

# PRAĆENJE POKAZATELJA KVALITETE OPSKRBE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM NA PODRUČJU ELEKTROPRIMORJA RIJEKA

Vitomir K o m e n – Boris K r s t u l j a, Rijeka

UDK 621.316,1:658.26  
IZVORNI ZNANSTVENI ČLANAK

U sklopu sveukupnih priprema za poslovanje na otvorenom tržištu električne energije, a s obzirom da ne postoje odgovarajuće smjernice i pravila u europskoj i domaćoj literaturi, u distribucijskom području Elektroprimorje Rijeka je 2000. g. razrađen i uspostavljen izvorni sustav praćenja pokazatelja kvalitete opskrbe kupaca električnom energijom.

U ovom radu, u prvom dijelu je prikazana struktura sustava, metodologija prikupljanja, unosa, obrade i prikaza rezultata. U drugom dijelu detaljno su prikazani rezultati praćenja pokazatelja kvalitete opskrbe električnom energijom kupaca na području DP Elektroprimorje Rijeka u razdoblju od 2001. – 2003. g. Rezultati omogućuju usporedbu s distribucijama u Europi i svijetu te usmjeravanje aktivnosti za poboljšanje kvalitete opskrbe.

**Ključne riječi:** kvaliteta opskrbe, pokazatelji kvalitete, distribucijska mreža.

## 1. UVOD

Poslovanje distribucijske mreže u uvjetima otvorenog tržišta električne energije iziskuje povećane i ujednačene zahtjeve prema kvaliteti opskrbe kupaca, a što se propisuje kroz paket energetske zakona i podzakonskih akata. Postavlja se izričit zahtjev da se kvaliteta opskrbe kupaca kvantificirano iskazuje preko određenih i prikladnih parametara kvalitete električne energije, a temeljem uspostavljenih praćenja i mjerenja.

Kvaliteta opskrbe (engl. *Quality of supply*) kupaca električnom energijom se u najširem smislu određuje i sastoji od tri skupine čimbenika:

1. POUZDANOST OPSKRBE,
2. KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE (kvaliteta napona),
3. KVALITETA SERVISNIH USLUGA KUPCIMA (komercijalna kvaliteta).

Za svaku od ovih skupina određuju se parametri kvalitete i metodologija njihovog mjerenja i praćenja (nagledanja). U ovom radu obrađena je problematika pouzdanosti opskrbe, kao temeljnog dijela kvalitete opskrbe.

Praćenjem stručne literature iz domene osiguranja kvalitetne opskrbe električnom energijom korisnika distribucijskih mreža uprava Elektroprimorja Rijeka je sredinom 1999. god. donijela odluku o osmišljavanju i ustroju sustava praćenja pokazatelja opskrbe svojih kupaca. Temelj na kojem je počivala navedena odluka nađen je u [1], [2], [3] i [4]. Osobito odluka Vlade RH

o približavanju europskim integracijama i Direktiva [5], ukazale su na nužnost uvođenja *sustava* praćenja pokazatelja kvalitete opskrbe.

Tijekom 2000. g. prihvaćena je zamisao i fazna razrada izvornog sustava praćenja te ograničenja koja se nameću na sustav u ovoj prvoj fazi. Probni rad sustava započeo je u drugoj polovici 2000 g., a u cijelosti je u primjeni od 2001. godine.

## 2. METODOLOGIJA PRAĆENJA

### 2.1. Definicija pojmova

- PREKID (OPSKRBE) – Stanje u kojem je napon na priključku kupca manji od 1 % nominalnog napona mreže u trajanju jednakom ili dužem od 3 minute (EN 50160 Točka 1.3.18., engl. *supply interruption*).
- KRATKOTRAJNI PREKID – Prekid opskrbe u trajanju manjem od 3 minute.
- PLANIRANI PREKID – Najavljeni prekid opskrbe, putem javnih medija.
- NEPLANIRANI PREKID – Nenajavljeni prekid opskrbe.
- OSNOVNI PODACI ZA PRORAČUN POKAZATELJA:
  - $N_i$  = Broj prekinutih kupaca u svakom prekidu u periodu prikupljanja,
  - $N_T$  = Ukupan broj kupaca na promatranom području,

- $r_i$  = Vrijeme pojedinog prekida,
- $P_k$  = Prosječna snaga kupaca neposredno prije prekida.

- SAIFI (engl. *System Average Interruption Frequency Index*) – Prosječan broj prekida napajanja kupca na određenom odabranom području unutar kalendarske godine dana. U europskoj literaturi jednak je pojmu CI (eng: *Customer Interruptions*) – broj prekida kupca.

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum \text{kupaca koji su osjetili prekid opskrbe}}{\text{ukupan broj kupaca na promatranom području}}$$

Koristi se sljedeća funkcija:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum N_i}{N_T}$$

- SAIDI (engl. *System Average Interruption Duration Index*) – Prosječno trajanje prekida napajanja kupca na određenom odabranom području unutar kalendarske godine dana. U europskoj literaturi jednak je pojmu CML (eng: *Customer Minutes Lost*) – trajanje (u minutama) prekida kupca.

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum \text{trajanje prekida} * \text{broj kupaca koji su osjetili prekid opskrbe}}{\text{ukupni broj kupaca na određenom području}}$$

Koristi se sljedeća funkcija:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum r_i N_i}{N_T}$$

- CAIDI (engl. *Customer Average Interruption Duration Index*) – Prosječno vrijeme trajanja jednog prekida po prosječnom kupcu koji je osjetio prekid opskrbe.

$$\text{CAIDI} = \frac{\sum \text{trajanje prekida} * \text{broj kupaca koji su osjetili prekid opskrbe}}{\sum \text{kupaca koji su osjetili prekid opskrbe}}$$

Koristi se sljedeća funkcija:

$$\text{CAIDI} = \frac{\sum r_i N_i}{\sum N_i} = \frac{\text{SAIDI}}{\text{SAIFI}}$$

- ASAI (engl. *Average Service Availability Index*) – Postotak vremena tijekom kalendarske godine dana u kojem su kupci, koji su osjetili prekid opskrbe, imali opskrbu električnom energijom.

$$\text{ASAI} = \frac{\text{ukupni broj kupaca} * \text{sati godišnje} - \sum \text{trajanje} * \text{broj kupaca koji su osjetili prekid}}{\text{ukupni broj kupaca} * \text{sati godišnje}}$$

Koristi se sljedeća funkcija:

$$\text{ASAI} = \frac{N_T (\text{brojsati godišnje}) - \sum r_i N_i}{N_T (\text{brojsati godišnje})}$$

Broj sati godišnje iznosi za normalnu godinu 8760 sati, a za prijestupnu 8784 sati.

