

Strateško planiranje i odlučivanje u informacijskim i komunikacijskim znanostima

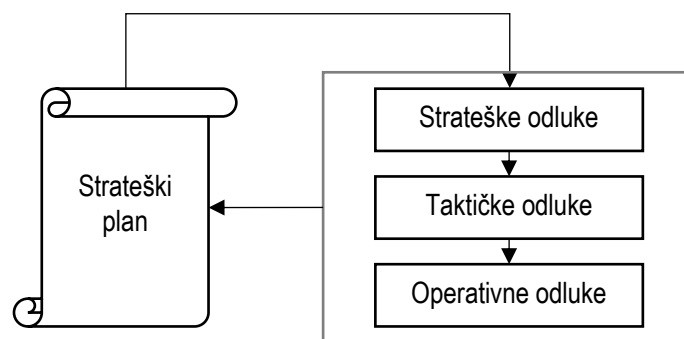
Nikola Kadoić

Sažetak: Donošenje strateških odluka i planova ključni je aspekt upravljanja u različitim organizacijama. Pri tome, donositeljima odluka na strateškoj razini na raspolaganju stoje različiti pristupi i metode. U ovom radu predstavljen je pristup strateškog planiranja temeljen na viziji, misiji i strateškim ciljevima nadograđen s osnovnim postavkama iz metodologije upravljanja organizacijskim performansama, uravnoteženi sustav bodovnih tablica (engl. *balanced scorecard*, BSC). Osim toga, u ovom radu predstavljene su i metode za višekriterijsko odlučivanje koje se često koriste u pogledu donošenja strateških odluka. Te metode su analitički hijerarhijski proces (engl. *analytic hierarchy process*, AHP) i analitički mrežni proces (engl. *analytic network process*, ANP). Postoje i druge metode za strateško odlučivanje, a ovo su najpoznatije i po nekim istraživanjima i najčešće korištene metode. U metodi AHP problem odlučivanja se strukturira kroz hijerarhiju koja se sastoji od cilja odlučivanja, kriterija odlučivanja koji mogu biti dekomponirani na više potkriterija kroz nekoliko razina, a na zadnjoj razini hijerarhije su alternative. Metoda AHP se može koristiti kada nema zavisnosti među kriterijima, a dok one postoje, onda se preporuča koristiti metodu ANP. Kod metode ANP problem odlučivanja se modelira kroz mrežu koja omogućava interakcije (zavisnosti i utjecaje) među kriterijima, ali i povratne veze od alternative prema kriterijima. To ju čini značajno kompleksnijom u odnosu na AHP, ali zbog modeliranja zavisnosti i utjecaja među elementima mreže, postižu se precizniji rezultati. Poznavanje BSC-a, AHP-a i ANP-a nužno je za donošenje kvalitetnih odluka, ne i dovoljno. Uz poznavanje tih metoda, važna je i spremnost donositelja odluka da iste i primijene u praksi.

Ključne riječi: strateško planiranje, strateško upravljanje, strateško odlučivanje, BSC, AHP, ANP

1 Uvod

Strateško planiranje i odlučivanje predstavljaju najvažniji segment upravljanja organizacijom. Strateško planiranje ima za cilj donijeti strateški plan koji se sastoji od niza ciljeva koji se u nekom vremenskom razdoblju žele postići. Osim donošenja strateškog plana, važno je i pratiti njegovu provedbu. Često se dešava da organizacije i donesu strateške planove, no problemi se javljaju dok se plan treba realizirati u praksi. Prilikom provedbe strateškog plana potrebno je kontinuirano donositi odluke na svim jedinicama organizacije, od najniže operativne razine, do najviše strateške razine. Odluke neke razine snažno ovise o odlukama viših razina. Stoga postaje jasno da je ključno da se na najvišoj, strateškoj razini na vrijeme donesu kvalitetne odluke. Strateške odluke možemo smatrati prvom direktnom operacionalizacijom strateškog plana. Ovaj rad se pravi upravo tim najvažnijim aspektima u upravljanju organizacijama: (1) donošenje strateškog plana i (2) donošenje strateških odluka (motiviranih ciljevima iz strateškog plana). Veza između strateškog planiranja i strateškog odlučivanja prikazana je na Slici 1.



Slika 1. Strateški plan i odluke u organizacijama

Nakon što je strateški plan donesen, on se pretače u prvo strateške odluke. Nakon tog, strateške odluke se pretaču na taktičke odluke na razini organizacijskih jedinica i konačno taktičke odluke se pretaču u operativne odluke na razini radnih jedinica. Važna je povratna veza između strateškog odlučivanja i strateškog planiranja. Povratna veza odnosi se na praćenje realizacije odluka i definiranje novih ciljeva u novom strateškom planu u idućem ciklusu strateškog planiranja. Sliku 1 možemo smatrati svojevrsnom konkretizacijom osnovnog Plan-Do-Check-Act ciklusa (Demingov krug). Osnovna ideja strateškog planiranja upravo prati taj koncept. Od 2014. do 2019. u sklopu projekta Razvoj metodološkog okvira za strateško odlučivanje u visokom obrazovanju – primjer implementacije otvorenog učenja i učenja na daljinu kreiran je metodološki okvir za strateško odlučivanje koji se također temelji na Demingovom krugu i obuhvaća 4 faze [1]:

1. Identifikacija i istraživanje problema (uključuje procjenu spremnosti za inovacije, difuziju inovacija),
2. Razvoj metodologije odlučivanja i donošenje strateških odluka,
3. Primjena metodologije na problemu predstavlja donošenje strateške odluke; praćenje provedbe strateške odluke preko ključnih faktora koji određuju efektivnost odluke,
4. Evaluacija efekata strateških odluka (uključuje evaluaciju od strane interesno-utjecajnih grupacija, usporedbu sa prije zacrtanim ciljevima i primjenu strukturnih kauzalnih modela za identificiranje efekata provedbe odluke).

Karakteristike strateške odluke su [2]–[4]:

1. Utjecaj problema/odluke na veliki broj ljudi: neki strateški problem je prepreka koja se odnosi na veliki broj ljudi pa i odluka koja će biti donesena ima posljedice na veliki broj ljudi,
2. Utjecaj velikog broja ljudi na problem/odluku: kod rješavanja strateškog problema velik je broj dionika koji sudjeluju u procesu odlučivanja i donose odluku. S druge strane, neki problem je postao strateški jer ga je uzrokovao veliki broj ljudi,
3. Dugoročnost: strateška odluka odnosi se na dugoročno razdoblje, često 2 ili 5 godina, a nekad i više,
4. Kompleksnost: strateške odluke su kompleksne, obuhvaćaju veliki broj faktora koji se mogu izražavati kroz kvantitativne i kvalitativne pokazatelje i vrijednosti,
5. Nesigurnost/rizik: strateške odluke su nesigurne i rizične jer njihov konačan rezultat ovisi o velikom broju faktora i događaja nad kojima ne postoji "kontrola",
6. Implementacija procesa strateškog odlučivanja i implementacija odluke zahtijevaju resurse (ljudske, vremenske, materijalne, kognitivne),
7. Strateške odluke zahtijevaju pregovaračke napore da bi bile implementirane.

