

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet: Matematični modeli in numerične metode v raziskavah materialov
Course title: Mathematical models and numerical methods in materials research

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Sonaravne tehnologije in sistemi v strojništvu - 3. stopnja	/	1./2.	zimski/letni
Sustainable technologies and systems in mechanical engineering - 3 rd cycle	/	first/second	winter/summer

Vrsta predmeta / Course type

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Laboratorijske vaje work	Druge oblike študija	Samost. delo Individ. work	ECTS
10		30	10	/	250	10

Nosilec predmeta / Lecturer:

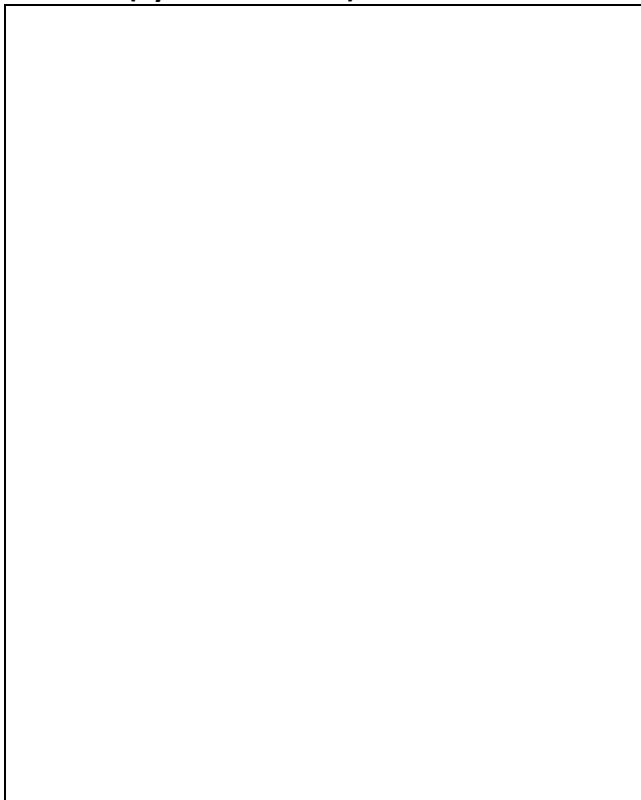
Jeziki / Languages:
Predavanja / Lectures:
Vaje / Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti: **Prerequisites:**

- Vpis v doktorski študijski program.
- Dodatnih pogojev ni.

Vsebina:

- Uvod.
- Splošno o matematičnih modelih in numeričnih metodah, ki se uporabljajo v znanosti o materialih in inženirstvu materialov.
- Mehanika kontinuuma. Ohranitvene in kontinuitetne enačbe. Konstitutivne enačbe. Robni in začetni pogoji.
- Pregled osnovnih modelov. Elastičnost. Viskoelastičnost. Fluidi.
- Numerično reševanje sistemov enačb.
- Aproksimacija in interpolacija.
- Numerično odvajanje in integriranje.
- Numerično reševanje navadnih in parcialnih diferencialnih enačb.
- Metoda končnih diferenc.
- Metoda končnih elementov. Končni elementi – diskretizacija območja. Interpolacijske funkcije na območju končnega elementa.

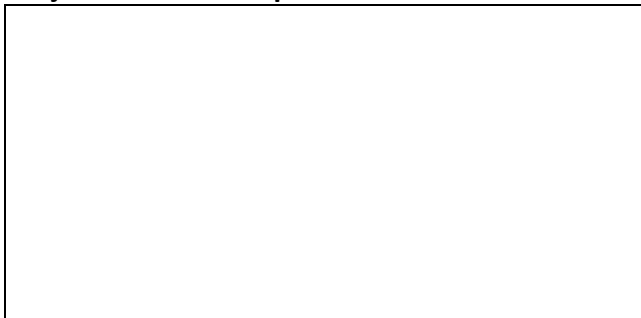
Content (Syllabus outline):**Temeljni literatura in viri / Readings:**

- [1] Rappaz, M., Bellet, M., Deville, M. (2010) *Numerical modeling in material science and engineering*. 2. izdaja. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [2] Czichos, H., Saito, T., Smith, L. (Eds.) (2006) *Springer Handbook of Materials Measurement Methods*. Springer Science+Business Media, Inc.
- [3] LeSar, R. (2013) *Introduction to Computational Materials Science. Fundamentals to Applications*. Cambridge University Press.
- [4] Plestenjak, B. (2015) *Razširjen uvod v numerične metode*. Ljubljana: DMFA – založništvo.
- [5] Aliev, A. V., Mishchenkova, O. V., Lipanov, A. M. (2016) *Mathematical Modeling and Numerical Methods in Chemical Physics and Mechanics*. Apple Academic Press.

Cilji in kompetence:

Učna enota prispeva predvsem k razvoju naslednjih specifičnih kompetenc:

- poznavanje in razumevanje matematičnih modelov v mehaniki kontinuuma,
- razumevanje bistvenih lastnosti fizikalnih sistemov in procesov, ki jih opisujejo matematični modeli v mehaniki kontinuuma,

Objectives and competences:

- razumevanje fizikalnega ozadja ohranitvenih, kontinuitetnih in konstitutivnih enačb,
- poznavanje omejitev in okoliščin, pri katerih matematični modeli dovolj dobro napovedujejo vedenje izbranih materialov,
- poznavanje posebnosti, zmogljivosti in omejitev posameznih numeričnih metod,
- sposobnost uporabe numeričnih orodij za reševanje realnih inženirskih problemov.

