

Miro Levak  
HEP ODS d.o.o. Elektra Bjelovar  
[miro.levak@hep.hr](mailto:miro.levak@hep.hr)

Andrija Bilek  
HEP ODS d.o.o. Elektra Bjelovar  
[andrija.bilek@hep.hr](mailto:andrija.bilek@hep.hr)

Štefan Ivčić  
HEP ODS d.o.o. Elektra Bjelovar  
[stefan.ivicic@hep.hr](mailto:stefan.ivicic@hep.hr)

Josip Gajger  
HEP ODS d.o.o. Elektra Bjelovar  
[josip.gajger@hep.hr](mailto:josip.gajger@hep.hr)

Ivan Nikolić  
HEP ODS d.o.o. Elektra Bjelovar  
[ivan.nikolic@hep.hr](mailto:ivan.nikolic@hep.hr)

Dalibor Cinek  
HEP ODS d.o.o. Elektra Bjelovar  
[dalibor.cinek@hep.hr](mailto:dalibor.cinek@hep.hr)

## PRIMJENA C-I METODOLOGIJE U ELEKTRI BJELOVAR

### SAŽETAK

C-I metodologijom pokušava se na temelju egzaktnih pokazatelja (važnost objekta, starost, okolišni uvjeti, isporučena energija, broj kvarova i sl.) kreirati relevantna rang lista objekata za koje je potrebna rekonstrukcija ili revitalizacija. Svi dijelovi elektroenergetske mreže (transformatori, kabelski dalekovodi, zračni dalekovodi i niskonaponske mreže) mogu se uvrstiti u ovu metodologiju.

U radu je, uz obrazloženje značenja pojedinih koraka, prikazan primjer prikupljanja podataka i ispunjavanja tablica za izradu 3-godišnjeg i 10-godišnjeg plana Elektre Bjelovar.

**Ključne riječi:** C-I metodologija, planiranje, elektroenergetska mreža, kvarovi, isporučena energija, okolišni uvjeti

## APPLICATION OF C-I METHODOLOGY IN ELEKTRA BJELOVAR

### SUMMARY

C-I methodology tries, on the base of precise indicators (the importance of object, age, environmental conditions, energy supplied, the number of failures etc.), to create relevant ranking list of facilities that require reconstruction or revitalization. All parts of the power grid (transformers, medium voltage grid, low voltage grid) can be included in this methodology.

In the paper, along with the explanation of the meaning of individual steps, an example of data collection and filling in the tables for the development of a 3-year and 10-year plan of Elektra Bjelovar is presented.

**Key words:** C-I methodology, planning, electricity grid, failures, supplied energy, environmental conditions

## 1. UVOD

Svi elektroenergetski objekti i oprema imaju svoj rok trajanja unutar kojeg se očekuje da će njihov rad biti u skladu s danim karakteristikama. Kada se njihov radni vijek približava kraju počinju se događati kvarovi i zastoji što dovodi do nepouzdanosti, nesigurne i nekvalitetne isporuke električne energije i povećanih gubitaka. C-I metodologijom pokušava se na temelju egzaktnih pokazatelja (važnost objekta, starost, okolišni uvjeti, isporučena energija, broj kvarova i sl.) kreirati relevantna rang lista objekata za koje je potrebna rekonstrukcija ili revitalizacija. Svi dijelovi elektroenergetske mreže (transformatori, kabelski dalekovodi, zračni dalekovodi i niskonaponske mreže) mogu se uvrstiti u ovu metodologiju.

U Elektri Bjelovar smo prilikom izrade plana investicija za naredni period koristili upravo ovu metodologiju. Povezivanjem podataka iz nekoliko baza (DISPO, Trafogled, Billing, Planiranje razvoja, De-GIS, Pogonska mjerenja) kreirane su vlastite rang listu objekata za koje je, prema pravilima metodologije, određeno hoće li se raditi revitalizacija ili rekonstrukcija.

## 2. C-I METODOLOGIJA

Za ocjenu svakog pojedinog objekta, odnosno rangiranje i određivanje prioriteta koristi se metoda koja se temelji na vrednovanju stanja opreme (C) i važnosti (I) u sustavu.

### 2.1. Stanje opreme (C)

Stanje opreme (C) boduje se od 1-100 u postotnom iznosu stvarne starosti objekta ili elementa u odnosu na životni vijek koji se uzima iz tablice referentnih vrijednosti. Također, iz referentne tablice vidljivo je i koje je elemente potrebno promatrati sa aspekta starosti za dalekovod, transformator ili pak niskonaponsku mrežu.

Tablica I. Referentni podaci za kategoriju stanje C

ELEMENT	STAROST (godina)	10(20) kV		10(20)/0,4 kV	0,4 kV	
		KB	DV	TS	KBNN	MRNN
SN i NN blokovi	35			X		
transformator	40			X		
građevinski dio TS	50			X		
SN i NN podzemni kabeli	40	X			X	
vodiči SN nadzemnih vodova	30		X			
izolacija SN nadzemnih vodova	30		X			
vodiči NN nadzemnih vodova	30					X
krovni stalak	40					X
drveni stupovi	20		X			X
betonski stupovi	40		X			X
čelično rešetkasti stupovi	50		X			X

## 2.2. Važnost (I)

Kategorija Važnost (I) dijeli se u 3 skupine koje su po kriterijima međusobno povezane. U nastavku je opisana svaka od pojedine 3 skupine.

