

# KURS ZA ENERGETSKI AUDIT 7

EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Dr Dečan Ivanović

# Ekonomija energetske efikasnosti

**Inženjeri posmatraju energetiku gotovo uvijek sa aspekta tehnologije energetske transformacije, odnosno fizičkih i hemijskih procesa koji su osnova tih transformacija, često se koncentrišući na pojmu energetske efikasnosti.**

**Međutim, investicione odluke se u energetici, kao i u svakom drugom sektoru privrede, donose na temelju ekonomske efikasnosti pojedine tehnologije.**

# Ekonomija energetske efikasnosti

Često će optimalni dizajn sa strane energetske efikasnosti biti različit od optimuma gledano sa strane ekonomske efikasnosti.

Neophodno je da inženjer poznaje tehnike ekonomskog vrednovanja projekata, da bi mogao naći takvu varijantu investicije, koja će najbolje zadovoljavati uslove ekonomske efikasnosti, a da će i dalje biti energetski efikasna.

Prilike za investiranje u energetske projekte mogu se svesti na sljedeće slučajeve:

- Trošak predložene metode smanjenja korišćenja energije treba uporediti s troškom neke druge metode smanjenja korišćenja energije.
- Treba procijeniti da li su očekivane uštede u energiji vrijedne početne investicije.
- Potrebno je uporediti i procijeniti moguće alternativne mjere s troškovima energije kada su one veliki dio ukupnih operativnih troškova.

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## Vrijednost novca u vremenu

Buduća vrijednost novca je u principu nepoznata jer zavisi od mogo faktora. To su tkzv. ***Faktori rizika***. Da bi se zajmodavac osigurao od gubitka koji sa sobom nosi potencijalni rizik, uvode se INTERESNE stope (kamate).

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## Faktori rizika

U načelu postoje 3 faktora rizika kada se radi o vrijednosti novca u budućem vremenu:

a. Sistemski

b. Regulatorni

c. Inflacija.

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## Faktori rizika

- a. **Sistemska** – se vezuje za mogućnost da korisnik neće biti u stanju da vrati pozajmljeni novac,
- b. **Regulatorni** - Buduće izmjene u propisima-monetarnoj politici, porezima i sl. mogu umanjiti predviđenu količinu pozajmljenog novca koji se vraća,
- c. **Inflacioni** - Buduća inflacija (koja je nepoznata) dovodi do pada kupovne moći, odnosno do gubitka vrijednosti novca tokom vremena.

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

**Interesna stopa** predstavlja kompenzaciju kojom se pokriva rizik promjene vrijednosti novca u budućem vremenu.

Postoje dvije vrste Interesne stope:

- **Nominalna ( $i$ )** – uključuje sva tri rizika (a, b i c),
- **Realna ( $r$ )** – uključuje samo prva dva (a i b, ne uključuje inflaciju) i predstavlja način mjerenja vrijednosti novca u vremenu.

Ova stopa se propisuje na odgovarajućem nivou i služi kao osnova u međubankarskim relacijama.

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## VEZA MEDJU INTERESNIM STOPAMA

Fišerova relacija

$$[1 + \text{Nominalna}(i)] = [1 + \text{Realna}(r)][1 + \text{Stopa Inflacije}(\pi)]$$

$$(1 + i) = (1 + r)(1 + \pi),$$

tj. nakon množenja se dobija:

$$(1 + i) = 1 + r + \pi + r\pi \overset{\approx 0}{\cancel{\pi}}$$

$$i \approx r + \pi,$$

ili

$$r \approx i - \pi.$$



# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 1. Metoda sadašnje vrijednosti novca (Net Present Value - **NPV**)

Novac **B** koji imamo u ovom trenutku, gubiće vrijednost tokom vremena.

Realna vrijednost će biti

na kraju I god.  $B/(1+i)$ ,

na kraju II god.  $B/(1+i)^2$

na kraju III god.  $B/(1+i)^2$ ,

odnosno svake godine će se umanjivati za faktor  $(1+i)$ .

Ako ne uzimamo u obzir inflaciju, taj faktor je  **$(1+r)$** .

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## Metode procjene profitabilnosti

1. Metoda sadašnje vrijednosti novca  
(Net Present Value Method - **NPV**)
2. Metoda otplate (Payback Method - **PB**)
3. Metoda otplate na bazi **NPV** (Pay-off – **PO**)
4. Unutrašnja stopa povrata (Internal Rate of Return - **IRR**)
5. Koeficijent sadašnje vrijednosti novca  
(Net Present Value Method Quotient - **NPVQ**)

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 1. Metoda sadašnje vrijednosti novca (Net Present Value - **NPV**)

Na primjer, novac  $B$  koji treba da dobijemo na kraju 4. godine ima realnu vrijednost u ovom trenutku  $B / (1+r)^4$ .

(Pretpostavljamo da nema inflacije, odnosno suma  $B$  se u tom smislu valorizuje).

