



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

On behalf of
BMZ

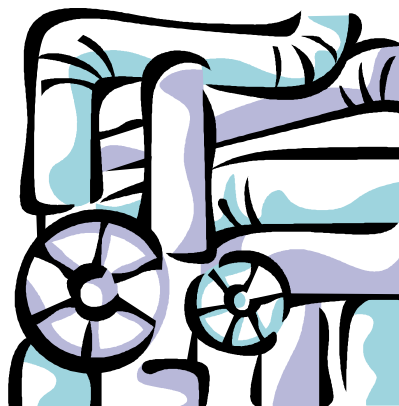


Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development



EKONOMSKA I FINANSIJSKA ANALIZA PROJEKATA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI

EKONOMSKA I FINANSIJSKA ANALIZA PROJEKATA ENERGIJSKE EFIKASNOSTI



Prof.Dr. Dušan Gvozdenac

Dr. Zoran Morvaj

Impressum:

„Biblioteka edukativnih publikacija za energetska efikasnost u Bosni i Hercegovini“

Urednici biblioteke:

Dr. Zoran Morvaj, USAID 3E
Raduška Cupać, UNDP BiH
Brian Schjertzer, GIZ

Stručni savjetnik na razvoju biblioteke:

Zoran Bogunović

Dizajner i grafički urednik biblioteke:

Predrag Rapačić Rappa

„Ekonomska i finansijska analiza projekata energetske efikasnosti“

Autori:

Prof.Dr. Dušan Gvozdenac
Dr. Zoran Morvaj

Stručna suradnica na adaptaciji sadržaja:

Dženita Bečić

Izdavači:

USAID Ekonomija energetske efikasnosti / 3E
UNDP BiH
GIZ Konsultacije za energetska efikasnost

Izdano u novembru 2011.g. u BiH

Predgovor

Nepobitna je činjenica da je energija, odnosno dostupnost energije po prihvatljivim cijenama ključan preduvjet ostvarenja ekonomskog i socijalnog razvoja svakog društva. No, isto je tako i činjenica da proizvodnja energije i njezina upotreba znatno utječu na okoliš, uzrokujući zagađenja lokalnog i regionalnog karaktera, ali i probleme poput globalnog zagrijavanja i klimatskih promjena. Stoga je jasno da je energetska sektor u Bosni i Hercegovini, Evropskoj uniji, ali i diljem svijeta danas suočen s izazovom održivog razvoja – razvoja koji omogućava sigurno snabdijevanje energijom, a istovremeno smanjuje negativne utjecaje na okoliš.

Poboljšanje efikasnosti potrošnje energije jedan je od najvažnijih stupova moderne energetske politike te je ključan i ekonomski najefektivniji mehanizam za postizanje ciljeva održivog razvoja energetskog sektora. Osim toga, poboljšanjem efikasnosti potrošnje energije smanjuju se troškovi, čime se doprinosi konkurentnosti nacionalne ekonomije. Dakle, energetska efikasnost znači **trošiti manje energije za istu količinu proizvoda ili usluge**.

Uvrštavanjem energetske efikasnosti i korištenja obnovljivih izvora energije u strategije energetskog razvoja i zaštite okoliša, BiH usklađuje svoj zakonodavni okvir sa smjernicama Evropske unije te preuzima sve obaveze koje te smjernice nalažu.

Politika održivog razvoja energetskog sektora samo je prvi korak prema prihvaćanju i primjeni dostupnih mjera i saznanja o poboljšanju efikasnosti upotrebe energije u svakodnevnom životu. Upravo javni sektor – državna i lokalna uprava – mora biti predvodnik i pružiti primjer svim građanima kako efikasno gospodariti energijom.

Velik je broj javnih zgrada u vlasništvu gradova, općina i kantona, a poboljšanje energetske efikasnosti u tim zgradama cilj je projekata koje u BiH provode GIZ, UNDP i USAID. Ekonomija energetske efikasnosti (USAID 3E), te na tom području i usko sarađuju. USAID, UNDP i GIZ su potpisali Memorandum o razumijevanju o energetske efikasnosti u BiH. Potpisivanje ovog Memoranduma o razumijevanju ima veliki značaj jer objedinjuje namjeru ova tri donatora da usko sarađuju na pitanjima energetske efikasnosti. Ovo je prvi put da u regiji jugoistočne Evrope ove tri poznate i respektabilne internacionalne organizacije potpisuju takav dokument.

- GIZ obezbjeđuje obuku i tehničku podršku u pripremi Održivog energetskog akcionog plana za one gradove/opštine koje su potpisale EU Sporazum gradonačelnika. Dalje, GIZ potiče još šest drugih opština u Bosni i Hercegovini da smanje potrošnju energije, obezbjeđujući sličnu obuku i Održivi energetska akcioni plan.
- UNDP raspolaze timom čiji je fokus energetska efikasnost. UNDP je također razvio i kompjuterski program za upravljanje energijom. Nadalje, UNDP ima raspoloživa sredstva za razvijanje pilot projekata energetske efikasnosti u Bosni i Hercegovini, te takođe podržava izradu Održivog energetskog akcionog plana za one gradove/opštine koje su potpisale EU Sporazum gradonačelnika.
- USAID 3E posjeduje tehnički tim koji će implementirati najmanje 10 pilot projekata energetske efikasnosti, i obezbijediti obuku i informisanje javnosti. Tim će također po potrebi raditi i sa krajnjim korisnicima projekta na pripremi prijedloga za finansiranje. USAID 3E će također, za finansijske institucije, obezbijediti i obuku o energetske efikasnosti.

Jedan od rezultata saradnje ove 3 organizacije je zajedničko izdavanje serije publikacija:

1. Vlastita procjena lokalne zajednice u vezi motivisanosti za projekte energetske efikasnosti
2. "Zeleni ured" – priručnik
3. "Zeleni ured" – radna knjiga
4. Priručnik za sedmičnu i dnevnu analizu i interpretaciju podataka o potrošnji energije
5. Priručnik za provođenje energetskih pregleda zgrada
6. Ekonomska i finansijska analiza projekata energetske efikasnosti
7. Upravljanje energijom u gradovima, kantonima i općinama

Namjena ovog priručnika pred vama jest pojasniti koncept energetske efikasnosti i sistematskog upravljanja energijom te ukazati na mogućnosti koje vam se nude kako biste svoj grad, općinu ili kanton učinili energetski efikasnijima.

Dr. Zoran Morvaj, USAID 3E



Radaška Čupać, UNDP BiH



Brian Schjertzer, GIZ



SADRŽAJ

1. UVOD	3
2. ODREĐIVANJE UŠTEDA ENERGIJE	6
3. EKONOMSKA ANALIZA PROJEKTA	14
4. FINANSIJSKA ANALIZA	27
5. RIZIK U REALIZACIJI ENERGETSKIH PROJEKATA	29
6. ZAKLJUČAK	31
7. REFERENCE	32

POPIS SLIKA

- Slika 1. Proces realizacije projekata za povećanje energijske efikasnosti*
Slika 2. Primjer potrošnje energije tokom godine
Slika 3. Konstruisanje dijagrama trajanja opterećenja
Slika 4. Kriva trajanja opterećenja – električna energija
Slika 5. Kriva trajanja opterećenja – toplotna energija
Slika 6. Šema kotlovnice fakulteta
Slika 7. Štednja i diskont
Slika 8. Nejednake jednogodišnje uštede
Slika 9. Jednake jednogodišnje uštede
Slika 10. Tok novca
Slika 11. Zavisnost vjerovatnoće u različitim periodima životnog vijeka projekta i perioda otplate

POPIS TABELA

- Tabela 1. Potrošnja i trošak prirodnog gasa i srednje mjesečne temperature u 2010. godini*
Tabela 2. Orijentacioni parametri kotla
Tabela 3. Tehnički i ekonomski vijek trajanja neke energetske opreme
Tabela 4. Primjer praćenja toka novca

POPIS SKRAĆENICA

EE	energijiska efikasnost
KM	konvertibilna marka
I_0	Investicija
B	godišnja neto ušteda, [KM/god]
S	ušteda energije po godini, [kWh/god]
E	cijena energije, [KM/kWh]
O&M	rad i održavanje postrojenja
n	tehnički/ekonomski vijek trajanja, [god]
r	realna kamatna stopa
PB	period otplate (payback), [god]
NPV	neto sadašnje vrijednosti novca (net present value)
NPVQ	količnik neto sadašnje vrijednosti (Net Present Value Quotient)
PO	period isplate (Pay-Off), [god]
IRR	interna stopa povrata (Internal Rate of Return), [%]

NAPOMENA

Potrebno je razlikovati **energijsku** od **energijske** efikasnosti. Razlika proizlazi iz toga da li se razmatranju pristupa sa aspekta **energije** ili aspekta **energetike**.

Projekti poboljšanja energijske efikasnosti donose jasne ekonomske koristi u vidu smanjivanja računa za energiju. Za provođenje većih projekata potrebne investicije mogu iznositi i preko milijun KM, što će obično zahtijevati i kreditiranje od strane banaka. Svaki zahtjev za kredit mora biti popraćen s odgovarajućom ekonomskom i financijskom analizom, pa tako i zahtjev za kreditiranje projekata energijske efikasnosti (EE).

Pojednostavljena šema toka općeg EE projekta je data na slici 1. Ovom šemom su pobrojane aktivnosti koje treba obaviti da bi se projekat uspješno okončao. Nije od značaja ko će to uraditi, ali svakako to treba da bude kvalifikovana institucija ili pojedinac. Naime, od obima projekta ali i kvalifikovanosti vlasnika projekta zavisi da li će vlasnik nekog angažovati ili ne. Ako je u pitanju, na primjer, zamjena običnih radijatorskih ventila sa termostatskim u nekoj školi, onda je moguće cio projekat realizovati sopstvenim snagama. Iz sredstava tekućeg održavanja moguće je obezbijediti nabavku termostatskih ventila, a služba održavanja sistema grijanja može sama obaviti zamjenu.

Kao prvi korak u procesu realizacije projekta pojavljuje se Identifikacija projekta koja uključuje:

- Dijalog sa vlasnikom projekta. Inicijativa ovakvog dijaloga može poteći od zaposlenih, od spoljne konsultantske kuće, stepenem na snagu neke vladine uredbe ili zakona itd.
- Prikupljanje osnovnih informacija (tehničkih i finansijskih)
- Prikupljanje podataka o potrošnji energije iz prethodnih godina
- Gruba procjena potencijala uštede energije
- Sagledavanje interesa i mogućnosti (tehničke, finansijske i vremenske) vlasnika objekta za realizaciju mogućeg projekta povećanja energijske efikasnosti. Posebno je važno u ovoj fazi sagledati ograničenja za realizaciju projekta i utvrditi kriterijume za njegovo vrednovanje. Na primjer, ograničenje može biti jednostavna zabrana lokalne samouprave da se u nekom dijelu grada koristi ugalj kao gorivo.



