

Предавање:

**Поузданост рада
грађевинских машина**

Поузданост рада грађевинских машина

Губици времена у раду грађевинских машина:

Утрошци времена при раду машина:

- **Време када машина ради**
 - **Ефективан рад** – рад машине са одговарајућим оптерећењем радног органа, којим машина остварује учинак.
 - **Неефективни рад** – рад машине без оптерећења радног органа (РО), или са делимичним оптерећењем, који није предвиђен за извршење одређеног технолошког поступка и као такав не доприноси добијању учинка машина.
 - **Сувишан рад** – рад са оптерећеним РО који не би требао да се обави да су нормални услови извршења (поправка неправилно или неквалитетног рада...)
 - **Непредвиђени рад** – извршење рада који није у вези са предвиђеним радним процесом (нпр. Извлачење из блата друге машине...)
 - **Рад на празно** – рад када машина ради без оптерећења радног органа...
 - неодстрањив (циклусни и периодични) или одстрањив

Поузданост рада грађевинских машина

Губици времена у раду грађевинских машина:

Утрошци времена при раду машина:

- **Рад на празно** – рад када машина ради без оптерећења радног органа

неодстрањив:

- циклусни (машина при сваком циклусу непотребно маневрише....)
- Периодични (прелазак машине на друго радно место...)

одстрањив:

- Кривицом руковаоца или услед лоше организације (празна транспортна трака, багер који са пуном кашиком чека...)

Време када машина не ради – застој машине

Поузданост рада грађевинских машина

Губици времена у раду грађевинских машина:

- **Време када машина не ради - узроци:**
 - **Предвиђени, очекивани** (у вези самог процеса рада - неопходне интервенције на машини, нешто се олабавило, откачило..., неопходно чекање кипера на истовар...одмор возача...., предвиђени техничким опслуживањем машине - снабдевање уљем, горивом, хлађење,)
 - **Из организационо техничких разлога** – организација самог рада није спроведена како треба
 - **Застоји услед нарушавања радне дисциплине**
 - **Застоји услед више силе** (нестанак струје, јака киша, земљотрес....)

Општа класификација утрошка времена:

- Ефективно време рада машина (приказано кроз K_v)
- Губици времена у раду машина

Поузданост рада грађевинских машина

Наведени губици времена односе се на људски фактор и вишу силу.

Учинак машине и целог система зависи од стања елемената (машина), његовог квалитета, дотрајалости и начина одржавања.

- **Отказ** – промена стања система, неког његовог подсистема или компоненте због кога долази до прекида у функционисању система, подсистема или компоненте.
 - **Потпун** – радна способност система пада на нулу
 - **Делимичан** – радна способност система је испод захтеваног квалитета функционисања

Поузданост рада грађевинских машина

Узроци отказа:

- **СИСТЕМСКИ** – грешке израде, монтаже или поставке система (**Период „дечијих болести“**)
- **СЛУЧАЈНИ** – нестабилност конструкцијских и технолошких параметара и нестабилност услова околине
- **МОНОТОНО ДЕЈСТВУЈУЋИ** – процеси хабања, измене својства материјала и појаве „нерегулисаности“ система

Поузданост рада грађевинских машина

Откази - према карактеру измена параметара система

- **Изненадни** (ломови, концентрисано хабање, прегоривање...)
- **Постепени** (хабање, старење, корозија, слабљење веза...)

Према тренутку настанка, откази се деле на:

- **Независни** (независно да ли је систем у оперативном стању)
- **Зависни** (само у оперативном стању)

Активности на спречавању отказа:

- **одржавање** (мере на спречавању отказа)
- **оправка** (мере на повратак у оперативно стање)

Поузданост рада грађевинских машина

Готовост

$$0 \leq G(t) \leq 1$$

- вероватноћа да ће систем успешно **ступити у дејство** у посматраном периоду времена и у датом окружењу

Поузданост

$$0 \leq R(t) \leq 1$$

- вероватноћа да ће систем **обављати функцију** у посматраном периоду времена и у датом окружењу

Функционална подобност

$$0 \leq F_P(t) \leq 1$$

- способност система за успешно **прилагођавање условима окружења** пројектованом времену његовог рада.