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 1. Metoda sadašnje vrijednosti novca (Net Present Value - **NPV**)

Posmatrajmo slučaj kada očekujemo da nam se u sledeće 3 godine na kraju svake od njih isplaćuje suma ***B***.

Koja je vrijednost toga novca u ovom trenutku?

Isplata koja se dobija na kraju	<i>I g</i> $B_1$	<i>II g</i> $B_2$	<i>III g</i> $B_3$
Vrijednost isplate u ovom trenutku	$B_1/(1+r)$	$B_2/(1+r)^2$	$B_3/(1+r)^3$

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 1. Metoda sadašnje vrijednosti novca (Net Present Value - **NPV**)

Isplata

na kraju

I g

$B_1$

II g

$B_2$

III g

$B_3$

Vrijednost

u ovom trenutku

$B_1/(1+r)$

$B_2/(1+r)^2$

$B_3/(1+r)^3$

Sadašnja vrijednost ukupnih isplata na koje računamo je suma svih:  $D=B_1/(1+r) + B_2/(1+r)^2 + B_3/(1+r)^3$ , odnosno

$$D=\sum B_i/(1+r)^i, i=1,\dots,3$$

U slučaju da su godišnje isplate iste  $B_1=B_2=\dots=B$  tokom  $n$  godina, može se pokazati da gornji izraz postaje

$$D = B \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r}$$

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 1. Metoda sadašnje vrijednosti novca (Net Present Value - **NPV**)

Uzmimo slučaj gdje se investicijom  $I_o$  ostvaruje godišnja neto ušteda  $B$  tokom svake godine životnog vijeka opreme ( $n$  godina).

**NPV** metod određuje neto dobit, odnosno razliku između sadašnje vrijednosti ukupnih neto ušteda ( $D$ ) i uložene investicije ( $I_o$ ) tokom životnog vijeka investicije od  $n$  godina

$$NPV = D - I_o = B \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_o$$

$B$  - godišnja neto ušteda

$I_o$  - Investicija

$r$  - Realna interesna stopa

$n$  - Životni vijek investicije (broj godina)

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 2. Metoda otplate (Payback Method- **PB**)

**PB** određuje vrijeme otplate investicije (broj godina **n**) uz jednake godišnje neto uštede (**B**)

$$PB = \frac{I_0}{B}$$

**B** - godišnja neto ušteda  
**I<sub>0</sub>** - Investicija

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 3. Metoda otplate na bazi NPV (Pay-off - PO)

**PO** predstavlja vrijeme ( $n$ ) za koje je **NPV=0**, pri svim ostalim zadatim parametrima

$$B \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_o = 0$$

- $B$  - godišnja neto ušteda
- $I_o$  - Investicija
- $r$  - Realna interesna stopa
- $n$  - Životni vijek investicije (broj godina)



# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 4. Unutrašnja stopa povrata (Internal Rate of Return-IRR)

**IRR** predstavlja interesnu stopu ( $r$ ) koja obezbjedjuje **NPV=0** za period koji odgovara životnom vijeku investicije

$$B \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_0 = 0$$

- $B$  - godišnja neto ušteta
- $I_0$  - Investicija
- $r$  - Realna interesna stopa
- $n$  - Životni vijek investicije (broj godina)

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## 5. Koeficijent sadašnje vrijednosti novca (Net Present Value Method Quotient-**NPVQ**)

**NPVQ** predstavlja odnos **NPV** prema ukupnoj investiciji ( $I_0$ ) (što veći to bolje):

$$NPVQ = \frac{NPV}{I_0}$$

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## Primjer

Investicijom od 100 000 Eu ostvaruje se ušteda od 10 000 Eu godišnje. Realna interesna stopa je  $r=6\%$ . Ekonomski vijek investicije je 12 g.

## Net Present Value

$$NPV = B \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_0 = 10\,000 \frac{1 - (1 + 0.06)^{-12}}{0.06} - 100\,000 = -16162 \text{ Eu}$$

$$NPVQ = \frac{NPV}{I_0} < 0, \text{ loše.}$$

## Payback Method

$$PB = \frac{I_0}{B} = \frac{100\,000}{10\,000} = 10 \text{ g}$$

# EKONOMIJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

## Primjer

Investicijom od  $I_o = 100\ 000\ \text{Eu}$  ostvaruje se ušteda od  $B = 10\ 000\ \text{Eu}$  godišnje. Realna interesna stopa je  $r = 6\ \%$ . Ekonomski vijek investicije je  $n = 12\ \text{g}$ .

