

Med teorijo in laboratorijem: kaj pomeni pedagoška odličnost v tehniki?



doc. dr. Božidar Bratina
Laboratorij za kognitivne sisteme v mehatroniki

O čem bo tekla beseda ...

- Laboratorijsko delo kot pomemben del učenja
- Inženirsko usmerjeno poučevanje
- Moji začetki in izkušnje
- Poučevanje v tehniki, dobre prakse
- Predstavitev učne enote Nanorobotika
- Predstavitev učne enote Snovanje sistemov vodenja
- Vključevanje sodobnih metod poučevanja
- Digitalna in sodobna orodja
- Izkušnje in povezava z industrijo
- Izzivi, rešitve
- Ocenjevanje v inženirskem kontekstu in razvoj praktičnih kompetenc
- Vključevanje študentov v delovno okolje
- Povzetek

Delovno okolje: Laboratorij – kjer se teorija iz predavanj preverja v praksi

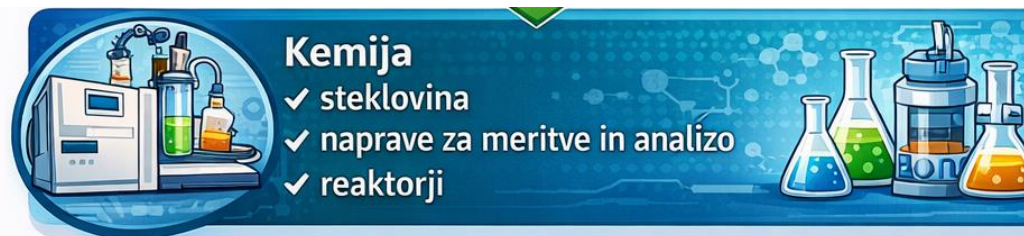
- Organiziran prostor za praktično delo, raziskave in eksperimentiranje na določenem področju.
- Vključuje:
 - opremo in instrumente
 - eksperimentalne postopke
 - varnost !!!
 - strokovno vodenje.



Strojništvo

- ✓ testni stroji
- ✓ materiali
- ✓ CNC

Illustration of a universal testing machine, a CNC lathe, and a computer monitor displaying a graph.



Kemija

- ✓ steklovina
- ✓ naprave za meritve in analizo
- ✓ reaktorji

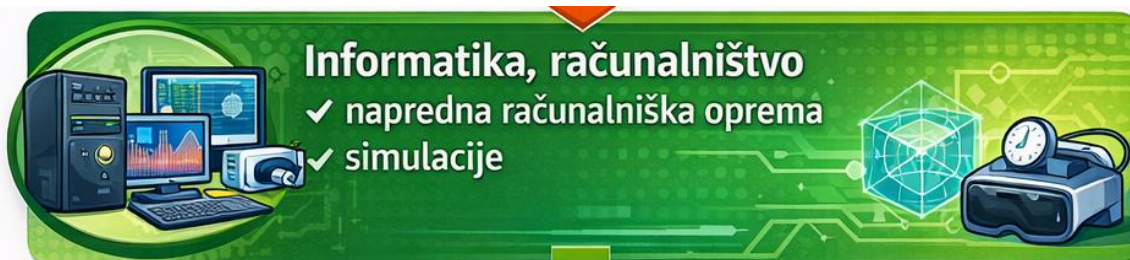
Illustration of laboratory glassware including flasks, beakers, and a reactor.



Elektrotehnika

- ✓ osciloskopi
- ✓ vezja
- ✓ napajalniki
- ✓ krmilniki
- ✓ motorji

Illustration of an oscilloscope, a power supply unit, a printed circuit board, and an electric motor.



Informatika, računalništvo

- ✓ napredna računalniška oprema
- ✓ simulacije

Illustration of a computer system, a monitor displaying a graph, and a VR headset.



Gradbeništvo

- ✓ testiranje konstrukcij
- ✓ materialov


Illustration of a testing machine, construction workers, and a pile of stones.

Laboratorij TESLA




Poleg prenosa teorije, tudi reševanje realnih tehničnih problemov !!!

Obstoječ način dela:



- študenti izvajajo vaje in merjenja (disciplina, tehnična natančnost, doslednost)



- Preverjanje teorije
- potrjevanje novih modelov, analiza rezultatov (zaželena objava v obliki študentskih člankov)

- Raziskovalno delo
 - razvoj novih metod, tehnologij
 - izvajanje projektov (sodelovanje v RR projektih)



- Razvoj veščin
 - delo z laboratorijsko opremo
 - odgovornost, varnost



- Univerza (push) – produkcija študentov, splošno znanje, velika zaloga.
 - Industrija (pull) – zgolj določene profile in znanja, ni zaloge.
- } Prevelik razkorak

Poleg tehničnih sposobnosti je potrebno izoblikovati učinkovite (so)delavce !!!

Nove smernice in načini dela:



✓ Aktivno učenje

- poudarek na **praktičnem delu** in mehkih veščin
- lažji prehod iz akademskega v industrijsko okolje



✓ Krepitev inženirskega razmišljanja (analiza, načrtovanje, optimizacija)



✓ Timsko delo

- **delitev vlog** (eden meri, drugi beleži)
- skupno reševanje problemov
- **komunikacija**
(običajna praksa – eden dela, drugi se šlepa)



✓ Interdisciplinarnost

- razumevanje **problema** pred reševanjem
- povezava **fizika, tehnika, matematika** itd.



✓ Organizacija, odgovornost, tehniška kultura



✓ Aktualna znanja

- nove tehnologije, oprema
- usmerjenost v **kompetence**

Delovno okolje: Laboratorij – integracija znanja, kompetenc, prakse, razumevanja...



