UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Urška Župan

Evalvacija spletnih strani s pomočjo robustnih modelov za večkriterijsko odločanje

Magistrsko delo

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Urška Župan

Mentor: doc. dr. Damjan Škulj

Evalvacija spletnih strani s pomočjo robustnih modelov za večkriterijsko odločanje

Magistrsko delo

Ljubljana, 2015

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju doc.dr. Damjanu Škulju, za čas, komentarje in nasvete pri izdelavi moje magistrske naloge.

Nalogo posvečam svoji družini, mami Lučki, očiju Bojanu, sestricama Tini in Niki ter fantu Dejanu. Hvala Vam za razumevanje, potrpljenje, podporo in ljubezen, ki ste mi jih namenili v času izdelave magistrske naloge.

Evalvacija spletnih strani s pomočjo robustnih modelov za večkriterijsko odločanje

V magistrskem delu obravnavam uporabo robustnih večkriterijskih modelov za evalvacijo spletnih strani. Podrobno se lotim dveh modelov – mehkega in intervalnega AHP. Raziskav na temo evalvacije spletnih strani je kar nekaj, vendar jih velika večina uporablja klasični AHP, redke so raziskave z uporabo mehkega AHP, raziskav, narejenih z intervalnim modelom, pa do sedaj še ni bilo narejenih. Glede na vse raziskave sem prikazala dva modela, ki uspešno nadomestita klasični model, ki je postal preveč tog za človeško nejasnost odločanja. V teoretičnem delu se najprej dotaknem teme evalvacije spletnih strani in večkriterijskega odločanja na splošno. Podrobneje predstavim analitični hierarhični proces (AHP) in modele odločanja z negotovostjo – mehki in intervalni model. Na koncu teoretičnega dela pa povežem temo evalvacije spletnih stran z robustnima modeloma. V praktičnem delu naredim simulacijo mehkega in intervalnega AHP. Za osnovo mehkega in intervalnega modela uporabim lasten model, ki sem ga razvila že v diplomskem delu. Ugotovila sem namreč, da je najpomembnejši kriterij pri mehkem modelu profil strank in najboljša alternativa portal 3, prav tako pa je profil strank najpomembnejši kriterij tudi pri intervalnem modelu. Najboljše alternative sicer ne moram določiti, lahko pa določim delni vrstni red – portal 2 je bolj zaželen kot portal 1. Na koncu naredim še primerjavo obeh modelov med seboj ter iz tega izpeljem prednosti in slabosti mehkega in intervalnega modela.

Ključne besede: evalvacija spletnih strani, večkriterijsko odločanje, AHP, mehki model, intervalni model.

Evaluation of web sites with the help of robust models for multi-criteria decision-making

In thesis I deal with the use of robust models for multi-criteria decision-making for evaluation of web sites. In detail I address two models – fuzzy and interval AHP. Research on topic of evaluation of web sites is quite a few, but the vast majority uses traditional AHP, rare research are known using fuzzy AHP, researches with interval model have never been done until now. In the light of all the research I show two models, which successfully replaced the classical model, which has become too rigid for human ambiguity of decision making. In theoretical part I first present the topic of evaluation of web pages and multi-criteria decision-making. In greater detail I present analytical hierarchy process (AHP) model and decision-making with uncertainty – fuzzy and interval model. In the end, I connect topic of evaluation of web pages with robust models. In practical part I do a simulation of fuzzy and interval AHP. For the basic I use my own model, which I developed in my thesis. I have discovered, that the most important criteria in fuzzy model is audience fit and the most important alternative in portal 3. The most important criteria in the interval model is also audience fit, but I could not determine the most important alternative. I could only determine partial order of alternatives - portal 2 is more desired than portal 1. In the end, I do the comparison of both models from which I draw the advantages and disadvantages of fuzzy and interval model.

Key words: evaluation of web pages, AHP, clasic model, fuzzy model, interval model.

Kazalo

Kazalo tabel

Kazalo slik

1 Uvod

Razvoj spleta je prinesel veliko novih stvari, med njimi tudi možnost spletnega oglaševanja. Spletno oglaševanje je zelo hitro začelo konkurirati tradicionalnim oblikam oglaševanja (Evans 2009). S tem pa se je pojavila problematika tega, katera spletna stran je najboljša za spletno oglaševanje (Dominic in drugi 2010). Prve raziskave so bile narejene leta 1995. Tillman (1995), Tate in Alexander (1999), so bile ene izmed prvih raziskovalk, ki so se lotile problema določanja kriterijev za evalvacijo spletnih strani. Enega najbolj razširjenih modelov sta oblikovala DeLone and McLean (2003). Njun model je vseboval šest različnih kriterijev za merjenje kvalitete spletnih strani – kvaliteto sistema, kvaliteto informacij, kvaliteto storitve, zadovoljstvo uporabnikov, uporabnost sistema in koristi interneta. Ta model je bil podlaga številnim kasnejšim raziskavam. Dve od bolj poznanih so izvedli Ngai (2002) ter Lee in Kozar (2006). Evalvacije spletnih strani so se lotili z vidika oglaševalcev, sicer pa se je je mogoče lotiti tudi s strani uporabnikov. Omenjeni raziskovalci so se evalvacije spletnih stani lotili s pomočjo različnih matematičnih metod. Za najbolj razširjeno metodo se je izkazala AHP.

AHP ali analitično hierarhični model je metoda večkriterijskega odločanja, kjer kriterije primerjamo po parih. Namen metode je ugotoviti, katera alternativa je najboljša (Saaty 2008). Navkljub svoji uporabnosti se je ta model izkazal za preveč togega glede na vedno večjo nejasnost človeškega odločanja. Razlog za to je bil v prehitri spremenljivosti vrstnega reda kriterijev (Ngai 2002). Kot alternativa temu modelu sta se razvila mehki in intervalnih model. Mehki model namesto številskih opisov primerjav kriterijev uporabi trikotna mehka števila, intervalni model pa za številske opise uporabi interval. Oba modela nudita besedilne in številske opise primerjav kriterijev, ki se bolje prilagajo človeškemu odločanju (Lin 2010; Sugihara in drugi 2004). Glavni razlog za večjo uporabnost robustnih modelov je ta, da nezanesljive točkaste ocene nadomestimo z zanesljivimi mehkimi ali intervalnimi ocenami, ki sicer ne omogočajo vedno enolične izbire najboljše alternative, vendar pa zvesto odražajo negotovost odločevalca.

S problematiko evalvacij spletih strani z mehkim modelom se je ukvarjalo kar nekaj raziskovalcev, vendar je večina mehki model uporabila v povezi z drugimi metodami (Kaya 2010). Edina, ki je mehki model uporabila samostojno, je bila Lin (2010). Raziskav, ki bi se lotile evalvacije spletnih strani z intervalnim modelom, pa še ni bilo narejenih. Raziskava, ki se je lotila realne situacije z intervalnim modelom, je bila narejena na temo evalvacije kvalitete storitev v restavraciji hitre hrane (Hu in Chen 2010). Ostale raziskave so se predvsem lotevale same uporabe intervalnega modela (Sugihara in drugi 2004; Entani in Sugihara 2012; Jalao in drugi 2014).

V kontekstu raziskovanja me zanima, ali lahko dva robustna modela – mehki in intervalni model – uspešno nadomestita tradicionalni model. Pri tem se bom predvsem osredotočila na postopek računanja pri obeh modelih. Namen magistrskega dela je prikazati uporabnost mehkega in intervalnega modela ter njuno primernost nadomeščanja tradicionalnega modela. V teoretičnem delu magistrske naloge bom najprej predstavila evalvacijo spletnih strani in večkriterijsko odločanje. Nato bom predstavila še mehki in intervalni model, ki ju bom v naslednjem poglavju povezala z evalvacijo spletnih strani. Nadalje bom v raziskovalnem delu najprej predstavila osnovi model, nato bom izvedla simulacijo mehkega modela in simulacijo intervalnega modela. Potem bom oba narejena modela primerjala med seboj ter iz tega izpeljala prednosti in slabosti mehkega in intervalnega modela. Na koncu bom naredila še zaključek, kjer bom predstavila možne razširitve modelov in omejitve magistrskega dela.

2 Evalvacija spletnih strani

Razvoj interneta in spletnega oglaševanja je spremenil tradicionalni način oglaševanja, prav tako pa je ponudil nove metode usklajevanja potrošnikov in njihovih potreb. To je omogočilo, da oglaševanje na spletnih straneh uspešno konkurira tradicionalnim oblikam oglaševanja, kot so televizija, časopisi in radio. Z razvojem spletnega oglaševanja je vsaka spletna stran, ki privablja kupce, postala tudi potencialni ponudnik oglaševalskega prostora (Evans 2009).

Razvoj spletnih strani je nadalje prinesel tudi problem, na kateri spletni strani oglaševati, da bi pridobili čim več potrošnikov. Evalvacija spletnih strani je postala ena izmed dejavnikov oglaševanja na spletu, ker spletno oglaševanje omogoča večjo kvaliteto spletnih stani in hitrejšo dostavo izdelkov. Na drugi strani pa se je pojavil problem kompleksnosti in težjega spopadanja z razumevanjem spletnih strani s strani potrošnikov (Dominic in drugi 2010).

Tabela 2.1: Kriteriji za evalvacijo spletnih strani

Raziskovalec/i	Kriteriji
Tillman (1995)	enostavnost iskanja uporabnika, enostavnost prepoznavanja ugleda avtorjev strani, posodabljanje, stabilnost informacij in enostavna uporaba z vidika pripravnosti in povezanosti
Tate in Alexander (1999)	avtoriteta, natančnost, objektivnost, posodabljanje in pokritost
DeLone in McLean (2003)	kvaliteta sistema, kvaliteta informacij, kvaliteta storitve, zadovoljstvo uporabnikov, uporabnost sistema in koristi interneta
Lee in Kozar (2006)	kvaliteta informacij, kvaliteta storitev, kvaliteta sistema in kvaliteta prilagajanja strankam
Lin (2010)	kvaliteta informacij, kvaliteta storitev, kvaliteta sistema in privlačnost spletnih strani

Vir: Tillman (1995), Tate in Alexander (1999, 3); Delone in McLean (2003, 13–15); Lee in Kozar (2006, 1388–1389); Lin (2010, 880–882).

Prve raziskave na temo kvalitete spletnih strani so se pojavile leta 1995. Tistega leta je Tillmanova (1995) predlagala pet glavnih kriterijev za evalvacijo kvalitete spletnih strani. Nekaj let kasneje sta Tate in Alexander (1999) definirali pet kriterijev, ki sta jih opredelili malo drugače kot Tillmanova. Raziskovalki sta primerjali tradicionalne in spletne medije in tako ugotovili, kateri kriteriji so pomembni za kvalitetno spletno stran (glej tabelo 2.1).

Zgoraj omenjeni avtorji so se pri evalvaciji spletnih strani oprli na uporabo kriterijev za ocenjevanje kvalitete spletnih strani, nekateri drugi raziskovalci pa so predlagali drugačen pristop. Leta 1990 sta Nielsen in Molich (1990) predlagala uporabo hevristične metode za ocenjevanje kvalitete spletnih strani. Uporabila sta metodo za iskanje težav z uporabnostjo med oblikovanjem uporabniškega vmesnika, katere namen je bil uporabiti rezultate raziskave pri procesu načrtovanja. Podobno so se problema evalvacije spletnih strani lotili tudi Borges in drugi (1998), ki so s pomočjo anketnega vprašalnika in testa uporabnosti razvili smernice za oblikovanje spletnih strani.

Večina omenjenih raziskav je temeljila na osebnih opazovanjih in izkušnjah, prav tako pa večina niti ni izvedla raziskave, ki bi potrdila njihove ugotovitve (Liu in drugi 2000). Enega najbolj zanesljivih modelov za evalvacijo spletnih strani sta razvila DeLone in McLean (2003). Njun informacijski model uspešnosti meri kvaliteto informacijskih storitev na spletnih straneh. Model vsebuje šest različnih kriterijev za merjenje kvalitete spletnih strani. Prvi kriterij, kvaliteta sistema, meri tehnično uspešnost strani; drugi kriterij, kvaliteta informacij, meri semantično uspešnost; tretji kriterij, kvaliteta sistema, meri uspešnost potrošniških storitev; zadnji trije kriteriji, zadovoljstvo uporabnikov, uporabnost sistema in koristi interneta, pa merijo učinkovitost spletne strani (glej tabelo 2.1) (DeLone and McLean 2003).

S pomočjo DeLonevega in McLeanovega modela je bilo narejenih nekaj raziskav o evalvaciji kvalitete spletnih strani. Med najbolj znanimi deli sta raziskavi Leeja in Kozarja (2006), ki sta svoj model uporabila za evalvacijo kvalitete spletnih strani, ki prodajajo elektroniko in spletnih strani, ki se ukvarjajo s potovanji. Raziskovalca sta delno priredila osnovni model in tako uporabila le štiri glavne kriterije za evalvacijo spletnih strani. Kriteriji so bili naslednji: kvaliteta informacij, kvaliteta storitev, kvaliteta sistema in kvaliteta prilagajanja strankam (Lee in Kozar 2006). Še eno izmed vplivnejših del s pomočjo DeLonevega in McLeanovega modela je raziskava Lin (2010). Na podlagi osnovnega modela je razvila model s štirimi glavnimi kriteriji. Prirejeni model je nato uporabila za evalvacijo spletnih strani za učenje. Prvi trije kriteriji so bil enaki kot pri DeLonevem in McLeanovem modelu – kvaliteta informacij, kvaliteta storitev in kvaliteta sistema. Zadnji kriterij, ki ga je Lin posebej priredila za spletne strani, ki so namenjene učenju, pa je bila privlačnost spletnih strani (glej tabelo 2.1) (Lin 2010).

Vse zgoraj omenjene raziskave so se ukvarjale z evalvacijo spletnih strani z vidika oglaševalcev in ustvarjalcev spletnih strani. Takšnih raziskav pa se je mogoče lotiti tudi z vidika uporabnikov ali celo z obeh vidikov skupaj (Sayar in Wolfe 2007). Najbolj pogosta področja raziskovanja z vidika uporabnika, na temo evalvacije spletnih strani, so torej funkcionalnost, uporabnost, učinkovitost in zanesljivost (Olsina in drugi 2001). Z vidika oblikovalcev in oglaševalcev na spletnih straneh sta najbolj raziskani področji uporabnost in dostopnost, kar je opazno že v zgoraj omenjenih raziskavah (Dominic in drugi 2010).

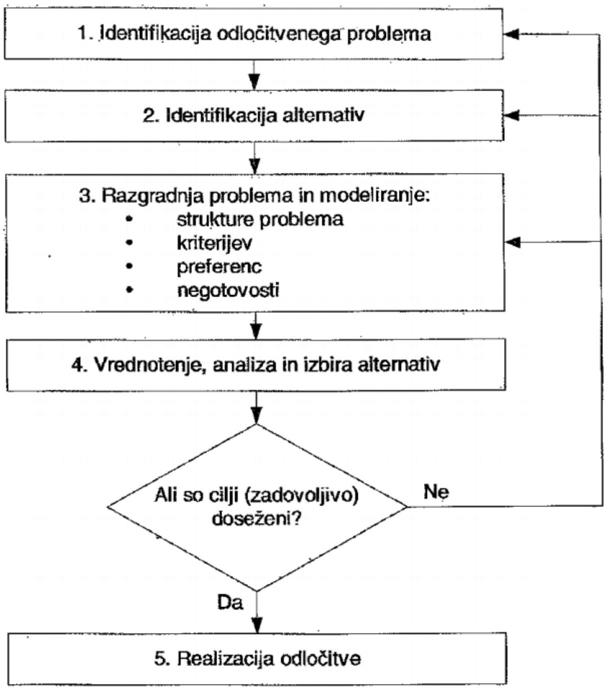
Eno bolj znanih raziskav na temo evalvacije spletnih strani z vidika uporabnika sta naredila Hwang in Kim (2007). Zanimalo ju je, ali obstaja povezava med kvaliteto razvoja informacijskega sistema z vsebino storitev in e-zaupanjem. Ugotovila sta, da kvaliteta informacijskega sistema s podano vsebino storitev vpliva na e-zaupanje in na to, ali se bodo uporabniki vrnili na določeno spletno stran. Hkrati sta ugotovila tudi, da občutek užitka ali anksioznosti ob uporabi določenega informacijskega sistema vplivata na uporabnikovo e-zaupanje (Hwang in Kim 2007).

Na temo evalvacije spletnih strani je bilo torej narejenih veliko raziskav. V nekaterih izmed teh raziskav se je pojavila uporaba matematičnih metod za evalvacijo spletnih strani in njihove kvalitete. Nekatere metode, ki so bile uporabljene za evalvacijo spletnih strani, so bile analitično hierarhični proces (AHP), laboratorij poskusnega odločanja in evalvacije (ang. Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory ali DEMATEL) in tehnika za določanje vrstnega reda prednostni glede na podobnosti za idealno rešitev (ang. Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution ali TOPSIS) (Tsai in drugi 2010). V naslednjem poglavju bom kot možnosti za evalvacijo spletnih strani predstavila nekatere od omenjenih matematičnih metod za odločanje.

3 Večkriterijsko odločanje

»Z odločanjem izbiramo pot, po kateri potujemo skozi življenje« (Bohanec 2006, xiii). Da pa bi bilo to odločanje lažje, so matematiki razvili modele za odločanje. Ti nam lahko pomagajo pri našem odločitvenem problemu, predvsem pri sklepanju odločitev v takšnih situacijah (Omladič 2002). Odločanje je proces, ki ne zajema samo odločitve, ampak tudi aktivnosti pred in po odločitvi, kot so priprave in realizacija naše odločitve. Tekom tega procesa naj bi izbrali tisto odločitev, ki je najboljša, oziroma tisto, ki nam najbolj ustreza. Da pa bi ta proces potekal čim bolj hitro in poceni, obstajajo faze odločitvenega procesa, ki se jih lahko držimo (glej sliko 3.1) (Bohanec 2006).

Slika 3.1: Faze odločitvenega procesa



Vir: Bohanec (2006, 20).

Prva faza odločitvenega procesa je identifikacija odločitvenega problema. V tej fazi se zavemo našega problema in ga poskušamo čim bolj spoznati in opredeliti. Prav tako določimo predmet odločitve ter cilje in posledice, ki jih lahko ima naša odločitev. V drugi fazi identificiramo alternative, ki predstavljajo različne možnosti, ki jih imamo na voljo pri odločitvi. Včasih se alternative pojavijo same, včasih jih moramo določiti sami. Ne glede na način pojavljanja pa je pomembno, da določimo čisto vse možne alternative. To pomeni tudi alternativo staus quo – možnost, da se ne odločimo in pustimo stanje tako, kot je. V tretji fazi razgradimo problem in začnemo modelirati. V tej fazi odločevalec – oseba ali osebe, ki se na koncu odločijo – zgradijo več različnih modelov. Takšen model običajno vsebuje strukturo odločitvenega problema, kriterije, preference in negotovosti. V strukturi odločitveni problem razdelimo na manjše, bolj obvladljive probleme. Prav tako določimo povezanost teh manjših problemov in ugotovimo za kakšno vrsto odločanja gre. Nato v modelu določimo vse kriterije, ki so relevantni za našo odločitev. Ko imamo določene kriterije, lahko določimo še preference. To so subjektivne odločitve odločevalca o tem, katere alternative so bolj zaželene. Na koncu te faze določimo še negotovosti ali tveganja, ki se lahko pojavijo tekom celotnega odločitvenega procesa. V četrti fazi izvedemo vrednotenje, analizo in izbiro alternative. Za vsako alternativo določimo oceno koristnosti glede na to, kakšni so naši cilji, s čimer lahko alternative ovrednotimo od najslabše do najboljše. V tej fazi lahko uporabimo različne vrste analize za določanje vrstnega reda alternativ. Najbolj znane so analize kaj-če, analiza občutljivosti, simulacija Monte Carlo in selektivna razlaga. Pri analizi kaj-če se vprašamo, kaj bi se zgodilo, če bi spremenili vrstni red alternativ. Pri analizi občutljivosti nas zanima, kako se spremeni vrstni red, če pride do spremembe v modelu, simulacija Monte Carlo pa ponavlja vrednotenje alternativ pri različnih kriterijih in pogojih odločanja. Rezultati simulacij so možne posledice odločitev. Zadnja analiza, selektivna razlaga, pa nam pomaga ugotoviti najpomembnejše prednosti in slabosti alternativ. Na koncu četrte faze se torej lahko dokončno odločimo. Pogoj za to je poznavanje naše najboljše in najslabše alternative in vedenje, ali bi bili z izbiro zadovoljni. Če ta pogoj ni izpolnjen, se moramo ponovno vrniti na prvo fazo in se vprašati, ali smo prav razumeli naš odločitveni problem. V zadnji, peti fazi, lahko končno izvedemo realizacijo odločitve. Peti fazi odločitvenega procesa sledi še ocena kakovosti odločitve. To nam pomaga pri zagotavljanju večje kvalitete procesa in izbire alternative (Bohanec 2006).

3.1 Metode in tehnike odločanja

Pri izvedbi odločitvenega procesa si lahko pomagamo z različnimi tehnikami in metodami odločanja. Bohanec (2006) razdeli tehnike in metode odločanja v tri skupine. V prvi skupini samo razvrstimo alternative ne glede na njihove lastnosti, v drugi skupini so metode odločanja v negotovosti ali s tveganjem in v tretji skupini so metode večparametrskega odločanja.

