

Metodologija prelaska s 10 kV na 20 kV naponsku razinu

Doc. dr.sc. Drago Bago, Doc. dr.sc. Ivan Ramljak, Marin Bakula
JP Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne d.d. Mostar / OJ Razvoj
marin.bakula@ephzhh.ba

1. Uvod

Prijelaz s 10 kV na 20 kV naponsku razinu:

- jedan od strateških ciljeva razvoja suvremenih distribucijskih mreža
- istaknut kao jedna od strateških smjernica u sklopu Okvirne energetske strategije Bosne i Hercegovine do 2035

Dugoročni ciljevi:

- smanjiti gubitke električne energije i snage
- smanjiti zauzetost prostora mnogim lokacijama i trasama dalekovoda i kabela
- olakšati održavanje postrojenja i vodova

Kratkoročno, prijelaz distribucijske mreže na 20 kV dovodi do sanacije naponskih prilika u SN mreži, čime se bez veće izgradnje dvostruko povećavaju prijenosni kapaciteti i višestruko smanjuju gubici snage

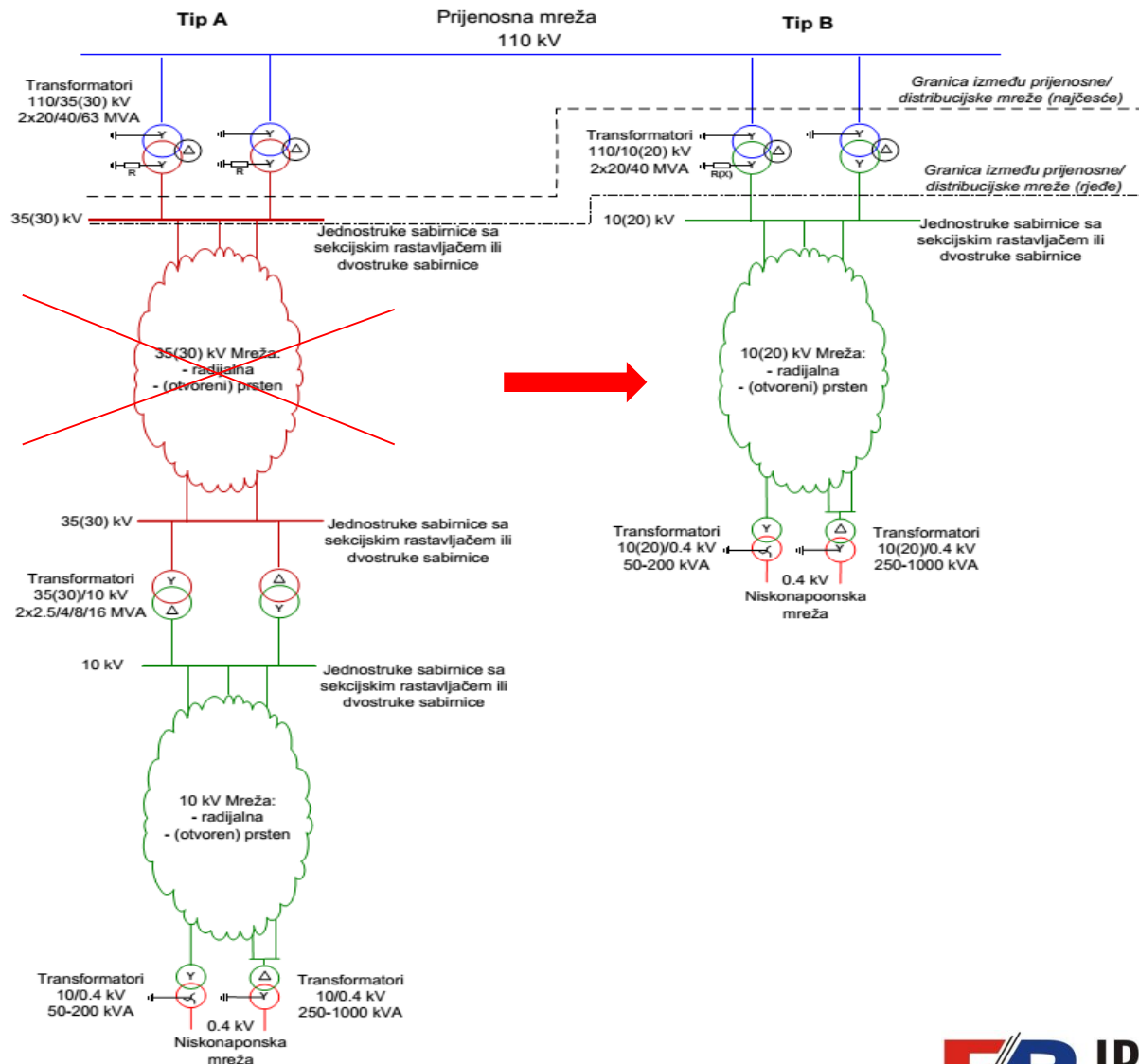
Temeljeni kriterij prijelaza na naponsku razinu 20 kV:

- **nedostatak prijenosnog kapaciteta postojeće mreže 10 kV:**
 - A. Nadzemne mreže: kriterij dopuštenog odstupanja napona
 - B. Kabelske SN mreže: strujno opterećenje vodiča

Većina distribucijskih mreža na razini SN:

- dva stupnja transformacije (110/35(30) kV i 35(30)/10 kV)
- dvije mreže srednjeg napona (35(30) kV i 10 kV)

BOSANSKOHERCEGOVAČKI KOMITET/OGRAK



Osnovni cilj:
transformacija u sustav s jednom razinom srednjeg napona (20 kV) i jednom izravnom transformacijom (110/20 kV).

