

## ***Metoda potencijala - primjer***

Da bismo pokazali konkretnu primjenu metode potencijala u praksi, pokušat ćemo donijeti odluku koja bi u stvarnom životu bila “teška” više milijuna kuna.

**Zadatak:** Velika naftna kompanija želi započeti posao u Hrvatskoj. Na nama je da za njih odredimo najpovoljniju lokaciju za novu rafineriju. Ponuđene su četiri lokacije:

- Industrijska zona u Zagrebu
- Predgrađe Vukovara
- Okolica Rijeke
- Dubrovačko zaleđe

Prvi problem koji se pred nas postavlja je sama definicija pojma *najpovoljnija lokacija*. U tu svrhu ćemo se odlučiti za kriterije koje smatramo važnima, a zatim ćemo ih rangirati. Kao što ćemo uskoro vidjeti, riječ je o iznimno važnoj fazi u procesu odlučivanja, o kojoj može potpuno ovisiti konačan ishod.

Izabrali smo sljedećih osam kriterija (s desne strane navodimo oznake korištene u hijerarhiji):

1. Zastupljenost osobnih vozila u regiji.....Vozila
2. Cijena radne snage.....Rad
3. Cijena nabave sirovina.....Sirovine
4. Blizina industrije.....Industrija
5. Cijena prijevoza do najudaljenijeg potrošača.....Distribucija
6. Porezi.....Porezi
7. Dodatne beneficije.....Beneficije
8. (Ne)pokrivenost od strane konkurencije.....Konkurencija

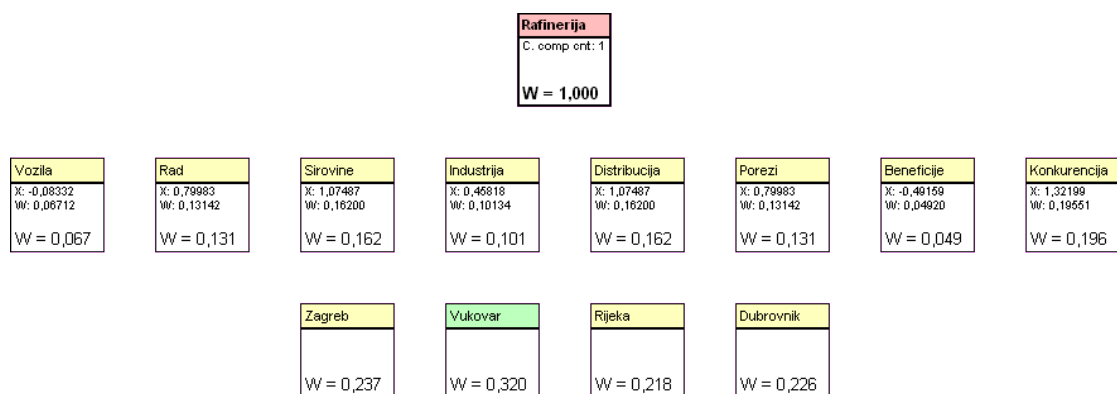
Kratko objašnjenje izbora kriterija: kriteriji 1 i 4 nam opisuju potencijalne potrošače, dakle glavni izvor dobiti, kriteriji 2, 3, 5 i 6 su troškovi proizvodnje i distribucije, kriterij 7 je zanimljiv kao olakšica troškova (najčešće vezanih uz početak poslovanja), dok kriterij 8 označava svojevrsnu sigurnost (ukoliko je konkurencija na određenom području jaka, bit će teško probiti se, a i početna dobit je mala).

Hipotetički, očekujemo da su nam najvažniji kriteriji 1, 2, 3 i 6, te eventualno 8. Da li je to stvarno tako mi ovog trenutka još ne znamo. Potrebno je rangirati kriterije.

Nakon što rangiramo kriterije, u odnosu na svakog od njih ćemo rangirati alternative (u ovom primjeru ih zovemo *Lokacije*).

**Odlučivanje 1:** Postavljeni zadatak ćemo najprije riješiti “teoretski”, tj. unutar svakog nivoa (dakle, i kod kriterija i kod lokacija) ćemo usporediti sve čvorove. Nakon toga ćemo promatrati što se događa u situacijama koje su sličnije stvarnom životu, tj. kada ne znamo usporediti baš sve alternative.