### 2.2.1. Grupa [I-1.1] – Isporučena energija, karakter konzuma i opterećenje

Ova grupa kriterija opisuje i vrednuje ekonomsko-tehničke aspekte promatranog elementa kroz svoje kriterije (vršno opterećenje, isporučena energija, karakter konzuma odnosno udio poduzetništva). Nakon što se odrede referentne vrijednosti kriterija za svaku grupu elementa pristupa se bodovanju sukladno karakterističnim formulama).

Za isporučenu energiju koriste se sljedeće formule i sukladno tome dodjeljuje broj bodova:

Za zračne i podzemne dalekovode:

$$E_k = \frac{S_{instVP}}{S_{instDP}} * E_{ukDP10kV}$$

Gdje je:

$E_k$  - isporučena energija (karakteristična vrijednost)

$S_{instVP}$  - instalirana snaga na promatranom VP 10(20)kV

$S_{instD}$  - ukupna instalirana snaga 10(20)/0,4 kV naponske razine DP-a

$E_{ukDP}$  ukupna isporučena energija DP-a na 10(20) kV razini

$$K_{I1-1} = \frac{E_{VP}}{E_k} * 100 \%$$

Tablica II. Izračun bodova kriterija [I-1.1]

ELEMENT		Broj bodova
<b>Isporučena energija [I-1.1] količina isporučene energije u odnosu na prosječnu godišnju isporučenu energiju za istovrsni objekt</b>	$K_{I1-1} < 60\%$	0
	$60\% \leq K_{I1-1} < 100\%$	10
	$100\% \leq K_{I1-1}$	20

Za trafostanice:

$$E_k = \frac{S_{instTS}}{S_{instDP}} * E_{ukDP0,4kV}$$

Gdje je:

$E_k$  - isporučena energija (karakteristična vrijednost)

$S_{instTS}$  - nazivna snaga promatranog transformatora

$S_{instDP}$  - instalirana snaga 10(20)/0,4 kV naponske razine DP-a (bez tuđih OS)

$E_{ukDP0,4kV}$  - ukupna isporučena energija DP-a na 0,4 kV razini

$$K_{I1-1} = \frac{E_{TS}}{E_k} * 100 \%$$

Tablica III. Izračun bodova kriterija [I-1.2]

ELEMENT		Broj bodova
<u>Isporučena energija [I-1.1]</u> <b>količina isporučene energije u odnosu na prosječnu godišnju isporučenu energiju za istovrsni objekt</b>	$K_{I1-1} < 60\%$	0
	$60\% \leq K_{I1-1} < 100\%$	10
	$100\% \leq K_{I1-1}$	20

Za niskonaponske izlaze

$$E_{\text{ref}} = \frac{E_{\text{uk DP}}}{\text{NN}_{\text{izlaz}}}$$

Gdje je:

$E_{\text{ref}}$  - isporučena energija (referentna vrijednost)

$E_{\text{uk DP}}$  - ukupna isporučena energija DP-a na 0,4 kV razini

$\text{NN}_{\text{izlaz}}$  - ukupan broj NN izlaza

$$K_{I1-1} = \frac{E_{\text{NN}}}{E_{\text{ref}}} * 100 \%$$

Tablica IV. Izračun bodova kriterija [I-1.3]

ELEMENT		Broj bodova
<u>Isporučena energija [I-1.1]</u> <b>količina isporučene energije u odnosu na prosječnu godišnju isporučenu energiju za istovrsni objekt</b>	$K_{I1-1} < 60\%$	0
	$60\% \leq K_{I1-1} < 100\%$	10
	$100\% \leq K_{I1-1}$	20

### 2.2.2. Grupa [I-1.2] – Karakter konzuma - udio poduzetništva

Isporučena energija poduzetništvo je ukupna isporučena energija za kupce u kategoriji poduzetništvo za promatrani element mreže. Referentna vrijednost koeficijenta poduzetništva ( $k_{\text{ref poduz.}}$ ) računa se:

$$k_{\text{ref poduz.}} = \frac{E_{\text{uk poduz. DP}}}{E_{\text{uk DP}}} (1)$$

gdje je:

$E_{\text{uk poduzetništvo DP}}$  – ukupna isporučena energija kategoriji potrošača poduzetništvo na razini DP-a

$E_{\text{uk DP}}$  - ukupna isporučena energija DP-a na 0,4 kV razini

Tablica V. Izračun bodova kriterija [I-1.2]

ELEMENT		Broj bodova
<u>Isporučena energija [I-1.1]</u> <b>Isporučena energija kategorije poduzetništvo u odnosu na ukupno isporučenu energiju unutar elementa mreže (VP, TS, NN mreža</b>	$K_{I1-1} < 60\%$	0
	$60\% \leq K_{I1-1} < 100\%$	10
	$100\% \leq K_{I1-1}$	20