Slika 1: Struktura distribucijskih mreža

Dva djelomično nezavisna procesa:

- postupna zamjena naponske razine 10 kV s 20 kV
- postupno uvođenje izravne transformacije 110/10(20) kV te ukidanje mreže 35(30) kV

Dugogodišnji procesi

Proces prijelaza na 20 kV počinje sa periferije distribucijske mreže 10 kV (zračna mreža) i završava prijelazom gradskih kablskih dionica na 20 kV naponsku razinu

Vremenska dinamika prijelaza s 10 kV na 20 kV:

- **prva faza:** ugradnja opreme naponske razine 20 kV kroz redovito održavanje mreže u pogonu na 10 kV (može trajati desetljećima)
- **druga faza:** zamjena ostatka komponenata naponske razine 10 kV za prijelaz na 20 kV (nekoliko godina)
- **treća faza:** konačni prijelaz mreže na pogon na 20 kV (nekoliko dana)

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

- manji pad napona
- manji gubici
- *veća raspoloživost opskrbe (veće mogućnosti rezervnog napajanja)
- * veća fleksibilnost pogona
- **zaštita: veći zahtjevi za uzemljenje, veće snage kratkog spoja**
(*uz uvjet prstenaste ili povezane strukture mreže)

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**

Naponska razina 20 kV u Hrvatskoj

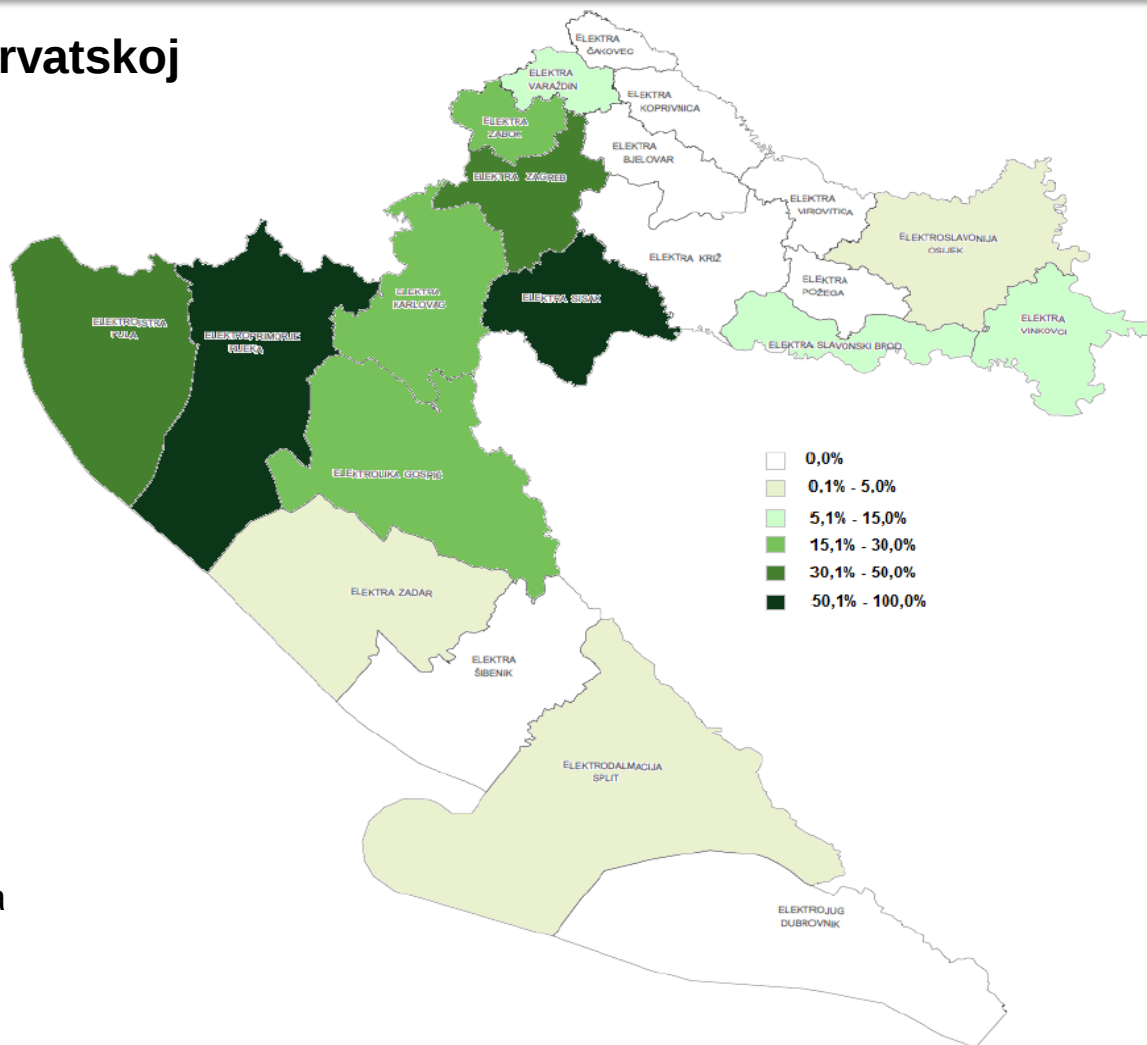
HEP sredinom 1980-ih donosi stratešku odluku o ugradnji SN postrojenja nazivnog napona 20 kV i izgradnji vodova (nadzemnih i kabela) za napon 20 kV