Slika prikazuje hijerarhiju nakon provedenih rangiranja kriterija i lokacija.



**Slika 5.1:** Hijerarhija iz primjera nakon rangiranja

Kao što vidimo na slici, “pobjednik” je Vukovar. Prije nego prokomentiramo rezultate, pogledajmo kakve su bile naše procjene:

Kriteriji	Procjena	Kriteriji	Procjena
U odnosu na cilj: <i>Rafinerija</i>			
Vozila:Rad	1:3	Sirovine:Distribucija	1:1
Vozila:Sirovine	1:4	Sirovine:Porezi	1:1
Vozila:Industrija	1:1	Sirovine:Beneficije	4:1
Vozila:Distribucija	1:2	Sirovine:Konkurencija	1:2
Vozila:Porezi	1:3	Industrija:Distribucija	1:2
Vozila:Beneficije	3:1	Industrija:Porezi	1:1
Vozila:Konkurencija	1:3	Industrija:Beneficije	3:1
Rad:Sirovine	1:2	Industrija:Konkurencija	1:1
Rad:Industrija	1:1	Distribucija:Porezi	1:1
Rad:Distribucija	1:1	Distribucija:Beneficije	4:1
Rad:Porezi	1:1	Distribucija:Konkurencija	1:1
Rad:Beneficije	4:1	Porezi:Beneficije	1:2
Rad:Konkurencija	1:2	Porezi:Konkurencija	2:1
Sirovine:Industrija	1:1	Beneficije:Konkurencija	1:3
U odnosu na prvi kriterij: <i>Vozila</i>			
Zagreb:Vukovar	5:1	Vukovar:Rijeka	4:1
Zagreb:Rijeka	3:1	Vukovar:Dubrovnik	3:1
Zagreb:Dubrovnik	4:1	Rijeka:Dubrovnik	3:1
U odnosu na drugi kriterij: <i>Rad</i>			
Zagreb:Vukovar	1:5	Vukovar:Rijeka	4:1
Zagreb:Rijeka	1:2	Vukovar:Dubrovnik	4:1
Zagreb:Dubrovnik	1:4	Rijeka:Dubrovnik	1:2

U odnosu na treći kriterij: <i>Sirovine</i>			
Zagreb:Vukovar	1:3	Vukovar:Rijeka	1:3
Zagreb:Rijeka	1:5	Vukovar:Dubrovnik	1:4
Zagreb:Dubrovnik	1:3	Rijeka:Dubrovnik	4:1
U odnosu na četvrti kriterij: <i>Industrija</i>			
Zagreb:Vukovar	5:1	Vukovar:Rijeka	1:3
Zagreb:Rijeka	5:1	Vukovar:Dubrovnik	1:1
Zagreb:Dubrovnik	5:1	Rijeka:Dubrovnik	3:1
U odnosu na peti kriterij: <i>Distribucija</i>			
Zagreb:Vukovar	5:1	Vukovar:Rijeka	1:3
Zagreb:Rijeka	3:1	Vukovar:Dubrovnik	1:1
Zagreb:Dubrovnik	4:1	Rijeka:Dubrovnik	2:1

Kriteriji	Procjena	Kriteriji	Procjena
U odnosu na šesti kriterij: <i>Porezi</i>			
Zagreb:Vukovar	1:5	Vukovar:Rijeka	5:1
Zagreb:Rijeka	1:4	Vukovar:Dubrovnik	4:1
Zagreb:Dubrovnik	1:5	Rijeka:Dubrovnik	1:2
U odnosu na sedmi kriterij: <i>Beneficije</i>			
Zagreb:Vukovar	1:5	Vukovar:Rijeka	5:1
Zagreb:Rijeka	1:1	Vukovar:Dubrovnik	4:1
Zagreb:Dubrovnik	1:3	Rijeka:Dubrovnik	1:3
U odnosu na osmi kriterij: <i>Konkurencija</i>			
Zagreb:Vukovar	1:5	Vukovar:Rijeka	5:1
Zagreb:Rijeka	1:1	Vukovar:Dubrovnik	1:1
Zagreb:Dubrovnik	1:5	Rijeka:Dubrovnik	1:5

