




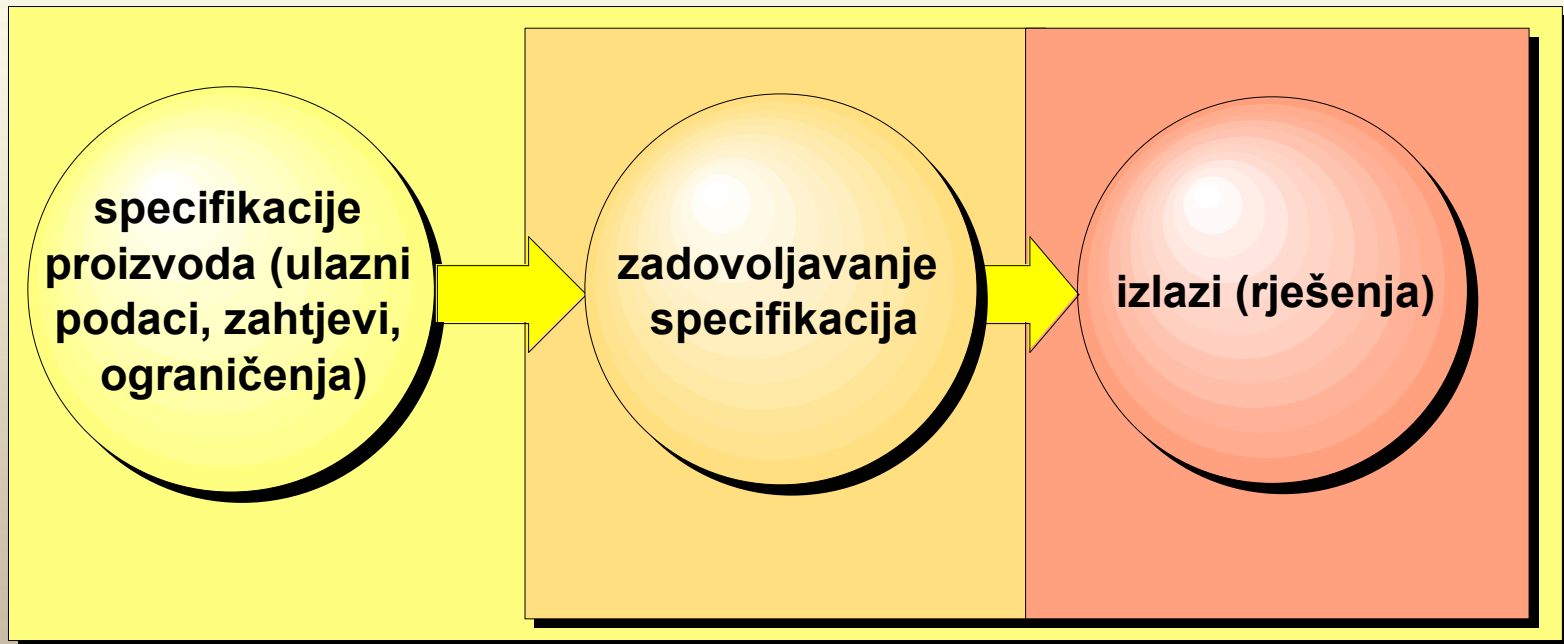
# **INTEGRIRANI RAZVOJ PROIZVODA** **(Integrated Product Development)**

<http://titan.fsb.hr/~zkunica/nastava/voms/>



# i. Uvod

Na početku procesa oblikovanja, zadane specifikacije su općenito u apstraktnom obliku, a kako se sve više i više specifikacija zadovoljava, tako proizvod poprima oblik - počinje evoluirati u fizički oblik:



Biren Prasad, USA, 1996.

**Teme CE (Concurrent Engineering - istodobno inženjerstvo) pristupa za razvoj i oblikovanje proizvoda:**

- ❑ uspostava integrirane organizacije za proizvod i proces (PPO) - taksonomija procesa
- ❑ primjena taksonomije procesa (ili skupa metodologija) za oblikovanje i razvoj ukupnog sustava proizvoda - integrirani razvoj proizvoda (IPD).

## 1. izradbena konkurentnost

(globalno tržište; velike količine nasuprot visokokvalitetnoj fleksibilnoj proizvodnji)

## 2. upravljanje životnim ciklusom (tvrtke i proizvoda)

(kontinuirano evoluiranje; brze reakcije na zahtjeve promjene; ponovno otkrivanje sebe; zadržavanje veze s mijenjajućim tehnologijama i inovacijama)

## 3. reinženjerstvo procesa

(nema sućuti za tradiciju; istinsko povećanje proizvodnosti započinje s faktorima kao što su: "čist" i efikasan proces; dobra komunikacijska infrastruktura; timski rad; konstantnost dijeljene vizije i svrhe; promjena procesa, a ne samo uvođenje strojeva više proizvodnosti)

**4. CE tehnike** (tehnike paralelizma): radne grupe, dekompozicija proizvoda, alociranje sredstava, minimiranje sučelja, transparentna komunikacija...

## 5. kooperativne radne grupe

(pojedinaac ili jedna grupa nisu dorasli izazovima; CE stvarni ili virtualni timovi; *koreografija*)

**6. sustavonosno inženjerstvo**: sustavocentričnost nasuprot komponentocentričnosti (nije u neskladu s tradicionalnim organizacijskim podjelama u tvrtki, ali se inzistira na kvalitetnim vodoravno-okomitim sučeljima)

## 7. oblikovanje informacija

(ne samo 3D CAD modeliranje, već pokrivanje svih faza čitavog životnog vijeka proizvoda)

## 8. cjelovitost sustava

(proizvod je više od zbira komponenata; proizvod je sustav, a proizvod bez strukture ili neke *konstantne svrhovitosti* nije sustav)

## 9. taksonomija realizacije proizvoda

(uspostava nizova evolucija ili transformacija koji vode k potpunoj zrelosti proizvoda)

**1. uspostava istodobnosti funkcija** (CFD nasuprot QFD)

**2. CE metrike i mjere**

(nadzor napretka tima, mjerenje kvalitete proizvoda, upravljanje efektivnošću poboljšanog procesa, omogućavanje odziva)

**3. upravljanje sveukupnom vrijednošću** (TVM)

Ne (u ranim danima): "Najveća vrijednost uz najniži trošak."

Ne TQM: "Na tržištu, postići kvalitetan proizvod, za pristojnu cijenu."

Nego: "Ostvariti ukupnu vrijednost uz najniži trošak u najkraćem vremenu, koja najviše zadovoljava kupca i dopušta tvrtki pristojan profit."

Nije (više) riječ samo o kvaliteti.

