

Podiplomski doktorski študijski program 3. stopnje OBNOVLJIVI MATERIALI ZA ZDRAVA GRAJENA OKOLJA

Opisi obveznih in izbirnih predmetov

OBVEZNI PREDMETI ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA

Ime predmeta: **PISANJE IN PREDSTAVLJANJE ZNANSTVENIH BESEDIL**

Število ECTS kreditnih točk: 5

Vsebina:

Študenti bodo ovrednotili in vadili ključne spretnosti znanstvenega pisanja in predstavitev:

- Poročanje znanstvenih rezultatov
- Strukturiranje znanstvenega besedila
- Ustno predstavljanje znanstvenih rezultatov
- Predstavljanje znanosti neznanstveni publiki
- Z argumenti podprto in prepričljivo pisanje
- Pisanje raziskovalnih načrtov
- Predstavitev posterjev
- Vloga grafike in vizualizacije

Ime predmeta: **OBLIKOVANJE IN ANALIZA NAČRTOVANJA EKSPERIMENTOV**

Število ECTS kreditnih točk: 5

Vsebina:

Študenti se bodo seznanili z naslednjimi vsebinami s področij oblikovanja in analize eksperimentov, s poudarkom na eksperimentih v inženirstvu in znanosti o materialih:

- Identifikacija in oblikovanje hipotez
- Vzorčenje, enota poskusa, ponovljivost
- Faktorji in nivoji
- Odnos med velikostjo vzorca, kvaliteto napovedi in načrtovano analizo
- Razumevanje naključnosti
- Enosmerne postavitve
- Ujemajoči pari
- Fiksni učinki, naključni učinki, mešani učinki
- Faktorsko razporejanje
- Blokiranje, latinski kvadrati, razpršene ploskve, gnezdenje
- Analiza in poročanje z R
- Ostala poglavja analitike

Ime predmeta: **OBNOVLJIVI MATERIALI ZA ZDRAVA GRAJENA OKOLJA**

Število ECTS kreditnih točk: 20

Študenti se bodo seznanili z naslednjimi vsebinami s področja s poudarkom na uporabnosti v rajenem okolju:

A. Znanost o obnovljivih materialih

- Oblikovanje, razvoj, proizvodnja in uporaba materialov na lignocelulozni osnovi so fokus tega dela. Predmet diskusije bodo konstrukcijske (nosilne) in nenosilne notranje in zunanje aplikacije. Obravnavana bo tudi inženirska teorija kompozitov skupaj s prednostmi in pomankljivostmi, ki spremljajo uporabo posamezne vrste materialov v kontekstu grajenega okolja. Lepila in lepila potrebna

Obnovljivi materiali za zdrava grajena okolja, 3. stopnja – opisi predmetov

za proizvodnjo obnovljivih kompozitov bodo naslovljena v okviru LCA in lastnosti HOS. Specifični obnovljivi materiali, ki jih predmet obravnava so: les, konoplja, lan, slama in ostali potencialna poljedelska vlakna.

B. Nosilni sistemi lesenih konstrukcij

- Osnove lastnosti lesa (mehanske lastnosti s poudarkom na anizotropičnosti) in kako vplivajo na konstruiranje stavb.

- Osnovna klasifikacija konstrukcijskih sistemov lesene stanovanjske gradnje (brunarice, lahki okvirji, težki okvirji, momentni okvirji, križno lameliran les).

Hibridni konstrukcijski sistemi (les-beton, les-jeklo, les-opeka, les-steklo).

Konstrukcijski detajli v leseni gradnji (tesarski spoji, sodobna vezna sredstva).

C. Oblikovanje trajnostnih in restorativnih okolij

- Trajnost v oziru na gradbene materiale (okoljski vplivi, življenjska doba), trajnostne stavbe (okoljski vplivi, certifikacija zelenih stavb) in restorativno okoljsko in ergonomsko oblikovanje (biofilčno oblikovanje, restorativno okoljsko oblikovanje).

- Povezave med izbiro materialov, oblikovalskih odločitev, IKT orodij itd. bodo narejene na podlagi vpliva na zdravje stanovalcev, še posebej v povezavi s stresom, kvalitete zraka, kognicije, ergonomije/aktivnosti in staranja.

D. Informacijske in Računalniške Tehnologije

- Dosleden pregled osnov informacijskega procesiranja v povezavi na razvoj, proizvodnjo in procesiranje obnovljivih materialov. Analiza raziskav in industrijskih problemov z ozirom na metodologije in tehnologije informacijskega procesiranja: praksa specificiranja in modeliranja. Osnove razumevanja ključnih metodologij in tehnologij; IoT, podatkovni menedžment in analitika podatkov. Primeru uporabe: informacijski inženiring v raziskavah obnovljivih materialov, podatkovno gnani industrijski procesi, informacijsko modeliranje stavb.