Ефективност

$$E(t) = R(t) * G(t) * F_P(t), 0 \leq E(t) \leq 1$$

- вероватноћа да ће систем успешно ступити у дејство и вршити своју функцију у пројектованом времену рада и датим условима окружења

Поузданост рада грађевинских машина

Чему служи ова теорија?

- Процена поузданости елемената
- Процена поузданости система
- Процена учинака
- Процена потребног броја машина
- Планирање одржавања
- Планирање набавке резервних делова
- Планирање резервних машина (топла и хладна резерва)

Поузданост рада грађевинских машина

Шта утиче на поузданост машине?

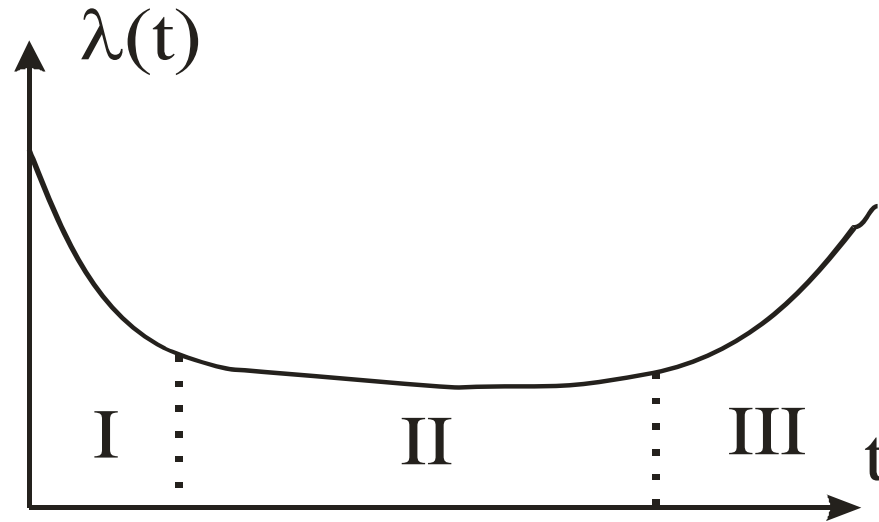
- Конструкција машине
- Квалитет израде
- Квалитет материјала
- Услови рада
- Руковање
- Одржавање

ОДРЖАВАНЕ КОМПОНЕНТЕ (након отказа се поправљају и враћају у оперативно стање)

НЕОДРЖАВАНЕ КОМПОНЕНТЕ (након отказа се замењују новим)

Поузданост рада грађевинских машина

РЕАЛНО ПОНАШАЊЕ ОТКАЗА:



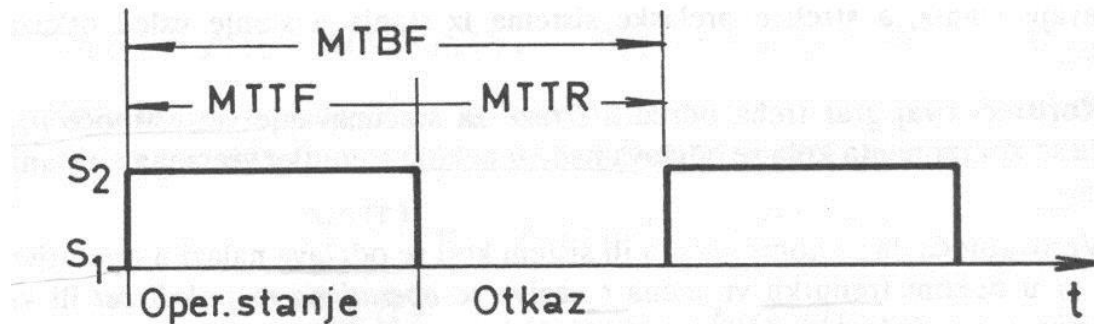
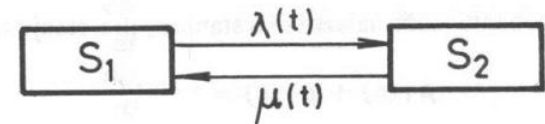
- I - период раних отказа (дечје болести)
- II - период нормалног рада (steady state)
- III - период дотрајалости

