

Razvoj industrijskog inženjerstva

Dragoslav Slović

What is Industrial Engineering ?

"Industrial Engineering is concerned with the design, improvement, and installation of integrated systems of people, materials, information, equipment and energy.

It draws upon specialized knowledge and skills in the mathematical, physical, and social sciences together with the principles and methods of engineering analysis and design, to specify, predict, and evaluate the results to be obtained from such systems."

Šta je 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."



Frederick W. Taylor

Tejlor objašnjava i definiše studiju vremena na sledeći način: ¹

"Studija vremena se sastoji od dva velika dela, prvo, od analitičkog dela, i drugo, od projektantskog dela.

Analitički deo studije vremena obuhvata sledeće:

- (a) Podeliti rad radnika koji obavlja bilo koji posao na jednostavne elementarne zahvate (movements)
- (b) Uočiti sve beskorisne zahvate i eliminisati ih
- (c) Proučiti, jedan za drugim, kako svaki od nekoliko obučenih radnika obavlja svaki elementarni zahvat, i uz pomoć hronometra izabrati najbrži i najbolji metod obavljanja svakog elementarnog zahvata poznatog u zanatu.
- (d) Opisati, zabeležiti i indeksirati svaki elementarni zahvat, i njegovo vreme, tako da se može brzo pronaći.
- (e) Proučiti i zabeležiti procenat koji se mora dodati na stvarno vreme rada dobrog radnika da bi se pokrili neizbežni zastoji, prekidi, manji incidenti, i slično.
- (f) Proučiti i zabeležiti procenat koji se mora dodati da bi se pokrilo neiskustvo dobrog radnika na poslu, prvih nekoliko puta kada ga obavlja. (Ovaj procenat je vrlo veliki kod poslova sastavljenih od velikog broja različitih elemenata spojenih u dugu sekvencu koja se retko ponavlja. Ovaj faktor je manji kod poslova koji se sastoje od manjeg broja različitih elemenata u sekvenci koja se često ponavlja.)
- (g) Proučiti i zabeležiti procenat vremena koji se mora dodati za odmore i intervale kada se mora preduzeti odmor, kako bi se otklonio fizički zamor...

¹ Barnes citira rad: Subcommittee on Administration of the ASME, "The present state of the Art of Industrial management", Transactions of the ASME, Vol. 34, pp. 1199-1200, 1912

"...

Projektantski deo studije vremena obuhvata:

- h) Spojiti zajedno u posebne grupe one kombinacije elementarnih zahvata koje se često izvode po istom redosledu u zanatu, i zapisati i indeksirati ove grupe tako da se mogu lako pronaći.
- i) Iz ovih beleški može se relativno lako izabrati odgovarajuća serija pokreta koje treba da obavi radnik prilikom izrade bilo kog pojedinačnog artikla, i sabiranjem vremena ovih zahvata i dodavanjem odgovarajućeg procentualnog dodatka utvrditi odgovarajuće vreme za obavljanje skoro svake vrste rada.
- j) Rastavljanje dela rada na svoje elemente skoro uvek otkriva činjenicu da su mnogi uslovi koji okružuju i dopunjuju rad pogrešni; na primer, da se koristi neodgovarajući alat, da mašina koja se koristi sa njim zahteva podešavanje, da su loši sanitarni uslovi, itd. Znanje tako dobijeno vodi često do poboljšanja rada konstruktora, do standardizacije alata i uslova, do izuma boljih mašina i metoda."

¹ Barnes citira rad: Subcommittee on Administration of the ASME, "The present state of the Art of Industrial management", Transactions of the ASME, Vol. 34, pp. 1199-1200, 1912

Ralph M. Barnes koristi naziv studija pokreta i vremena, da bi istakao da je potrebno prvo definisati odgovarajući metod a zatim utvrditi vreme. Studiju pokreta i vremena definisao je na sledeći način:

Studija pokreta i vremena je analiza metoda, materijala, alata i opreme koji se koriste ili koji će se koristiti u obavljanju nekog rada - analiza koja se sprovodi sa namerom da

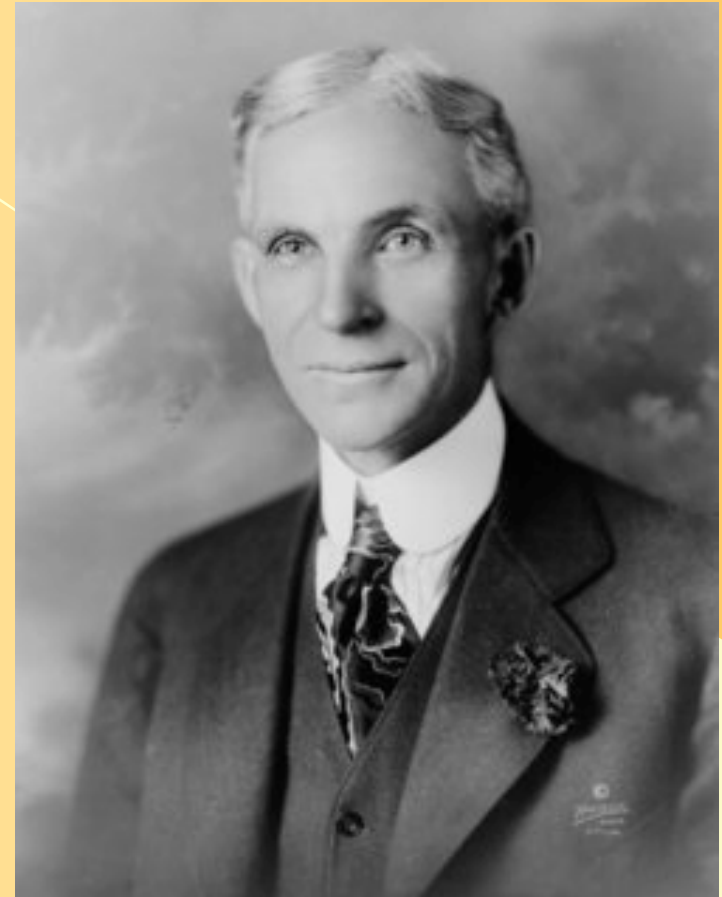
- (1) pronade najekonomičniji način obavljanja ovog rada;
- (2) standardizuje metod, materijal, alat i oprema;
- (3) precizno odredi vreme potrebno kvalifikovanom i odgovarajuće obučenom radniku koji radi normalnim intenzitetom da uradi zadatak; i
- (4) pomogne u obuci radnika za novi metod.