**Tablica 5.1:** Vrijednosti koje smo unosili prilikom uspoređivanja pojedinih čvorova

Za početak, iz tablice se vidi da vrijednosti ne odgovaraju u potpunosti stvarnom stanju. Na primjer, ispada da jedino u Zagrebu ima više vozila nego u Vukovaru, dok Rijeka i Dubrovnik daleko zaostaju. To je greška koju ćemo naknadno ispraviti, pa ćemo onda promatrati koliko je taj “lapsus” utjecao na odluku.

Nadalje, pojavio se i problem koji se u praksi događa jako često. Riječ je o nekonzistentnosti osobe ili osoba koje donose odluku. Konkretno, u tablici 5.1 smo označili polja posljednje tri usporedbe na početku tablice (“u odnosu na cilj”).

Kriteriji

Procjena

Porezi:Beneficije	1:2
Porezi:Konkurencija	2:1
Beneficije:Konkurencija	1:3

**Tablica 5.2:** Primjer nekonzistentne odluke

Kao što se jasno vidi iz tablice 5.2, beneficije su nam “malo važnije” od poreza, dok je porez “malo važniji” od konkurencije, pa bi bilo za očekivati da su beneficije “malo ili umjereno važnije” od konkurencije. Naša procjena je bila, međutim, upravo suprotna.

Prikazanu anomaliju je moguće otkriti računanjem faktora konzistentnosti, no to prelazi okvire ovog primjera.

Prije nego krenemo s ispravkama, osvrnimo se na to što je najviše pridonijelo izboru Vukovara. Bilo bi razumno očekivati da je to dominacija na “jakim” kriterijima. No, situacija je bitno drugačija. Ako pogledamo tri najjača kriterija i “snage” gradova u odnosu na njih, vidjet ćemo da je Vukovar ovdje prilično slab:

		Konkurencija w=0.196	Sirovine w=0.162	Distribucija w=0.162
Zagreb	w=0.237	0.08333	0.07273	0.54839
Vukovar	w=0.320	0.41667	0.13320	0.10012
Rijeka	w=0.218	0.08333	0.56336	0.23432
Dubrovnik	w=0.226	0.41667	0.23071	0.11716

**Tablica 5.3:** Težine gradova u odnosu na tri najjača kriterija

Iz tablice 5.3 je vidljivo da Vukovar dijeli prvo mjesto s Dubrovnikom u odnosu na najjači kriterij (*Konkurencija*), dok je kod sirovina treći (više od 4 puta je slabiji od Rijeke!), a po distribuciji je najslabiji (gotovo 5.5 puta slabiji od Zagreba). Ovaj primjer zorno dokazuje da su svi čvorovi važni u odlučivanju. Naime, od preostalih 5 kriterija, Vukovar je najjači po čak 3 i to svaki put s težinom većom od 0.5.

**Korekcija 1:** Sada ćemo “popraviti” uočene greške. Da se podsjetimo, pretjerali smo s brojem vozila u Vukovaru (u odnosu na Rijeku i Dubrovnik), a također smo dali jako nekonzistentnu usporedbu poreza, beneficija i konkurencije u odnosu na cilj (tablica 5.2).

U novoj situaciji smo zamijenili odnos Vukovara s Rijekom i Dubrovnikom, tako da je sada omjer isti kao i prije, ali u korist Rijeke i Dubrovnika. Nakon ove promjene, težina Vukovara je pala na 0,308 i to (očekivano) u korist Rijeke i Dubrovnika. Promjena se čini neznatna, no treba također napomenuti da je riječ o najslabijem kriteriju (*Vozila*), težine samo 0.067.