### 2.2.3. Grupa [I-1.3] – Vršno opterećenje

Ovim kriterijima kojim određujemo opterećenje promatranog elementa mreže u odnosu na referentno opterećenje. Referentna vrijednost za pretežno zračni dalekovod 10 kV:

$$P_{\text{ref}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{VP DV } i}}{n}$$

Gdje je:

- $P_{ref}$  - vršno opterećenje - referentna vrijednost
- $P_{VP\ DV\ i}$  - vršno opterećenje pretežno zračnog dalekovoda DV 10 kV
- $n$  – broj DV 10 kV na području promatranog DP-a

Referentna vrijednost za pretežno kablskog dalekovoda KB 10(20)kV (više od 90 % voda je izvedeno kablom):

$$P_{ref} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{VP\ KB\ i}}{n}$$

Gdje je:

- $P_{ref}$  - vršno opterećenje - referentna vrijednost
- $P_{VP\ KB\ i}$  - vršno opterećenje pretežno kablskog dalekovoda KB 10(20)kV
- $n$  – broj KB 10 kV na području promatranog DP-a

$$K_{11-3} = \frac{P_{VP}}{P_{ref}} * 100 \%$$

Tablica VII. Izračun bodova kriterija [I-1.3]

ELEMENT		Broj bodova
Vršno opterećenje [I-1.3] Opterećenje bodovati u odnosu na referentno opterećenje	$K_{11-3} < 40\%$	0
	$40\% \leq K_{11-3} < 60\%$	10
	$60\% < K_{11-3}$	20

Referentna vrijednost za vršno opterećenje trafostanice:

$$P_{ref} = S_n * \cos\phi$$

Gdje je:

- $P_{ref}$  - vršno opterećenje - referentna vrijednost
- $S_n$  - nazivna snaga transformatora
- $\cos\phi$  - faktor snage

$$K_{11-3} = \frac{P_{TS}}{P_{ref}} * 100 \%$$

Tablica VII. Izračun bodova kriterija [I-1.3]

ELEMENT		Broj bodova
Vršno opterećenje [I-1.3] Opterećenje bodovati u odnosu na referentno opterećenje	$K_{11-3} < 40\%$	0
	$40\% \leq K_{11-3} < 60\%$	10
	$60\% < K_{11-3}$	20

Referentna vrijednost za vršno opterećenje niskonaponskog izlaza iznosi:

$$P_{ref} = \frac{P_{vršno\ DP}}{NN_{izlaz}}$$

Gdje je:

- $P_{ref}$  - vršno opterećenje - referentna vrijednost
- $P_{vršno\ DP}$  - maksimalno vršno opterećenje DP-a
- $NN_{izlaz}$  - ukupan broj NN izlaza DP-a

$$K_{11-3} = \frac{P_{TS}}{P_{ref}} * 100 \%$$

Tablica VII. Izračun bodova kriterija [I-1.3]

ELEMENT		Broj bodova
Vršno opterećenje [I-1.3] Opterećenje bodovati u odnosu na referentno opterećenje	$K_{I1-3} < 40\%$	0
	$40\% \leq K_{I1-3} < 60\%$	10
	$60\% < K_{I1-3}$	20

### 2.3. Grupa [I-2] – Kvarovi

Ova grupa kriterija opisuje „zdravlje“ promatranog elementa mreže, odnosno uspoređuje broj kvarova i broj minuta/kupac s referentnim vrijednostima unutar DP-a.

Referentna vrijednost se računa kao ukupni zbroj (kvarovi, minuta/kupac) kroz ukupni broj pogođenih elemenata mreže. Elementi koji nisu imali zabilježen kvar se zanemaruju. Referentna vrijednost se računa posebno za zračne i kableske dalekovode, za trafostanice i za niskonaponske izlaze. Opisan je primjer izračuna za dalekovode, koji je primjenjiv i za ostale elemente na mreži

$$K_{\text{kvar ref}} = \frac{K_{\text{kvar VP DP}}}{n_{\text{VP}}}$$

Gdje je:

- $K_{\text{kvar ref}}$  - prosječan broj kvarova na VP 10(20) kV unutar DP - referentna vrijednost
- $K_{\text{kvar VP DP}}$  - ukupan broj kvarova VP 10(20) kV unutar DP-a u protekloj kalendarskoj godini
- $n_{\text{VP}}$  - ukupan broj pogođenih VP 10(20) kV u protekloj kalendarskoj godini

Tablica IX. Izračun bodova kriterija [I-2]

ELEMENT		10(20) kV	10(20)/0,4 kV	0,4 kV
Statistika kvarova – broj kvarova [I-2.1] usporediti objekt s prosječnom vrijednosti unutar DP (u prošloj godini)	Broj kvarova na promatranom elementu ( $K_{\text{kvar}}$ ) $\geq$ od referentne vrijednosti DP-a ( $K_{\text{kvar ref.}}$ )	15	15	15
Statistika kvarova – minuta/kupac [I-2.2] usporediti objekt s prosječnom vrijednosti unutar DP (u prošloj godini)	Broj minuta/kupac na promatranom elementu ( $K_{\text{min}}$ ) $\geq$ od referentne vrijednosti DP-a ( $K_{\text{min ref.}}$ )	15	15	15

### 2.4. Grupa [I-3] – Okolišni-klimatski uvjeti

Okolišno-klimatski uvjeti su grupa kriterija koje opisuje stanje i smještaj u prostoru promatranog elementa mreže. Nakon obavljenih redovnih pregleda dolazi se do podataka za ovu grupu kriterija. Prema utvrđenom stanju vrši se bodovanje prema dolje priloženoj tablici. Svako distribucijsko područje odabire samostalno koji će se okolišno-klimatski uvjeti primjenjivati.