Prva tehnika ima samo eno metodo – metodo primerjave alternativ po parih. Tukaj metode primerjamo po parih, ni pa pomembno, kašne so njihove lastnosti. V drugi skupini metod so: metoda odločanja v popolni negotovosti, metoda odločanja z znanim tveganjem, odločitvena drevesa in diagrami vpliva. Metoda odločanja v popolni negotovosti temelji na tem, da po tem ko se odločimo za eno od alternativ, ne moremo oceniti verjetnosti dogodkov. Ta metoda ima več kriterijev, s pomočjo katerih lahko izberemo najboljšo alternativo. Kriterij prevladujoče alternative nam pomaga ugotoviti, katera alternativa je tista, ki prevladuje in je potemtakem tudi najboljša. Kriterij pesimista vedno računa na najslabši izid odločanja, nasprotno pa kriterij optimista vedno računa na najboljši možni izid odločanja. Hurwiczev kriterij poskuša poiskati neko vmesno pot med najboljšim in najslabšim izidom odločanja. To naredimo tako, da izračunamo t.i. optimistično-pesimistični indeks *h,* ki nam pove, ali je izid bolj pesimističen ali bolj optimističen. Glede na to, kakšen je napovedani izid, sledimo kriteriju pesimista ali optimista. Laplacev kriterij pa v primeru, da ne poznamo vseh verjetnosti izidov odločanja, predpostavi, da so vsi izidi enako verjetni. Zadnji kriterij je kriterij najmanjšega obžalovanja ali Savageev kriterij. Ta kriterij nam pomaga ugotoviti razliko med izbrano alternativo in najboljšo alternativo za dani izid odločanja. Metoda odločanja z znanim tveganjem temelji na tem, da vemo, kakšna je verjetnost, da se bo kateri izmed izidov zgodil. To metodo lahko izvedemo s pomočjo kriterija najbolj verjetnega izida in pričakovane vrednosti. Odločitvena drevesa pa so tehnika, kjer lahko prikažemo zaporedje odločitev in njihove posledice. Zadnja metoda druge skupine so diagrami vpliva, ki nam pomagajo bolj podrobno razumeti odločitveni problem. Diagrami vpliva so sestavljeni iz treh vozlišč ali delov, ki jih običajno predstavimo na grafičen način. Prvo vozlišče je odločitveno, drugo dogodkovno in tretje vrednostno. S pomočjo teh vozlišč lahko prikažemo povezave med posameznimi elementi odločitvenega problema (Bohanec 2006).

V zadnja skupina metod in tehnik odločanja po Bohancu (2006) pa sodijo: metoda prednosti in slabosti alternativ, metoda PMI, metoda Abacon, metoda Kepner-Tregoe, metoda MAUT (ang. Multi-Attribute Utility Theory), metoda DEX in metoda AHP (ang. Analytic Hierarchical Process). S pomočjo metode prednosti in slabosti alternativ poizkušamo najti največje slabosti in prednosti alternativ. Metoda PMI je v osnovi nadgradnja prejšnje metode. Poleg prednosti in slabosti alternativ, si zapišemo še, kako zelo slaba (minus) oziroma dobra (plus) je prednost alternative. Pri metodi Abacon uredimo alternative od najbolj do najmanj pomembne na neki lestvici, ki pa je enaka za vse alternative. Ta metoda je primerna za manjše število parametrov in večje število alternativ. Podobno je pri uporabi metode Kepner-Tregoe, kjer ponovno uredimo alternative in parametre na linearni lestvici. S pomočjo te metode lahko ugotovimo, kako so alternative razporejene na lestvici od 1 do 10, s čimer lahko ugotovimo tudi, katera alternativa je najboljša. Metoda MAUT pa je prva izmed večparametrskih metod, ki jo lahko uporabimo za reševanje bolj kompleksnega odločevalskega problema. To naredimo s pomočjo modelov vrednotenja alternativ. Najprej osnovne funkcije preslikamo v preference. Postopek je podoben kot pri metodi diagramov vpliva, vendar na koncu preference združimo z uporabo funkcij združevanja (npr. utežna vsota). Metoda DEX je podobna prejšnji metodi, vendar pri tej metodi za vrednotenje ne uporabljamo dejanskih parametrov, ampak simbolne. Uporabljamo torej neke besedilne opise, ki zamenjajo naše numerične zapise. Te besedilne parametre nato uredimo v tabelo in jih primerjamo s pomočjo funkcije koristnosti. Zadnja metoda pa je AHP metoda. Ta metoda temelji na primerjavi alternativ po parih (Bohanec 2006). Bolj podrobno je opisana v naslednjem podpoglavju. Treba je tudi omeniti, da so zadnje tri omenjene metode – MAUT, DEX in AHP – tiste metode, ki se največkrat uporabljajo za večje odločitvene probleme. Takšno računanje pa bilo na dolgi rok zamudno, raje uporabimo računalniške programe, ki so bili napisani ravno za te namene (Bohanec 2006).

3.2 Analitično hierarhični proces

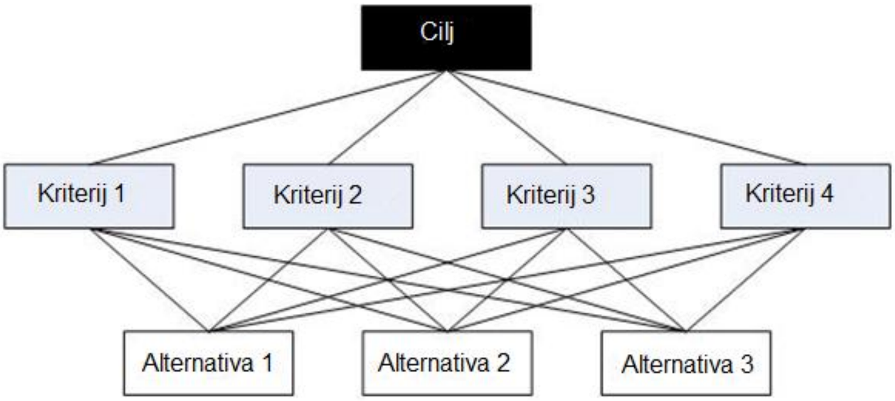
Analitično hierarhični proces ali AHP je model večkriterijskega odločanja, ki se lahko, kot že prej omenjeno, uporablja za reševanje različnih odločitvenih problemov. Metodo je razvil Thomas Saaty (2008).

Metoda ima štiri osnovne korake:

1. Definiramo naš odločitveni problem.
2. Strukturiramo hierarhični model, kjer postavimo na vrh naš cilj, pod njim postavimo kriterije in podkriterije. Najnižje na modelu postavimo alternative (glej sliko 3.2).
3. Znotraj matrike naredimo primerjavo kriterijev po parih. Primerjave po parih naredimo s pomočjo lestvice primerjav, ki nam pomaga določiti, koliko bolj/manj pomemben je nek kriterij v primerjavi z drugim kriterijem. Lestvica je v razponu od 1 do 9, kjer 1 pomeni, da sta kriterija enako pomembna in 9 pomeni, da je en kriterij izrazito bolj pomemben kot drug (glej tabelo 3.1). Tem primerjavam nato sledijo še primerjave alternativ po parih. Tudi pri teh primerjavah uporabimo enako lestvico primerjav in enak matrični zapis (glej sliko 3.3).
4. Izračunamo uteži za pomembnosti kriterijev in alternativ. To naredimo tako, da vrednosti iz osnovne matrike seštejemo in delimo s celotno vsoto vrstice. To naredimo za vse kriterije in nato še za vse alternative. Tako dobimo nove, normirane matrike. Te matrike nato združimo v končno matriko, ki vsebuje

končne vrednosti kriterijev in alternativ. Drugi način normalizacije matrik pa je z uporabo lastnih vektorjev, kjer matriko A pomnožimo z lastnim vektorjem x, tako da velja enačba $Ax = cx$. Tako dobimo nove, normalizirane matrike. Potem izračunamo, katera alternativa je najboljša – vrednosti v vrstici pomnožimo z odgovarjajočo vrednostjo kriterija, nato pa vse vrednosti v vrstici seštejemo in dobimo končni rezultat (glej sliko 3.4) (Triantaphyllou and Mann 1995; Saaty 2003; Saaty 2008).

Slika 3.2: Osnovni model AHP odločanja



Vir: Vargas (2010, 5).

Tabela 3.1: Lestvica primerjav

Intenzivnost pomembnosti	Definicija	Razlaga
1	Enako pomemben	Dve aktivnosti enako pomembno prispevata k cilju
3	En kriterij je rahlo bolj pomemben kot drug kriterij	Izkušnje in presoja dajejo rahlo prednost eni aktivnosti pred drugo
5	En kriterij je bolj pomemben kot drug kriterij	Izkušnje in presoja dajejo močno prednost eni aktivnosti pred drugo
7	En kriterij močno pomembnejši kot drug kriterij	Aktivnost ima močno zaželena in njena prevlada se kaže tudi v praksi
9	En kriterij izredno bolj pomemben kot drug	Dokaz dajanja prednosti eni dejavnosti pred drugo je največja možna potrditev izbire
2, 4, 6, 8	Vmesne vrednosti med dve vmesnima primerjavama	Če potrebujemo vmesno primerjavo

Vir: Saaty (2008, 86).

Slika 3.3: Matrika primerjav

	A	B	C
A	1	6	8
B	1/6	1	4
C	1/8	1/4	1

Vir: Triantaphyllou in Mann (1995, 4).

Slika 3.4: Končna matrika odločanja

		Kriterij			
	C_1	C_2	C_3	C_4	
Alt.	(0.553	0.131	0.271	0.045)	Končni rezultat
A	0.754	0.233	0.745	0.674	0.680
B	0.181	0.055	0.065	0.101	0.130
C	0.065	0.713	0.181	0.226	0.190

Vir: Triantaphyllou in Mann (1995, 6).

Metoda AHP je primerna tudi za večkriterijsko odločanje, kjer se odloča več kot en odločevalec, torej za skupinsko odločanje (Omladič 2002). Pri skupinskem odločanju je potrebno biti pozoren na naslednji dve stvari. Prva je, kako akumulirati posamezne odločitve v eno skupinsko odločitev, ki bi predstavljala celoten interes skupine, kot drugo pa je pomembno, kako oblikujemo skupinsko odločitev iz posameznih odločitev (Saaty 2008).

Zaključimo lahko, da je AHP odlično orodje za reševanje kompleksnih večkriterijskih odločitvenih problemov, ker je enostaven za uporabo in ponuja določeno mero objektivnosti tekom odločanja (Triantaphyllou in Mann 1995). Kljub enostavni uporabi pa je računanje na roke zamudno, zato so v ta namen razvili računalniške programe, ki naš proces odločanja pospešijo in ga naredijo še enostavnejšega (Bohanec 2006). Dva bolj poznana programa za večkriterijsko odločanje z AHP sta Expert Choice in slovenski Saaty (Expert Choice 2012; Mrvar 2014).

Kljub svoji enostavnosti in matematični podlagi se je AHP kot model večkriterijskega odločanja izkazal za preveč togega in se vedno redkeje uporablja samostojno. Ravno ta togost pa je motivirala določene raziskovalce, da so začeli razvijati in uporabljati bolj robustne modele. Kot robustni modela sta predlagana mehki in intervalni model, ki nudita večjo fleksibilnost pri modeliranju odločanja. Oba modela bom predstavila v naslednjih dveh podpoglavjih.

3.3 Modeli odločanja z negotovostjo

3.3.1 Mehke množice

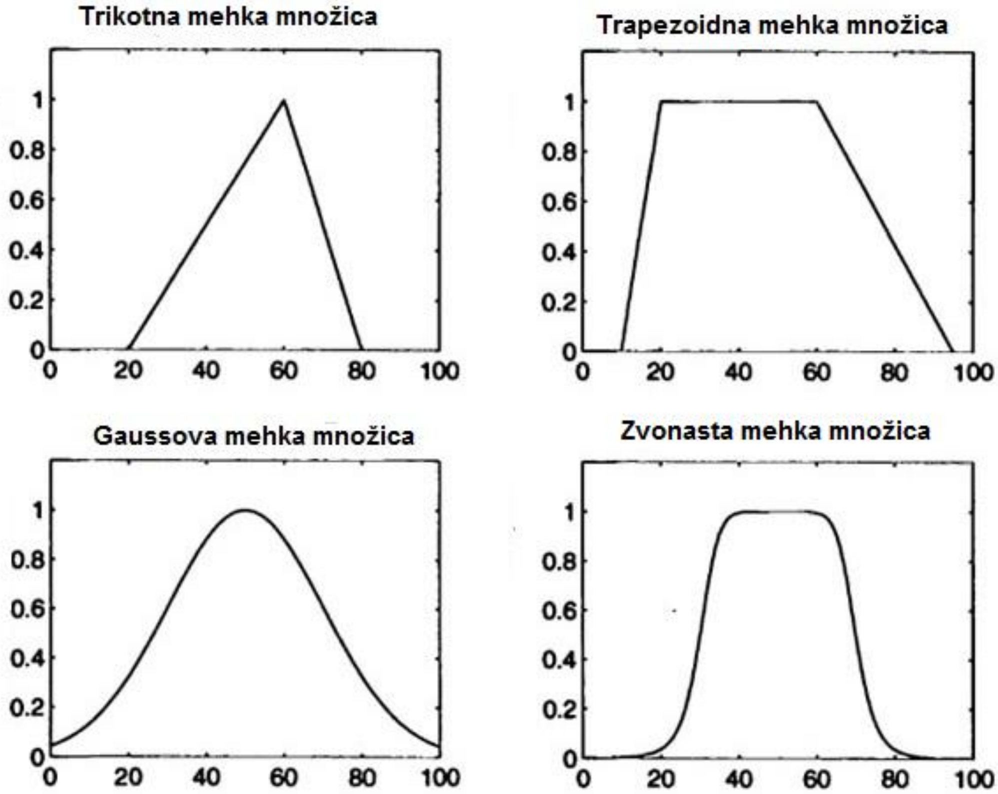
Teorijo mehkih števil (ang. fuzzy numbers) in množic (ang. fuzzy sets) je leta 1965 razvil Lofti Zadeh, kasneje pa še teorijo mehke logike (ang. fuzzy logic). S tem je besedilnim opisom primerjav priredil primernejše številske opise (npr. veliko, bolj). Namen teorije je bil ustvariti boljše orodje za določanje subjektivnih ocen v odločitvenih problemih. Mehke množice naj bi tako bolje odražale človeško nejasnost v procesu odločanja, saj so klasične oblike množic postale preveč toge. V klasičnih množicah je element pripadal množici ali pa ne. V mehkih množicah pa takšnih strogih določitev ni. Tu lahko vpeljemo definicijo mehkih množic, kjer natančno definiramo objekt x v mehki množici $A^{'}$ v $X = \{x\}$, kjer velja:

$A^{'} = \{\langle x, \mu_{A'}(x)\rangle | x \in X\}$, $\mu_{A'}(x) \in [0,1]$.

To pomeni, da se vsakemu elementu x iz domene X priredi pripadnostna funkcija $\mu_{A'}(x)$, ki je na intervalu od [0,1]. Čim bolj se vrednosti funkcije pripadnosti μ približujejo 0, tem manj pripadajo dani množici A. Čim bolj pa se približujejo 1, tem bolj pripadajo množici A. Primer takšne množice je lepota ženske, saj je ne moremo določiti togo, kot nam to določa klasična množica (Zadeh 1965).

Iz teorije mehkih množic so se razvile različne oblike množic. Poznamo trapezoidne, zvonaste in trikotne mehke množice. Najbolj znana mehka množica tega reda je Gaussova mehka množica (glej sliko 3.5) (Chen 2011).

Slika 3.5: Grafi funkcij mehkih števil



Vir: **(**Chen 2011).

Trikotno in zvonasto mehko množico podamo s t.i. trikotnimi mehkimi števili oblike (a, b, c), trapezoidno mehko množico podamo z mehkimi števili oblike (a, b, c, d) in Gaussovo množico pa podamo samo z dvema mehkima številoma – aritmetično sredino in standardnim odklonom (μ, σ) (Chen 2011).

Zaključimo lahko, da so mehke množice primerno orodje za odločanje, saj bolje ponazorijo človeško neodločenost kot klasične množice. To je tudi razlog, da so v zadnjem času mehke množice in mehka števila postala pomembna v večkriterijskem odločanju. Klasične besedilne opise primerjav pomembnosti kriterijev so nadomestila trikotna mehka števila (Kaya 2010; Lin 2010).

3.3.2 Mehki model

Mehki AHP je model večkriterijskega odločanja, ki je nastal kot alternativa večkriterijskemu odločanju, ker je tradicionalni model postal preveč tog za človeško odločanje (Fazlollahtabar in drugi 2010). S togostjo pa so se pojavile težave z objektivnostjo človeškega določanja kriterijev in alternativ tekom oblikovanja modelov. Triantaphyllou in Sánchez (1997) sta pri uporabi tradicionalnih večkriterijskih modelov opozorila na dva problema, ki lahko vplivata na razvrstitev alternativ. Prvi problem je določanje pomembnosti kriterijev in pripadajočih uteži, saj se vrstni red spremeni, če pomembnost kriterijev spremenimo. Sama sprememba vrstnega reda ni problematična. Problem se pojavi, ko majhne spremembe vhodnih podatkov vplivajo na prevelike spremembe končnih rezultatov. Drugi problem je bilo merjenje uspešnosti alternativ znotraj enega odločitvenega problema v enem časovnem merjenju. V svoji raziskavi sta ugotovila, da sta najbolj občutljivi točki odločitvenega modela največja utež kriterija, če je utež merjena relativno (v odstotkih) in najnižja utež kriterija, če je utež merjena absolutno. Ti dve uteži se hitro spremenita, če le eno od primerjav pomembnosti kriterijev v celotnem modelu drugače prioredimo (Triantaphyllou in Sánchez 1997). Poleg teh problemov se največ težav pojavlja pri pretvarjanju besedilnih opisov pomembnosti kriterijev in alternativ v števila. Mehki AHP uporabi teorijo mehkih množic in mehkih števil, ker ta števila in množice bolj fleksibilno izražajo negotovosti takšnih primerjav.

Mehki AHP uporabimo enako kot tradicionalni model. Od slednjega se razlikuje le v koraku, kjer naredimo primerjavo kriterijev, podkriterijev in alternativ po parih. Namesto običajnih primerjav, kjer uporabimo 9-stopenjsko lestvico, uporabimo trikotna mehka števila. Ta opišemo s trojicami oblike $\widetilde{T} = (l, m, u)$, pri čimer je funkcija pripadnosti enaka:

$$\mu_{\widetilde{T}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, \ l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, \ m \leq x \leq u \\ 0, \ drugo \end{cases},$$

kjer l in u predstavljata najnižjo in najvišjo vrednost $\widetilde{T}$ in m predstavlja srednjo vrednost $\widetilde{T}$ (Kaufmann in Gupta 1991).

Tabela 3.2: Predelana lestvica primerjav

Besedilni opisi	Trikotne mehke številke
Kriterija sta enako pomembna	(1,1,1)
Vmesna vrednost	(1,2,3)
En kriterij je rahlo bolj pomemben kot drug kriterij	(2,3,4)
Vmesna vrednost	(3,4,5)
En kriterij bolj pomemben kot drug kriterij	(4,5,6)
Vmesna vrednost	(5,6,7)
En kriterij močno pomembnejši kot drug kriterij	(6,7,8)
Vmesna vrednost	(7,8,9)
En kriterij izredno bolj pomemben kot drug	(9,9,9)

Vir: Opricovic in Tzeng v Lin (2010, 882).

S pomočjo trikotnih mehkih števil naredimo primerjavo kriterijev, podkriterijev in alternativ po parih (glej tabelo 3.2). Primerjave pa niso vedno tako enostavne, kot je opisano v tabeli, kjer so podane možne oblike primerjav reda (2,3,4). Primerjave so lahko tudi večjih rangov npr. (5,7,9), če menimo, da je nek kriterij bolj pomemben kot drug, vendar nismo prepričani, kako močno je bolj pomemben kot drug kriterij. Po končanih narejenih primerjavah po parih pa moramo trikotna mehka števila še preračunati nazaj v običajna števila. Različni avtorji uporabljajo različne načine preračunavanja trikotnih mehkih števil v navadna (Lin 2010; Kaya 2010; Fazlollahtabar in 2010).

Odločitveni postopek je nato povsem enak kot pri tradicionalnem AHP modelu. Edina razlika je, da računamo s števili, ki smo jih dobili s pretvarjanjem trikotnih mehkih števil v navadna števila (Lin 2010).

3.3.3 Intervalna aritmetika

Intervalno aritmetiko je, kot alternativo nenatančnim končnim rezultatom, pridobljenim z aritmetiko, razvil Moore (1966). Za vsak par števil $a, b \in \mathbb{R}$ in kjer je $a \leq b$ obstaja lahko definiramo interval $[a, b] = \{x \mid a \leq x \leq b\}$. To je množica vseh števil, ki niso manjša od a in niso večja od b (Moore 1966; Benhamou 1995; Benhamou in Older 1997).

Intervalna aritmetika je metoda, ki nam pomaga pri računskih operacijah intervalov. Denimo, da je ■ ena izmed štirih aritmetičnih operacij (seštevanje, odštevanje, množenje, deljenje) definirana kot:

$$\{< a, b > \blacksquare < c, d \geq \{x \blacksquare y\} | x \in < a, b >, y \in < c, d >\},$$

razen za $< a, b > \div < c, d >$, ki pa ni definiran, če je $0 \in < c, d >$. Iz te definicije pa lahko izpeljemo postopke računanja z intervali:

$[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d];$

$[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c];$

$[a, b] * [c, d] = [\min(ac, ad, bc, bd), \max(ac, ad, bc, bd)];$

$[a, b] \div [c, d] = [a, b] * \left[\frac{1}{c}, \frac{1}{d}\right], 0 \notin [c, d]$ (Benhamou 1995).

Intervalno aritmetiko je mogoče uporabiti kot eno izmed orodij večkriterijskega odločanja, ker predstavlja primerno zamenjavo za toge besedilne opise tradicionalnega modela (Sugihara in drugi 2004; Entani 2009; Entani in Sugihara 2012).

3.3.4 Intervalni model

Intervalni AHP je večkriterijski odločitveni model, ki je, podobno kot mehki AHP, nastal kot alternativa tradicionalnemu AHP. Intervalni AHP uporablja za besedilne opise pomembnosti kriterijev intervale. Kljub svoji uporabnosti pa je ta model v manjši uporabi kot tradicionalni ali mehki AHP. Razlog bi lahko bila njegova manjša teoretična razvitost (de Campos in drugi 1993).

Razlogi za razvoj intervalnega AHP modela so enaki kot pri mehkem AHP modelu. Raziskovalci so v intervalnem modelu zamenjali običajne številske primerjave pomembnosti z intervalnimi. S tem so odpravili človeško negotovost v odločitvenem problemu, hkrati pa odločevalec tako spozna tudi pomembnost vrednosti v odločitvenem problemu (Entani in Sugihara 2012). Dodatna prednost uporabe intervalnega AHP je možnost skupinskega odločanja. O enem problemu lahko torej odloča več odločevalcev skupaj (Wang in drugi 2005). Grošelj in Zadnik Stirn (2012) menita, da je intervalni AHP primeren za skupinsko odločanje, pri čemer pa je potrebno biti pozoren na to, ali se skupina odloča kot en posameznik ali kot več posameznikov znotraj skupine. Na splošno lahko intervalni model v skupinskem odločanju uporabimo kot metodo za doseganje soglasja v skupini (Entani 2009).