Slika 1. Proces realizacije projekta za povećanje energijske efikasnosti

U procesu sagledavanja potencijala ušteda energije i aktivnosti koje treba obaviti su:

- Pregled energetske infrastrukture i procjena njenog trenutnog stanja;
- Analiza praktično primjenljivih tehnologija za poboljšanje energijske efikasnosti;
- Priprema izvještaja o stanju energetske infrastrukture, mogućim rješenjima i obrazloženje nužnosti realizacije predlaganog projekta;
- Procjena ušteda energije i finansijskih zahtjeva predlaganog projekta. Procjena perioda otplate;
- Presentacija izvještaja menadžmentu ili vlasniku projekta koji treba da donese odluku o pristepenu realizaciji projekta.

Primjer:

Preliminarna procjena potencijala i uslova implementacije projekta je:

Ušteda energije	332.000 kWh/god
Neto ušteda	31.000 KM/god
Investicija (Zamjena prozora, izolacija krova i zidova, zamjena toplotne podstanice, ugradnja termostatskih ventila)	105.000 KM
Period otplate	3.4 god

Tačnost koja se očekuje u ovoj fazi realizacije zavisi od projekta do projekta, ali uobičajeno je da bude u granicama $\pm 20\%$.

Pomenutu uštedu energije treba izračunati. Da bi se takvi proračuni obavili treba prije svega prikupiti podatke o potrošnji energije po pojedinim sistemima i podsistemima u prethodnom periodu od najmanje dvanaest meseci. Na osnovu tih podataka može da se utvrdi bazna potrošnja koja će nam poslužiti za procjenu mogućih poboljšanja energijske efikasnosti.

Nakon analize pojedinih energetske sistema i utvrđivanja njihove potrošnje, ali i njihovih energijskih efikasnosti, razmatraju se mogućnosti za smanjenje potrošnje i povećanje efikasnosti transformacija energije. Pri tome se osnovni proces u kome se troši energija ne ugrožava. To znači da, recimo, sistem grijanja mora da ispuni svoju namjenu u pogledu kvaliteta, ali to treba da se obavi uz smanjenu potrošnju primarne energije. Nažalost, vrlo često se događa da aktuelni sistem ne radi dobro i da standardi koje po projektu treba da ispuni, ne ispunjava. Tada se mora i potrošnja energije korigovati na hipotetički slučaj da sistem radi prema projektnim uslovima. I ova korekcija se radi proračunski. Nakon utvrđivanja aktuelne potrošnje potrebno je obaviti analizu potencijalnih energetske tehnologija koje mogu da zadovolje realne potrebe povećanja efikasnosti. To je vrlo složen proces koji zahtijeva znanje, iskustvo i dobre informacije.

Za odabrano tehnološko rešenje ili nekoliko njih, treba izvršiti procjenu potrošnje energije njihovom primjenom u datom energetskom sistemu ili njegovom potpunom zamjenom. Za svako energetsko tehnološko rešenje može se utvrditi njegova energijska efikasnost ili njegov doprinos u povećanju energijske efikasnosti u cijelom sistemu. Na primjer, ugradnjom termostatskih ventila na sve radijatore u nekom objektu može da se uštedi od 15-20% godišnje potrošnje energije za grijanje. Treba reći da će se to postići ako se ventili i koriste, tj. ako se korisnici obuču i prije svega motivišu za to. Drugi primjer je frekventni regulator, koji promjenom broja obrtaja uvijek smanjuje potrošnju energije, ali i povećava energijsku efikasnost sistema u kome se koristi. To može biti gasni gorionik vrelovodnog kotla. Frekventni regulator je samo dio cijelog sistema.

Kada se zna koje tehnološko rešenje će se primijeniti, može se računski procijeniti nova potrošnja

energije. Razlika nove i bazne potrošnje predstavlja uštedu energije. Množenjem ove vrijednosti sa cijenom energije dobija se monetarna vrijednost uštede energije. Kada se zna šta treba mijenjati u energetsom sistemu, pristupa se procjeni investicija.

Nakon donošenja pozitivne odluke o početku realizacije predloženog projekta pristupa se energetsom pregledu objekta i energetske infrastrukture u njemu. Nije isključeno da rezultati analize pokažu da treba odustati od projekta.

U odnosu na prethodni korak ovaj dio procesa realizacije projekta karakteriše detaljnost prikupljanja podataka što će u konačnom rezultirati tačnijom procjenom investicije i očekivanih ušteda ($\pm 5\%$). Posebno je važno da se u ovoj fazi detaljnog energetskeg pregleda analiziraju procedure koje koristi postojeći energijski menadžment. Tu se misli na način prikupljanja i analize podataka o potrošnji energije, efikasnosti korištenja energije, stanja održavanja itd.

Nakon obavljanja energetskeg pregleda priprema se izvještaj koji mora jasno i nedvosmisleno da ukaže na moguće uštede energije i da da procjenu profitabilnosti projekta. On mora bit napisan tako da oni koji donose odluku o projektu mogu to da urade bez rezervi prema sadržaju projekta. U ovom izvještaju predložene mjere za povećanje energijske efikasnosti, ako ih je više, moraju biti rangirane po unaprijed prihvaćenim kriterijumima. Nekad to može biti najniža investicija, ili najveća ušteda bez obzira na investiciju, ili najkraći period otplate itd. Međutim, u svim tim slučajevima mora biti zadovoljen tehnički redoslijed implementacije predloženih mjera. Na primjer, pri realizaciji projekta povećanja energijske efikasnosti u nekoj školi, prvo će se zamijeniti stolarija, popraviti izolacija krova i zidova, pa će se tek tada pristupiti rekonstrukciji kotlovnice. Za očekivati je da će kapacitet rekonstruisane kotlovnice biti znatno manji.

Slijedeća faza podrazumijeva planiranje gradnje što prvenstveno podrazumijeva izradu projektne dokumentacije, podnošenje zahtjeva za različite dozvole, ugovaranje itd. Međutim, sve to zahtijeva novac te u ovoj fazi prije svega treba pripremiti finansijski plan.

Finasijski plan pretpostavlja da je profitabilnost projekta utvrđena i da treba sagledati način kako treba obezbijediti potrebna sredstva. U nastavku ovog teksta će se razmotriti kako izračunavanje profitabilnosti projekta tako i tok novca nakon utvrđivanja uslova i vrijednosti finansija neophodnih za realizaciju projekta.

Implementacija podrazumijeva praktično otpočinjanje planirane gradnje odnosno rekonstrukcije. To podrazumijeva raspisivanje konkursa za izbor izvođača radova i dobavljača opreme, izradu dokumentacije izvedenog stanja, obavljanje nadzora, dokazivanje energetske parametara pojedinih dijelova instalacije i energetske sistema u cjelini itd.

Cijeli projekat je rađen da bi došli u fazu kada treba pustiti rekonstruisan ili izgrađen objekat u funkciju. U ovoj fazi je veoma važno obezbijediti adekvatan energijski menadžment koji će, između ostalog, ostvariti i optimalan proces nadzora i verifikacije parametara energetskeg procesa.

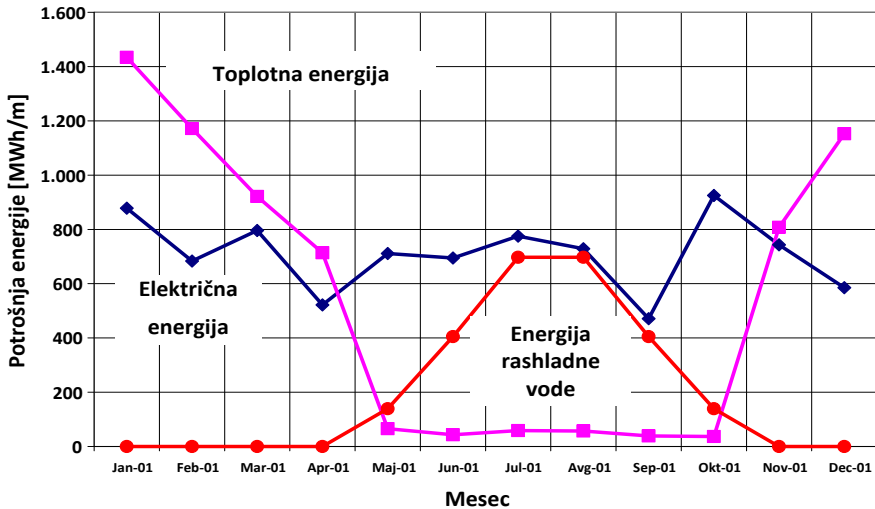
2. ODREĐIVANJE UŠTEDA ENERGIJE

Energija se plaća novcem, ali se mjeri u jedinicama za energiju (kWh, kJ). Postoji direktna zavisnost cijene plaćene za energiju i njene potrošnje i ona se iskazuje jediničnom cijenom energije. Ta cijena je određena uglavnom spoljnim faktorima i vlasnik objekta, kuće ili stana ne može da utiče na nju. On može samo da bira vrstu energenta koji će koristiti za svoje potrebe i da na taj način utiče na ukupan trošak za energiju. Međutim efikasnost korištenja kupljene energije je pod njegovom potpunom kontrolom i tu on može da uradi puno. Kako?

Mjerenjem parametara tokova energije stvaraju se uslovi za njihovu kontrolu. Ako se uspostave kriterijumi te kontrole (na primer, minimalna potrošnja energije ili minimalno zagađenje okoline ili maksimalna sigurnost snabdijevanja energijom ili postizanje maksimalne unaprijed zadate udobnosti u prostoriji koja se klimatizira itd) može se ostvariti optimalno upravljanje sistemom uz zadate uslove.

Na slici 2 date su mjesečne potrošnje električne, toplotne i rashladne energije u jednom sportsko-poslovnom centru. U njemu se koristi toplotna energija (vrela voda) iz gradskog sistema daljinskog grijanja i električna energije iz regionalnog distributivnog sistema. Obračunsko mjesto je transformatorska stanica a mjerno mesto je na srednjem naponu (20 kV). Na slici 2 je prikazana i potrošnja rashladne vode. Ta voda (7/12 °C) se priprema lokalno klasičnim rashladnim uređajima. Za pogon rashladnih uređaja se koristi električna energija. Na slici 2 je data ukupna potrošnja električne energije, tj. ona koja je potrošena za proizvodnju rashladne vode.