## Pay-off

$$PO = n \rightarrow B \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_o = 0$$

$$10\ 000 \frac{1 - (1 + 0.06)^{-n}}{0.06} - 100\ 000 = 0 \rightarrow PO(n) \approx 15.7\ \text{g}$$

## Internal Rate of Return

$$IRR = r \rightarrow B \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_o = 0$$

$$10\ 000 \frac{1 - (1 + r)^{-12}}{r} - 100\ 000 = 0 \rightarrow IRR(r) \approx 0.029 (2.9\%)$$

## Primjer 1.

U banci imate 1500 Eur na štednji uz kamatnu stopu od 15%. Koliko ćete novaca imati nakon 5 godina?

$$V_t = V_0 \cdot (1 + k)^t = 1500 \cdot (1 + 0,15)^5 = 3.017 \text{ Eur}$$

## Primjer 2.

Za 10 godina primit ćete bonus od svojeg <sup>g. preduzeća</sup> preduzeća u iznosu od 20.000 Eura. Koliko danas vrijedi taj novac ako je stopa inflacije 5%?

$$V_0 = \frac{V_t}{(1 + k)^t} = \frac{20.000}{(1 + 0,05)^{10}} = 12.278 \text{ Eur}$$

## Primjer 3.

Instaliran je novi kotao u sistemu grijanja koji je koštao 10000 Eura. Zbog poboljšanja efikasnosti sistema ocijenjeno je da će se na osnovu energetske uštede godišnje uštedjeti 2555 Eura. Koliko je razdoblje povraćaja ove investicije?

$$T_P = \frac{I_0}{V} = \frac{10.000}{2.500} = 4 \text{ god}$$

## Primjer 4.

Ako investicija u neki projekat iznosi 71.000 Eura, godišnje neto uštede 15.000Eura, a stvarna kamatna stopa 7%, potrebno je naći vrijeme povraćaja te investicije.

Izraz 
$$\frac{Vt}{I_0} = \frac{k}{1 - (1 + k)^{-T}}$$
 se izračunava za različite vrijednosti k i T.

Izračunavamo da je  $V_t/I_0$  jednako 0,2098, a iz tabele iščitavamo da ova

Vrijednost uz diskontnu stopu od 7% odgovara diskontnom razdoblju povrata od 6 godina.

t (god)	Diskontna stopa k(%)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	1,0100	1,0200	1,0300	2,0400	1,0500	1,0600	1,0700	1,0700	1,0900	1,1000
2.	0,5075	0,5150	0,5226	2,0400	0,5378	0,5454	0,5531	0,5531	0,5685	0,5762
3.	0,3400	0,3468	0,3535	2,0400	0,3672	0,3741	0,3811	0,3811	0,3951	0,4021
4.	0,2563	0,2626	0,2690	2,0400	0,2820	0,2886	0,2952	0,2952	0,3087	0,3155
5.	0,2060	0,2122	0,2184	2,0400	0,2310	0,2374	0,2439	0,2439	0,2571	0,2638
6.	0,1725	0,1785	0,1846	2,0400	0,1970	0,2034	0,2098	0,2098	0,2229	0,2296
7.	0,1486	0,1545	0,1605	2,0400	0,1728	0,1791	0,1856	0,1856	0,1987	0,2054

## Primjer 5.

Vlasnik zgrade želi instalirati termostatske ventile. Koristeći sljedeće podatke odredite je li investicija isplativa:

Investicija	$I_0$	2.300 Euro
Godišnje uštede energije	$Q$	19.000 kWh/god.
Cijena energije	$E$	0,03 Eur/kWh
Vrijeme efektuiranja	$T$	10 god.
Nominalna diskontna stopa	$k_n$	34%
Inflacija	$i$	25%

Prvo izračunamo godišnje neto uštede:

$$V = E \cdot Q = 19.000 \cdot 0,03 = 570 \text{ Eur/god}$$

Realna diskontna stopa iznosi:

$$k = \frac{k_n - i}{1 + i} = \frac{0,34 - 0,25}{1 + 0,25} = 0,07 = 7\%$$

Čista sadašnja vrijednost iznosi:

$$S = V \cdot \frac{1 - (1 + k)^{-T}}{k} - I_0 = 570 \cdot \frac{1 - (1 + 0,07)^{-10}}{0,07} - 2.300 = 1.703 \text{ Eur}$$

Kako je čista sadašnja vrijednost pozitivana, zaključujemo da je projekat isplativ.

Čista sadašnja vrijednost glavni je kriterijum finansijskog odlučivanja. Nulta čista sadašnja vrijednost označava da je projekat sposoban vratiti uloženi kapital, a projekti sa pozitivnom čistom sadašnjom vrijednošću imaju višu profitabilnost od one koja se zahtijeva na tržištu. Najveća poteškoća kod primjene ove metode jeste odabir diskontne stope koji znatno može uticati na veličinu čiste sadašnje vrijednosti. Zbog toga se najčešće koristi metoda interne stope profitabilnosti.

## Primjer 6.

Koja je od sljedećih mjera energetske efikasnosti isplativija?

