

ODREĐIVANJE PERSPEKTIVE PRIJELAZA SN MREŽE NA 20 KV NAPON

SADRŽAJ PREZENTACIJE

- 1) Zašto sa sustava distribucije 110-35-10 kV preći na sustav 110-20 kV ?
- 2) Kako izgleda proces prijelaza s 10 kV na 20 kV ?
- 3) Kako racionalno upravljati procesom prijelaza s 10 kV na 20 kV ?
 - a. AHP model
 - b. Primjer primjene modela na 24 odabrana područja

USPOREDBA SUSTAVA DISTRIBUCIJE 110-35-10 KV I 110-20 KV

□ Dva djelomično nezavisna procesa:

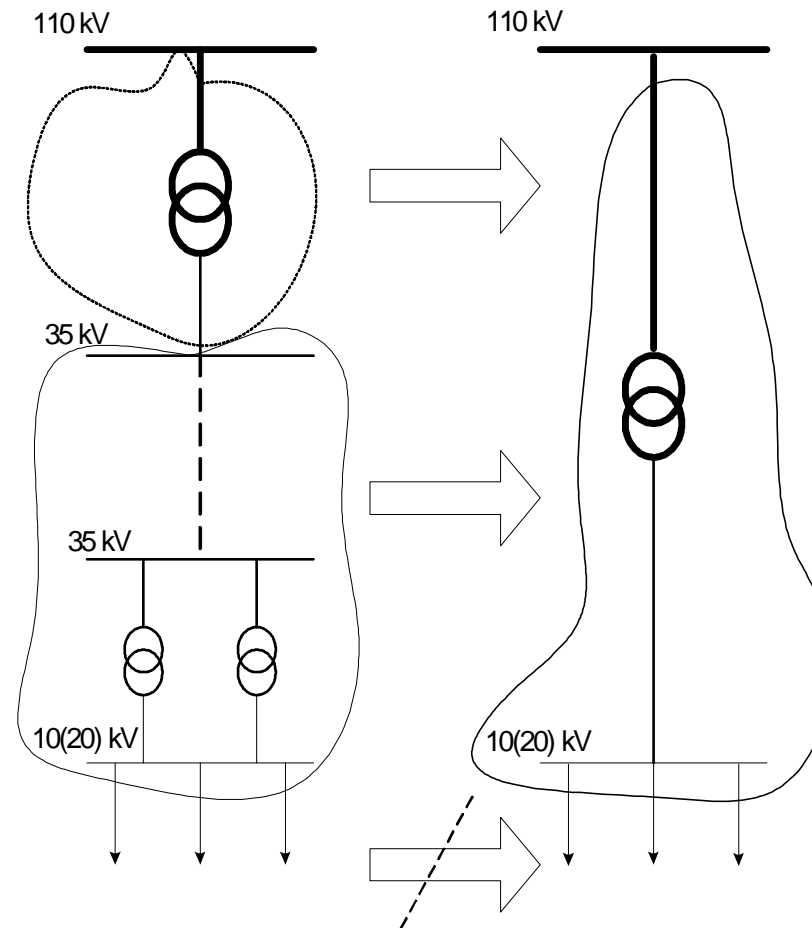
- prijelaz s 10 kV na 20 kV i
- napuštanje 35 kV i izravna transformacija 110/10(20) kV

□ TS 110/10(20) kV:

zamjenjuje TS 110/35 kV i/ili vodove 35 kV te TS 35/10(20) kV

□ Pitanje koncepcije mreže 10(20) kV:

- Izvodi 20 kV duži od izvoda 10 kV ili
- Zadržavanje bivših TS 35/10 kV kao rasklopišta 20 kV



USPOREDBA SUSTAVA DISTRIBUCIJE 110-35-10 KV I 110-20 KV

□ **Prednosti i mane** prijelaza s 10 kV na 20 kV

- manji pad napona
- manji gubici
- veća raspoloživost opskrbe
- veća fleksibilnost pogona
- zaštita: veći zahtjevi za uzemljenje, veće struje kratkog spoja

➔ DA, ČIM SU
ISPUNJENI
UVJETI

□ **Prednosti i mane** izravne transformacije

- rasterećenje TS 35/10(20) kV i vodova 35 kV
- smanjenje troškova održavanja
- moguće izbjegavanje rekonstrukcije dotrajalih objekata 35 kV i oslobađanje koridora za vodove više naponske razine
- mogući manji gubici
- veliki broj TS 110/10(20) kV ili duži SN izvodi s manjom raspoloživošću opskrbe

➔ DETALJNE
STUDIJE ZA
ODGOVOR
GDJE I KADA

KAKO IZGLEDA PROCES PRIJELAZA S 10 KV NA 20 KV

- ❑ ekonomski je optimalan kao dugoročni proces (nekoliko desetljeća)
- ❑ vremenska dinamika:
 - prva faza – nekoliko desetljeća: ugradnja komponenata naponske razine 20 kV kroz redovno održavanje mreže u pogonu na 10 kV
 - druga faza – nekoliko godina: ubrzana zamjena ostatka komponenata naponske razine 10 kV za prijelaz na 20 kV
 - treća faza – nekoliko dana: konačni prijelaz mreže na pogon na 20 kV
- ❑ prostorna dinamika:
 - prva faza: prijelaz s 10 kV na 20 kV u vangradskoj nadzemnoj mreži i prijelaz na izravnu transformaciju 110/10 kV u gradskoj kabelskoj mreži
 - druga faza: pitanje smisla obnove postojeće i moguće izgradnje nove mreže 35 kV i transformacije 35/10(20) kV u vangradskim područjima
 - treća faza: prijelaz na 20 kV u gradskim kabelskim mrežama