Različiti nazivi za proučavanje rada¹

proučavanje operacije
standardizacija poslova
proučavanje rada
pojednostavljenje rada
merenje rada
proučavanje vremena i pokreta
proučavanje metoda
proučavanje posla
proučavanje pokreta i vremena
inženjering metoda

operation study
job standardization
work study
work simplification
work measurement
time and motion study
methods study
job study
motion and time study
methods engineering

¹ Prema Barnes, R. M, *Motion and time study - 4th edition*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1958, p. 19.

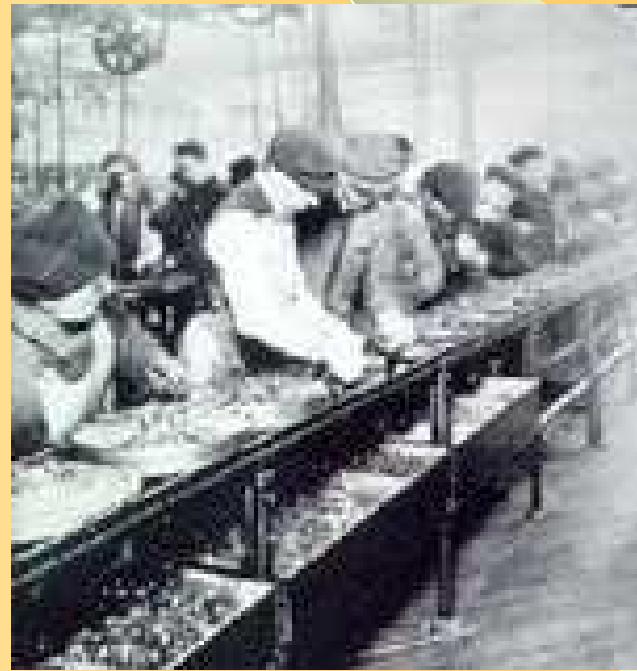


Henry Ford











Ford

Performanse Fordove masovne proizvodnje iz dvadesetih godina prošlog veka

- obim proizvodnje: 2,100,000 automobila godišnje
- trajanje ciklusa izrade od rude do automobila: 28 sati
- takt montaže automobila: 24 sekunde
- prodajna cena automobila: 58 najnižih nadnica za osmočasovni rad
- sve je izgrađeno sopstvenim sredstvima, zaradom od Modela T

Trening unutar industrije

- Trening za radnu obuku
(Job instructions Training - JIT)
- Trening za metode rada
(Job Methods Training - JMT)
- Trening o radnim odnosima
(Job Relations Training - JRT)
- (jedan od četrdeset zaposlenih je završio neki)

Namera treninga za metode rada - JMT

Da Vam pomogne da proizvedete veće količine kvalitetnih proizvoda za kraće vreme, koristeći na najbolji način

- ljude,
 - mašine i
 - materijal
- koji su trenutno na raspolaganju.

Metod 4 koraka - JMT

- 1. podeliti posao na osnovne operacije**
- 2. ispitati svaki detalj**
- 3. razviti novi metod i**
- 4. primeniti novi metod.**

Trening za metode rada

KAKO UNAPREDITI METODE RADA

Praktičan plan koji treba da Vam pomogne da proizvedete
VEĆE KOLIČINE KVALITETNIH PROIZVODA za KRAĆE
VREME, koristeći na **najbolji način**
ljude, mašine i materijale kojima raspolazete.

Korak 1 – **RAZLOŽITI** rad na elemente

1. Nabrojati sve elemente rada tačno onako kako se izvršavaju po **postojećem metodu**
2. Uveriti se da su obuhvaćeni svi elementi rada:
 - rukovanja materijalom
 - mašinski rad
 - rad radnika

*"Zapišite sve onako kako ste videli
a ne onako kako ste zapamtili."*

Korak 2 - **ISPITATI** svaki element rada:

1. Koristiti sledeća pitanja :
 - ZAŠTO je to neophodno?
 - ŠTA je svrha toga?
 - GDE bi to trebalo raditi?
 - KADA bi to trebalo raditi?
 - KO je najbolje kvalifikovan da to radi?
 - KAKO bi se na "najbolji" način to uradilo?
2. Tokom ispitivanja takođe razmotriti:
materijale, mašine, opremu, alate, konstrukciju
proizvoda, raspored, radno mesto, uslove rada,
bezbednost, održavanje.