- ENS (engl. *Energy Not Supplied*) – Neisporučena električna energija kupcima u zadanom vremenskom periodu (godina).

ENS = Prosječna snaga kupaca neposredno prije prekida \* vrijeme trajanja prekida

Koristi se sljedeća funkcija:

$$\text{ENS} = \frac{P_k}{r_i}$$

- AENS (engl. *Average Energy Not Supplied*) – Prosječna neisporučena električna energija kupcima u zadanom vremenskom periodu (godina).

AENS = ENS / Ukupan broj kupaca na promatranom području

Koristi se sljedeća funkcija:

$$\text{AENS} = \frac{\text{ENS}}{N_T}$$

## 2.2. Osnovni činitelji prekida

Osnovni činitelji sustava praćenja jesu:

- Odabrani pokazatelji koji se prate jesu: SAIDI, SAIFI, CAIDI, ASAI, ENS i AENS.
- Podjela po uzrocima prekida opskrbe:
  - Planirani prekidi,
  - Neplanirani prekidi.
- Podjela po naponskim razinama distribucijske mreže:
  - 110 kV i više (zajedno),
  - 35 kV,
  - 20 i 10 kV,
  - 0,4 kV.
- Podjela po pogonima (područjima) koji se prate:
  - Rijeka,
  - Skrad,
  - Opatija,
  - Crikvenica,
  - Cres - Lošinj,
  - Rab,
  - Krk,
  - Ukupno cijelo područje.

Ukratko to znači da se prate odabrani pokazatelji, podijeljeni po uzrocima prekida, prema naponskim razinama mreža u kojima nastaju i na određenom području (pogonu).

### 2.3. Sklopovska oprema i programska podrška sustava

Temelji se na TIS-u, ORACLE bazi podataka elemenata mreže, mreži radnih stanica u dispečersko – dežurnim poslovima, predobradi u ORACLE bazi te završnoj tablično – grafičkoj obradi u EXCEL programu.

Svi podaci su dokumentirani i arhivirani putem mjesečnih izvješća i u papirnatom obliku.

### 2.4. Postupak praćenja prekida

Postupak praćenja prekida, prema postupku prikazanom na slici 1, izvršavaju nadležne dispečerske službe pogona/DP-a a prema kategorizaciji prekida prikazanim na slici 2. Unos u ORACLE bazu podataka nadležne dispečerske službe obavljaju neposredno koristeći sklopovsku i programsku podršku sustava.

Za kontrolu unesenih podataka i rezultate predobrade prekida zadužen je Odjel za upravljanje DP-a. Uneseni podaci se kontroliraju nakon njihove predobrade mehanizmima usporedbe podataka s ostalim izvorima podataka o prekidima (izvješća pogona, obavijesti o planiranim radovima, planovima održavanja, izvješća o kvarovima i dr.).

Nakon prijenosa predobrađenih sumarnih podataka u EXCEL bazu obavlja se izračun pokazatelja te analiza rezultata (mjesečno) kao i izvješćivanje (polugodišnje).

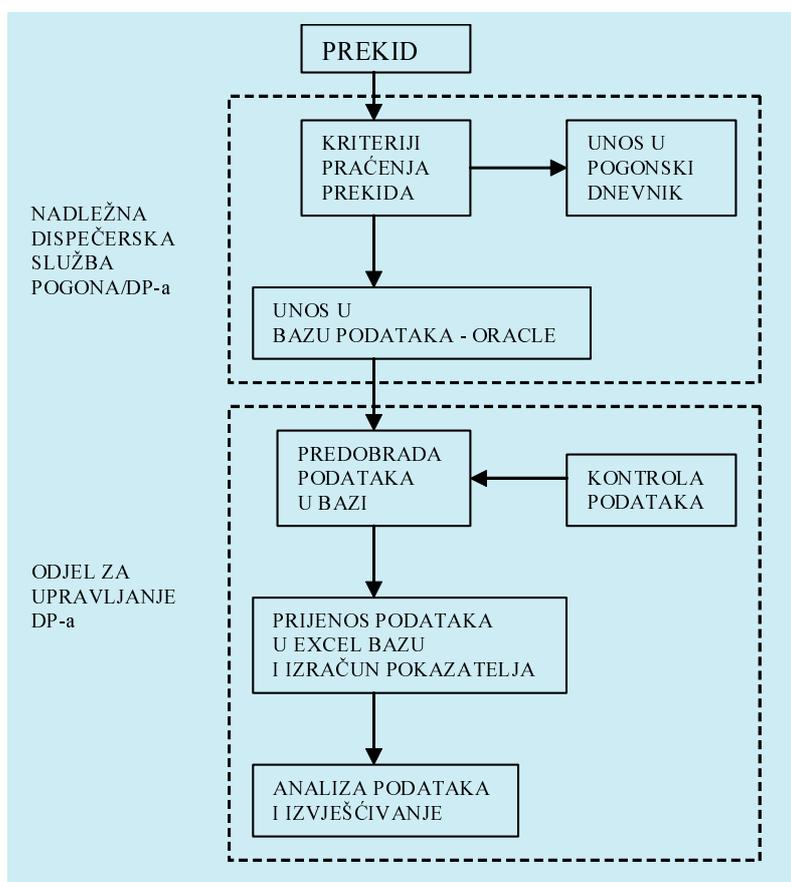
### 2.5. Unos podataka u bazu

Unos podataka u bazu [6] obavlja se na osnovi pogonskog dnevnika dispečerske službe DP-a, pogonskog dnevnika dispečerske službe pogona i pogonskog dnevnika dežurne službe pogona, a prema određenim kriterijima praćenja prekida (slika 2).