Intervalni AHP se uporablja enako kot tradicionalni model, le da za računanje uporabljamo intervale in intervalne uteži (de Campos in drugi 1993). Entani (2009) je intervalne uteži vpeljal kot $\{W_1, \ldots, W_n\}$, kjer je $W_i = [\underline{w_i}, \overline{w_i}]$. Zahtevani so trije pogoji:

1. $0 \leq \underline{w_i} \leq \overline{w_i}\ \forall i$
2. $\sum_{i \neq j} \underline{w_i} + \overline{w_j} \geq 1 \forall j$
3. $\sum_{i \neq j} \underline{w_i} + \overline{w_j} \leq 1\ \forall j$ (Entani 2009).

V prvem koraku, tako kot pri tradicionalnem modelu, naredimo hierarhično strukturo cilja, kriterijev in alternativ. V naslednjem koraku naredimo primerjavo kriterijev in alternativ po parih (Entani 2009). V ta namen uporabimo matriko primerjav (glej sliko 3.5). Za primerjave pomembnosti uporabimo že definirano tabelo primerjav, ki jo je razvil Saaty (glej tabelo 3.1) (Saaty 2008).

Slika 3.5: Matrika primerjav

$$A = \begin{bmatrix} 1 & [l_{12}, u_{12}] & \cdots & [l_{1n}, u_{1n}] \\ [l_{21}, u_{21}] & 1 & \cdots & [l_{2n}, u_{2n}] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ [l_{n1}, u_{n1}] & [l_{n2}, u_{n2}] & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Vir: Wang in drugi (2005, 478).

V tradicionalnem modelu so primerjave po parih označene z a_{ij}, kjer je kriterij i vsaj toliko pomemben kot kriterij j. V intervalnem modelu pa so primerjave po parih določene s pomočjo zgornje in spodnje vrednosti. Na intervalu $[l_{ij}, u_{ij}]$ je kriterij i, ki je med l_{ij} in u_{ij}, vsaj toliko bolj pomemben kot kriterij j, ki je tudi med l_{ij} in u_{ij}, kjer vrednost l_{ij} predstavlja spodnjo vrednost intervala in u_{ij} zgornjo vrednost intervala. Pomembno je tudi, da je spodnja vrednost intervala vedno manjša kot zgornja vrednost intervala. Lahko pa uporabimo dve matriki primerjav, namesto ene. Prva matrika vsebuje vse zgornje vrednosti intervala (l_{ij}), druga pa vse spodnje vrednosti intervala (u_{ij}) (Sugihara in drugi 2004; Wang in Elhag 2007).

Ko določimo intervale, lahko s pomočjo le teh izračunamo še intervalne uteži. Vendar pa metoda preračunavanja intervalov v intervalne uteži ni točno določena, vsak izmed raziskovalcev namreč uporabi drugačen pristop (Sugihara in drugi 2004; Wang in Elhag 2007; Entani 2009; Hu in Chen 2010). Po končanih izračunih korak ponovimo še za primerjave podkriterijev in alternativ po parih. Naslednji koraki v intervalnem modelu pa sledijo postopku tradicionalnega AHP do konca (Sugihara in drugi 2004). Zaključimo lahko, da sta tako mehki kot tudi intervalni model primerni alternativi tradicionalnemu AHP in da sta oba modela primerna za pomoč pri evalvaciji spletnih strani, ki so namenjene spletnemu oglaševanju. Glavni razlog za nadomestitev tradicionalnega modela z robustnimi je ta, da lahko nezanesljive točkaste ocene nadomestimo z zanesljivimi mehkimi ali intervalnimi ocenami, ki sicer ne omogočajo vedno enolične izbire najboljše alternative, vendar pa zvesto odražajo negotovost odločevalca.

4 Večkriterijsko odločanje in evalvacija spletnih strani

AHP je odlično orodje za reševanje kompleksnih odločitvenih problemov, ker je enostaven za uporabo in ponuja veliko mero objektivnosti tekom odločanja (Triantaphyllou in Mann 1995). To je tudi eden izmed razlogov za priljubljenost tega modela kot orodja za reševanje problemov tudi na drugih področjih. Med področji, ki se poslužujejo uporabe AHP modelov, omenjajo avtomobilsko industrijo, upravljanje dobavnih verig in elektronsko industrijo (Byun 2001; Gaudenzi in Borghesi 2006; Rao Tummala in drugi 1997).

Še eno od področij, kjer se uporablja AHP za pomoč pri odločanju, je evalvacija spletnih strani (Evans 2009). Dve najbolj znani raziskavi na temo evalvacije spletnih strani s pomočjo klasičnega modela so naredili Ngai (2002) ter Lee in Kozar (2006). Ngai (2002) je naredil raziskavo o izboru najboljše spletne strani za oglaševanje v Hong Kongu, Lee in Kozar (2006) pa sta naredila podobno raziskavo, le da sta za analizo uporabila empirične podatke. S pomočjo teh podatkov sta ugotovila, da določena spletna stran vpliva na odločitev uporabnika za nakup izdelka.

Obe raziskavi sta se torej ukvarjali z evalvacijo spletnih strani kot eno izmed bolj uspešnih metod za večkriterijsko odločanje, saj jo je mogoče prilagoditi tudi drugim alternativam in kriterijem. Vendar pa lahko že najmanjša sprememba v pomembnosti kriterijev vpliva na končno razporeditev alternativ (Ngai 2002). V naslednjem poglavju bom evalvacijo spletnih strani povezala z robustnimi modeli.

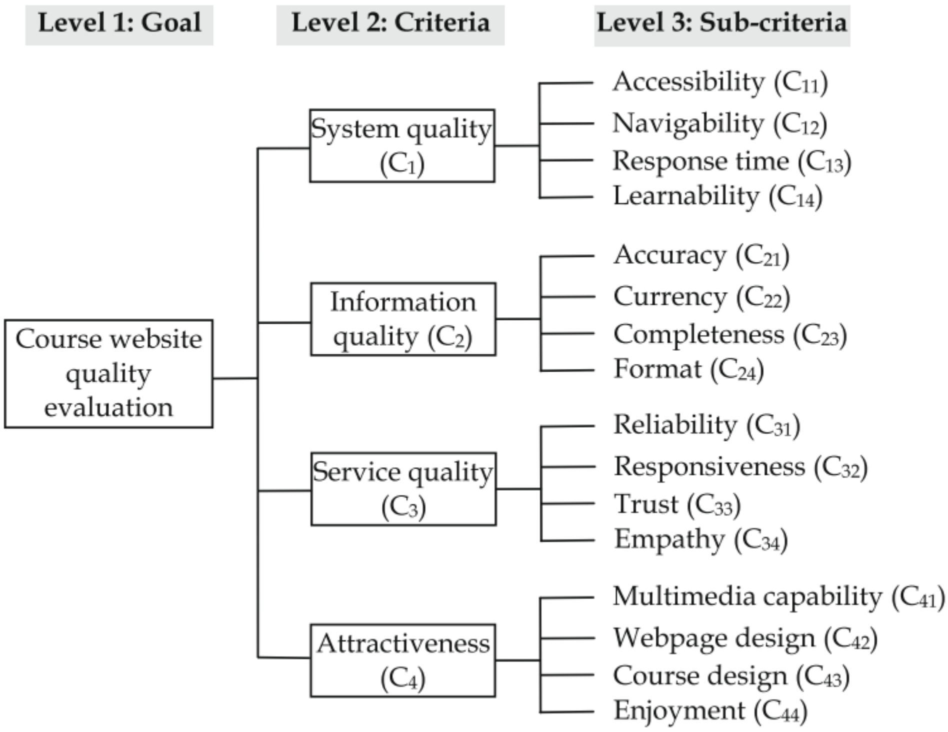
4.1 Evalvacija spletnih strani z mehkim AHP

Kljub svoji inovativnosti se je mehki model začel uporabljati za evalvacijo spletnih strani šele v zadnjem času, torej je dokaj nov. Raziskav, ki so uporabile mehki AHP za odločanje, je bilo kar nekaj – Byun (2001) je uporabil mehki AHP za evalvacijo nakupa določenega modela avtomobila, Bozbura in drugi (2007) pa so ga uporabili za ocenjevanje prednostnih kazalnikov merjenja človeškega kapitala. Raziskav, ki bi uporabile mehki AHP za evalvacijo spletnih strani, je bilo manj, še manj pa je bilo raziskav, ki so uporabile samo metodo mehkega AHP. Kaya (2010) je uporabila mehki model za evalvacijo spletnih strani, vendar pa metode ni uporabila samostojno, ampak v povezavi z metodo TOPSIS (ang. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution). Edina, ki je uporabila mehki model za evalvacijo spletnih strani samostojno, je bila Lin (2010).

Lin (2010) je mehki AHP uporabila za evalvacijo kvalitete spletnih strani s tečaji za učenje (ang. course websites). Naredila je raziskavo, kjer je z uporabo trikotnih mehkih števil in AHP modela razvila mehki ocenjevalni model. Cilj raziskave je bil evalvacija kvalitete spletnih strani s tečaji za učenje (stopnja 1). V model je vključila 4 glavne kriterije (stopnja 2) in še 16 podkriterijev (stopnja 3) (glej sliko 4.1). Raziskovalko je zanimala razlika med dvema skupinama študentov – med skupino z veliko izkušnjami ter skupino z malo izkušnjami z uporabo spletne strani za učenje. V skupini z več izkušnjami so bili študenti, ki so stran obiskovali in uporabljali nekajkrat na teden ali pogosteje, v manj izkušeni skupini pa so bili tisti študenti, ki so stran obiskovali in uporabljali nekajkrat na mesec ali redkeje (Lin 2010). Prav tako bi se lahko bi se odločila, da bi uporabila skupinsko odločanje, kjer bi vsako odločitev posameznega študenta oblikovala v eno skupinsko odločitev, kar bi predstavljalo celoten interes skupine (Saaty 2008).

Štirje glavni kriteriji so kvaliteta sistema (C1), kvaliteta informacij (C2), kvaliteta storitve (C3) in privlačnost (C4). Kriterij kvaliteta sistema ima podkriterije dostopnost (C11), navigacija (C12), odzivni čas (C13) in učljivost (C14). Kriterij kvaliteta informacij ima podkriterije natančnost (C21), posodabljanje (C22), celovitost (C23) in oblika (C24). Tretji kriterij, kvaliteta storitev, ima podkriterije zanesljivost (C31), odzivnost (C32), zaupanje (C33) in skrb za stranke (C34). Zadnji glavni kriterij, privlačnost, ima podkriterije multimedijska zmogljivost (C41), oblika spletne strani (C42), oblika tečaja (C43) in užitek (C44) (Lin 2010) (glej tabelo 4.1).

Slika 4.1: Hierarhična struktura evalvacije spletnih strani za učenje



Vir: Lin (2010, 884).

Tabela 4.1: Kriteriji in podkriteriji in njihov pomen

Kriteriji	Ime	Pomen
C1	kvaliteta sistema	spletna stran za učenje ponuja funkcionalnost za nadzor učencev
C2	kvaliteta informacij	predstavitev informacij o učnih materialih za učenje so primerni
C3	kvaliteta storitev	spletna stran za učenje ponuja primerne storitve za učence
C4	privlačnost	spletna stran za učenje je zabavna za uporabo in subjektivno prijazna
Podkriteriji		
C11	dostopnost	spletni materiali so lahko dostopni
C12	navigacija	spletna stran ima preprosto navigacijo za iskanje učnih materialov
C13	odzivni čas	čas čakanja nalaganja strani je primeren
C14	učljivost	spletna stran učencem omogoča, da naloge opravijo hitro
C21	natančnost	učni materiali, ki jih ponuja spletna stan so točni
C22	posodabljanje	učni materiali, ki jih ponuja spletna stan se vedno posodabljajo
C23	celovitost	spletna stran mora ponuditi celotno učno snov v obliki materialov
C24	oblika informacij	vsebina učnih materialov (trajanje, globina in struktura) so jasno predstavljeni na zaslon
C31	zanesljivost	spletna stran ponuja primerne rešitve na prošnje in probleme učencev
C32	odzivnost	spletna stran se odziva na učenčeve poizvedbe
C33	zaupanje	spletna stran je vredna zaupanja
C34	skrb za stranke	glede na ozadje učencev, stran ponuja individualno pozornost učencem
C41	multimedijska zmogljivost	uporaba multimedijskih pripomočkov (zvok in slika) lažje pritegnejo pozornost učencev
C42	oblika spletne strani	uporabniški vmesnik spletne strani ima dobro organiziran videz
C43	oblika tečaja	spletna stran ponuja ustrezen učni scenarij
C44	užitek	uporaba spletne strani nudi učencem veliko užitka

Vir: Lin (2010, 884).

V naslednjem koraku je Lin opredelila primerjave po parih za vse kriterije in podkriterije. To je naredila s pomočjo 9-stopenjske lestvice pomembnosti kriterijev. Uporabila je lestvico, ki sta jo oblikovala Opricovic in Tzeng (2003) (glej tabelo 3.2). Nato je te opise primerjav in hierarhičen model razdelila med 25 podiplomskih študentov, ki so se udeležili vsaj enega izmed predmetov, objavljenih na spletni strani s tečaji za učenje. Pred dejanskimi primerjavami pa so vprašalnik pregledali še trije strokovnjaki iz področja spletnih strani za učenje, ki so zagotovili relevantnost in razumljivost kriterijev (Lin 2010).

V naslednjem koraku je avtorica oblikovala matrike z mehkimi števili za obe skupini študentov. Matriko je definirala kot $\widetilde{R}^k = [\widetilde{r_{ij}}]^k$, kjer je matrika sestavljena iz k odločevalcev in je $\widetilde{r_{ij}^k} = \left(l_{ij}^k, m_{ij}^k, u_{ij}^k\right)$ definiran kot mehko število med kriterijema i in j odločevalca k (glej sliko 4.2). Nato je izračunala še indeks konsistence, tako da so bile vse primerjave ocenjevalcev primerne in indeks ni presegel meje 0,1 (Lin 2010).

Slika 4.2: Matrika primerjav z mehkimi številkami za visoko izkušeno skupino

Level 2	C_1	C_2	C_3	C_4
C_1	(1, 1, 1)	(1/7, 1/6, 1/5)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)
C_2	(5, 6, 7)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)	(1, 2, 3)
C_3	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)	(2, 3, 4)
C_4	(1, 1, 1)	(1/3, 1/2, 1)	(1/4, 1/3, 1/2)	(1, 1, 1)
λmax = 4.2177; *CI* = 0.0726; *RI* = 0.90; *CR* = 0.0807 ≤ 0.1				

Vir: Lin (2010, 885).

Po končanih primerjavah za vse kriterije, podkriterije in alternative, je avtorica morala trikotna mehka števila pretvoriti nazaj v navadna števila, da je lahko ugotovila, v kateri skupini je najbolj pomemben kateri izmed kriterijev. To je naredila s pomočjo serije enačb, kjer je najprej normalizirala števila (glej enačbo 4.1), nato primerjala zgornjo in spodnjo mejo in tako izračunala normalizirano zgornjo in spodnjo mejo (glej enačbo 4.2). S pomočjo normalizirane zgornje in spodnje meje je dobila nove, normalizirane vrednosti (glej enačbo 4.3), iz katerih je končno dobila dejanske nove vrednosti (glej enačbo 4.4) (Lin 2010).

Enačba 4.1: Normalizacija

$$xl_{ij} = (l_{ij} - minl_{ij})/\Delta_{min}^{max}$$

$$xm_{ij} = (m_{ij} - minl_{ij})/\Delta_{min}^{max}$$

$$xu_{ij} = (u_{ij} - minl_{ij})/\Delta_{min}^{max}$$

$$\Delta_{min}^{max} = maxu_{ij} - minl_{ij}$$

Vir: Lin (2010, 883).

Enačba 4.2: Zgornja in spodnja meja

$$xls_{ij} = xm_{ij}/(1 + xm_{ij} - xl_{ij})$$

$$xus_{ij} = xu_{ij}/(1 + xu_{ij} - xm_{ij})$$

Vir: Lin (2010, 883).

Enačba 4.3: Nove normalizirane vrednosti

$$x_{ij} = [xls_{ij}(1 + xls_{ij}) + xus_{ij}xus_{ij}]/[1 - xls_{ij} + xus_{ij}]$$

Vir: Lin (2010, 883).

Enačba 4.4: Nove dejanske vrednosti

$$r_{ij} = minl_{ij} + x_{ij} * \Delta_{min}^{max}$$

Vir: Lin (2010, 883).

Po končani pretvorbi trikotnih mehkih števil v navadna števila pa je z geometrijskim povprečjem združila izračune končnih novih vrednosti za vse odločevalce (glej enačbo 4.5) (Lin 2010).

Enačba 4.5: geometrijsko povprečje za k odločevalcev

$$r_{ij}^{*} = \sqrt[k]{(r_{ij}^{*}{}^{1} * r_{ij}^{*}{}^{2} * \dots * r_{ij}^{*}{}^{K})}$$

Vir: Lin (2010, 883).

V zadnjem koraku je izračunala še uteži za kriterije in podkriterije ter končne uteži. V tem koraku je ponovno začela slediti postopku tradicionalnega AHP (Lin 2010). Uteži za kriterije in podkriterije je dobila tako, da je vrednosti iz novih matrik seštela in delila s celotno vsoto vrstice. Te matrike je nato združila v končno matriko, kjer je vrednosti v vrstici pomnožila z odgovarjajočo vrednostjo kriterija, nato pa vse vrednosti v vrstici seštela in tako dobila končni rezultat (Triantaphyllou in Mann 1995; Saaty 2008).

Cilj raziskave je bil ugotoviti razlike in podobnosti med skupinama študentov, ki so bili bolj ali manj izkušeni z uporabo spletne strani, na kateri so tečaji za učenje. Najpomembnejši glavni kriterij za obe skupini je bil kriterij kvalitete informacij, ki je imel največji vpliv na učinkovito delovanje spletne strani za učenje. Drugi najpomembnejši kriterij za bolj izkušeno skupino je bil kvaliteta sistema, zadnja dva pa sta bila kvaliteta storitev in privlačnost. Drug najboljši kriterij za manj izkušeno skupino je bil privlačnost, sledila sta ji kvaliteta storitve in na koncu še kvaliteta sistema. Glede na podkriterije so bili za bolj izkušeno skupino najbolj pomembni podkriteriji učljivost, natančnost in navigacija. Za manj izkušeno skupino pa so bili najbolj pomembni drugačni podkriteriji, kot so oblika informacij, oblika spletne strani in multimedijska zmogljivost. Zaključimo lahko, da imata obe skupini različne pogled na to, kateri kriteriji so pomembni za evalvacijo spletnih strani za učenje. Tisti, ki imajo večjo izkušenost z uporabo spletnih strani za učenje, dajejo večji poudarek na kvaliteto sistema, tisti, ki pa imajo manjšo izkušenost z uporabo strani, pa dajejo večji poudarek na privlačnost strani (Lin 2010). Lin (2010) je bila ena izmed mnogih raziskovalcev, ki se je lotila evalvacije spletnih strani, bila pa je edina, ki se je evalvacije lotila s pomočjo uporabe robustnega, mehkega modela.

4.2 Evalvacija spletnih strani z intervalnim AHP

Intervalni AHP je tako kot mehki AHP nastal kot alternativa tradicionalnemu AHP. Intervalni AHP je model, ki se je razvil kasneje kot mehki AHP (de Campos in drugi 1993). Raziskave, v katerih so uporabili intervalni AHP, so redke. Eno izmed bolj znanih raziskav sta naredila Hu in Chen (2010). Obravnavala sta evalvacijo kvalitete storitev restavracij hitre prehrane, ki so jih ponujali strankam. Uporaba intervalnega AHP za ocenjevanje realnih situacij je bila eden izmed pomembnejših razlogov za razpoznavnost raziskave (Hu in Chen 2010). Druge raziskave se osredotočajo predvsem na dejansko uporabo intervalnega AHP. Jalao in drugi (2014) so razvili stohastični AHP, ki se ukvarja z uvedbo intervalnih primerjav namesto klasičnih. Namen je bila odprava neodločenosti človeškega odločanja. Sugihara in drugi (2004) pa so razvili model, kjer intervalne uteži izračunamo s pomočjo regresijske analize. Podobno raziskavo so naredili Wang in drugi (2005), vendar so za razliko od prejšnjih raziskovalcev raje predlagali uporabo linearnega programiranja za generiranje intervalnih uteži.

Poleg člankov na temo same uporabe intervalnega AHP se je razvila tudi uporaba intervalnega modela za skupinsko večkriterijsko odločanje. Entani (2009) ter Grošelj in drugi (2015) so razvili dva različna intervalna modela za odločanje, kjer je več kot en odločevalec. Dodatna prednost uporabe intervalnega modela za skupinsko odločanje je združevanje različnih odločitev pomembnosti kriterijev, ki so jih podali odločevalci, saj te odločitve niso vedno enake (Grošelj in drugi 2015).

Vidimo lahko, da intervalni AHP še ni bil nikoli uporabljen kot orodje za evalvacijo spletnih strani, vseeno pa lahko zgoraj opisane postopke uporabimo v ta namen (Entani 2009; Entani in Sugihara 2012; Wang in drugi 2005; Grošelj in drugi 2015). Članek, ki bi bil najbolj primeren za evalvacijo spletnih strani, čeprav se sam ne ukvarja s to tematiko, je »Interval priorities in AHP by interval regression anlysis«, ki so ga napisali Sugihara in drugi (2004). V članku avtorji raziskujejo, kako uporabiti intervalne primerjave po parih s pomočjo intervalnega regresijskega modela. Nadalje na kratko opredelijo, kaj je to tradicionalni AHP, kako se uporablja, ter kaj so njegove slabosti. Ravno zato tudi predlagajo uporabo intervalnega modela. Kot alternativo klasičnim besednim opisom pomembnosti primerjav predlagajo uporabo intervalov za človeško neodločnost pri podajanju primerjav. Metoda, ki jo predlagajo za uporabo, je intervalna regresijska analiza. S pomočjo te metode so avtorji razvili t.i. Spodnji in Zgornji model. Ta dva modela predstavljata intervalne primerjave in končne ocene pomembnosti (Sugihara in drugi 2004).

Raziskovalci nato v članku predstavijo možnost uporabe intervalnega modela za navadno vhodne podatke. Kasneje to navežejo še na podatke, ki so podani v obliki intervalov. Raziskovalci v članku primerjave po parih označijo kot a_{ij} za kriterija i in j. Nato so priredili intervalne uteži, ki pa so jih označili z $W_i = [\underline{w_i}, \overline{w_i}]$, kjer $\underline{w_i}$ predstavlja spodnjo mejo in $\overline{w_i}$ zgornjo mejo. S pomočjo teh uteži so oblikovali oceno intervalne matrike (glej sliko 4.3) (Sugihara in drugi 2004).

