

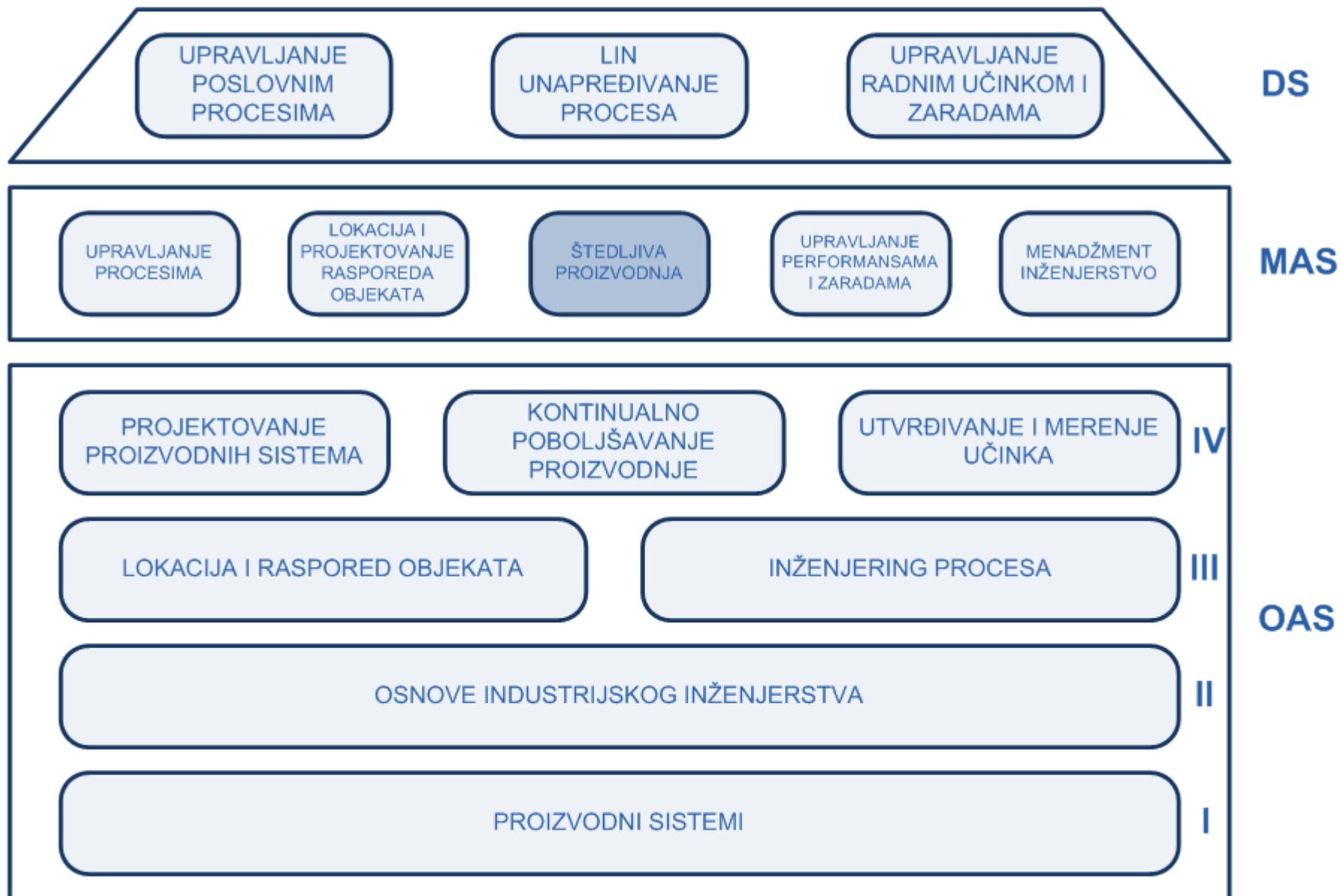


# Štedljiva proizvodnja

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



# KUĆA KATEDRE ZA INDUSTRIJSKO I MENADŽMENT INŽENJERSTVO





# Nastavnici

- Dr Dragoslav Slović
  - [dragoslav.slovic@fon.bg.ac.rs](mailto:dragoslav.slovic@fon.bg.ac.rs)
  - Konsultacije: sreda 15-17, 311c
- Dr Barbara Simeunović
  - [barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs](mailto:barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs)
  - Konsultacije: ponedeljak 10-11 sreda 10-11, 311c
- Dr Dragana Stojanović
  - [dragana.stojanovic@fon.bg.ac.rs](mailto:dragana.stojanovic@fon.bg.ac.rs)
  - Konsultacije: ponedeljak 12-14, 311c
- Dr Ivan Tomašević
  - [Ivan.tomasevic@fon.bg.ac.rs](mailto:Ivan.tomasevic@fon.bg.ac.rs)
  - Konsultacije: ponedeljak 12-14, 311c

[imi.fon.bg.ac.rs/stedljiva-proizvodnja](http://imi.fon.bg.ac.rs/stedljiva-proizvodnja)

# Literatura

- Osnovna:
  - ***Kaizen – japanska paradigma poslovne izvrsnosti***, Vasiljević D, Slović D, FON, 2015
- Dopunska:
  - ***Lean Thinking***, Womack J, Jones D, Simon & Schuster, 2003
  - ***Gemba Kaizen***, Masaaki Imai, McGraw-Hill, 2012
  - ***The TWI workbook***, Graupp P, Wrona J, Productivity press, 2016
  - ***Learning to see***, Rother M, Shook J, Lean Enterprise institute, 1999
  - ***The A3 Workbook***, Matthews D, Productivity Press, 2011
  - ***Revolution in Manufacturing: the SMED System***, Shingo S, Productivity Press, 1985
  - ...

# Način polaganja

- Poeni skupljeni na vežbama
  - Max 50 poena
- SeminarSKI rad
  - Max 50 poena
- Test
  - Max 50 poena
- Student bira dva od tri ponuđena načina polaganja
- Student može maksimalno da ostvari 100 bodova
- Skala za ocenjivanje

Poeni	<50	50 - 59	60 - 69	70 - 79	80 - 89	>89
Ocena	5	6	7	8	9	10

# Seminarski rad

## Savladati određenu metodu kontinualnog unapređenja

- Gemba Kaizen
  - Rasipanja
  - Uređenost radnih mesta
  - Standardna operacija
- TWI
  - JI, JM, JR
- SMED
- A3
- VSM
- ...

## Savladati specifičnu oblast primene lina

- Lin u zdravstvu (lean healthcare)
- Lin u visokom obrazovanju (lean higher education)
- Lin u građevinarstvu (lean construction)
- Lin i zaštita životne sredine (lean and green)
- Lin u IT (lean IT)
- ...

# Seminarski rad

## Savladati određenu metodu kontinualnog unapređenja

- Prepoznati specifičan problem na konkretnom slučaju
- Odabrati odgovarajući pristup rešavanju, odnosno metodu
- Teorijska osnova
- Применити методу у циљу решавања идентификованог проблема

## Savladati specifičnu oblast primene lina

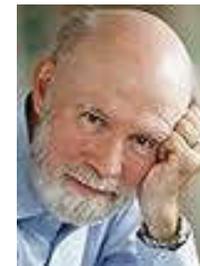
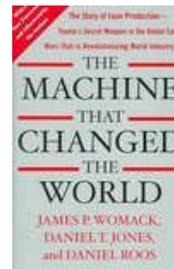
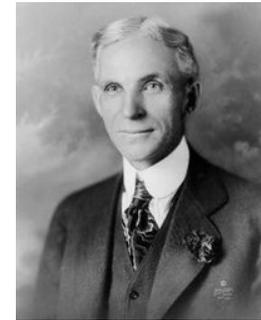
- Istaći specifičnosti oblasti koje je od interesovanja
- Analizirati specifičnosti lina
- Analizirati kako se lin može iskoristiti za unapređenja u oblasti
- Dati praktičan primer

# Pitanja





**TOYOTA**

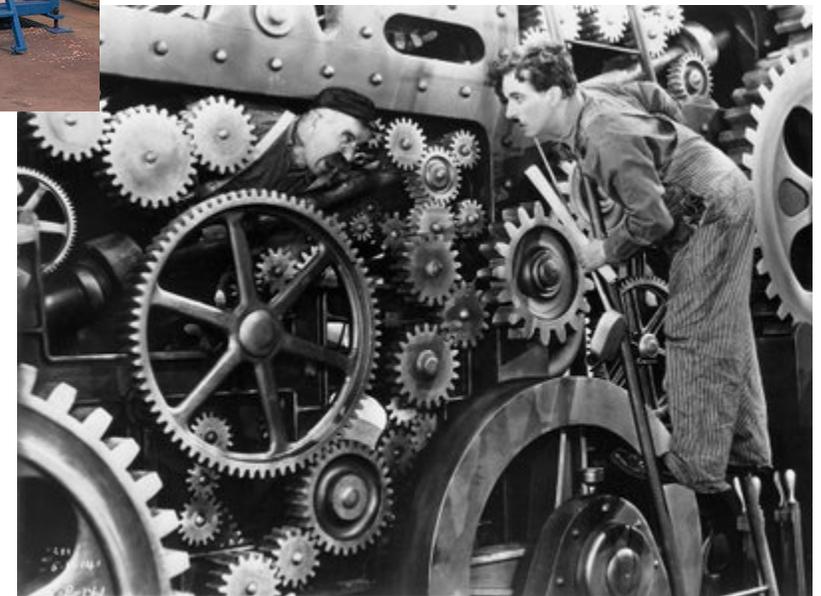


## Zašto učiti od Tojote?

- Dostigli su 10% tržišnog učešća u 2000, i u prvom kvartalu 2008 dostigli su broj 1. u ukupnoj prodaji automobila u svetu
- Dosledno održava vrhunsku produktivnost
- Dosledno ostvaruje nivo kvaliteta (*pre skandala sa povlačenjem vozila ☺*)
- Pokrenuli su globalnu transformaciju sa tradicionalne na Lin proizvodnju.



Savremene mašine?





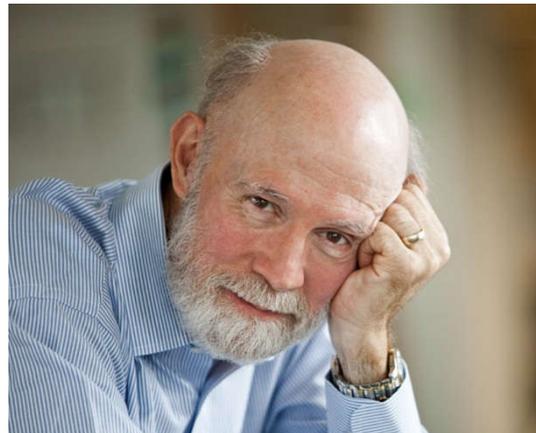
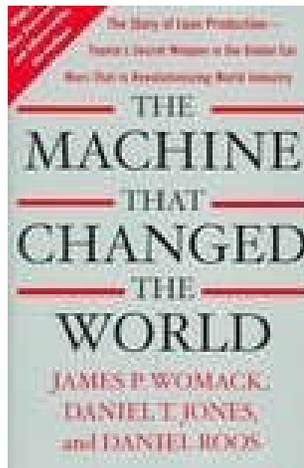
Roboti?



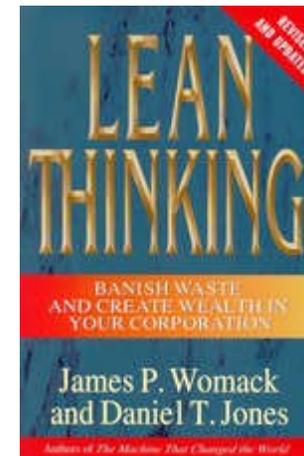
## Kultura?



- ❖ Pojam "lin" se u tehničkoj i stručnoj literaturi na Zapadu prvi put pojavljuje početkom devedesetih godina dvadesetog veka i vezan je za rezultate obimnog petogodišnjeg istraživanja koje se odnosilo na budućnost automobilske industrije na globalnom nivou (John Krafcik, student MIT – sada CEO Hyndaia)
- ❖ Istraživanje je sproveo Massachusetts Institute of Technology - MIT, SAD.
- ❖ Knjiga koja je proistekla kao rezultat ovog projekta predstavljala je pravi industrijski *best-seller* i donela je značajne promene u načinu na koji se proizvodnja posmatra i organizuje na Zapadu.



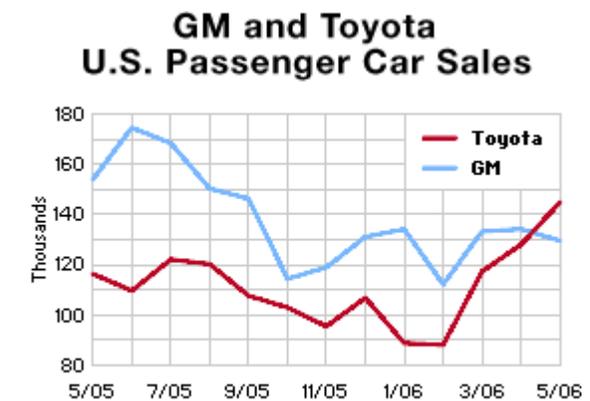
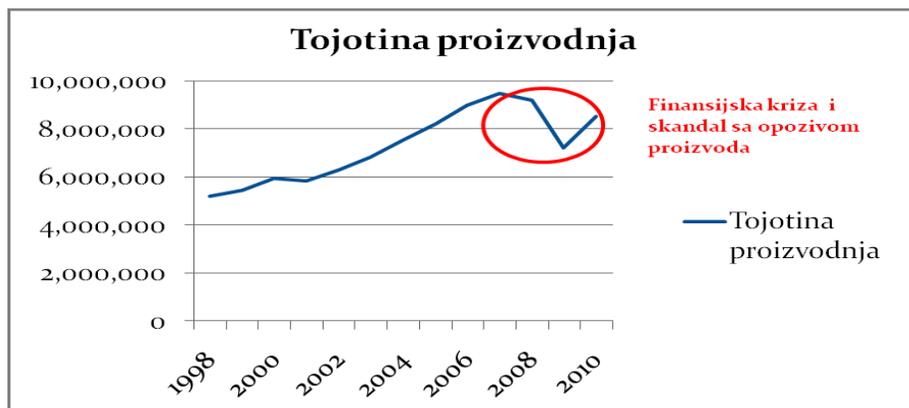
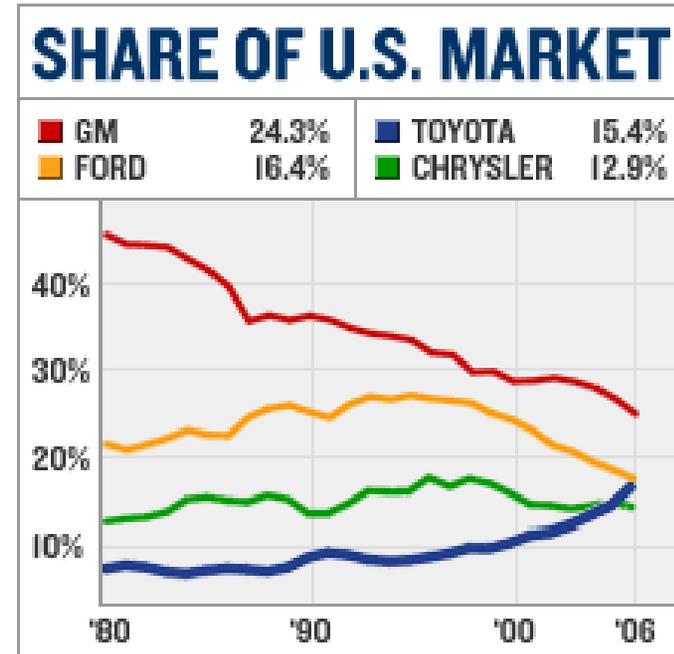
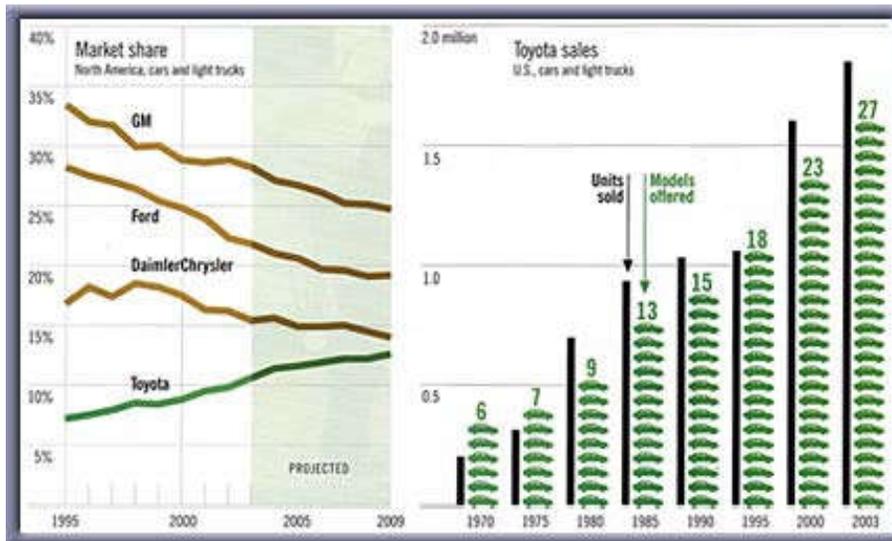
*James P. Womack*



- ❖ Sprovedeno istraživanje i objavljena knjiga su ukazali na bitne prednosti koje ima japanski način za organizaciju proizvodnje, posebno u tako složenim i zahtevnim sektorima kakav je automobilska industrija.
- ❖ Na primerima razvojnog puta, proizvodne filozofije i perspektiva dva najveća svetska proizvođača automobila **General Motors, SAD** i **Toyota, Japan**, pokazana je superiornost japanskog pristupa koji je nazvan ***Lean Production*** ili samo ***Lin***.