Upravo ovakav oblik zapisa potrošnje energije je poželjan, jer daje potrebne i dovoljne podatke na osnovu kojih je moguće procijeniti i dinamiku rada energetskog sistema i efekte eventualnih njegovih tehnoloških izmjena. Prateći dijagram (ili tabela) ovome je zavisnost srednjih mjesečnih temperatura i vlažnosti. Razlog promjenljive mjesečne potrošnje energije je uglavnom zbog promjenljive spoljne temperature.



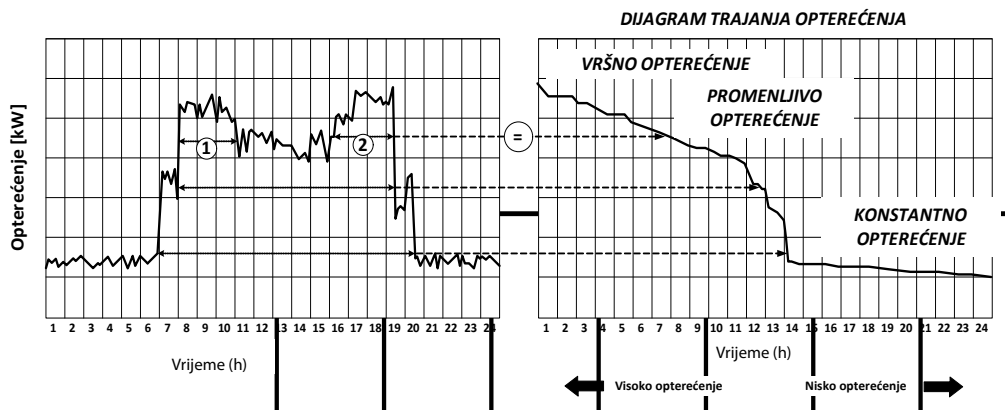
Slika 2. Primjer potrošnje energije tokom godine

Vrijednosti potrošenih energija se očitavaju sa odgovarajućih mjernih uređaja. Oni uvijek postoje kada postoji plaćanje za energiju. Samo u rijetkim slučajevima se utrošak energije obračunava posredno. Na primjer, grijanje se obračunava po kvadratnom metru grijnog prostora. Očitavanja potrošnje energije u vremenu se može obavljati ručno ili automatski. U posljednje vrijeme je sve prisutnije očitavanje automatski i bežično, što daje odličnu mogućnost za uspostavljanje kontrole potrošnje energije. Sve pomenute radnje, ali i druge koje se ovdje ne pominju, spadaju u obavezu energijskog menadžmenta objekta.

Poznavajući mjesečne potrošnje energije (slika 2) moguće je konstruisati krivu trajanja opterećenja, što će se prikazati na jednom primjeru. Na slici 3 prikazana je promjena opterećenja električne energije u toku 24 sata u jednom javnom objektu. Dijagram trajanja opterećenja se konstruiše iz dijagrama opterećenja tako što se kumulativno trajanje bilo kojeg nivoa potrošnje u posmatranom vremenu prikazuje uzastopno, kao što je prikazano na slici 3.

Tako konstruisan dijagram trajanja opterećenja:

- 1) ukazuje ne samo na vršno opterećenje, nego i na trajanje svih nivoa opterećenja kroz posmatrani vremenski period, što je veoma značajno za razmatranje strategije upravljanja energijskim resursima.
- 2) pruža uvid u promjenljivo i konstantno opterećenje, što je osnov vrijednovanja pogonske efikasnosti. Idealan slučaj je kada je promjenljiva potrošnja posljedica samo promjena obima aktivnosti, dok konstantna potrošnja ukazuje na neizbježnu minimalnu potrošnju, koja se pojavljuje nezavisno od aktivnosti koje se u objektu vrše. U stvarnosti, nijedno nije tačno. Uvijek postoji potencijal za smanjivanje obje, i stalne i konstantne potrošnje. Postoje zajednički slučajevi tzv. „lažne“ stalne potrošnje, kada određeni potrošači u pogonu rade kao stalni iako u stvarnosti takav pogon nije potreban.

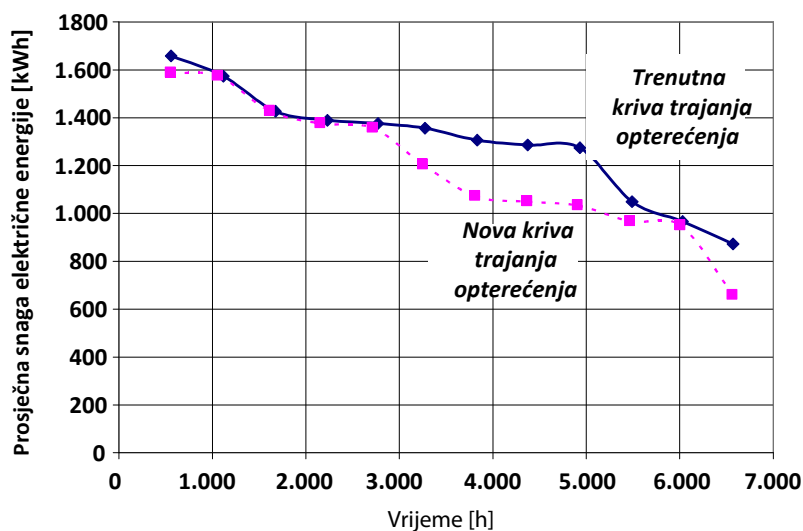


Slika 3. Konstruisanje dijagrama trajanja opterećenja

Za primjer sportsko-poslovnog centra, koji se ovde analizira, prosječna potrošnja električne energije u odnosu na vrijeme trajanja (kriva trajanja opterećenja) prikazana je na slici 4. Treba razlikovati trenutnu krivu trajanja opterećenja i krivu trajanja opterećenja električne energije koja je ispod nje. Naime, jedna od mjera za povećanje energijske efikasnosti je i zamjena mehaničkih rashladnih uređaja koji koriste električnu energiju sa apsorpcionim, koji bi koristili toplotnu energiju. Nova kriva trajanja opterećenja se odnosi na slučaj da se potrošnja električne energije za pogon rashladnih uređaja eliminiše. Da bi eliminisali potrošnju električne energije za pogon

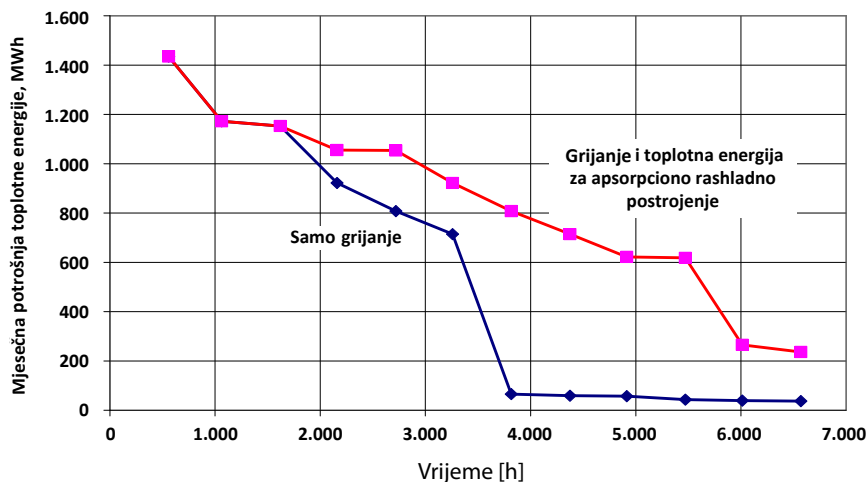
rashladnog uređaja opet moramo da raspoložemo sa mjernim vrijednostima. To znači da mora da postoji mjerni uređaj koji mjeri samo potrošnju tog uređaja. Na žalost, stariji sistemi nemaju tu mogućnost pa je potrebno u toku detaljnog energetskog pregleda izvršiti takva mjerenja za neki razumni vremenski period (24 sata ili sedam dana). Poslednje, ali i najmanje tačno, je procjenjivanje ove potrošnje na osnovu instalisanih snaga glavnih potrošača rashladnog uređaja (motori kompresora, pumpe i ventilatori) i vremena uključenosti pojedinih uređaja. Ovakva vrsta procjene povećava netočnost proračuna efekata povećanja energijske efikasnosti, a samim tim i rizik cijele investicije.

U slučaju primjera na slici 4 nova kriva trajanja opterećenja je dobijena na osnovu mjerenja instrumentima koji postoje u kompresorskoj stanici u kojoj se proizvodi rashladna voda za potrebe klima postrojenja. Kako je ukupna godišnja potrošnja električne energije proporcionalna površini ispod krive vrlo je uočljivo smanjenje potrošnje električne energije u slučaju korištenja apsorpcionog rashladnog uređaja. Međutim, ne treba izgubiti iz vida da rashladna voda mora da se proizvede da bi se obezbijedio rad klima postrojenja u ljetnim mjesecima.



Slika 4. Kriva trajanja opterećenja – električna energija

Slika 5 prikazuje vremensku promjenu potrošnje toplotne energije. I ovdje vidimo dvije krive. Jedna koja se odnosi samo na grijanje, i druga koja se odnosi na zbirnu potrošnju toplotne energije za grijanje i hlađenje. Nedostajuću toplotnu energiju koja bi se upotrijebila za pripremu rashladne vode možemo da obezbijedimo na nekoliko načina. To već ukazuje na tehnološku izmjenu energetskog sistema. Na primjer, jedan vrlo savremeni način poboljšanja tehnološke šeme energetskog sistema je primjena kogeneracije, energijski vrlo efikasne tehnologije. U analiziranom primjeru je osnovna ideja bila korištenje kogenerativnog postrojenja i njegove toplotne energije za proizvodnju tople vode za grijanje u zimskom periodu i iste te vode za pogon apsorpcionog rashladnog postrojenja tokom ljeta. Gornja kriva (na slici 5) prikazuje kumulativnu potrošnju toplotne energije za grijanje i hlađenje, koja bi se u potpunosti mogla obezbijediti u kogenerativnom postrojenju.



