

OAS



# Nastavnici i saradnici

- **Prof. dr Dragoslav Slović**
- Kabinet 311c (Lin centar)
- E-mail: [dragoslav.slovic@fon.bg.ac.rs](mailto:dragoslav.slovic@fon.bg.ac.rs)
- Konsultacije: sreda 15-17
  
- **Doc. dr Barbara Simeunović**
- Kabinet 311c (Lin centar)
- E-mail: [barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs](mailto:barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs)
- Konsultacije: utorak 12-14
  
- **Doc. dr Dragana Stojanović**
- **Doc. dr Ivan Tomašević**
- **Ivona Jovanović**

**[imi.fon.bg.ac.rs](http://imi.fon.bg.ac.rs)**

**f: [Katedra za industrijsko i menadžment inženjerstvo@imifon](mailto:katedra.za.industrijsko.i.menadzment.inzenjerstvo@imifon)**



# Industrijsko inženjerstvo

Industrijsko inženjerstvo se bavi projektovanjem, poboljšavanjem i postavljanjem integrisanih sistema sastavljenih od ljudi, materijala, informacija, opreme i energije.

Zasniva se na primeni specijalizovanih znanja i veština iz matematike, prirodnih i društvenih nauka zajedno sa principima i metodima inženjerske analize i projektovanja radi definisanja, predviđanja i ocene rezultata koji će se dobiti od tih sistema.



# Osnove industrijskog inženjerstva

## Proučavanje rada

- Proučavanje metoda rada
- Utvrđivanje potrebnog vremena - normativa rada
- Utvrđivanje vrednosti i stimulatивно plaćanje rada



# PROUČAVANJE METODA RADA

- Projektovanje, postavljanje i poboljšavanje metoda rada (radnih mesta i procesa rada)
- da bi se standardizovao najlakši, najbezbedniji i najefikasniji način obavljanja operacija
- sa ciljem da se: **poveća produktivnost i humanizuje rad**



# Utvrđivanje potrebnog vremena - normativa rada

- Utvrđivanje potrebnog vremena za operaciju koja se izvodi po standardizovanom metodu rada.
- Sa ciljem da se:
  - utvrdi "dobrota" (kvalitet) metoda rada i
  - utvrde pouzdani podaci potrebni za:
    - planiranje i kontrolu rokova i troškova
    - obračun učinaka i plaćanje rada



# Utvrđivanje vrednosti i stimulatívno plaćanje rada

- Utvrđivanje vrednosti rada u operaciji koja se izvodi po standardizovanom metodu rada.
- Izrada stimulatívnoг sistema plaćanja zarada prema rezultatima rada
- Sa ciljem da se:
  - utvrdi "dobrota" (kvalitet) metoda rada
  - smanje troškovi rada i
  - motivišu zaposleni kroz stimulatívno plaćanje



# Literatura

- Osnovna literatura:
  - Petrović B., *Proučavanje rada*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 1996.
  - B. Petrović, D. Slović, *Proučavanje rada 2 - zbirka zadataka*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2004
  - Vasiljević D., Slović D., *Kaizen: Japanska paradigma poslovne izvrsnosti*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2015
- Dopunska literatura:
  - Kanawaty G., *Introduction to Work Study - 4th edition*, International Labour Organisation, Geneva, 1992
  - Meyers F.E., *Motion and Time Study: For Lean Manufacturing*, Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999



# Način polaganja

- Ispit se sastoji od dva dela: praktičnog i teorijskog.
- Konačnu ocenu određuje zbir ukupno osvojenih poena, na sledeći način:

Ocena	5	6	7	8	9	10
br. poena	[0-49]	[50-59]	[60-69]	[70-79]	[80-89]	[90-100]



# NAČIN POLAGANJA

- **PRAKTIČNI DEO (52 poena):**
  - projektni zadatak (PMR) –u toku semestra
    - snimanje i rešavanje realnog problema - 4 dela (41 poen),  
ili
    - rešavanje domaćih zadataka - 5 delova (26 poena)
  - vežbe za ocenu (UPV) – u toku vežbi (6 poena)
  - aktivno učešće na vežbama (5 poena).
- Uslov za polaganje teoretskog dela je položen praktični deo.



