

RENOVÁCIA RIADIACEHO SYSTÉMU KONTÚROVACEJ PÍLY NA REZANIE EXPANDOVANÉHO POLYSTYRÉNU

RENOVATION OF CONTROL SYSTEM OF CONTOUR CUTTER FOR CUTTING OF EXPANDED POLYSTYRENE

Tomáš BEZÁK, Andrej ELIÁŠ, Michal KOPČEK, Maximilián STRÉMY

Autori: **Ing. Tomáš Bezák, Ing. Andrej Eliáš, Ing. Michal Kopček,
Ing. Maximilián Strémy**
Pracovisko: **Ústav aplikovanej informatiky, automatizácie a matematiky
Materiálovotechnologická fakulta v Trnave
Slovenská technická univerzita v Bratislave**
Adresa: **Hajdóczyho 1, 917 24 Trnava**
Tel.: **+421 33 544 77 34**
E-mail: **tomas.bezak@stuba.sk, andrej.elias@stuba.sk, michal.kopcek@stuba.sk,
maximilian.stremy@stuba.sk**

Abstract

V rámci spolupráce s praxou pracujeme na viacerých projektoch. Jednou z kooperácií bol projekt výmeny riadiaceho systému kontúrovacej píly na rezanie expandovaného polystyrénu (EPS) vo firme PLASTIKA a.s. Nitra. Pôvodné riadenie bolo zastarané a dosluhovalo. Preto sme pôvodný systém zložený z hardvéru od viacerých výrobcov nahradili jedným riadiacim CNC systémom a to Siemens SINUMERIK 802D sl.

We are working on many projects within the cooperation with praxis. One such cooperation was the project of changing of control system of contour cutter for cutting of expanded polystyrene (EPS) in PLASTIKA a.s. Nitra. The OEM was composed of hardware from different manufacturers; it was old and served out. For all that we decided to use CNC system Siemens SINUMERIK 802D sl as a new control system.

Key words

kontúrovacia pila, radiaci systém, CNC

contour cutter, control system, CNC

Úvod

Úlohou bolo rekonštruovať približne 15 rokov starú kontúrovaciu pílu na rezanie EPS (expandovaného polystyrénu). Pila sa používa na vyrezávanie ľubovoľných 2D tvarov navrhnutých v CAD systéme z blokov expandovaného polystyrénu odporovou metódou pomocou rozžeravených drôtov.

Pôvodný riadiaci systém

Pôvodné riadenie pily zabezpečoval DMC systém GALIL, pričom ovládanie tvoril jednoduchý jednoriadkový panel s niekoľkými klávesmi. Systém mal pamäť obmedzenú na 10 programov. Pri každej zmene výrobného programu bolo nutné nový program ručne upraviť v počítači, následne k pile pripojiť počítač (jednalo sa o staré PC 286, ktoré musela obsluha priniesť do výrobnéj haly) a program do systému nahráť. K systému boli pripojené riadiace karty a servomotory HAUSER. Riadenie logiky dopravníkov pily zabezpečovalo PLC MITSUBISHI. Zhruba po piatich rokoch od spustenia linky bol pristavený automatický sklápač blokov EPS, ktorý bol riadený nezávislým PLC systémom OMRON.