E. Napredna proizvodnja

- Pregled ključnih tehnologij za procesiranje in proizvodnjo obnovljivih materialov bo predstavljen s specifičnim fokusom na celotno verigo vrednosti. Modelni tokovi, vključno s poljedelskimi ostanki, gozdno/lesnimi izdelki, recikliranim lesom in biorafinerijami bodo predstavljeni kot reprezentativni primeri stanja tehnike industrijskih rešitev. Razpravljalo se bo o učinkih upravljanja proizvodnih tehnologij na okoljski vpliv, življenjsko dobo, emisije in reciklabilnost.

Ime predmeta: **PRIPRAVA DOKTORSKE DISPOZICIJE – SEMINAR**

Število ECTS kreditnih točk: **15**

Vsebina:

Pri predmetu bodo študentje preko seminarjev in predavanj gostujočih znanstvenikov iz Slovenije in tujine seznanjeni s posameznimi temami grajenega okolja. Poudarek bo na specifičnih raziskavah predavateljev/mentorjev študijskega programa.

Študenti bodo v okviru predmeta pripravili tudi seminarsko nalogo, ki bo pokrivala eno od področij zanimanja študenta in se bo navezovala na eno (ali več) izmed predstavljenih tem v okviru predavanj. Seminarji se bodo neposredno navezovali na raziskovalne projekte, ki jih izvajamo na univerzi.

V okviru obveznosti bodo študenti izoblikovali tudi doktorsko dispozicijo pod mentorstvom izbranega mentorja v skladu z univerzitetnim pravilnikom za pripravo dispozicije. Širok nabor tematik, ki bodo predstavljene bo spodbujal bolj inovativno ter kreativno razmišljanje študentov, ob pomoči mentorjev bodo lahko raziskovalno delovali bistveno bolj interdisciplinarno ter povezovalno.

Ime predmeta: **INDIVIDUALNO RAZISKOVALNO DELO (1. LETNIK)**

Število ECTS kreditnih točk: **15**

Vsebina:

Predmet bo vključeval izdelavo dispozicije doktorske disertacije:

- opredelitev teme doktorske disertacije
- izbira raziskovalnega problema
- priprava raziskovalne hipoteze
- pregled relevantne temeljne literature

- preverjanje stanja raziskav na raziskovanem področju
- definiranje vrzeli v literature
- razvoj raziskovalnega načrta
- opredelitev znanstvene metodologije

Ime predmeta: **INDIVIDUALNO RAZISKOVALNO DELO (2. LETNIK)**

Število ECTS kreditnih točk: **40**

Vsebina:

Predmet bo vključeval pripravo doktorske dispozicije, doktorske disertacije in znanstvenih publikacij:

- Priprava doktorske dispozicije
- izvedba raziskave v okviru doktorske disertacije
- priprava preglednega ali izvirnega znanstvenega članka ali metaanalize
- priprava empiričnega znanstvenega članka

Ime predmeta: **INDIVIDUALNO RAZISKOVALNO DELO (PRIPRAVA IN ZAGOVOR DOKTORSKE DISERTACIJE)**

Število ECTS kreditnih točk: **60**

Vsebina:

Predmet bo vključeval pripravo doktorske disertacije, skladna s standardi, ki veljajo v znanstveno-raziskovalnem pisanju na področju.

IZBIRNI PREDMETI ŠTUDIJSKEGA PROGRAMA

Ime predmeta: **IZBRANA POGlavJA IZ LESARSTVA**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Napredna identifikacija anatomije lesa

- Mikroskopsko in makroskopsko prepoznavanje lesa z uporabo programskih atlasov lesa
- Struktura lesa - od makro strukture do molekularne strukture na X-Ray CT, NMR
- Razmerja med anatomsko zgradbo lesa, njegovim obnašanjem in fizikalnimi lastnostmi (fizikalne, mehanske, itd...)

Tehnologija lesa

- Les, voda in njuna povezava
- Vrsta vode v lesu, vsebnost vlage, ravnotežna vlažnost, krčenje, nabrekanje, specifična teža, gostota lesa, vpliv vode na osnovne lastnosti lesa
- Mehanske lastnosti lesa
 - o Kako in zakaj se razlikujejo lastnosti lesa v drevesu
 - o Destruktivno in nedestruktivno testiranje viskoelastičnih lastnosti lesa
 - o Anizotropija lesa
 - o Fizikalne / optične testne metode

Inovativna raba lesa

Lesni kompoziti

- Vrste kompozitov (iveri/vlakna, laminati, matrične ojačitve)
 - o Proizvodnja, lastnosti, uporaba
 - o Analiza s pomočjo kompozitne mehanike modelov
- Lepljenje lesa
 - o Omočljivost, površinska napetost, penetracija lepila
 - o Določanje kakovost lepljenja z naprednimi metodami
- Lesni kompoziti na osnovi masivnega lesa – vrste, postopki izdelave in njihova raba