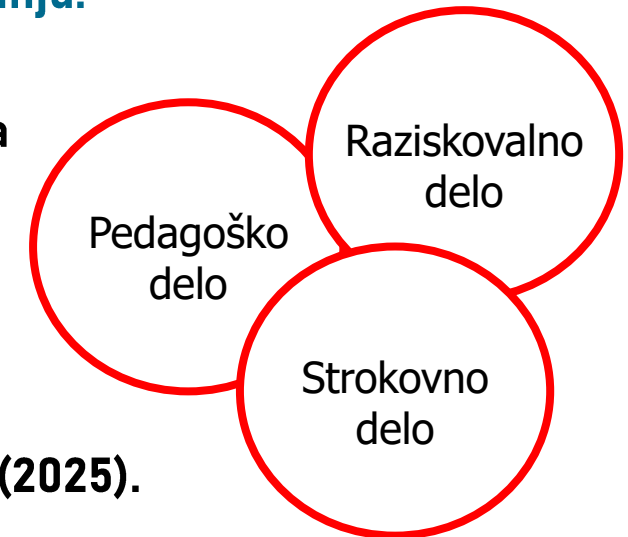
- **Doktorat, 2009, s področja zaznavanja in razpoznavne napak v industrijskih procesih, Laboratorij za procesno avtomatizacijo.**
- **Vključen v raziskovalno delo na lokalnih in mednarodnih projektih (EUREKA, CO STV).**
- **Prva habilitacija v letu 2008, z vajami pričnem šele po doktoratu, asistent pri učnih enotah:**
 - **Avtomatizacija industrijskih obratov (LV)** – PLK, SKADA, PID, klasična avtomatizacija
 - **Aktuatorska tehnika (LV)** – aktuatorji, vezave v avtomatiki, prilagoditveni elementi
 - **Gradniki sistemov vodenja (LV)** – krmilniki, senzorji, aktuatorji, regulatorji
 - **Snovanje sistemov vodenja (LV)** – napredne sheme vodenja, napredni regulatorji
 - **Praktično usposabljanje...**

- V letu 2014 prehod v **Laboratorij za kognitivne sisteme v mehatroniki**, vključen v projekte za industrijo.
- **Asistent/ predavatelj** pri učnih enotah:
 - **Nanorobotika** – tehnike manipulacije mikroobjektov, vodenje nanorobotske celice
 - **Regulacijska tehnika I** – Osnove, PID, načrtovanje parametrov
 - **Inteligentno vodenje proizvodnih postopkov** – napredne metode vodenja
 - **Gradnja mehatronskih sistemov** – spoznavanje elektro in strojnih komponent
 - **Projekt** – delo s študenti na projektih
- **(So)mentor pri zaključnih delih**
(Mehatronika, Elektrotehnika) – cca 80 diplomantov



Tipična pot:

- Po diplomi/ doktoratu – **visokošolski sodelavec** – asistent – **samouk**, nevešč pedagoških pristopov
- **Visokošolski učitelj** – **nastopno predavanje** pred komisijo, pedagoško-andragoška izobrazba (PAI) ni pogoj.
- Poslanstvo Univerze v Mariboru temelji na iskrenosti, radovednosti, ustvarjalnosti, svobodi duha, sodelovanju in **izmenjavi spoznanega v znanosti, umetnosti in izobraževanju**.
- **Znanje** iz raziskovalnega in strokovnega dela se preko pedagoškega dela **preliva na študente**.
- Pedagoško delo se ocenjuje tudi na podlagi **študentskih anket**.
- Priznanje za pedagoško delo FERI (2016, 2024), pedagoško odličnost UM (2025).

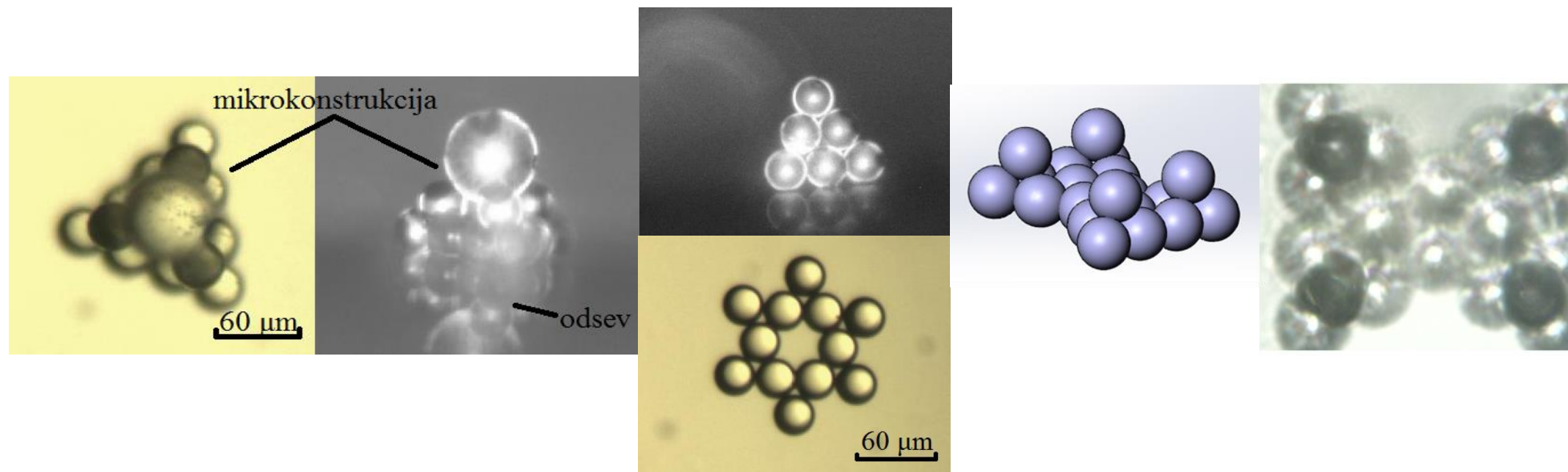


- **Dolgoletne izkušnje kot asistent** v različnih semestrih in študijskih programih.
- Prednost so vsekakor **manjše skupine študentov** (sploh v višjih letnikih).
- **Na študentu osredotočeno delo**, če je le možno (veliko truda in energije).
- **Motivacija študentov** za aktivno sodelovanje študentov preko primerov iz industrije, prakse...
- Pri laboratorijskih vajah je pomemben **oseben stik**.
- Bolj kot so **vsebine praktično obarvane**, bolj so jim všeč (manj teorije). Vidijo stvari, ki jih privlačijo za kasnejše **delo v industriji**.
- **Iskanje potenciala** v posameznem študentu...

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- **Snov**

- **Interdisciplinarna** (fizika, materiali, robotika, mikro in nano svet).
- Ni pogojena s **predhodnim znanjem** mehatronike, zanimiva tujim študentom (Erasmus).
- Vključuje tudi znanja **iz lastnega raziskovalnega dela, rezultati, eksperimenti**.
- Predavanja **obogatena s filmi (tudi Youtube)**, računskimi primeri, mednarodnimi članki.



UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- **Izvedba predavanj**

- Uvodoma **klasično podajanje snovi**, aktivno sodelovanje študentov.
- Sprotna vprašanja – **dinamično, aktivno vzdušje**, vmes kakšna navezava na praktičen primer.
- Po nekaj tednih razdelitev **individualnih seminarskih nalog** – priprava na laboratorijske vaje. (**osvojijo teoretična izhodišča**, razumejo delovanje, pričakovane rezultate)
- Več dela za popravke in ocenjevanje, a kasneje boljše razumevanje in analiza laboratorijskih vaj.
- Posledično tudi manj **tehničnih napak in poškodb opreme** pri izvedbi LV !!!
- Dokončanje seminarskih nalog do konca semestra, **sami razporedijo glede na študijske obveze**.
- **Beleži se prisotnost tudi na predavanjih** in delno upošteva pri oceni (5%)

Preverjanje znanja s kolokviji ali izpitom. Študenti imajo **dve možnosti**:

- ročno napisan **list s formulami, grafi, ALI**
- **vprašanja iz snovi, ki pridejo v poštev** (običajno do 50 vprašanj, navezano na poglavja učne enote)

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- Moodle stran

▼ PREDAVANJA

PREDAVANJA (VSEBINA PO POGLAVJIH):

 1. UVOD

 - Uvod PPT

 - Elektronska_mikroskopija PPT

 2. Naprava s pnevmatsko aktivno površino za premikanje submilimetrskih delcev

 3. Mehanizem za nanopozicioniranje z dvema prostostnima stopnjama

 4. Nanorobot

 5. Prijemala za mikro in nanoobjekte

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- **Moodle stran**

Pomožni material lastni in mednarodni članki



Članek v Journal of micromechanics and microengineerings - van der Waals-ovo prijemalo



Članek iz Micromachines - kapilarno prijemalo

Naloženo 30/08/25, 13:14



Članki - kapilarna sila

Naloženo 30/08/25, 13:14



Članek iz Micromachines - mikro motorček v kapljici

Naloženo 30/08/25, 13:14



Rotacijski mikromotor v tekočini



Članek iz Micromachines - mikromotorček v lončku

Naloženo 30/08/25, 13:14



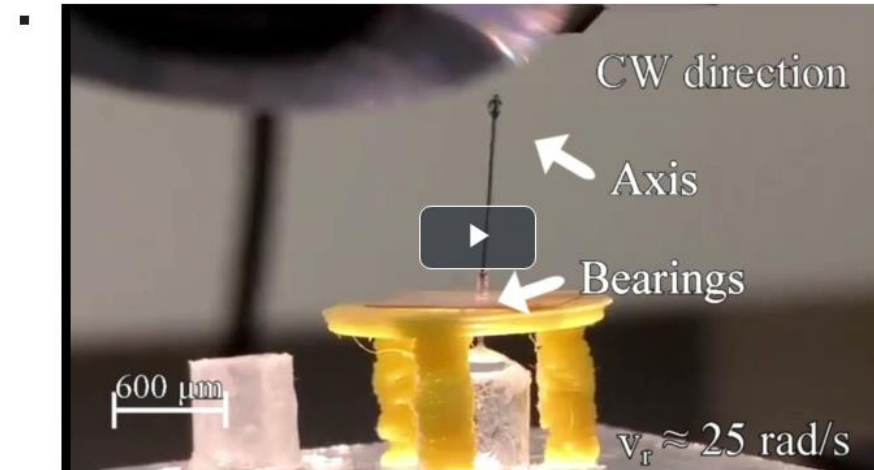
Članek v APEM - Določanje vršne (kontaktne) razdalje z van der Waals-ovo silo

Naloženo 30/08/25, 13:14

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- **Moodle stran**

**Pomožni material
video gradiva**



UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- Moodle stran**

PREVERJANJE PRISOTNOSTI NA PREDAVANJIH PRI PREDMETU NANOROBOTIKA

PREVERJANJE

Vidne skupine

Page 1 of 1

Uporabniki			Nastavitev statusa 1		Izvedene seje			Vse seje			Možno (max.)	
<input type="checkbox"/> Ime / Priimek	Številka ID	E-poštni naslov	P	O	Seje	Točke	Odstotek	Seje	Točke	Odstotek	Točke	Odstotek
<input type="checkbox"/> Z			11	0	11	11 / 11	100,0%	67	11 / 67	16,4%	67 / 67	100,0%
<input type="checkbox"/> T			3	8	11	3 / 11	27,3%	67	3 / 67	4,5%	59 / 67	88,1%
<input type="checkbox"/> J			7	4	11	7 / 11	63,6%	67	7 / 67	10,4%	63 / 67	94,0%
<input type="checkbox"/> J			9	2	11	9 / 11	81,8%	67	9 / 67	13,4%	65 / 67	97,0%
<input type="checkbox"/> F			1	10	11	1 / 11	9,1%	67	1 / 67	1,5%	57 / 67	85,1%
<input type="checkbox"/> N			8	3	11	8 / 11	72,7%	67	8 / 67	11,9%	64 / 67	95,5%
<input type="checkbox"/> J			9	2	11	9 / 11	81,8%	67	9 / 67	13,4%	65 / 67	97,0%
<input type="checkbox"/> L			8	3	11	8 / 11	72,7%	67	8 / 67	11,9%	64 / 67	95,5%
<input type="checkbox"/> M			1	10	11	1 / 11	9,1%	67	1 / 67	1,5%	57 / 67	85,1%
<input type="checkbox"/> T			8	3	11	8 / 11	72,7%	67	8 / 67	11,9%	64 / 67	95,5%
<input type="checkbox"/> Z			11	0	11	11 / 11	100,0%	67	11 / 67	16,4%	67 / 67	100,0%

