



Profil absolventa a ciele vzdelávania

Študijný program: Energetické stroje a zariadenia

Študijný odbor: Strojárstvo

Stupeň štúdia: tretí

Absolvent doktorandského študijného programu Energetické stroje a zariadenia v rámci študijného odboru Strojárstvo má široké odborné vedomosti z viacerých oblastí odboru, ktoré mu slúžia ako základ na uskutočňovanie výskumu a vývoja a vytvárania nových poznatkov v oblasti energetických strojov a zariadení. Dokáže tvorivo aplikovať princípy vedeckého bádania, vie zvoliť konkrétne vedecké metódy základného a aplikovaného výskumu v jednotlivých oblastiach energetických strojov a zariadeniach. Absolvent získa unikátne vedomosti, zručnosti a kompetencie, ktoré reflektujú na aktuálne moderné trendy v oblasti efektívneho získavania, úpravy, transformácie, akumulácie, distribúcie a využitia rôznych foriem energie s čo najnižším environmentálnym zaťažením. Absolvent štúdia má schopnosť samostatnou tvorivou činnosťou zvyšovať úroveň teoretických znalostí v odbore, pričom dokáže pracovať na riešení najzložitejších teoretických a praktických problémov vedného odboru, a technických problémov generovaných požiadavkami praxe.

Absolvent študijného programu Energetické stroje a zariadenia má hlboké odborné vedomosti a zručnosti v problematike prevádzky, údržby, konštrukcie, navrhovania a projektovania energetických strojov, zariadení a systémov pre oblasť energetických strojov a zariadení. Absolvent má systematické a prierezové vedomosti hlavne zo špecializovaných oblastí teórie transportných a optimalizačných procesov v energetických strojoch a zariadeniach ako aj zručnosti z prípravy a realizácie vedeckého experimentu z technických a prírodovedných disciplín, znalosti z teórie prúdenia, prenosu tepla, z teórie vlastností pracovných médií, ktoré spolu s praktickými skúsenosťami prechádzajú do kategórie poznatkov poskytujúcich základ pre originalnosť a rozvíjanie koncepcií, ktoré sa dajú aplikovať pri riešení problémov technickej praxe a aj výskumu. Má rozsiahle poznatky z oblasti pokrokových technológií aplikovaných v energetických strojoch, zariadeniach a systémoch, ako napríklad efektívne využívanie obnoviteľných zdrojov energie najlepšou dostupnou technikou vo vzťahu k životnému prostrediu tzv. Best Available Techniques (BAT).

Absolvent dokáže formulovať nové hypotézy a stratégie na ďalší výskum a rozvoj študijného programu a odboru. Aplikuje vlastné zistenia svojej teoretickej analýzy a svojho komplexného vedeckého výskumu pri riešení problémov v oblasti strojárstva so zameraním na energetické stroje a zariadenia ako i na energetické systémy. Na základe svojich výstupov a zistení dokáže navrhovať, overovať a implementovať nové výskumné a pracovné postupy, ktoré vedú k hospodárnejšiemu a ekologickejšiemu nakladaniu s energiami. Prakticky ovláda zvolené vedecké metódy a používa ich pri vývoji nových technológií a zariadení, technických detailov a dôležitých interaktívnych systémových väzieb. Dokáže efektívne využívať softvérové nástroje, napr. CFD, čím dokáže modelovať rôzne prenosové javy v oblasti prenosu tepla a hmoty, realizovať merania, prieskumy, zber a spracovanie dát.

Tieto vedomosti nadväzujú na predchádzajúce vedomosti získané v rámci štúdia inžinierskeho študijného programu Technika prostredia na Žilinskej univerzite v Žiline, príbuzných inžinierskych študijných programov v študijnom odbore resp. aj iných inžinierskych študijných programov so zvládnutím vedomosti z oblasti prenosu tepla a hmoty, energetických strojov, regulácie tepelných



zariadení, kombinovanej výroby energie a zručnosti s ovládaním príslušných softvérov na modelovanie a simuláciu procesov v energetike.