- Ugradnja termostatski fentila
- Ugradnja jedinice za iskorišćavanje otpadne toplote u ventilacijskom sistemu

		Termostatski ventili	Upotreba otpadne toplote
Investicija	$I_0$	2.300 Eur	10.000 Eur
Godišnje uštede	$V$	570 Eur/god	2.500Eur/god
Vrijeme efektuiranja	$T$	10 god.	15 god.
Diskontna stopa	$k$	7%	7%

Ako se izračuna razdoblje povraćaja za obje ove mjere, može se vidjeti da su u oba slučaja jednaki i da iznose 4 godine.



Samo na osnovu razdoblja povraćaja ne možemo, stoga, donijeti odluku.

a) Za termostatske ventile računamo indeks profitabilnosti (PI):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{V \cdot \frac{1 - (1+k)^{-T}}{k}}{I_0} = 1,74$$

b) Jedinica za upotrebu otpadne toplote PI iznosi:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{V \cdot \frac{1 - (1+k)^{-T}}{k}}{I_0} = 2,28$$

Dakle, obje razmatrane mjere su isplative, da imaju razdoblje povraćaja 4 godine, ali je isplativija mjera b) jer ima veći PI.

PI traži što veće diskontirane novčane tokove u cijelom razdoblju efektuiranja projekta u odnosu na investicijske troškove tog projekta, a to znači da se preferiraju troškovi sa većim PI. Kriterijum isplativosti projekta je  $PI \geq 1$ . Valja istaknuti da PI dodatni, a ne osnovni kriterijum finansijskog odlučivanja, čija upotreba dolazi do izražaja kod rangiranja projekta. On poboljšava investicijsku odluku tako da između projekata jednakih čistih sadašnjih vrijednosti odabira onaj koji zahtijeva niže investicijske troškove.

# Primjer 7.

Odrediti isplativost projekta jedinice za iskorišćavanje otpadne toplote u sistemu ventilacije pomoću svih indikatora isplativosti, uz sljedeće ulazne parametre:

Investicija	$I_0$	10.500 Eur
Godišnje uštede energije	$Q$	30.000 Eur/go.
Cijena energije	$E$	0,06 Eur/god.
Vrijeme efektulranja	$T$	10 god.
Diskontna stopa	$k$	30%
Inflacija	$i$	20%

1. Stvarna diskontna stopa iznosi:

$$k = \frac{k_n - i}{1 + i} = (0,3 - 0,2) / (1 + 0,2) = 0,083 = 8,3\%$$

2. Razdoblje povraćaja:

Godišnje čiste novčane uštede:  $V_t = Q \cdot E = 30.000 \cdot 0,06 = 1.800$  Eur/god.  $T_p = \frac{I_0}{V} = \frac{10.500}{1.800} = 5,8$  god

3. Diskontinuirano razdoblje povraćaja:

$$\frac{Vt}{I_0} = \frac{k}{1 - (1 + k)^{-T}} = \frac{1.800}{10.500} = 0,17$$

Uz poznat 0,17 i stvarnu kamatnu stopu od 8,3%, pomoću tabele iz primjera 4.

određujemo da je vrijeme povrata investicije 8,6 godina, za razliku od  $T_p = 5,8$  godina

4. Čista sadašnja vrijednost:

$$S = V \cdot \frac{1 - (1 + k)^{-T}}{k} - I_0 = 1.800 \cdot \frac{1 - (1 + 0,3)^{-10}}{0,3} - 10.500 = 1.416$$
 Eur

Kako je  $S$  pozitivno, projekat je isplativ.

## 5. Indeks profitabilnosti (PI):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+k)^t}}{I_0} = \frac{V \cdot \frac{1 - (1+k)^{-T}}{k}}{I_0} = \frac{11.916}{10.500} = 1,13$$

Pošto je PI veći od 1, i ovaj nam indikator govori da je projekat isplativ.

## 6. Interna stopa profitabilnosti:

Uz poznati faktor  $\frac{V_t}{I_0} = 0,17$  i vrijeme efektuiranja projekta  $T=10$  god.,

pomoću tabele iz Primjera 4. određujemo internu stopu profitabilnosti koja je jednaka 11%, i kako je veća od stvarne diskontne stope koja iznosi 8,3%, zaključujemo da je projekat isplativ. Nadalje, ovako određena interna stopa profitabilnosti je stvarna diskontna stopa  $k$ . To znači da je nominalna diskontna stopa jednaka:

$$k_n = k \cdot (1+i) + i = 0,11 \cdot (1+0,2) + 0,2 = 0,33 = 33\%$$

Dakle, ukoliko su kamate u banci na štednju veće od 33%, tada se više isplati novac uložiti na banku, nego u mjeru koja ima unutrašnju stopu povraćaja 11%, i upravo je ovo najveća vrijednost metode unutrašnje stope povrata, jer nam omogućava upoređivanje sa drugim investicijskim mogućnostima na tržištu kao što je npr. Štednja u banci.