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- Moodle stran

**Erasmus podobno
kot za slovenske
študente**

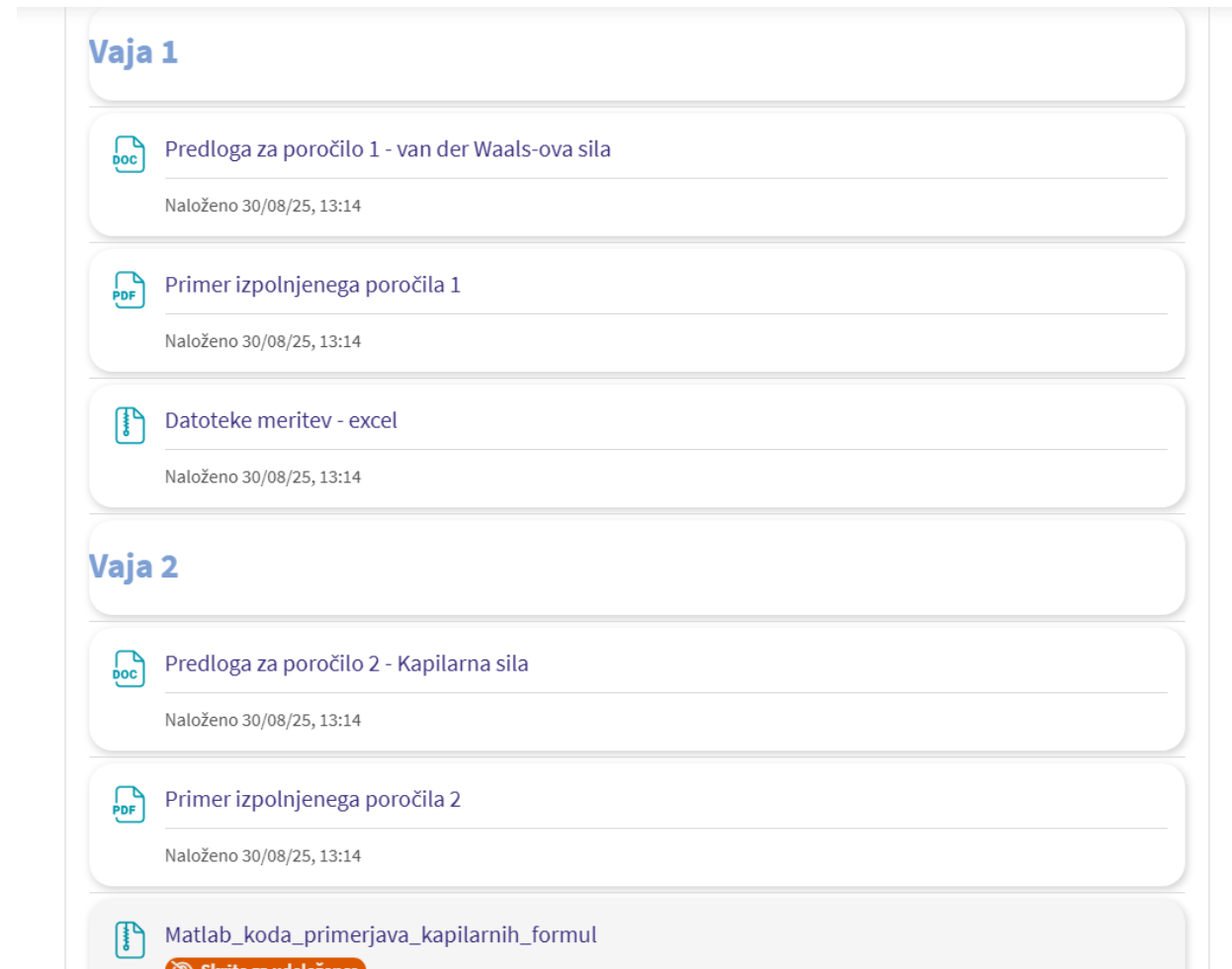
The screenshot shows a Moodle course page titled 'LECTURES'. It contains five entries, each representing a PDF file:

- Introduction Nanorobotics PPT** (Naloženo 30/08/25, 13:14)
- Electron microscopy PPT** (Naloženo 30/08/25, 13:14)
- Scanning Probe Microscopy** (Naloženo 30/08/25, 13:14)
- Microactuators_Pneumatic_Hydraulic PPT** (Naloženo 30/08/25, 13:14)
- Nano_positioning PPT** (Naloženo 30/08/25, 13:14)

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)




- Moodle stran

Seminarske / Laboratorijske vaje






The screenshot displays a Moodle course page for 'UČNA ENOTA NANOROBOTIKA'. It is organized into two main sections: 'Vaja 1' and 'Vaja 2'. Each section contains a list of assignments with file icons and submission dates.

Vaja 1

-  Predloga za poročilo 1 - van der Waals-ova sila
Naloženo 30/08/25, 13:14
-  Primer izpolnjenega poročila 1
Naloženo 30/08/25, 13:14
-  Datoteke meritev - excel
Naloženo 30/08/25, 13:14

Vaja 2

-  Predloga za poročilo 2 - Kapilarna sila
Naloženo 30/08/25, 13:14
-  Primer izpolnjenega poročila 2
Naloženo 30/08/25, 13:14
-  Matlab_koda_primerjava_kapilarnih_formul
Naloženo 30/08/25, 13:14

At the bottom of the 'Vaja 2' section, there is a button labeled 'Skriva za udalženo'.

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- Seminarske naloge**
Vsak dobi svojo nalogo

Seminarske VAJE - NANOROBOTIKA

MAG MEHA 2.letnik, zimski semester, 2025/26, razdelitev nalog

Št.	Ime in Priimek	sfera-sfera	sfera-ravnina	valj-valj
1		SiO2-SiO2 (28)	SiO2-SiO2 (26)	Al-Al (00)
2		PS-SiO2 (27)	PS-SiO2 (30)	Pd-Ni (04)
3		PS-PS (13)	SiO2-MICA (29)	Ag-Ag (05)
4		SiO2-SiO2 (28)	PS-MICA (31)	Ag-Al (06)
5		PS-SiO2 (27)	SiO2-SiO2 (26)	Ag-Au (07)
6		PS-PS (13)	PS-SiO2 (30)	Au-Au (08)
7		SiO2-SiO2 (28)	SiO2-MICA (29)	Au-Ni (09)
8		PS-SiO2 (27)	PS-MICA (31)	Pd-Al (10)
9		PS-PS (13)	SiO2-SiO2 (26)	Pd-Pd (11)
10		SiO2-SiO2 (28)	PS-SiO2 (30)	Pd-Au (12)

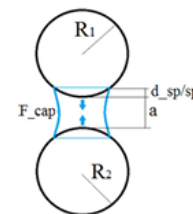
Podrobna navodila

1. Izvedba vaje

a) Teoretični izračun kapilarne sile med enakimi in različnimi mikroobjekti

Izračunajte kapilarno silo med dvema sferama ter sfero in ravnino. Podatke za velikost mikroobjektov vzemite iz excel tabel, ki ste jih uporabili pri prejšnji vaji (velikost PS ali SiO₂ krogle). Vse podatke vnašajte v SI enotah.