Slika 5. Kriva trajanja opterećenja – toplotna energija

Prema tome, poznavajući ovakve krive trajanja opterećenja za sve glavne energijske tokove analiziranog energijskog sistema može se tvrditi da se raspolaže sa osnovnim parametrima, neophodnim za modelovanje tog sistema u smislu njegove tehnološke i pogonske optimizacije. Treba naglasiti da je poznavanje mjesečne potrošnje energije pojedinih energetskih sistema u minimalno 12 konsektivnih meseci i minimum koji je neophodan za analizu.

Obim i kvalitet postojećih podataka o potrošnji energije u nekoj firmi su ujedno i mjerilo za kvalitet energijskog menadžementa u njoj. Ovakvi podaci se prikupljaju u fazi sagledavanja potencijala ušteda energije (slika 1). Vrlo je važno da su podaci koji se prikupe i što tačniji, jer se u protivnom povećava rizik analize koja slijedi.

Često se u praksi koriste specifični energetski parametri. Na primjer, potrošnja toplotne energije za grijanje se specifičira po metru kvadratnom grijne površine (kJ/m^2), ili se izračunava jedinična cijena toplotne energije (KM/kWh). Ako se takvi parametri ustanove za period prije uvođenja mjera energijske efikasnosti onda oni mogu da posluže i za procjenu postignutih efekata nakon uvođenja mjera. Specifična potrošnja se vrlo često u praksi i uvodi kao normativ, a zadaje se i dozvoljena vrijednost njegovog odstepena. Na primjer, za proizvodnju vodene pare za potrebe vešeraja u nekom hotelu propisuje se potrošnja lož ulja za proizvodnju tone vodene pare. Svako odstepene van zadatih granica menadžementu ukazuje na potrebu dodatne kontrole procesa. Čak i smanjena potrošnja zahtijeva objašnjenje, jer uzrok može da bude kvar na uređaju za mjerenje protoka pare.

Kvantifikacija efekata predlaganih mjera za povećanje energijske efikasnosti je najvažniji dio projekta, i u sebi nosi rizik realizacije projekta. Iz tog razloga se mjerenjima, poznavanje korištenog tarifnog sistema, obavljanje povremenih kontrola i mjerenja efikasnosti pojedinih sistema, praćenje načina korištenja objekta, kontrola temperature i vlažnosti u prostorijama itd. mora posvetiti velika pažnja. Nažalost vrlo rijetko se u početku realizacije projekta raspolaže sa svim tim podacima, već se obično pristupa dodatnim merenjima i prikupljanjima podataka kroz energetske preglede. Cilj svega toga je što tačnije ustanovljavanje potrošnje energije i izračunavanje energijske efikasnosti dijelova i cijelog sistema.

Svaka mjera koja se predlaže mora biti na isti način tretirana i procijenjen njen efekat smanjenja potrošnje. Kako je cijena energije ili energenata poznata, a utvrđena je i razlika potrošnji energije prije i poslije imlementacije predloženih mjera, monetarni efekat se može jednostavno ustanoviti.

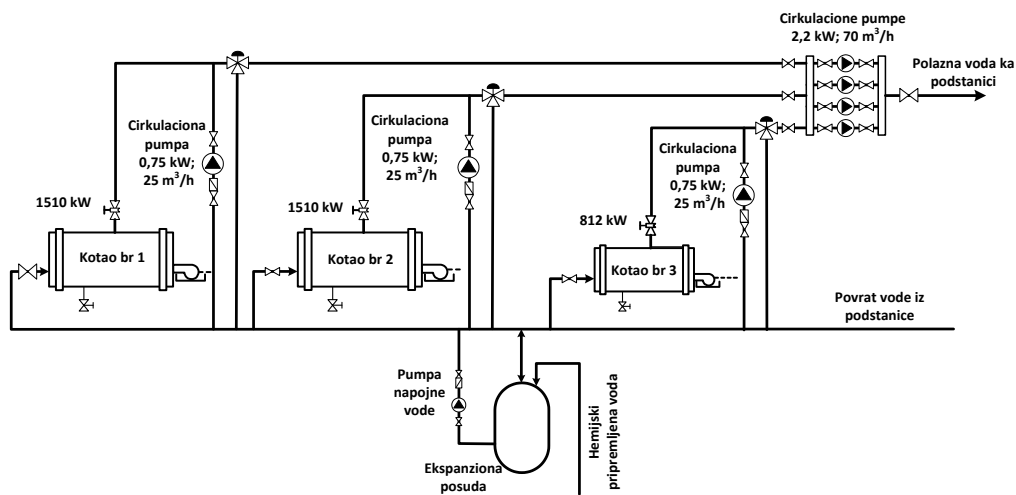
Primjer:

U jednoj od dvije zgrade fakulteta planira se zamjena stolarije, izolacija zidova i krova, montaža termostatskih ventila na klasična grijna tijela, rekonstrukcija kotlovnice i nezavisno snabdijevanje predmetne zgrade toplotnom energijom. Neto grijna površina zgrade koja je predmet ovog projekta je 5220 m²

Na slici 6 je prikazana šema kotlovnice koja obezbeđuje grijanje Fakulteta. Zgrade su povezane toplom vezom. Sistem radi u temperaturskom režimu 90/70 °C. Instalisana toplotna snaga grijnih tijela (radijatora) u staroj zgradi je 620 kW. U novoj zgradi je instalisana snaga grijnih tijela 660 kW, a snaga grijača u klima komorama je oko 250 kW.

Osnovni podaci o kotlovnici su:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| - Nominalna toplotna snaga | $1510 + 1510 + 812 = 3832$ [kW] |
| - Ukupna potrošnja prirodnog gasa | 118,748 [sm ³ /god] or 1,124 [MWh/god] |
| | (u 2010. godini) |
| - Vrijeme rada kotlova | oko 1500 [h/god] |



Slika 6. Šema kotlovnice fakulteta

Projektni parametri rada sistema grijanja su:

- Spoljna temperatura -16 °C
- Unutrašnja temperatura 20 °C
- Srednje mjesečne temperature u grijnoj sezoni su date u tabeli 1
- Grijna sezona počinje po pravilu 15. oktobra i završava se 15. aprila.
- Broj stepeni grijnih dana je 3077 [°C × dan]
- Grijni period traje oko 211 [dana/god]
- Srednja godišnja temperatura u grijnoj sezoni je 4,4 [°C]

U tabeli 1 je data potrošnja prirodnog gasa u 2010. godini. Pored toga date su i jedinične cijene prirodnog gasa, ukupan mjesečni trošak prirodnog gasa kao i njegova energijska vrijednost. Takođe su date i srednje mjesečne spoljne temperature, koje odlučujuće utiču na potrošnju gasa.

Treba posebno naglasiti da postoji samo jedno mjerno mjesto preko koga se plaća prirodni gas lokalnom distributeru i da se ono odnosi na cijeli fakultet. Da bi se utvrdila potrošnja prirodnog gasa za samo staru zgradu, koja je predmet projekta, preračunavanje je izvršeno prema instalisanom grijnom kapacitetu. Tako je procjena potrošnje prirodnog gasa u staroj zgradi određena prema formuli:

$$PG_{\text{Stara zgrada}} = \frac{620 \text{ kW}}{620 + 660 + 250 \text{ kW}} \cdot PG_{\text{UKUPNO}} \quad (1)$$

Međutim, u toku detaljnog energetskeg pregleda izvršeno je, u nekoliko dana pri spoljnim temperaturama ispod nule, test mjerenja unutrašnjih temperatura. Ova mjerenja su inicirana primjedbama korisnika da su unutrašnje temperature nedovoljne i da je zato potrebno povremeno dogrijavanje prostorija. Osim toga ozbiljan propust energijskog menadžmenta je što ne postoji kontrolno mjerenje unutrašnjih temperatura.

Mjerenja obavljena u toku detaljnog energetskeg pregleda su dala srednju višednevnu temperaturu u objektu od 18,8 °C i to u vremenu kada je sistem grijanja u funkciji.

Kako je odstepene od zadate temperature evidentno, izvršena je korekcija potrošnje gasa data jednačinom (1) na zadanu temperaturu prema sljedećoj formuli:

$$PG_{\text{Stara zgrada}}^* = \left(\frac{620 \text{ kW}}{620 + 660 + 250 \text{ kW}} \cdot PG_{\text{UKUPNO}} \right) \cdot \frac{20 - (-16)}{18,8 - (-16)} \quad (2)$$

Na taj način je povećana potrošnja gasa i ova vrijednost će se koristiti kao bazna potrošnja za procjenu efekata mjera za povećanje energijske efikasnosti. Na ovaj način korigovane potrošnje prirodnog gasa su date u tabeli 1. To znači da je i trošak za gas povećan.

Tabela 1. Potrošnja i trošak prirodnog gasa i srednje mjesečne temperature u 2010. godini

2010	PRIRODNI GAS				Srednja mjesečna spoljna temperatura [°C]
	Potrošnja prirodnog gasa [sm ³]	Jedinična cijena prirodnog gasa [KM/sm ³]	Trošak prirodnog gasa KM (PDV je uključen).	Energija prirodnog gasa [kWh]	
Januar	21.995	0,75	19.455	208.192	-1,1
Februar	23.163	0,75	20.492	219.248	1,5
Mart	17.158	0,75	15.181	162.408	6,1
April	6.493	0,88	6.733	61.459	9,6
Maj	394	0,88	409	3.729	14,4
Juni		0,88			16,8
Juli		0,88			19,7
Avgust		0,88			19,4
Septembar		0,88			15,1
Oktoabar	10.525	0,88	10.911	99.624	10,9
Novembar	12.715	0,88	13.186	120.353	4,3
Decembar	26.305	0,88	27.277	248.989	-0,3
UKUPNO/ SREDNJE:	118.748	0,8475	113,644	1.124.003	

U toku energetskog pregleda je nekoliko puta izvršeno i mjerenje efikasnosti kotlova indirektnom metodom. Ta mjerenja su pokazala da je srednja efikasnost kotla br. 3 bila 87%. Ovde se daje efikasnost najmanjeg kotla jer je preliminarnim analizama on bio određen za zamjenu i njegovo korištenje za grijanje samo stare zgrade. Treba naglasiti da ovoj mjeri za povećanje energijske efikasnosti prethode i mjere koje se odnose na zamjenu stolarije i izolacije zidova i krova. Te mjere se ovdje neće razmatrati. Razmatraće se samo mjera koja podrazumijeva zamjenu kotla br. 3. Bez ulaganja u detalje odabira kotla navodi se konačan izbor. Novi kotao će kao gorivo koristiti isključivo prirodni gas. Kapacitet kotla je 400 kW. Podatak je dobiven na osnovu kapaciteta postojeće instalacija grijanja u predmetnom objektu, proračuna toplotnih gubitaka nakon zamjene prozora i ugradnje toplotne izolacije i režima grijanja sa prekidima. Orijentacioni parametri kotla su dati u tabeli 2.