Tablica X. Izračun bodova kriterija [I-3]

ELEMENT		10(20) kV	10(20)/0,4 kV	0,4 kV
<u>Okolišno-klimatski uvjeti</u>	<b>OKOLIŠNI UVJETI</b> Šumsko zemljište, nepristupačan teren, poljoprivredna područja, naseljena područja pticama... [I-3.1.]	10	10	10
	<b>KLIMATSKI UVJETI</b> Posolica, vjetar, led [I-3.2]	10	10	10

### 3. PRIKUPLJANJE PODATAKA

Podatke za ispunjavanje tablice C-I metodologije prikupljeni su iz više izvora. Stoga je napravljena jedna dodatna tzv. „pomoćna tablica“ u kojoj su objedinjeni svi podaci.

#### 3.1. Starost [C]

Dio C-I tablice koji se odnosi na starost ispunjena je iz podataka iz dva izvora. Za transformatorske stanice korištena je aplikacija „Planiranje razvoja“ iz koje se može brzo i jednostavno dobiti potrebne podatke te ih prebaciti u Excel i prilagoditi unosu u „glavnu tablicu“, a za niskonaponske nadzemne mreže, zračne dalekovode i kableske dalekovode korištena je i tehnička dokumentacija u arhivi Elektre Bjelovar i aplikacija DeGis.

ID TR	DP	POGON	TVORNIČKI BROJ	VLASNIŠTVO	ID OS	VRSTA LOKACIJE	PUNI NAZIV LOKACIJE	GRUPA PR. OMIJE	PREIENOSNI OMIJE	GODINA PRIJEVOZNIŠTVA	GODINA REPARACIJE	STAROST	SNAGA [kVA]	NAPON KS [%]	GRUPA SPOJA	NAČIN REGULACIJE	STUPNJEVI REGULACIJE	BASHOD	ŠIFRA TS	Naziv TS
2078	4006	400601	Ti kotičasti	4630	HEP-ODS	0002079	TS REPINEC	SN/NN	10/0,4 kV	1950		68	50	3,4 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	782	5105 TS 10/0,4 kV REPINEC (5105)
1485	4006	400601	Ti kotičasti	5594	HEP-ODS	0001020	TS CAREVDAR 1	SN/NN	10/0,4 kV	1951		67	100	4,3 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	413	2316 TS 10/0,4 kV CAREVDAR 1 (2316)
1345	4006	400601	Ti kotičasti	5267	HEP-ODS	000317	TS ŽABNO-MILIN	SN/NN	10/0,4 kV	1952		66	250	4,4 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	654	3403 TS 10/0,4 kV ŽABNO-MILIN (3403)
2075	4006	400601	Ti kotičasti	5608	HEP-ODS	000315	TS PODIALES	SN/NN	10/0,4 kV	1952	1985	66	100	4,3 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	534	5106 TS 10/0,4 kV PODIALES (5106)
1713	4006	400601	Ti kotičasti	517830	HEP-ODS	000015	TS ČVRSTEC 1	SN/NN	10/0,4 kV	1954	1969	64	50	3,6 Y/5		Ručno	± 2x2,5 %	NE	434	3112 TS 10/0,4 kV ČVRSTEC 1 (3112)
1332	4006	4006	Ti u sjeđi	010899	HEP-ODS		TS 10/0,4 kV LASOVAC 1	SN/NN	10/0,4 kV	1906		38	50	3,9 Y/5		Ručno	± 5 %	DA		
1724	4006	400601	Ti kotičasti	025269	HEP-ODS	000282	TS MALI RAŠČANI	SN/NN	10/0,4 kV	1957		61	30	3,94 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	149	3111 TS 10/0,4 kV MALI RAŠČANI (3111)
1346	4006	400601	Ti kotičasti	000233	HEP-ODS	000130	TS ŽABNO-MLEKARNA	SN/NN	10/0,4 kV	1957		61	50	3,98 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	508	3401 TS 10/0,4 kV ŽABNO-MLEKARNA (3401)
1473	4006	400601	Ti kotičasti	040263	HEP-ODS	000105	TS KAMEŠNICA	SN/NN	10/0,4 kV	1957	1971	61	100	4,4 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	282	4109 TS 10/0,4 kV KAMEŠNICA (4109)
9265	4006	4006	Ti u sjeđi	025231	HEP-ODS		TS VISOVI	SN/NN	10/0,4 kV	1957		61	30	4,02 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	676	594 TS 10/0,4 kV VISOVI (594)
8888	4006	4006	Ti u sjeđi	04364	HEP-ODS		TS 10/0,4 kV GRGINAC 1 - MARKOVAC	SN/NN	10/0,4 kV	1969		49	100	3,9 Y/5		Ručno	± 2x2,5 %	DA		
1322	4006	4006	Ti u sjeđi	025200	HEP-ODS	PR	Pogonska rezerva - org. jed. 4006	SN/NN	10/0,4 kV	1957		61	30	3,96 Y/5		Ručno	± 5 %	DA		
7469	4006	4006	Ti u sjeđi	02524	HEP-ODS		TS DONJA PETRIČAR 3	SN/NN	10/0,4 kV	1957		61	30	3,9 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	268	482 TS 10/0,4 kV DONJA PETRIČAR 3 (482)
7709	4006	4006	Ti u sjeđi	025262	HEP-ODS		TS STARA PLOŠČICA - RLUŠKOVAC	SN/NN	10/0,4 kV	1958		60	30	3,99 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	210	505 TS 10/0,4 kV STARA PLOŠČICA - RLUŠKOVAC (505)
7809	4006	4006	Ti u sjeđi	05019	HEP-ODS		TS N. DOKLENICA 1 - KUPINOVAC	SN/NN	10/0,4 kV	1958		60	50	3,9 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	400	135 TS 10/0,4 kV N. DOKLENICA 1 - KUPINOVAC (135)
236	4006	4006	Ti u sjeđi	05026	HEP-ODS		TS GORNJE SREDICE 2 - MLIN	SN/NN	10/0,4 kV	1958		60	50	3,9 Y/5		Ručno	± 5 %	NE	443	148 TS 10/0,4 kV GORNJE SREDICE 2 - MLIN (148)
228	4006	4006	Ti u sjeđi	025311	HEP-ODS	PR	Pogonska rezerva - org. jed. 4006	SN/NN	10/0,4 kV	1957		61	30	4,03 Y/5		Ručno	± 5 %	DA		

