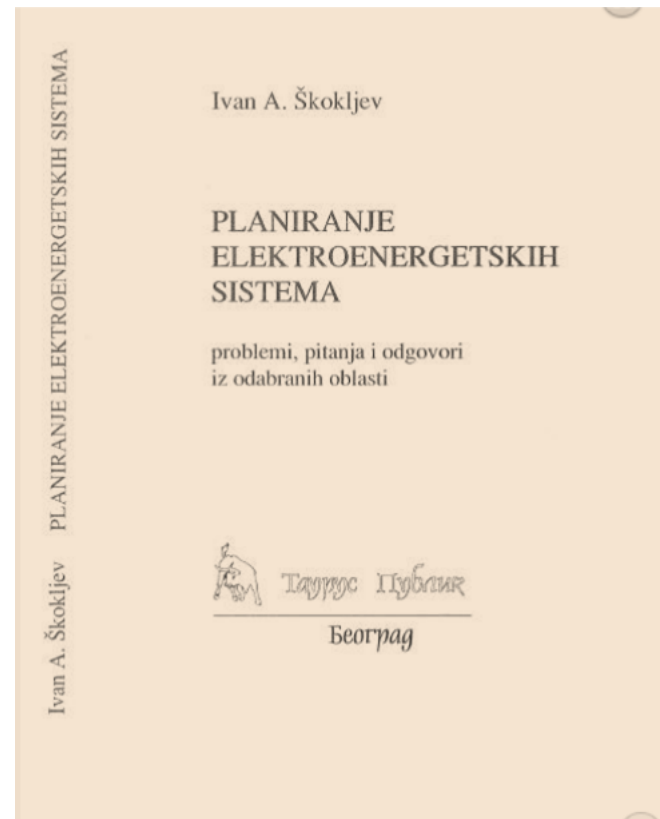
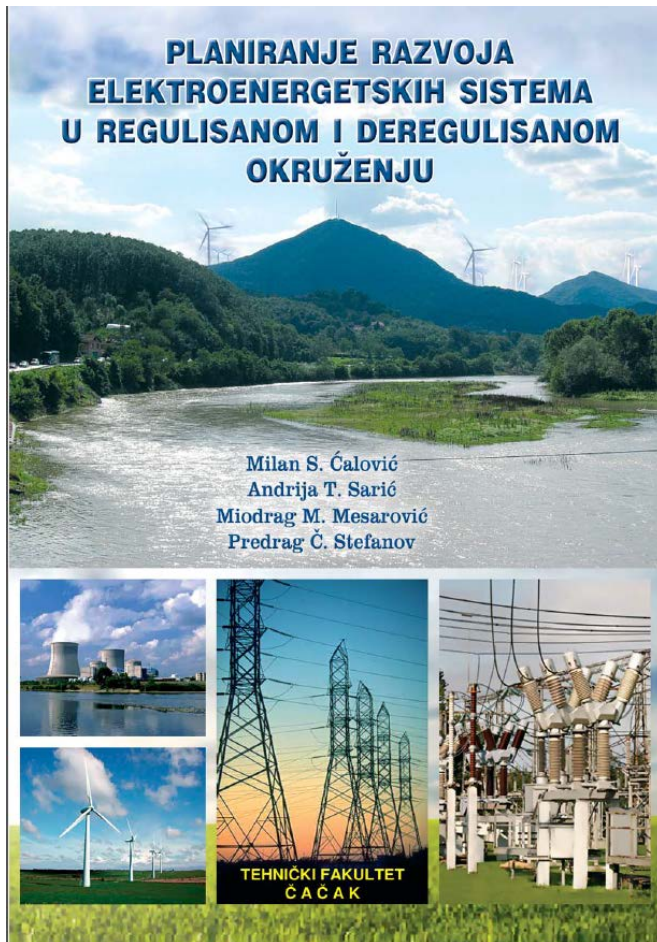


# Planiranje elektroenergetskih sistema

# Literatura:



# 1. Inženjerska ekonomija

# Planiranje razvoja elektroenergetskih sistema i ekonomija

- ❖ Planiranje razvoja elektroenergetskih sistema je oblast u kojoj se tehnika i ekonomija nerazdvojivo prepliću.
- ❖ To je zato što su izgradnja novih objekata i njihova eksploatacija u okviru poslovanja elektroenergetskog sistema povezani troškovima i prihodima.
- ❖ Ekonomske metode se koriste radi:
  - ocene efikasnosti usvojenog kriterijuma ulaganja u nove objekte
  - za procenu ostvarenja dobiti u eksploataciji sistema

# Princip aktualizacije vrednosti kapitala

- ❖ Donošenje odluka koje se odnose na strategiju razvoja EES-a, ili na realizaciju nekog projekta, uvek je suočeno sa potrebom da se ekonomski uporede razne opcije njihovog ostvarenja.
- ❖ U svim proučavanim mogućnostima realizacije nekog projekta treba posebno sabrati sve predviđene (ili ostvarene) troškove i uporediti ih sa prihodima.

## Kako to izvesti?

Realna vrednost novca u raznim periodima vremena tokom životnog veka objekta, u kojima se pojavljuju troškovi i prihodi, nije ista.

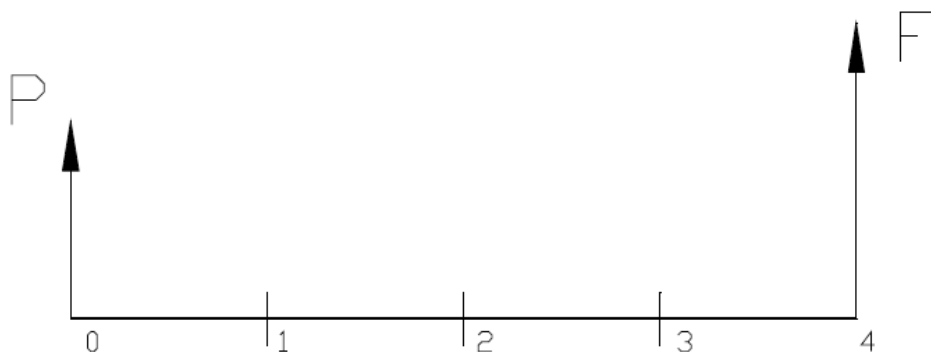
# Princip aktualizacije vrednosti kapitala

- ❖ Troškovi i prihodi koji se pojavljuju u životnom veku trajanja objekta obično su nejednaki i neravnomerno raspoređeni.
  - ❖ Vrednosti nominalno istih novčanih iznosa u različitim vremenima imaju različite realne vrednosti.
  - ❖ Prihodi i rashodi realizovani u različito vreme ne mogu se prosto aritmetički sabrati.
  - ❖ Zbog toga se **ne računa sa nominalnim**, već sa **ekvivalentnim vrednostima novca**, "svedenim" na određeni vremenski trenutak.
-

# Princip aktualizacije vrednosti kapitala

- ❖ Vrednosti novčanih jedinica u raznim vremenskim trenucima, moraju se svesti na neku konstantnu vrednost, koja će imati istu kupovnu moć tokom celog perioda koji se razmatra.
- ❖ Taj proces naziva se **aktualizacija (ili diskontovanje)** i on se realizuje svođenjem prihoda i rashoda ostvarenih u različito vreme, preko odgovarajućih težinskih faktora, na zajednički vremenski trenutak (na primer, na sadašnjju, ili neku buduću vrednost posle isteka određenog vremenskog perioda).

## Dijagram novčanog toka



-sadašnja vrednost (P=present=sadašnja)  
ukamaćivanjem će dati  
buduću vrednost (F=future=buduća)

- ❖ **Sadašnja vrednost** je svedena ekvivalentna vrednost svih novčanih transakcija, koje se obavljaju u različito vreme, **na vrednost novca u sadašnjem trenutku** (na početku prve godine posmatranog perioda).
- ❖ **Buduća vrednost** je svedena ekvivalentna vrednost svih novčanih transakcija, koje se obavljaju u različito vreme, **na vrednost novca u nekom određenom trenutku na kraju poslednje godine posmatranog perioda u budućnosti**.



## Oznake:

P – sadašnja ekvivalentna vrednost novčanog toka (prihoda i rashoda);

F – buduća ekvivalentna vrednost novčanog toka;

R – uniformni niz novčanog toka (na primer otplate duga u jednakim vremenskim intervalima; ako je taj interval godina, godišnja rata  $R^g$  naziva se "anuitet");

n – broj intervala (godina) unutar perioda koji se razmatra u ekonomskom računu;

i – stopa aktualizacije u [r.j./god] (ista oznaka koristi se i za kamatnu stopu);

a – stopa inflacije u [r.j./god];

### **(x | y , i , n)**

- faktor svođenja velične 'y' na veličinu 'x' pri aktualizacionoj stopi 'i' u [r.j./god], za period aktualizacije od 'n' jednakih vremenskih intervala (godina).  
x i y mogu biti jednaki sa P, F, R,  $R^g$

# JEDNOKRATNI KAMATNI FAKTORI

## Prost kamatni faktor

- ❖ Prosta kamatna stopa je nadoknada usluge na pozajmljeni novac koja se obračunava kao neki procenat samo od pozajmljene glavnice.
- ❖ Ako je  $P$  pozajmljena količina novca u nekoj (uslovno) nultoj godini, sa kamatom  $i$  u [r.j./god], vrednost pozajmljenog novca posle  $n$  godina je:

$$F = P + niP = P \cdot (1 + ni) = P \cdot (\text{SIP}) \quad (1)$$

$$(\text{SIP}) = 1 + ni, \quad (2)$$

gde je (SIP) prost kamatni faktor ("Simple Interest Factor")

