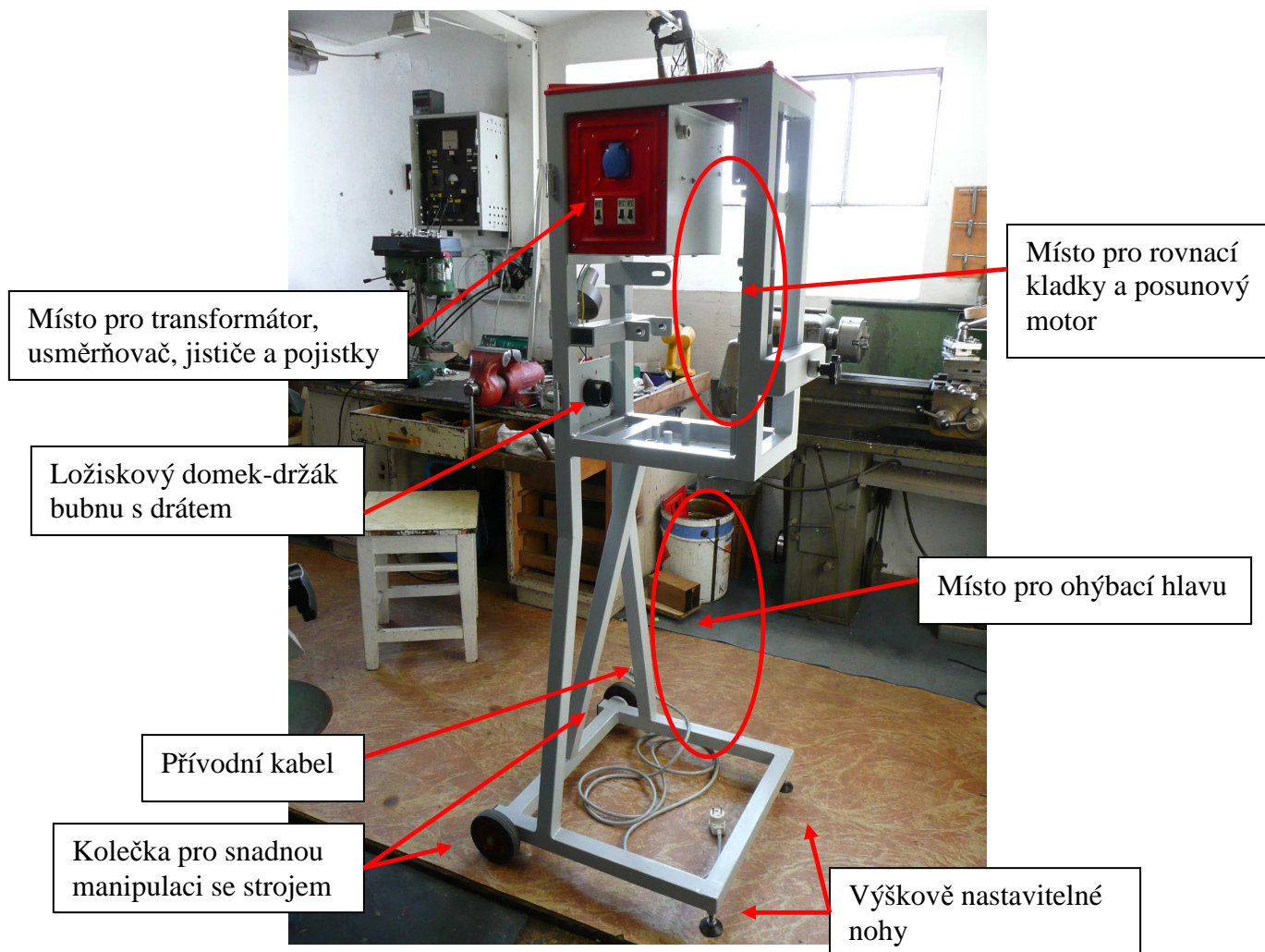
Proto byla vyvinuta UOH-02, díky které tato namáhavá práce odpadá.



## Základní parametry

- Základní rozměry (VxŠxD) 1650x650x650
- Hmotnost cca 150kg
- Počet  $\mu$  počítačů 4
- Délka použité kabeláže cca 50m
- Počet motorů 2 krokové, 3 stejnosměrné
- Napájení 230V
- 4 přednastavené tvary háčků  
( z toho 2 měnitelné)

## Samotný rám



Nyní bude následovat popis zařízení systematicky podle průchodu drátu.