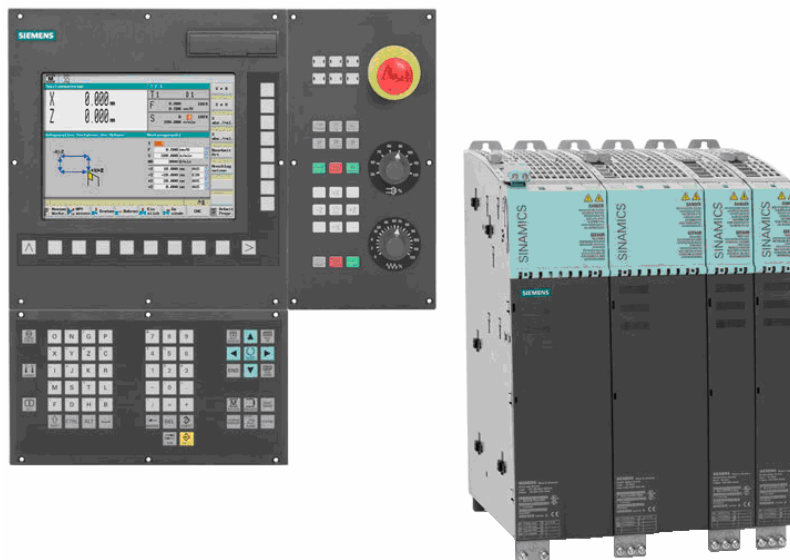
Obr. 1. Kontúrovacia pila

Nutnosť rekonštrukcie nastala po tom, ako riadiace karty pôvodného systému vyhoreli. Oprava, ani kúpa nových kusov kvôli veku systému a už neexistujúcemu výrobcovi nebola možná. Padlo rozhodnutie vymeniť celý riadiaci systém (samotné riadenie pily i riadenie sklápača) vrátane výmeny zastaraných pohonov. Bolo nutné nájsť čo najjednoduchšie riešenie, ktoré by umožňovalo nahradiť všetky tri riadiace systémy, vrátane HMI operátorského rozhrania.

Výber nového riadiaceho systému

Pre zabezpečenie čo najjednoduchšej obsluhy a prevodu existujúcich výkresov výrobkov na program pily bolo rozhodnuté o použití NC riadiaceho systému SINUMERIK od firmy Siemens. K dispozícii je viac modelov, ktoré sa líšia možnosťami a počtom funkcií. Po zvážení požiadaviek (počet osí NC, zložitosť systému) sa víťazom stal najjednoduchší model z radu SINUMERIK, konkrétne Siemens SINUMERIK 802D sl. SINUMERIK 802D solution line, je NC-riadenie, ktoré zjednocuje všetky jeho časti (NC, PLC, HMI) v jednom zariadení. S piatimi osami (z toho dve je možné prevádzkovať ako vreteno) predstavuje ideálne riadenie sústruhov a fréz v strednej výkonovej triede. Vlastnosti osvedčeného SINUMERIK 802D sa spájajú s prednosťami nového pohonového konceptu SINAMICS S120 [1].

K danému riadiacemu systému sú pripojené riadiace karty servomotorov SINAMICS S120. Riadiaca jednotka týchto kariet je integrovanou súčasťou systému SINUMERIK 802D sl. Pre použitie s pílou boli vybrané 2 moduly – jeden jednomotorový a jeden dvojmotorový. Tieto sú prepojené s riadiacim systémom pomocou zbernice DriveCliq. Pomocou tejto zbernice sú taktiež k riadiacim kartám pripojené aj servomotory Siemens. Tieto majú v sebe integrované snímače polohy (enkodéry), ktoré s riadiacimi kartami taktiež komunikujú pomocou zbernice DriveCliq. Výhodou takejto konfigurácie je jednoduché zapojenie, ktoré je navrhnuté a otestované priamo firmou Siemens.



Obr. 2. Riadiaci systém SINUMERIK 802d sl s riadiacimi kartami SINAMICS SL 120

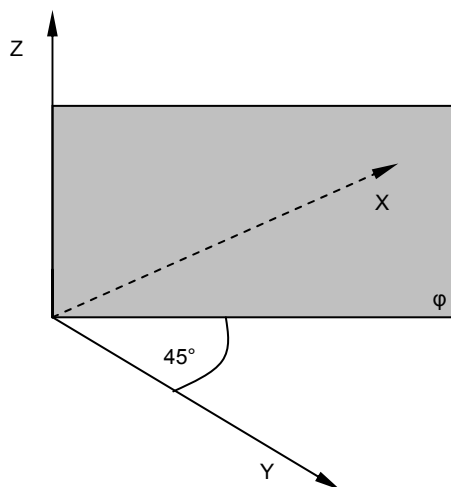
Výhodou vybraného riešenia je integrácia všetkých systémov potrebných na riadenie linky (NC na riadenie pílenia, HMI operátorské rozhranie a PLC systém riadiaci sklápač a logiku píly, integrovaný pohonný systém SINAMICS S120). Nevýhodou je, že tento systém nie je primárne určený na riadenie píly, ale ako riadiaci systém sústruhu, alebo frézy. Z tohto dôvodu bolo nutné systém prispôsobiť našim požiadavkám a vyriešiť niektoré problémy, ktoré vznikli jeho použitím.