**4. metodologija razvoja proizvoda**

(kako bi se integriralo: timski rad, modeliranje informiranja, taksonomija realizacije proizvoda, mjere dobiti (CE metrika) i kvantitativno ispitivanje učinkovitosti transformacije)

**5. strukture i arhitekture** - otvorenost i fleksibilnost

**6. hvatanje namjere životnog ciklusa (proizvoda)** - generički modeli za pohranu definicije proizvoda - fizičkog objekta i njegovog okruženja (olakšavanje izmjena; umjesto linija i ploha, prirodno-jezični konstrukti)

**7. sustavi podrške odlučivanju**

**8. inteligentni informacijski sustav** = CIM+CE

**9. mehanizacija životnog ciklusa** = CIM+automatizacija+CE

**10. metodologija korištenja (uspostave) IPD-a**

RANGIRANJE TEMA koje sadrže "NAJBOLJU PRAKSU"  
 odgovori 66 starijih menadžera iz 33 napredne tvrtke u USA, ASME/NSF, 1996.  
 53 tema je prisutno u više od 2/3 tvrtki

1	<b>Timovi/Timski rad</b>
2	<b>Komunikacija</b>
3	<b>DFM</b>
4	<b>CAD sustavi</b>
5	<b>Profesionalna etika</b>
6	<b>Kreativno mišljenje</b>
7	<b>Oblikovanje za izvedbu (performance)</b>
8	<b>Oblikovanje za pouzdanost</b>
9	<b>Oblikovanje za sigurnost</b>
10	<b>CE</b>
11	<b>Crtanje/Tehničko crtanje</b>
12	<b>Oblikovanje za troškove</b>
13	<b>Statistika</b>
14	<b>Pouzdanost</b>
15	<b>Tolerancije</b>
16	<b>Vrijednosno inženjerstvo</b>
17	<b>Design Reviews</b>
18	<b>Izradbeni postupci</b>
19	<b>Systems perspective</b>
20	<b>DFA</b>
21	<b>Oblikovanje za eksperimente</b>

22	<b>Alati za upravljanje projektima</b>
23	<b>Oblikovanje za okoliš</b>
24	<b>Solid Modeling/Rapid Prototyping Systems</b>
25	<b>Ergonomija (Ljudski činitelji)</b>
26	<b>FEA</b>
27	<b>Fizičko testiranje</b>
28	<b>TQM</b>
29	<b>Oblikovanje za održavanje/popravke</b>
30	<b>Testiranje proizvoda</b>
31	<b>Alati za unapređenje procesa</b>
32	<b>Alati za customer-centered oblikovanje</b>
33	<b>Obrada informacija</b>
34	<b>Vodstvo</b>
35	<b>Statistička kontrola procesa</b>
36	<b>Oprema za testiranje</b>
37	<b>Industrijski dizajn</b>
38	<b>Design for Commonality-Platform</b>
39	<b>CIM</b>

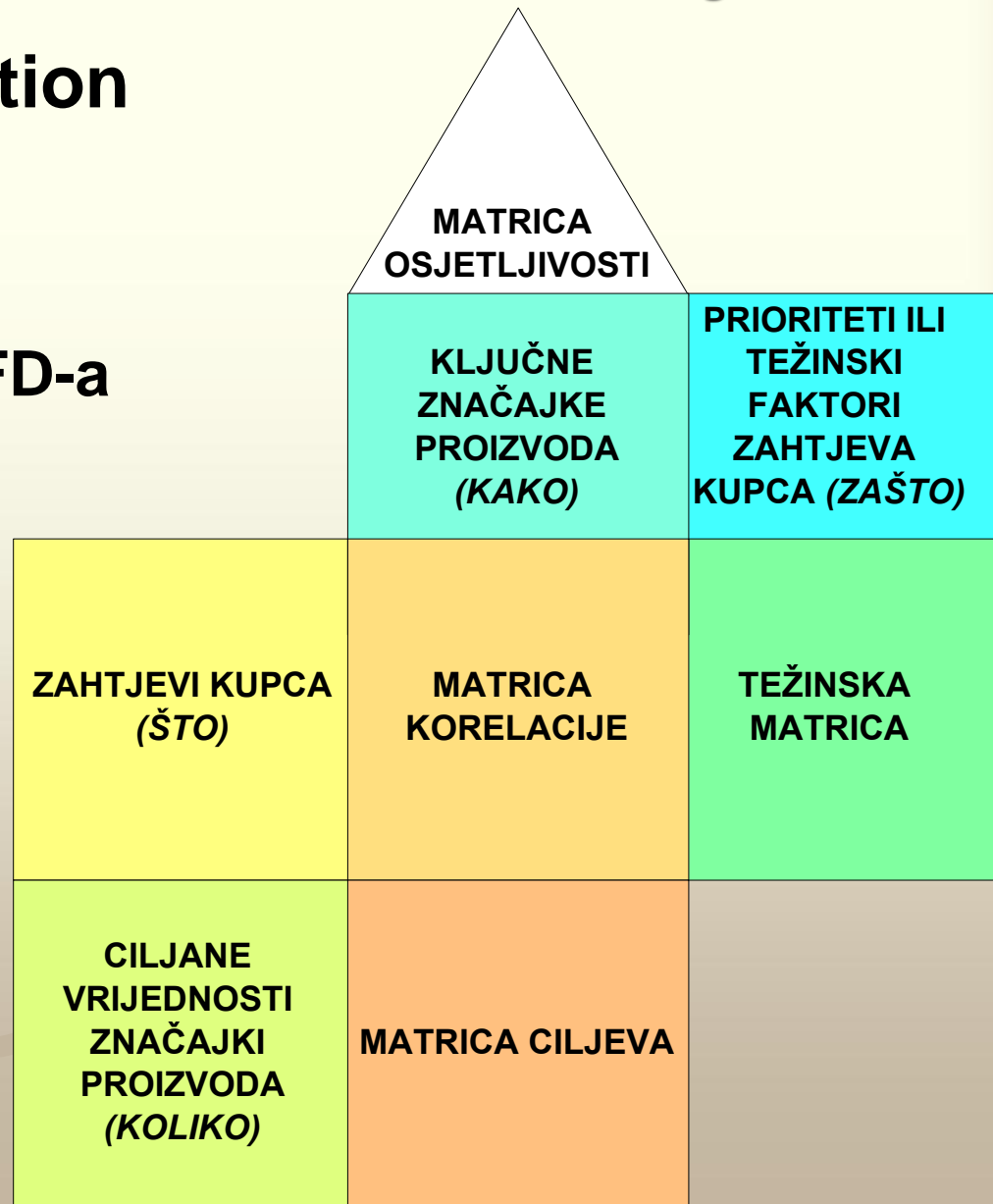
40	<b>Standardi oblikovanja</b>
41	<b>Mehatronika</b>
42	<b>Standardi testiranja</b>
43	<b>Elektromehaničko pakiranje</b>
44	<b>Upravljanje konfliktom</b>
45	<b>Robotika i automatsko sklapanje</b>
46	<b>Znanje o procesu realizacije proizvoda</b>
47	<b>Oblikovanje za rasklapanje</b>
48	<b>Ekonomika</b>
49	<b>Analiza rizika projekta</b>
50	<b>Analiza konkurentnosti</b>
51	<b>Standardi procesa</b>
52	<b>Izradbeni tok/Layout radne stanice</b>
53	<b>Benchmarking</b>
54	<b>Korporacijska vizija i primjerenost proizvoda</b>
55	<b>Planiranje materijala - zaliha</b>
56	<b>Poslovne funkcije (marketing, pravo itd.)</b>

