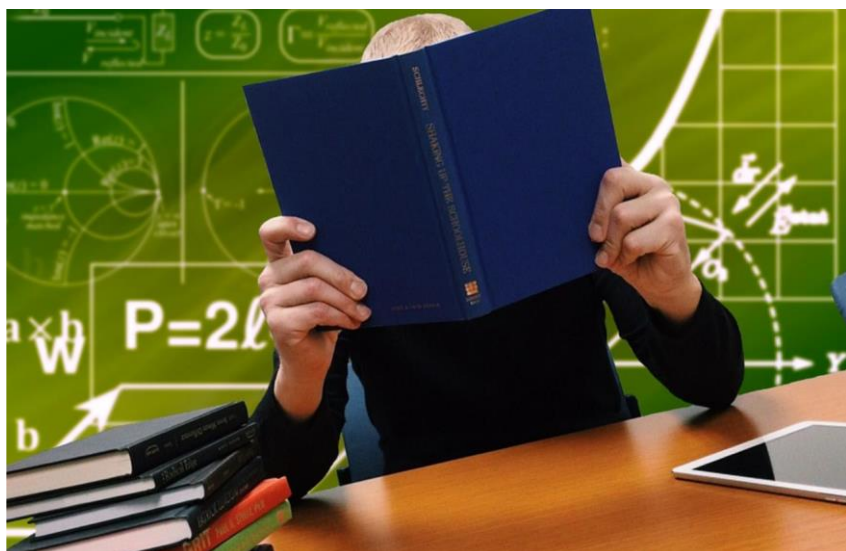


KEGA 022STU-4/2019

**Inovovaný model univerzitného vzdelávania v oblasti
strojárskych výrobných technológií s implementovanými
prvkami duálneho vzdelávania
(výskumná správa)**



Názov projektu:

Zvyšovanie profesijných kompetencií absolventov univerzitného vzdelávania v odbore Výrobné technológie implementovaním prvkov duálneho vzdelávania

**prof. Ing Peter Šugár, CSc. a kol.
Trnava, 2021**

Obsah

Úvod

- 1 Analýza súčasného stavu vzdelávania v oblasti výrobných technológií
- 2 Model vzdelávania s implementovanými prvkami duálneho vzdelávania
 - 2.1 Štruktúra a obsah inovovaného študijného programu
 - 2.2 Doplnkové formy vzdelávania a praktického tréningu
 - 2.2.1 Voliteľný modul "Technológia a konštrukcia v praxi"
 - 2.2.2 Súbor prednášok zabezpečovaných odborníkmi z praxe
- 3 Web-based nástroj na podporu nového vzdelávacieho modelu
- 4 Prílohy

ÚVOD

Predložený dokument sumarizuje pohľady na súčasný stav v oblasti prípravy univerzitne vzdelaných odborníkov pre potreby moderných strojárskych výrob a prináša inovovaný model technologicky-orientovaného vzdelávania v podmienkach Materiálovotechnologickej fakulty STU v Bratislave so sídlom v Trnave, zameraný na intenzívnejší rozvoj tých kľúčových a profesijných kompetencií absolventov, ktoré sú z pohľadu zamestnávateľov považované za nevyhnutné na rýchlu adaptáciu absolventa na podmienky reálnej praxe.

Dokument bol vypracovaný na základe poznatkov získaných z pracovných stretnutí a diskusií s priemyselnými partnermi projektu a na základe skúseností z prepájania akademického vzdelávania s prakticky orientovanou výučbou na vybraných zahraničných univerzitách.

V dokumente prezentovaný inovovaný model vzdelávania vznikol v spolupráci MTF STU s firmou Schaeffler Skalica. Jeho jadrom je modulový študijný program zameraný na výchovu absolventov pre priemyselnú prax s užitím zameraním na oblasť obrábania a tvárnenia, zvarovania a spájania materiálov alebo výrobného manažmentu s dôrazom na užšiu previazanosť teoretického vzdelávania s praktickým tréningom vo výrobných podmienkach.

1 Analýza súčasného stavu vzdelávania v oblasti výrobných technológií

Príprava absolventov druhého stupňa univerzitného vzdelávania pre oblasť strojárskych výrob je na väčšine slovenských aj zahraničných univerzitných pracoviskách založená na sekvenčnom poznávaní princípov technologického postupu výroby na základe štruktúrovania výrobného procesu v súlade s postupným striedaním technologických metód, zabezpečujúcich premenu polotovaru na finálny produkt. Dôraz je pritom kladený na detailné poznanie fyzikálnej podstaty jednotlivých technológií (zlievanie, zvarovanie, tvárnenie, obrábanie, montáž, kontrola), na používané nástroje, výrobné stroje a prípravky a následné teoreticko-matematické opísanie fyzikálnej podstaty jednotlivých technologických procesov, doplnené o postupy navrhovania, riadenia a automatizácie výrobných procesov, metrológie, riadenia kvality, vrátane jazykovej prípravy a okrajovo doplnené o vybrané spoločensko-vedné predmety. Takýto prístup má svoju dlhoročnú tradíciu a svoje výhody, rokmi overené praxou.

Na úspešné uplatnenie absolventov univerzitného vzdelávania v praxi sú dôležité odborné znalosti a zručnosti v príslušnom odbore (tzv. profesijné kompetencie), ale paralelne s nimi je nemenej dôležitá schopnosť jednotlivca, na základe získaných vedomostí, účinne jednať v konkrétnych situáciách (tzv. kľúčové kompetencie). Škola zvyčajne dostatočne účinne naplňa potrebu rozvoja profesijných kompetencií, avšak súbežný rozvoj profesijných aj kľúčových kompetencií nie je už taký uspokojivý.

K tomu sa pridávajú ďalšie faktory, ktoré menia pohľad na súčasné modely technického vzdelávania. Sú to najmä:

- výrazná rozdielnosť v pripravenosti a predpokladoch študentov, začínajúcich technické univerzitné štúdium, zvládnuť široký objem poznatkov v relatívne malom časovom priestore pri súčasnom zohľadnení rôznorodosti absolvovaných odborov v rámci stredoškolského štúdia,

- nízky záujem o technické štúdium, vyplývajúci zo skresleného obrazu o uplatnení a spoločenskom postavení absolventa tohto typu štúdia,
- únik vysokokvalitných absolventov stredných, ale aj vysokých škôl do zahraničia,
- postupné zmeny v požiadavkách na absolventov zo strany praxe, vyplývajúce z intenzívneho technického rozvoja (automatizácia, robotizácia, aditívna výroba, Industry 4.0.),
- meniace sa sociálne a environmentálne povedomie.

Na základe porovnania existujúcich prístupov k vzdelávaniu odborníkov pre oblasť modernej strojárkej výroby v Českej republike (Fakulta strojního inženýrství VUT Brno, Fakulta strojní VŠB-TU Ostrava), Maďarsku (John von Neumann University, GAMF Faculty of Engineering and Computer Science) a Španielsku (Department of Mechanical Engineering of the University of the Basque Country) boli definované silné stránky, slabé stránky, príležitosti a hrozby súčasných modelov vzdelávania z pohľadu študenta, absolventa aj zamestnávateľa. Významným prínosom k poznaniu súčasných problémov vzdelávania pre potreby moderných výrobných podnikov boli tiež závery 2. *strategického seminára na podporu spolupráce medzi akadémiou, univerzitami a priemyslom*, ktorý zorganizovala MTF STU v spolupráci so Spoločnosťou pre nové materiály a technológie na pôde fakulty v roku 2019, ako aj závery online diskusného fóra s názvom *Akých absolventov vysokých škôl potrebuje digitálne transformujúci sa podnik?*, ktoré zorganizovalo Združenie inteligentného priemyslu – Industry4UM (združenie) v spolupráci so spoločnosťou Trexima Bratislava v roku 2021. Informácie boli získané aj na základe dotazníkového prieskumu určenom študentom, absolventom a zamestnávateľom. Súbor dotazníkových otázok tvorí **Prílohy 1 – 3** tohto dokumentu, a ktoré sú v elektronickej forme sprístupnené na <https://www.snmt.sk/dotazniky/>.

Analýza priniesla jednoznačný poznatok, že moderné postupy technického vzdelávania sú budované na koncepciách rozvoja kreativity, výskumne ladených koncepciách a konštrukčno-projekčnom prístupe. Takéto formy však nutne vyžadujú vytváranie tzv. vzdelávacieho ekosystému, prepájajúceho akademické vzdelávacie prostredie s prostredím odberateľov budúcich absolventov, (zamestnávateľov) a iných účastníkov, majúcich formálny aj neformálny vplyv na proces vzdelávania.

