

**Technická akadémia**  
**Hviezdoslavova 6, 052 01 Spišská Nová Ves**

**POČÍTAČOVO RIADENÁ FRÉZOVAČKA**

**Stredoškolská odborná činnosť**

**Odbor: 14 – Tvorba učebných pomôcok, didaktické technológie**

**Spišská Nová Ves**

**2018**

**riešiteľ:**

**Adam Gmuca**

**ročník štúdia: štvrtý**

---

**Technická akadémia**  
**Hviezdoslavova 6, 052 01 Spišská Nová Ves**

**POČÍTAČOVO RIADENÁ FRÉZOVAČKA**

**Stredoškolská odborná činnosť**

**Odbor: 14 – Tvorba učebných pomôcok, didaktické technológie**

**Spišská Nová Ves**

**2018**

**riešiteľ:**

**Adam Gmuca**

**ročník štúdia: štvrtý**

---

**konzultant**

**Ing. Emil Henček**

## Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že prácu na tému „Počítačovo riadená frézovačka“ som vypracoval samostatne, s použitím uvedenej literatúry. Som si vedomý zákonných dôsledkov, ak v nej uvedené údaje nie sú pravdivé.

Spišská Nová Ves, 18. 02.

.....

## **Pod'akovanie**

Svoje pod'akovanie chcem vyjadriť môjmu otcovi Petrovi Gmucovi za podporu, rady a pomoc pri výrobe a montáži. Tiež ďakujem firme CRW Slovakia s. r. o. v Spišskej Novej Vsi za poskytnutie strojov a miestnosti na výrobu a celkovú montáž.

Moje pod'akovanie patrí aj pánovi zástupcovi Ing. Martinovi Kokoruďovi a pánovi Ing. Emilovi Henčekovi za odborné vedenie, cenné rady, pripomienky a pomoc pri jej spracovaní.

## **OBSAH**

<b>1. Úvod .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Problematika a prehľad literatúry.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Ciele práce .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Materiál a metodika .....</b>	<b>10</b>
<b>5. Výsledky práce .....</b>	<b>17</b>
<b>6. BOZP .....</b>	<b>18</b>
<b>7. Záver .....</b>	<b>19</b>
<b>8. Zdroje .....</b>	<b>20</b>
<b>9. Prílohy .....</b>	<b>21</b>

## **Zoznam skratiek, značiek a symbolov**

CNC – Computer Numerical Control (číslicovo riadené)

G-kód – názov programovacieho jazyka

Osi X, Y, Z – súradnicový systém stroja, geometria pohybu nástroja

Mach3 – software stroja

## 1. ÚVOD

S CNC frézovačkou, o ktorej sme sa rozhodli napísať túto prácu, sme sa prvýkrát stretli pri sledovaní videí na kanály YouTube. Predchádzajúca prax môjho otca ako nástrojára s CNC strojmi a určité skúsenosti s nimi, boli dôvodom, prečo sme sa začali problematike venovať podrobnejšie. Hľadali sme nielen odbornú literatúru, ktorá nám pomohla, ale aj amatérske videá na internete. Po zhromaždení všetkých potrebných dielov a materiálu a príprave miestnosti sme sa konečne pustili do montáže. Hodiny strávené v dielni nakoniec priniesli očakávaný výsledok.

V tejto práci sme sa venovali priblíženiu a vysvetleniu ako CNC frézovačka funguje a na akých princípoch pracuje, ale aj podrobnému opisu zhotovenia tohto stroja. Ďalej sme sa venovali zhromaždeniu všetkých potrebných údajov a rozmerov dielcov použitých pri zhotovovaní.

Snažili sme sa čo najpresnejšie a najjednoduchšie vysvetliť postup, ktorého sme sa držali. Taktiež sme vypichli nedostatky, na ktoré sme počas zhotovovania prišli. Vypracovali sme teda podrobný návod na zhotovenie CNC frézovačky.

Radi by sme prezentovali naše obrobky, ktorým sme sa takisto v tejto práci venovali. Rozobrali sme ich kvalitu a venovali sme sa aj problematike zvyšovania kvality.

Touto prácou by sme radi vyzdvihli jednoduchosť zhotovenia takéhoto stroja v domácich podmienkach. Zhodnotili sme, že celý postup nám lepšie priblížil samotné fungovanie stroja, zlepšili sme si predchádzajúce praktické, ale aj teoretické poznatky a skúsenosti a zhotovili plne funkčný, kvalitný stroj, ktorý sme neskôr rôzne využili.

## 2 Problematika a prehľad literatúry

### 2.1 HISTÓRIA A SÚČASNOSŤ OBRÁBACÍCH STROJOV

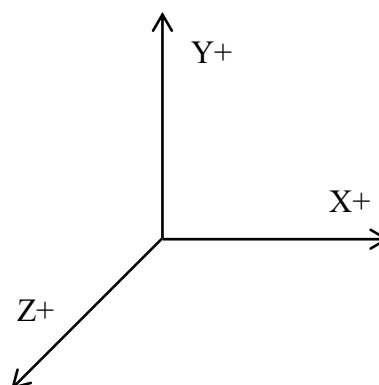
Pod skratkou NC sa skrýva anglické označenie numerical control, ktoré niesli prvé programované stroje vyvinuté už v 50. rokoch 20. storočia v USA a Japonsku. Vtedy sa jednalo o klasický stroj vybavený jednoduchým riadiacim systémom s elektronkovými obvodmi. Program bol ukladaný na mechanické pamäti v podobe šablón, vačkov alebo mechanických zarážok, ktoré boli postupne nahradzované optickými snímačmi a diernymi páskami.

Svoje uplatnenie v tejto podobe nachádzali najčastejšie pri zložitých súastiach vo veľkých sériách ako vrtačky a vyvrtávacie stroje, kde umožnili úplne automatický proces výroby prebiehajúci samostatne a bez zásahu obsluhy. Práca človeka sa obmedzila len na vkladanie a vyberanie polotovaru. (Ing. Rostislav Svoboda/2014)

Vývoj technológií trieskového obrábania začal už v období priemyselnej revolúcie v 18. – 19. storočí. Ovládanie obrábacích strojov začalo mechanickým pohonom, neskôr zapojením parného stroja a následne elektromotorom. Stále to však bola prevažne manuálna výroba. Až v priebehu 20. storočia sa začalo do procesu zapájať automatické riadenie.

Dnes sa najčastejšie stretávame s CNC strojmi v súvislosti s frézovaním, respektíve s vrtačkami a obrábacími strojmi. V skutočnosti je ich použitie oveľa širšie. Môžu sa používať kdekoľvek, kde je možné vyrábať viac dielov rovnakou technológiou, pretože v prípade CNC stroja stačí iba zmena programu.

