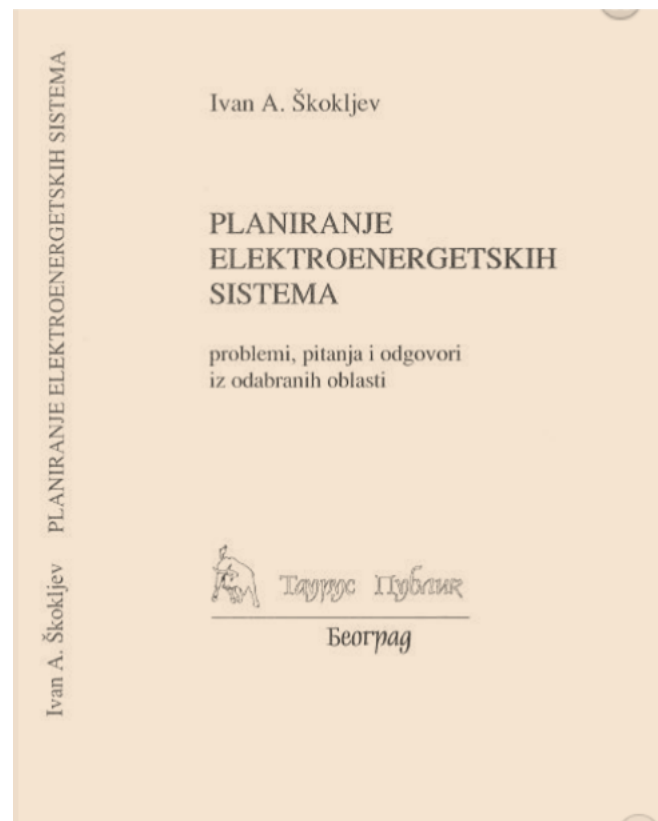
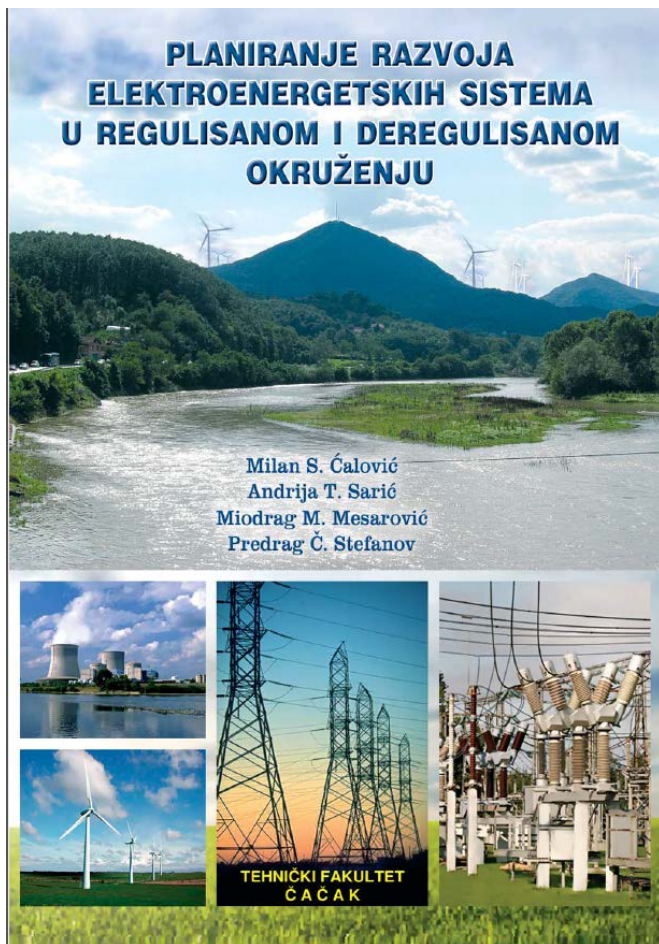


Planiranje elektroenergetskih sistema

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.

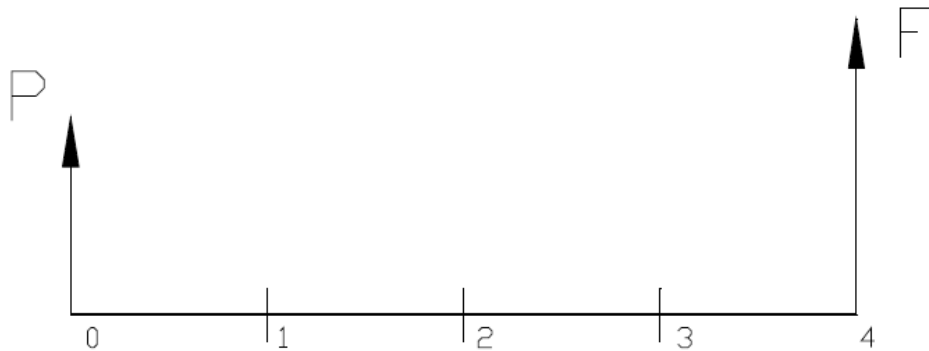
Princip aktualizacije vrednosti kapitala