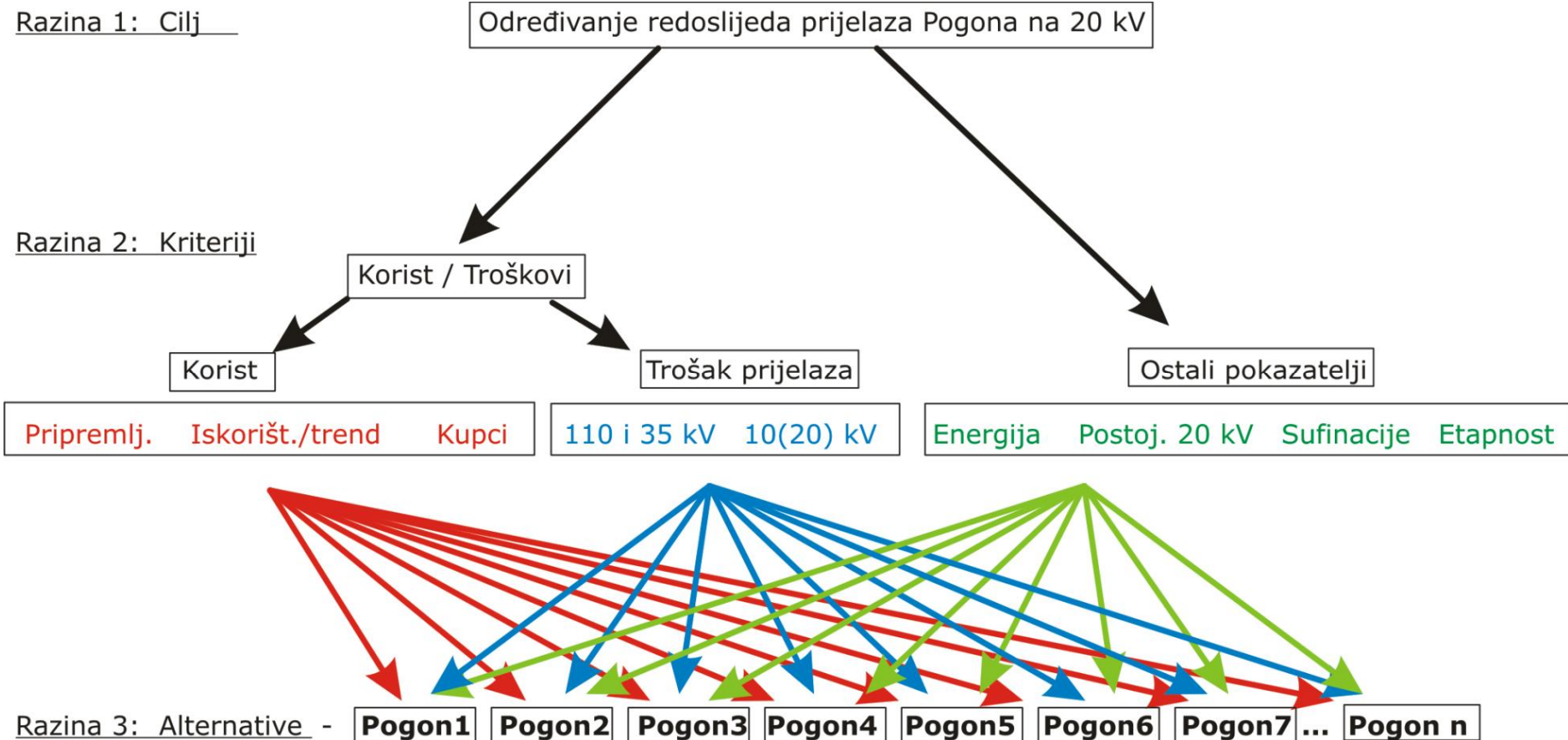
ZAŠTO AHP MODEL PRIORITETA PRIJELAZA S 10 KV NA 20 KV

- ❑ priroda procesa prijelaza s 10 kV na 20 kV sama po sebi pretpostavlja kontinuiranu realizaciju tijekom duljeg razdoblja
➡ potrebno je definirati prioritetna područja
- ❑ što sve treba uzeti u obzir prilikom vrednovanja pojedinog područja?
 - potrebu za pojačanjem postojeće mreže
 - mogućnost (provedivost) prijelaza na 20 kV u zadanom roku
 - korist od prijelaza na 20 kV
- ❑ veliki broj međusobno više ili manje različitih kriterija
➡ AHP (analitički hijerarhijski postupak) - matematička metoda za višekriterijsko odlučivanje


TIJEK PROJEKTA

- I. AHP metoda korisna za prikupljanje i kanaliziranje stručnog znanja i iskustava ➡ osnovana radna grupa stručnjaka HEP ODS-a i EIHP-a uključenih na različite načine u temu prijelaza na 20 kV
- II. Održana radionica za upoznavanje članova radne grupe s AHP metodom i početno modeliranje :
 - prijedlog glavnih kriterija za prijelaz na 20 kV
 - procjena važnosti pojedinih kriterija
 - anketa o dostupnosti ulaznih podataka za ocjenu kriterija
- III. Studija s primjenom na 24 područja:
 - prikupljanje ulaznih podataka za 24 odabrana reprezentativna područja
 - definiranje glavnih kriterija
 - definiranje važnosti pojedinih kriterija
 - metodologija primjene AHP metode na veliki broj područja