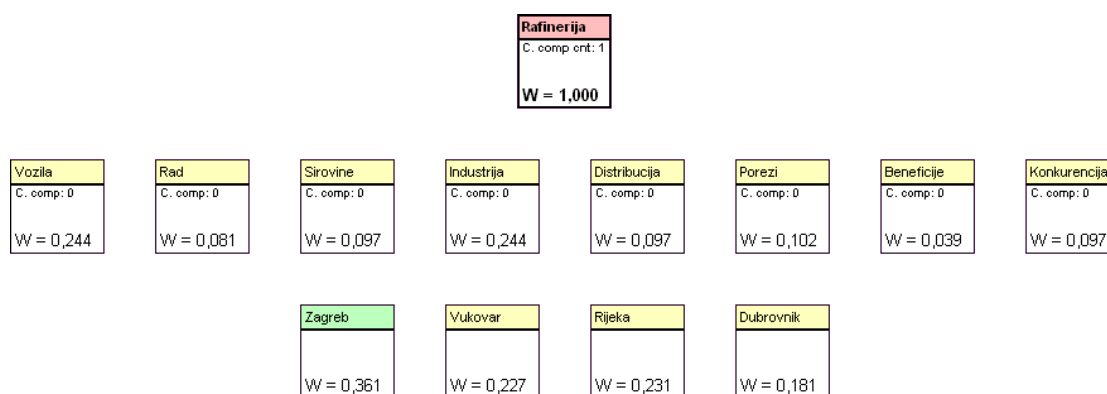
Kriteriji	Procjena
Porezi:Beneficije	3:1
Porezi:Konkurencija	2:1
Beneficije:Konkurencija	1:2

**Tablica 5.4:** Ispravka odluke iz tablice 5.1 i 5.2

Nakon ove ispravke, težina Vukovara je (neočekivano?) porasla. Nakon kraće analize podataka, vidimo da smo zapravo “podigli cijenu” porezima i beneficijama, na blagu štetu konkurencije. No, porezi i beneficije su upravo kriteriji po kojima Vukovar ima težinu iznad 0.5.

**Korekcija 2:** Rezultati još uvijek djeluju “čudno”. Jedan od uzroka tome je da smo u potpunosti zanemarili glavni izvor prihoda. Naime, kriterij *Vozila* ima težinu samo 0.067. Dakle, prisutnost konkurencije ocjenjujemo kao čak 3 puta vrijedniju od broja vozila. Slično se dogodilo i s drugim potrošačem – industrijom. Ako uzmemo u obzir činjenicu da su potrošači upravo najslabija točka kod Vukovara, postaje očito zašto želimo graditi rafineriju tamo gdje nema kupaca naftnih derivata (odnosno ima ih malo).

Sada ćemo pojačati vrijednost potrošača. Radi jednostavnosti, ocjenjujemo da su vozila i industrija jednako jaki, dok ćemo sve ostale omjere podesiti na 3:1 u korist potrošača (ipak su oni izvor prihoda!).



Slika 5.2: Hijerarhija nakon svih izvršenih promjena

	Zagreb	Vukovar	Rijeka	Dubrovnik
$W_{\text{prije}}$	0.237	0.320	0.218	0.226
$W_{\text{poslije}}$	0.361	0.227	0.231	0.181

Tablica 5.5: Težine lokacija prije i nakon izvršenih ispravki. Osjenčana su polja koja pripadaju “pobjednicima”

Sada je jasno vidljivo koliko su pogrešne ocjene kriterija imale utjecaja na konačni rezultat – Vukovar je s prvog mjesta pao na treće (izgubivši oko 30% prvotne težine!), dok je Zagreb sa slabog drugog mjesta (bio je gotovo ravnopravan s Dubrovnikom, a i Rijeka je bila blizu) skočio na uvjerljivo prvo mjesto (više od 50% je jači od drugoplasirane Rijeke).