- ❖ 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

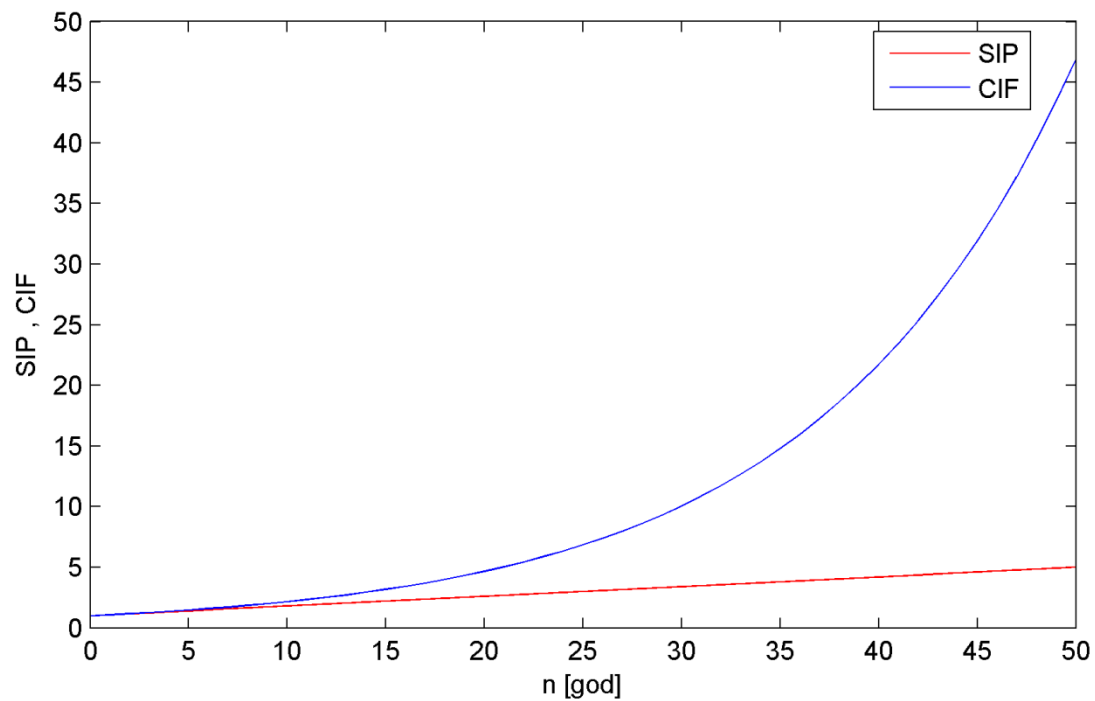
- ❖ Složena kamatna stopa je procenat nadoknade, koja se obračunava ne samo na pozampljenu glavnicu, već i na neisplaćenu, prethodno akumulisanu kamatu.
- ❖ Ako je P pozajmljena suma novca u nekoj (uslovno) nultoj godini, a godišnja kamatna stopa 'i', suma novca F koja će se nakupiti posle 'n' godina 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

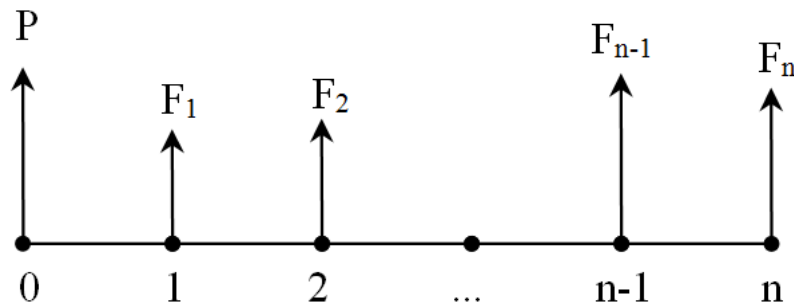
- ❖ Recipročna vrednost složenog kamatnog faktora u ekonomskim analizama koristi se za svođenje neke buduće vrednosti kapitala (F) posle 'n' godina na sadašnju vrednost (P), preko formule:

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

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

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

Faktor svođenja na sadašnju vrednost



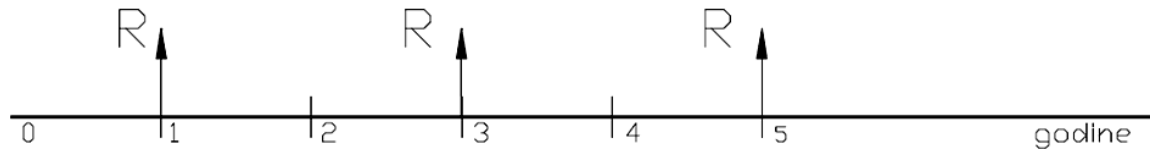
$$(i_1 \neq i_2 \neq \dots \neq i_k \neq \dots \neq i_n)$$