AHP MODEL ZA ODREĐIVANJE PRIORITETA PRIJELAZA NA 20 KV



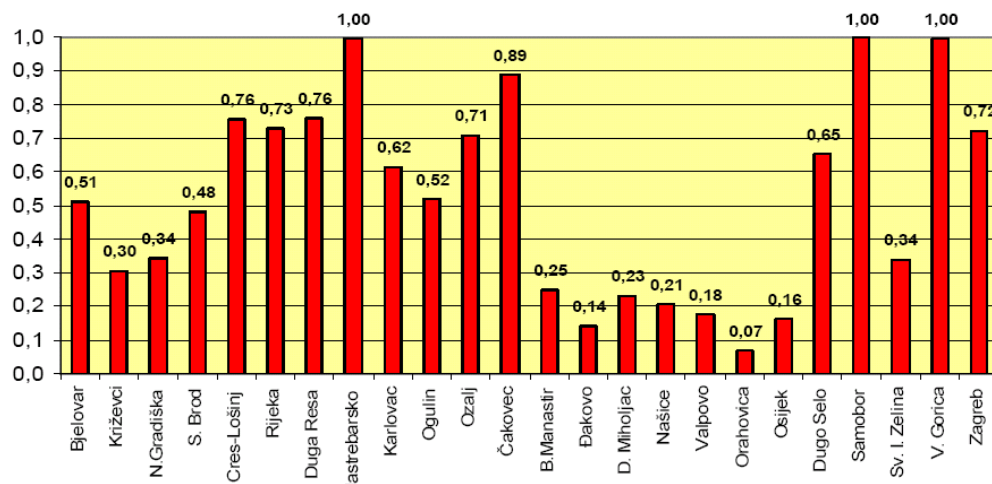
GLAVNI KRITERIJI ZA MODELIRANJE PRIJELAZA NA 20 KV

- I. **Pripremljenost** – izgrađenost mreže i postrojenja za 20 kV - mjera **mogućnosti** prijelaza na 20 kV u potrebnom roku i opisuje
- **dugotrajnost** kao najvažniju karakteristiku prijelaza na 20 kV
 - potrebna **ulaganja** za konačni prijelaz na 20 kV
- II. **Iskorištenost * Trend** je mjera **potrebe** pojačanja mreže: samo kombinacija visokih vrijednosti obje veličine znači izrazitu potrebu. opisuje
- 1) **Iskorištenost** – opterećenje vodova i transformatora - izravno predstavlja **gubitke** energije, a posredno i **kvalitetu napona** i **stalnost napajanja**.
 - 2) **Trend** porasta potrošnje energije značajan u kombinaciji s iskorištenošću
- III. **Kvaliteta napona**
- IV. **Stalnost napajanja**  manja težina radi nedostatka podataka
-
- V. **Troškovi prijelaza**
-

DETALJNA STRUKTURA AHP MODELA PRIJELAZA NA 20 KV

- I. Pripremljenost mreže:** pet podkriterija (TS SN/NN, nadzemni i kabelski vodovi 10(20) kV te TS 35/SN i TS 110/SN)
 - II. Iskorištenost * Trend:**
 - 1) Iskorištenost
 - a) Iskorištenost 110 kV i 35 kV: četiri podkriterija (TS 110/SN, TS 35/SN, nadzemni i kabelski vodovi 35 kV)
 - b) Iskorištenost 10(20) kV
 - 2) Trend porasta potrošnje električne energije
 - III. Kvaliteta napona**
 - IV. Stalnost napajanja:** dva podkriterija (SAIDI i SAIFI)
 - V. Sekundarni kriteriji:** tri podkriterija (1-Iskustvo s prijelazom na 20 kV, 2-Postojanje mreže 20 kV u okruženju, 3-Mogućnost sufinanciranja)
-
- VI. Troškovi prijelaza:** TS SN/NN, nadzemni i kabelski vodovi 10(20) kV te TS 35/SN i TS 110/SN
-

