

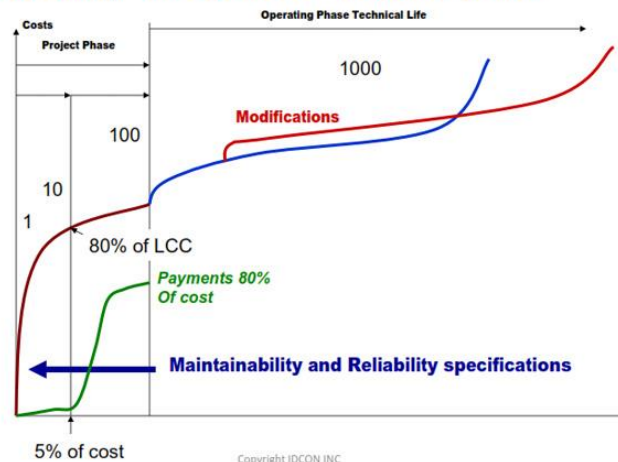
TEROTEHNOLOŠKO UPRAVLJANJE RIZIKOM

Profesor Vesna Spasojević Brkić
Asistent Martina Perišić

- 2 kolokvijuma po 25 bodova – ispit 50 bodova
- Vežbe 50 bodova (8 vežbi koje nose 3-14 bodova)



Terotechnology - Life Cycle Cost – Asset Management



TEROTEHNOLOŠKO UPRAVLJANJE RIZIKOM

TEROTEHNOLOŠKO UPRAVLJANJE RIZIKOM podrazumeva:

- kvantitativnu i kvalitativnu ocenu rizika
- kontrolisanje i održavanje zasnovano na riziku
- upravljanje životnim vekom tehničkih sredstava zasnovano na riziku.

Rizik može da se proceni kada se **verovatnoća** da će se opasnost ostvariti pomnoži sa mogućim **posledicama**



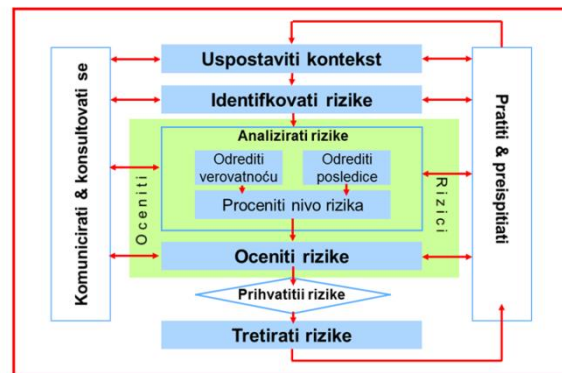
Verovatnoća

X



Posledice

= Rizik





Terotehnologija

Terotehnologija je naučna disciplina u oblasti industrijskog inženjerstva koja istražuje metode i zakonitosti upravljanja tehničkim sredstvima tokom njihovog veka trajanja, u cilju ostvarivanja optimalne pouzdanosti, ekonomičnosti i kvaliteta.

Terotehnologija je “multidisciplinarni pristup kojim se osiguravaju optimalni troškovi životnog ciklusa razvoja i upotrebe opreme i poslovnih sistema i obuhvata upravljanje tehničkim sredstvom od njegovog stvaranja do odlaganja ili preraspoređivanja.”

Terotehnologija je “kombinacija menadžmenta, finansija, mašinstva, gradjevine i drugih disciplina primenjenih na fizička poslovna sredstva preduzeća s aspekta ekonomičnosti tokom njihovog korisnog veka trajanja.”
- definicija terotehnologije u Britanskim Standardima

Terotehnologija je “kombinacija menadžmenta, finansijske ekspertize, inženjeringa, izgradnje i drugih disciplina primenjenih na stalna sredstva sa aspekta ekonomičnosti tokom njihovog veka trajanja”.



Razvoj pojma terotehnologije

Pojam se javlja nakon Drugog svetskog rata kao posledica:

- potrebe za nadoknadom tehničkih sredstava izgubljenih tokom ratnih zbivanja
- napretka tehnologije.
- U Velikoj Britaniji menadžeri zaduženi za upravljanje funkcijom održavanja u preduzećima istakli su potrebu izbora tehničkih sredstava na **temelju procene njihovih *ukupnih* troškova tokom celog veka korišćenja, a ne samo na osnovu visine početnih *nabavnih* troškova.**
- Danas terotehnologija prolazi kroz značajnu transformaciju vođenu digitalizacijom i energetsom tranzicijom.





