



PRIMER PRORAČUNA ZA PROCENU UVOĐENJA NAPREDNIH MERNIH SISTEMA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

AN EXAMPLE FOR CALCULATION OF THE IMPLEMENTATION OF SMART METERING SYSTEMS IN THE DISTRIBUTION SYSTEM

Biljana TRIVIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Elektrotehnički fakultet Beograd, Republika Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Napredni merni sistemi pomažu ostvarivanju ključnih energetske ciljeva Evropske Unije među kojima je i omogućavanje svim potrošačima da njihovo snabdevanje električnom energijom bude po nižim cenama, a i da se oni aktivno uključuju u tržište električne energije i to tako što potrošač praćenjem svoje potrošnje, pomoću naprednog mernog sistema, dobije mogućnost da prilagođava svoju trenutnu potrošnju cenama električne energije ili da odgovori zahtevima operatora sistema - tzv. „*demand response*“ princip. Sa druge strane, operatori sistema pomoću naprednih mernih sistema imaju mogućnost da prate parametre kvaliteta isporuke električne energije i u skladu sa tim planiraju kratkoročni ili dugoročni razvoj i unapređenje svog sistema. Direktivama 2009/72 i 2019/944, kojima se definišu zajednička pravila tržišta električne energije, postavljeni su zahtevi za izradu planova implementacije naprednih mernih sistema u distributivnoj elektroenergetskoj mreži. Operator distributivnog sistema ima obavezu da izradi procenu isplativosti uvođenja naprednih mernih sistema, a ukoliko ova analiza pokaže da je isplativo uvođenje naprednih mernih sistema operator distributivnog sistema izrađuje plan implementacije naprednih mernih sistema. U ovom radu autor će prikazati jedan način za procenu uvođenja naprednih mernih sistema za devetogodišnji period. Biće prikazan predlog autora koji sve parametri mogu da se posmatraju za proračun, a to su sa jedne strane, svi benefiti koji se mogu očekivati od uvođenja naprednih mernih sistema i sa druge strane, sve što operator sistema mora da uradi da bi uveo napredne merne sistema. Bitno je napomenuti da će se za ulazne podatke koristiti podaci koji nisu stvarni već su to tzv. *dummy data* koji služe samo za testiranje predloženog načina proračuna. Za tako uzete ulazne *dummy data* dobijaju se rezultati koji će biti predstavljeni u radu. Svrha ovog rada je da se prikaže jedan primer kako može da se uradi procena uvođenja naprednih mernih sistema, bez korišćenja realnih podataka. U skladu sa tim ovaj rad ne daje stvarnu analizu isplativosti uvođenja naprednih mernih sistema u distributivni sistem.

Ključne reči: napredni merni sistem, troškovi, benefiti, operator distributivnog sistema

ABSTRACT

Advanced metering systems help achieve key energy goals of the European Union, including enabling all consumers to have their electricity supply at lower prices, and to actively participate in the electricity market by monitoring their consumption by using an advanced metering system. Consumers get the opportunity to adjust their current consumption of electricity according to current prices or to meet the requirements of system operators (*demand response principle*). On the other hand, system operators thanks to advanced metering systems have the ability to monitor the quality of electricity supply and to plan short-term or long-term development of their system. Directives 2009/72 and 2019/944, which define common rules of the electricity market, set requirements for the development of plans for smart metering roll out in the electricity distribution network. The distribution system operator is obliged to make an assessment of the cost-effectiveness of the smart metering roll out, and if this analysis shows that the implementation of advanced metering systems is cost-effective, the distribution system operator prepares a plan for the smart metering roll out. In this paper, the author will present one way to evaluate the smart metering roll out plan for a nine - year period. It will be presented which parameters can be used for the calculation - benefits that can be expected from the smart metering roll out and costs of the system operator. It is important to note that input data will be data that are not real (*dummy data*) and they are used only for testing the proposed method of calculation. The purpose of this paper is to present an example of how an assessment of the smart metering roll out can be made, without the use of real data. Accordingly, this paper does not provide a real analysis of the cost-effectiveness of smart metering roll out in distribution system.