## Složeni kamatni faktor

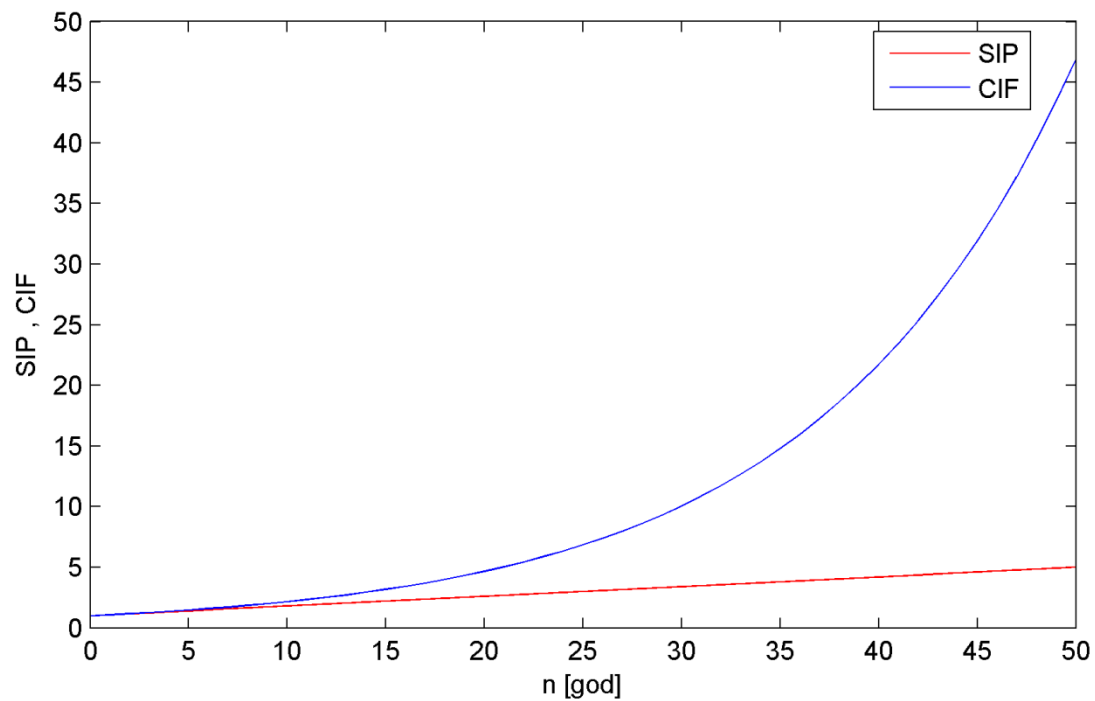
- ❖ Složena kamatna stopa je procenat nadoknade, koja se obračunava ne samo na pozamljenu glavnicu, već i na neisplaćenu, prethodno akumulisanu kamatu.
- ❖ Ako je  $P$  pozajmljena suma novca u nekoj (uslovno) nultoj godini, a godišnja kamatna stopa 'i', suma novca  $F$  koja će se nakupiti posle 'n' godina usled porasta vrednosti početnog kapitala  $P$ , računata preko formule složene kamate je:

$$F = P \cdot (1 + i)^n = P \cdot (\text{CIF}), \quad (3)$$

$$\left( \frac{F}{P}, i, n \right) = (\text{CIF}) = (1 + i)^n \quad (4)$$

gde je (CIF) složeni kamatni faktor ("Compound Interest Factor").

# Prost kamatni faktor i složeni kamatni faktor



$$(SIP) = 1 + ni$$

$$(CIF) = (1 + i)^n$$

## Faktor svođenja na sadašnju vrednost

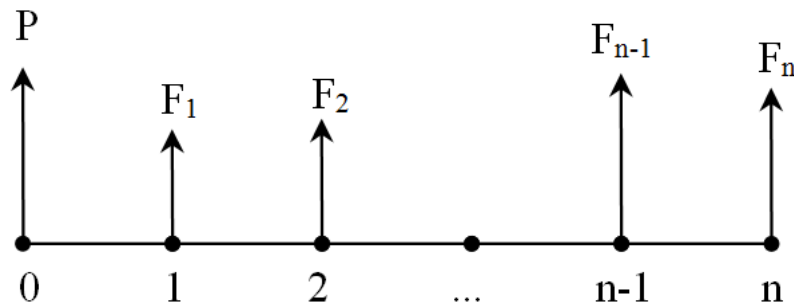
- ❖ Recipročna vrednost složenog kamatnog faktora u ekonomskim analizama koristi se za svođenje neke buduće vrednosti kapitala (F) posle 'n' godina na sadašnju vrednost (P), preko formule:

$$P = F \cdot (1 + i)^{-n} = F \cdot (\text{PVF}) = \frac{F}{(\text{CIF})}; \quad (5)$$

$$\left(\frac{P}{F}, i, n\right) = (\text{PVF}) = \frac{1}{(\text{CIF})} = \frac{1}{(1 + i)^n} \quad (6)$$

gde je (PVF) faktor svođenja na sadašnju (ili aktualizovanu) vrednost ("Present Value Factor").

## Faktor svođenja na sadašnju vrednost



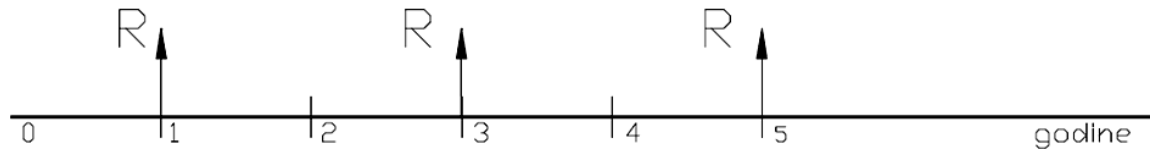
$$(i_1 \neq i_2 \neq \dots \neq i_k \neq \dots \neq i_n)$$

- ❖ Ukoliko se na sadašnju vrednost svodi **više budućih godišnjih priliva kapitala  $F_k$**  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ), sa različitim godišnjim stopama aktualizacije ( $i_k$ ), tada je se (P) dobija kao:

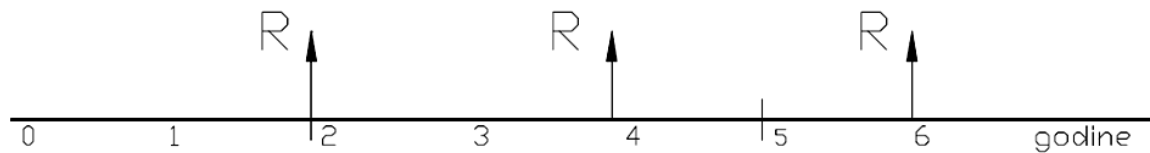
$$P = \sum_{k=1}^n \frac{F_k^g}{(1 + i_k)^k} \quad (7)$$

## Primer

Na slikama 1 i 2 prikazana su dva dijagrama novčanih tokova za dva “projekta”. Oba predstavljaju isplatu ličnog dohotka. Izračunati sadašnju vrednost obe isplate, ako je  $i=10\%$ ,  $R=1000$  NJ.



Slika 1.



Slika 2

## Rešenje:

Za “projekat” sa slike 1, sadašnja vrednost svih primanja iznosi:

$$P = \frac{R}{(1+i)} + \frac{R}{(1+i)^3} + \frac{R}{(1+i)^5}$$

$$P = 1000\left(\frac{1}{1,1} + \frac{1}{1,1^3} + \frac{1}{1,1^5}\right)$$

$$P = 2281,33 \text{ NJ}$$

Za “projekat” sa slike 2, sadašnja vrednost svih primanja iznosi:

$$P = \frac{R}{(1+i)^2} + \frac{R}{(1+i)^4} + \frac{R}{(1+i)^6}$$

$$P = 1000\left(\frac{1}{1,1^2} + \frac{1}{1,1^4} + \frac{1}{1,1^6}\right)$$

$$P = 2073,93 \text{ NJ}$$



Trošak propuštene prilike ako se pristane na šemu primanja novca sa slike 2 (jedna godina odgađanja), danas iznosi:

$$\Delta P = 207,4 \text{ NJ}$$

## Šta je trošak propuštene prilike?

Stavljanje novca u banku je istovremeno i “poslovni poduhvat” za vlasnika tih para, koji bi inače novac mogao da investira i u neki drugi posao. To je već stvar vlasnikove sopstvene procene odnosa koji čine dobitak i rizik u vezi sa tim poslom.

Vlasnik kapitala koristi priliku da taj kapital uveća, stavljajući ga, na primer, u banku. Uzdržavanje od te prilike i čuvanje novca kod kuće, direktan je godišnji gubitak u visini kamate na kapital i nosi naziv trošak (propuštene) prilike.

# KAMATNI FAKTORI U UNIFORMNOM NIZU

## Faktor svođenja uniformnog niza otplata na sadašnju ili buduću vrednost

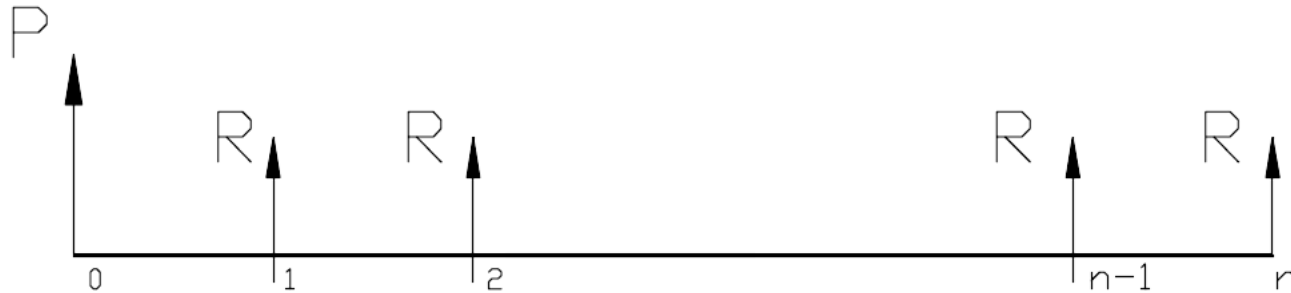
U ekonomskim analizama često se pojavljuju uniformni nizovi (obično) godišnjih uplata ili isplata (anuiteti), koji se protežu od određenog (sadašnjeg) trenutka, tokom 'n' budućih godina.



*Dijagram novčanog toka*

# KAMATNI FAKTORI U UNIFORMNOM NIZU

## Faktor svođenja uniformnog niza otplata na sadašnju ili buduću vrednost



*Dijagram novčanog toka*

- Obično se uzima se da su rate (otplate) jednake i pripisane kraju godine.
- Svođenje se vrši na početak prve godine (na ‘nulu’)
- Treba smatrati da (P) zamenjuje čitav niz od n godišnjih rata.