Tabela 2. Orijentacioni parametri kotla

Parametar	Vrijednost
Nazivna izlazna toplotna snaga	400 kW
Nominalna toplotna snaga pri režimu 75/60 °C (puno opterećenje)	360 kW
Nominalna toplotna snaga pri režimu 40/30 °C (puno opterećenje)	400 kW
Maksimalni radni pritisak	5.5 bar
Maksimalna temperatura vode	120 °C
Ulazna snaga goriva (prirodni gas)	150 kW - 375 kW
Pritisak produkata sagorjevanja na izlazu kotla	50 Pa
Otpor u traktu produkata sagorjevanja	3 mbar
Efikasnost (prema donjoj toplotnoj moći)	109 %

Ušteda u potrošnji goriva će se postići zbog povećanja energijske efikasnosti novog kotla u odnosu na stari. Izmjerena efikasnost starog kotla je 87%. Treba naglasiti da je to srednja efikasnost i da se ona ne može porediti sa najvećom efikasnošću kotla koja se postiže pri optimalnim uslovima rada. Zato se neće uzeti kao uporedna vrijednost ona koja se navodi u katalozima proizvođača kotlova, već iskustvena manja vrijednost. Manji kondenzacioni kotlovi postižu srednju radnu energijsku efikasnost od prosečno 98%.

Sada je moguće izračunati razliku u potrošnji goriva starog i novog kotla za ista toplotna opterećenja. Tako je:

$$\Delta PG = \frac{\frac{Q}{\eta_{stari}} - \frac{Q}{\eta_{novi}}}{\frac{Q}{\eta_{stari}}} = \frac{\eta_{novi} - \eta_{stari}}{\eta_{novi}} = \frac{0,98 - 0,87}{0,98} = 0.11 \quad (3)$$

To znači da će se zamjenom kotla postići ušteda u potrošnji prirodnog gasa od 13.060 sm³ godišnje. Prema sadašnjim cijenama vrijednost ove uštede je 11.500 KM godišnje.

Preliminarna specifikacija troškova nabavke i montaže kondenzacionog kotla je kako slijedi:

Kondenzacioni kotao sa gorionikom i opremom	44.000 KM
Građevinski radovi	2.000 KM
Montaža	4.000 KM
Trening osoblja	1.000 KM
Nadzor	400 KM
Ostalo	500 KM
UKUPNO	51.900 KM

Slijedi da je prost period otplate $51500/11500 = 4,5$ god. Uz ovo treba reći da je postojeći kotao i ekonomski i tehnički otpisan, da je vrlo često u kvaru, da nema za njega rezervnih dijelova itd. To sve treba imati u vidu pri konačnoj procjeni predložene mjere za povećanje energijske efikasnosti. Ovim projektom se povećava sigurnost sistema grijanja, bezbjednost i smanjuje se emisija štetnih gasova.

3. EKONOMSKA ANALIZA PROJEKTA

Važan dio izrade svakog projekta je izračunavanje njegove opravdanosti. U ovoj fazi vrijednovanja projekta se ne uzimaju u obzir mogućnosti za finansiranje projekta. Stoga, efekti finansiranja projekta kao što su kamate na dobijeni kredit, porezi, donacije, subvencije, itd. se ne uzimaju u obzir prilikom izračunavanja ekonomske opravdanosti projekta, ali će biti uzete u obzir prilikom financijske analize projekta.

Ovdje se daje postupak za standardno izračunavanje opravdanosti projekta. Uvode se i objašnjavaju slijedeći elementi:

- Ekonomski parametri,
- Vremenska vrijednost novca,
- Izračunavanje profitabilnosti.

Cilj izračunavanja opravdanosti projekta je:

Nalaženje ekonomske profitabilnosti za projekat i/ili predložene mjere, i pravilno rangiranje.

Nakon postupka izračunavanja profitabilnosti projekta izračunava se novčani tok za isplativost projekta uz razmatranje efekata finansiranja projekta.

3.1 Ekonomski parametri

Analiza profitabilnosti zahtijeva da se slijedeći ekonomski parametri kvantifikuju što je moguće tačnije:

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| • Investicija | I_0 [KM] |
| • Godišnja neto ušteda | B [KM/god] |
| • Tehnički / Ekonomski vijek trajanja | n [god] |
| • Nominalna kamatna stopa | $n_r \times 100$ [%] |
| • Realna kamatna stopa | $r \times 100$ [%] |
| • Stopa inflacije | $b \times 100$ [%] |

Definisanje tačnih ekonomskih ulaznih parametara je veoma važno za točno izračunavanje profitabilnosti.

a. Investicija, I_0

Investicija obuhvata sve troškove koji su vezani za ukupnu investiciju projekta. Investicije u projekat obično obuhvataju slijedeće elemente:

- Projektovanje/Planiranje,
- Upravljanje projektom/uvjerenje o kvalitetu,
- Komponente, oprema i uređaji.

- Montaža,
- Kontrola i testiranje,
- Dokument o izgrađenom objektu,
- Nabavka,
- Obuka,
- Ostali troškovi,
- Porezi, PDV.

- **Godišnja neto ušteda, B**

Godišnja neto ušteda je neto godišnja ušteda [KM/god] koja je rezultat odgovarajuće investicije. Pojednostavljeno izračunavanje godišnje neto uštede investicija u energijsku efikasnost je:

$$B = S \cdot E \quad (4)$$

B	Godišnja ušteda, [KM/god]
S	Ušteda energije po godini, [kWh/god]
E	Cijena energije, [KM/kWh]

Pored smanjenja uštede energije [kWh/god], i smanjenje vršne snage [kW], provizije za priključak, provizije za životnu sredinu, itd. bi trebalo da se uključe u izračunavanje (ako postoje). Ako mjera zahtijeva dodatno održavanje (nova instalacija) ili dovodi do smanjenih troškova održavanja, to mora da se uzme u obzir kako bi se dobila neto godišnja ušteda.

$$B = S \cdot E \pm \Delta O \& M \quad (5)$$

$\Delta O \& M$ Promjene troškova rada i održavanja (+ ili -)

Kod projekata kod kojih se vrše investicije da bi se ostvarivali prihodi od aktivnosti na tržištu energije (na primjer, investicije u izgradnju novih energijskih kapaciteta), S je jednako količini energije koja će se prodati na tržištu. Prema tome, B će biti jednako prihodima koji se dobiju od prodaje energije minus troškovi rada i održavanja, to jest, gotovinska zarada. E će se smatrati sadašnjom važećom tržišnom prodajnom cijenom energije.

- **Tehnički/Ekonomski vijek trajanja, n**

Ekonomski vijek trajanja: Praktičan vijek trajanja investicije/opreme odnosno vijek trajanja prije nego što je isplativo da se zamijeni novom opremom.

Tehnički vijek trajanja: Fizički vijek trajanja investicija odnosno koliko dugo oprema može da radi (tehnički).

Ukoliko se komponente/proizvodi zamjenjuju prije nego što se pohabaju kao rezultat raspoloživosti na tržištu novih i efikasnih komponenti, tada je ekonomski vijek trajanja kraći od tehničkog vijeka trajanja. Promjene standarda i propisa, cijena energije, nivoa udobnosti, itd. mogu takođe da dovedu do zamjene opreme prije isteka njenog tehničkog vijeka trajanja.

Primjer:

Personalni računar ima tehnički vijek trajanja od 7 - 10 godina, ali ekonomski vijek trajanja je maksimalno 3 godine. Poslije 3 godine, raspoloživi softver zahtijeva bolji PC za njegovo efikasno korišćenje.

Slijedeća tabela pokazuje uobičajeni tehnički i ekonomski vijek trajanja neke od energetske opreme.

Tabela 3. Tehnički i ekonomski vijek trajanja neke od energetske oprema

	Tehnički radni vijek [godina]	Ekonomski radni vijek [godina]
Zgrade	60	30
Izolacija	40	30
Prozori	30	30
Zaptivke na prozorima	5	5
Sistem grijanja	25	15
Cijevna instalacija	30	15
Bojler za toplu vodu	15	15
Električni grijni sistemi	30	15
Termostati i ventili	15	10
Toplotne pumpe	15	15
Gorionici za tečna goriva	15	10
Ekspanzioni sistem	20	15
Regenerator za otpadnu toplotu	10	10
Toplotni razmjenjivači za vodu i glikol	15	15
Ventilacioni kanali	30	15
Automatika	15	10
Osvjetljenje	20	15
Uređaji za uštedu vode	10-15	5-10

Za izračunavanje ekonomske profitabilnosti se koristi ekonomski vijek trajanja.

- **Realna kamatna stopa, r**

Realna kamatna stopa je nominalna kamatna stopa korigovana prema inflaciji, relativnom povećanju cijene energije i drugim mogućim relativnim povećanjima cijena.

Često je veoma teško da se predvidi budući razvoj realne kamatne stope, posebno u državama čije su privrede u tranziciji. I pored toga, ovo je izuzetno važan parametar. Kod dužeg ekonomskog vijeka trajanja investicije, realna kamatna stopa će imati značajniju ulogu.

Realna kamatna stopa korigovana za inflaciju je:

$$r = \frac{n_r - b}{b + 1} \quad (6)$$

Kada se izvode grube kalkulacije, pojednostavljeno izračunavanje realne kamatne stope je:

$$r = n_r - b \quad (7)$$

Ova pojednostavljena forma ne bi trebalo da se koristi u slučajevima kada je inflacija visoka, ili kada je period otplate suviše dugačak.

Primjer:

Nominalna kamatna stopa, n_r = 25%

Inflacija, b = 18%

Kolika je realna kamatna stopa?

$$r = \frac{0.25 - 0.18}{1 + 0.18} = 0.059 \quad (5.9\%)$$

Pojednostavljeno izračunavanje daje da je $r = 25 - 18 = 7\%$.

3.2 Vremenska vrijednost novca

- **Štednja novca u banci (kretanje unaprijed)**

Ako se izvjesna količina novca B_0 [KM] nalazi u banci i ako je nominalna kamatna stopa n_r postavlja se pitanje kolika će količina novca biti u banci nakon n godina?