Tento trend bol pozorovaný aj u zahraničných partnerov projektu, kde ako príklad je možné uviesť John von Neumann University, GAMF Faculty of Engineering and Computer Science, ktorá má rozvinutý systém duálneho vzdelávania v spolupráci s viacerými významnými priemyselnými partnermi v regióne: Andrews IT Engineering Kft., Antolin Hungary Kft., Bonduelle Central Europe Kft., Deltaplast Kft., Mercedes-Benz Manufacturing Hungary Kft., Phoenix Mecano Kecskemét Kft. a mnohé iné. Široko zastúpená spolupráca univerzity s priemyslom umožňuje ponúkať študentom na všetkých fakultách univerzity duálne vzdelávanie, kombinujúce teoretickú výučbu s dlhodobým pobytom v prostredí výroby. Študenti poberajú špeciálnu formu štipendia a cielene sú pripravovaní na uplatnenie na vybraných pozíciách v prevádzkach priemyselných partnerov.

Iným príkladom vytvorenia funkčného vzdelávacieho ekosystému, vybudovanom na princípe výskumne ladeného vzdelávania, ako výsledok spolupráce University of Basque Country s konzorciom regionálnych firiem, združených v "Science and Technology Park of Bizkaia". Spoločne vybudované "The Aeronautics Advanced Manufacturing Center" disponuje modernou výrobnou technikou na aplikáciu subtraktívnych, aditívnych a hybridných technológií spracovania progresívnych materiálov, určených na aplikácie v leteckom priemysle. Centrum umožňuje

zapájanie študentov do projektových, výskumne orientovaných úloh formou stáží, praxí a vypracovávaní kvalifikačných prác.

Súbor získaných informácií, poznatkov a skúseností bol základom na formulovanie nasledovných silných a slabých stránok, príležitostí a ohrození existujúcich pri príprave odborníkov pre technologickú prax na MTF STU v Trnave.

Silné stránky:

- relatívne široké možnosti praktického tréningu vo výučbových laboratóriách,
- skúsení vyučujúci s praktickými skúsenosťami, s prepojením na výrobnú prax,
- učebné materiály typu skrípt a učebných textov dostupné online,
- možnosti zapájania študentov do riešenia výskumných projektov,
- dlhoročná spolupráca s vybranými priemyselnými partnermi,

Slabé stránky:

- malé zastúpenie problémovo zameraných a vzdelávacích aktivít a nedostatok vhodného (aktuálneho) študijného materiálu, reflektujúceho progres v oblasti výrobných technológií,
- časové a finančné limity na realizáciu praktickej výučby; časový faktor je kritický najmä v kombinovanej metóde štúdia,
- redundancia obsahovej náplne niektorých predmetov,
- nedostatočne využívané možnosti medzinárodných mobilitných programov,
- obmedzené možnosti zabezpečenia výučby v anglickom jazyku.

Príležitosti:

- potenciál vytvárania nových, tzv. Tailored Made vzdelávacích aktivít na princípoch duálneho vzdelávania,
- možnosti inovácie existujúcich študijných programov na princípe samoprofilácie študenta,
- implementácia nových foriem vzdelávania, korešpondujúcich s požiadavkami jednotlivých stupňov a metód univerzitného vzdelávania,
- možnosti modernizácie prístrojového a softvérového vybavenia výučbových laboratórií využitím rozvojových projektov, výskumných projektov a projektov spolupráce s praxou.

Hrozby:

- pretrvávajúci nedostatok študentov so záujmom o technické štúdium,
- rozširujúce sa disproporcie v požiadavkách na kvalitu absolventov a predpokladoch študentov splniť ich,
- stabilita odborne pripraveného personálu, schopného zabezpečiť praktické formy výučby,
- kontinuita finančného zabezpečenia prevádzky, údržby a obnovy výučbových laboratórií.

Z analýzy vyplývajú nasledovné závery, týkajúce sa požiadaviek na schopnosti, skúsenosti a kompetencie absolventov:

- moderné strojárské procesy vyžadujú absolventov odborne pokrývajúcich tradičné materiálovo-technologické disciplíny, rozšírené o prvky automatizácie návrhových aj realizačných etáp výrobného procesu a metód optimalizácie a riadenia výrobných procesov na základe vyhodnotenia dostupných dát,
- podobne, ako profesijné kompetencie, vyžaduje sa získanie kľúčových kompetencií, naplňajúcich základné rámce emočnej a sociálnej inteligencie; preferované kľúčové kompetencie sú flexibilita, komunikačné schopnosti, schopnosť tvorivo a tímovo riešiť zadané technické úlohy, schopnosť komunikácie, schopnosť sebamanažmentu,
- preferuje sa príprava odborníkov so širším technickým základom, schopných ďalšieho vzdelávania a užšej špecializácie, pre potreby pôsobenia v časovo obmedzených odborných tímoch.

Nástrojmi na dosiahnutie takto definovaných požiadaviek je:

- vytváranie vzdelávacieho ekosystému s účasťou priemyselných partnerov pôsobiach v regióne, ale aj v širšom okolí a v zahraničí, kreovaním spoločných vzdelávacích projektov, umožňujúcich väčšiu účasť zamestnávateľov na realizácii vzdelávacieho procesu,
- inovovanie obsahových náplní a foriem vzdelávania vytvorením modulových študijných programov s možnosťou samoprofilácie študenta s väčším podielom aktivít, založených na tvorivom a tímovom riešení problémovo-orientovaných úloh s využitím prvkov skúsenostného vzdelávania,
- upevňovanie vzdelávacích kompetencií študentov (competence-based education) – podpora samomotivácie na ďalšie vzdelávanie,
- vytváranie podmienok na získavanie skúseností z pôsobenia na zahraničných vzdelávacích pracoviskách alebo v prostredí priemyselnej praxe v zahraničí.

2 Model vzdelávania s implementovanými prvkami duálneho vzdelávania

Nosnou oblasťou vzdelávacích aj vedecko-výskumných aktivít MTF STU je oblasť strojárskych výrobných technológií, v ktorej fakulta zabezpečuje univerzitné vzdelávanie na všetkých troch stupňoch štúdia. Dlhodobý nízky záujem o inžinierske štúdium výrobných technológií na jednej strane a silný dopyt po takto orientovaných absolventoch zo strany zamestnávateľov na druhej strane vyústil do stavu, keď bolo potrebné prehodnotiť existujúci obsah a formy vzdelávania, a tak reagovať na meniace sa spoločenské pomery, s cieľom zvýšiť atraktivitu a popularnosť štúdia a najmä naplniť očakávania budúcich zamestnávateľov.

Širokospektrálna analýza súčasného stavu priniesla súbor opatrení vo forme zmeny vzdelávacej schémy, vytvorením modulovo koncipovaného inžinierskeho študijného programu Výrobné technológie a výrobný manažment, rozšíreného o komplex doplnkových vzdelávacích a tréningových aktivít, zabezpečovaných v úzkom prepojení s priemyselnými partnermi.

2.1 Štruktúra a obsah inovovaného študijného programu

Cieľom študijného programu Výrobné technológie a výrobný manažment je príprava absolventov pre oblasť konštrukčnej, technologickej a projektovej prípravy výroby, technologických prevádzok, oblasť výskumu, vývoja a služieb, kde je schopný zastávať pozície výrobného technológa, technológa – programátora CNC výrobnéj techniky, člena alebo vedúceho vývojových tímov, koordinátora výroby, kontrolóra kvality alebo projektového manažéra.

Jednotlivé časti študijného programu Výrobné technológie a výrobný manažment majú nasledovnú modulovú štruktúru:

*Modul: **Obrábanie a tvárnenie***

V 1. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Aplikovaná fyzika, CA technológie a systémy, Kovové a nekovové materiály, Manažérske zručnosti, Matematické metódy plánovania a vyhodnocovania experimentu a Teória tvárnenia. Skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Priemyselná sociológia a Vedenie k podnikaniu.

V 2. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Manažérstvo kvality a riadenie projektov, Teória a technológia spracovania plastov, Teória obrábania, Teória zlievarenstva a Teória zvarovania. Skupina odborných predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Meranie a kontrola parametrov výrobkov a Reverzné inžinierstvo. Skupina humanitných predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Pracovná psychológia a Úvod do vedeckej práce.

V 3. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Diplomový projekt, Experimentálne metódy v obrábaní a tvárnení, Progresívne metódy obrábania a Progresívne metódy tvárnenia. Skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená z predmetov Obrábacie stroje a nástroje a Tvárniace stroje a nástroje.

Vo 4. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Diplomová práca, Modelovanie procesov obrábania a tvárnenia, Montáž, Navrhovanie a optimalizácia výrobných procesov a systémov a Štátna skúška-Ing.

*Modul: **Zváranie a spájanie materiálov***

V 1. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Aplikovaná fyzika, CA technológie a systémy, Kovové a nekovové materiály, Manažérske zručnosti, Matematické metódy plánovania a vyhodnocovania experimentu a Teória tvárnenia. Skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Priemyselná sociológia a Vedenie k podnikaniu.