V súčasnosti sa číslícovo riadené stroje najviac využívajú na brúsenie, vrtanie, rezanie a obrábanie rôznych materiálov. Pri výrobe sa môžeme stretnúť s CNC strojmi na oceľ, drevo, gravírovanie, ohýbanie materiálov, atď. CNC stroje však možno rozlišovať podľa počtu súčasne riadených osí: a) 1D, b) 2D, c) 3D, d) 4D e) 5D a iné.





## 2.2 VYMEDZENIE ZÁKLADNÝCH POJMOV

So skratkou CNC sa rovnako ako v minulosti pod označením NC najčastejšie stretávame v súvislosti s vŕtaním a obrábaním, respektíve vŕtačkami a obrábacími strojmi. (Ing. Rostislav Svoboda/ 2014)

Frézovanie je mechanické obrábanie materiálu frézami na frézovačke. Frézovanie je spôsob mechanického trieskového obrábania, pri ktorom hlavný rezný pohyb je rotačný pohyb frézy a nositeľom posuvu je obrobok.

Je určené hlavne na opracovanie rovinných a obrábanie tvarových plôch. Pri frézovaní hlavný rezný pohyb vykonáva nástroj (fréza) a obrobok vykonáva pohyb do rezu. Frézovanie je postupné odoberanie materiálu viac klinovým nástrojom vo forme triesky, pričom hlavný pohyb je otáčavý a koná ho nástroj: posuv koná obrobok alebo nástroj spravidla v smere kolmom k osi nástroja.

CNC frézovačky sú číslicovo riadené stroje, ktoré sú charakteristické tým, že ovládanie pracovných funkcií stroja je riadené riadiacim systémom stroja podľa vytvoreného programu. Informácie o požadovaných činnostiach sú zapísané v programe alfanumerických znakov. Program je určený pre riadenie silových prvkov stroja a zaručuje, aby požadovaná výroba prebehla v poradí zadanom po jednotlivých blokoch, ktoré sú napísané v NC kóde.

## 2.3 FUNKCIE CNC FRÉZOVAČIEK

V dnešnej dobe je najčastejšie využitie CNC strojov pre brúsenie, frézovanie, obrábanie, vŕtanie či rezanie najrôznejších materiálov. Stretávame sa napríklad s CNC na drevo (frézovanie dreva, obrábanie dreva, drevoobrábacie stroje), s CNC vysekávačkou, s CNC gravírovacími strojmi ako je napríklad gravírovacia fréza, CNC ohýbačkou na ohýbanie plechov a trubiek, či s CNC rezačkou na rezanie polystyrénu. (Ing. Rostislav Svoboda/ 2014)

Frézovačka (frézka) je obrábací stroj, ktorý obrába povrch obrobku pomocou rotujúceho rezného nástroja - frézy. Proces odoberania triesky z obrobku pomocou frézy sa nazýva frézovanie. Nástroj sa môže pohybovať horizontálne i vertikálne a obrába materiál upevnený na pracovnej ploche. Pracovná plocha je pohyblivá, pri obrábaní sa však môže pohybovať zároveň iba jedným smerom.

Frézová hlava sa väčšinou otáča okolo osi Z (zvislej). Pri deliacej fréze je hlava vodorovná a priečne na jej os sa pohybuje predmet, ktorý sa frézuje (tzv. obrobok). Tento typ je v súčasnosti v priemysle málo používaný.

Pri malých obrobkoch sa spravidla pohybuje len obrobok v osiach X a Y a hlava v osi Z. Ďalšia možnosť je lineárno-radiálny pohyb hlavy. Pri veľkých obrobkoch je obrobok upnutý a hlava sa pohybuje vo všetkých troch osiach. Frézová hlava sa pri zložitejších frézovačkách môže aj nakláňať od zvislej osi.

Pohyb hlavy vzhľadom na obrobok sa pri malých frézovačkách riadi ručne. Pri veľkých frézovačkách pohyb zabezpečujú elektromotory riadené elektromechanicky, alebo servopohonmi s krokovými motormi riadené numericky (CNC).

### **3. CIELE PRÁCE**

Cieľom našej práce bola výroba, školskej pomôcky na získanie praxe. Vyhotovili sme počítačovo riadenú frézovačku

V tejto práci sme sa zaoberali princípom fungovania CNC frézovačky, postupom práce pri montáži konštrukcie, nastavovaním softwaru a rozobratím niektorých konštrukčných riešení.

Popísali sme si princíp fungovania CNC, priblížili osy X, Y, Z a ich funkcie a prebrali konštrukciu stroja, každej využitej súčiastky, čím sme sa dostali až k opisu samotného využitia CNC frézovačky a predstaveniu našich vlastných výrobkov.

## **4. MATERIÁL A METODIKA**

### **4.1 NÁVRH A POPIS KONŠTRUKCIE**

Táto CNC frézovačka sa delí na tri hlavné časti. Portáloví nosník sa skladá z rámu, podperných štvorhranných rúrok, slúži na upevnenie vretena a je to mechanizmus pre všetky 3 osi.

Vreteno má samostatný motor, ktorý je upevnený v mechanizme, ktorý sa skladá z príruby pre motor vretena, lineárneho vedenia, matice pre trapézovú skrutku osi Y, vodiacich kolies pre os Y, trapézovej skrutky a krokového motora pre os Z. Krokový motor je upevnený na vrchu mechanizmu, jeho výstupný hriadeľ je pripojený k trapézovej skrutke pomocou pružnej spojky. Os Y má lineárne vedenie na podpere portálu. Trapézová skrutka sa nachádza medzi podpernými platňami portálu. Je namontovaná v domcoch, v ktorých sú nalisované ložiská. Slúžia na to, aby sa skrutkovica neposúvala v osi. Motor pre os Y je umiestnený na ráme portálu. Je pripojený so skrutkou pomocou pružnej spojky.

Pracovný stôl sa skladá z rámu a šiestich štvorhranných rúrok. Na dvoch šesťhranných rúrkach sú upevnené lineárne vedenia pre posuv portálu v osi X. Motor je upevnený na ráme stola. Trapézová skrutka je upevnená v domcoch a s motorom spojená pružnou spojkou. Pod pracovným stolom sa nachádza upevnená podpera portálu, na ktorej je upevnená matica pre trapézovú skrutku osi X.

Riadiaca jednotka sa nachádza v pracovnom kufri. Takisto sa tam nachádza aj CNC ovládač a menič napätia. Z pracovného kufra vedie kabeľáž pre motory, ktorá je uložená v energetických reťaziach.

### **4.2 JEDNOTLIVÉ KOMPONENTY A ICH ÚLOHY**

#### **Plech**

P8 – STN 42 5310.12 – 11 343 – STN 42 0209.50

Základný materiál použitý na výrobu rámu stola a portálu.

#### **Štvorhranné rúrky**

TR4HR 50x30 – 970 – 11 353,0 – STN 425720

Základný materiál použitý pri montáži stola a portálu.

#### **Domec**

Vyrobená súčiastka pre ložisko. Slúži na upevnenie trapézovej skrutky.