Osnovni parametri ovako postavljenog pitanja su:

B_0	Količina novca u banci danas
B_n	Količina novca nakon n godina
$n_r \times 100\%$	Nominalna kamatna stopa banke
n	Vrijeme (godine) u kojem je novac u banci

Količina novca u banci posle 1 godine:

$$B_1 = B_0 \cdot (1 + n_r) \quad (9)$$

poslije 2 godine:

$$B_2 = B_1 \cdot (1 + n_r) = B_0 \cdot (1 + n_r)^2 \quad (10)$$

a poslije n godina je:

$$B_n = B_0 \cdot (1 + n_r)^n \quad (11)$$

Primjer:

Ako neko ima 1.500 KM na računu u banci danas, ako je kamatna stopa 5 %, koliko će na računu biti novca nakon 5 godina?

$$B_0 = 1,500 \text{ KM}$$

$$n_r = 0.05$$

$$n = 5 \text{ godina}$$

nakon pet godina u banci će biti:

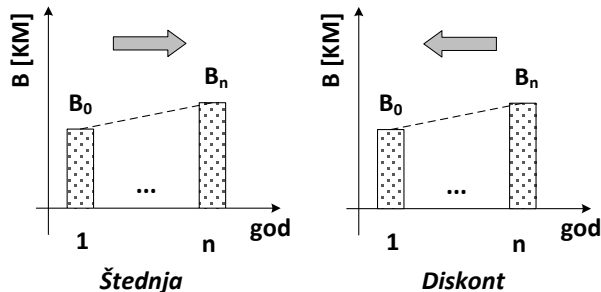
$$B_n = B_0 \cdot (1 + n_r)^n = 1500 \cdot (1 + 0.05)^5 = 1914 \text{ KM}$$

- **Diskontovana vrijednost (vraćanje unazad)**

Ukoliko ima B_n [KM] u banci na n godina, koja je današnja vrednost B_0 [KM] tog novca? Korištenjem iste jednačine kao kod štednje, možemo da izračunamo B_0 :

$$B_0 = \frac{B_n}{(1 + n_r)^n} = \text{Diskontovana vrijednost} \quad (12)$$

gdje je $\frac{1}{(1 + n_r)^n}$ diskontni faktor.



Slika 7. Štednja i diskont

Primjer:

Za 10 godina će se dobiti 20,000 KM kao bonus od kompanije. Koja je današnja vrijednost tog bonusa ako je godišnja inflacija 9%?

Koristeći jed. (12) dobija se da je:

$$B_0 = \frac{B_{10}}{(1 + n_r)^n} = \frac{20000}{(1 + 0.09)^{10}} = 8448 \text{ KM}$$

To znači da bonus od 20,000 KM koji će se dobiti za 10 godina vrijedi samo 8,448 KM u današnjem novcu.

Ovo se može objasniti i na drugi način. Na primjer, ako se kupi polovan automobil danas za 8,448 KM, takav isti automobil će za deset godina vrijediti 20,000 KM, ako je prosječna inflacija za tih deset godina 9%.

• Izračunavanje ekonomske profitabilnosti

Postoji nekoliko metoda za izračunavanje ekonomske profitabilnost investicija. Neke od njih su:

- Period otplate
- Neto sadašnja vrijednost
- Količnik neto sadašnje vrijednosti
- Isplata
- Interna stopa povrata

Slijedeći parametri se koriste kod svih metoda:

- | | |
|--|--------------------|
| - Investicija | I_0 [KM] |
| - Godišnja neto ušteda/Gotovinska zarada | B [KM/god] |
| - Ekonomski vijek trajanja | n [god] |
| - Realna kamatna stopa | $r \times 100$ [%] |

3.2.1 Metod perioda otplate (Payback - PB)

Prost period otplate je vrijeme koje je potrebno da se isplati investicija na osnovu jednakih godišnjih neto ušteda ($B_1 = B_2 = \dots = B_n$). Poslije tog vremena investicija počinje da zarađuje novac sve dok se ne stigne do ekonomskog vijeka trajanja. Tada je potrebna nova investicija.

$$\text{Period otplate} = \frac{\text{Investicija}}{\text{Godišnja neto ušteda}} = \frac{I_0}{B} \text{ [god]}$$

Metod perioda otplate je najjednostavniji alat za brzo izračunavanje, ali se moraju prepoznati i prisutna ograničenja:

- *Treba da se koristi samo kada je realna kamatna stopa niska,*
- *Treba da se koristi za period otplate koji je kraći od 4-5godina,*
- *Metod ne uzima u obzir vrijednost godišnjih ušteda poslije perioda otplate*

Primjer:

Uređaj za rekuperaciju toplote (iskorištenje otpadne toplote) se montira u postojeći ventilacioni sistem. Vrijednost investicije (projektovanje, nabavka, montaža, nadzor itd) je 10,000 KM, a očekivana godišnja neto ušteda je 2,500 KM.

Koji je period otplate investicije?

$$\text{Period otplate} = \frac{\text{Investicija}}{\text{Godišnja neto ušteda}} = \frac{10000}{2500} = 4 \text{ [god]}$$

3.2.2 Metod neto sadašnje vrijednosti – NSV (Net Present Value - NPV)

Najčešće 1,000 KM u 2000. godine nema istu vrijednost kao 1,000 KM 1999. godini zbog inflacije. Drugim riječima, ne bi bilo moguće da se kupi onoliko robe i usluga za 1,000 KM₂₀₀₀ kao za 1,000 KM₁₉₉₉. Isti argument će se odnositi i na uštede energije.

Da bi se rezimirala diskontovana vrijednost godišnjih ušteda, neophodno je da se definiše referentna godina koja se odnosi na sve investicije i uštede. Nije važno koja godina će se odabrati za referentnu godinu sve dok se sve uplate i isplate odnose na istu referentnu godinu. Normalno je da odabrana godina bude ona u kojoj su izvršene investicije (godina 0).

Neto sadašnja vrijednost (NPV – net present value) projekta ili mjere za povećanje energijske efikasnosti je sadašnja vrijednost svih budućih godišnjih neto ušteda tokom ekonomskog vijeka trajanja (od prve do n-te godina) umanjena za investiciju (nulte godine):

Neto sadašnja vrednost (NPV) =

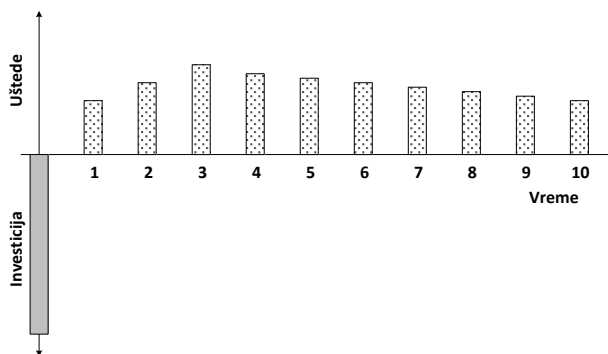
Diskontovana vrednost neto uštede (Gotovinska zarada) – Investicija

Kriterijum profitabilnosti:

NPV > 0

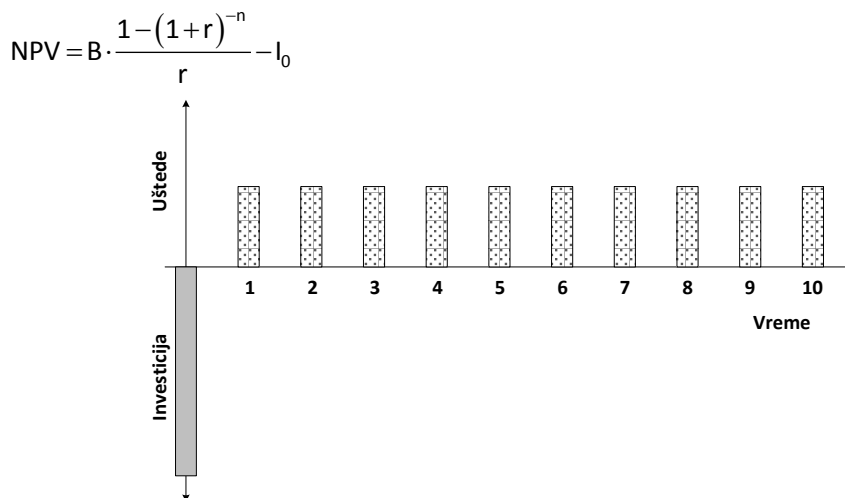
Ako su godišnje neto uštede različite svake godina; $B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq \dots \neq B_n$, neto sadašnja vrijednost je:

$$NPV = \left[\frac{B_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+r)^n} \right] - I_0 \quad (13)$$



Slika 8. Nejednake jednogodišnje uštede

U mnogim projektima, za neto uštede se obično pretpostavlja da su jednake za svaku godinu; $B_1 = B_2 = \dots = B_n$. Tada jednačina za neto sadašnju vrijednost može da se pojednostavi:



Slika 9. Jednake jednogodišnje uštede

Primjer:

Vlasnik zgrade želi da instalira termostatske ventile na radijatorima u zgradi. Korištenjem slijedećih podataka izračuna se da li je investicija isplativa.

Investicija	$I_0 = 2,300$ KM
Godišnja ušteda energije	$S = 19,000$ kWh/god
Cijena energije	$E = 0.07$ KM/kWh
Ekonomski vijek trajanja	$n = 10$ godina
Nominalna kamatna stopa	$n_r \times 100 = 11\%$
Inflacija	$b \times 100 = 7\%$

Godišnja ušteda energije:

$$B = S \cdot E = 19000 \cdot 0.07 = 1330 \text{ [KM/god]}$$

Realna kamatna stopa:

$$r = \frac{n_r - b}{1 + b} = 0.037 \text{ (3.7\%)}$$

Neto sadašnja vrijednost:

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - I_0 = 1330 \cdot \frac{1 - (1 + 0.037)^{-10}}{0.037} - 2300 = 8650 \text{ [KM]}$$

NPV je pozitivan, što znači da je investicija isplativa!

3.2.3 Količnik neto sadašnje vrijednosti – NPVQ (Net Present Value Quotient)

Kvocijent neto sadašnje vrijednosti, KPVQ, je odnos između neto sadašnje vrijednosti i ukupne investicije:

$$\text{Količina neto sadržajne vrednosti} = \frac{\text{Neto sadašnja vrednost}}{\text{Investicija}} = \frac{\text{NPV}}{I_0}$$

Najveća vrijednost QNPV takođe daje mogućnost određivanja najisplativije mjere za povećanje energetske efikasnosti ili projekat. Obično se koristi za interno rangiranje projekata ili podprojekta.