V 2. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Manažérstvo kvality a riadenie projektov, Metalografia a fraktografia zvarových spojov, Teória obrábania, Teória zlievarenstva a Teória zvarovania. Skupina odborných predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Inžinierstvo koordinácie a inšpekcie vo zvarovaní a Navrhovanie a výroba zvarkov. Skupina humanitných predmetov povinne voliteľných (kde si študent

vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Pracovná psychológia a Úvod do vedeckej práce.

V 3. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Diplomový projekt, Modelovanie a simulácia technologických procesov, Progresívne metódy zvarovania a Zváracie stroje a zariadenia. Skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Alternatívne spôsoby spájania materiálov a Renovácie a opravy.

Vo 4. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Diplomová práca, Kontrola kvality zvarových spojov, Spájkovanie, Technická príprava výroby vo zvaraní a spájaní materiálov a Štátna skúška-Ing.

Modul: Výrobné technológie a výrobný manažment

V 1. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Aplikovaná fyzika, Kovové a nekovové materiály, Manažérske zručnosti, Matematické metódy plánovania a vyhodnocovania experimentu, Technická angličtina I. a Teória tvárnenia. Skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Priemyselná sociológia a Vedenie k podnikaniu.

V 2. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Manažérstvo kvality a riadenie projektov, Modelovanie a simulácia systémov, Technická angličtina II., Teória obrábania, Teória zlievarenstva a Teória zvarovania. Skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Pracovná psychológia a Úvod do vedeckej práce.

V 3. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi CA technológie a systémy, Diplomový projekt, Ekonomická analýza podniku a Manažment výroby. Skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Progresívne metódy montáže, Progresívne metódy obrábania, Progresívne metódy odlievania, Progresívne metódy tvárnenia a Progresívne metódy zvarovania.

Vo 4. semestri skupina povinných predmetov je tvorená predmetmi Diplomová práca, Meranie a kontrola parametrov výrobkov a Štátna skúška-Ing. 1. skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Inžinierstvo koordinácie a inšpekcie vo zvaraní, Navrhovanie a optimalizácia výrobných procesov a systémov a Technológie výroby progresívnych materiálov. 2. skupina predmetov povinne voliteľných (kde si študent vyberá minimálne 1 predmet) je tvorená predmetmi Kontrola kvality výrobkov a Modelovanie procesov obrábania a tvárnenia.

V študijnom programe Výrobné technológie a výrobný manažment pre modul Obrábanie a tvárnenie je 16 profilových predmetov a sú nasledovné:

Povinné predmety:

Teória tvárnenia – študent získa vedomosti z teórie plasticity a tvárniteľnosti materiálov s nadväznosťou na termomechanické podmienky tvárnenia. Nadobudne teoretické vedomosti a praktické skúsenosti zo skúmania tvárniacich procesov na základe metód skúmania napätí a pretvorení a zručnosti pri riešení zložitých úloh z oblasti tvárnenia ako aj z riešenia energosilových parametrov s využitím diferenciálnych rovníc integrálneho počtu.

Kovové a nekovové materiály – študent po absolvovaní predmetu disponuje poznatkami o stavbe, štruktúre a vlastnostiach tuhých látok nad rámec rozsahu, ktoré si osvojil na bakalárskom stupni štúdia. Je spôsobilý využiť poznatky pri vyhodnocovaní použiteľnosti a spracovateľnosti kovových, resp. nekovových materiálov pre jednotlivé technológie ich spracovania. Cieľom predmetu je spojiť poznatky o materiáloch aj s výrobnými technológiami, ktoré môžu pozitívne aj negatívne ovplyvniť vlastnosti spracovávaného materiálu.

CA technológie a systémy – študent získa vedomosti z oblasti počítačom podporovaných (Computer Aided – CA) technológií a systémov. Cieľom predmetu je osvojenie si základných rozdelení, pojmov, princípov a úloh v oblasti CA technológií a systémov v strojárstve a v ostatných príbuzných odboroch. Študent vie určiť vhodnosť použitia konkrétnej CA technológie pre konkrétny problém v oblasti strojárstva pri riešení návrhu, technickej a technologickej prípravy výroby, výroby, merania, kontroly a pod.

Teória zvarovania – študent získa vedomosti o vplyve zvarovania na zvárané materiály a o hodnotení zvariteľnosti materiálov. Bude schopný identifikovať problémy zvariteľnosti materiálov a bude vedieť ich eliminovať.

Teória zlievarenstva – študent vedomosti o procesoch a materiáloch, ktoré sa uplatňujú počas prípravy a odlievania tekutého kovu do zlievarenskej formy, v priebehu tuhnutia odliatkov a pri ich spracovaní. Ďalej sa naučí analyzovať javy, ktoré vplyvajú na kvalitu vyrábaných odliatkov a výsledné úžitkové vlastnosti zlievarenských kovov a zliatin, a následne bude vedieť zvoliť účinné metódy a prostriedky na ovládanie týchto javov.

Teória obrábania – študent sa oboznámi so zákonitostami procesu obrábania, naučí sa analyzovať sprievodné javy procesu rezania a na základe analýzy bude vedieť vykonať syntézu vyúsťujúcu v komplexnú optimalizáciu procesov výroby súčiastok obrábaním.

Teória a technológia spracovania plastov – študent po absolvovaní predmetu bude rozumieť štruktúre plastov, ako aj spôsobom jej modifikácie. Bude ovládať rozdiely medzi jednotlivými spôsobmi výroby plastov (napr. polymerizácia, polyadícia, polyreakcia) a následne bude vedieť, ako tieto spôsoby prípravy plastov ovplyvňujú ich vlastnosti. Rovnako bude podrobne oboznámený so základnými technológiami spracovania plastov.

Experimentálne metódy v obrábaní a tvárnení – študent získa vedomosti o metodológii vedeckého poznávania v odbore. Vie systematicky riešiť úlohy experimentálneho výskumu v rovine návrhu, realizácie, vyhodnotenia a interpretácie získaných výsledkov. Ovláda experimentálne metódy a experimentálnu techniku na výskum konkrétneho technologického problému odboru štúdia.

Progresívne metódy obrábania – študent získa základné vedomosti o progresívnych spôsoboch obrábania kovových a nekovových materiálov, spôsoboch jemného dokončovania povrchov a spôsoboch vysokorýchlostného, vysokovýkonového obrábania, suchého obrábania a obrábania materiálov v kalenom stave nástrojmi s definovanou geometriou rezného klina.

Progresívne metódy tvárnenia – študent získa základné informácie o spracovaní kovových, ale aj nekovových materiálov progresívnymi technológiami v oblasti plošného a objemového tvárnenia. Ďalej tiež informácie o vysokoparametrických procesoch tvárnenia, o inkrementálnych postupoch spracovania polotovarov, tiež o mikrotvárnení, ale aj o technológii Tailor Welded Blanks a tvárnení kompozitných materiálov.

Navrhovanie a optimalizácia výrobných procesov a systémov – študent získa základné informácie o možnostiach aplikácie moderných matematických postupov návrhu a optimalizácie výrobných procesov a systémov pre oblasť obrábania a tvárnenia s dôrazom na výrobné procesy a systémy s prvkami pružnej automatizácie.

Modelovanie procesov obrábania a tvárnenia – študent získa vedomosti z oblasti fyzikálneho a matematického modelovania technologických procesov obrábania a tvárnenia. Dokáže pripraviť vstupné dáta a zadefinovať okrajové podmienky pre vybrané prípady modelovania procesov v obrábaní a tvárnení. Študent nadobudne zručnosti v obsluhu simulačných softvérov používaných v technológii obrábania a tvárnenia.

Povinne voliteľné predmety:

Meranie a kontrola parametrov výrobkov – študent získa vedomosti o geometrických parametroch strojových súčiastok, o výrobných odchýlkach, o chybách merania a o moderných spôsoboch merania geometrických parametrov. Na laboratórnych cvičeniach si študent prakticky overí získané poznatky.

Reverzné inžinierstvo – študent získa vedomosti z oblasti "spätného inžinierstva" resp. "reverzného inžinierstva". Bude vedieť určiť vhodný spôsob 3D digitalizácie tvaru pre konkrétne 3D objekty (podľa zložitosti ich geometrického tvaru, rozmeru, materiálu, textúry povrchu), určiť postup na vytvorenie CAD plôch z mraku bodov získaného pri 3D digitalizácii a určiť k tomuto procesu potrebný hardvér a softvér. Ďalej bude schopný aplikovať reverzné inžinierstvo pri riešení problémov okrem oblasti strojárstva aj v iných oblastiach, ako napr. v medicíne.