Stanje pogona SN mreže na 20 kV po DP-ima raznoliko (slika 2).

DP-i s velikim udjelima mreže u pogonu na 20 kV:

- Elektra Zagreb,
- Elektroistra Pula,
- Elektroprimorje Rijeka,
- Elektra Sisak.

U ostalim distribucijskim područjima mreža je u različitom stupnju uvođenja u pogon napona 20 kV.



Slika 2: Pregled udjela TS SN/NN u pogonu na 20 kV po DP u Republici Hrvatskoj

Stanje u elektroprivrednim poduzećima u BiH

Stanje i perspektiva uvođenja naponske razine 20 kV u Bosni i Hercegovini:
„Studija energetskeg sektora u BiH, Modul 5 – Distribucija električne energije”, 2008. god.

Značajniji udio SN mreža u pogonu na 20 kV, za vrijeme izrade studije (2008.god.):

- Elektrokrajina u Elektroprivredi RS (60% sekundarne mreže u pogonu na 20 kV)
- Elektrodistribucija Bihać i Elektrodistribucija Zenica u Elektroprivredi BiH
- JP EP HZ HB – sekundarna mreža u pogonu na 10 kV

Studija pokazuje da u svim distribucijskim mrežama u BiH postoji manji ili veći udio komponenti nazivnog napona izolacije 24 kV (manji ili veći stupanj pripremljenosti za prijelaz na 20 kV naponsku razinu):

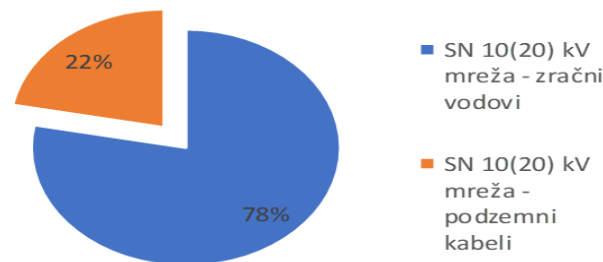
•Strateško opredjeljenje elektroprivrednih kompanija - prijelaz na 20 kV naponsku razinu

2. Metodologija prijelaza s 10 kV na 20 kV naponsku razinu – JP EP HZ HB

Elektroenergetski objekti	j.mj.	JP „Elektroprivreda HZ HB“ d.d. - Mostar
Ukupan broj TS 35/10(20) kV	kom	18
Ukupan broj TS 10(20)/0,4 kV	kom	3.642
Srednjenaponska 35kVmreža - zračni vodovi	km	291
Srednjenaponska 35kVmreža - podzemni vodovi	km	5
SN 35 UKUPNO	km	296
Srednjenaponska 10(20)kV mreža - zračni vodovi	km	<u>3.207</u>
Srednjenaponska 10(20)kV mreža - podzemni vodovi	km	<u>901</u>
SN 10(20) UKUPNO	km	4.108
Niskonaponska 0,4 kV mreža - zračni vodovi	km	7.247
Niskonaponska 0,4 kV mreža - podzemni vodovi	km	773
NN 0,4 kV UKUPNO	km	8.020

Tablica 1: Podaci o SN postrojenjima i mreži JP EP HZ HB, IZVJEŠTAJ O RADU FERK-a ZA 2016. GODINU

Struktura 10 (20) kV mreže JP EP HZ HB d.d. Mostar



Pogonski napon SN mrežama JP EP HZ HB : 10 kV

Pogonski napon 20 kV djelomično prisutan u SN mrežama Viteza i Uskoplja

Karakteristike SN mreža JP EP HZ HB: radijalne nadzemne mreže (78%) sa manjim udjelima kableske mreže (22 %) uz izuzetak grada Mostara