Slika 4.3: Ocena intervalnih uteži

$$\forall i, j (i \neq j) \quad W_{ij} = \left[\frac{\underline{w_i}}{\overline{w_j}}, \frac{\overline{w_i}}{\underline{w_j}} \right]$$

Vir: Sugihara in drugi (2004, 747).

Raziskovalci so določili še nekaj osnovnih pravil za računanje uteži. Prvo pravilo je bilo, da je mogoče vektorje $(w_1, \dots, w_n)$ normalizirati, če in samo če velja, da:

$\sum_i \overline{w_i} - max_j \left(\overline{w_j} - \underline{w_j} \right) \geq 1$,

$\sum_i \overline{w_i} - max_j \left(\overline{w_j} - \underline{w_j} \right) \leq 1$(Sugihara in drugi 2004).

Drugo pravilo je bilo, da ne sme biti najmanjša možna utež manjša kot ε, kjer pa ε predstavlja zelo majhno pozitivno število (ε = 0,001). Če bi bil ε enak 0, potem bi pripadajoči kriterij postal popolnoma zanemarljiv, ker se ne bi več ujemal s konceptom modela. Tretje pravilo je bilo izpeljano iz prvega, torej da mora biti seštevek spodnjih uteži manjši ali enak 1, in da mora biti seštevek zgornji uteži večji ali enak 1. To pomeni, da je prvotno določena primerjava po parih a_{ij} podelement intervalni uteži W_{ij} (Sugihara in drugi 2004).

Na podlagi zgoraj določenih pravil in pogojev so raziskovalci oblikovali linearni program, s pomočjo katerega so izračunali uteži za navadne podatke. Model išče minimalno vsoto razlik med zgornjimi in spodnjimi utežmi:

$$\min_{\underline{w_i},\overline{w_i}} \ J = \sum_i \left(\overline{w_i} - \underline{w_i}\right)$$

ob pogojih: $\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij}\overline{w_j} \geq \underline{w_i}\,,$

$$\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij}\underline{w_j} \leq \overline{w_i},$$

$$\forall_j\ \sum_{i\in\text{Ů}-j} \overline{w_i} + \underline{w_j} \geq 1,$$

$$\forall_j\ \sum_{i\in\text{Ů}-j} \underline{w_i} + \overline{w_j} \leq 1,$$

$$\forall_i\ \overline{w_i} \geq \underline{w_i}\,,$$

$$\forall_i\ \underline{w_i} \geq \text{Í}\,,$$

kjer je Ω = {1, ... , n}.

Vir: Sugihara in drugi (2004, 479).

Pri uporabi tega linearnega modela moramo, poleg vseh pravil, pogledati še konsistentnost naših podatkov. Konsistentnost v modelu drži, če nam je alternativa B bolj všeč kot alternativa C in alternativa A bolj všeč kot alternativa C, seveda nam mora biti potem nujno alternativa A bolj všeč kot alternativa B (glej sliko 4.4) (Sugihara in drugi 2004).

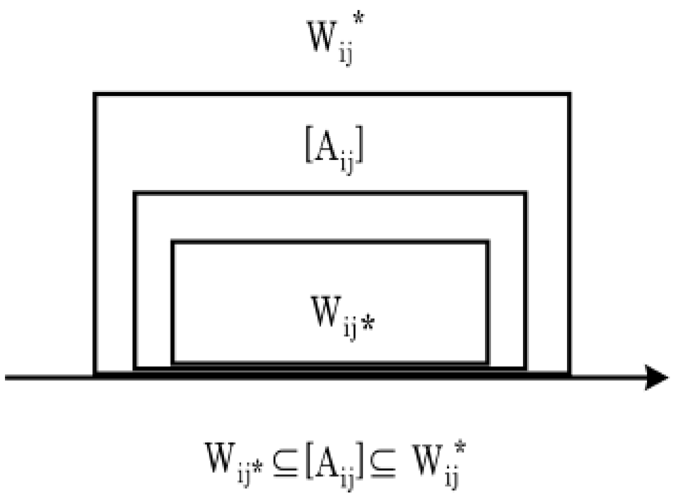
Slika 4.4: Konsistentnost alternativ v modelu

$$X_A \succeq X_B, \quad X_B \succeq X_C \Rightarrow X_A \succeq X_C$$

Vir: Sugihara in drugi (2004, 746).

Prej omenjeni linearni program so raziskovalci želeli aplicirati še na podatke, ki so podani v obliki intervalov. Najprej so določili zgornje in spodnje meje intervala $[A_{ij}]$, ki so jih označili z a_{ij}^U in a_{ij}^L. Znotraj takšnih matrik pa velja določeno recipročno pravilo: $a_{ij}^L = \frac{1}{a_{ij}^U}$ in $a_{ij}^U = \frac{1}{a_{ij}^L}$, kjer je $[A_{ii}] = [1,1]$. Podobno so določili tudi spodnjo in zgornjo oceno uteži W_{ij*} in W_{ij}^*. Ocene spodnjih uteži so označili z $W_{i*} = \left[\underline{w_{i*}}, \overline{w_{i*}}\right]$, ocene zgornjih pa z $W_i^* = \left[\underline{w_i^*}, \overline{w_i^*}\right]$. S pomočjo že prej določene enačbe (glej sliko 4.3) so omejili spodnjo in zgornjo mejo. Spodnja meja uteži je podelement matrike $[A_{ij}]$. Ravno nasprotno pa zgornja meja uteži vsebuje elemente matrike $[A_{ij}]$ (glej sliko 4.5) (Sugihara in drugi 2004).

Slika 4.5: Spodnje in zgornje ocene uteži



Vir: Sugihara in drugi (2004,750).

Z uporabo zgornjih in spodnjih mej so raziskovalci oblikovali še dva linearna modela za reševanje problema. Šlo je za predelavo že zgoraj omenjenega linearnega modela (glej enačbo 4.5). Prvi model je Spodnji model, kjer so raziskovalci iskali maksimum vsote razlik intervalnih uteži (glej enačbo 4.6) (Sugihara in drugi 2004).

Enačba 4.6: Spodnji model

$$\max_{\underline{w_i},\overline{w_i}} \ J_* = \sum_i (\overline{w_{i*}} - \underline{w_{i*}})$$

ob pogojih: $\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij*}^{L}\overline{w_{j*}} \ \leq \ \underline{w_{i*}}$,

$$\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij*}^{U}\underline{w_{j*}} \ \geq \ \overline{w_{i*}},$$

$$\forall_j \ \sum_{i\in Ů-j} \underline{w_{i*}} + \overline{w_{j*}} \ \leq 1,$$

$$\forall_j \ \sum_{i\in Ů-j} \overline{w_{i*}} + \underline{w_{j*}} \geq \ 1,$$

$$\forall_i \ \underline{w_{i*}} \ \leq \ \overline{w_{i*}} \ ,$$

$$\forall_i \ \underline{w_{i*}} \geq \ Í.$$

Vir: Sugihara in drugi (2004, 751).

Drugi model je Zgornji model, kjer so raziskovalci iskali minimum vsote razlik in intervalnih uteži (glej enačbo 4.7) (Sugihara in drugi 2004).

Enačba 4.7: Zgornji model

$$\min_{\underline{w_i},\overline{w_i}} \ J^* = \sum_i (\overline{w_i^*} - \underline{w_i^*})$$

ob pogojih: $\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij}^{L}\underline{w_{j*}} \ \geq \ \overline{w_i^*}$,

$$\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij*}^{U}\underline{w_{j*}} \ \leq \ \overline{w_{i*}} \ ,$$

$$\forall_j \ \sum_{i\in Ů-j} \overline{w_i^*} + \underline{w_j^*} \geq 1,$$

$$\forall_j \ \sum_{i\in Ů-j} \underline{w_i^*} + \overline{w_j^*} \ \leq 1,$$

$$\forall_i \ \underline{w_i^*} \ \leq \ \overline{w_i^*} \ ,$$

$$\forall_i \ \underline{w_i^*} \geq \ Í.$$

Vir: Sugihara in drugi (2004, 751).

Pomembno je omeniti tudi, da vedno obstaja optimalna rešitev za Zgornji model, ne pa tudi za Spodnji model. Če spodnji model ne obstaja, uporabimo drugačen model – Konjunkcijski model (ang. conjunction model). Ta model nam pomaga poiskati optimalno rešitev, glede na to, da nimamo rešitve za Spodnji model (glej enačbo 4.8) (Sugihara in drugi 2004).

Enačba 4.8: Konjunkcijski model

$$\min_{\underline{\mathrm{w_i}},\overline{\mathrm{w_i}}} \ \mathrm{J_c} = \sum\nolimits_{\mathrm{i}} \left(\overline{\mathrm{w_i}} - \underline{\mathrm{w_i}}\right)$$

ob pogojih: $\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij}^{L}\overline{w_j} \ \leq \ \underline{w_i}\,,$

$$\forall_{i,j(i\neq j)}\ a_{ij}^{U}\overline{w_i} \ \geq \ \underline{w_j}\,,$$

$$\forall_{j}\ \sum\nolimits_{i\in \mathring{\mathrm{U}}-j} \overline{w_i} + \underline{w_j} \ \geq 1,$$

$$\forall_{j}\ \sum\nolimits_{i\in \mathring{\mathrm{U}}-j} \underline{w_i} + \overline{w_j} \ \leq 1,$$

$$\forall_{i}\ \underline{w_i} \ \leq \ \overline{w_i}\,,$$

$$\forall_{i}\ \underline{w_i}, \overline{w_i} \ \geq \ \acute{\mathrm{I}}.$$

Vir: Sugihara in drugi (2004, 752).

Izpostavila bi še, da so v tem modelu intervalni podatki podelementi ocen uteži intervalov, ki pa ne smejo biti prazni niz, ter da so ocene uteži pridobljene z Zgornjim modelom širše kot ocene uteži pridobljene s Spodnjim modelom (glej sliko 4.5) (Sugihara in drugi 2004).

Sugihara in drugi (2004) so tako razvili dva linearna modela za pomoč pri računanju intervalnega AHP. Sicer niso bili edini, ki so razvili model za računanje z intervalnimi vrednostmi, se je pa njihov model izkazal za enega izmed bolj preprostih (Sugihara in drugi 2004). Tako bi lahko uporabili ta model za evalvacijo spletnih strani in možnosti oglaševanja na njih.

5 Raziskava

Glede na zgoraj obravnavano literaturo sem se odločila, da naredim študijo primera dveh robustnih modelov. Na podlagi literature bom najprej naredila simulacijo mehkega AHP, nato pa še simulacijo intervalnega AHP. Na koncu bom primerjala še oba modela med seboj, z namenom določitve, kateri model je boljši, pa bom predstavila tudi njune prednosti in slabosti.

Za osnovno simulacijo mehkega in intervalnega modela bom uporabila tradicionalni model, ki je primerjal štiri najbolj priljubljene slovenske spletne portale (glej sliko 5.1) (Župan 2013). Cilj te raziskave je bil ugotoviti, kateri izmed izbranih štirih spletnih portalov je najbolj primeren za spletno oglaševanje. Za osnovo tradicionalnemu modelu sem uporabila dva članka, na podlagi katerih sem nato določila kriterije in alternative (Lee in Kozar 2006; Ngai 2002). Kriteriji so: ocena pojavljanja oglasa, profil strank, videz in občutek ter ugled. Kriterij profil strank ima dva podkriterija – starost in izobrazbo. Kriterij videz in občutek pa ima podkriterija prijaznost do strank in oblika strani (glej sliko 5.1) (Župan 2013).

Kriterij *ocena pojavljanja oglasa* pomeni, kolikokrat je oglas viden na strani, ki jo je uporabnik obiskal (Ngai 2002). Raziskava MOSS, ki meri obiskanost spletnih strani, je aprila 2015 zabeležila skoraj milijon in pol uporabnikov interneta v Sloveniji. Ugotovili so tudi, da je bil najbolj obiskan slovenski portal 24ur.com, drugi najbolj obiskan pa siol.net (Merjenje Obiskanosti Spletnih Strani 2009). S pomočjo takšnih strani oglaševalci takoj vedo, na katerih straneh je najbolje oglaševati, da pridobijo čim več strank.

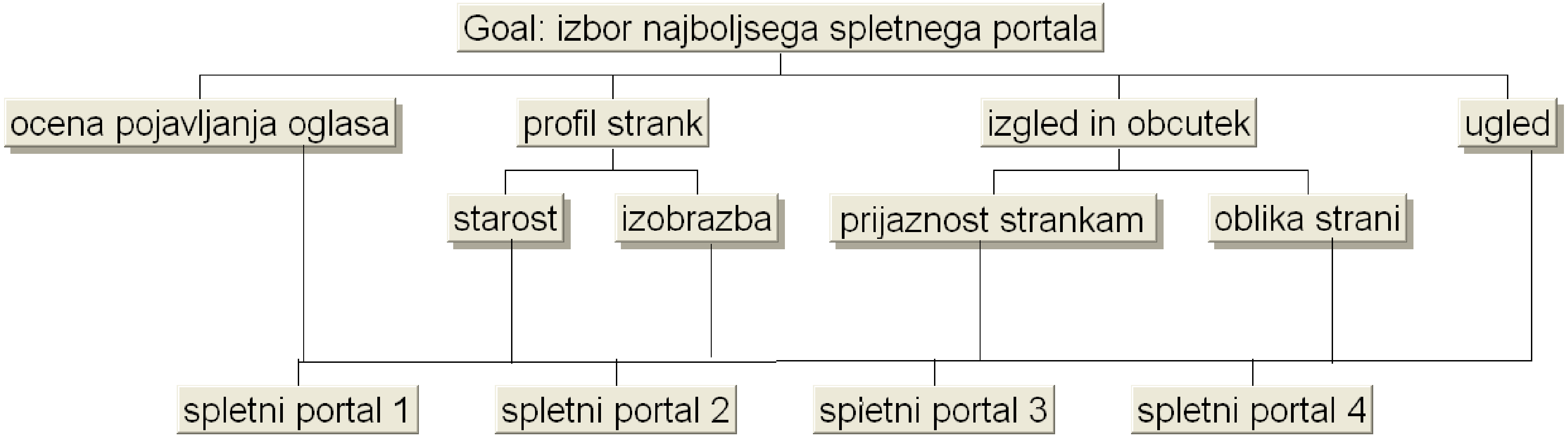
Drugi kriterij, *profil strank,* se navezuje na to, kakšno vrsto uporabnikov želimo pritegniti s stranjo. Ta kriterij ima dva podkriterija – starost in izobrazba (Ngai 2002). Statistični urad republike Slovenije poroča, da so v obdobju od aprila 2013 do marca 2014 prek spleta največ kupovali ljudje v starostni skupini 25–35 let (93,9 %). Prav tako so tudi preverili, katera izobrazba je najbolj pogosta med uporabniki spleta. Ugotovili so, da ima največ uporabnikov vsaj višješolsko oz. visokošolsko izobrazbo (96,6 %) (Statistični Urad Republike Slovenije 2012). Glede na te podatke sem oblikovala dva podkriterija – mladi med 25 in 35 let in uporabniki, ki imajo vsaj višješolsko ali visokošolsko izobrazbo.

Tretji kriterij, *videz in občutek,* meri osnovo in obliko strani, na kateri oglašujemo. Hkrati pa ta kriterij meri naravnanost strani do njenih uporabnikov, kot so npr. prijaznost, navigacija in ustrežljivost. Ta kriterij ima dva podkriterija – prijaznost do strank in oblika strani (Ngai 2002). Kot lahko vidimo, je bilo uporabnikom vedno pomembno, kako je videti stran, ki jo obiskujejo. Za uporabnike je zelo pomembna enostavna navigacija po strani, kar pomeni preprosto osnovo strani, ki se je uporabniki lahko hitro naučijo. Stran pa mora prav tako biti prijazna do stranke – nič dolgotrajnega iskanja informacij ali celo pomakanja ključnih informacij (Nielsen 2008). Tudi ta kriterij je eden od bolj pomembnih, saj je preprostost strani postala zelo pomembna za pridobivanje uporabnikov.

Zadnji kriterij, *ugled*, meri splošno kvaliteto storitev, ki jo strani priznavajo njeni uporabniki (Lee in Kozar 2006). Ugled spletne strani torej predstavlja mnenje, ki ga imajo stranke o določeni spletni strani. Najbolj običajen način merjenja ugleda spletih strani je s pomočjo anket (Liu in drugi 2004).

V naslednjem poglavju bom ravno ta model prilagodila za mehki in intervalni model.

Slika 5.1: AHP model izbor najboljšega spletnega portala



Vir: Župan (2013, 33).

5.1 Simulacija mehkega modela

Za osnovo simulacije mehkega modela sem uporabila članek Lin (2010). S pomočjo tega članka sem naredila simulacijo mehkega modela za štiri slovenske portale, ki predstavljajo moje alternative. V prvem koraku sem naredila hierarhično strukturo mehkega modela. Ta korak je enak kot pri tradicionalnem modelu. Na vrhu je bil cilj (kateri je najboljši spletni portal), sledili so mu glavni kriteriji in podkriteriji. Na koncu sem v model dodala še alternative – štiri slovenske portale (glej sliko 5.1). V drugem koraku sem naredila primerjavo kriterijev in podkriterijev po parih. To sem naredila s pomočjo 9-stopenjske lestvice trikotnih mehkih števil, kjer (1,1,1) pomeni, da sta kriterija enako pomembna, (9,9,9) pa pomeni, da je en kriterij očitno bolj pomemben kot drugi (glej tabelo 3.2). Primerjave sem naredila s pomočjo matrik.

Tabela 5.1: Osnovna matrika primerjav glavnih kriterijev po parih z mehkimi številki

	C1	C2	C3	C4
C1	1,1,1	1/4,1/3,1/2	4,5,6	3,4,5
C2	2,3,4	1,1,1	1,2,3	5,6,7
C3	1/6,1/5,1/4	1/3,1/2,1	1,1,1	1/3,1/2,1
C4	1/5,1/4,1/3	1/7,1/6,1/5	1,2,3	1,1,1

V osnovni matriki (glej tabelo 5.1) sem naredila primerjavo glavnih kriterijev po parih. Kriterij ocena pojavljanja oglasa (C1) je rahlo manj pomemben kot od kriterija profil strank (C2) in zmerno bolj pomembnejši od kriterija videz in občutek (C3) ter pomembnejši od kriterija ugled (C4). Kriterij profil strank je rahlo bolj pomemben od ocene pojavljanja, skoraj ne vidno bolj pomemben od videza in občutka ter bolj pomemben od ugleda. Kriterij videz in občutek je zmerno manj pomemben kot ocena pojavljanja oglasa na spletnem portalu, skoraj ne vidno manj pomemben kot profil strank in skoraj ne vidno manj pomemben kot ugled. Zadnji kriterij ugled je manj pomemben kot kriterij ocena pojavljanja oglasa, manj pomemben kot profil strank ter ne vidno bolj pomemben kot videz in občutek.

Potem sem naredila primerjavo podkriterijev po parih. Podkriterij starost je rahlo manj pomemben kot podkriterij izobrazba (glej tabelo 5.2). Nato pa sem še primerjala podkriterija prijaznost strankam in obliko strani (glej tabelo 5.3). Prijaznost do strank je pomembnejši kriterij kot kriterij oblika strani.

Tabela 5.2: Primerjava podkriterijev starost in izobrazba z mehkimi števili

	starost	izobrazba
starost	1,1,1	1/4,1/3,1/2
izobrazba	2,3,4	1,1,1

Tabela 5.3 Primerjava podkriterijev prijaznost do strank in oblika strani z mehkimi števili

	prijaznost	oblika
prijaznost	1,1,1	3,4,5
oblika	1/5,1/4,1/3	1,1,1

V naslednjem podkoraku sem preračunala mehke številke v navadne. To naredimo s pomočjo metode, ki jo je uporabil Lin (2010). Razvila pa sta jo Opricovic in Tzeng (2003) (glej tabelo 5.4).

Tabela 5.4: Matrika primerjav glavnih kriterijev po parih

	C1	C2	C3	C4
C1	1,000	0,339	4,959	3,988
C2	3,016	1,000	2,045	5,930
C3	0,200	0,541	1,000	0,541
C4	0,251	0,167	2,045	1,000

max u= 7; min l = 1/7; Δ_{min}^{max} = 6,857

Po spremembi mehkih števil v navadne za glavne kriterije, sem enako naredila še za oboje podkriterijev (glej prilogo A).

V naslednjem podkoraku sem postopek ponovila še za alternative, ki sem jih primerjala po parih za vse kriterije.

Tabela 5.5: Osnovna matrika primerjav alternativ za oceno pojavljanja oglasa z mehkimi števili

ocena	P1	P2	P3	P4
P1	1,1,1	3,4,5	6,7,8	1,2,3
P2	1/5,1/4,1/3	1,1,1	1,2,3	2,3,4
P3	1/8,1/7,1/6	1/3,1/2,1	1,1,1	7,8,9
P4	1/3,1/2,1	1/4,1/3,1/2	1/9,1/8,1/7	1,1,1

Iz osnovne matrike lahko vidimo, da je glede na prvi kriterij ocena pojavljanja oglasa, portal 1 (P1) pomembnejši od portala 2 (P2), očitno bolj pomembnejši od portala 3 (P3) in ne vidno bolj pomemben od portala 4 (P4). Portal 2 je manj pomembnejši od portala 1, ne vidno bolj pomemben kot portal 3 in rahlo bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je močno manj pomemben kot portal 1, ne vidno manj pomembnejši kot portal 2 in očitno bolj pomembnejši kot portal 4. Zadnja alternativa portal 4 je ne vidno manj pomembnejši kot portal 1, rahlo manj pomemben kot portal 2 in očitno manj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.5).

Tabela 5.6: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij starost z mehkimi števili

starost	P1	P2	P3	P4
P1	1,1,1	2,3,4	4,5,6	1/4,1/3,1/2
P2	1/4,1/3,1/2	1,1,1	3,4,5	1,2,3
P3	1/6,1/5,1/4	1/5,1/4,1/3	1,1,1	1/3,1/2,1
P4	2,3,4	1/3,1/2,1	1,2,3	1,1,1

Glede na naslednji kriterij starost strank, je portal 1 rahlo bolj pomemben kot portal 2, zmerno bolj pomemben kot portal 3 in rahlo manj pomemben kot portal 4. Portal 2 je rahlo manj pomemben kot portal 1, pomembnejši kot portal 3 in ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je zmerno manj pomemben kot portal 1, manj pomemben kot portal 2 in ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 4 je rahlo bolj pomemben kot portal 1, ne vidno manj pomemben kot portal 2 in ne vidno bolj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.6).

