

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Број: 01-1/4994

Датум: 16.12.2024. године

Допуна

Програма научноистраживачког рада
Факултета инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу за период
01.01.2025–31.12.2029.

У Крагујевцу, децембар 2024.

Приказ планираних тема истраживања

Катедра за електротехнику и рачунарство

- *Пројектовање дигиталних хардверских акцелератора*

Перформансе данашњих дигиталних система енергетски су ограничени и у погледу потрошње и у погледу одвођења топлоте, стога је једини начин за повећање перформанси заправо кроз повећање енергетске ефикасности. Са друге стране, даље повећање ефикасности може се остварити искључиво кроз пројектовање ускоспецијализованих наменских хардверских акцелератора и њихово повезивање са општенаменским језгрима било као меморијски мапиране периферије било кроз специјализоване инструкције нпр. RISC-V скупа. Циљ је пројектовати генераторе инстанци хардверских акцелератора за дигиталну обраду сигнала, односно вештачку интелигенцију, то јест машинско учење. Након оптимизације инстанци за одређену намену, идеја је урадити фабрикацију и добити полупроводнички чип који би се измерио и тако доказала способност да овакви системи по перформансама превазиђу данашње најбоље системе.

- *Синтетизабилна сведигитална класично аналогна кола*

За повећање продуктивности пројектовања, нека класично аналогна кола као што су синтетизатори учестаности, генератори периодичног сигнала такта, конвертори података (аналогно-дигитални, временско-дигитални, фреквенцијско-дигитални, итд.), линеарни напонски стабилизатори, серилајзери и десерилајзери на серијским жичаним примопредајницима би, по могућности, требала бити замењена дигиталним, штавише, синтетизабилним топологијама које на уштрб нешто слабијих перформанси нуде могућност смањења неопходног времена за пројектовање и за читав ред величине. Идеја је практично показати реализоване примере ових кола и искористити их за добијање сигнала такта, напона напајања, као и прихватање података споља и слање података ван чипа у системима који садрже и неке од претходних хардверских акцелератора.

- *RFID тагови компатибилни са стандардним Wi-Fi протоколом*

Интернет ствари је парадигма која омогућава међусобно умрежавање електронских уређаја који садрже сензоре и обраду података прикупљених са истих, те размену података и међукомуникацију разних физичких објеката. Радиофреквенцијска идентификација (РФИД) и РФИД тагови су технологија која, превасходно захваљујући ниској цени, омогућава широку распрострањеност интернета ствари. Главна препрека јесу скупи РФИД читачи. Идеја је заменити РФИД читач неким стандардним свеприсутним протоколом као што је Wi-Fi. Практична реализација једног RFID тага који садржи антене на флексибилном супстрату на коме се налази и чип напајан искључиво из енергије амбијенталног радиофреквенцијског зрачења могао би да смањи цену тага до чак једног динара. Сва енергија могла би бити ускладиштена на суперкондензатору уместо батерији. Ово би омогућило свеприсутност оваквих РФИД система, примену у сензорици и радиологацији, а и приближило нас концепту такозване електронске прашине.

- *Појачавачи снаге у 5G/6G системима и њихово моделовање*

Истраживање захтева које морају да испуне појачавачи снаге у 5G/6G системима и

моделовање појачавача снаге за 5G/6G, пре свега њихових нелинеарности. План је да се истраживање усмери ка анализи додатних ограничења код ефикасности, да би се смањило утрошак енергије појачавача, а затим и проширења опсега линеарности појачавача да би се покрио шири опсег фреквенција и побољшали капацитет и покривеност услед потребе за опслуживањем већег броја корисника на мањим и већим растојањима, а појачавачи морају бити у стању да се прилагођавају различитим условима и променама. Моделовање појачавача ће бити изведено као однос излазног и улазног сигнала, коришћењем стварних сигнала, или сигнала добијених симулацијом система, употребом различитих метода који ће показати за који метод је најповољније одлучити се када се ради о различитим захтевима.

- *Линеаризација карактеристике и поништавање дисторзије појачавача снаге*

Фокус ће бити на исправљању дисторзије у реалном времену коришћењем адаптивних филтара имплементираних софтверски и коришћењем предиктивних модела који се могу прилагођавати променама које настају у окружењу филтра, нпр. промена спољашње температуре која утиче на нелинеарну карактеристику појачавача.

- *Развој нових метода за пројектовање fullband, midband и lowpass IIR диференцијатора са приближно линеарном фазном карактеристиком, а чија се преносна функција може представити паралелном везом филтара свепропусника учестаности.*

Циљ истраживања је добијање диференцијатора који се могу реализовати са смањеним бројем множача и/или имају нижу вредност грешке линеарности фазне карактеристике од постојећих решења. Анализа ефеката коначне дужине дигиталне речи. Хардверска и софтверска имплементација.

- *Развој нових метода за пројектовање FIR и IIR интегратора ниског реда са линеарном или приближно линеарном фазном карактеристиком.*

Реализационе структуре и анализа ефеката коначне дужине дигиталне речи. Хардверска и софтверска имплементација.

- *Развој алгоритама за налажење оптималних реализационих структура дигиталних филтара.*

Генерално гледано, након што су коефицијенти преносне функције дигиталног филтра одређени, филтар може бити реализован коришћењем, теоријски гледано, бесконачно много еквивалентних структура, при чему је број стандардних реализационих структура ограничен. Циљ истраживања јесте развој метахеуристичких алгоритама чијом применом би се могао истражити и много већи скуп структура за реализацију филтарских функција.

- *Проучавање физичких основа ласерски индукованог пробоја у различитим срединама и примене у више области (фузија, анализа земљишта, воде, археолошких узорака)*

Један од циљева истраживања биће развој методологије високе осетљивости хемијске анализе металних загађивача у води, што потенцијално има велики значај за анализу загађења вода у домаћинствима или у пољопривреди. У зависности од доступности расположиве опреме, поставиће се и експеримент за ласерски индуковани пробој са два импулса, где ће се посебна пажња посветити анализи утицаја кашњења између импулса на еволуцију кавитационог мехура и последично дејство на ласерски индуквану плазму.

- *Унапређење експерименталних метода за карактеризацију различитих извора плазме*

Усавршавање примењених експерименталних техника може представљати значајан корак у свим областима примене. Пре свега радиће се на усавршавању техника брзе фотографије, шадографије и шпирена (унапредити до сада коришћену поставку са сочивима, и тестирати могућности поставке са параболичним огледалима), а у циљу добијања спектра високог квалитета радиће се на оптимизацији узорковања, фокусирања ласерског зрака и оптичког система за прикупљање зрачења плазме.

- *Решавање проблема електромагнетског поља, електромагнетског зрачења и електромагнетске компатибилности*

Фокус истраживања биће на прорачуну и моделовању електромагнетског поља у околини различитих структура проводника са/без присуства проводних средина у близини. Биће тестирана могућност примене аналитичког решавања проблема Somerfeldovog интеграла помоћу Хенкелових функција и теореме ликова, а у ситуацијама где аналитички приступ не даје решење приступ ће бити нумерички помоћу диференцијалних (FDM, FEM) и интегралних (CSM, MoM) метода. Радиће се и на развоју модела и симулација о утицају електромагнетског зрачења на рад електронских компоненти, са акцентом на утицај јонизујућег зрачења на рад полупроводничких компоненти, меморија, соларних ћелија и гасних цеви, као и на детаљној анализи метода за заштиту електронских уређаја од јонизујућег зрачења.

- *Анализа различитих примена магнетокалоричног ефекта код система за хлађење са аспекта енергетске ефикасности*

Примена магнетокалоричног ефекта у системима за хлађење представља значајан напредак у области расхладних технологија. Магнетокалорични ефекат се заснива на својству одређених материјала да мењају температуру под утицајем магнетног поља — када се материјал излаже магнетном пољу, његова температура се повећава, а када се поље уклони, материјал се хлади. Овај процес може бити искоришћен за стварање енергетски ефикасних система за хлађење. Магнетокалорични ефекат представља обећавајућу технологију за развој енергетски ефикаснијих и еколошки прихватљивијих система за хлађење, са широким потенцијалом примене у различитим индустријама, од расхладних уређаја до електричних возила. Један од праваца истраживања биће на примени магнетокалоричног ефекта код система за хлађење у електричним возилима.

- *Анализа и развој фотонапонских и соларних система*

Фокус истраживања биће на примени фотонапонских панела на стакленицима, с посебним акцентом на побољшање енергетске ефикасности. Стакленици захтевају значајне количине енергије за процесе као што су грејање, хлађење и освежавање, па је стога изузетно важно развијати решења која ће максимизирати искоришћеност енергије и смањити потрошњу. У овом контексту, истраживање ће обухватити различите типове фотонапонских панела, анализу њихове ефикасности и примену оптимизације потрошње енергије. Поред тога, разматраће се и фактори као што су географска ширина и климатски услови, који значајно утичу на перформансе фотонапонских система. Циљ је да се у оквиру овог истраживања изврши оптимизација угла поставке панела за три различита града у Србији: Врање, Крагујевац и Нови Сад. Ова оптимизација ће омогућити боље искоришћење сунчеве енергије у сваком од ових подручја, узимајући у обзир локалне климатске услове и потребе за енергијом у стакленичким системима. Тиме ће се допринети развоју енергетски ефикасних

система за стакленике који ће не само смањити потрошњу енергије, већ и подржати одрживи развој у аграрном сектору Србије. У оквиру ове ставке, наставиће се истраживања фотонапонских система уграђених у фасаде зграда (BIPV), фокусирајући се на коришћену технологију и побољшање енергетске ефикасности.