Ime predmeta: **IZBRANA POGLAVJA IZ MODIFIKACIJE LESA IN FUNKCIONALIZACIJA
OBNOVLJIVIH MATERIALOV**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Izbrana poglavja iz:

- Modifikacija lesa/funkcionalizacija: acetilacija in furfurizacija lesa, termična obdelava, impregnacijske metode in zgoščevanje lesa.
- Površinska modifikacija: premazni sistemi, končna obdelava površin
- Alternativni sodobni pristopi k modifikaciji lesa (npr. Biomimetika)
- Industrijski postopki modifikacije lesa in metode vodenja kontrole.
- Karakterizacija modificiranih materialov: uporaba mehanskih fizikalnih in kemijskih metod.
- Vpliv spreminjanja / funkcionalizacije materialov na zdravje ljudi v grajenem okolju
- Časovno odvisni odzivi modificiranih materialov
- Življenska doba modificiranih obnovljivih materialov,
- Scenariji na koncu življenjskega cikla modificiranih obnovljivih materialov s poudarkom na kaskadni rabi
- Okoljski vplivi različnih postopkov modifikacije

Ime predmeta: **IZBRANA POGLAVJA V NAPREDNI PROIZVODNJI/ PROCESNEM NADZORU
IZDELANIH MATERIALOV IZ OBNOVLJIVIH VIROV ZA UPORABO V TRAJNOSTNI GRADNJI**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Izbrana poglavja iz:

Naprednejše proizvodnje tehnologije

- CAD/CAM podpora proizvodnje stavb
- Primarna in sekundarna predelava (npr. križno lepljenega lesa (CLT), lepljene konstrukcije večjih dimenzij, plošče iz sekancev, vlaknene plošče)
- Hibridni kompoziti iz biomaterialov
- Inovativni pristopi površinske in impregnacijske obdelave obnovljivih materialov

Kvantitativne odločitvene metode

- Linearno programiranje
- Metodologija vrst
- Projektno vodenje in PERT/CPM
- Simulacije
- ERP/MES/ASP sistemi

Proizvodna kontrola

- Tehnologije za uporabo senzorjev (toplotno, mehanska in optično)
- Nekontinuirani/Kontinuirani, Kaskadni in kombinirani kontrolni sistemi
- Multivariatna kontrola procesov

Ime predmeta: **IZBRANA POGLAVJA IZ INŽENIRSTVA OBNOVLJIVIH MATERIALOV IN
TRAJNOSTNE GRADNJE**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Izbrana poglavja iz:

- Uporaba obnovljivih materialov v zelenih stavbah.
- Osnove trajnostnih konstrukcij konstrukcij z obnovljivimi materiali.
- Načela gradbenega inženiringa:
 - o Napredne lahke okvirne konstrukcije in masivne lesene konstrukcije
 - o Inženirski proizvodi iz obnovljivih materialov: lepljen les, CLT, LVL, kompoziti (konoplja, bambus, vlaknene plošče) in hibridni elementi,

Obnovljivi materiali za zdrava grajena okolja, 3. stopnja – opisi predmetov

- Spoji v trajnostnih konstrukcijah s poudarkom na njihovi deformacijski kapaciteti
- Principi projektiranja po Evrokod standardih; vertikalna obtežba, horizontalna obtežba (veter, potres), požar
- Računske metode izven okvirov standardov (nelinearne statične analize, dinamične analize, odprtine v elementih)
- Utrjevanje in posodabljanje obstoječih konstrukcij in elementov
- Matematično modeliranje konstrukcij
- Projektiranje detajlov lesenih konstrukcij z vidika konstrukcijskih in gradbeno-fizikalnih zahtev (toplota, zvok, vlaga, požar)

Ime predmeta: **IZBRANA POGLAVJA IZ KARAKTERIZACIJE OBNOVLJIVIH MATERIALOV**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Izbirne teme:

- estetska karakterizacija (barva, sijaj, tekstura),
- trajnost in življenjska doba (biotska in abiotska odpornost),
- mehanska karakterizacija (togost, elastičnost, natezanje, stiskanje, striženje, upogibna trdnost, trdota),
- akustična karakterizacija (vibracijske metode),
- termična karakterizacija (toplotna prevodnost, aktivna in pasivna termovizija),
- optična karakterizacija (mikroskopija),
- karakterizacija vplivov na zdravje in varnosti,
- različni pristopi za vrednotenje podatkov,
- metode, ki se uporabljajo za meritve in-situ (na kraju samem).