"Zapišite svaku ideju."

Prednja strana kartice

Korak 3 – **RAZVITI** nov metod

1. **ELIMINISATI** nepotrebne detalja
2. **KOMBINOVATI** detalje kada je to praktično
3. **PREMESTITI** elemente radi boljeg redosleda
4. **POJEDNOSTAVITI** sve **neophodne** detalje:
 - **Unapred postaviti** materijale, alate i opremu u najbolji položaj na radnom mestu
 - Koristiti odgovarajuće gravitacione dodavače i kolica
 - Omogućiti da se korisan rad obavlja sa obe ruke
 - Koristiti držače i stege umesto ruku za držanje predmeta rada
5. **Razraditi** sopstvene ideje **sa ostalima.**
6. **Zapisati** predlog za **novi metod.**

"Učiniti rad lakšim i bezbednijim"

Korak 4 – **PRIMENITI** novi metod

1. **Prezentovati** svoj predlog **šefu**
2. **Prezentovati** novi metod rada **radnicima**
3. **Obezbediti** konačna **odobrenja** koja se tiču **bezbednosti, kvaliteta, količine i cene**
4. **Primeniti** nov metod. Koristiti ga dok se razvije bolji.
5. Odati **priznanje** za svaki predlog koji to zaslužuje.

"Nastaviti dok se ne pronađe bolji metod"

**JOB METHODS PROGRAM
TRAINING WITHIN INDUSTRY, INC.**

Zadnja strana kartice

Nakon rata TWI program je prenet u Japan

JMT karte 1945 i 1992.*

1945 JMT card (front)

**HOW TO IMPROVE
JOB METHODS**

A practical plan to help you produce **GREATER QUANTITIES of QUALITY PRODUCTS in LESS TIME**, by making the best use of the Manpower, Machines and Materials, now available.

STEP I—BREAK DOWN the job.

- List all details of the job exactly as done by the Present Method.
- Be sure details include all:
 - Material Handling.
 - Machine Work.
 - Hand Work.

*"Write it as you see it
Not as you remember it."*

STEP II—QUESTION every detail.

- Use these types of questions:
 - WHY is it necessary?
 - WHAT is its purpose?
 - WHERE should it be done?
 - WHEN should it be done?
 - WHO is best qualified to do it?
 - HOW is the "best way" to do it?
- While questioning consider:—
 - Materials, Machines, Equipment, Tools, Product, Design, Layout, Work-place, Safety, Housekeeping.

"Write down each idea."

1945 JMT card (back)

STEP III—DEVELOP the new method.

- ELIMINATE unnecessary details.
- COMBINE details when practical.
- REARRANGE for better sequence.
- SIMPLIFY all necessary details:
 - Pre-position materials, tools and equipment at the best places in the proper work area.
 - Use gravity-feed hoppers and drop-delivery chutes.
 - Let both hands do useful work.
 - Use jigs and fixtures instead of hands for holding work.
- Work out your idea with others.
- Write up your proposed new method.

"Make the work easier and safer."

STEP IV—APPLY the new method.

- Sell your proposal to your "boss."
- Sell the new method to the operators.
- Get final approval of all concerned on Safety, Quality, Quantity, Cost.
- Put the new method to work. Use it until a better way is developed.
- Give credit where credit is due.

"Continue until a better way is found."

**JOB METHODS PROGRAM
TRAINING WITHIN INDUSTRY, INC.
14400 DETROIT AVE. CLEVELAND 7, OHIO**

1992 JM card (front)

(JM資料1)

改善の仕方

既存の労力、機械および材料を最も有効に使うことによって、短時間で、よい品質のものを多量に生産するのに役立つ実地的方法

第1段階—作業を分解する

- 現在方法をそのまま、作業の全練習を記録する
- 一連作業
 - 機械作業
 - 手作業
 は全部細目になる

第2段階—細目ごとに自問する

- 次の自問をする
 - なぜそれは必要か？
 - その目的はなにか？
 - どこであるのがよいか？
 - いつするのがよいか？
 - だれが最も適しているか？
 - どんな方法がよいか？
- 同時に次について自問する
 - 材料、機械、設備、道具、設計、配置、動作、安全、整理整頓

1992 JM card (back)

第3段階—新方法に展開する

- 不要な細目を取り去る
- できるなら細目を結合する
- 練習をよい順序に組み替える
- 必要な細目を脱線にする
 - 作業をもっと楽に安全にするために
 - 材料、道具および設備を適切な動作範囲の最もよい位置に置く
 - 電力利用の漏れ表面や、落下防止装置を付ける
 - 両手を有効に用いる
 - 手で支えるかおりに油具や、取付具を利用する
- 他人の力も借りて考える
- 新方法の細目を記録する

第4段階—新方法を実施する

- 新方法を上司に納得させる
- 新方法を部下に納得させる
- 安全、品質、生産量、原価の関係者に改善の承認を得る
- 新方法を仕事に移す。次の改善ができるまで用いる
- 他人の功績は認める

労働省職業能力開発局
(不許複製)