Tabela 5.7: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij izobrazba z mehkimi števili

izobrazba	P1	P2	P3	P4
P1	1,1,1	1/3,1/2,1	1/8,1/7,1/6	1,2,3
P2	1,2,3	1,1,1	1/4,1/3,1/2	2,3,4
P3	6,7,8	2,3,4	1,1,1	1/3,1/2,1
P4	1/3,1/2,1	1/4,1/3,1/2	1,2,3	1,1,1

Portal 1 je glede na glavni kriterij izobrazba ne vidno manj pomemben kot portal 2, očitno manj pomemben kot portal 3 in ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 2 je ne vidno bolj pomemben kot portal 1, rahlo manj pomemben kot portal 3 in rahlo bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je očitno bolj pomemben kot portal 1, rahlo bolj pomemben kot portal 2 in ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 4 je ne vidno manj pomemben kot portal 1, rahlo manj pomemben kot portal 2 in ne vidno bolj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.7).

Tabela 5.8: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij prijaznost do strank z mehkimi števili

prijaznost	P1	P2	P3	P4
P1	1,1,1	1/7,1/6,1/5	1/5,1/4,1/3	1/3,1/2,1
P2	5,6,7	1,1,1	2,3,4	1/4,1/3,1/2
P3	3,4,5	1/4,1/3,1/2	1,1,1	2,3,4
P4	1,2,3	2,3,4	1/4,1/3,1/2	1,1,1

Portal 1, je glede na kriterij prijaznost do strank, močno manj pomemben kot portal 2, manj pomemben kot portal 3 in ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 2 je močno bolj pomemben kot portal 1, rahlo bolj pomemben kot portal 3 in rahlo manj pomemben kot portal 4. Portal 3 je pomembnejši od portala 1, rahlo manj pomemben kot portal 2 in rahlo bolj pomemben kot portal 4. Zadnja alternativa, portal 4, je ne vidno bolj pomemben kot portal 1, rahlo bolj pomemben kot portal 2 in rahlo manj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.8).

Tabela 5.9: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij oblika strani z mehkimi števili

oblika	P1	P2	P3	P4
P1	1,1,1	1/4,1/3,1/2	6,7,8	1/3,1/2,1
P2	2,3,4	1,1,1	5,6,7	1,2,3
P3	1/8,1/7,1/6	1/7,1/6,1/5	1,1,1	1/5,1/4,1/3
P4	1,2,3	1/3,1/2,1	3,4,5	1,1,1

Portal 1 je, glede na obliko strani, rahlo manj pomemben kot portal 2 in očitno bolj pomemben kot portal 3 in ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 2 je rahlo bolj pomemben kot portal 1, močno bolj pomemben kot portal 3 in ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je očitno manj pomemben kot portal 1, močno manj pomemben kot portal 3 in manj pomemben kot portal 4. Portal 4 je ne vidno bolj pomemben kot portal 1, ne vidno manj pomemben kot portal 2 in pomembnejši kot portal 3 (glej tabelo 5.9).

Tabela 5.10: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij ugled z mehkimi števili

ugled	P1	P2	P3	P4
P1	1,1,1	2,3,4	1/3,1/2,1	3,4,5
P2	1/4,1/3,1/2	1,1,1	1/5,1/4,1/3	1,2,3
P3	1,2,3	3,4,5	1,1,1	5,6,7
P4	1/5,1/4,1/3	1/3,1/2,1	1/7,1/6,1/5	1,1,1

Glede na zadnji glavni kriterij ugled, je portal 1 rahlo bolj pomemben kot portal 2, ne vidno manj pomemben kot portal 3 in pomembnejši kot portal 4. Portal 2 je rahlo manj pomemben kot portal 3, manj pomembnejši kot portal 3 in ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je ne vidno bolj pomemben kot portal 1, pomembnejši kot portal 3 in močno bolj pomemben kot portal 4. Portal 4 je manj pomembnejši kot portal 1, ne vidno manj pomemben kot portal 2 in močno manj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.10).

Po končanih primerjavah alternativ po parih za vse kriterije sem trikotna mehka števila ponovno pretvorila v navadna. Kot pri glavnih kriterijih in podkriterijih sem uporabila metodo, ki sta jo razvila Opricovic in Tzeng (2003) (glej prilogo A).

V tretjem koraku je sledila normalizacija matrik kriterijev, podkriterijev in alternativ. Rezultat normaliziranih matrik so uteži, s pomočjo katerih sem izračunala pomembnost kriterijev, in tudi katera alternativa je najpomembnejša. To sem naredila tako, da sem vrednosti iz osnovne matrike seštela in delila s celotno vsoto vrstice. To sem ponovila za vse kriterije in alternative, tako da sem dobila nove matrike. Iz teh matrik sem sestavila končno matriko, ki vsebuje končne vrednosti kriterijev in alternativ (Triantaphyllou in Mann 1995; Saaty 2008).

Tabela 5.11: Uteži za glavne kriterije

	C1	C2	C3	C4	∑	Uteži
C1	0,224	0,166	0,493	0,348	1,231	0,308
C2	0,675	0,489	0,204	0,518	1,885	**0,471**
C3	0,045	0,264	0,100	0,047	0,456	0,114
C4	0,056	0,082	0,204	0,087	0,429	0,107
∑	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000

Iz tabele je razvidno, da je najpomembnejši kriterij profil strank (0,471), sledi pa mu ocena pojavljanja oglasa (0,308). Najmanj pomembna kriterija sta videz in občutek (0,114) ter ugled (0,107) (glej tabelo 5.11).

Postopek ponovimo še za podkriterije in za vse alternative, tako da dobimo nove normirane matrike, s pomočjo katerih dobimo končne uteži (glej prilogo B).

Tabela 5.12: Matrika združenih uteži za kriterije in alternative

		uteži	uteži	portal 1	portal 2	portal 3	portal 4
	ocena pojavljanja	0,380	0,380	**0,508**	0,180	0,208	0,105
profil strank	starost	**0,471**	0,254	**0,336**	0,284	0,080	0,300
	izobrazba		0,746	0,139	0,238	**0,410**	0,213
videz in občutek	prijaznost	0,114	0,798	0,070	**0,351**	0,304	0,276
	oblika		0,202	0,214	**0,461**	0,057	0,269
	ugled	0,107	0,107	0,303	0,124	**0,499**	0,074

Iz matrike lahko vidimo, da je utež za podkriterij starost enaka 0,254 in utež za izobrazbo enaka 0,746. Pomembnejši podkriterij je torej izobrazba. Za podkriterij prijaznost strankam je utež 0,798, utež za obliko strani pa je 0,202. Pomembnejši podkriterij je torej prijaznost do strank (glej tabelo 5.12).

Nato pogledamo uteži za alternative po kriterijih. Najboljša alternativa po kriteriju ocena pojavljanja oglasa je portal 1 (0,508), sledijo mu portal 3 (0,208), portal 2 (0,180) in portal 4 (0,105). Glede na kriterij starost je najboljša alternativa portal je portal 1 (0,336), sledijo mu portal 4 (0,300), portal 2 (0,284) in portal 3 (0,080). Najboljša alternativa, glede na kriterij izobrazba, je portal 3 (0,410). Druga najboljša alternativa je portal 2 (0,238). Zadnji dve alternativi sta portal 4 (0,213) in portal 1 (0,139). Najboljša alternativa po kriteriju prijaznost do strank je portal 2 (0,351), sledijo mu portal 3 (0,304), portal 4 (0,276) in portal 1 (0,070). Glede na kriterij oblika strani je najboljša alternativa portal 2 (0,461). Druga najboljša alternativa je portal 4 (0,269). Zadnji dve alternativi pa sta portal 1 (0,214) in portal 3 (0,057). Najboljša alternativa po zadnjem kriteriju ugled je portal 3 (0,499), sledijo mu portal 1 (0,303), portal 2 (0,124) in zadnja alternativa je portal 4 (0,074) (glej tabelo 5.12).

V zadnjem koraku sem združila uteži kriterijev in alternativ iz prejšnjih matrik. Na ta način lahko sem lahko naredila končni izračun in ugotovila, katera je najboljša alternativa.

Tabela 5.13: Končna matrika odločanja

	portal 1	portal 2	portal 3	portal 4
ocena pojavljanja	0,193	0,068	0,079	0,040
starost	0,085	0,072	0,020	0,076
izobrazba	0,104	0,178	0,306	0,159
prijaznost	0,056	0,280	0,243	0,220
oblika	0,043	0,093	0,012	0,054
ugled	0,032	0,013	0,053	0,008
∑	0,514	0,705	**0,713**	0,558

Iz končne matrike odločanja lahko vidimo, da je najboljša alternativa portal 3 (0,713), druga alternativa je portal 2 (0,705). Tretja alternativa je portal 1 (0,514) in zadnja alternativa je portal 4 (0,558) (glej tabelo 5.13).

Po rezultatih sodeč sta si tretja in četrta alternativa zelo blizu. Čeprav deluje podobno kot tradicionalni model, je mehki model namenil večjo pozornost človeški neodločenosti in subjektivnosti pri pretvarjanju takšnih opisov v števila (Zadeh 1965). Če bi v mehkem modelu spremenili pomembnost kriterijev, se vrstni red alternativ ne bi spremenil tako hitro, kot če bi uporabili tradicionalni model. Slabost modela je v tem, da vhodne podatke modeliramo s pomočjo trikotnih števil, rezultate pa le v točkovni obliki. V nasprotju pa intervalni model tudi končne rezultate poda v obliki intervala.

5.2 Simulacija intervalnega modela

Za osnovo simulacije intervalnega modela sem uporabila članek, ki so ga napisali Sugihara in drugi (2004). S pomočjo tega članka sem naredila simulacijo intervalnega modela za štiri slovenske portale.

Prvi korak je bile enak kot pri tradicionalnem in mehkem modelu. Najprej sem naredila hierarhično strukturo modela. Na vrhu je bil cilj – kateri je najboljši spletni portal, sledijo mu glavni kriteriji in podkriteriji. Na koncu pa sem v model dodala še alternative – štiri slovenske portale (glej sliko 5.1).

V drugem koraku sem naredila primerjavo kriterijev in podkriterijev po parih. To sem naredila s pomočjo 9-stopenjske lestvice, ki jo je določil že Saaty (2008) (glej tabelo 3.2). Edina razlika je, da imamo eno matriko z intervalnimi primerjavami (glej sliko 3.5). Namesto ene matrike lahko naredimo tudi dve matriki. Prva matrika vsebuje spodnje vrednosti intervala in druga matrika vsebuje zgornje vrednosti intervala (glej sliko 5.2) (Wang in Elhag 2007).

Slika 5.2: Matrika spodnjih in zgornji primerjav

$$A_{\mathrm{L}} = \begin{bmatrix} 1 & l_{12} & \cdots & l_{1n} \\ l_{21} & 1 & \cdots & l_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \qquad A_{\mathrm{U}} = \begin{bmatrix} 1 & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & 1 & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Vir: Wang in Elhag (2007, 460).

Tabela 5.14: Osnovna matrika primerjav glavnih kriterijev z intervali

	C1	C2	C3	C4
C1	[1,1]	[0.286, 0.4]	[4.5, 5.5]	[3.5, 4.5]
C2	[2.5, 3.5]	[1,1]	[1.5, 2.5]	[5.5, 6.5]
C3	[0.182, 0.22]	[0.4, 0.667]	[1,1]	[0.4, 0.667]
C4	[0.22, 0.286	[0.154, 0.182]	[1.5,2.5]	[1,1]

V osnovni matriki (glej tabelo 5.14) sem naredila primerjavo glavnih kriterijev po parih. Intervalne primerjave so bile zgolj reda 1 in oblike npr. [2.5, 3.5], saj sem želela, da bi se intervalni model čim bolj prilegal osnovnemu tradicionalnemu modelu. Kriterij ocena pojavljanja oglasa (C1) je rahlo manj do ne vidno manj pomemben kot kriterij profil strank (C2), zmerno bolj pomemben do bolj pomemben kot kriterij videz in občutek (C3) in rahlo bolj pomemben do zmerno pomemben kot kriterij ugled (C4). Kriterij strank je ne vidno do rahlo bolj pomemben kot kriterij ocena pojavljanja oglasa, ne vidno manj pomemben do enako pomemben kot kriterij videz in občutek ter bolj pomemben do močno bolj pomemben kot kriterij ugled. Tretji kriterij, videz in občutek, je rahlo manj do manj pomembnejši od kriterija ocen pojavljanja oglasa, ne vidno manj do enako pomemben kot kriterija profil strank in ugleda. Zadnji kriterij, ugled je rahlo manj do zmerno manj pomemben kot kriterij ocena pojavljanj oglasa, manj pomemben do močno manj od kriterija profil strank in ne vidno do enako bolj pomemben kot kriterij videz in občutek.

Po tem sem naredila še primerjavo za podkriterije. Primerjave, ki sem jih uporabila pri tem modelu se ujemajo z prirejenimi primerjavami, ki se jih naredila za simulacijo mehkega AHP modela.

Tabela 5.15: Primerjava podkriterijev starost in izobrazba z intervali

	starost	izobrazba
starost	[1,1]	[0.286, 0.4]
izobrazba	[2.5, 3.5]	[1,1]

Podkriterij starost je ne vidno manj do rahlo manj pomemben kot podkriterij izobrazba (glej tabelo 5.15).

Tabela 5.16: Primerjava podkriterijev prijaznost in oblika z intervali

	prijaznost	oblika
prijaznost	[1,1]	[3.5,4.5]
oblika	[0.22, 0.286]	[1,1]

Podkriterij prijaznost do strank je rahlo bolj do zmerno bolj pomemben kot podkriterij oblika strani (glej tabelo 5.16). Primerjavi podkriterijev je sledila še primerjava alternativ po parih za vsak kriterij posamezno.

Tabela 5.17: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij ocena z intervali

ocena	P1	P2	P3	P4
P1	[1,1]	[3.5,4.5]]	[6.5,7.5]	[1.5,2.5]
P2	[0.22, 0.286]	[1,1]	[1.5,2.5]	[2.5,3.5]
P3	[0.133, 0.154]	[0.4, 0.667]	[1,1]	[7.5,8.5]
P4	[0.4, 0.667]	[0.286, 0.4]	[0.118, 0.133]	[1,1]

Glede na prvi kriterij ocena pojavljanja oglasa, portal 1 (P1) rahlo bolj do zmerno bolj pomemben od portala 2 (P2), očitno bolj do močno bolj pomembnejši od portala 3 (P3) in enako pomemben do ne vidno bolj pomemben od portala 4 (P4). Portal 2 je rahlo manj do zmerno manj pomembnejši od portala 1, enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 3 in ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je očitno manj do močno manj pomemben kot portal 1, enako do ne vidno manj pomembnejši kot portal 2 in očitno bolj do izredno pomembnejši kot portal 4. Zadnja alternativa portal 4 je enako do ne vidno manj pomembnejši kot portal 1, ne vidno do rahlo manj pomemben kot portal 2 in očitno manj do izrazito manj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.17).

Tabela 5.18: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij starost z intervali

starost	P1	P2	P3	P4
P1	[1,1]	[2.5,3.5]	[4.5,5.5]	[0.286, 0.4]
P2	[0.286, 0.4]	[1,1]	[3.5,4.5]	[1.5,2.5]
P3	[0.182, 0.22]	[0.22, 0.286]	[1,1]	[0.4, 0.667]
P4	[2.5,3.5]	[0.4, 0.667]	[1.5,2.5]	[1,1]

Glede na kriterij starost strank, je portal 1 ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 2, zmerno bolj do bolj pomemben kot portal 3 in ne vidno manj do rahlo manj pomemben kot portal 4. Portal 2 je ne vidno do rahlo manj pomemben kot portal 1, rahlo bolj do zmerno bolj pomembnejši kot portal 3 in enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je zmerno manj do manj pomemben kot portal 1, rahlo manj do zmerno manj pomemben kot portal 2 in enako do ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 4 je rahlo bolj pomemben kot portal 1, ne vidno manj pomemben kot portal 2 in ne vidno bolj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.18).

Tabela 5.19: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij izobrazba z intervali

izobrazba	P1	P2	P3	P4
P1	[1,1]	[0.286, 0.4]	[0.133, 0.154]	[1.5,2.5]
P2	[2.5,3.5]	[1,1]	[0.286, 0.4]	[2.5,3.5]
P3	[6.5,7.5]	[2.5,3.5]	[1,1]	[0.4,0.667]
P4	[0.4, 0.667]	[0.286, 0.4]	[1.5,2.5]	[1,1]

Portal 1 je glede na kriterij izobrazba ne vidno do rahlo manj pomemben kot portal 2, očitno manj do močno manj pomemben kot portal 3 in enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 2 je ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 1, nevidno manj do rahlo manj pomemben kot portal 3 in ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je očitno bolj do močno bolj pomemben kot portal 1, ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 2 in enako do ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 4 je enako do ne vidno manj pomemben kot portal 1, rahlo manj do ne vidno manj pomemben kot portal 2 in enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.19).

Tabela 5.20: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij prijaznost z intervali

prijaznost	P1	P2	P3	P4
P1	[1,1]	[0.154, 0.182]	[0.22, 0.286]	[0.4,0.667]
P2	[5.5,6.5]	[1,1]	[2.5,3.5]	[0.286, 0.4]
P3	[3.5,4.5]	[0.286, 0.4]	[1,1]	[3.5,4.5]
P4	[1.5,2.5]	[2.5,3.5]	[0.22, 0.286]	[1,1]

Portal 1, je glede na kriterij prijaznost do strank, močno manj do manj pomemben kot portal 2, rahlo manj do zmerno manj pomemben kot portal 3 in enako do ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 2 je bolj do močno bolj pomemben kot portal 1, ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 3 in ne vidno do rahlo manj pomemben kot portal 4. Portal 3 je rahlo bolj do zmerno bolj pomembnejši od portala 1, ne vidno do rahlo manj pomemben kot portal 2 in rahlo bolj do zmerno bolj pomemben kot portal 4. Zadnja alternativa, portal 4, je enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 1, ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 2 in rahlo manj do zmerno manj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.20).

Tabela 5.21: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij oblika z intervali

oblika	P1	P2	P3	P4
P1	[1,1]	[0.286, 0.4]	[6.5,7.5]	[0.4, 0.667]
P2	[2.5,3.5]	[1,1]	[5.5,6.5]	[1.5,2.5]
P3	[0.133, 0.154]	[0.154, 0.182]	[1,1]	[0.22, 0.286]
P4	[1.5,2.5]	[0.4, 0.667]	[3.5,4.5]	[1,1]

Portal 1 je, glede na obliko strani, ne vidno do rahlo manj pomemben kot portal 2 in očitno do močno bolj pomemben kot portal 3 in enako do ne vidno manj pomemben kot portal 4. Portal 2 je ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 1, bolj do očitno bolj pomemben kot portal 3 in enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je očitno do močno manj pomemben kot portal 1, manj do očitno manj pomemben kot portal 2 in rahlo manj do manj pomemben kot portal 4. Portal 4 je enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 1, enako do ne vidno manj pomemben kot portal 2 in rahlo do zmerno bolj pomembnejši kot portal 3 (glej tabelo 5.21).

Tabela 5.22: Osnovna matrika primerjav alternativ za kriterij ugled z intervali

ugled	P1	P2	P3	P4
P1	[1,1]	[2.5,3.5]	[0.4,0.667]	[3.5,4.5]
P2	[0.286, 0.4]	[1,1]	[0.22, 0.286]	[1.5,2.5]
P3	[1.5,2.5]	[3.5,4.5]	[1,1]	[5.5,6.5]
P4	[0.22, 0.286]	[0.4, 0.667]	[0.154, 0.182]	[1,1]

Glede na zadnji glavni kriterij ugled, je portal 1 ne vidno do rahlo bolj pomemben kot portal 2, enako do ne vidno manj pomemben kot portal 3 in rahlo do zmerno bolj pomemben kot portal 4. Portal 2 je ne vidno do rahlo manj pomemben kot portal 3, rahlo do zmerno manj pomembnejši kot portal 3 in enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 4. Portal 3 je enako do ne vidno bolj pomemben kot portal 1, rahlo do zmerno bolj pomemben kot portal 2 in bolj do očitno bolj pomemben kot portal 4. Portal 4 je rahlo do zmerno manj pomembnejši kot portal 1, enako do ne vidno manj pomemben kot portal 2 in manj do očitno manj pomemben kot portal 3 (glej tabelo 5.22).

Po narejenih primerjavah pomembnosti, sem podatke vnesla v program, ki sem ga oblikovala v ta namen, v sodelovanju s svojim mentorjem, dr. Damjanom Škuljem, docentom na Fakulteti za družbene vede v Ljubljani. Program, ki sem ga uporabila za računanje uteži, je GNU Octave (Eaton 2013). Zasnovan je tako, da izračuna linearna problema, ki sta opisana v poglavju 4.2 – Spodnji in Zgornji intervalni AHP (glej enačbi 4.6 in 4.7) (glej prilogo C).

Najprej sem računala uteži za Spodnji model intervalnega AHP, vendar tega modela ni bilo mogoče izračunati, saj tako, kot pišejo Sugihara in drugi (2004) v članku, za Spodnji model ni mogoče vedno najti optimalne rešitve. Optimalno rešitev je bilo mogoče najti samo za obe matriki podkriterijev (glej tabeli 5.15 in 5.16).

Tabela 5.23: Intervalne uteži za podkriterija starost in izobrazba – Spodnji model

	Spodnji model
W1	[0.222, 0.286]
W2	[0.714, 0.778]

Glede na Spodnji model ima podkriterij starost (W1) intervalne uteži [0.222, 0.286] in podkriterij izobrazba (W2) intervalne uteži [0.714, 0.778]. Podkriterij starost je bolj zaželen kriterij, glede na spodnji intervalni model (glej tabelo 5.23).

Tabela 5.24: Intervalne uteži za podkriterija prijaznost do strank in oblika strani – Spodnji model

	Spodnji model
W1	[0.778, 0.818]
W2	[0.182, 0.222]

Podkriterij prijaznost do strank (W1) ima intervalne uteži [0.778, 0.818] in oblika strani intervalne uteži [0.182, 0.222]. Podkriterij prijaznost do strank je bolj zaželen kriterij, glede na spodnji intervalni model (glej tabelo 5.24).