Po štúdiu sa absolvent vyznačuje nezávislým, kritickým a analytickým myslením, ktoré aplikuje v rýchlo meniacich sa podmienkach energetiky s cieľom čo najefektívnejšieho získavania užitočných foriem energie s minimalizovaním environmentálnej záťaže. Výsledky výskumu a vývoja dokáže samostatne prezentovať pred odbornou komunitou na úrovni Slovenskej republiky a zahraničia. Zohľadňuje spoločenské, vedecké a etické aspekty pri formulovaní výskumných zámerov a interpretácii výsledkov výskumu. Dokáže určiť zameranie výskumu a koordinovať tím v odbore Strojárstvo a hlavne v oblasti energetických strojov a zariadení ako i energetických systémov.

Ciele vzdelávania

Ciele vzdelávania na doktorandskom študijnom programe Energetické stroje a zariadenia v rámci študijného odboru Strojárstvo sú nasledovné:

1. Príprava vhodnou voľbou a výberom predmetov z jadra znalostí a kombináciou povinne voliteľných predmetov a samotnou vedeckou prácou na budúce povolanie vedca, výskumníka a riadiaceho pracovníka v odbore Strojárstvo v oblasti energetické stroje a zariadenia.
2. Porozumenie metodike vedeckého bádania, metóde teoretických analýz, experimentálneho výskumu a príprava na povolanie vedca, výskumníka a inovátora.
3. Získanie rozsiahlych teoretických a odborných vedomostí v študijnom programe Energetické stroje a zariadenia v rámci študijného odboru Strojárstvo na úrovni zodpovedajúcej medzinárodným kritériám.
4. Prepojenie vedomostí z oblasti strojárstva a energetiky do multidisciplinárneho synergického celku.
5. Získanie rozsiahlych teoretických vedomostí z teórie prúdenia, prenosu tepla, numerických simulácií, vlastností pracovných médií, experimentálneho merania, ktoré prinášajú originalnosť a rozvíjanie koncepcií, ktoré sa dajú použiť pri riešení problémov výskumu a vývoja a technickej praxe z oblasti energetických strojov, zariadení a energetických systémov.
6. Nadobudnutie vedomostí o energetickom potenciáli rôznych zdrojov energie, ich efektívnej premene a využití, ekologických a bezpečnostných rizikách ich využitia, realizácii fyzických a numerických modelov v odbore.
7. Získanie schopnosti a zručnosti získavať najnovšie vedecké informácie, analyzovať, integrovať a využívať ich na riešenie úloh vo výskume a vývoji, resp. v praktických úlohách z praxe pri návrhu nových a modifikácii využívaných energetických strojov, zariadení a systémov.
8. Vykonávanie numerických výpočtov a CFD simulácií pre modelovanie rôznych javov v oblasti energetiky.
9. Získanie schopnosti realizovať experimentálny výskum na fyzikálnych modeloch a na reálnych energetických strojoch, zariadeniach a systémoch.
10. Nadobudnutie rozsiahlych vedomostí z oblasti technológie výroby a transformácie rôznych druhov energie konvenčnými aj nekonvenčnými zariadeniami.
11. Nadobudnutie špecifických vedomostí z oblasti distribúcie energetických nosičov.



12. Získanie a analyzovanie informácií o najnovších vyvíjaných technológiách a konštrukciách zariadení na premenu energie, distribúciu a jej využitia.
13. Rozšírenie oblasti poznania študentov prizvaním významných odborníkov praxe a vedeckých pracovníkov z výskumných pracovísk v SR aj v zahraničí na výberové prednášky.
14. Získanie najnovších poznatkov a trendov vo výskume v oblasti energetických strojov a zariadení prostredníctvom účasti študentov na medzinárodných mobilitách alebo stážach.