Integrácia a prispôbenie nového riadiaceho systému

Hlavným problémom je konfigurácia píly. Riadenie sa deje v troch osiach, pričom dve z osí (X a Y) sú rovnobežné a pohyb v nich sa deje vždy súbežne. Rezanie sa uskutočňuje súbežne v rovinách XZ a YZ. Riadenie takejto konfigurácie ponúka Siemens SINUMERIK až vo verzii 840D pod názvom „Gantry axes“. [2] V tomto prípade sa dve osi spriahnu, pohyb v nich sa uskutočňuje vždy súbežne a v ovládacom systéme vystupujú len ako jedna os, čiže riadiaci systém je pre operátora dvojosový. Tento riadiaci systém je však pre pílu zbytočne komplikovaný a drahý. Preto bolo nutné nájsť iné riešenie problému.

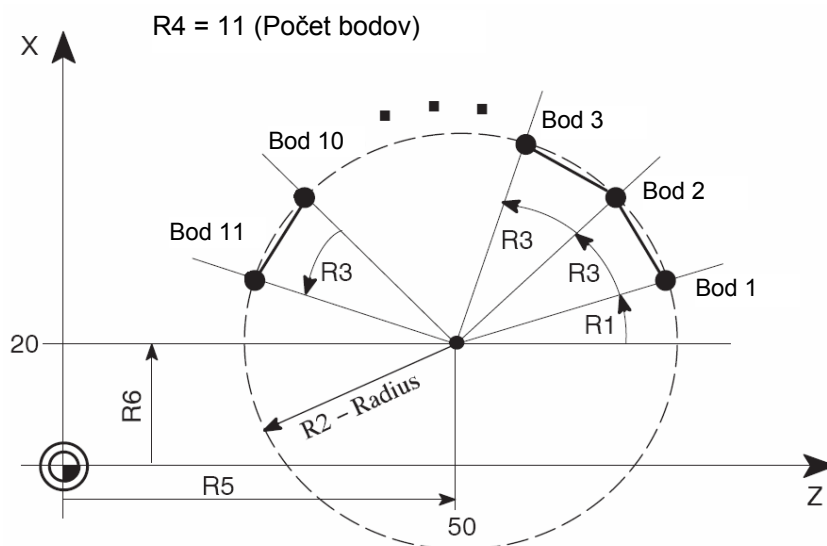
Program pre NC SINUMERIK je napísaný vo forme G-kódu. Aby sme zabezpečili súbežné rezanie v dvoch pre systém kolmých rovinách XZ a YZ, musíme zadávať príkazy, v ktorých budú pre osi X aj Y zadávané rovnaké hodnoty, t.j. rezaná kontúra sa vykresľuje v rovine, ktorá s obidvomi rovinami rezu XZ a YZ zvierá uhol 45°. Pri lineárnej interpolácii to nie je problém, vektory sa premietajú do obidvoch rovín rezu ako čiary s požadovanou

dĺžkou a smerom. Problém nastáva pri kruhovej interpolácii. Kružnica sa do rezných rovín premieta ako elipsa, t. j. túto interpoláciu nie je možné použiť.



Obr. 3. Pracovná rovina stroja φ v trojrozmernej sústave

Požiadavka znela, aby bol prevod nákresu výrobku do G-kódu vhodného pre CNC automatický. Každý prekladač z vektorového formátu DXF používaného pri kreslení v CAD systéme AutoCAD do G-kódu interpretuje kružnice a oblúky ako kruhovú interpoláciu (v G-kóde príkazy G02 pre vykresľovanie v smere hodinových ručičiek a G03 pre vykresľovanie v protismere hodinových ručičiek), ktorá je pre naše riešenie nevhodná. Bolo teda potrebné nájsť spôsob, ako automaticky všetky kružnice a oblúky reprezentovať pomocou sústavy vektorov (lineárna interpolácia, inštrukcia G01).



Obr. 4. Princíp reprezentácie oblúku pomocou lineárnej interpolácie ($R5$, $R6$ – súradnice stredu kružnice, $R2$ – polomer, $R1$ – uhol počiatku oblúka, $R3$ – jednotkový uhol)

Riešením je použiť konvertor z formátu DXF do G-kódu, ktorý dovoľuje výsledný vygenerovaný zdrojový kód upravovať pomocou tzv. postprocessingu (dodatočná automatická úprava vygenerovaného kódu).