KAIZEN

KAI

ZEN



PROMENA

BOLJE

Promena na bolje

KAIZEN

Karakteristike kaizen pristupa

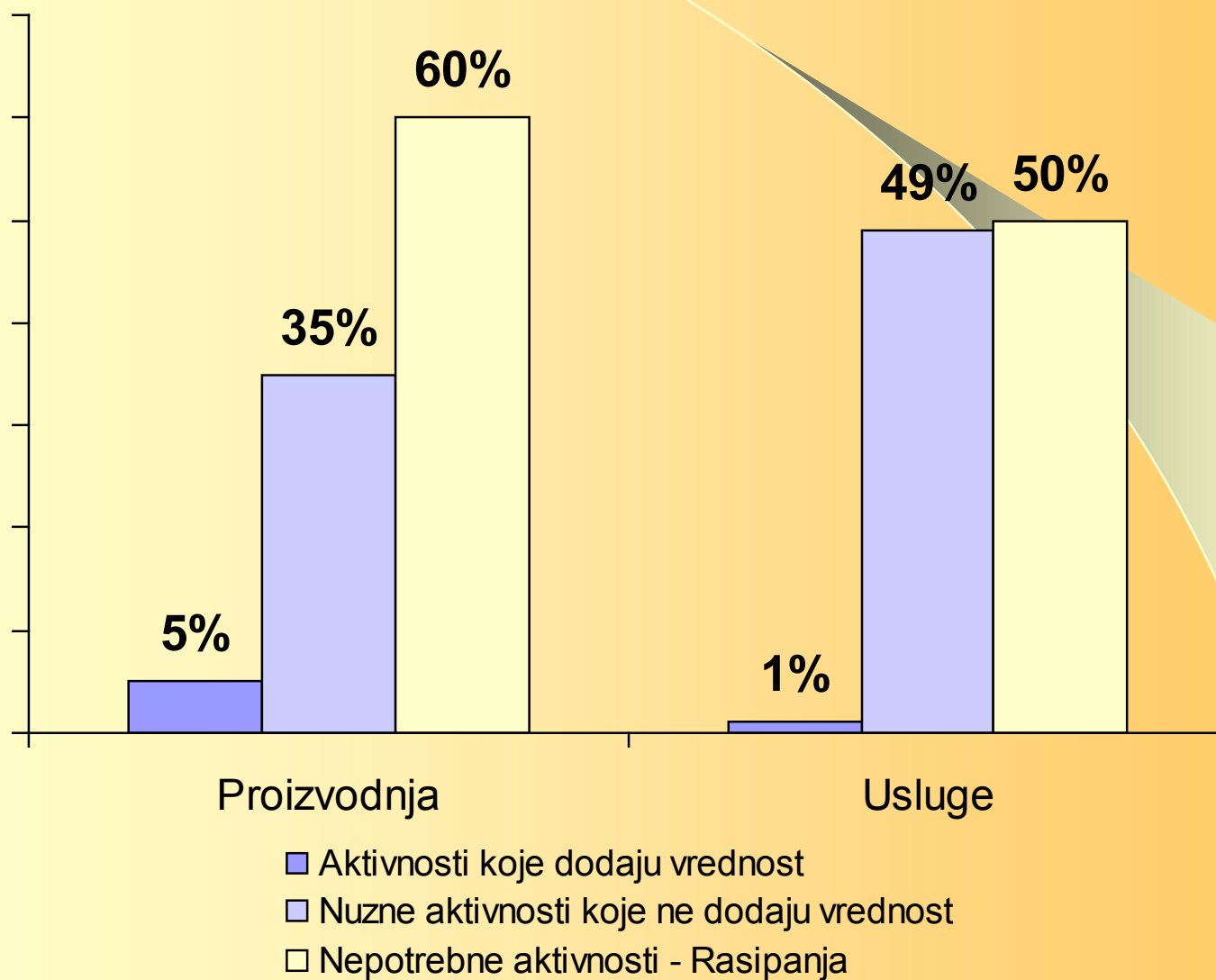
1. Poboljšavanje - promena na bolje
2. Neprekidnost - stalnost
3. Niski troškovi