### **Jednoradové guľôčkové ložiská**

Ložisko 6000 STN 02 4630

Slúžia na dobre otáčanie trapézovej skrutky v domcoch.

### **Trapézové skrutky Tr16x4**

Trapézová skrutka s pravým závitom, priemer skrutky 16mm, stúpanie skrutky 4mm.

Slúži na navíjanie alebo dovíjanie trapézovej matice.

### **Trapézová matica 16x4**

Slúži na premenu otáčavého pohybu motora na posuv pohyblivých častí. Je to súčiastka s vnútorným lichobežníkovým závitom.

### **Mechanizmus lineárneho vedenia osi Z**

Je to mechanizmus, ktorý obsahuje krokový motor, spojku, trapézovú skrutku, lineárne vedenie, na ktorom je namontovaný držiak pre vreteno, ktorý sa pohybuje v lineárnom vedení.

### **Krokové motory osi**

Sú to 2-fázové krokové motory 2.8Nm. Sú 3, každá os má jeden. Slúžia na otáčanie trapézových skrutiek. Majú 4 vývody.

Pri jednom kroku motora sa výstupný hriadeľ pootočí o  $1,8^\circ$ .

Na motore je zadané, že 1 krok =  $1,8^\circ$ , to znamená, že pri jednom kroku sa hriadeľ motora otočí o  $1,8^\circ$ . Keď sa motor otočí o  $360^\circ$ , prejde vzdialenosť 4 mm.

Počet krokov na 1 otáčku krokov.

1 krok = = 0,02mm.

Týmto výpočtom sme zistili, že presnosť stroja je 0,02 mm.

### **Energetická reťaz**

Energetická reťaz sa používa na vedenie káblov pri pohyblivých častiach strojov. Zabraňuje namáhaniu káblov, reťaz sa skladá z jednotlivých článkov, ktoré sa dajú spájať a odpájať podľa požadovanej dĺžky, reťaz je otváracia z jednej strany.

## **Vreteno**

Vreteno je samostatný elektromotor, ktorý je napojený na 230 V. Motor vretena má meniteľné otáčky s rozsahom 10000–30000 ot/min.. Nástroj je upnutý pomocou klieštín. Motor má kovovú prírubu s dvojitém ložiskom pre vysokú kvalitu frézovania. Má aj elektronickú ochranu proti preťaženiu.

## **Pružná spojka**

Pružná spojka z hliníka a plastového stredu. Slúži na prepojenie výstupného hnacieho hriadeľa motora na hnanú skrutkovicu. Taktiež slúži na ochranu motora pred preťažením.

## **Kolesa lineárneho vedenia**

Sú pevne primontované na pohyblivé časti stroja. Pohybujú sa po lineárnej koľajnici. Na jednu koľajnicu sme dali 4 kolesá, 2 excentrické, 2 normálne. Excentrické sme zvolil kvôli lepšej montáži a pre prípadné nastavenie tuhosti stroja.

## **Pracovný kufor**

Slúži na uskladnenie elektroniky stroja. Má otvory pre prívod energie a výstupy pre motory.

## **Pracovný počítač**

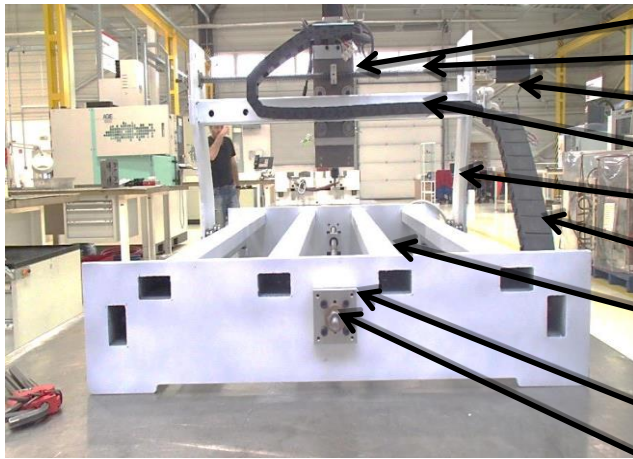
Operačný systém počítača je Windows XP Profesional Verzia 2002 Servis Pack3. Mach3 CNC Controller je potrebný software pre ovládanie CNC strojov.

## **Menič napätia**

Menič napätia poskytuje napätie pre napojenie k ovládačom. Mení vstupnú hodnotu 230V na 40V ma výkon 400W

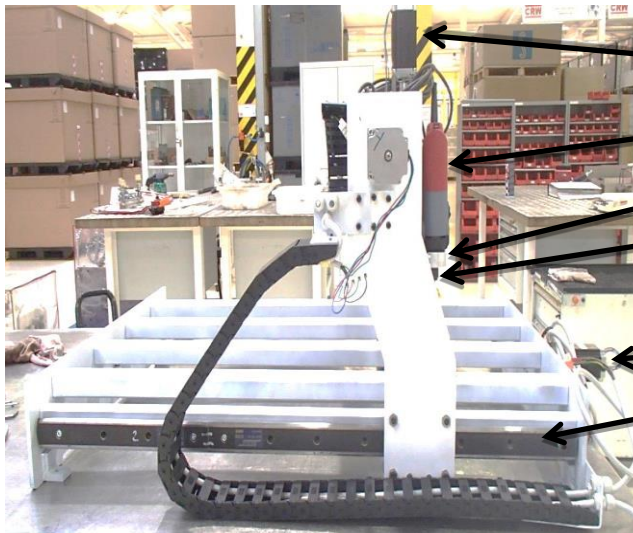
## **CNC ovládač**

Ovládač sa používa pre ovládanie krokových motorov. Rozdeľuje jednotlivé príkazy pre motory.



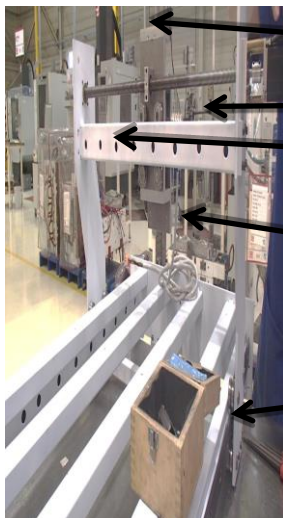
- 1 – Mechanizmus lineárneho vedenia osi Z
- 2 – Skrutka osi Y
- 3 – Krokový motor osi Y
- 4 – Podpera portálu
- 5 – Rám portálového nosníka
- 6 – Energetická reťaz
- 7 – Štvorhranne rúrky pracovného stola
- 8 – Rám pracovného stola
- 9 – Domec
- 10 – Trapézová skrutka osi X

**Hotová CNC frézovačka (foto Gmuca, A., 2017)**



- 11 – Krokový motor osi Z
- 12 – Motor vretena
- 13 – Príruba pre motor vretena
- 14 – Vreteno pre upínanie nástroja
- 15 – Krokový motor osi X
- 16 – Lineárne vedenie osi X

**Hotová CNC frézovačka (foto Gmuca, A., 2017)**



- 17 – Pružná spojka
- 18 – Pevná časť mechanizmu osi Z
- 19 – Matica pre trapézovú skrutku
- 20 – Trapézová skrutka osi Y
- 21 – Kolesa lineárneho vedenia
- 22 – Štvorhranná podperná rúrka
- 23 – Pohyblivá časť mechanizmu osi Z

**Lineárne vedenie osi Z (foto Gmuca, A., 2017)**

Táto CNC frézovačka sa delí na tri hlavné časti.

