

OBDELOVALNI STROJI

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: OBDELOVALNI STROJI

Course title: MACHINE TOOLS

Članica nosilka/UL Member: UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo, tretja stopnja, doktorski	Proizvodno inženirske znanosti, kibernetika in mehatronika (smer)		Celoletni	izbirni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 0033461

Koda učne enote na članici/UL Member course code: 7306

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
90					160	10

Nosilec predmeta/Lecturer: Franci Pušavec

Izvajalci predavanj: Tomaž Pepelnjak, Franci Pušavec

Izvajalci seminarjev:

Izvajalci vaj:

Izvajalci kliničnih vaj:

Izvajalci drugih oblik:

Izvajalci praktičnega usposabljanja:

Vrsta predmeta/Course type:

Izbirni predmet /Elective course

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:

Angleščina, Slovenščina

Vaje/Tutorial:

Angleščina, Slovenščina

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

Veljajo splošni pogoji za doktorski študij.

General prerequisites for the third level studies.

Vsebina:**Content (Syllabus outline):**

Optimalni pristop h konstruiranju obdelovalnih strojev po 3 E načelu (ekonomičnost, ergonomičnost, estetika). Izbira in preračun temeljev in ogrodja stroja glede na namembnost. Konstrukcijsko izvedeni prijemi za zmanjšanje hrupa. Izvedbe vodil in vležajenj glede na zahteve stroja (groba obdelava, fina obdelava, visokoprecizna obdelava). Vrste pogonov in izbira med sodobnimi izvedbami (AC, linearni motorji, itd.). Upoštevanje in nadziranje geometričnih zahtev stroja - izdelka, statična, dinamična togost. Nadgradnja osnovne teorije s teorijo trajnostnega razvoja in tako pri načrtovanju stroja paralelno vključevati rešitve v povezavi z ekologijo, varnostjo pri delu, itd.

Optimum ways in machine tool construction according to 3 E methodology (economical, ergonomic, esthetical). Defining and calculation of machine tool bases, machine tool housing in correlation to the machine tool requirements. The ways to find the solution for decreasing the noise in the stage of machine tool construction. Defining the slide ways and bearing system with their realization in correlation to machine tool requirements (rough machining, fine machining, and high precision machining). Sorts of drives and their usage in state of the art machine tools (AC, linear motors, etc.). Control of geometrical requirements and taking them into account when developing machine tool - product, statical and dynamical stiffness. Upgrade of basic theory of machine tool development with theory of sustainable development, and so in development of machine tool in parallel include ecology, safety, etc.

Temeljna literatura in viri/Readings:

- [1] J. Kopac, Obdelovalni stroji, orodja in naprave: modulna gradnja obdelovalnih strojev, Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2005
- [2] P. H. Joshi Machine Tools Handbook, McGraw-Hill Handbooks, 2007
- [3] L.N. López de Lacalle and A. Lamikiz, Machine Tools for High Performance Machining, Springer, 2008
- [4] Weck, M.: Werkzeugmaschinen, Fertigungssysteme.- Band 1,2.- Düsseldorf:

VDI-Verlag, 1991

[5] Muren, H.: Elementi odrezovalnih strojev I+II.- Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1991

[6] Šmarčan, P.: Obdelovalni stroji I.+II.- Maribor: Tehniška fakulteta, 1990

[7] Umformtechnik. Bd. 1, Grundlagen /ed. K. Lange.- 2., völlig neubearbeitete Aufl.- Berlin etc.: Springer, 1984

[8] Wagener, H.W.: Mechanische und Hydraulische Pressen.- Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992

[9] Milberg, J.: Werkzeugmaschinen – Grundlagen: Zerspantechnik, Dynamik, Baugruppen und Steuerungen.- Berlin etc.: Springer-Verlag, 1992

[10] Kalpakjian, S.: Manufacturing engineering and technology.- 3rd ed.- Reading etc.: Addison Wesley, cop. 1995

[11] Wright, P. K.: 21st century manufacturing.- Upper Saddle River: Prentice Hall, cop. 2001

Manufacturing excellence: the competitive edge / ed. by T. Pfeifer, W. Eversheim, W. König, M. Weck.- London etc.: Chapman & Hall, 1997

[12] Machine tool practices / Richard R. Kibbe, John E. Neely, Rolando O. Meyer, Warren T. White.- 6th ed.- Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1999, cop. 1979