Mnogi pristupi i metode mogu biti korišteni u procesu strateškog planiranja i odlučivanja. U sklopu spomenutog projekta napravljen je pregled literature s ciljem identifikacije frekventnosti korištenja različitih pristupa i metoda planiranja i odlučivanja u praksi [5]. Rezultati su prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Korištenje metoda i pristupa u strateškom planiranju i odlučivanju

Frekventnost	Metode/metodologije/pristupi
9	AHP (analitički hijerarhijski proces)
3	Programiranje ciljeva (operacija), DEA
2	ANP (analitički mrežni proces), BSC (uravnoteženi sustav bodovnih tablica), rudarenje podataka, KPI (indikatori ključnih performansi), TQM (potpuno upravljanje kvalitetom)
1	TRIZ (teorija rješavanja složenih problema), PROMETHEE, utemeljena teorija, teorija igara, analitike učenja, CBA (analiza troškova i koristi), strukturno modeliranje jednadžbi

Iz tablice je vidljivo da je najčešće korištena metoda AHP, a od pristupa za strateško planiranje BSC.

Primjenom navedenih metoda u jednom trenutku se donosi jedna odluka ili više njih. U tom kontekstu, odlučivanje s obzirom na broj odluka koje se donose istovremeno možemo podijeliti na:

- Donošenje skupova odluka, npr. strategije, planovi i slično gdje svaka odredba u strategiji ili planu predstavlja pojedinačnu odluku. Strategije u tom smislu predstavljaju setove više strateških odluka,
- Donošenje pojedinačnih odluka predstavlja donošenje samo jedne konkretne strateške odluke, npr. odluka o izboru novog zaposlenika, odluka o viziji institucije, odluka o sustavu za elektroničko učenje koji će se implementirati. Ta pojedinačna odluka može biti jedna od odluka unutar strategije ili plana, a može biti i zasebna.

2 Strateško planiranje i strateško upravljanje

Strateško planiranje podrazumijeva kreiranje misije, vizije i temeljnih vrijednosti organizacije; identificiranje akcija kako bi se vizija, misija i ciljevi postigli te planiranje načina kako će se evaluirati postizanje tih strateških odrednica. Rezultat strateškog planiranja je strateški plan (strategija). Strateško upravljanje (strateški menadžment) predstavlja izvršenje strateškog plana/strategije, tj. predstavlja transformaciju statičkog plana u sustav koji osigurava praćenje strateških performansi i omogućuje razvoj i dopunu (proširenje) plana sukladno promjenama iz okoline.

Koraci u strateškom planiranju:

1. Identificiranje vizije i misije,
2. Razvoj strateških usmjerenja (interna, eksterna, GAP analiza; *benchmarking*, SWOT),
3. Izrada strategija (namjeravanih i nenamjeravanih),
4. Strateško programiranje – definiranje strateških ciljeva, kreiranje akcijskih planova i taktika,
5. Evaluacija strategije i pregled strateškog plana,
6. Strateško učenje i strateško razmišljanje.

Strateško upravljanje može se izvesti pomoću različitih pristupa kao što su BSC, TQM i KPI. U ovom radu predstaviti ćemo BSC. Radi se o relativno novom konceptu kojeg su početkom 90-ih godina razvili Robert Kaplan i David Norton. Prvi put su ga predstavili 1992. godine u Harvard Business Review-u. Nastao je zbog nedostatka klasičnog pristupa mjerenja koji daje naglasak samo na financijski izražene rezultate, a koji se sada pomoću BSC-a dopunjuju i kvalitativnim informacijama. Naziv *balanced scorecard* tj. *scorecard*, potječe iz svijeta sporta, tj. iz boksa. Tijekom boksa meča suci na *scorecardu* zapisuju uspješne udarce boksača, a u slučaju da se meč ne riješi *knock out*-om, suci donose odluku na temelju zapisa u *scorecardu*. Prema definiciji, BSC je sustav upravljanja koji oblikuje proces planiranja, praćenja, upravljanja i kontrole.

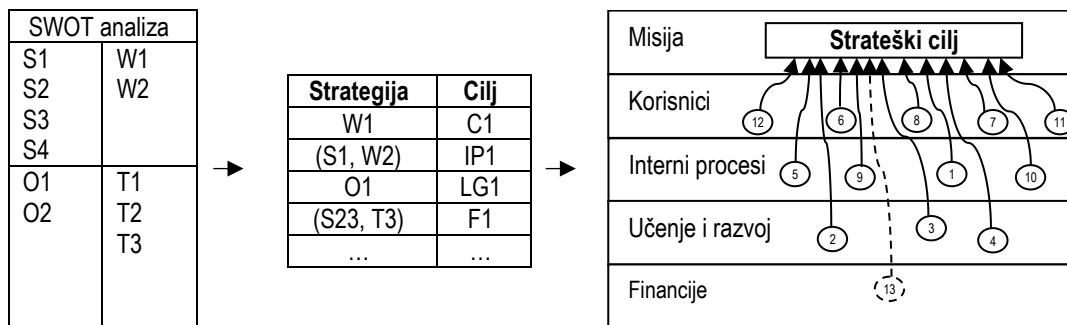
Proces implementacije BSC-a sastoji se od nekoliko koraka [6], [7]:

1. Identifikacija misije organizacije - misija (ili poslanje) organizacije je trajna odrednica organizacije. To je izjava koja odgovara na pitanje zašto organizacija postoji,
2. Temeljna načela organizacije – temeljna načela odnose se na različite pristupe poslu, zaposlenicima i klijentima koji se njeguju u organizaciji. One se mogu odnositi na najčešće nematerijalne i ljudske kvalitete, slogane i druge specifičnosti koje organizacija njeguje,
3. Vizije organizacije - vizija organizacije je željeno stanje koje organizacija želi postići na kraju vremenskog razdoblja za koje se izrađuje ovaj strateški plan; organizacija može imati i više vizija u nekom ciklusu strateškog planiranja, a najčešće je to samo jedna ili dvije vizije,
4. Strateški ciljevi organizacije - strateški ciljevi konkretizacija su zacrtane vizije organizacije, a kreirani su po SMART principu (specifični ciljevi, mjerljivi ciljevi, dostižni ciljevi, realni ciljevi i vremenski ograničeni ciljevi). Svi ciljevi su vremenski referencirani te su jasno kvantificirani u smislu sadašnjih vrijednosti mjera ciljeva i ciljanih vrijednosti.

5. Strategije i operativni ciljevi organizacije - strategije i operativni ciljevi organizacije odnose se na operacionalizaciju realizacije strateških ciljeva. Prije kreiranja strategija i operativnih ciljeva potrebno je napraviti SWOT analizu organizacije u kojoj treba identificirati :
 - a. Snage organizacije - resursi udruge koje organizaciji stoje na raspolaganju da se postignu strateški ciljevi,
 - b. Slabosti organizacije - slabe točke organizacije koje ugrožavaju realizaciju strateških ciljeva,
 - c. Prilike organizacije - vanjski faktori koji stoje na raspolaganju organizaciji na način da mogu pomoći ostvarenju strateških ciljeva,
 - d. Prijetnje organizacije - vanjski faktori (koji nisu pod kontrolom organizacije) iz okruženja koji mogu ometi i ugroziti realizaciju strateških ciljeva organizacije,

Nakon što su u fokus grupi identificirani SWOT elementi, pristupa se kreiranju strategija i operativnih ciljeva pri čemu se kreiraju korektivne, agresivne i obrambene strategije. Korektivne strategije su strategije u kojima se kombinira jedan ili više pozitivnih SWOT elemenata kako bi se utjecalo na jedan ili više negativnih SWOT elemenata. Agresivne strategije su strategije koje su nastale temeljem pozitivnih SWOT elemenata. Obrambene strategije su strategije nastale temeljem negativnih SWOT elemenata. Svaka strategija je opisana kroz: (1) oznaku, aktivnost i načinom mjerenja s pripadajućom skalom. Dodatno, svakom cilju pridružuje se odgovorna osoba, resursi te (mogući) izvori financiranja realizacije cilja. Prilikom kreiranja strategija mogu biti korisne i tehnike kreativnosti. Važno je biti izuzetno kreativan i dosjetiti se strategije, tj. kreirati ju. Kod korektivnih strategija, prelazimo po negativnim SWOT elementima i pitamo se imamo li koji pozitivni SWOT element koji će nam pomoći u tome da utjecaj negativnog SWOT elementa eliminiramo. Odgovor na to pitanje moramo oblikovati u strategiju kojoj pridružujemo cilj (konačni efekt koji se strategijom želi postići).