Výstupy vzdelávania

Na absolventov doktorandského študijného programu Energetické stroje a zariadenia sú v oblasti vedomostí, zručností a kompetentností kladené nasledujúce očakávania:

Vedomosti:

Absolvent študijného programu Energetické stroje a zariadenia:

1. Preukáže po absolvovaní štúdia systematické a prierezové vedomosti hlavne zo špecializovaných oblastí teórie transportných a optimalizačných procesov v energetických strojoch a zariadeniach ako aj zručnosti z prípravy a realizácie vedeckého experimentu z technických a prírodovedných disciplín, znalosti z teórie prúdenia, prenosu tepla, z teórie vlastností pracovných médií, ktoré spolu s praktickými skúsenosťami prechádzajú do kategórie poznatkov poskytujúcich základ pre originalnosť a rozvíjanie koncepcií, ktoré sa dajú použiť pri riešení problémov technickej praxe a aj výskumu. Tieto vedomosti nadobudne najmä v predmetoch Vedecká práca 1 – 2 a Dizertačný projekt 1 – 4.
2. Pri riešení vedeckého problému vie naformulovať vedeckú hypotézu a sformulovať postupnosť krokov na jeho vyriešenie. Vie extrahovať potrebné poznatky z vedeckej a odbornej cudzojazyčnej literatúry a prezentovať ich vo všetkých formách akademického jazyka. Tieto vedomosti nadobudne najmä v predmetoch Vedecká práca 1 – 2, Dizertačný projekt 1 – 4 a Anglický jazyk pre doktorandov 1 – 2.
3. Po absolvovaní študijného programu pozná a rozumie teóriám prenosových javov, metódam a postupom analytického i numerického riešenia úloh, s ktorými sa stretáva v odbore a ktoré majú uplatnenie vo vede a výskume energetických strojov a zariadení.
4. Po absolvovaní predmetu Vybrané state z energetických strojov a zariadení pozná teoretické princípy energetických strojov a zariadení, ich možnosti využitia v rôznych aplikáciách s prihliadnutím na ich účinnosť a ďalšie parametre rešpektujúc najnovšie poznatky z energetiky.
5. Absolvovaním predmetu Vybrané state zo zdrojov energie a jej transformácie je schopný identifikovať formy premeny rôznych druhov energie na prácu, interpretovať princípy výroby a možnej transformácie energie v rôznych druhoch energetických strojov s pochopením zákonitostí súvisiacich s premenami energie a stanoviť a predpovedať účinnosti premien energie doplnené o vybrané aspekty najnovších poznatkov z oblasti zdrojov energie.
6. Orientuje sa v oblastiach, týkajúcich sa životného prostredia, ktoré úzko súvisia s tepelnou energiou, jej transportom a využitím pri zabezpečovaní vhodnej pohody, ovláda princípy technických zariadení, ktoré slúžia na úpravu mikroklimy a čistoty ovzdušia vo vnútornom



prostredí, pričom tieto vedomosti nadobudne najmä absolvovaním predmetu Vybrané state z techniky prostredia.