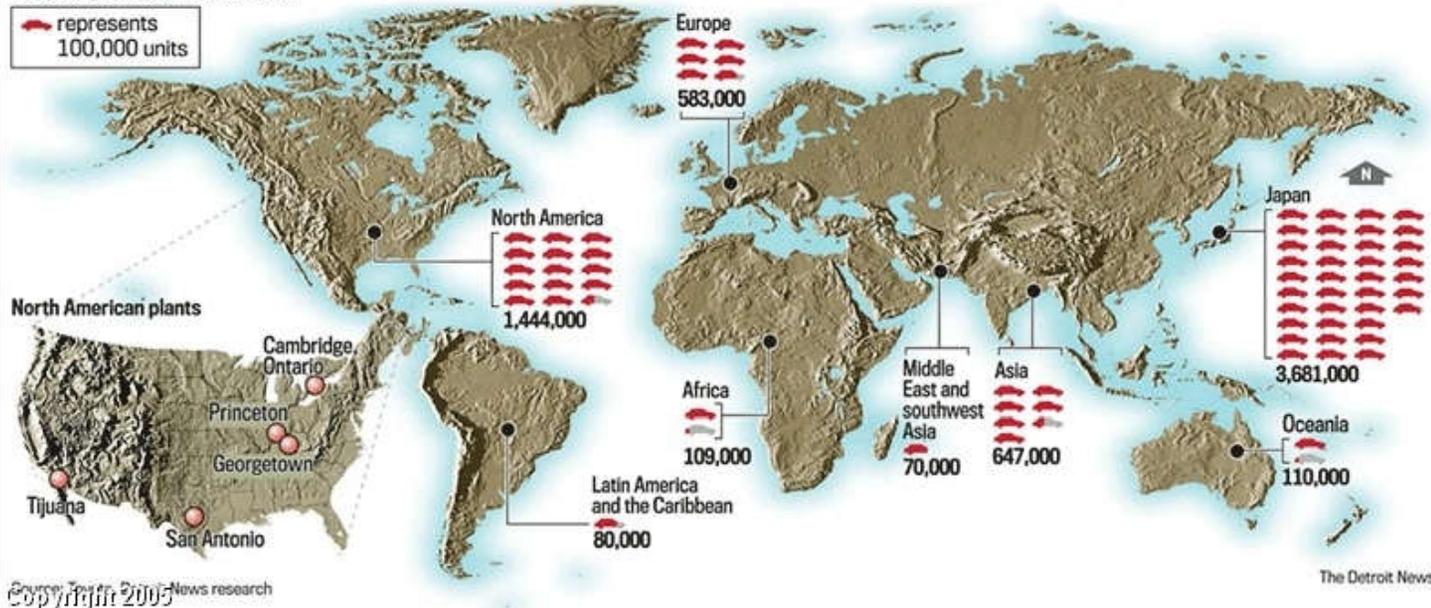
- ❖ Sam termin ***Lin*** se, u principu ne prevodi i opšte je prihvaćeno da se svuda u svetu koristi u izvornom obliku. U suštini on označava nešto **racionalno, štedljivo** pa čak i **škrto**.
- ❖ Osnovni koncept ***Lin*** potiče iz ***Toyota Production System – TPS***, pri čemu neki autori stavljaju znak jednakosti između ***Lina*** i ***TPS***-a, dok drugi identifikuju i određene razlike koje su, u suštini, nebitne.



## A growing empire

Toyota added assembly plants in places such as South Africa and Argentina this year, and is adding assembly capacity in the United States, Canada, China and other sites to double overseas output over the next few years.

Regional production volume 2004

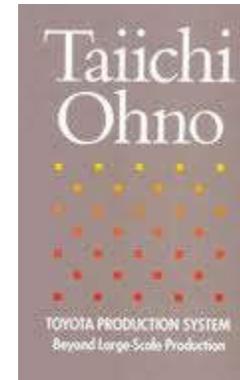


Proizvođač	Broj automobila	% Udeo u tržištu
Toyota	8,557,351	11.0
GM	8,476,192	10.9
Volkswagen	7,341,065	9.4

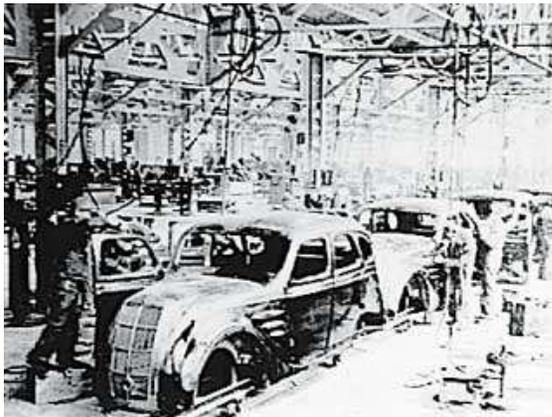
*“... Decenijama je američki industrijski sistem smanjivao troškove proizvodnje, proizvodnjom samo nekoliko modela u velikim količinama*

*... Naš cilj je bio potpuno suprotan, **ostvariti smanjenje troškova proizvodnje, proizvodnjom širokog asortimana modela u malim količinama.**”*

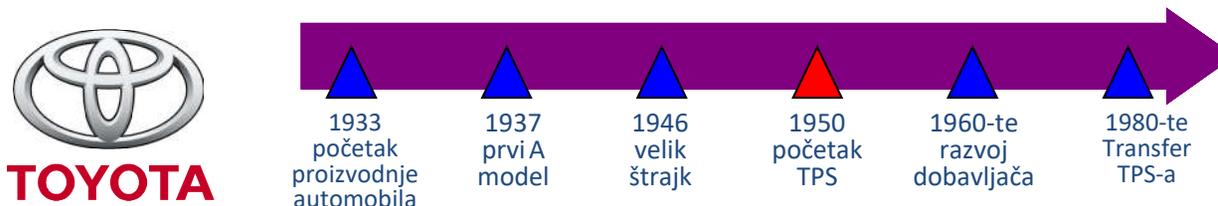
*Taiichi Ohno, “Duh Tojote”*



*Taiichi Ohno*



- ❖ Kompanija Toyota se pre proizvodnje automobila bavila proizvodnjom automatskih tkačkih razboja i u tome je imala velikog uspeha. Neki od najvažnijih патената koji su preporodili tekstilnu industriju bili su delo osnivača kompanije Toyota.
- ❖ Tojota je počela proizvodnju automobila 1933. godine



- ❖ TPS je razvijen u Japanu posle II svetskog rata
- ❖ TPS je ustanovljen je pod određenim geografskim, ekonomskim, političkim i kulturnim okolnostima kao pokušaj povišenja Tojotine konkurentnosti



- Nizak obim proizvodnje čini masovnu proizvodnju nefleksibilnom
- Slaba produktivnost
- Nedostatak resursa

**Sakichi Toyoda**, osnivač Tojota kompanije, pokrenuo je Tojotu kao proizvođača tekstilnih mašina.

**Kiichiro Toyoda**, sin Sakichi Toyoda i osnivač Tojota automobilske industrije, razvio je koncept Just-in-Time tokom 1930-tih. Proglasio je da Tojotina proizvodnja neće sadržati višak zaliha i da će Tojota težiti da radi u partnerstvu sa dobavljačima kako bi uravnotežila proizvodnju.

**Eiji Toyoda**, rođak Kiichira Toyode i menadžer Toyote u periodu posle drugog svetskog rata

**Taiichi Ohno**, Toyot šef proizvodnje u periodu posle II svetskog rata. On je bio glavni autor Toyota proizvodnog sistema (TPS).

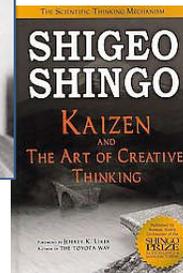
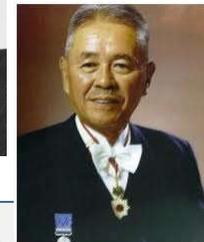
**Dr. Shigeo Shingo**: Konsultant u Tojoti. Radio na razvoju TPS-a, autor je mnogih značajnih knjiga iz ove oblasti. Nagrada *Shingo* je najveća nagrada za izvrsnost u proizvodnji u SAD. Nagrada se daje i kompanijama i pojedincima koji su doprineli razvoju ideje i prihvatanju težnje ka izvrsnosti u proizvodnji.



Sakichi Toyoda



Kiichiro Toyoda





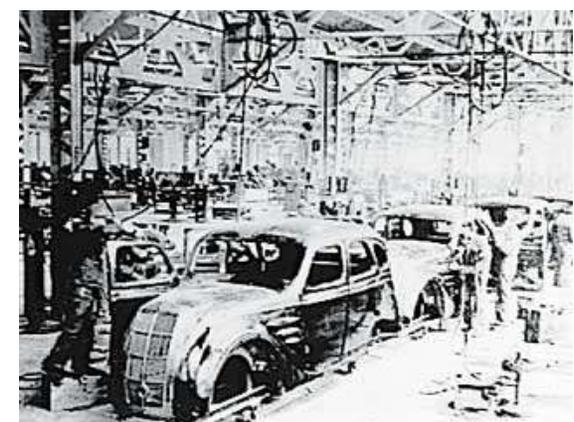
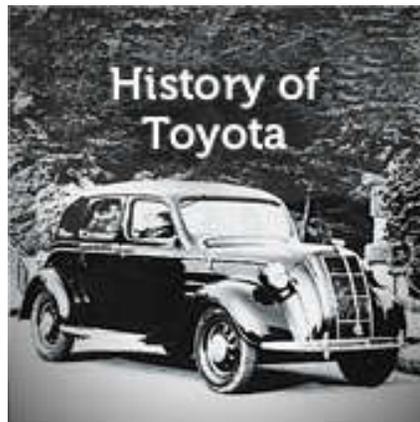
## TOYOTA history – PART I

<http://www.youtube.com/watch?v=c6KVeDbgRgU>



## TOYOTA history – PART II

<http://www.youtube.com/watch?v=6vmdVR9dzPM>



Definicija: Proizvodni sistem razvijen od strane Toyota Motor Corporation da bi se obezbedio najbolji kvalitet, najniže cene i kraćim pripremnim vremenima kroz eliminaciju nepotrebnih troškova.



\* pod ukupnim vremenom proizvodnje podrazumeva se proces od nabavke do prodaje

**Definicija:**  
 LIN je proizvodna filozofija koja skraćuje protočno vreme u proizvodnji eliminišući izvore rasipanja.



## Koristi od implementacije lean-a

1. produktivnost +25%
2. škart -26%
3. korišćen prostor -33%
4. isporuka na vreme +26%
5. obrt zaliha +33%

*Lin proizvodnja „koristi upola manje ljudskog napora u fabrici, upola manje prostora neophodnog za proizvodnju, upola manje novca uloženog u alat, upola manje projektantskih sati utrošenih da se razvije novi proizvod. Ona zahteva držanje upola manje zaliha, rezultira manjom količinom loših proizvoda, i velikim (i uvek rastućim) asortimanom različitih proizvoda“ (Womack et al., 1990)*

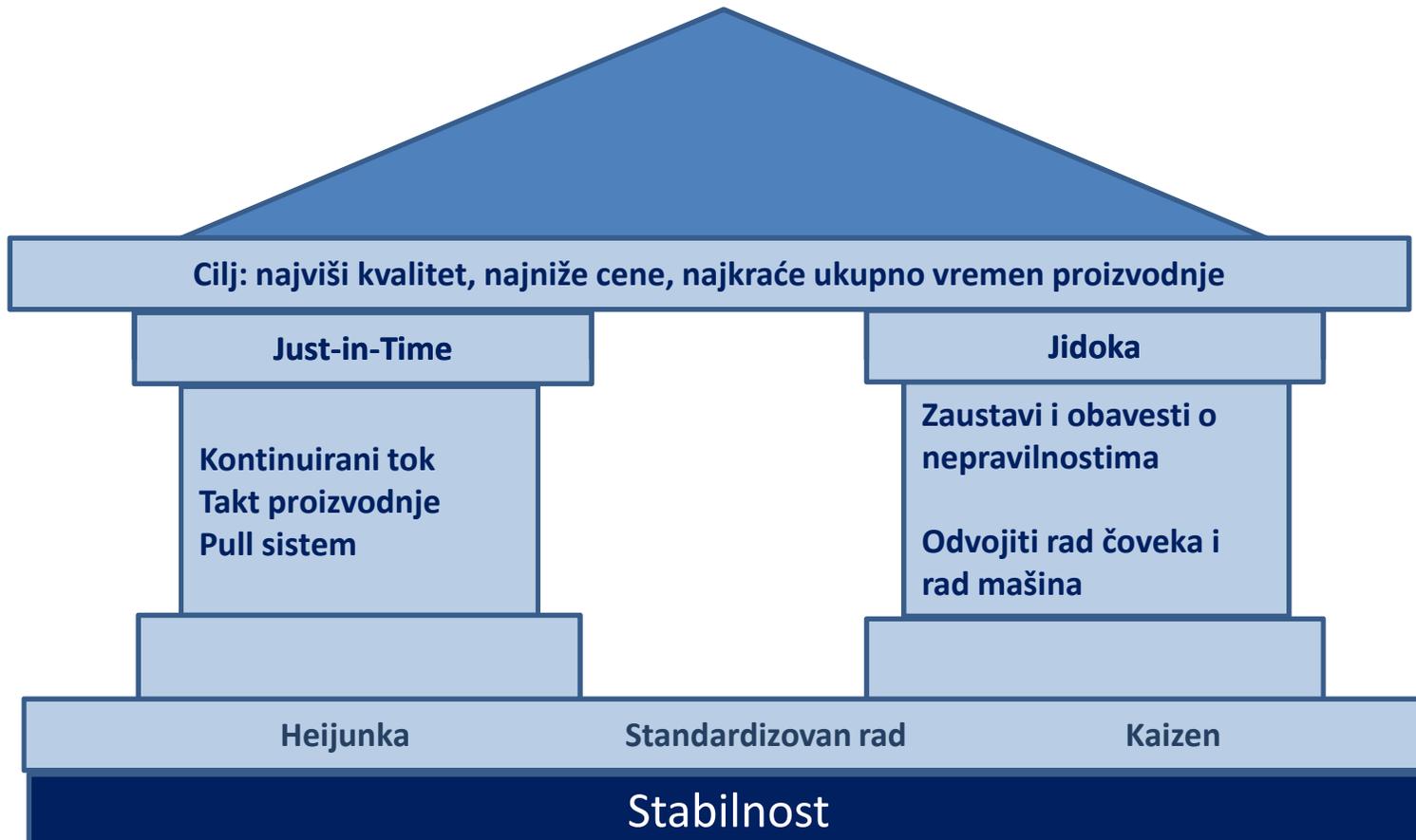
TPS se sastoji od dva stuba, ***Just-in-Time*** and ***Jidoka*** (autonomation – humana automatizacija) i često se ilustruje kao “kuća”, prikazana na sledećem slajdu.

TPS se održava i poboljšava kroz iteracije standardizovanih operacija i kaizen-a (kontinualnog unapređenja), prateći Plan–Do–Check–Act (PDCA ciklus Dr. Deminga), ili kroz naučne metode.



**W. Edwards Deming**

## “Kuća” Tojota Proizvodnog sistema



## “Kuća” Tojota Proizvodnog sistema - detaljnije

**Ciljevi**

**Izvrsnost**

*Zadovoljstvo korisnika*

*Razvoj kadrova*

Brza reakcija

Niska cena

Nula škarta

Fizička i  
mentalna  
bezbednost

Izazov

Opunomoćenost

**Principi**

**Tok**

**Kvalitet**

Pull

Kanban

Termini-  
ranje

Vreme  
takta

Jedan komad

JIT

Nivelisanje

“Zaustavi  
liniju”

Ugrađen  
kvalitet

5 zašto

Poka yoke

Rešavanje  
problema

Idi - vidi

**Osnova**

*Standardizovan posao*

**Stabilnost**

*Kontinualno unapređenje*

LEAN audit

TPM

5S

Radne  
instrukcije

Multidiscipli-  
narna obuka

PDCA

Kaizen

Standardizovane  
operacije

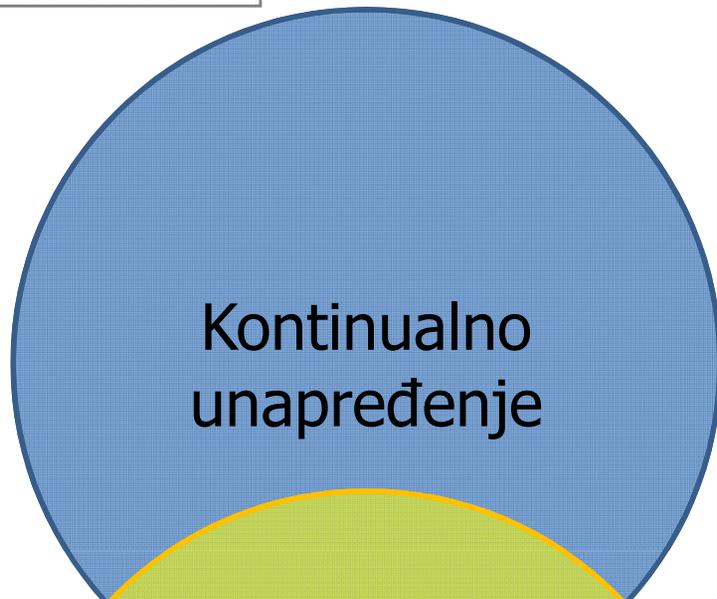
Trening

KPI

Eliminacija  
gubitaka

Visual ni  
menadžment

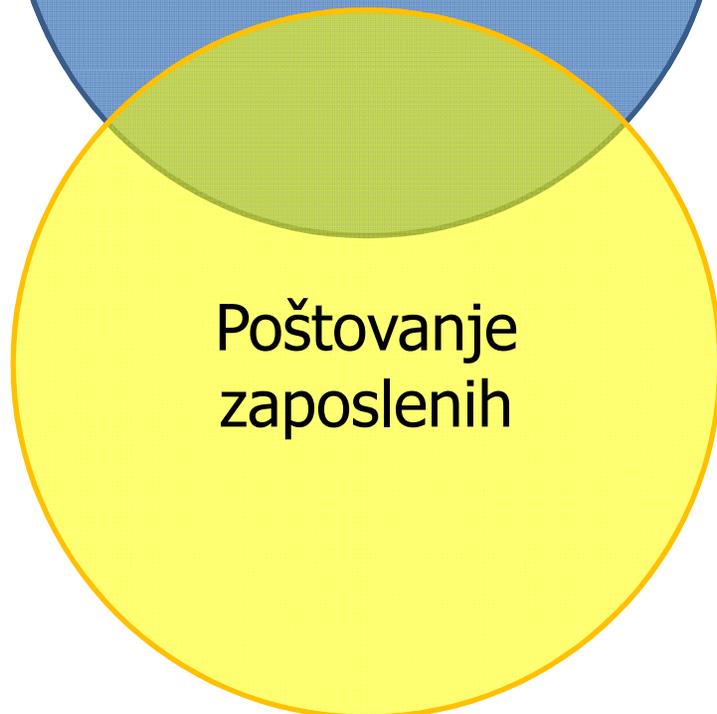
Opis-uputstva  
za zadatke



Izazov → Dugoročna vizija, odvažnost i kreativnost!

Kaizen → Inovacija i evolucija!

Genchi Genbutsu → Idi na mesto događanja i pronađi uzrok!