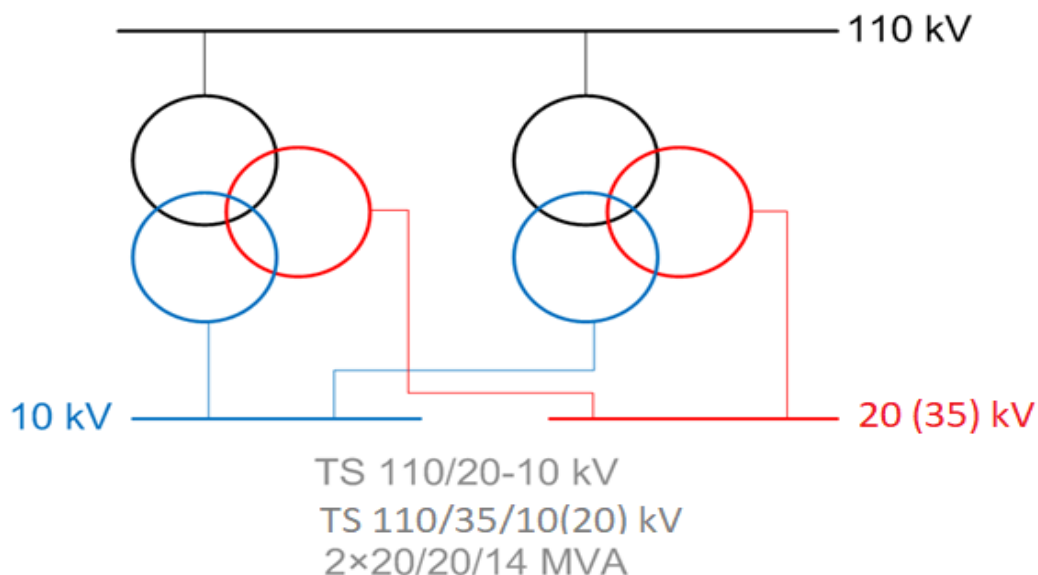
35 kV naponska razina prisutna zbog zemljopisnih specifičnosti mreže, udaljenog konzuma i distribuirane proizvodnje

Razvoj distribucijskih mreža u JP EP HZ HB zadnjih desetljeća slijedi(o) pozitivne smjernice prijelaza na 20 kV naponsku razinu:

- novi distribucijski transformatori preklopivi 10(20)/0,4 kV
- nazivni stupanj izolacije 24 kV za sve nove elemente distribucijskih mreža:
 - nove nadzemne mreže 10(20) kV,
 - novi SN kabeli 10(20) kV i spojna oprema,
 - SN oprema u TS 10(20)/0,4 kV i rasklopticama 10(20) kV,
 - nove i rekonstruirane TS 35/x kV (Si 24 kV na sekundarnoj strani transformacije).
- novi nadzemni magistralni vodovi 10(20) kV presjeka vodiča minimalno Al/Če 3×50 mm²
- nove TS 35/x kV prostorno planirani i projektirani za TS 110/10(20) kV (primjer TS 35/10(20) kV Stolac 2)

Povoljne okolnosti:

1. Transformacija u TS 110/x kV



- Uobičajena transformacija u postrojenjima TS110/x kV vrlo korisna za prijelazno stanje istodobnog korištenja pogonskih napona 10 kV i 20 kV

2. Pripremljenost mreže: relativno visok stupanj pripremljenosti za pogonski napon 20 kV na pojedinim distribucijskim područjima EP HZ HB

3. Perspektiva prijelaza na pogonski napon 20 kV u JP EP HZ HB

Kakva je perspektiva prijelaza 10 kV distribucijskih mreža u JP EP HZ na naponsku razinu 20 kV?

Studija Energetski institut Hrvoje Požar Zagreb, 2014.god.:

„Perspektiva i tehno-ekonomski uvjeti prelaska distribucijske mreže na 20 kV pogonski napon”

- Zadak studije: analiza postojećeg stanja i rangiranje 34 distribucijska područja (poslovnice i radne jedinice) za prijelaz na 20 kV naponsku razinu
- Višekriterijski modeli odlučivanja
- **AHP metoda (analitički hijerarhijski postupak) u kombinaciji sa metodom upravljanja portfeljem (lisnicom)**

AHP metoda (eng. Analytic Hierarchy Process):

- višekriterijska metoda odlučivanja
- služi za analizu kompleksnih odluka na temelju kombinacije ocjena koristi, troškova i rizika

Uobičajena metoda višekriterijskog odlučivanja prilikom ocjene prioriteta ulaganja

AHP metoda se standardno koristi u HEP ODS kao temelj za obradu perspektive ulaganja u prijelaz SN mreže na 20 kV

Kriteriji na temelju kojih se kategorizira prioritet ulaganja u prijelaz na 20 kV

I.pokazatelji stanja mreže i postrojenja:

1. pripremljenost (izgrađenost mreže i postrojenja za pogonski napon 20 kV)
2. iskorištenost (opterećenost elemenata mreže u odnosu na maksimalni kapacitet)
3. trend porasta opterećenja i potrošnje električne energije
4. kvaliteta isporuke električne energije (pokazatelji stalnosti isporuke, iznos i kvaliteta napona, zadovoljstvo potrošača i sl.)