Portálový nosník sa skladá z rámu, podperných štvorhranných rúrok, slúži na upevnenie vretena a je to mechanizmus pre všetky 3 osi.

Vreteno má samostatný motor, ktorý je upevnený v mechanizme, ktorý sa skladá z príruby pre motor vretena, lineárneho vedenia, matice pre trapézovú skrutku osi Y, vodiacich kolies pre os Y, trapézovej skrutky a krokového motora pre os Z. Krokový motor je upevnený na vrchu mechanizmu jeho výstupný hriadeľ je pripojený k trapézovej skrutke pomocou pružnej spojky. Os Y má lineárne vedenie na podpere portálu. Trapézová skrutka sa nachádza medzi podpernými platňami portálu. Je namontovaná v domcoch, v ktorých sú nalisované ložiská. Slúžia na to, aby sa skrutkovička neposúvala v osi. Motor pre os Y je umiestnený na ráme portálu. Je prepojený so skrutkou pomocou pružnej spojky.

Pracovný stôl sa skladá z rámu a šiestich štvorhranných rúrok. Na dvoch šesťhranných rúrkach sú upevnené lineárne vedenia pre posuv portálu v osi X. Motor je upevnený na ráme stola. Trapézová skrutka je upevnená v domcoch a k motoru spojená pružnou spojkou. Pod pracovným stolom sa nachádza upevnená podpera portálu na ktorej je upevnená matica pre trapézovú skrutku osi X.

Riadiaca jednotka sa nachádza v pracovnom kufri. Tak isto sa tam nachádza aj CNC ovládač a menič napätia. Z pracovného kufra vedie kabeláž pre motory, ktorá je uložená v energetických reťaziach.



- 24 – Pracovný kufor
- 25 – Pracovný počítač
- 26 – Menič napätia
- 27 – CNC ovládač
- 28 – Prívod energie
- 29 – Výstupy pre motory

**Pracovný kufor (foto Gmuca, A., 2017)**



### **4.3 PRINCÍP FUNKCIE**

CNC frézovačka pracuje na princípe čítania jazyka stroja. Riadiaci software MACH3 číslícovo riadeného stroja posiela príkaz na motory. Používa pri tom programovací jazyk CNC strojov.

#### **Os X**

Os X je napojená na pracovnom stole. Motor prenáša krútiaci moment cez pružnú spojku na skrutkovicu. Pružnú spojku sme použili na odstránenie nepresnosti pri spájaní motora so skrutkovicou. Skrutkovica je osadená v domcoch s guľôčkovým ložiskom. Na skrutkovici je matica, ktorá je priskrutkovaná na portálovú konštrukciu, a tá sa pohybuje po bočnom vedení portálu. Pomocou kontra matíc sme zabezpečili osovú nepresnosť skrutkovice. Na vymedzenie presnosti vedenia osi sú použité vyosené vodiace kolieska. Tým, že sú vyosené, dá sa nastaviť presnejšie vôľa medzi vedením a vodiacim kolieskom, a to aj zabráni chveniu pri pohyboch os. Vodiace kolieska pootáčaním vyosenej časti, nastaví vôľu na požadovanú mieru.

#### **Os Y**

Vedenie osi Y funguje na tom istom princípe ako vedenie osi X. Matica je pripojená ku konštrukcii, na ktorej je priskrutkovaný motor osi Z.

#### **Os Z**

Os Z je zvislo napojená na portáli. Elektromotor je napojený cez spojku na skrutkovicu, ktorá je upevnená v konštrukcii, má pevnú a pohyblivú časť. Pevná časť je upevnená na portáli a je v nej upevnený elektromotor a skrutkovica. Na skrutkovici je matica, ktorá je priskrutkovaná k pohyblivej časti a na nej je upevnený samotný elektromotor s vretenom.

### **4.4 MONTÁŽ**

Na oceľové platne stola sme kolmo privarili šesť štvorhranných rúrok. K bočným rúrkam sme priskrutkovali lineárne vedenie. Do vyvrtaných dier v platniach sme vložili skrutku s maticou a vsunuli ju do vopred primontovaného domca. Na koniec skrutky sme namontovali spojku a krokový motor. Ten sme pripevnili k stene stola. Skrutku sme upevnili pomocou kontra matíc. Priskrutkovali sme OSB dosku.

Medzi platne portálu sme privarili štvorhrannú rúрку. Primontovali sme kolieska pre vedenie a nasadili portál na stôl. Popod stôl sme k portálu priskrutkovali výstuž. Ďalej

sme k výstuži primontovali maticu, ktorá bola na skrutke osi X. Na štvorhrannú rúrku na portáli sme priskrutkovali vodiacu koľaj. Na tú sme namontovali mechanizmus osi Z. Kúpili sme ho poskladaný komplet aj s motorom a prírubou pre motor vretena. Medzi platne portálu sme vložili do vopred vyvŕtaných dier skrutku. Tú sme vložili do ložiska v domci priskrutkovanom na platňu, a poistili kontra maticou. Na opačnú stranu skrutky sme pripevnili spojku a motor, ktorý sme následne namontovali k platni.

Elektroinštaláciu sme zapojili pomocou schémy. Káble sme vložili do ergonomickej reťaze, na ktorú sme vyrobili držiaky. Zdroj napätia, ovládač a počítač sme namontovali do pracovného kufra, ktorý sme pred pripravili na montáž.

## **5. VÝSLEDKY PRÁCE**

Prácou na tomto stroji sme získali odbornú prax pre prácu na CNC strojoch. Pri výrobe a montáži sme si overili svoje strojárské a technologické zručnosti. Zistili sme, že nepotrebujeme špeciálnu technickú podporu na to, aby sme dokázali vyhotoviť vlastný CNC stroj.

V prípade, že sa aj vy rozhodnete zostrojiť takýto CNC stroj, z vlastných skúsenosti by sme vám odporučili venovať dostatok času príprave, napr. sledovaním rôznych videí s danou problematikou na kanáli YouTube, prečítať odbornú literatúru ohľadom CNC strojov, a poradiť sa s odborníkmi, ktorí pracujú s týmito strojmi.

### **5.1 ĎALŠIE PLÁNY**

V budúcnosti by sme chceli doplniť na stroji 4. os, ktorá by otáčala obrobkom o 360°. Fungovala by ako deliaci prístroj. Chceli by sme domyslieť odsávanie triesky a chladenie nástroja pomocou vzduchu. Nainštalovať laser pre gravírovanie a upraviť držiak vretena pre generátor gravírovacieho lasera.