# NAČIN POLAGANJA

- **Teorijski deo ispita (48 poena) se polaže pismeno, i to:**
- U toku nastave – 6x1 pitanje - 12 poena
  - **Parcijalno:**
    - Dva kolokvijuma – 2x6 pitanja – 24 poena
    - U ispitnom roku – 6 pitanja – 12 poenaili
  - **Integralno:**
    - U ispitnom roku – 18 pitanja – 36 poena
- Kolokvijumi nisu obavezni.
- Kolokvijumi nisu uslovljeni.



# PROJEKтни ZADATAK

- **Snimanje i rešavanje realnog problema - Postavljanje stola za svečani ručak za 6 ljudi (41 poen)**
  - Snimanje postojećeg stanja kamerom
  - Timski - 3 studenta
  - Proučavanje i poboljšavanje rasporeda, redosleda i međuzavisnosti snimljene operacije (4 dela)
  - Svaki deo se predaje u definisanom roku
  - Snimanje novog stanja kamerom
- **Rešavanje domaćih zadataka (26 poena)**
  - Izrada 5 domaćih zadataka u definisanim rokovima
  - Timski - 2 studenta

# Termin plan - vežbe

N	UTO	PET	Vežbe	Snimanje	Domaći zadatak
1.	11.02.	14.02	Uvod, pitalice , pareto		
2.	18.02.	21.02	<b>I deo</b> – Karta redosleda zahvata	Izbor načina polaganja i prijava timova	
3.	25.02.	28.02	<b>I deo</b> – Proučavanje rasporeda (Karta modela)	Definisanje timova	
4.	03.03.	06.03	<b>I deo</b> - Proučavanje rasporeda (Karta konca )		
5.	10.03.	13.03	<b>I deo</b> - Proučavanje rasporeda (Karta hodograma)		Zadavanje I i II zadatka
	10.03.-13.03.		PREDAVANJE SNIMKA POSTOJEĆEG STANJA (za studente koji snimaju) - u dogovorenom terminu		
6.	17.03.	14.03	<b>II deo</b> - Proučavanje redosleda (Karta prostornog rasporeda i redosleda zahvata)		
7.	24.03.	20.03	<b>II deo</b> - Proučavanje redosleda (Karta zahvata)		Zadavanje III zadatka
	24.03.	27.03	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)	I DEO - 13 poena	I ZADATAK - 6 poena
8.	31.03	27.03	<b>III deo</b> – Proučavanje međuzavisnosti (Karta međuzavisnih zahvata)		Zadavanje IV zadatka
	31.03	03.04	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)		II ZADATAK - 4 poena
9.	07.04.	03.04	<b>IV deo</b> - Proučavanje međuzavisnosti (Karta pokretogram)		
	07.04.	10.04	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)	II DEO - 10 poena	III ZADATAK - 6 poena
10	14.04.	10.04	<b>IV deo</b> - Proučavanje međuzavisnosti (Karta pokreta )		Zadavanje V zadatka
11	21.04.	24.04	<b>Vežba 1</b> – Utvrđivanje potrebnog vremena – ocena brzine	3 poena	
	21.04.	24.04	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)	III DEO - 8 poena	IV ZADATAK - 4 poena
12	28.04.	08.05	<b>Vežba 2</b> - Utvrđivanje potrebnog vremena – uzorkovanje rada	3 poena	
13	05.05.	09.05	Završni čas		
	05.05.-08.05		PREDAVANJE SNIMKA NOVOG STANJA (za studente koji snimaju) - u dogovorenom terminu		
	05.5.	08.05	ROK ZA PREDAJU (u terminu vežbi)	IV DEO - 10 poena	V ZADATAK - 6 poena