## Primjer 8.

Pretpostavimo da je investicija u neki projekat 160.000 Eura, a godišnje uštede su 60.000 eura. Ekonomski životni vijek investicije je 5 godina, a stvarna stopa povraćaja 6,5%. Takođe pretpostavimo da se projekat finansira sa 100.000 Eura sopstvenih sredstava, a za preostalih 60.000 Eura je uzet kredit na 3 godine, uz kamatnu stopu 15%.

Plan otplate kredita dat je u Tabeli 1. Vidi se da se ukupan godišnji trošak kredita sastoji od glavnice i od kamata.

Tabela 1

Obrok	Datum	Glavnica (Eur)	Preostalo potraživanje (Eur)	Iznos kamata (Eur)	Ukupan trošak kredita (Eur)
	12. mjesec godine 0		60.000		
1.	12. mjesec godine 1	20.000	40.000	9.000	29.000
2.	12. mjesec godine 2	20.000	20.000	6.000	26.000
3.	12. mjesec godine 3	20.000	0	3.000	23.000
Total		60.000		18.000	78.000

**Analiza novčanih tokova u 5 godina projekta data je u Tabeli 2.**

**Tabela 2.**

Novčani tokovi	Godina					
	0	1.	2.	3.	4.	5.
Investicija	160.000					
Financiranje:						
vlastiti kapital	100.000					
kredit	60.000					
trošak kredita		29.000	26.000	23.000		
Čiste uštede		60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Čisti tok novca	(100.000)	31.000	34.000	37.000	60.000	60.000
Akumulirani tok novca	(100.000)	(69.000)	(35.000)	2.000	62.000	122.000

**Broj u zagradi u ekonomskim analizama znači negativnu vrijednost. Iz tabele 2. je vidljivo da ovaj projekat već u u prvoj godini proizvodi pozitivan tok novca.**

**Odredimo sada čistu sadašnju vrijednost za ovaj projekat. Zbog toga potrebno je vrijednost čistog toka novca iz svake godine diskontirati na sadašnju**

**vrijednost. To radimo pomoću diskontnog faktora prema jednačin** 
$$d = \frac{1}{(1 + k)^t}$$

**Diskontni faktor d, kao i diskontirana vrijednost toka novca za svaku godinu dati su u Tabeli 3., gdje poslednji red predstavlja akumuliranu, tj. čistu sadašnju vrijednost projekta.**

Tabela 3.

Čisti tok novca	(100.000)	31.000	34.000	37.000	60.000	60.000
Akumulirani tok novca	(100.000)	(69.000)	(35.000)	2.000	62.000	122.000
Diskontni faktor (d)	1	0,939	0,882	0,828	0,777	0,730
Sadašnja vrijednost (SV)	(100.000)	29.110	29.980	30.640	46.640	43.800
Akumulirana sadašnja vrijednost	(100.000)	(70.890)	(40.910)	(10.270)	36.370	80.170

Prema tome, čista sadašnja vrijednost ovog projekta u 5 godina je 80.170 Eura, a izračunali smo je kao:

$$S_0 = SV_0 + SV_1 + SV_2 + SV_3 + SV_4 + SV_5 \quad \text{gdje su:}$$

$$SV = \frac{\text{čisti tok novca} \times d}{(1 + k_n)^n}$$

$$d = \frac{1}{(1 + k_n)^n}$$

$$k_n = 6,5\%$$

Ako čistu sadašnju vrijednost izračunamo prema  $S_0 = V \cdot \frac{1 - (1 + k)^{-T}}{k} - I_0$  ona