Obrábacie stroje a nástroje – študent spozná funkciu a konštrukčné riešenie základných typov obrábacích strojov, rezných nástrojov a príslušenstva. Budú ich vedieť vybrať pre danú technologickú operáciu a prevádzkovať. Budú mať vedomosti z automatizácie obrábacích procesov a budú vedieť aplikovať automatizačné prostriedky do výrobných praxe.

Tvárnacie stroje a nástroje – študent získa vedomosti o tvárniacich strojoch a nástrojoch. Na základe poznania princípu činnosti tvárniacich strojov a porovnania ich technických parametrov s technologickými parametrami tvárniacich operácií bude vedieť vybrať vhodný tvárniaci stroj. Získa prehľad o konštrukcii a použití mechanických a hydraulických lisov, bucharov, tvarovacích, rotačných a ďalších tvárniacich strojov. Študent získa poznatky o charakteristikách tvárniacich nástrojov a o kritériách ich navrhovania a konštrukcie. Bude schopný vypracovať ideový návrh zostavy nástroja pre jednotlivé technologické operácie tvárnenia.

V študijnom programe Výrobné technológie a výrobný manažment pre modul Zváranie a spájanie materiálov je 15 profilových predmetov sú nasledovné:

Povinné predmety:

Teória tvárnenia – študent získa vedomosti z teórie plasticity a tváriteľnosti materiálov s nadväznosťou na termomechanické podmienky tvárnenia. Nadobudne teoretické vedomosti a praktické skúsenosti zo skúmania tvárniacich procesov na základe metód skúmania napätí a pretvorení. Študent získa zručnosti pri riešení zložitých úloh z oblasti tvárnenia ako aj z riešenia energosilových parametrov s využitím diferenciálnych rovníc integrálneho počtu.

Kovové a nekovové materiály – študent po absolvovaní predmetu disponuje poznatkami o stavbe, štruktúre a vlastnostiach tuhých látok nad rámec rozsahu, ktoré si osvojil na bakalárskom stupni štúdia. Je spôsobilý využiť poznatky pri vyhodnocovaní použiteľnosti a spracovateľnosti kovových, resp. nekovových materiálov pre jednotlivé technológie ich spracovania. Cieľom predmetu je spojiť poznatky o materiáloch aj s výrobnými technológiami, ktoré môžu pozitívne aj negatívne ovplyvniť vlastnosti spracovávaného materiálu.

CA technológie a systémy – študent získa vedomosti z oblasti počítačom podporovaných technológií a systémov. Cieľom predmetu je osvojenie si základných rozdelení, pojmov, princípov a úloh v oblasti CA technológií a systémov v strojárstve a v ostatných príbuzných odborov. Študent vie určiť vhodnosť použitia konkrétnej CA technológie pre konkrétny problém v oblasti strojárstva pri riešení návrhu, technickej a technologickej prípravy výroby, výroby, merania, kontroly a pod.

Teória zvarovania – študent získa vedomosti o vplyve zvarovania na zvarované materiály a o hodnotení zvariteľnosti materiálov. Bude schopný identifikovať problémy zvariteľnosti materiálov a bude vedieť ich eliminovať.

Teória zlievarenstva – študent sa zoznámí s teoretickými poznatkami o procesoch a materiáloch, ktoré sa uplatňujú počas prípravy a odlievania tekutého kovu do zlievarenskej formy, v priebehu tuhnutia odliatkov a pri ich spracovaní. Ďalej sa naučí analyzovať javy, ktoré vplyvajú na kvalitu vyrábaných odliatkov a výsledné úžitkové vlastnosti zlievarenských kovov a zliatin, a následne bude vedieť zvoliť účinné metódy a prostriedky na ovládanie týchto javov.

Teória obrábania – študenti sa oboznámia so zákonitostami procesu obrábania, naučia sa analyzovať sprievodné javy procesu rezania a na základe analýzy vykonať syntézu vyúsťujúcu v komplexnú optimalizáciu procesov výroby súčiatočiek obrábaním.

Metalografia a fraktografia zvarových spojov – študent získa rozšírené znalosti z metalografickej analýzy v nadväznosti na obsah predmetu Náuka o materiáli. Získa vedomosti o svetelnej a rastrovacej elektrónovej mikroskopii a spôsoboch prípravy vzoriek zvarových spojov pre metalografickú a fraktografickú analýzu. Vie identifikovať jednotlivé fázy a štruktúrne útvary v zvarových spojoch železných a neželezných zliatin. Nájde súvis medzi rovnovážnymi diagramami a reálnou makroštruktúrou a mikroštruktúrou zvarových spojov. Získa vedomosti o fraktografickej analýze. Dokáže určiť mechanizmus porušenia zvarových spojov na základe morfológických charakteristík pre jednotlivé typy lomov. Všetky teoretické znalosti si prakticky overí pri analýze reálnych zvarových spojov.

Modelovanie a simulácia technologických procesov – študent získa základné teoretické poznatky a praktické zručnosti z oblasti modelovania, tvorby a verifikácie simulačných modelov, ako aj ich aplikácie pre riešenie úloh technickej praxe s využitím metódy konečných prvkov. Študent bude rozumieť základnej filozofii, metodológii a postupom modelovania a simulácie vybraných technologických procesov, bude vedieť vytvoriť simulačný model, realizovať jeho riešenie, vyhodnotiť získané výsledky a použiť numerickú simuláciu ako efektívny prostriedok pre návrh, analýzu a optimalizáciu technologických procesov. Študent získa praktické skúsenosti a zručnosti z modelovania v programovom systéme ANSYS, ako aj prehľad o komerčných špecializovaných programových systémoch pre simuláciu technologických procesov.

Progresívne metódy zvarovania – študent vie využiť nadobudnuté poznatky z oblasti progresívnych metód zvarovania materiálov v pevnom stave za studena a za tepla, technológií zvarovania

koncentrovanými zdrojmi energie (plazmový oblúk, elektrónový lúč, iónový lúč, infračervený lúč, laser), hybridných technológií zvarovania, progresívnych technológií spájovania a technológií delenia kovových a nekovových materiálov na vytvorenie technologického postupu zvarovania týmito metódami. Pre daný typ a rozmery materiálov dokáže navrhnúť vhodnú metódu ich zvarovania a identifikovať kľúčové parametre procesu.

Zváracie stroje a zariadenia – na základe konštrukčných a technologických požiadaviek na výrobu zvarku (zvaranej konštrukcie) vie študent navrhnúť vhodné zváracie zariadenie alebo zvárací prípravok. Dokáže správne posúdiť vhodnosť nasadenia mechanizácie alebo automatizácie pri výrobe zvarku.

Kontrola kvality zvarových spojov – cieľom predmetu je získanie prehľadu a vedomostí o chybách vznikajúcich vo zvarových spojoch a o metódach na ich detekciu. Študent sa vie orientovať v európskej norme definujúcej jednotlivé chyby zvarových spojov a zaraďovať ich do skupín. Pozná a prakticky ovláda jednotlivé metódy skúšania a zisťovania chýb zvarových spojov deštruktívnymi aj nedeštruktívnymi spôsobmi. Je schopný navrhnúť konkrétnu metódu kontroly pre zvarový spoj.

Technická príprava výroby vo zvaraní a spájaní materiálov – študent získa vedomosti o úlohách technickej prípravy výroby vo zvaraní. Na základe technickej dokumentácie dokáže pripraviť podklady pre vyhotovenie spájaných konštrukcií od rozpisu materiálov cez ich zabezpečenie, skladovanie, označovanie, rozdeľovanie na jednotlivé pracoviská pre prípravné operácie a ich postup na konečné pracovisko pre spájanie dielcov do jednotlivých uzlov a celkov.

Spájkovanie – študent získa vedomosti o fyzikálnej podstate spájkovania, mechanizme vzniku spájkovaného spoja, jednotlivých metódach spájkovania, konštrukcií spojov a spájkovateľnosti kovových i nekovových materiálov. Pozná súčasné trendy spájkovania materiálov v rôznych priemyselných oblastiach (elektronike, automobilovej výrobe a pod.) Dokáže navrhnúť spájkovací materiál (spájk a tavivo), metódu spájkovania, typ spoja a vyhodnotiť kvalitu spájkovaných spojov.

Povinne voliteľné predmety:

Navrhovanie a výroba zvarkov – študent získa teoretické poznatky z oblasti navrhovania a výroby zvaraných konštrukcií. Bude poznať základné mechanické vlastnosti konštrukčných materiálov, a bude vedieť aplikovať základné poznatky z pružnosti a pevnosti. Študent dokáže navrhnúť zvarové spoje a jednoduché zvarané konštrukcie.

Alternatívne spôsoby spájania materiálov – študent získa teoretické a praktické poznatky z oblasti alternatívnych metód spájania materiálov (mechanického spájania, adhezívneho spájania, progresívnych metód spájkovania, zvarovania plastov a hybridných spôsobov spájania). Vie navrhnúť vhodný tvar spoja a vhodnú metódu jeho vyhotovenia a dokáže špecifikovať potrebné parametre procesu spájania.