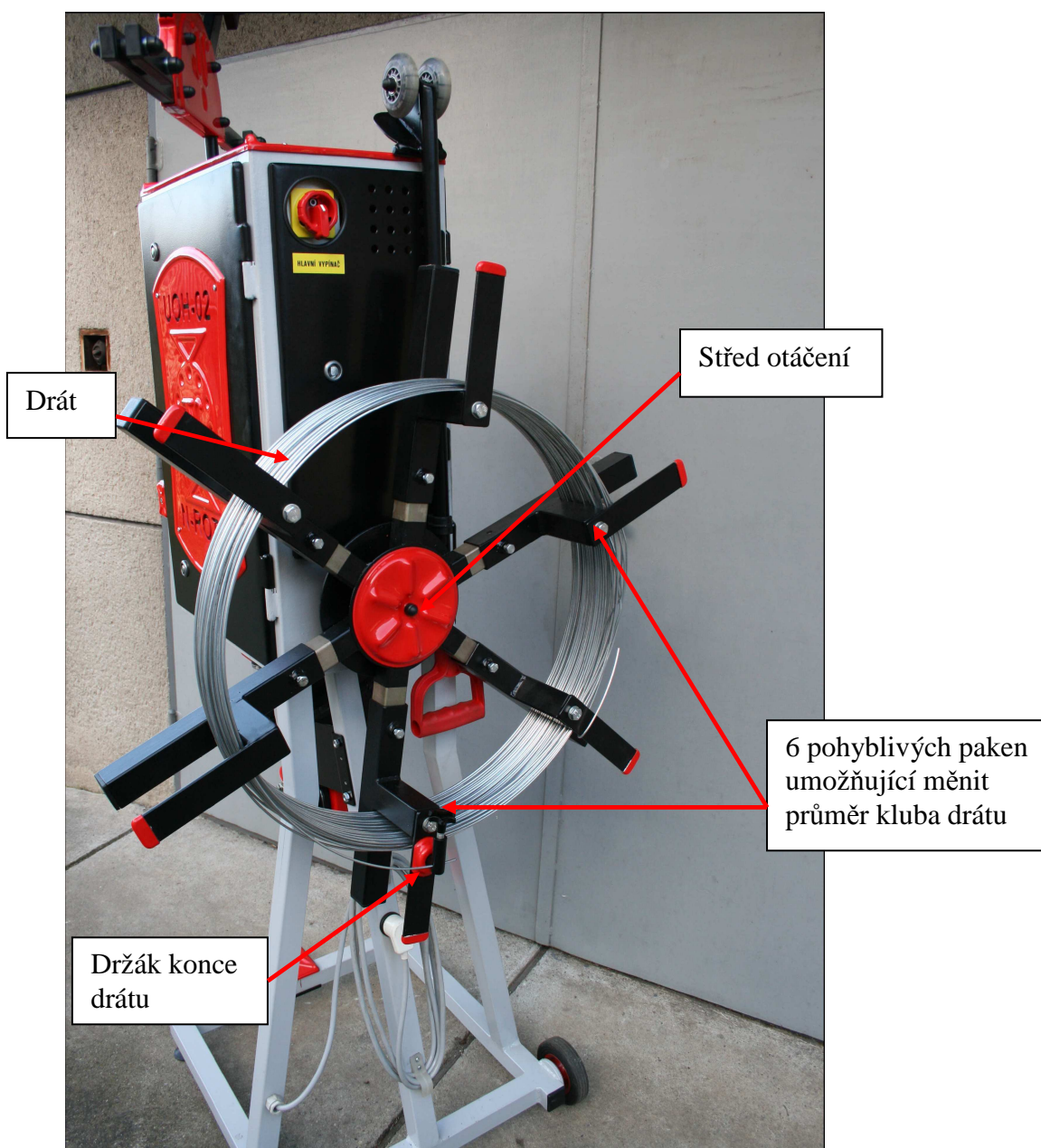


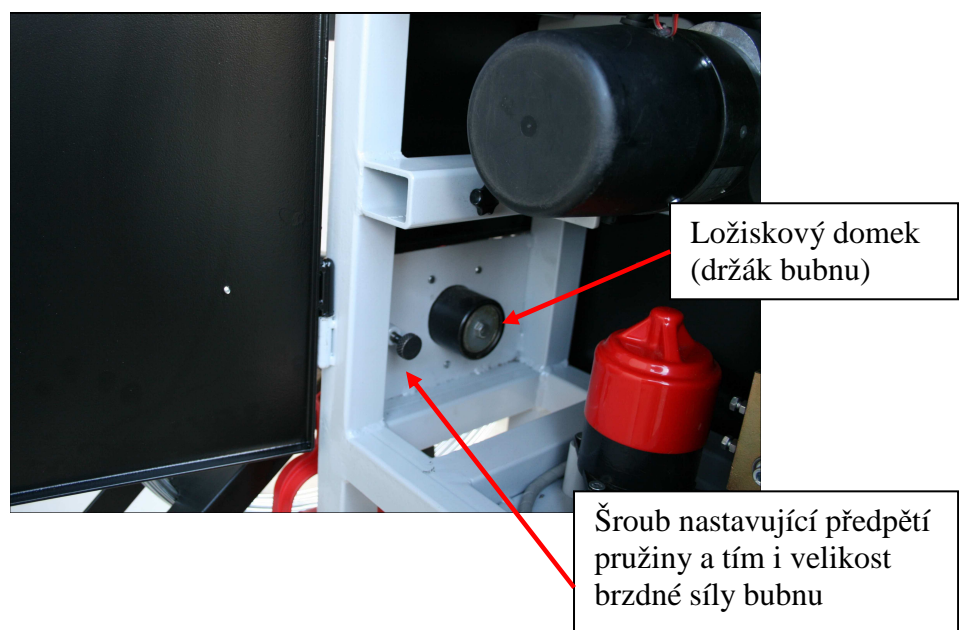
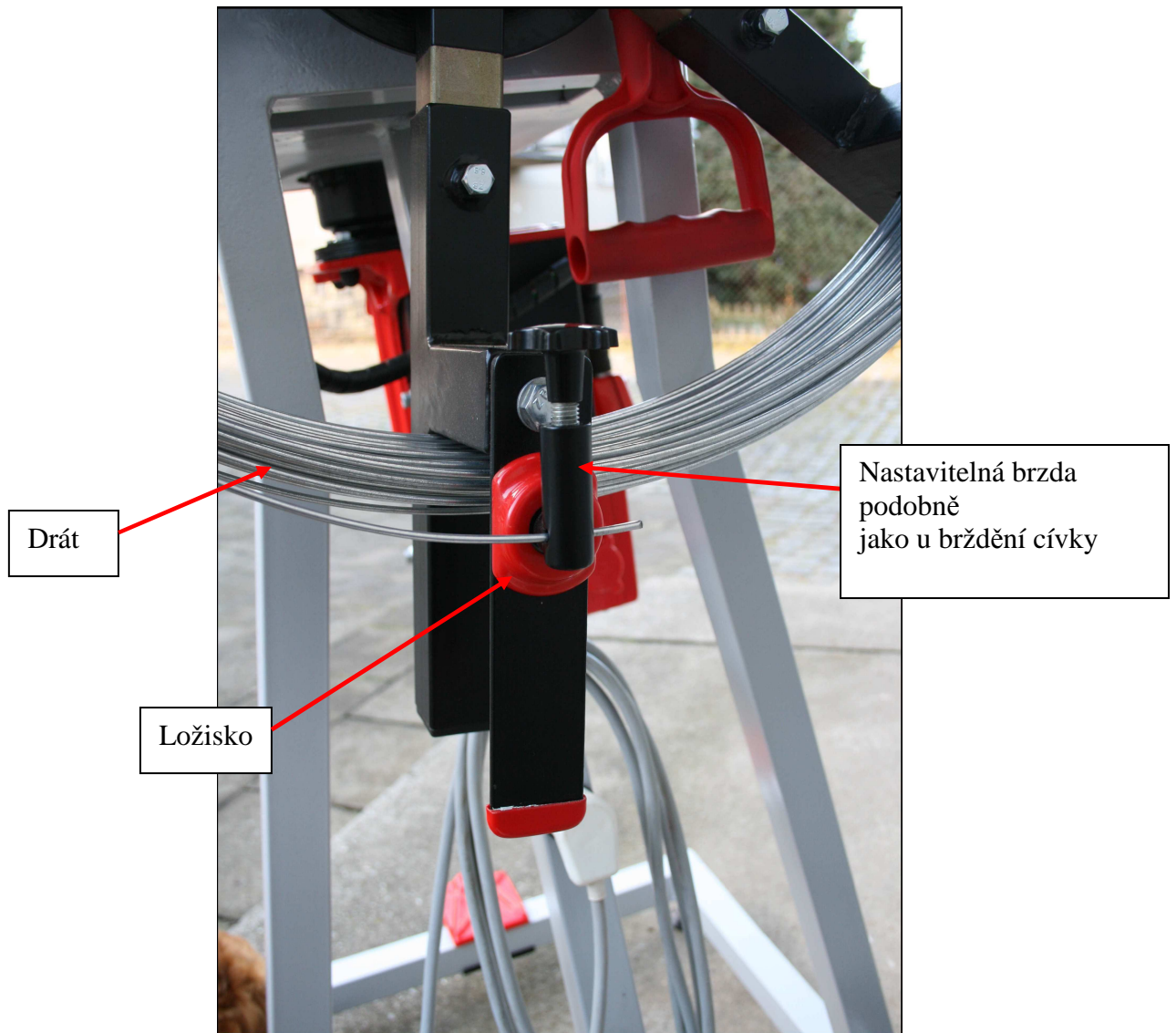
# Držák drátu

Drát je uchycen v šestiramenné hvězdici. Držák umožňuje nastavení různého průměru kluba drátu.

Z důvodu, aby se klubko drátu samovolně nerozmotávalo vlastním napětím, je unašeč bržděn. Brzdící mechanismus je založen na tření mezi otočnou částí a válečkem, který je neustále přitlačován k otočnému disku pružinou. Na druhé straně pružiny je šroub umožňující nastavení předpětí pružiny a tím i velikost brzdné síly.