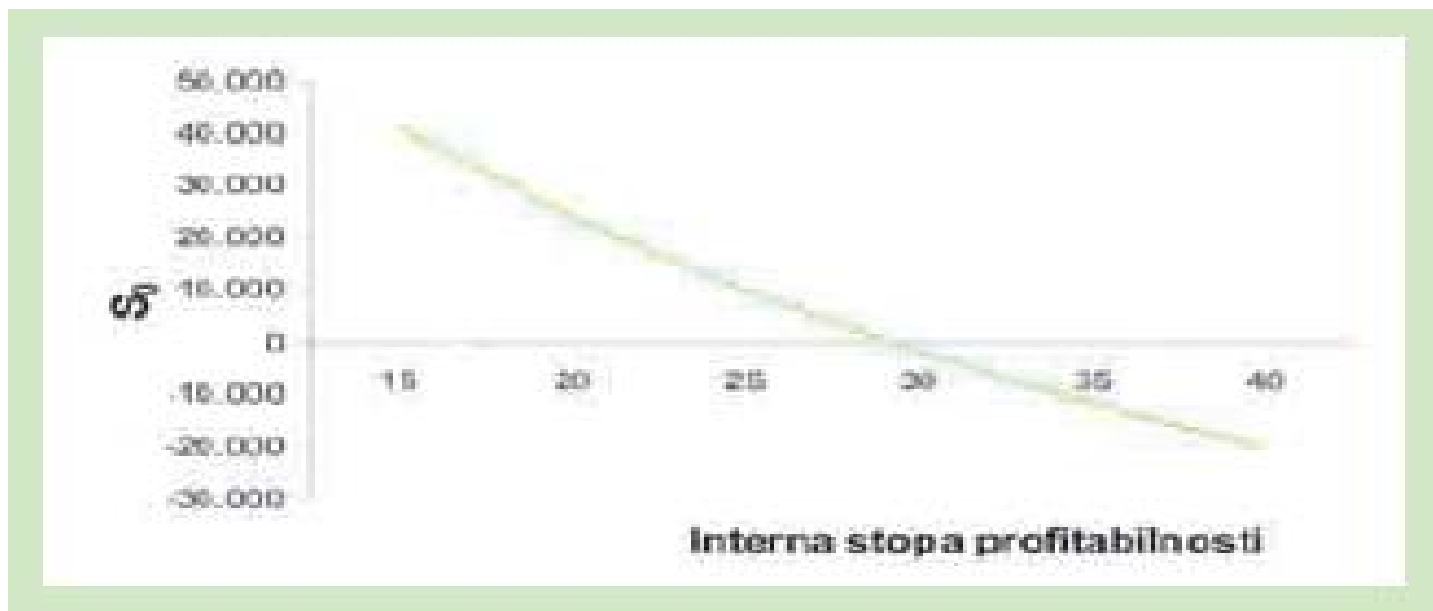
iznosi 89.340 Eura. Prema tome, vidi se da je zbog uzimanja u obzir uslova finansiranja projekta, čista sadašnja vrijednost projekta nešto niža. Iz analize toka novca možemo odrediti i internu stopu profitabilnosti, izjednačavajući čistu sadašnju vrijednost s nulom:

$$0 = SV_0 + SV_1 / (1 - k)^1 + SV_2 / (1 - k)^2 + SV_3 / (1 - k)^3 + SV_4 / (1 - k)^4 + SV_5 / (1 - k)^5$$

$$0 = -100.000 + 29.110 / (1 - k)^1 + 29.980 / (1 - k)^2 + 30.640 / (1 - k)^3 + 46.640 / (1 - k)^4 + 43.800 / (1 - k)^5$$

Ova jednačina je složena i za njeno rešavanje se moraju primijeniti numeričke metode (iteracija). Međutim, unutrašnja stopa povraćaja se može odrediti i grafički, tako da se izračuna čista sadašnja vrijednost za proizvoljno izabrane vrijednosti  $k$ . Tamo gdje kriva siječe apcisu, dobija se vrijednost interne stope profitabilnosti investicije, u ovom slučaju 29,1%.

Interna stopa profitabilnosti	15	20	25	30	35	40
Čista sadašnja vrijednost	41.150	23.949	9.760	-2.010	-11.870	-20.230



**U još detaljnijim analizama novčanih tokova uzimaju se u obzir još neki faktori, a to su amortizacija opreme i porez na dobit. Ovakav detaljan proračun potrebno je napraviti za firme koje investiraju u energetska efikasnost, dok je za ocjenu projekta kojega pojedinac želi sprovesti u svom domaćinstvu dovoljno napraviti**

**jednostavniju analizu novčanih tokova, kako bi se uporedile godišnje uštede koje je moguće ostvariti primjenom energetske efikasnosti sa potrebnom investicijom i posebno sa otplatom te investicije, ako se za nju mora dobiti bankovni kredit.**

**Predlog za sprovođenje detaljne analize toka novca dat je u Tabeli 4.**

Novčani tokovi		Godina											
		0	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
A	Investicija												
	Financiranje:												
B	Vlastiti kapital												
C	Kredit												
D	Glavnica												
E	Kamate												
F	Uštede:												
G	Ukupne uštede												
H	Operativni troškovi												
I	Čiste uštede prije poreza												
J	Amortizacija												
K	Uštede prije poreza												
L	Porez												
M	Porezne olakšice												
N	Čiste uštede nakon poreza												
O	Čisti tok novca												
P	Akumulirani tok novca												
Q	Diskontni faktor												
R	Sadašnja vrijednost (SV)												
S	Akumulirana SV												

$$\begin{array}{lll}
 I = G-H & P_1 = C & N = I-L+M \\
 K = I-J-F & P_n = P_{n-1} + Q_n & R = O \times Q \\
 L = \text{stopa poreza} \times K & Q_n = 1 / (1+r)^n & O = N-E-F \\
 & & S_n = S_{n-1} + R_n
 \end{array}$$



# Procjena troškova u životnom ciklusu projekta (Life Cycle Cost Analysis)

Prilikom donošenja odluka o investicijama u novu opremu ili sisteme, važno je sprovesti analizu prihoda i rashoda kroz čitav predviđeni životni vijek proizvođača ili sistema. Prema tome, uz početnu investiciju, u obzir je potrebno uzeti i troškove pogona, održavanja, energije zaštite okoline (naknade za emisije) i odlaganje opreme nakon isteka radnog vijeka. Ova se ekonomska metoda ocjene isplativosti projekta, koja u obzir uzima sve troškove projekta kroz njegov životni vijek naziva **Life-Cycle-Cost (LLC) analiza**.