KAIZEN

Pravci Gemba kaizen pristupa

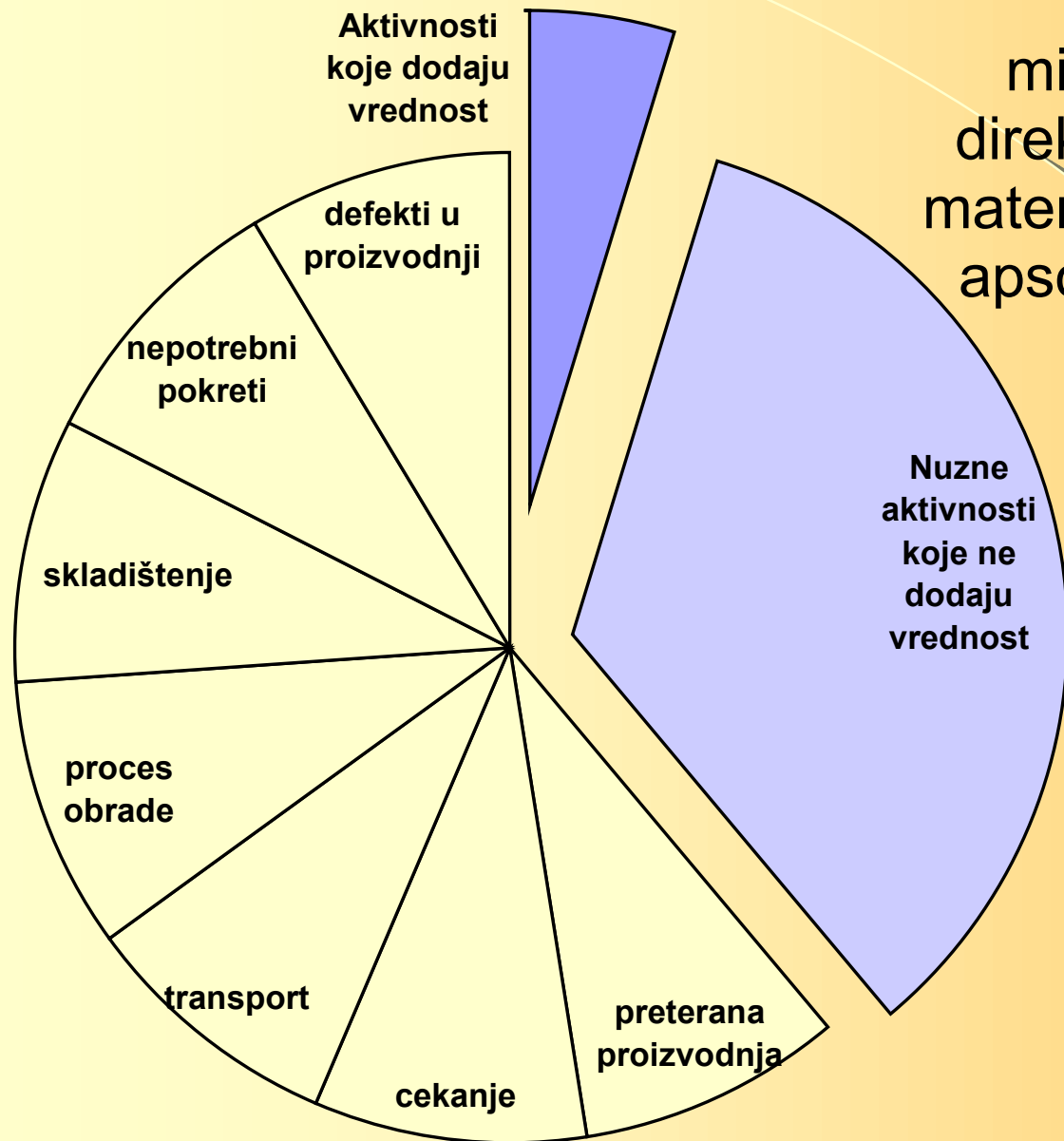
1. Eliminacija rasipanja u proizvodnji
2. Održavanje dobre uređenosti na radnim mestima
3. Standardizacija operacija

Struktura aktivnosti



Rasipanja u proizvodnji

Rasipanje je sve osim minimuma opreme i alata, direktnog i indirektnog rada, materijala, prostora i energije apsolutno neophodnih da bi se povećala vrednost proizvoda ili usluge.