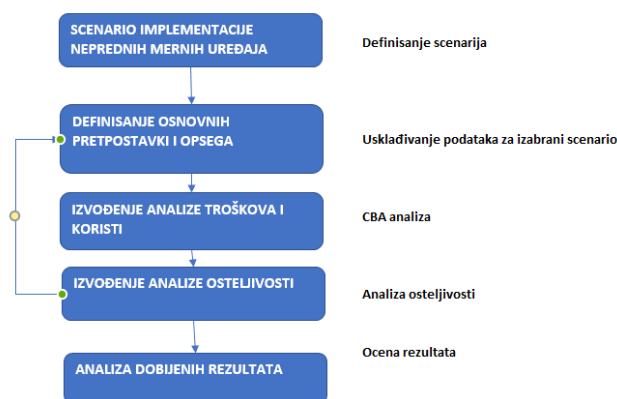
Key words: smart metering system, costs, benefits, distribution system operator

1. UVOD

Direktivama Evropske Komisije 2009/72 i 2019/944 [1,2] definisana su zajednička pravila za tržište električne energije unutar EU. Jedan od zahteva koji je postavljen u ovoj regulativi je zahtev za uvođenjem naprednih mernih sistema. Zahteva se da svi operatori distributivnih sistema obezbede primenu naprednih mernih sistema radi dugoročne koristi za potrošače i za razvoj tržišta električne energije. Implementacija naprednih mernih sistema zavisi od rezultata procene dugoročnih troškova i koristi koja se radi pomoću analize troškova i koristi (*Cost Benefit Analysis - CBA*). Ovaj zahtev iz Direktive 2009/72 je unet u zakonodavstvo Republike Srbije u Zakon o energetici iz 2014. godine [3] u član 138, a zadržan je i u Izmenama i dopunama Zakona o energetici iz 2021. godine [4]. U skladu sa tim operator distributivnog sistema ima obavezu da uradi analizu opravdanosti uvođenja naprednih mernih sistema i da u skladu sa rezultatima ove analize donese plan implementacije naprednih mernih sistema i da dostavi ovaj plan Agenciji za energetiku Republike Srbije radi davanja mišljenja. Dalje, operator distributivnog sistema je dužan da planom razvoja sistema obuhvati uvođenje naprednih mernih sistema u skladu sa planom implementacije, za period za koji se plan razvoja donosi. Takođe, „Strategija razvoja energetike Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine“ [5] koju je Ministarstvo rudarstva i energetike usvojilo 2016. godine prepoznaje implementaciju naprednih mernih sistema kao strateški projekat. Pored toga, 2017. godine doneta je „Uredba o uspostavljanju Programa ostvarivanja Strategije razvoja energetskog sektora Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine“ [6] koja predviđa projekat "Unapređenje merne infrastrukture". Sve ovo pokazuje koliko je bitno raditi na sprovođenju ovog zadatka.

2. OPIS KORIŠĆENE METODOLOGIJE ZA IZRADU ANALIZE TROŠKOVA I KORISTI

Kao što je definisano Direktivom 2009/72 i Zakonom o energetici, operator distributivnog sistema pre nego što se odluči da izradi plan implementacije naprednih mernih sistema mora da uradi analizu opravdanosti uvođenja naprednih mernih sistema. Međutim ni u evropskim direktivama ni u Zakonu o energetici nije eksplicitno definisan način na koji se radi ova analiza. Zbog toga je pred operatorom distributivnog sistema ozbiljan zadatak jer je potrebno definisati sve ulazne parametre koji su deo ove analize, kao i sve što je potrebno da se posmatra kao rezultat da bi se ocenilo da li je opravdano uvođenje naprednih mernih sistema. Evropska Komisija je objavila Preporuku 2012/148 EU [7], čija je svrha da pomogne proces uvođenje naprednih mernih sistema u državama članicama EU, tako što su u njoj definisane osnovne funkcionalnosti koje napredni merni sistemi mogu da poseduju. Takođe, dokument Guidelines for Cost Benefit Analysis of Smart Metering Deployment [8] može da pomogne operatorima distributivnog sistema u ovom procesu. U ovom radu prikazan je jedan način izrade CBA analize. Na narednoj slici opisani su koraci u metodologiji koja je primenjena.



Slika 1. Dijagram izrade CBA analize

Prvi korak u izradi ove CBA analize jeste izbor scenarija i osnovnih pretpostavki za CBA analizu. Ako se izabere masovna implementacija naprednih mernih sistema, rezultat CBA analize može da bude negativan, odnosno može se pretpostaviti da će troškovi takvog masovnog uvođenja naprednih mernih sistema biti veći od očekivanih benefita. U takvim slučajevima preporučeno je da se uradi CBA analiza za slučajeve implementacije naprednih mernih sistema manjeg obima. Operator distributivnog sistema se tada opredeljuje za scenario izrade CBA analize, a za to mora da uspostavi odgovarajuće kriterijume. To može da bude neko geografsko područje (npr. jedan grad ili jedan region ili deo grada), određena kategorija korisnika (npr. domaćinstva ili mali industrijski potrošači), određeni naponski nivo, određena grupa potrošača u skladu sa svojom potrošnjom i sl. Operator distributivnog sistema može da se opredeli za jedan ili više ovih kriterijuma.