Enačbe:

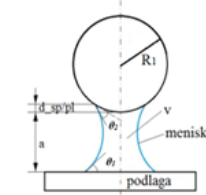


$$F_{cap_sf_sf} = \frac{4\pi R \gamma \cos\theta}{1 + (a/2d_{sf_sf})}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$d_{sf_sf} = \frac{a}{2} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2V}{\pi R a^2}} \right]$$

$$\cos\theta = \frac{\cos\theta_1 + \cos\theta_2}{2}$$



$$F_{cap_sf_rav} = \frac{4\pi R_1 \gamma \cos\theta}{1 + (a/d_{sf_rav})}$$

$$d_{sf_rav} = a \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{V}{\pi R_1 a^2}} \right]$$

$$\cos\theta = \frac{\cos\theta_1 + \cos\theta_2}{2}$$

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

- Seminarske naloge**

Primer rešene naloge kot primer

Primer PS sfera – SiO₂ sfera:

Podatki:

$\Theta_1=25^\circ$ (SiO₂), $\Theta_2=20^\circ$ (PS), $V=0.235 \cdot 10^{-15} \text{ m}^3$, $a=1 \text{ }\mu\text{m}$, $\gamma=0.073 \text{ N/m}$, $R_1=25 \text{ }\mu\text{m}$ (SiO₂), $R_2=15 \text{ }\mu\text{m}$ (PS)

Kote pretvorite v radiane!

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{25 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 10^{-6}}{25 \cdot 10^{-6} + 15 \cdot 10^{-6}} = 9.375 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$d_{sf_sf} = \frac{a}{2} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2V}{\pi R a^2}} \right] = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{2} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 0.235 \cdot 10^{-15}}{\pi \cdot 9.375 \cdot 10^{-6} \cdot (1 \cdot 10^{-6})^2}} \right] = 1.5590 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\cos \theta = \frac{\cos \theta_1 + \cos \theta_2}{2} = \frac{0.9063 + 0.9397}{2} = 0.9230$$

$$F_{cap_sf_sf} = \frac{4\pi R \gamma \cos \theta}{1 + (a/2d_{sf_sf})} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 9.375 \cdot 10^{-6} \cdot 0.073 \cdot 0.9230}{1 + (1 \cdot 10^{-6} / 2 \cdot 1.5590 \cdot 10^{-6})} = 6.01 \cdot 10^{-6} \text{ N} = 6.01 \text{ }\mu\text{N}$$

Delo z realnimi podatki iz eksperimentov

00_AL_AL traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
04_Pd_Ni traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
05_Ag_Ag traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
06_Ag_AL traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
07_Ag_Au traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
08_Au_Au traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
09_Au_Ni traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
10_Pd_AL traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
11_Pd_Pd traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
12_Pd_Au traverse-traverse	Microsoft Excelov delovni ...
13_PS_PS_Polystirene sphere-polyst...	Microsoft Excelov delovni ...

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

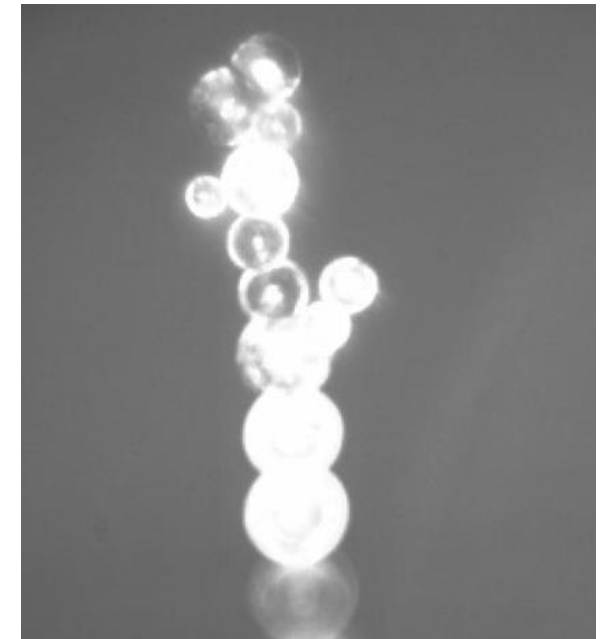
- Ocenjevanje**
 - Delne ocene seminarских nalog, laboratorijskih vaj, prisotnost, povprečje kolokvijev/izpit**

Ime	Priimek	ID številka	Prisotnost	1. kolokvij	2. kolokvij	Pisni izpit	R (%)	PI	Ocena vaj	SKUPAJ
Ž			1	60%	75%	68%	6,0750%	7	8	7,5
T			0	90%	95%	93%	8,3250%	8	9	8,7
Ja			0	100%	85%	93%	8,3250%	8	9	8,7
Ja			1	80%	95%	88%	7,8750%	9	9	8,9
Fi			0	95%	75%	85%	7,6500%	8	8	7,8
N			1	100%	90%	95%	8,5500%	10	8	8,8
Ja			1	80%	75%	78%	6,9750%	8	9	8,5
L			1	95%	100%	98%	8,7750%	10	9	9,4
M			0	100%	75%	88%	7,8750%	8	8	7,9
T			1	95%	75%	85%	7,6500%	9	9	8,8
Z			1	50%	85%	68%	6,0750%	7	8	7,5
P			1	90%	80%	85%	7,6500%	9	9	8,8
A			0	75%	75%	75%	6,7500%	7	9	7,9
K			0	95%	85%	90%	8,1000%	8	9	8,6
S			1	100%	100%	100%	9,0000%	10	8	9,0
M										

UČNA ENOTA NANOROBOTIKA (izbirni predmet, predavatelj)

• Laboratorijske vaje

- Spoznavanje in **rokovanje z različno laboratorijsko** opremo (mikroskop, nanorobotska celica).
- Delo z različnimi mikro materiali (**mirne roke, oster vid, potrpežljivost**).
- Delov v parih (**timsko**).
- Za uspešno dokončanje je **potrebno sodelovanje** (eden upravlja z nanorobotom, drug s kamero)
- Poleg skupnih terminov, **možnosti individualnih terminov** zaradi zasedenosti opreme.
- Pri vajah se spremlja napredek, **vsi uspešno dokončajo vajo** (npr. gradnja mikrostrukture)
- **Problem ocenjevanja** - kvaliteta protokola, prizadevnost na vajah, dodatno delo, itd
- Študentom so vaje zanimive, večinoma pozitiven odziv.



