

# Řízení jednoúčelových strojů v Petrofu

## Úvod

Hlavním zaměřením firmy **SofCon s.r.o.** je vývoj, výroba a prodej řídicích systémů. Jedním ze stálých zákazníků firmy **SofCon s.r.o.** je i továrna na výrobu pianin a klavírů firma **Petrof spol.s.r.o.** z Hradce Králové. Tato továrna pro svou unikátní výrobu potřebuje řadu speciálních strojů. Jedním z dodavatelů řídicích systémů, programového vybavení a spolutvůrců těchto strojů je i naše firma. V této zajímavé továrně jsme automatizovali řadu speciálních obráběcích strojů a celých výrobních linek na opracování dřevěných i kovových součástí pianin a klavírů. V dokumentu se zmíníme o několika nejzajímavějších strojích.

## Linka pro výrobu klávesnic klavírů a pianin

Linka slouží k vyvrtávání a frézování přesně umístěných děr v dřevěných deskách, které jsou později rozřezány na jednotlivé klávesy klaviatury pianin a klavírů. Každá dřevěná klávesa je v nástroji zavěšena v klávesovém rámu na ocelovém kolíčku. Svrtání kláves s rámem a naražení kolíčků se uskutečňuje na automatických vrtačkách, frézách a narážečkách linky.

V Petrofu se vyrábí asi padesát typů klávesnic pro klavíry a pianina, které se navzájem liší rozměry klávesových desek, tvarem kláves a polohou děr. Stroje linky musí být programovatelné a musí se dát snadno přecházet z jednoho typu výrobku na druhý. Ač je každý ze strojů linky jiný, z pohledu obsluhy musí být co nejpodobnější.

Linku v současné době tvoří čtyři stroje, mezi kterými se přesunuje obráběná deska. Každý ze strojů provádí jednu operaci a je nezávisle řízen vlastním řídicím systémem s **KitV40** a grafickým terminálem **Term10B**. S výjimkou prvního stroje, který je plně hydraulický, jsou pohyby ostatních strojů ovládány krokovými motory. Po nakalibrování stroje, to je po nalezení výchozí polohy pomocí nájezdu vačkou na indukční snímač se souřadnice počítá od počtu mikrokroků a celokroků motoru a stoupání pohybového šroubu. Po každém dokončení jednoho výrobku se znovu provádí kalibrace.

**Prvním strojem Linky** je hydraulický vrtací a frézovací stroj, vybavený dvěma vrtačkami a dvěma frézami. Hydraulicky poháněné nástroje jsou umístěny na společném supportu, který se posouvá v jedné ose po úsecích vymezených pevnými mechanickými zarážkami pomocí hydraulického motoru. Stroj vrtá a frézuje díry na klávesnici v oblasti hráče a ta je pro všechny klavíry a pianina pevná a neměnná. Odlišnost mezi jednotlivými nástroji se projevuje až v zadní



části kláves, které se nacházejí v nástrojové skříni. Těmto částem se věnují zbývající stroje linky a ty už jsou ovládány krokovými motory a jsou programovatelné. Řízení prvního stroje spočívá ovládnutí jednotlivých hydraulických ventilů řídicím systémem, v popojíždění se strojem od jedné zarážky ke druhé a spouštění vrtaček a fréz. Systém určuje polohu supportu jen podle počtu

zarážek, kterými prošel ale umožňuje i volný pohyb mezi nimi.

**Druhý stroj Linky** obsahuje dvě pneumaticky vysouvané vrtačky a dvě frézky. Nástroje jsou, stejně jako u prvního stroje, umístěny na společném supportu, který se tentokrát pohybuje v jedné ose pomocí krokového motoru. Pozice děr je programovatelná.

**Třetí stroj Linky** slouží k zarážení ocelových vodičích kolíků do předvrtaných děr v sestavách klávesnic. Obsahuje dvě pneumatické zarážecí hlavice, umístěné na společném supportu. Support se opět jako u druhého stroje pohybuje v jedné ose pomocí krokového motoru. Pozice zarážecích otvorů je programovatelná.