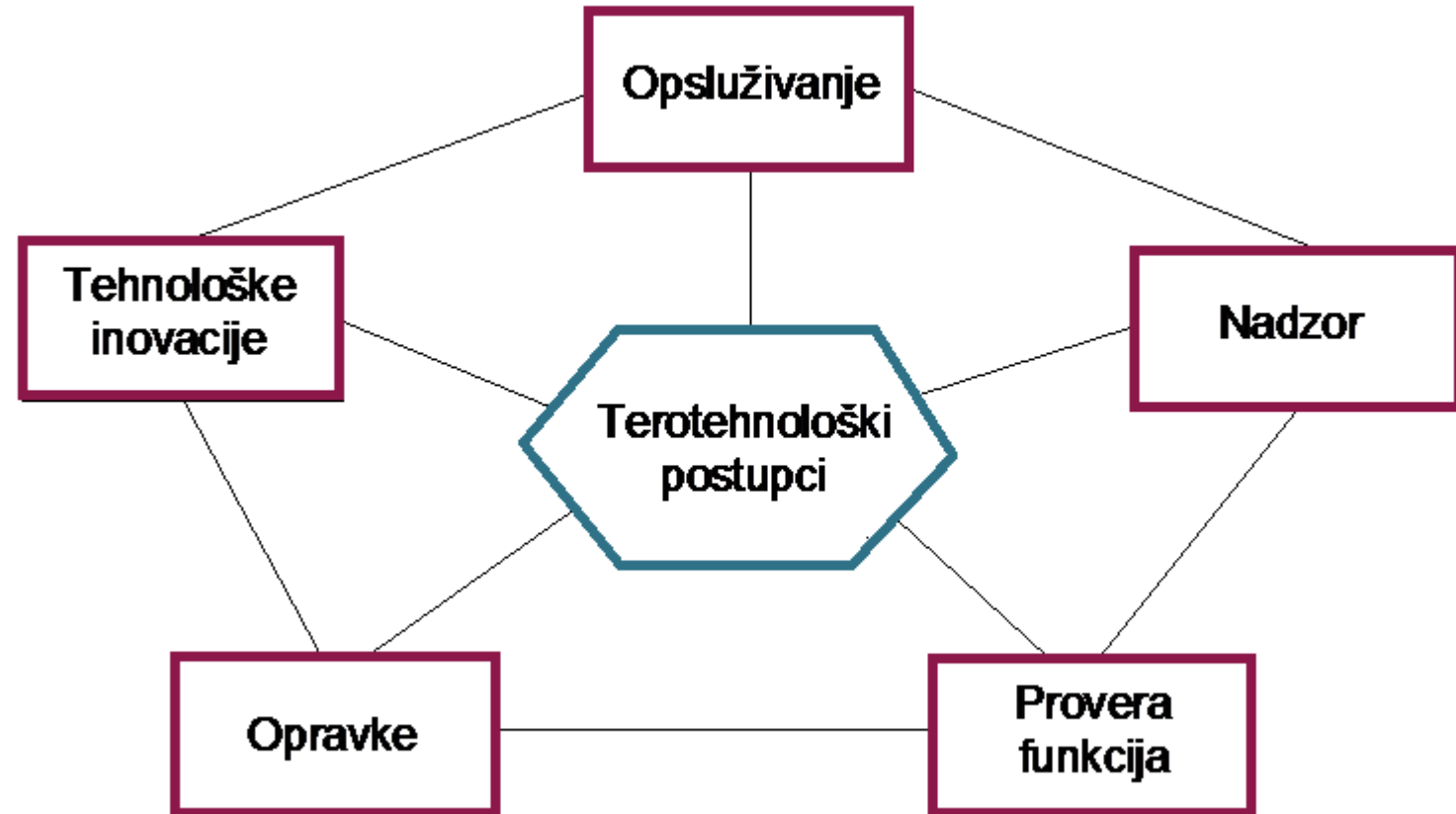
Razvoj pojma terotehnologije

- **1960**-tih novi koncept ekonomskog upravljanja tehničkim sredstvima
- **1970**: britansko **Ministarstvo industrije** osnovalo **Odbor za terotehnologiju** – novi termin “terotehnologija” (grčki “terein” - “brinuti se”) - Oxford English Dictionary 1986.
- **1974**: **Ministarstvo zaštite životne sredine** osnovalo **Odbor za terotehnologiju zgrada**
- **1975**: **Nacionalni centar za terotehnologiju** - Centar je zatvoren nakon nekoliko godina
- **1980**: **Britanski institut za standardizaciju** proširio je nadležnosti Odbora za održavanje na šire područje terotehnološkog koncepta
- **2004**: **Standard PAS 55** – Britanski institut za standardizaciju (BSI) objavljuje **PAS 55**, prvi globalno priznat okvir za upravljanje imovinom, koji je direktni naslednik terotehnoloških principa.
- **2014**: **ISO 55000 revolucija** – Na bazi britanskog PAS 55 nastaje međunarodni standard **ISO 55000**, čime terotehnologija dobija univerzalni globalni format.
- **2020**: **Digitalna terotehnologija** – Fokus prelazi na **Industriju 4.0**, digitalne blizance i AI, gde se „čuvanje“ imovine vrši u realnom vremenu putem senzora i prediktivne analitike.