Primjer:

Koja je od slijedećih mjera najisplativija?

1. Ugradnja termostatskih ventila na radijatore sa ukupnim iznosom investicije od 2,300 KM i godišnjom uštedom energije od 570 KM.
2. Ugradnja jedinice za rekuperaciju toplote u ventilacionom sistemu sa ukupnom investicijom od 10,000 KM i godišnjom neto uštedom od 2,500 KM.

	Oznaka	Jedinica	Termostatski ventili	Uređaj za rekuperaciju toplote
Investicija	I_0	KM	2300	10000
Godišnja neto ušteda	B	KM/god	570	2500
Ekonomski vijek trajanja	n	god	10	15
Realna kamatna stopa	$n \times 100$	%	7	7
Period otplate		god	4	4

Količnik neto sadašnje vrijednosti – NPVQ za dva posmatrana slučaja je:

1. *Termostatski ventili*

$$\text{NPV}_1 = B_1 \cdot \frac{1 - (1 + r_1)^{-n_1}}{r_1} - I_{0(1)} = 570 \cdot \frac{1 - (1 + 0.07)^{-10}}{0.07} - 2300 = 1703 \text{ [KM]}$$

Sada je

$$\text{NPVQ}_1 = \frac{\text{NPV}_1}{I_{0(1)}} = \frac{1703}{2300} = 0.74$$

Ovaj rezultat znači da za svaku investiranu 1 KM, vlasnik zgrade ima godišnji prihod od 0.74 KM.

2. Uređaj za rekuperaciju toplote

$$NPV_2 = B_2 \cdot \frac{1 - (1 + r_2)^{-n_2}}{r_2} - I_{0(2)} = 2500 \cdot \frac{1 - (1 + 0.07)^{-15}}{0.07} - 10000 = 12770 \text{ [KM]}$$

Sada je

$$NPVQ_2 = \frac{NPV_2}{I_{0(2)}} = \frac{12770}{10000} = 1.28$$

Ovaj rezultat znači da za svaku investiranu 1 KM, vlasnik zgrade ima godišnji prihod od 1.28 KM.

Može se zaključiti da su obje razmatrane mjere profitabilne jer im je NPV veći od nule. Period otplate u oba slučaja je 4 godine. Međutim, ugradnja rekuperatora toplotne energije je isplativija investicija prema kriterijumu količnika neto sadašnje vrijednosti ($NPVQ_2 > NPVQ_1$).

3.2.4 Metod isplate (Pay-Off - PO)

Isplata je vrijeme koje je potrebno da se vrati investicija uzimajući u obzir realnu kamatnu stopu. To znači da treba odrediti vrijeme koje je potrebno prije nego što bude neto sadašnja vrijednost jednaka nuli ($NPV = 0$):

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} - I_0 = 0 \quad (15)$$

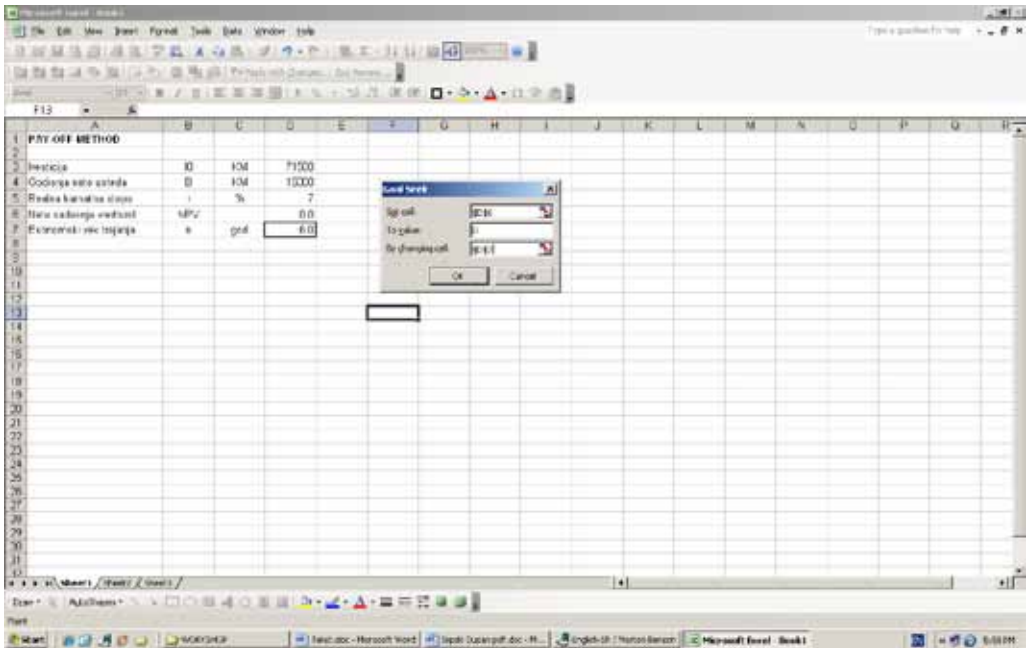
Rješavanje ove jednačine može da se nađe iterativno.

Ako su poznati faktor anuiteta (f) i realna kamatna stopa (r) tada vrijeme isplate (n) može da se odredi iz gornje jednačine.

Primjer:

Investicija, I_0	71500 KM
Godišnja neto ušteda, B	15000 KM/god
Realna kamatna stopa, $n \times 100$	7%

Za rješavanje jednačine korišten je MS EXCEL i njegova rutina GOAL SEAK. Rezultat je prikazan na slijedećoj slici.



Sa realnom kamatnom stopom od 7% i anuitetom od 0,2098 ($B/I_0 = 15000/71500 = 0.2098$), isplata je za 6 godina.

3.2.5 Interna stopa povrata (IRR) (Internal Rate of Return)

IRR je ona **kamatna stopa** koja je jednaka neto sadašnjoj vrijednosti budućih ušteda. Treba u slijedećoj jednačini odrediti $r (=IRR)$ uz poznate ostale parametre problema.

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - I_0 = 0 \quad (16)$$

IRR je kamatna stopa koja diskontira priliv prihoda koga generiše investicija, tako da je neto sadašnja vrijednost (NPV) priliva jednaka uloženoj svoti kapitala. Interna stopa rentabilnosti (IRR) se upotrebljava za procjenu financijske valjanosti investicionog prijedloga.

Primjer:

Uređaj za rekuperaciju toplote ugrađen u ventilacioni sistem u nekoj osnovnoj školi poznato je:

Investicija, I_0	10,500 KM
Godišnja ušteda energije, S	30,000 kWk/god
Cijena energije, E	0.06 KM/kWh
Ekonomski vijek trajanja, n	10 god
Nominalna kamatna stopa, $n_r \times 100$	9 %
Inflacija, $b \times 100$	7 %

Kolika je profitabilnost ove mjere povećanja energijske efikasnosti?

Realna kamatna stopa:

$$r = \frac{n_r - b}{b + 1} = \frac{0.15 - 0.07}{1 + 0.07} = 0.075 \text{ (7.5\%)}$$

Period otplate

Godišnja neto ušteda u novcu:

$$B = S \cdot E = 30000 \cdot 0.06 = 1800 \text{ KM / god}$$

$$\text{Period otplate} = \frac{I_0}{B} = \frac{10500}{1800} = 5.8 \text{ god}$$

Neto sadašnja vrijednost

$$\text{NPV} = B \cdot \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - I_0 = 1800 \cdot \frac{1 - (1 + 0.075)^{-10}}{0.075} - 10500 = 1855 \text{ KM}$$

Kako je $\text{NPV} > 0$ to se može reći da je mjera profitabilna.

Količnik neto sadašnje vrijednosti

$$\text{NPVQ} = \frac{\text{NPV}}{I_0} = \frac{1855}{10500} = 0.18$$

Kako je $\text{QNPV} > 0$ to se može reći da je mjera profitabilna i po ovom kriterijumu.

Isplata

Iz jednačine određujemo vrijeme isplate n .

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

Koristeći u MS EXCEL proceduru Goal Seek dobija se da je u analiziranom primjeru $n = 8.0$ god.

Kako je period isplate $n = 8$ manji od ekonomskog vijeka trajanja investicije, može se zaključiti da je mjera isplativa ili profitabilna.

Interna stopa povrata

Realna kamatna stopa pri kojoj će, uz ostale poznate i zadane parametere projekta, neto sadašnja vrijednost biti jednaka ($\text{NPV} = 0$) je 11.2% (i ovaj rezultat je dobijen korištenjem MS EXCEL).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41																		

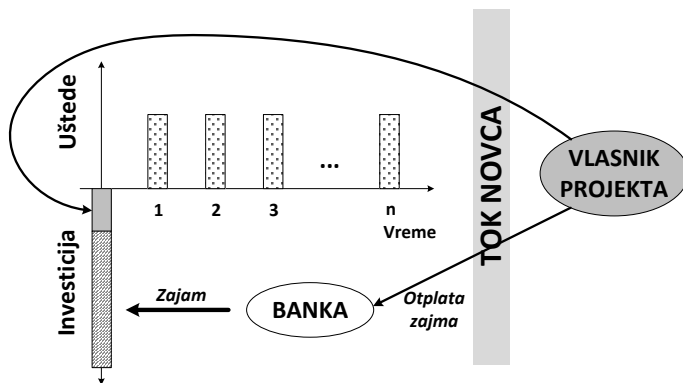
Kako je interna stopa povrata (IRR) veća od realne kamatne stope, može se reći da je predložena mjera profitabilna.

Razlika između perioda otplate (5.8 godina) i isplate (8.0 godina) je 2.2 godine, što znači da je period otplate kraći 27.5% od isplate i na taj način se ilustruje da se razlika između perioda otplate i isplate s vremenom brzo povećava.

Izračunat IRR je realan ISP sa inflacijom od 7%. To odgovara nominalnoj vrijednosti IRR_n od:

$$IRR_n = IRR \cdot (1 + b) + b = 0.112 \cdot (1 + 0.07) + 0.07 = 0.190 \quad (19.0\%)$$

Prikazan postupak izračunavanja ekonomske profitabilnosti podrazumijeva samo analizu ekonomske vrijednosti samog projekta. Za vlasnika projekta ukupna profitabilnost projekta će zavisiti kako je projekat finasiran i koliki su troškovi financiranja. Vlasnik projekta će investirati dio novca sa kojim raspolaže (equity), uzeće kredit pod određenim uslovima i otplaćivaće ga i ostvariće određene uštede novca na računu za energiju.