Jedním z problémů bylo vyřešit uchycení druhého konce drátu. Úchyt musí drát pevně držet, ale současně při odmotání všech závitů kluba se musí konec drátu uvolnit.

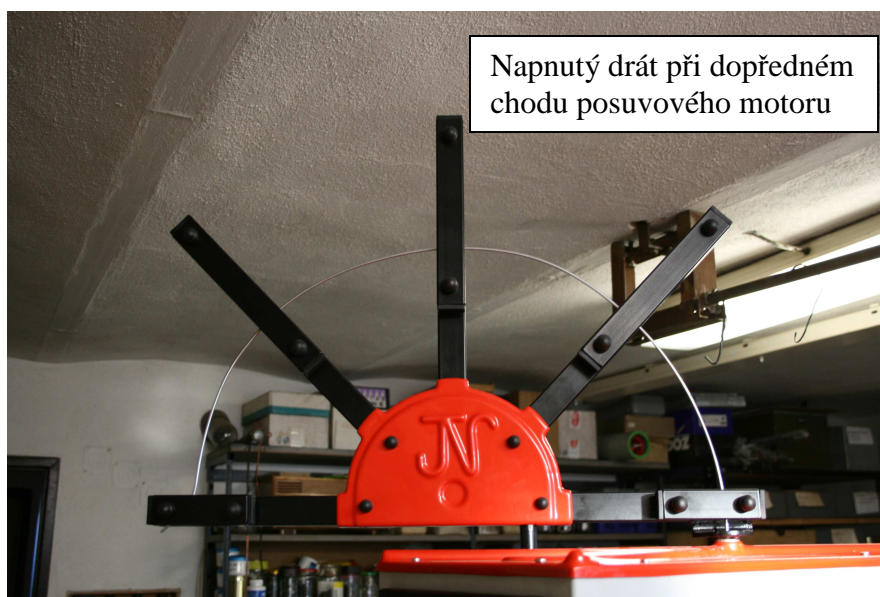






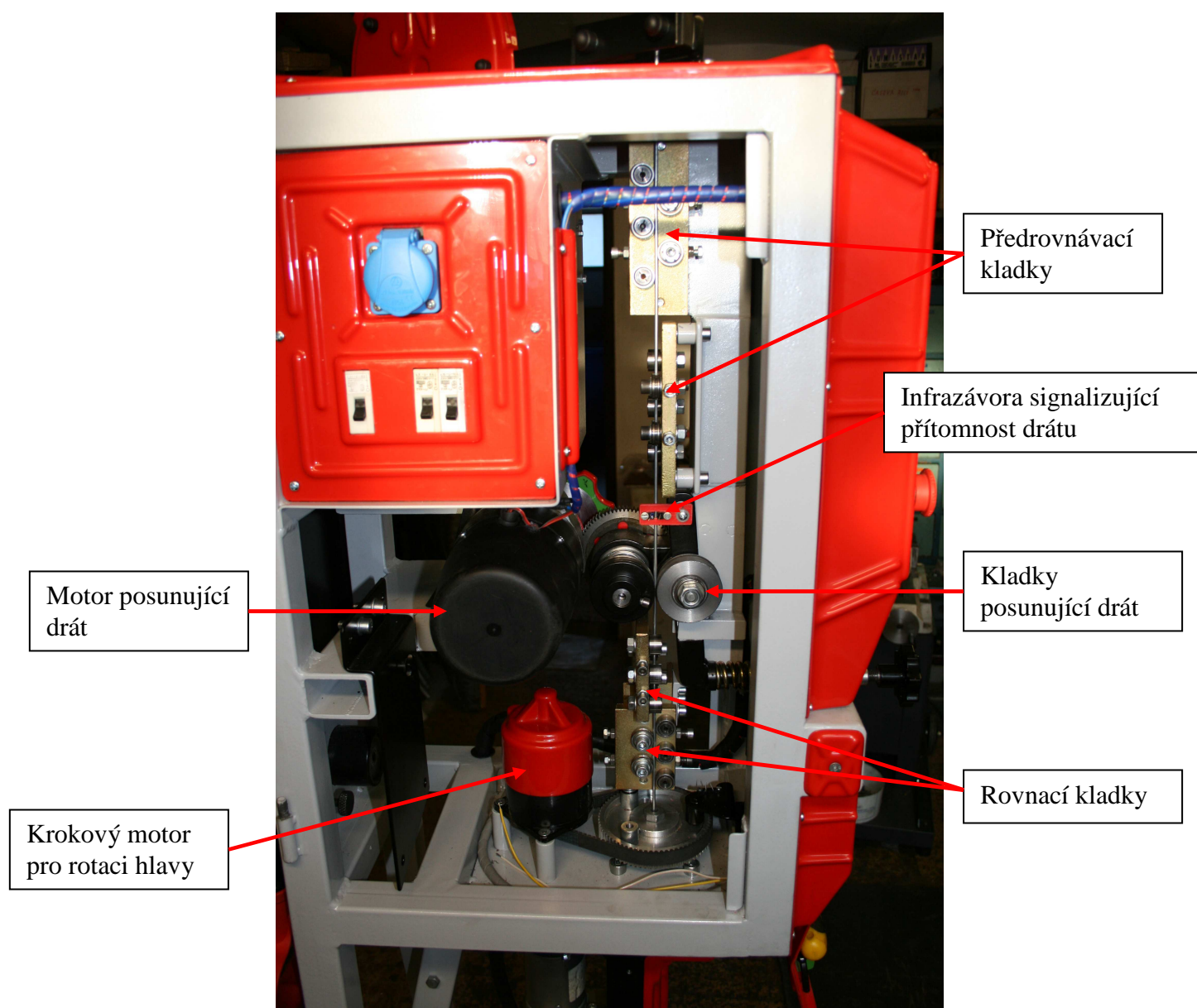
## Vodící kladky drátu

Tyto vodící kladky jsou zde ze dvou důvodů. Prvním z důvodů je, aby se drát při cestě z cívky do předrovnávacích kladek příliš nekřivil. Druhý důvod souvisí s technologií výroby samotného háčku. Protože stříhací nůžky jsou asi 5cm od ohýbacího trnu, musí se drát po ohnutí posledního ohybu háčku vracet k nůžkám. Drát se nemůže zpětně namotávat na cívku, ale musí někde propružit. Toto propružení zajišťuje rám vodících kladek, který je navrhnut i pro případ opačného chodu drátu.