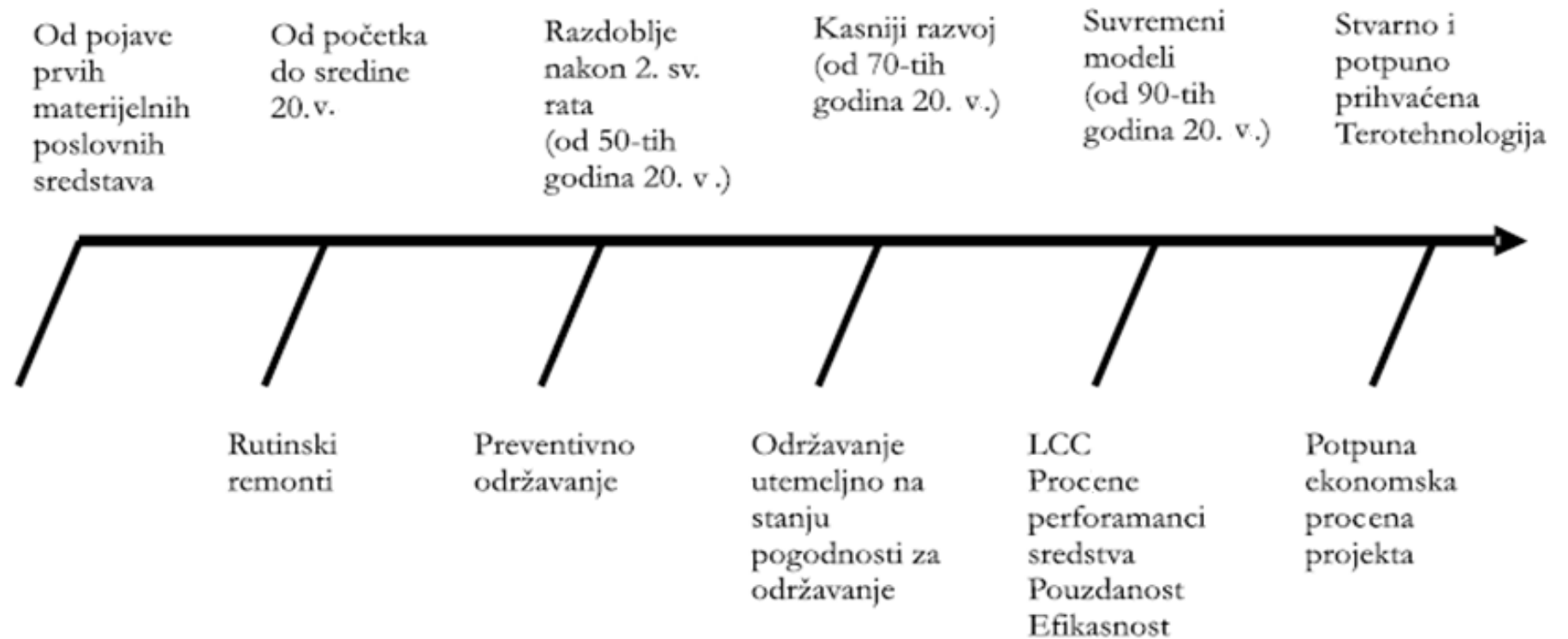
```
graph TD; A[Opслужivanje] --- B[Nadzor]; B --- C[Provera funkcija]; C --- D[Opravke]; D --- E[Tehnološke inovacije]; E --- A; A --- F((Terotehnoški postupci)); B --- F; C --- F; D --- F; E --- F
```

The diagram illustrates the Terotechnology Process (Terotehnoški postupci) as a central concept connected to five other key areas. The central hexagon is labeled "Terotehnoški postupci". It is connected to five rectangular boxes arranged in a circle around it: "Opслужivanje" (top), "Nadzor" (top-right), "Provera funkcija" (bottom-right), "Opravke" (bottom-left), and "Tehnološke inovacije" (top-left). The boxes are connected in a circular fashion, forming a pentagon around the central hexagon.





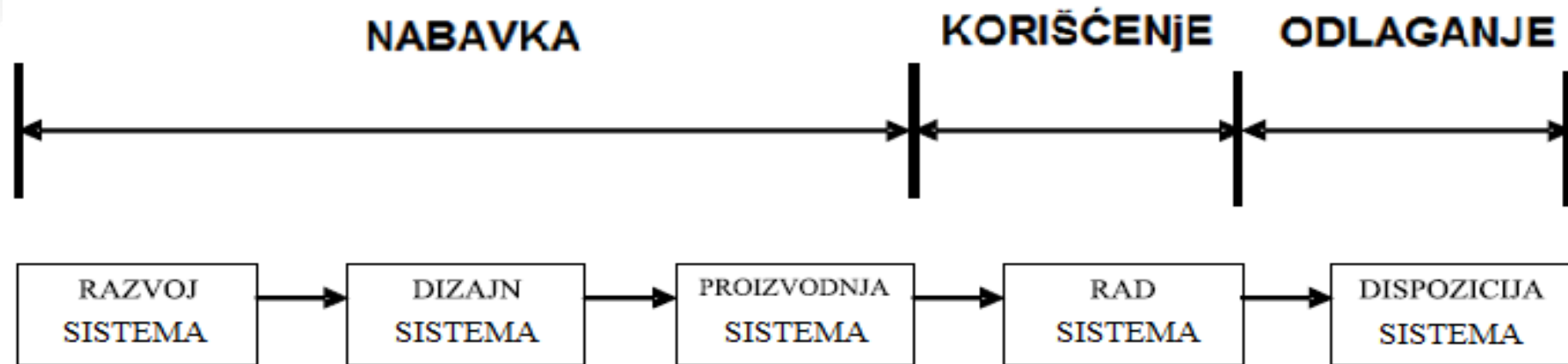
Razvoj filozofije i metoda održavanja do uvođenja terotehnološkog koncepta



Razvoj održavanja do terotehnologije

Izvor: Hodges N. W., The Economic Management of Physical Assets, Mechanical Engineering Publications Limited, London and Bury St. Edmunds, UK, 1996.

Životni ciklus tehničkih sredstava



Slika 1. Životni ciklus poslovnog sistema prema terotehnološkom pristupu

Izvor: Belak, S., Čičin-Šain, D., Komparativna analiza upravljanja proizvodnim kapacitetom, terotehnologije i LCC sa stajališta troškova, Zbornik radova 11. međunarodnog savjetovanja HDO, Šibenik, 2005.

Životni ciklus, odnosno vek sistema se može analizirati kroz tri osnovne faze, kao što je prikazano na slici, a to su:

- faza **nabavke** (razvoj, dizajniranje i proizvodnja sistema),
- faza **korišćenja** (rad sistema),
- faza **odlaganja** (dispozicija sistema).



Ukupni troškovi korišćenja tehničkih sredstava

1. Inicijalni troškovi, odnosno kapitalni troškovi nabavke sredstva

2. Troškovi održavanja tokom celog veka korišćenja

3. Troškovi odlaganja

- Troškovi održavanja i troškovi odlaganja mogu biti mnogo veće vrednosti od kapitalnih troškova.