Podaci koji se unose u bazu podataka za 110, 35, 20 i 10 kV mreže jesu:

1. REDNI BROJ – U jedan redak se upisuje pojedinačni prekid koji je nastao u određenom vremenu, a mogao je pogoditi jednu ili više TS.
2. NAZIV POSTROJENJA – kratki naziv TS ili grupe TS (vodno polje) na kojem je izvršeno isključenje (uključenje).
3. ISKLJUČENO DATUM – datum nastanka isključenja.
4. ISKLJUČENO VRIJEME – vrijeme nastanka isključenja (sat i minuta).
5. UKLJUČENO DATUM – datum uključenja.
6. UKLJUČENO VRIJEME – vrijeme uključenja (sat i minuta).

Napomena: Ukoliko je uklop izvršio uspješan brzi ili spori APU, tj kod kratkotrajnih prekida, upisuje se samo datum i vrijeme isključenja, a u posebnoj koloni se označava da je to kratkotrajni prekid.



Slika 1. Postupak praćenja prekida



7. ISKL – Način isključenja – Upisuje se brojčana šifra iz šifrnika.
0. NESTANAK – nestanak napona “izvana” koristi se samo kada dođe do ispada napajanja kupaca zbog nestanka napona u 110 kV mreži.
1. ZAŠTITA – za proradu zaštite.
2. LOKALNO – za isključenje u postrojenju.
3. DALJINSKI – za isključenje daljinsko.
8. TIP – Vrsta isključenja – Upisuje se brojčana šifra tipa isključenja iz šifrnika.
0. PRISILNO ISKLJUČENJE je isključenje postrojenja **djelovanjem zaštite**. Može biti i isključeno lokalno ili daljinski ako je uvjetovano hitnom potrebom da se spriječi nastanak neželjenih posljedica.
1. ISKLJUČENJE ZBOG PLANIRANIH RADOVA.
9. UKL – Način uključivanja – Upisuje se brojčana šifra iz šifrnika.
0. UK – za uključen napon “izvana”.
1. APU-B – za uklop brzim APU-om.
2. APU-S – za uklop sporim APU-om.
3. LOK – za ručni uklop u postrojenju.
4. DALJ – za uklop daljinskom komandom.
10. K (kratkotrajno) – Upisuje se oznaka za kratkotrajne prekide.
11. ISKLJUČENA SNAGA – Upisuje se iznos (kW) procjenjene ili poznate isključene snage za sve pogođene kupce.
12. BROJ KUPACA – Upisuje se broj svih kupaca koji su ostali bez električne energije u navedenom prekidu. Broj kupaca po pojedinoj TS vodi se u tehničkoj bazi podataka.

Podaci koji se unose u bazu podataka za 0,4 kV mreže jesu:

1. Ukupan broj intervencija dežurne službe.
2. NEPLANIRANI PREKIDI:
  - Ukupan broj prekida napajanja kupaca.
  - Ukupan broj kupaca pogođenih prekidima.
  - Prosječno trajanje prekida.
  - Ukupna neisporučena el. energija.
3. PLANIRANI PREKIDI:
  - Ukupan broj prekida napajanja kupaca.
  - Ukupan broj kupaca pogođenih prekidima.
  - Prosječno trajanje prekida.
  - Ukupna neisporučena el. energija.

Prosječno trajanje prekida (u minutama) računa se kao omjer sume svih vremena prekida i broja prekida po formuli:

$$\text{Prosječno trajanje} = \frac{\text{suma vremena prekida}}{\text{broj prekida}}$$

Ukupna neisporučena električna energija (u kWh) se procjenjuje po iskustvu. Za procjenu vrijedi račun:

ZA PREKIDE DANJU:

$$\text{Neisporučena el. energija} = \text{broj pogođenih kupaca} * 2 \text{ kW} * \text{vrijeme trajanja}$$

ZA PREKIDE NOĆU:

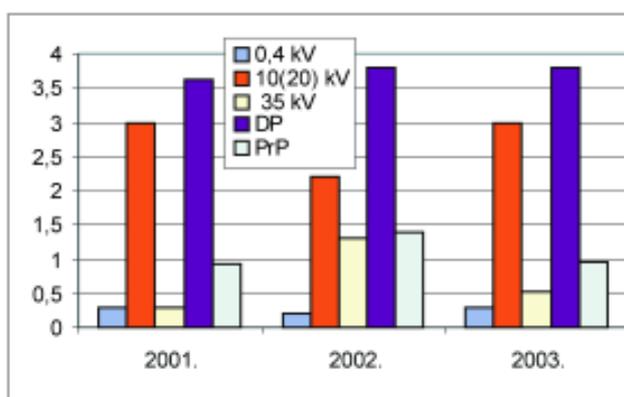
$$\text{Neisporučena el. energija} = \text{broj pogođenih kupaca} * 1 \text{ kW} * \text{vrijeme trajanja}$$

### 3. REZULTATI PRAĆENJA POKAZATELJA

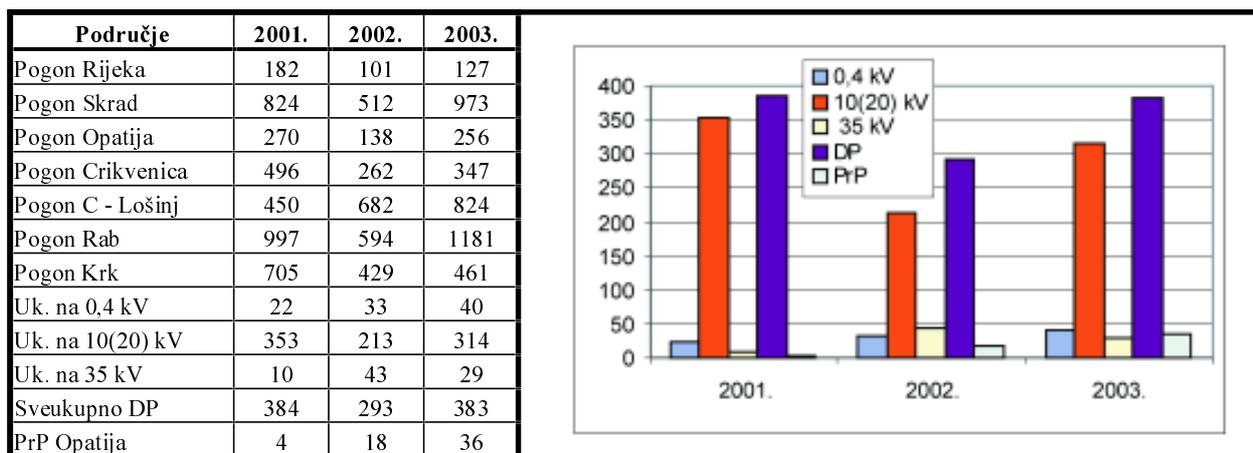
#### 3.1. Ukupni pokazatelji

Ukupni SAIFI ili CI (specifični broj prekida po kupcu)