Po narejenem Spodnjem modelu sem izvedla še Zgornji intervalni model. Tega sem lahko izvedla za vse matrike, saj pri tem modelu, za razliko od Spodnjega modela, lahko vedno najdemo optimalno rešitev (Sugihara in drugi 2004).

Tabela 5.25: Intervalne uteži za glavne kriterije – Zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.136, 0.320]
W2	[0.476, 0.476]
W3	[0.058, 0.318]
W4	[0.070, 0.146]

Kriterij ocena pojavljanja oglasa (W1) ima intervalne uteži [0.136, 0.320], kriterij profil strank (W2) ima intervalne uteži [0.476, 0.476], kriterij videz in občutek (W3) im intervalne uteži [0.058, 0.318] in zadnji kriterij, ugled ima intervalne uteži [0.070, 0.146] (glej tabelo 5.25). S pomočjo zgornjega modela lahko vidimo, da je profil strank bolj zaželen kriterij kot ostali trije kriteriji. Ne moremo pa določiti točnega vrstnega reda zaželenosti kriterijev, saj so uteži podane v obliki intervalov. Po končanih izračunih intervalnih uteži za glavne kriterije, sem postopek ponovila še za podkriterije.

Tabela 5.26: Intervalne uteži za podkriterija starost in izobrazba – Zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.222, 0.286]
W2	[0.714, 0.778]

Pri Zgornjem modelu za podkriterija starost in izobrazba sem dobila enake intervalne uteži kot pri spodnjem modelu (glej tabelo 5.23). Torej, starost je bolj zaželen podkriterij kot izobrazba (glej tabelo 5.26).

Tabela 5.27: Intervalne uteži za podkriterija prijaznost in oblika – Zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.778, 0.820]
W2	[0.180, 0.222]

Glede na Zgornji model ima podkriterij prijaznost do strank (W1) intervalne uteži [0.778, 0.820] in podkriterij oblika strani (W2) uteži [0.180, 0.222]. Bolj zaželen izmed kriterij je prijaznost do strank (glej tabelo 5.27). Postopek za Zgornji model sem nato ponovila še za alternative po vseh kriterijih, tako da sem dobila še šest zgornji modelov (glej prilogo Č).

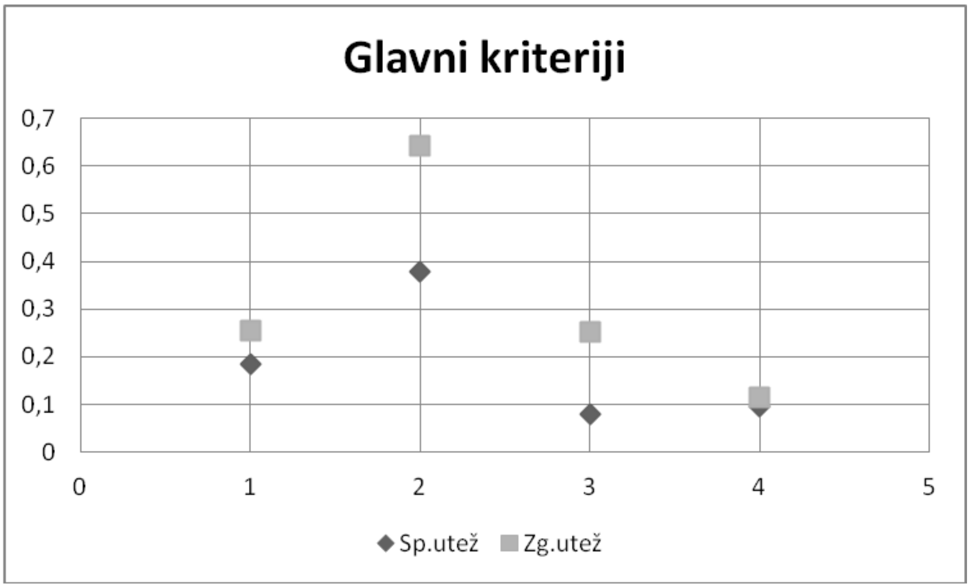
V tretjem koraku je po končanih izračunih uteži sledila normalizacija matrik kriterijev, podkriterijev in alternativ. Postopek normalizacije je bil enak kot pri tradicionalnem modelu, čeprav sem tukaj računala z intervali (Triantaphyllou in Mann 1995; Saaty 2008).

Tabela 5.28: Uteži za glavne kriterije

	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,136	0,32	0,184	0,254
W2	0,476	0,476	**0,378**	**0,643**
W3	0,058	0,318	0,079	0,252
W4	0,07	0,146	0,095	0,116
∑	0,741	1,259	1	1

Po normalizaciji intervalnih uteži sem dobila končne uteži. Vendar ne morem postaviti točnega vrstnega reda pomembnosti kriterijev, lahko pa razberem delno urejenost intervalov. Kriterij profil strank (W2) je bolj zaželen kot ocena pojavljanja oglasa (W1) in ocena je bolj zaželena kot ugled (W4). Hkrati pa je profil strank tudi bolj zaželen kot kriterij videz in občutek (W3). Torej, najbolj zaželen kriterij je profil strank ([0.378, 0.643]) (glej tabelo 5.28 in graf 5.1).

Slika 5.2: Uteži za glavne kriterije



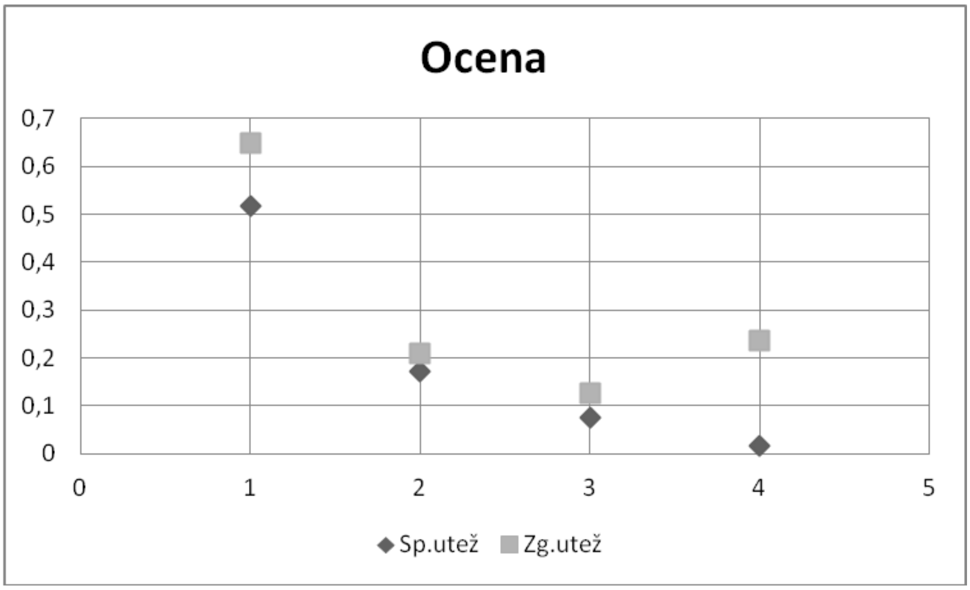
Postopek normalizacije sem nato ponovila še za podkriterije in za alternative, tako da dobimo nove uteži, s pomočjo katerih sem nato oblikovala končne uteži (glej prilogo D).

Tabela 5.29: Matrika združenih uteži za kriterije in alternative

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">uteži</td><td colspan="2">uteži</td><td colspan="2">portal 1</td><td colspan="2">portal 2</td><td colspan="2">portal 3</td><td colspan="2">portal 4</td></tr>
<tr><td></td><td>ocena pojavljanja</td><td>0,184</td><td>0,254</td><td>0,184</td><td>0,254</td><td>0,516</td><td>0,649</td><td>0,172</td><td>0,208</td><td>0,076</td><td>0,126</td><td>0,016</td><td>0,236</td></tr>
<tr><td rowspan="2">profil strank</td><td>starost</td><td rowspan="2">0,378</td><td rowspan="2">0,643</td><td>0,237</td><td>0,269</td><td>0,265</td><td>0,301</td><td>0,245</td><td>0,294</td><td>0,079</td><td>0,156</td><td>0,326</td><td>0,335</td></tr>
<tr><td>izobrazba</td><td>0,731</td><td>0,763</td><td>0,127</td><td>0,189</td><td>0,265</td><td>0,274</td><td>0,287</td><td>0,346</td><td>0,253</td><td>0,259</td></tr>
<tr><td rowspan="2">videz in občutek</td><td>prijaznost</td><td rowspan="2">0,079</td><td rowspan="2">0,252</td><td>0,787</td><td>0,812</td><td>0,049</td><td>0,165</td><td>0,291</td><td>0,321</td><td>0,306</td><td>0,325</td><td>0,239</td><td>0,305</td></tr>
<tr><td>oblika</td><td>0,188</td><td>0,213</td><td>0,155</td><td>0,178</td><td>0,446</td><td>0,581</td><td>0,031</td><td>0,081</td><td>0,233</td><td>0,296</td></tr>
<tr><td></td><td>ugled</td><td>0,095</td><td>0,116</td><td>0,095</td><td>0,116</td><td>0,248</td><td>0,302</td><td>0,110</td><td>0,129</td><td>0,486</td><td>0,576</td><td>0,066</td><td>0,082</td></tr>
</table>

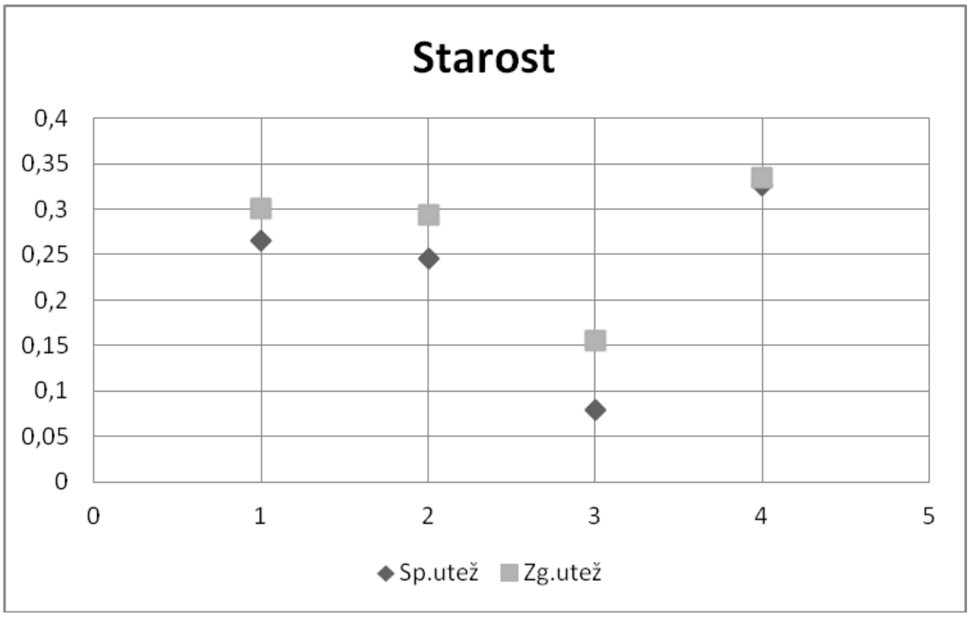
Iz matrike lahko preberemo samo delne urejenosti vrstnih redov za vse kriterije, podkriterije in alternative. Najboljši kriterij je profil strank ([0.378, 0.643]). Kriterij profil strank ([0.378, 0.643]) je bolj zaželen kor kriterij ocena pojavljanja oglasa ([0.184, 0.254]) in ocena je bolj zaželena kot ugled ([0.095, 0.116]). Hkrati pa je profil strank tudi bolj zaželen kot kriterij videz in občutek (0.079, 0.252) (glej graf 5.1). Nato pogledamo še podkriterije. Podkriterij izobrazba ([0.731, 0.763]) je bolj zaželen kot podkriterij starost ([0.237, 0.269]). Kriterij izobrazba je torej bolj pomemben. Za podkriterij prijaznost do strank je vrednost uteži [0.787, 0.812] in za podkriterij oblika strani je vrednost uteži [0.188, 0.213]. Bolj zaželen kriterij je prijaznost do strank (glej tabelo 5.29).

Slika 5.3: Uteži alternativ po kriteriju ocena pojavljanja oglasa



Pred zadnjim korakom je potrebno pogledati še uteži alternativ. Portal 1([0.519, 0.649]) je, glede na oceno, bolj zaželen kor portal 2 ([0.172, 0.208]) in portal 2 je bolj zaželen kot portal 3 ([0.076, 0.126]). Hkrati pa je portal 1 bolj zaželen kot portal 4 ([0.016, 0.236]) (glej tabelo 5.29). Najboljša alternativa po kriteriju ocena pojavljanja oglasa je portal 1 (glej graf 5.2).

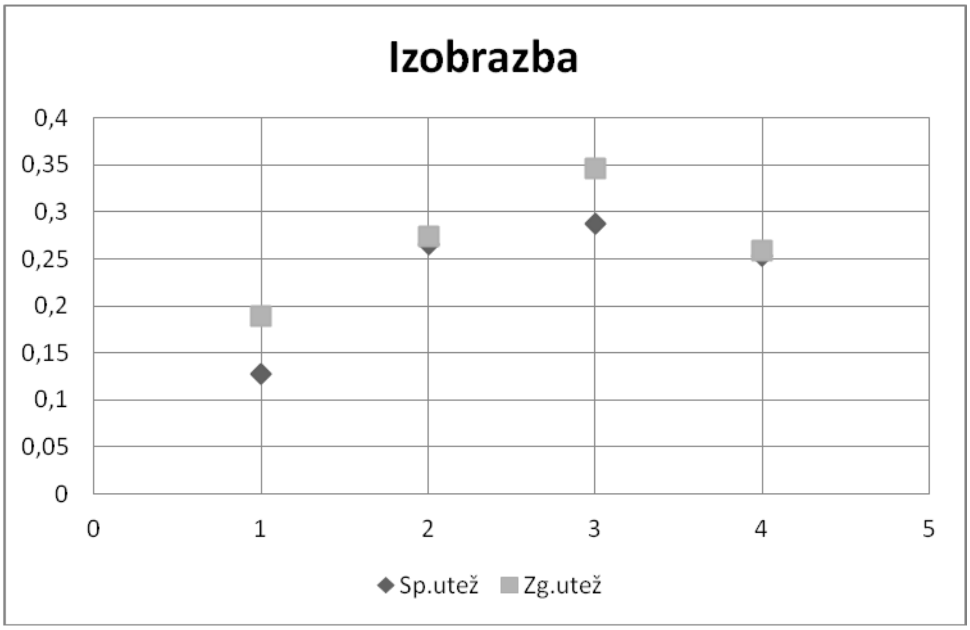
Slika 5.4: Uteži alternativ po kriteriju starost



Glede na kriterij starost je portal 4 ([0.326, 0.335]) bolj zaželen kot portal 1 ([0.265, 0.301]) in portal 1 je bolj zaželen kot portal 3 ([0.079, 0.159]). Hkrati je portal 2

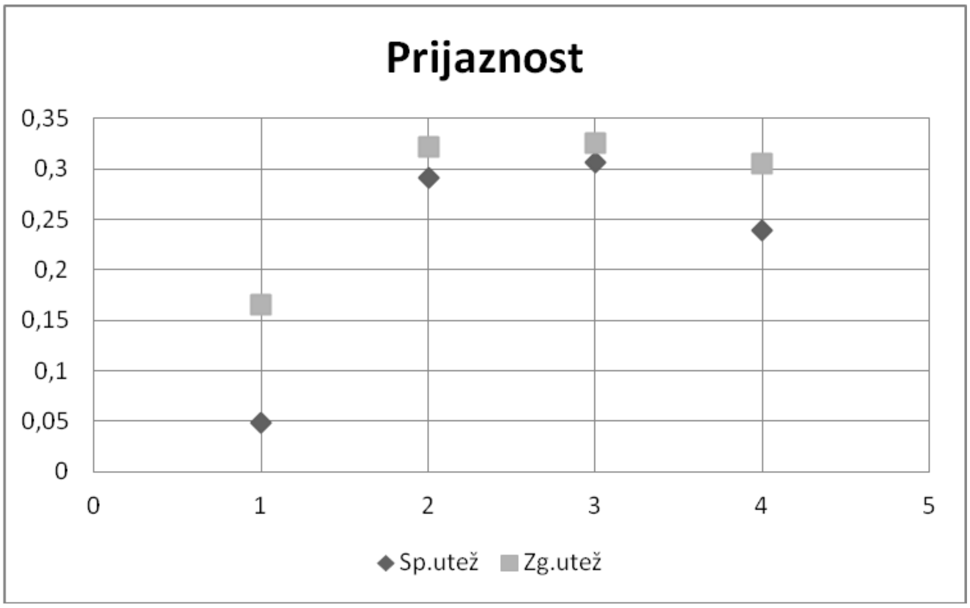
([0.254, 0.294]) bolj zaželen kot portal 3 (glej tabelo 5.29). Tako lahko določimo najboljšo alternativo, ki pa je portal 4 (glej graf 5.3).

Slika 5.5: Uteži alternativ po kriteriju izobrazba



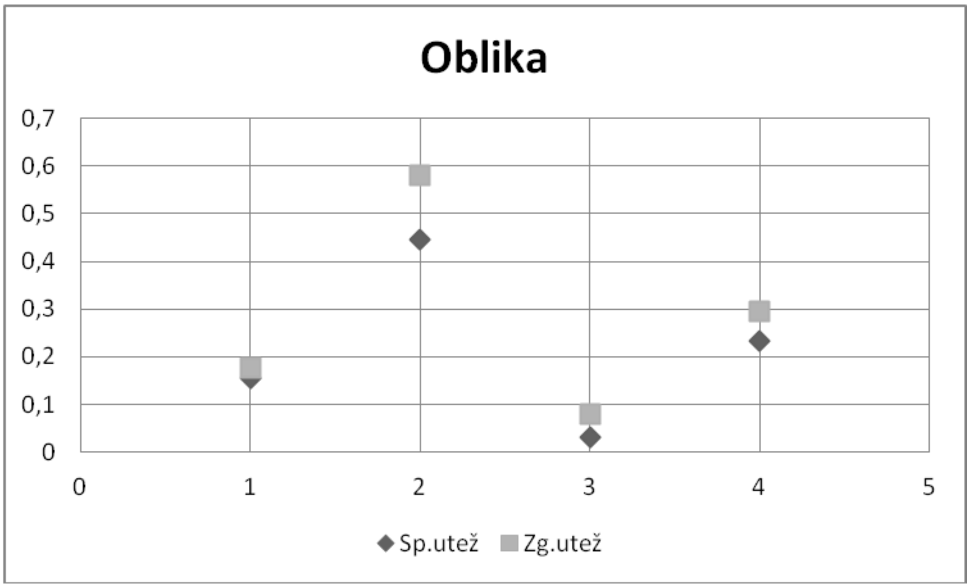
Glede na kriterij izobrazba je portal 3 ([0.287, 0.346]) bolj zaželen kor portal 2 ([0.265, 0.274]), portal 2 je bolj zaželen kor portal 4 ([0.253, 0.259]) in portal 4 je bolj zaželen kot portal 1 ([0.127, 0.189]) (glej tabelo 5.29). Najboljša alternativa je portal 4, sledijo mu portal 2, portal 4 in na koncu portal 1 (glej graf 5.4).

Slika 5.6: Uteži alternativ po kriteriju prijaznost do strank



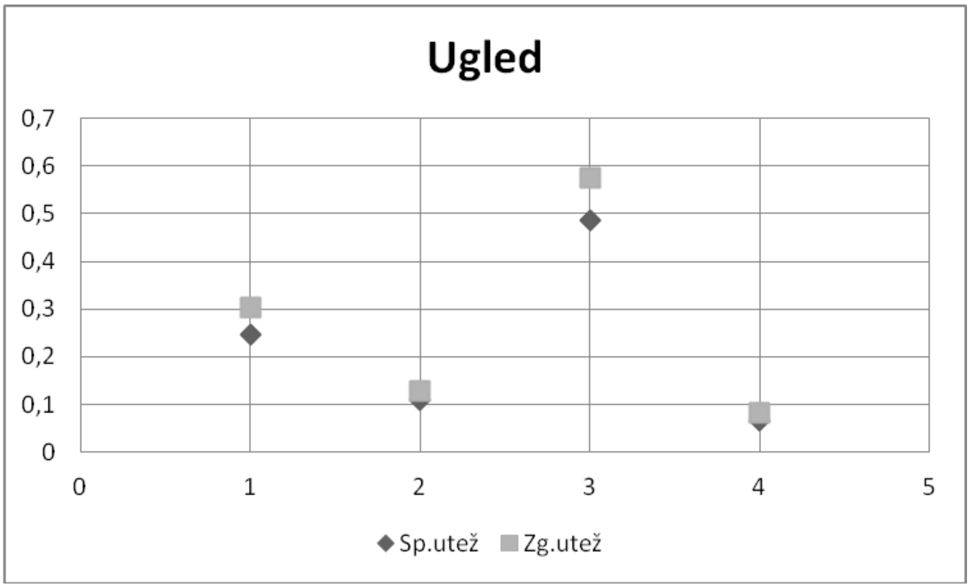
Portal 3 ([0.306, 0.306]) je bolj zaželen kot portal 4 ([0.239, 0.305]) in portal 4 je bolj zaželen kor portal 1 ([0.049, 0.165]). Prav tako pa je portal 2 ([0.291, 0.321]) bolj zaželen kor portal 1 (glej tabelo 5.29). Pri tem modelu ni bilo mogoče določiti niti delnega vrstnega reda urejenosti alternativ. Lahko sem določila samo najslabšo alternativo glede na kriterij prijaznost do strank. Ta alternativa je bila portal 1 (glej graf 5.5).

Slika 5.7: Uteži alternativ po kriteriju oblika strani



Portal 2 ([0.446, 0.581]) je bolj zaželen kor portal 4 ([0.233, 0.296]), portal 4 je bolj zaželen kot portal 1 ([0.155, 0.178]) in portal 1 je bolj zaželen kor portal 3 ([0.031, 0.081]) (glej tabelo 5.29). Najboljša alternativa, glede na kriterij prijaznost do strank, je portal 2. Sledita mu portal 4 in portal 1. Najslabša alternativa je portal 3 (glej graf 5.6).