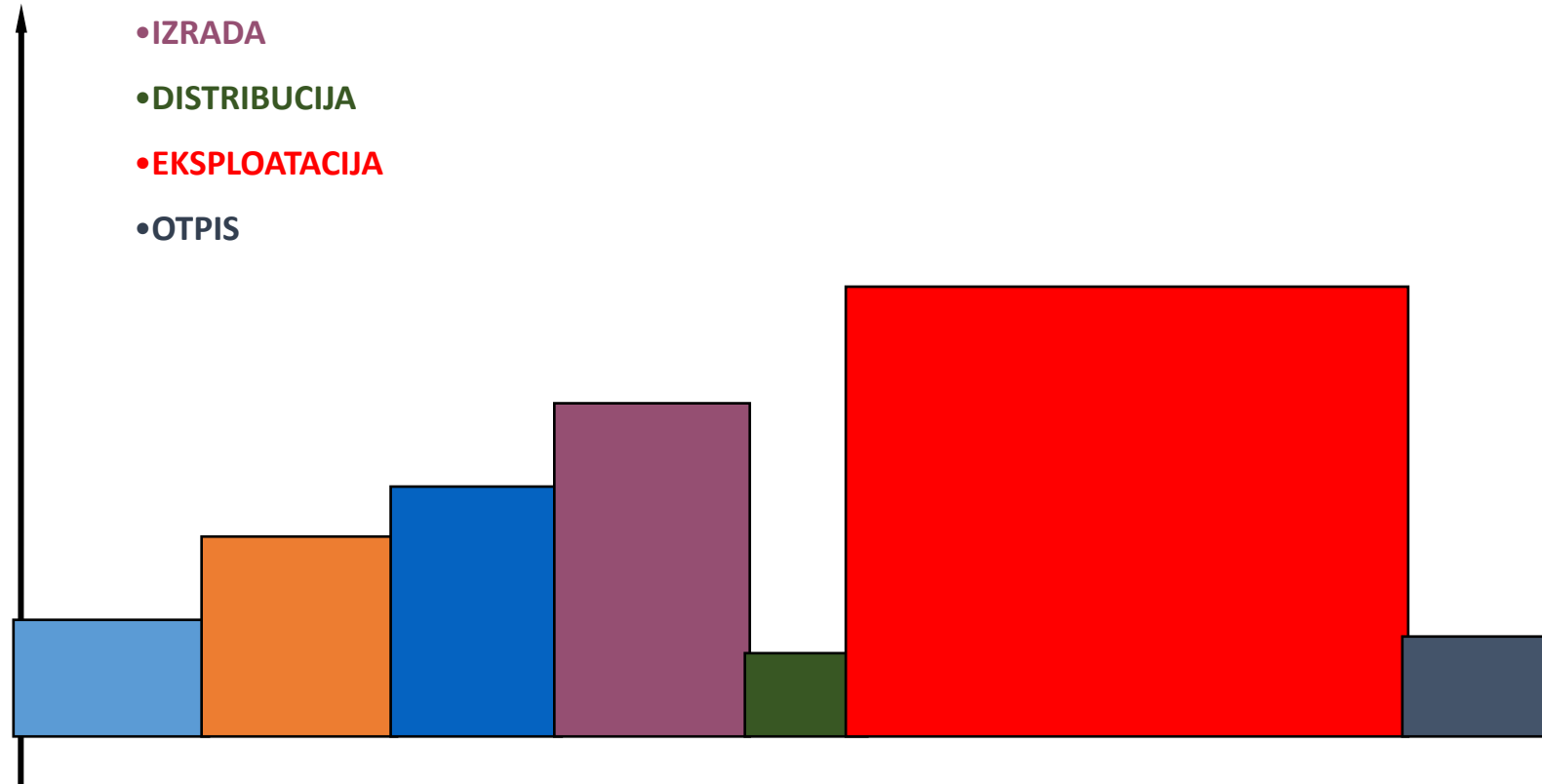
Terotehnologija obuhvata upravljanje:

1. **dizajnom**
(projektovanje sredstava pogodnih za održavanje),
2. **nabavkom**
(izbor najpovoljnijeg proizvođača i/ili dobavljača),
3. **projektima**
(projekti nabavke sredstava sa željenim operativnim karakteristikama i karakteristikama održavanja),
4. **operacijama**
(uvođenje operacionih tehnika kojima se smanjuju zastoji i unapređuje stanje tehničkog sredstva),
5. **finansijama**
(kontrola i nadzor troškova i odlučivanje na temelju povratnih informacija),
6. **ljudskim potencijalima**
(izbor kadrova, razvoj i sprovođenje programa usavršavanja operativnog osoblja i radnika na održavanju).