Slika 1. Prikaz ispunjene Pomoćne tablice za kriterij starost transformatorske stanice

#### 3.2. Važnost [I] – Grupa [I-I]

##### 3.2.1. Grupa [I-1.1] Isporučena energija, karakter konzuma i opterećenje

Za ovu grupu kriterija kombinirano je nekoliko aplikacija. Prvo su utvrđene instalirane snage u svim trafostanicama (aplikacije „Planiranje razvoja“, DeGIS i Trafogled) kako bi se izračunala karakteristična vrijednost isporučene energije za trafostanice. Nakon toga iz aplikacije Billing dobiven je podatak o ukupnoj količini isporučene energije distribucijskog pogona na niskom naponu koji je podijeljen sa brojem niskonaponskih izlaza. Tako je dobivena karakteristična vrijednost isporučene energije u niskonaponskoj mreži. Iz aplikacije Billing dobivena je stvarno isporučena energija po svakom dijelu mreže te je na temelju toga dodijeljen adekvatan broj bodova za tu skupinu. U ovom dijelu najveći izazov je bio riješiti nedosljednost u nazivima niskonaponskih izlaza i trafostanica (različiti nazivi, nazivi trafostanica sa rimskim brojevima, nepotrebni razmaci).

TVORNIČKI BROJ	VLASNIŠTVO	ID OS	STUPNJEVI REGULACIJE	RASHOD	ŠIFRA TS	Naziv TS	Isporučena el.en. ukupno (kWh)
4810	HEP-ODS	002079	± 5 %	NE	782	5105 TS 10/0.4 kV REPINEC (5105)	259468
3594	HEP-ODS	000020	± 5 %	NE	413	2516 TS 10/0.4 kV CAREVDAR 1 (2516)	277668
2267	HEP-ODS	000317	± 5 %	NE	654	3403 TS 10/0.4 kV ŽABNO-MLIN (3403)	730950
5608	HEP-ODS	000315	± 5 %	NE	534	5106 TS 10/0.4 kV PODJALES (5106)	201813
917830	HEP-ODS	000015	± 2x2.5 %	NE	434	3112 TS 10/0.4 kV ČVRSTEC 1 (3112)	70311
025269	HEP-ODS	002852	± 5 %	NE	149	3111 TS 10/0.4 kV MALI RAŠČANI (3111)	34751
030233	HEP-ODS	000190	± 5 %	NE	508	3401 TS 10/0.4 kV ŽABNO-MLJEKARA (3401)	200646
061610	HEP-ODS		± 2x2.5 %	NE	792	237 TS 10/0.4 kV IVANKOVIČEVA (237)	332642

Slika 2. Prikaz ispunjene Pomoćne tablice za isporučenu električnu energiju

### 3.2.2. Grupa [-1.2] Karakter konzuma - udio poduzetništva

Istim načinom kao i za prethodnu grupu, popunjena je i ova grupa kriterija, s time što se u ovom slučaju promatra samo poduzetništvo. Sve karakteristične vrijednosti isporučene energije i stvarno isporučene energije dobivene su iz aplikacije Billing. Na temelju toga dodijeljeni su bodovi.