- *Примена AI у сајбер безбедности и заштити приватности*

Од 2025. до 2029. године, истраживање примене вештачке интелигенције (АИ) у области сајбер безбедности и заштите приватности фокусираће се на развој напредних АИ решења за детекцију претњи у реалном времену, безбедне комуникационе протоколе и технологије за очување приватности. Ово укључује коришћење машинског учења за откривање аномалија у ИоТ и паметним мрежним системима, креирање модела за дистрибуирано учење (federated learning) ради унапређења заштите података у дистрибуираним мрежама, као и дизајнирање АИ-погођених метода за енкрипцију у циљу заштите критичне инфраструктуре. Кључна тема биће етичка примена АИ, са нагласком на транспарентност, правичност и усклађеност са глобалним стандардима заштите података. Истраживање ће спојити теоријске напретке са практичним имплементацијама, што ће резултирати скалабилним и отпорним системима који одговарају на изазове сајбер безбедности и заштите приватности у све повезанијим дигиталним и физичким окружењима.

- *Развој информационо-комуникационих система нове генерације*

Истраживање у области напредних комуникационих система фокусираће се на развој технологија нове генерације које подржавају ултра-поуздане, ниско-латентне и високо-капацитетне мреже. Ово укључује унапређење 6G комуникационих протокола, интелигентно дељење спектра коришћењем вештачке интелигенције и интеграцију квантних комуникационих техника ради побољшања безбедности. Истраживање ће обухватити примену реконфигурисивих интелигентних система (RIS) за оптимизацију пропагације сигнала, као и *edge* рачунарство и машинско учење за адаптивно управљање мрежама. Посебан акценат биће стављен на енергетски ефикасне дизајне и интероперабилност између различитих комуникационих система како би се задовољиле потребе ИоТ-а, аутономних система и паметних градова. Циљ је успостављање робусних, скалабилних и сигурних комуникационих и софтверских инфраструктура које ће подржавати нове технологије и апликације.

- *Анализа деформације текстилне антене са различитим конфигурацијама зрачећих површина, супстрата и геометрија делова тела.*

Моделовање антена са убаченим прорезима различите геометрије на зрачећој површини у циљу добијања бољих перформанси антене. Анализа утицаја регуларних деформација микрострип антене (савијање, истезање..), на електромагнетне перформансе (резонантна фреквенција, пропусни опсег, карактеристика зрачења итд.). Развој и примене техника за опис деформација зрачеће површи антене и параметара супстрата. Реализација каноничних нумеричких модела на основу основних геометријских облика (сфера, цилиндар) у циљу апроксимације делова тела који су најпогоднији за постављање текстилних антена (груди, рука, леђа).

- *Развој термичког ТЛМ модела и анализа ефеката микроталасног загревања ткива у микроталасном апликатору,*

Развој термичког ТЛМ модела. Имплементација дисперзивних диелектричних карактеристика у ТЛМ алгоритам. Карактеризација диелектричних и термичких карактеристика људских ткива и органа. Нумеричка анализа утицаја диелектричних и термичких особина на развој и дистрибуцију топлоте. Развој модела резонантног микроталасног апликатора за хипертермички третман. Генерисање апроксимативних нумеричких модела људског тела или делова тела. Реализација нумеричких ТЛМ модела познатих диелектричних и термичких особина људског ткива. Примена термичког ТЛМ модела за описивање микроталасног загревања услед ЕМ зрачења биолошког ткива.

- *Моделовање и анализа РФИД сензора за детекцију пукотина*

Моделовање постојећих RFID сензора фреквенције 860-960 MHz за детекцију пукотина у композитно-бетонској структури. Карактеристике трансмисије и рефлексије бетонских конструкција ојачаних FRP-ом (Fibre Reinforced Polymer), у присуству и одсуству хоризонталних и вертикалних пукотина биће анализирани у опсегу до 10GHz како би се омогућио дизајн специфичних RFID тагова за детекцију пукотина.

Катедра за енергетику и процесну технику

- *Формирање предиктивног модела концентрације PM2.5 честица у ваздуху*

Циљ истраживања је формирање модела за предикцију концентрације честица у атмосфери употребом машинског учења и неуронских мрежа. Модел се израђује за различите временске дијапазоне и локације, а употребљаваће изворе информација од сателитских снимака до података са грађанских мерних станица, са акцентом на open-source изворима података.

- *Оснаживање позиције грађана у енергетској транзицији*

Истраживање је фокусирано на јачање позиције грађана у Р. Србији током предстојеће енергетске транзиције. Односи се на различите моделе грађанске партиципације: енергетске задруге, енергетске заједнице, појединачно учешће, и друге видове.

- *Активна настава као алат за преношење знања у области одрживог развоја на инжењерским или техничким факултетима*

Циљ истраживања је проналажење могућности за унапређење наставног процеса у области одрживог развоја употребом различитих техника активне наставе попут играња улога, дебата или других видова активне наставе.

- *Развој методологије за предвиђање и мониторинг вредности степена рециклаже комуналног отпада на националном нивоу: Модел за унапређење циркуларне економије у Србији*

Истраживање ће бити усмерено је на развој динамичког модела управљања комуналним отпадом који интегрисаће принципе циркуларне економије. Циљ је предвиђање и мониторинг степена рециклаже на националном нивоу, уз идентификацију кључних варијабли које утичу на ефикасност система управљања отпадом. Истраживање ће користити методологије попут Анализе обавијања података (DEA) за квантификацију и оптимизацију управљања отпадом. Фокус ће бити на развоју сценарија који омогућавају локалним самоуправама и доносиоцима одлука ефикасно планирање и имплементацију стратегија, уз усклађивање са циљевима Европске уније и одрживог развоја. Резултати ће допринети повећању рециклажног

потенцијала у Републици Србији и преласку ка одрживијем систему управљања отпадом.

- *Развој софтверских алата за управљање грађевинским отпадом у складу са принципима циркуларне економије: Приступ повећању ресурсне ефикасности и рециклажног потенцијала*

Истраживање је усмерено на развој софтверског решења за процену и праћење количина грађевинског отпада генерисаног рушењем објеката. Коришћењем базе података израђене на основу анализе грађевинских пројеката, софтвер омогућава прецизну процену врста и количина отпада, као и његовог рециклажног потенцијала. Резултати истраживања допринеће унапређењу видљивости и следљивости токова грађевинског отпада, оптимизацији ресурса и смањењу емисија гасова са ефектом стаклене баште. Такође, истраживање укључује анализу правног оквира и примену циркуларног модела у управљању грађевинским отпадом, чиме се поставља основ за израду одрживих планова управљања отпадом и подстиче развој нових тржишта секундарних сировина.

- *Развој лаганих бетонских блокова са додатком рециклисаног ЕПС-а и летећег пепела: Иновативни приступ управљању отпадом и одрживим грађевинским материјалима*

Истраживање се фокусира на развој нових композитних грађевинских материјала користећи рециклисан експандирани полистирен (EPS) и летећи пепео као одрживе замене у бетонским мешавинама. Циљ је оптимизација густине, топлотне проводљивости и притисне чврстоће, чиме се стварају иновативни производи са побољшаним карактеристикама у поређењу са класичним бетонским блоковима. Тиме се доприноси решавању проблема загађења изазваног EPS отпадом и летећим пепелом, смањујући количине отпада на депонијама и емисију CO₂, док истовремено омогућава значајне еколошке и економске бенефите. Резултати истраживања ће подржати прелазак ка циркуларној економији кроз употребу јефтинијих, еколошки прихватљивих сировина и омогућити развој нових производа на домаћем и међународном тржишту.

- *Утврђивање оптималне стратегије за управљање комуналним отпадом*

Дефинисање математичког модела и процедура за управљање комуналним отпадом са циљем минимизације трошкова и повећања ефикасности рециклаже. У истраживању ће се анализирати различити сценарији сакупљања, транспорта и одлагања отпада, узимајући у обзир демографске и инфраструктурне факторе. Коришћењем добијених модела израдиће се практични пример оптимизације управљања отпадом у урбаним срединама.

- *Дефинисање приступа за одрживо енергетско планирање.*

Дефинисани приступ за спровођење одрживог планирања енергетских система, поред избора најбољих доступних технологија, узимаће у обзир и економске, друштвене и параметре животне средине. Приступ ће омогућити испланирано повезивање више одрживих решења која могу имати позитивне ефекте и у земљама и градовима чији енергетски системи су засновани на употреби фосилних горива. Резултати спроведених истраживања могу омогућити доносиоцима одлука олакшано планирање будућих енергетски одрживих градова, кроз учествовање више заинтересованих страна и дефинисање оптималног сценарија.

- *Разматрање примене биомасе и биогорива у енергетској транзицији и њихова улога у декарбонизацији.*

Током истраживања биће анализирана могућност производње биогорива из одрживих

сировина и њихова улога у процесу енергетске транзиције и декарбонизације. Анализираће се различите сировине за производњу течних и гасовитих биогорива и њихове карактеристике у погледу емисија загађујућих материја, као и могућности за суспституцију фосилних горива. Истраживања ће бити праћена израдом одговарајуће економске анализе.