Terotehnološki troškovi

- TEHNIČKI ZAHTEVI
- PROJEKTOVANJE
- RAZVOJ
- IZRADA
- DISTRIBUCIJA
- EKSPLOATACIJA
- OTPIS



Terotehnološki troškovi

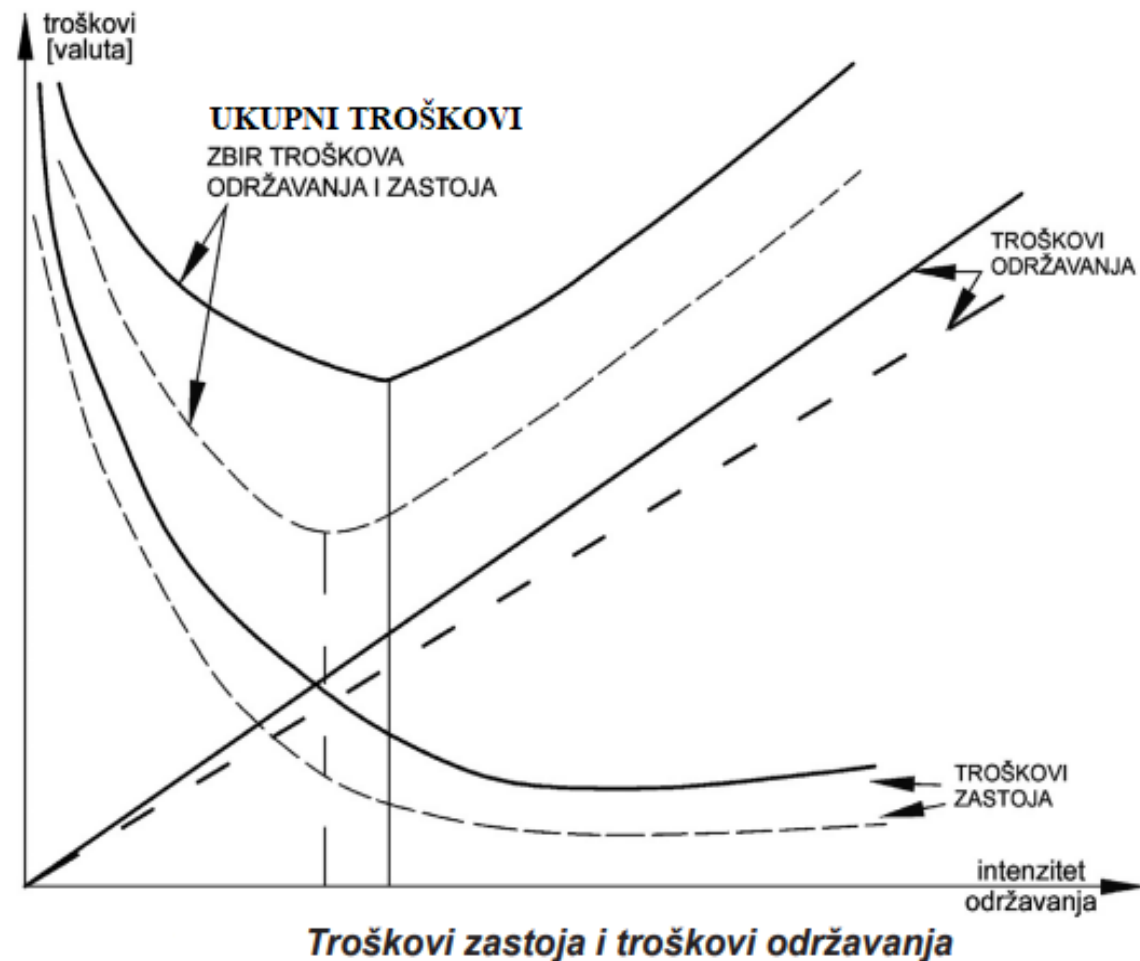
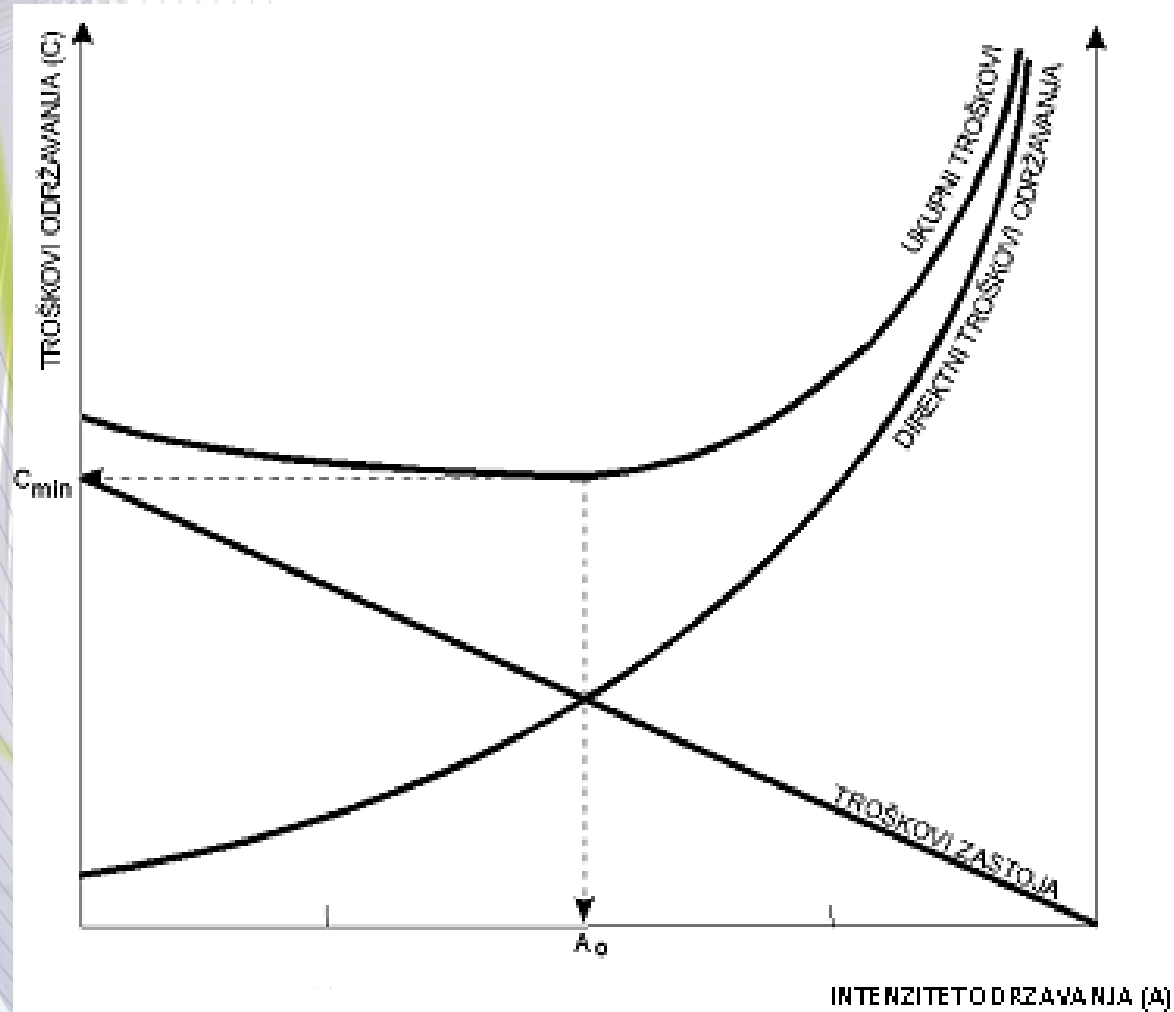