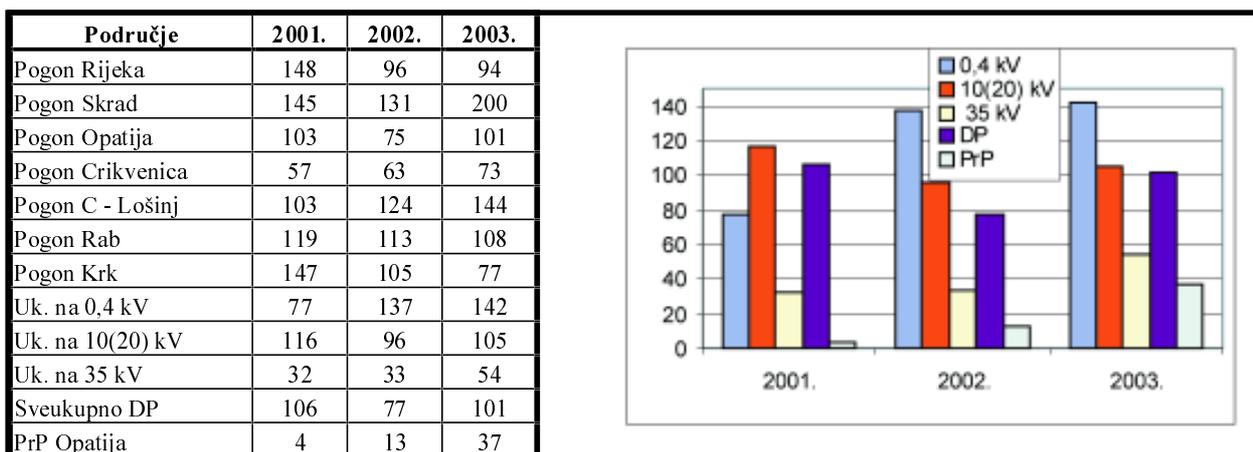
Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	1,23	1	1,35
Pogon Skrad	5,69	3,9	4,86
Pogon Opatija	2,6	1,8	2,5
Pogon Crikvenica	8,68	4,2	4,75
Pogon C - Lošinj	4,37	5,5	5,73
Pogon Rab	8,35	5,3	10,97
Pogon Krk	4,79	4,1	6
Uk. na 0,4 kV	0,28	0,2	0,28
Uk. na 10(20) kV	3	2,2	2,98
Uk. na 35 kV	0,3	1,3	0,53
Sveukupno DP	3,63	3,8	3,79
PrP Opatija	0,92	1,4	0,97



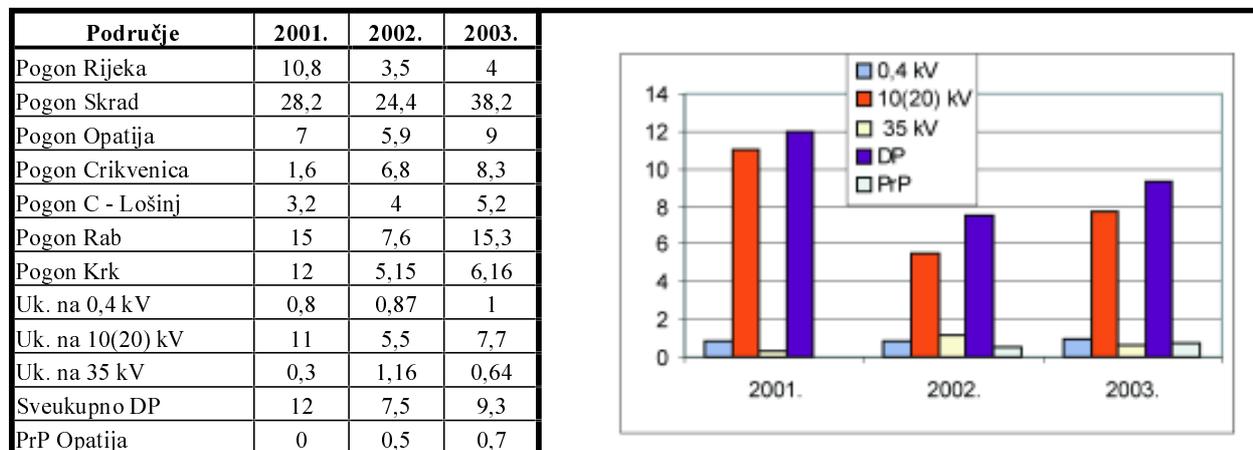
## Ukupni SAIDI ili CML (specifično trajanje prekida u minutama, po kupcu)



