

## Redukce šumu při experimentálním měření řezných sil

Sklenička, Josef, Ing., FST KTO, Západočeská univerzita v Plzni, sklenick@kto.zcu.cz  
 Kutlwašer, Jan, Ing., FST KKS, Západočeská univerzita v Plzni, kutlis@kks.zcu.cz

**Článek je zaměřen na problematiku měření řezných sil na obráběcích strojích pomocí piezoelektrických dynamometrů. Při měření dochází k výraznému zkreslení snímaných veličin vlivy okolí, což způsobuje chyby při vyhodnocování daných veličin. Tento problém je řešen pomocí speciálního vybavení zkonstruovaného na KTO.**

↔ Klíčová slova : šum, měření, řezné síly, dynamometr

### 1 Úvod

V posledních několika letech došlo k značnému nárůstu v počtu diplomových prací, v kterých je využito experimentální měření řezných sil. Rovněž i při spolupráci s průmyslovou praxí je stále častěji kladen požadavek na zjišťování řezných sil. V této souvislosti bylo zjištěno, že při porovnávání průběhu řezných sil pomocí automatického zpracování dochází k značnému zkreslení získaných dat. Hlavní problém je, že do měření vstupují vlivy vnějšího prostředí, které zkreslují měřenou veličinu. Jako dominantní se ukázal vliv elektromagnetického záření ze silové části obráběcího stroje, na kterém je prováděn experiment. Tento vliv není možné odstranit pomocí standardních filtrů, neboť elektromagnetické záření není konstantní.

Na základě těchto skutečností bylo rozhodnuto zřídit speciální odstíněné pracoviště. Toto pracoviště je zhotoveno ve formě měřicího stolku, kde hlavní myšlenkou je odstínění elektromagnetického pole stroje. Jako další požadavek byla možnost použití i mimo halovou laboratoř, z čehož vyplynula konstrukce, která je rozebíratelná.

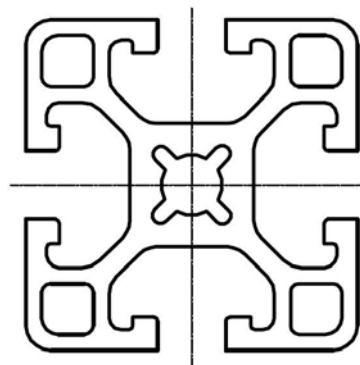
### 2 Popis konstrukce měřicího stolku

Tato kapitola je zaměřena na popis konstrukce a použitých prvků, z kterých se měřicí stůl skládá.

#### 2.1 Návrh modelu

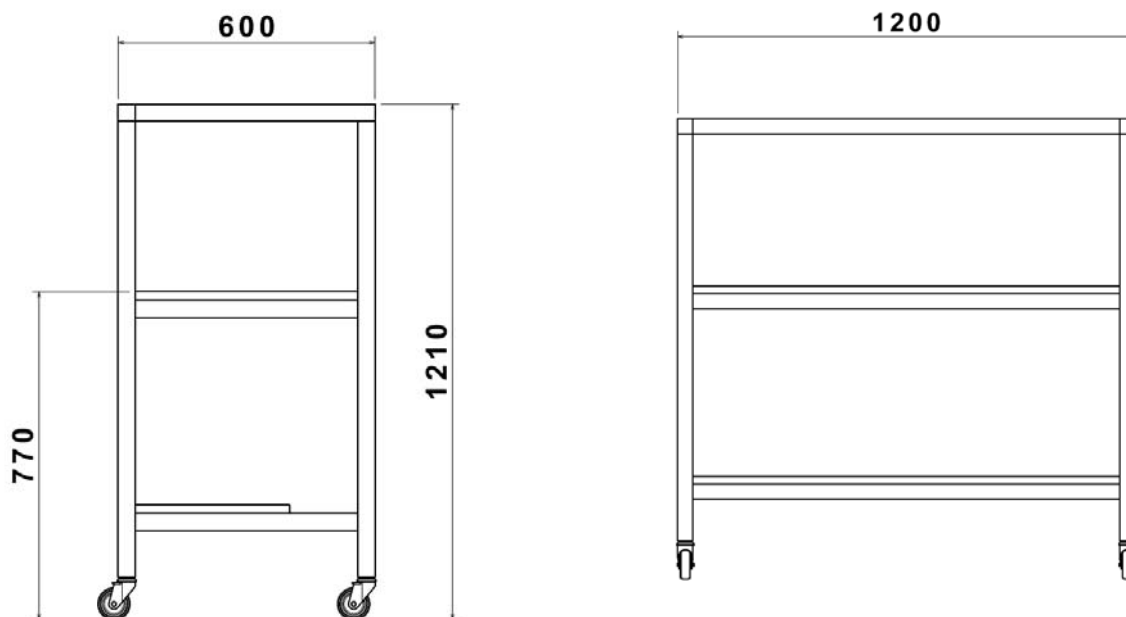
Při návrhu modelu bylo postupováno tak, aby celý stůl bylo možné rozložit na několik částí, které je možné pohodlně přepravit osobním automobilem. Rovněž byl kladen důraz na hmotnost celé sestavy.