Terotehnološki troškovi

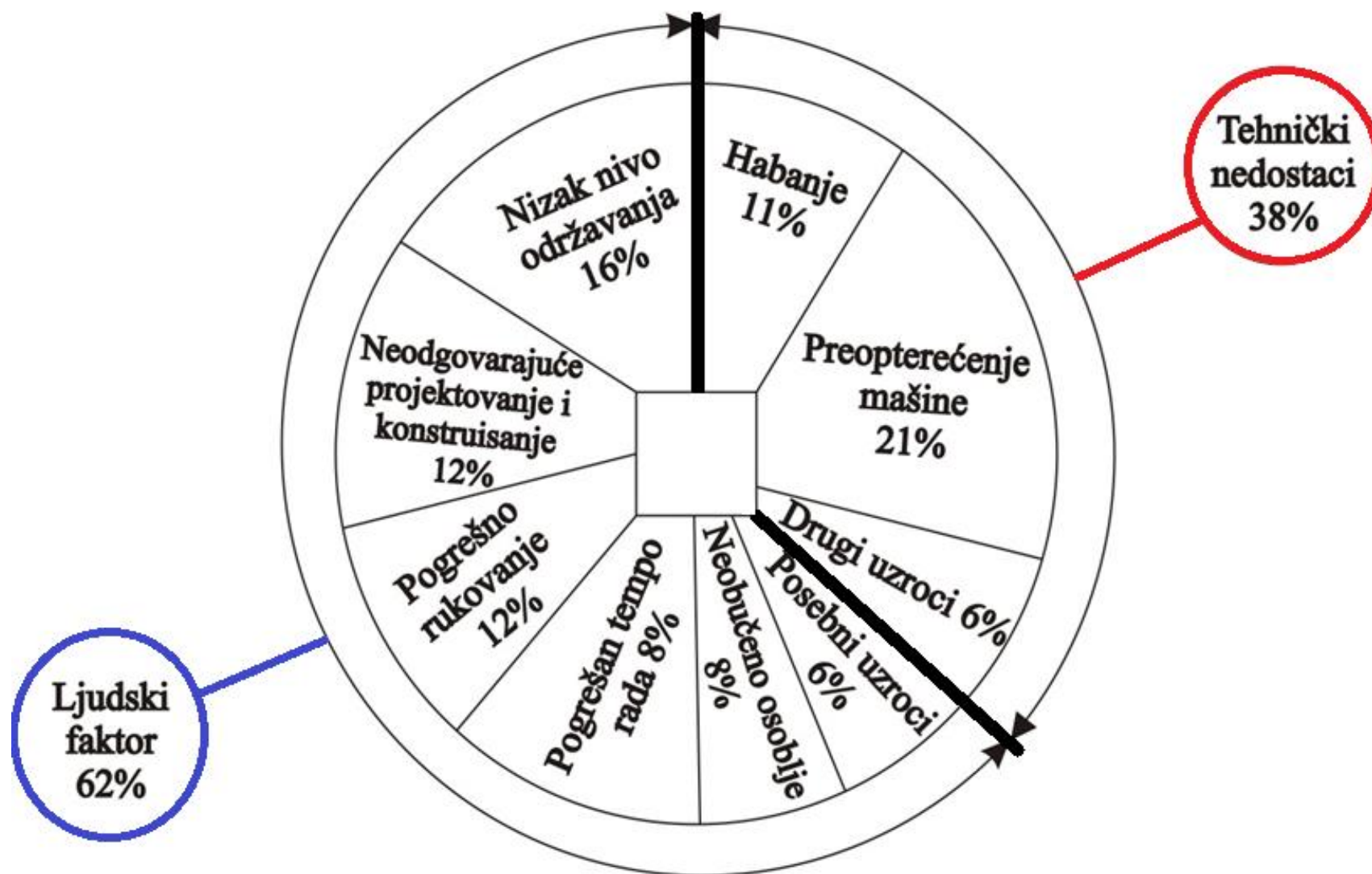
- 1) **Direktni troškovi** – trošak ljudskog rada i materijala (rezervni delovi, materijali za čišćenje, brušenje ...).
 - 2) **Indirektni troškovi** – čine ih troškovi zastoja nastalih usled održavanja. Oni se mogu posmatrati ili kao izmakla dobit ili kao trošak nerada.
- *Troškovi održavanja* rastu s intenzitetom održavanja kao što se vidi na dijagramu sa sledeceg slajda, dok troškovi zastoja opadaju sa većim intenzitetom održavanja.
 - Ukupni troškovi su zbir troškova održavanja i troškova zastoja . Kako je cilj imati minimalne ukupne troškove, tražimo minimum krive ukupnih troškova (C_{min}) i pomoću njega dobijemo i optimalni intenzitet održavanja (A_o).