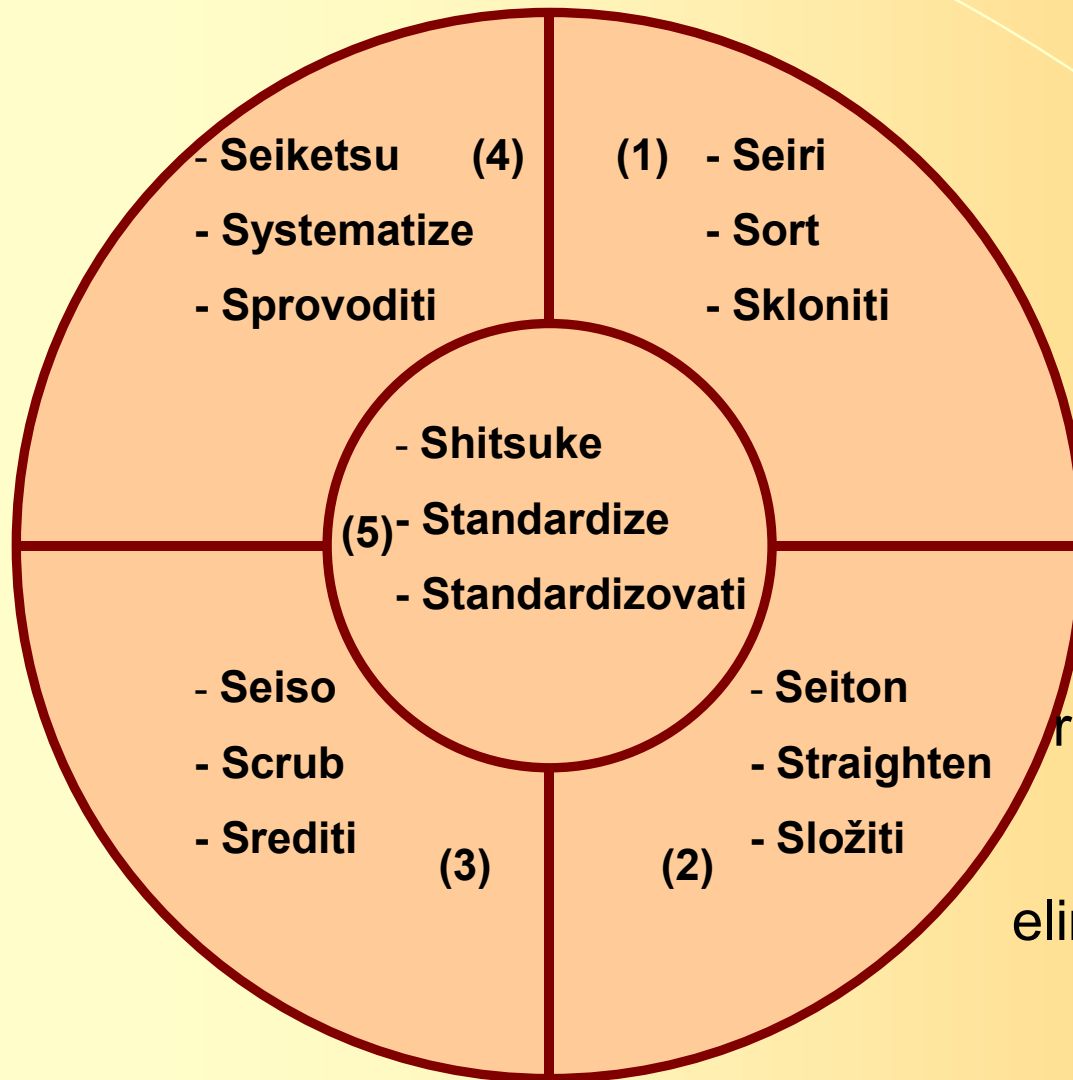


Održavanje uređenosti radnog mesta

- 5 S postupak

整理・整頓・清掃・清潔・躰

Održavanje uređenosti radnog mesta



- 5 S postupak

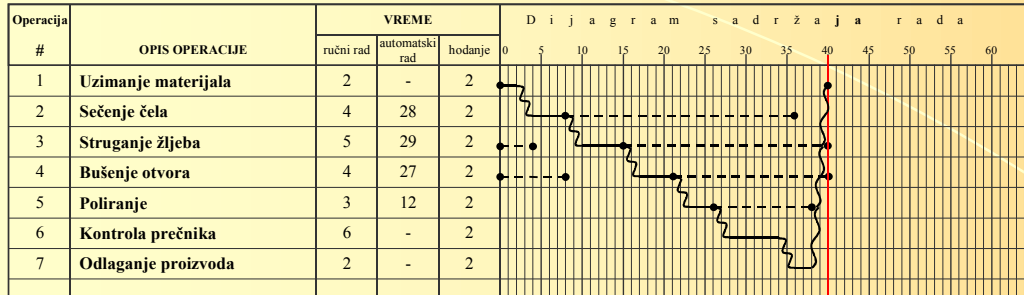
Zadatak održavanja dobre uređenosti na radnim mestima se sastoji u stvaranju bezbednog, čistog i urednog rasporeda na radnom mestu koji obezbeđuje određeno mesto za sve što je potrebno i eliminiše sa radnog mesta sve što nije potrebno.

5S postupak

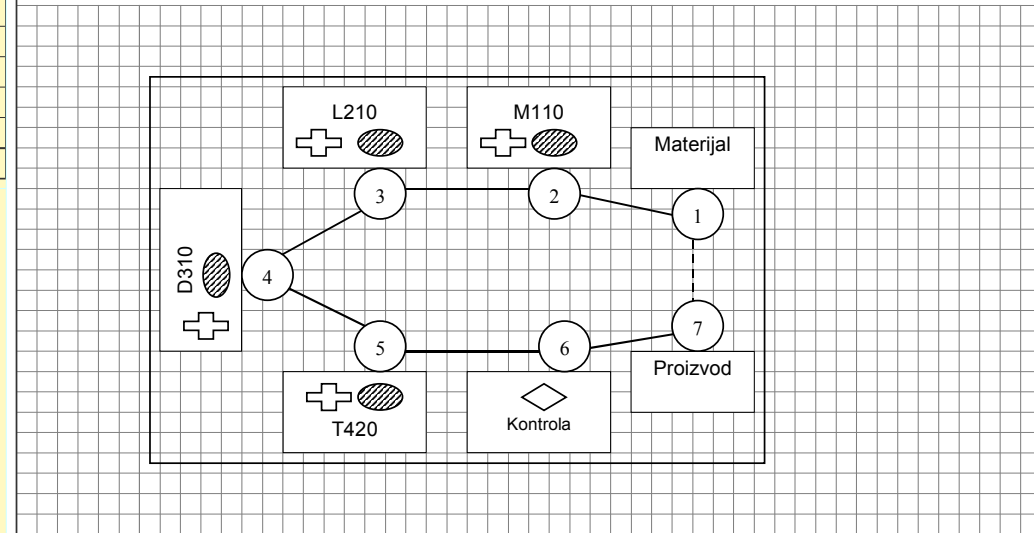
I	Skloniti	Sortirati objekte na potrebne i nepotrebne i skloniti nepotrebne.
II	Složiti	Odrediti i označiti odgovarajuće mesto za sve potrebne objekte i složiti ih.
III	Srediti	Srediti sve objekte tako da izgledaju kao novi.
IV	Sprovoditi	Sprovoditi i sistematizovati aktivnosti i odgovornosti na realizaciji 5S aktivnosti.
V	Standardizovati	Standardizovati rad na primeni 5 S pristupa.