<b>PRODUKT</b>	<b>CENA (€)</b>
Vedenie	60
Skrutky	42
Matice	30
Spojky	30
Energetická reťaz	20
Menič napätia + CNC ovládač	250
Elektrotechnické súčiastky	100
Vreteno	1000
<b>SPOLU</b>	<b>±1500</b>

## **6. BOZP**

Pri práci s touto CNC frézovačkou sme boli opatrní a dodržiavali sme všetky pravidlá bezpečnosti pri práci.

Pred zapojením do elektrického prúdu sme kontrolovali všetky elektrické spoje a či je vreteno vypnuté. Pri manipulácii s obrobkom alebo nástrojom sme dbali na to, aby všetky motory boli nečinné. Počas práce stroja sme nesmeli zasahovať do jeho pracovného priestoru. Kvôli bezpečnosti sme mali nasadené ochranné okuliare. Keďže bol stroj pod elektrickým prúdom museli sme s nim manipulovať naozaj opatrne.

## **7. ZÁVER**

S touto prácou sme nadmerne spokojní. Stroj funguje bez akýchkoľvek problémov. Má síce menšiu presnosť, konštrukcia má menšiu tuhosť a väčšiu vôľu ako sériovo vyrábané stroje, no pri správnom ovládaní vyrába presné a kvalitné kusy.

Riešením problematiky tejto CNC frézovačky sme konzultovali s odbornými pracovníkmi v snahe dosiahnuť čo najlepší výsledok z ekonomického aj z konštrukčného hľadiska.

Navrhli sme istý tvar a zvolili materiál. Zvolili sme vhodné riešenie pohyblivých častí daného stroja. Použili sme program, ktorý nám najviac vyhovuje - MACH3. Upravili sme všetky mechanické časti stroja.

Týmto postupom sme dosiahli zlepšenie kvality obrobkov. Znamená to teda, že po odbornej kontrole sme boli pripravení stroj použiť a zvýšiť kvalitu našich obrobkov.

## **8. ZDROJE**

### **Internetové zdroje**

<http://www.caucau.sk/mechanicke-diely/linearne-vedenia>

<http://www.caucau.sk/mechanicke-diely/trapezove-skrutky>

<http://www.caucau.sk/mechanicke-diely/spojky/pruzna-spojka-t10>

<http://www.caucau.sk/mechanicke-diely/energeticke-retaze>

<http://www.caucau.sk/mechanicke-diely/elektronika>

<http://www.caucau.sk/mechanicke-diely/krokovye-motory/krokovy-2-fazovy-motor-2.8Nm>

<http://www.cncshop.cz/kress-fme1050-1-vysokootackova-frezka-1050w>

<http://www.cncshop.cz/drzak-frezky-43mm>

<https://factoryautomation.cz/co-jsou-to-cnc-stroje-zjistete-co-umi/>

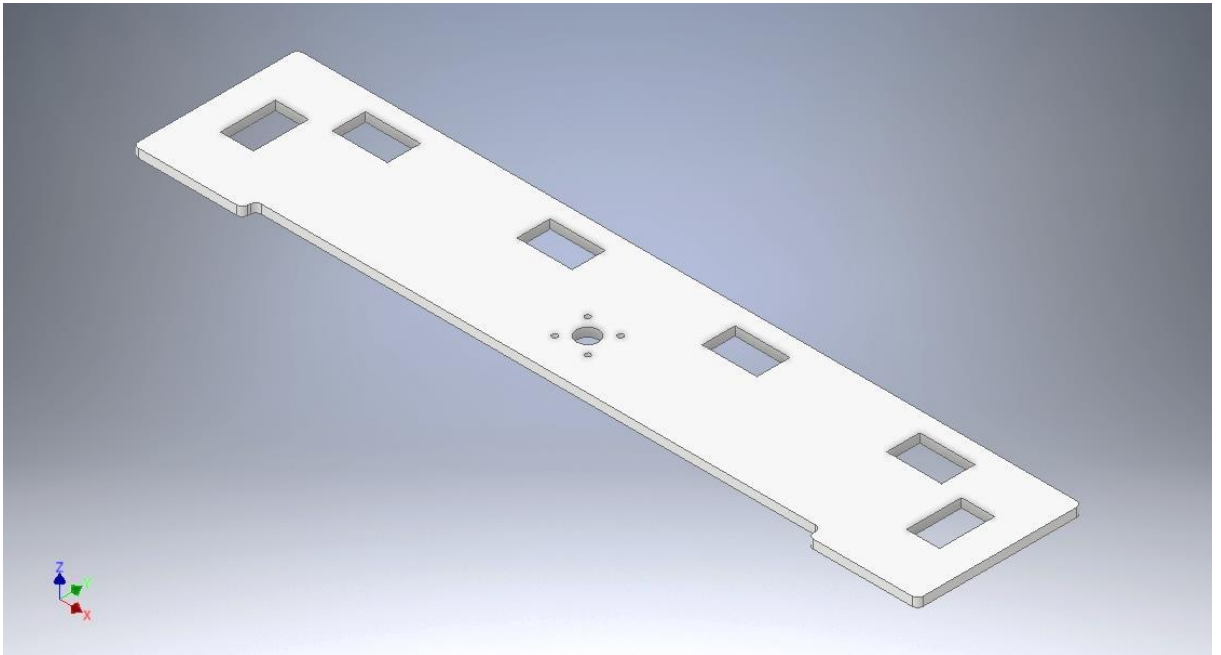
<https://sk.wikipedia.org/wiki/Fr%C3%A9zova%C4%8Dka>

[https://www.youtube.com/results?search\\_query=how+to+build+cnc](https://www.youtube.com/results?search_query=how+to+build+cnc)