Na základě výše uvedených požadavků byl jako základní stavební prvek zvolen stavebnicový systém ALUTEC. Jako optimální byl vybrán odlehčený profil 40 x 40 mm. Rozměrové parametry měřicího stolku byly voleny s ohledem na ergonomičnost pracoviště.

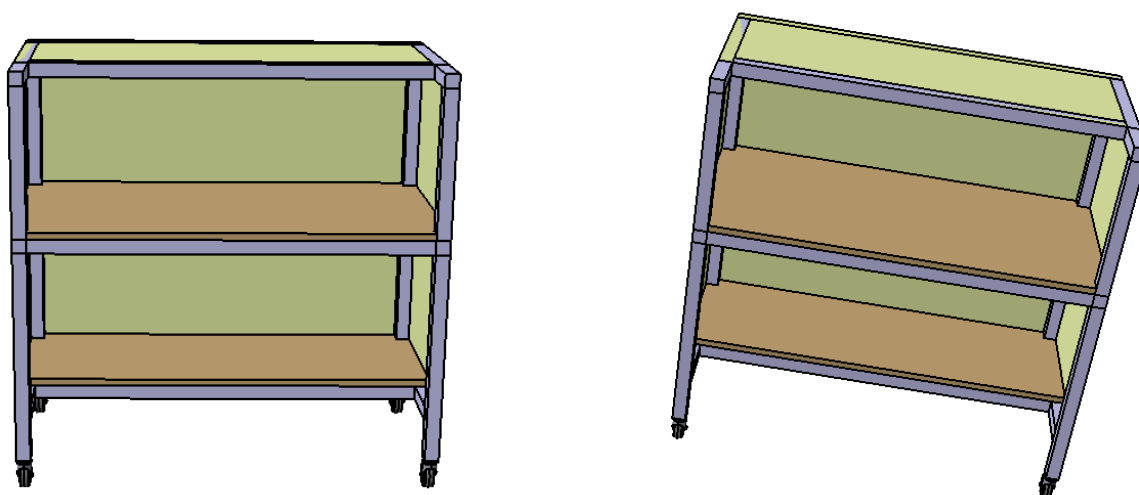


Obr. 1 Zvolený profil  
 Fig. 1 The chosen profile

Základní rozměry jsou: šířka 1200 mm, výška 1210 mm, hloubka 600 mm a výška pracovní desky 770 mm.



Obr. 2 Základní rozměrové parametry  
Fig. 2 Basic dimensions



Obr. 3 CAD model  
Fig. 3 CAD model

## 2.2 Konstrukční prvky

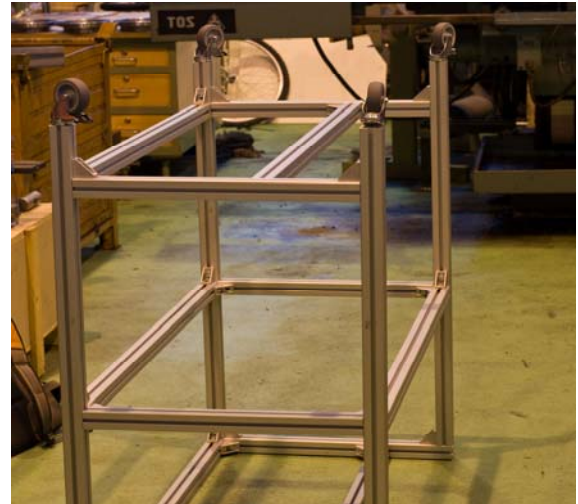
Základní rám stolku se skládá z hliníkových profilů, které jsou spojeny pomocí úhelníkových spojek, ty jsou uchyceny k profilům pomocí šroubů a speciálních matic. Plášť stolku je tvořen hliníkovým plechem tloušťky 2 mm. Pracovní deska a odkládací police jsou z laminované dřevotřískové desky. Celý stolek je pro snazší manipulaci opatřen kolečky s možností brzdění jednotlivých koleček.