TVORNIČKI BROJ	VLASNIŠTVO	ID OS	STUPNJEVI REGULACIJE	RASHOD	ŠIFRA TS	Naziv TS	Isporučena el.en. poduzetništvo (kWh)
4810	HEP-ODS	002079	± 5 %	NE	782	5105 TS 10/0.4 kV REPINEC (5105)	54957
3594	HEP-ODS	000020	± 5 %	NE	413	2516 TS 10/0.4 kV CAREVDAR 1 (2516)	71672
2267	HEP-ODS	000317	± 5 %	NE	654	3403 TS 10/0.4 kV ŽABNO-MLIN (3403)	436426
5608	HEP-ODS	000315	± 5 %	NE	534	5106 TS 10/0.4 kV PODJALES (5106)	22889
917830	HEP-ODS	000015	± 2x2.5 %	NE	434	3112 TS 10/0.4 kV ČVRSTEC 1 (3112)	2622
025269	HEP-ODS	002852	± 5 %	NE	149	3111 TS 10/0.4 kV MALI RAŠČANI (3111)	0
030233	HEP-ODS	000190	± 5 %	NE	508	3401 TS 10/0.4 kV ŽABNO-MLJEKARA (3401)	61382
061610	HEP-ODS		± 2x2.5 %	NE	792	237 TS 10/0.4 kV IVANKOVIČEVA (237)	84627
31302	HEP-ODS		± 2x2.5 %	NE	785	724 TS 10/0.4 kV GORNJA KOVAČICA 1 (724)	6843
025592	HEP-ODS		± 5 %	NE	554	146 TS 10/0.4 kV PREVALE (146)	3328

Slika 3. Prikaz ispunjene Pomoćne tablice za isporučenu električnu energiju - poduzetništvo

### 3.2.3. Grupa [-1.3] Vršno opterećenje

Vršna opterećenja pojedinih dijelova mreže računaju se prema formulama opisanima u poglavlju 2.2.3. Kao i dosad prvo je potrebno doći do podataka vezanih za određivanje karakterističnog vršnog opterećenja. Iz SCADA-e je dobiven taj podatak za zračne dalekovode i kabele. Za niskonaponske mreže taj podatak dobiven je iz interne aplikacije Elektre Bjelovar Pogonska mjerenja u kojoj se nalaze mjerenja opterećenja niskonaponskih izlaza i trafostanica. S obzirom na to da za sve niskonaponske izlaze nema mjerenja, za takve izlaze koristila se tablica aproksimacija vršnog opterećenja. Na uzorku od 50-ak izlaza za koje postoje mjerenja napravljena je usporedbu sa tablicom aproksimacija gdje je potvrđeno da je tablica aproksimacija vrlo dobro odradila procjenu vršnog opterećenja.

TVORNIČKI BROJ	VLASNIŠTVO	ID OS	STUPNJEVI REGULACIJE	RASHOD	ŠIFRA TS	Naziv TS	Vršna opterećenja (kW) - mjerenje	Vršna opterećenja (kW) - aproksimacija	Vršno opterećenje (kW)
4810	HEP-ODS	002079	± 5 %	NE	782	5105 TS 10/0.4 kV REPINEC (5105)	0.00	52.12	52.12
3594	HEP-ODS	000020	± 5 %	NE	413	2516 TS 10/0.4 kV CAREVDAR 1 (2516)	0.00	51.13	51.13
2267	HEP-ODS	000317	± 5 %	NE	654	3403 TS 10/0.4 kV ŽABNO-MLIN (3403)	121.68	104.28	121.68
5608	HEP-ODS	000315	± 5 %	NE	534	5106 TS 10/0.4 kV PODJALES (5106)	0.00	44.41	44.41
917830	HEP-ODS	000015	± 2x2.5 %	NE	434	3112 TS 10/0.4 kV ČVRSTEC 1 (3112)	0.00	23.10	23.10
025269	HEP-ODS	002852	± 5 %	NE	149	3111 TS 10/0.4 kV MALI RAŠČANI (3111)	0.00	11.02	11.02
030233	HEP-ODS	000190	± 5 %	NE	508	3401 TS 10/0.4 kV ŽABNO-MLJEKARA (3401)	0.00	34.72	34.72
061610	HEP-ODS		± 2x2.5 %	NE	792	237 TS 10/0.4 kV IVANKOVIČEVA (237)	0.00	89.96	89.96
31302	HEP-ODS		± 2x2.5 %	NE	785	724 TS 10/0.4 kV GORNJA KOVAČICA 1 (724)	15.42	24.52	15.42
025592	HEP-ODS		± 5 %	NE	554	146 TS 10/0.4 kV PREVALE (146)	11.27	10.76	11.27
031486	HEP-ODS	000485	± 2x2.5 %	NE	328	4404 TS 10/0.4 kV DONJA RIJEKA (4404)	0.00	16.25	16.25
041932	HEP-ODS	002065	± 2x2.5 %	NE	771	4209 TS 10/0.4 kV BREŽANI MLIN (4209)	0.00	32.51	32.51
061830	HEP-ODS		± 2x2.5 %	NE	386	189 TS 10/0.4 kV MLJEKARA - STAKLENA (189)	49.87	85.80	49.87
071873	HEP-ODS	000366	± 5 %	NE	219	2207 TS 10/0.4 kV ČELIK (2207)	0.00	13.08	13.08
072049	HEP-ODS	000490	± 2x2.5 %	NE	545	3123 TS 10/0.4 kV CEPIDLAK JAKŠINIĆ (3123)	0.00	11.72	11.72
2310	HEP-ODS	000253	± 5 %	NE	427	2610 TS 10/0.4 kV STARI GLOG 1 (2610)	0.00	14.63	14.63
031094	HEP-ODS	000254	± 5 %	NE	762	4419 TS 10/0.4 kV BOGAČEVO 2 (4419)	0.00	27.93	27.93
050911	HEP-ODS	000607	± 2x2.5 %	NE	516	4106 TS 10/0.4 kV HELENA (4106)	0.00	74.36	74.36