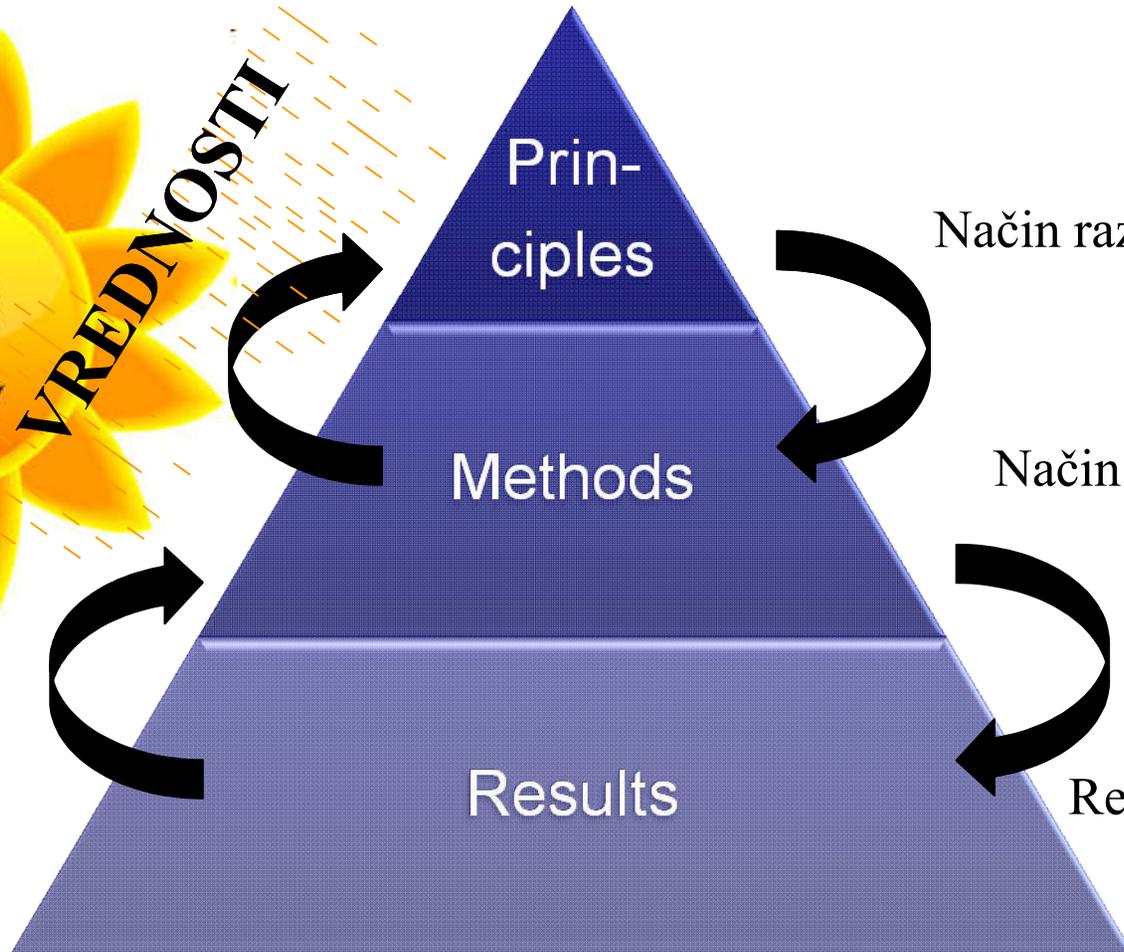
Poštovanje → Poštovanje, preuzimanje odgovornosti i međusobno poverenje!

Timski rad → Uslov za razvoj i unapređenje!





**VREDNOSTI**



Način razmišljanja?

Način rada?

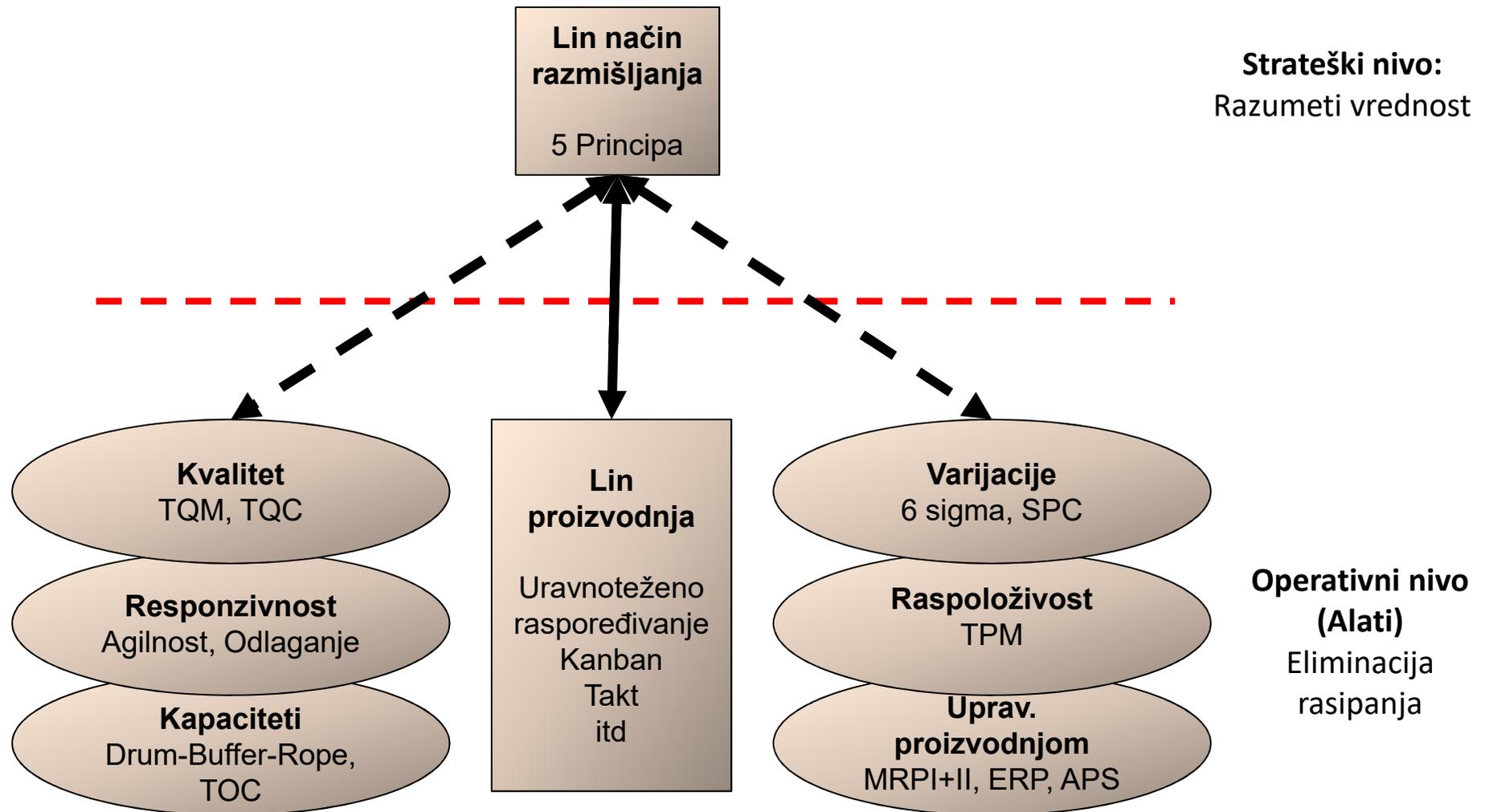
Rezultati?

# Taiči Ono i Šigeo Šingo

- TPS je proizvodni sistem, dok je Kanban samo sredstvo da se postigne pravovremena proizvodnja (JIT);
- Raspodela odgovora na pitanje šta je TPS:
  - Eliminisaše svega nepotrebnog (80%)
  - Tojotino potpuno postavljanje proizvodnje (15%)
  - Kanban sistem (5%)



# Nivoi lina



# Toyotina DNK – 4 pravila

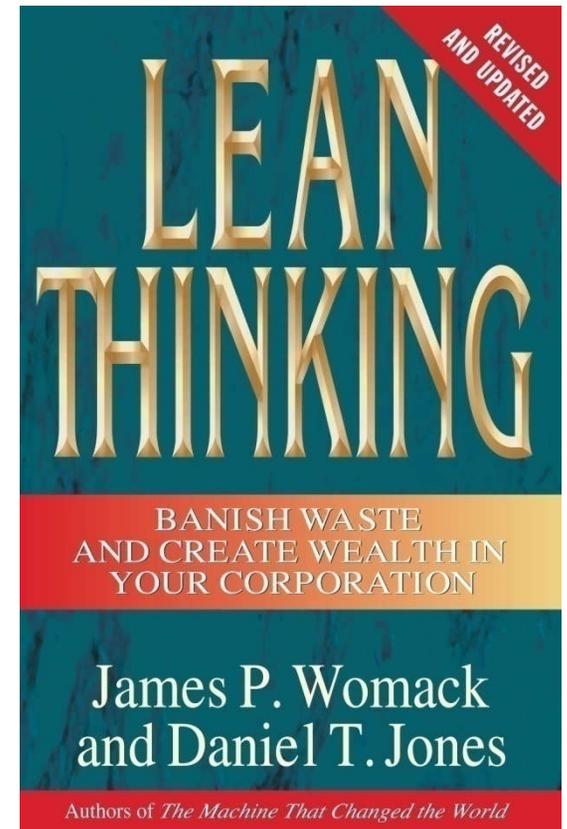
- **Pravilo 1:** Kompletan posao bi trebao biti dobro specificiran kroz sadržaje, sekvence, vremenski okvir i rezultate
- **Pravilo 2:** Svaka veza korisnik-isporučilac mora biti direktna i mora postojati nedvosmislen DA / NE način da se pošalje zahtev i primi odgovor
- **Pravilo 3:** Tok za svaki proizvod ili uslugu mora biti jednostavan i direktan
- **Pravilo 4:** Bilo koje unapređenje mora biti napravljeno u skladu sa naučnim metodama, pod vođstvom “učitelja” (sensei), na najnižem mogućem nivou u organizaciji.



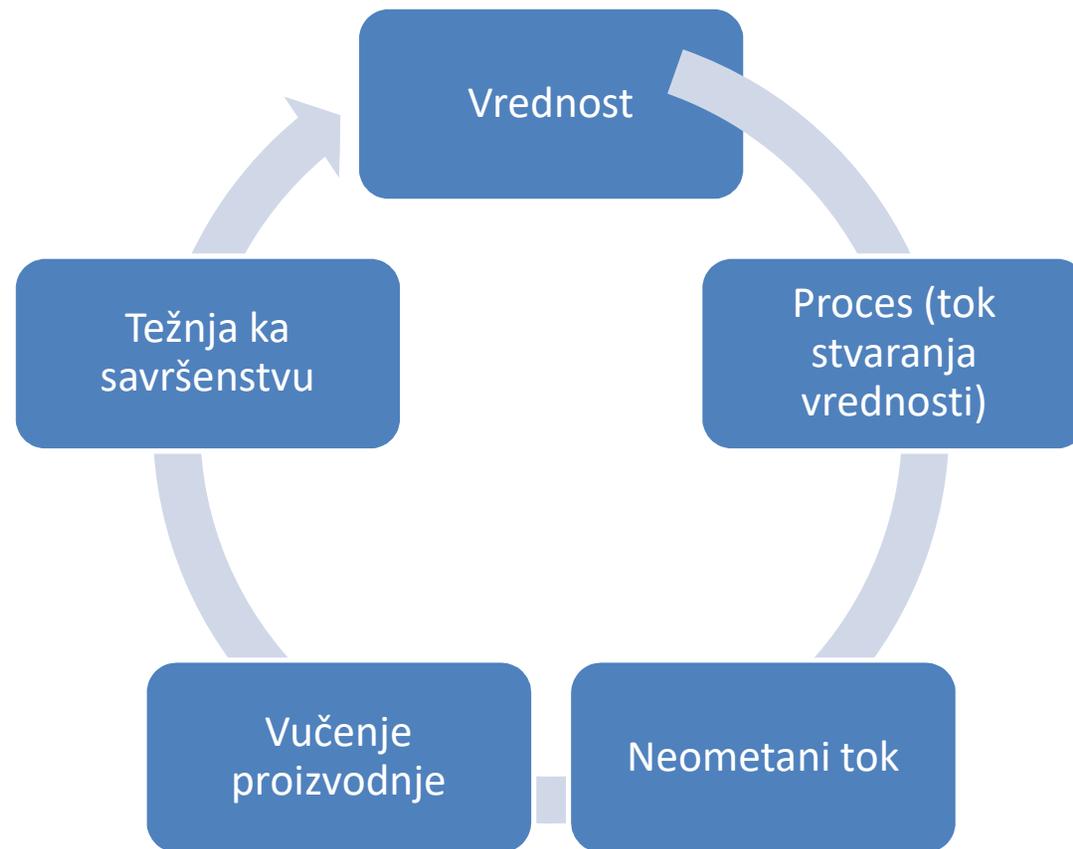
◆ Sva pravila zahtevaju da aktivnosti, veze i tokovi imaju ugrađene provere koji signaliziraju problem automatski  
◆ To je odgovor na probleme koje čini ovaj naizgled rigidan sistem fleksibilnim i prilagodljivim promenama u okolini

# Principi lina

- **Identifikovanje vrednosti (Value)** – samo mali deo vremena i napora ulozenih u stvaranje nekog proizvoda zaista dodaje vrednost za korisnika; vrednost se definiše kao kombinacija karakteristika proizvoda i raspoloživosti;
- **Identifikovanje i mapiranje toka vrednosti (The Value Stream)** – utvrđivanje svih aktivnosti kroz čitavu organizaciju koje kroz zajedničko delovanje stvaraju i isporučuju vrednost korisniku;
- **Obezbeđivanje nesmetanog toka stvaranja vrednosti (Flow)** – identifikacija i eliminisanje svih aktivnosti koje ne stvaraju vrednost za korisnika; pored toga, neophodno je ukloniti „departmentalistički“ mentalitet koji predstavlja prepreku nesmetanom toku materijala i informacija kroz sistem, bez prepreka u vidu defekata, redova čekanja i kvarova;
- **Zadovoljenje tražnje korisnika sistemom vučenja (Pull)** – razumevanje tražnje, i organizovanje procesa tako da se proizvodi samo ono što korisniku treba, onda kada mu treba; primenom principa identifikacije vrednosti, obezbeđivanja nesmetanog toka vrednosti i sistema vučenja, protočna vremena se mogu značajno skratiti;
- **Težnja ka savršenstvu (Perfection)** – kontinuirani naponi da se sistem učini boljim nego što trenutno jeste.



# Principi lina



# Principi lina

- Vrednost  • Korisnik/kupac
- Proces  • Pratiti proizvod/uslugu
- Neometani tok  • Eliminirati rasipanja
- Vučenje proizvodnje  • Pravovremeno proizvoditi (JIT)
- Težnja ka savršenstvu  • Kontinualno poboljšavanje

# 1. Vrednost

Materijal/informacije u obliku za koji je korisnik/kupac spreman da plati

Vrednost **definiše** korisnik/kupac  
Vrednost **stvora** proizvođač

# 1. Vrednost

- Prvo treba identifikovati ko su kupci, i šta je ono što oni smatraju vrednošću;
- Vrednost treba definisati sa stanovišta kupca, jer kupac odlučuje o vrednosti proizvoda ili usluge;
- Definisanje vrednosti podrazumeva identifikaciju oblika, karakteritika i funkcionalnosti proizvoda/usluge;
- Definisanje vrednosti uspostavlja ciljeve svih aktivnosti na realizaciji proizvoda ili usluge, od projektovanja proizvoda do isporuke i postprodajnih usluga;
- Kada vrednost? Gde vrednost? Kako vrednost? ...
- Kakva se situacija često sreće u kompanijama?

# 1. Vrednost



## 2. Proces (tok stvaranja vrednosti)

- Tok stvaranja vrednosti – skup svih aktivnosti potrebnih kako bi predmet rada prošao kroz tri ključna procesa:
  - Projektovanje – rešavanje problema od konceptualnog razvoja, preko detaljnog projektovanja, do lansiranja proizvodnje;
  - Poručivanje – upravljanje informacijama od prijema porudžbine, preko detaljnog raspoređivanja do isporuke proizvoda;
  - Realizacija proizvoda/usluge – fizička transformacija sirovog materijala do gotovog proizvoda u rukama korisnika/kupca;

## 2. Proces (tok stvaranja vrednosti)

- Aktivnosti u toku stvaranja vrednosti mogu biti:
  - Aktivnosti koje dodaju vrednost – aktivnost koja transformiše svrhu, oblik i funkciju sirovog materijala, dovodeći ga korak bliže gotovom proizvodu;
  - Aktivnosti koje ne dodaju vrednost – aktivnosti koje troše resurse, ali ne dodaju vrednost iz ugla korisnika
- Value Stream Mapping – VSM

## 3. Neometani tok

- Redizajnirati proces rada kako bi se ostvario kontinualni tok stvaranja nove vrednosti
- Težiti skraćenju praznog hoda i svesti čekanje na nulu
- Stvoriti tok koji omogućava brzo kretanje materijala i informacija i povezati procese kako bi problemi izašli na površinu odmah po nastajanju
- Učiniti tok očiglednim kroz organizacionu kulturu

## 3. Neometani tok

1

- Eliminirati aktivnosti koje ne dodaju vrednost

2

- Uspostaviti jednokomadni tok, tamo gde je to moguće

3

- Fokusirati se na proizvod, ne na organizacione jedinice i opremu

4

- Pratiti predmet rada od početka do kraja

5

- Ignorirati tradicionalne barijere i funkcionalne podele rada, kako bi se obezbedio kontinuirani tok proizvoda

6

- Preispitati uobicajenu praksu rada, kako bi se eliminisali povratni tokovi, škart i svi prekidi u kretanju predmeta rada

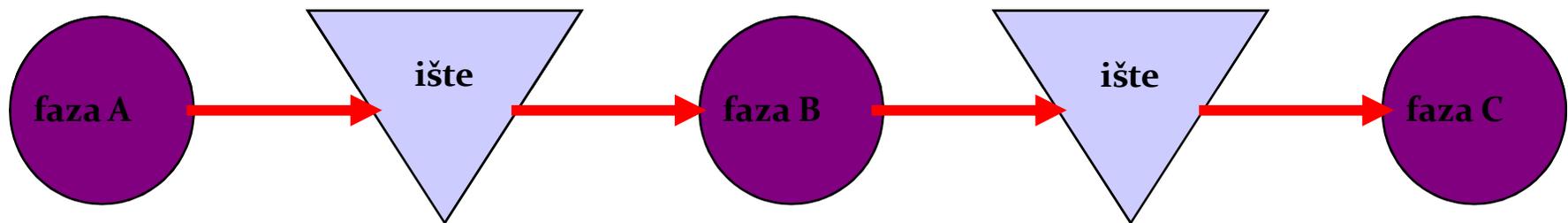
## 4. Vučenje proizvodnje

- Dozvoliti da korisnik “vuče” vrednost iz kompanije:
  - Nemojte praviti ništa dok nije neophodno;
  - Kada postane neophodno napraviti ga što je moguće brže.