Slika 5.8: Uteži alternativ po kriteriju ugled



Glede na zadnji kriterij je portal 3 ([0.486, 0.576]) bolj zaželen kot portal 1 ([0.248, 0.302]), portal 1 je bolj zaželen kot portal 2 ([0.110, 0.129]) in portal 2 bolj zaželen kot portal 4 ([0.006, 0.082]) (glej tabelo 5.29). Najboljša alternativa je portal 3. Druga najboljša alternativa je portal 1. Zadnji dve alternativi sta portal 2 in portal 4 (glej graf 5.7).

Tabela 5.30: Končna matrika odločanja

	portal 1		portal 2		portal 3		portal 4	
ocena pojavljanja	0,095	0,165	0,032	0,053	0,014	0,032	0,003	0,060
starost	0,063	0,081	0,058	0,079	0,019	0,042	0,077	0,090
izobrazba	0,093	0,144	0,194	0,209	0,210	0,264	0,185	0,197
prijaznost	0,039	0,134	0,229	0,260	0,241	0,264	0,188	0,248
oblika	0,029	0,038	0,084	0,124	0,006	0,017	0,044	0,063
ugled	0,024	0,035	0,010	0,015	0,046	0,067	0,006	0,010
∑	0,342	0,597	0,607	0,740	0,535	0,685	0,503	0,668

Iz končne matrike odločanja ne morem določiti točnega vrstnega reda urejenosti alternativ, lahko pa določim vsaj delno urejenost alternativ – portal 2 ([0.607, 0.740]) je zagotovo bolj zaželen kot portal 1 ([0.342, 0.597]) (glej tabelo 5.30). Za ostale alternative ne morem določiti vrstnega reda, saj se intervali končnih uteži med seboj prekrivajo. Kot lahko vidimo, nam intervali modela za razliko od mehkega modela končne rezultate poda v obliki intervalov.

V naslednjem poglavju bom naredila primerjavo uporabe mehkega in intervalnega modela. Predstavila bom tudi prednosti in slabosti uporabe obeh.

5.3 Primerjava obeh modelov

V tem poglavju bom naredila primerjavo obeh analitično hierarhičnih modelov – mehkega modela in intervalnega modela in na koncu še izpostavila prednosti in slabosti obeh modelov.

5.3.1 Primerjava obeh modelov

Oba modela bom primerjala na podlagi vhodnih podatkov, končnega izpisa rezultatov, ujemanja končnih rezultatov s tradicionalnim modelom (Župan 2013) ter ujemanja rezultatov obeh modelov med seboj, pomembnosti primerjav kriterijev in alternativ, postopka računanja, časa, ki ga moramo nameniti za razumevanje, in nato izvedbo modela, primerjave glede kompleksnosti in učinkovitosti modelov ter na koncu same uporabnosti modela.

Vhodni podatki pri mehkem modelu so podani v obliki trikotnih, mehkih števil, ki so predstavljene kot $\widetilde{T} = (l, m, u)$, kjer sta l in u najnižja in najvišja vrednost $\widetilde{T}$ in m predstavlja srednjo vrednost $\widetilde{T}$ (Kaufmann in Gupta 1991). Začetni podatki pri intervalnem modelu so v obliki $W_i = [\underline{w_i}, \overline{w_i}]$, kjer W_i predstavlja intervalne uteži. Prav tako je končni izpis rezultatov pri intervalnem modelu v obliki intervalov (Entani 2009). Po drugi strani pa so končni rezultati pri mehkem modelu podani v obliki navadnih števil, ker jih tekom računanja spremenimo iz mehkih v navadne (Lin 2010).

Nato sem pogledala, kako oba modela podata pomembnosti primerjav kriterijev, podkriterijev in alternativ. Oba modela imata dokaj enostavno opredeljene primerjave pomembnosti. Pri obeh modelih te temeljijo na prvotno razvitem tradicionalnem modelu (glej tabelo 3.1) (Saaty 2008). Pri mehkem modelu so bili besedilni opisi prirejeni s pomočjo mehkih števil (glej tabelo 3.2). Ta oblika števil naj bi bolje ponazorila človeško nezmožnost odločanja, ker ponuja večjo fleksibilnost pri primerjavah (Lin 2010; Opricovic in Tzeng 2003). Pri intervalnem modelu so besedilni in številski opisi pomembnosti primerjav enaki kot pri tradicionalnem modelu (glej tabelo 3.1). Razlika je le v tem, da namesto uporabe enega števila za določanje pomembnosti dveh kriterijev, uporabimo ta števila kot intervalne opise. Namen tega je bil omiliti človeško negotovost v odločanju in tako podati dobro alternativo uporabi tradicionalnemu modelu (Sugihara in drugi 2004). Po narejenih primerjavah sem pogledala postopek računanja pri obeh modelih. Postopek računanja pri mehkem modelu je dokaj enostaven. S pomočjo enačb trikotna mehka števila preračunamo v navadna števila (glej enačbe 4.1–4.4). Po tem sta postopek računanja uteži in njihova normalizacija enaka kot pri tradicionalnem modelu. Na koncu s tem postopkom dobimo končno matriko odločanja, iz katere lahko razberemo, katera alternativa je najboljša (glej tabelo 5.13) (Lin 2010). Postopek računanja pri intervalnem modelu pa je rahlo bolj zapleten kot pri prejšnjem modelu. Pri tem modelu moramo izračunati dva linearna modela – Spodnji in Zgornji model. Ta dva modela ponazarjata spodnje in zgornje meje človeškega odločanja. Potrebno je tudi omeniti, da optimalna rešitev ne obstaja vedno za Spodnji model, vedno pa obstaja za Zgornji model. Če ne moremo najti rešitve za spodnji model, pa je mogoče poiskati Konjunkcijski model, ki poišče optimalno rešitev za Spodnji model (glej enačbo 4.8). Za izračun intervalnih uteži obeh modelov moramo uporabiti linearno programiranje, saj iščemo maksimum razlik intervalnih uteži pri Spodnjem in minimum razlik pri Zgornjem modelu (glej enačbe 4.6 in 4.7) (Sugihara in drugi 2004). Pridobljene intervalne uteži moramo nato še normalizirati. Tudi pri tem modelu je postopek normalizacije enak kot pri tradicionalnem modelu. Edina razlika je, da še vedno računamo z intervali. Po končani normalizaciji dobimo končno matriko odločanja. V teoriji naj bi iz te matrike razbrali, katera alternativa je najbolj zaželena, vendar pa v praksi ni vedno tako (glej tabelo 5.30). Običajno lahko samo določimo delni vrstni red alternativ (Sugihara in drugi 2004).

Naslednja primerjava je bila primerjava končnih rezultatov mehkega in intervalnega modela s tradicionalnim modelom (Župan 2013, 34–44) in pa primerjava rezultatov modelov med seboj.

Tabela 5.31: Primerjava končnih rezultatov

	AHP	Mehki AHP	Intervalni AHP - ZM
glavni kriteriji	C2 (0,491)	C2 (0,471)	C2 [0.378, 0.643]
podkriteriji 1	izobrazba (0,750)	izobrazba (0,746)	W2 [0.739, 0.755]
podkriteriji2	prijaznost (0,800)	prijaznost (0,798)	W1 [0.787, 0.812]
ocena	P1 (0,537)	P1 (0,508)	P1 [0.516, 0.649]
starost	P1 (0,330)	P1 (0,336)	P4 [0.326, 0.335]
izobrazba	P3 (0,405)	P3 (0,410)	P3 [0.287, 0.346]
prijaznost	P2 (0,335)	P2 (0,351)	P2,P3,P4
oblika	P2 (0,446)	P2 (0,461)	P2 [0.446, 0.581]
ugled	P3 (0,504)	P3 (0,499)	P3 [0.486, 0.576]
končni rezultati	P3 (0,293)	P3 (0,713)	P2 ≥ P1

Vir: (Župan 2013, 44).

Kot lahko vidimo, se rezultati (tako vmesni kot končni), pridobljeni z mehkim modelom, ujemajo z rezultati tradicionalnega modela, ki sem ga uporabila za osnovo (glej tabelo 5.31). Edino razliko je mogoče opaziti v končnem rezultatu – končna ocena najboljšega portala (0,713) je relativno višja kot pa pri tradicionalnem modelu (0,293) (Župan 2013). Rezultati, ki pa sem jih pridobila s pomočjo intervalnega modela (zgornji model), pa se delno razlikujejo od tradicionalnega AHP in končno tudi od mehkega AHP. Pojavili sta se dve razliki pri primerjavi alternativ po kriterijih – starost in prijaznost do strank. Po kriteriju starost je najboljša alternativa, dobljena z tradicionalnim modelom, portal 1, ki je imel uteži 0,330. Najboljša alternativa, dobljena z intervalnim AHP, pa je bila portal 4, ki je imel uteži [0.326, 0.335]. Drugi kriterij, kjer so se pokazale razlike, je bil prijaznost do strank. Najboljša alternativa po tem kriteriju, pridobljena z tradicionalnim modelom, je bila portal 2 (0,335) (Župan 2013). Najboljše alternative, pridobljene z intervalnim modelom, pa za ta kriterij ni bilo mogoče določiti. Mogoče je bilo določiti samo delni vrstni red alternativ. Portal 3 je bil bolj zaželen kot portal 4 in portal 4 je bil bolj zaželen kot portal 1. Hkrati pa je portal 2 bolj zaželen kot portal 1. Iz tega sem lahko razbrala samo to, da je portal 1 najslabša alternativa po kriteriju prijaznost do strank. Podobna razlika se je pokazala tudi pri primerjavi končnih rezultatov. Najboljšega portala, ki sem ga pridobila z intervalnim modelom, ni bilo mogoče določiti, lahko sem samo določila vrstni red alternativ, saj so se intervali prekrivali med seboj. Portal 2 ([0.607, 0.740]) je bolj zaželen kor portal 1 ([0.342, 0.597]). Najboljša alternativa, dobljena z tradicionalnim modelom, je bil portal 3 (0,293) (Župan 2013). Večinoma pa so se rezultati, pridobljeni z tradicionalnim AHP in intervalnim AHP, ujemali.

Nato sem pogledala kompleksnost modela in čas, ki ga je potrebno nameniti za razumevanje in izvedbo obeh modelov. Mehki AHP je sam po sebi že dokaj enostaven za razumevanje, zaradi česar temu modelu ni bilo potrebno nameniti preveč časa. Po drugi strani pa sem intervalnemu AHP morala nameniti precej več časa, saj je model sam po sebi malo bolj kompliciran, ker vsebuje tudi elemente linearnega programiranja. Kljub svoji kompleksnosti tudi intervalni model postane dokaj enostaven za uporabo, ko enkrat razumemo matematiko za modelom.

Zadnji dve primerjavi, ki sem ju pogledala, sta bili učinkovitost in uporabnost obeh modelov. Oba sta se izkazala kot zelo učinkovita pri zamenjavi tradicionalnega AHP. Mogoče ju je uporabiti tudi za večje odločitvene probleme. Intervalni model se še posebej učinkovito spopada z večjimi odločitvenimi matrikami. Za izračune pri tem modelu lahko namreč uporabimo računalniške programe, ki nam sami izračunajo intervalne uteži. Eden izmed takih programov, ki sem ga uporabila tudi sama, je brezplačni GNU Octave (Eaton 2013). Vidimo, da je uporabnost mehkega in intervalnega modela zelo velika. Modela, ki sem ju uporabila v tem delu, je mogoče aplicirati na različne odločitvene probleme in to na različnih raziskovalnih področjih.

5.3.2 Prednosti in slabosti obeh modelov

V tem poglavju bom predstavila še prednosti in slabostih vsakega izmed modelov posebej. Navezovale se bodo na prejšnje poglavje, kjer sem naredila primerjavo modelov med seboj. Najprej bom predstavila prednosti in slabosti mehkega modela, nato pa še intervalnega.

Mehki model se je razvil kot alternativa tradicionalnemu modelu, saj je bil le-ta preveč tog za negotovo človeško odločanje. Mehka števila, ki jih uporablja ta model, so bolj primerna za to nejasnost v procesu človeškega odločanja. Prednosti mehkega modela so predvsem v tem, da uporabljajo mehka trikotna števila, ki bolj ponazorijo človeško neodločenosti (Lin 2010). Tako se tudi izniči glavna slabost tradicionalnega modela (spremenljivost končnega vrstnega reda alternativ), če v samem modelu spremenimo samo nekaj osnovnih primerjav pomembnosti (Ngai 2002). Prednost modela je tudi v samem postopku računanja, je namreč dokaj enostaven za razumevanje. Z njegovo pomočjo pretvorimo mehka trikotna števila v navadna števila, ki predstavljajo končne rezultate (Lin 2010; Opricovic in Tzeng 2003). Slabost postopka je v tem, da je to dolgotrajen proces, še posebej če imamo model, ki vsebuje veliko kriterijev in alternativ. V pomoč pri tem problemu bi nam bil kakšen matematičen računalniški program. Prav tako je časovno lahko ta model dokaj zamuden, saj je potrebno narediti vse primerjave kriterijev in parov. Problemi s časom se ne bodo pojavili, če odločitveni model vsebuje manjše število kriterijev in alternativ, lahko pa nastanejo pri večjem številu kriterijev in alternativ, ker je tako primerjanje po parih dokaj zamudno. Ne glede na te probleme pa je uporabnost mehkega modela še vedno prednost, saj še vedno bolje odraža človeško neodločenost kot pa tradicionalni model. Mehki model ni tako kompleksen, da ga ne bi zmogli razumeti. Deluje učinkovito in ga je mogoče aplicirati na različne odločitvene probleme (Lin 2010). Zaključimo lahko, da prednosti uporabe mehkega modela očitno pretehtajo njegove slabosti.

Nato sem pogledala še prednosti in slabosti intervalnega modela. Podobno kot pri prejšnjem modelu se je intervalni model razvil kot alternativa tradicionalnemu modelu. Prva prednost modela je v tem, da namesto navadnih števil za besedilne opise primerjav uporablja intervale, ker le-ti bolje ponazarjajo človeško neodločenost (Sugihara in drugi 2004). Slabost uporabe intervalov za primerjave pa se lahko pojavi, če uporabimo intervale, ki so širšega reda. Z uporabo širših intervalov se pojavi vprašanje, ali je bolje, da dobite nezanesljiv natančen vrstni red, ali zanesljiv delni vrstni red. Z ožjimi intervali si zagotovimo vsaj delni končni vrstni red. Naslednja prednost modela je tudi v tem, da nam končne rezultate vrne v obliki intervalov, saj tako še naprej odraža človeško nejasnost v odločanju. Hkrati pa je vračanje končnih rezultatov v obliki intervalov tudi slabost, saj se včasih intervali v končnem modelu prekrivajo med seboj in lahko kvečjemu določimo samo delni vrstni red alternativ, ne pa tudi katera alternativa je najboljša. Obstaja tudi možnost, da se vsi intervali prekrivajo med seboj in tako niti ne moramo določiti delnega vrstnega reda alternativ (Sugihara in drugi 2004). Intervalne ocene so zanesljive v primerjavi s točkastimi in odražajo negotovost v vhodnih podatkih. V primeru da zdaj ti negotovi podatki zadostujejo za izbiro najboljše alternative, je to zanesljivo res najboljša alternativa. V to pa pri klasičnem modelu zaradi njegove nerobustnosti ne moramo biti prepričani. Če pa model ne daje najboljše alternative, lahko poskusimo z oženjem intervalov, z dodatnim raziskovanjem problema ali posvetovanjem z več strokovnjaki. Kljub temu je postopek računanja, ki ga uporabimo v tem modelu, velika prednost, saj nam omogoča ukvarjanje z odločitvenimi problemi, ki vsebujejo večje število kriterijev in alternativ. Slabost tega pa je, da je računanje na roke – tako z mehkim, kot tudi z intervalnim modelom – zamudno in v večini primerov niti ni mogoče zaradi svoje kompleksnosti. Ravno zato je priporočljiva uporaba kakšnega matematičnega računalniškega programa (npr. GNU Octave (Eaton 2013)). Kljub svoji kompleksnosti pa je intervalni model učinkovit in zelo uporaben kot eno izmed orodij večkriterijskega odločanja.

Zaključimo lahko, da sta mehki in intervalni AHP model primerni alternativi tradicionalnemu AHP modelu. Oba načeloma delujeta po istem principu, vendar ponujata boljše številske in besedilne opise primerjav, kot pa tradicionalni AHP model.

6 Zaključek

Glavni namen magistrskega dela je bil prikazati uporabnost dveh robustnih večkriterijskih modelov, natančneje mehkega in intervalnega modela ter njuno primernost nadomeščanja tradicionalnega modela. Spletno oglaševanje je velik del oglaševanja v celoti, saj je takšen način propagiranja postal lažje dostopen tako za oglaševalce kot tudi za uporabnike (Evans 2009). Za evalvacijo primernosti spletne strani za oglaševanje so se v ta namen razvila različna orodja in različne oblike kriterijev (Tillman 1995; Tate in Alexander 1999; DeLone in McLean 2003). Bolj znane raziskave na temo evalvacije spletnih strani so napisali Ngai (2002) ter Lee in Kozar (2006). V svojih delih so uporabili tradicionalno obliko modela kot orodje za odločanje. Vendar se pri uporabi tradicionalnega modela skoraj vedno pojavi problem spremembe vrstnega reda alternativ, saj je model dokaj tog in slabo odraža človeško neodločenost (Ngai 2002; Lin 2010). Kot alternativi temu modelu so se pojavili novejši robustnejši modeli – mehki in intervalni model (Lin 2010; Sugihara in drugi 2004).

Z delovanjem in uporabo mehkega in intervalnega modela sem se ukvarjala tako v teoretičnem kot tudi praktičnem delu. V teoretičnem delu sem najprej razložila delovaje večkriterijskega odločanja ter osnove in delovanje obeh modelov. V praktičnem delu sem izvedla dve simulaciji mehkega in intervalnega modela. Za osnovo simulacij sem uporabila model, ki sem ga razvila že v svojem diplomskem delu. Cilj raziskave je bil ugotoviti, kateri slovenski portal je najboljši za spletno oglaševanje. Določila sem štiri kriterije: ocena pojavljanja oglasa, profil strank, videz in občutek ter ugled. Kriterij profil strank je imel dva podkriterija – starost in izobrazba, kriterij videz in občutek pa podkriterija prijaznost do strank in oblika strani. Kot alternative sem uporabila štiri slovenske spletne portale (Župan 2013). Za osnovo mehkega in intervalnega modela sem uporabila članka Lin (2010) ter Sugihara in drugi (2004).

Pri simulaciji mehkega modela sem ugotovila, da je najpomembnejši kriterij profil strank in najboljša alternativa portal 3. Mehki model se je izkazal za dokaj enostavnega za uporabo, ker je razumljiv in matematično ne preveč zahteven. Pri mehkem modelu pretvorimo mehka trikotna števila v navadna števila, ki predstavljajo končne rezultate (Lin 2010; Opricovic in Tzeng 2003). Pri simulaciji intervalnega modela sem ugotovila, da je prav tako najpomembnejši kriterij profil strank. Končnega vrstnega reda alternativ nisem mogla določiti, končne uteži intervalov so se namreč med seboj prekrivale. Lahko sem samo določila delni vrstni red – portal 2 je bil bolj zaželen kot portal 1. Pri intervalnem modelu je bil postopek malo bolj zapleten, zato sem za računanje intervalnih uteži uporabila računalniški program GNU Octave (Eaton 2013).

Na koncu magistrskega dela sem najprej primerjala modela med seboj, nato pa še s tradicionalnim modelom. Na koncu se izpostavila prednosti in slabosti obeh modelov. Modela sta si dokaj različna. Mehki model uporablja trikotna mehka števila, intervalni model pa intervale. Prav tako sem morala za oba modela uporabiti popolnoma različne postopke računanja uteži. Mehki model vsebuje postopek, kjer mehka števila preračunamo v navadna števila, iz katerih nato izračunamo končne uteži (Lin 2010). Intervalni model pa v celoti računa z intervali, končni izračuni pa so v obliki intervalov, natančneje v obliki intervalnih uteži (Sugihara in drugi 2004). Oba modela sta si med seboj različna, vendar oba služiti istemu namenu – nadomestiti tog in enoličen tradicionalni model.

Mehki in intervalni model sta narejena na podlagi prebrane literature, vendar pa je število raziskav, ki bi se ukvarjale s tematiko evalvacije spletnih strani, precej nizko. Modeli, ki so bili narejeni, so redki, čeprav je njihova aplikativnost dokaj velika. Modela, ki sem ju sama prikazala, je tako mogoče prilagoditi za druge kriterije in alternative, kot tudi na druga področja raziskovanja. Prav tako bi lahko model za evalvacijo spletnih strani razvila na novo in za kredibilnost kriterijev in alternativ prosila za pomoč strokovnjake, ki se bolje spoznajo na področje spletnega oglaševanja. Mehki in intervalni model sta torej robustna modela, ki bi lahko postala novo orodje za evalvacijo spletnih strani.

7 Literatura

Benhamou, Frédéric. 1995. *Constraint Programming: Basics and Trends*. Springer Berlin: Heidelberg.

Benhamou, Frédéric in William J. Older. 1997. Applying Interval Arithmetic to Real, Integer in Boolean Constraints. *The Journal of Logic Programming* 32 (1): 1–24.

Bohanec, Marko. 2006. *Odločanje in Modeli*. Ljubljana: DFMA - Založništvo.

Borges, Jose A., Israel Morales in Nestor J. Rodriguez. 1998. Guidelines for Designing Usable World Wide Web Pages. *Conference Companion on Human Factors in Computing Systems*, 277–278.

Bozbura, F.T., A. Beskese in C. Kahraman. 2007. Prioritization of Human Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications* 32 (4): 1100–1112.

Byun, Dae-Ho. 2001. The AHP Approach for Selecting an Automobile Purchase Model. *Information & Management* 38 (5): 289–297.

Chen, Bendi. 2011. Fuzzy Logic Membership Function. Dostopno prek: http://www.bindichen.co.uk/post/AI/fuzzy-inference-membership-function.html (18. junij 2015).

De Campos, Luis M., Juan F. Huete in Serafin Moral. 1993. Probability Intervals: A Tool for Uncertain Reasoning. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 2 (2): 167–196.

DeLone, Willima H. in Ephraim R. McLean. 2003. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems* 19 (4): 9–30.

Dominic, P.D.D., Handaru Jati in G. Kannabiran. 2010. Performance Evaluation on Quality of Asian E-Government Websites – an AHP Approach. *Int. J. Business Information Systems* 6 (2): 219–239.

Eaton, John W. 2013. *GNU Octave*. Dostopno prek: http://www.gnu.org/software/octave/ (25. maj 2015).