Standardizovana operacija

Menadžer	Nadzornik	Radnik	Karta kombinovanja standardnog rada	Broj dela	12345-67890	Datum izmene:	02.12.2001	1 strana od 1		
M.P.	P.Z.	K.B.		Naziv dela	Glavni cilindar	Broj radnika	1 / 1	Ručno	<input type="checkbox"/> Hodanje	
				Naziv ćelije	Obrada cilindra	Obim	690 kom	Takt	40 s	Automat



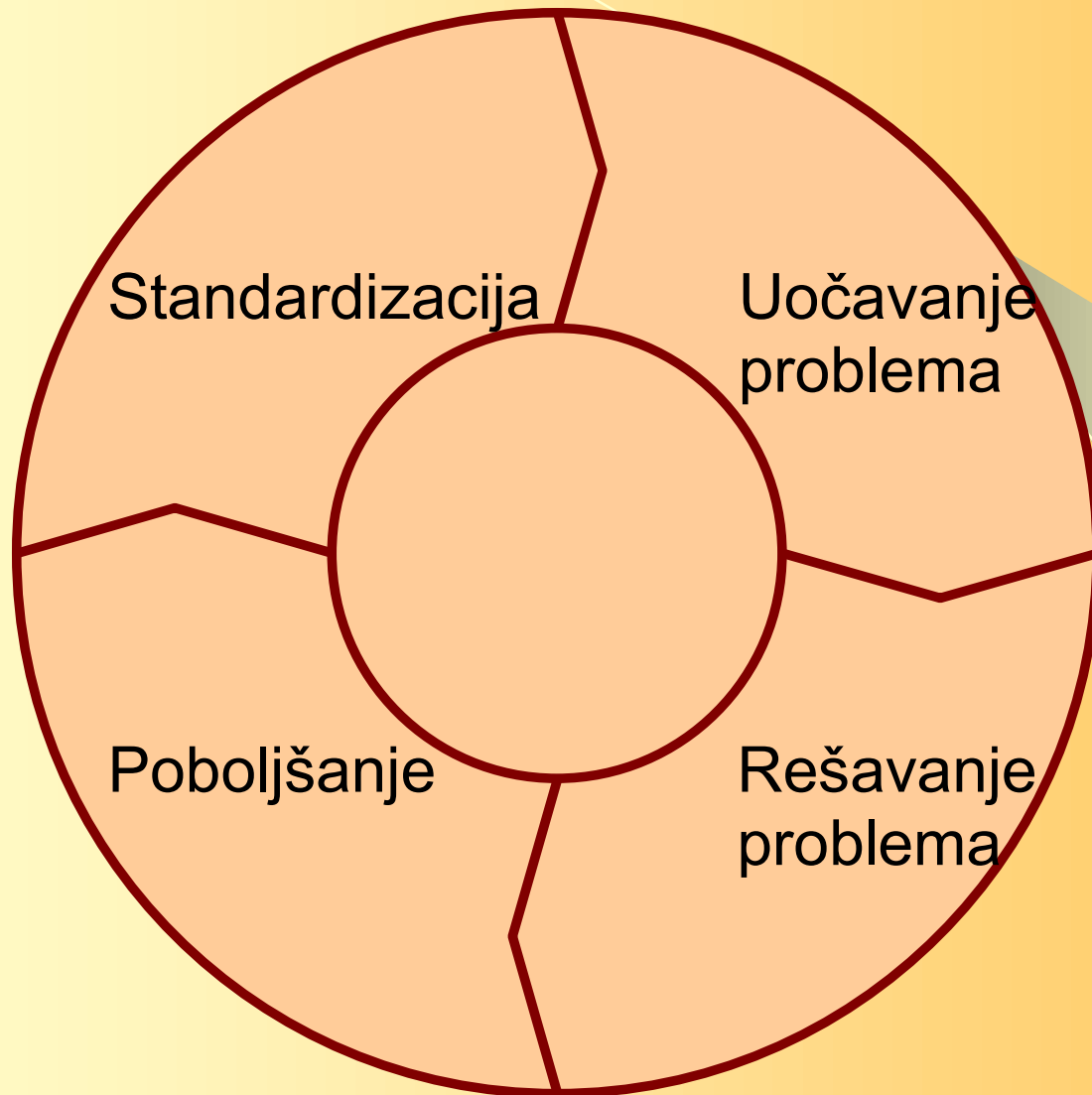
Menadžer	Nadzornik	Radnik	KARTA STANDARDNOG RADA	Broj dela	12345-67890	Datum izmene:	02.12.2001	1 strana od 1	
M.P.	P.Z.	K.B.		Naziv dela	Glavni cilindar	Obim operacije	OD:	Uzima materijal	
				Naziv ćelije	Obrada cilindra		DO:	Odlaze proizvod	



Provera kvaliteta	Sigurnosna upozorenja	Standardna WIP	Kol. standardne WIP	Vreme takta	Vreme ciklusa	Broj radnika
			4 kom	40 s	40 s	1 / 1

Standardna operacija je operacija bezbedna za obavljanje, sa svim zadacima organizovanim na najbolji poznati način i uz korišćenje najefikasnije kombinacije resursa: ljudi, materijala, metoda i mašina.