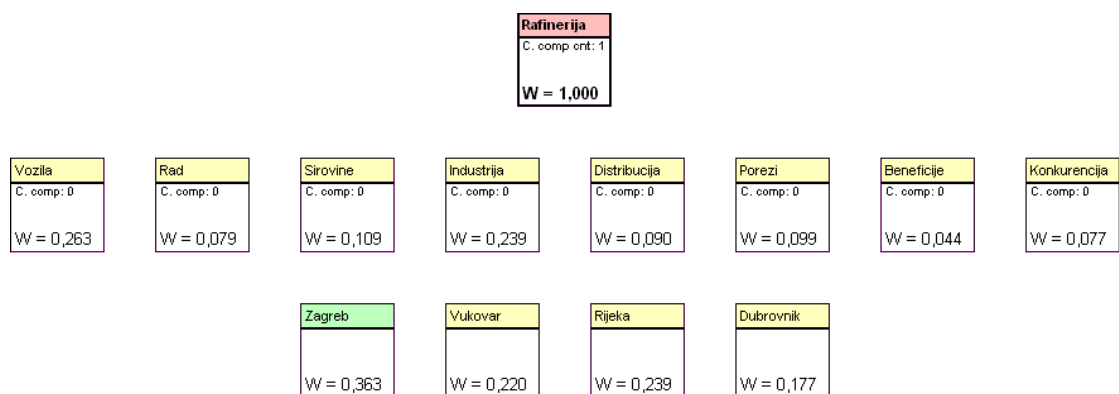
**Odlučivanje 2:** Odlučivanje 1 se sada čini u najvećoj mjeri korektno. Ipak, u stvarnom svijetu rijetko znamo/možemo usporediti baš sve alternative. Najbolji primjer za to je biranje novog uposlenika između 100 pa i više kandidata. Tada nam nedostaju mnoge usporedbe.

Za početak ćemo ukloniti neke usporedbe iz drugog nivoa.

Kriteriji	Procjena	Kriteriji	Procjena
U odnosu na cilj: <i>Rafinerija</i>			
Vozila:Rad	–	Sirovine:Distribucija	1:1

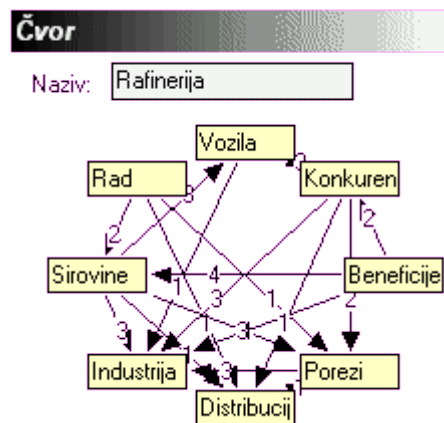
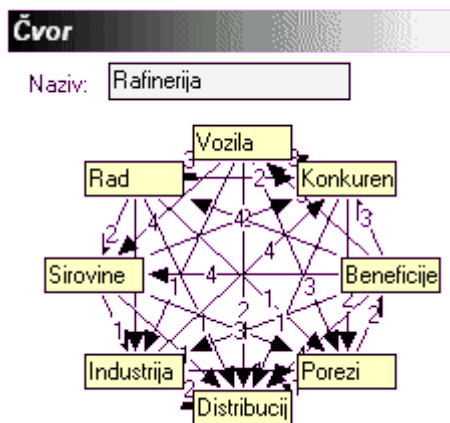
Vozila:Sirovine	1:4	Sirovine:Porezi	1:1
Vozila:Industrija	1:1	Sirovine:Beneficije	4:1
Vozila:Distribucija	–	Sirovine:Konkurencija	–
Vozila:Porezi	–	Industrija:Distribucija	–
Vozila:Beneficije	–	Industrija:Porezi	1:1
Vozila:Konkurencija	1:3	Industrija:Beneficije	3:1
Rad:Sirovine	1:2	Industrija:Konkurencija	1:1
Rad:Industrija	–	Distribucija:Porezi	1:1
Rad:Distribucija	1:1	Distribucija:Beneficije	–
Rad:Porezi	1:1	Distribucija:Konkurencija	1:1
Rad:Beneficije	–	Porezi:Beneficije	–
Rad:Konkurencija	–	Porezi:Konkurencija	2:1
Sirovine:Industrija	1:1	Beneficije:Konkurencija	1:2

Tablica 5.6: Neke ocjene smo uklonili



Slika 5.3: Hijerarhija nakon što smo uklonili neke usporedbe u drugom nivou

Da bismo zornije prikazali koliko je intenzivna promjena bila, tj. koliko usporedbi smo uistinu uklonili, donosimo usporedni prikaz dijagrama tokova prije i nakon micanja usporedbi.