UČNA ENOTA SNOVANJE SISTEMOV VODENJA (obvezni predmet, asistent)

- **Snov**
 - Osredotočena na razvoj in integracijo **naprednih sistemov vodenja** v avtomatiki.
 - Podprta s simulacijskimi orodji in strojno opremo
 - Vključuje tudi napredna znanja **iz lastnega raziskovalnega dela.**
 - Zaključna dela so usmerjena v razširitev/obogatitev laboratorijskih vaj (FDI, ANN, Fuzzy, AR/XR, digitalni dvojčki)



UČNA ENOTA SNOVANJE SISTEMOV VODENJA (obvezni predmet, asistent)



UČNA ENOTA SNOVANJE SISTEMOV VODENJA (obvezni predmet, asistent)

- **Laboratorijske vaje**

- **Delo s pravo industrijsko** opremo (PLK, SCADA...)
- Tudi različnih proizvajalcev (**Siemens, Omron, Mitsubishi...**).
- Delov v parih na projektno orientiranih laboratorijskih vajah.
- Študenti **krožijo po procesih** in rešujejo zadane naloge (sistem za zaznavanje napak, mehki senzor pretoka, optimizacijski algoritmi v PLK, vizualizacija procesov...)
- Študentom **so vaje zelo praktične in zanimive** - pozitiven odziv.



UČNA ENOTA SNOVANJE SISTEMOV VODENJA (obvezni predmet, asistent)

- **Moodle stran**

Laboratorijske vaje

Laboratorijske vaje:

Laboratorijska vaja 0 - **Laboratorijski didaktični modul (PLK, PID, HMI, OPC, SKADA, WEB)**(Ponovitev lestvičnega programiranja v TIA portalu na didaktičnem modulu, Siemens PLK S7-1214C, načrtovanje parametrov PID, uporaba OPC (UA), razvoj HMI, SKADA in WEB vizualizacije), Gradivo, HTML predloge, TIA_WebServer_1200_1500.pdf

Laboratorijska vaja 1 - **Napredno vodenje procesa pretoka zraka**

(Vodenje in regulacija pretoka zraka s Simatic S7-1500, opcija vodenje z mehkim regulatorjem ali nastavitve parametrov regulatorja PID z optimizacijskim algoritmom diferencialne evolucije, algoritmi izvedeni v PLK), Članek, MAG naloga, Gradivo, KončniPLK s PID, KončniPLK s Fuzzy

Laboratorijska vaja 2 - **Napredno vodenje temperature v peči**

(Regulacija temperature v peči z mehko logiko izvedeno v Omron PLK in Proces Tool orodjem), Gradivo, Pec_Fuzzy

Laboratorijska vaja 3 - **Regulacija vrtljajev hidravlične turbine z mehkim zagonom**

(samodejna nastavitve parametrov, mehki zagon, PID regulacija, primerjava z I- PD regulatorjem, SCADA aplikacija), Gradivo, KončniPLK1PID, KončniPLK2PIDa

Laboratorijska vaja 4 - **Nevronska mreža in razvoj umetnega senzorja pretoka destilata**

(vodenje procesa destilarne s pomočjo »soft-senzorja«), Gradivo

Laboratorijska vaja 5 - **Zaznavanje in identifikacija napak** na procesu treh povezanih posod

(Matlab, OPC, razvoj modela na podatkih, Metoda glavnih komponent (osi), izolacija napak), dodatno gradivo

Laboratorijska vaja 6 - **Načrtovanje digitalnega dvojčka** na procesu regulacije nivoja v posodi

(Izvedba na stenskem hidravličnem modelu, OPC, SIMIT)

Nekaj primerov vprašanj za zagovor (2025)

Protokole oz. predloge izpolnite z vašimi slikami in posnetki ekranskih slik, dodajte PLK programe v obliki slik ali pdf obliki, ter komentirajte posamezne izvedbe in rezultate. Oddajte jih na Moodle!

UČNA ENOTA SNOVANJE SISTEMOV VODENJA (obvezni predmet, asistent)

- **Moodle stran**

Laboratorijska vaja 1 - **Napredno vodenje procesa pretoka zraka**

(Vodenje in regulacija pretoka zraka s Simatic S7-1500, opcija vodenje z mehkim regulatorjem ali nastavitve parametrov regulatorja PID z optimizacijskim algoritmom diferencialne evolucije, algoritmi izvedeni v PLK), Članek, MAG naloga, Gradivo, KončniPLK s PID, KončniPLK s Fuzzy

**Navodila,
protokol**

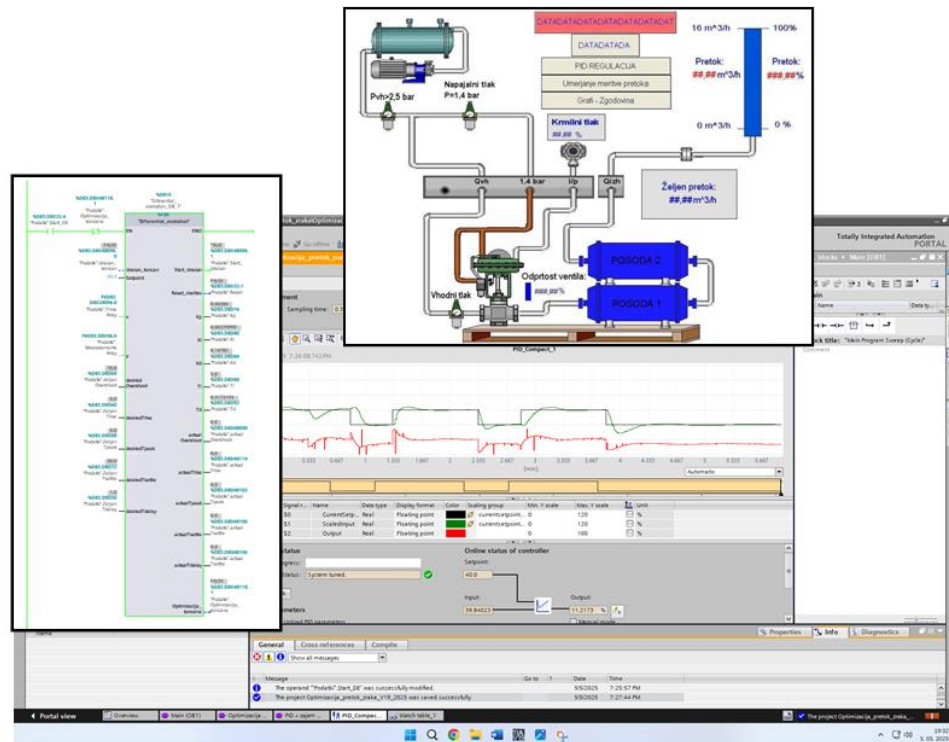
```
graph TD; A[Navodila, protokol] --> B[Laboratorijska vaja 1]; C[Pomožno gradivo] --> B; C --> D[KončniPLK s PID]; E[PDF, primeri kode programa PLK za primerjavo in iskanje napak] --> D;
```