## ii. Uspostava istodobnosti funkcija

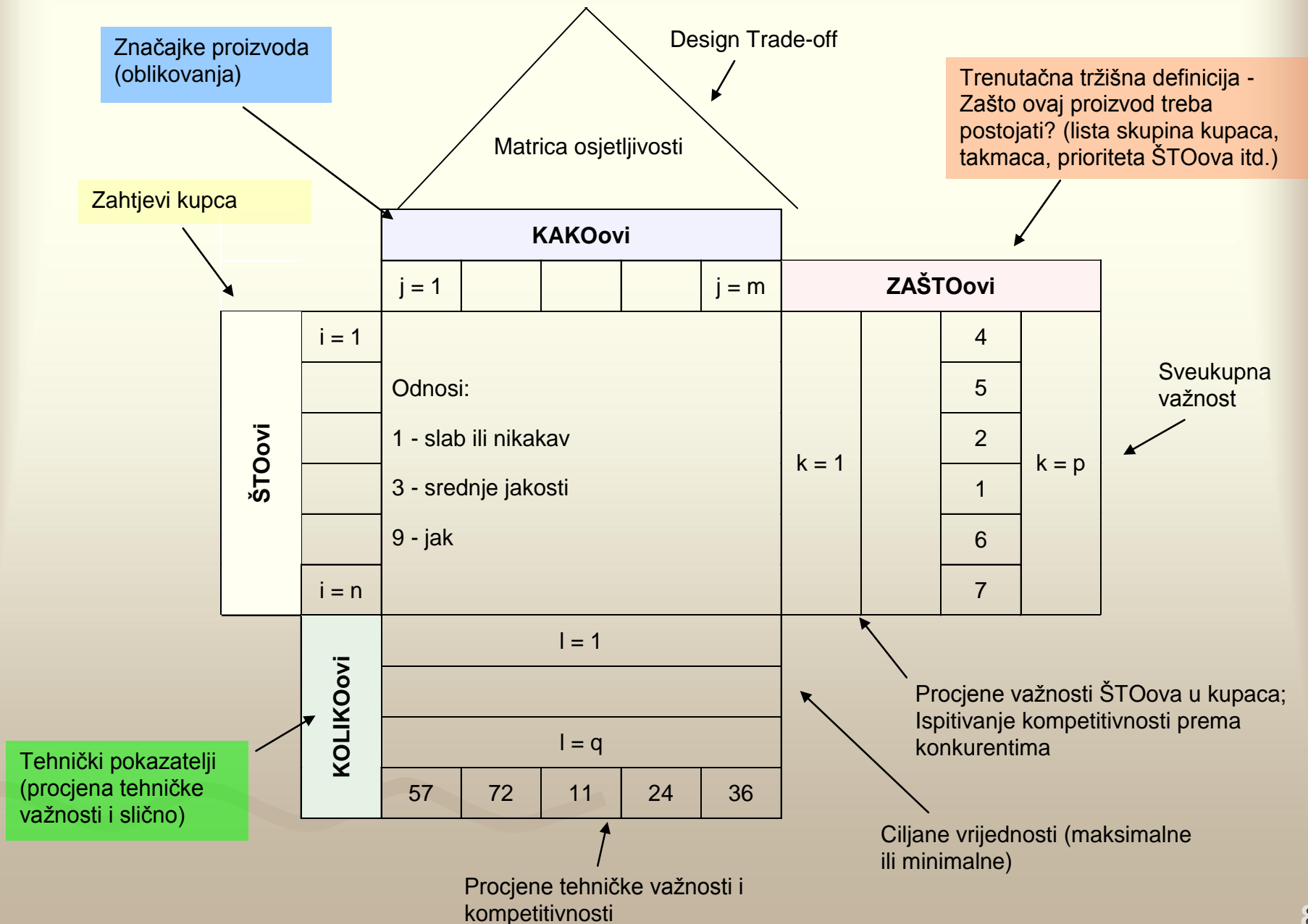
### QFD - Quality Function Deployment

#### 2.1 Komponente QFD-a

Kuća kvalitete  
- House of Quality  
(Mizuno & Akao,  
Japan, 1979)



# Kuća kvalitete - terminologija i konvencije





## 2.1.1 Kuća kvalitete: liste-vektori

### ŠTOovi

- zahtjevi kupca - lista kupčevih želja, zahtjev tržišta
- primjeri: “lijepo za vidjeti”, “izgleda dobro napravljeno”, “omogućuje dobru vidljivost/preglednost”, “lako se otvara i zatvara”

Podjela:

- ① osnovni (primarni, očekivani, neizrečeni- podrazumijevani, "mora biti"),
- ② izvedbeni (sekundarni, izrečeni, "može biti"),
- ③ oduševljavajući (tercijarni, neizrečeni-ugodno iznenađujući, "bilo bi lijepo, kada bi postojalo").

Osnovni ŠTOovi su sastavni dio ili funkcija proizvoda, i rijetko povećavaju zadovoljstvo kupca - on o njima rijetko čak i misli. No, u slučaju neispunjenja (manjka ili nefunkcioniranja) slijedi brzo razočaranje kupca proizvodom.

Izvedbeni ŠTOovi uobičajeno se određuju istraživanjem tržišta.

Primjeri: potrošnja goriva, tihi rad, udobnost pri vožnji. Kupčevo zadovoljstvo raste sa stupnjem ispunjenja.

Oduševljavajući ŠTOovi povećavaju kupčevo zadovoljstvo, premda on i bez njih ne bi bio nezadovoljan. Od tvrtki se očekuje da na tržištu čine prodore takvim inovacijama.

Sa zrenjem proizvoda, oduševljavajući ŠTOovi mogu prijeći u osnovne. Npr. servo upravljač: oduševljavajući u 60-im, izvedbeni u 70-im, osnovni danas.

# KAKOovi

- proizvođač definira skup kvalitativnih značajki kojima se ŠTOovi (zahtjevi kupca) ostvaruju
- predstavljaju polje oblikovnih varijabli ili alternativnih rješenja, koja mogu biti međusobno ovisna ili neovisna
- svaki od KAKOova "napada" jedan ili više ŠTOova, i za svaki ŠTO postoji barem jedan KAKO
- operacijska definicija za tržišne značajke kvalitete
- KAKOovi su metode ili tehnike "prijevoda" glasa kupca u kriterije za procjenu oblikovanja
- npr. ŠTO je "udobna vožnja", a odgovarajuća četiri KAKOova su zahtjevi na: ogibljenje, izolaciju udara, nezanošenje ili stabilnost
- tipični KAKOovi mogu biti: duljina, širina, visina, debljina, korisna površina, obujam, svojstva materijala itd.