# Izbor načina polaganja i prijava timova

- Način polaganja - Snimanje i rešavanje realnog problema -  
Postavljanje stola za svečani ručak za 6 ljudi
- Predlog tima:
  1. Prezime i ime i broj indeksa (1)
  2. Prezime i ime i broj indeksa (2)
  3. Prezime i ime i broj indeksa (3)
- Način polaganja - Rešavanje domaćih zadataka
- Predlog tima:
  1. Prezime i ime i broj indeksa (1)
  2. Prezime i ime i broj indeksa (2)
- Pripremiti na papiru i predati u terminu vežbi (18/21. 02)



## Faze metoda proučavanja metoda rada

Metod proučavanja metoda rada sadrži brojne faze koje se odvijaju u određenom nizu i između kojih postoji složena zavisnost. Osnovni niz postupka predstavlja vertikalni proces:

<b>I Izbor pravca istraživanja :</b>	a) definisanje problema, b) definisanje verbalnog modela, c) objašnjenje problema, d) definisanje cilja istraživanja, e) definisanje kriterijuma, f) definisanje ograničenja.
<b>II Snimanje postojećeg stanja</b>	g) Prikupljanje podataka o postojećem stanju.
<b>III Analiza postojećeg stanja</b>	h) razdvajanje, i) kritička ocena, j) parcijalna rešenja, k) sinteza parcijalnih rešenja.
<b>IV Projektovanje novih rešenja</b>	l) velika sinteza, m) projektovanje optimalnog metoda rada, n) proračun ušteta, o) utvrđivanje potrebnog vremena, p) utvrđivanje relativne vrednosti, r) testiranje rezultata proučavanja rada - racionalizacija rada i korišćenje podataka.
<b>V Obuka radnika</b>	s) prezentacija rezultata, obuka radnika, izbor radnika.
<b>VI Primena rezultata</b>	t) dobijanje potrebnih saglasnosti, ..., informisanje radnika, u) provera učinjenih izmena, v) primena rezultata PR,
<b>VII Kontrola primene rezultata</b>	w) kontrola primene (MR, PV, RV), x) proračun ostvarenih efekata.

# Princip pitalica

O predmetu istraživanja treba prikupiti odgovore na pitanja:

- **ZAŠTO?**
- **ŠTA?**
- **KAKO?**
- **KO?**
- **ČIME?**
- **GDE?**
- **KADA?**



## Pitalice i pravila za proučavanje rasporeda opreme i komandi, redosleda i međuzavisnosti zahvata

	Raspored opreme i komandi		Redosled zahvata		Međuzavisnost zahvata	
Pitanja za	Sredstvo/ Predmet	Mesto	Svrha	Način	Resurs	Tok
<b>Postojeće stanje</b>	Čime se radi?	Gde se nalazi?	Šta se radi?	Kako se radi?	Ko - što radi?	Kada se radi?
<b>Razlog</b>	Zašto se to koristi?	Zbog čega se tu nalazi?	Zašto se to radi?	Zbog čega se tako radi ?	Zašto radi on - to?	Zbog čega se tada radi?
<b>Moguće alternative</b>	Čime bi se moglo raditi?	Gde bi se moglo nalaziti?	Šta bi se moglo eliminisati?	Kako bi se moglo raditi?	Ko - što bi moglo da radi?	Kada bi se moglo raditi?
<b>Izbor alternativa</b>	Čime bi trebalo raditi?	Gde bi trebalo da se nalazi?	Šta bi trebalo eliminisati?	Kako bi trebalo raditi?	Ko - što bi trebalo da radi?	Kada bi trebalo da se radi?
<b>Pravila</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radno mesto treba da ima optimalnu površinu i zapreminu.</li> <li>2. Radni uslovi treba da odgovaraju standardima.</li> <li>3. Oprema treba da omogući rad u stojećem ili sedećem položaju (po slobodnom izboru radnika).</li> <li>4. Delovi opreme kojima radnik rukuje (ručice, komande, ...) treba da imaju standardni oblik i optimalan položaj u odnosu na radnika.</li> <li>5. Oprema (alat) treba da stoji u optimalnoj zoni koja je odabrana prema učestalosti rukovanja.</li> <li>6. Oprema za smeštaj predmeta rada (pre i posle obrade) treba da bude snabdevena standardnim gravitacionim dodavačima, koji se nalaze u otimalnom položaju u odnosu na radnika imesta punjenja.</li> <li>7. Raspored opreme treba da omogući optimalan redosled zahvata i pokreta u operaciji.</li> <li>8. Raspored opreme za snabdevanje radnog mesta (donošenje i odnošenje materijala, alata, dokumentacije, ...) treba da je optimalan u odnosu na radnika i transportne staze.</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kad god je moguće eliminisati zahvat.</li> <li>2. Kad god je moguće spojiti zahvat sa prethodnim ili narednim.</li> <li>3. Kad god je moguće raditi skup zahvata na više delova istovremeno.</li> <li>4. Kad god je moguće osloboditi ruke a zahvate izvršavati nogama.</li> <li>5. Promeniti redosled zahvata kad god to dovodi do efikasnijeg rada, smanjenog napora, skraćanja vremena.</li> <li>6. Opterećene zahvate treba da izvršavaju oni delovi tela čije karakteristike optimalno odgovaraju.</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prioritet u izvršavanju međusobno zavisnih zahvata ima onaj resurs (radnik ili mašina) koji je usko grlo ciklusa jedne ili više operacija, koje se izvršavaju na jednom ili više radnih mesta.</li> <li>2. Za vreme nezavisnog rada jedne mašine obaviti zavisne zahvate na drugoj mašini.</li> <li>3. Nezavisne zahvate obaviti za vreme čekanja na mašinu ili radnika.</li> <li>4. Ispitati međuzavisnost zahvata i razdvojiti zahvate na zavisne i nezavisne. Ispitati mogućnost paralelnog rada na nezavisnim zahvatima.</li> <li>5. Dodeliti zahvate resursima iste vrste, tako da vreme ciklusa bude minimalno.</li> </ol>	
<b>Način poboljšavanja</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eliminirati nepotrebnu opremu.</li> <li>2. Rekonstruisati opremu koja ne odgovara nameni.</li> <li>3. Nabaviti novu opremu koja je potrebna.</li> <li>4. Očistiti i označiti radno mesto.</li> <li>5. Rasporediti opremu na odgovarajući način.</li> <li>6. Održavati radno mesto čisto i uredno.</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ispitati mogućnost da se eliminiše deo.</li> <li>2. Ispitati mogućnost da se eliminiše operacija.</li> <li>3. Eliminirati zahvat.</li> <li>4. Spojiti više zahvata.</li> <li>5. Podeliti zahvat na više zahvata.</li> <li>6. Promeniti tok obavljanja zahvata.</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ispitati mogućnost da se eliminiše deo.</li> <li>2. Ispitati mogućnost da se eliminiše operacija.</li> <li>3. Eliminirati čekanja.</li> <li>4. Dodeliti zahvate resursima iste vrste tako da vreme ciklusa bude minimalno.</li> <li>5. Sinhronizovati rad više resursa.</li> </ol>	
			<b>RACIONALIZOVATI RASPORED OPREME I KOMANDI NA RADNOM MESTU</b>		<b>RACIONALIZOVATI RASPORED OPREME I KOMANDI I REDOSLED ZAHVATA</b>	
<b>Cilj</b>	<p style="text-align: center;"><b>UKOLIKO SE:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Smanjuje površinu i zapremina radnog mesta.</li> <li>2. Povećava produktivnost.</li> <li>3. Poboljšava humanizacija.</li> <li>4. Smanjuje sadržaj rada.</li> <li>5. Snižavaju troškovi.</li> </ol>		<p style="text-align: center;"><b>UKOLIKO SE:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skraćuje potrebno vreme za operaciju.</li> <li>2. Povećava produktivnost.</li> <li>3. Poboljšava humanizacija.</li> <li>4. Smanjuje sadržaj rada.</li> <li>5. Snižavaju troškovi.</li> </ol>		<p style="text-align: center;"><b>UKOLIKO SE:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skraćuje vreme ciklusa.</li> <li>2. Povećava produktivnost.</li> <li>3. Poboljšava humanizacija.</li> <li>4. Smanjuje sadržaj rada.</li> <li>5. Snižavaju troškovi.</li> </ol>	