# 4. Vučenje proizvodnje

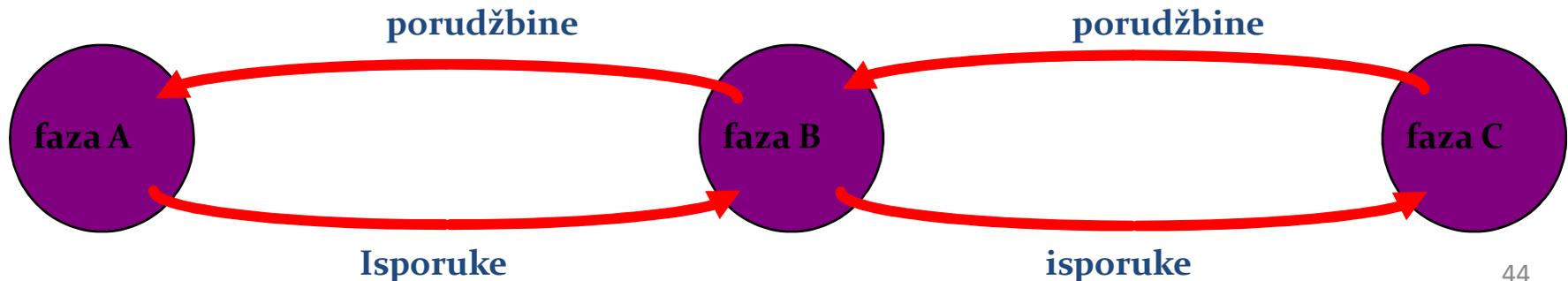
Osnovni zadatak sistema vučenja – sprečiti prekomernu proizvodnju

## Push sistem



## JIT sistem

- Proizvodnja vođena potražnjom kupaca
- Koordinirana proizvodnja
- Koristi kanban kartice



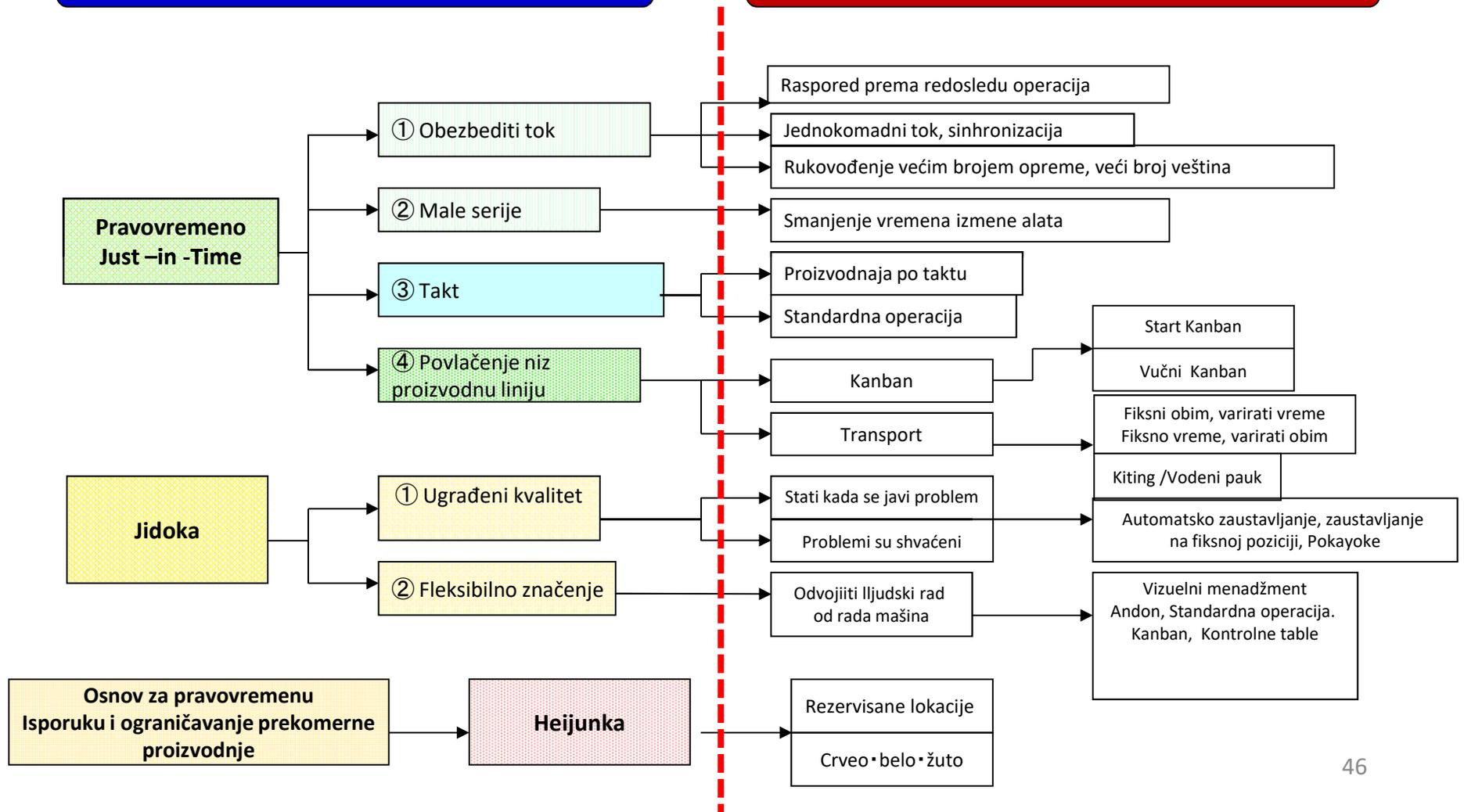
## 5. Težnja ka savršenstvu

- Ništa nije dovoljno dobro da ne može biti bolje!
- Kontinuirano istraživati mogućnosti za primenu prva četiri principa;
- Nema kraja naporima usmerenim ka smanjenju napora, vremena, prostora, troškova i grešaka u toku stvaranja vrednosti;
- Graditi kulturu kontinuiranog eliminisanja rasipanja.

# Principi -> alati

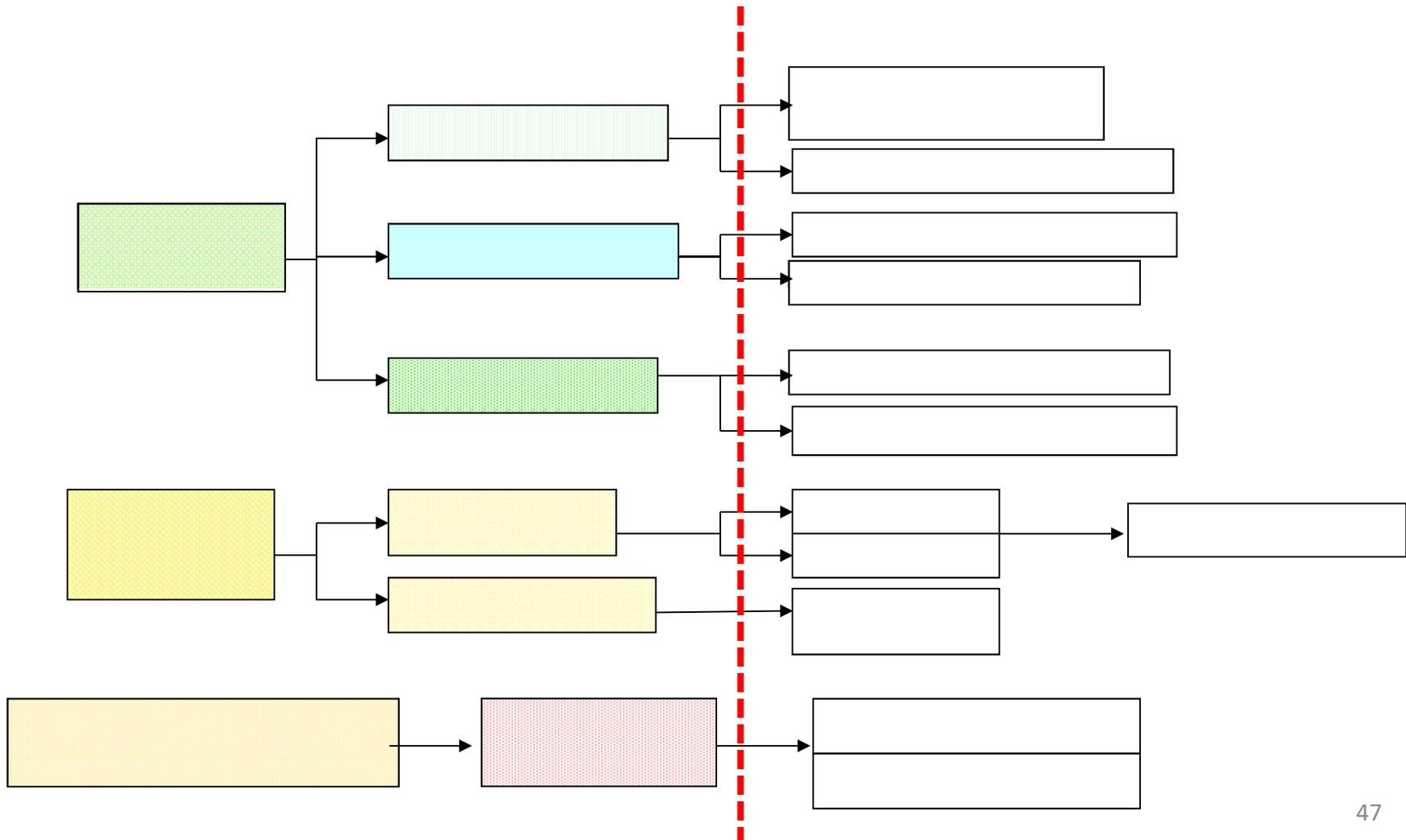
Ovaj deo se nikada ne menja

Ovo može i treba da se promeni



# Principi -> alati

KAKO U MOJOJ KOMPANIJI?







## Operacije?

- **Transformišući resursi (kapaciteti)** – resursi koji realizuju aktivnosti, menjaju karakteristike ulaza, i dovode do stvaranja rezultata (CNC mašina, skener, ultrazvuk aparat, pica peć, ...);
- **Transformisani resursi (zalihe sirovog materijala, zalihe u procesu proizvodnje, zalihe gotovih proizvoda)** – materijali, ljudi, informacije koji se transformišu ili čekaju da budu transformisani;
- **Zahtevi za resursima (tražnja korisnika)** – ono što je korisnik spreman da plati, a nastaje kombinovanjem transformišućih i transformisanih resursa;

## Cilj upravljanja operacijama?

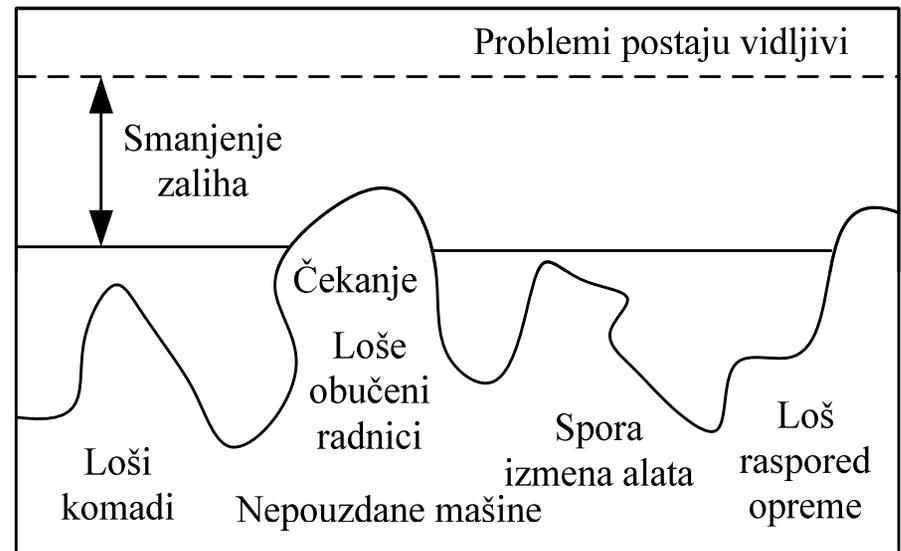
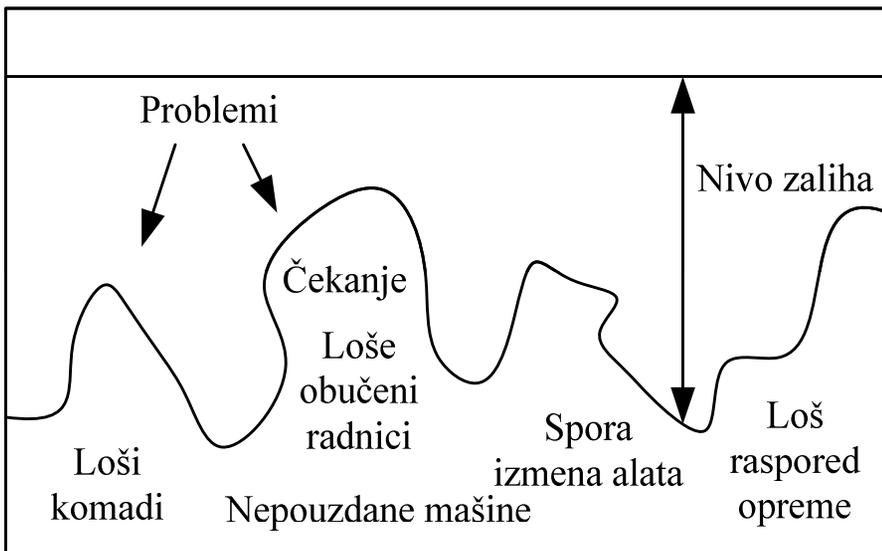
- **Cilj** – sinhronizovati transformišuće resurse, transformisane resurse i zahteve za resursima u pogledu vremena, prostora i kvaliteta;
- Ukoliko neka od varijabli nedostaje operacije ne mogu da funkcionišu, i **kao posledicu imamo neefikasnost** (na primer **prekomerne zalihe**, kada transformisani resursi čekaju na transformišuće resurse ili na zahtev za resursima; **čekanje**, kada transformišući resursi čekaju na transformisane resurse ili na zahtev za resursima; **prekomerna proizvodnja**, kada transformišući resursi čekaju na zahtev za resursima);
- Maksimalna sinhornizacija = idealan proces, **ALI...**