- *Развој и примена методологије за декарбонизацију здравственог сектора*

Креирање интегрисаног приступа подстиче се дефинисање и имплементација активности са великим утицајем (снабдевање електричном енергијом, обновљиви извори енергије, објекти и операције, ланац снабдевања, управљање отпадом, итд.), који доприносе смањењу емисије гасова стаклене баште, подстичући повећање иновативних алата у овој области. У том контексту, специфични циљеви истраживања су: 1) утврђење курса ка декарбонизацији здравственог сектора, укључујући вишеструке интервенције за спровођење интегрисаних акција високог утицаја и 2) идентификовање најновијих револуционарна технологија и иновативних алата који би могли да убрзају енергетску транзицију у сектору.

- *Истраживање нових конструкција соларних пријемника*

Истраживање треба да обухвати побољшане карактеристике термичке ефикасности и примењивости соларних пријемника. Такође, предвиђена је и анализа енергетских токова у соларним системима који садрже ове пријемнике.

- *Анализа могућности смањења потрошње енергије у пасивним зградама*

Примена савремених софтвера за анализу енергетских токова у зградама омогућује истраживање дефинисаних измена на омотачима зграда и системима вентилације, ради смањења потрошње енергије за климатизацију и достизања нивоа пасивних зграда.

- *Техно-економска анализа стакленика са фотонапонским панелима и топлотном пумпом*

Стакленици троше значајну количину енергије, како за грејање, тако и за хлађење, па је од великог значаја примена технологија обновљивих извора енергије. У овом раду ће се урадити оптимизација потрошње енергије соларног стакленика, који има уграђене фотонапонске панеле и топлотну пумпу. Модел стакленика би се урадио у софтверу EnergyPlus, а оптимизација у програму GenOpt за више параметара: различиту модулску ефикасност ФН панела, различит угао нагиба ФН панела и различит угао оријентације стакленика и ФН панела. Такође је планирана и еколошка и економска анализа најбоље постигнутих решења.

- *Енергетска оптимизација величина ФН панела и соларних колектора код кућа нето-нулте потрошње енергије*

Планирана је енергетска оптимизација српске куће која има систем фотонапонских панела и систем соларних колектора. Разматраће се зграда са три различита система грејања: електричним грејањем, даљинским грејањем и сопственим централним системом грејања са гасним котлом. Циљ енергетске оптимизације је одређивање оптималне величине површина фотонапонских панела и соларних колектора, како би се минимизирала потрошња примарне енергије и добила кућа нето-нулте енергетске потрошње. Оптимизација се врши за више параметара, као што су дебљина изолације, потрошња електричне енергије, потрошња топле воде и различита ефикасност ФН модула. Планирана је и економска оптимизација којом бисе добили резултати величина фотонапонских панела и соларних колектора при којима се остварује максимална вредност финансијске добити. На крају, разматрао би се утицај

соларних система за генерисање енергије на животну средину.

- *Унапређење енергетске ефикасности српских породичних зграда кроз примену принципа пасивног соларног дизајна*

Имплементација соларних пасивних принципа при пројектовању зграда утиче на смањење потрошње енергије. Овај рад би представљао анализу могућности за смањење потрошње енергије за грејање у српској породичној згради, коришћењем неких принципа соларног пасивног дизајна. Модели зграда би се симулирали у софтверу EnergyPlus. Планиран је развој 3 различита модела пасивних зграда, њихова енергетска анализа и поређење резултата са моделом који је грађен без примене принципа соларног дизајна.

- *Развој методологије за процену и оптимизација избора технологије за редукацију емисија гасова стаклене баште малих и средњих предузећа*

Дефинисање приступа и креирање софтверских алата са циљем процене емисија гасова стаклене баште оспега (*Scope*) 1, 2 и 3 из различитих индустријских грана у РС. Коришћење софтверских алата за оптимизацију избора технологије и виши степен имплементације обновљивих извора енергије у предузећима са циљем смањења угљеничног отиска на нивоу компаније и на по производу. Примена вишекритеријумске анализе за приоритизацију мера и активности.

- *Развој методологије за декарбонизацију и постизање угљенично неутралне производње у индустрији.*

Током истраживања биће дефинисана методологија за постизање одрживе CO₂ нето нулте производње у индустрији. Методологија ће бити тако дефинисан да се састоји од пажљиво планираних и формулисаних корака који омогућавају доносиоцима одлука да ефикасно остваре жељени циљ. У оквиру истраживања биће спроведене следеће активности, а које ће бити и саставни део предложене методологије: 1) одређивање базног угљеничног отиска, 2) дефинисање, одређивање приоритета и примена мера и опција за смањења угљеничног отиска и 3) разматрање и примена опција за компензацију емисија угљен-диоксида. Пошто обим производње утиче на емисије гасова стаклене баште, методологија укључује и процену емисија на основу предвиђеног обима производње.

- *Промивисање концепта електрификације топлотне енергије*

Дефинисање неопходних предуслова за виши степен имплементације топлотних пумпи за загревање стамбених и индустријских објеката и интеграција са обновљивим изворима енергије.

- *Утврђивање оптималне стратегије енергетске транзиције*

Истраживање је фокусирано на јачање позиције појединца (грађана) у Р. Србији током предстојеће енергетске транзиције. Односи се на различите моделе грађанске партиципације: енергетске задруге, енергетске заједнице, појединачно учешће, и друге видове.

- *Истраживање и праћење примене принципа одрживог развоја/циљева одрживог развоја*

Циљ истраживања је анализа и препоруке за примену принципа одрживог развоја у индустрији (енергетска ефикасност, промене у технолошким процесима, итд.), јавним управама (енергетске политике, комуникација са грађанима, планови и стратегије, итд.),

градовима и руралним срединама (промене понашања и организовања, сектор градње и употребе енергије, нови бизнис модели, паметни градови, употреба информационо-комуникационих технологија, итд.).

- *Истраживање улоге инжењера у имплементацији принципа одрживог развоја*

Истраживање се фокусира на примену активне настава као алата за преношење знања у области одрживог развоја на инжењерским и/или техничким факултетима. Циљ истраживања је проналажење могућности за унапређење наставног процеса у области одрживог развоја употребом различитих техника активне наставе попут играња улога, дебата, backcasting методе или других видова активне наставе.

- *Развој методологије за имплементацију система поврата топлоте отпадних вода у циљу повећања енергетске ефикасности у зградама*

Идентификација зграда са највећим потенцијалом за примену система поврата топлоте отпадних вода; прикупљање података о тренутној потрошњи енергије у зградама, као и о количини и температури отпадних вода и дефинисање критеријума за процену енергетске ефикасности и перформанси система поврата топлоте отпадних вода.

- *Дефинисање методологије за израду water audit-a (ревизије воде)*

Како још увек не постоји стандардна процедура за ревизију воде (water audit) у зградама, планирано је дефинисање методологије и процедура за израду извештаја са аспекта одређивање стварне потрошње, губитака, уштеде и поновне употребе воде у различитим типовима зграда/домаћинствима.

- *Декарбонизација кроз анализу целокупне процене животног циклуса зграда*

Дефинисање смерница за целокупну процену животног циклуса у сектору зградарства и израда базе података која ће садржати релевантне детаље за Whole Building Life Cycle Assessment (WBLCA) из области грађевинског сектора.

- *Истраживање нестамбених зграда намењених образовању готово нулте енергетске потрошње и нулте емисије угљен-диоксида*

Истраживање ће се заснивати на формирању и оптимизацији енергетских модела зграда намењених образовању, на територији Републике Србије, у циљу постизања статуса зграда готово нулте енергетске потрошње и нето нулте емисије угљен-диоксида. Енергетски модели би узимали у обзир климатске карактеристике поднебља, обрасце присуства и понашања корисника зграде, примену савремених система грејања, хлађења и климатизације који укључују и системе обновљивих извора енергије.

Катедра за машинске конструкције и механизацију

- *Истраживање високопрецизних преносника снаге*

Анализа прецизности и ефикасности поменутих преносника снаге аналитичким и експерименталним путем. Посебна пажња ће бити посвећена преносницима који се користе код индустријских робота).

- *Корекција озубљења у масовној производњи зупчаника са правим зупцима*

У оквиру ове теме ће бити истраживане методе корекције озубљења код еволвентних и циклоидних зупчаника са правим зупцима ради масовне производње. Као производна технологија планирано је да се користи сечење водом и сечење ласером. Циљ истраживања је добијање што повољнијих параметара за израду еволвентних и циклоидних зупчаника, као и испитивање практичне примене тако произведених зупчаника.

- *Развој уређаја за испитивање трења и хабања*

У оквиру ове теме у плану је развој више типова уређаја за испитивање трења и хабања различитих врста материјала. Циљ истраживања је да се развију бар два типа уређаја који ће радити на принципу наизменичног праволинијског кретања и на принципу кретања епрувете по диску. На овим уређајима ће бити могуће испитивање различитих врста материјала као и симулација разних контаката који се дешавају између машинских елемената у пракси.

- *Унапређење постојећих и увођење нових решења носећих елемената и њихових веза у оквиру просторних структура складишних система као и одговарајућих транспортно-манипулативних средстава*

Анализом постојећих структурних елемената конструкција различитих складишних система који се користе у свакодневној пракси генерисати предлоге њихових унапређења или увођења потпуно нових решења. Експериментална испитивања повезати са развијеним нумеричким моделима. Испитати и покушати развој елемената вишеструке намене у циљу оптимизације и редуковања трошкова производње. Радити и на развоју идеја нових решења транспортно-манипулативних средстава у циљу аутоматизације складишних система.