Po preskúmaní možností dostupných komerčných i voľne šíriteľných konvertorov sme sa rozhodli pre použitie komerčného CAM systému SheetCAM, ktorý dokáže spracovávať výkresy vo formáte DXF a vygenerovať G-kód, pričom jeho postprocessing má široké možnosti. Skripty na úpravu vygenerovaného G-kódu sa vytvárajú pomocou programovacieho jazyka Lua. Tento jazyk obsahuje všetky potrebné príkazy pre matematické a aritmetické operácie, podmienky a cykly.

Nakoľko sú výrobné výkresy dvojrozmerné, prvou funkciou postprocessingu bolo rozšíriť inštrukcie G01 o tretiu súradnicu.

Druhou, náročnejšou funkciou bolo vytvoriť skript, ktorý každú inštrukciu G02 a G03 premení na sústavu inštrukcií G01. Parametrami inštrukcie G01 sú súradnice koncového bodu vektoru, pričom začiatočným bodom je súčasná pozícia. Parametrami inštrukcií G02 a G03 sú súradnice koncového bodu oblúka a súradnice stredu kružnice. Pre našu aplikáciu je postačujúce, keď je každá kružnica reprezentovaná pomocou n-uholníka, ktorého strana má dĺžku 1 mm. Takýto n-uholník sa po vyrezaní vzhľadom na použitú technológiu tepelného rezania javí ako kružnica. Skript preto v cykle postupne rozdelí kružnicu, alebo oblúk na príslušný počet vektorov. Tento počet závisí od obvodu kružnice, alebo oblúka. Každý vektor musí mať max. dĺžku 1 milimeter. V každom kroku sa počíta nová súradnica koncového bodu vektora pomocou Pytagorovej vety. Cyklus končí, keď sa koncový bod vektora rovná koncovému bodu oblúka.

Poslednou funkciou postprocessingu bolo ošetriť prídanie všetkých povinných príkazov a parametrov, ako sú rýchlosť rezu, použitý súradnicový systém, alebo ukončenie programu.

Výsledkom je výstupný G súbor, ktorý obsahuje výlučne príkazy lineárnej interpolácie. Jeho nevýhodou je veľkosť. Napríklad kružnica o polomere 200 mm, ktorá by pomocou kruhovej interpolácie bola vykreslená jediným príkazom, je pomocou lineárnej interpolácie vykreslená 1256 príkazmi, čiže veľkosť programových súborov narastá mnohonásobne. Toto však vzhľadom na veľkosť použitej pamäte systému nie je problém. I pri veľkosti súborov viac ako 100 kb dokáže riadiaci systém uchovať tisíce programov. Pre daný systém je však podstatné, že aj bez podpory danej konfigurácie zo strany riadiaceho systému je možné na píle vyrezať akýkoľvek tvar navrhnutý v programe AutoCAD bez nutnosti zasahovať do vygenerovaného programu. Navrhovanie programov píly sa teda stalo iba záležitosťou nakreslenia požadovaného výrobku v modelovacom CAD systéme.

Záver

Našou úlohou bolo v pomerne krátkom čase realizovať renováciu riadenia kontúrovacej píly na rezanie EPS. Starý systém zložený z hardvéru od viacerých výrobcov sme úspešne nahradili jedným integrovaným riešením od firmy Siemens. Aj keď SINUMERIK 802D sl je primárne určený na CNC riadenie sústruhov a fréz, úspešne sme ho prispôbili na použitie s kontúrovacou pilou EPS. V konečnom dôsledku si trúfame povedať, že naše riešenie zvýšilo komfort obsluhy stroja, zjednodušilo údržbu, zvýšilo presnosť a spoľahlivosť celého systému.

Zoznam bibliografických odkazov:

- [1] SINUMERIK 802D solution line, [online], [cit. 20.11.2008]. Dostupné na internete
<<http://www.cee.siemens.com/>>
- [2] SINUMERIK 840D Installation & Start-Up Guide [online], [20.11.2008]. Dostupné na internete
<<http://www.automation.siemens.com/doconweb>>