## Rovnací kladky a posuvový motor

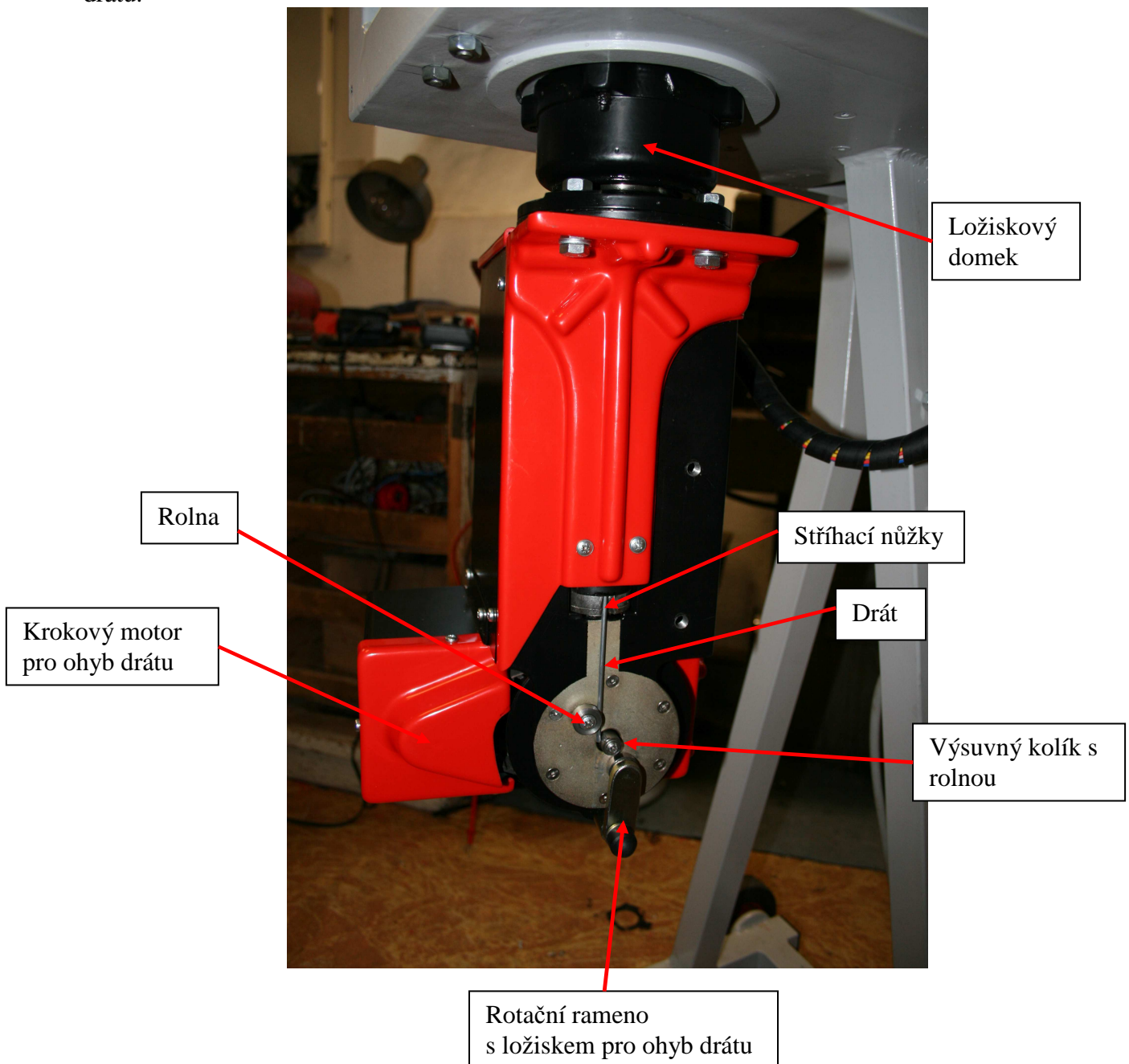
V horní části jsou předrovnávací kladky (5 kladek na přerovnání osy X a 5 kladek na přerovnání osy Y). Po předrovnávacích kladkách následují 2 větší kladky, které jsou k sobě přitlačeny pomocí pružiny. Tyto kladky jsou spojeny přes převod s motorem a zajišťují posuv drátu. Při vývoji mechanismu pro posuv drátu nastávaly problémy. Drát v hladkých kladkách prokluzoval a při velké přítlačné síle se deformoval. Řešení bylo narandýrovat hnací kladku. Jenže norma uznává pouze radýrování válcových ploch a ne vnitřních rádiusů. Problém byl vyřešen rozřezáním kladky napůl v místě drážky a byla narandýrována každá strana samostatně. Dále následují rovnací kladky. Princip rovnacích kladek je stejný jako u předrovnávacích kladek. Jediný rozdíl je ten, že rovnací kladky musí být naprosto perfektně nastaveny, aby z nich vycházel dokonale rovný drát.



Ve spodní části fotografie je umístěn krokový motor otáčející ohýbací hlavu.

## Ohýbací hlava

Celá hlava je zavěšena na ložiskovém domku, který umožňuje její rotaci. Ohýbací hlava v sobě ukrývá 3 motory (jeden krokový a dva stejnosměrné). První stejnosměrný motor slouží k přestřížení drátu po provedení posledního ohybu háčku. Druhý stejnosměrný motor vysunuje a zasunuje středový kolík. Tento kolík je pro vlastní ohýbání drátu nezbytný a musí být vysunut. Opak nastává v případě, že se má ohnutý drát přiblížit k nůžkám. V tomto případě by se ohnutá část zasekla o kolík a tím by došlo k deformaci drátu. Z tohoto důvodu musí být kolík zasunut. Krokový motor zajišťuje nejdůležitější činnost a tou je samotný ohyb drátu.



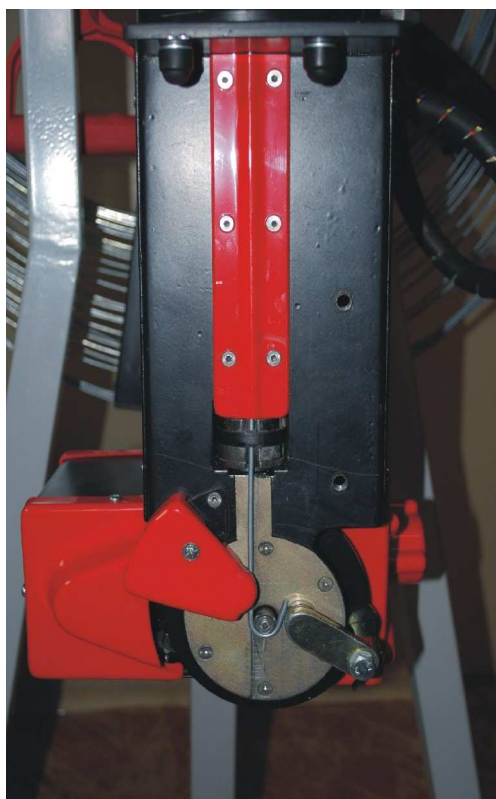


# Systém ohýbání

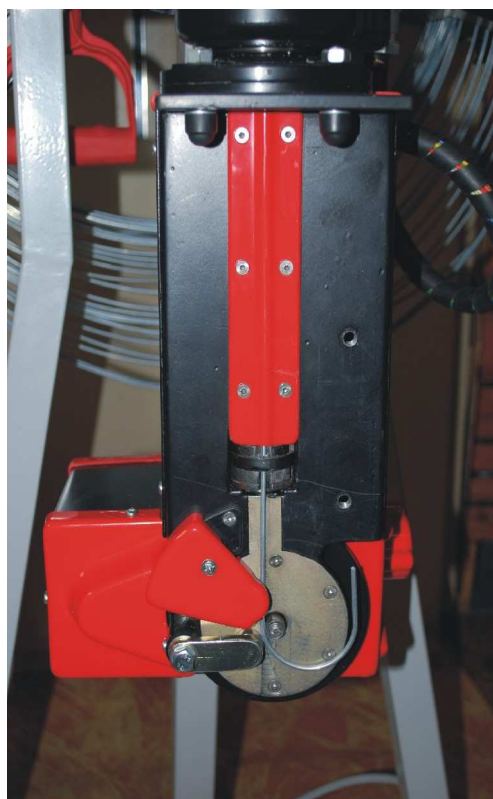
Systém ohýbání v ohýbací hlavě se dá rozdělit na dva způsoby. První způsob je ostrý ohyb (R 4). Ostrý ohyb se provádí přímým otočením rotačního ramene okolo výsuvného kolíku o požadovaný úhel. Druhý způsob je protlačování. Protlačovací metoda byla vyvinuta pro tvorbu větších rádiusů. Postup protlačování drátu je následující:

Nejprve najede drát za rotační rameno. Druhý krok je otočení rotačního ramene o požadovaný úhel (z pravidla menší než u ostrého ohybu). V poslední fázi posuvový motor protlačuje drát mezi třemi kladkami (rolna, výsuvný kolík a ložisko umístěné na rotačním rameni) a tím lze vytvořit libovolný rádius (nejméně R 8).