# KOLIKOovi

- granice izvedivosti KAKOova
- predstavljaju ciljane vrijednosti KAKOova (kvalitativnih značajki)
- za svaki KAKO po jedan KOLIKO
- kvantificiranje parametara rješenja u postizivim rasponima, kako bi se kreirao kriterij za ispitivanje uspješnosti, koji se obično dobiva istraživanjem tržišta
- KOLIKOovi sadrže ekstreme - dopustive ciljane vrijednosti, pozitivne ili negativne
- tipični KOLIKO mjeri važnost KAKOova, izvedbu proizvoda, ili skup ciljanih vrijednosti

# ZAŠTOovi

- slično ŠTOovima i KAKOovima, i skup ZAŠTOova je vektor koji opisuje relativnu važnost nekog proizvoda, u odnosu na proizvode svjetske klase ili najbolje u klasi
- ako se kvantificirani ZAŠTOovi pomnože sa ŠTOovima, i potom sumiraju, dobiva se mjera ukupnog zadovoljenja kupca
- primjer ZAŠTOova je vektor relativne važnosti prema traženjima kupca za proizvod svjetske klase glavnog konkurenta
- ako je proizvod namijenjen većem broju skupina kupaca, kao što su USA, Azija, Europa, Japan i slično, popis ZAŠTOova, mora uključivati te skupine i njihove relativne zahtjeve
- ZAŠTOovi su imena konkurenata, konkurentnih proizvoda, segemenata tržišta i drugoga, koja opisuju trenutačne tržišne uvjete
- ZAŠTOovi se također mogu rabiti i za vrednovanje odluka za budući proizvod

## 2.1.2 Kuća kvalitete: relacijske matrice

Matrice:

- ŠTOovi prema KAKOovi - najvažnija matrica QFD-a (zahtjevi tržišta i kvalitativne značajke)
- ŠTOovi prema ZAŠTOovi (za određivanje prioriteta ŠTOova)
- KAKOovi prema KOLIKOovi (tim određuje koliko mnogo svakog KAKOva se može varirati da se zadovolje zahtjevi kupca)
- KAKOovi prema KAKOovi (matrica osjetljivosti) - za identifikaciju kvalitativne korelacije između KAKOova, budući da moguća rješenja mogu biti redundantna, pa tako ne pridonositi mnogo vrijednosti ispunjenja zahtjeva kupca; ili pak biti međusobno u neskladu

## Tablica opisivanja odnosa (brodogradilišta u Kobeu)

Matrica	Stupanj odnosa	Kvantitativni prikaz	Kvalitativni prikaz
<b>ŠTOovi</b> prema <b>KAKOovi</b>	Jak	9	●
	Srednje jak	3	○
	Slab	1	△
	Nikakav	0	(prazno)
<b>KAKOovi</b> prema <b>KAKOovi</b>	Jak pozitivan	9	●
	Srednje jako pozitivan	3	◆
	Pozitivan	1	+
	Nikakav	0	(prazno)
	Negativan	-1	-
	Srednje jako negativan	-3	△
	Jak negativan	-9	○

## 2.2 Ograničenja u uspostavi QFD-a

- jednostranost pri inzistiranju samo na kvaliteti

Što je s drugim aspektima?

Osim toga, sama operacionalizacija rada s matricama suočena je s poteškoćama, naprimjer:

- veličine matrica,
- spora serijska (slijedna) obrada,
- rizik suboptimalnih rješenja uvijek postoji.

Prije svega: ISTODOBNOST.



## 2.2 CFD

Što proizvod čini “velikim”?

Kim Clark: Veliki proizvod je onaj koji primjereno zadovoljava sve značajke koje su zahtijevane da osiguraju integritet proizvoda.

CFD je metodologija koja inženjerima (konstrukcijskim ili proizvodnim) omogućuje uspostavu što ranije komunikacije i usporedni rad tijekom etapa PD<sup>3</sup> procesa.

PD<sup>3</sup> - Product Design, Development & Delivery

Osnovna namjera: uključenje "glasa kupca" u svih devet faza ciklusa razvoja proizvoda:

- definicija misije,
- definicija koncepta,
- inženjersko oblikovanje i analize,
- detaljno oblikovanje proizvoda,
- izrada prototipa,
- proizvodno inženjerstvo i planiranje,
- proizvodne operacije i upravljanje,
- izrada,
- kontinuirano poboljšavanje, podrška i isporuka.