Zatim je potrebno odrediti koji će se sve parametri koristiti na strani troškova, a koji na strani očekivanih koristi (benefita). Za svaki od odabranih parametara potrebno je dati granične vrednosti i raspon u kojima taj parametar može da se kreće. Nakon toga pristupa se izradi CBA analiza tako da se za svaki parametar odabere jedna vrednost i vrše se proračuni. Nakon urađene CBA analize potrebno je da se uradi analiza osetljivosti jer svaki od parametara koji se koristi u CBA analizi nema fiksnu vrednost, odnosno ima neki raspon vrednosti. Na osnovu analize osetljivosti može se oceniti izvesnost dobijenih rezultata u osnovnom scenariju CBA analize. Kada se sprovedu svi opisani koraci, vrši se analiza rezultata i traži se optimalno rešenje.

2.1 Izbor osnovnih pretpostavki u CBA anlizi

Najvažnije pretpostavke sa kojima započinje CBA analiza su:

- broj brojila koja treba zameniti sa naprednim mernim sistemima. Ovo se odnosi na prethodno objašnjen izbor scenarija implementacije (masovna ili nemasovna implementacija, izbor grupe korisnika, izbor geografskog područja i drugo);
- period za koji se planira implementacija. U većini slučajeva je to period od 10 godina, mada period može da bude i kraći (npr. 5 godina ukoliko je implementacija manjeg obima) ili duži (npr. 15 godina ukoliko je implementacija većeg obima) i
- diskontna stopa koja će se koristiti. Ova stopa predstavlja stopu u procentima sa kojom se budući novac svodi na sadašnji novac. Za ovaj procenat najčešće se uzima vrednost između 3 i 5 %.

2.2 Izbor troškova koji će se posmatrati u CBA analizi

Troškovi koji se uzimaju u obzir u CBA analizi zavise od izabranih funkcionalnosti naprednih mernih sistema i prateće opreme.

Troškovi koji se uzimaju u CBA analizi su:

- CAPEX (*Capital Expenses*) – predstavlja kapitalne troškove, odnosno troškove ulaganja u investiciju dok je ona u izgradnji. U slučaju naprednih mernih sistema ovi troškovi obuhvataju: investicije u napredni merni uređaj, troškovi dodatne opreme (npr. prekidači i osigurači), investicije u informacionu i komunikacionu infrastrukturu (hardver i softver), investicije u telekomunikacionu infrastrukturu, investicije u kućni displej ako postoji, troškovi dodatne merne opreme za slučaj indirektnih i poluindirektnih brojila (strujni merni transformator i naponski merni transformator) i dr. Kao što je rečeno ranije, za svaki od ovih parametara postoji opseg vrednosti koji može mnogo da varira jer zavisi od trenutne cene opreme koja se nabavlja, od načina na koji se oprema nabavlja, od države u kojoj se oprema kupuje i itd.
- OPEX (*Operating Expenses*) – predstavlja operativne troškove, odnosno troškove održavanja opreme nakon njenog puštanja u rad. U slučaju naprednih mernih sistema ovi troškovi obuhvataju: troškove održavanja naprednog mernog uređaja i prateće opreme, troškove održavanja informacione i komunikacione infrastrukture, troškove prenosa podataka, troškove unapređenja korisničkog servisa, troškove održavanja baze podataka i dr. Za svaki od ovih parametara takođe postoji opseg vrednosti koji zavisi od trenutnih troškova rada i održavanja.
- Ostali troškovi – to su troškovi instalacije naprednih mernih sistema i ostale prateće opreme, troškovi obuke osoblja za korišćenje informacione i komunikacione tehnologije i za korišćenje naprednih mernih sistema, troškovi obuke korisnika za korišćenje naprednih mernih sistema, troškove deinstalacije starih brojila i njihove reciklaže i dr. Za ovu grupu troškova takođe postoje opsezi za svaki parametar. Ove troškove najteže proceniti jer često mogu da budu nepredvidivi.