# Princip pitalica

– 5 x zašto, 1 x kako

**Postojeće  
stanje**

- ŠTA ?
- KAKO ?
- KO (ČIME) ?
- GDE ?
- KADA ?
- ZAŠTO ?
- ZAŠTO ?
- ZAŠTO ?
- ZAŠTO ?
- ZAŠTO ?
- ZAŠTO ?
- KAKO POBOLJŠATI ?

**Novo  
stanje**



# Princip pitalica – primer 1

- **Šta je problem?**
  - Dodatna operacija na liniji za šivenje
- **Gde je problem?**
  - Linija za šivenje
- **Zašto se problem dešava?**
  - Nedostatak instrukcija i greške u kvalitetu
- **Ko je odgovoran?**
  - Poslovođa
- **Kada se problem dešava?**
  - Novembar 2018
- **Kako rešiti problem?**
  - Poslovođa treba da napiše instrukcije i postavi ih na svako radno mesto u liniji



# Princip pitalica – primer 2

- **Šta je problem?**
  - Preskakanje “uboda” prilikom izrade šavova
- **Gde je problem?**
  - Linija šava
- **Zašto se problem dešava?**
  - Mašina za šivenje pravi petlju prilikom izrade šava
- **Ko je odgovoran?**
  - Servisiranje mašina
- **Kada se problem dešava?**
  - Svakog dana i svakog sata
- **Kako rešiti problem?**
  - Odgovarajuće održavanje i servisiranje mašina



# Pareto princip

U svakoj grupi elemenata, koju posmatramo, manji broj elemenata ima dominantan uticaj na celu grupu u smislu mere posmatrane kategorije.

## **Dopunski Pareto princip**

Problem se ne može otkloniti dok se ne otkloni glavni uzročnik problema.



# Primena u poslovanju

- 80% profita dolazi od 20% potrošača
- 80% žalbi dolazi od 20% potrošača
- 80% profita dolazi od 20% utrošenog vremena
- 80% prihoda od prodaje dolazi od 20% proizvoda
- 80% prodaje je realizovano od strane 20% osoblja prodaje