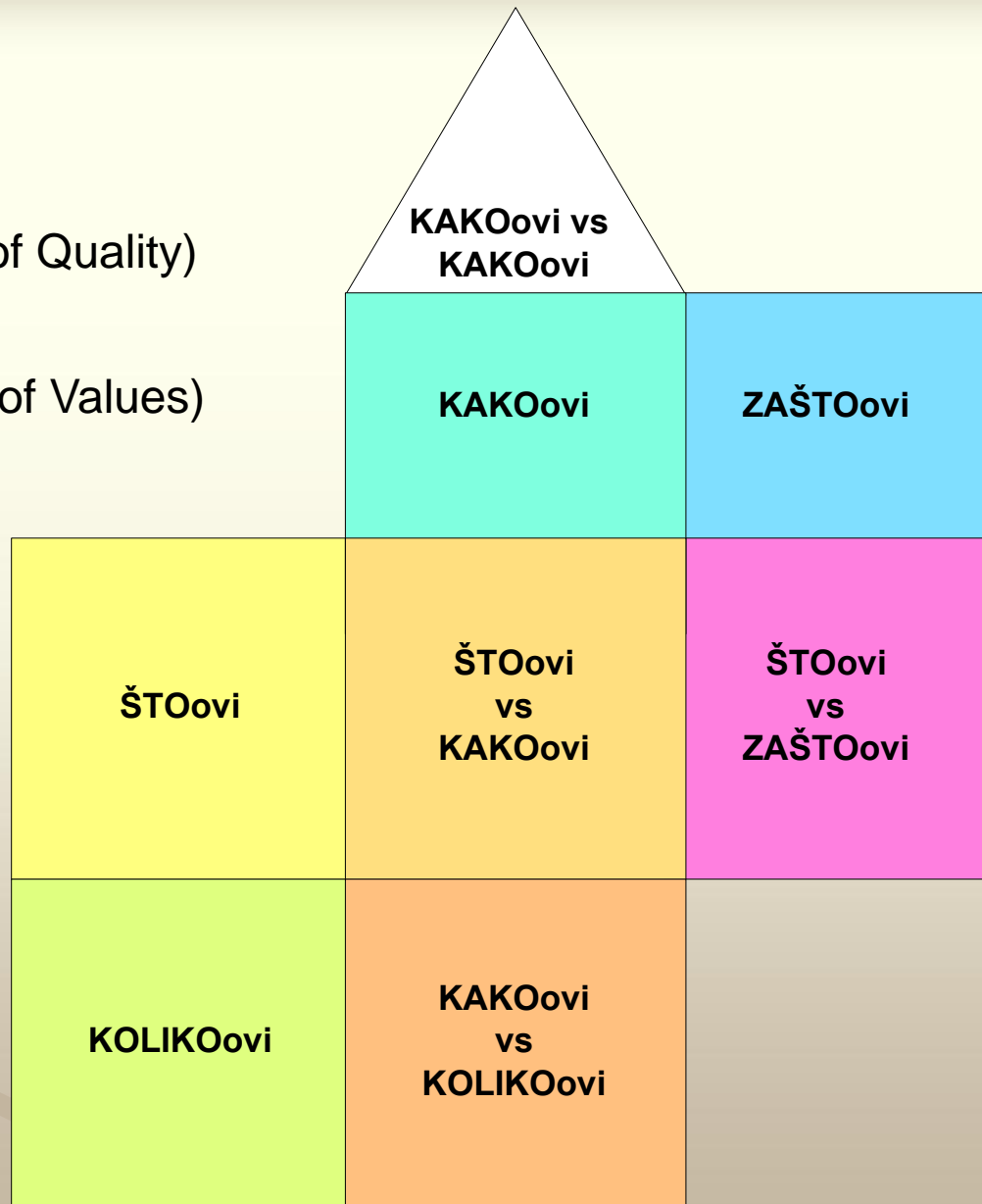
## QFD nasuprot CFD

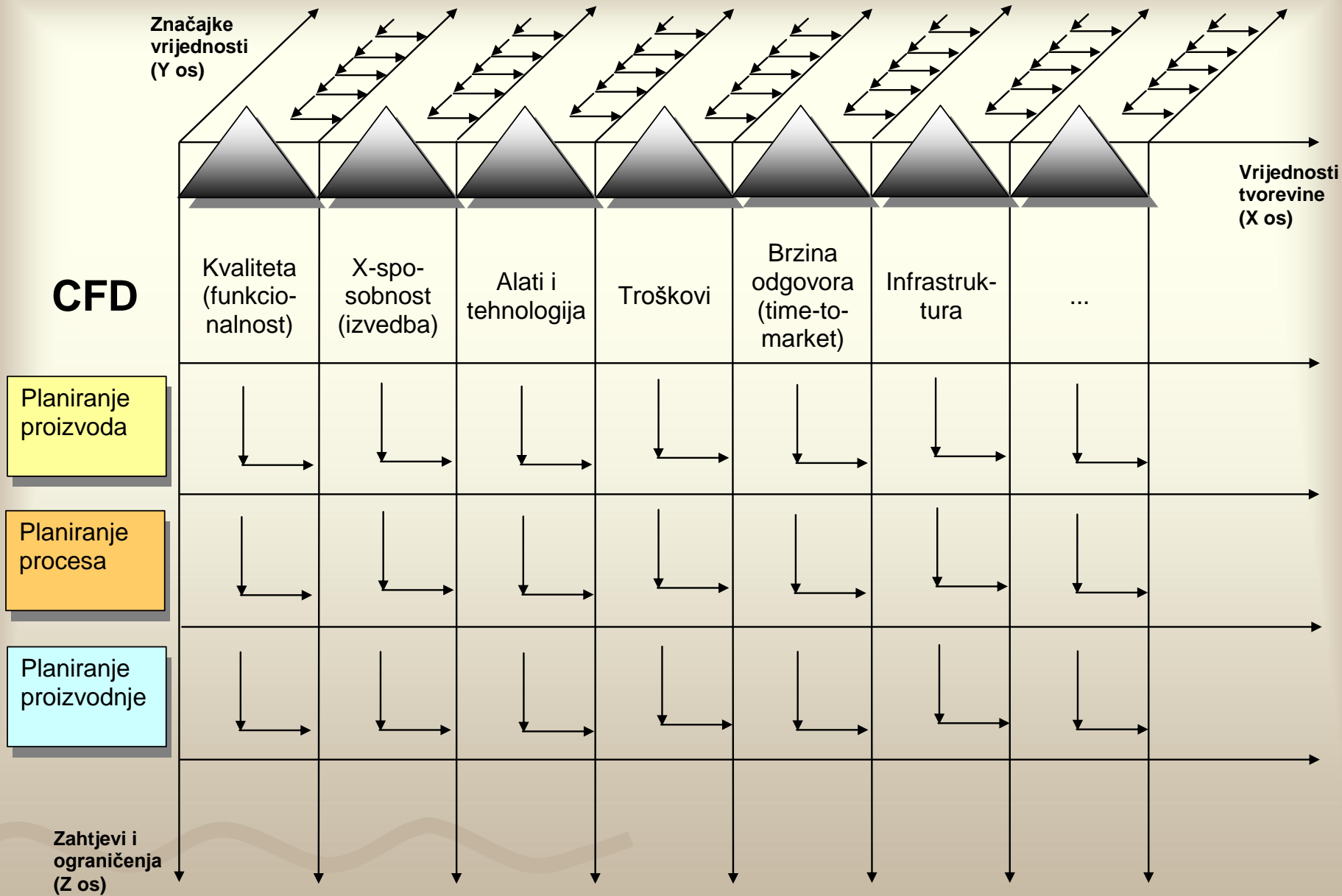
Značajka	QFD	CFD
proces:	fazni (serijski, slijedni)	istodoban (paralelan, usporedan)
fokusiranost:	iznutra-van	izvana-unutra holistički
orijentiranost prema...	komponentama (vrata automobila, krov, šarke...)	čitavom proizvodu
polje primjene:	uspješnost poglavito u segmentima problema	u konjunktiji s načelima misije (djelovanja) tvrtke
pristup:	proces rješavanja problema (npr. korozija vrata, propuštanje vlage) ili ponekad proces redizajna	sustavan pristup koji se bavi svim vrijednostima životnog ciklusa proizvoda
povratno djelovanje:	fokusiranost na tehničke parametre, koji se ne reflektiraju nužno (povratno) na čitav proizvod	zahtjevi kupca razmatraju se odvojeno od značajki kvalitete
daje:	procjene tehničke važnosti za značajku kvalitete	indeks vrijednosti - kumulativni iznos učinkovitosti
bavi se:	dijelovima proizvoda ili dijelovima zahtjeva	optimiranjem sustava konzistentno svrsi
trajanje:	dugotajno (serijsko procesiranje)	brže od QFD-a (usporedno procesiranje)