# KAMATNI FAKTORI U UNIFORMNOM NIZU

## Faktor svođenja uniformnog niza otplata na sadašnju vrednost

- ❖ Sadašnja vrednost uniformnog godišnjeg niza plaćanja izvodi se polazeći od proračuna sadašnje vrednosti svake od godišnjih uplata/isplata ( $R^g$ ) (svođenjem na početni vremenski trenutak):

$$P = \frac{R^g}{1+i} + \frac{R^g}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R^g}{(1+i)^n} \quad (8)$$

# KAMATNI FAKTORI U UNIFORMNOM NIZU

## Faktor svođenja uniformnog niza otplata na sadašnju vrednost

$$P = \frac{R^g}{1+i} + \frac{R^g}{(1+i)^2} + \dots + \frac{R^g}{(1+i)^n} \quad (8)$$

Nakon sređivanja relacije (8) dobija se:

$$P = R^g \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = R^g \cdot (\text{PWF}) \quad (9)$$

$$\left( P/R^g, i, n \right) = (\text{PWF}) = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (10)$$

gde je (PWF) faktor svođenja uniformnog niza jednakih godišnjih uplata/isplata ( $R^g$ ) na sadašnju vrednost (P) ("Present Worth Factor")

## Faktor povraćaja kapitala

❖ Iz formule (9) može se naći i izraz za veličinu **uniformne rate otplate** nekog duga (P) sa godišnjom stopom aktualizacije 'i', u 'n' jednakih godišnjih iznosa:

$$R^g = P \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (11.a)$$

$$R^g = P \cdot (\text{CRF}) \quad (11.b)$$

$$\left( R^g / P, i, n \right) = (\text{CRF}) = \frac{1}{(\text{PWF})} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (12)$$

## Faktor povraćaja kapitala

$$\left( R^g/P, i, n \right) = (\text{CRF}) = \frac{1}{(\text{PWF})} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (12)$$

gde su:  $R^g$  - godišnja rata otplate (pošto se radi o godišnjim ratama, na kraju godine  $1, 2, \dots, n$ ),

$P$  - sadašnja vrednost,

**(CRF) - Faktor povraćaja kapitala ("Capital Recovery Factor ")**

- Veličina faktora povraćaja kapitala (CRF) pokazuje koja je sadašnja novčana vrednost jednakih regularnih otplata, sa kojima se vraća neki zajam uzet u sadašnjem trenutku.

## ❖ Izravната vrednost godišnjih otplata

[(LAC) - "Levelized Annual Cost" ]

dobija se kada se u relaciju (11):  $R^g = P \cdot (CRF)$

zameni relacija za sadašnju vrednost (P) za više budućih godišnjih priliva kapitala  $F_k$  :

$$P = \sum_{k=1}^n \frac{F_k^g}{(1+i)^k}$$

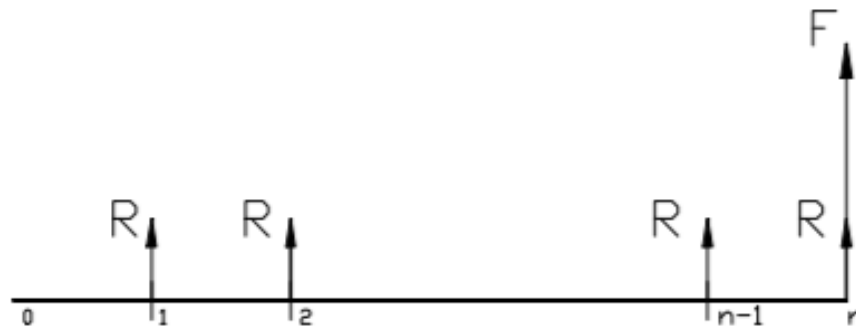
- Izravната vrednost godišnjih otplata (LAC):

$$R_L^g = (LAC) = \sum_{k=1}^n F_k^g (1+i)^{-k} \cdot (CRF) \quad (13)$$



# Faktor ukupne buduće kumulativne vrednosti uniformnog niza otplata

- ❖ Ovaj faktor omogućava određivanje ukupne buduće vrednosti uniformnog niza otplata.
- ❖ Na osnovu njega izračunava se buduća kumulativna (zbirno nakupljena) vrednost posle 'n' godina nekog ulaganja (ili otplate), koje se vrše u jednakim godišnjim ratama ( $R^g$ ), ako je godišnja kamatna stopa (ili stopa aktualizacije) 'i' u [r.j./god].



## Faktor ukupne buduće kumulativne vrednosti uniformnog niza otplata

$$F = P \cdot (\text{CIF}) = R^g \cdot (\text{CIF}) \cdot (\text{PWF}) = R^g \cdot (\text{CAF}) \quad (14)$$

gde je (CAF) faktor buduće kumulativne vrednosti uniformnog niza godišnjih uplata (otplata) ("Compound Amount Factor")

$$\left( F/R^g, i, n \right) = (\text{CAF}) = (\text{CIF}) \cdot (\text{PWF}) \quad (15.a)$$

$$(\text{CAF}) = (1+i)^n \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (15.b)$$

## Faktor vrednosti anuiteta koji daje ukupni budući novčani ekvivalent

Ovaj faktor služi za proračun vrednosti anuiteta, koji će rezultovati u neki ukupni novčani ekvivalent posle 'n' godina, sa godišnjom stopom aktualizacije 'i':

$$R^g = F \cdot \frac{1}{(\text{CAF})} = F \cdot (\text{SFF}) \quad (16)$$

gde je (SFF) faktor akumulacije uniformnog niza (faktor nakupljanja) [(SFF) - "Sinking Fund Factor"] definisan izrazom (17).

$$\left( R^g / F, i, n \right) = (\text{SFF}) = \frac{1}{(\text{CAF})} = \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (17)$$

❖ Faktor povraćaja kapitala (CRF) i faktor akumulacije uniformnog niza (SFF) su međusobno povezani preko relacije:

$$(\text{CRF}) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = i + \frac{i}{(1+i)^n - 1} = i + (\text{SFF}). \quad (18)$$

- Faktor povraćaja kapitala (CRF) sastoji se iz dva dela:
  1. interes (ili kamata) na pozajmljenu glavnicu  $i$
  2. faktora akumulacije.

## Primena principa aktualizacije

- ❖ Prethodne relacije koriste se u cilju svođenja (aktualizacije) novčanih vrednosti iz raznih vremenskih perioda na neku konstantnu vrednost.
- ❖ One se široko primenjuju u ekonomskim analizama razmatranih opcija pri planiranju razvoja elektroenergetskih sistema.
- ❖ Analiza se zasniva na poređenju različitih planova razvoja, čije su dinamike ulaganja i nominalne vrednosti troškova i prihoda u pojedinim godinama različite.
- ❖ Aktualizacija svih tih troškova i prihoda, i njihovo svođenje na sadašnju (ili neku drugu) ekvivalentnu vrednost, omogućava **ekonomsko upoređenje različitih opcija planova razvoja**.

- U prethodnom razmatranju 'i' je stopa aktualizacije (diskontna stopa) . U izvedenim formulama 'i' igra istu ulogu kao i kamatna stopa, ali ne vrši istu funkciju.

**Kamatna stopa** uvek je okrenuta prema budućnosti i predstavlja instrument uvećanja kapitala sa vremenom. Ona daje meru godišnjeg prihoda (ili rashoda), koji se ima na pozajmljeni kapital.

**Stopa aktualizacije** ne učestvuje u stvaranju nove vrednosti, već se samo koristi za vrednovanje budućih efekata pri donošenju odluka u cilju realizacije investicionih ulaganja, a nikad u svrhe finansijskih transakcija.

- ❖ Pošto se pojam stope aktualizacije koristi radi vrednovanja kapitala u budućnosti, uvek se kao problem postavlja pitanje njenog ispravnog određivanja.
  
  - ❖ U tu svrhu najčešće se koriste:
    - podaci o očekivanoj profitnoj stopi kapitala uloženog u investicije ili
    - državni propisi o prinosu na kapital.
  
  - ❖ Uobičajene vrednosti stope aktualizacije 7-12% godišnje.
-

# Inflacija, eskalacija i uniformni godišnji ekvivalent inflacionog niza

**Inflacija** je pojam koji se odnosi na porast cena (ili troškova), koji su prouzrokovani smanjenjem realne vrednosti određene novčane jedinice.

**Eskalacija** se takođe odnosi na porast cena i troškova, gde se pravi razlika između realne eskalacije i prividne eskalacije.

**Realna eskalacija** je nezavisna od inflacije i u sebe uključuje različite faktore, koji nisu posledica inflacije, već preslikava porast cena i troškova iznad onih uračunatih u stopu inflacije.

**Prividna eskalacija** preslikava zbirni porast cena i troškova usled inflacije i realne eskalacije.



- ❖ U mnogim ekonomskim problemima planiranja razvoja EES-a mogu postojati **nizovi plaćanja koji rastu u proporciji sa stopom inflacije** i oni se nazivaju **uniformni godišnji inflacioni nizovi**.
- ❖ Inflacioni niz sa konstantnom stopom inflacije 'a' (u [r.j./god]) u 'n' godina ima oblik:

$$A \cdot [1, (1+a), (1+a)^2, \dots, (1+a)^{n-1}] \quad (19)$$

- ❖ Sadašnja ekvivalentna vrednost (P) inflacionog niza, pri konstantnoj godišnjoj stopi inflacije 'a' i kamatnoj (aktualizacionoj) stopi 'i' (u [r.j./god]) je:

$$P = A \cdot \left[ \frac{1}{1+i} + \frac{1+a}{(1+i)^2} + \frac{(1+a)^2}{(1+i)^3} + \dots + \frac{(1+a)^{n-1}}{(1+i)^n} \right] \quad (20)$$

Nakon sređivanja relacije (20) dobija se relacija za:

**Sadašnja ekvivalentna vrednost (P) inflacionog niza:**

$$P = A \cdot \frac{1 - \left(\frac{1+a}{1+i}\right)^n}{i-a} \quad (21)$$

**Uniformni izravnati godišnji ekvivalent inflacionog niza ( $A_L$ )**, koji se sračunava kao proizvod sadašnje ekvivalentne vrednosti (21) i faktora povraćaja kapitala (12) je:

$$A_L = P \cdot (\text{CRF}) = A \cdot \frac{1 - \left(\frac{1+a}{1+i}\right)^n}{i-a} \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (22)$$