2.3 Izbor benefita koji će se posmatrati u CBA analizi

Benefiti koji mogu da se uzimaju u obzir u CBA analizi su:

- Benefiti operatora sistema - smanjeni troškovi očitavanja brojila, smanjeni troškovi korisničkog servisa, smanjeni troškovi izazvani prigovora korisnika na račun, smanjeni troškovi održavanja mernih sistema, izbegnuti troškovi investicija u distributivnu mrežu do kojih dolazi zbog smanjenja opterećenja u mreži zbog pomeranja vršnog opterećenja, smanjenje troškova zbog smanjenja tehničkih i netehničkih gubitaka, smanjenje troškova zbog manjeg broja ispada i isključenja i manjeg trajanja ispada i isključenja;
- Benefiti korisnika sistema – manji troškovi za utrošenu električnu energiju zbog aktivnog učešća potrošača u svojoj potrošnji, manji troškovi za odstupanje po pitanju balansne odgovornosti, manji troškovi zbog manjeg broja isključenja i manjeg trajanja isključenja i sl;

- Opšta društvena korist - smanjenje emisije štetnih gasova zbog manje potrošnje, a sam tim i manje proizvodnje električne energije iz elektrana na fosilna goriva, smanjeni troškovi zagađenja vazduha (zbog smanjenja gubitaka, smanjene emisije štetnih gasova, zbog nekorišćenja vozila za očitavanje brojila, zbog većeg broja kupaca-proizvođača i malih proizvođača i dr).

Za svaki parametar benefita koji je prethodno naveden utvrđuju se opsezi vrednosti. Kao i u slučaju troškova, opsezi mogu da budu veoma veliki. Iako su benefiti, kao i troškovi, ulazni podaci, postoji razlika u definisanju opsega kod troškova i kod benefita. Dok su kod troškova opsezi rezultat stvarnih vrednosti ulaznih parametara, kod benefita opertor sam definiše opsege u skladu sa tim šta želi da dobije implementacijom naprednih mernih sistema. Na to šta želi da se dobije veliki uticaj ima i trenutno opredeljenje cele države po pitanju ciljeva energetske politike. Zbog toga je definisanje onoga šta želimo da se dobije ovim procesom veliki izazov koji zahteva ozbiljnu analizu svih aktera energetske politike države.

2.4 Ocenjivanje rezultata CBA analize

Izlazi, odnosno rezultati CBA analize mogu da budu:

- troškovi po mernom mestu;
- benefiti po mernom mestu;
- odnos troškova i koristi (B/C - *Benefits/Costs*). Smatra se da je investicija isplativa ukoliko je ovaj odnos veći od 1,1 (B/C >1,1), a poželjno je da ovaj odnos bude što veći (%);
- neto sadašnja vrednost (NPV – *Net Present Value*). NPV je ključni kriterijum za ocenu ulaganja u neki projekat. NPV je jednak zbiru diskontovanih novčanih priliva i odliva u ekonomskom veku projekta, odnosno: $NPV = \sum DCF$ gde je DCF - diskontovani novčanih priliv (*Discounted Cash Flow*). Da bi investicija u neki projekat bila isplativa NPV mora da bude veći od nule (NPV > 0);
- interna stopu povrata uloženi sredstava (IRR – *Internal Rate of Return*). IRR je jedan od glavnih kriterijuma za ulaganje u neki projekat. IRR je ona diskontna stopa gde je NPV = 0. IRR se izražava u procentima. Da bi investicija u osnovna sredstva bila isplativa poželjno je da IRR ima što veću vrednost;
- količina električne energije koja se sačuva zbog implementacije naprednog mernog sistema (zbog smanjenja gubitaka ili zbog aktivnog učešća potrošača u svojoj potrošnji);
- period otplate planirane implementacije naprednih mernih sistema.

Kao i u slučaju očekivanih benefita, tumačenje dobijenih rezultata zahteva ozbiljnu analizu u koju bi trebalo da se uključe svi akteri energetske politike države.

3. PRAKTIČAN PRIMER IZRADA ANALIZE TROŠKOVA I KORISTI PRILIKOM IMPLEMENTACIJE NAPREDNIH MERNIH SISTEMA

U nastavku je prikazan praktičan primer proračun CBA analize za implementaciju naprednih mernih sistema u distributivnom sistemu. Proračun je prvo urađen za osnovni scenario, pri kojem su za svaki od parametara izabrane srednje vrednosti iz zadatog opsega. Zatim su rađene analize osetljivosti pri kojima su se za određene parametre uzimale vrednosti na granicama osega, da bi se videlo koliko promena tih parametara utiče na dobijene rezultate. Proračun je urađen u Microsoft Office Excel programu. Prilikom uzimanja vrednosti parametara nisu korišćeni realni podaci, već podaci koji su test podaci tzv. *dummy data*. U slučaju primene ovog modela za konkretan distributivni sistem, potrebno je uneti stvarne podatke o tom distributivnom sistemu kao i o karakteristikama naprednih mernih sistema koji će se implementirati i prateće opreme.