Pomožno gradivo

**PDF, primeri kode
programa PLK za
primerjavo in
iskanje napak**

UČNA ENOTA SNOVANJE SISTEMOV VODENJA (obvezni predmet, asistent)

- Moodle stran
- ### Navodila, protokol



Slika 1: Izvedba diferencialne evolucije v PLC za nastavitve parametrov regulatorja PID na procesu regulacije pretoka zraka

Navodila za nastavitve:

Nastavitve parametrov DE funkcije (populacija – `pop_size`; maksimalno število iteracij – `max_iter`; faktor križanja – CR),

```

1 CASE #state OF
2   0: //Inicializacija
3     #prev_error := 10000;
4     #pop_size := 20;
5     #max_iter := 20;
6     #F := 1;
7     #CR := 1.2;
8     #iter := 1;
9     #i := 1;
10    #Reset_meritev := TRUE;
11    #Start_izracun := TRUE;
12    #state := 1;
13
14    // Inicializacija populacije
15  1:
16    FOR #i := 1 TO #pop_size DO
17      #rand_val := "RandNumGen"(); // Klic funkcije za generiranje naključnega števila
18      #nonf[#i. 1] := #rand_val * (#XVmax[1] - #XVmin[1]) + #XVmin[1];

```

Omejitev testnih parametrov PID

V vsaki delovni točki je potrebno omejiti generirane parametre PID, ki so stabilni v določeni točki. Omejimo zgornjo in spodnjo mejo.

UČNA ENOTA SNOVANJE SISTEMOV VODENJA (obvezni predmet, asistent)

Ocenjevanje LV

- Protokole naložijo na Moodle, **veliko dela s protokoli (do 20 strani, slike, tabele, koda)**
- Po pregledu protokolov, lahko pristopijo **na ustni zagovor LV**.
- Poleg razumevanja in pojasnil izbranih LV protokolov, **zagovor vključuje programiranje PLK, povezovanje točk v Simulink ali SCADA, nastavitve OPC ali parametrov PID, itd.**
- **Ocene LV so v povprečju 8-8,5**, običajno pomanjkljivosti v protokolih, neznanje postopkov, nerazumevanje PLK kode, na ustnem zagovoru se takoj ugotovi kdo v paru se je „šlepal“.

E-učilnice, MOODLE

- Odlično za avtomatizem ocenjevanja, kvizi, Matlab grader, itd
- **KVIZ**
 - osebne izkušnje z Moodle kvizi so dobre,
 - potrebno je pripraviti dovolj veliko bazo vprašanj različnih težavnostnih stopenj
 - primerno za kratko sprotno preverjanje če so sledili predavanju
 - ali kot predpogoj za pristop k zagovoru preverjanja (ustno, vaj)
- Študenti večkrat pridejo samo **pogledat kakšna vprašanja bodo na izpitu...** če prej reši kviz zadosti neki **predpripravi na zagovor**. Za nas je to manj dvojnega dela z izvedbo zagovorov.
- **Sprotno preverjanje** sem uporabil na enem predavanju, rezultat **je bil povprečen**, veliko napačnih pa tudi veliko pravilnih odgovorov.

MOODLE

- **MATLAB GRADER**

- sodeloval sem pri testiranju razvitih Matlab skript v Moodle okolju (študentski projekt)
- namenjen študentom za izvedbo domačih nalog, in pripravo na preverjanje znanja
- razvoj skript zna biti zahtevno
- dobra možnost individualnih nalog.

- **STABILNOST**

- problem če ni komunikacije, vsa gradiva so na Moodlu!
- večkrat že zaganjal gradiva z USB ključka na predavanjih.
- Običajno originalnih datotek gradiv, ki so naloženi na Moodle nimamo več !!!
- varnostne kopije vaših učnih enot.

Razhajanje med akademijo (raziskave, simulacije) in industrijo (aplikacije)

Napredna uporaba programskih okolij, orodij

- Simulacijska programska okolja (MATLAB/Simulink, ANSYS, SolidWorks)
- Programerska in razvojna okolja (Python, C/C++, Arduino, VS Code)
- Virtualni in oddaljeni laboratoriji
- AR/VR tehnologije (razširjena in navidezna resničnost)
- Umetna inteligenca

Industrijska oprema

- Krmilniki, pogoni, senzorji, HMI
- Namenska programska oprema (TIA portal, Robot Studio, Kepware)

Problem nakupa moderne opreme, sponzorstva, demo verzije...

Motivacija in osip študentov na predavanjih/ tudi vajah

- V nižjih letnikih, na polovici semestra **drastično upade volja študentov za sprotno delo**
- **Ne delajo si zapiskov**, pričakujejo vse na pladnju (gradiva, pdf, ppt), učil se bo kasneje.
- **Delajo si zanič zapiske**, slabe iz katerih se ne morejo kvalitetno naučiti za zagovore!
- **Uporabljajo neke baze starih zapiskov na spletu**, ki niso več posodobljeni in usklajeni s trenutnimi vsebinami!
- **Prihajajo brez potrebščin..** Tudi uspešnost na kolokvijih se slabša.
- **Disciplina in red sta nazadovala** (telefoni, igre med predavanji, hrana)

AI in preverjanje znanja – **VAŠE izkušnje ?!?**

- Običajno: kolokviji/pisni izpit, zagovor laboratorijskih vaj, ustni zagovor.
- **USTNI zagovor je bil zadnji filter ali študent RES razume snov, dosega nek nivo znanja (vsaj minimalni).**
- Z moodle orodji se je marsikaj poenostavilo, avtomatiziralo. Ustni del se razvrednoti.
- IKT orodja so poskrbela za možnost bolj zahtevnih oblik preverjanj znanj (prenosnik na izpitu)
- Uporaba Matlab/Simulink za reševanje izpitnih nalog.
- **Ustni zagovor** se je izvajalo pri malem številu točk na pisnem delu.
- **Generativna AI postavlja USTNI zagovor** zopet v odločilno vlogo.
- Testiranje AI za reševanje izpitnih nalog (prenosnik na izpitu), naloga rešena hitro in pravilno.
- Prepisovanje s pripomočki (slika testa, slušalke v ušesu, AI narekuje odgovor)...