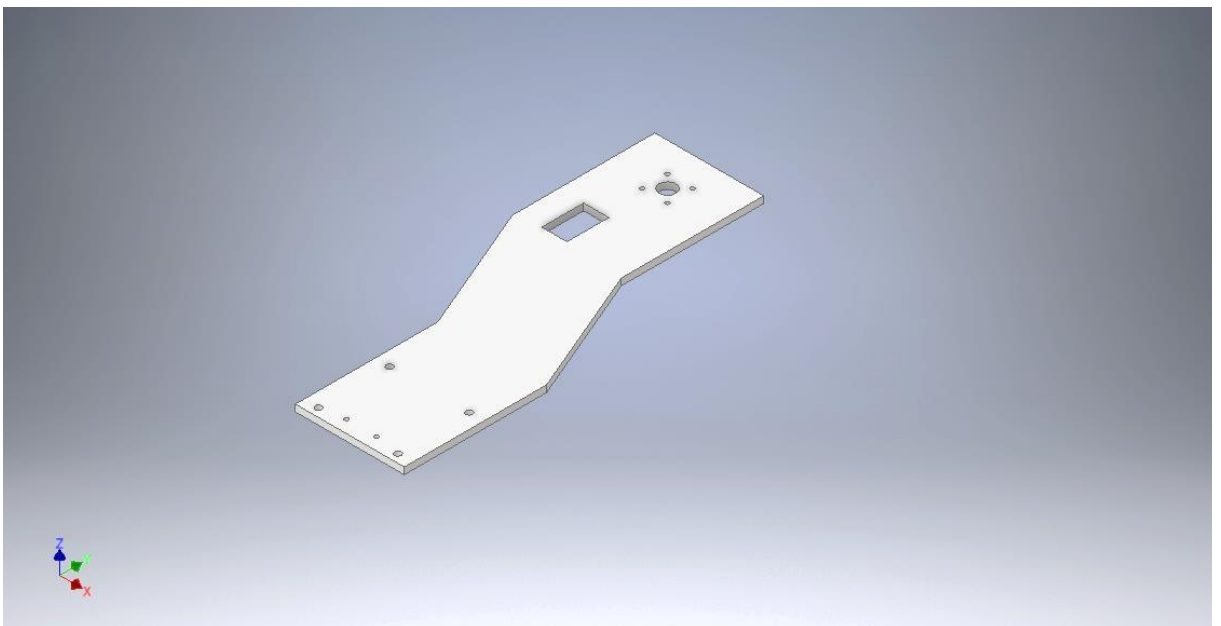
### **Knižné zdroje**

- Ing. P. Vávra a kolektív, (1998). Strojnícke tabuľky pre SPŠ strojnícke. Bratislava: Alfa-press, s. r. o.
- HAAS, (2009). Príručka obsluhy - Frézovanie. Teximp
- Miloslav Štulpa, (2015). CNC Programování obráběcích strojů. Praha: Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

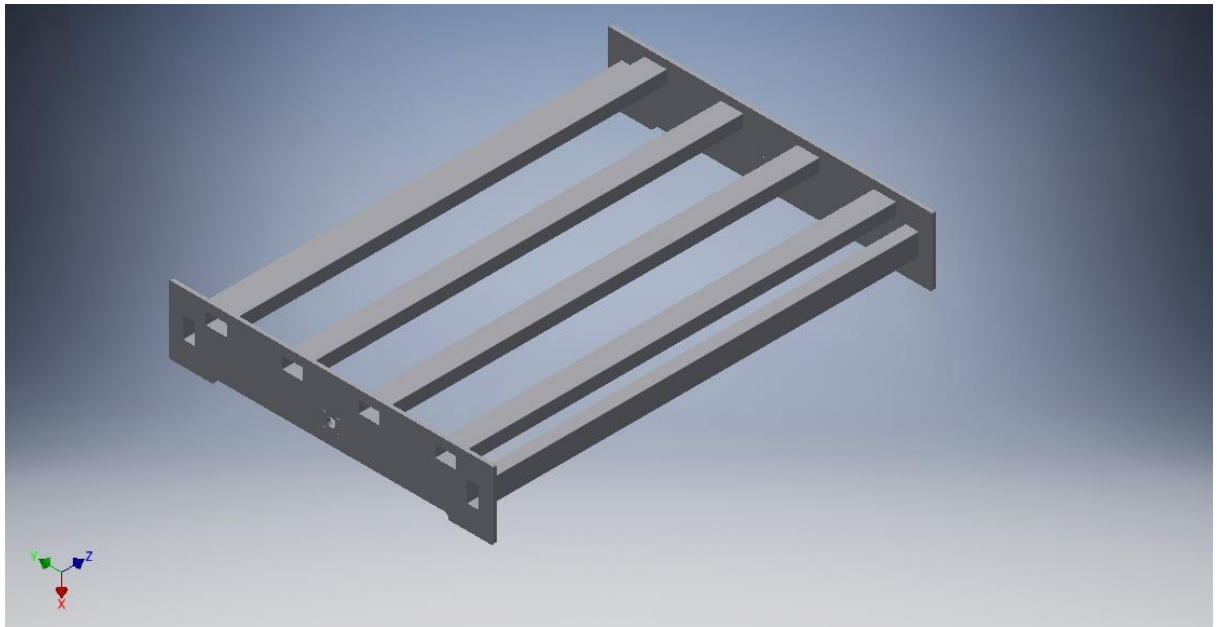
## **9. PRÍLOHY**



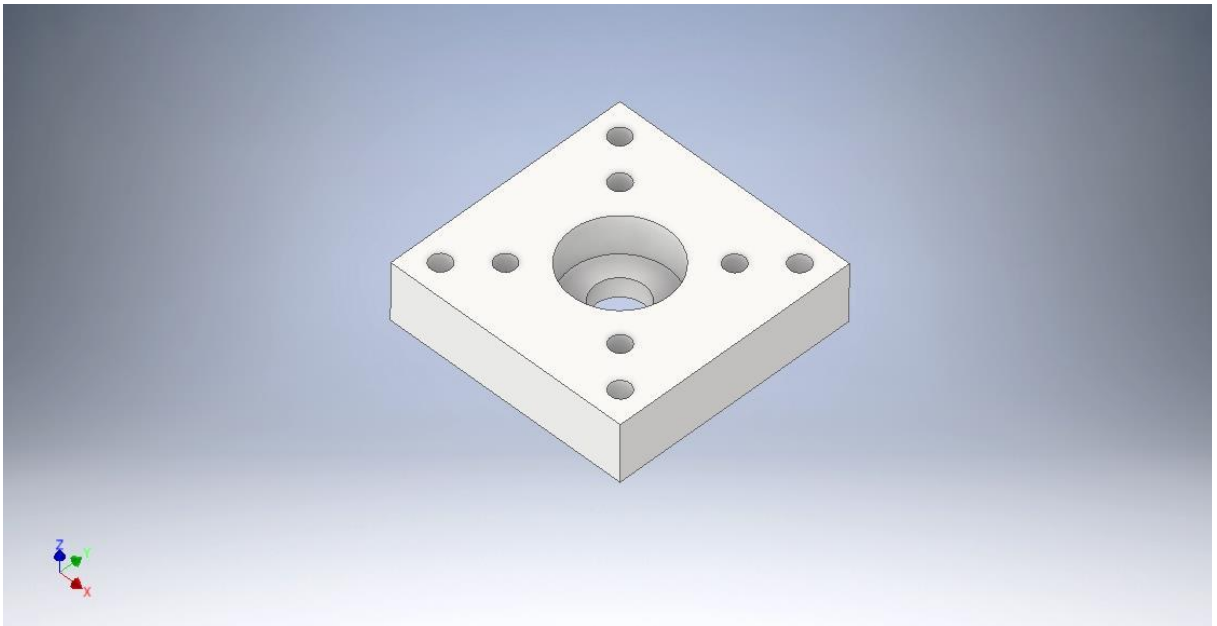
**Obr. 1 3D model ocel'ovej platne stola (foto Gmuca, A., 2017)**