II.troškovi prijelaza:

5. troškovi izgradnje ili rekonstrukcije transformatorskih stanica 110/SN i 35/SN
6. troškovi izgradnje ili rekonstrukcije srednjenaponske mreže 10 kV
7. troškovi rekonstrukcije transformatorskih stanica i zamjene transformatora 10/0,4 kV

III. Ostali (sekundarni) pokazatelji:

8. iskustvo s prijelazom u smislu ocjene spremnosti osoblja da obave taj prijelaz,
9. veličina područja odnosno količina električne energije koju njegovi kupci preuzimaju
10. mogućnost prijelaza na 20 kV u dvije ili više etapa
11. mogućnost sufinanciranja u smislu da se sagledaju mogućnosti kupaca da sami sufinanciraju dio ulaganja za potrebe prijelaza,
12. udio TS 10/0,4 kV u vlasništvu korisnika mreže ili broj izvoda 10 kV koji su zajednički s drugim operatorima distribucijske mreže,
13. postojanje mreže 20 kV u okruženju koja u nekim slučajevima može pružiti pričuvno napajanje dijela konzuma.

Glavni kriteriji AHP modela:

- **potreba + trend** – najvažniji kombinirani kriterij
- **pripremljenost** - vrlo važna jer opisuje dugotrajnost postupnost procesa prijelaza na 20 kV
- **isplativost** – važna
- **vanjski i sekundarni kriteriji** - sukladno nazivu najmanje važni

Tablica 1: Vrednovanje međusobne važnosti kriterija i konačni vektor prioriteta

	PRIPREMLJENOST	POTREBA + TREND	ISPLATIVOST	VANJSKI UTJECAJ	SEKUNDARNI POKAZATELJI	VEKTOR PRIORITETA
PRIPREMLJENOST	1	0,5	2	3	5	0,269
POTREBA + TREND	2	1	3	4	6	0,422
ISPLATIVOST	0,5	0,33333	1	3	3	0,169
VANJSKI UTJECAJ	0,33333	0,25	0,33333	1	1	0,076
SEKUNDARNI POKAZATELJI	0,20	0,17	0,33333	1	1	0,064

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:

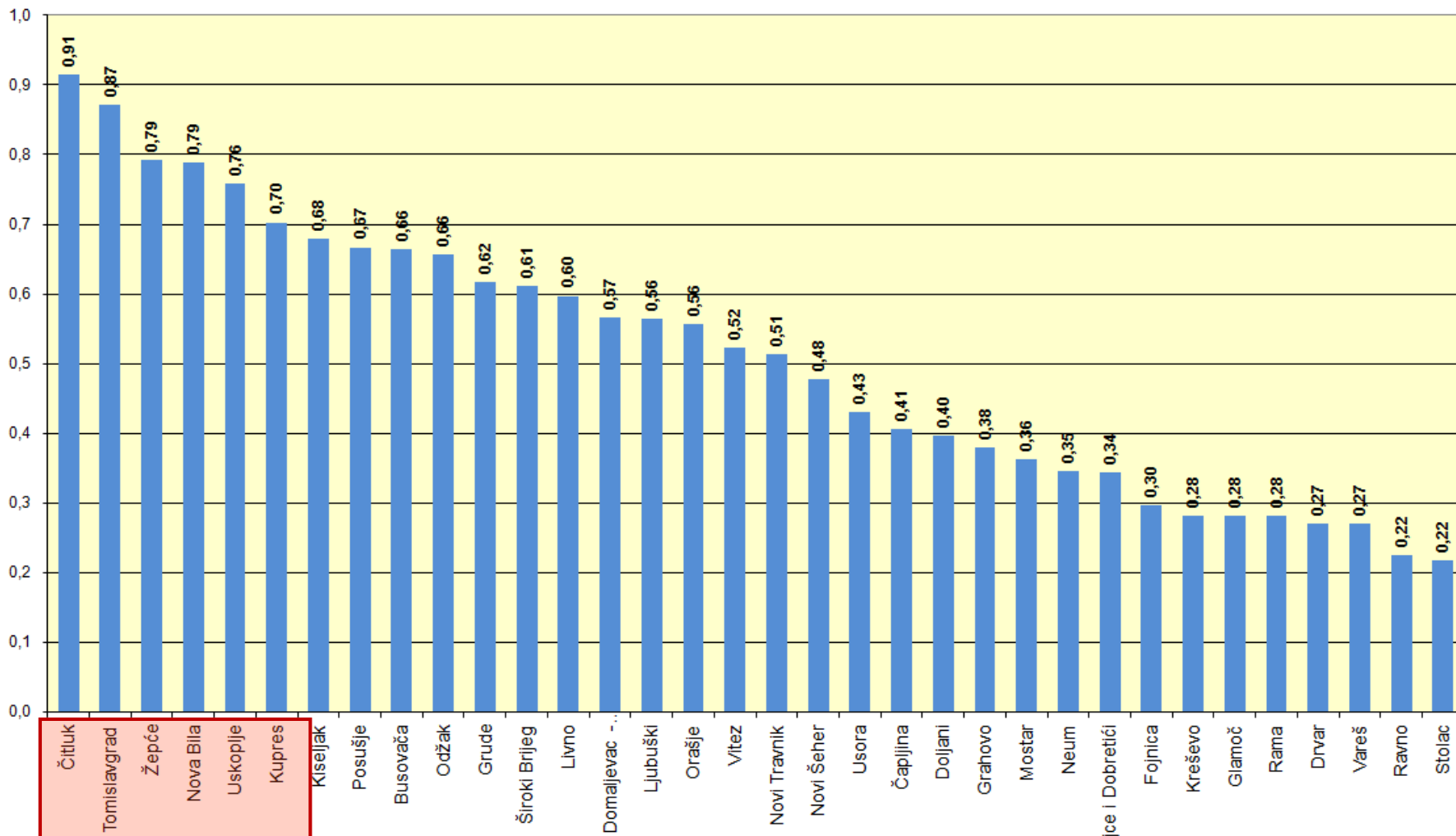
- određivanje **vrijednosti funkcije cilja**, grupiranje i rangiranje područja
- **analiza koristi i troškova**, grupiranje i rangiranje područja
- **upravljanje portfeljem** – određivanje grupe područja čiji prijelaz na 20 kV daje najveću ukupnu korist uz zadana sredstva