PRIPREMLJENOST



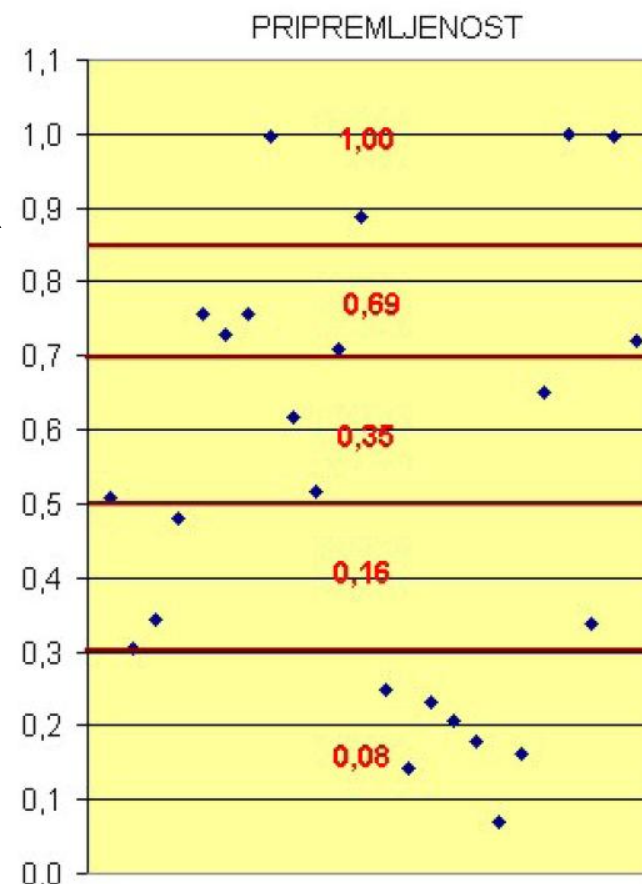
vrijednosti pokazatelja po područjima

razredi

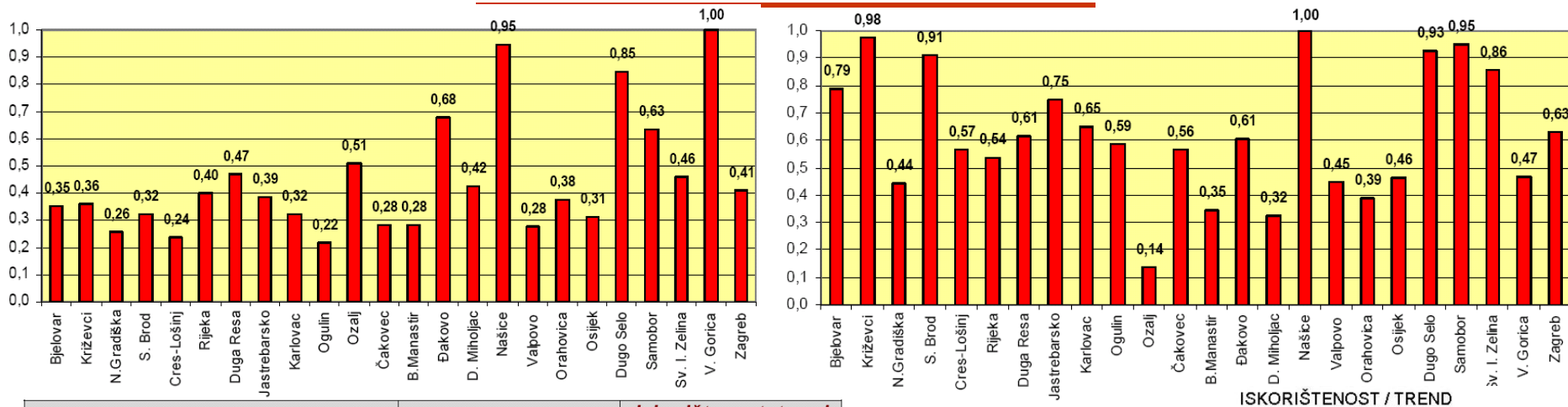
ocjenjivanje po Saatyju

ocjene

Razred	R5=(0,85 - 1]	R4=(0,7 - 0,85]	R3=(0,5 - 0,7]	R2=(0,3 - 0,5]	R1=[0 - 0,3]	Pripremljenost razreda (bodovi)
R5=(0,85 - 1]	1	2	3	6	9	1,00
R4=(0,7 - 0,85]	0,5	1	3	5	7	0,69
R3=(0,5 - 0,7]	0,33	0,33	1	3	5	0,35
R2=(0,3 - 0,5]	0,17	0,20	0,33	1	3	0,16
R1=[0 - 0,3]	0,11	0,14	0,20	0,33	1	0,08

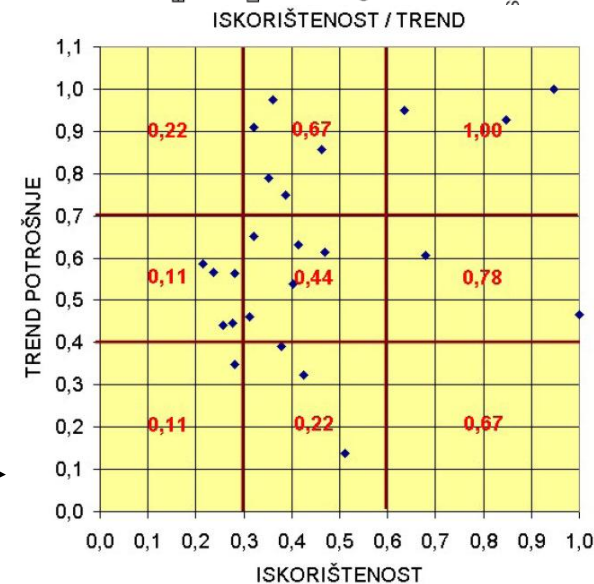


ISKORIŠTENOST * TREND

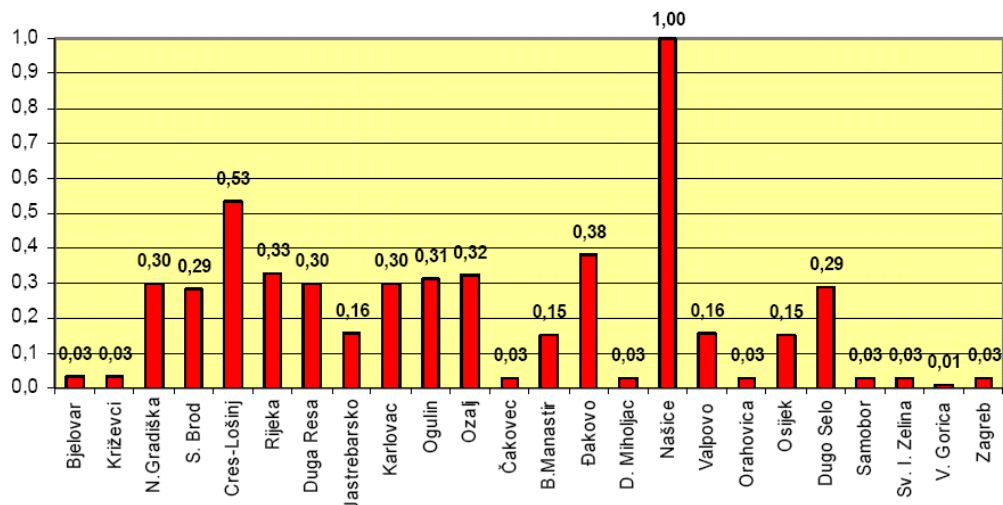


Razred	Ocjena važnosti	Iskorištenost+trend razreda (bodovi)
R9=ISK (0,6 - 1] + TRE (0,7 - 1]	9	1,00
R8=ISK (0,6 - 1] + TRE (0,4 - 0,7]	7	0,78
R7=ISK (0,3 - 0,6] + TRE (0,7 - 1]	6	0,67
R6=ISK (0,6 - 1] + TRE [0 - 0,4]	6	0,67
R5=ISK (0,3 - 0,6] + TRE (0,4 - 0,7]	4	0,44
R4=ISK [0 - 0,3] + TRE (0,7 - 1]	2	0,22
R3=ISK (0,3 - 0,6] + TRE [0 - 0,4]	2	0,22
R2=ISK [0 - 0,3] + TRE (0,4 - 0,7]	1	0,11
R1=ISK [0 - 0,3] + TRE [0 - 0,4]	1	0,11