[13] Lange, K.: Handbook on metal forming.- New York: McGraw- Hill, 1991

[14] CIRP Annals – Manufacturing Technology - Papers / SC Forming

Cilji in kompetence:

Cilji:

Osnovna načela strojogradnje; značilnosti pri konstruiranju strojev z zagotavljanjem karakteristik b-m-k (dušilnost – masa – togost). Pristop k modulnemu načrtovanju strojev z vključevanjem tržno dosegljivih enot. Seznanitev s posameznimi moduli kot so: temeljni stroja, energetska enota, prenosniki, ohišja, vodila, itd. Značilnice strojev kot so stroji z definirano in nedefinirano geometrijo odrezka, večoperacijski obdelovalni centri, mehanske in hidravlične stiskalnice, stroji za tlačno litje, za injekcijsko brizganje polimernih gradiv, itd. Preizkušanje strojev, kontrola natančnosti, statična in dinamična togost, delovna natančnost. Koncipiranje, oblikovanje in konstruiranje izven standardnih strojev in orodij. Dinamika in kinematika

Objectives and competences:

Goals:

The basic principles of machine tool construction and its development is going to be presented; properties in machine tool construction for reaching d-m-k characteristics (damping – mass – stiffness). The way to modular machine tool construction, using market available parts. Make students familiar with individual modules, such as: machine tool base, energetic unit, housings, machine ways, etc. Machine tool characteristics as machine tools with defined and undefined chip geometry, multi-operational machining centers, mechanical and hydraulic presses, forging machine tools, machine tools for injection molding of plastic, etc. Testing of machine tool, precision controlling, statical and dynamical stiffness, working precision with reputability. Conception, design and construction non-standard

<p>strojev, nadzor - senzorika strojev; povezava stroj-orodja-izdelek. Sodobni načini upravljanja in krmiljenja strojev.</p> <p>Kompetence:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obvladovanje pristopov k konstruiranju obdelovalnih strojev - Obvladovanje konstrukcijskih prijemov za zmanjšanje hupa, vibracij, itd. pri obdelovalnih strojih - Obvladovanje preračunavanje pogonov obdelovalnih strojev - Obvladovanje kontrole geometričnih zahtev obdelovalnih strojev - Sposobnost vključevanja idej trajnostnega razvoja pri snovanju obdelovalnih strojev 	<p>machine tools and tools. Machine tool dynamics and kinematics, machine tool control with sensors; machine tool-tool-workpiece relation. Modern ways of machine tool control and direction.</p> <p>Competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Be acquainted with principles to construct the machine tool - Be acquainted with solutions for decreasing the noise, vibration, etc. of machine tools - Be acquainted with calculation of machine tool drives - Be acquainted with machine geometrical precision checking - Be capable of application of sustainable development ideas in machine tool construction planning
--	---

Predvideni študijski rezultati:	Intended learning outcomes:
<ul style="list-style-type: none"> - Obvladovanje pristopov k konstruiranju obdelovalnih strojev - Obvladovanje konstrukcijskih prijemov za zmanjšanje hupa, vibracij, itd. pri obdelovalnih strojih - Obvladovanje preračunavanje pogonov obdelovalnih strojev - Obvladovanje kontrole geometričnih zahtev obdelovalnih strojev - Sposobnost vključevanja idej trajnostnega razvoja pri snovanju obdelovalnih strojev 	<p>Knowledge and understanding:</p> <p>Be acquainted with principles to construct the machine tool</p> <ul style="list-style-type: none"> - Be acquainted with solutions for decreasing the noise, vibration, etc. of machine tools - Be acquainted with calculation of machine tool drives - Be acquainted with machine geometrical precision checking - Be capable of application of sustainable development ideas in machine tool construction planning

Metode poučevanja in učenja:	Learning and teaching methods:
<p>Predavanja, laboratorijske vaje, seminarsko delo, e-izobraževanje, konzultacije. Seminarsko delo v čim večji meri navezuje se na področje doktorskega raziskovanja. Študij z uporabo priporočene literature.</p>	<p>Lectures, laboratory practice & seminar work, e-education, consulting. The seminar work is related, as much as possible, to the student's doctoral research field. Study on a recommended literature basis.</p>

Načini ocenjevanja:

Delež/

Assessment:

Weight

Ustni izpit, poročilo o seminarskem delu. Pogoji za opravljanje ustnega izpita je uspešno izdelano in pozitivno ocenjeno seminarsko delo. • seminarsko delo (60%) • ustno izpraševanje (40%)		Oral exam, report on seminar work. The condition for admission to oral exam is successful completion of seminar work, rewarded with a passing grade. • seminar work (60%) • oral examination (40%)
--	--	--

Reference nosilca/Lecturer's references:

izr. prof. dr. Franci PUŠAVEC

JAWAHIR, I. S., ATTIA, H., BIERMANN, Dirk, DUFLOU, Joost, KLOCKE, Fritz, MEYER, D., NEWMAN, S. T., PUŠAVEC, Franci, PUTZ, M., RECH, Joël, SCHULZE, Volker, UMBRELLO, D. Cryogenic manufacturing processes. CIRP annals, ISSN 0007-8506, 2016, vol. 65, nr. 2, str. 713-736, ilustr.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850616302402>, doi: 10.1016/j.cirp.2016.06.007.

MARUDA, Radoslaw W., KROLCZYK, Grzegorz M., FELDSTEIN, Eugene, PUŠAVEC, Franci, SZYDŁOWSKI, Michał, LEGUTKO, Stanisław, SOBCZAK-KUPIEC, Agnieszka. A study on droplets sizes, their distribution and heat exchange for minimum quantity cooling lubrication (MQCL). International journal of machine tools & manufacture, ISSN 0890-6955. [Print ed.], Jan. 2016, vol. 100, str. 81-92, ilustr., doi: 10.1016/j.ijmachtools.2015.10.008.

PUŠAVEC, Franci, KRAJNIK, Peter, KOPAČ, Janez. Transitioning to sustainable production. Part 1, Application on machining technologies. Journal of cleaner production, ISSN 0959-6526. [Print ed.], Jan. 2010, vol. 18, iss. 2, str. 174-184, ilustr., doi: 10.1016/j.jclepro.2009.08.010.]

PUŠAVEC, Franci, KRAMAR, Davorin, KRAJNIK, Peter, KOPAČ, Janez. Transitioning to sustainable production. Part 2, Evaluation of sustainable machining technologies. Journal of cleaner production, ISSN 0959-6526. [Print ed.], Aug. 2010, vol. 18, iss. 12, str. 1211-1221, ilustr., doi: doi:10.1016/j.jclepro.2010.01.015.

KRAJNIK, Peter, RASHID, Amir, PUŠAVEC, Franci, REMŠKAR, Maja, YUI, Akinori, NIKKAM, Nader, TOPRAK, Muhammet. Transitioning to sustainable production. Pt. 3, Developments and possibilities for integration of nanotechnology into material processing technologies. Journal of cleaner production, ISSN 0959-6526. [Print ed.], Jan. 2016, vol. 112, pt. 1, str. 1156-1164, ilustr., doi: 10.1016/j.jclepro.2015.08.064.

RECH, Joël, ARRAZOLA, P. J., CLAUDIN, C., COURBON, Cedric, PUŠAVEC, Franci, KOPAČ, Janez. Characterisation of friction and heat partition coefficients at the tool-work material interface in cutting. CIRP annals, ISSN 0007-8506, 2013, vol. 62, iss. 1, str. 79-82, ilustr., doi: 10.1016/j.cirp.2013.03.099.

KRŽIČ, Primož, PUŠAVEC, Franci, KOPAČ, Janez. Kinematic constraints and offline programming in robotic machining applications. Tehnički vjesnik, ISSN 1330-3651, 2013, vol. 20, no. 1, str. 117-124, ilustr. http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=143508.

PUŠAVEC, Franci, GOVEKAR, Edvard, KOPAČ, Janez, JAWAHIR, I.S. The influence of cryogenic cooling on process stability in turning operations. CIRP annals, ISSN 0007-8506, 2011, vol. 60, iss. 1, str. 101-104, doi: 10.1016/j.cirp.2011.03.096.

STOIĆ, Antun, PUŠAVEC, Franci, KOPAČ, Janez. Cutting disturbances influenced by variations in contact surface geometry. Machining science and technology, ISSN 1091-0344, Oct. 2009, vol. 13, iss. 4, str. 516-528, doi: 10.1080/10910340903451621.