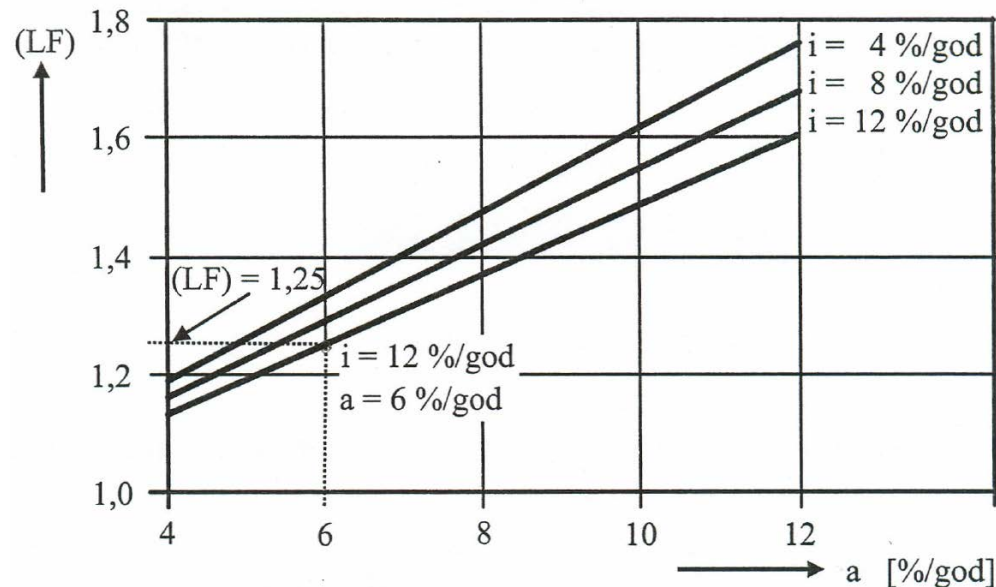
❖ Uniformni izravnati godišnji ekvivalent ( $A_L$ ) inflacionog niza predstavlja onu uniformnu vrednost, koja ima istu sadašnju ekvivalentnu vrednost kao originalni niz.

❖ Faktor izravnanja (ili faktor nivelisanja) inflacionog niza (LF) ("Levelizing Factor") onda se definiše kao:

$$(\text{LF}) = \frac{A_L}{A} = \frac{1 - \left(\frac{1+a}{1+i}\right)^n}{i-a} \cdot (\text{CRF}) = \frac{(1+i)^n - (1+a)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot \frac{i}{i-a} \quad (23)$$

❖ Faktor izravnjanja (LF) omogućava da se efekat uniformne inflacije u nizu godina 'n' izrazi preko samo jednog broja.

*Dijagram faktora izravnjanja (LF) u funkciji od stope inflacije 'a' za desetogodišnji period razmatranja, pri raznim vrednostima stope aktualizacije 'i'*



*Tab 1. Rekapitulacija formula za proračun kamatnih faktora*

| Naziv  | Faktor<br>Oznaka            | Poznata<br>veličina | Traži se<br>veličina | Formula za<br>proračun faktora                               |
|--|-----------------------------|---------------------|----------------------|--|
| Složeni kamatni faktor   | (CIF)                       | P                   | F                    | $(1+i)^n$  |
| Faktor svođenja na sadašnju vrednost   | $(PVF) = \frac{1}{(CIF)}$   | F                   | P                    | $(1+i)^{-n}$   |
| Faktor svođenja uniformnog niza godišnjih otplata na sadašnju ili buduću vrednost                  | (PWF)                       | $R^g$               | P                    | $\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$                               |
| Faktor povraćaja kapitala  | $(CRF) = \frac{1}{(PWF)}$   | P                   | $R^g$                | $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$                               |
| Faktor ukupne buduće vrednosti uniformnog niza godišnjih otplata                                   | $(CAF) = (CIF) \cdot (PWF)$ | $R^g$               | F                    | $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$                                      |
| Faktor vrednosti uniformnog niza anuiteta koji će dati određeni ukupni budućući novčani ekvivalent | $(SFF) = \frac{1}{(CAF)}$   | F                   | $R^g$                | $\frac{i}{(1+i)^n - 1}$                                      |
| Faktor izravnjanja inflacionog niza na uniformni godišnji ekvivalent                               | (LF)                        | A                   | $A_L$                | $(CRF) \cdot \frac{1 - \left(\frac{1+a}{1+i}\right)^n}{i-a}$ |

# Amortizacija i ostatak vrednosti

- ❖ **Amortizacija** je pojam vezan za umanjenje vrednosti, odnosno za otpisivanje vrednosti opreme i objekata usled istrošenosti i/ili starenja.
- ❖ **Amortizacija** se svodi na posebnu knjigovodstvenu proceduru, gde se postepeno vrši otpisivanje vrednosti uložene u izgradnju objekta.
- ❖ Taj otpis vrednosti raspodeljuje se na celokupni očekivani životni vek objekta (15-40 godina, kada su u pitanju elektroprivredni objekti), time se njegova vrednost na odgovarajući način smanjuje sa vremenom.

- ❖ Postoji nekoliko knjigovodstvenih šema po kojima se računa amortizacija.
    - Najjednostavnija je "**pravolinijska**" šema amortizacija se ravnomerno raspodeljuje po svim godinama životnog veka objekta.
    - Postoje i razne "**ubrzane**" šeme koje daju veću stopu amortizacije u prvim godinama, a manju u kasnijem dobu životnog veka objekta.
  - ❖ Način proračuna amortizacije posebno je važan, jer **otpisani deo neke investicije ne podleže** porezima, doprinosima, taksama i ostalim administrativnim izdacima, koji se plaćaju na imovinu.
-

# PRAVOLINIJSKA ŠEMA PRORAČUNA AMORTIZACIJE

❖ Proračun amortizacije prema pravolinijskoj (UNIF - "Uniform") - šemi bazira se na principu da je **kumulativni otpis vrednosti nekog kapitalnog dobra proporcionalan sa njegovom starošću**, pri čemu je **stopa amortizacije ista** u svim godinama očekivanog životnog veka  $k = 1, 2, \dots, l$

$$[p_a^g(\text{UNIF})]_k = \frac{1}{\ell} \quad [\text{r.j./god}]; \quad k = 1, 2, \dots, \ell, \quad (24)$$

gde je  $l$  očekivani životni vek objekta u [god], tako da je:

$$\sum_{k=1}^{\ell} [p_a^g(\text{UNIF})]_k = 1,00 \quad (25)$$



❖ **Godišnji iznos ove uniformne amortizacije ( $Q^g$ )** onda je isti za sve godine očekivanog životnog veka:

$$[Q^g(\text{UNIF})]_k = [p_a^g(\text{UNIF})]_k (V_0 - V_\ell^{\text{ost}}) = \frac{V_0 - V_\ell^{\text{ost}}}{\ell} \quad [\text{NJ/god}]; \quad k = 1, 2, \dots, \ell, \quad (26)$$

gde su:

$k=1, 2, \dots, \ell$  - indeks godine u amortizacionom (očekivanom životnom) veku objekta;

$V_0$  - osnovna vrednost objekta u [NJ];

$V_\ell^{\text{ost}}$  - procenjeni ostatak vrednosti na kraju očekivanog životnog veka objekta  $\ell$  ("staro gvožđe") u [NJ].

❖ **Kumulativna amortizacija** do godine

$k = 1, 2, \dots, \ell$  onda je:

$$Q_k^{\text{kum}} = \frac{k}{\ell} (V_0 - V_\ell^{\text{ost}}) \quad [\text{NJ}]. \quad (27)$$

- ❖ **Osnovna vrednost** je nabavna (prvobitna) vrednost nekog dobra (eventualno uz dodatne troškove za stavljanje u pogon), na kojoj se bazira procedura obračuna amortizacije.
  - ❖ **Ostatak vrednosti** je tržišna vrednost nekog dobra posle njegove kompletne amortizacije.
  - ❖ **Životni vek** je vremenski period fizičkog trajanja nekog tehničkog uređaja ili objekta.
-

# UBRZANE ŠEME PRORAČUNA AMORTIZACIJE

- ❖ Dve poznate ubrzane šeme proračuna amortizacije su:
  - (SYD) ("Sum of Year Digits") i
  - (ACRS) ("Accelerated Cost Recovery System").
  
- ❖ Obe polaze od principa da je **stopa amortizacije veća u prvim godinama životnog veka objekta** i da se postepeno smanjuje sa njegovim starenjem.

# UBRZANA (SYD) ŠEMA

❖ Prema ubrzanoj (SYD)-šemi, stopa amortizacije računa se shodno formuli:

$$[p_a^g(\text{SYD})]_k = 2 \frac{\ell - k + 1}{\ell(\ell + 1)} \quad [\text{r.j./god}]; \quad k = 1, 2, \dots, \ell, \quad (28)$$

pri čemu je:

$$\sum_{k=1}^{\ell} [p_a^g(\text{SYD})]_k = 1,00 \quad (29)$$

gde su:

$k$  protekli, a  $(\ell - k)$  preostali životni vek objekta,

dok je  $\frac{\ell(\ell + 1)}{2}$  zbir svih indeksa niza godina (počinjući niz od **1** i završavajući ga sa  $\ell$ ).