BOSANSKOHERCEGOVAČKI KOMITET/OGRAK

Tablica 2 – Rangiranje područja po pojedinim kriterijima i ukupno

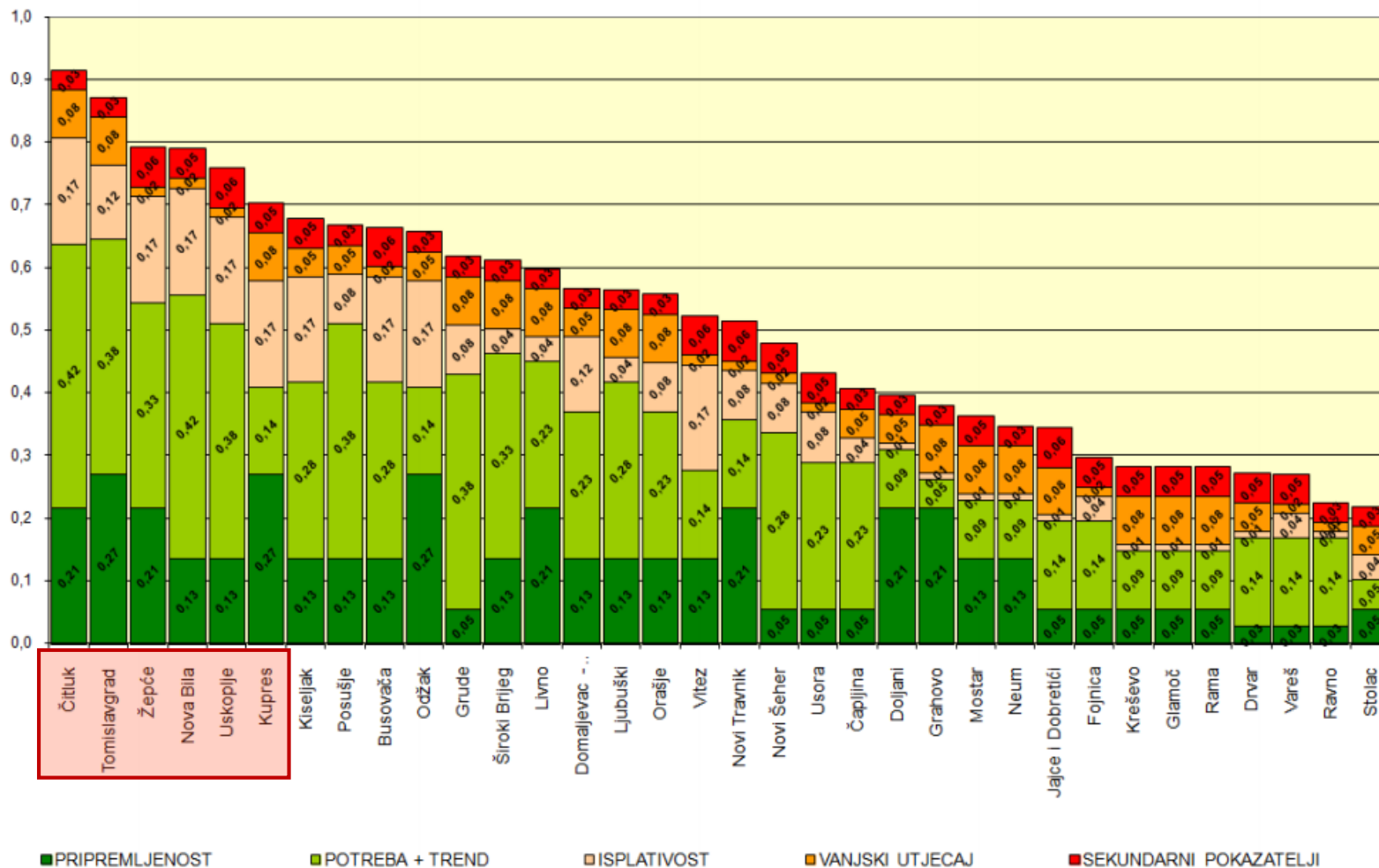
PODRUČJE	PRIPREMLJEN OST	POTREBA + TREND	ISPLATIVOST	VANLSKI UTJECAJ	SEKUNDARNI POKAZATELJI	UKUPNO
Čitluk	0,800	1,000	1,000	1,000	0,500	0,915
Tomislavgrad	1,000	0,889	0,706	1,000	0,500	0,871
Žepče	0,800	0,778	1,000	0,200	1,000	0,791
Nova Bila	0,500	1,000	1,000	0,200	0,750	0,789
Uskoplje	0,500	0,889	1,000	0,200	1,000	0,758
Kupres	1,000	0,333	1,000	1,000	0,750	0,703
Kiseljak	0,500	0,667	1,000	0,600	0,750	0,679
Posušje	0,500	0,889	0,471	0,600	0,500	0,667
Busovača	0,500	0,667	1,000	0,200	1,000	0,664
Odžak	1,000	0,333	1,000	0,600	0,500	0,656
Grude	0,200	0,889	0,471	1,000	0,500	0,617
Široki Brijeg	0,500	0,778	0,235	1,000	0,500	0,611
Livno	0,800	0,556	0,235	1,000	0,500	0,597
Domaljevac - Šamac	0,500	0,556	0,706	0,600	0,500	0,566
Ljubuški	0,500	0,667	0,235	1,000	0,500	0,564
Orašje	0,500	0,556	0,471	1,000	0,500	0,557
Vitez	0,500	0,333	1,000	0,200	1,000	0,523
Novi Travnik	0,800	0,333	0,471	0,200	1,000	0,514
Novi Šeher	0,200	0,667	0,471	0,200	0,750	0,478
Usora	0,200	0,556	0,471	0,200	0,750	0,431
Čapljina	0,200	0,556	0,235	0,600	0,500	0,406
Doljani	0,800	0,222	0,059	0,600	0,500	0,396
Grahovo	0,800	0,111	0,059	1,000	0,500	0,380
Mostar	0,500	0,222	0,059	1,000	0,750	0,362
Neum	0,500	0,222	0,059	1,000	0,500	0,346
Jajce i Dobretići	0,200	0,333	0,059	1,000	1,000	0,344
Fojnica	0,200	0,333	0,235	0,200	0,750	0,297
Kreševo	0,200	0,222	0,059	1,000	0,750	0,281
Glamoč	0,200	0,222	0,059	1,000	0,750	0,281
Rama	0,200	0,222	0,059	1,000	0,750	0,281
Drvar	0,100	0,333	0,059	0,600	0,750	0,271
Vareš	0,100	0,333	0,235	0,200	0,750	0,270
Ravno	0,100	0,333	0,059	0,200	0,500	0,225
Stolac	0,200	0,111	0,235	0,600	0,500	0,218