- *Примена вишекритеријумских метода при одабиру композитних материјала за израду машинских елемената*

Избор композитних материјала за израду одређених машинских елемената је врло сложен задатак који обухвата познавање механичких карактеристика материјала, захтеве у погледу носивости, чврстоће, утицај угла оријентације влакана, масе, цене, и др. Један овако комплексан проблем може се решити применом неке од метода вишекритеријумског одлучивања.

- *Истраживања оптимизације решеткастих носача*

Дефинисање и даље развијање математичког модела за оптимизацију опоречних пресека, облика и топологије решеткастих носећих конструкција у циљу постизања реално примењивих резултата.

- *Испитивања потенцијала примене 3D штампаних елемената*

Испитивања особина материјала, примењене технологије и начина генерисања физичког модела. Одређивање потенцијала примене за конкретну намену и употребу код машинских конструкција.

- *Анализа примене 3D штампаних делова у комбинацији са стандардним машинским елементима и системима.*

Испитивање неопходних сила за утискивање и растављање пресованих склопова код спајања

штампаних полимерских делова и металних компонената.

- *Испитивање различитих карактеристика 3D штампаних делова направљених од различитих полимера и влакнима ојачаних композитних материјала.*

Циљ истраживања је прецизно дефинисање способности оваквих материјала и одређивање генералних препорука за њихову имплементацију у зависности од оптерећења, оријентације штампе, услова рада, итд.

- *Развој и примена метода математичке оптимизације машинских конструкција*

Дефинисање математичког модела за оптимизацију конкретних машинских система. Модификација познатих или развој нових метода за решавање оптимизационих задатака. Тестирање метода на стандардним и специфичним примерима.

- *Структурна оптимизација носећих конструкција*

Оптимизација топологије, облика и димензија машинских конструкција. Дефинисање функције циља и ограничења. Примери структурне оптимизације.

- *Истраживање транспортно - манипулативних и складишних система*

Избор транспортно – манипулативних средстава за руковање материјалима у складиштима и ван њих. Прорачун главних техничких параметара транспорта, одређивање капацитета, носивости, радних брзина машина прекидног и непрекидног транспорта. Концепт и функционисање складишних система и транспортних уређаја и машина у задатим реалним условима.

- *Теоријски и практични аспекти примене метода Теорије поузданости у фази развоја техничких система*

Применом метода Теорије поузданости и других алата и техника система квалитета у фази развоја техничких система у највећој мери може се утицати на истовремено побољшање квалитета, скраћење времена и смањења трошкова развоја. Због тога, тежиште мог научно истраживачког рада у наредном периоду биће даљи развој и практична примена метода Теорије поузданости у областима анализе отказа, процене ризика, димензионисање елемената на основу задате поузданости и поступака убрзаног добијања података о поузданости у фази развоја.

- *Испитивање губитака снаге код вишестепеног планетарног преносника*

У циљу испитивања губитака снаге, најпре ће бити конструисан и направљен вишестепени планетарни преносник. Анализираће се како преносни однос, односно одговарајући степен преноса утиче на степен искоришћења. Такође ће бити анализирано и како се при истим бројевима обртаја, у различитим степенима преноса, мења степен искоришћења. С обзиром на то да ће се експериментално истраживање спровести за три различита нивоа уља у планетарном преноснику, анализираће се и овај утицај на степен искоришћења. У току експерименталног истраживања ће се мерити и пратити подаци о промени температуре, интензитета буке и вибрација у планетарном преноснику и анализираће се њихов утицај на степен искоришћења.

- *Испитивање утицаја садржаја наноцеви у мазиву на степен искоришћења пужног преносника*

Циљ истраживања је да се применом мазива са додатком адитива на бази угљеничних наноцеви у различитим процентуалним уделима за подмазивање пужног преносника, експериментално, аналитички и статистички истражи њихов утицај на хабање елемената преносника, утицај на губитке снаге у преноснику, промену температуре елемената преносника, интензитет буке и вибрација у поређењу са комерцијалним мазивом без додатих адитива, при различитим радним условима. Методом експеримента практично ће се сагледавати понашање елемената пужног преносника, са аспекта промене кључних физичких, механичких и триболошких карактеристика, при промени радних параметара дефинисаних планом експеримента. Сам експеримент ће се изводити на уређају АТ 200, инсталираном у Центру за испитивање механичких преносника на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, а тежиште ће бити на употреби мазива са различитом концентрацијом адитива у виду угљеничних наноцеви.

- *Одређивање утицаја брзине клизања, оптерећења и пута клизања на интензитет хабања и коефицијент трења нових материјала*

У циљу испитивања утицаја брзине клизања, оптерећења и пута клизања на интензитет хабања и коефицијент трења нових материјала (композиата са металном основом, композиата са керамичком основом, композиата са полимерном основом и др.) најпре ће бити развијен и конструисан трибометар са контактном геометријом игла по диску. Испитивања ће бити реализована за различите услове испитивања, односно са и без подмазивања, при повећаном оптерећењу или при повећаној температури. Сва испитивања ће бити реализована у складу са стандардом ASTM G99. Анализа похабаних површина биће извршена на одговарајућем микроскопу.

- *Трибологија машинских система: испитивање и оптимизација карактеристика материјала за примену у машинским елементима.*

Ово истраживање ће бити усмерено на триболошка испитивања материјала који ће бити потенцијални кандидати за примену у машинским елементима. Посебна пажња ће бити посвећена оптимизацији механичких и триболошких карактеристика испитиваних материјала како би се осигурала њихова поузданост, дуготрајност и ефикасност у реалним радним условима.

- *Структурна анализа специфичних носећих конструкција*

Дефинисање специфичних облика и димензија носећих делова машинских конструкција. Примери напонско-деформацијске анализе конструкција са акцентом на танкозидне штапове и решеткасте носаче. Развој и примена метода математичке оптимизације облика, димензија и масе специфичних носећих делова машинских конструкција.

- *Дефинисање математичког модела за оптимизацију конкретних машинских система.*

Модификација познатих или развој нових метода за решавање оптимизационих задатака. Тестирање метода на стандардним и специфичним примерима. Структурна оптимизација носећих конструкција.

- *Испитивање утицаја одређених фактора на степен искоришћења механичких преносника снаге.*

Циљ истраживања ће бити да се идентификују и оптимизују кључни фактори који ће утицати

на перформансе и ефикасност механичких преносника снаге, чиме ће се омогућити њихова већа поузданост и смањење губитака у систему.

- *Развој и примена метода оптимизације техничких система*

Рад на развоју и примени хеуристичких метода оптимизације. Примена оптимизације на инжењерске проблеме - техничке системе. Примена математичке и структурне оптимизације.

Катедра за моторна возила и моторе

- *Унапређивање модела за оцену осцилаторне удобности возила и спрега нумеричких симулација и експерименталних мерења*

Планиран је даљи развој модела заснованог на вештачкој интелигенцији. Модел ће бити унапређен реалним условима утицаја вибрација на тело возача код различитих модела возила. Математички модел ће бити спрегнут са експерименталним подацима добијених на телу возача изложеног утицају вибрација. Циљ ће бити боље разумевање оптерећења појединих делова кичме возача, као и оптимизација положаја седења.

- *Експериментална и моделска истраживања удобности возила*

Развој оптималних процедура експерименталних истраживања и имплементација утицајних појава у развој модела за оцену осцилаторне удобности возила. Успостављање спрега између модела за различите видове удобности.

- *Процена поузданости триболошки оптимизованог техничког система клипног компресора за ваздух на основу параметара погодности одржавања моторног возила.*

Идентификација карактеристичних делова референтног техничког система моторног возила. Методе за процену погодности одржавања система моторних возила и избор варијанти поступка одржавања у току експлоатације. Метода процене очекиваног времена одржавања система клипног компресора за ваздух на бази познатог времена до одржавања.

- *Анализа утицаја транспортних средстава у друмском саобраћају на квалитет ваздуха у градовима.*

Анализа квалитета ваздуха у неколико европских градова у односу на транспорт и друмски саобраћај. Поређење утицајних фактора друмског саобраћаја на околину у одређеним градовима. Идентификација основних разлика у погледу управљања саобраћајем, као и социо-економских разлика. Мониторинг квалитета ваздуха, састава флоте возила у градовима и јавног градског саобраћаја. Утицај имплементације возила на електрични погон.

- *Модернизација тенковског мотора уградњом система за високо-притисно убризгавање дизел горива*

Стање технике у области борбених тенкова са аспекта погонских мотора. Анализа система за убризгавање дизел горива на домаћем тенку. Истраживање могућности за модернизацију. Техничка документација.

- *Примена водоника за погон мотора СУС*

Истраживање ради изналажења оптималних радних параметара мотора са погоном на

водоник. То укључује: систем образовања смеше, степен компресије мотора и регулационе параметре мотора (угао претпаљења састав смеше...)

- *Истраживање еколошких и погонских показатеља рада мотора на водоник*

У оквиру истраживања, на бази екстензивног прегледа литературе у предметној области планира се нумеричко и експериментално истраживање погонских показатеља рада мотора на водоник.

- *Истраживање еколошких и погонских показатеља рада мотора на биодизел од отпадне биомасе*

Планира се експериментално истраживање еколошких и погонских показатеља рада мотора на биодизел који ће бити добијен од различитих типова отпадне биомасе.

- *Примена савремених нумеричких метода за проучавање радног циклуса мотора СУС*

Анализа постојећих модела за нумеричке симулације радног циклуса мотора. Креирање 3D модела мотора. Развој модела за нумеричке симулације.