Ostrý ohyb



Protlačování



## Schránka na nářadí

Při tvorbě zařízení byl kladen důraz na co nejjednodušší obsluhu a údržbu. Ne vždy má obsluha stroje při poruše v terénu nářadí na jeho opravu. Proto zde byla přidána schránka s nářadím obsahující klíče, šroubováky, inbus. klíče a také rozvaděčový klíč. Pomocí sady obsažené ve schránce je možné stroj kompletně rozebrat a zpětně složit. Mechanismus pro otevření schránky je řešen velice elegantně jak při otevírání tak při zavírání.

Zavřená schránka

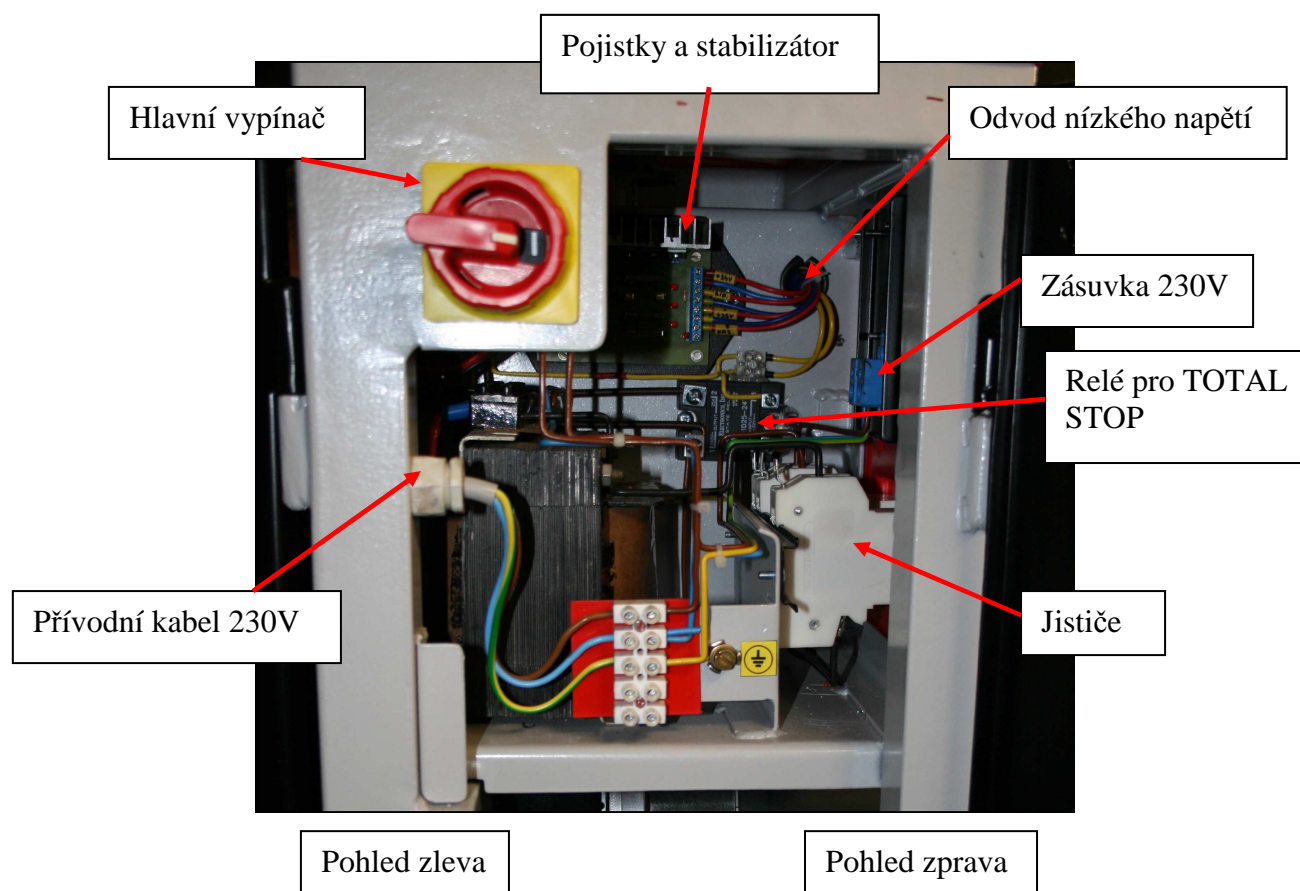


Madlo pro otevření schránky

Otevřená schránka



# Výkonová část

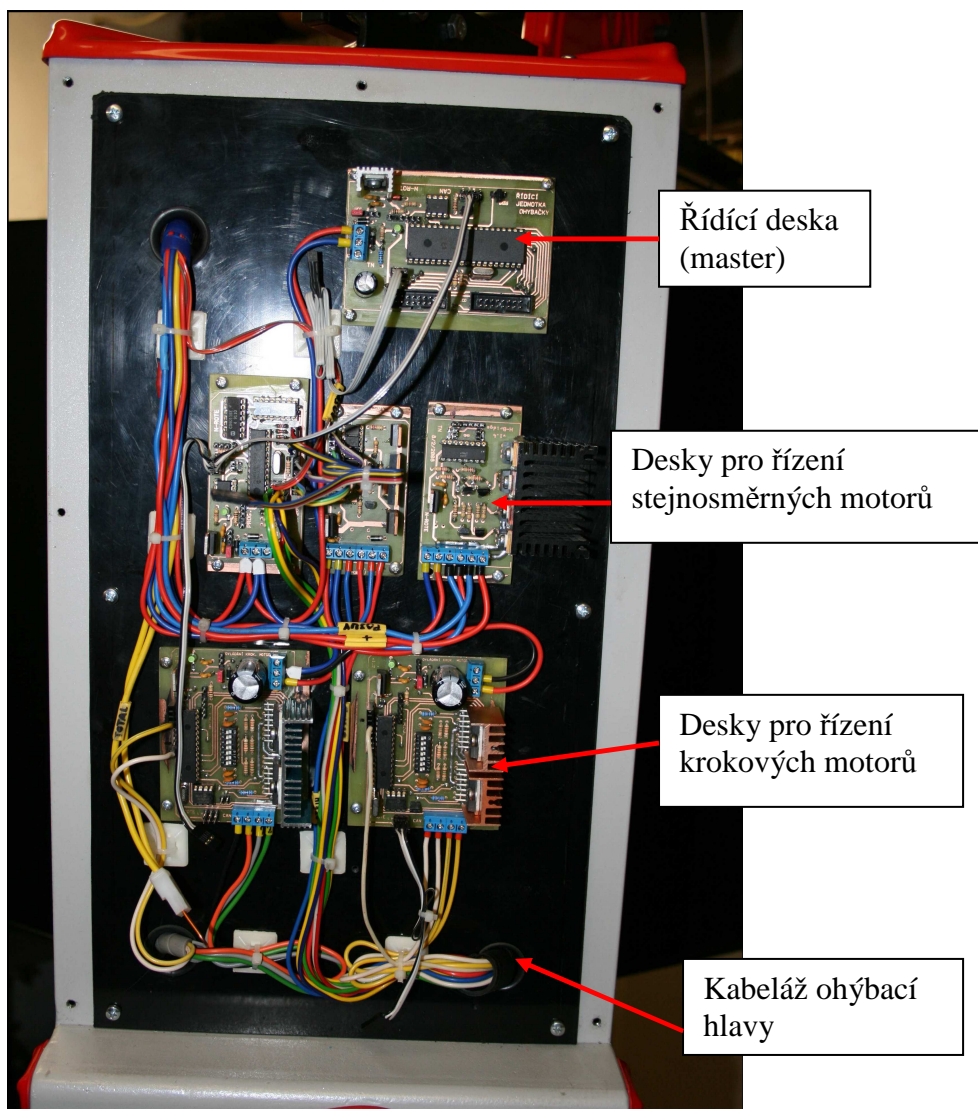




# Elektronika

Elektronika se skládá ze dvou základních částí – řídicí deska a ostatní podřízené desky. K řídicí desce je připojena klávesnice a grafický display. V řídicí PIC je obsažen hlavní program, tvary háčků, kompletní menu, všechny obrázky co se zobrazují na display a také je k ní připojeno teplotní čidlo. Řídicí deska (master) rozesílá příkazy ostatním deskám a přijímá od nich informaci o dokončení požadovaného úkolu. Při startu se každá z desek přihlásí pod vlastním identifikačním číslem (tím se provede test, je-li elektronika kompletní). V případě připojení dalšího zařízení přes konektor na předním panelu se zařízení (např.: třídička háčků) přihlásí pod vlastním identifikačním číslem a začne s masterem komunikovat. Ostatní desky (pro řízení krokových a stejnosměrných motorů) jen přijímají a plní rozkazy.