razredi
→
ocjenjivanje po Saatyju
←
ocjene
→



KVALITETA NAPONA

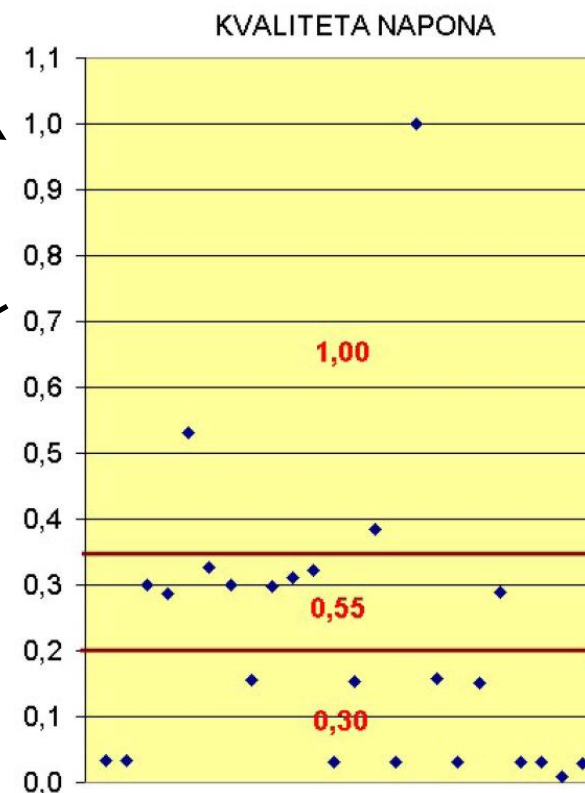


← vrijednosti pokazatelja po područjima

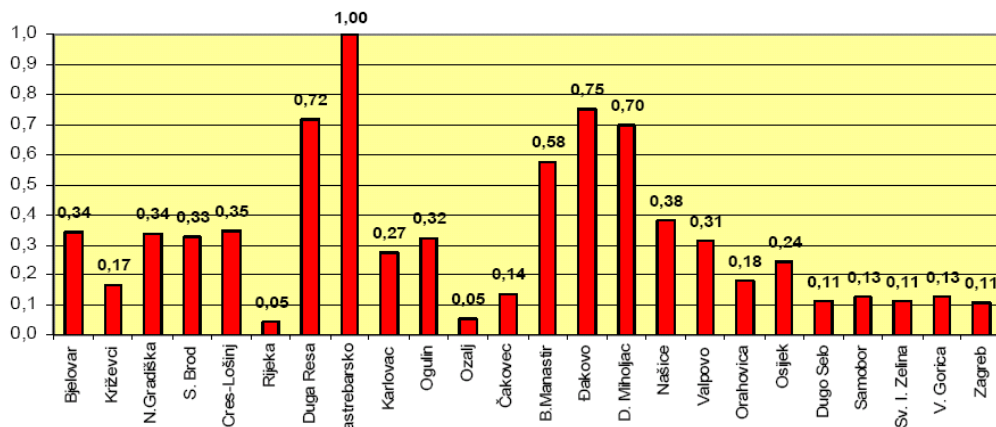
Razred	$R3=(0,35 - 1]$	$R2=(0,2 - 0,35]$	$R1=[0 - 0,2]$	Kvaliteta napona razreda (bodovi)
$R3=(0,35 - 1]$	1	2	3	1,00
$R2=(0,2 - 0,35]$	0,50	1	2	0,55
$R1=[0 - 0,2]$	0,33	0,5	1	0,30

razredi
ocjenjivanje po Saatyju

ocjene



STALNOST NAPAJANJA



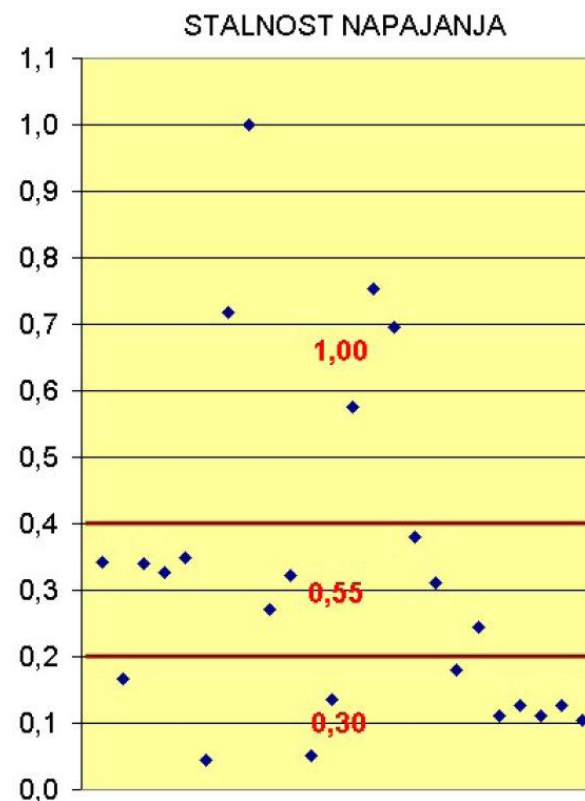
← vrijednosti pokazatelja po područjima

Razred	R3=(0,4 - 1]	R2=(0,2 - 0,4]	R1=[0 - 0,2]	Stalnost napajanja razreda (bodovi)
R3=(0,4 - 1]	1	2	3	1,00
R2=(0,2 - 0,4]	0,50	1	2	0,55
R1=[0 - 0,2]	0,33	0,5	1	0,30