- ❖ 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:

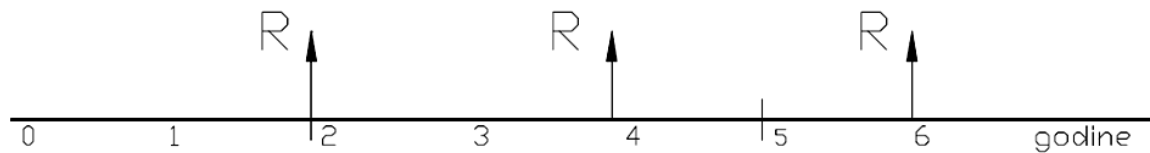
$$P = \sum_{k=1}^n \frac{F_k^g}{(1 + i_k)^k} \quad (7)$$

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?

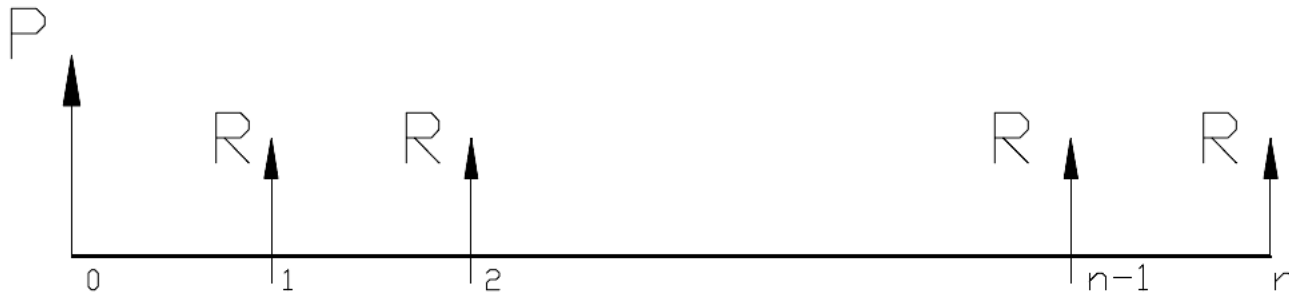
Stavljanje novca u banku je istovremeno i “poslovni poduhvat” za vlasnika tih para, koji bi inače novac mogao da investira i u neki drugi posao. To je već stvar vlasnikove sopstvene procene odnosa koji čine dobitak i rizik u vezi sa tim poslom.

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

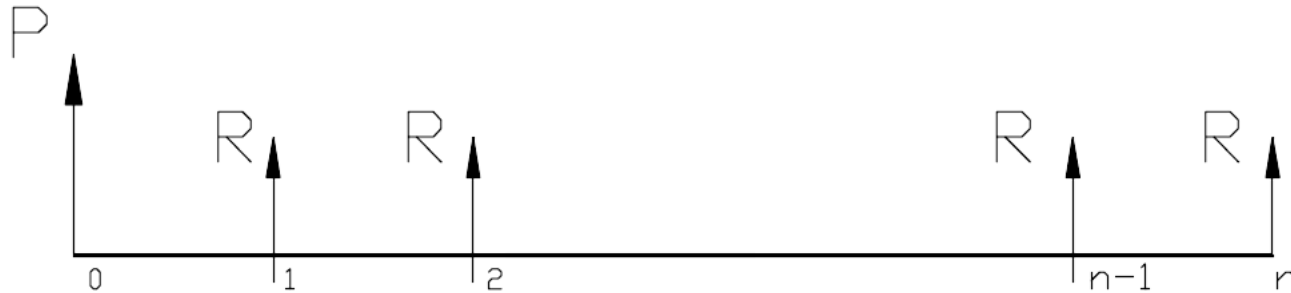
U ekonomskim analizama često se pojavljuju uniformni nizovi (obično) godišnjih uplata ili isplata (anuiteti), koji se protežu od određenog (sadašnjeg) trenutka, tokom 'n' budućih godina.



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.