Godišnji iznos amortizacije po (SYD) ubrzanoj šemi je:

$$[Q^g(\text{SYD})]_k = [p_a^g(\text{SYD})]_k \cdot (V_0 - V_\ell^{\text{ost}}) = 2 \frac{\ell - k + 1}{\ell(\ell + 1)} (V_0 - V_\ell^{\text{ost}}); \quad k = 1, 2, \dots, \ell \quad (30)$$

# UBRZANA (ACRS) ŠEMA

❖ Ubrzana (ACRS)-šema amortizacije rezultuje u skraćeni rok potpunog povraćaja kapitala uloženog u investicioni objekat po nekom dogovorenom ključu između poverioca i investitora (ili na osnovu državnog propisa), koji obezbeđuje jedinični zbir svih relativnih vrednosti godišnjih amortizacionih stopa tokom očekivanog životnog veka objekta:

$$\sum_{k=1}^{\ell} [p_a^g(\text{ACRS})]_k = 1,00 \quad (31)$$

tako da je godišnji iznos amortizacije :

$$[Q(\text{ACRS})]_k = [p_a^g(\text{ACRS})]_k \cdot (V_0 - V_{\ell}^{\text{ost}}); \quad k = 1, 2, \dots, \ell \quad (32)$$

Tab 2. Primer proračuna amortizacionih stopa za tri razmatrane šeme, za životni vek objekta od  $l = 10$  god

| Godina<br>k | Preostali deo<br>životnog veka<br>( $l - k$ )<br>[god] | Način obračuna amortizacije            |                                       |  |
|-------------|--|--|---------------------------------------|--|
|             |  | $[p_a^g(\text{UNIF})]_k$<br>[r.j./god] | $[p_a^g(\text{SYD})]_k$<br>[r.j./god] | $[p_a^g(\text{ACRS})]_k$<br>[r.j./god] |
| 1           | 10   | 0,10                                   | 0,182                                 | 0,15                                   |
| 2           | 9  | 0,10                                   | 0,164                                 | 0,22                                   |
| 3           | 8  | 0,10                                   | 0,145                                 | 0,21                                   |
| 4           | 7  | 0,10                                   | 0,127                                 | 0,21                                   |
| 5           | 6  | 0,10                                   | 0,109                                 | 0,21                                   |
| 6           | 5  | 0,10                                   | 0,091                                 | 0,00                                   |
| 7           | 4  | 0,10                                   | 0,073                                 | 0,00                                   |
| 8           | 3  | 0,10                                   | 0,055                                 | 0,00                                   |
| 9           | 2  | 0,10                                   | 0,036                                 | 0,00                                   |
| 10          | 1  | 0,10                                   | 0,018                                 | 0,00                                   |

\*\*U (ACRS)-šemi usvojene su stope amortizacije koje obezbeđuju povraćaj kapitala za polovinu životnog veka objekta

# OSTATAK VREDNOSTI

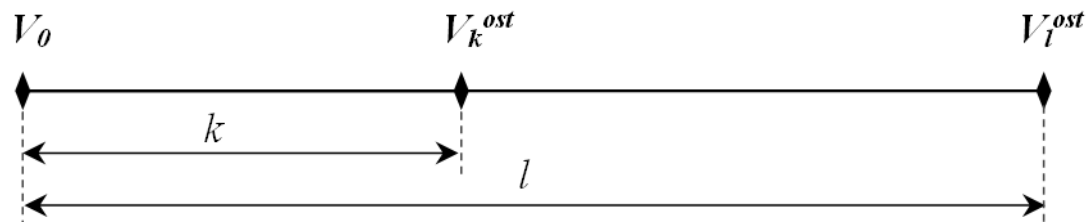
- ❖ Ostatak vrednosti nekog materijala, objekta ili opreme ( $V_k^{\text{ost}}$ ) je njihova **neamortizovana vrednost** na kraju određenog vremenskog perioda  $k = 1, 2, \dots, l$
- ❖ Procena ovih vrednosti vrlo je nesigurna, zbog mnogih neizvesnosti koje se ne mogu predvideti 15-20 godina unapred, kada se planira neka investicija.
- ❖ Kod ove procene obično se polazi od hipoteze da je pogonsko stanje procenjivanog objekta sasvim dobro i da bi se isti mogao normalno koristiti do kraja svog očekivanog životnog veka ( $l$ ), kada se mora izvršiti njegova rekonstrukcija ili zamena.



❖ Za ostatak vrednosti uzima se razlika između aktualizovane početne vrednosti i kumulativnog zbira amortizacija do momenta kada se ostatak vrednosti objekta procenjuje.

❖ Za slučaj pravolinijske (UNIF)- šeme amortizacije, ukupan knjigovodstveni ostatak vrednosti posle  $k < l$  godina onda je:

$$V_k^{ost} = V_l^{ost} + \frac{l-k}{l}(V_0 - V_l^{ost}) = \frac{(l-k)V_0 + kV_l^{ost}}{l}; \quad k = 1, 2, \dots, l$$



# FINANSIJSKA I EKONOMSKA OCENA INVESTICIJA

- ❖ Svako privredno preduzeće koje učestvuje na slobodnom tržištu, teži da maksimizuje svoj profit tokom nekog dužeg vremenskog perioda, uz uvažavanje zakonskih i drugih ograničenja.
  - ❖ U većini slučajeva taj princip poslovanja podstiče konkurenciju i osigurava da potrošači i društvo iz toga ostvare najveću korist, u smislu najnižih cena za propisani nivo kvaliteta proizvoda.
  - ❖ Elektroprivredne organizacije se u ovome razlikuju kada uživaju monopolski položaj na teritorijama koje opslužuju. Obično su tada njihove prodajne cene energije kontrolisane na način da omogućavaju propisano vreme povraćaja uloženog kapitala u investicije i ograničeni profit.
  - ❖ Zbog toga se ciljevi poslovanja i metodi ekonomske evaluacije projekata u monopolskoj elektroprivredi razlikuju od ciljeva poslovanja i metoda finansijske i ekonomske evaluacije projekata ostalih privrednih organizacija, koje posluju u uslovima slobodne konkurencije na tržištu.
-

# FINANSIJSKA I EKONOMSKA OCENA INVESTICIJA

- ❖ Svi investicioni projekti podvrgavaju se finansijskoj i ekonomskoj analizi, čiji je cilj da se dobije odgovor da li se predložena ulaganja i troškovi koji su im pridruženi mogu povratiti preko prihoda (ili ušteda) tokom određenog vremenskog perioda (koji je za elektroprivredne objekte 15-40 godina).
  - ❖ Obe ove analize sprovode se po istoj metodologiji.
  - ❖ U **finansijskoj analizi** razmatra se rentabilnost projekta sa gledišta preduzeća - investitora.
  - ❖ Cilj **ekonomske analize** je utvrđivanje opravdanosti realizacije nekog projekta, sa gledišta globalne ekonomije zemlje.
-

❖ Opcije realizacije investicionih projekata obično se među sobom razlikuju po dinamici utroška sredstava i ostvarenja prihoda. Zbog toga se ne mogu direktno upoređivati.

❖ Zato su u svrhu finansijskog (i ekonomskog) poređenja investicija razvijene posebne metode (koje se u osnovi mogu podeliti na četiri najvažnije grupe):

1. Metode ekvivalentnih vrednosti.
  2. Metode bazirane na brzini isplativosti projekta (metode najkraćeg perioda otplate projekta).
  3. Metode stope povraćaja (ili metode profitne stope).
  4. Metod koristi i troškova.
-

❖ Ove metode pretvaraju sve novčane tokove (prihode i rashode) vezane za neki projekat u ekvivalentne vrednosti vezane za određeni vremenski trenutak, pri čemu se u svrhu referentne aktualizacije kapitala koristi stopa aktualizacije jednaka **minimalno prihvatljivoj stopi povraćaja** [(MARR) - "Minimum Attractive Rate of Return"].

❖ (MARR) se bira tako da se obezbedi povoljno ekonomsko stanje preduzeća - investitora, ili je to propisana stopa aktualizacije (ili kamatna stopa) od strane države.

❖ Pri tome se svođenje novčanih tokova može vršiti na:  
sadašnju vrednost [(PV) - "Present Value"],  
godišnju vrednost [(AV) - "Annual Value"], ili  
buduću vrednost [(FV) - "Future Value"].

❖ Metode su pogodne da se primene na sektore konkurentne privrede, a trenutno samo u ograničenom obimu i na elektroprivredu.

---

# METODE EKVIVALENTNIH VREDNOSTI

## Metod sadašnje ekvivalentne vrednosti

- Metod sadašnje ekvivalentne vrednosti sastoji se u svođenju svih novčanih tokova nekog projekta na sadašnje stanje.
- Ako je sa 'i' označena stopa aktualizacije, budući novčani tokovi u razmatranom vremenskom periodu od 'n' godina, svedeni na sadašnju (diskontovanu) vrednost (PV), kumulativno iznose:

$$(PV) = F_1^g (1+i)^{-1} + F_2^g (1+i)^{-2} + \dots + F_k^g (1+i)^{-k} + \dots + F_n^g (1+i)^{-n} = \sum_{k=1}^n F_k^g (1+i)^{-k} \quad (34)$$

gde je  $F_k^g$  budući godišnji novčani tok u godini  $k = 1, 2, \dots, n$ , predstavljen razlikom između **godišnjih prihoda ( $B_k^g$ )** i **godišnjih troškova ( $C_k^g$ )** [investicionih ( $C_{ik}^g$ ) i eksploatacionih (pogonskih) troškova ( $C_{Exk}^g$ )] u k-toj godini.

❖ Budući godišnji novčani tok u godini  $k$  je:

$$F_k^g = B_k^g - C_k^g = B_k^g - (C_{Ik}^g + C_{Exk}^g); \quad k = 1, 2, \dots, n. \quad (35)$$

❖ Ekonomska dobit očigledno će biti utoliko veća, ukoliko je sadašnja ekvivalentna vrednost veća.

❖ Izraz (34), koji važi za jedinstvenu i konstantnu stopu aktualizacije 'i' za sve godine, može se preurediti i za slučaj različitih stopa za pojedine godine ( $i_k$ ) kada je:

$$(PV) = \sum_{k=1}^n F_k^g (1 + i_k)^{-k} \quad (36)$$

- Ako postoji više (na primer,  $j = 1, 2, \dots, m$ ) međusobno različitih investicionih šema, sa uporedivim uslovima, **kriterijum izbora je**

$$\max_j \{ (PV)_j \} = \max_j \left\{ \sum_{k=1}^n F_k^g (1 + i_k)^{-k} \right\}_j; \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (37)$$

odnosno bira se šema čija je pozitivna sadašnja ekvivalentna vrednost (37) najveća (**svaka šema kod koje je  $(PV)_j > 0$  smatra se ostvarivom**).

❖ Jedna varijanta metode sadašnjih vrednosti odnosi se na beskonačno dug vremenski period.

- Ovaj metod daje pogodnu osnovu za poređenje međusobno različitih opcija, kada se razmatra beskonačni uniformni niz godišnjih plaćanja.