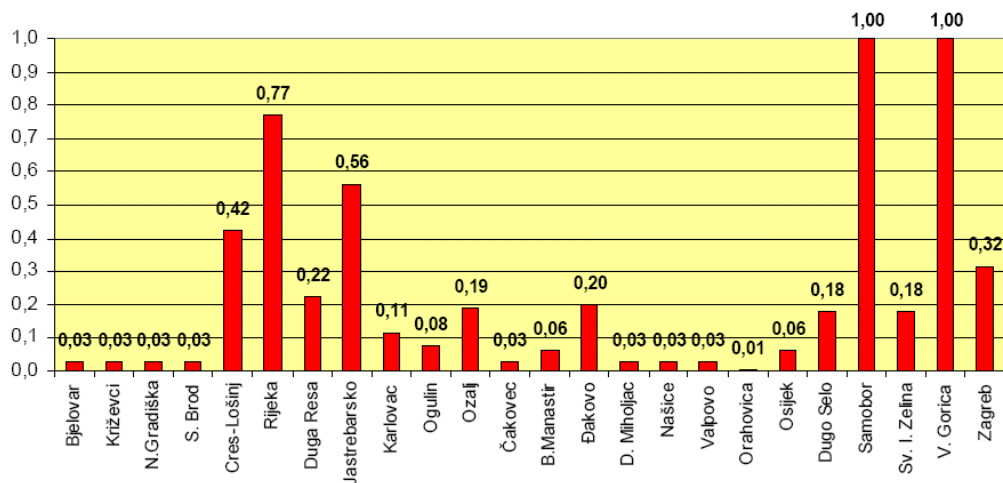
razredi

ocjenjivanje po Saatyju

ocjene



SEKUNDARNI KRITERIJI



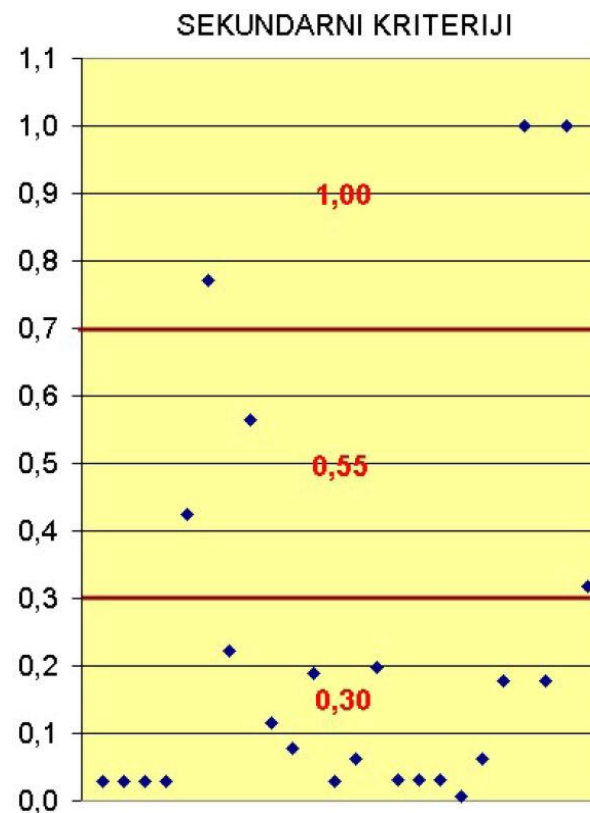
← vrijednosti pokazatelja po područjima

Razred	R3=(0,7 - 1]	R2=(0,3 - 0,7]	R1=[0 - 0,3]	Sekundarni kriterij razreda (bodovi)
R3=(0,7 - 1]	1	2	3	1,00
R2=(0,3 - 0,7]	0,50	1	2	0,55
R1=[0 - 0,3]	0,33	0,5	1	0,30

razredi

ocjenjivanje po Saatyju

ocjene



CILJ I METODA PRIMJENE AHP MODELA

- **Globalna klasifikacija** distribucijske mreže u pogledu **mogućnosti i potrebe** prijelaza s 10 kV na 20 kV kao **funkcije cilja** prema analogiji sa semaforom:
 - **ZELENI** – kandidati za započinjanje konačne faze prijelaza na 20 kV
 - **ŽUTI** – kandidati za prijelaz na 20 kV u srednjoročnom razdoblju
 - **CRVENI** – priprema za prijelaz na 20 kV tek u začetku i/ili potreba za višom naponskom razinom slabo izražena

- **Provedene analize:**
 - određivanje **vrijednosti funkcije cilja**, grupiranje i rangiranje područja
 - **analiza koristi i troškova**, grupiranje i rangiranje područja
 - **upravljanje portfeljem** – određivanje grupe područja čiji prijelaz na 20 kV daje najveću ukupnu korist uz ograničena sredstva
 - gruba simulacija **prijelaza dijelova područja** na 20 kV

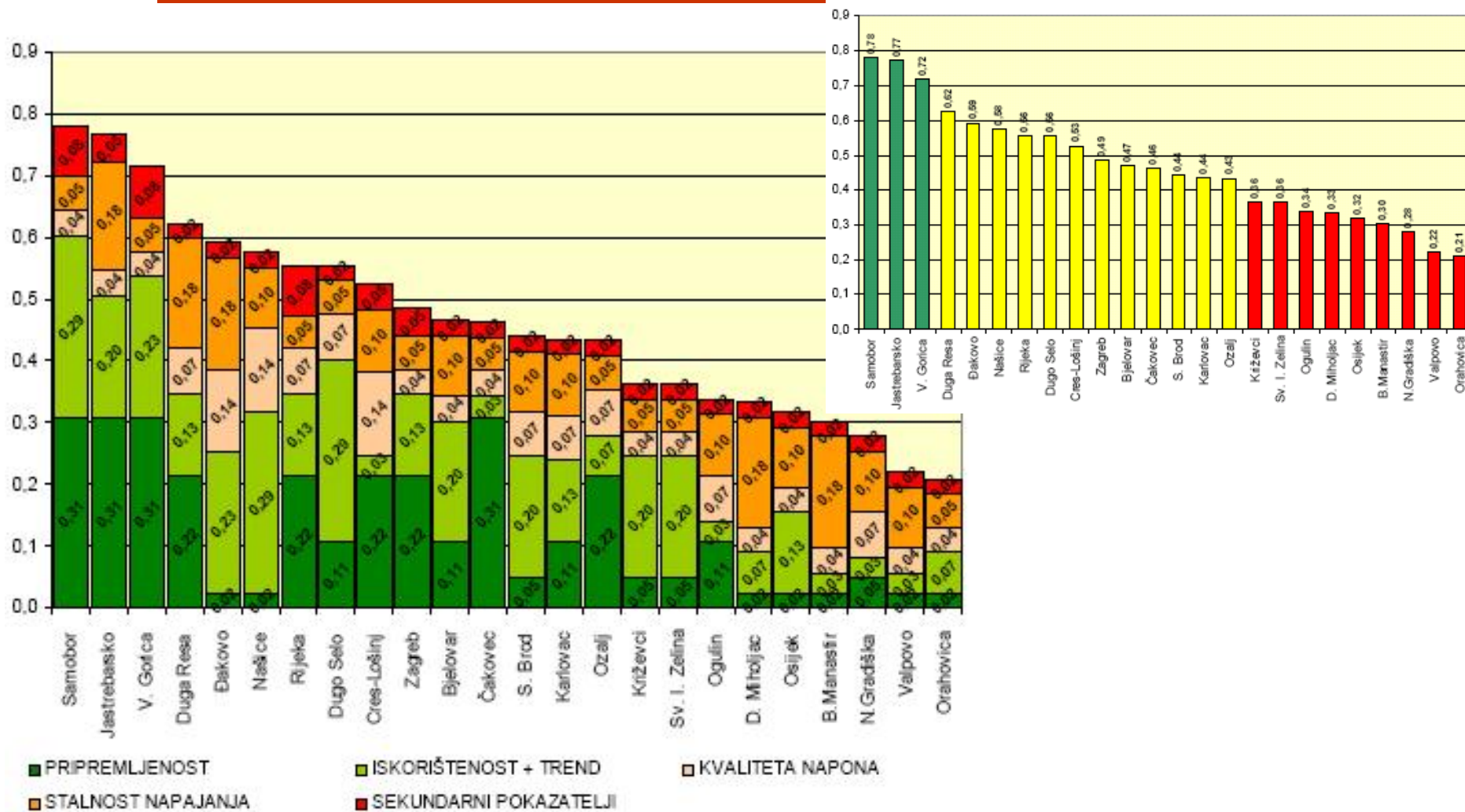
DEFINIRANJE AHP MODELA I VRIJEDNOSTI FUNKCIJE CILJA