- *Теоријска и експериментална анализа утицаја кочног система возила на безбедност друмског саобраћаја*

Експериментална истраживања кочног система у лабораторијским условима са циљем утврђивања оптималних радних параметара кочења са аспекта безбедности саобраћаја.

- *Истраживање утицаја облика каросерије возила са аспекта смањења отпора ваздуха*

У оквиру истраживања, на бази екстензивног прегледа литературе и креирања виртуелног модела, планира се одређивање отпора ваздуха применом савремених софтверских пакета.

- *Развој свеобухватног приступа оптимизацији контроле саобраћајне сигнализације у циљу смањења емисије честица кочница возила.*

Формирање оптималне методологије за предвиђање и контролу емисије кочница које свакодневно ослобађају моторна или електрична возила у циљу смањења загађења ваздуха и побољшања квалитета ваздуха у урбаним срединама.

- *Истраживање интеракције система за управљање и система за ослањање путничких возила.*

Формирање раванских и просторних модела интеракције и идентификација утицајних параметара. Анализа утицаја на предметну интеракцију у временском и фреквентном домену.

- *Развој метода управљања радом сигналисаних раскрсница са алтернативном геометријском структуром*

Истраживање подразумева примену "deep Q learninga" на проблеме управљања радом сигналисаних раскрсница са алтернативном геометријском структуром. После успешне примене Q learning алгоритма, истраживање се наставља применом напредније методе, која има за циљ да даље смањи временске губитке возила на овим нестандартним раскрсницама, које све више налазе своју примену у пракси.

- *Примена фази логике на проблеме смањења емисије штетних гасова и потрошње горива на*

семафорисаним раскрсницама.

Развиће се алгоритам који у реалном времену узима у обзир број заустављања тешких теретних возила на семафорисаним раскрсницама. Смањењем броја заустављања ових возила, тежимо да утичемо на еколошке параметре рада светлосних сигнала, али не запостављајући ни стандардне параметре, као што су број заустављања и временски губици.

- *Развој модела за процену емисије РМ честица које потичу из кочења возила.*

Развијени модел ће се користити за под-оптимизацију рада светлосних сигнала узимајући у обзир комплексне моделе евалуације засноване на броју заустављања и емисији РМ честица.

Катедра за примењену механику и аутоматско управљање

- *Топло екструдовање за развој нових формулација лекова*

Истраживање примене ФДМ 3Д штампе за производњу лекова. Применом технологије топлог екструдовања (Hot Melt Extrusion, НМЕ) могуће је производити композитне структуре код којих је матрица од биокомпатибилних полимера импрегнираних биоактивним супстанцама лекова у различитим процентуалним уделима, чиме се омогућава дисперзија биоактивних супстанци у полимерној матрици за иначе нерастворљиве биоактивне супстанце.

- *Развој паметних материјала – пиезоелектрични материјали*

Експериментална истраживања везана за развој хибридних нанокомпозита са матрицом од пиезоелектричних полимера, као што је ПВДФ полимер импрегниран сребрним наночестицама и природним биоактивним биоматеријалима, као што је фиброин свиле. Посматраће се нове композитне структуре и њихове карактеристике усмерено на добијање жељених величина излазних електричних сигнала и одговарајућих механичких карактеристика нанокомпозита.

- *Развој конститутивних модела за тло*

Дефинисање теоријских основа, развој алгоритама и нумеричка имплементација конститутивних модела за меко тло и стенску масу. У оквиру модела за меко тло се планира развој и имплементација напредног конститутивног модела са ефектом ојачања, што се манифестује променом крутости у зависности од пластичне деформације, док се у окриву модела за стенску масу, планира развој и имплементација модела са ефектом оштећења кроз деградацију крутости. Након нумеричке имплементације наведених модела, планира се њихова верификација кроз тест примере, као и примена на реалним конструкцијама.

- *Коришћење великих језичких модела за креирање chatbot-ова у медицинској асистенцији.*

Велики језички модели (eng. Large language models - LLM) користе напредно разумевање природног језика (NLP) да би разумели унос корисника, контекстуализовали одговоре и персонализовали препоруке на основу улаза. Планиран је рад на прилагођавању постојећих општих LLM-ова за потребе креирања chat bot-a који на основу историје болести и уноса пацијента даје медицинску препоруку.

- *Коришћење компјутерске визије за дијагностику кардиоваскуларних болести*

Примена напредних техника компјутерске визије (нпр. доступних најновијих модела попут SAM и SAM2) за потребе прилагодјавања истих медицинским сликама (CT, MRI, Echo) у сврху класификације и сегментације различитих кардиоваскуларних болести.

- *Неуронске мреже подржане физичким законима*

Развој неуронских мрежа подржане физичким законима (енг. physics informed neural networks) за потребе симулација процеса у људском организму - побољшано предвиђање струјања крви, болести срца итд.

- *Истраживање термичког извијања и слободних вибрација функционално градијентне плоче*

Потребно је дефинисати математички модел функционално градијентне плоче који укључује интеракцију са еластичном подлогом. Потребно је постављање једначина равнотеже и стабилности. Како би се извеле ове једначине неопходно је коришћење деформационих теорија вишег реда која обухвата различите врсте функција облика и von Karman-ову нелинеарност. Потребно је истражити утицај различитих законитости формирања функционално градијентних материјала на критичну температуру извијања и сопствене фреквенције плоча од функционално градијентних материјала.

- *Моделирање ламелираног композита коначним елементима: ефекти различитих оријентација слојева*

Применом Методе коначних елемената би требало извршити компаративну анализу савијања ламинираних композитних плоча са различитим оријентацијама слојева, уз класификацију ламинираних композита са аспекта различитих критеријума. Релације између напона и деформација потребно је дефинисати преко конститутивне матрице за ортотропну класу материјалне симетрије. Допринос овог истраживања би била компаративна анализа плоче са различитим оријентацијама слојева, што би значајно допринело практичној примени композитних материјала.

- *Анализа функционално градијентне плоче према смицајно деформацијоној теорији вишег реда на основу функције новог облика*

Предмет овог истраживања би била анализа функционално градијентних плоча применом смицајно деформационих теорија вишег реда уз покушај формирања нове функције облика. Потребно је упоредити резултате истраживања између новоуспостављених резултата заснованих на уведеној новој функцији облика и резултата који укључују постојеће функције облика које су доступне у литератури.

- *Израда модела за симулацију рада срца*

Дефинисање компјутерског модела рада срца који подразумева метод коначних елемената и интеграције са алгоритмима вештачке интелигенције. Користиће се најновији модели рада срца који су директно поређени са клиничким подацима. Хибридни модел са интегративним приступом вештачке интелигенције.

- *Развој метода за препознавање и реконструкцију медицинских слика*

Радиће се најновији алгоритми за сегментацију слика и 3Д реконструкцију са више медицинских уређаја. Користиће се нови алати вештачке интелигенције са генеричким моделима и рачунари високих преформанси.

- *Развој експерименталних истраживања из биоинжењеринга*

Развој нових експерименталних материјала за ткивно инжењерство и реконструкцију костију са новим материјалима и полимерима. Такође ће се развијати модели биодеградабилних материјала за медицинске употребе.

- *Управљање кретањем у системима високопрецизног инжењерства*

У апликацијама високо прецизног инжењерства је веома актуелан проблем унапређења перформанси кретања мехатроничких (под)система са флексибилним спрезањем. Захтева се висока перформанса кретања тачке од интереса (POI) за коју не постоје могућности да буде опремљена сензорима у експлоатационој фази рада система. Висока перформанса кретања POI подразумева сто мању грешку праћења (а) сто захтевнијих референтних трајекторија (б) са сто мањим временом смирења (ц) и у условима ограничења управљачких променљивих и по вредностима и по брзини промене (д), у складу са ограничењима актуатора. За сада не постоји методологија оптимизације времена смирења код управљања нелинеарних система. Још изазовније су апликације управљања кретања у којима промена температуре у POI узрокује и промену механичких својстава система. У таквим апликацијама је корисно претходно развити Digital Twin управљаног система и примењивати дата-дривен методе управљања (тј. методе управљања засноване на подацима). Решавање наведених проблема је изазов и захтева укључивање више метода међу којима су примарне Iterative Learning Control (ILC) методе, Hybrid Integrator-Gain System (HIGS) методе, методологије адаптивног напредног (feedforward) управљања, различити AI прилази формирања feedforward сигнала, reset control, и друге методе које могу допринети у решавању наведеног проблема.

- *Истраживање и развој интелигентних мулти-агентских система*

Развој AI-алгоритама за подршку хетерогеном мулти-агентском систему

- *Решавање проблема и апликативног хардвера и софтвера за паметне зграде*

Интеграција различитих технологија сервисне и мобилне роботике у smart home апликацијама за подршку старим особама)

- *Фино подешавање LLM (Large Language Model) са лимитираним скупом података*

Фино подешавање великих језичких модела (LLM) са лимитираним скупом података представља истраживачки изазов у обради природних језика. Коришћењем LRA (Low-Rank Adaptation) или PEFT (Parameter-Efficient Fine-Tuning) могуће је ефикасно фина подесити моделе чак и уз ограничене ресурсе. Истраживање се фокусира на развијање методологија које омогућавају високе перформансе у доменима са малим скуповима података.