V študijnom programe Výrobné technológie a výrobný manažment pre modul Výrobné technológie a výrobný manažment je 15 profilových predmetov a sú nasledovné:

Povinné predmety:

Teória tvárnenia – študent získa hlboké znalosti z teórie plasticity a tváriteľnosti materiálov s nadväznosťou na termomechanické podmienky tvárnenia. Nadobudne teoretické vedomosti a

praktické skúsenosti zo skúmania tvárniacich procesov na základe metód skúmania napätí a pretvorení. Študent získa zručnosti pri riešení zložitých úloh z oblasti tvárnenia ako aj z riešenia energosilových parametrov s využitím diferenciálnych rovníc integrálneho počtu.

Kovové a nekovové materiály – študent po absolvovaní predmetu disponuje poznatkami o stavbe, štruktúre a vlastnostiach tuhých látok nad rámec rozsahu, ktoré si osvojil na bakalárskom stupni štúdia. Je spôsobilý využiť poznatky pri vyhodnocovaní použiteľnosti a spracovateľnosti kovových, resp. nekovových materiálov pre jednotlivé technológie ich spracovania. Cieľom predmetu je spojiť poznatky o materiáloch aj s výrobnými technológiami, ktoré môžu pozitívne aj negatívne ovplyvniť vlastnosti spracovávaného materiálu.

Teória zvarovania – študent získa vedomosti o vplyve zvarovania na zvarované materiály a o hodnotení zvariteľnosti materiálov. Bude schopný identifikovať problémy zvariteľnosti materiálov a bude vedieť ich eliminovať.

Teória zlievarenstva – študent vedomosti o procesoch a materiáloch, ktoré sa uplatňujú počas prípravy a odlievania tekutého kovu do zlievarenskej formy, v priebehu tuhnutia odliatkov a pri ich spracovaní. Ďalej sa naučí analyzovať javy, ktoré vplyvajú na kvalitu vyrábaných odliatkov a výsledné úžitkové vlastnosti zlievarenských kovov a zliatin, a následne bude vedieť zvoliť účinné metódy a prostriedky na ovládanie týchto javov.

Teória obrábania – študent sa oboznámi so zákonitosťami procesu obrábania, naučí sa analyzovať sprievodné javy procesu rezania a na základe analýzy vykonať syntézu vyúsťujúcu v komplexnú optimalizáciu procesov výroby súčiastok obrábaním.

Ekonomická analýza podniku – študent získa vedomosti a praktické zručnosti v oblasti analýzy ekonomických informácií na potreby manažérskeho rozhodovania a riadenia ekonomických parametrov transformačného procesu priemyselného podniku a to na úrovni podniku ako celku, ale aj na úrovni vybraného sortimentu výrobkov a výrobku. Dokáže využívať finančno-ekonomické ukazovatele v manažérskej práci a vie analyzovať odchýlky v úrovni ukazovateľov prostredníctvom analytických modelov.

Manažment výroby – študent získa rozšírené poznatky z problematiky manažmentu výroby so zameraním predovšetkým na predvýrobné a inovačné procesy a trendy vo výrobe, zvyšovanie efektívnosti procesu výrobných jednotiek, význam údržby vo výrobe a úlohu manažmentu výroby pri ochrane duševného vlastníctva.

Meranie a kontrola parametrov výrobkov – študent získa vedomosti o geometrických parametroch strojových súčiastok, o výrobných odchýlkach, o chybách merania a o moderných spôsoboch merania geometrických parametrov. Na laboratórnych cvičeniach si študent prakticky overí získané poznatky.

Povinne voliteľné predmety:

Progresívne metódy obrábania – študent získa základné vedomosti o progresívnych spôsoboch obrábania kovových a nekovových materiálov, spôsoboch jemného dokončovania povrchov a spôsoboch vysokorýchlostného, vysokovýkonového obrábania, suchého obrábania a obrábania materiálov v kalenom stave nástrojmi s definovanou geometriou rezného klina.

Progresívne metódy tvárnenia – študent získa základné informácie o spracovaní kovových, ale aj nekovových materiálov progresívnymi technológiami v oblasti plošného a objemového tvárnenia. Ďalej tiež informácie o vysokoparametrických procesoch tvárnenia, o inkrementálnych postupoch spracovania polotovarov, tiež o mikrotvárnení, ale aj o technológii Tailor Welded Blanks a tvárnení kompozitných materiálov.

Progresívne metódy odlievania – študenti sa oboznámia s teoretickými základmi formovania odliatku, konštrukciami strojov a foriem, používaných pri rôznych progresívnych metódach odlievania. Naučia sa analyzovať javy, ktoré vplyvajú na kvalitu vyrábaných odliatkov a výsledné úžitkové vlastnosti zlievarenských kovov a zliatin pri týchto spôsoboch odlievania.

Progresívne metódy zvarovania – študent vie využiť nadobudnuté vedomosti z oblasti progresívnych metód zvarovania materiálov v pevnom stave za studena a za tepla, technológií zvarovania koncentrovanými zdrojmi energie (plazmový oblúk, elektrónový lúč, iónový lúč, infračervený lúč, laser), hybridných technológií zvarovania, progresívnych technológií spájkovania a technológií delenia kovových a nekovových materiálov na vytvorenie technologického postupu zvarovania týmito metódami. Pre daný typ a rozmery materiálov dokáže navrhnúť vhodnú metódu ich zvarovania a identifikovať kľúčové parametre procesu.

Navrhovanie a optimalizácia výrobných procesov a systémov – študent získa základné informácie o možnostiach aplikácie moderných matematických postupov návrhu a optimalizácie výrobných procesov a systémov pre oblasť obrábania a tvárnenia s dôrazom na výrobné procesy a systémy s prvkami pružnej automatizácie.

Modelovanie procesov obrábania a tvárnenia – študent získa vedomosti z oblasti fyzikálneho a matematického modelovania technologických procesov obrábania a tvárnenia. Dokáže pripraviť vstupné dáta a zadefinovať okrajové podmienky pre vybrané prípady modelovania procesov v obrábaní a tvárnení. Študent nadobudne zručnosti v obsluhu simulačných softvérov používaných v technológii obrábania a tvárnenia.

Kontrola kvality výrobkov – študent získa vedomosti z oblasti kontroly kvality a diagnostiky chýb výrobkov v rámci výrobných technológií. Získa prehľad o súčasných analytických a defektoskopických metódach kontroly kvality výrobkov. Na základe získaných poznatkov dokáže v technickej praxi navrhnúť vhodný postup pri kontrole kvality konkrétneho výrobku v konkrétnej etape výrobného procesu.

2.2 Doplnkové formy vzdelávania a praktického tréningu

Na doplnenie a rozšírenie vzdelávacích aktivít obsiahnutých v náplni povinných a povinne voliteľných predmetov študijného programu Výrobné technológie a výrobný manažment bol vytvorený súbor doplnkových vzdelávacích a tréningových foriem s priamym prepojením na prostredie výrobnéj praxe. Tieto prvky ďalšieho vzdelávania majú za cieľ doplniť a rozšíriť komplex poznatkov získavaných v rámci štandardných vzdelávacích aktivít o vzdelávacie a tréningové formy, ktoré napomôžu rozvoju profesijných kompetencií absolventa, zároveň však posilnia jeho kľúčové kompetencie a to najmä schopnosť tímovej práce, schopnosť tvorivého riešenia problémov, komunikačné a interpersonálne zručnosti.

Súbor doplnkových aktivít, založených na princípe skúsenostného a problémovo-orientovaného vzdelávania zahŕňa:

- špecializovaný modul vzdelávacích aktivít s názvom “Technológia a konštrukcia v praxi”, pripravený a zabezpečovaný v spolupráci so spoločnosťou Schaeffler Skalica,
- odborné prednášky a cvičenia zabezpečované odborníkmi z praxe, rozširujúce obsah prednášok a cvičení vybraných povinných a povinne voliteľných predmetov,
- súbor exkurzií, stáží a preddiplomových praxí, realizovaných v prevádzkových podmienkach priemyselných partnerov a ďalších vzdelávacích aktivít, formujúcich profil absolventa pre potreby jeho úspešného uplatnenia sa v praxi.