- **pripremljenost** najvažnija jer opisuje dugotrajnost
- **iskorištenost * trend** približno jednako važna
- **kvaliteta napona** i **stalnost napajanja** manje važni; problem kvalitete podataka
- **sekundarni kriteriji** u skladu s nazivom najmanje važni

	PRIPREMLJENOST	ISKORIŠTENOST + TREND	KVALITETA NAPONA	STALNOST NAPAJANJA	SEKUNDARNI POKAZATELJI	VEKTOR PRIORITETA
PRIPREMLJENOST	1	1	2	2	4	0,311
ISKORIŠTENOST + TREND	1	1	2	2	3	0,293
KVALITETA NAPONA	0,5	0,5	1	0,5	2	0,135
STALNOST NAPAJANJA	0,5	0,5	2	1	2	0,178
SEKUNDARNI POKAZATELJI	0,25	0,33	0,5	0,5	1	0,082

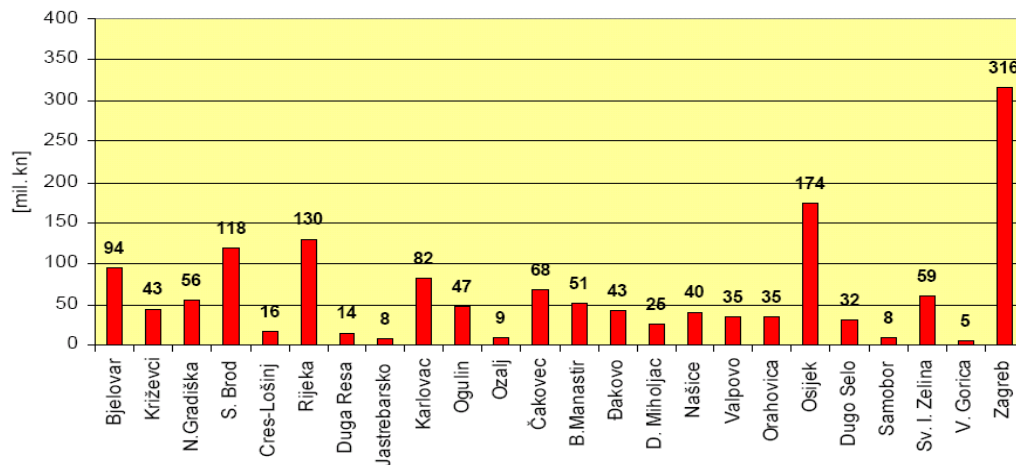
POGON	PRIPREMLJENOST	ISKORIŠTENOST + TREND	KVALITETA NAPONA	STALNOST NAPAJANJA	SEKUNDARNI POKAZATELJI	UKUPNO
Samobor	0,311	0,293	0,041	0,054	0,082	0,781
Jastrebarsko	0,311	0,196	0,041	0,178	0,045	0,771
V. Gorica	0,311	0,228	0,041	0,054	0,082	0,716
Duga Resa	0,216	0,130	0,074	0,178	0,025	0,624
Đakovo	0,025	0,228	0,135	0,178	0,025	0,592
Našice	0,025	0,293	0,135	0,098	0,025	0,577
Rijeka	0,216	0,130	0,074	0,054	0,082	0,557
Dugo Selo	0,108	0,293	0,074	0,054	0,025	0,555
Cres-Lošinj	0,216	0,033	0,135	0,098	0,045	0,527
Zagreb	0,216	0,130	0,041	0,054	0,045	0,487
Bjelovar	0,108	0,196	0,041	0,098	0,025	0,468
Čakovec	0,311	0,033	0,041	0,054	0,025	0,463
S. Brod	0,050	0,196	0,074	0,098	0,025	0,443
Karlovac	0,108	0,130	0,074	0,098	0,025	0,436
Ozalj	0,216	0,065	0,074	0,054	0,025	0,434
Križevci	0,050	0,196	0,041	0,054	0,025	0,365
Sv. I. Zelina	0,050	0,196	0,041	0,054	0,025	0,365
Ogulin	0,108	0,033	0,074	0,098	0,025	0,338
D. Miholjac	0,025	0,065	0,041	0,178	0,025	0,334
Osijek	0,025	0,130	0,041	0,098	0,025	0,319
B.Manastir	0,025	0,033	0,041	0,178	0,025	0,302
N.Gradiška	0,050	0,033	0,074	0,098	0,025	0,280
Valpovo	0,025	0,033	0,041	0,098	0,025	0,222
Orahovica	0,025	0,065	0,041	0,054	0,025	0,210