Ukupno rangiranje područja



BOSANSKOHERCEGOVAČKI KOMITET/OGRAK

Rangiranje prema **moгуćnosti i koristi prijelaza** na 20 kV s prikazom doprinosa pojedinih kriterija



■ PRIPREMLJENOST

■ POTREBA + TREND

■ ISPLATIVOST

■ VANJSKI UTJECAJ

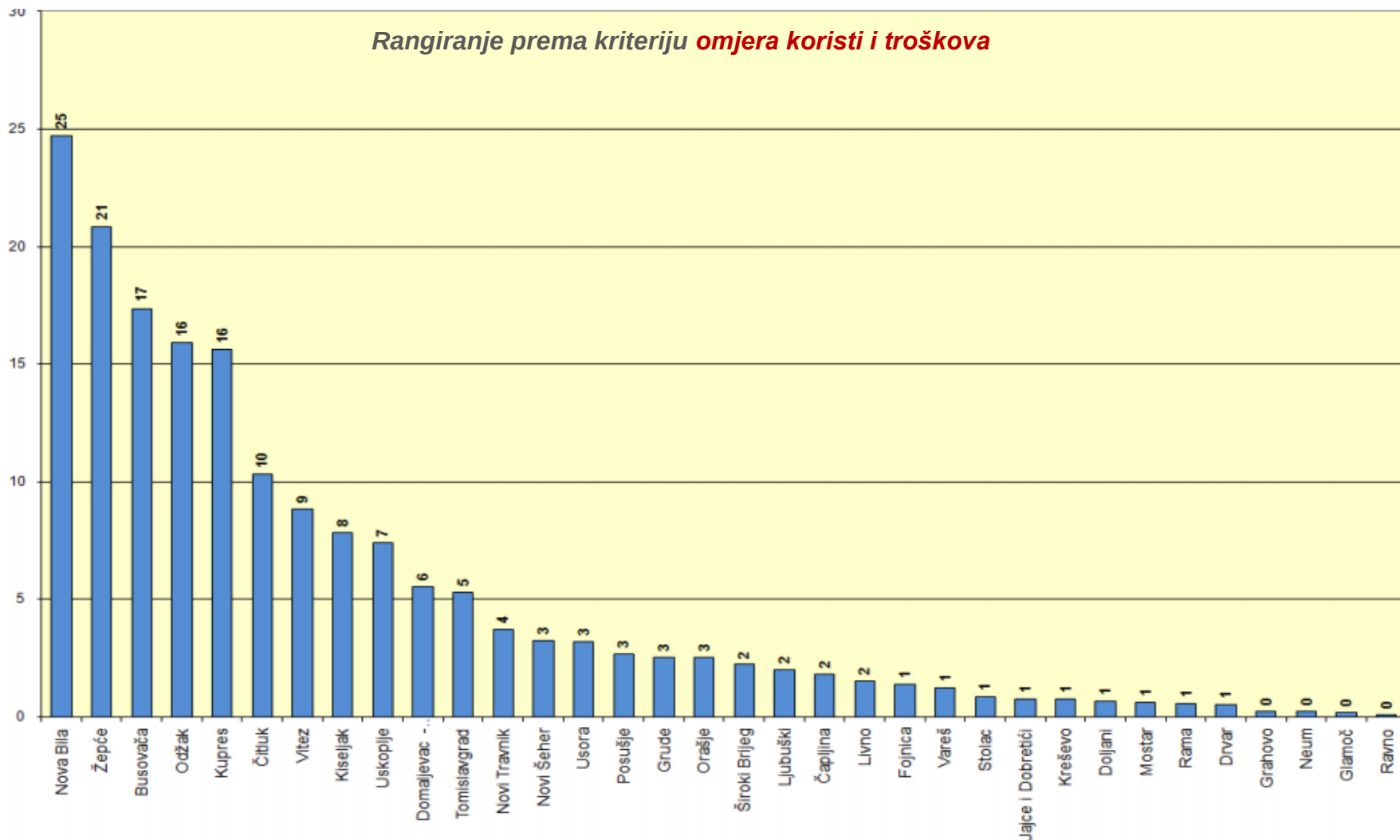
■ SEKUNDARNI POKAZATELJI

BOSANSKOHERCEGOVAČKI KOMITET/OGRAK

PODRUČJE	SMANJENJE TROŠKOVA GUBITAKA [1.000 KM]	TROŠKOVI [1.000 KM]	OMJER KORISTI I TROŠKOVA [%]	PORTFELJ
Nova Bila	40	162	25	1
Žepče	88	422	21	1
Busovača	145	837	17	1
Odžak	55	343	16	0
Kupres	5	34	16	1
Čitluk	289	2.807	10	0
Vitez	125	1.420	9	1
Kiseljak	159	2.027	8	0
Uskoplje	34	461	7	0
Domaljevac - Šamac	14	258	6	0
Tomislavgrad	179	3.376	5	0
Novi Travnik	14	381	4	0
Novi Šeher	20	617	3	0
Usora	15	461	3	0
Posušje	112	4.166	3	0
Grude	117	4.651	3	0
Orašje	102	4.066	3	0
Široki Brijeg	118	5.350	2	0
Ljubuški	99	4.940	2	0
Čapljina	107	5.981	2	0
Livno	86	5.729	2	0
Fojnica	4	269	1	0
Vareš	1	83	1	1
Stolac	30	3.484	1	0
Jajce i Dobretići	26	3.341	1	0
Kreševo	13	1.646	1	0
Doljani	1	126	1	0
Mostar	95	16.232	1	0
Rama	25	4.284	1	0
Drvar	12	2.384	1	0
Grahovo	2	1.061	0	0
Neum	6	2.667	0	0
Glamoč	2	1.030	0	0
Ravno	2	1.734	0	0
UKUPNI TROŠAK PRIJELAZA NA 20 kV [1.000 KM]				86.829
RASPOLOŽIVA SREDSTVA [1.000 KM]				3.000
TROŠAK PORTFELJA [1.000 KM]				2.958
KORIST PORTFELJA [1.000 KM]				405

- Analiza optimalnog portfelja projekata uz zadana ograničena sredstva