## Ukupni CAIDI (prosječno vrijeme jednog prekida, po kupcu)

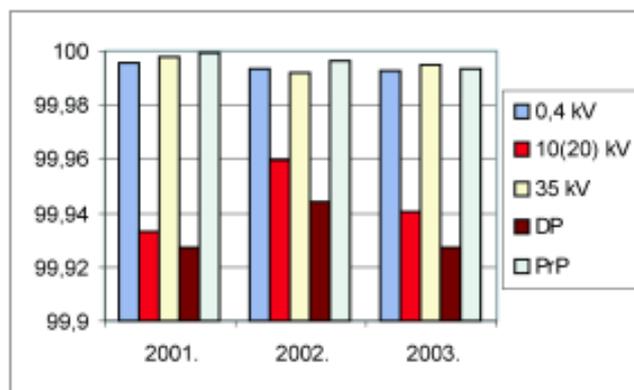


## Ukupni AENS (prosječna neisporučena el. energija, po kupcu)



## Ukupni ASAI (postotak vremena opskrbe)

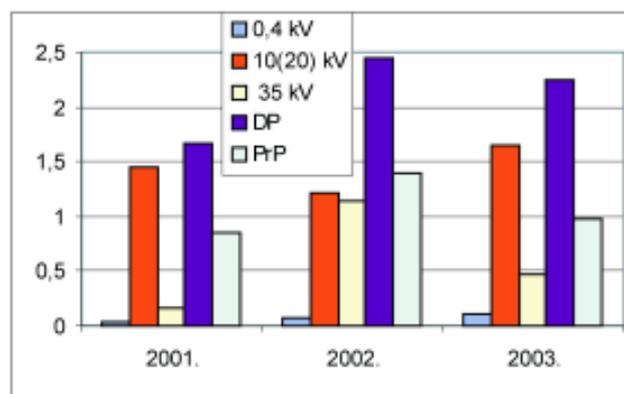
Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	99,9654	99,9807	99,9759
Pogon Skrad	99,8432	99,9027	99,8149
Pogon Opatija	99,9487	99,9738	99,9514
Pogon Crikvenica	99,9057	99,9502	99,9341
Pogon C - Lošinj	99,9144	99,8703	99,8432
Pogon Rab	99,8103	99,8871	99,7754
Pogon Krk	99,8658	99,9185	99,9124
Uk. na 0,4 kV	99,9959	99,9937	99,9924
Uk. na 10(20) kV	99,9328	99,9596	99,9403
Uk. na 35 kV	99,9981	99,9919	99,9945
Sveukupno DP	99,9269	99,9442	99,9272
PrP Opatija	99,9993	99,9966	99,9932



## 3.2. Pokazatelji za neplanirane prekide

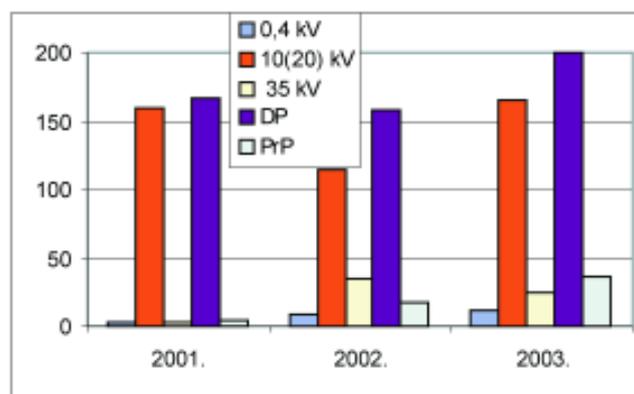
SAIFI ili CI (specifični broj prekida po kupcu)

Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	0,41	0,54	0,65
Pogon Skrad	3,41	2	3,15
Pogon Opatija	1,35	0,78	1,06
Pogon Crikvenica	2,97	1,37	1,71
Pogon C - Lošinj	2,85	2,9	2,69
Pogon Rab	3,53	2,4	6,81
Pogon Krk	2,23	3,37	4,17
Uk. na 0,4 kV	0,04	0,08	0,1
Uk. na 10(20) kV	1,45	1,22	1,65
Uk. na 35 kV	0,16	1,15	0,48
Sveukupno DP	1,66	2,45	2,24
PrP Opatija	0,85	1,4	0,97



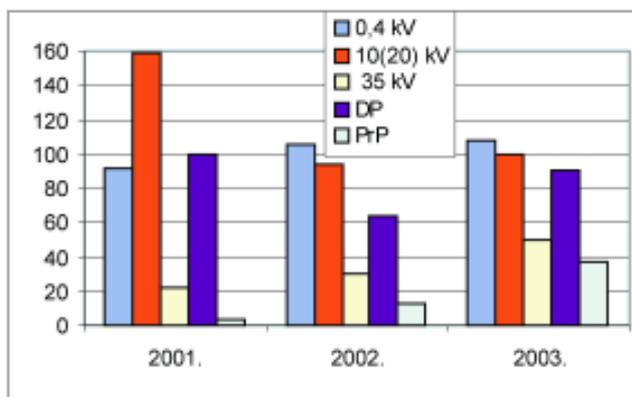
SAIDI ili CML (specifično trajanje prekida u minutama, po kupcu)

Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	20	45	43
Pogon Skrad	468	183	606
Pogon Opatija	109	41	77
Pogon Crikvenica	176	72	114
Pogon C - Lošinj	282	394	422
Pogon Rab	370	322	831
Pogon Krk	467	341	252
Uk. na 0,4 kV	3,4	8	11
Uk. na 10(20) kV	159	114	165
Uk. na 35 kV	3,49	35	24
Sveukupno DP	166	158	200
PrP Opatija	3,65	18	36



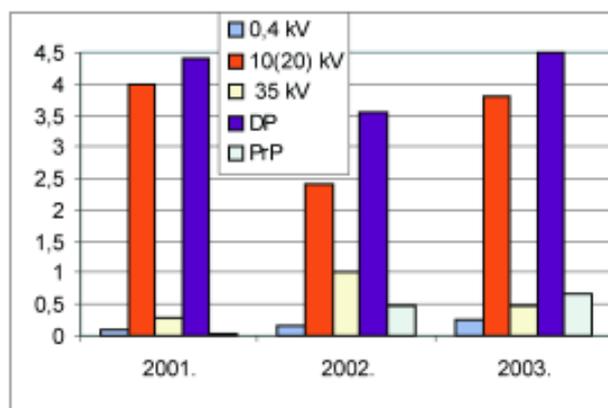
## CAIDI (prosječno vrijeme jednog prekida, po kupcu)

Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	44	86	63
Pogon Skrad	139	92	195
Pogon Opatija	80	51	74
Pogon Crikvenica	58	50	66
Pogon C - Lošinj	100	139	159
Pogon Rab	105	138	122
Pogon Krk	219	96	54
Uk. na 0,4 kV	92	105	108
Uk. na 10(20) kV	159	94	100
Uk. na 35 kV	22	30	50
Sveukupno DP	100	64	90
PrP Opatija	4	13	37