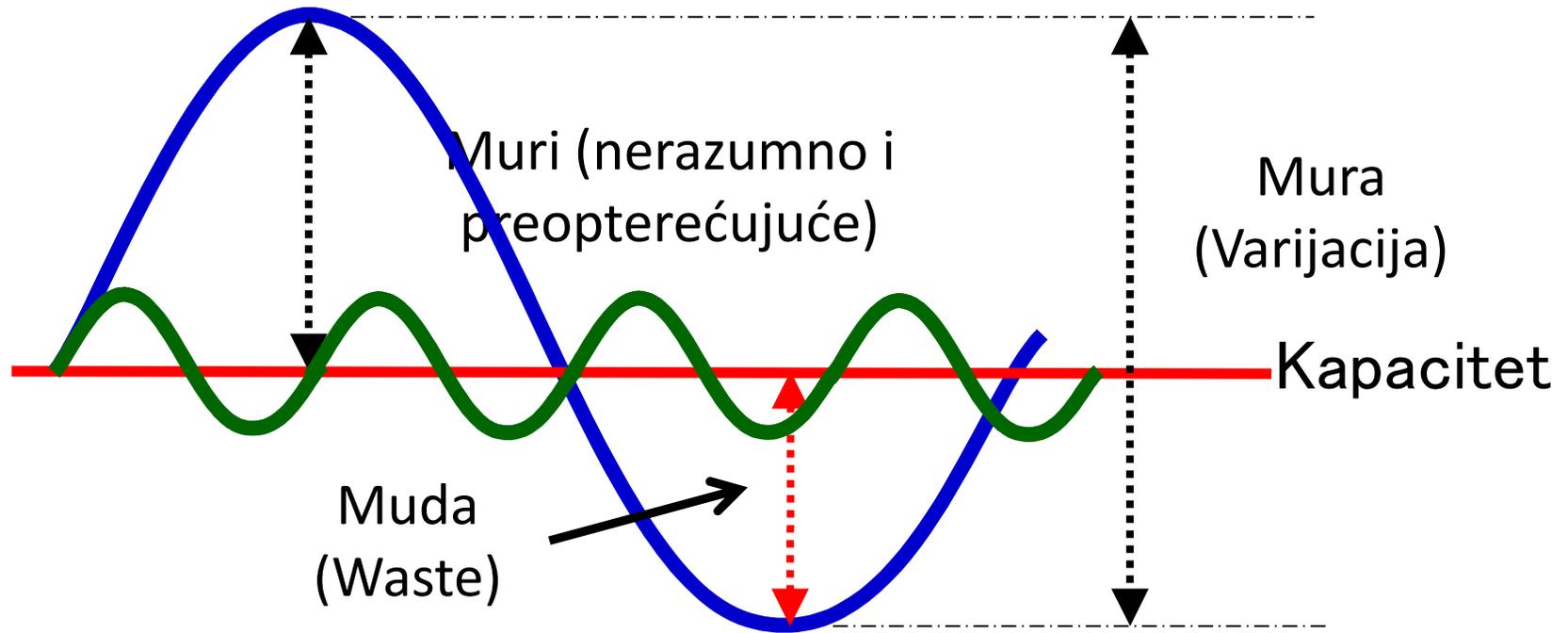
## Tri uzroka neefikasnosti

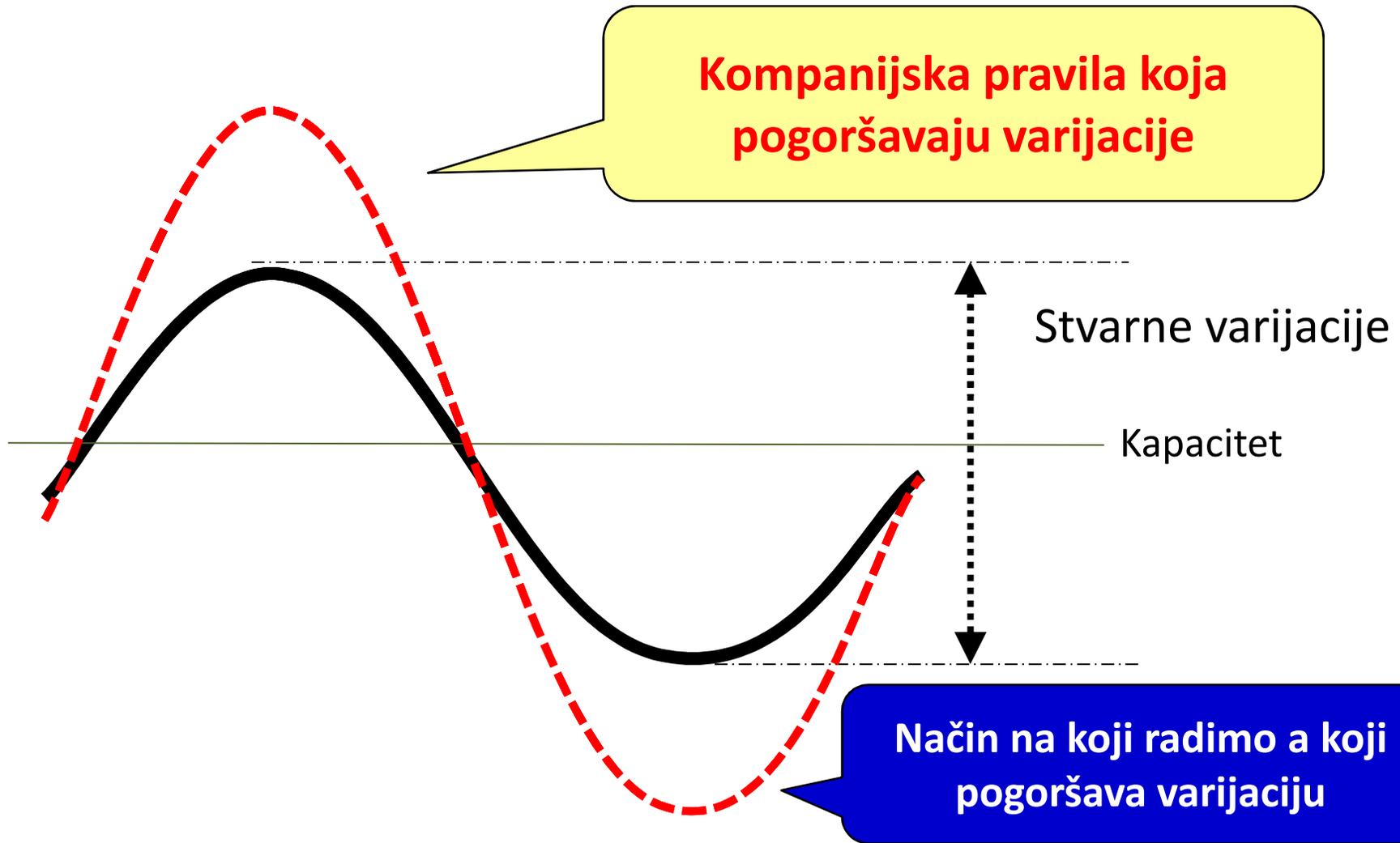
- **Rasipanje (MUDA-無駄)** – sve osim minimuma opreme i alata, direktnog i indirektnog rada, materijala, prostora i energije apsolutno neophodnih da bi se dodala vrednost proizvodu;
- **Varijacije, odnosno nekonzistentnost (MURA-斑)** – predstavlja sve vrste varijacija koje se mogu javiti u proizvodnji (u tražnji, u veličini posla, u vremenu obrade, u kvalitetu proizvoda i slično), a koje sprečavaju proces proizvodnje da se odvija na efikasan i efektivan način;
- **Preterano opterećivanje (MURI-無理)** – gubitak koji nastaje zbog zahteva da radnik, mašina ili bilo kakav tehnički sistem rade iznad njihovih mogućnosti;

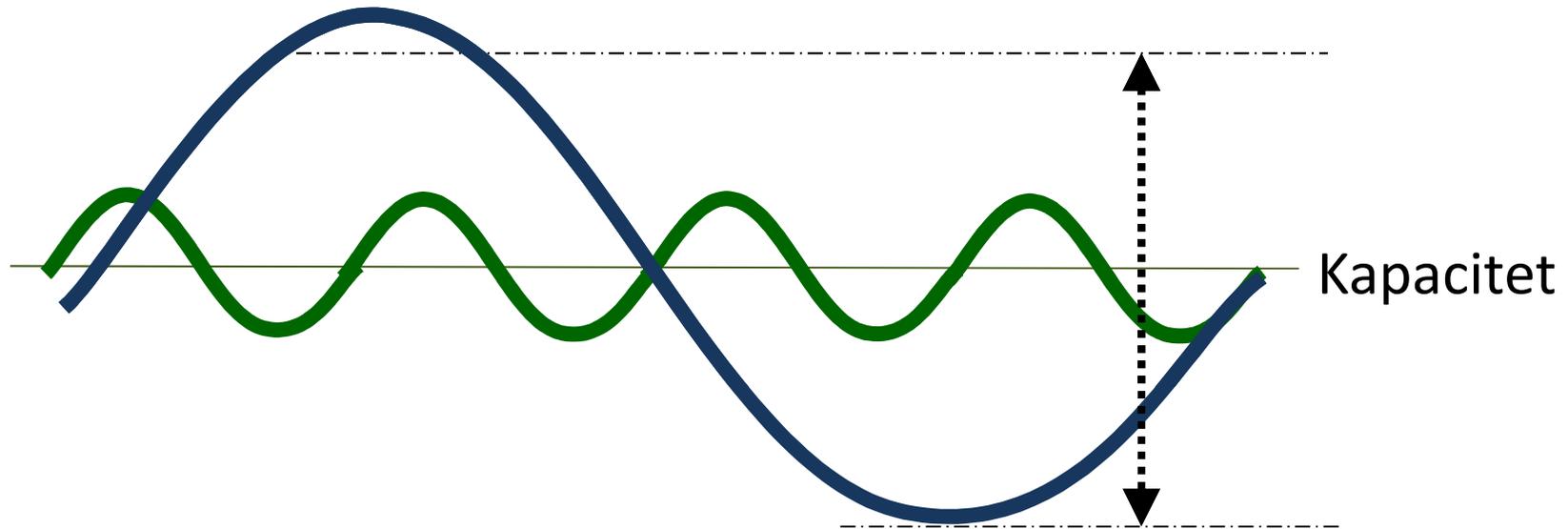
## Rasipanje (MUDA-無駄)

- Definisano iz dva aspekta:
  - Svaki ulaz u sistem (u pogledu transformišućih ili transformisanih resursa) koji se **NE** transformiše u izlaz iz sistema koji ima vrenost za korisnika (zadovoljena tražnja odnosno ono što je korisnik spreman da plati);  
**rasipanje=ulaz u sistem-izlaz iz sistema;**
  - Rasipanje je izlaz koji se ne javlja pravovremeno (**JIT**).
- Tipovi rasipanja:
  - **I tip**: očigledna rasipanja, odnosno sva rasipanja za čije postojanje nema racionalnog razloga, i čijim se eliminisanjem neće stvoriti nova rasipanja;
  - **II tip**: baferi, odnosno rasipanja koja se ne mogu eliminisati bez stvaranja novih rasipanja.



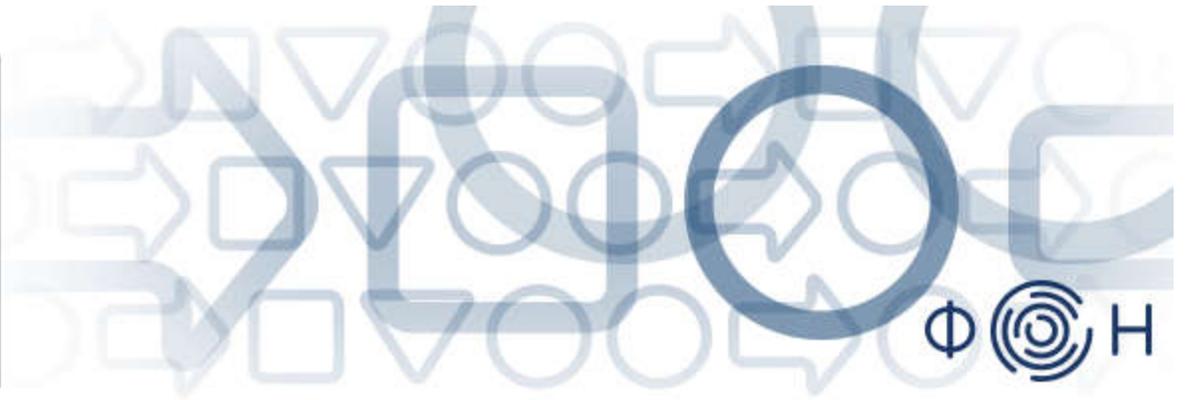






Lideri – fokusiraju se na Muri i Mura  
Stvaraju okruženje u kome zaposleni mogu da eliminišu  
Muda.





***Teorija bi trebalo da bude najjednostavnija  
moguća, ali ne jednostavnija od toga***

Albert Ajnštajn

## Elementi važni za pobedu u igri

Kako dobiti  
poene (Dobro)

Kako izgubiti  
poene (Loše)

Pravila igre

## Elementi važni za pobedu u Linu

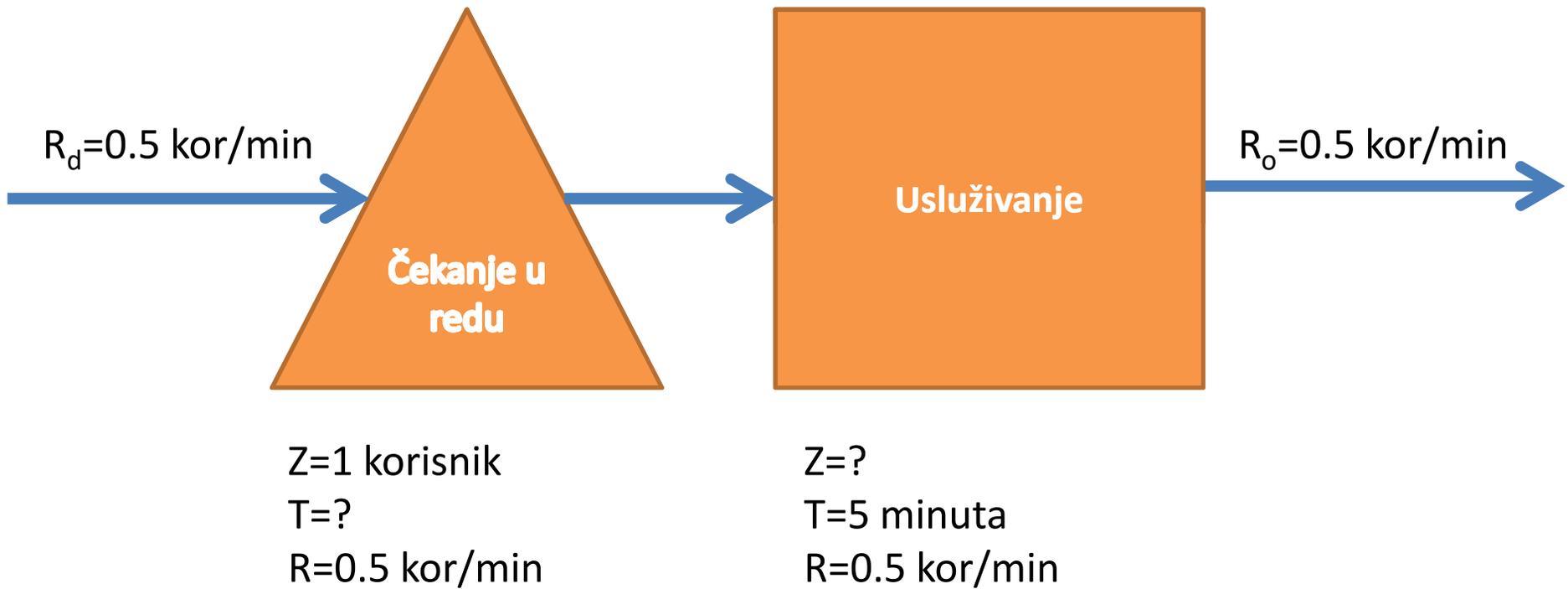
Znati šta je  
Dobro

Znati šta je Loše

Kako funkcionišu  
posao i ljudi

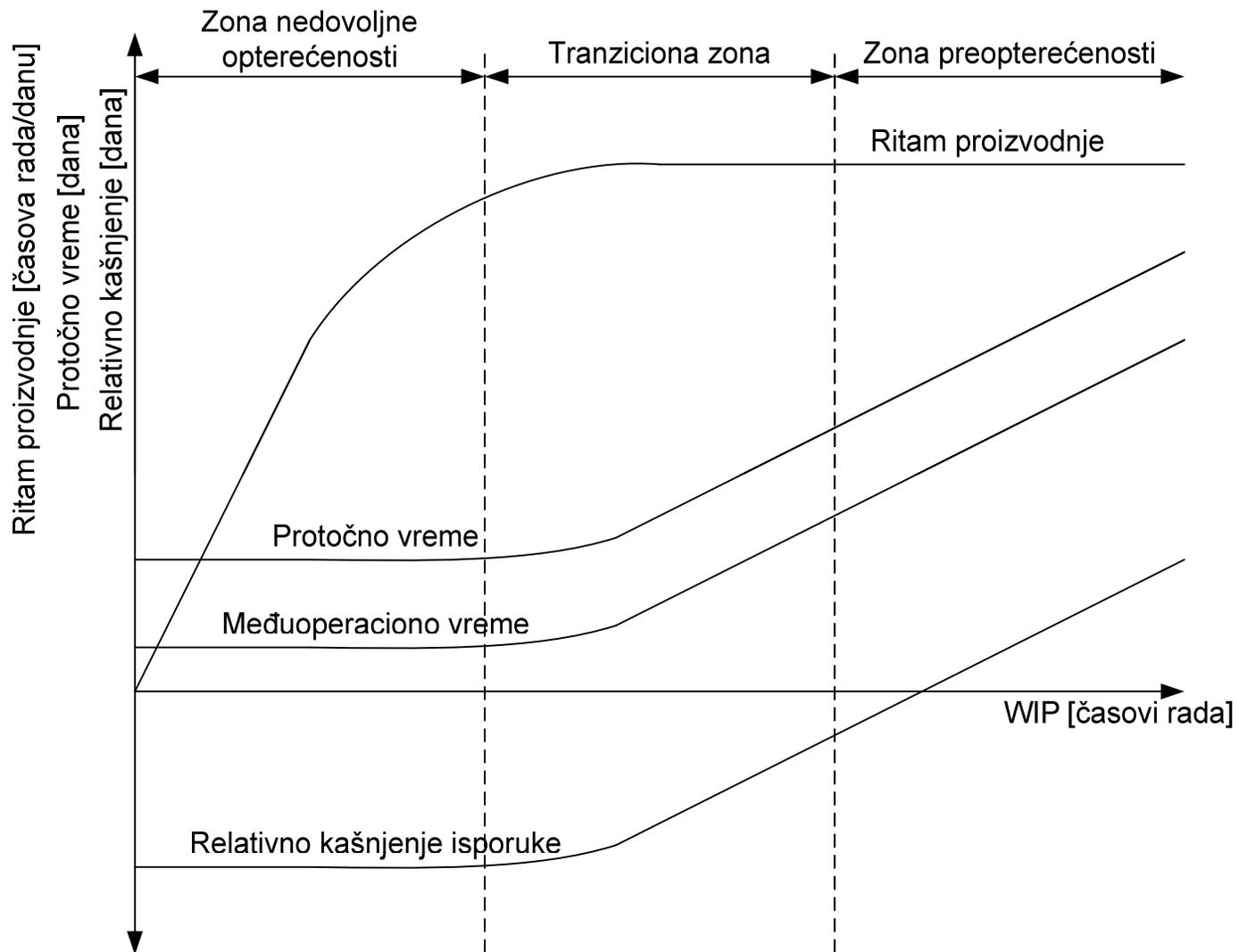
## Zašto nauka?

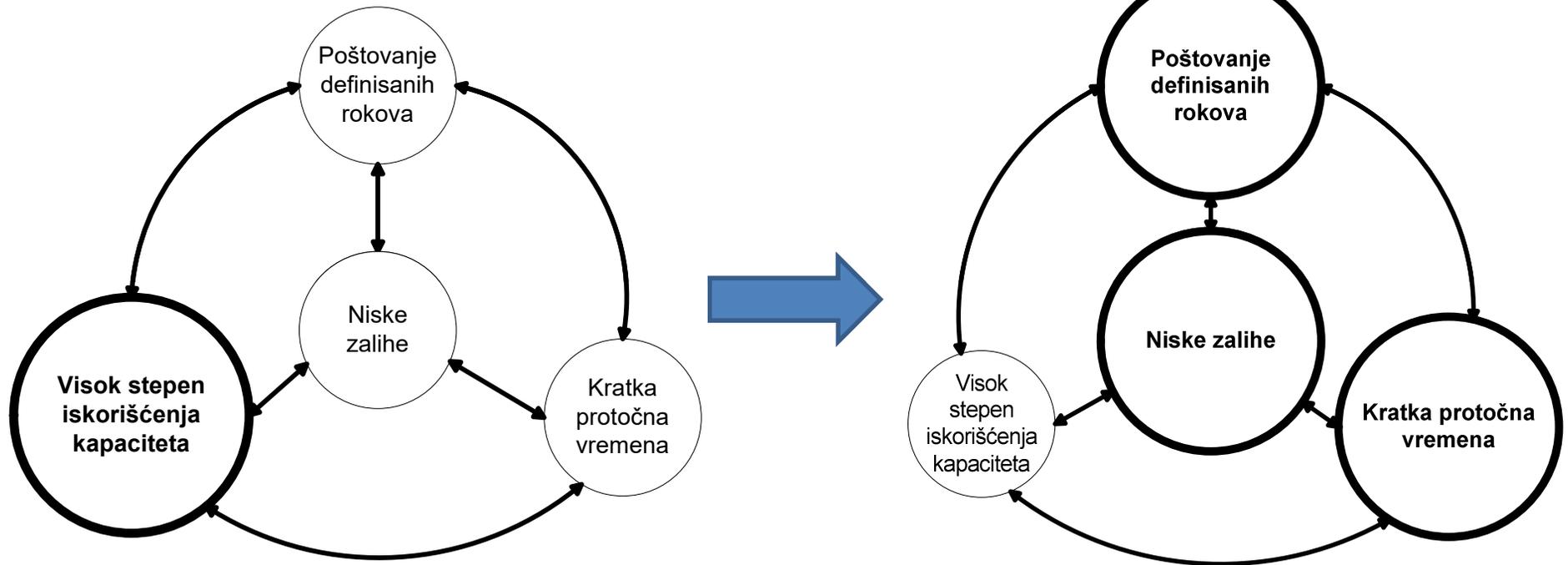
- **Nudi preciznost** – detaljna karakterizacija načina funkcionisanja sistema omogućava predikciju;
- **Razvija intuiciju** – menadžeri često nemaju vremena da razvijaju detaljne modele odlučivanja, ali poznavanje pozadine sistema omogućava da se intuitivno donese odluka koja će imati najpovoljnije posledice;
- **Olakšava sintezu kompleksnih sistema** – pružajući konzistentan okvir nudi sredstvo da se različiti delovi sistema posmatraju kao celina.