Slika 5.4a: Dijagram tokova prije brisanja usporedbi      Slika 5.4b: Dijagram tokova nakon brisanja usporedbi

Kao što vidimo, dijagram je prilično proriđen i to upravo kod vozila, konkurencije i beneficija. Uput valja napomenuti kako je uzrok znatnoj nepreglednosti dijagrama velik broj alternativa. U praksi, taj broj može jako narasti, no sam dijagram ovdje i onako služi za ilustraciju metode, no u praktičnoj upotrebi on ne mora biti vidljiv.

	Zagreb	Vukovar	Rijeka	Dubrovnik
$W_{\text{prije}}$	0.361	0.227	0.231	0.181
$W_{\text{poslije}}$	0.363	0.220	0.239	0.177

Tablica 5.7: Težine lokacija prije i nakon prvog brisanja ocjena

Kao što vidimo, promjene su neznatne. To znači da su početne ocjene bile u velikoj mjeri konzistentne, pa brisanje nekih od njih nije narušilo težine. Naime, ukoliko su ocjene u nekom ciklusu u grafu tokova konzistentne, onda možemo proizvoljnu ukloniti, te ju “izračunati” preko ostalih. Tako dobivena vrijednost očito mora biti “približno jednaka” obrisanoj.

**Odlučivanje 3:** Na sličan način kao kod odlučivanja 2, uklonit ćemo neke usporedbe iz trećeg nivoa i promatrati promjenu dobivenih težina.

Kriteriji	Procjena	Kriteriji	Procjena
U odnosu na cilj: <i>Rafinerija</i>			
Vozila:Rad	–	Sirovine:Distribucija	1:1
Vozila:Sirovine	1:4	Sirovine:Porezi	1:1
Vozila:Industrija	1:1	Sirovine:Beneficije	4:1
Vozila:Distribucija	–	Sirovine:Konkurencija	–
Vozila:Porezi	–	Industrija:Distribucija	–
Vozila:Beneficije	–	Industrija:Porezi	1:1
Vozila:Konkurencija	1:3	Industrija:Beneficije	3:1
Rad:Sirovine	1:2	Industrija:Konkurencija	1:1
Rad:Industrija	–	Distribucija:Porezi	1:1

Rad:Distribucija	1:1	Distribucija:Beneficije	–
Rad:Porezi	1:1	Distribucija:Konkurencija	1:1
Rad:Beneficije	–	Porezi:Beneficije	–
Rad:Konkurencija	–	Porezi:Konkurencija	2:1
Sirovine:Industrija	1:1	Beneficije:Konkurencija	1:2
<b>Kriteriji</b>	<b>Procjena</b>	<b>Kriteriji</b>	<b>Procjena</b>
<i>U odnosu na prvi kriterij: Vozila</i>			
Zagreb:Vukovar	5:1	Vukovar:Rijeka	4:1
Zagreb:Rijeka	3:1	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	4:1	Rijeka:Dubrovnik	3:1
<i>U odnosu na drugi kriterij: Rad</i>			
Zagreb:Vukovar	1:5	Vukovar:Rijeka	4:1
Zagreb:Rijeka	–	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	1:4	Rijeka:Dubrovnik	1:2
<i>U odnosu na treći kriterij: Sirovine</i>			
Zagreb:Vukovar	1:3	Vukovar:Rijeka	1:3
Zagreb:Rijeka	1:5	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	1:3	Rijeka:Dubrovnik	4:1
<i>U odnosu na četvrti kriterij: Industrija</i>			
Zagreb:Vukovar	–	Vukovar:Rijeka	1:3
Zagreb:Rijeka	5:1	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	5:1	Rijeka:Dubrovnik	3:1
<i>U odnosu na peti kriterij: Distribucija</i>			
Zagreb:Vukovar	5:1	Vukovar:Rijeka	1:3
Zagreb:Rijeka	–	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	–	Rijeka:Dubrovnik	2:1
<i>U odnosu na šesti kriterij: Porezi</i>			
Zagreb:Vukovar	–	Vukovar:Rijeka	5:1
Zagreb:Rijeka	1:4	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	–	Rijeka:Dubrovnik	1:2
<i>U odnosu na sedmi kriterij: Beneficije</i>			
Zagreb:Vukovar	1:5	Vukovar:Rijeka	5:1
Zagreb:Rijeka	1:1	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	1:3	Rijeka:Dubrovnik	1:3
<i>U odnosu na osmi kriterij: Konkurencija</i>			