**Čtvrtý stroj Linky "Vrtačka pilotů"** je dvouosá vrtačka pro vyvrtávání děr pro usazení "pilotů" a pro důlčikování značek, podle kterých se následně deska ručně rozřeže na pásové pile na jednotlivé klávesy. Po každé z os se vrtačka pohybuje pomocí krokového motoru. Souřadnice děr i značek jsou plně programovatelné.

Řídicí systém každého stroje je založen na jednotce **KITV40**, grafickém terminálu **TERM10B** a sadě periferních desek ze stavebnice **KitV40**. Všechny stroje linky jsou vybaveny rozhraním RS485, které jim umožňuje komunikaci po síti s nadřazeným PC. Pozice děr je zadávána pomocí vrtacího předpisu, který se do strojů nahrává po společné síti RS485. Ve stroji je umístěno dvacet vrtacích předpisů a pomocí terminálu stroje se jeden vybere. Souřadnice děr jednotlivých modulů se počítají v Excelu z výrobních výkresů. Jednoduchou transformací se výstup z Excelu převede na vrtací předpis. Vrtací předpisy se souřadnicemi děr mají svou syntaxi, která je strojem kontrolována. Tím je zajištěna vyšší odolnost systému proti omylu.

Každý řídicí systém je vybaven bohatým hlášením alarmů, které pokrývají neobvyklé stavy všech čidel a stroje. Alarmy jsou zobrazovány na terminálu.

## Kašmírovačka

Dalším strojem technologie výroby klávesnic je Kašmírovačka. V mechanice kláves pianina a křídla jsou klávesy zavěšeny na ocelovém kolíku. Radiální vůle mezi dřevěnou klávesou a kolíkem je vymezena vylepením vnitřku otvoru proužkem kašmíru. Kašmírovačka slouží k automatickému vylepování vyfrézovaných otvorů v lipové pakničce (část budoucí klávesy) kašmírem. Do stroje vstupuje asi 1.5m dlouhý pás lipové pakničky s vyfrézovanými otvory s různou vzájemnou roztečí a kotouče kašmírové stužky. Stroj sám opticky hledá vyfrézované otvory a vlepuje do nich proužky kašmíru. Výsledná paknička se nalepí na desku budoucích kláves a ty se potom rozřežou na jednotlivé klávesy nástroje.

Hlavním pohonem stroje je krokový motor, který otáčí šroubem s maticí a pohání support, na kterém jsou umístěny lepicí hlavy a optická čidla pro detekci otvorů v pakničce. Stroj pojíždí lepicí hlavou podél pakničky a optickými čidly hledá díru, do které má vlepit kašmírové obložení. Po nalezení díry se vysune definovaná délka kašmíru, lepicí hlava sjede do pracovní polohy a zároveň se kontaktem s horkou lepicí hlavou nataví lepidlo na kašmíru. Kašmír je vlepen na příslušné místo do pakničky a odstřižen. Lepicí hlava vyjede zpět do pojezdové výšky a cyklus pokračuje, dokud stroj nedojede na koncový spínač.

Ve stroji jsou použity další čtyři krokové motory na vysouvání kašmíru a pneumatický válec na pohyb lepicích hlav.

Během provozu stroje je nutné udržovat teplotu lepicí hlavy v poměrně úzkém pásmu teplot, protože při větší odchylce od požadované teploty by došlo ke znehodnocení kašmíru (při vyšší teplotě), respektive k nedokonalému nalepení (při nižší teplotě).

Jako řídicí a zobrazovací systém je použita jednotka **KITV40** a terminál **TERM10B**. Systém obsahuje 16 digitálních vstupů (optická čidla, koncové spínače) a výstupů (ovládání ventilů, spínání relé topné spirály) a dva analogové vstupy pro měření teploty lepicích hlav. Vzhledem k tomu, že

stroj otvory sám vyhledává, není zapotřebí mu nahrávat technologický předpis se souřadnicemi otvorů.