Učna enota prispeva predvsem k razvoju naslednjih splošnih kompetenc:

- sposobnost predvidevanja in napovedovanja izidov,
- sposobnost kritične presoje,
- obvladovanje metod in pristopov raziskovanja,
- sposobnost uporabe znanja v praksi,
- komunikacijske sposobnosti za predstavitev in argumentiranje lastnih zamisli, hipotez in rezultatov pred znanstveno–raziskovalno in strokovno javnostjo v najširšem obsegu.

Predvideni študijski rezultati:

Študenti poznajo matematične modele na področju raziskav materialov in razumejo fizikalno ozadje, na katerem temeljijo ti modeli. Razumejo pomen parametrov, ki nastopajo v modelih. Zavedajo se omejitev posameznega matematičnega modela. Znajo razviti metodo reševanja enačb matematičnega modela z uporabo numeričnih orodij in pripravljen numerični model implementirati v izbranem programskem okolju.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:

Metode poučevanja in učenja:

- frontalna predavanja z aktivno udeležbo študentov,
- avditorne in laboratorijske vaje,
- izdelava seminarske naloge.
- Individualno delo študenta.

Learning and teaching methods:

Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Weight (in %)	Assessment:
Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt)		Type (examination, oral, coursework, project):
Seminarska naloga -	30%	
Ustni izpit -	70%	

Reference nosilca / Lecturer's references:

- [1] Zupančič, B., Nikonov, A. V., Florjančič, U., Emri, I. (2007) Časovno odvisno vedenje pogonskih jermenov pod vplivom periodične mehanske obremenitve: analiza lokacije enojne spektralne črte = Time-dependent behaviour of drive belts under periodic mechanical loading: analysis of the location of a single line spectrum. *Strojniški vestnik*, ISSN 0039-2480, 2007, letn. 53, št. 10, str. 696-705. [COBISS.SI-ID 10330395].
- [2] Emri, I., Nikonov, A. V., Zupančič, B., Florjančič, U. (2008) Time-dependent behavior of ropes under impact loading : a dynamic analysis. *Sports technology*, ISSN 1934-6190. [Online ed.], 2008, vol. 1, no. 4/5, str. 208-219, ilustr., doi: 10.1002/jst.62. [COBISS.SI-ID 10934299].
- [3] Emri, I., Zupančič, B. (2008) DAB - Durability analysis of belts : program package for strain accumulation analysis in the drive belts. Ljubljana: iSIT, Institute for sustainable innovative technologies, cop. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 10399771].
- [4] Zupančič, B., Emri, I. (2008) DAB - durability analysis of belts : program package for strain accumulation analysis in the drive belts: navodila za uporabo. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Center za eksperimentalno mehaniko, CEM, str. 30, ilustr. [COBISS.SI-ID 10400027].
- [5] Zupančič, B., Emri, I. (2009) Time-dependent constitutive modeling of drive belts. 2, The effect of the shape of material retardation spectrum on the strain accumulation process. *Mechanics of time-dependent materials*, ISSN 1385-2000, 2009, vol. 13, no. 4, str. 375-400. <http://dx.doi.org/10.1007/s11043-009-9097-6>. [COBISS.SI-ID 11241243].
- [6] Gergesova, M., Zupančič, B., Saprunov, I., Emri, I. (2011) The closed form t-T-P shifting (CFS) algorithm. *Journal of rheology*, ISSN 0148-6055, 2011, vol. 55, no. 1, str. [1-16], doi: 10.1122/1.3503529. [COBISS.SI-ID 11702043].
- [7] Zupančič, B., Emri, I. (2011) Modelling of strain accumulation process in cyclically loaded transmission belts. New York: Nova Science Publishers, cop. 2011. VII, 57 str., ilustr. ISBN 978-1-61209-058-0. https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=21971. [COBISS.SI-ID 11702299].
- [8] Gergesova, M., Saprunov, I., Zupančič, B., Emri, I. (2012) Applicability of the closed form shifting algorithm to non-monotonic functions. V: 16th International Congress on Rheology, Lisbon, 2012. Book of abstracts: ICR 2012 - XVIth International Congress on Rheology, Lisbon, August 5-10, 2012. Lisbon: [s. n.], cop. 2012, str. 441. [COBISS.SI-ID 12407323].
- [9] Emri, I., Zupančič, B., Gergesova, M., Saprunov, I., Gonzalez-Gutierrez, J., Bek, M. (2012) Importance of viscoelastic characteristics in determining functionality of time-dependent materials. *DYNA*, ISSN 0012-7353, oct. 2012, año 79, str. 97-104, ilustr. [COBISS.SI-ID 12607515].
- [10] Emri, I., Gonzalez-Gutierrez, J., Gergesova, M., Zupančič, B., Saprunov, I. (2014) Experimental determination of material time-dependant properties. V: Hetnarski, R. B. (ur.). *Encyclopedia of thermal stresses*. Dordrecht: Springer Reference, 2014, str. 1494-1510, ilustr., doi: 10.1007/978-94-007-2739-7_907. [COBISS.SI-ID 513991543].