- Aktualizovana vrednost jednog beskonačno dugog niza plaćanja (prihoda i/ili troškova) dobija se preko **faktora sadašnje vrednosti uniformnog niza (PWF)**, tj. svođenjem uniformnog niza plaćanja na sadašnju ekvivalentnu vrednost.
- Ako se pretpostavi da je u svakom intervalu (godini) to plaćanje jednako  $R^g$ , sa godišnjom stopom aktualizacije 'i', može se zaključiti da njegova sadašnja ekvivalentna vrednost teži graničnoj vrednosti:

$$P_{gr} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left\{ R^g \cdot (\text{PWF}) \right\} = \lim_{n \rightarrow \infty} R^g \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = \frac{R^g}{i} \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{1} = \frac{R^g}{i} = (\text{EPV}) \quad (38)$$

gde je (EPV) sadašnja ekvivalentna vrednost niza godišnjih plaćanja ( $R^g$ ) (koji uključuju i prihode i troskove) za beskonačni interval plaćanja ("Equivalent Present Value").

❖ Ona se može koristiti kao zajednički pokazatelj pri poređenju različitih opcija za realizaciju nekog projekta.

❖ **Kriterijum izbora** pri razmatranju više opcija 'j' je:

$$\max\{(\text{EPV})\}_j ; \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

❖ Jednakost sadašnjih vrednosti prihoda i troškova označava donju granicu rentabilnosti ulaganja u neki projekat.

Tada je sadašnja vrednost kumulativne dobiti ( $F_k^g$ ) u celom periodu od 'n' godina:

$$\sum_{k=0}^n \frac{F_k^g}{(1+i)^k} = \sum_{k=0}^n \frac{B_k^g - C_k^g}{(1+i)^k} = 0 \quad (39)$$

$$(B_0^g - C_0^g) + \frac{B_1^g - C_1^g}{1+i} + \frac{B_2^g - C_2^g}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_n^g - C_n^g}{(1+i)^n} = 0 \quad (40)$$

Ako je  $C_0^g = C_I$  vrednost investicije u neki projekat, a  $B_0^g = 0$  (jer nema prihoda u trenutku aktiviranja investicije), tada je:

$$C_I = \frac{B_1^g - C_1^g}{1+i} + \frac{B_2^g - C_2^g}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_n^g - C_n^g}{(1+i)^n} = \sum_{k=1}^n \frac{B_k^g - C_k^g}{(1+i)^k} \quad (41)$$

❖ Gornji izrazi pokazuju da je **donja granica** rentabiliteta neke investicije označena jednakošću ulaganja ( $C_I$ ) i aktualizovane vrednosti zbirne dobiti ( $F_k$ ) u celom n-godišnjem periodu.

- ❖ Sadašnja vrednost data izrazom (39) obuhvata slučaj potpune amortizacije investicije ( $C_I$ ) na kraju perioda od  $n$  godina, bez uvažavanja preostale vrednosti ( $V_n^{\text{ost}}$ ).
- ❖ Kada se u razmatranje uključi i ostatak vrednosti ( $V_n^{\text{ost}}$ ), koji na kraju perioda od  $n$  godina preostane u vidu neamortizovanog dela investicije, izraz (39) se modifikuje i može se napisati u obliku:

$$(\text{PVF}) = \sum_{k=0}^n \frac{B_k^g - C_k^g}{(1+i)^k} + \frac{V_n^{\text{ost}}}{(1+i)^n} = 0 \quad (42)$$

odakle je za  $D = B_k^g - C_k^g = \text{const.}$ ,  $B_0 = 0$  i  $C_0 = C_I$

$$C_I = D \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} + V_n^{\text{ost}} (1+i)^{-n} \quad (43)$$

a minimalna dobit ( $D$ ) za datu stopu aktualizacije ( $i$ ) je

$$D_{\min} = (C_I - V_n^{\text{ost}}) \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} + iV_n^{\text{ost}} \quad (44)$$

❖ Poslednji izraz (44) daje minimalnu vrednost dobiti ( $D_{\min}$ ) za koju je sadašnja vrednost (PVF) jednaka nuli.

❖ Ako se u metodi sadašnje ekvivalentne vrednosti razmatraju samo troškovi (pri jednakim prihodima) kriterijum izbora je:

$$\min\{(\text{PVC})\}_j,$$

gde je (PVC) sadašnja ekvivalentna vrednost troškova ("Present Value Cost").

---

## Metod godišnjih ekvivalentnih vrednosti

- ❖ Ovaj metod bazira se na proračunu **kumulativnih godišnjih ekvivalentnih vrednosti (AV) investicionog projekta**, gde su godišnji prihodi i troškovi dati u formi uniformnog niza godišnjih novčanih tokova (priliv i izdaci), ekvivalentnog originalnim novčanim tokovima u celom periodu analize od  $n$  godina.
- ❖ Kumulativna godišnja ekvivalentna vrednost investicionog projekta izražava se preko jednačina:

$$(AV) = (AVB) - (AVC) - [AV(CR)] \quad (45a)$$

$$(AVB) = (CRF) \sum_{k=1}^n B_k^g \cdot (PVF)_k ; \quad (45b)$$

$$(AVC) = (CRF) \sum_{k=1}^n C_k^g \cdot (PVF)_k = (CRF) \sum_{k=1}^n (C_{Ik}^g + C_{Exk}^g) \cdot (PVF)_k \quad (45c)$$

$$[AV(CR)] = (CRF) \sum_{k=1}^n (CR)_k^g \cdot (PVF)_k \quad (45d)$$

gde su:

$(AVB)$ ,  $(AVC)$ ,  $[AV(CR)]$  - godišnje ekvivalentne vrednosti svih godišnjih prihoda  $(B_k^g)$ , troškova  $(C_k^g)$  i povraćaja kapitala  $[(CR)_k^g]$  u periodu  $k = 1, 2, \dots, n$ , respektivno, dok je

$(CRF) = (R^g | P, i, n)$  faktor povraćaja kapitala, a

$(PVF)_k = (P | F_k^g, i, k)$  faktor svođenja više budućih godišnjih novčanih tokova  $F_k^g$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) na sadašnju vrednost  $P$ .

---

❖ Godišnja ekvivalentna vrednost troškova povraćaja kapitala (CR) je

$$[AV(CR)] = V_0(CRF) - V_n^{ost}(SFF), \quad (45e)$$

gde su:

$V_0$  - osnovna vrednost, a

$V_n^{ost}$  - ostatak vrednosti projekta posle 'n' godina

$(CRF) = (R^g | P, i, n)$  - faktor povraćaja kapitala,

$(SFF) = (R^g | F, i, n)$  - faktor akumulacije uniformnog niza.

Za  $V_n^{ost} = 0$ , formula (45e) svodi se na:

$$[AV(CR)] = V_0(CRF). \quad (45f)$$

- Sve veličine u jedn. (45a, b, c, d) proračunavaju se za istu stopu aktualizacije  $i = (\text{MARR})$ , ili kamatnu stopu propisanu od strane države .
- Projekat je ekonomski atraktivan ako je njegova **kumulativna godišnja ekvivalentna vrednost u periodu analize od n godina  $(AV) > 0$** , a **kriterijum za izbor**, kada je u pitanju više mogućih opcija realizacije projekta  $j = 1, 2, \dots, m$ , je:

$$\max\{(AV)_j\}$$

---



## Izravnata godišnja ekvivalentna vrednost investicionog projekta

- Ovaj metod je istog nivoa složenosti kao i metod sadašnje ekvivalentne vrednosti, jer obuhvata sve godine  $k = 1, 2, \dots, n$  perioda analize.
- Često se posmatra samo jedna godina i za nju se izračunava izravnata (L - "Levelized") godišnja ekvivalentna vrednost investicionog projekta:

$$(LAV) = (LAVB) - (LAVC) - [LAV(CR)] \quad (46)$$

pri čemu je **kriterijum izbora**, kao i u prethodnom slučaju,  
 $\max\{(LAV)_j\}; j = 1, 2, \dots, m$

---

❖ Kada se pretpostavi da su godišnji prihodi ( $B_k^g = 1, 2, \dots, n$ ) za sve opcije  $j = 1, 2, \dots, m$  jednaki, **metod maksimuma izravnatih godišnjih ekvivalentnih vrednosti investicionog projekta** svodi se na **metod minimuma izravnatih godišnjih ekvivalentnih vrednosti troškova** [(LAVC<sub>T</sub>) - "Levelized Annual Value Cost"]

$$(LAVC_T) = (LAVC_I) + (LAVC_{EX}) + [LAV(CR)] \quad (47)$$

$$\min_j \{(LAVC_T)_j\}; \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (48)$$

## Metod buduće ekvivalentne vrednosti

- ❖ Metod buduće ekvivalentne vrednosti sličan je metodi sadašnje ekvivalentne vrednosti.
- ❖ Razlika je u tome što se novčani tokovi pri proračunu ekvivalenata ne svode na sadašnji, već na neki izabrani vremenski trenutak u budućnosti.
- ❖ Buduća ekvivalentna vrednost (FV) proračunava se i poredi sa opcijom najpovoljnije dugoročne oročene štednje novca koji treba da se uloži u projekat, u banci.
- ❖ Ako je razlika između (FV) i ušteđevine (glavnica + kamata) pozitivna, projekat je ekonomski isplativ.
- ❖ Pri razmatranju više opcija ( $j = 1, 2, \dots, m$ ), **kriterijum izbora je:**

$$\max\{(FV)_j - (SV)_j\},$$

gde je  $(SV)_j$  - budući novčani iznos koji bi se dobio pri štednji istih novčanih ulaganja koja su dala buduću ekvivalentnu vrednost  $(FV)_j$  u opciji  $j = 1, 2, \dots, m$ .