2.2.1 Voliteľný modul “Technológia a konštrukcia v praxi”

Na posilnenie procesu získavania poznatkov, skúseností a kompetencií absolventov inžinierskeho študijného programu Výrobné technológie a manažment bol, popri štandardných moduloch študijného programu, vytvorený osobitný modul voliteľných aktivít s názvom “Technológia a konštrukcia v praxi”. Aktivita tohto modulu sú plánované na obdobie jedného semestra (11 týždňov) v rozsahu 55 hodín a ich cieľom je prepojenie teoretického vzdelávania so získavaním praktických skúseností z odboru štúdia formou riešenia projektových úloh pod vedením odborníkov z praxe. Orientovaný je na riešenie reálnych problémov z oblasti výrobných technológií (technológia tvárnenia, obrábania, tepelného spracovania a montáže), z oblasti logistiky a zlepšovania podnikových procesov (projekt Fit for Quality, Six Sigma) a aplikácie mechatronických systémov v moderných výrobných procesoch. V rámci 12 odborných tém študenti sú vedení k tvorivému a tímovému riešeniu zadaných technických problémov s priamym overením navrhnutých riešení v prevádzkach firmy Schaeffler Skalica.

Modul je svojim obsahom použiteľný aj pre študentov iných, príbuzných študijných programov, ako sú: Počítačová podpora návrhu a výroby alebo Priemyselné inžinierstvo. Jeho obsahová náplň je uvedená v **Tabuľke 1**.

Tabuľka 1 Voliteľný modul *Technológia a konštrukcia v praxi – harmonogram*

Termín	Čas	Téma	Miesto konania	Dĺžka	Zodpovední pracovníci
1. týždeň	09:00-11:30	Otvorenie odborného kurzu	Aula MTF STU Trnava	2 x 50 min	Jana Šugárová + Schaeffler
	13:00-16:00	Ložiskové produkty a ich aplikácia v prevodovkách (R&D)	MTF STU Trnava	3 x 50 min	Slezák Ľuboslav WP/ILS-D7, Orel Erik WP/ILS-D
2. týždeň	8:30-9:00	BOZP	Schaeffler Skalica	30 min	BOZP
	9:00-16:00	FFQ	MOVE Akademia	6 x 50 min	Bojnanský Daniel WP/ILS-PQP2, Petrovič Radoslav WP/ILS-PQP3
3. týždeň	09:30-11:00	Tvárnenie	Schaeffler Skalica	1 h 30 min	Miša Pavol WP/ILS-PIE1, Ivan Michal WP/ILS-PIE1
	12:00-15:00			3 x 50 min	
4. týždeň	09:00 - 16:00	Six Sigma	MTF STU Trnava	6 x 50 min	Špačková Helena WP/ILS-PIX7, Búlik Peter WP/ILS-PIX7
5. týždeň	10:00-12:00	Montáž	Schaeffler Skalica	2 h	Potůček Pavol WP/ILS-PIE1, Mošat Marek WP/ILS-PIE14
	13:00-16:00			3 x 50 min	
6. týždeň	08:00-12:00	PM	MTF STU Trnava	4 x 50 min	Pranda Dušan WP/ILS-PIX, Černek Juraj WP/ILS-PIX6
	13:00-16:00	Tepelné spracovanie - školenie		3 x 50 min	Kocúrová Karin WP/ILS-PIE1, Dvorská Lívia WP/ILS-PIE1
7. týždeň	09:30-11:00	Brúsenie	Schaeffler Skalica	1 h 30 min	Krušina Miroslav WP/ILS-PIE1, Čaletka Peter WP/ILS-PIE1
	12:00-15:00			3 x 50 min	
8. týždeň	10:00 - 12:00	Sústruženie	Schaeffler Skalica	2 x 50 min	Kolínek Michal WP/ILS-PIE1, Duga Dušan WP/ILS-PIE1
	13:00-15:00			2 x 50 min	
9. týždeň	09:00-15:00	Automatizácia a strojné videnie (Mechatronika)	Schaeffler Skalica	2 x 50 min	Štetina Peter WP/ILS-PIE1, Osuský Peter WP/ILS-PIE1
				3 x 50 min	
10. týždeň	09:00-15:00	Logistika	Schaeffler Skalica	2 x 50 min	Patáková Zuzana WP/ILS-PL, Sloboda Igor WP/ILS-PLL81
				3 x 50 min	
11. týždeň	09:00-12:00	Ukončenie odborného kurzu	Aula MTF STU Trnava	3 x 50 min	Jana Šugárová + Schaeffler

Obsah jednotlivých tematických celkov je nasledovný:

Ložiskové produkty a ich aplikácia v prevodovkách R&D

V rámci tematického celku je študentom predstavená výrobná štruktúra firmy Schaeffler Skalica, s podrobným vysvetlením funkcionality vyrábaných komponentov v komplexných montážnych celkoch.

Fit for Quality

Cieľom aktivity je priblížiť študentom pojem kvalita a definovať súbor parametrov, ktorými je hodnotená kvalita konkrétnych produktov. Študenti sú oboznámení s podnikovým programom zvyšovania kvality Fit for Quality, zameraným na dosiahnutie nulovej chybovosti vo výrobe. V rámci praktických cvičení sú na konkrétnom produkte definované základné kritériá kvality a postupy ich hodnotenia.

Technológia tvárnenia

Študentom sú prezentované základné práce a operácie tvárnenia používané vo firme. Formou brainstormingu študenti hodnotia silné a slabé stránky technológie použitej pri výrobe ložiskovej klieťky. V rámci praktických cvičení študenti navrhujú technologické postupy výroby zvaranej a ťahanej ložiskovej klieťky. Súčasťou tematického celku je exkurzia na vybraných pracoviskách tvárnenia ložiskových komponentov.

Six Sigma

Tematický celok približuje metodiku stabilizácie a optimalizácie technologických procesov využitím metódy riadenia Six Sigma. Vysvetlený je model riadenia projektu DMAIC s jeho prvkami: **Define**

(zobrazenie procesu SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer)); **Measure** (typy dát, spôsob zobrazenia dát, analýza meracích systémov, procesné ukazovatele cp, cpk); **Analyze** (Ishikawa diagram – študenti na konkrétnom príklade analyzujú formy plytvania v podniku); **Improve** (realizácia a implementácia riešení – LEAN-5s, SMED, Poka Yoke); **Control** (riešenia ako udržať dosiahnuté výsledky). Na konkrétnom príklade výroby produktu študenti aplikujú túto metódu, kde okrem definovania problémových oblastí navrhujú konkrétne optimalizačné opatrenia.

Technológia montáže

Tematický celok je zameraný na predstavenie rôznych typov montážnych pracovísk v závislosti na type montážneho procesu. Pozornosť je venovaná otázke projektovania montážnych pracovísk s prihliadnutím na ergonomické požiadavky. Na konkrétnom príklade montážneho výrobku študenti navrhujú montážny postup a montážne pracovisko.

Projektový manažment

V rámci tematickej oblasti sú študentom predstavené základné princípy, techniky a prostriedky používané pri projektovom riadení firemných procesov.

Technológia tepelného spracovania

Študenti absolvujú prehliadku pracovísk tepelného a chemicko-tepelného spracovania materiálov. Prezentované sú rôzne konštrukčné riešenia zariadení na tepelné spracovanie a odmasťovanie používané v podniku. Súčasťou tematického celku je opakovanie odbornej terminológie z oblasti materiálového inžinierstva, tepelného a chemicko-tepelného spracovania materiálov aplikáciou prvkov Game Learning.

Technológia brúsenia

Študenti sa oboznamujú so základnou klasifikáciou operácií brúsenia, používaných pri výrobe ložiskových komponentov. Identifikujú vplyv základných parametrov procesu na výsledok brúsenia a hlavné riziká spojené s ich nesprávnym nastavením. Na konkrétnom príklade študenti aplikujú metódu Ishikawa na zistenie príčin vzniku nezhodných výrobkov po operáciách brúsenia v dôsledku poškodenia povrchových vrstiev brúseného obrobku alebo v dôsledku vzniku makrogeometrických nepresností.

Technológia sústruženia

Formou exkurzie sú predstavené rôzne typy sústružníckych pracovísk v závislosti na type obrobku. Tímovým spôsobom študenti navrhujú technologický postup výroby obrobku CNC sústružením a precvičujú aplikáciu metódy 5s na určenie príčin vzniku nezhodného výrobku po sústružení.

Automatizácia a strojné videnie

Študentom sú predstavené vybrané pracoviská vybavené prvkami pružnej automatizácie vrátane systémov strojového videnia. Formou diskusie analyzujú metodiku návrhu automatizovaného výrobného pracoviska a následne navrhujú konkrétne pracovisko vybavené prvkami strojného videnia.

Logistika

Študentom je priblížený systém fungovania vnútropodnikovej logistiky s vysvetlením princípov voľby rozmiestnenia jednotlivých výrobných a pomocných plôch. Formou exkurzie je vysvetlený tok materiálu a informácií v podniku. Skupinovým spôsobom študenti navrhujú dispozičné riešenie pracovísk na výrobu konkrétneho produktu, vrátane spôsobov manipulácie a dopravy materiálu.