## AENS (prosječna neisporučena el. energija, po kupcu)

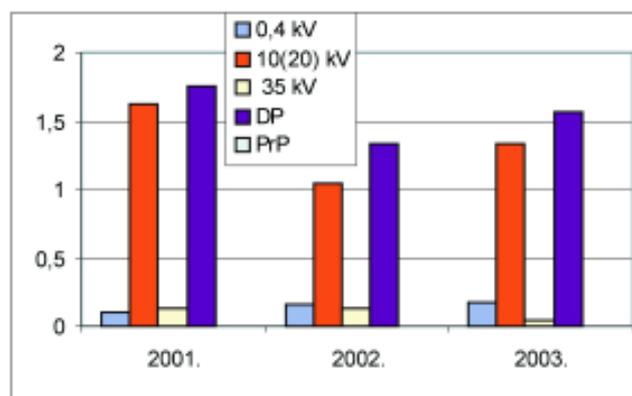
Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	0,9	1,61	1,5
Pogon Skrad	16	8,67	20,3
Pogon Opatija	3,13	1,7	2,8
Pogon Crikvenica	3,5	1,5	2
Pogon C - Lošinj	2,2	2,16	3,2
Pogon Rab	6,1	4,2	11,1
Pogon Krk	9,3	3,65	3,5
Uk. na 0,4 kV	0,1	0,17	0,24
Uk. na 10(20) kV	4	2,4	3,8
Uk. na 35 kV	0,3	1	0,47
Sveukupno DP	4,4	3,56	4,51
PrP Opatija	0,03	0,46	0,67



## 3.3. Pokazatelji za planirane prekide

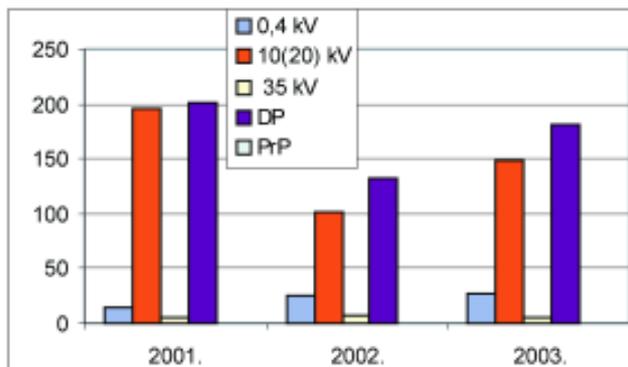
## SAIFI ili CI (specifični broj prekida po kupcu)

Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	0,7	0,53	0,7
Pogon Skrad	2,3	1,92	1,72
Pogon Opatija	1,05	1,07	1,48
Pogon Crikvenica	5,2	2,9	3,03
Pogon C - Lošinj	1,8	2,66	3,02
Pogon Rab	4,6	2,93	4,18
Pogon Krk	2,1	1,04	1,84
Uk. na 0,4 kV	0,1	0,16	0,18
Uk. na 10(20) kV	1,62	1,05	1,33
Uk. na 35 kV	0,13	0,13	0,05
Sveukupno DP	1,76	1,34	1,56
PrP Opatija	0	0	0



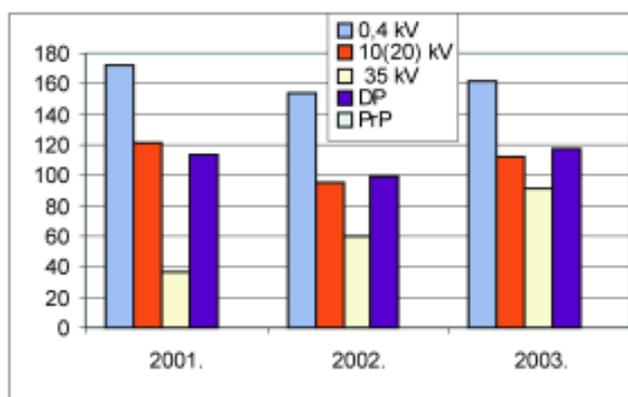
## SAIDI ili CML (specifično trajanje prekida u minutama, po kupcu)

Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	150	56	84
Pogon Skrad	380	330	366
Pogon Opatija	138	98	178
Pogon Crikvenica	300	194	233
Pogon C - Lošinj	215	292	400
Pogon Rab	615	274	349
Pogon Krk	220	97	209
Uk. na 0,4 kV	15	25	28
Uk. na 10(20) kV	196	101	149
Uk. na 35 kV	5	8	5
Sveukupno DP	201	133	182
PrP Opatija	0	0	0



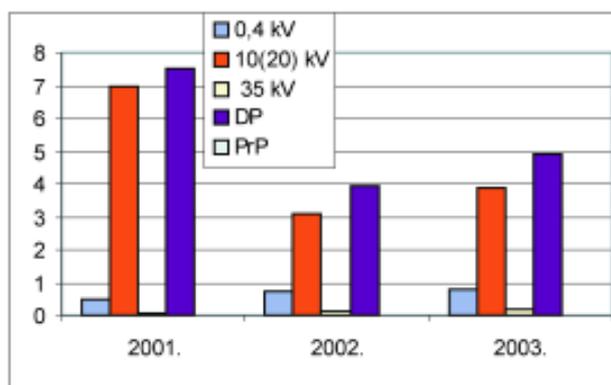
## CAIDI (prosječno vrijeme jednog prekida, po kupcu)

Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	129	96	106
Pogon Skrad	168	163	215
Pogon Opatija	123	85	118
Pogon Crikvenica	49	55	66
Pogon C - Lošinj	112	111	134
Pogon Rab	133	98	83
Pogon Krk	103	85	110
Uk. na 0,4 kV	172	154	162
Uk. na 10(20) kV	121	95	112
Uk. na 35 kV	37	60	91
Sveukupno DP	114	99	117
PrP Opatija	0	0	0



## AENS (prosječna neisporučena el. energija, po kupcu)

Područje	2001.	2002.	2003.
Pogon Rijeka	9,3	2	2,5
Pogon Skrad	12,2	15,8	17,8
Pogon Opatija	4,5	4,2	6,2
Pogon Crikvenica	6,7	5,3	6,2
Pogon C - Lošinj	1,2	1,7	2
Pogon Rab	10,7	5,3	4,2
Pogon Krk	2,5	1,6	2,7
Uk. na 0,4 kV	0,5	0,7	0,8
Uk. na 10(20) kV	7	3,1	3,9
Uk. na 35 kV	0,04	0,15	0,17
Sveukupno DP	7,54	3,95	4,9
PrP Opatija	0	0	0



#### 4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA POKAZATELJE KVALITETE OPSKRBE

Postignuta kvaliteta opskrbe kupaca električnom energijom rezultat je niza organizacijskih i tehnoloških aspekata koji na nju utječu na različite načine i različitim intenzitetom. Sve te aspekte potrebno je uvažavati i analizirati radi poboljšanja postignutih rezultata. Više od 80 % utjecaja na kvalitetu opskrbe imaju prekidi u 10 (20) kV mreži te se tu mogu i postići najznačajniji rezultati.