**Obr. 2 3D model ocel'ovej platne konzoly (foto Gmuca, A., 2017)**



**Obr. 3 3D model pracovného stola (foto Gmuca, A., 2017)**

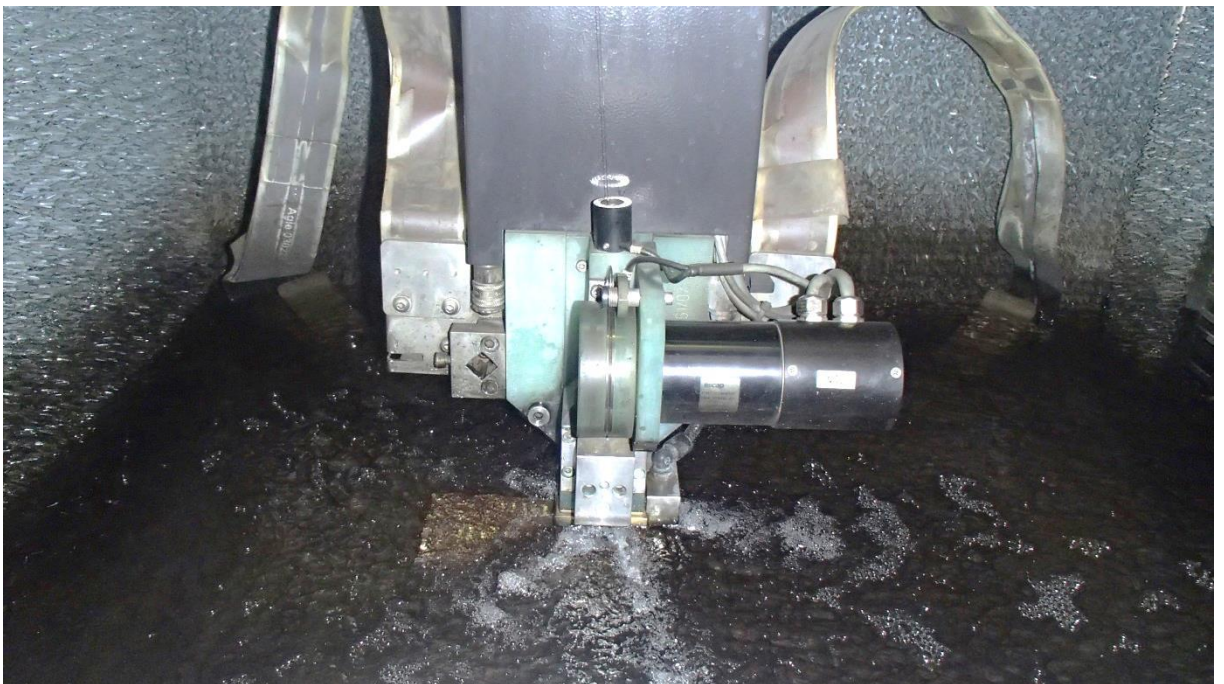


**Obr. 4 3D model domca (foto Gmuca, A., 2017)**





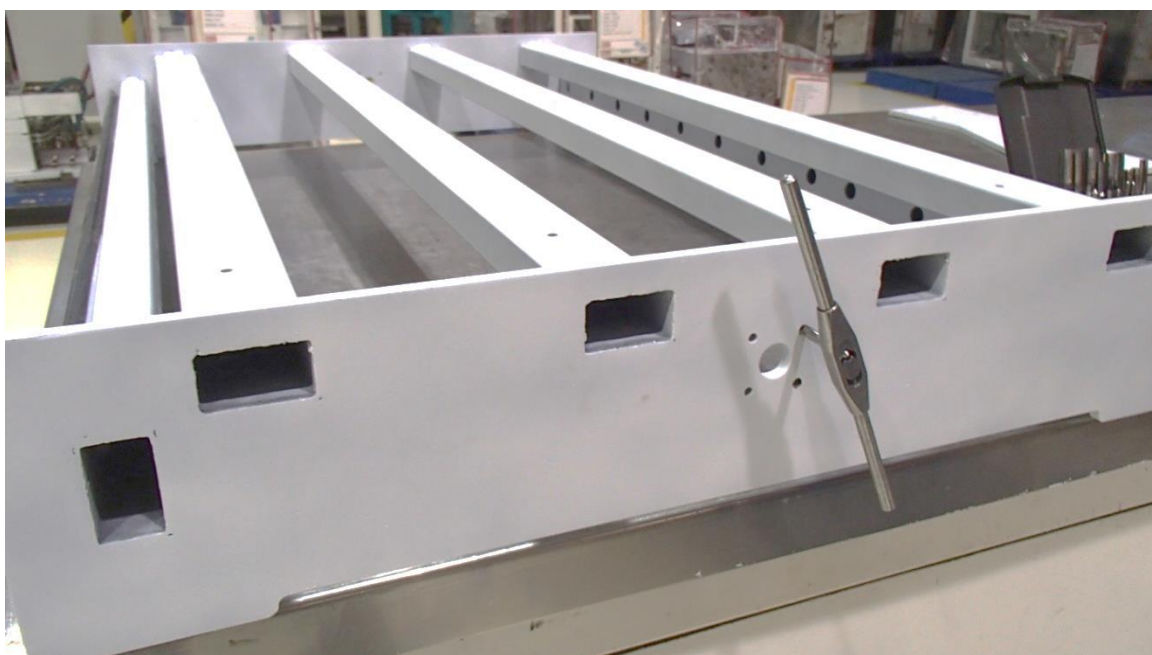
**Obr. 5 Pracovný stôl (foto Gmuca, A., 2017)**