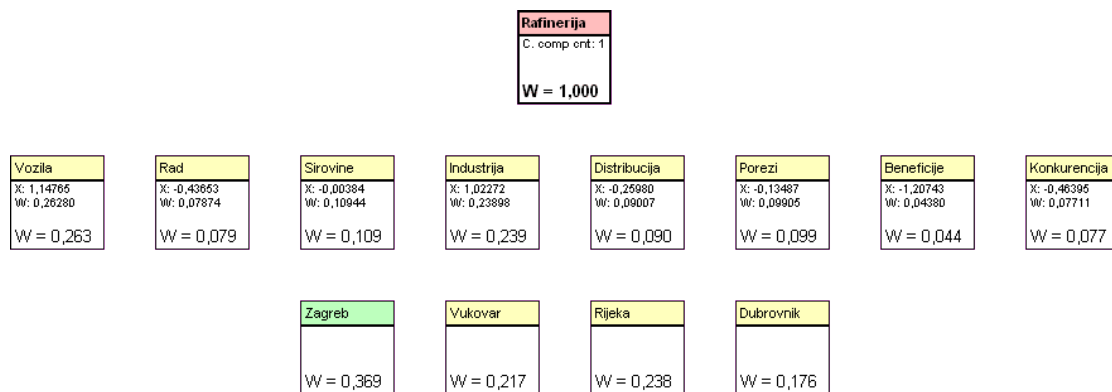


Zagreb:Vukovar	1:5	Vukovar:Rijeka	5:1
Zagreb:Rijeka	1:1	Vukovar:Dubrovnik	–
Zagreb:Dubrovnik	1:5	Rijeka:Dubrovnik	1:5

Tablica 5.8: Vrijednosti koje smo unosili prilikom uspoređivanja pojedinih čvorova

	Zagreb	Vukovar	Rijeka	Dubrovnik
$W_{prije}$	0.363	0.220	0.239	0.177
$W_{poslije}$	0.369	0.217	0.238	0.176

Tablica 5.9: Težine lokacija prije i nakon drugog brisanja ocjena



Slika 5.5: Hijerarhija nakon što smo uklonili neke usporedbe u trećem nivou

Sada vidimo da su i ovdje vrijednosti samo neznatno promijenjene. To nas navodi na zaključak da metoda radi dobro i u uvjetima kada nemamo dovoljno podataka.

Primijetimo da smo jedan odnos izbrisali iz svih usporedbi: Dubrovnik i Vukovar više ne uspoređujemo niti po jednom kriteriju, a njihove težine gotovo da se i nisu promijenile (Vukovar je pao za 1.36%, dok je Dubrovnik pao za samo 0.56%). Uzmemo li u obzir da su sve promjene nastale na posljednjoj prikazanoj decimali, imamo razloga vjerovati da se bar dio greške dogodio zbog greške u zaokruživanju (unutar samog računala). Ostatak otpada na sitne inkonzistentnosti u samim omjerima koje je, dijelom zbog subjektivnosti ocjenjivanja, a dijelom zbog skale, nemoguće izbjeći.

## Zaključak

Ovim primjerom smo pokazali nekoliko bitnih činjenica:

- U slučaju dobrih procjena (dakle bez većih nekonzistentnosti), metoda daje dobra rješenja
- Greške mogu uzrokovati potpuno iskrivljene rezultate. Očekivano, greške na jačim kriterijima su važnije, no ne možemo zanemariti niti događaje na slabijim kriterijima
- Metoda vraća korektno rezultate i u slučaju djelomičnog nedostatka informacija. Čak možemo izostaviti sve usporedbe za neka dva čvora, rješenje će i dalje biti korektno. To

nam daje za pravo da metodu koristimo i u stvarnim situacijama (poput izbora novog uposlenika, spomenutog kod drugog odlučivanja).