Поузданост рада грађевинских машина

Поузданост компоненте са два могућа стања:

S_1 – компонента је исправна

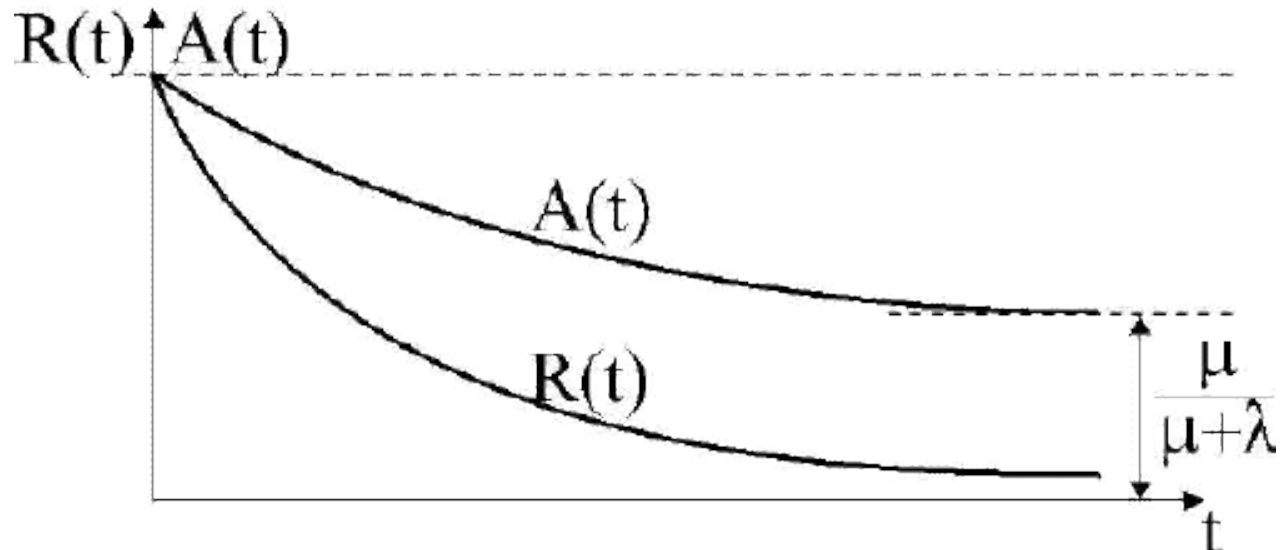
S_2 – компонента је неисправна



- **Поузданост** се односи на неодржаване компоненте
- **Расположивост** се односи на одржаване компоненте и системе

Поузданост рада грађевинских машина

Разлика између ПОУЗДАНОСТИ $R(t)$ и
РАСПОЛОЖИВОСТИ $A(t)$:

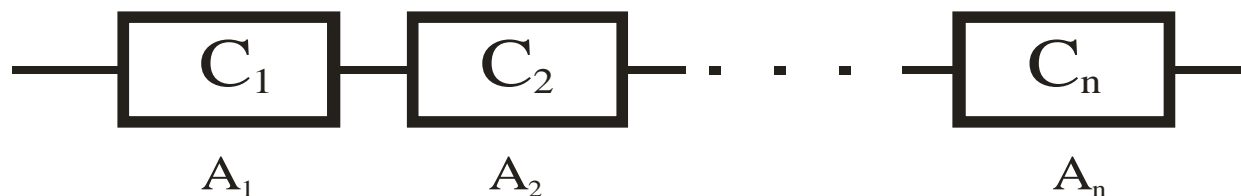


РАСПОЛОЖИВОСТ СИСТЕМА:

- Систем се састоји од компоненти
- Расположивост система зависи од расположивости компоненти и веза између компоненти
- Практичан учинак система зависи од учинка система без отказа и расположивости

РЕДНА ВЕЗА КОМПОНЕНТИ

- Ако отказ једне компоненте изазива отказ система, у питању је редна веза



- Распоживост система је мања од расположивости најлошије компоненте

$$U_e^* = \min U_{p,i} A^*$$

РЕДНА ВЕЗА КОМПОНЕНТИ

Независни откази:

- Ако су откази независни (на пример за земљане радове), расположивост система је:

$$A_s = \prod_{i=1}^n A_i$$

Зависни откази:

- Ако су откази зависни (на пример за бетонске радове), расположивост система је:

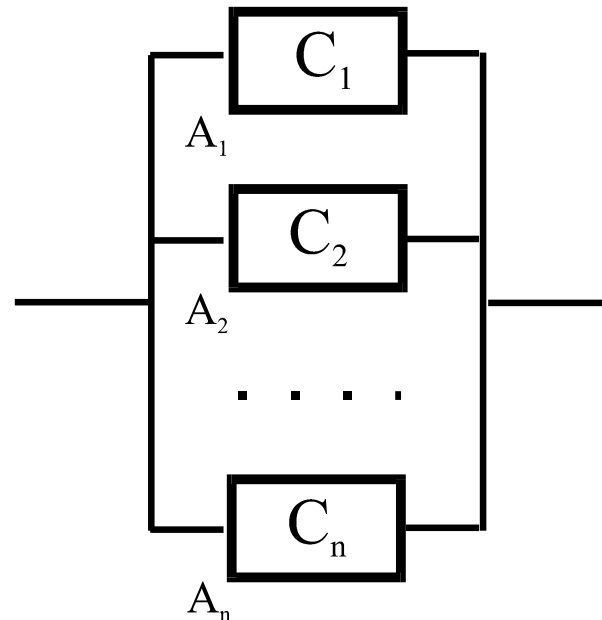
$$A_s = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{A_i} - 1 \right)}$$

Учинак у оба случаја је:

$$U_S = A_S \cdot \min U_{P,i}$$

ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА КОМПОНЕНТИ

- Ако тек отказ више компоненти изазива отказ система, у питању је паралелна веза



- Распоживост система је ВЕЋА од расположивости најбоље компоненте

ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА КОМПОНЕНТИ

- Конвенционална паралелна веза
- Ако тек откази свих компоненти изазивају отказ система имамо конвенционалну паралелну везу

$$A_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - A_i)$$

$$U_s^* = \sum_{i=1}^n U_{P,i} A_i^*$$

Звездица означава рад у стабилном стању

ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА КОМПОНЕНАТА

- Паралелна веза са топлом резервом k од n (k/n)

Ако тек отказ k од укупно n компоненти, које су стално у функцији, изазива отказ система имамо **паралелну везу са топлом резервом**.

$$A_s = \sum_{i=k}^n \binom{n}{i} A_0^i (1 - A_0)^{n-i}$$

$$U_e = \sum_{i=k}^n i \binom{n}{i} A_0^i (1 - A_0)^{n-i} U_{p,c}$$

Претпостављено је да је расположивост свих компоненти иста (A_0)

ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА КОМПОНЕНАТА

Паралелна веза са хладном резервом:

- Ако тек отказ k од укупно n компоненти, **које нису стално у функцији**, изазива отказ система имамо паралелну везу са **хладном резервом**.

$$A_s = A_0^k \sum_{i=0}^{n-k} \frac{[k \ln(A_0)]^i}{i!}$$

- Претпостављено је да је расположивост свих компоненти иста (A_0)

УТИЦАЈ РАСПОЛОЖИВОСТИ НА РАД МАШИНА

- Машине се реално кваре и зато имају учинке мање од оних које смо срачунали
- Треба срачунати стварни практични учинак и са њим проценити стварну цену
- Машине које не раде и даље коштају
- Обично је најбоље додати машине у хладну резерву