2.2 Súbor prednášok zabezpečovaných odborníkmi z praxe

Na doplnenie obsahu povinných a povinne voliteľných predmetov Teória tvárnenia, Teória zvarovania, Meranie a kontrola parametrov výrobkov, Modelovanie procesov obrábania a tvárnenia, Progresívne metódy obrábania, Obrábacie stroje a nástroje a CA technológie a systémy boli v spolupráci s priemyselným partnerom projektu Schaeffler Skalica pripravené a v akademickom roku 2021/2022 zrealizované prednášky odborníkov z praxe. Podrobný prehľad prednášok, prednášajúcich a časovej dotácie na prednášku uvádza **Tabuľka 2**.

Tabuľka 2 Súbor prednášok zabezpečovaných odborníkmi z praxe

Prednášajúci zo Schaeffler Skalica	Garant MTF/predmet	Rozsah (h)	Názov prednášky
Ing. Pavol MIŠA	doc. Ing. Jozef Bílik, PhD.	2	Technológia strihania v Schaeffler Skalica
	<i>Teória tvárnenia</i>		
Ing. Lukáš ZAHNAŠ	prof. Ing. Milan Marônek, CSc.	2	Technológia odporového zvarovania
	<i>Teória zvarovania</i>		
Ing. Patrik ŽILÍNEK	doc. Ing. Augustín Görög, PhD.	1,5	Návrh MTM optimalizácie montážnej linky
	<i>Meranie a kontrola parametrov výrobkov</i>	1,5	Praktické cvičenia MTM
Ing. Jozef RAK	doc. Ing. Augustín Görög, PhD.	1,5	Správa meracích prostriedkov v Schaeffler Skalica.
	<i>Meranie a kontrola parametrov výrobkov</i>		
Ing. Peter MIČIC	doc. Ing. Mária Kapustová, PhD.	2	Modelovanie a simulácia v tvárnení
	<i>Modelovanie procesov obrábania a tvárnenia</i>		
Radovan FORMÁNEK	doc. Ing. Ladislav Morovič, PhD.	1,5	Frézovanie Drôtové rezanie Elektroerozívne hĺbenie
	<i>Progresívne metódy obrábania, Obrábacie stroje a nástroje a CA technológie a systémy</i>		

3 Web-based nástroj na podporu nového vzdelávacieho modelu

Na podporu vzdelávacích aktivít a prakticky orientovaných tréningov študentov študijného programu Výrobné technológie a výrobný manažment bol vytvorený web-based podporný nástroj typu Learning Management System. Jeho cieľom je zdokonaľiť, zjednodušiť a najmä zefektívniť vzdelávací proces tým, že systém na jednom mieste poskytuje elektronické výučbové materiály typu elektronických prezentácií, videoprezentácií a textových dokumentov, určených na online asynchrónnu výučbu a zároveň obsahuje vybrané nástroje na komplexné riadenie doplnkových, na prax orientovaných vzdelávacích aktivít – evidenciu a správu kurzov a školení, praxí, stáží a iných aktivít, zabezpečovaných v spolupráci s partnermi z praxe.

Web-based systém je súčasťou oficiálneho web priestoru MTF STU v Trnave a je dostupný na adrese: <https://vzdelavanie-vt.mtf.stuba.sk/>. Ide o otvorený, priebežne dopĺňaný systém, ktorý v súčasnosti ponúka:

- súbor elektronických prezentácií a videoprezentácií z oblasti progresívnych metód tvárnenia, reverzného inžinierstva, merania na súradnicovom meracom stroji a počítačovej tomografie,
- informácie o aktuálnych, pripravovaných a uskutočnených aktivitách zameraných na prakticky orientované vzdelávanie zabezpečované v spolupráci s praxou, rozširujúce štandardný obsah študijného programu Výrobné technológie a výrobný manažment,
- informácie o možnostiach absolvovania exkurzií, stáží a preddiplomových praxí,
- informácie o možnostiach prihlasovania sa na študijné pobyty a stáže v zahraničí,
- informácie o možnostiach vypracovania diplomových prác a zapájania sa do riešenia výskumno-vývojových projektov riešených na gestorskom pracovisku alebo na pracovisku priemyselného partnera,
- priestor na zdieľanie skúseností z absolvovaných doplnkových foriem vzdelávania.

D O T A Z N Í K „Študent“

Dotazník je určený pre študentov slovenských technických univerzít a slúži na zber informácií, ktoré majú napomôcť k vytvoreniu obrazu o stave naplňovania cieľov prípravy univerzitne vzdelaných odborníkov, spĺňajúcich aktuálne potreby praxe.

Dotazník je anonymný a je súčasťou projektu **KEGA 1767**, „Zvyšovanie profesijných kompetencií absolventov univerzitného vzdelávania v odbore Výrobné technológie implementovaním prvkov duálneho vzdelávania“. Informácie získané jeho spracovaním budú použité len pre potreby riešenia projektu.

1. Akú strednú školu ste absolvovali?

- 1 ☐ Gymnázium
- 2 ☐ Strednú odbornú školu technického zamerania
- 3 ☐ Strednú odbornú školu inú

V prípade odpovede 1, 2 a 3, uveďte o akú školu sa jedná a pri odpovedi 2 a 3, uveďte aké odborné zameranie:

.....

.....

2. Akú univerzitu študujete?

- 1 ☐ STU
- 2 ☐ TUKE
- 3 ☐ ŽU
- 4 ☐ inú

V prípade odpovede 4, uveďte o akú školu sa jedná:

.....

V prípade odpovede 1, 2, 3 a 4, uveďte fakultu a študijný program:

.....

3. Aký význam priradíte vysokoškolskému štúdiu (VŠ) z pohľadu formovania odbornosti absolventa Vami študovaného študijného programu:

- ☐ výrazne prispieva k formovaniu odbornosti absolventa
- ☐ čiastočne prispieva k formovaniu odbornosti absolventa (pod 50%)
- ☐ čiastočne prispieva k formovaniu odbornosti absolventa (nad 50%)
- ☐ vôbec neprispieva k formovaniu odbornosti absolventa

4. Ktorý odborný predmet z VŠ (študijného programu) má, podľa Vášho názoru, na kreovanie Vášho profilu absolventa najväčší vplyv:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| a) Náuka o materiáloch | j) Základy ekonomiky a manažmentu |
| b) Mechanika tuhých a poddajných telies | k) Štatistické metódy |
| c) Kovové a nekovové materiály | l) Personálny manažment |
| d) Základy konštruovania | m) Manažérstvo kvality |
| e) Pružnosť, pevnosť, plasticita | n) Manažmentu výroby |
| f) Technológia | o) Operačná analýza |
| g) Teória | p) TQM – IMS |
| h) Progresívne metódy | r) iný |
| i) CAX technológie | |

V prípade odpovede **f), g)** a **h)**, uveďte konkrétnu technológiu, teóriu a progresívne metódy

.....

.....

.....

V prípade **i)** a **r)**, uveďte konkrétny odborný predmet:

.....

5. Forma vedenia prednášok, vo vyššie uvedenom predmete, mi:

- 1 ☐ veľmi vyhovuje / vyhovovala
- 2 ☐ vyhovuje / vyhovovala
- 3 ☐ vyhovuje / vyhovovala čiastočne
- 4 ☐ nevyhovuje / nevyhovovala

V prípade odpovede 1 a 2, uveďte v čom vidíte **pozitíva** vo forme vedenia prednášok:

.....

.....

.....

.....

V prípade odpovede 3 a 4, uveďte v čom vidíte **nedostatky** vo forme vedenia prednášok a napíšte **odporúčenia na ich zlepšenie**:

.....

.....

.....

.....

6. Forma vedenia cvičení, vo vyššie uvedenom predmete, mi:

- 1 ☐ veľmi vyhovuje / vyhovovala
- 2 ☐ vyhovuje / vyhovovala
- 3 ☐ vyhovuje / vyhovovala čiastočne
- 4 ☐ nevyhovuje / nevyhovovala

V prípade odpovede 1 a 2, uveďte v čom vidíte **pozitíva** vo forme vedenia cvičení :

.....

.....

.....

V prípade odpovede 3 a 4, uveďte v čom vidíte **nedostatky** vo forme vedenia cvičení a napíšte **odporúčenia na ich zlepšenie**:

.....

.....

.....

.....

7. Cvičenej problematike:

- 1 ☐ rozumiem / (rozumel(-a) som) v plnom rozsahu
- 2 ☐ rozumiem / (rozumel(-a) som) čiastočne
- 3 ☐ nerozumiem / (nerozumel(-a) som)

V prípade odpovede 3, uveďte Váš názor, prečo nerozumiete odcvičenej problematike:

.....

.....

.....