GRAFIČKI PREGLED VRIJEDNOSTI FUNKCIJE CILJA



ANALIZA KORISTI I TROŠKOVA I UPRAVLJANJE PORTFELJEM

- **korist prijelaza** = vrijednost funkcije cilja
- **trošak prijelaza** = trošak pripreme preostalog dijela mreže za 20 kV (graf dolje) – vrlo nejednolika varijabla
- značajne promjene redoslijeda: velika područja pomaknuta prema crvenom, a mala prema zelenom
- plavom bojom označen dio vezan uz **upravljanje portfeljem**: projekti se realiziraju gotovo u pravilu prema veličini omjera korist/trošak



POGON	KORIST	TROŠKOVI [1.000.000 kn]	OMJER KORISTI I TROŠKOVA	PORTFELJ
V. Gorica	716	5	151	1
Samobor	781	8	94	1
Jastrebarsko	771	8	94	1
Ozalj	434	9	49	1
Duga Resa	624	14	45	1
Cres-Lošinj	527	16	33	1
Dugo Selo	555	32	18	0
Našice	577	40	14	1
Đakovo	592	43	14	1
D. Miholjac	334	25	13	0
Križevci	365	43	9	0
Ogulin	338	47	7	0
Čakovec	463	68	7	0
Valpovo	222	35	6	0
Sv. I. Zelina	365	59	6	0
Orahovica	210	35	6	0
B.Manastir	302	51	6	0
Karlovac	436	82	5	0
N.Gradiška	280	56	5	0
Bjelovar	468	94	5	0
Rijeka	557	130	4	0
S. Brod	443	118	4	0
Osijek	319	174	2	0
Zagreb	487	316	2	0
RASPOLOŽIVA SREDSTVA [1.000.000 kn]				150
TROŠAK PORTFELJA [1.000.000 kn]				142
KORIST PORTFELJA				5.022

SIMULACIJA PRIJELAZA NA 20 KV PO DIJELOVIMA PODRUČJA

- ❑ **Cilj:** neutralizacija utjecaja veličine područja
- ❑ **Pretpostavke:**
 - **nehomogenost funkcije cilja:** dio područja s najvećom vrijednošću funkcije cilja ima 25% veću vrijednost od prosjeka područja
 - **homogenost troškova:** trošak dijela pogona proporcionalan trošku cijelog pogona
- ❑ **Rezultat:**
 - gruba procjena veličine dijela područja s omjerom korist/trošak većim od definiranog minimuma – granice “zelenih”
 - izražen u postocima područja i broju TS 110/20 kV odnosno TS 35/20 kV čije mreže prelaze na 20 kV
 - **ZELENO:** realno je očekivati prijelaz na 20 kV cijele mreže jedne TS 110/20 kV ili 35/20 kV
 - **ŽUTO:** uvjetno je moguć prijelaz pola mreže (jedan transformator)

POGON ILI DIO POGONA KOJI BI UŠAO U ZELENU GRUPU	KORIST	TROŠKOVI [1.000.000 kn]	SIMULACIJA VELIČINE DIJELA POGONA [%]	SIMULACIJA BROJA TS 110/20 KV ILI 35/20 KV
Samobor	781	8	99	3,0
Cres-Lošinj	659	7	43	2,2
Jastrebarsko	771	8	99	2,0
Duga Resa	780	8	59	1,2
Čakovec	579	6	9	1,1
V. Gorica	716	5	100	1,0
Rijeka	696	7	6	0,7
Križevci	456	5	11	0,7
Bjelovar	585	6	7	0,7
Ozalj	543	6	65	0,7
S. Brod	553	6	5	0,6
Karlovac	545	6	7	0,6
Našice	721	8	19	0,6
Zagreb	608	6	2	0,5
Ogulin	423	4	9	0,5
Dugo Selo	694	7	23	0,5
N.Gradiška	350	4	7	0,4
B.Manastir	377	4	8	0,4
Osijek	399	4	2	0,4
Đakovo	739	8	18	0,4
D. Miholjac	418	4	17	0,3
Sv. I. Zelina	456	5	8	0,3
Valpovo	277	3	8	0,3
Orahovica	262	3	8	0,2

INTERPRETACIJA REZULRATA PRIMJENE AHP MODELA

- ❑ Područja **Samobora, Velike Gorice i Jastrebarskog** su prema sve tri analize kandidati za skori prijelaz na 20 kV.
 - Izrazito dobra pripremljenost mreže za pogon na 20 kV, kao najvažniji uvjet za prijelaz.
 - Analiza koristi i troškova također izdvaja ova tri pogona kao najperspektivnija, iako nisu među najmanjim promatranim pogonima. Razlog je posredno dobra pripremljenost mreže za prijelaz na 20 kV, radi čega, unatoč relativnoj veličini pogona, troškovi pripreme za 20 kV nisu veliki. Rezultat je visoka vrijednost omjera korist / trošak.
 - Treća analiza također izdvaja ova tri pogona kao jedine koji cijeli (100%) prelaze na 20 kV, što je i očekivano, s obzirom na jednaki rezultat analize koristi i troškova.
- ❑ Područja **Cres-Lošinj i Duga Resa** su prema simulaciji prijelaza na 20 kV po dijelovima pogona kandidati za prijelaz na približno polovici mreže.
- ❑ Za područja **Čakovca i Ozlja** postoje naznake koje upućuju da bi mogli biti kandidati za prijelaz na 20 kV, prvi samo u manjem dijelu, a drugi radi male mreže, odnosno troškova njene pripreme za 20 kV.