6. Strateška mapa ciljeva - definirani ciljevi razmješteni su u stratešku mapu ciljeva koja se sastoji od 4 perspektive za profitnu organizaciju (odozdo prema gore): učenje i razvoj, interni poslovni procesi, korisnici i financije. Neprofitna organizacija ima 5 perspektiva. Na vrhu je misija, a na dnu su financije, ostale su iste kao i kod profitne. Svaki pojedini operativni cilj razmješta se u neku od perspektiva kojoj sadržajno najviše odgovara. Pojedini operativni cilj može utjecati na druge operativne ciljeve iz iste ili viših perspektiva u strateškoj mapi ciljeva. Proces izrade strateške mape ciljeva prikazan je na Slici 2.,
7. Strateška mapa mjera - realizacija svakog operativnog cilja prikazuje se kroz jednu ili više mjera te je u ovom koraku potrebno operativnim ciljevima pridružiti mjere njihova ostvarenja te definirati granične vrijednosti (minimalnu, maksimalnu i granične vrijednosti) [8],
8. Izrada mjernog instrumenta za realizaciju strateškog plana,
9. Imenovanje osobe odgovorne za praćenje strateškog plana organizacije.



Slika 2. Od SWOT analize do strateške mape ciljeva

Kada su strateški ciljevi definirani, potrebno je radi alokacije resursa odrediti prioritete među ciljevima. U toj mjeri pomažu nam metode za višekriterijsko odlučivanje, između ostalog već spomenute metode, AHP i ANP. Osim za potrebe prioritizacije operativnih ciljeva u svrhu alokacije resursa, AHP i ANP mogu biti korištene i za druge potrebe

strateškog odlučivanja koje nisu nužno direktno proizašle iz strateške mape ciljeva, već su indirektna posljedica zacrtanih ciljeva i/ili konkretne situacije koja se dešava u organizaciji u trenutku provedbe strategije.

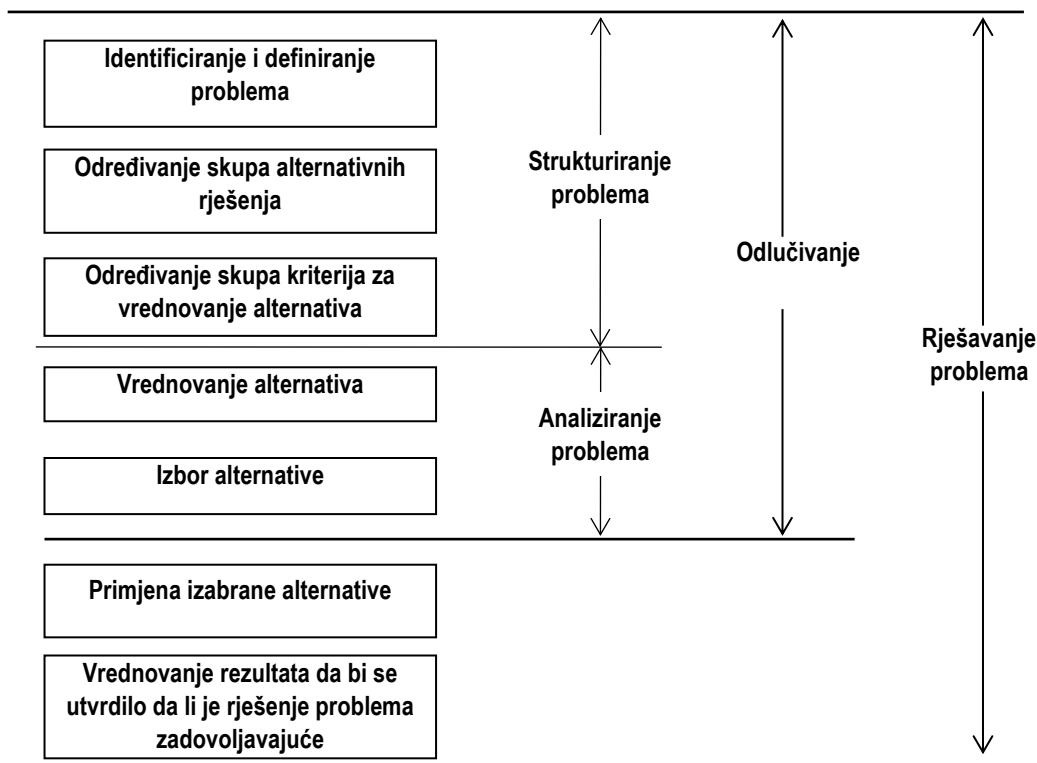
3 Analitički hijerarhijski proces (AHP)

3.1 Višekriterijsko odlučivanje

Većina strateških i taktičkih problema odlučivanja su višekriterijski. Kod donošenja takvih odluka na umu uvijek imamo više ciljeva koje želimo realizirati pa stoga svaki cilj reprezentiramo kroz jedan ili više kriterija. Kada govorimo o višekriterijskom odlučivanju, važno je napomenuti tri najvažnije vrste (forme) višekriterijskog odlučivanja (prioritiziranja) s obzirom na glavni zadatak odlučivanja [3], [9]:

1. Odabiranje (engl. choosing, selecting) – cilj odlučivanja je izabrati jednu, najbolju alternativu između više njih (npr. odabir kandidata za posao),
2. Rangiranje (engl. ranking) – redoslijed alternativa - temeljem više kriterija cilj je napraviti rang listu alternativa po tome koja bolje odgovara ciljevima odlučivanja (npr. redoslijed studenata za upis na studij),
3. Klasificiranje (engl. classifying) – grupiranje alternativa - temeljem više kriterija alternative grupiraju (npr. kategoriziranje znanstvenika prema definiranim kriterijima u predefinirane kategorije - slabo produktivan znanstvenik, produktivan znanstvenik, vrlo produktivan znanstvenik).

Neovisno o tome o kojoj se vrsti višekriterijskog odlučivanja radi, osnovni koraci višekriterijskog odlučivanja su isti i prikazani su na Slici 3. Slika pokazuje proces rješavanja problema, čiji je sastavni dio i odlučivanje. Odlučivanje se sastoji od strukturiranja problema odlučivanja (definicija problema, identificiranje ili kreiranje alternativa te identificiranje kriterija) te od analiziranja problema odlučivanja (gdje se alternative vrednuju i gdje se nekom metodom vrši odabir najbolje alternative (odluke)). S tom fazom proces odlučivanja završava. Nakon što je odluka donesena, potrebno ju je implementirati, ali isto tako pratiti njezino izvršenje i vrednovati rezultate primjene da bi se utvrdilo da li je rješenje početnog problema zadovoljavajuće. Ako nije, potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere koje se najčešće definiraju u procesu primjene metode koja se zove matrica rizika [3].