Neke jednostavnije metode, poput jednostavnog razdoblja povraćaja, razmatraju samo koliko se brzo vrati početna investicija, ne uzimajući u obzir nikakve druge troškove i dobiti tokom životnog vijeka opreme ili sistema i zanemarujući vremensku vrijednost novca.

LLC analiza se zasniva na analizi toka novca (cash flow), a različite opcije rangira, koristeći indikatore isplativosti projekta, prvenstveno unutrašnju stopu povraćaja (internal rate of return).

LLC analizu neophodno je primjenjivati upravo za projekte energetske efikasnosti, jer se njome ocjenjuje mogu li se povećani početni investicijski troškovi ekonomski opravdati smanjenim troškovima za energiju kroz razmatrani

**životni vijek sistema, ali i drugim faktorima koji utiču na troškove rada sistema (npr. Smanjenje iznosa naknada za emisije, smanjeni troškovi održavanja..).**

**LLC analiza je ekonomska tehnika kojom se procjenjuju ukupni troškovi posjedovanja i korišćenja nekog objekta (kuće, zgrade) ili sistema kroz vremensko razdoblje njegovog korišćenja.**

**LLC analizom utvđuje se današnja vrijednost (diskontiranje) svih budućih troškova vezanih uz neki objekat ili sistem. Ti troškovi uključuju:**

- početnu investiciju (zemljište, projektovanje, građevinski radovi, oprema)**
- operativne troškove (troškovi energije i vode)**
- troškove održavanja**
- troškove zamjene opreme**
- troškove odlaganja**
- ostale troškove (razne naknade, porezi..)**

**Sve troškove je potrebno svesti na današnju vrijednost novca (diskontiranje). Troškove je potrebno umanjiti za vrijednosti objekta ili sistema koju će imati na kraju razmatranog vremenskog razdoblja (amortizacija). LLC analizu potrebno je svakako sprovesti ukoliko postoji nekoliko alternativa i potrebno je odabrati ekonomski najpovoljniju. Naravno da će kriterijum biti, najniži LLC. LLC analizu treba sprovesti već u fazi inicijalnog rešenja, recimo pri projektovanju nove kuće. Tada je moguće odabrati sve one opcije koje će dugoročno imati najmanje troškove, jer opcija koja ima najmanje investicijske troškove nije nužno ekonomski najisplativija opcija.**

# Troškovi (cijena) opreme

Prikazuju se vrste troškova zajedno s konkretnim primjerima koji doprinose ukupnim troškovima mjera namijenjenim uštedi energije. Treba naglasiti da je za konkretne projekte potrebno upotrebljavati današnje odnosno trenutne cijene troškova.

Mogući troškovi koje treba uzeti u obzir pri investiranju u uštedu energije:

1. Troškovi planiranja i projektovanja cijena usluge inženjeringa: sadržana u cijeni rada i materijala da bi se odredila vrsta, veličina i lokacija izmjenjivača toplote.
2. Troškovi nabavke opreme. Kupovina i montaža rekuperatora.
3. Troškovi nabavke potrebnih dodataka postojećoj opremi. Troškovi kupovine i montaže nove regulacije, plamenika, ventilatora i opreme koja štiti površinu rekuperatora od visokih temperatura.
4. Troškovi zamjene dijelova. Troškovi zamjene unutrašnje oplata rekuperatora za N godina, neto od otpadne vrijednosti postojeće oplata.
5. Troškovi modernizacije i popravka postojeće opreme. Troškovi popravka površinskih vrata da bi ista manje propuštala kao rezultat povećanja pritiska za vrijeme predgrijavanja vazduha.
6. Troškovi prostora. Trošak korisnog prostora koji je okupiran od strane generatora pare na otpadnu toplotu; troškovi korisnog prostora koji je okupiran od strane isparivača.
7. Troškovi zbog stajanja proizvodnje za vrijeme montaže. Gubitak zbog jednonedjeljnog stajanja, neto od ušteda kao posljedica stajanja.
8. Troškovi prilagođavanja. Niža produktivnost; troškovi radne snage i otklanjanja sitnih problema.
9. Troškovi održavanja nove opreme. Troškovi servisa izmjenjivača toplote.
10. Troškovi poreza. Dodatni porez na imovinu koji se pojavio zbog vrijednosti rekuperatora.
11. Promjena troškova osiguranja ili troškovi zbog rizika. Viša premija osiguranja zbog većeg rizika od požara; povećani troškovi eventualne nesreće zbog više opreme na manjem prostoru.