Slika 4. Prikaz ispunjene Pomoćne tablice za vršno opterećenje



Šifra TS	NAZIV TS	KUĆANSTVO			PODUZETNIŠVO			UKUPNO MM	UKUPNA ENERGIJA	PROSJEČNA ENERGIJA	Karakter potrošnje	Godišnja potrošnja prema standardu	Procjena vršnog OPT (kW)	Udio poduzetništva
		Broj kupaca kuć.	Energija kuć.	Prosječna energija kuć.	Broj kupaca pod.	Energija pod.	Prosječna energija pod.							
1102	TS 10/0,4 kV MIHANOVIĆEVA	188	609.956	3.244	11	69.527	6.321	199	679.483	3.414	Gradska	GA4	119,6	10,2%
1103	TS 10/0,4 kV ZAGREBAČKA	254	611.329	2.407	27	818.340	30.309	281	1.429.669	5.088	Gradska	GB2	203,7	57,2%
1104	TS 10/0,4 kV BREZA - JAVOR	152	342.476	2.253	22	261.988	11.909	174	604.464	3.474	Gradska	GA4	106,6	43,3%
1304	TS 10/0,4 kV BOJNIKOVEC II	37	100.468	2.715	2	10.928	5.464	39	111.396	2.856	Ruralna	S83	27,4	9,8%
1305	TS 10/0,4 kV BOJNIKOVEC I	37	153.559	4.150	9	91.598	10.178	46	245.157	5.330	Ruralna	SA2	48,6	37,4%

Slika 5. Prikaz tablice aproksimacije vršnog opterećenja

### 3.3. Važnost [I] Grupa [I-2]

Za ovu grupu kriterija do podaci su prikupljeni u suradnji sa Službom za vođenje pogona koja je iz aplikacije DISPO dostavila podatke o broju kvarova te o minutama/kupac bez napajanja. Zanemareni su dijelovi mreže koji su imali 0 kvarova. Ubacivanjem podataka u pomoćnu tablicu te izračunom karakterističnih veličina dodijeljeni su bodovi za ovu grupu kriterija.

TVORNIČKI BROJ	VLASNIŠTVO	ID OS	VRSTA LOKACIJE	ŠIFRA TS	Naziv TS	Isporučena el.en. ukupno (kWh)	Isporučena el.en. poduzetništvo (kWh)	Broj kvarova (kom)	Ispadi_minute (min)
4810	HEP-ODS	002079	TS	5105	TS 10/0,4 kV REPINEC (5105)	259468	54957	0	20790
3594	HEP-ODS	000020	TS	2516	TS 10/0,4 kV CAREVDAR 1 (2516)	277668	71672	0	15510
2267	HEP-ODS	000317	TS	3403	TS 10/0,4 kV ŽABNO-MLIN (3403)	730950	436426	0	0
5608	HEP-ODS	000315	TS	5106	TS 10/0,4 kV PODJALE (5106)	201813	22889	4	25401
917830	HEP-ODS	000015	TS	3112	TS 10/0,4 kV ČVRSTEC 1 (3112)	70311	2622	2	2178
025269	HEP-ODS	002852	TS	3111	TS 10/0,4 kV MALI RAŠČANI (3111)	34751	0	0	586
030233	HEP-ODS	000190	TS	3401	TS 10/0,4 kV ŽABNO-MLJEKARA (3401)	200646	61382	0	0
040863	HEP-ODS	000105	TS	4109	TS 10/0,4 kV KAMEŠNICA (4109)	46168	3016	0	0
25231	HEP-ODS		TS	594	TS 10/0,4 kV VISOVI (594)	72376	20660	0	0
25324	HEP-ODS		TS	482	TS 10/0,4 kV DONJA PETRIČKA 3 (482)	25502	10400	1	13062
025262	HEP-ODS		TS	505	TS 10/0,4 kV STARA PLOŠČICA - RUŠKOVAC (505)	90959	5825	0	128

Slika 6. Prikaz ispunjene Pomoćne tablice za broj kvarova i ispad minute/kupac

### 3.4. Važnost [I] Grupa [I-3]

Posljednja grupa kriterija koja se odnosi na okolišne i klimatske uvjete ispunjena je uz pomoć Terenskih jedinica Elektre Bjelovar koje su nakon obavljenih pregleda dostavile podatke o stanju mreže te iskustveno dodijelili bodove u ovisnosti o lokaciji i mjestu pojedinog djela mreže.