---

## Međusobna veza između metoda ekvivalentnih vrednosti

- ❖ Može se očekivati da će **sva tri prethodno razmatrana metoda** za poređenje ekvivalentnih vrednosti, sa istim ulaznim podacima dati **isti rezultat** konačnog izbora opcije za realizaciju razmatranog projekta (ili plana razvoja).
- ❖ Između veličina (PV), (AV) i (FV) za istu vrednost stope aktualizacije 'i' postoje proste međusobne veze:

$$(PV) = (AV) \cdot (PWF) = (FV) \cdot (PVF);$$

$$(AV) = (PV) \cdot (CRF) = (FV) \cdot (SFF); \quad (49)$$

$$(FV) = (PV) \cdot (CIF) = (AV) \cdot (CAF),$$

# METODE NAJKRAĆEG PERIODA OTPLATE PROJEKTA

- ❖ Metode ekonomske ocene investicija preko ekvivalentnih vrednosti zasnivaju se na proceni isplativosti predložene opcije realizacije investicionog projekta, tokom razmatranog vremenskog perioda od 'n' godina.
    - Ali problem izbora realizacije projekta može se posmatrati i sa gledišta brzine sa kojom će se sredstva uložena u investicije povratiti.
  - ❖ Metode najkraćeg vremena povraćaja kapitala uloženog u neki investicioni projekat ("Payback Period" ili "Payout Period" metode) u prvi plan stavljaju vreme povraćaja investicija, odnosno vreme otplate projekta, a ne isplativost.
  - ❖ Vremenski period povraćaja investicija ( $\theta$ ) definiše se kao broj godina za koji se kumulativni prihodi i troškovi izjednačavaju.
  - ❖ Metod zanemaruje raspodelu prihoda i troškova u tom periodu ( $\theta$ ), što je važna osobina drugih metoda.
-

❖ Ako se razmatraju alternative sa različitim investicionim i godišnjim eksploatacionim troškovima, i ako su kod:

**Alternative A** - manji investicioni, a veći eksploatacioni troškovi, a kod

**Alternative B** - veći investicioni, a manji eksploatacioni troškovi,

izbor Alternative B sa većim investicionim troškovima bi se isplatio sa uštedom na eksploatacionim troškovima, za vremenski period od:

$$\theta = \frac{\text{Razlika investicionih troškova [NJ]}}{\text{Ušteta u godišnjim eksploatacionim troškovima [NJ/god]}} \quad (50)$$

❖ Prihvatljive vrednosti ovog vremena povraćaja investicija su 3-5 godina, a projekat je bolje rangiran ukoliko je to vreme kraće.

❖ Ovaj metod najpre se koristio radi utvrđivanja **mere rizika ulaganja** u neki projekat, jer on daje vreme za koje se određena investicija otplaćuje. Pogodan je da se koristi u svrhu **prvog "skrinovanja" rezultata** i eliminacije nekih od opcija pri odabiranju onih koje ulaze u uži izbor.

- Matematički izraženo ovim metodom proračunava se broj godina  $\theta$  zahtevanih da se **suma razlika između vrednosti godišnjih prihoda  $B_k^g$  i troškova  $C_k^g$  u k-toj godini, izjednači sa nulom.**
- Period povraćaja investicije onda je najmanja vrednost broja godina  $\theta$  ( $\theta \leq n$ ) za koju je zadovoljena relacija:

$$\sum_{k=0}^{\theta} (B_k^g - C_k^g) = 0; \quad (51)$$

gde veličine  $B_k^g$  i  $C_k^g$  predstavljaju prihode i troškove u k-toj godini.

- ❖ Pri proračunu ovog perioda povraćaja  $\theta$  ("Payback Period") zanemaruje se vremenska promena vrednosti novca, kao i svi tokovi kapitala posle isteka tog vremenskog perioda  $\theta$ .
  - ❖ Kada je  $\theta = n$  period otplate projekta izjednačuje se sa poslednjom godinom na horizontu planiranja, pa se onda u jednačinu (51) u prihod ( $B_k^g$ ) mora uključiti i ostatak vrednosti.
  - ❖ **Kriterijum za izbor najpovoljnije između više opcija  $j = 1, 2, \dots, m$  je:**  

$$\min\{\theta_j\}; \theta \leq n$$
-

# METODE STOPE POVRAĆAJA (METODE PROFITNE STOPE)

- ❖ Za razliku od metoda ekvivalentnih vrednosti, gde se pretpostavlja da je stopa aktualizacije (ili kamatna stopa)  $i = \text{const.}$  [na primer, jednaka (MARR)],  $i$  gde se mera ekonomičnosti investicija izražava u nekom ekvivalentnom novčanom iznosu, **u metodama stope povraćaja mera ekonomičnosti investicija je ta kamatna stopa, koju treba odrediti.**
  - ❖ Ovde se najčešće koriste metode:
    - interne stope povraćaja [(IRR)- "Internal Rate of Return"] i
    - eksterne stope povraćaja [(ERR) - "External Rate of Return"]
  - ❖ One se po pravilu primenjuju u slučaju ulaganja u preduzeća konkurentske privrede, pa u sadašnjem trenutku nisu karakteristični za ocenu investicija u elektroprivredne objekte.
-



## Metod interne stope povraćaja

- ❖ Metod interne stope povraćaja još se naziva i **metod profitnog indeksa**.
  - ❖ Suština metode je da se traži **stopa aktualizacije koja izjednačava sadašnje ekvivalentne vrednosti novčanih tokova prihoda i rashoda u određenom vremenskom periodu**.
    - Dobijena vrednost stope aktualizacije koja izjednačava prihode i rashode, naziva se **interna stopa povraćaja (IRR)**.
-

- ❖ Koristeći formulaciju svođenja troškova na sadašnju ekvivalentnu vrednost, **vrednost interne stope povraćaja (IRR)** dobija se kao visina stope aktualizacije **i' pri kojoj se** u nekom posmatranom intervalu od 'n' godina **izjednačavaju sadašnje vrednosti zbirnih prihoda i troškova.**

$$\sum_{k=0}^n B_k^g \cdot (P/B_k^g, i', k) = \sum_{k=0}^n C_k^g \cdot (P/C_k^g, i', k) \quad (52)$$

gde su:

$B_k^g$  i  $C_k^g$  ukupni godišnji prihodi i troškovi u godini  $k = 1, 2, \dots, n$ ,  
respektivno, tako da je godišnja dobit  $D_k^g = B_k^g - C_k^g$ .

Oznake  $(P | B_k^g, i', k)$  i  $(P | C_k^g, i', k)$  predstavljaju faktore svođenja budućih respektivnih novčanih vrednosti prihoda ( $B_k^g$ ) i troškova ( $C_k^g$ ) na sadašnju ekvivalentnu vrednost.

❖ Interna stopa povraćaja (IRR) =  $i'$  dobija se kao rešenje  $i = i'$  jednačine:

$$D = \sum_{k=0}^n D_k^g = \sum_{k=0}^n \frac{B_k^g - C_k^g}{(1+i)^k} = 0 \quad (53a)$$

$$(B_0^g - C_0^g) + \frac{B_1^g - C_1^g}{1+i} + \frac{B_2^g - C_2^g}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_n^g - C_n^g}{(1+i)^n} = 0 \quad (53b)$$

❖ Ako su godišnji prihodi ( $B_k^g$ ) i varijabilni troškovi konstantni tokom celog perioda evaluacije projekta, gornja jednačina se uprošćava i svodi na

$$(PWF)_k B_k^g = C_I + (PWF)_k C_{Exk}^{og} \quad (54)$$

gde su  $C_I$  i  $C_{Exk}^{og}$  su godišnji investicioni i konstantni eksploatacioni troškovi u  $k$ -toj godini.

❖ Kada se radi o izboru između više opcija realizacije nekog projekta, najbolja je ona sa najvišom vrednošću interne stope povraćaja (mada se sve opcije sa  $(IRR) > 0$  posmatraju kao isplative).

❖ Veća interna stopa povraćaja daje veći efekat.

❖ **Kriterijum za donošenje investicione odluke**, da je svaki projekat u kojem je:

$$i' = (IRR) \geq (MARR)$$

ekonomski prihvatljiv, a bolje se rangiraju oni sa većom vrednošću  $(IRR)$ , odnosno, kada se u razmatranju za realizaciju nekog projekta razmatra više opcija  $j = 1, 2, \dots, m$ , **kriterijum izbora je:**

$$\max\{ (IRR)_j \},$$

pa će biti izabrana ona opcija koja ima najveću internu stopu povraćaja, pod uslovom da je ona veća od minimalne atraktivne kamatne stope  $(MARR)$ .

# METOD POREĐENJA KORISTI I TROŠKOVA

- ❖ Suština metode poređenja koristi i troškova ("Benefit to Cost (B-C) Method") sastoji se u proračunu:

$$\text{odnosa } \left( \frac{B}{C} \right) = \left( \frac{\text{Korist}}{\text{Troškovi}} \right) \text{ (Benefit - Cost Ratio)}$$

ili razlike  $(B - C)$

posredstvom svođenja novčanih tokova na sadašnju ekvivalentnu vrednost (PV) ili godišnju ekvivalentnu vrednost (AV) (55a i 55b).

$$\left( \frac{B}{C} \right) = \frac{(PVB)}{(PVC)} = \frac{\text{(Sadašnja ekvivalentna korist koja se ima usled analiziranog projekta)}}{\text{(Sadašnji ekvivalentni troškovi koji se imaju usled analiziranog projekta)}} \quad (55a)$$

$$\left( \frac{B^g}{C^g} \right) = \frac{(AVB)}{(AVC)} = \frac{\text{(Godišnja ekvivalentna korist koja se ima usled analiziranog projekta)}}{\text{(Godišnji ekvivalentni troškovi koji se imaju usled analiziranog projekta)}} \quad (55b)$$

❖ Projekat je ekonomski isplativ ako važi:

- za odnos:  $\left(\frac{B}{C}\right) \geq 1$  , odnosno  $\left(\frac{B^g}{C^g}\right) \geq 1$  (56a)

- za razliku:  $(B - C) \geq 0$  , odnosno  $B^g - C^g \geq 0$  (56b)

- Ovo su osnovne metode za ekonomsku ocenu investicija.
  - U praksi se mogu sresti i različite modifikacije proučavanih metoda, izvedenih iz njih.
  - Pri izboru metode koja će se primeniti u ovu svrhu treba težiti da se ona na najbolji način prilagođava stvarnoj situaciji, da je jednostavna, laka za razumevanje i da ne zahteva komplikovane proračune, niti podatke koji su teško dostupni.
-