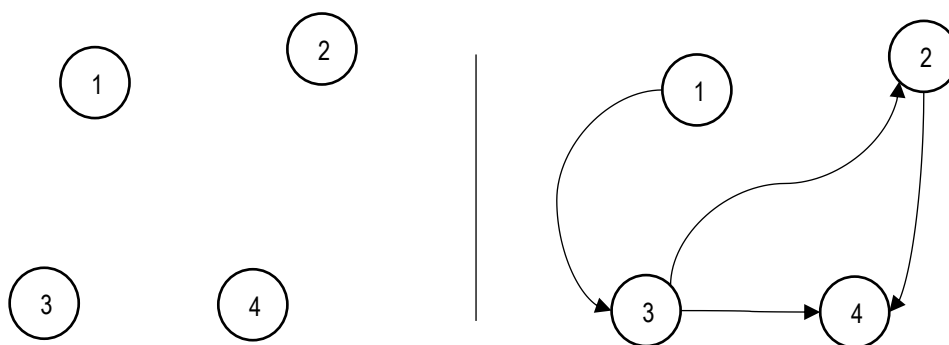


Slika 3. Koraci u višekriterijskom odlučivanju

Kada govorimo o višekriterijskom odlučivanju, kriteriji najčešće nisu međusobno jednako važni za postizanje cilja odlučivanja. Mjera koja opisuje tu veličinu zove se težina, ponder ili važnost kriterija.

S obzirom na utjecajnost/zavisnost među kriterijima razlikujemo probleme odlučivanja:

- Problemi odlučivanja u kojima postoje utjecaji i zavisnosti među kriterijima (Slika 4, lijevo),
- Problemi odlučivanja u kojima ne postoje utjecaji i zavisnosti među kriterijima (Slika 4, desno).



Slika 4. Problemi odlučivanja i veze među kriterijima

Metode koje nam stoje na raspolaganju u prvom slučaju su npr. metoda AHP, Electre, Promethee, Topsis, metoda ekvivalentnih zamjena i sl. One ne podržavaju modeliranje utjecaja i zavisnosti među kriterijima. S druge strane, metode koje podržavaju modeliranje utjecaja i zavisnosti među kriterijima (desni slučaj) su metoda ANP [10], metoda WINGS [11] i SNAP [3], [12].

3 2 Saatyjeva skala

Metoda AHP je jedna od najpoznatijih metoda za višekriterijsko odlučivanje i vjerojatno jedna od najviše korištenih metoda za višekriterijsko odlučivanje. Tvorac metode AHP je prof.dr.sc. Thomas Saaty. Možemo reći da je metoda AHP nadogradnja metode SAW (jednostavno zbrajanje težina) kod koje se težine prioriteta izračunavaju uspoređivanjem u parovima pri čemu je model problema odlučivanja оформljen kroz hijerarhiju. Pri tome se koristi Saatyjeva skala relativne važnosti koja je prikazana u Tablici 2. U jednom trenutku se uspoređuju dva elementa u paru.

Tablica 2. Saatyjeva skala [13]

Važnost	Definicija	Objašnjenje
1	Iste važnosti	Dva elementa su jednake važnosti u odnosu na cilj.
3	Slaba dominacija	Na temelju iskustva i procjene daje se mala prednost jednom elementu u odnosu na drugi.
5	Jaka dominacija	Na temelju iskustva i procjene daje se velika prednost jednom elementu u odnosu na drugi.
7	Dokazana dominacija	Dominacija jednog elementa potvrđena je u praksi.
9	Apsolutna dominacija	Dominacija najvišeg stupnja.
2, 4, 6, 8	Međuvrijednosti	Potreban je kompromis.

Metoda AHP temelji se na 4 aksioma [14]–[16]:

- 1) Aksiom 1: Uvjet reciprociteta. Kada se uspoređuju dva elementa iz para, ako prvi dominira nad drugim intenzitetom x prema Saatyjevoj skali, tada drugi element dominira nad prvim intenzitetom $1/x$
- 2) Aksiom 2: Homogenost. Usporedba ima smisla samo ako su elementi usporedivi. Kada se uspoređuju dva elementa po Saatyjevoj skali, ona mora biti dovoljna da se na njoj napravi usporedba, odnosno napravi konzistentna tablica usporedbi. Primjerice, ne mogu se uspoređivati težine sunca i atoma.
- 3) Aksiom 3: Zavisnost. Uspoređivanje elemenata u parovima s jedne razine hijerarhije moguće je samo u odnosu na elemente više razine hijerarhije. Obrnuta situacija moguća je u metodi sustavu koji se zove povratna veza (engl. *feedback*) u metodi AHP, tj. metodi ANP.
- 4) Aksiom 4: Očekivanje. Svaka promjena u strukturi hijerarhije zahtjeva ponovno računanje prioriteta u novoj hijerarhiji.

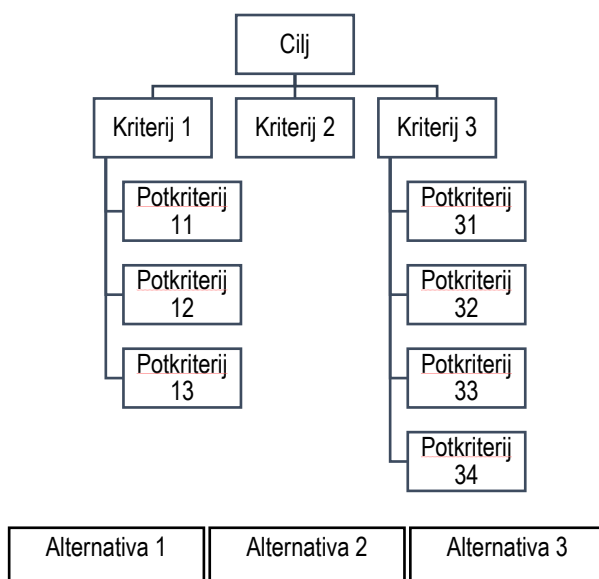
3 2 Koraci metode AHP

Metoda AHP sastoji se od 4 koraka. S obzirom na Sliku 3, jedan od koraka metode AHP odgovara procesu strukturiranju problema odlučivanja, a preostala tri odgovaraju procesu analiziranja problema koji završava donošenjem odluke. Koraci metode AHP su (prilagođeno prema [3], [13], [15], [17], [18]):

1. Strukturiranje hijerarhije odlučivanja koja na vrhu ima cilj odlučivanja, nakon čega slijede kriteriji koji mogu biti dekomponirani na potkriterije, dok se na zadnjoj razini hijerarhije uobičajeno nalaze alternative između kojih trebamo odlučiti se za jednu. Metode i pristupi koje mogu pomoći prilikom strukturiranja problema odlučivanja i formiranja hijerarhije su:
 - a. Intervju s ekspertima u problemskoj domeni,
 - b. Pregled literature (traženje relevantnih problema odlučivanja koji su ranije riješeni u području problem odlučivanja),
 - c. Tehnika oluja mozgova (zajedničko grupno mozganje) (engl. *brainstorming*) i tehnike kreativnosti mogu biti korisne prilikom kreiranja novih alternativa (ako nisu poznate),

- d. *Delphi* metoda se može koristiti za usuglašavanje popisa kriterija i formiranje hijerarhije,
 - e. Odozgo prema dolje (engl. *top-down*) pristup - dekompozicija kriterija u hijerarhiji
 - f. Odozdo prema gore (engl. *bottom-up*) pristup, metode klasteriranja - grupiranje kriterija u hijerarhiji
 - g. *PROACT* pristup u raščlambi problema odlučivanja
 - h. Promišljanje o problemu, zaključivanje... *Svaki problem sadrži sjeme vlastita rješenja.* Stanley Arnold).
2. Uspoređivanje u parovima. U ovom koraku provode se usporedbe u parovima poštujući hijerarhiju koja je kreirana u prethodnom koraku korištenjem Saatyjeve skale dane u Tablici 2. Prije provođenja usporedbi u parovima koje se tiču alternativa, poželjno je kreirati tablicu odlučivanja - prikaz alternativa, kriterija (listova) i vrijednosti alternativa po svim listovima. To može utjecati na bolje i konzistentnije usporedbe u parovima. Prilikom provođenja usporedbi u parovima, potrebno je paziti na konzistentnost uspoređivanja. Konzistentnost se odnosi na tranzitivnost prilikom uspoređivanja. Npr. ukoliko je E1 veći od E2, a E2 veći od E3, mora slijediti da je E1 veći od E3,
 3. Izračun prioriteta alternativa i težina kriterija temeljem svake tablice usporedbi u parovima odgovarajućim matematičkim postupkom,
 4. Analiza osjetljivosti. Provođenje analize osjetljivosti predstavlja ispitivanje osjetljivosti izlaznih varijabli - prioriteta alternativa temeljem promjena ulaznih varijabli - težina kriterija i odgovarajućih usporedbi. U primjeni analize osjetljivosti ispitujemo da li mala promjena u ulaznim procjenama (težinama kriterija) utječe na konačni poredak i prioritete alternativa i koliko. Ako male promjene ulaznih varijabli utječu na promjenu poretka alternativa (pogotovo prvo-rangirane alternative), tada tu alternativu ne bismo smjeli proglasiti odlukom bez neke dodatne analize.