- Rangiranje prema kriteriju omjera koristi i troškova za zadani novčani iznos

BOSANSKOHERCEGOVAČKI KOMITET/OGRAK



Rezultat modela:

- Čitluk
- Tomislavgrad
- Žepče
- Nova Bila
- Uskoplje
- Kupres

Dodatna analiza ekonomske opravdanosti:

- Busovača
- Odžak

Konačnu dinamiku prijelaza na 20 kV pogonski napon trebaju potvrditi detaljne studije 10 kV mreže

Trenutačne i buduće aktivnosti u JP EP HZ HB:

- Izrada studija prijelaza s 10 kV na 20 kV naponski nivo (u završnoj fazi izrada studije prijelaza za poslovnicu Elektro Tomislavgrad)
- Izrada novih i revizija postojećih studija razvoja distribucijskih mreža
- Prijedlog prijelaza s 10 kV na 20 kV naponsku razinu
- Donošenje odluke o prijelazu na 20 kV za pojedina distribucijska područja
- Formiranje radnih timova za prijelaz na 20 kV
- Izrada projektne dokumentacije te provedba potrebnih mjerenja

- Izrada elaborata i tehničkih rješenja specifičnih problema kao:
 - nove TS 110/20 kV ili 35/20 kV,
 - uzemljenje neutralne točke u postrojenjima TS 110/x kV i TS 35/x kV,
 - međutransformacija 20/10 kV,
 - mogući posebni tretman 10 kV i 35 kV kupaca i transformatorskih stanica i vodova u njihovom vlasništvu.
- U pripremnim fazama riješiti pitanje vlasništva (tuđe TS i vodovi)
- **Nužna koordinacija i usklađivanje investicijskih planova sa Elektroprijenosom BiH (vlasništvo TS 110/x kV)**

HVALA NA PAŽNJI!