Elektrickou a elektronickou část navrhl a vyrobil můj bratr Tomáš Nezval.



# Přední panel

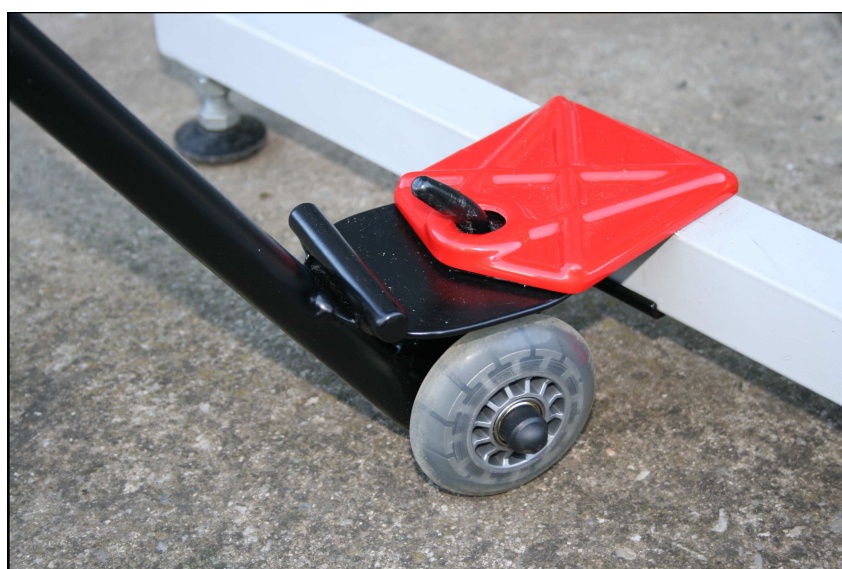
Přední panel je umístěn přibližně v úrovni očí průměrně vysokého člověka. Je na něm umístěn display signalizační LED a membránová klávesnice, tlačítko TOTAL STOP a konektor s CAN komunikací. Vlevo uprostřed jsou umístěny tlačítka pro rychlou koncepci háčků. Horní tlačítko má označený vrch háčku červeně. Po jeho stisknutí se na display zobrazí tvar hlavy háčku, který lze pomocí šipek měnit. Uprostřed se nachází dvě tlačítka. Jedno pro otočení o 45° ( po více stisknutích se hodnoty sčítají) a druhé pro nastavení délky háčku. V dolní části je tlačítko pro nastavení paty háčku (princip je stejný jako u hlavy háčku)



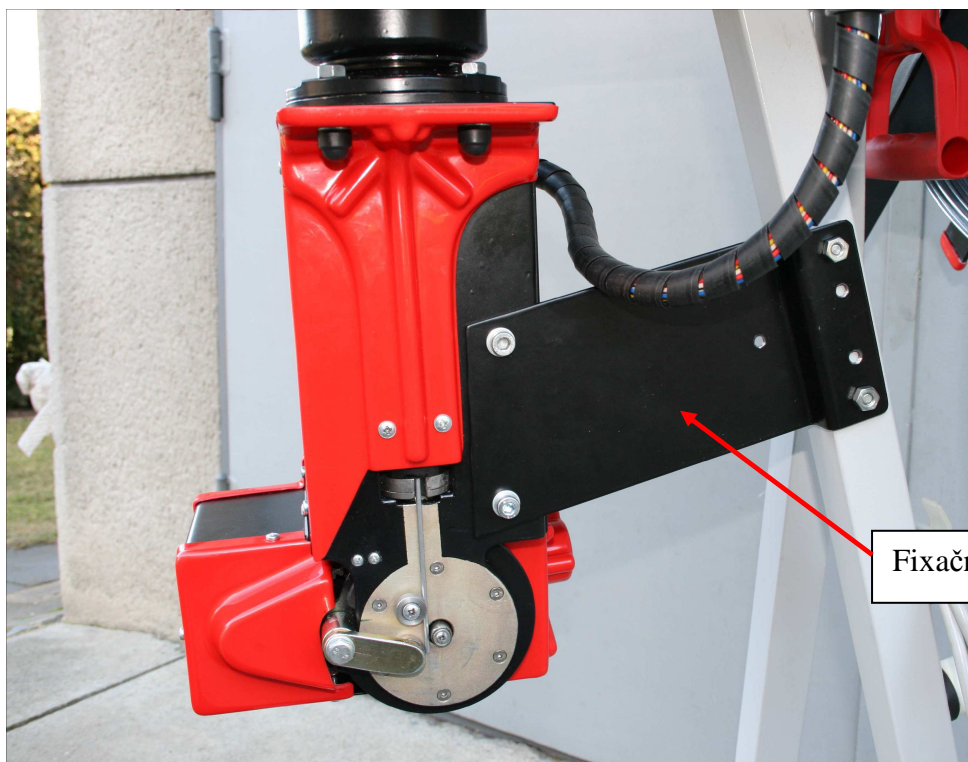


## Manipulace a transport

Pro manipulaci se zařízením po hale byl vyvinut přepravní systém. V zadní části jsou umístěny dvě pevně přichycená kola. V přední části je pevně uchycen držák. Do držáku se jednoduchým trikem uchytí madlo zakončené kolečkem. Tímto způsobem může stroj přepravovat i ne moc silná obsluha. Při chodu stroje je madlo s kolečkem uchyceno v zadní části stroje, aby ničemu nezavazelo.