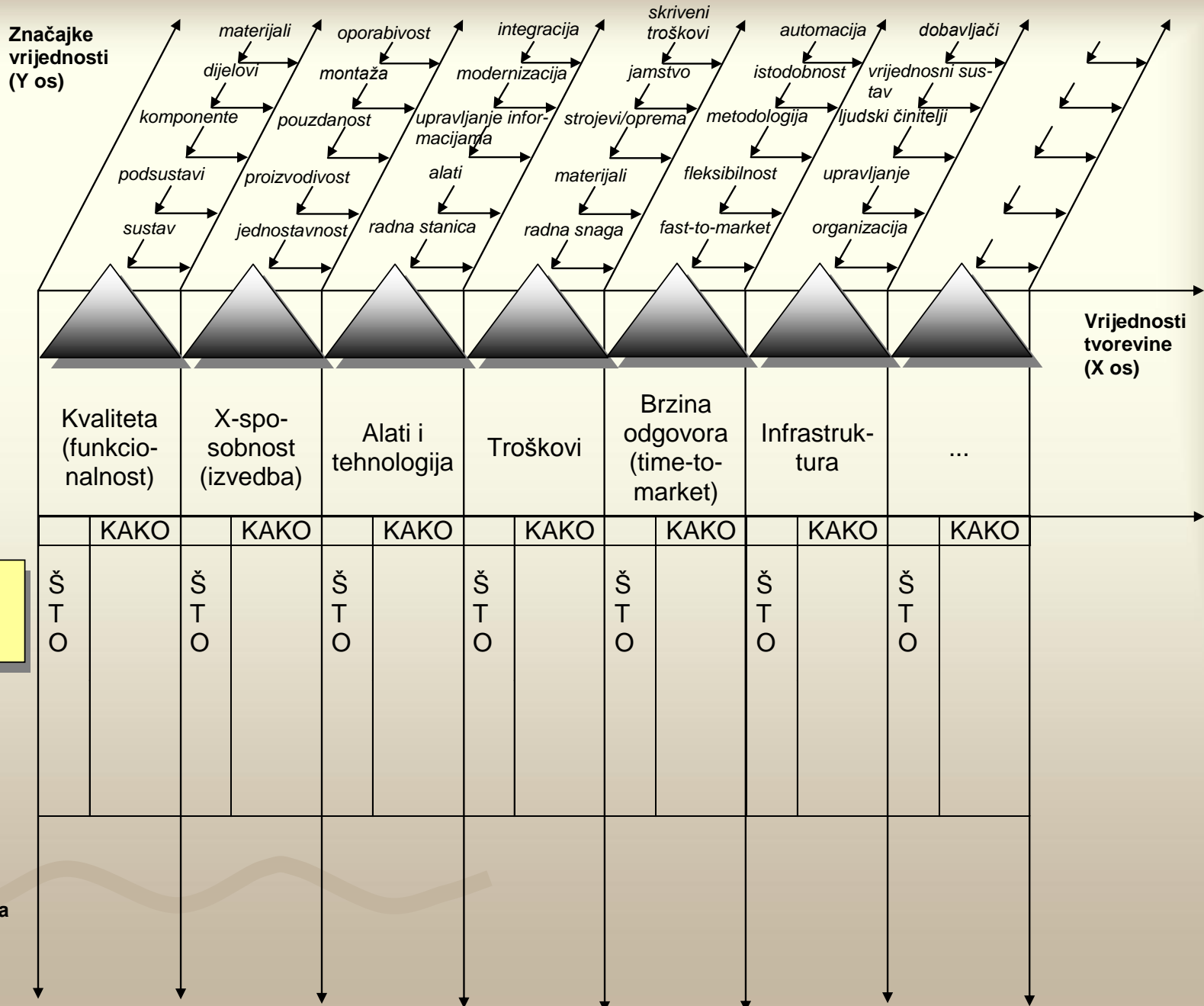
Kuća kvalitete (House of Quality)



Kuća vrijednosti (House of Values)