Obr. 4 Použité díly  
Fig. 4 Used parts

### 2.3 Montáž

Při montáži byly nejprve sestaveny rámy pro dřevěné desky, poté byly sestaveny bočnice stolku. Po připevnění bočnic k ráům desek byla namontována kolečka a samotné desky. Poté byl stolek opatřen krycími plechy a byly vytvořeny otvory pro kabelové průchodky.



Obr. 5 Postup montáže  
Fig. 5 Assembly process

### 3 Provedené experimenty

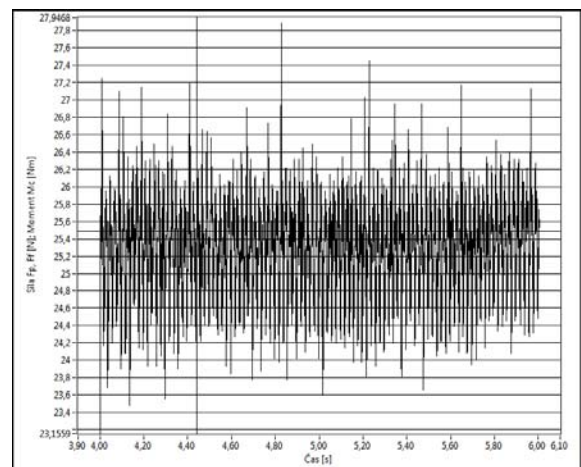
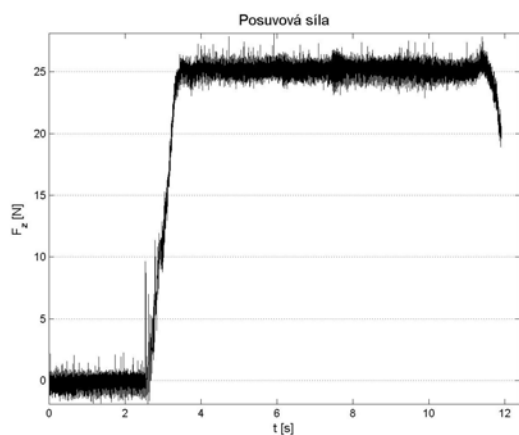
Při provádění experimentů byla měřena síla  $F_z$ , která byla vyvozena pomocí závaží definované hmotnosti. Měření probíhalo při použití stínění a bez stínění. Experiment byl realizován na stroji MCV 750A, na jehož stole byl připevněn piezoelektrický dynamometr KISTER 9255A, který byl zapojen do měřicí soustavy podle obrázku 6. Soustava je složena z třísložkového zesilovače, sběrnice, měřicí karty, propojovacích kabelů a notebooku vybaveného měřícím softwarem LabVIEW.



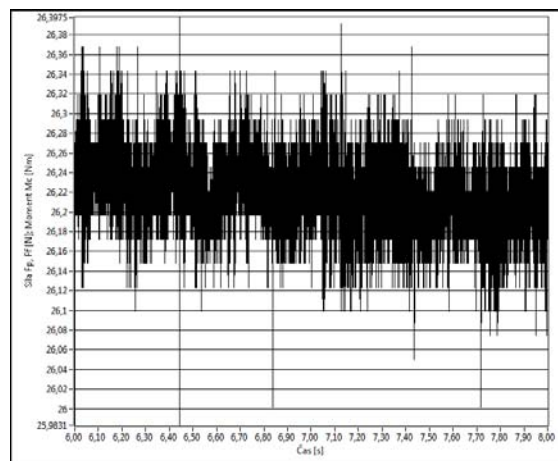
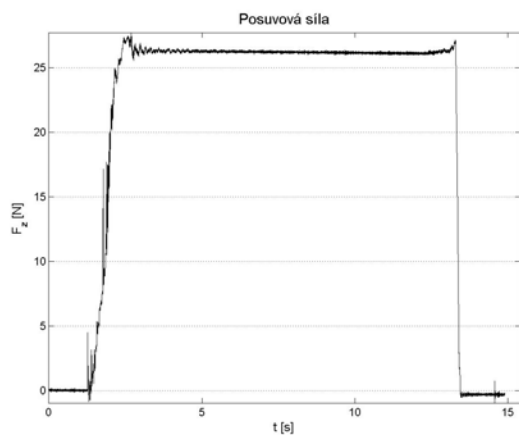
Obr. 6 Zapojení měřicí soustavy  
Fig. 6 Measuring system