## Litlov zakon

- Šta je Litlov zakon:
  - Zalihe (**Z**) = Brzina toka (Ritam) (**R**) \* Protočno vreme (**T**)
- Implikacije:
  - Od tri osnovna parametra (Z, R, T), menadžment može da bira dva, dok je treći **DAT!**
  - Ukoliko se brzina toka (ritam) drži konstantnim, smanjenje zaliha će dovesti do smanjenja protočnog vremena
- Ukoliko su data dva parametra, lako se može izračunati treći:
  - Indirektno merenje protočnog vremena: koliko vremena treba da se odgovori na e-mail?
    - Pišete 60 odgovora na e-mail dnevno
    - U Inboxu imate 240 e-mailova





- Na akušerskom odeljenju jedne bolnice se obavi u proseku 10 porođaja dnevno;
- 80% porođaja je lako, i zahtevaju da majka i dete u bolnici ostanu 2 dana;
- 20% porođaja je teže, i zahteva da majka i dete u bolnici ostanu 5 dana;
- Kolika je prosečna popunjenost bolničkih kapaciteta na akušerskom odeljenju?

## Varijacije

- **Varijacije** = razlika između onoga što se očekuje i onoga što se stvarno dogodilo;
- Tipovi varijacija:
  - **Kontrolabilne varijacije** – najčešće se javljaju kao posledica nekih odluka, lakše je kontrolisati ih;
  - **Slučajne varijacije** – najčešće posledica događaja koji su van neposredne kontrole, teže ih je kontrolisati.

## Odnos varijacija i korišćenja kapaciteta

$$WIP = \left( \frac{\rho}{1-\rho} \right) \cdot \left( \frac{c_a^2 + c_p^2}{2} \right) \cdot t$$

$\rho$  – stepen korišćenja kapaciteta

$c_a^2$  – koeficijent varijacije dolaska novih poslova

$c_p^2$  – koeficijent varijacije vremena obrade

$t$  – vreme obrade

## Odnos varijacija i korišćenja kapaciteta - implikacije

- Kada su **varijacije velike**, **stepen korišćenja mora da bude nizak** kako bi se održao isti nivo usluge;
- Kako se **varijacije smanjuju**, **moгуće je umanjiti višak kapaciteta** zato što je manja šansa za kašnjenje koje je izazvano varijacijama u sistemu;
- **Ključni princip** projektovanja lin proizvodnih sistema je **uspostaviti takav proces koji minimizira odstupanja od željenih vrednosti**, ali i koji omogućava da se odstupanja lako uoče i otklone.

## Kompenzovanje varijacija

- Bez obzira na uzroke, varijacije mogu biti kompenzovane kombinacijom sledeća tri bafera:
  - **Zalihe** – sigurnosne zalihe ili zalihe nedovršene proizvodnje;
  - **Kapaciteti** – stepen korišćenja kapaciteta koji je manji od 100%;
  - **Vreme** – period koji korisnik čeka da mu proizvod bude isporučen.
- **Upravljanje baferima** – definisanje željene sposobnosti procesa, definisanje nivoa bafera koji su neophodni, smanjenje nivoa bafera kroz kontinualno poboljšavanje.

## Šigeo Šingo

- Neophodna skladišta:
  - U procesu:
    - Usled velikih razlika između protočnih vremena i vremena otpreme, skladište ispred prvih proizvodnih operacija;
    - Ako potražnja varira, može se privremeno proizvoditi više;
    - Za balansiranje kapaciteta na raznim mestima u fabrici;
  - U operacijama:
    - Da bi se osigurali od havarija mašina i proizvodnje sa greškom;
    - Kod velikih serija, kako bi se kompenzovalo dugo vreme reglaže;
- Pre nego što se pristupi ukidanju skladišta, neophodno je da se eliminišu **uzroci potrebe** za skladištima!

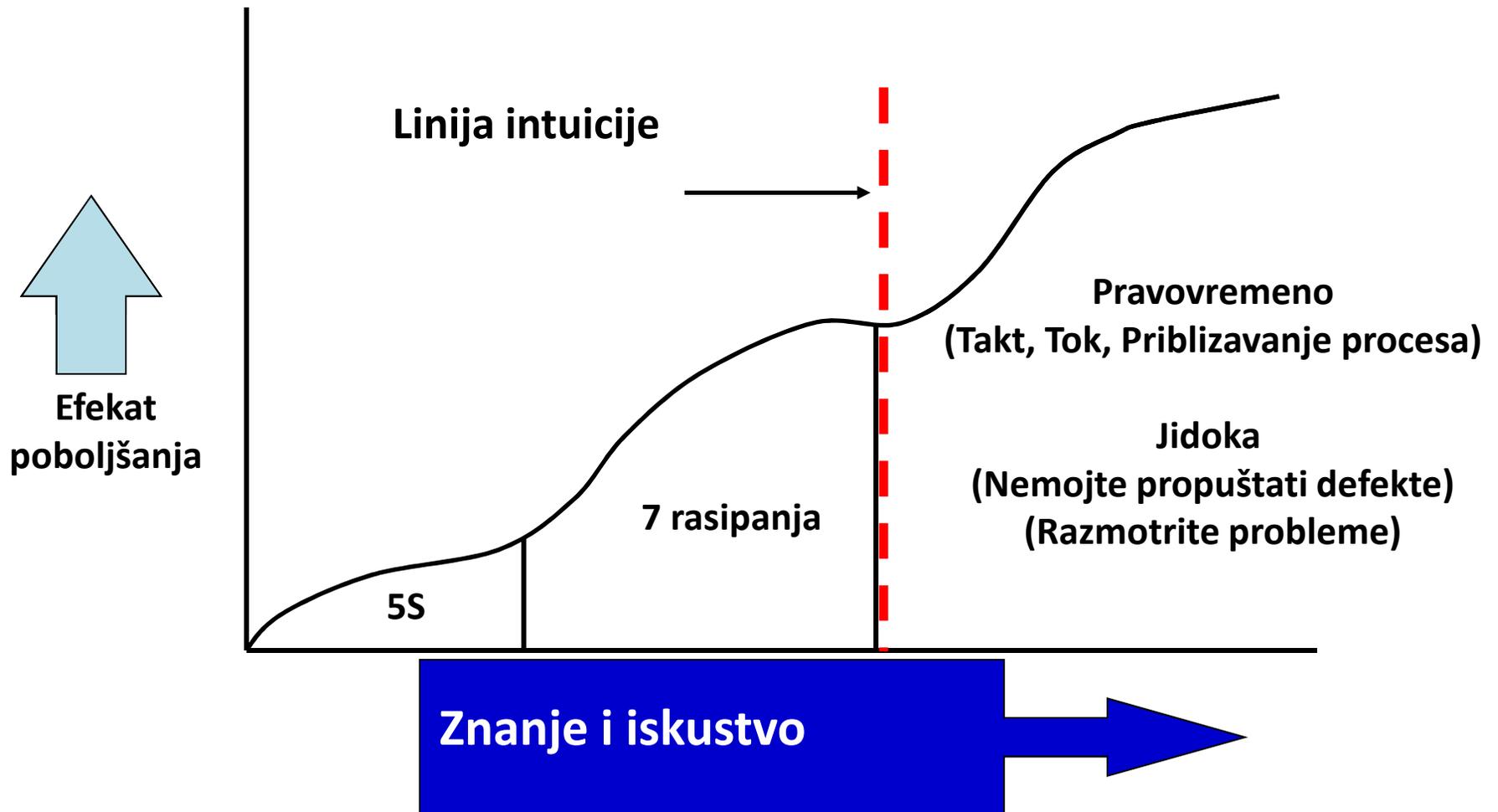
## Šigeo Šingo

- Stepen iskorišćenja kapaciteta mašina može biti nizak (raspoloživost, **odnosno vremensko iskorišćenje mora biti visoko**);
- Elastični kapacitet:
  - Dve smene od po 8 sati, sa pauzom od 4 sata između njih – kompenzovanje povećanja tražnje;
  - Smanjenje tražnje – angažovanje ljudi na održavanju kruga fabrike, održavanju mašina, inoviranju znanja, razvoju tehničkih poboljšanja, ... Preuzimanje podugovorenih poslova, ...

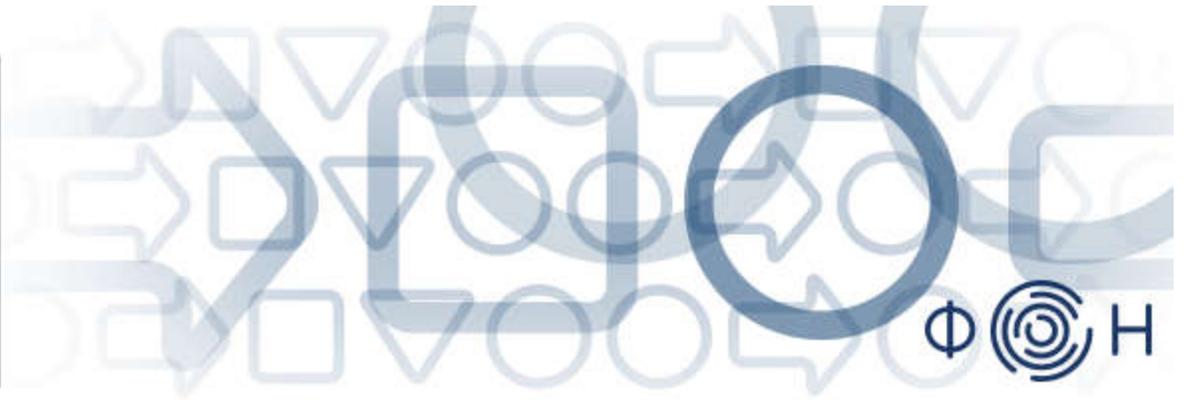
## Kako radi Lin?

- Eliminirati oĉigledna rasipanja;
- Smanjiti varijacije, i transformirati bafere u oĉigledna rasipanja (povećati vidljivost rasipanja kroz smanjenje bafera);
- Upravlјati baferima, odnosno pronaći najekonomičniju kombinaciju bafera.

## Kako da nastavimo?

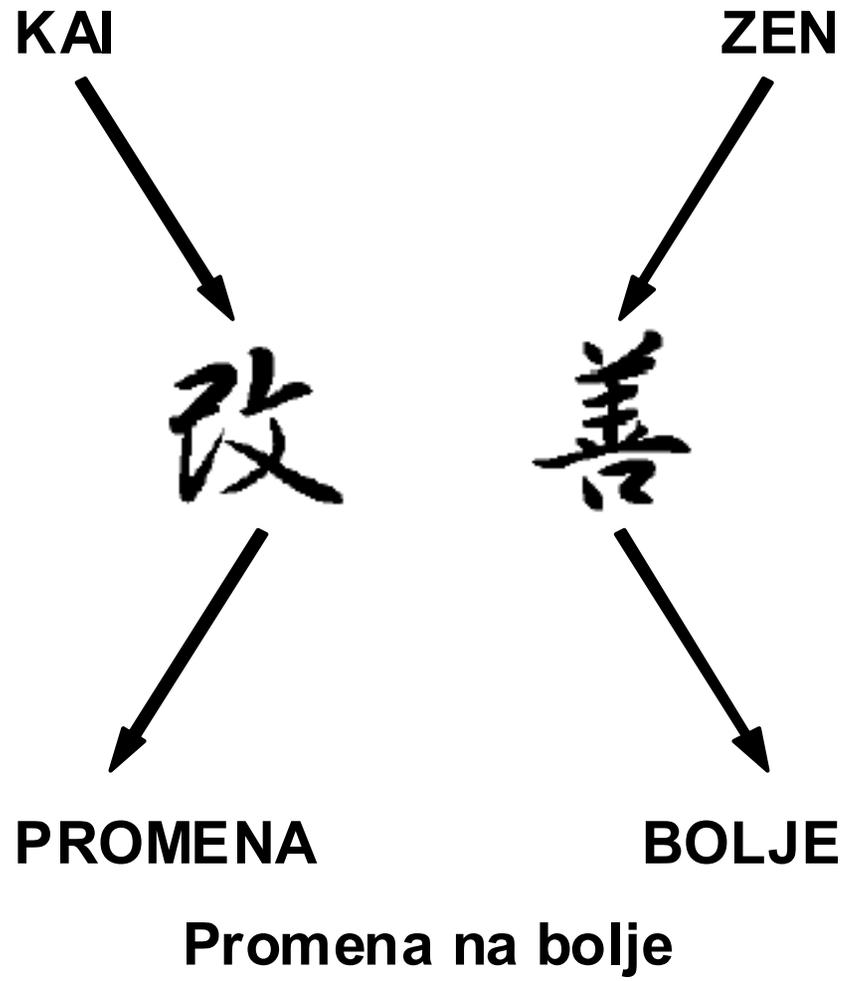






# **Kontinualno unapređivanje procesa po Gemba Kaizenu**

# KAIZEN



# KAIZEN

## Karakteristike kaizen pristupa

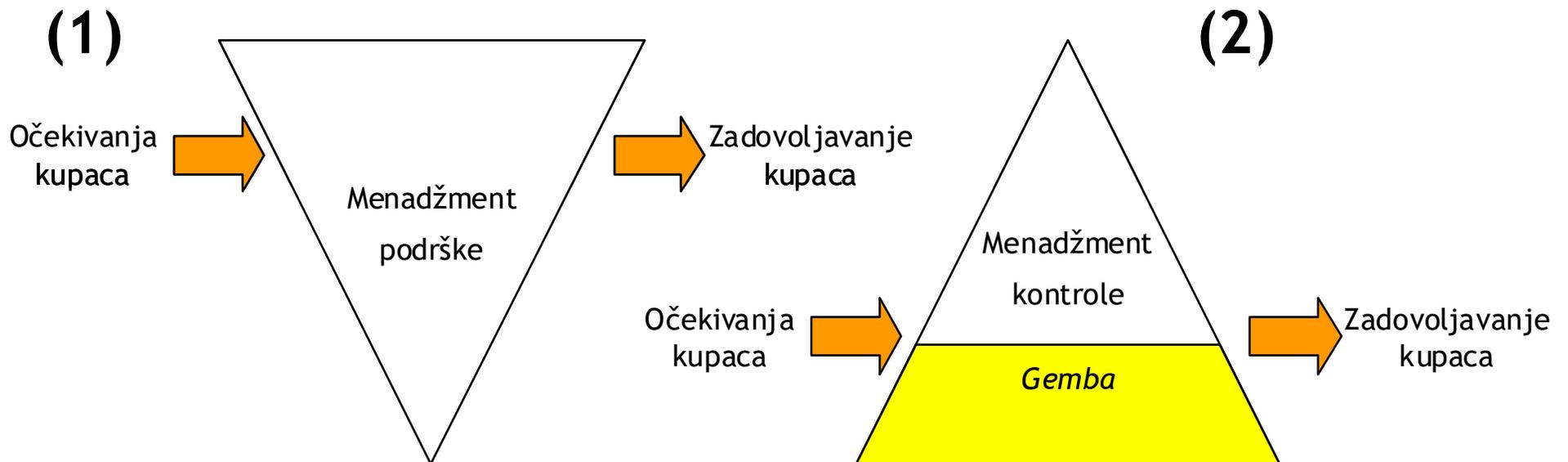
1. Pобољшаванје - промена на боље
2. Непрекиднос - сталнос
3. Ниски трошкови

# KAIZEN

## **Pravci Gemba kaizen pristupa**

1. Eliminacija rasipanja u proizvodnji
2. Organizovanje radnih mesta
3. Standardizacija operacija

## Dva gledišta na odnos menadžmenta i gemba



## Zlatna pravila gemba menadžmenta:

1. Kada se pojavi poremećaj otići prvo na radno mesto (gemba).
2. Proveriti bitne predmete (gembutsu) koji postoje na radnom mestu.
3. Preduzeti privremene mere na licu mesta kako bi se otklonio poremećaj.
4. Pronaći i eliminisati osnovni uzrok pojave poremećaja.
5. Standardizovati rešenje kako bi se sprečilo ponavljanje poremećaja.