3.1 Osnovne pretpostavke za proračun

U ovom proračunu u osnovnom scenariju korišćeni su sledeće pretpostavke.

- diskontna stopa – uzeta je diskontna stopa od 3%,
- broj brojila koja će se instalirati – uzeto je da ovaj broj iznosi 100.000 i
- plan trajanja implementacije naprednih mernih sistema –uzeto da je taj period 9 godina i to sa sledećim rasporedom po godinama:

Tabela 1. Plan trajanja implementacije naprednih mernih sistema

Godina	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Implementacija (%)	10	10	20	20	10	10	10	5	5

3.2 Troškovi operatora distributivnog sistema u implementaciju naprednih mernih Sistema

Troškovi koje će operator distributivnog sistema imati zbog uvođenja naprednih mernih sistema dobijaju se na osnovu ulaznih pretpotavki prikazanih u 3.1. Ovi troškovi podrazumevaju troškove brojila, troškove njihove instalacije, troškove informaciono-komunikacionih tehnologija i troškove telekomunikacija, koje služe za razmenu podataka sa brojila i slanje signala prema brojilu. Što se tiče troškova brojila oni zavise od vrste pametnih brojila koji će se implementirati i njihovih funkcionalnosti. Ovde u obzir ulazi kakav je modul za komunikaciju, da li je brojilo trofazno ili monofazno, da li je brojilo jednosmerno ili dvosmerno, da li je merenje direktno, indirektno ili poluindirektno, da li brojilo ima kućni displej ili nema i sl. Sve ove funkcionalnosti naprednih brojila objašnjene su u [2, 8 i 9]. Na sledećoj slici prikazane su odabrane funkcionalnosti brojila za ovaj slučaj implementacije.

Tabela 2. Specifikacija naprednih mernih sistema

Specifikacije brojila		
Modul za komunikaciju	Brojila sa GPRS	50%
	Brojila sa NB-IoT	50%
Vrsta brojila	Jednofazno	20%
	Trofazno	70%
	Trofazno dvosmerno	10%
Prekidač	Brojilo sa ugrađenim prekidačem	90%
	Brojilo sa spoljašnjim prekidačem	10%
Metoda merenja	Direktno merenje	40%
	Indirektno merenje	35%
	Poluindirektno merenje	25%
Ostalo	Brojilo sa kućnim displejem	90%

Troškovi instalacije brojila zavise od toga da li se brojilo ugrađuje unutar objekta, na fasadi objekta ili je izmešteno na granicu poseda, takođe zavisi od toga da li je brojilo u ruralnoj ili urbanoj sredini i sl. Nakon odabira funkcionalnosti brojila u model za proračun unose se jedinični troškovi za svaku od odabranih stavki, i to za troškove brojila i za troškove instalacije brojila. Ovi jedinični troškovi se zatim množe sa brojem brojila i na taj način se dolazi do ukupnih investicionih troškova za brojila. Kada su u pitanju troškovi informaciono-komunikacionih tehnologija i troškovi telekomunikacija oni zavise opreme koja će se koristiti (hardver, softver i njihovo održavanje), od načina prenosa podataka i sl. Na isti način kao kod troškova brojila, do ukupnih troškova informaciono-komunikacionih tehnologija se dolazi kada se jedinični troškovi pomnože sa brojem brojila. Na prethodno opisan način za svaku godinu planskog perioda proračunavaju se troškovi za CAPEX, OPEX i ostale troškove, i to u skladu sa rasporedom implementacije po godinama predstavljenim u 3.1. Za svaku od 9 godina perioda implementacije u CAPEX su uključeni svi investicioni troškovi (troškovi brojila, troškovi prateće opreme i dr), u OPEX su uključeni svi operativni troškovi (troškovi održavanja brojila, troškovi održavanja prateće opreme i sl), a u ostale troškove svi troškovi navedeni u 2.2. Važno je napomenuti da troškovi za OPEX postoje i nakon ugradnje naprednih mernih sistema jer se oni moraju održavati sve do isteka njihovog korisnog veka. Zbog toga je celokupni period koji se posmatra u CBA analizi 15 godina, do kada se pretpostavlja da će trajati korisni vek ovih naprednih mernih sistema, a ne samo 9 godina koliko traje period implementacije brojila. U sledećim tabelama prikazani su ukupni troškovi koji su prepoznati za ceo petnaestogodišnji period. Ukupni troškovi su prikazani prema vrsti troška (CAPEX, OPEX i ostalo), a dat je i prikaz troškovi po kategorijama, odnosno prema konkretnim stavkama implementacije.