- *Развој софтверског алата ПАК-ДАМ*

Развој софтверског алата ПАК-ДАМ за процену оштећења у бетонским и металним конструкцијама, чијом употребом се може остварити побољшање, поједностављење и олакшавање процедуре дизајна конструкција и мониторинг здравља конструкција. Експериментално испитивање бетонских и металних узорака ради идентификације материјалних параметара, калибрације конститутивних модела и тестирања и верификације функционалности софтвера ПАК-ДАМ и његове тачности.

- *Унапређење моделирања појаве и развоја оштећења методом фазном поља и имплементација*

у МКЕ софтвер за метале, бетоне и легуре са својством памћења облика.

Анализа могућности побољшања ефикасности и сензитивности методе фазног поља ради примене на реалним конструкцијама.

- *Развој нових композитних грађевинских материјала*

Истраживање ће бити фокусирано на развој нових композитних грађевинских материјала уз коришћење рециклисаног експандираног полистирена (ЕПС) и летећег пепела као одрживе замене у бетонским мешавинама. Циљ је оптимизација густине, топлотне проводљивости и притисне чврстоће, чиме се стварају иновативни производи са побољшаним карактеристикама у поређењу са класичним бетонским блоковима. Тиме се доприноси решавању проблема загађења изазваног ЕПС отпадом и летећим пепелом, смањујући количине отпада на депонијама и емисију CO₂, док истовремено омогућава значајне еколошке и економске бенефите. Резултати истраживања ће подржати прелазак ка циркуларној економији кроз употребу јефтинијих, еколошки прихватљивих сировина и омогућити развој нових производа на домаћем и међународном тржишту.

- *Развој опреме и методологије за испитивање материјала при великим брзинама деформације, експериментално тестирање различитих материјала*
- *Одређивање динамичких карактеристика материјала при великим брзинама деформације помоћу затезног Хопкинсоновог штапа*
- *Дефинисање параметара материјалног модела на основу експериментално добијених материјалних карактеристика који ће бити коришћен у нумеричким симулацијама тестова удара возила у челични систем за задржавање возила на путевима*
- *Нумеричке симулације тестова судара возила и челичног система за задржавање возила при различитим угловима судара и брзине возила, коришћењем методе коначних елемената*
- *Одређивање утицаја удара возила у челични систем за задржавање возила на путевима и евентуални нови конструктивни предлог модела челичног система за задржавање возила на путевима*
- *Истраживање преноса топлоте са гаса на хомогене металне структуре код динамичких процеса*
- *Примена великих језичких модела у анализи биомедицинских података.*
- *Примена машинског учења у оптимизацији и предвиђању потрошње енергије дата центара.*
- *Примена вештачке интелигенције у биомедицинском инжењерингу и биоинформатици.*
- *Истраживање клипно аксијалних пумпи водне хидраулике у циљу добијања еколошки прихватљивијих и ефикаснијих решења.*

Катедра за производно машинство

- *Истраживање узрока промене механичких карактеристика и хемијског састава археолошког дрвета у циљу убрзавања природних процеса побољшања механичких карактеристика*

Одређивање хемијског састава археолошких узорака храста пронађених на дубини од 20 метара под земљом неопходно је у циљу откривања узрока раста механичких карактеристика таквог дрвета. Тачан хемијски састав ће послужити као основа за симулацију процеса и атмосфере како би се природни процеси убрзали и оствариле приближно исте механичке карактеристике код тек посеченог дрвета исте врсте.

- *Развој алата за завршну обраду сложене геометрије константном силом резања*

Конвенционални начини обраде захтевану димензиону и геометријску тачност дела постижу контролом кретања резног алата и предмета обраде. Због несавршености система кретања алатне машине, еластичних деформација предмета обраде и држача резног алата, термичких ширења елемената система и других утицаја, грешка израде се не може избећи. Како би се превазишли наведени проблеми неопходно је истражити могућност обраде задатом силом резања. Овај начин обраде би обезбедио велику димензиону и геометријску тачност дела уз малу површинску храпавост и на машинама чији системи кретања имају мању тачност. Метода би обезбедила већу конкурентност предузећа уз минимална улагања.

- *Обрада слика и анализа механичких својстава инжењерских структура у коштано-зглобном систему*

Примена напредних метода обраде слика и геометријског моделирања за анализу специфичних случајева у коштано-зглобном систему. Истраживање обухвата испитивање механичких интеракција и структуралних својстава са циљем унапређења инжењерских решења, развоја математичких модела и побољшања разумевања сложених механичких процеса у ширем контексту инжењерских апликација.

- *Истраживања у информатици за материјале (Materials Informatics)*

Развој аналитичких и математичких модела, базираних на законима физике, као основа за развој рачунарских модела материјала и симулација њиховог понашања у различитим условима. Посматраће се паметни материјали – пиезоелектрични материјали и модели везани за њихово понашање, као и материјали за филтере за пречишћавање воде.

- *Топло екструдовање за развој нових формулација лекова*

Истраживање примене ФДМ 3Д штампе за производњу лекова. Применом технологије топлог екструдовања (Hot Melt Extrusion, НМЕ) могуће је производити композитне структуре код којих је матрица од биокompatibilних полимера импрегнираних биоактивним супстанцама лекова у различитим процентуалним уделитема, чиме се омогућава дисперзија биоактивних супстанци у полимерној матрици за иначе нерастворљиве биоактивне супстанце.

- *Развој паметних материјала – пиезоелектричних материјала*

Експериментална истраживања везана за развој хибридних нанокомпозита са матрицом од пиезоелектричних полимера, као што је ПВДФ полимер импрегниран сребрним наночестицама и природним биоактивним биоматеријалима, као што је фиброин свиле. Посматраће се нове композитне структуре и њихове карактеристике усмерено на добијање жељених величина излазних електричних сигнала и одговарајућих механичких карактеристика нанокомпозита.

- *Развој модела алокације ресурса базираном на стратегијском значају и квалитета*

Дефинисање математичког модела и софтвера који ће се користити за алокацију ресурса имајући у виду стратегијски значај (на пример војска) као и на основу квалитета.

- *Развој модела и система машинске визије за детектовање неусаглашених производа*

Коришћење технологија концепта Индустрије 4.0 за унапређење контроле квалитета и детектовања неусаглашених производа у различитим индустријама

- *Развој модела интеграције Леан система и Квалитета 4.0*

Подразумева развој модела интеграције наведених система као и дефинисање препорука и модела за имплементацију концепта Квалитета 4.0

- *Истраживање модела за аутоматско генерисање технолошког поступка обраде призматичних делова применом технологије Индустрије 4.0*

Истраживање се фокусира на развој модела за аутоматско генерисање технолошких поступака обраде призматичних делова у оквиру концепта Индустрије 4.0. Користе се машинско учење, CAD/CAM интеграција и IoT технологије за оптимизацију производних процеса. Циљ је смањење времена и трошкова уз повећање ефикасности и квалитета. Развијени модели имају примену у дигиталној трансформацији производних система.

- *Развој система за контролу квалитета у производној индустрији заснован на примени технологије компјутерске визије*

Фокус је на аутоматизацији инспекције производа ради детекције дефеката у реалном времену. Примена укључује алгоритме машинског учења и напредну анализу слике. Очекује се повећање прецизности, ефикасности и брзине контроле у производним процесима.

- *Развој система за класификацију неусаглашености у производној индустрији заснован на примени технологије машинског учења*

Истраживање се бави развојем система за класификацију неусаглашености у производној индустрији применом технологије машинског учења. Систем ће омогућити аутоматско препознавање и категоризацију дефеката у процесу производње. Фокус је на унапређењу тачности, брзине и ефикасности управљања квалитетом. Очекивани резултати укључују смањење трошкова и побољшање конзистентности производа.

- *Геометријско моделирање, обрада слика и сигнала у оптимизацији система у обрадним процесима*

Примена геометријског моделирања, обраде слика и сигнала у развоју метода за оптимизацију кретања и функционисања система у обрадним процесима. Истраживање обухвата креирање виртуелних близанаца ради процене стабилности, поузданости и ефикасности у различитим радним условима, са циљем унапређења процеса у производном машинству.

- *Виртуелни близанци и анализа сложених инжењерских система*

Развој и примена виртуелних близанаца заснованих на обради слика, сигнала и геометријском моделирању за анализу и оптимизацију сложених инжењерских структура. Фокус истраживања је на интеграцији метода за унапређење функционалних карактеристика и поузданости система, уз пружање дубљег увида у механичке интеракције и перформансе

кроз виртуелне моделе.

- *Развој технологија адитивне производње за примену у брзој изради алата за процесе пластичног обликовања материјала*

Истраживање оптималних параметара адитивне производње за израду полимерних алата за процесе обраде лима, уз примену напредних анализа методом коначних елемената, савремене опреме и софтвера.

- *Развој нумеричких модела понашања материјала за процену деформабилности и обрадивости у специфичним процесима обраде деформисањем*

Моделирање тестова за процену граничне деформабилности при обради лимова и запреминском обликовању материјала применом методе коначних елемената уз експерименталну верификацију модела.

- *Развој напредног модела оспособљавања за здрав и безбедан рад применом технологија виртуелне стварности*

Истраживање се односи на могућности примене напредних технологија виртуелне стварности у области едукације, обуке и оспособљавања радника за безбедан рад на радном месту. Истраживања би се односила на прихватљивост и ефикасност оспособљавања радника коришћењем виртуелних технологија, економску корист, софтверску и хардверску прилагодљивост виртуелних технологија оваквој врсти оспособљавања, као и на могућа ограничења приликом практичне примене истих.