Terotehnološki troškovi





Uzroci otkaza terotehnoloških sistema





Primena terotehnologije

- na *tehničke delatnosti* (mašinstvo, građevinarstvo, elektrotehnika i sl.)
- u novije vreme na *uslužne delatnosti* (stambene zgrade, bolnice, škole, hoteli i slično)

Terotehnologija omogućuje menadžerima da razmišljaju kao ekonomisti, a deluju kao inženjeri u donošenju odluke o pravilnom izboru sredstava za rad i opreme u svrhu ostvarivanja najnižih mogućih dugoročnih troškova posedovanja sredstava.

Ona obezbeđuje bogatu informacionu podlogu za donošenje efikasnih i efektivnih dugoročnih poslovnih odluka.



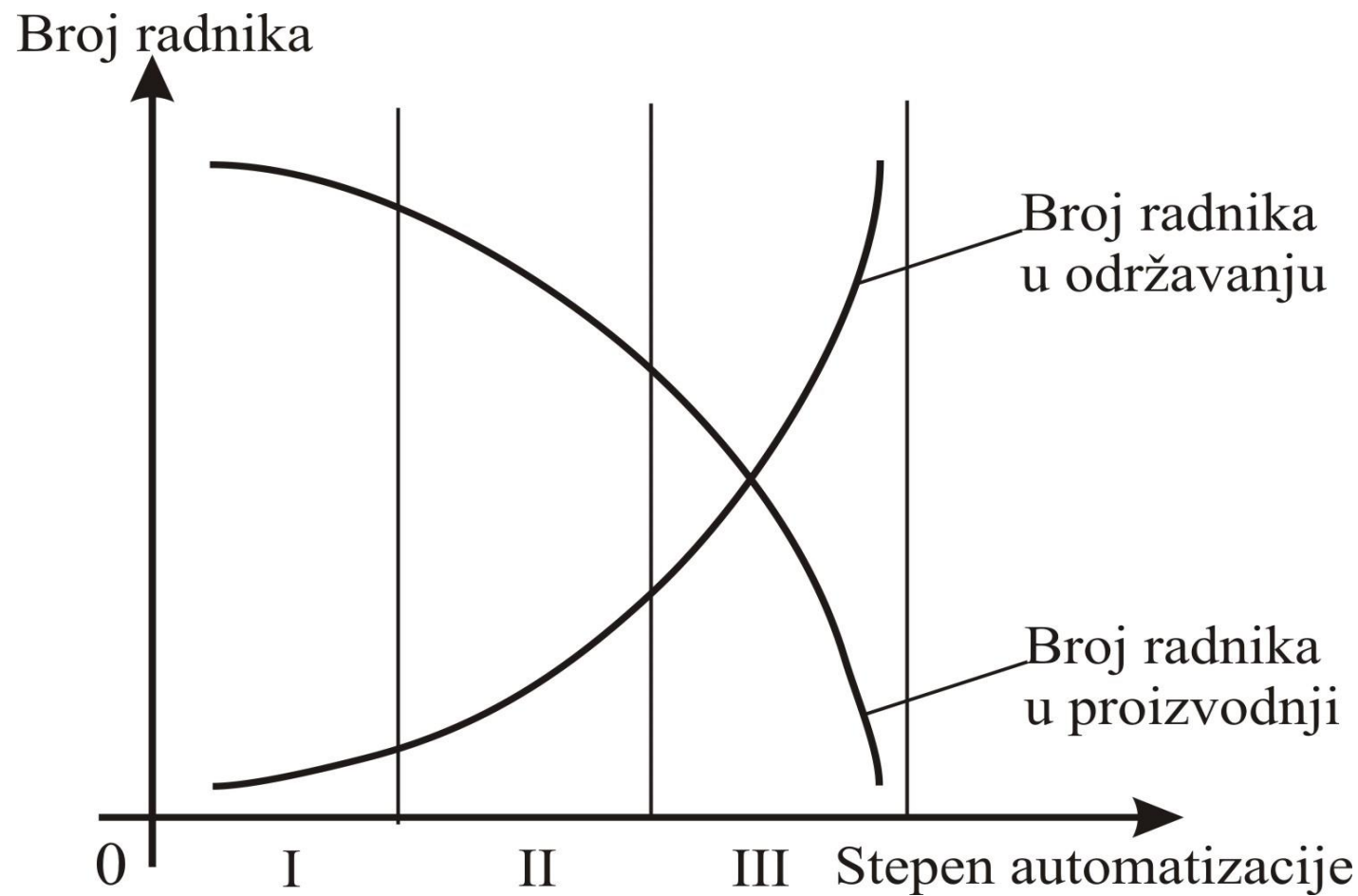
Cilj terotehnološke funkcije

Cilj terotehnološke funkcije je zadržavanje **niskog nivoa troškova** – i to:

- troškova **materijala i rezervnih delova**
- troškova **zaposlenih** na održavanju
- troškova koji nastaju kao **produktivni gubici** zbog zaustavljanja proizvodnog procesa, usled nastalih **otkaza ili redovnih remonta**.