Tabela 3 i 4. Troškovi u CBA analizi

Kategorija	Trošak (€)
CAPEX	42.461.000
OPEX	29.243.525
Ostalo	8.920.000
Ukupno	80.624.525

Kategorija	Trošak (€)
Pametno brojila	42.450.000
Informacione tehnologije	6.000
Telekomunikacije	5.000
Komunikacija i prenos podataka	29.130.825
Trening	1.200
Obuka korisnika	14.000
Nepredviđeni troškovi	0
Instalacija	8.920.000
Ukupno	80.624.525

3.3 Benefiti operatora distributivnog sistema u implementaciji naprednih mernih sistema

Benefiti predstavljaju očekivane koristi koje će se dobiti zbog uvođenja naprednih mernih sistema. Benefiti koje želimo da dobijemo moraju se unapred definisati i oni predstavljaju ulazni podatak. Ono što izaberemo da želimo da dobijemo implementacijom naprednih mernih sistema najviše utiče na rezultate CBA analize. Prilikom određivanja ukupnih monetizovanih benefita pretpostave se sve koristi koje će se dobiti zbog implementacije naprednih mernih sistema. Sve pretpostavke koje su ranije navedene, a koje određuju šta će se sve dobiti uvođenjem naprednih mernih sistema, se monetizuju i takve monetizovane vrednosti predstavljaju benefite za ovaj proračun. Za potrebe ovog proračuna definisani su benefiti koji će se dobiti zbog uvođenja naprednih mernih sistema. Benefiti se odnose na godišnji nivo.

Tabela 5. Očekivani benefiti u CBA analizi

	Pretpostavke za model	Jedinice	Vrednost
Benefiti	Očekivano smanjenje vremena isključenja	%/godina	1
	Očekivano povećanje efikasnosti prikupljanja podatka	%/godina	1
	Očekivano pomeranje vršnog opterećenja	%/godina	1
	Očekivano smanjenje troškova za izdavanje računa	%/godina	1
	Očekivano smanjenje troškova korisničkog centra	%/godina	1
	Očekivano smanjenje troškova održavanja brojila	%/godina	1
	Očekivano smanjenje troškova očitavanja brojila	€/korisniku/godina	1
	Očekivano smanjenje troškova grešaka u očitavanju	%/godina	1
	Očekivano smanjenje potrošnje zbog naprednih mernih sistema	%/godina	1

Da bi se benefiti mogli monetizovati potrebno je da se znaju trenutni podaci o distributivnoj mreži. Zatim se očekivani benefiti primene na trenutne podatke i dobiju se monetizovani benefiti za svaku godinu, koji se dalje koriste u proračunima, odnosno porede se sa troškovima. Korišćeni su sledeći podaci o distributivnoj mreži:

Tabela 6. Podaci o distributivnoj mreži

	Promenljive	Jedinice	Vrednost
Energija	Prosečni godišnji račun	€	400
	Prosečno vreme neisporučene energije (minut/godina)	Broj minuta u godini	700
	Ukupna energija potrošena na SN+NN	MWh	750000
	Ukupna energija potrošena na VN	MWh	90000
Troškovi	Godišnji troškovi izdavanja računa	€/potrošač	1
	Godišnji troškovi korisničkog centra	€/potrošač	1
	Godišnji troškovi održavanja brojila	€/godina	100.000
	Godišnji troškovi ručnog očitavanja brojila	€/potrošač	10

Na osnovu očekivanih benefita za svaku godinu dobiju se ukupni benefiti za posmatrani period. Iako je u ovom proračunu predviđeno da plan implementacije traje devet godina, i benefiti se, kao kod troškova za OPEX, posmatraju za petnaestogodišnji period. Razlog za ovo jeste činjenica da će se većina benefita videti tek nakon što se završi kompletna implementacija naprednih mernih sistema, odnosno tek nakon završetka devete godine posmatranog perioda. Svi očekivani monetizovani benefiti prikazani su u sledećoj tabeli.