Entani, Tomoe. 2009. *Interval AHP for a Group of Decision Makers.* Lisbon: IFSA/EUSFLAT Conf. 2009. Dostopno prek: http://www.eusflat.org/publications_proceedings_IFSA-EUSFLAT_2009.php (22. februar 2014).

Entani, Tomoe in Kazutomi Sugihara. 2012. Uncertainty Index Based Interval Assignment by Interval AHP. *Europena Juornal of Operational Research* 219 (2): 379–385.

Evans, David. 2009. The Online Advertising Industry: Economics, Evolution, and Privacy. *Journal of Economic Perspectives* 23 (3): 37–60.

Expert Choice. 2012. Dostopno prek: http://expertchoice.com/how-our-software-helps/decision-support-process-management/ (22. februar 2015).

Fazlollahtabar, Hamed, Hamid Eslami in Hamidreza Salmani. 2010. Designing a Fuzzy Expert System to Evaluate Alternatives in Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *J. Software Engineering & Applications* 3: 409–418.

Gaudenzi, Barbara in Antonio Borghesi. 2006. Managing Risks in the Supply Chain Using the AHP Method. *The International Journal of Logistics Management* 17 (1): 114–136.

Grošelj, Petra in Lidija Zadnik Stirn. 2012. Acceptable Consistency of Aggregated Comparison Matrices in Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research* 223 (2): 417–420.

Grošelj, Petra, Lidija Zadnik Stirn, Nadir Ayrilmis in Manja Kitek Kuzman. 2015. Comparison of Some Aggregation Techniques Using Group Analytic Hierarchy Process. *Expert Systems with Applications* 42 (4): 2198–2204.

Hu, Yi-Cheng in Hsaio-Chi Chen. 2010. Choquet Integral-Based Hierarchical Networks for Evaluating Customer Service Perceptions on Fast Food Stores. *Expert Systems with Applications* 37 (12): 7880–7887.

Hwang, Yujong in Dan J. Kim. 2007. Customer Self-Service Systems: The Effects of Perceived Web Quality with Service Contents on Enjoyment, Anxiety, and E-Trust. *Decision Support System* 43 (3): 746–760.

Jalao, Rex Eugene, Teresa Wu in Dan Skunk. 2014. A Stochastic AHP Decision Making Methodology for Imprecise Preferences. *Infomation Sciences* 270: 192–203.

Kaufmann, Arnold in Madan M. Gupta. 1991. *Introduction to Fuzzy Arithmetic. Theory and Applications*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Kaya, Tolga. 2010. Multi-Attribute Evaluation of Website Quality in E-Business Using an Integrated Fuzzy AHP-TOPSIS Methodology. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 3 (3): 301–314.

Lee, Younghwa in Kenneth K. Kozar. 2006. Investigating the Effect of Website Quality on E-Business Sucess: An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach. *Decision Support Systems* 42 (3): 1383–1401.

Lin, Hsiu-Fen. 2010. An Application of Fuzzy AHP for Evaluating Course Website Quality. *Computers & Education* 54 (4): 877–888.

Liu, Dahai, Ibraheem S. Tarawneh in Ram Bishu. 2000. *QUALITY CONCERNS OF WEB DESIGN PROCESS.* Lincoln: Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings of the Human Factors. Dostopno prek: http://pro.sagepub.com/content/by/year/2000 (3. marec 2014).

Liu, Yutu, Anne H. Ngu in Liang Z. Zheng. 2004. *QoS Computation and Policing in Dynamic Web Service Selection.* New York: WWW 2004. Dostopno prek: http://wwwconference.org/www2004/docs/2p66.pdf (4. marec 2014).

Merjenje Obiskanosti Spletnih Strani. 2009. Dostopno prek: http://moss-Soz.si/si (7. junij 2015).

Moore, Ramon E. 1966. *Interval Analysis*. New York: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Mrvar, Andrej. 2014. *Orodje Saaty*. Ljubljana. Dostopno prek: mrvar.fdv.uni-lj.si/sola/info2/saaty/program/saatywin.zip (24. november 2014).

Ngai, E.W.T. 2002. Selection of Web Sites for Online Advertising Using AHP. *Journal of Information and Managment* 40 (4): 233–242.

Nielsen, Jacob. 2008. Four Bad Designs. Dostopno prek: http://www.nngroup.com/articles/four-Bad-Designs/ (7. junij 2015).

Nielsen, Jakob in Rolf Molich. 1990. Heuristic Evaluation of User Interfaces. *Communications of the ACM* 33 (3): 338–348.

Olsina, Luis, Guillermo Lafuente in Gustavo Rossi. 2001. Specifying Quality Characteristics and Attributes for Websites. *Web Engineering*, 266–278.

Omladič, Vesna. 2002. *Matematika in Odločanje*. Ljubljana: DMFA – založništvo.

Opricovic, Serafim in Gwo-Hshiung Tzeng. 2003. Defuzzification within a Multicriteria Decision Model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 11 (5): 635–652.

Rao Tummala, V.M., K.S. Chin in S.H. Ho. 1997. Assessing Success Factors for Implementing CE: A Case Study in Honk Kong Electronics Industry by AHP. *Int. J. Production Economics* 49 (3): 265–283.

Saaty, Thomas L. 2003. Decision-Making with the AHP: Why Is the Principal Eigenvector Necessary. *European Journal of Operational Research* 145 (1): 85–91.

--- 2008. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences* 1 (1): 83–98.

Sayar, Ceren in Simon Wolfe. 2007. Internet Banking Market Performance: Turkey versus the UK. *International Journal of Bank Marketing* 25 (3): 122–141.

Statistični Urad Republike Slovenije. 2012. Dostopno prek: http://www.stat.si/ (7. junij 2015).

Sugihara, Kazutomi, Hiroaki Ishii in Hideo Tanaka. 2004. Interval Priorities in AHP by Interval Regression Analysis. *European Journal of Operational Research* 158 (3): 745–754.

Tate, Marsha Ann in Janet E. Alexander. 1999. *Web Wisdom: How to Evaluate and Create Information Quality on the Web.* London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Tillman, Hope N. 1995. *Evaluating Quality on the Net.* Dostopno prek: http://www.hopetillman.com/findqual.php (8. november 2014).

Triantaphyllou, Evangelos in Stuart H. Mann. 1995."Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engenieering Aplplications: Some Challanges. *Inter'l Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice* 2 (1): 35–44.

Triantaphyllou, Evangelos in Alfonso Sánchez. 1997. A Sensitivity Analysis Approach for Some Deterministic Multi-Criteria Decision Making Methods. *Decision Science* 28 (1): 151–191.

Tsai, Wen-Hsien, Wen-Chin Chou in Chien-Wen Lai. 2010. An Effective Evaluation Model and Improvement Analysis for National Park Websites: A Case Study of Taiwan. *Tourism Management* 31 (6): 936–952.

Vargas, Ricardo Viana. 2010. *USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) TO SELECT AND PRIORITIZE PROJECTS IN A PORTFOLIO.* Washington: PMI Global Congress 2010. Dostopno prek: http://www.ricardo-vargas.com/wp-content/uploads/downloads/articles/ricardo_vargas_ahp_project_selection_en.pdf (14. marec 2014).

Wang, Ying-Ming in Taha M.S. Elhag. 2007. A Goal Programming Method for Obtaining Interval Weights from an Interval Comparison Matrix. *European Journal of Operational Research* 177 (1): 458–471.

Wang, Ying-Ming, Jian-Bo Yang in Dong-Ling Xu. 2005. A Two-Stage Logarithmic Goal Programming Method for Generating Weights from Interval Comparison Matrices. *Fuzzy Sets and Systems* 152 (3): 475–498.

Zadeh, Lotfi Askar. 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control* 8 (3): 338–353.

Županič, Urška. 2013. *Uporaba večkriterijskega odločanja za spletno oglaševanje na spletnih straneh.* Diplomsko delo. Ljubljana: FDV.

Priloga A: Matrike primerjave po izračunih

Priloga A.1: Matrika primerjav podkriterijev starost in izobrazba

	starost	izobrazba
starost	1,000	0,341
izobrazba	2,936	1,000

max u= 4; min l = 1/4; Δ_{min}^{max} = 3,750

Priloga A.2: Matrika primerjav podkriterijev prijaznost do strank in oblika strani

	prijaznost	oblika
prijaznost	1,000	3,929
oblika	0,252	1,000

max u= 5; min l = 1/5; Δ_{min}^{max} = 4,800

Priloga A.3: Matrika primerjav alternativ za oceno pojavljanja oglasa

ocena	P1	P2	P3	P4
P1	1,000	4,010	6,955	2,047
P2	0,251	1,000	2,047	3,029
P3	0,143	0,534	1,000	7,936
P4	0,534	0,338	0,125	1,000

max u= 9; min l = 1/9; Δ_{min}^{max} = 8,889

Priloga A.4: Matrika primerjav alternativ za kriterij starost

starost	P1	P2	P3	P4
P1	1,000	3,003	4,928	0,340
P2	0,340	1,000	3,966	2,040
P3	0,201	0,252	1,000	0,545
P4	3,003	0,545	2,040	1,000

max u= 6; min l = 1/6; Δ_{min}^{max} = 5,833

Priloga A.5: Matrika primerjav alternativ za kriterij izobrazbo

izobrazba	P1	P2	P3	P4
P1	1,000	0,537	0,143	2,047
P2	2,047	1,000	0,339	3,024
P3	6,933	3,024	1,000	0,537
P4	0,537	0,339	2,047	1,000

max u= 8; min l = 1/8; Δ_{min}^{max} = 7,875

Priloga A.6: Matrika primerjav alternativ za kriterij prijaznost do strank

prijaznost	P1	P2	P3	P4
P1	1,000	0,167	0,251	0,541
P2	5,930	1,000	3,016	0,339
P3	3,988	0,339	1,000	3,016
P4	2,045	3,016	0,339	1,000

max u= 7; min l = 1/7; Δ_{min}^{max} = 6,857

Priloga A.7: Matrika primerjav alternativ za kriterij obliko strani

oblika	P1	P2	P3	P4
P1	1,000	0,339	6,933	0,537
P2	3,024	1,000	5,956	2,047
P3	0,143	0,167	1,000	0,251
P4	2,047	0,537	4,001	1,000

max u= 8 ; min l = 1/8; Δ_{min}^{max} = 7,875

Priloga A.8: Matrika primerjav alternativ za kriterij ugled

ugled	P1	P2	P3	P4
P1	1,000	3,016	0,541	3,988
P2	0,339	1,000	0,251	2,045
P3	2,045	3,988	1,000	5,930
P4	0,251	0,541	0,167	1,000

max u= 7; min l = 1/7; Δ_{min}^{max} = 6,857

Priloga B: Uteži podkriterijev in alternativ

Priloga B.1: Uteži za podkriterija starost in izobrazba

	starost	izobrazba	∑	Uteži
starost	0,254	0,254	0,508	0,254
izobrazba	0,746	0,746	1,492	**0,746**
∑	1,000	1,000		1,000

Priloga B.2: Uteži za podkriterija prijaznost do strank in oblika strani

	prijaznost	oblika	∑	Uteži
prijaznost	0,799	0,797	1,596	**0,798**
oblika	0,201	0,203	0,404	0,202
∑	1,000	1,000		1,000

Priloga B.3: Uteži za alternative po kriteriju ocena pojavljanja oglasa

ocena	P1	P2	P3	P4	∑	Uteži
P1	0,519	0,682	0,687	0,146	2,033	**0,508**
P2	0,130	0,170	0,202	0,216	0,719	0,180
P3	0,074	0,091	0,099	0,566	0,830	0,208
P4	0,277	0,057	0,012	0,071	0,418	0,105
∑	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000

Priloga B.4: Uteži za alternative po kriteriju starost

starost	P1	P2	P3	P4	∑	Uteži
P1	0,220	0,626	0,413	0,087	1,345	**0,336**
P2	0,075	0,208	0,332	0,520	1,135	0,284
P3	0,044	0,053	0,084	0,139	0,319	0,080
P4	0,661	0,114	0,171	0,255	1,200	0,300
∑	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000

Priloga B.5: Uteži za alternative po kriteriju izobrazba

izobrazba	P1	P2	P3	P4	∑	Uteži
P1	0,095	0,110	0,041	0,310	0,555	0,139
P2	0,195	0,204	0,096	0,458	0,952	0,238
P3	0,659	0,617	0,283	0,081	1,641	**0,410**
P4	0,051	0,069	0,580	0,151	0,852	0,213
∑	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000

Priloga B.6: Uteži za alternative po kriteriju prijaznost do strank

prijaznost	P1	P2	P3	P4	∑	Uteži
P1	0,077	0,037	0,054	0,110	0,279	0,070
P2	0,457	0,221	0,655	0,069	1,403	**0,351**
P3	0,308	0,075	0,217	0,616	1,216	0,304
P4	0,158	0,667	0,074	0,204	1,103	0,276
∑	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000

Priloga B.7: Uteži za alternative po kriteriju oblika strani

oblika	P1	P2	P3	P4	∑	Uteži
P1	0,161	0,166	0,388	0,140	0,854	0,214
P2	0,487	0,489	0,333	0,534	1,843	**0,461**
P3	0,023	0,082	0,056	0,065	0,226	0,057
P4	0,329	0,263	0,224	0,261	1,077	0,269
∑	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000

Priloga B.8: Uteži za alternative po kriteriju ugled

ugled	P1	P2	P3	P4	∑	Uteži
P1	0,275	0,353	0,276	0,308	1,212	0,303
P2	0,093	0,117	0,128	0,158	0,496	0,124
P3	0,563	0,467	0,510	0,457	1,997	**0,499**
P4	0,069	0,063	0,085	0,077	0,295	0,074
∑	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000

Priloga C: Spodnji in Zgornji IAHP

Priloga C.1: Spodnji intervalni AHP v GNU Octave

```
AL=[1,2,6,1; 1,1,1,2; 1/8,1/2,1,7; 1/3,1/4,1/9,1]

AU=[1,4,8,3; 1,1,2,4; 1/6,1,1,9; 1,1/2,1/7,1]

eps = 0.0001;

c = [1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1];

# matrika A

A = [];

# constraints

cnst = "";

# rhs

b = [];

# en 24(1)

B = [];

for i = 1:4

  for j = 1:4

    if (i~=j)

      newrow = zeros(1, 8);

      newrow(j) = AL(i, j);

      newrow(i+4) = -1;

      B = [B; newrow];

      cnst = strcat(cnst, "U");

      b = [b; 0];

    end

  end

end

A = [A; B];

# en 24(2)

B = [];

for i = 1:4

  for j = 1:4

    if (i~=j)

      newrow = zeros(1, 8);

      newrow(j+4) = AU(i, j);

      newrow(i) = -1;

      B = [B; newrow];

      cnst = strcat(cnst, "L");

      b = [b; 0];

    end

  end

end

A = [A; B];

# en 24(3)

B = [];

for j = 1:4

  newrow = zeros(1, 8);

  newrow(j) = 1;

  for i = 1:4

    if (i~=j)

      newrow(i+4) = 1;

    end

  end

  B = [B; newrow];

  cnst = strcat(cnst, "U");

  b = [b; 1];

end

A = [A; B];

# en 24(4)
```

```
B = [];
for j = 1:4
  newrow = zeros(1, 8);
  newrow(j+4) = 1;
  for i = 1:4
    if (i~=j)
      newrow(i) = 1;
    end
  end
  B = [B; newrow];
  cnst = strcat(cnst, "L");
  b = [b; 1];
end
A = [A; B];
# en 24(5)
B = [];
for i = 1:4
  newrow = zeros(1, 8);
  newrow(i+4) = 1;
  newrow(i) = -1;
  B = [B; newrow];
  cnst = strcat(cnst, "U");
  b = [b; 0];
end
A = [A; B];
# en 24(6)
B = [];
for i = 1:4
  newrow = zeros(1, 8);
  newrow(i+4) = 1;
  B = [B; newrow];
  cnst = strcat(cnst, "L");
  b = [b; eps];
end
A = [A; B]
b
cnst
c
lb = zeros(8, 1);
ub = ones(8, 1);
vt = "CCCCCCCC";
param.msglev = 3;
param.itlim = 10;
sense = -1;
[xopt, fmax, errnum, extra] = glpk(c, A, b, lb, ub, cnst, vt, sense, param)
```

Priloga C.2: Zgornji intervalni AHP v GNU Octave

```
AL=[1,2,1/3,3; 1,1,1/4,1; 1,3,1,4; 1,1/3,1/7,1]
AU=[1,4,1,4; 1,1,1/3,3; 3,4,1,7; 1/3,1,1/4,1]
eps = .0001;
c = [1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1];
# matrika A
A = [];
# constraints
cnst = "";
# rhs
b = [];
# en 24(1)
B = [];
```

```
for i = 1:4
  for j = 1:4
    if (i~=j)
      newrow = zeros(1, 8);
      newrow(j) = AL(i, j);
      newrow(i+4) = -1;
      B = [B; newrow];
      cnst = strcat(cnst, "L");
      b = [b; 0];
    end
  end
end
A = [A; B];
# en 24(2)
B = [];
for i = 1:4
  for j = 1:4
    if (i~=j)
      newrow = zeros(1, 8);
      newrow(j+4) = AU(i, j);
      newrow(i) = -1;
      B = [B; newrow];
      cnst = strcat(cnst, "U");
      b = [b; 0];
    end
  end
end
A = [A; B];
# en 24(3)
B = [];
for j = 1:4
  newrow = zeros(1, 8);
  newrow(j+4) = 1;
  for i = 1:4
    if (i~=j)
      newrow(i) = 1;
    end
  end
  B = [B; newrow];
  cnst = strcat(cnst, "L");
  b = [b; 1];
end
A = [A; B];
# en 24(4)
B = [];
for j = 1:4
  newrow = zeros(1, 8);
  newrow(j) = 1;
  for i = 1:4
    if (i~=j)
      newrow(i+4) = 1;
    end
  end
  B = [B; newrow];
  cnst = strcat(cnst, "U");
  b = [b; 1];
end
A = [A; B];
# en 24(4)
B = [];
```

```
for i = 1:4

  newrow = zeros(1, 8);

  newrow(i+4) = 1;

  newrow(i) = -1;

  B = [B; newrow];

  cnst = strcat(cnst, "U");

  b = [b; 0];

end

A = [A; B];

# en 24(6)

B = [];

for i = 1:4

  newrow = zeros(1, 8);

  newrow(i+4) = 1;

  B = [B; newrow];

  cnst = strcat(cnst, "L");

  b = [b; eps];

end

A = [A; B]

b

cnst

c

lb = zeros(8, 1);

ub = ones(8, 1);

vt = "CCCCCCCC";

param.msglev = 3;

param.itlim = 100;

sense = 1;

[xopt, fmax, errnum, extra] = glpk(c, A, b, lb,
ub, cnst, vt, sense, param)
```

Priloga Č: Intervalne uteži za podkriterije in alternative

Priloga Č.1: Intervalne uteži alternativ za kriterij ocena – zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.458, 0.668]
W2	[0.147, 0.222]
W3	[0.089, 0.098]
W4	[0.012, 0.306]

Priloga Č.2: Intervalne uteži alternativ za kriterij starost – zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.116, 0.381]
W2	[0.109, 0.372]
W3	[0.069, 0.099]
W4	[0.149, 0.412]

Priloga Č.3: Intervalne uteži alternativ za kriterij izobrazba – zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.047, 0.232]
W2	[0.100, 0.325]
W3	[0.127, 0.351]
W4	[0.092, 0.317]

Priloga Č.4: Intervalne uteži alternativ za kriterij prijaznost – zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.064, 0.064]
W2	[0.114, 0.418]
W3	[0.120, 0.424]
W4	[0.093, 0.398]

Priloga Č.5: Intervalne uteži alternativ za kriterij oblika – zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.134, 0.201]
W2	[0.503, 0.505]
W3	[0.027, 0.092]
W4	[0.202, 0.336]

Priloga Č.6: Intervalne uteži alternativ za kriterij ugled – zgornji model

	Zgornji model
W1	[0.218, 0.338]
W2	[0.097, 0.145]
W3	[0.507, 0.545]
W4	[0.058, 0.092]

Priloga D: Normalizacija intervalnih uteži podkriterijev in alternativ

Priloga D.1: Uteži za podkriterija starost in izobrazba

	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,237	0,269	0,245	0,261
W2	0,731	0,763	**0,739**	**0,755**
∑	0,969	1,031	1,000	1,000

Priloga D.2: Uteži za podkriterija prijaznost in oblika

	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,778	0,820	**0,787**	**0,812**
W2	0,180	0,222	0,188	0,213
∑	0,958	1,042	1,000	1,000

Priloga D.3: Uteži za alternative po kriteriju ocena pojavljanja oglasa

ocena	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,458	0,668	**0,649**	**0,516**
W2	0,147	0,222	0,208	0,172
W3	0,089	0,098	0,126	0,076
W4	0,012	0,306	0,016	0,236
∑	0,706	1,294	1,000	1,000

Priloga D.4: Uteži za alternative po kriteriju starost

starost	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,118	0,381	0,265	0,301
W2	0,109	0,372	0,245	0,294
W3	0,069	0,099	0,156	0,079
W4	0,149	0,412	**0,335**	**0,326**
∑	0,444	1,263	1,000	1,000

Priloga D.5: Uteži za alternative po kriteriju izobrazba

izobrazba	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,047	0,232	0,127	0,189
W2	0,100	0,325	0,274	0,265
W3	0,127	0,351	**0,346**	**0,287**
W4	0,093	0,317	0,253	0,259
∑	0,366	1,224	1,000	1,000

Priloga D.6: Uteži za alternative po kriteriju prijaznost do strank

prijaznost	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,064	0,064	0,165	0,049
W2	0,114	0,418	0,291	0,321
W3	0,120	0,424	0,306	0,325
W4	0,093	0,398	0,239	0,305
∑	0,391	1,305	1,000	1,000

Priloga D.7: Uteži za alternative po kriteriju oblika strani

oblika	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,134	0,201	0,155	0,178
W2	0,503	0,505	**0,581**	**0,446**
W3	0,027	0,092	0,031	0,081
W4	0,202	0,336	0,233	0,296
∑	0,866	1,134	1,000	1,000

Priloga D.8: Uteži za alternative po kriteriju ugled

	Zgornji model		Končne uteži	
W1	0,218	0,338	0,248	0,302
W2	0,097	0,145	0,110	0,129
W3	0,507	0,545	**0,576**	**0,486**
W4	0,058	0,092	0,066	0,082
∑	0,880	1,120	1,000	1,000