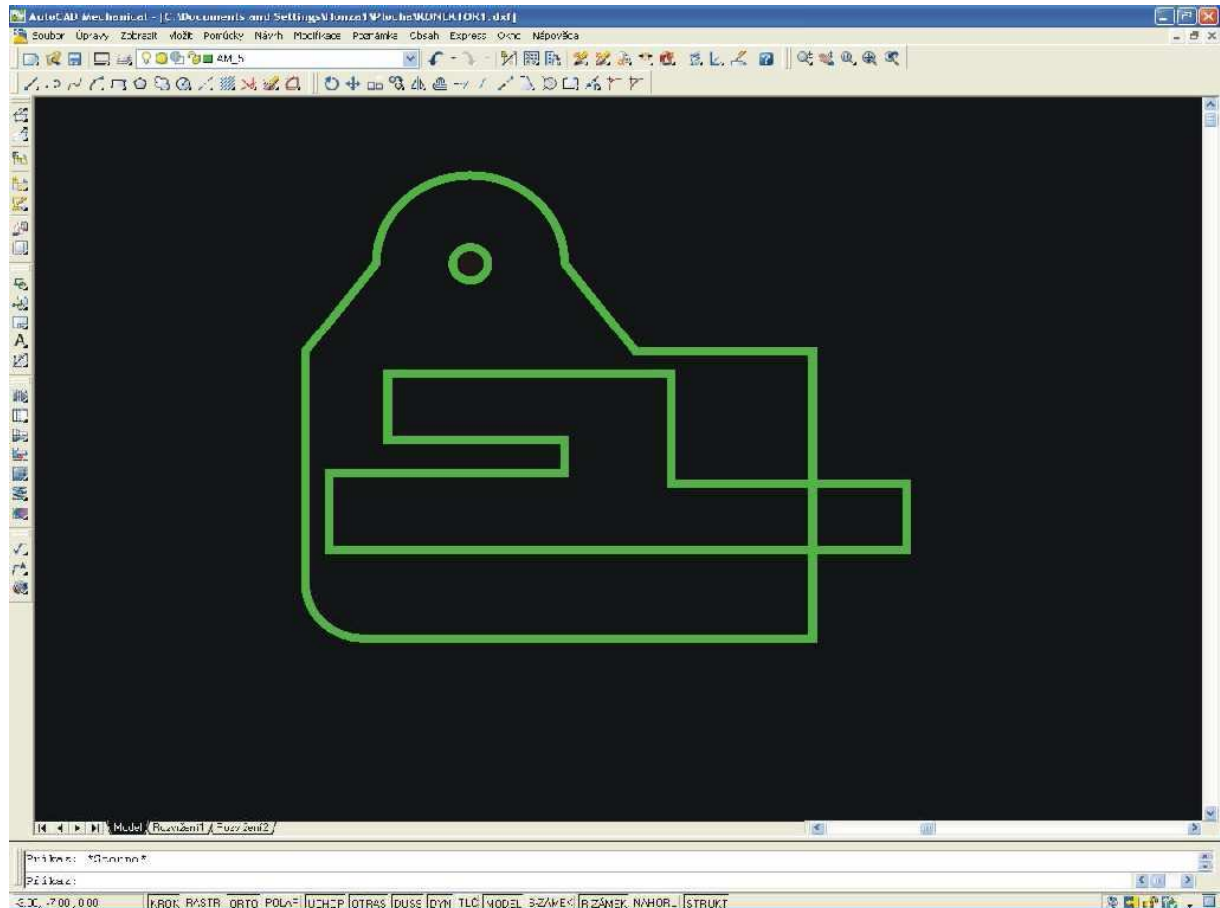
V případě transportu bylo nutné zafixovat ohýbací hlavu, aby se při převozu neotáčela (nepoškrabala se, něco nezničila atd.) pro tento účel byl vyvinut fixační držák. Držák je uchycen čtyřmi šrouby. Jeho montáž a zpětná demontáž netrvá déle než jednu minutu. Po převozu se držák vrátí na své místo v těle přístroje.



# Použité metody a techniky

## 1) frézování

Frézované části byly nejdříve navrženy v modelovacím programu Autocad Mechanical 2007.



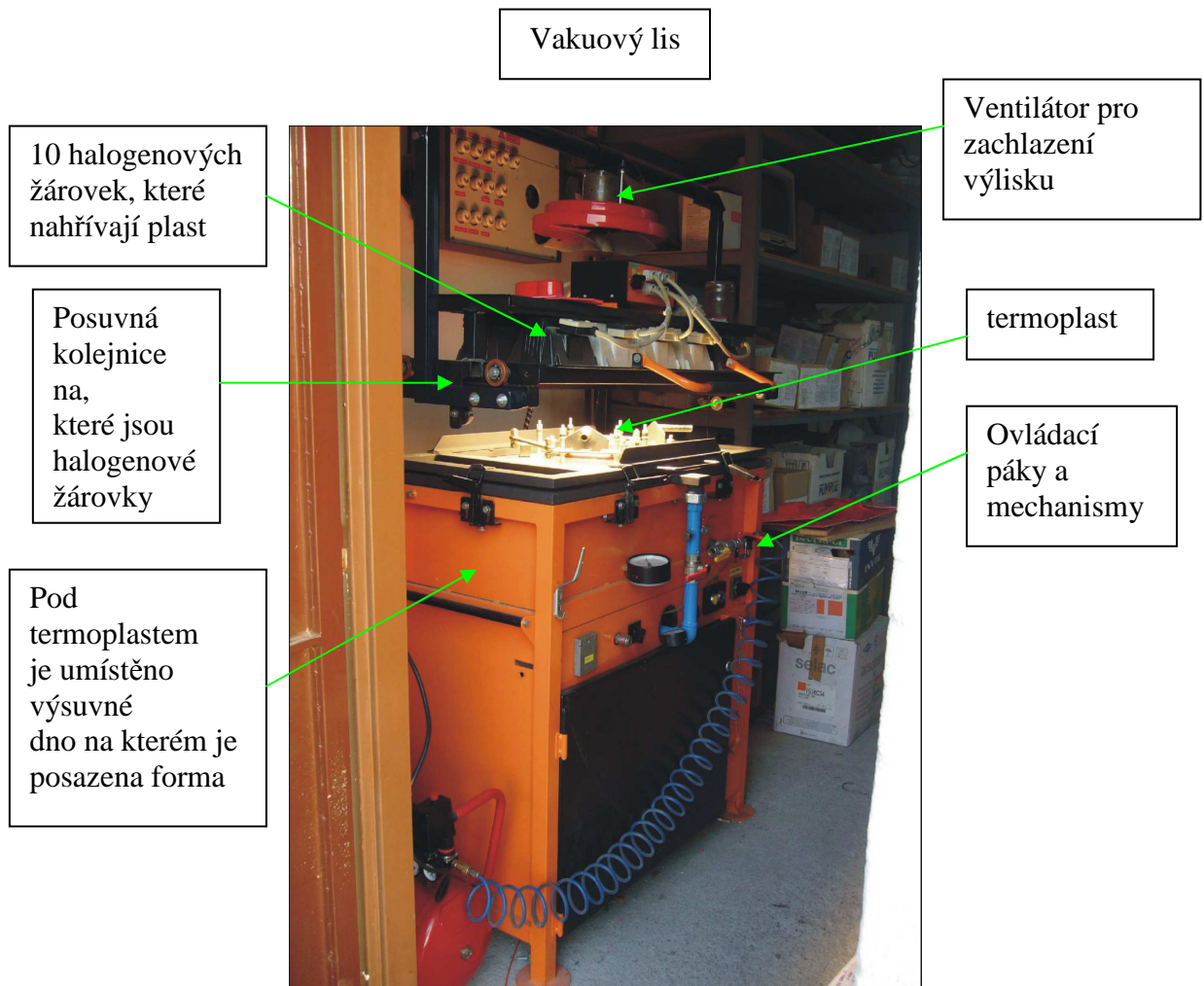
Model se přeneše do obráběcího softwaru Stepfour, kde se vytvoří dráha pro CNC frézu.