Problemsko, projektno in obrnjeno učenje

- **Projektno učenje** se izvaja v sklopu študentskih projektov na ŠP Mehatronike. Aktivno sodelujem v projektih iz katerih študenti običajno nadaljejo s temami v obliki zaključnih del. V predavanjih ga nisem izvajal.
- **Problemsko učenje sem testiral deloma v okviru laboratorijskih vaj**, kjer so študenti sami raziskali katera metoda je najbolj primerna za določen tip manipulacije mikroobjektov glede na trenutne pogoje. Učenje iz napak, razočaranje, nato uspeh. Nepozabno, ko sami pridejo do rešitve. Zahteva pa vztrajnost.
- **Obrnjeno učenje sem izvedel v okviru seminarskih vaj**. Pri pripravi protokolov so študenti sodelovali tako, da so morali doma poiskati gradivo (članke), formule, izvesti simulacije za določeno vajo. Nato smo na predavanjih analizirali rezultate in skupno izbrali katera formula za izračun kapilarne sile je najbolj ustrezna glede na velikost mikroobjektov.

Mentorstvo pri zaključnih delih

- Na ŠP Elektrotehnika, smer Avtomatika in robotika
- Na ŠP Mehatronika
- Na prvi stopnji bolj **integracija komponent** v nek delujoč sistem/aplikacija (robotska celica, industrijske komunikacije, avtomatizacija procesa, razvoj grafičnih vmesnikov).
- **Svetovanje in pomoč** pri izvedbi.
- Veliko jih ima temo v okviru podjetja (včasih **zahtevajo zakritje dela, NDA**).
- Na drugi stopnji so **teme bolj zahtevne** (integracija naprednih regulacijskih shem, industrija 4.0 in 5.0 koncepti, raba umetne inteligence pri načrtovanju, odločanju, metode globokega učenja, AR vizualizacija in nadzor procesov, itd).
- Ogromno dela in časa – **teme nalog naj bodo v okviru raziskovalnega dela**. Vzajemna pomoč, mentor študentu, študent testira, skupni rezultati ...

Povezava z industrijo

- Sodelovanje v okviru projektov za gospodarstvo.
- Članstva in strokovna mreženja
(DAS, AIG, strokovne konference, mentorstva)
- www.aig.si
- Podjetja so previdna, a imajo interes.
- Sponzorstva opreme, sprejemanje študentov na prakso v podjetja, študentsko delo...
- Brezplačna uporaba programskih paketov, študentske licence, itd.



Potrebne spremembe:

- **Zgolj prenos znanja na študente je premalo.**
- **Potrebno je izobraziti kompetentne, prilagodljive in zaposljive posameznike.**
- **Kurikulumi so v zaostanku glede na potrebe družbe in trga dela**

Tehniške vede

- Preveč teorije, premalo prakse - diplomanti pogosto nimajo praktičnih izkušenj
- Pomanjkanje mehkih veščin (soft skills) - težave pri delu v ekipah in projektih
- Hiter razvoj tehnologije - učni programi zastarajo - razkorak med študijem in industrijo (povratne informacije kaj industrija potrebuje, lik diplomanta)
- Financiranje raziskovalne in pedagoške opreme - razkorak med industrijo in akademijo - ponekod zaostaja, drugje prehiteva
- Slaba povezava z industrijo - različna dinamika, primarno pedagoško delo, papirni zmaji...

Netehniške vede

- Zaposljivost in praktična uporabnost
- Težko merljive kompetence
- Povezava z realnim okoljem
- Premalo praktičnih vsebin

Skupne točke

- Neujemanje z **zahtevami trga** dela
- **premalo** interdisciplinarnosti
- Šibke kompetence (ne samo znanje)
- tradicionalni načini poučevanja (pasivnost)
- premalo projektov in praks

Posodobitve ocenjevanj

Poleg formalnega preverjanja z izpiti, tudi če **študent zna presoditi** ali je neka rešitev ustrezna, tehnično zadovoljiva (učinkovitost, tveganja, stroški, zahteve, okoljski vidik).

Dodatne aktivnosti za razvoj praktičnih kompetenc

- Spretnosti, znanje, izkušnje za realne projekte.

Primer 1: Meatronika	Primer 2: Avtomatika in robotika
<ul style="list-style-type: none">• branje tehničnih načrtov• sestavljanje mehanskih delov• uporaba orodij (3D printer)• konstruiranje (SolidWorks)	<ul style="list-style-type: none">• programiranje (C/C++, Python, PLK)• delo z mikrokontrolerji (Arduino, ESP32)• avtomatizacija procesov• razumevanje logike delovanja sistemov

- UM – PUŠ projekti, IŠRI:UM,

Aktivnosti UM, FERI, itd

- Možnosti vključevanja v znanstvenoraziskovalno in projektno delo na FERI
- <https://feri.um.si/studij/moznosti-vkljucevanja-v-znanstvenoraziskovalno-in-projektno-delo/>
- Problemsko učenje študentov v delovno okolje: gospodarstvo, negospodarstvo in neprofitni sektor v lokalnem/regionalnem okolju - **PUŠ projekti UM**
- <https://www.um.si/raziskovanje/raziskovanje-in-okolje/problemsko-ucenje-studentov-v-delovno-okolje-gospodarstvo-negospodarstvo-in-neprofitni-sektor-v-lokalnem-regionalnem-okolju-2024-2027/>
- **Razpis za individualne študentske raziskovalne izzive IŠRI:UM**
- <https://www.um.si/raziskovanje/raziskovanje-in-okolje/sodelovanje-studentov-v-raziskovalnem-in-projektne-delu/razpis-za-individualne-studentske-raziskovalne-izzive-um/>

Inženir prihodnosti potrebuje več kot le enačbe –
potrebuje vrednote, kritično razmišljanje in odgovornost.

pariška modna ikona **Ines de la Fressange**

»Skrivnost odličnega stila je, da se dobro počutite v tem, kar nosite«

verjamem, da za doseganje pedagoške odličnosti velja podobno

»dobro počutje v koži predavatelja«