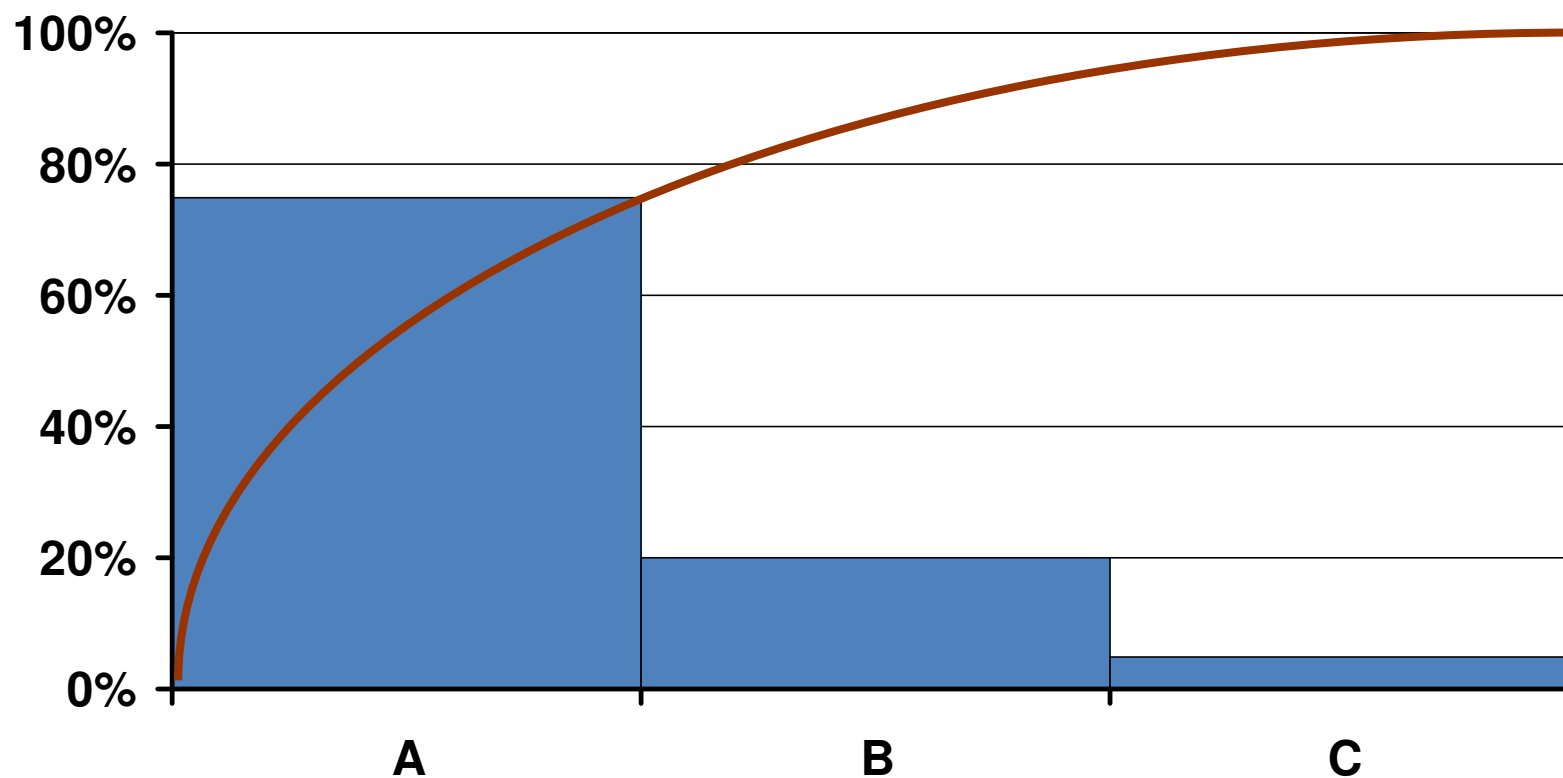


# Primena Pareto principa

Koristi se za selekciju, kada je potrebno iz mnoštva izdvojiti najvažnije elemente, naročito u fazama:

- izbor pravca istraživanja,
  - za identifikaciju najvažnijeg problema i
- analiza postojećeg stanja,
  - za identifikaciju najvažnijih uzročnika problema i mogućih poboljšanja.

# Pareto dijagram







# Pareto princip u životu

Kako da iskoristimo Pareto u životu:

<http://billyshall.com/blog/paretos-principle>

## Formula za srećan život:

- Više slobodnog vremena - Fokusiranjem na 20% aktivnosti koje donose 80% rezultata i odbacivanjem nevažnih aktivnosti stvara se slobodno vreme.
- Bolje finansije
- Više novca
- Manje stresa
- Manje gužve
- Manje težine
- Bolji odnosi
- Lakši prtljag - 20% prtljaga je neophodno, a 80% je višak
- Manje informacija - vesti, mailovi, facebook oduzimaju vreme i prostor – 20% informacija je ključno, ostalo je višak