Primjer hijerarhijskog modela odlučivanja metodom AHP prikazan je na Slici 5. Model sadrži tri kriterija, od kojih prvi ima tri potkriterija, treći ima četiri potkriterija, a drugi nema potkriterija. Model sadrži 3 alternative. Na slici nisu prikazane veze prema alternativama (radi preglednosti slike). Naime, svaki kriterij koji se ne dekomponira na potkriterij niže razine (list u grafu kriterija) povezuje se sa svakom alternativom što označava što će se, u drugom koraku metode AHP, uspoređivati u odnosu na neki element hijerarhije.



Slika 5. Problem odlučivanja prikazan kroz hijerarhiju [3]

Svaki višekriterijski problem odlučivanja možemo opisati tablicom odlučivanja koja za primjer sa Slike 5 izgleda kao u Tablici 3. U ćelijama te matrice nalazile bi se vrijednosti alternativa po potkriterijima i Kriteriju 2. Pošto je problem opće definiran, njih smo prikazali općim vrijednostima (V111 do V334), no tu bi pisale vrlo konkretne vrijednosti. Npr. ako se radi o kupnji automobila i Alternativa 1 je neki konkretni auto, a Kriterij 2 je boja automobila, tada bi u pripadnoj ćeliji pisala boja koju konkretni automobil ima.

Tablica 3. Tablica odlučivanja

Kriteriji	Kriterij 1			Kriterij 2	Kriterij 3			
Potkriteriji	11	12	13		31	32	33	34
Alternativa 1	V111	V112	V113	V12	V131	V132	V133	V134
Alternativa 2	V211	V212	V213	V22	V231	V232	V233	V234
Alternativa 3	V311	V312	V313	V32	V331	V332	V333	V334

Cilj metode AHP je iz tablice odlučivanja stvoriti tablicu prioriteta. Tablica prioriteta je prikazana u Tablici 4. Tablica sadrži prazne ćelije ispod Kriterija i potkriterija i na mjestu vrijednosti alternativa. U te prazne ćelije potrebno je upisati težine kriterija, težine potkriterija i lokalne prioritete alternativa koje ćemo izračunati metodom uspoređivanja u parovima korištenjem Saatyjeve skale. U pokaznom primjeru sa Slike 5 trebale bi se napraviti sljedeće usporedbe u parovima:

- Usporedba tri kriterija prve razine s obzirom na cilj odlučivanja,
- Usporedba tri potkriterija Kriterija 1 s obzirom na Kriterij 1,
- Usporedba četiri potkriterija Kriterija 3 s obzirom na Kriterij 3,
- Usporedba triju alternativa s obzirom na svih sedam potkriterija i Kriterij 2.

Tablica 4. Tablica prioriteta

Kriteriji	Kriterij 1			Kriterij 2	Kriterij 3			
Potkriteriji	11	12	13		31	32	33	34
Alternativa 1								
Alternativa 2								
Alternativa 3								

Najjednostavniji izračun prioriteta elemenata (težina kriterija i potkriterija i lokalnih prioriteta alternativa) hijerarhije je tzv. približni postupak. Prioriteti elemenata se iz kvadratne matrice usporedbi računaju na sljedeći način [19]:

1. Kreira se matrica usporedbi,
2. Zbroje se stupci matrice usporedbi,
3. Kreira se nova kvadratna matrica, B/B u kojoj se svaka vrijednost ćelije računa tako da se vrijednost ćelije na istoj poziciji u matrici usporedbi podijeli sa zbrojem pripadnog stupca matrice usporedbi,
4. Potom se vrijednosti u novoj kvadratnoj matrici uprosječe po redovima, a dobiveni prosjeci predstavljaju prioritete elemenata hijerarhije.

Demonstrirat ćemo navedeni postupak na primjeru izračuna težina kriterija za demonstracijski primjer. Dakle, prvo smo kreirali matricu 3x3 pošto imamo tri kriterija (lijeva matrica u Tablici 5). Na glavnoj dijagonali ove matrice nalaze se jedinice (1). Ta matrica se popunjava vrijednostima sa Saatyjeve skale koje su rezultat usporedbi u parovima. Pošto se na glavnoj dijagonali uspoređuju isti elementi, razumljivo je da se na glavnoj dijagonali nalaze vrijednosti 1 budući

da upravo 1 na Saatyjevoj skali označava da elementi koji se uspoređuju imaju istu važnost. Ostale vrijednosti upisujemo uspoređivanje u parovima. Na primjer: Dok uspoređujemo kriterij 1 i 2, moramo prvo odrediti koji nam je važniji. Recimo da je to Kriterij 1. Sad se pitamo, uvažavajući Saatyjevu skalu, koliko nam je Kriterij 1 važniji od Kriterija 2. Recimo da je to 2 puta. Imamo 2 pozicije u matrici usporedbi koje govore o odnosu između Kriterija 1 i Kriterija 2. Broj 2 ćemo upisati u onu poziciju koja je u retku Kriterija 1, a na preostalu poziciju upisujemo recipročnu vrijednost, tj. 0.5 sukladno ranije spomenutom aksiomu recipročnosti. Na isti način ćemo usporediti i Kriterij 2 s Kriterijem 3 te Kriterij 1 s Kriterijem 3. Prilikom uspoređivanja moramo paziti na tranzitivnost. Kako je Kriterij 1 bio 2 puta važniji od Kriterija 2, te kako je Kriterij 2 bio 2 puta važniji od Kriterija 3, jasno je da Kriterij 1 mora biti 4 puta važniji od Kriterija 3. Dok je puno elemenata u igri, donositelj odluka možda neće uspeti pratiti sve tranzitivnosti u modelu, pa možda neće uvažiti tranzitivnost. Tako možda umjesto vrijednosti 4, upiše neku drugu vrijednost. Svaka druga vrijednost, osim 4, rezultat će određenom nekonzistentnosti u modelu. Niska razina nekonzistentnosti je dozvoljena. Vidjet ćemo kasnije kako se ona računa. Nakon što smo popunili matricu usporedbi, zbrojili smo stupce te matrice kao što se vidi u Tablici 5. Potom smo svaku vrijednost iz matrice usporedbi podijelili s pripadnim zbrojem stupca (tablica u sredini Tablice 5) te konačno izračunali prosjeke redaka novo dobivene matrice (zadnji stupac u Tablici 5).