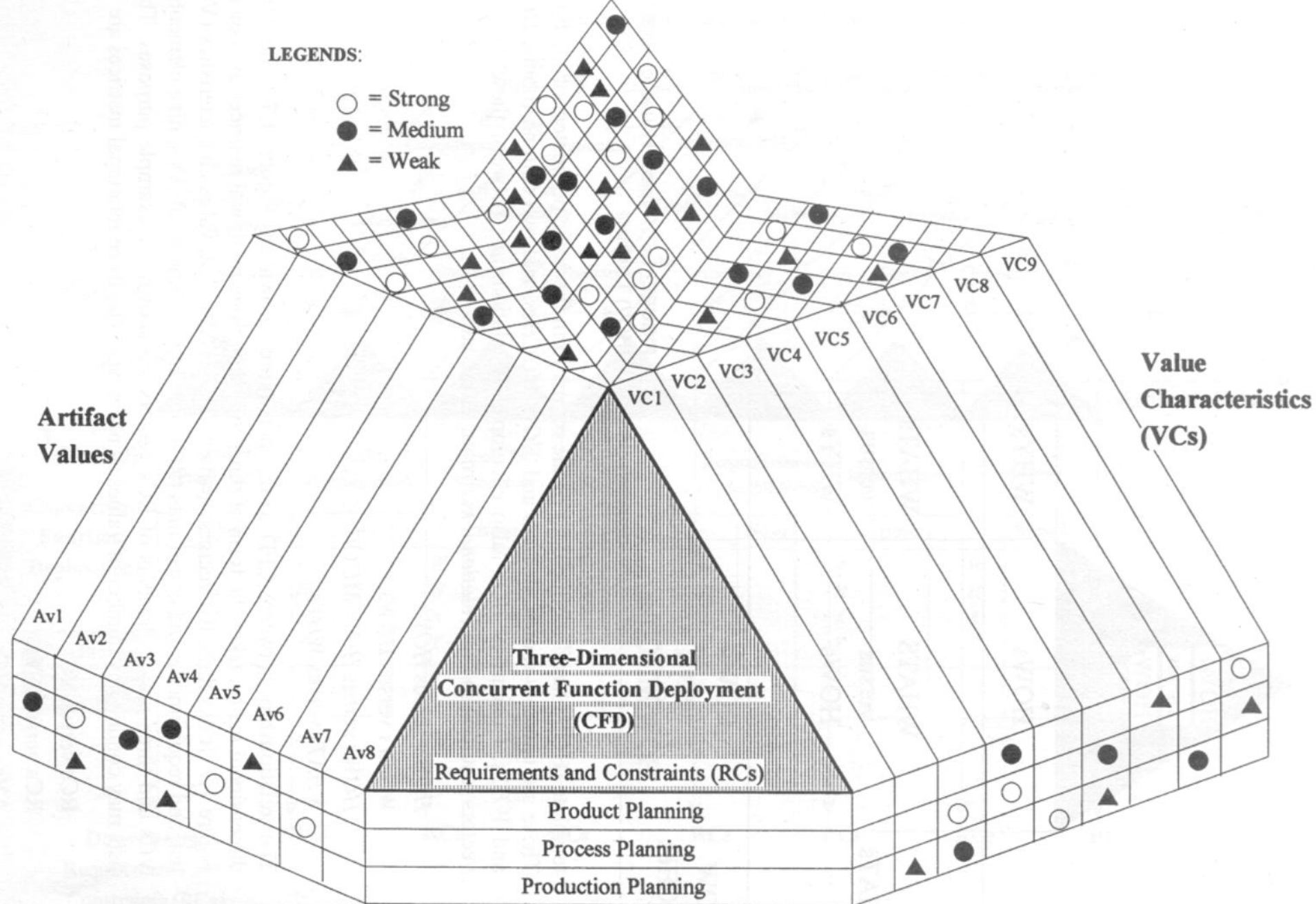






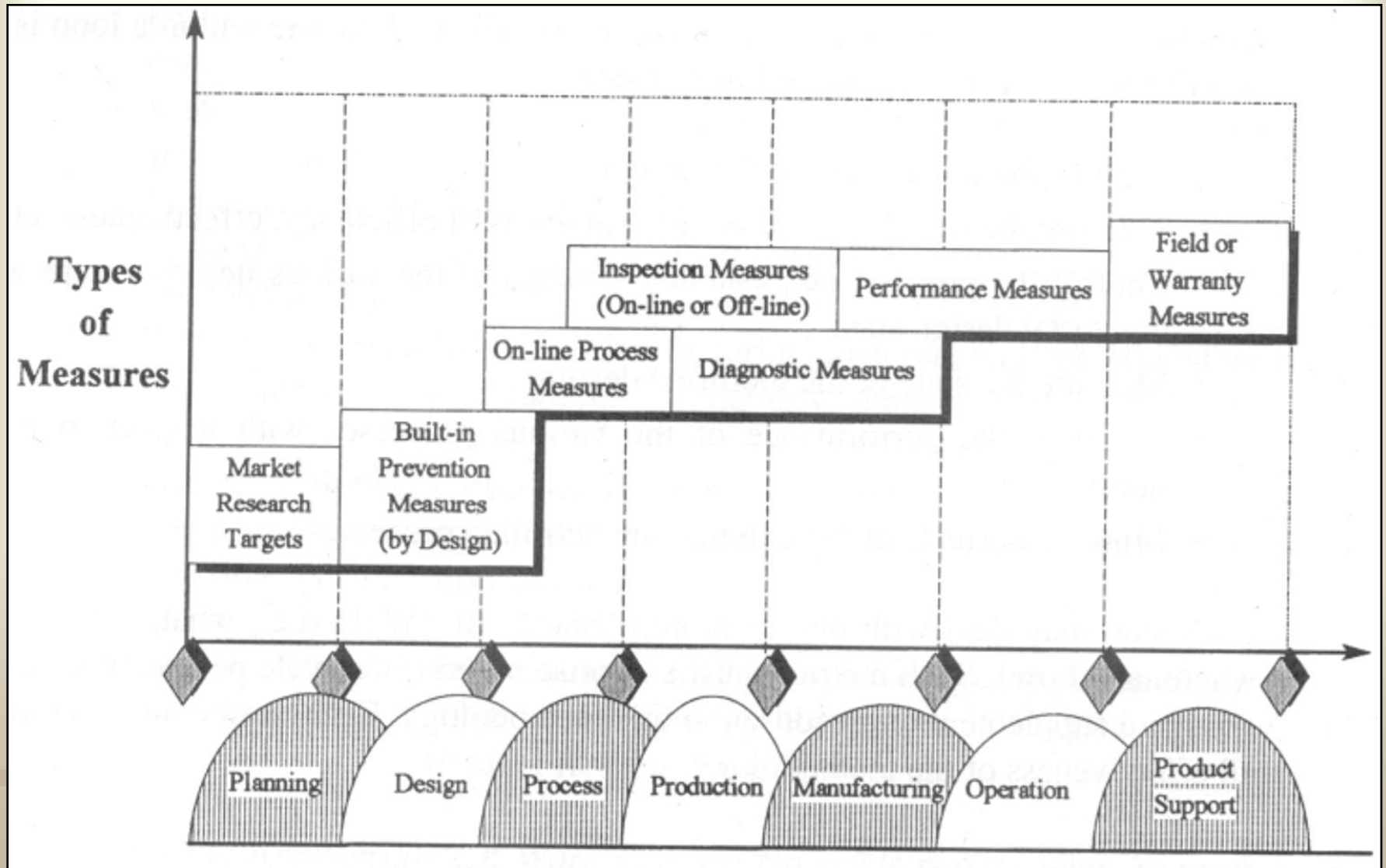
**LEGENDS:**

- = Strong
- = Medium
- ▲ = Weak



Odnosi između CFD komponenti

### iii. CE metrike i mjere



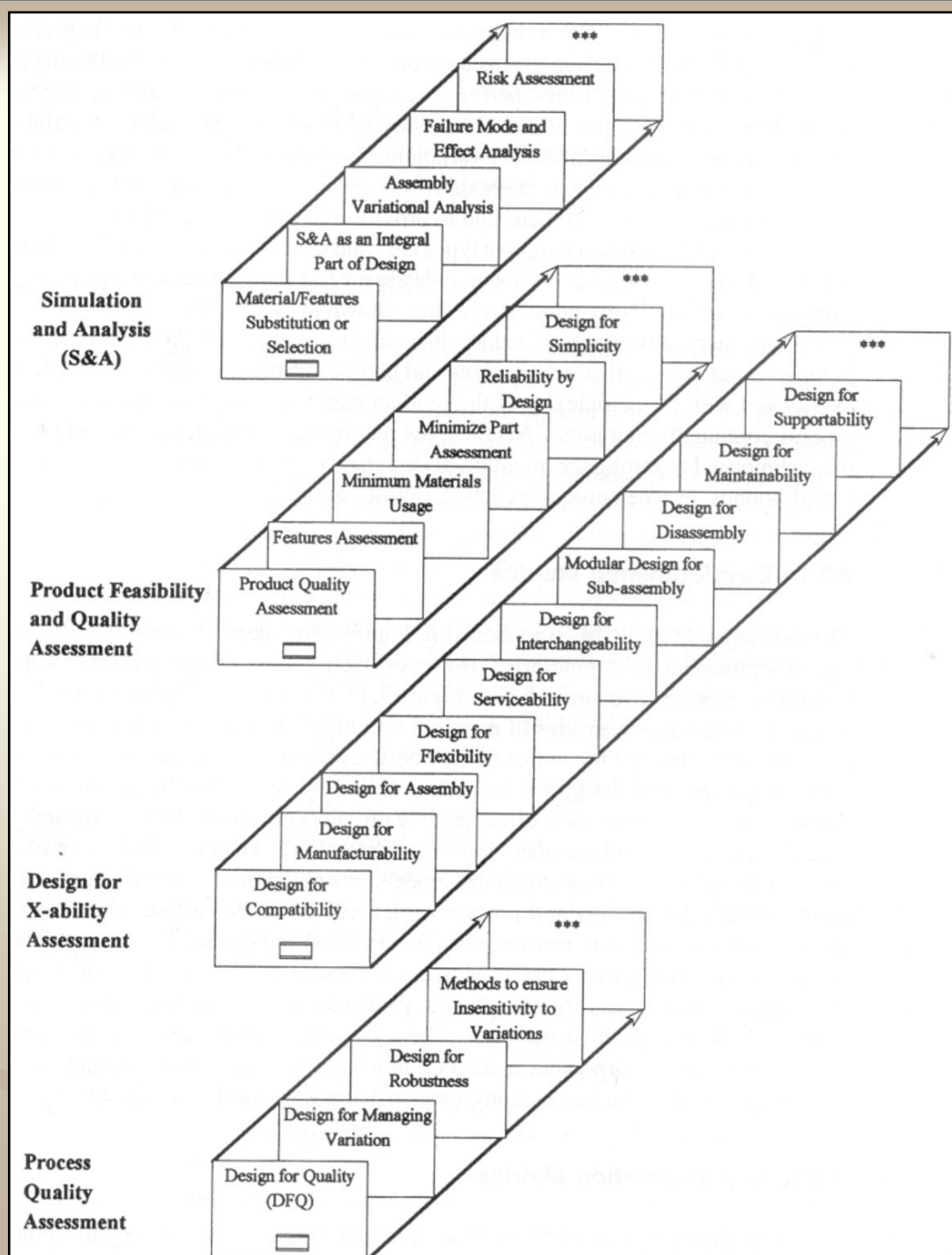
Uobičajene mjere u životnom ciklusu



<b>Requirements</b>	<b>Identify</b>	<b>Analyze</b>	<b>Plan</b>	<b>Evaluate</b>	<b>Performance-to-plan</b>
<b>Business</b>	Competitive Assessment, VOC	Market Research	Cost-to-quality	QFD	Organizational Performance
<b>Design</b>	Production Definition Problem Decomposition Multi-disciplinary System Specifications TQM	Robust Design	Concept Generation Cost-to-design	Product Planning Concept Development DFMA Interchangeability	Statistics
<b>Supportability</b>	Specification History	2nd Level Analysis Parametric Optimization	Process Planning Cost-to-supportability FMEA/DFMA FTA	Taguchi's Method Design of Experiments, RMS	Product's Agility Modular Design Reliability