Ime predmeta: **IZBRANA POGLAVJA IZ REGENERATIVNEGA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Ta predmet uvaja temo restavrativnega in regenerativnega trajnostnega razvoja s poudarkom na vlogi zgradb in oblikovanja zgradb. Restorativno in regenerativno oblikovanje vključuje ekološke, gospodarske in družbeno trajnostne vidike ter učinke človekovega dobrega počutja. Tematski sklopi vključujejo gradbene vidike, kot je izbira materiala, oblikovanje, ciljna uporaba in ciljni uporabniki ter sistemi ocenjevanja in oblikovanja zgradb.

Izbrane teme:

- Trajnost, restorativnost, regeneracija
- Dimenzije trajnosti
- Vloga zgradb
- Okoljski, gospodarski, človeški in družbeni vplivi zgradb
- Urbanizacija, človekovo dobro počutje
- Sistemi ocenjevanja zgradb
- Politično in regulativno okolje
- Obnovljivi materiali za regenerativno trajnost
- Aktivnosti gozdarskega sektorja za trajnostni razvoj
- Intersekcionalnost za trajnostni razvoj

Ime predmeta: **IZBRANA POGLAVJA IZ ZDRAVJA LJUDI V GRAJENEM OKOLJU**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Predmet bo študentom predstavil številne učinke grajenega okolja na zdravje. Izbrane teme:

- Kakovost zraka v zaprtih prostorih

- Stres
- Kognitivne sposobnosti
- Akustika
- Razsvetljava
- Toplotno ugodje
- Ergonomski/kineziološki dejavniki
- Vloga izbire materialov
- Oblikovanje skupnosti
- Podpora iz okolja pri samostojnem življenju / aktivno zdravo staranje
- Druge teme

Ime predmeta: **IZBRANA POGlavJA IZ IoT V GRAJENEM OKOLJU**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Izbrane teme s poudarkom na uporabnosti v grajenem okolju:

- Osnove gradbene informatike in obdelave podatkov
- Osnove senzorike, senzoričnih omrežij in orodij IoT
- Obdelava podatkov in upravljanje s podatki v senzorskih omrežjih
- Računalništvo v oblaku, velike zbirke podatkov, podatkovno inženirstvo
- Platforme IoT in na njih združene aplikacije
- Osnove informacijskih sistemov
- Informacijsko modeliranje zgradb (Building Information Modelling – BIM) za trajnostno načrtovanje in upravljanje z zgradbami
- Optimizacijski procesi pri načrtovanju in gradnji v trajnostnem gradbeništvu
- Uporaba navidezne in dopolnjene resničnosti pri načrtovanju in gradnji zgradb
- Osnove sistemov za upravljanje zgradb

Ime predmeta: **IZBRANA POGlavJA IZ MODELIRANJA**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Izbrane teme:

- Fizikalno modeliranje z uporabo končnih elementov
- Metode končnih elementov (KE)
 - o Osnovne vrste končnih elementov (linijski, ploskovni, volumski)
 - o Materialni modeli uporabljeni za modeliranje KE (elastoplastični modeli obnovljivih materialov, vključno z rastlinskimi tkivi, kot so les, bambus in konoplja, umetni materiali)
 - o Priprava geometrije za simulacije s KE (deterministično in iz slik biomaterialov)
- Konstrukcijske analize (statična, modalna, harmonična, prehodna)
- Toplotna analiza (stabilna in prehodna)
- Modeliranje kompozitnih materialov (vlaknasti in slojeviti umetni in bio kompoziti)
- Modeliranje uklona

Ime predmeta: **HOLISTIČNO PROJEKTIRANJE SODOBNIH LESENIH ZGRADB**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Projektiranje sodobnih lesenih zgradb.

- Statični obtežni primeri
- Vetrna obtežba
- Potresna obtežba

- Akustični detajli
- Požarna obtežba
- Projektiranje spojev
- Holistični pristopi v projektiranju, interakcija različnih obtežnih primerov, identifikacija kolizij. V kombinaciji s počutjem človeka v grajenem okolju.

Ime predmeta: **GRAJENO OKOLJE IN VLOGA INŽENIRJEV**

Število ECTS kreditnih točk: **10**

Vsebina:

Študentom poda širok nabor kompetenc in znanj, potrebnih za razumevanje grajenega okolja, vlog, dela in specifik posameznih uveljavljenih inženirskih strok ter njihovega prepleta.

- Grajeno okolje skozi zgodovino
- Področja gradnje (visoka gradnja, nizka gradnja, inženirski objekti, infrastruktura)
- Strojne in elektro inštalacije
- Gradbeni materiali
- Projektiranje konstrukcij (statika, dinamika, požar)
- Gradbena fizike (temperatura, vlaga)
- Vpliv konstrukcij na okolje, LCA in LCC, trajnostno certificiranje
- Prenove objektov
- Zdravje ljudi v grajenem okolju
- Pametne zgradbe
- Lastnosti stavb v času življenjske dobe
- Gradbena zakonodaja