Tabela 6. Monetizovani benefiti u CBA analizi

Kategorija	Benefiti (€)
Ušteda u očitavanju brojila	14.775.650
Smanjenje operativnih troškova i troškova održavanja	1.153.350
Smanjenje troškova zbog smanjenih tehničkih gubitaka	23
Smanjenje troškova zbog smanjenja netehničkih gubitaka	116.500.041
Ušteda električne energije	7.339
Smanjenje troškova zbog smanjenja ispada	611.625
Ukupno	133.048.029

Postoje i benefiti koji se ne mogu monetizovati. Oni ne utiču na rezultat proračuna ali predlog je da se oni uzmu u obzir prilikom konačne analize rezultata jer oni mogu da imaju uticaj kada se donosi odluka o implementaciji naprednih mernih sistema.

4. REZULTATI PRORAČUNA

Na osnovu svih prethodno prikazanih ulaznih podataka, izvršeni su proračuni i dobijeni rezultati su prikazani na osnovu sledećih pokazatelja:

- ukupan NPV celog projekta;
- IRR za ceo projekat;
- odnos B/C i
- period otplate uloženi sredstava.

U sledećoj tabeli prikazani su rezultati za ceo posmatrani period za osnovni scenario CBA analize.

Tabela 7. Ukupni rezultati CBA analize za osnovni scenario

NPV (€)	35.165.519
IRR (%)	19%
B/C	1,65
Period otplate (godina)	8,21

Što se tiče NPV za svaku godinu, on nije prikazan u prethodnoj tabeli ali bitno je napomenuti da u prve četiri godine planskog perioda on ima negativnu vrednost, a već nakon četvrte godine ima pozitivnu vrednost. Na osnovu dobijenih rezultata CBA analize može se videti da se dobiju velike vrednosti za neto sadašnju vrednost, internu stopu povrata uloženi sredstava i odnos B/C. To pokazuje da je projekat isplativ i da benefiti nadmašuju troškove u velikoj meri, što dovodi do zaključka da je pametno uložiti sredstva u ovaj projekat sa prethodno prikazanim ulaznim podacima.

4.1 Analiza osetljivosti

Analiza osetljivosti rađena je za sledeće slučajeve:

4.1.1 Broj brojlara koja će se instalirati (Dodatni scenario 1)

Uzeto je da ovaj broj iznosi 200 000 umesto 100 000, koliko je u osnovnom scenariju trajanja implementacije naprednih mernih sistema. Za ovaj slučaj dobijenu su sledeći rezultati:

Tabela 8. Ukupni rezultati CBA analize za Dodatni scenario 1

NPV (€)	-11.458.816
IRR (%)	0%
B/C	1,01
Period otplate (godina)	/

Na osnovu dobijenih rezultata CBA analize za ovaj slučaj može se videti da dobije negativna vrednost za neto sadašnju vrednost, da interna stopa povrata uloženi sredstava iznosi 0%, a da je odnos B/C približno jednak 1. To pokazuje da je projekat nije isplativ i da su benefiti ne nadmašuju troškove, što dovodi do zaključka da je nije pametno uložiti sredstva u ovaj projekat sa prethodno prikazanim ulaznim podacima.

4.1.2 Plan trajanja implementacije naprednih mernih sistema (Dodatni scenario 2)

Uzeto da je taj period 5 godina, umesto 9 godina kako je u osnovnom scenariju i to sa sledećim rasporedom po godinama:

Tabela 9. Plan trajanja implementacije naprednih mernih sistema za Dodatni scenario 2

Godina	1.	2.	3.	4.	5.
Implementacija (%)	20	20	20	20	20

Za ovaj slučaj dobijenu su sledeći rezultati:

Tabela 10. Ukupni rezultati CBA analize za Dodatni scenario 2

NPV (€)	42.858.518
IRR (%)	19%
B/C	1,75
Period otplate (godina)	7,11

Na osnovu dobijenih rezultata CBA analize za ovaj slučaj može se videti da su rezultati veoma slični osnovnom scenariju, sa tim da su čak i povoljniji jer su i neto sadašnju vrednost i interna stopa povrata uloženi sredstava veće, kao i odnos B/C. To pokazuje da je projekat isplativ i da je čak isplativije da period implementacije kraće traje sa prethodno prikazanim ulaznim podacima.

4.1.3 Diskontna stopa i troškovi brojila (Dodatni scenario 3)

Uzeto je diskontna stopa iznosi 4% umesto 3% kako je u osnovnom scenariju, dok su svi troškovi brojila, telekomunikacija i informaciono-komunikacionih tehnologija povećani za 25% u odnosu na osnovni scenario.