7. Po absolvovaní predmetu Vybrané state z dynamiky tekutín dokáže interpretovať vlastnosti tekutiny, ktorá je aj nositeľom energie, rozlíšiť adekvátnosť použitia jednotlivých matematických postupov a samostatne ich aplikovať pri riešení konkrétnych problémov v oblasti dynamiky tekutín, analyzovať prúdenia reálnych tekutín v potrubných systémoch a dôležitých uzloch energetických strojov a zariadení.
8. Disponuje hlbokými poznatkami z numerickej matematiky a matematickej štatistiky, ktoré vie aplikovať pri návrhu matematických a fyzických modelov, experimentov, simuláciách a spracovaní získaných výsledkov. Tieto vedomosti nadobudne najmä absolvovaním predmetu Aplikovaná matematika.
9. Dokáže na vedeckej úrovni definovať a vysvetliť význam merania potrebných veličín v študijnom odbore Strojárstvo so zameraním na energetické stroje a zariadenia, charakterizovať základné teoretické princípy z teórie merania, ktoré sú potrebné pre správne aplikovanie vhodnej experimentálnej meracej metódy na kvantifikovanie potrebných veličín, identifikovať problémy experimentálneho merania a vhodne zvoliť správny teoretický prístup k jeho riešeniu, pričom tieto vedomosti nadobudne najmä v predmete Experimentálne metódy v energetike.
10. Absolvovaním predmetu Vybrané state z prenosu tepla a hmoty ovláda teoretické princípy prenosových javov a procesov v energetickej technike na najvyššej úrovni, resp. pre ďalšie aplikácie v špecializovaných predmetoch odboru a pri tvorbe teoretických častí doktorandských prác z oblasti prenosu tepla a hmoty.
11. Chápe význam a potrebu simulácií procesov v energetických strojoch a zariadeniach, disponuje znalosťami zodpovedajúcej medzinárodným kritériám o možnostiach modelovania a simulácií prenosových javov v oblasti energetiky a strojárstva a ich implementovania do problémov technickej praxe a výskumu. Tieto vedomosti nadobudne najmä v predmete Simulácia procesov v energetických strojoch a zariadeniach.
12. Po absolvovaní predmetu Vybrané state z energetických systémov má teoretické vedomosti termomechanických princípoch práce tepelných strojov, konverzii energie na iné formy najlepšou dostupnou technológiou vo vzťahu k životnému prostrediu tzv. Best Available Techniques (BAT), vysvetliť princípy efektívneho energetického využívania s ohľadom na účinnosť a znižovanie vplyvu na životné prostredie, vysvetliť a analyzovať základné princípy ekonomiky návrhu inštalácie a prevádzky zariadení, pričom tieto poznatky dokáže aplikovať na riešenie praktických úloh z oblasti energetiky.
13. Absolvovaním predmetu Materiály a protikorózna ochrana v energetike je schopný rozlíšiť a reprodukovať princípy v modelovaní štruktúry a vlastností konštrukčných materiálov vo väzbe na technológie výroby a reálne využitie konštrukčných materiálov v praxi a vo výskume, porovnať a aplikovať na základe chemického zloženia, mechanických vlastností, procesu prípravy/výroby a tepelného spracovania vybrané skupiny materiálov vo vzťahu ku konkrétnym výrobkom.



Zručnosti:

Absolvent študijného programu Energetické stroje a zariadenia má nasledovné zručnosti:

1. Absolvent počas štúdia písomne spracováva a prezentuje vlastné výsledky výskumu odbornej verejnosti na konferenciách a vedeckých podujatiach a formou publikovania článkov vo vedeckých časopisoch.
2. Pri riešení vedeckého problému vie kombinovať metódy spracovania teoretických poznatkov z vedeckej literatúry, postaviť teóriu riešených vlastných vedecko-výskumných úloh a teoretické závery konfrontovať s empirickými poznatkami získanými pri vlastných experimentoch na reálnych zariadeniach. Vie pripraviť návrh ale aj realizáciu experimentálneho zariadenia tak, aby sa experimentálne dáta získané meraním dali konfrontovať s poznatkami teoretickými.
3. Pri svojej vedecko-výskumnej práci aplikuje exaktné metódy s cieľom zvyšovania teoretického poznania v príslušnej oblasti energetických strojov a zariadení odpovedajúcej téme jeho dizertačnej práce a nachádza väzby na širšiu oblasť riešenia energetickej problematiky.
4. V oblasti podpory výskumu aplikuje najmodernejšie softvérové produkty z oblasti CFD modelovania zložitých transportných procesov.
5. Pri svojej vedecko-výskumnej práci doktorand vykonáva aj pedagogickú činnosť v predmetoch (Termomechanika, Hydromechanika, OZE, ...) úzko súvisiacich s obsahovou náplňou doktorandského štúdia v odbore Energetické stroje a zariadenia.
6. V rámci študijného odboru doktorand rozvíja a koncipuje nové metodické postupy v experimentálnej oblasti odboru a vytvára nástroje, ktoré môžu vyústiť do úžitkových vzorov.
7. Samostatne aplikuje vhodné meracie metódy, orientuje sa vo výbere prístrojov a v ich zapojení v experimente, dokáže vytvoriť experiment, realizovať merania a vyhodnotiť výsledky experimentov v oblasti strojárstva a energetiky. Tieto zručnosti získa najmä v predmete Experimentálne metódy v energetike a pri výskume zadanej problematiky.
8. Absolvovaním predmetu Vybrané stavy z prenosu tepla a hmoty dokáže určiť analytické a numerické metódy riešenia bilančných rovníc a aplikáciu teórie podobnosti pre úlohy z energetických strojov a zariadení a môže riešiť úlohy stacionárneho i nestacionárneho transportu tepla a hmoty v rôznych technických aplikáciách.
9. Dokáže riešiť praktické úlohy z oblasti CFD simulácie energetických systémov a zariadení, samostatne vytvorí geometriu konkrétnych modelov určených k simulácii danej problematiky, vytvorí výpočtovú sieť navrhnutých modelov, samostatne definovať metodiku výpočtu v CFD softvéri, vytvorí vizualizácie simulovaných procesov a zhrnúť získané výsledky. Tieto zručnosti získa najmä absolvovaním predmetu Simulácia procesov v energetických strojoch a zariadeniach.
10. Absolvovaním predmetu Materiály a protikorózna ochrana v energetike dokáže vyhodnocovať výsledky kontroly akosti a kvality surovín, materiálov, polotovarov a výrobkov, aplikovať metódy (kvalitatívne a kvantitatívne) analýzy konštrukčných materiálov, rozpoznať vhodnosť použitia jednotlivých materiálov v konkrétnych aplikáciách, analyzovať získané dáta z výskumnej činnosti.