# Dobiti i troškovi projekta

U principu, industrijska poduzeća investiraju u štednju energije kada očekivane uštede premaše očekivane troškove investicije. Uzroci koji su posljednjih godina učinili investiranje atraktivnim su povećanje cijene goriva i sigurnost njegove nabavke. Oni su pokrenuli promjenu pristupa obnovljivim izvorima energije kao što je, biomasa i dr.

## Primjeri ušteda od racionalnog korištenja energije:

**Uštede na gorivu**

**Smanjeni troškovi održavanja postojeće opreme**

**Vrlo efikasan sistem grijanja/hlađenja; visoka produktivnost**

**Poboljšani kvalitet proizvoda; povećana produktivnost**

**Dobici od prodaje uštedene toplote ili nekog drugog oblika energije.**

Da bi se procijenila izvodljivost (*feasibility*) odnosno isplativost investicije, potrebno je uporediti troškove nasuprot gore navedenim uštedama.

# Procjena prijedloga projekta

Kad nam postanu dostupne potrebne informacije, može se pristupiti ocjeni atraktivnosti različitih razmatranih prijedloga investicije.

Pretpostavlja se da se rizik ili kvalitet svih investicijskih prijedloga u razmatranju ne razlikuje od rizika postojećih investicijskih projekata fabrike te da prihvatanje bilo kojeg pojedinačno ili grupe investicijskih prijedloga ne mijenja relativni poslovni rizik fabrike. Odluka o investiciji bit će ili prihvaćanje ili odbijanje prijedloga projekta.

## Indeks profitabilnosti

Indeks profitabilnosti ili odnos dobit/troškovi (benefit/cost) nekog projekta jest sadašnja vrijednost budućeg toka novca podijeljena s inicijalnim troškom. Sve dok je indeks profitabilnosti jednak ili veći od 1.00 investicijski je prijedlog prihvatljiv.

## Međusobno isključivanje i zavisnost

Važno je odrediti jesu li investicijski prijedlozi međusobno zavisni jedan o drugome. Ako prihvaćanje jednog prijedloga unaprijed isključuje prihvaćanje drugih prijedloga, možemo reći da se oni međusobno isključuju. Ne mogu biti prihvaćena dva međusobno isključiva prijedloga.

# Pristup cijene životnog ciklusa

**Analiza cijene životnog ciklusa uzima u obzir trošak tokom životnog ciklusa sistema nasuprot početnom trošku. Ona uzima u obzir "vremensku vrijednost" novca i uračunava moguće buduće promjene u cijeni materijala, servisa, energije itd. Ova metoda može uzeti u obzir i trošak čišćenja okoline, te razne druge indirektne troškove.**

## Investicijske odluke, investicijska nesigurnost

**Pošto su rezultati nesigurni, profiti, troškovi, sadašnje vrijednosti, i stope povrata prije početka samog projekta ne mogu se tačno prognozirati. Ova nesigurnost stvara rizik kada projekat krene u realizaciju.**

**Pri bavljenju s problemima nesigurnosti kod odluka vezanim za investiranje u energiju, koriste se sljedeći pristupi:**

- Analiza osjetljivosti: Ona određuje koliko je odluka osjetljiva na varijaciju numeričkih vrijednosti nesigurnih faktora. Jedan od načina jeste pronalaženje graničnih vrijednosti nesigurnih faktora.**
- Simulacija na računaru: Izaberu se različite kombinacije nesigurnih faktora. Izlaz kao mjera efektivnosti određen je za svaku kombinaciju pomoću upotrebe računara.**
- Optimističko pesimističke procjene mjere isplativosti: One se rade za gotovo nevjerovatne ali ipak moguće pojave na poželjnoj i nepoželjnoj strani.**
- Probabilistički pristup: On koristi očekivane vrijednosti kriterijuma po kojem se donosi odluka za svaku alternativu i određuje poželjan pravac preduzimanja akcije na bazi očekivane vrijednosti.**

# Inflacija

**Inflacija se pojavljuje kada kvantitet roba i usluga naglo pada kroz vrijeme zbog rasta cijena roba i usluga. Uglavnom se izražava u postotcima porasta cijena iz godine u godinu.**

**Inflacija utiče na donošenje odluka o investiranju u energetske efikasnost. Inflacija može ohrabriti kupovinu roba i usluga radije prije nego poslije.**

**Efekt inflacije na analizu kapitalne investicije može se eksplicitno uračunati pretpostavljajući da će troškovi i cijene rasti za stopu koja predstavlja očekivanu inflaciju.**

## ZAKLJUČAK

**Konačna se odluka o finansiranju nekog projekta ne donosi na temelju njegove tehničke meritornosti, nego ekonomske isplativosti. Da bi cijeli ciklus bolje funkcionisao, inženjer mora imati predstavu kako se vrši finansijska evaluacija projekata, te po mogućnosti znati napraviti preliminarnu evaluaciju. U ovome poglavlju prikazane su osnovne ekonomske metode za finansijsku evaluaciju kako energetskih tako i drugih projekata.**

HVALA NA PAŽNJI