<b>Production</b>	Tolerances	Variational Analysis (VSA) Simulation	Error-proofing Cost-to-error-proofing Mistake-proofing	FMECA	Statistics
<b>Operation</b>	Gathering Data "As-is" Data Flow		Corrective Actions RCM, SPC "To-be" Data Flow	LORA	SPC SQC QC
<b>Decision Support</b>	Economic Analysis	Trade-off Analysis	Cost/Benefit Verification	Cost/Benefit Tracing Tools or Concepts	Cost Benefits Monitoring

Vrste analitičkih alata ili zahtijevanih koncepata

“Ormarić”  
CE metrika  
i mjera



## iv. Upravljanje sveukupnom vrijednošću (TVM)

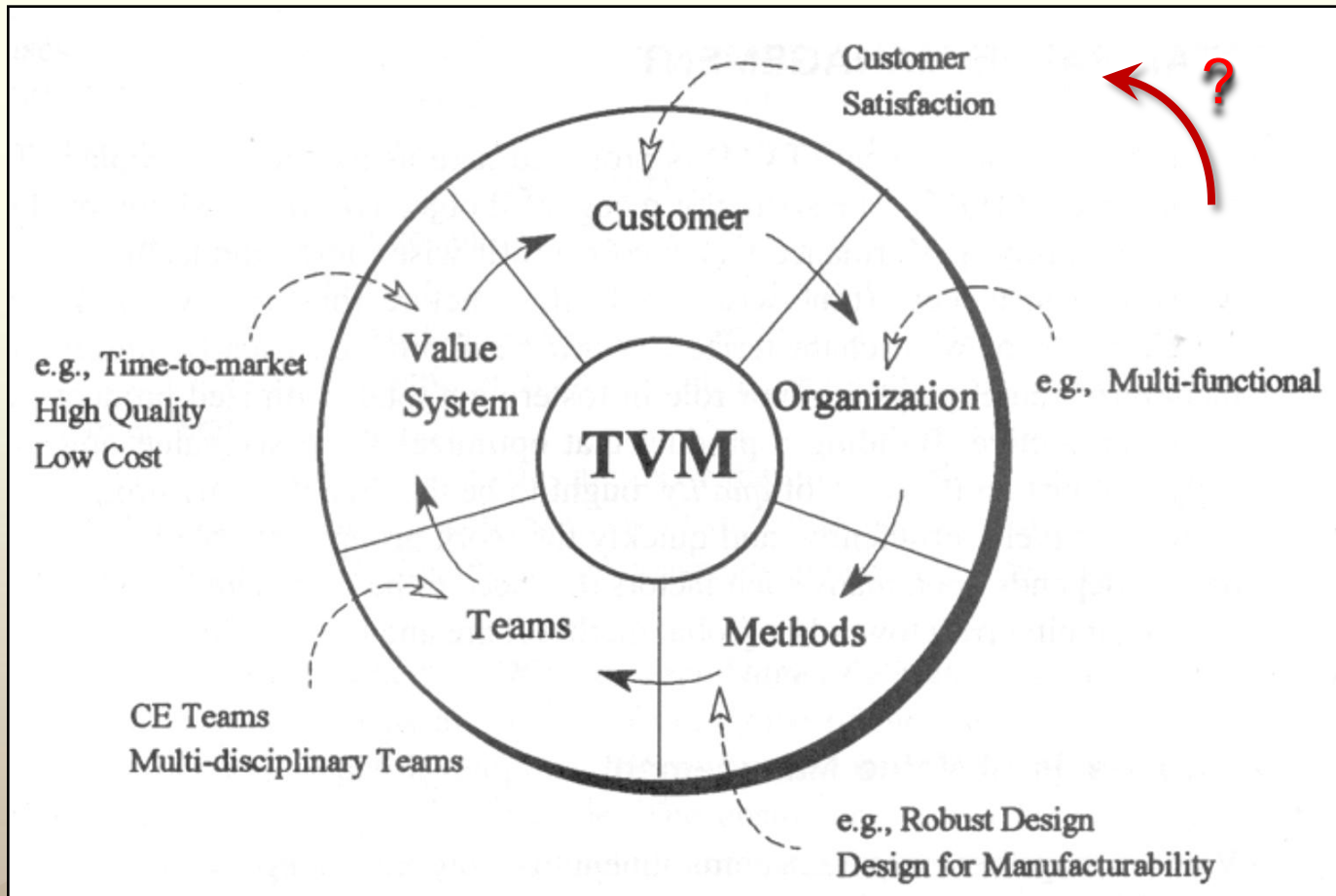
Tvrtke su danas suočene sa:

- opadajućim profitima,
- narastajućom (globalnom) konkurencijom,
- rastućim troškovima radne snage,
- narastajućim očekivanjima kupaca,
- kraćim životnim vijekom proizvoda,
- povećanom zakonskom regulativom (Kina traži status tržišnog pospodarstva.).

Stoga tvrtke trebaju reagirati planski, i pravodobno - što prije.



# Osnova TVM-a



# Mjere ušteda pridružene inženjerstvu vrijednosti