Najznačajniji su sljedeći čimbenici:

1. Postojanje i kvaliteta sustava daljinskog vođenja distribucijske mreže, kako osnovnih napojnih transformatorskih stanica tako i trafostanica i rasklopnih aparata po dubini distribucijske mreže.
2. Vrsta, opseg te koordinacija zaštitnih uređaja i automatizacije u trafostanicama.
3. Standardizacija i kontrola kvalitete primijenjenih materijala.
4. Primjena novih tehnoloških rješenja u izvedbi elemenata mreža (posebno kod zaštita od atmosferskih utjecaja).
5. Kontrola kvalitete izvršenih radova u mreži.
6. Optimalni kriteriji planiranja mreža.
7. Primijenjena strategija održavanja.
8. Prevencija od utjecaja “trećih lica” (građevinska operativa, male životinje, promet...).
9. Rad pod naponom.
10. Korištenje agregata.
11. Korištenje mobilnih trafostanica.

12. Optimizacija i koordinacija planiranih radova.
13. Postojanje jakih informacijskih sustava podrške (GIS, TIS, skladišta, vozila...).

Organizacijski i teritorijalni aspekti:

1. Zemljopisna rasprostranjenost – površina,
2. Gustoća naseljenosti i distribucijske mreže,
3. Međusobna udaljenost i brojnost interventnih ekipa.
4. Opremljenost mobilnih interventnih ekipa.
5. Postojanje “kućne pripravnosti” interventnih ekipa.
6. Atmosferski i vremenski uvjeti na području djelovanja.

#### 5. USPOREDBA S DISTRIBUCIJAMA EUROPE

Usporedba navedenih pokazatelja s distribucijama u Europi nije uvijek moguća radi njihovog raznolikog načina praćenja pokazatelja [8, 9, 10, 11, 12]. Naime, usporedba rezultata ovisi jesu li određene zemlje u Europi:

- definirale praćenje pokazatelja temeljem:
  - ukupnog broja kupaca,
  - energetskog transformatora ili
  - preuzete električne snage,
- definirale prekide na isti način,
- prekide podijelile na planirane i neplanirane na isti način,
- pratile prekide na svim naponskim razinama ili samo neke (NN, SN i VN),
- izuzele pojedine vrste prekida (“viša sila”).

Tablica 1. Prikaz ostvarenih ukupnih SAIDI pokazatelja

Područje	Godina							
	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
Nizozemska <sup>1</sup>	26	18	21	26	27	34	-	35
Velika Britanija	72	75	70	81	71	86	90	85
Irska <sup>2</sup>	-	-	-	424	428	385	372	385
Italija	272	209	196	228 <sup>1</sup>	333	298	181	300
Portugal	-	-	-	-	-	587	-	>500
Elektroprimorje	-	-	-	381	-	388	311	419

Tablica 2. Prikaz ostvarenih ukupnih SAIFI pokazatelja

Područje	Godina				
	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.
Nizozemska <sup>1</sup>	0,44	0,41	0,67	-	-
Velika Britanija	0,78	0,82	0,85	-	-
Irska <sup>2</sup>	1,6	1,98	1,86	-	-
Italija	4,21 <sup>1</sup>	4,64	4,25	-	-
Portugal	-	-	7,83	-	-
Elektroprimorje	-	-	4,55	5,2	4,76

<sup>1</sup> = samo neplanirani prekidi

<sup>2</sup> = bez podataka za VN

## 6. ZAKLJUČAK

Prikazani sustav praćenja pokazatelja kvalitete opskrbe kupaca električnom energijom na području DP Elektroprimorje Rijeka je u primjeni od početka 2001. godine. Rezultati praćenja [7] prikazani su za period od 2001. – 2003. godine. Iskustvo nam govori da je sustav dobro osmišljen i relativno jednostavno uspostavljen ugradnjom u postojeću organizaciju dispečersko – dežurnih poslova DP-a.

Analizom rezultata dosadašnjeg praćenja pokazatelja kvalitete može se, za distribucijsku mrežu DP Elektroprimorja Rijeka iskazati sljedeće ocijene:

1. Pokazatelj SAIFI ili CI pokazuje visoku kvalitetu u cijelom periodu promatranja. Ako se gleda distribucija rezultata po pogonima pojavljuju se tri grupe pogona:
  - I. Rab s pokazateljem oko **10**,
  - II. Rijeka i Opatija s pokazateljem oko **2**,
  - III. Ostali pogoni s pokazateljem oko **5**.
2. Pokazatelj SAIDI ili CML pokazuje visoku kvalitetu u cijelom periodu promatranja. Distribucija rezultata trajanja prekida ukazuje na tri grupe pogona:
  - I. Skrad, Cres – Lošinj i Rab s pokazateljem **od 800 do 1200** minuta,
  - II. Rijeka s pokazateljem **od 130** minuta,
  - III. Ostali pogoni s pokazateljem **od 250 do 500** minuta.
3. Kod pokazatelja CAIDI, prosječna trajanja prekida, distribucija rezultata ukazuje na četiri grupe pogona:
  - I. Skrad s pokazateljem **od 200** minuta,
  - II. Cres – Lošinj s pokazateljem **od 150** minuta,
  - III. Rijeka, Opatija i Rab s pokazateljem **od 100** minuta,
  - IV. Crikvenica i Krk s pokazateljem **od 75** minuta.
 Prosjek za DP je oko **100** minuta.
4. Kod analize prekida podijeljenih na neplanirane i planirane dolazimo do rezultata da je značajno veći broj neplaniranih prekida u odnosu na planirane prekide. Prosječno trajanje prekida je uglavnom isto (oko **200** minuta). Pogoni Skrad, Cres – Lošinj i Rab imaju značajno nadprosječno dulje trajanje neplaniranih i planiranih prekida. U broju neplaniranih prekida značajno nadprosječne vrijednosti imaju Skrad, Rab i Krk, a Pogon Rab kod planiranih prekida.
5. Neisporučena električna energija je oko 0,1 % ukupno preuzete energije DP-a iz mreže. Usporedba neplaniranih i planiranih prekida pokazuje podjednako neisporučenu energiju. Može se reći da je u DP Elektroprimorje Rijeka neisporučeno prosječno po kupcu 10 kWh. Od toga 83 % neisporučene električne energije je u 10(20) kV mreži, 7 % u 35 kV mreži, a 10 % u 0,4 kV mreži.