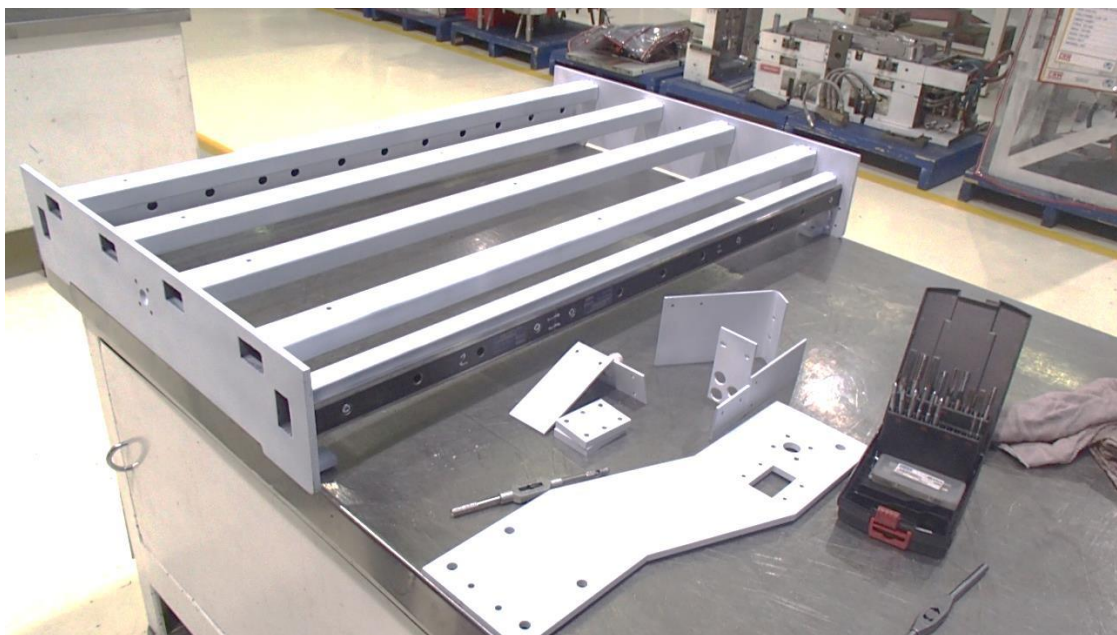
**Obr. 6 Výroba domcov na CNC elektroerozívnej rezačke (foto Gmuca, A., 2017)**



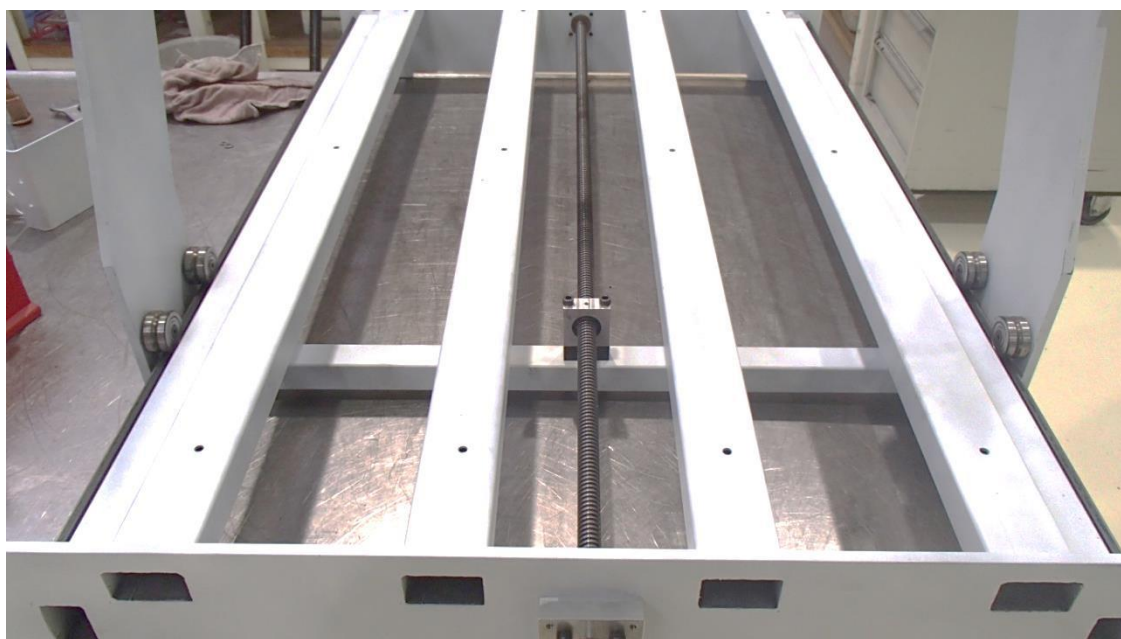
**Obr. 7 Vrtanie dier pre upevnenie káblov (foto Gmuca, A., 2017)**



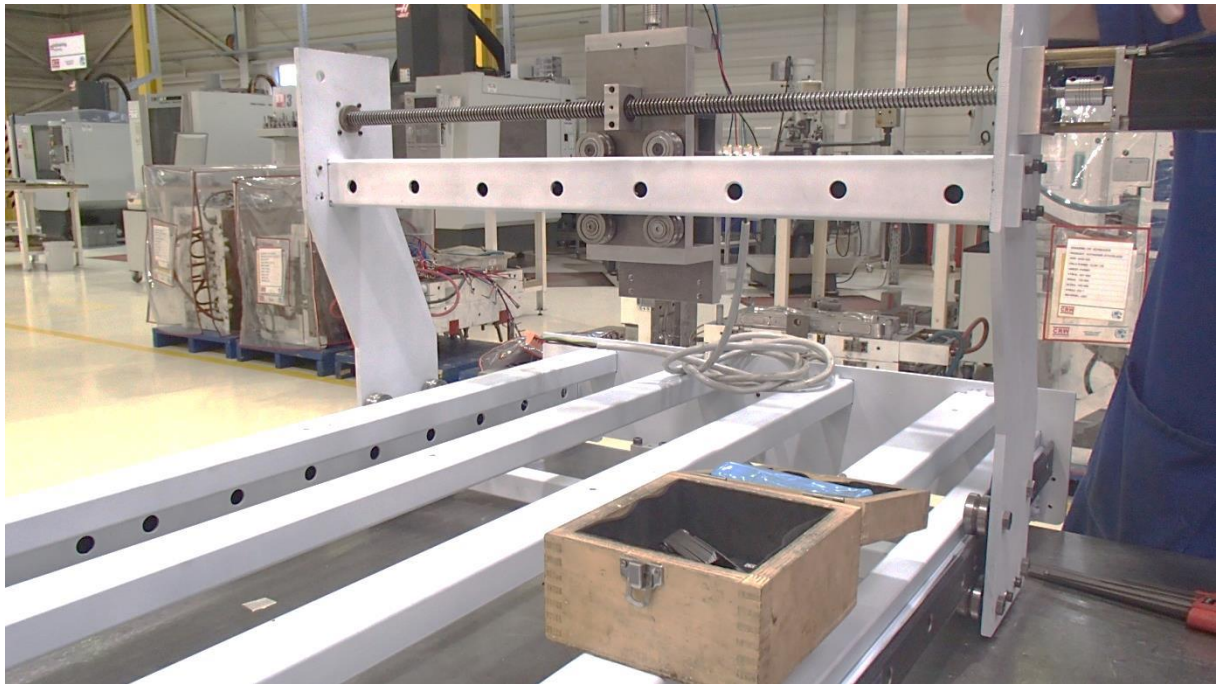
**Obr. 8 Príprava na montáž motora (foto Gmuca, A., 2017)**



**Obr. 9 Montáž vedenia a konzolového nosníka (foto Gmuca, A., 2017)**



**Obr. 10 Montáž vodiacich kolies a pripojenie matice pre os X (foto Gmuca, A., 2017)**



**Obr. 11 Montáž skrutky pre os Y a montáž mechanizmu osi Z (foto Gmuca, A., 2017)**