### 3.5. C-I tablica Elektre Bjelovar

Nakon što su prikupljeni svi podaci potrebni za ispunjavanje tablice C-I metodologije, kreirana je „pomoćna tablica“ u kojoj su objedinjeni svi podaci i unificirani svi nazivi elemenata mreže kako bi se lakše mogla kreirati „glavna tablica“.

VRSTA LOKACIJE	PUNI NAZIV LOKACIJE	PRIJENOSNI OMIER	GODINA PROIZVODNJE	STAROST (god)	SNAGA (kW)	ŠIFRA TS	Naziv TS	Isporučena el.en. ukupno (kWh)	Isporučena el.en. poduzetništvo (kWh)	Broj kvarova (kom)	Ispadi_minute (min)	Vršno opterećenje (kW) mjerenje	Vršno opterećenje (kW) - aproksimacija	Vršno opterećenje (kW)
TS	REPINEC	10/0,4 kV	1950	68	50	5105	TS 10/0,4 kV REPINEC (5105)	259468	54957	0	20790	0,00	52,12	52,12
TS	CAREVDAR 1	10/0,4 kV	1951	67	100	2516	TS 10/0,4 kV CAREVDAR 1 (2516)	277668	71672	0	15510	0,00	51,13	51,13
TS	ČVRSTEC 1	10/0,4 kV	1954	64	50	3112	TS 10/0,4 kV ČVRSTEC 1 (3112)	70311	2622	2	2178	0,00	23,10	23,10
TS	MALI RAŠČANI	10/0,4 kV	1957	61	30	3111	TS 10/0,4 kV MALI RAŠČANI (3111)	34751	0	0	586	0,00	11,02	11,02
TS	ŽABNO-MLJEKARA	10/0,4 kV	1957	61	50	3401	TS 10/0,4 kV ŽABNO-MLJEKARA (3401)	200646	61382	0	0	0,00	34,72	34,72

Slika 7. Prikaz ispunjene Pomoćne tablice

Nakon toga započelo je kreiranje tablice za izračun karakterističnih vrijednosti svakog pojedinog kriterija, a potom i ispunjavanje „glavne tablice“ sa svim podacima koji su prikupljeni u pomoćnoj tablici jednostavnim kopiranjem podataka, jer je kreirana na način da tablice budu identične.

<b>ELEKTRA BJELOVAR</b>		
<b>TABLICA KARAKTERISTIČNIH VRIJEDNOSTI</b>		
<b>Energija</b>		
Isporučena energija DP-a	kWh	262.199.416 kWh
Isporučena energija DP-a za potrošače kategorije poduzetništvo	kWh	146.317.528 kWh
Udio poduzetništva u isporučenoj energiji	%	56%
Isporučena energija DP-a 0,4 kV	kWh	195.570.773 kWh
<b>Vršno opterećenje i opći podaci</b>		
Vršno opterećenje DP-a	kW	56.015.0 kW
Prosječno vršno opterećenje pretežno zračnog VP 10(20) kV	kW	837.3 kW
Prosječno vršno opterećenje pretežno kabelskog VP 10(20) kV	kW	1.478.3 kW
Ukupna instalirana snaga 10(20)/0,4 kV naponske razine DP-a	kVA	133.850 kVA
Ukupan broj NN izlaza	kom	2818
<b>Kvarovi</b>		
broj kvarova referentna vrijednost (VP)	kom	3.38
broj kvarova referentna vrijednost (TS)	kom	1.07
broj kvarova referentna vrijednost (NN)	kom	2.26
minuta*kupac referentna vrijednost (VP)	min*kupaca	304536
minuta*kupac referentna vrijednost (TS)	min*kupaca	4198.11
minuta*kupac referentna vrijednost (NN)	min*kupaca	4124.47

Slika 7. Karakteristične vrijednosti Elektre Bjelovar

#### 4. ZAKLJUČAK

U Elektri Bjelovar je prilikom izrade plana investicija za naredni period korištena C-I metodologija. Povezivanjem podataka iz nekoliko baza (DISPO, Trafogled, Billing, Planiranje razvoja, De-GIS, Pogonska mjerenja) kreirana je vlastitu rang listu objekata za koje je, prema pravilima metodologije, određeno hoće li se raditi revitalizacija ili rekonstrukcija. Izazovi pri izradi tablice bili su nedostatak podataka (mjerenja u TS), različiti podaci u bazama (npr. Nazivi trafostanica, nazivi NN izlaza), no uz nekoliko odgovarajućih formula, uspješno je riješen taj problem i povezani su svi potrebni podaci.

Na koncu, kada je rang lista formirana i kada su kritički sagledani objekti koji su izašli kao potencijalne investicije, iskustveno je zaključeno da je ova metoda približno dobro rangirala objekte s obzirom na potrebne zahvate koje treba napraviti.

#### 5. LITERATURA

- [1] Sektor za operativno upravljanje imovinom, " C-I metoda rangiranja objekata-Upute za popunjavanje tablice", travanj 2019.
- [2] Tehnička dokumentacija Elektre Bjelovar