## Vrtačka mechanických lišt

Vrtačka je dvouřetenová, dvouosá a je určena pro vyvrtávání děr v duralové mechanické liště. Obě řetena se nacházejí na jednom pohyblivém supportu. Vrtačka je řízena terminálem **Term10**. Pohyb v osách X a Y zajišťují krokové motory, které otáčejí šroubem s maticí. Po kalibraci najetím vačky na indukční snímač se pozice díry počítá z počtu kroků a mikrokroků motoru. Po dokončení každého výrobku se kalibrace opakuje.

Souřadnice děr se volí z dvaceti technologických programů, které se nahrávají po sériové komunikaci z nadřazeného počítače. Komunikační program, protokol a syntaxe je stejná jako u Linky na výrobu klávesnic.

## Vrtačka litinových ráků

Vrtačka ráků vyvrtává otvory pro napnutí strun v litinovém ráku klavírů. Pro zvýšení celkové rychlosti tvoří vrtačku tři nebo dvě ve dvou osách nezávisle pohyblivá řetena s vrtáky, vrtací hlavy. Všechny tři vrtací hlavy vrtají současně jeden rám. Vrtací hlavy jsou řízena vlastním řídicím systémem tvořeným sestavou s **KitV40**, který komunikuje sériově s nařízeným řídicím a zobrazovacím systémem tvořeným terminálem **Term10**. Terminál komunikuje s obsluhou a podřízeným systémem posílá souřadnice několika dalších děr pro vrtání. Pohyb v obou osách každého řetena je zajištěn krokovými motory. Po kalibraci najetím vačky na indukční snímač se pozice díry počítá z počtu kroků a mikrokroků motoru. Po



dokončení každého výrobku se kalibrace opakuje. Terminál komunikuje po sběrnici RS485 s nařízeným počítačem PC, od kterého získává vrtací předpisy, které určují pozice děr v jednotlivých modelech klavírových ráků. Počítač PC spojen se třemi vrtačkami litinových ráků a s vrtačkou habrových vložek, která tvoří další navazující část výrobní technologie. Všem připojeným vrtačkám se zadává trajektorie pohybu přímo ze souboru z AutoCadu.

## Vrtačka habrových vložek

Vrtačka habrových vložek spolu s vrtačkami litinových ráků tvoří jeden technologický celek. Vrtačka je připojená na stejnou komunikační linku RS485 jako vrtačky litinových ráků a řídí se stejným technologickým předpisem generovaným z AutoCadu. Hardwarově je to zjednodušená,

jednovřetenová vrtačka litinových ráků.

## **Sedmi-Etážový lis**

Hydraulický etážový lis se sedmi etážemi ve firmě Petrof s.r.o. slouží k lisování "překližkových desek" při jejich klížení. Pro lepší tvrdnutí lepidla je každá etáž vyhřívána vodou, jejíž teplota kolísá v rozmezí asi 80 až 120<sup>0</sup>C. Teplotu nelze regulovat, ale lze ji registrovat a podle ní prodlužovat či zkracovat lisovací cyklus. Lis je v každé etáži opatřen snímačem teploty PT100, teplota se v každé etáži nezávisle průběžně měří a podle ní se upravuje délka lisování. Lis je vybaven snímačem tlaku pracovního oleje. Podle technologické tabulky řídicí program nastavuje tlak pracovního oleje a v průběhu lisování jej udržuje v předepsaných mezích. V lisu je možno uložit 500 technologických tabulek, které se dají prohlížet, editovat a volit pro každý výrobek zvlášť. Všechny důležité provozní a technologické parametry lisu jsou zobrazovány na grafickém terminálu **Term10B**, který také lis řídí.