Slika 10. Tok novca

Primjer:

Investicija, I_0	114900 KM
Godišnja ušteda, B	29800 KM
Inflacija, $b \times 100$	7 %
Ekonomski vijek trajanja, n	10 god

Program finansiranja projekta je dat u slijedećoj tabeli.

Izvori finansiranja	Investicija KM	Kamata %	Period otplate godine
Zajam od nacionalnog fonda za energijsku efikasnost	60000	6.0	5
Zajam od komercijalne banke	30000	12.0	8
Sopstvena ulaganja	24900		
UKUPNO:	114900		

Neto ušteda energije raste po 5% godišnje. Ovaj porast nastaje zbog očekivanog porasta cijene goriva.

ZAJAM

Oba zajma su godišnji.

$$\text{Zajam 1: Anuitet 1} = \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} = \frac{0.06}{1 - (1+0.06)^{-5}} = 0.2374 \Rightarrow 14244 \text{ KM/god}$$

$$\text{Zajam 2: Anuitet 2} = \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} = \frac{0.12}{1 - (1+0.12)^{-8}} = 0.2013 \Rightarrow 6039 \text{ KM/god}$$

Na osnovu ovoga se može izraditi tok novca koji generiše razmatrani projekat pod zadanim uslovima. Tok novca je dat u tabeli 4.

Tabela 4. Priljev praćenja toka novca

TOK NOVCA	GODINA											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Investicija	(114900)											
Zajam 1	60000											
Zajam 2	30000											
Sopstvena sredstva	24900											
Trošak za servisiranje duga		(20283)	(20283)	(20283)	(20283)	(20283)	(6039)	(6039)	(6039)			
Neto ušteđeda novca		29800	31290	32855	34497	36222	38033	39935	41932	44028	46230	
Neto tok novca	(24900)	9517	11007	12572	14214	15939	31994	33896	35893	44028	46230	
Akumulirani tok novca	(24900)	(15383)	(4376)	8196	22410	38349	70343	104239	140131	184160	230389	

Cifre u zagradi označavaju minus ili trošak. To je uobičajeno u računovodstvu.

Pozitivan tok novca znači "priliv novca" a negativan "odliv novca" za vlasnika projekta. Kapital daje vlasnik projekta/zajmoprimalac i otuda negativni novčani tok za njega u nultoj godini. Ovdje su dati samo osnovni principi izračunavanja toka novca u financijskoj analizi projekta. Detaljna analiza toka novca obično uključuje i poreze i amortizaciju.

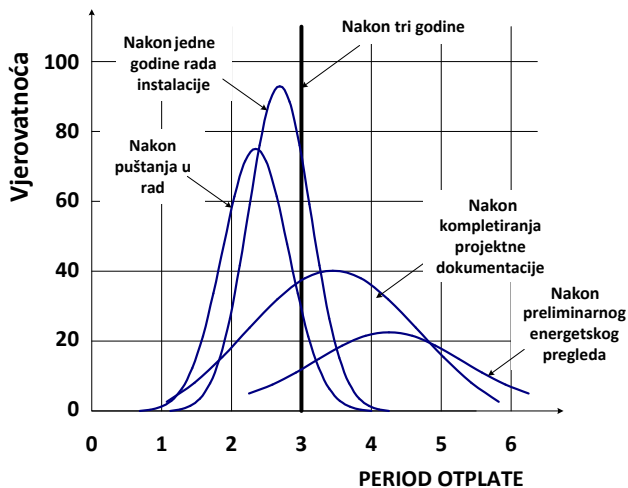
Investicioni planovi su uvijek usmjereni ka budućnosti na koju se može primijeniti samo vjerovatnoća, kojom se onda iskazuje rizik investicije. Nema apsolutne sigurnosti da će rekonstruisano ili izgrađeno energetska postrojenje zadovoljiti ustanovljene kriterijume na početku realizacije projekta.

Rizik projekta je nesiguran događaj ili stanje koje, ako se pojavi, ima pozitivan ili negativan uticaj na barem jedan od ciljeva projekta - na rokove, troškove, energijsku efikasnost itd. Rizik može imati jedan ili više uzroka, a njegova pojava jednu ili više posljedica. Prema tome, rizik treba shvatiti kao prijetnju uspjehu projekta, ali i kao priliku za povećanje šansi za njegovu uspješnu realizaciju. Rizik karakterišu slijedeće tri komponente: neizvjesnost, potencijalni gubitak i vremenska komponenta.

Analiza rizika je sistematska procjena distribuirane vjerovatnoće pojave svakog od faktora koji utiče na investicioni projekat i simulacija moguće kombinacije vrijednosti svakog faktora kako bi se odredio raspon mogućih ishoda i vjerovatnoća njihovih događanja. Rizikom se izražava varijabilnost očekivanog budućeg povrata investiranog kapitala i stoga se u njegovom utvrđivanju koriste statističke tehnike vjerovatnoće kao pomoć pri donošenju odluka kojima bi se rizik predvidio i smanjio.

Iskustvo i priroda pomenutih faktora i događanja sugerišu da se u analizu pomenute vjerovatnoće koristi normalna kriva raspodjele kao odličan reprezent ocjene rizika prilikom donošenja odluka. Međutim, rizik je složena pojava i ne iskazuje se jednim brojem, već vjerovatnoćom da će se nešto dogoditi ili neće u realizaciji nekog projekta u datom okruženju.

Na slici 11 prikazana je zavisnost vjerovatnoće ostvarivanja perioda otplate jednog projekta. Nakon završetka faze sagledavanja potencijala ušteda energije ili preliminarnog energetskog pregleda (slika 1) može se reći da je period otplate oko 4,2 godine sa vjerovatnoćom od svega 22%. Kako je kriva normalne raspodjele vrlo "pljosnata" to znači da je interval vjerodostojnosti ove procjene širok. Drugim riječima rizik je velik. Nakon detaljnog energetskog pregleda i kompletiranja projektne dokumentacije, prikupljanja ponuda za izvođenje radova vjerovatnoća da će period otplate biti 3,4 godine porasla je na oko 40%. I kriva normalne raspodjele postala je "uža" što je sve zajedno smanjilo rizik da će se odstupiti od planiranog perioda otplate u toj fazi. Period otplate od 3,4 godine je atraktivan i u ovoj fazi treba procjenjujući rizik donijeti odluku o daljoj realizaciji projekta.



Slika 11. Zavisnost vjerovatnoće u različitim periodima životnog vijeka projekta i perioda otplate

Nakon puštanja u rad energetskog postrojenja sa vrlo visokom vjerovatnoćom od 75% može se reći da je period otplate pao na svega 2,3 godine. Razlog ipak velikog odstupena može biti skok cijene osnovnog energenta.

Poslije jedne godine rada vjerovatnoća da će se realizovati željeni period otplate je već sasvim visoka i iznosi 93%. Rizik je već sasvim umanjen i projekat je ušao u stabilnu fazu.

Sve opisano se događa u realnom vremenu u kome cijene energenata obično rastu, cijene opreme variraju, pojavljuju se nova tehnološka rješenja na tržištu itd. Sve to, ali i mnogi drugi tehnički i ekonomski faktori zahtijevaju stalnu procjenu rizika i njegovu kontrolu prema zadanim kriterijumima na početku projekta. Nekada je potrebno korigovati i te kriterijume. To se događa pri velikim poremećajima tržišta od koga posmatrani energetski projekat zavisi.

Za procjene rizika postoje profesionalni softveri u kojima se unose prije svega procjene očekivanih ušteda, cijena energije i energenata, investicione procjene ali i mnogi drugi faktori koji čine okruženje projekta i koji mogu da pozitivno ili negativno utiču na projekat.

Prikazana ekonomska i finansijska analiza pruža vrijedne podatke na osnovu kojih je moguće donijeti odluku o investiciji u rekonstrukciju ili gradnju postrojenja kojim bi se povećala energijska efikasnost i smanjili troškovi za energiju. Da bi takva analiza obezbijedila pouzdane rezultate, osnovni preduslov je da su raspoloživi tehnički podaci o potrošnji energije ili energenata, cijeni opreme, vrijednovanje uticaja energijskog menadžmenta na potrošnju itd., pouzdani i dovoljni za obavljanje neophodnih tehničkih proračuna. Drugim riječima, osnovni uslov za vođenje uspješnog projekta je pouzdan presjek potrošnje energije i tačna procjena energijske efikasnosti cijelog postrojenja ili njegovog dijela, koji je predmet projekta.

Nakon ustanovljavanja potrošnje i prakse upravljanja postrojenjem, treba realno procijeniti optimalnu tehnologiju koja bi mogla unaprijediti ili zamijeniti onu koja se koristi. Pod realnim se misli na izbor one tehnologije koju korisnici mogu uspješno koristiti a da pri tome i njena cijena i njeno održavanje budu primjereni ekonomskim i finansijskim ograničenjima vlasnika projekta.

Obim analize će zavisi od investicije, ali je nesumnjivo da se prikazana procedura mora ispoštovati. Za one projekte koji mogu da se podvedu pod tekuće održavanje nije ni potrebno vršiti detaljnu ekonomsku i finansijsku analizu, ali je neophodno utvrditi detaljan plan njegove implementacije. Tek za one projekte čiji prost period otplate prelazi 4-5 godina i čija vrijednost navodi vlasnika projekta na uzimanje zajma ili zajmova, treba ekonomsku i finansijsku analizu u potpunosti sprovesti zadovoljavajući pri tome svakako procedure kreditora.

7. REFERENCE

1. Sullivan, W. G., Wickws, E. M., Luxhoj, J. T. **Engineering Economy**, Pearson Education, 2006.
2. **Financial Engineering for Energy Efficiency Projects**, The Norwegian Energy Efficiency Group, Oslo, 2002.
3. Behrens, W., Hawranek, P. M. **Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies**, UNIDO, Vienna, 1991.
4. Morvaj, Z.K, Gvozdenac, D.D. **Applied Industrial Energy and Environmental Management**, John Wiley&Sons, 2008.

„Biblioteka edukativnih publikacija za energetska efikasnost u Bosni i Hercegovini“



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

www.eee.ba



Bosnia and
Herzegovina

www.undp.ba

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

On behalf of
BMZ



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

www.sustainable-energybih.org