Tablica 5. Izračun težina kriterija

Cilj	Kriterij 1	Kriterij 2	Kriterij 3				
Kriterij 1	1	2	4	0,571429	0,571429	0,571429	0,571429
Kriterij 2	0,5	1	2	0,285714	0,285714	0,285714	0,285714
Kriterij 3	0,25	0,5	1	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857
	1,75	3,5	7				

Za navedenu matricu uspoređivanja moramo provjeriti koliko su usporedbe konzistentne, tj. u kojoj mjeri je ispoštovano pravilo tranzitivnosti na Saatyjevoj skali. Postupak provjere konzistentnosti provodi se kako slijedi:

- Stupci matrice usporedbe množe se s pripadnim težinama kriterija (prvi stupac matrice usporedbe množi se s težinom Kriterija 1, drugi stupac matrice usporedbi množi se s težinom Kriterija 2, a treći stupac matrice usporedbi množi se s težinom Kriterija 3),
- Zbroje se retci matrice iz prethodnog koraka (druga tablica u Tablici 6),
- Podijele se zbrojevi redaka iz prethodnog koraka sa izračunatim težinama kriterija (zadnji stupac u Tablici 6),
- Izračuna se prosjek izračunatih količnika iz prethodnog koraka (λ),
- Računa se CI vrijednost po formuli $CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$, pri čemu je n broj elemenata koji je u izračunu (u našem slučaju to je 3 jer su bila 3 kriterija u matrici usporedbe),
- Računa se omjer konzistencije CR, $CR = \frac{CI}{RI}$, pri čemu je RI fiksno definiran ovisno o broju elemenata koji je u usporedbi. Konkretno, dok su 3 elementa u matrici usporedbi, RI iznosi 0.52. Ostale vrijednosti RI-a mogu se naći u [13].

Prikaz opisanog postupka može se vidjeti u Tablici 6.

Tablica 6. Ocjena konzistentnosti uspoređivanja

0,571429	0,571429	0,571429	1,714286	0,571429	3
0,285714	0,285714	0,285714	0,857143	0,285714	3
0,142857	0,142857	0,142857	0,428571	0,142857	3
					$\lambda = 3$
					CI=0
					CR=0

Ukoliko je $CR < 0.1$ početne procjene u matrici usporedbi možemo smatrati konzistentnima. Dobivene težine kriterija sada možemo upisati tablicu prioriteta u prazne pozicije ispod naziva kriterija.

Spomenuti postupak se ponavlja za potkriterije (2 seta usporedbi: usporedbe potkriterija unutar Kriterija 1 i usporedbe potkriterija unutar Kriterija 3) i za lokalne prioritete alternativa (8 seta usporedbi – alternative se uspoređuju s obzirom na svaki stupac u tablici odlučivanja uzimajući u obzir vrijednosti alternativa u svakom stupcu).

Nakon što se matrica prioriteta popuni težinama kriterija, težinama potkriterija i lokalnim prioritetima alternativa, može se pristupiti određivanju ukupnih prioriteta alternativa. Ukupni prioriteti se izračunavaju tako da se zbroje umnošci težina kriterija, težina potkriterija i lokalnih prioriteta alternativa (Tablica 7).

Tablica 7. Popunjena tablica prioriteta s izračunatim ukupnim prioritetima

Kriterij	Kriterij 1			Kriterij 2	Kriterij 3				Ukupni prioriteti
	0,571429				0,142857				
Potkriteriji	11	12	13	0,285714	31	32	33	34	0,304286
	0,2	0,5	0,3			0,1	0,2	0,3	
Alternativa 1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,304286
Alternativa 2	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	0,6	0,37
Alternativa 3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,8	0,5	0,2	0,3	0,325714

Iz Tablice 7 je vidljivo da najveći prioritet ima Alternativa 2. Ipak, nju još nećemo proglasiti odlukom, već ćemo provesti analizu osjetljivosti. Analizu osjetljivosti možemo provesti na način da svakom kriteriju prve razine oduzimamo i dodajemo 5% (uz dodavanje i oduzimanje tih 5% preostalim kriterijima u omjeru njihovih težina) te izračunom ukupnih prioriteta alternativa. Kako imamo 3 kriterija na prvoj razini, imat ćemo ukupno šest analiza osjetljivosti. Cilj nam je vidjeti hoće li u svakoj analizi osjetljivosti prvorangirana alternativa ostati i dalje na prvom mjestu. Na kraju izrađujemo zbirnu tablicu analiza osjetljivosti. Dio zbirne tablice za naš primjer nalazi se u Tablici 8. Dok se provedu sve analize osjetljivosti iz zbirne tablice zaključujemo o konačnoj odluci.

Tablica 8. Dio zbirne tablice analize osjetljivosti

AO	Kriterij 1	Kriterij 2	Kriterij 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Promjena u poretku
Kriterij 1 -5%	0,521429	0,319047	0,158321	0,293533	0,35465	0,317281	ne
Kriterij 2+5%	0,621429	0,252381	0,12478471	0,314491	0,384229	0,333208	ne

4 Analitički mrežni proces

Metoda ANP trenutno je jedna od najsofisticiranijih metoda odlučivanja koja postoji budući da zadovoljava karakteristike koje metoda mora imati da bi bila uspješno primijenjena:

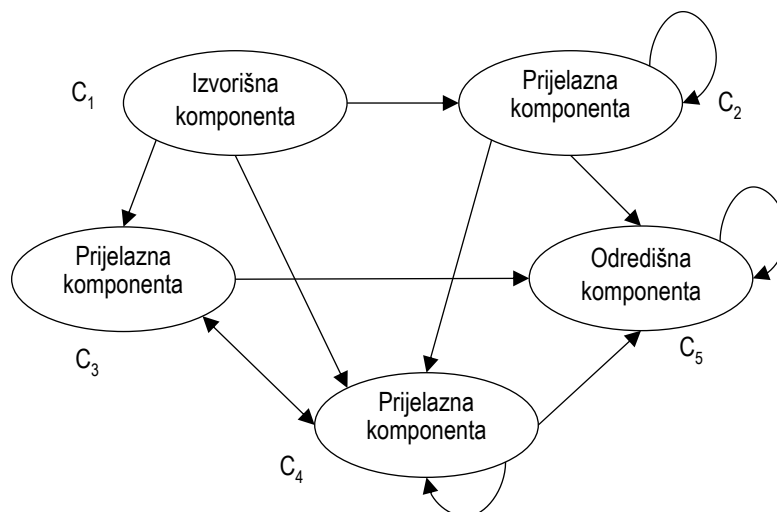
- Podrška strukturiranju problema odlučivanja: problem odlučivanja strukturira se temeljem više kriterija korištenjem osnova teorije grafova (kriteriji i alternative su čvorovi, a zavisnosti/utjecaji među njima su lukovi); pri tome kriteriji mogu biti grupirani u klastere
- Podrška kvalitativnih i kvantitativnih kriterija: vrijednosti kriterija u metodi ANP mogu biti izražene kvalitativnim i kvantitativnim skalama,
- Podrška grupnom odlučivanju: intenzitete utjecaja/zavisnosti među kriterijima na Saatijevoj skali može procjenjivati više donositelja odluka koji mogu davati procjene za određene segmente problema odlučivanja (npr. temeljem njihove stručnosti) ili za sve segmente probleme odlučivanja pri čemu se iz svih usporedbi (ponderiranom) geometrijskom sredinom izračunavaju agregirane usporedbe,

- Provođenje analize osjetljivosti: stabilnost dobivene odluke provjerava se provođenjem analize osjetljivosti kod koje se provjerava kako male promjene ulaznih podatke (usporedbe, težine kriterija) utječu na izlazne podatke (težine kriterija, lokalne i globalne prioritete alternativa)
- Modeliranje rizika, troškova i koristi: U metodi ANP postiže se uz pomoć više mreža, tj. preko varijante ANP-BOCR kod koje se za koristi (B), prilike (O), troškove (C) i rizike (R) izrađuje zasebna mreža. Potom se izračunavaju globalni prioritete alternativa u svim mrežama koji se potom agregiraju u jedinstvenu mjeru (prioritet) za svaku alternativa (BO/CR ili aditivna formula).