Za ovaj slučaj dobijenu su sledeći rezultati:

Tabela 11. Ukupni rezultati CBA analize za Dodatni scenario 3

NPV (€)	13.123.523
IRR (%)	8%
B/C	1,25
Period otplate (godina)	11,38

Na osnovu dobijenih rezultata CBA analize za ovaj slučaj može se videti da su rezultati nepovoljniji u odnosu na osnovni scenario što je i očekivano s obzirom da su svi troškovi veći za 25%, a diskontna stopa takođe veća za 1%. Međutim, neto sadašnju vrednost i dalje ima pozitivnu vrednost dok je interna stopa povrata uloženi sredstava malo manja od 10%, a odnos B/C je i dalje veći od 1 ali ne znatno. Na osnovu ovako dobijenih rezultata zaključuje se da je ovo primer graničnog slučaja gde nije jasno vidljivo da li će projekat biti isplativ. Stoga operator distributivnog sistema mora da odluči da li da pristupi implementaciji ovakvog projekta ili da analizira neke druge načine kako bi se smanjili troškovi ili kako bi se odustalo od nekih benefita, a sve u cilju da projekat bude isplativiji.

5. ZAKLJUČAK

Analizom dobijenih rezultata dolazi se do zaključka da rezultati CBA analize zavise od mnogih faktora, od kojih su najvažnije ulazne pretpostavke za model, zatim troškovi opreme koja se ugrađuje i na kraju benefiti, odnosno ono što želimo da dobijemo uvođenjem naprednih mernih sistema. Operator distributivnog sistema može da utiče na ulazne pretpostavke tako što će da odabere scenario koji će dati optimalne rezultate. Takođe, može da utiče na benefite tako da izbegava da ima nerealna očekivanja jer tada analiza neće imati pozitivnu vrednost. Sa druge strane, moraju se izabrati benefiti koji će ipak doprineti boljem radu distributivnog sistema, dobiti potrošača i celog društva jer ukoliko su očekivanja niska, analiza će sigurno dati pozitivan rezultat, a pri tome troškovi mogu da budu veliki i da se ne dobije znatna korist od procesa implementacije naprednih mernih sistema. Kao što je prethodno rečeno, proces uvođenja naprednih mernih sistema mnogo zavisi od energetske politike države. Potrebno je da se procesu izrade analize troškova i koristi pristupi veoma ozbiljno. Takođe, bitno je i da se korisnici distributivnog sistema upoznaju sa dobitima koje napredni merni sistemi donose njima lično jer nekada neinformisanost stanovništva može da dovede do otpora prema uvođenju naprednih mernih sistema, što dalje može da prolongira planiranu realizaciju implementacije, a što dalje može da utiče i na povećane troškove operatora distributivnog sistema. Jedan od najpoznatijih takvih primera jeste slučaj kada je u Norveškoj 2011. godine stanovništvo odbilo da se uvedu napredni merni sistemi jer nije bilo informisano koja je njihova dobit, a plašili su se za zaštitu svojih ličnih podataka. Iako je CBA analiza dala pozitivan rezultat i izabrani su napredni merni sistema sa odličnim performansama, ipak je tada je Norveški operator distributivnog sistema pretrpeo velike troškove jer implementacija naprednih mernih sistema nije sprovedena kada je planirana. Takođe, za ovakve projekte koji zahtevaju ulaganje velikih sredstava poželjno je raditi i analize proračuna rizika. Ove analize se rade iz razloga što postoji velika nesigurnost ovih podataka tokom godina, odnosno ovi podaci su podložni izmenama i zavise od mnogih spoljnih faktora (ekonomske situacije u državi, pa i u celom svetu, promena cena materijala, promena cena radne snage, promena predviđene inflacije i dr.). Važno je ponovo naglasiti da podaci koji su korišćeni nisu realni podaci.

LITERATURA

- [1] Direktiva 2009/72 Evropske Komisije;
- [2] Direktiva 2019/944 EU Evropske Komisije
- [3] Zakon o energetici, Službeni glasnik Republike Srbije, br 145/2014 i 95/18-dr. Zakon;
- [4] Izmene i dopune Zakona o energetici, Službeni glasnik Republike Srbije, br 40/2021;

- [5] Strategija razvoja energetike Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine;
- [6] Uredba o uspostavljanju Programa ostvarivanja Strategije razvoja energetskog sektora Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine;
- [7] Preporuka 2012/148 EU Evropske Komisije;
- [8] Guidelines for COST Benefit Analysis of Smart Metering Deployment;
- [9] Plan implementacije naprednih mernih sistema u distributivnom sistema, Biljana Trivić, Aca Vučković, CIRE 2020.