Za uočiti je nerealno korištenje SAIFI i SAIDI parametara za područja na kojima je mala specifična gustoća kupaca (npr. Pogon Rab) jer se tada ti parametri prekida računaju na ukupan broj kupaca, a specifični broj prekida po dužini (veličini) mreže ostaje isti kao i na drugim područjima. Stoga je potrebno promatrati parametre prema vrsti područja (“gradsko”, “mješovito”, “seosko”). Također, potrebno je posebno prikazati prekide uzrokovane velikim vremenskim nepogodama (poplave, požari, orkanski vjetrovi s jakom posolicom i sl. – “viša sila”) jer oni u pogođenim manjim sredinama bitno narušavaju pokazatelje.

Dodatno vrijednostima koje su postignute za DP treba uračunati, s gledišta kupaca, i parametre prekida za koje **nije odgovorna distribucija**, a to su podaci u tablicama označeni za Prijenosno Područje (PrP) Opatija.

Uspostavljeni sustav praćenja pokazatelja kvalitete opskrbe omogućuje:

- a) kvantificirano iskazivanje stanja kvalitete opskrbe – pouzdanosti opskrbe kroz određene pokazatelje,
- b) identifikaciju stanja i usmjeravanje aktivnosti za poboljšanje kvalitete opskrbe,
- c) usporedbu s distribucijama u Hrvatskoj, Europi i svijetu.

Unaprjeđenje sustava praćenja pokazatelja kvalitete opskrbe planiramo u smjeru dodatne podjele prekida kako po njihovom uzroku (“viša sila”, utjecaj 3-ćih lica, ostalo) tako i po područjima s različitim gustoćom kupaca (“gradsko”, “mješovito”, “seosko”).

## LITERATURA

- [1] IEEE P1366/D19: “Trial Use Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices”, New York, 1997.
- [2] CENELEC EN 50160: “Voltage characteristic of electricity supplied by public distribution systems”, Brussels, July 1994., second edition: November 1999.
- [3] BOKAL D., BERGANT P.: “Postavitev sistema za spremljanje kakovosti napajanja v DEES s posebnim ozirom na pomebnejše odjemalce”, EIMV Ljubljana, December 1999.
- [4] ŽUTOBRADIĆ S.: “Kvaliteta isporuke električne energije”, EIHP Zagreb, listopad 2000. g.
- [5] COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION: “Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC”, Brussels, 26 June 2003.
- [6] DP ELEKTROPRIMORJE RIJEKA: “Uputa za izdavanje mjesečnog pogonskog izvješća dispečerske službe”; Uputa broj 2.3-07, Rijeka, prosinac 2001. g.
- [7] DP ELEKTROPRIMORJE RIJEKA: “Analiza pokazatelja pouzdanosti opskrbe u periodu 2001 g. - 2003. g.”, Rijeka, veljača 2004. g.
- [8] CEER (WG on Quality of Electricity Supply): “QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY: Initial Benchmarking on Actual Levels, Standards and Regulatory Strategies”, April 2001.

- [9] CEER (WG on Quality of Electricity Supply): “Second Benchmarking Report on Quality of Electricity Supply“, September 2003.
- [10] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES: “First benchmarking report on the implementation of the internal electricity and gas market“, Brussels, December 2001.
- [11] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES: “Second benchmarking report on the implementation of the internal electricity and gas market“, Brussels, October 2002.
- [12] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES: “Third benchmarking report on the implementation of the internal electricity and gas market“, Brussels, March 2004.

#### **OBSERVATION OF ELECTRIC ENERGY QUALITY INDICATORS IN THE DISTRIBUTION DEPARTMENT OF ELEKTROPRIMORJE RIJEKA**

In the frame of overall preparation for electric energy open market operation and as there are no corresponding directives and rules in the European and domestic literature, in 2000 the distribution department of Elektroprimorje Rijeka worked out and applied a unique system of electric energy quality indicators supplied to customers.

In the first part of the paper the system structure, collecting methodology, data input, processing and evaluation results are given. In the second part the monitoring results of electric energy quality indicators supplied to customers are presented for DP Elektroprimorje Rijeka for the period from 2001 to 2003. The results enable the comparison with the European and world data and direct the activities for supply quality increase.

#### **DIE VERFOLGUNG VON ANGESAMMELTEN DATEN DER STROMVERSORGUNG IM BEREICH DES STROMVERSORGUNGSUNTERNEHMENS “ELEKTROPRIMORJE” IN RIJEKA**

Das Fehlen entsprechender Richtlinien und Regeln in der Literatur sowohl in Europa als auch hierzulande berücksichtigend, wurde im Jahre 2000 innerhalb des Rahmens allgemeiner Vorbereitungen für das Wirtschaften am offenen Markt, im Stromversorgungsunternehmen “Elektroprimorje” in Rijeka für den eigenen Bereich ein originelles Verfahren geschaffen und angewandt.

Im ersten Teil dieses Artikels ist die Zusammensetzung des Versorgungssystems, die Methodologie der Ansammlung, des Eintragens und des Verarbeitens von Daten, sowie der Präsentierung der Ergebnisse dargestellt worden. Im zweiten Teil wurden ausführlich die Ergebnisse der Untersuchung von Qualitätsdaten der Kundenstromversorgung im Bereich von “Elektroprimorje” in der Jahreszeitspanne 2001-2003 dargestellt. Die Ergebnisse machen einen Vergleich mit den Stromversorgungsunternehmen in Europa und in der Welt und ein Hinlenken der Tätigkeiten auf die Qualitätsbesserung der Stromversorgung möglich.

Naslovi pisaca:

**Mr. sc. Vitomir Komen, dipl. ing.**  
**Direktor Elektroprimorja Rijeka**  
**Boris Krstulja, dipl. ing.**  
**Rukovoditelj Odjela za upravljanje**  
**HEP – Distribucija d.o.o.**  
**DP Elektroprimorje Rijeka**  
**Viktora Cara Emina 2**  
**51000 Rijeka, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:  
 2004 – 05 – 06.