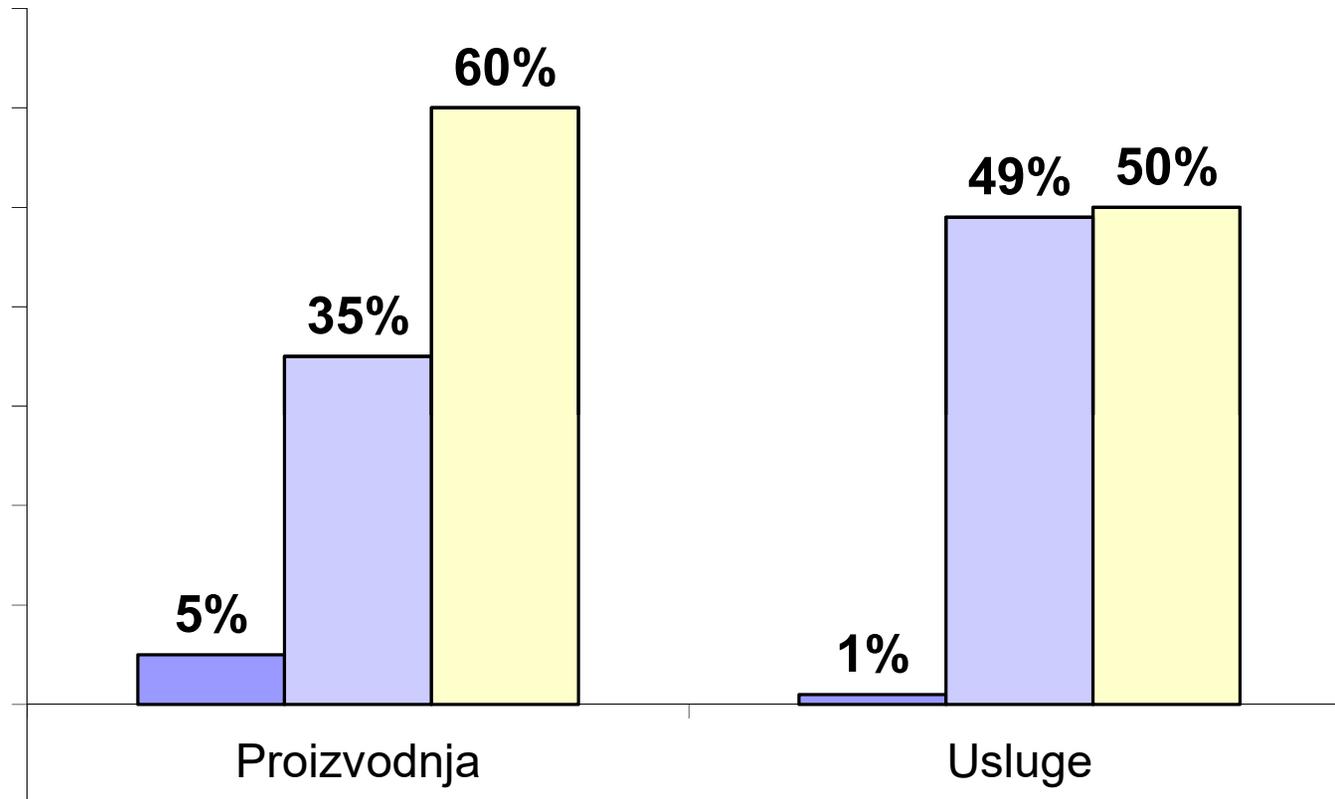
Imai, M., *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*, McGrawHill, New York, 1997, p. 24

# KAIZEN

## **Pravci Gemba kaizen pristupa**

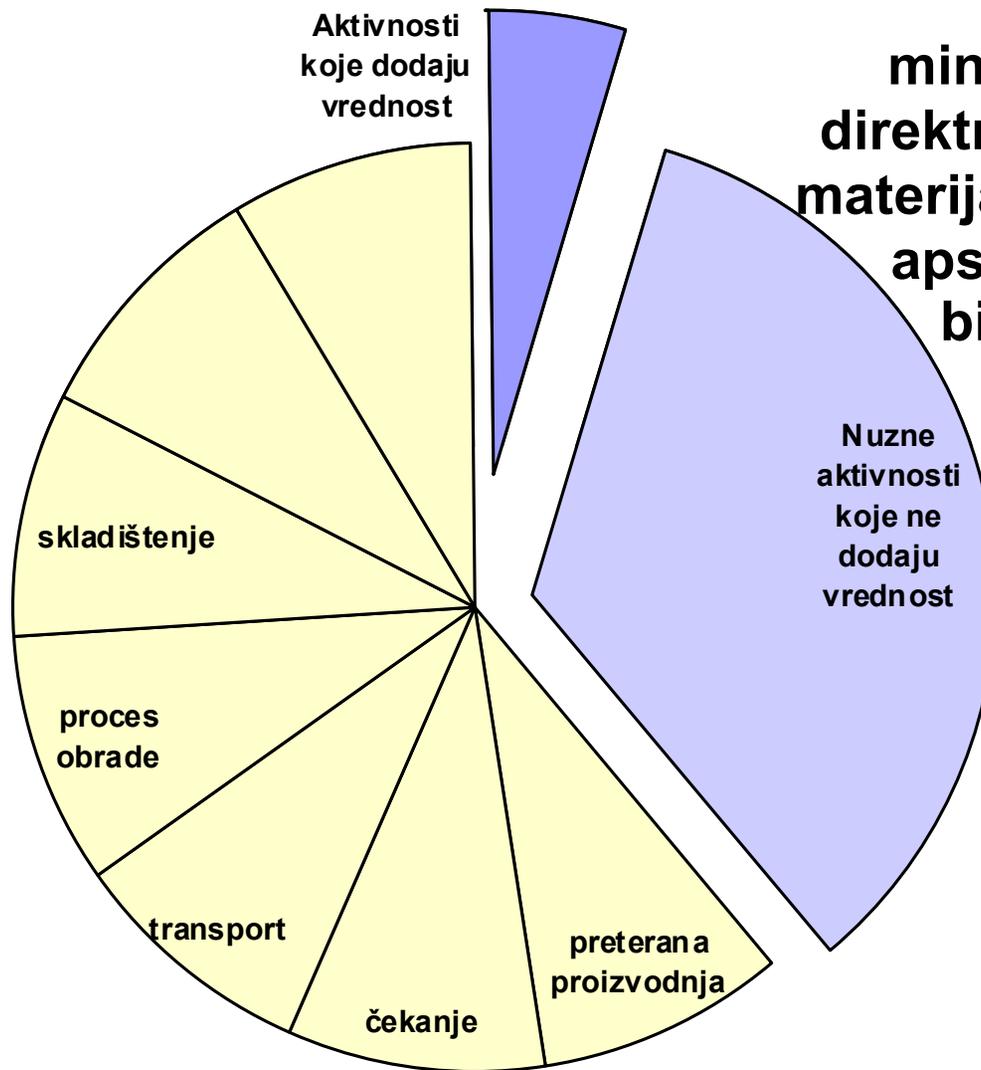
1. Eliminacija rasipanja u proizvodnji
2. Organizovanje radnih mesta
3. Standardizacija operacija

# Struktura aktivnosti



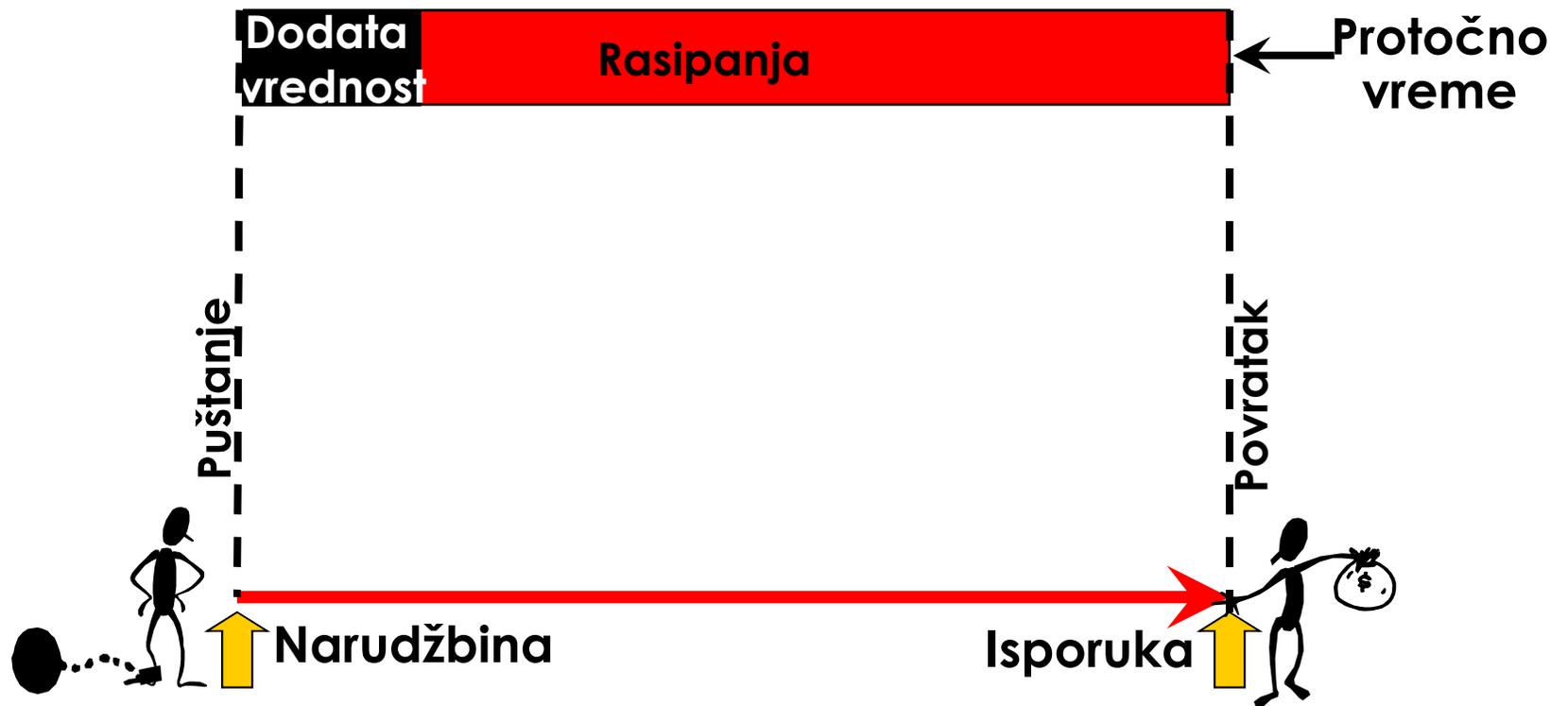
- Aktivnosti koje dodaju vrednost
- Nuzne aktivnosti koje ne dodaju vrednost
- Nepotrebne aktivnosti - Rasipanja

# Rasipanja u proizvodnji

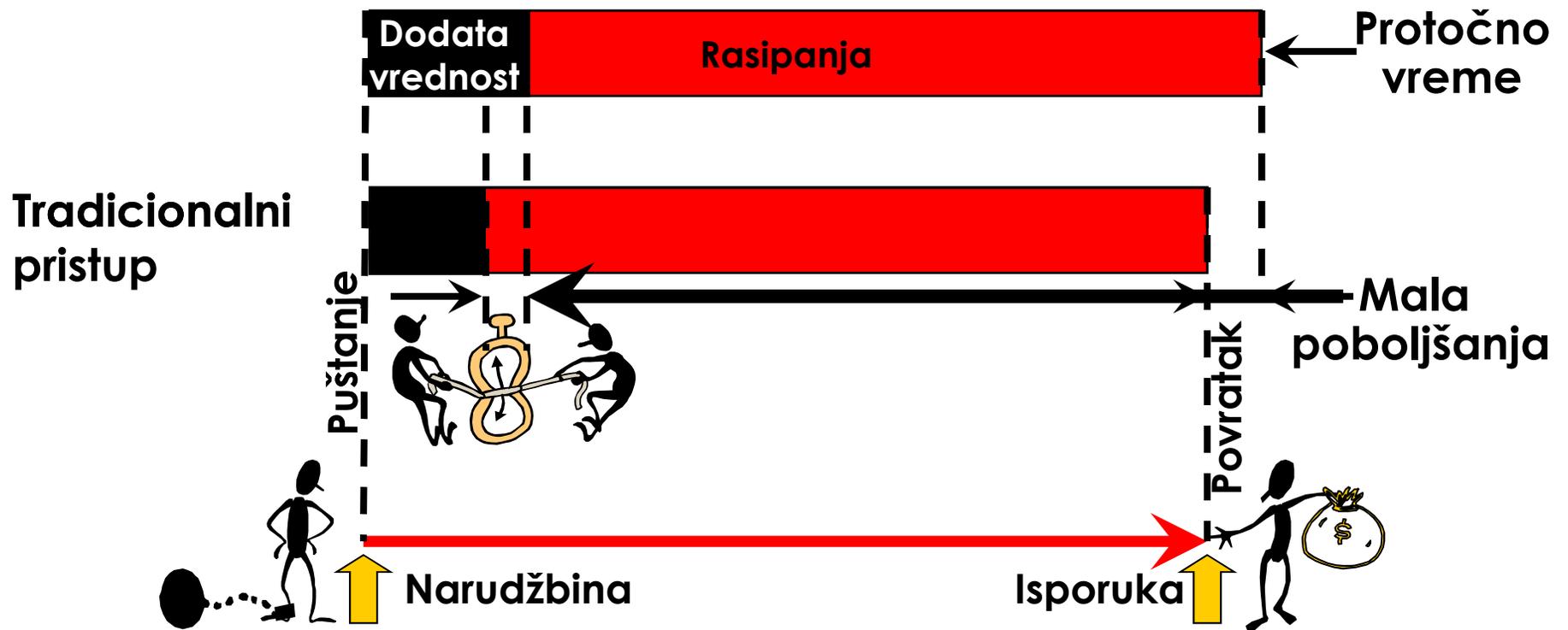


**Rasipanje je sve osim minimuma opreme i alata, direktnog i indirektnog rada, materijala, prostora i energije apsolutno neophodnih da bi se povećala vrednost proizvoda ili usluge.**

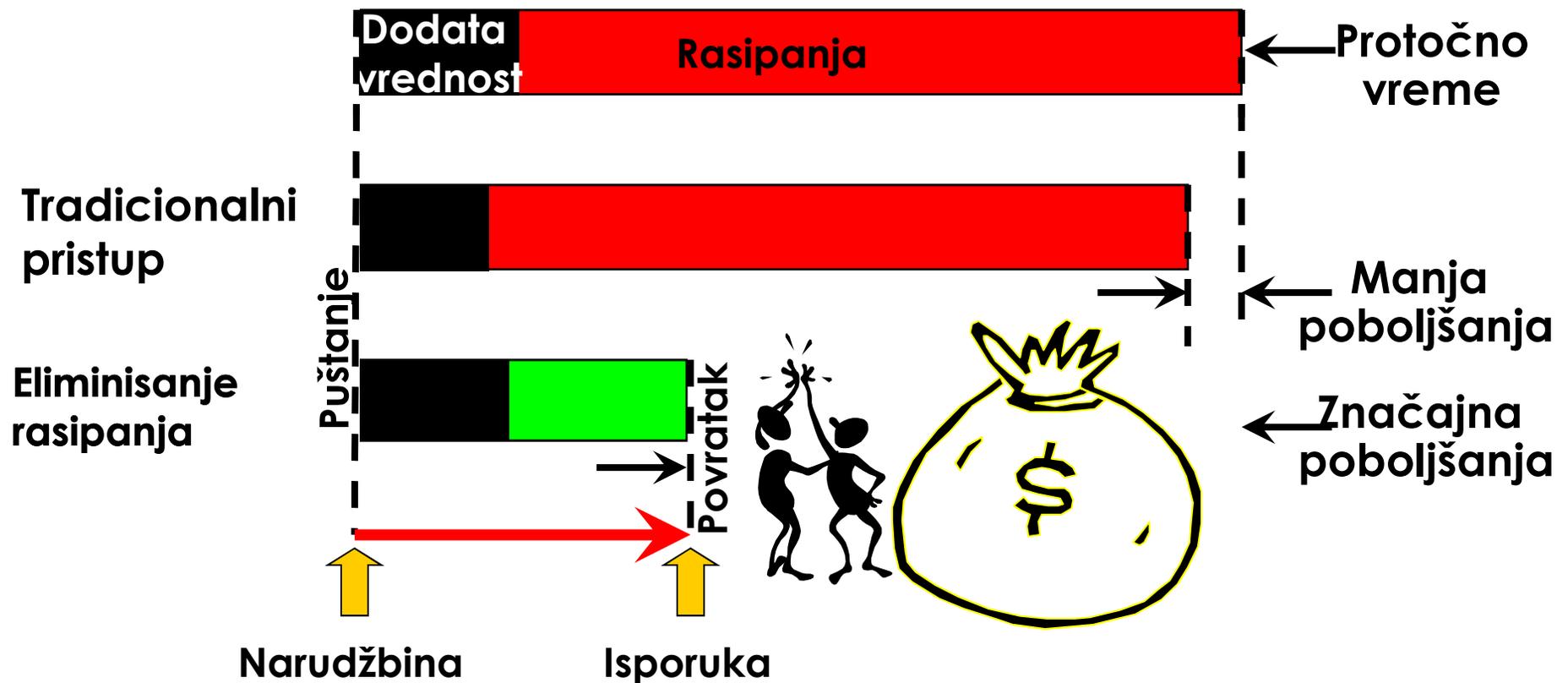
# Tipična proizvodnja...



# Tradicionalni pristup poboljšavanju...



Metod smanjivanja troškova i povećanja profita kroz eliminaciju rasipanja.



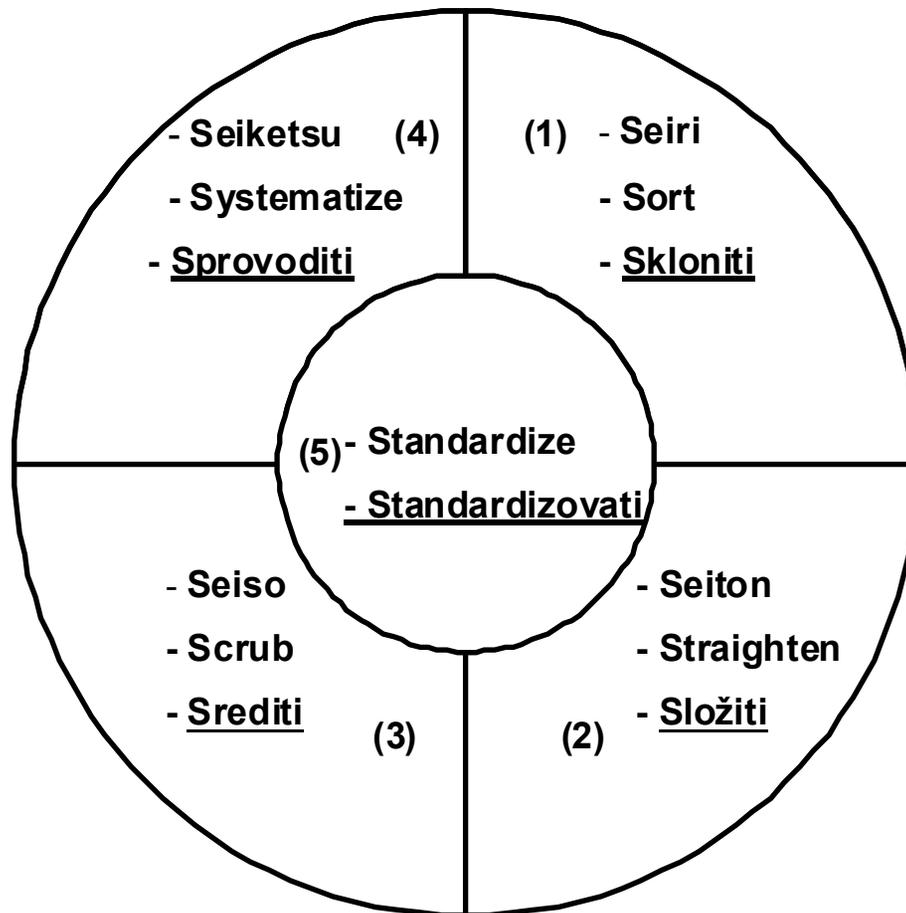
# Održavanje uređenosti radnog mesta

## - 5 S postupak

整理 • 整頓 • 清掃 • 清潔 • 躉

# Organizovanje radnog mesta

## - 5 S postupak

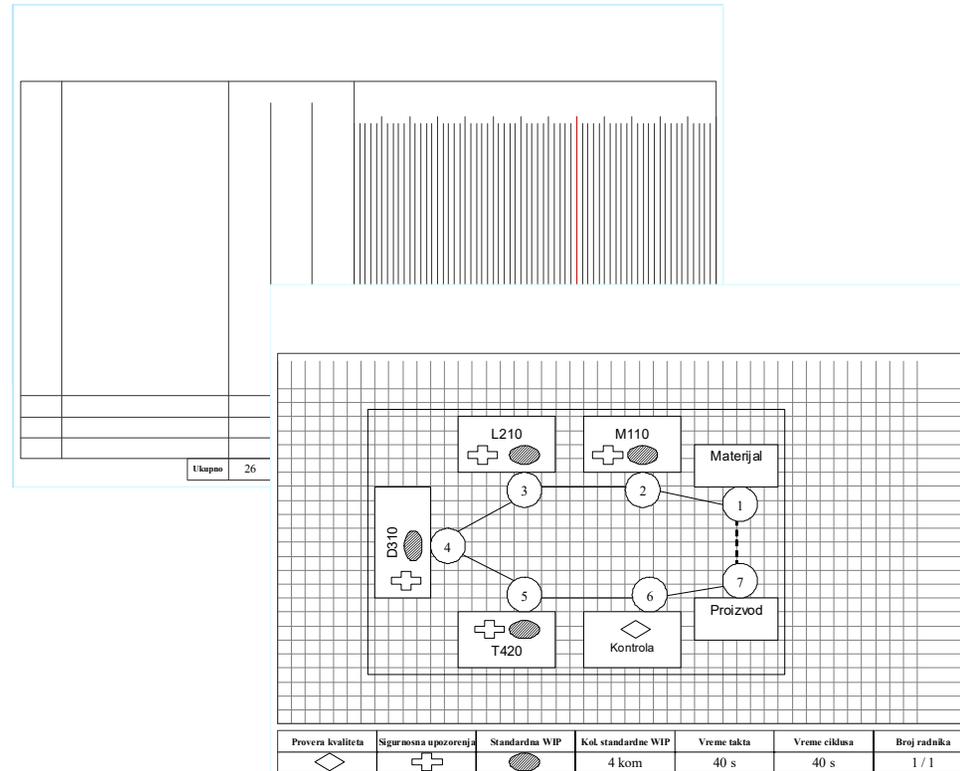


**Zadatak organizovanja radnih mesta se sastoji u stvaranju bezbednog, čistog i urednog rasporeda na radnom mestu koji obezbeđuje određeno mesto za sve što je potrebno i eliminiše sa radnog mesta sve što nije potrebno.**