#### 3.1 Naměřená data a jejich zpracování

Naměřená data byla v průběhu celého měření ukládána do textového souboru. Při jejich zpracování byl vybírán úsek, kdy došlo k ustálení působící síly. To znamená, že rozkmitání soustavy po přiložení závaží nemělo vliv na výsledky.



Obr. 7 Vzorek naměřených dat bez stínění  
Fig. 7 Example of measured data without shielding



Obr. 8 Vzorek naměřených dat se stíněním  
Fig. 8 Example of measured data with shielding

### 3.2 Vyhodnocení naměřených dat

Vyhodnocení naměřených dat bylo provedeno tak, aby bylo zřejmé, jak velké je zkreslení měřené veličiny při nestíněném měření.

| Měření    | Minimální hodnota | Maximální hodnota | Střední hodnota | Rozdíl min max | Procento ze střední hodnoty |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|
| nestíněné | 23,60 N           | 27,20 N           | 25,45 N         | 3,70 N         | 14,53 %                     |
| stíněné   | 26,16 N           | 26,34 N           | 26,24 N         | 0,18 N         | 0,68 %                      |

Tab. 1 Vyhodnocení naměřených hodnot  
Tab. 1 Measured data evaluation

## 4 Závěr

Z výsledků vyhodnocení naměřených dat vyplývá, že užitím měřícího stolku se zapojeným stíněním dochází ke snížení šumu o zhruba 14 %. Tento fakt připisujeme k tomu, že stínění měřícího stolku plně pohltí elektromagnetické záření, které vyzařuje silová část stroje. Proto při automatickém zpracování naměřených dat měřených pomocí stíněného měřícího stolku dosahujeme až o 14 % přesnějších výsledků oproti zpracování dat nestíněných, tudíž cíl práce byl splněn.

## Reducing the noise during cutting force measuring

Sklenička, Josef, MSc., FST KTO, University of West Bohemia in Pilsen, sklenick@kto.zcu.cz  
Kutlwašer, Jan, MSc., FST KKS, University of West Bohemia in Pilsen, kutlis@kks.zcu.cz

noise, cutting force, measuring, dynamometer

The contribution is aimed to cutting force measuring at machine tools realised by dynamometers. Measured values are distorted by noise from external influences. The distortion might cause errors in measured values analysis. This problem is solved using a specially designed equipment that was designed at the Department of Machining Technology. The first figure shows the chosen profile and its shape. The second figure represents the main dimensions of the measuring table and gives some information about parts of the measuring table. The 3-D CAD model of the table is in the figure 3. The parts used for the table are in the figure 4. The fifth figure shows the process of table assembly. A part of frame is showed up left. Mounted wheels and full frame is up right. The whole table with unfinished shielding is down left. The finished table is down right. The measuring system placed into the measuring table is in the figure 6 (The piezoelectric dynamometer KISTLER is placed in the workspace of CNC milling machine MCV 750A). An example of unshielded measured data is in the figure 7. The left graph shows full behaviour of measured force which was obtained by a weight. The right graph shows the scaled part of measured data. This part was chosen from stabilized section of force behaviour. An example of shielded measured data is in the figure 8. The left graph shows full behaviour of measured force. The right graph shows the scaled part of measured data. This part was chosen from stabilized section of force behaviour. The table one displays the need values for evaluation of measured data. Minimal value of the force is in the second column. Maximal value is in the next column. Mean value of the force is in the fourth column. Difference between maximal and minimal value is in the next column. The last column contains the maximal difference from mean value represented in percents. The main aim of experiment was successfully done. The difference from mean value was reduced by 14 %. This reduction leads to increase of accuracy of measuring and evaluating the data.