Frézu jsem stavěl se svým otcem v říjnu roku 2006.



## 2) vakuové lisování



Vakuový lis byl navržen a zkonstruován mým strýcem.

Princip vakuového lisu:

Halogenové žárovky nahřejí polotovar – desku termoplastu. Po zahřátí na teplotu, kdy je měkký a tvárný. Pístnice vysunou kopyto (formu) pod plastem. Aby plast dokonale zkopíroval povrch kopyta je potřeba mezi ním a plastem vytvořit podtlak. Atmosférický tlak působí na vylisek z hora tak, že jej přitlačí ke kopytu. Poté se vylisek zchladí, aby si udržel svůj nový tvar. Celý proces je dlouhý přibližně 3 minuty, což se nedá říct o výrobě formy, protože její výroba trvá i několik hodin.

## Výsledky práce

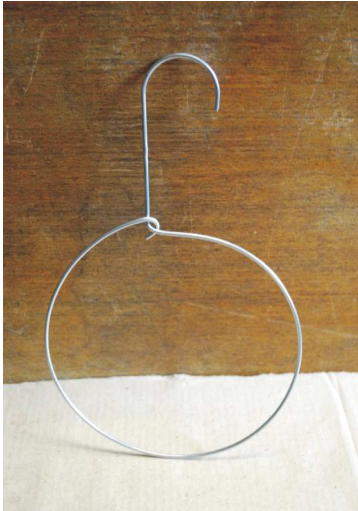
Zařízení bylo navrženo a úspěšně realizováno. Byla dosažena velká úspora času při ohýbání háčků a také minimální zásah lidské práce do ohýbacího procesu. Provozní náklady stroje v porovnání nákladů za lidskou práci jsou nesrovnatelně nižší a požadovaná kvalita produktu je vyšší. Díky jednoduchému ovládní a vestavěným předvolbám, může zařízení obsluhovat i osoba méně technicky zdatná. Jsou zde na výběr 4 rychlé předvolby nebo jednoduchý způsob návrhu tvaru hlavy a paty háčku, jeho délka a pootočení. Pro případ potřeby velice složitého háčku (například: rámečku na fotografii nebo kancelářskou sponku) jsem vyvinul modelovací program pro tvorbu složitých tvarů a jejich rychlou editaci. Pořizovací cena součástí je přibližně 60 000 Kč, prodejní cena pak cca 300 000 Kč. Práce na zařízení probíhaly bezmála ½ roku. Při návrhu a konstrukci jsem se dozvěděl a naučil mnoho nových poznatků, zkušeností ale především to, že ne vše co funguje teoreticky funguje i prakticky. Získané poznatky mi pomohou v dalším vývoji.

## Pokračování v práci

V budoucnu by se měla začít vyvíjet třídíčka háčků. Protože z UOH padají háčky do bedny, při větších sériích dojde k vzájemnému zasukování háčků do sebe. Úkolem třídíčky bude háčky navlékat na tyče a tím se usnadní další práce s nimi.

## Několik ukázek výrobků

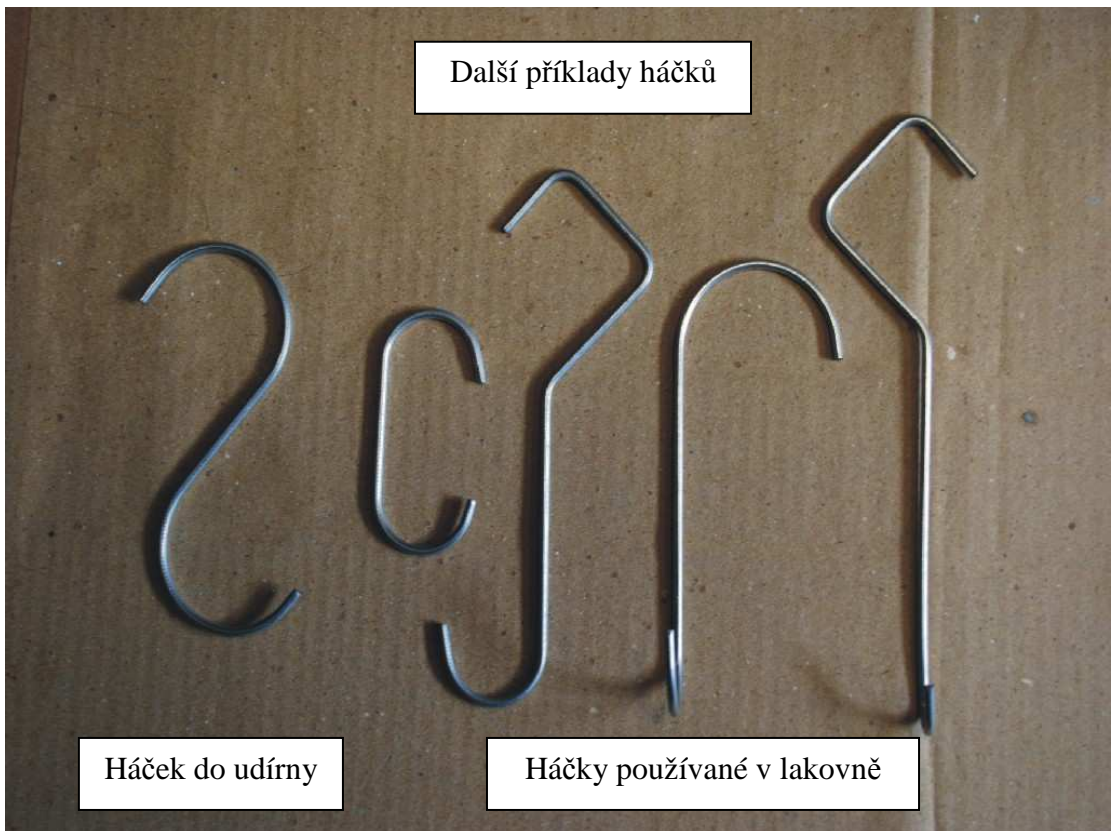
Spona na navlékání  
drobných věcí



Rámeček na fotografie  
(různé formáty)



Spona na úchyt  
vzorových plechů



Další příklady háčků

Háček do udírny

Háčky používané v lakovně