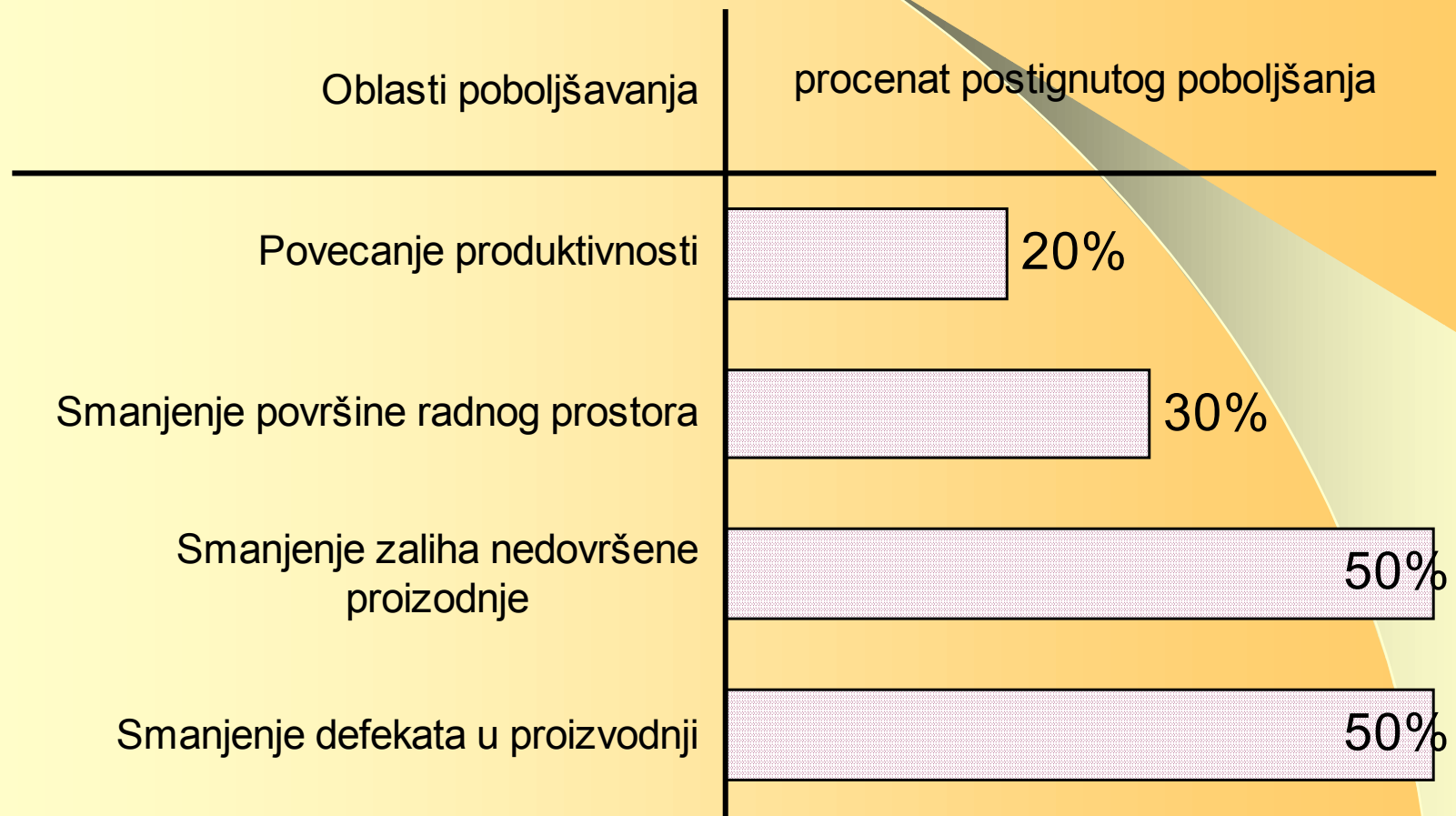
Postupak standardizovanja operacija



Postupak petodnevnog Kaizen Blica

I	Dan	Obuka u učionici - učenje novih koncepata i alata, grupno i individualno.
II	Dan	Posmatranje, analiza i postavljanje jednokomadnog toka proizvodnje.
III	Dan	Tim počinje sa primenom promena.
IV	Dan	Poboljšanja u usklađivanju proizvodnje i dovršetak Kaizena.
V	Dan	Prezentacija ostvarenih rezultata

Efekti petodnevnog Kaizen Blica



Toyota sistem je uspešno primenjen u SAD, u zajedničkom postrojenju NUMMI

With workers defining their own job standards, quality and productivity at the Fremont plant went from worst to best.

Time-and-Motion Regained



by Paul S. Adler

Faktori uspeha preduzeća NUMMI

- **DRUŠTVENI KONTEKST**
zajednički rad menadžmenta i zaposlenih na rešavanju problema u odnosima međusobnog poverenja i uvažavanja
- **PROUČAVANJE RADA**
primena proučavanja rada kao sredstva za standardizaciju i stalno unapređivanje proizvodnje, poboljšavanjem metoda rada

Ostvareni efekti preduzeća NUMMI

	GM Framingham	Toyota Takaoka	NUMMI Fremont
Usklađeni časovi montaže	31	16	19
Greške u montaži na 100 automobila	130	45	45
Prostor za montažu - kvadratnih stopa po automobilu godišnje	8.1	4.8	7.0
Prosečne zalihe delova	2 nedelje	2 sata	2 dana