



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



## ZPRÁVA O ODBORNÉ STÁŽI V RÁMCI PROGRAMU ERASMUS+

**Jméno stážisty:** Jakub Červenka

**Název projektu:** Vyšší přidaná hodnota ve strojírenství – náš směr a cíl

**JVU:** Zhotovení technologického postupu výroby  
elektronické jednotky řízení

**Termín:** 6. 9. 2021 – 1. 10. 2021

**Název firmy:** SWOBODA TECHNOLOGIES WIGGENSBACH

**Země:** Německo

**Webové stránky:** [www.swoboda.com](http://www.swoboda.com)

# Zahraniční odborná stáž – Německo 2021

Samotné jádro stáže, návštěva firmy Swoboda v německém městě Wiggensbach, se odehrálo v září 2021. Cesta byla zajištěna společností ICOM, konkrétněji minibusem, z jihlavského autobusového nádraží přímo k hotelu ve městě Kempten, kde jsme strávili první týden stáže.

Z hotelu jsme se každé ráno přesouvali do firmy, kde nás seznamovali s technologiemi, postupy a fungováním všech částí společnosti. První den ve firmě jsme byli obeznámeni s bezpečností a přibližnou náplní stáže. Byl nám předán rozvrh, ve kterém byl zaznamenán program a mentoři, kteří se nám měli věnovat.

První týden stáže jsme započali v oddělení automatizace. Již zmíněné oddělení se zabývá maximalizací produktivity výrobní linky stejně tak i bezpečností, protože přítomnost robotů vyžaduje zvláštní bezpečnostní nároky. Kolem celé výrobní linky je ochranné pásmo rozdělené na několik okruhů na sobě nezávislých. Přístup pro údržbu je zajištěn dvířky, případně dveřmi, které po otevření bezpečnostní okruh zastaví a část linky (případně celá) je dočasně odstavena (do opětovného spuštění zvenku). Pro fungování robotů (Kuka a Epson) je zapotřebí zvláštní program, většinou firmy Siemens. Je kladen důraz na přehlednost, bezpečnost a co možná nejsnazší údržbu. Kabeláž je vedena lištami mimo pracovní prostor lidí i robotů. Výjimečně se používají ořezuvzdorné vodiče (až 50 Euro/m).

Po návštěvě automatizace jsme (stále první týden) absolvovali několik prezentací a přednášek o úseku produkce. Produkce na každodenních schůzích řeší nejrůznější problémy od otázek ekonomiky až po problémy technického rázu. Jedním z věčných úkolů je otázka financí a produktivity práce. K procentuálnímu vyjádření tohoto atributu se využívá číslo OEE, které zahrnuje čas výroby, počet kusů předpokládaný, skutečný a zmetky. Konkrétně je pro linku ve vývoji 65 – 85 %, až 85 % je světová třída (včetně firmy Swoboda) a 95% dosahuje japonská firma Toyota. Pro dohledání a následné vyřešení problémů se používá systém Ishikawa, neboli-li problémová metoda A3.

Následující týden oddělení nástrojárny. Nástroj vstřikolislu je takřka celý vyroben z oceli, a jelikož se jedná o nástroj, forma je značně tvrdší než běžné výrobky z oceli, tvrdost se běžně pohybovala okolo 60 HRC. Z tohoto důvodu je hojně využíváno elektroerozivního obrábění (takzvané hloubičky, nebo drátořezu). Elektrody pro elektroerozivní obrábění se většinou vyrábějí z mědi, ta se snadno obrábí a svůj účel plní velmi dobře. Pro obrábění elektrod se využívá technologie frézování (podstatně rychlejší, než je běžné), otáčky nástroje se pohybují okolo 25000 otáček za sekundu. K chlazení nástroje je využíván aerosol tvořený vzduchem a olejem. Jako tepelný výměník se u některých nástrojů využívá materiál niklaluminiový bronz společnosti Ampcoloy, který velmi dobře odvádí teplo a dosahuje pevnosti takřka srovnatelné s některými oceli.

Druhým pracovištěm druhého týdne byl úsek kontroly kvality a nahlédnutí do výrobního okruhu č. 6. Oddělení kvality využívá pro svou práci nejrůznějších přístrojů, jako např. měření sondou (3D, podle předem vytvořeného programu), takové měření probíhá automaticky, stroj pracuje v rádech minut a dokáže s vysokou přesností ověřit desítky kontrolních bodů. Součástí mohou být i kontroly kruhovitosti, rovnoběžnosti a dalších geometrických tolerancí. Ve výrobním okruhu 6 (jehož součástí bylo oddělení kvality) se vyráběla například sestava součástí a elektrotechnických komponentů zvaná ESU. Tento modul využívá automobilka Daimler pro své devítistupňové automatické převodovky. Esu je v podstatě polotovár většího celku, který vyrábí a zpracovává Bosch. Jednou z technologií, která se pro kompletování součástí používá, je odstranění povrchového napětí plasmou, to umožňuje lepší lícování plastových součástí. Plastové součásti mívají okolo 40% skelných vláken pro zvýšení pevnosti, v extrémních případech mohou mít i 60%, ale při takto vysokém procentu skelných vláken dochází ke značnému opotřebení šneku vstřikolislu. Součásti se dají svařovat několika způsoby, jednou z nejpoužívanějších metod je svařování laserem. To je provedeno

tak, že jedna součást, ačkoliv je černé barvy, je transparentní (není přes ni vidět, ale laser jí dokáže prostoupit), druhá součást transparentní není, laser ji postupně ohřívá, až dojde k natavení materiálu a následnému svaření.