❖ Izravnata 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 :

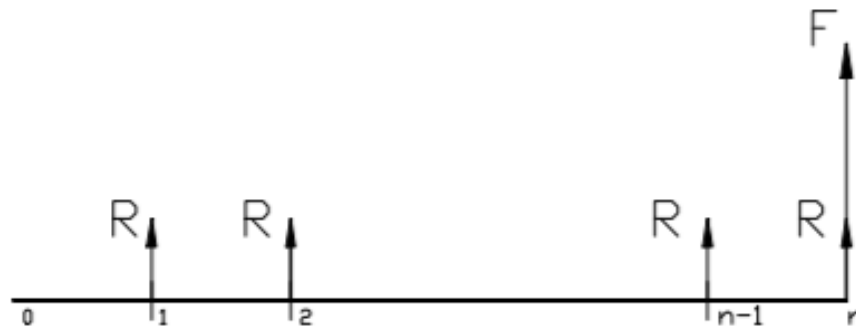
$$P = \sum_{k=1}^n \frac{F_k^g}{(1+i)^k}$$

- Izravnata 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:

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

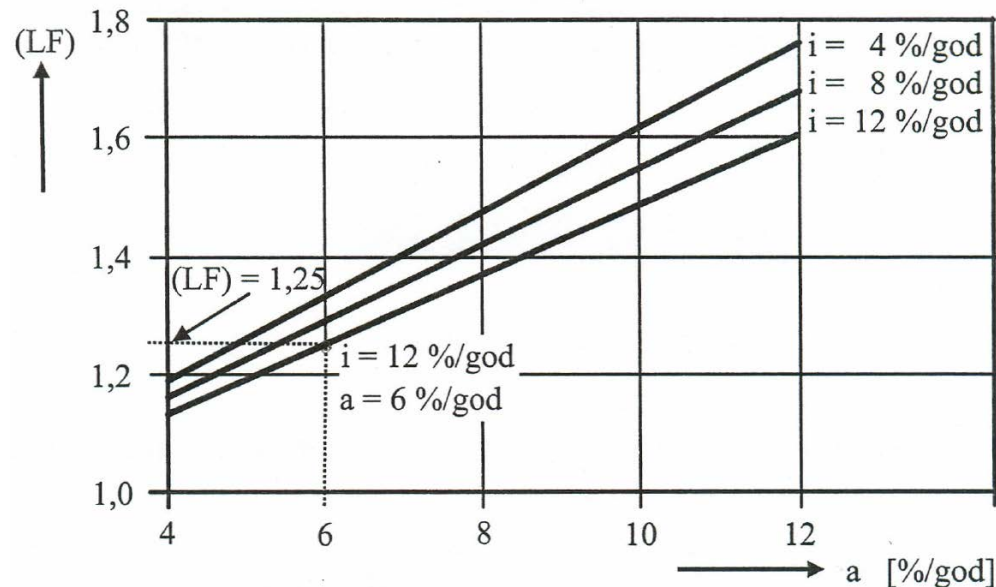
❖ Uniformni izravnati godišnji ekvivalent (A_L) inflacionog niza predstavlja onu uniformnu vrednost, koja ima istu sadašnju ekvivalentnu vrednost kao originalni niz.

❖ 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 Oznaka	Poznata veličina	Traži se veličina	Formula za 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 buduću 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_ℓ^{ost} - procenjeni ostatak vrednosti na kraju očekivanog životnog veka objekta ℓ ("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 ℓ).

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 k	Preostali deo životnog veka ($l - k$) [god]	Način obračuna amortizacije		
		$[p_a^g(\text{UNIF})]_k$ [r.j./god]	$[p_a^g(\text{SYD})]_k$ [r.j./god]	$[p_a^g(\text{ACRS})]_k$ [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

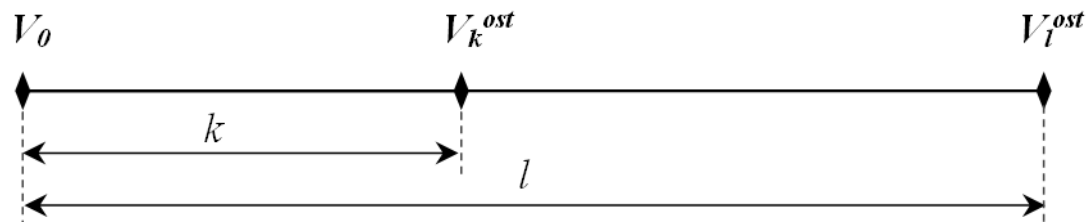
OSTATAK VREDNOSTI

- ❖ Ostatak vrednosti nekog materijala, objekta ili opreme (V_k^{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^{ost}).
- ❖ Kada se u razmatranje uključi i ostatak vrednosti (V_n^{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_T) - "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 uštede (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 (θ) definiše se kao broj godina za koji se kumulativni prihodi i troškovi izjednačavaju.
 - ❖ Metod zanemaruje raspodelu prihoda i troškova u tom periodu (θ), 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 θ 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 θ ($\theta \leq n$) 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 θ ("Payback Period") zanemaruje se vremenska promena vrednosti novca, kao i svi tokovi kapitala posle isteka tog vremenskog perioda θ .
 - ❖ 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 svodenja 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)**.

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

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

- 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.