- *Развој модела за унапређење система који функционишу на савременим Lean принципима применом напредних роботских решења*

Истраживање је усмерено на побољшање перформанси система који функционишу према савременим Lean принципима применом технолошких достигнућа Индустије 4.0, кроз идентификовање оних сегмената производње које је могуће унапредити аутоматизацијом, односно применом напредних роботских решења. Поред тога, фокус истраживања биће на доказивању унапређења индикатора перформанси након имплементације роботског решења, у односу на тренутно стање система.

- *Интегрисани модели доношења одлука у индустрији 4.0*

Индустрија 4.0 уводи међусобно повезане системе, аутоматизацију и дигитализацију у производњу, постављајући изазове у структурираном доношењу одлука. Ефикасне одлуке, као што је одабир добављача или оптимизација квалитета, у великој мери се ослањају на прецизно отежане критеријуме доношења одлука – процес који је склон субјективности у традиционалним MCDM приступима. Ово истраживање повезује машинско учење (ML) и вишекритеријумско одлучивање MCDM како би се решавали изазови доношења одлука у Индустији 4.0. Објективним добијањем тежине критеријума и применом структурираних метода као што је BVM/TOPSIS, приступ побољшава транспарентност, скалабилност и ефективност, обезбеђујући и академске доприносе и утицај у стварном свету.

- *Интелигентна анализа процеса маркетинга за одржива инжењерска решења у индустрији*

Ово истраживање ће интегрисати вештачку интелигенцију (АИ) и моделе доношења одлука како би се створио робустан оквир за маркетинг одрживих инжењерских решења.

Истраживање ће развити моделе понашања купаца вођене вештачком интелигенцијом и применити алате за доношење одлука по више критеријума за оптимизацију дизајна производа, цена и стратегија дистрибуције.

- *Одрживи модели доношења одлука за дигиталну трансформацију у индустрији 4.0*

У оквиру истраживања, предложиће се интеграција метода машинског учења и вишекритеријумског одлучивања (MCDM) за одрживо доношење одлука у Индустрији 4.0. Коришћењем машинског учења за одређивање тежине критеријума одлучивања и накнадном применом BVM или TOPSIS, истраживање ће се бавити сложеним изазовима као што су избор добављача и унапређење квалитета у производним процесима. Предузећа у Србији које прелазе на паметну производњу послужиће као студије случаја, потврђујући предложени приступ у контексту стварног света.

- *Интелигентна анализа процеса маркетинга за одржива инжењерска решења у индустрији*

Ово истраживање ће интегрисати вештачку интелигенцију (АИ) и моделе доношења одлука како би се створио робустан оквир за маркетинг одрживих инжењерских решења. У оквиру истраживања развиће се модели понашања купаца вођени вештачком интелигенцијом и применити алате за доношење одлука по више критеријума за оптимизацију дизајна производа, цена и стратегија дистрибуције.

- *Триболошка карактеризација нано и микро/нано композитних материјала на бази ZA-27 и A356 легуре*

Анализа триболошког понашања композитних материјала добијених компокастинг поступком ојачани тврдим наночестицама Al₂O₃ и SiC, различитих величина и удела, као и композитних материјала ојачаних комбинацијом микро и нано честица. Циљ испитивања је одређивање оптималних комбинација величина и удела са аспекта утицаја на механичке и триболошке карактеристике испитиваних легура.

- *Развој композитних превлака алуминијумских легура површинском обрадом трењем*

Комбинацијом поступка површинске обраде трење (FSP) постиже се унапређење механичких и триболошких карактеристика површинских слојева, путем синергије деловања заосталих напона и честица ојачавача. У плану је варијација материјала, величине и удела честица ојачава, као начина наношења тих честица пре извођења самог ФСП поступка. Такође, планирана је и комбинација FSP поступка са другим поступцима модификације површинских слојева.

- *Истраживање могућности модернизације постојећих CNC машина старије генерације*

У савременом индустријском окружењу, које одликује развој нових иновативних технологија, мала и средња предузећа (МСП) суочавају се са значајним изазовом одржавања конкурентности на светском тржишту. Услед високих финансијских издатака за набавку нових машина у МСП све већа пажња се посвећује ревитализацији постојећих машина, као алтернативи прихватљивој са економског и еколошког аспекта. Циљ истраживања је разматрање могућности модернизације CNC машина старије генерације у циљу повећања њихове ефикасности, поузданости и примењивости у савременом производним погонима.

- *Развој мерних система за снимање слабих сигнала са пиезоелектричних материјала*

Експериментална истраживања везана за развој мерних система за снимање ниских вредности сигнала који се добијају током испитивања механичких карактеристика пиезоелектричних сигнала. Посебан изазов при развоју поменутих мерних система представља чињеница да се очекује да ће импеданса узорака бити висока, што значајно отежава процес развоја поменутих мерних система.

- *Примена вештачке интелигенције при избору материјала*

Употреба вештачке интелигенције (ВИ) у избору материјала доноси значајне предности у ефикасности, прецизности и иновацијама. Технологија ВИ омогућава анализу огромних количина података, предвиђање перформанси материјала и оптимизацију производних процеса.

- *Примена вештачке интелигенције при избору термичке обраде*

Вештачка интелигенција представља кључну технологију за унапређење избора термичке обраде, омогућавајући индустрији бржи развој иновативних и одрживих решења. Интеграција ових система пружа значајне конкурентске предности у савременом инжењерству.

- *Истраживање утицаја технолошких параметара фриксионог заваривања мешањем (FSW), геометрије алата и других релевантних фактора на квалитет завареног споја код различитих материјала*

Истраживање се односи на математички приступ сваком од технолошко-металуршких параметара фриксионог заваривања мешањем (FSW). Затим спровођење детаљне анализе конфигурације вишестепених алата, који се примењују код поменутог поступка, са прецизно дефинисаном геометријом. На основу спроведених анализа и проналажењу оптималних решења, дефинише се одговарајући модел, који обезбеђује квалитетан и поуздан заварени спој. Добијена решења би се технолошки применила на разним материјалима који се заварују поступком FSW.

- *Примена вештачке интелигенције у аутоматизацији индустријске безбедности*

Истраживање би обухватило развој нових алгоритама за аутоматско препознавање небезбедних радњи, процену усклађености личне заштитне опреме (ЛЗО) и интеграцију IoT уређаја за мониторинг радног окружења. Нагласак би био на унапређењу објективности и ефикасности мера безбедности кроз обраду података у реалном времену.

- *Мултидисциплинарни приступ у неуроергономији и интеракцији човек-робот*

Истраживање би се фокусирало на развој модуларних радних станица које интегришу EMG сензоре, 3D праћење покрета и напредне моделе за процену когнитивног и физичког напрезања. Циљ је побољшање перформанси оператера у индустријским задацима који укључују колаборативне роботе.

- *Утицај људских фактора на безбедност и ефикасност у индустријским и радним окружењима*

Ова истраживачка тема би обухватила анализу и оптимизацију интеракција између људи, технологије и радног окружења како би се побољшала безбедност, продуктивност и благостање радника.

- *Развој аутоматизованог роботског решења за примарну прераду воћа и поврћа*

Истраживање ће обухватити читав процес развоја производа. Планирано је осмишљавање дизајна и конструкције, као и развој комплетног аутоматизованог роботског решења за примарну прераду воћа и поврћа. Решење ће подразумевати интеграцију роботског индустријског робота и машинске визије у циљу брже и квалитетније примарне прераде воћа и поврћа обзиром на велико ангажовање људи у овом сектору.

- *Истраживање могућности за заваривање челика повишене јачине S1100 и процена механичких карактеристика споја*
- *Нумеричка анализа статичких и динамичких карактеристика основног материјала и завареног споја на собним и повишеним температурама од челика повишене јачине*
- *Анализа тачности формула за процену дубине уваривања при заваривању угљеничних челика са експерименталним испитивањем*
- *Интеграција роботизације и људских фактора у LEAN индустријским системима*
- *Развој виртуелних близанаца за оптимизацију и управљање паметним производима и паметним производним процесима, применом скалабилне алгебре за различите сценарије и алтернативе производа и процеса.*