8. Uveďte aké metódy ste využili pri získavaní informácií na spracovanie zadaní:

- 1 ☐ konzultácie s prednášajúcim
- 2 ☐ konzultácie s cvičiacim
- 3 ☐ konzultácie s inými osobami
- 4 ☐ konzultácie s iným vyučujúcim
- 5 ☐ samoštúdium
- 6 ☐ iné

V prípade odpovede 3, napíšte s kým ste konzultovali (napr. spolužiaci, odborníci z praxe, ...):

.....
.....
V prípade odpovede 4, napíšte s kým ste realizovali konzultáciu (neuvádzajte meno, ale odborné zameranie, alebo odborný predmet, ktorý konzultujúci viedol):

.....
.....
V prípade odpovede 6, bližšie špecifikujte (napr. exkurzia vo výrobnom podniku, ...):

9. Akú literatúru ste používali pri príprave na odborný predmet a pri spracúvaní zadaní?

- 1 ☐ Prednáškovú literatúru (na predmet)
- 2 ☐ Návody na cvičenia (na predmet)
- 3 ☐ Strojnícke tabuľky a normy
- 4 ☐ Informácie z internetu
- 5 ☐ Informácie z inej prednáškovej literatúry a literatúry pre iné cvičenia

V prípade odpovede 4 a 5, uveďte konkrétne tematické oblasti informácií:

D O T A Z N Í K „Absolvent“

Dotazník je určený pre absolventov slovenských technických univerzít a slúži na zber informácií, ktoré majú napomôcť k vytvoreniu obrazu o stave naplňovania cieľov prípravy univerzitne vzdelaných odborníkov, spĺňajúcich aktuálne potreby praxe.

Dotazník je anonymný a je súčasťou projektu **KEGA 1767**, „Zvyšovanie profesijných kompetencií absolventov univerzitného vzdelávania v odbore Výrobné technológie implementovaním prvkov duálneho vzdelávania“. Informácie získané jeho spracovaním budú použité len pre potreby riešenia projektu.

1. Akú strednú školu ste absolvovali?

- 1 ☐ Gymnázium
- 2 ☐ Strednú odbornú školu technického zamerania
- 3 ☐ Strednú odbornú školu inú

V prípade odpovede 1, 2 a 3, uveďte o akú školu sa jedná a pri odpovedi 2 a 3, uveďte aké odborné zameranie:

.....

.....

2. Akú univerzitu ste študovali?

- 1 ☐ STU
- 2 ☐ TUKE
- 3 ☐ ŽU
- 4 ☐ inú

V prípade odpovede 4, uveďte o akú školu sa jedná:

.....

V prípade odpovede 1, 2, 3 a 4, uveďte fakultu a študijný program:

.....

3. Aký význam priradíte vysokoškolskému štúdiu (VŠ) z pohľadu formovania odbornosti absolventa Vami študovaného študijného programu:

- ☐ výrazne prispieva k formovaniu odbornosti absolventa
- ☐ čiastočne prispieva k formovaniu odbornosti absolventa (pod 50%)
- ☐ čiastočne prispieva k formovaniu odbornosti absolventa (nad 50%)
- ☐ vôbec neprispieva k formovaniu odbornosti absolventa

4. Akú pozíciu na Vašom pracovisku zastávate?

- | | |
|---|--|
| 1 ☐ Materiálový inžinier | 8 ☐ Manažér logistiky |
| 2 ☐ Technológ | 9 ☐ Manažér výroby |
| 3 ☐ Konštruktér | 10 ☐ Risk manažér |
| 4 ☐ Inžinier simulácií | 11 ☐ Manažér kvality |
| 5 ☐ Procesný inžinier | 12 ☐ Manažér inžinieringu |
| 6 ☐ Strojní inžinier | 13 ☐ Projektový manažér |
| 7 ☐ Metrológ | 14 ☐ inú |

V prípade odpovede **14**, uveďte konkrétnu pracovnú pozíciu, ktorú zastávate:

.....

.....

5. Ktorý odborný predmet z VŠ (študijného programu) má na Vašu pracovnú pozíciu najväčší vplyv:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| a) Náuka o materiáloch | j) Základy ekonomiky a manažmentu |
| b) Mechanika tuhých a poddajných telies | k) Štatistické metódy |
| c) Kovové a nekovové materiály | l) Personálny manažment |
| d) Základy konštruovania | m) Manažérstvo kvality |
| e) Pružnosť, pevnosť, plasticita | n) Manažmentu výroby |
| f) Technológia | o) Operačná analýza |
| g) Teória | p) TQM – IMS |
| h) Progresívne metódy | r) iný |
| i) CAX technológie | |

V prípade odpovede **f), g)** a **h)**, uveďte konkrétnu technológiu, teóriu a progresívne metódy

.....

.....

.....

V prípade **i)** a **r)**, uveďte konkrétny odborný predmet:

.....

.....

6. Forma vedenia prednášok mi:

- 1 ☐ veľmi vyhovovala
- 2 ☐ vyhovovala
- 3 ☐ vyhovovala čiastočne

4 ☐ nevyhovovala

V prípade odpovede 1 a 2, uveďte v čom vidíte **pozitíva** vo forme vedenia prednášok:

.....

.....

.....

.....

.....

V prípade odpovede 3 a 4, uveďte v čom vidíte **nedostatky** vo forme vedenia prednášok a napíšte **odporúčenia na ich zlepšenie**:

.....

.....

.....

.....

.....

7. Forma vedenia cvičení mi:

- 1 ☐ veľmi vyhovovala
- 2 ☐ vyhovovala
- 3 ☐ vyhovovala čiastočne
- 4 ☐ nevyhovovala

V prípade odpovede 1 a 2, uveďte v čom vidíte **pozitíva** vo forme vedenia cvičení :

.....

.....

.....

.....

V prípade odpovede 3 a 4, uveďte v čom vidíte **nedostatky** vo forme vedenia cvičení a napíšte **odporúčenia na ich zlepšenie**:

.....

.....

.....

.....

8. Na doplnenie odborných poznatkov, ktoré ste potrebovali na Vašej pracovnej pozícii, ste absolvovali kurzy a školenia?

☐ Áno

☐ Nie

V prípade odpovede 1, uveďte konkrétne oblasti školení a kurzov:

.....

.....

.....

.....

.....

V % vyjadrite objem informácií z jednotlivých kurzov a školení, ktoré doplnili Vaše vedomosti a znalosti z VŠ:

.....

.....

.....

.....

.....

D O T A Z N Í K „Zamestnávateľ“

Dotazník je určený pre zamestnávateľov absolventov slovenských technických univerzít a slúži na zber informácií, ktoré majú napomôcť k vytvoreniu obrazu o stave napĺňania cieľov prípravy univerzitne vzdelaných odborníkov, spĺňajúcich aktuálne potreby praxe.

Dotazník je anonymný a je súčasťou projektu **KEGA 1767**, „Zvyšovanie profesijných kompetencií absolventov univerzitného vzdelávania v odbore Výrobné technológie implementovaním prvkov duálneho vzdelávania“. Informácie získané jeho spracovaním budú použité len pre potreby riešenia projektu.

1. Aké pracovné pozície na Vašom pracovisku máte primárny záujem obsadiť? (môžete označiť viac odpovedí (k označeným, v ďalšej časti dotazníka, zaujmite stanovisko))

- | | |
|---|--|
| 1 ☐ Materiálový inžinier | 8 ☐ Manažér logistiky |
| 2 ☐ Technológ | 9 ☐ Manažér výroby |
| 3 ☐ Konštruktér | 10 ☐ Risk manažér |
| 4 ☐ Inžinier simulácií | 11 ☐ Manažér kvality |
| 5 ☐ Procesný inžinier | 12 ☐ Manažér inžinieringu |
| 6 ☐ Strojní inžinier | 13 ☐ Projektový manažér |
| 7 ☐ Metrológ | 14 ☐ inú |

V prípade odpovede **14**, uveďte konkrétnu pracovnú pozíciu, ktorú potrebujete obsadiť:

.....

.....

2. Aké požiadavky kladiete na uchádzača o pracovnú pozíciu (prac. pozícia č.)

Hlavné požiadavky odborné:

.....

.....

.....

Požiadavky na zručnosti (napr. meracie zariadenia, softvér, ...):

.....

.....

Požiadavky jazykové:

.....

.....

3. Na doplnenie odborných poznatkov prijatého absolventa VŠ bolo nutné absolvovať kurzy a školenia?

Pracovná pozícia č.

1 ☐ Áno

2 ☐ Nie

V prípade odpovede 1, uveďte konkrétne oblasti školení a kurzov:

.....
.....
.....

V % vyjadrite objem informácií z jednotlivých kurzov a školení, ktoré doplnili ich vedomosti a znalosti z VŠ:

.....
.....
.....

Otázky č. 2. a č. 3. sa opakujú podľa počtu zadaných pozícií v otázke č. 1.