# 5S postupak

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

# Standardizovanje operacija



**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.**

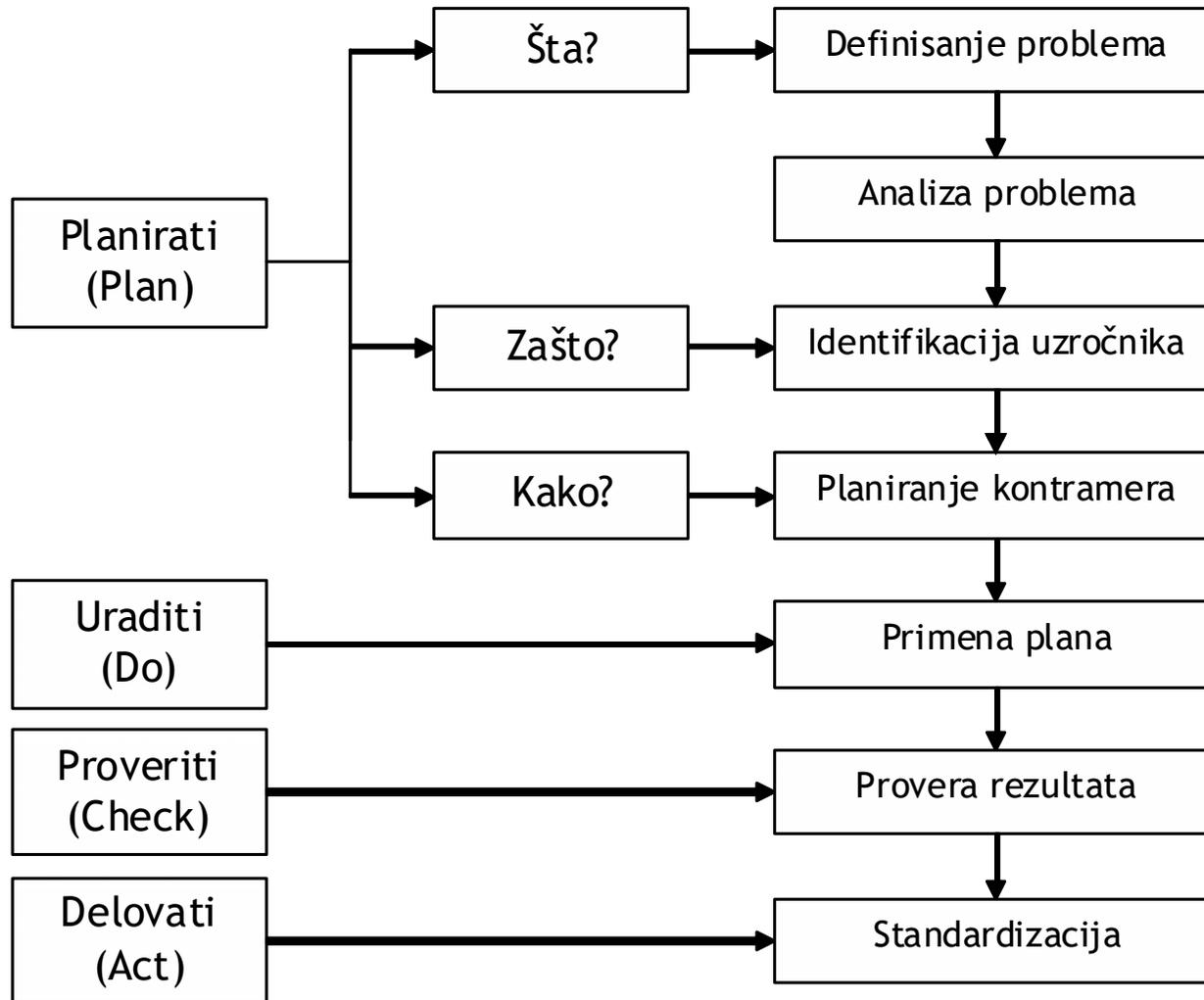
# Postupak standardizovanja operacije



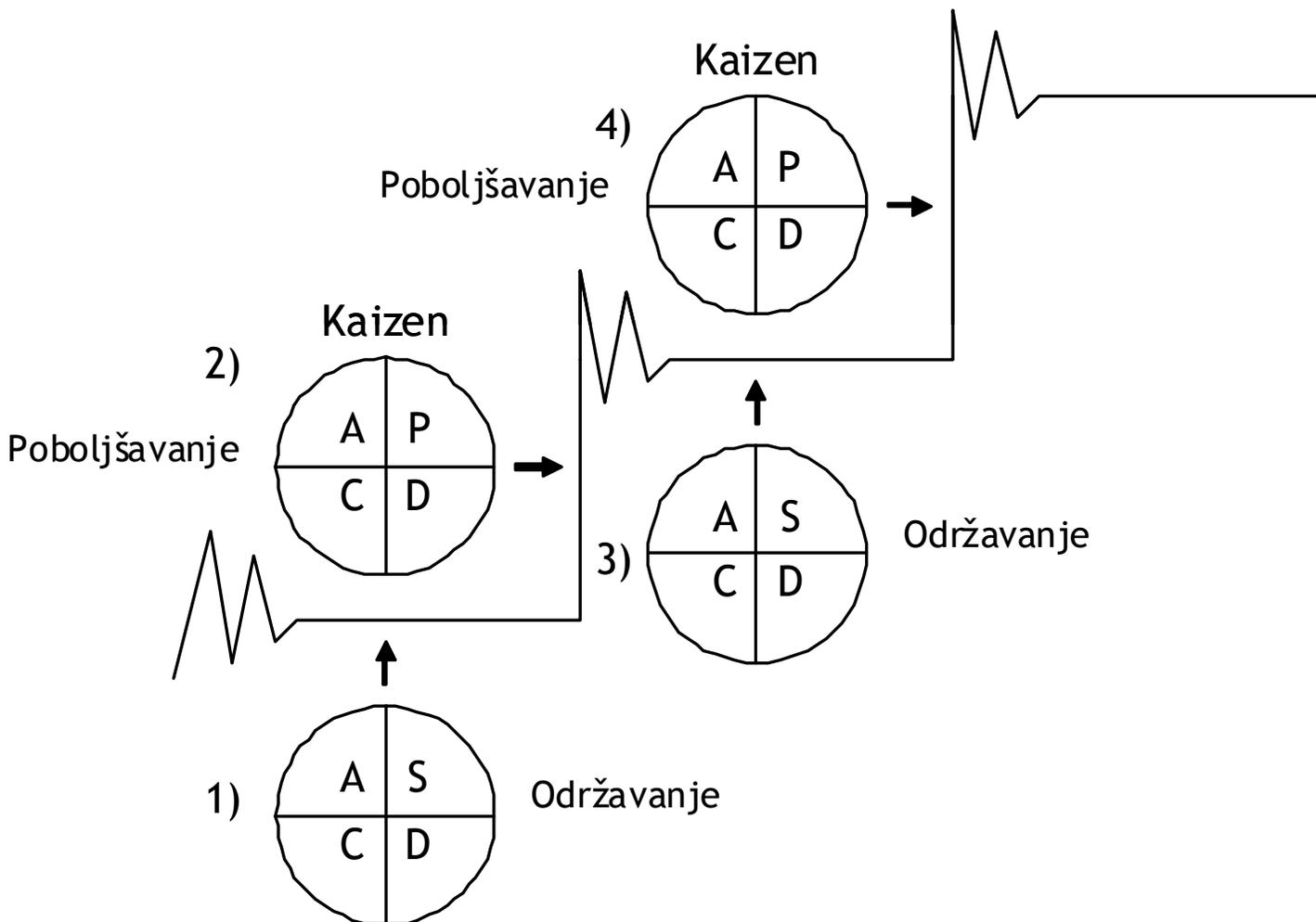
...

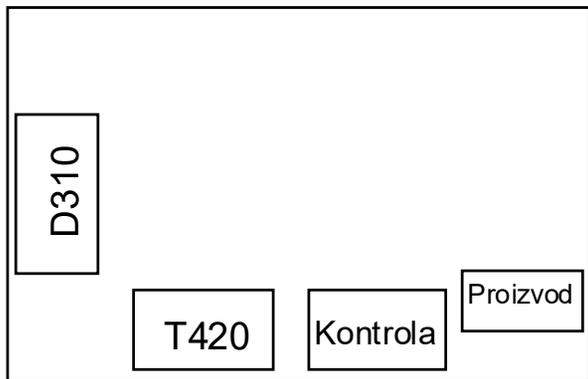
Za kaizen standardi postoje  
samo da bi se zamenili boljim standardima.

# PDCA ciklus rešavanja problema



# Interakcija PDCA i SDCA ciklusa sa kaizenom i održavanjem





obrade							
Ručni rad [s]	2	4	5	5	3	6	2
Automatski rad [s]		28	29	27	12		

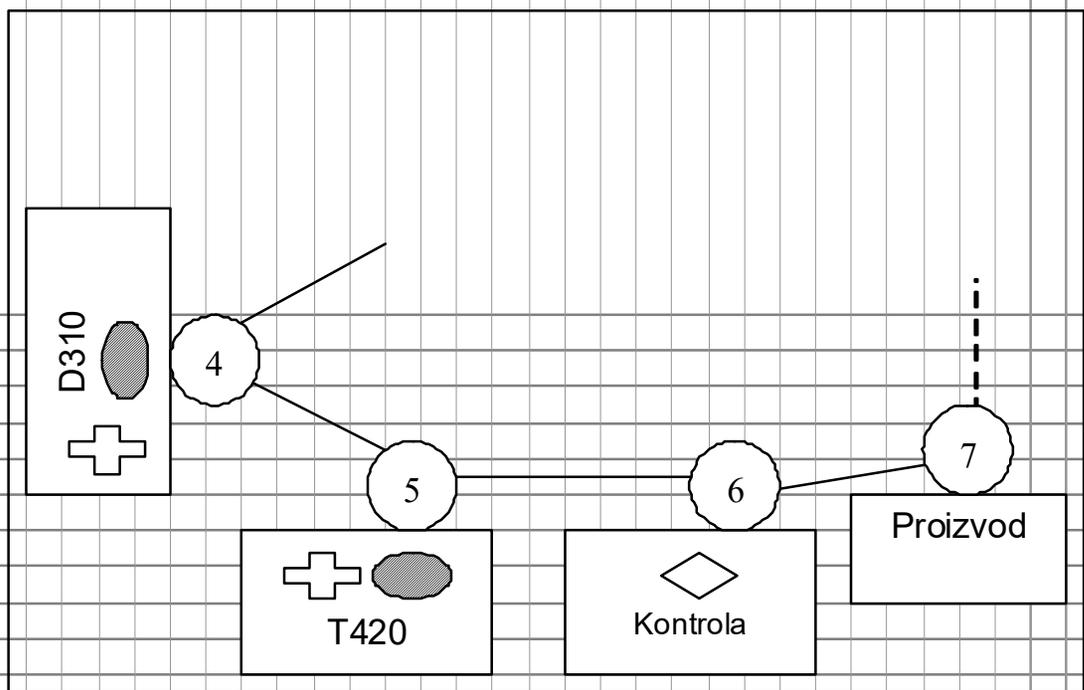
### 3. Trajanje i učestalost izmene alata

- 3-1: Alat na mašini broj M110 se menja za 60 sekundi na svakih 100 delova.
- 3-2: Alat na mašini broj L210 se menja za 50 sekundi na svakih 200 delova.
- 3-3: Alat na mašini broj D310 se menja za 100 sekundi na svakih 300 delova.
- 3-4: Alat na mašini broj T420 se menja za 30 sekundi na svakih 400 delova.

### 4. Pomoćni elementi

- 4-1: 2 sekunde hodanje između mašina
- 4-2: 2 sekunde ručni rad za uzimanje materijala i spuštanje gotovog proizvoda.

			2								rad radnika = takt
											za proizvodnju do 690
											dovoljan je 1 radnik
											za proizvodnju od 690
											do 805 potrebna su
											dva radnika
		Ukupno	14	26	Ispitati vremena svaki put kada se kaizen pristupom skrate i napisati razlog za promenu u kolonu napomene						
		Sve skupa	40								



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



# Postupak petodnevnog Kaizen Blica (1)

*Dan  
otkrića*

*“Poludeti”*

*Just did it!*

*Eliminisati  
greške*

*Uspostaviti  
održivost i proslaviti*



# Postupak petodnevnog Kaizen Blica (2)

- Dan 1

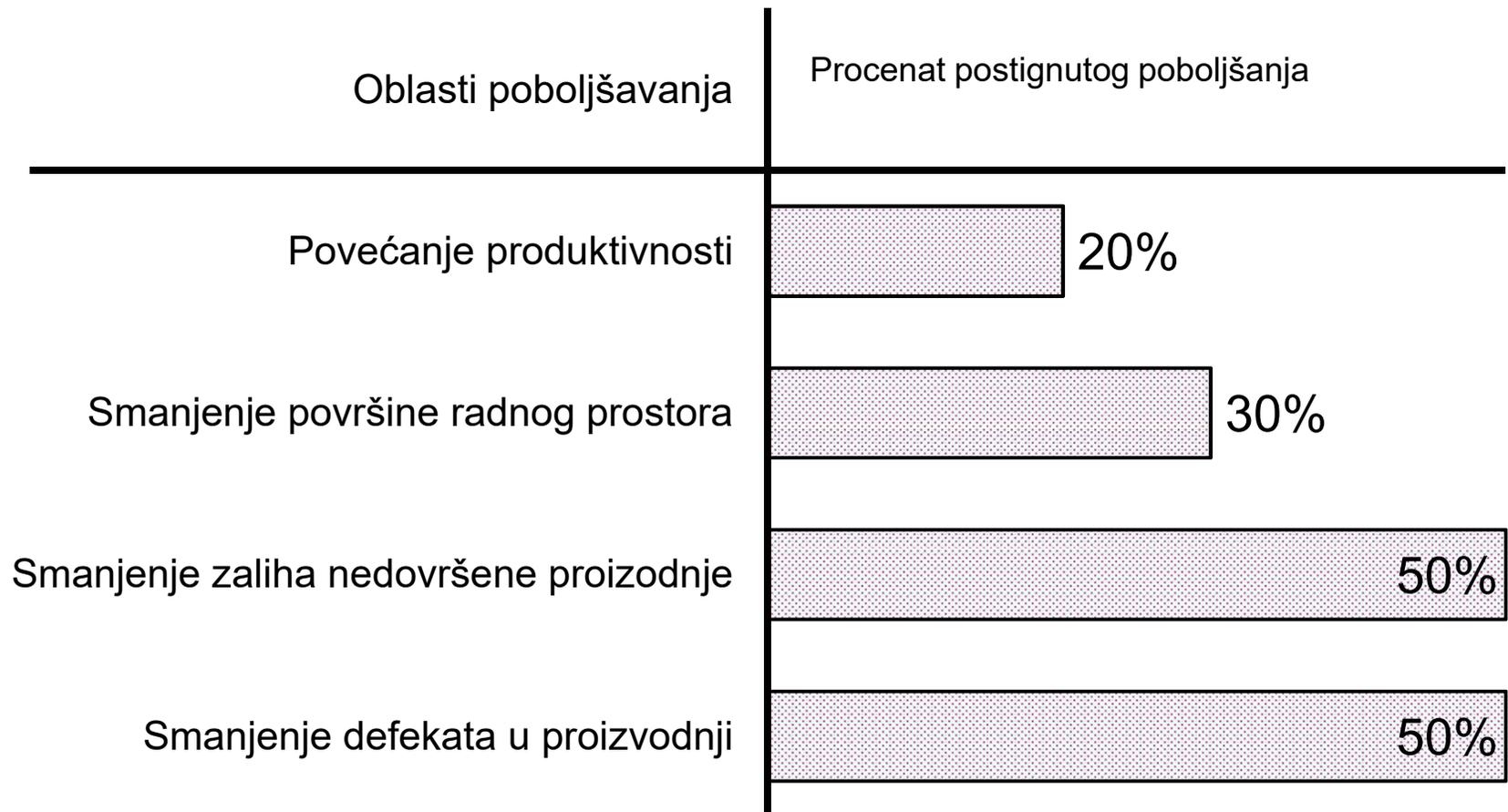
- Kickoff sastanak

- Na ovim sastancima se predstavljaju članovi tima i ciljevi projekta.
    - Kaizen osnovni trening.
    - Upoznavanje sa procesom.
    - Odlazak u pogon i sakupljanje informacija.

- Dani 1-4

- Brainstorming ideja kako bi se došlo do poboljšanja.
  - Formiranje standardizovanih procesa
  - Svakog dana u 16<sup>h</sup> održava se sastanak vođa timova sa menadžmentom kako bi se predstavili dnevni uspjesi.
  - Pokušavati!!!
  - Primena promena.
  - Ocena.

# Efekti petodnevnog Kaizen Blica



# Model kontinualnog razvoja štedljive proizvodnje