Třetí týden jsme navštívili školící středisko, kde jsme obdrželi nespočet informací o programování a ovládání robotů Kuka a Epson. Měli jsme možnost naprogramovat si nebo udělat korekce již hotového programu pro robota. Ovládání jsme si vyzkoušeli na hře horký drát, kdy za pomoci robota Kuka je následována dráha vytvořená z vodiče a při dotyku háku upevněného na robotu se spustí alarm. Pro dojetí do cíle byla zapotřebí jednak přesnost a jednak znalost možností robota, např. vědět, kde přibližně jsou softvérové brzdy, které robota zastaví (zabraňují kolizím v provozu), a pak je nutno provést reverzní pohyb v té dané ose. Největší z robotů Kuka se jmenuje Titan a má nosnost až 1000 kg, běžně jejich rychlost dosahuje až 7 m/s. Dalším zjištěním bylo, že se ve výrobě čím dál více využívá kontroly pomocí kamerových systémů. Zákazníci údajně čím dál více vyžadují zkoušku kamerovým systémem, považují ji za formální a bezchybnou, naproti tomu kontrola pracovníkem postupně upadá (pokus o vyřazení lidského faktoru a chyb).

V druhé polovině tohoto týdne jsme zavítali opět do nástrojárny, avšak na místo, kde byly seřizovány a udržovány střižné nástroje. Dozvěděli jsme se, že střižná vůle nástrojů je předepsaná, pohybuje se mezi 4 – 7% rozměru. Střiž je tvaru S, první třetina tloušťky je doopravdy střižena, zbylé dvě třetiny jsou utrženy. Malé lisy mohou být i pneumatické, lisy středních velikostí bývají elektrické a velké lisy (až 200 tun) již musejí být hydraulické.

V posledním týdnu zahraniční stáže jsme byli seznámeni s fungováním úseku vývoje. Získali jsme informace o jedné z technologií spojování kontaktů systémem Pressfit, který má spousta závodů vyrobený a chráněný po svém. Pressfit funguje na principu zalisování spoje bez nutnosti použít další nářadí, např. jsou-li na sebe nasazeny dvě součásti, uvnitř dochází ke spojení kontaktů a zvenku je součást svařena laserem. Díky výše zmíněnému systému dojde ke kvalitnímu spoji s kvalitním kontaktem pro přenos napětí a není potřeba dalších operací pro zajištění spojů. Při zahájení výroby nových výrobků se dělají prototypy, ty jsou vytvořeny v silikonové formě (je levnější a snadněji se upravuje, objednává se externě podle požadavků zákazníka), udělají se korekce a další zlepšení, následně se vyrobí forma z hliníku (je znatelně levnější než forma z oceli) a po schválení přesnosti, vzhledu, funkčnosti a dalších atributů se vyrábí forma z oceli, která může být použita pro sériovou výrobu.

Jednou z nových výrobků je plastový kompresor pro zjišťování netěsnosti palivové soustavy. Kompresor je vyráběn z plastu s vysokým obsahem uhlíku (kvůli snížení tření, protože grafit se dá použít i jako suché mazivo).

Další technologie, která nám byla představena, bylo svařování odporem. Elektrody pro odporové svařování jsou vyráběny z wolframmolybdenu, tento materiál velmi dobře snáší vysoké teploty. Elektrody jsou vyráběny na zakázku externím dodavatelem. Při svařování mědi je teplota v jádru svaru přibližně 1200°C (zajímavostí je, že každý automobil obsahuje cca 600 – 800 svarů, moderní karoserie se i lepí, např. BMW).

Posledním stanovištěm bylo školící středisko, konkrétně vstřikolis ve školícím středisku. Tento stroj pro výrobu plastových součástí jsme si mohli naprogramovat (síly přijetí, čas dostřiku apod.). Dále nám byly sděleny informace o využití plastů a jejich vlastnostech, např. termoplast je pevný, ale ohebný, dá se znovu tavit, případně svařovat, zatímco duroplast je velmi tvrdý, ale křehký. Při vstřikování plastu musí lis vyvinout sílu asi 100 tun, vstřikování je prováděno pod tlakem 2000 – 3000 bar (lis střední velikosti, největší lisy Arburg i 400 tun). Při tavení plastu je 20 – 30 % ohřevu provedeno topnými tělesy (předehřev), většina ohřevu je provedena tlakem (jedná se o teploty 250 – 320°C), forma musí mít při vstřikování 70 – 100°C, aby došlo ke správnému záběhu a zástřiku

plastu. Je však nutno dát pozor, aby nedošlo k přehřátí termoplastu, pak ztuhne a nedá se odstranit (např. šnek je potřeba vyměnit). Při vstřikování odchází asi 95 % vzduchu z formy dělicí rovinou.

Závěrem bych tedy rád sdělil, že stáž byla ve všech směrech přínosem. Příjemným způsobem byl předán nespočet informací v oblasti strojírenské technologie, údržby, stavby a provozu strojů, ale i rozvinutí znalostí cizích jazyků (Německého i Anglického). Skvělým zážitkem bylo samozřejmě samotné navštívení Německa, konkrétně oblasti Allgäu. Možnost zúčastnit se stáže podobného typu vřele doporučuji.

**Tento projekt byl realizován za finanční podpory Evropské unie.**

**Za obsah sdělení odpovídá výlučně autor. Sdělení nereprezentuje názory Evropské komise a Evropská komise neodpovídá za použití informací, jež jsou jejím obsahem.**