Ostvarivanje ovog cilja zavisi od pravilnog inicijalnog izbora sredstava za rad – važi pravilo: “**kupi jeftino – kupi dvaput**”.

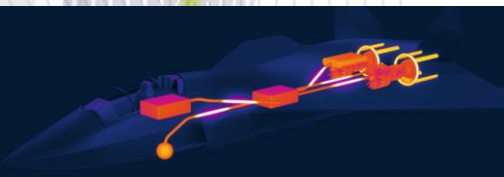
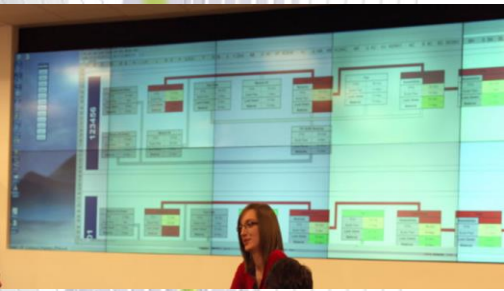
Značaj terotehnološke funkcije danas



Zavisnost broja radnika od stepena automatizacije/digitalizacije tehničkih sistema

<https://www.youtube.com/watch?v=uxhKdsliQSY>

Značaj terotehnološke funkcije danas: primer Rolls-Royce



- Rolls-Royceov model "Power by the Hour" započeo 1962, danas CorporateCare® revolucionarni je koncept održavanja avionskih motora.
- Pružaoci usluga plaćaju fiksnu naknadu po satu leta, čime se rizik neplaniranog održavanja prebacuje na proizvođača.
- Ovo obezbeđuje predvidljive troškove, optimizovane performanse i smanjen rizik za operatere.
- Digitalna komandna tabla omogućava inženjerima da u realnom vremenu prate globalnu mapu svih postrojenja uz jasno **kodiranje statusa** u tabeli rizika.
- Veštačka inteligencija analizira podatke kako bi generisala **Health Score**, čime terotehnologija precizno predviđa preostali vek trajanja svake komponente.
- Umesto gomile sirovih podataka, zaposleni dobijaju **direktne dijagnoze**, što im drastično ubrzava donošenje ključnih odluka na terenu.
- Sistem ide korak dalje i samostalno **rezerviše rezervne delove**, osiguravajući da logistika uvek prati potrebe održavanja.
- Ovakav pristup transformiše ulogu zaposlenih iz pasivnih servisera u **strateške menadžere** koji intervenišu samo kada je to zaista neophodno.
- Terotehnologija tako direktno smanjuje nepotreban rad i rizike, čineći svakodnevne operacije **ekonomski efikasnijim** i sigurnijim.
- Na kraju, digitalni alati povezuju inženjere i mašine u jedinstven sistem koji maksimizuje **životni vek** celokupne industrijske imovine.

Značaj terotehnološke funkcije danas: primer Rolls-Royce

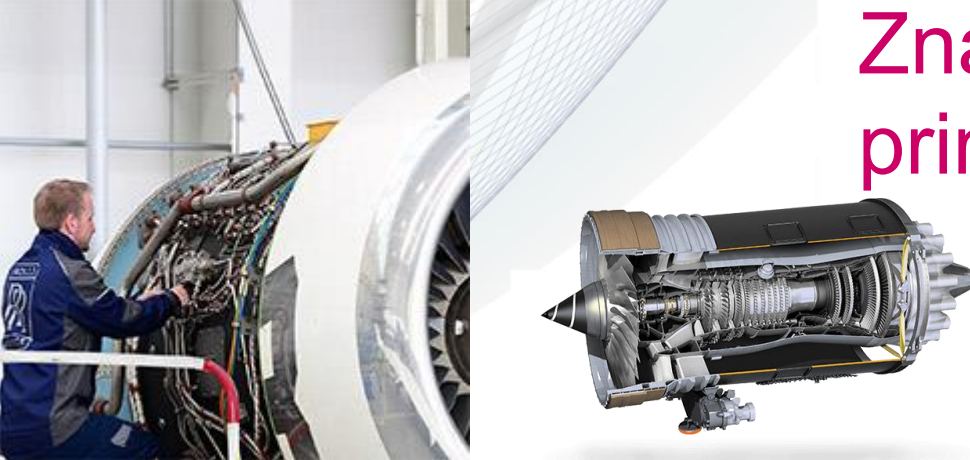


Tabela prikazuje procenjene troškove i finansijske implikacije za tipičan motor velikog mlaznjaka (poput serije Rolls-Royce BR710).

Uporedni pregled troškova (Procena)

Stavka troška	CorporateCare	Bez CorporateCare
Godišnja naknada / Sat leta	\$400 – \$800 po satu motora	\$0 (dok ne dođe do otkaza/servis)
Remont motora (Overhaul)	\$0 (Potpuno pokriveno)	\$800,000 – \$1,300,000+ po motoru
Najam zamenskog motora	Uključeno (besplatno)	~\$40,000+ mesečno + troškovi instalacije
Logistika i transport	Pokriveno	\$12,000+ po događaju
Vrednost pri preprodaji	Puna tržišna vrednost	Gubitak od \$1M do \$2M u proceni





YOU ASKED FOR MORE – WE DELIVERED.
CORPORATECARE® ENHANCED.

Industry-leading availability
Parts, lease engines and nacelle assets, TechPlus and GRM

PLUS
Costs to resolve AOG events covered, including mobile repair and logistical support

Increases aircraft asset value
Fewer days on the market and standardised appraisals



Budget predictability
Eliminate unexpected maintenance bills

Proactive maintenance
Nacelle Management Plan activated upon enrolment

Transferable
Value transfers from seller to buyer with no transfer fee