Декан Факултета инжењерских наука

Проф. др Слободан Савић

Прилог

Приказ менторског рада

Име и презиме	Наслов дисертације	Година уписа	Датум пријаве теме	Датум одобравања	Датум одбране	Ментор
2020						
Varun Sharma	Развој и карактеризација порозних структура од алуминијума	2015	10.02.2020	14.10.2020	11.04.2023	Фатима Живић
Стефан Ђурић	Примена воденог млаза високог притиска за развој и унапређење процеса делаборације убојних средстава	2016	10.02.2020	15.07.2020		Богдан Недић
Глигорије Мирков	Модел управљања дидактичким флексибилним ћелијама применом технологије радио фреквентне идентификације	2017	02.03.2020	10.02.2021	01.04.2022	Миладин Стефановић
Тијана Шуштершич	Имплементација алгоритама вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала као подршка одлучивању у дијагностици болести кичменог стуба	2017	09.03.2020	09.09.2020	16.01.2023	Ненад Филиповић, Весна Ранковић
Тихомир Мачкић	Анализа радних карактеристика и унутрашњих токова снаге сложених циклопреносника	2017	11.03.2020	09.09.2020	08.12.2023	Ненад Марјановић
Надица Стојановић	Идентификација термичких напрезања диск кочнице за различите радне параметре кочења	2015	25.05.2020	14.10.2020	24.12.2021	Јасна Глишовић
Никола Палић	Оптимизација процеса и параметара производње порозних структура применом адитивних технологија	2017	15.06.2020	14.10.2020		Фатима Живић
Смиљана Ђоровић	Нумеричка и експериментална анализа кардиомиопатије	2016	18.06.2020	12.07.2022	24.11.2023	Ненад Филиповић
Александар Нешовић	Експериментално и теоријско истраживање ламеластог, ротационог соларног пријемника	2016	03.09.2020	20.01.2021		Небојша Лукић
Јасмина Миљојковић	Модел за унапређење наставног процеса у области инжењерства заснован на примени модуларних лабораторијских сетова	2017	01.06.2020	10.02.2021	15.12.2023	Бранко Тадић
Милош Лазаревић	Истраживање процеса експлозивног заваривања и карактеризација добијеног споја високолегираног алатног и нискоугљеничног челика	2017	08.12.2020	12.05.2021	08.12.2023	Богдан Недић
Андреја Радовановић	Рачунарска симулација и оптимизација поступка заваривања алуминијумских легура	2020	11.12.2020			Ненад Грујовић
2021						
Љиљана Брзаковић	Развој методе за одређивање кинематског коефицијента трења динамички оптерећених контаката	2015	19.02.2021	14.09.2021	04.07.2023	Слободан Митровић
Иван Бијелић	Натријум силикатно стакло као нови фазно изменљиви материјал – испитивања и примена	2017	25.02.2021	13.10.2021	04.10.2023	Бранко Тадић
Марија Савковић	Унапређење ефективности производних процеса применом ергономске оптимизације индустријских радних станица	2017	05.04.2021	14.09.2021		Марко Ђапан
Горан Манојловић	Анализа утицаја неформалног образовања на компетенције запослених и перформансе производних предузећа	2016	16.08.2021	19.01.2022		Александар Алексић
Јелена Николић	Енергетско планирање климатски неутралних градова	2018	05.10.2021	04.02.2022		Душан Гордић, Дубравка Живковић
Живана Јовановић Пешић	Развој композитних превлака алуминијумских легура површинском обрадом трењем	2018	05.10.2021	04.02.2022		Драган Џунић
Ђорђе Мијаиловић	Развој система за контролу квалитета у производној индустрији заснован на примени технологије компјутерске визије	2019	03.12.2021	12.10.2022		Александар Ђорђевић

2022						
Александар Нешовић	Експериментално и теоријско истраживање соларног пријемника са ротационим апсорберима	2021	02.02.2022	15.06.2022	06.12.2023	Небојша Лукић
Милош Анић	Аутоматска 3Д реконструкција деформабилног модела јетре коришћењем вештачке интелигенције и мешовите реалности	2019	25.02.2022			Ненад Филиповић
Саша Васиљевић	Анализа утицајних фактора на емисију честица насталих хабањем кочница возила	2018	02.03.2022	12.07.2022	02.07.2024	Јасна Глишовић
Страхиња Миленковић	Примена нумеричких модела и оптимизационих метода у дизајну пиезоелектричних композитних материјала	2019	30.03.2022	14.09.2022		Ненад Грујовић
Александар Алексић	Декарбонизација технолошког процеса производње и прераде хране	2019	26.04.2022	12.10.2022		Душан Гордић
Зоран Масоничић	Вишедимензионално моделирање струјно-термодинамичких процеса и издувне емисије мултипроцесног клипног мотора СУС	2021	02.06.2022	16.11.2022		Александар Давинић
Момчило Продановић	Вишескално моделирање утицаја генетских мутација саркомерних протеина и лекова на контракције срчаног мишића	2018	06.06.2022	18.10.2023		Ненад Филиповић
Саша Милојевић	Идентификација триболошких карактеристика оптимизоване конструкције цилиндра клипног компресора за експлоатацију на моторним возилима	2019	06.06.2022	21.12.2022	25.04.2024	Божидар Крстић
Ангелина Цветановић	Методологија за предвиђање и мониторинг вредности степена рециклаже комуналног отпада на националном нивоу	2019	07.06.2022	16.11.2022		Горан Бошковић
Никола Јовић	Развој процедуре за анализу система за задржавање возила на путевима применом нумеричких метода	2019	07.06.2022	21.12.2022		Мирослав Живковић
Ђорђе Мијаиловић	Развој система за контролу квалитета у производној индустрији заснован на примени технологије компјутерске визије	2019	30.05.2022	12.10.2022		Александар Ђорђевић
Зоран Ковачевић	Интеграција ГИС-а и вишекритеријумске анализе за унапређење енергетске ефикасности јавног осветљења	2017	17.08.2022	22.02.2023		Владимир Вукашиновић
Немања Пајић	Развој модела за управљање процесом испитивања квалитета у LEAN индустријским системима базираног на методама вештачке интелигенције	2020	05.09.2022	24.01.2024		Александар Ђорђевић
Саша Њежић	Развој аналитичког модела биопампе меких биоматеријала за примену у офталмологији	2018	04.10.2022	19.04.2023		Фатима Живић
Предраг Пантовић	Нумеричко-експериментална анализа фактора који утичу на пробојност муниције коришћењем Џонсон-Куковог материјалног модела	2016	04.10.2022	21.03.2023		Владимир П. Миловановић
Настасија Николић	Развој модела за унапређење LEAN индустријских система применом напредних роботских решења	2018	31.10.2022	21.03.2023		Марко Ђапан
Michael Huber	Assessment and Enhancement of Organizational Resilience in Complex Industrial Enterprises in Uncertain Environment	2020	27.12.2022	21.06.2023	02.12.2024	Александар Алексић
Владимир Миловановић	Мерење и управљање перформансама основне делатности у сложеним ремонтним системима помоћу фази хибридног модела	2018	30.12.2022	21.06.2023		Александар Алексић
2023						
Александар Миловановић	Аналитичко и нумеричко моделирање фракционе резерве протока у коронарним артеријама	2020	05.04.2023	13.07.2023		Велибор Исаиловић
Милош Пешић	Развој и имплементација материјалног модела за ударна оптерећења и његова примена у области динамике конструкција	2020	05.04.2023	19.09.2023		Владимир П. Миловановић
Александра	Допринос проучавању термичког и механичког напрезања зидова цеви артиљеријског оруђа	2019	03.05.2023	18.10.2023		Слободан Савић

Живковић	динамичким деловањем погонских барутних гасова у току процеса опаљења					
Наталија Алексић	Повећање енергетске ефикасности у зградама коришћењем система поврата топлоте отпадних вода	2018	02.06.2023	18.10.2023		Вања Шуштершич
Славиша Ђачић	Моделно истраживање процеса дубоког извлачења са стањењем при континуално променљивим бочним силама	2018	06.06.2023	18.10.2023		Србислав Александровић
Предраг Митић	Развој модела за аутоматско генерисање технолошког поступка обраде призматичних делова применом технологија Индустије 4.0	2019	24.08.2023	21.02.2024		Александар Ђорђевић
Милан Васић	Истраживање термичке стабилности циклоредуктора	2017	30.08.2023	24.01.2024		Мирко Благојевић
Милан Буквић	Утицај додавања угљеничних наноцеви у мазиво на радне карактеристике пужних зупчаних преносника	2017	06.09.2023	21.02.2024		Блажа Стојановић
Carlo Caiazza	Neuroergonomic assessment of mental workload in adaptive industrial human-robot collaboration	2021	03.10.2023	21.02.2024	29.11.2024	Марко Ђапан
Слободан Малбашић	Модел трошкова процеса производње адитивним технологијама	2022	06.11.2023	22.05.2024		Александар Ђорђевић
Владимир Коковић	Развој модела за имплементацију одржавања према перформансама у Lean индустријским системима	2018	07.11.2023	17.04.2024		Иван Мачужић
Миле Вајић	Унапређење процеса оспособљавања запослених у области безбедности и здравља на раду применом технологија виртуелне стварности	2018	30.11.2023	17.04.2024		Марко Ђапан
2024						
Никола Симић	Развој модела за планирање логистичке подршке алокацијом ограничених ресурса на бази квалитета и приоритизације захтева	2019	01.02.2024	10.07.2024		Миладин Стефановић
Александар Бодић	Моделирање вишефазног струјања флуида применом методе фазног поља: развој, имплементација и верификација нумеричког модела и модела базираног на неуронским мрежама	2021	02.04.2024	18.09.2024		Слободан Савић
Марко Делић	Истраживање примене адитивно произведеног и тополошки оптимизованог алата за савијање лима праћено еластичном повратношћу	2018	02.04.2024	10.07.2024		Весна Мандић
Никола Которчевић	Истраживање порозних структура од композита на бази бакра применом адитивних технологија	2021	02.04.2024	18.09.2024		Фатима Живић
Бојана Бошковић	Теоријска и експериментална анализа утицаја кочног система возила на безбедност друмског саобраћаја	2019	14.08.2024			Надица Стојановић
Милан Станојевић	Анализа губитка снаге код вишестепеног планетарног преносника	2020	02.09.2024			Блажа Стојановић
Марко Лучић	Еколошко-економска анализа примене биодизел горива од семенки грожђа	2022	30.09.2024			Иван Грујић
Јован Шофранац	Развој модела интегрисаног пројектовања LEAN-а и Индустије 4.0 са аспекта квалитета	2022	30.09.2024			Миладин Стефановић
Јована Николић	Идентификација и моделирање критичних фактора имплементације Квалитета 4.0	2019	02.10.2024			Миладин Стефановић