Metoda ANP nadogradnja je metode AHP. Metoda ANP omogućuje modeliranje funkcionalne interakcije kriterija i alternativa u obliku mreže uz pomoć povratnih veza (engl. *feedback*), a ne više linearno, u obliku hijerarhijskog stabla. Mrežna zavisnost elemenata doprinosi boljem modeliranju realnih problema jer je većina problema iz realnog svijeta nelinearna [20], [21]. Generalni prikaz mrežne strukture problema odlučivanja prikazan je na Slici 6. Elementi problema odlučivanja koji su u metodi AHP bili strukturirani kroz hijerarhiju, sada su strukturirani kroz mrežu. Mreža se sastoji od klastera (komponenti) u kojima su kao čvorovi smješteni cilj, kriteriji i alternative.

Uvažavajući Sliku 6 govorimo o nekoliko vrsta komponenti (klastera) [3]:

- Izvorišni klaster (engl. *source*) - to je klaster čiji elementi zavise o elementima drugih klastera, a niti jedan element bilo kojeg drugog klastera ne zavisi o bilo kojem elementu izvorišnog klastera. Izvorišni klaster sadrži izvorišne čvorove. Primjer izvorišnog klastera je klaster cilja. Na Slici 6 primjer izvorišnog klastera je C1,
- Prijelazni klaster (engl. *transient* ili *intermediate*) - to je klaster kod čiji elementi zavise o drugim klasterima, a također, elementi drugih klastera zavise o elementima prijelaznog klastera. Klasični primjer prijelaznog klastera je klaster kriterija. Čvorovi u klasteru kriterija, kriteriji, najčešće utječu na cilj, zavise (i utječu) na alternative. Na Slici 6 primjeri prijelaznih klastera su C2, C3 i C4,
- Odredišni klaster (engl. *sink*) - to je klaster čiji elementi utječu na elemente drugih klastera (ili istog klastera), no nijedan element odredišnog klastera ne zavisi o bilo kojem elementu bilo kojeg drugog klastera. Na Slici 6 primjer odredišnog klastera je C5.



Slika 6. Mrežna struktura problema odlučivanja [3]

Zavisnosti mogu biti unutarnje i vanjske. Unutarnja zavisnost (engl. *inner dependence*) ili petlja (engl. *loops*) u mreži označava da (barem) jedan element klastera ovisi o (najmanje) jednom elementu iz istog klastera. Petlja u hijerarhiji označava da svaki element klastera zavisi isključivo sam o sebi. Vanjska zavisnost (engl. *outer dependence*) označava

situaciju da (barem) jedan element klastera ovisi o (najmanje) jednom elementu drugog klastera. Kao što je ranije navedeno, značenje koncepta zavisnosti u suprotnosti je sa značenjem koncepta utjecajnosti.

Koraci metode ANP [3], [22]:

- Detaljno opisati problem odlučivanja: definirati ciljeve, kriterije i podkriterije, sudionike i njihove ciljeve te moguće posljedice i rezultate odluke. U ovom koraku definiraju se i utjecaji koji određuju proces odlučivanja i odluku,
 - Odrediti kontrolne kriterije i podkriterije u 4 kontrolne podmreže: koristi, prilike, troškovi i rizici (BOCR). Potom se radi usporedba kontrolnih kriterija u parovima. (Ponekad (rijetko) usporedbe se rade samo na temelju BOCR-a, bez kontrolnih kriterija). Ako neki kontrolni kriterij ima globalni prioritet manji od 3%, treba razmotriti njegovo isključenje iz problema odlučivanja. Kontrolni kriteriji nalaze se na drugoj razini u podmreži (npr. podmreži koristi (B)). Uobičajeni kontrolni kriteriji su: politički, socijalni, ekonomski, financijski, osvajanje tržišta, kulturni i drugi,
 - Određivanje mreže klastera i njihovih čvorova s obzirom na kontrolne kriterije. Radi bolje organizacije modela, preporuča se numerirati i poredati klastera i kriterije. Ako se neki klaster ili element javlja u više kontrolnih kriterija, treba koristiti identična imena takvih klastera,
 - Određivanje zavisnosti, tj. utjecaja među elementima u mreži (utjecaji među kriterijima i alternativama) za svaki kontrolni kriterij. Postoje dvije vrste zavisnosti: unutarnja (zavisnost među elementima istog klastera) i vanjska (zavisnost među elementima različitih klastera),
 - Odabir koncepta *utjecati na* ili biti *utjecan od/zavisi* za cijeli model (sva četiri kontrolna kriterija). Preferira se koncept *utjecati na*. Alat SuperDecisions modelira zavisnosti,
 - Konstrukcija supermatrice. Za svaki kontrolni kriterij potrebno je kreirati supermatricu klastera. Upisati na odgovarajuće pozicije prioritete koji su nastali uspoređivanjem u parovima klastera kao podstupci odgovarajućih stupaca matrice,
 - Uspoređivanje u parovima na razini elemenata klastera. Potrebno je napraviti uspoređivanje u parovima na razini elemenata unutar klastera s obzirom na njihove veze na elemente iz drugih klastera s kojima su povezani (vanjska zavisnost) i s obzirom na elemente u vlastitom klasteru (unutarnja zavisnost). Kod usporedbi u parovima uvijek je potrebno imati na umu kontrolni kriterij. Rezultat je neponderirana matrica,
 - Usporedba klastera u parovima. Potrebno je napraviti uspoređivanje u parovima na razini međusobno povezanih klastera s obzirom na dani kontrolni kriterij. Dobivene težine koriste se za otežavanje odgovarajućih blokova stupaca supermatrice. Kada nema veze među klasterima, dodjeljuje se nula (0). Potom se izračunava stohastička (ponderirana) supermatrica za koju vrijedi da je zbroj svih elemenata u stupcu jednak 1,
 - Izračunavanje granične matrice (prioriteta alternativa i pondera kriterija). Granična supermatrica je matrica dobivena potenciranjem stohastičke (ponderirane) supermatrice iz prethodnog koraka. Stohastička matrica može biti ireducibilna (primitivna i neprimitivna – ciklička) ili reducibilna. Dva su moguća ishoda: (1) Svi stupci matrice su identični (nakon potenciranja) te tako dobivamo relativne prioritete elemenata (težine kriterija i prioritete alternativa); (2) kada su zavisnosti kružne, koristi se Cesarova formula kod koje se granični prioritete zbrajaju i uprosječuju te potom normaliziraju,
 - Sinteza modela korištenjem multiplikativne BOCR formule. Dobiveni prioritete iz granične matrice množe se s težinom kontrolnih kriterija (iz koraka 2) i sintetiziraju s prioritetima koristi, mogućnosti, troškova i rizika. Tako se dobiju 4 vektora, po 1 za svako svojstvo. Potom se kreira omjer BOCR za svaku alternativu iz svakog vektora. Alternativa s najvećim omjerom postaje odluka,
 - Izrada strateškog kriterija i izračun BOCR prioriteta za sintezu korištenjem aditivne formule. (Ovaj pristup koriste oni koji imaju više resursa na raspolaganju). Prvo se određuju strateški kriteriji i njihovi prioritete kako bi se ocijenila svojstva (engl. *merits*), po jedan odjednom. Da bi to napravili najbolje

rangirana alternativa za svaki od svojstava se ocjenjuje kako bi se izračunao prioritet svojstva. Potom se 4 vrijednosti normaliziraju i koriste za izračun cjelokupne sinteze 4 vektora. Za svaku alternativu oduzimaju se ponderirani troškovi i rizici od sume ponderiranih koristi i prilika. Za određivanje odluke preko aditivne funkcije koristimo formulu $bB+oO-cC-rR$ (B, O, C, R su globalni prioriteti alternativa po svakom svojstvu, a b, o, c, r su prioriteti izračunati preko modela ocjena strateških kriterija),

- Provođenje analize osjetljivosti. Analiza osjetljivosti provodi se kako bi se ispitalo kako male promjene ulaznih vrijednosti utječu na konačnu odluku (alternativu s najvećim prioritetom, a ponekad i poredak alternativa).