## METOD MINIMALNIH TROŠKOVA

- ❖ U procesu ekonomske analize projekta često je **teško proračunati prihode**, posebno kada su u pitanju projekti elektroenergetskih objekata (koji ne ostvaruju nikakvu direktnu proizvodnju - vodovi i transformatorske stanice). Tada se polazi od realne pretpostavke da su prihodi u svim razmatranim opcijama isti, pa se **porede samo njihovi troškovi**.
- ❖ Obično se računa sa sadašnjim ekvivalentnim vrednostima (PV), pa se teži **minimizaciji sadašnjih ekvivalentnih vrednosti troškova (PVC) (57)** ili **izravnatih godišnjih ekvivalentnih troškova (58)**.

$$\min_j \{(\text{PVC})_j\} \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (57)$$

$$\min_j \{(\text{LAVC}_T)_j\}; \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (58)$$

---

- Izvesni problemi nastaju u slučaju primene kriterijuma (57) kada očekivani životni vek projekta  $l$ , za koji se porede različite opcije finansiranja  $j = 1, 2, \dots, m$ , nije isti.
- Da bi se proračunate sadašnje ekvivalentne vrednosti troškova za razne opcije međusobno mogle porediti, koristi se **metod najmanjeg zajedničkog sadržioca** (ili najdužeg radnog veka projekta), kao istog fiktivnog životnog veka projekta za sve opcije.
- Proračun sadašnjih ekvivalentnih vrednosti (aktualizovanih) troškova onda se ponavlja za svaku opciju onoliko puta, koliko se njen stvarni životni vek sadrži u najmanjem zajedničkom sadržiocu, uz iste uslove.
- Na kraju se izbor najbolje opcije vrši shodno kriterijumu **minimizacije sadašnjih ekvivalentnih vrednosti troškova (PVC)** (57).
- Ovaj problem se prevazilazi se primenom kriterijuma (58) (**minimizacije izravnatih godišnjih ekvivalentnih troškova**).



# PRORAČUN TROŠKOVA

- ❖ U elektroenergetskim sistemima oni se mogu svesti na dve osnovne grupe:
  1. Investicione troškove ( $C_I$ ).
  2. Eksploatacione (pogonske) troškove ( $C_{EX}$ ).
  
- **Investicioni troškovi** zavise od uslova finansiranja projekta (u kome učestvuju sopstvena i pozajmljena sredstva) i obično se svode na jednake godišnje otplate kredita tokom ugovorenog perioda otplate zajma.
  
- **Eksploatacioni (pogonski) troškovi** sastoje se iz dve komponente. To su:
  1. Stalni troškovi pogona i održavanja.
  2. Promenljivi troškovi vezani za proizvodnju (promenljivi troškovi pogona i održavanja, i troškovi goriva).

- ❖ **Stalni troškovi pogona i održavanja** obično se izražavaju kao neki dodatni procenat na vrednost investicionih ulaganja.
  - na godišnjem nivou se vezuju sa godišnjim ekvivalentnim investicionim troškovima i tako čine fiksne troškove.
  
- ❖ **Promenljivi troškovi** su vezani za proizvodnju (i variraju iz godine u godinu).
  - Najveći udeo u tim troškovima su troškovi goriva u termoelektranama, dok su ostali promenljivi troškovi (troškovi pogona i održavanja) znatno manji, pa se u ekonomskim analizama u procesu planiranja EES-a često zanemaruju.
  
- ❖ Posebnu grupu troškova čine **troškovi zbog kompenzacije gubitaka potrošača** usled prekida napajanja i redukcija isporuke električne energije.
  - One se ponekad u procesu planiranja EES-a zanemaruju (u slučajevima kada isporučilac električne energije u ugovoru o snabdevanju potrošača nema tu obavezu).

## Fiksni godišnji ekvivalentni troškovi

- ❖ Stalni godišnji ekvivalentni eksploatacioni troškovi obično se pridružuju godišnjim ekvivalentnim investicionim troškovima, čineći kategoriju **fiksni godišnji ekvivalentni troškovi**.
- ❖ Proračuni se često sprovode tako što se godišnji ekvivalentni troškovi dele na fiksne i promenljive.
- ❖ Koncept **izravnatih fiksnih godišnjih troškova** široko se koristi u finansijskim i ekonomskim proračunima pri planiranju EES-a.
- Njime se izbegava uvažavanje činjenice da se fiksni godišnji troškovi menjaju iz godine u godinu, tokom celog životnog veka objekta čija se ocena sprovodi, pa se vrši usrednjavanje tih troškova vezujući ih za ukupne investicije ( $C_I$ ), na taj način što se proračunava faktor izravnanja fiksnih godišnjih troškova za godišnju vrednost neke promenljive  $V_j^g$  (vrednost promenljive  $V^g$  u  $j$ -toj godini).

❖ Izravnati fiksni godišnji troškovi:

$$V_L^g = (\text{CRF}) \sum_{j=1}^n \frac{V_j^g}{(1+i)^j} = (\text{LFCR}) V_0; \quad j=1, 2, \dots, n, \quad (59)$$

gde su:

$V_j^g$  - vrednost promenljive  $V^g$  u j-toj godini,

(CRF) - faktor povraćaja kapitala,

$V_0$  - osnovna vrednost promenljive  $V^g$ ,

odakle je faktor izravnatih fiksnih godišnjih troškova  
("Levelized Fixed Cost Rate"):

$$(\text{LFCR}) = c_{FL}^g = (\text{CRF}) \sum_{j=1}^n \frac{c_{Fj}^g}{(1+i)^j}, \quad (60)$$

pri čemu je  $c_{Fj}^g$  = stopa fiksnih godišnjih troškova u j-toj godini.

$$c_{Fj}^g = \frac{V_j^g}{V_0^g} \quad (61)$$

❖ Pri korišćenju prethodnih formula osnovno pitanje je koliko dug radni vek 'n' objekta se pretpostavlja.

- Radni vek ne može biti duži od fizičkog trajanja objekta, pa se onda postavlja pitanje koliki je ekonomski vek svakog objekta (posmatrajući uravnoteženi radni vek svih njegovih komponenti).

❖ Za slučaj mašina i opreme radni vek posmatra se u dva konteksta:  
kao **fizički i ekonomski radni vek**.

U ekonomskim proračunima, koriste se pokazatelji vezani za ovaj drugi pojam.

**Fizički radni vek** odnosi se na korišćenje objekata i uređaja od momenta stavljanja u pogon do potpunog gubitka funkcije, a

**ekonomski radni vek** na korišćenje objekata i uređaja do momenta kada godišnji troškovi goriva i troškovi pogona, održavanja i popravki **prevaziđu godišnje troškove zamene**, ili izgradnje novog uređaja sa istom funkcijom.

- ❖ U slučaju složenih objekata, sastavljenih od velikog broja različitih komponenti, ekonomski radni vek objekta proračunava se kao neka **srednja vrednost** (poznatih) dužina ekonomskog radnog veka pojedinih komponenti.
- ❖ Tako **proračunati radni vek** ne uključuje mogućnost parcijalnog renoviranja i zamene nekih komponenti pri redovnom održavanju, pa je obično **kraći nego stvarni ekonomski radni vek objekta** u koji su uključeni svi novi ili zamenjeni delovi.

## Troškovi interkalarne kamate

- ❖ Posebne troškove predstavljaju troškovi interkalarne kamate čija se vrednost u k-toj godini sračunava prema formuli:

$$K_k^g = P_k^g (1+a)^k \cdot \frac{i}{2} + \sum_{k=1}^k (F_{k-1}^g + K_{k-1}^g) i; \quad k = 1, 2, \dots, K < n \quad [\text{NJ/god}]; \quad (65)$$

- ❖ Ukupni godišnji troškovi jednaki su zbiru budućih vrednosti utrošenih sredstava i interkalarne kamate, i nazivaju se *kapitalni troškovi*:

$$U_k^g = F_k^g + K_k^g; \quad k = 1, 2, \dots, K < n \quad [\text{NJ/god}], \quad (66)$$

$$F_k = F_k^g + \sum_{k=1}^K K_k. \quad (67)$$

gde su:

$(P_k^g)$  - sadašnja godišnja vrednost raspoloživih sredstava,

$(F_k^g)$  - buduća vrednost utrošenih sredstava

# METOD ZAHTEVANOG DOHOTKA

- ❖ Metod zahtevanog dohotka često se koristi za ekonomsku ocenu projekata u elektroprivredi.
- ❖ Sastoji se od proračuna fiksnih godišnjih troškova za nove investicije i godišnjih eksploatacionih troškova (pogona, održavanja, popravki i goriva).
- ❖ Kriterijum za odlučivanje između više opcija realizacije projekta je minimum sadašnje ekvivalentne vrednosti zahtevanog dohotka.



# METOD ZAHTEVANOG DOHOTKA

- ❖ Sadašnja ekvivalentna vrednost zahtevanog dohotka može se predstaviti u tri različite forme:
  1. Metod izravnanje sadašnje ekvivalentne vrednosti kumulativnih troškova [(LPVC) - "Levelized Present Value Cost"].
  2. Metod izravnatih godišnjih ekvivalentnih vrednosti troškova [(LAVC) - Levelized Annual Value Cost].
  3. Metod kumulativnih ekvivalentnih aktualizovanih troškova [(CEAC) - "Cumulative Equivalent Actualized Cost"].
- ❖ Ove tri metode međusobno su ekvivalentne, dajući uvek isti izbor projekta sa minimalnim troškovima, jer se oni među sobom razlikuju samo u načinu prezentacije rezultata.

# Nominalna i efektivna kamatna stopa

- ❖ Za slučaj da se kamata obračunava više puta godišnje, postoji razlika između nominalne i efektivne kamatne stope.
- ❖ Efektivna kamatna stopa ( $i_e$ ) se obračunava jedan put godišnje, a nominalna kamatna stopa ( $i_n$ ) više puta godišnje ( $k$  puta).
- ❖ Međusobna veza između ovih kamatnih stopa je:

$$\left(1 + \frac{i_n}{k}\right)^k = 1 + i_e \quad (62)$$

Odakle se može izraziti nominalna godišnja kamatna stopa (63) ili efektivna kamatna stopa (64).

$$i_n = k \left( \sqrt[k]{1 + i_e} - 1 \right) \quad (63)$$

$$i_e = \left(1 + \frac{i_n}{k}\right)^k - 1 \quad (64)$$

- ❖ Efektivna kamatna stopa je očigledno veća od nominalne, osim za  $k = 1$ , kada su jednake.