Kompetentnosti:

Absolvent študijného programu Energetické stroje a zariadenia má nasledovné kompetentnosti:

1. Absolvent dokáže riešiť aj širokospektrálne odborné problémy, koordinovať postupy v tímoch a samostatne a zodpovedne rozhodovať aj v meniacom sa prostredí. Je pripravený niesť zodpovednosť za svoju činnosť a rozhodnutia s prihliadnutím na širšie spoločenské dôsledky.
2. Absolventi po ukončení štúdia získavajú schopnosť integrovať nadobudnuté vedomosti a poznatky s novými informáciami, ktoré poskytuje výskum aj dynamický vývoj inovácií v oblasti energetických strojov, zariadení a systémov, na základe čoho zvládajú riešenie i zložitých technických úloh a vedia formulovať rozhodnutia aj pri limitovaných informáciách pri dodržaní spoločenskej a etickej zodpovednosti.
3. Absolventi disponujú inovatívnym myslením, sú pripravení odborne na vedeckej úrovni prezentovať výsledky vlastných výskumov a analýz pred odborným publikom a sú kompetentní riešiť v rámci interdisciplinárneho vedeckého tímu vedecké problémy.
4. Absolventi sú schopní v akademickom a profesionálnom kontexte podporovať technologický, spoločenský a kultúrny pokrok v spoločnosti založenej na poznatkoch a vedomostiach.
5. Doktorandi po oboznámení sa s aktuálnym stavom poznania v odbore a realizovaní podstatnej časti výskumu v téme svojej doktorandskej práce sú schopní prezentovať a obhajovať si svoje odborné stanoviská aj na medzinárodných fórach.
6. Absolventi tretieho stupňa štúdia cez svoje analytické a inovačné myslenie výraznejšie prispievajú k technickému rozvoju a spoločenskému pokroku vo vedeckom výskume alebo pri vývoji nových energetických strojov, zariadení a systémov.
7. Absolventi dokážu s vysokou mierou tvorivosti, inovatívnosti a samostatnosti skúmať, vyvíjať a riadiť návrh a realizáciu energetických strojov, zariadení a systémov, vrátane ich užívania, rekonštrukcie s minimálnymi environmentálnymi dopadmi.
8. Absolventi pri štúdiu študijného programu postupne získavajú podporu strategického a koncepčného myslenia v oblasti využívania energie v rôznych formách a sú pripravení reagovať na celospoločenské výzvy oblasti nových energetických koncepcií.