Metoda ANP je izuzetno kompleksna pa se i manji broj istraživača i praktičara odlučuje za njezinu upotrebu u usporedu s metodom AHP. Opširnije o toj metodi može se naći u [3], [10], [16], [20], [23], [24]. Ponekad se metoda ANP kombinira s drugim metodama kako bi se postigla manja složenost primjene metode ANP. Tako se metoda ANP kombinira s metodom interpretativni strukturni dijalog [25], DEMATEL [26], [27] i analizom društvenih mreža [28].

5 Zaključak

U ovom preglednom radu kratko su prikazane metode za strateško planiranje i strateško odlučivanje u informacijskim znanostima. Radi se o metodama BSC, AHP i ANP. BSC koristimo kako bismo implementirali proces strateškog planiranja, ali i strateškog upravljanja u praksi. Cilj strateškog upravljanja je praćenje provedbe strateškog plana i poduzimanje korektivnih radnji ako je potrebno. Metoda AHP najviše je korištena metoda za strateško odlučivanje u informacijskim i komunikacijskim znanostima. Nadogradnja metode AHP je metoda ANP koja prilikom modeliranja problema odlučivanja u obzir uzima i zavisnosti među kriterijima. S druge strane, to ju čini izrazito kompleksnom te stoga nailazi na manju primjenu u odnosu na metodu AHP.

*Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom IP-2020-02-5071.

Popis literature

- [1] B. Divjak and N. Begičević Redep, 'Strategic Decision Making Cycle in Higher Education: Case Study of E-learning', in *International Association for Development of the Information Society*, 2015, p. 8.
- [2] B. Divjak, 'Challenges of Strategic Decision-Making within Higher Education and Evaluation of the Strategic Decisions', in *Central European Conference on Information and Intelligent Systems*, 2016, pp. 41–46.
- [3] N. Kadoić, 'Nova metoda za analizu složenih problema odlučivanja temeljena na analitičkom mrežnom procesu i analizi društvenih mreža', University of Zagreb, 2018.
- [4] P. Sikavica, T. Hunjak, N. Begičević Redep, and T. Hernaus, *Poslovno odlučivanje*. Zagreb: Školska knjiga, 2014.
- [5] N. Kadoić, N. Begičević Redep, and B. Divjak, 'E-learning decision making: methods and methodologies', in *Re-Imagining Learning Scenarios*, 2016, vol. CONFERENCE, no. June, p. 24.
- [6] A. Janeš, N. Kadoić, and N. Begičević Redep, 'Differences in prioritization of the BSC's strategic goals using AHP and ANP methods', *Journal of Information and Organizational Sciences*, vol. 42, no. 2, pp. 1–24, 2018.
- [7] N. Kadoić and N. Begičević Redep, 'RANKING THE BALANCED SCORECARD GOALS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS USING THE CENTRALITY MEASURES', 2019, pp. 7366–7373.
- [8] J. Brumec, M. Tomičić, and S. Brumec, 'Konstrukcija mjernih instrumenata za Balanced Scorecard', *Proceedings of 18th Conference on Methods and Tools for Information and Business Systems development*, pp. 21–30, 2006.
- [9] M. Bohanec, 'Qualitative MultiCriteria Modelling Method DEX: Approach, Recent Advances and Applications',

in *Book of Abstracts, 16th International Conference on Operational Research, KOI 2016*, 2016.

- [10] T. L. Saaty, *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process : the Organization and Prioritization of Complexity*, Second and. New York: RWS Publications, 2001.
- [11] J. Michnik, 'Weighted influence non-linear gauge system (WINGS)-An analysis method for the systems of interrelated components', *European Journal of Operational Research*, vol. 228, no. 3, pp. 536–544, 2013.
- [12] M. Dzeko, N. Kadoic, and Z. Dobrovic, 'Metamodeling SNAP, a Multi-Criteria Method for Effective Strategic Decision Making on e-Learning Issues', in *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2019, pp. 849–853.
- [13] T. L. Saaty, 'Decision making with the analytic hierarchy process', *Int. J. Services Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 83–98, 2008.
- [14] P. T. Harker and L. G. Vargas, 'The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process', *Management Science*, vol. 33, no. 11, pp. 1383–1403, Nov. 1987.
- [15] N. Begičević, 'Višekriterijski modeli odlučivanja u strateškom planiranju uvođenja e-učenja', University of Zagreb, Faculty of organization and informatics, 2008.
- [16] T. L. Saaty and M. Sodenkamp, 'The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: The Measurement of Intangibles', vol. 1, no. 1, pp. 91–166, 2010.
- [17] N. Kadoić, N. Begičević Ređep, and B. Divjak, 'Structuring e-Learning Multi-Criteria Decision Making Problems', in *Proceedings of 40th Jubilee International Convention, MIPRO 2017*, 2017, pp. 811–817.
- [18] N. Kadoić, D. Šimić, J. Mesarić, and N. Begičević Ređep, 'Measuring Quality of Public Hospitals in Croatia Using a Multi-Criteria Approach', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, no. 19, p. 9984, Sep. 2021.
- [19] P. Sikavica, T. Hernaus, N. Begičević Ređep, and T. Hunjak, *Poslovno odlučivanje. Školska knjiga Zagreb*, 2014.
- [20] T. L. Saaty, 'The Analytic Network Process – Dependence and Feedback in Decision-Making: Theory and Validation Examples', in *Business Applications and Computational Intelligence*, K. Voges and N. Pope, Eds. IGI Global, 2006, pp. 360–388.
- [21] T. L. Saaty and L. G. Vargas, *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Springer; Softcover reprint of hardcover 1st ed. 2006 edition (December 28, 2009), 2006.
- [22] T. L. Saaty and B. Cillo, *A Dictionary of Complex Decision Using the Analytic Network Process, The Encyclicon, Volume 2*, 2nd ed. Pittsburgh: RWS Publications, 2008.
- [23] T. L. Saaty, 'Fundamentals of the analytic network process — Dependence and feedback in decision-making with a single network', *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 129–157, 2004.
- [24] T. Saaty, L., 'Fundamentals od the Analytic Network Process', 2004.
- [25] Y. Shih-Hsi, C. C. Wang, L.-Y. Teng, Y. M. Hsing, and Shih-Hsi Yin, 'Application of DEMATEL, ISM, and ANP for key success factor (KSF) complexity analysis in R&D alliance', *Scientific Research and Essays*, vol. 7, no. 19, pp. 1872–1890, 2012.
- [26] J. L. Yang and G. H. Tzeng, 'An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method', *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 3, pp. 1417–1424, 2011.
- [27] N. Kadoić, B. Divjak, and N. Begičević Ređep, 'Integrating the DEMATEL with the analytic network process for

effective decision-making', *Central European Journal of Operations Research*, vol. 27, no. 3, pp. 653–678, Sep. 2019.

- [28] N. Kadoić, N. Begičević Ređep, and B. Divjak, 'A new method for strategic decision-making in higher education', *Central European Journal of Operations Research*, no. Special Issue of Croatian Operational Research Society and Collaborators, Oct. 2017.