

# 5

## Analiza zahtjeva

### 5.1. Uvod

**Analiza zahtjeva** (engl. *requirements analysis*) predstavlja aktivnost u okviru koje se utvrđuju zahtjevi za budući sistem, što uključuje **evaluaciju** izmamljenih zahtjeva i alternativa, kao i **postizanje dogovora** relevantnih sudionika oko utvrđenih zahtjeva. Ova aktivnost uključuje različite vidove **pregovaranja** sa zainteresovanim stranama i **donošenje odluka** zasnovanih na trampi (šta dobijamo, a šta gubimo u svakom konkretnom slučaju).

Tokom ove aktivnosti svi konfliktni i kontradiktorni zahtjevi moraju biti identifikovani i razriješeni. **Konflikti** mogu biti posljedica različitih stanovišta i očekivanja različitih sudionika, veličine sistema, sastava tima za inženjering zahtjeva, ograničenog budžeta, kratkih rokova itd. Uz svaki zahtjev idu i **rizici** realizacije, o čemu posebno treba voditi računa. Nisu svi zahtjevi jednako bitni pa treba utvrditi **prioritete**, jer dobro utvrđeni prioriteti olakšavaju izradu plana i omogućavaju iterativno-inkrementalni razvoj budućeg sistema.

Po završetku ove aktivnosti imamo utvrđene korisničke zahtjeve, koji predstavljaju ulaz u sljedeću aktivnost u procesu inženjeringa zahtjeva i služe kao osnov za specifikaciju softverskih zahtjeva za ciljni sistem.

Utvrdjivanje korisničkih zahtjeva sprovodi se primjenom i kombinovanjem različitih pristupa i tehnika, koje možemo svrstati u dvije kategorije:

- (1) **pristupi zasnovani na pregovaranju** (engl. *negotitation approaches*) – zasnivaju se na pregovaranju sudionika i postizanju "dogovora" oko zahtjeva za ciljni sistem;
- (2) **tehnike zasnovane na prioritetizaciji** (engl. *prioritisation techniques*) – zasnivaju se određivanju prioriteta primjenom različitih kvantitativnih i kvalitativnih tehnika.

## 5.2. Pregovaranje

Različiti sudionici (mogu da) imaju različite interese i različita viđenja budućeg sistema po pitanju funkcionalnosti, prioriteta, značaja itd. Različiti pogledi rezultuju različitim zahtjevima koji mogu biti kontradiktorni, odnosno konfliktni. Na primjer, naručilac je svjestan ograničenog budžeta i želi brz razvoj i isporuku sistema koji raspolaže minimalnim skupom funkcionalnosti (pri čemu komfor korisnika nije u prvom planu), dok korisnici žele dodatne funkcionalnosti koje će im olakšati budući rad (npr. poništavanje/ponavljanje prethodnih akcija, tzv. *undo-redo*). Konflikti su inherentna karakteristika međuljudskih odnosa, bez obzira na društveno uređenje, dostignuti civilizacijski nivo itd. Zbog toga su konfliktne situacije neizbježne i u inženjeringu zahtjeva.

**Pregovaranje** predstavlja pristup za razrješavanje konfliktnih situacija. To je proces u kojem se do rješenja nekog problema dolazi sporazumom između dva/više sudionika koji inicijalno imaju potpuno/djelimično suprotstavljene stavove/pogled na rješenje tog problema. U kontekstu razrješavanja konfliktnih zahtjeva za budući sistem, cilj pregovaranja jeste utvrđivanje tehnološki ostvarljive alternative koja zadovoljava potrebe relevantnih sudionika.

Postizanje dogovora suprotstavljenih strana često nije jednostavno i može biti veoma zahtjevno, može da iziskuje višestruko pregovaranje i postepeno dolaženje do cilja. Uspješnost i efikasnost pregovaranja zavisi u značajnoj mjeri od komunikacionih i pregovaračkih sposobnosti analitičara zahtjeva. Pregovarači često nastupaju sa različitim pozicija i primjenjuju različite strategije, koje mogu biti i agresivne, zasnovane na zastrašivanju i demonstraciji moći, a sve u cilju maksimalnog ostvarenja sopstvenih ciljeva.

### 5.2.1. Proces pregovaranja

Proces pregovaranja prolazi kroz tri faze: (1) priprema za pregovaranje, (2) pregovaranje i (3) naknadne aktivnosti.

**Priprema za pregovaranje** dešava se prije samog pregovaranja i fokusirana je na: (1) utvrđivanje predmeta pregovaranja (*konflikt*), (2) identifikaciju relevantnih sudionika (*pregovarači*), (3) utvrđivanje njihovih ciljeva i (4) identifikaciju alternativa za razrješavanje konflikta i ostvarivanje ciljeva relevantnih sudionika. Ovo nije jednostavan zadatak, jer za svaki konflikt treba identifikovati odgovarajući skup alternativa i identifikovati relevantne pregovarače. Priprema za pregovaranje izuzetno je bitna, jer olakšava razrješavanje konflikta i utvrđivanje korisničkih zahtjeva.

**Pregovaranje** podrazumijeva aktivno učešće pregovarača i postizanje sporazuma oko izbora alternative za razrješavanje konfliktne situacije. Cilj pregovaranja jeste postizanje rješenja koje je prihvatljivo za sve pregovarače. Tokom pregovaranja pregovarači bi trebalo da iznesu svako svoje razloge ZA i PROTIV identifikovanih alternativa i na kraju da se dogovore i izaberu najbolju alternativu za rješavanje problema. Za izbor najbolje alternative, često je potrebno ustanoviti kriterijume za njihovu evaluaciju i ostvarivanje ciljeva.

Sporazum pregovarača, odnosno razrješavanje konflikta može se postići: (1) **jednoglasno** ili **konsenzusom**, (2) **preglasavanjem** ili **većinom glasova**. U zavisnosti od načina sporazumijevanja pregovarača, imamo "*win-win*" ili "*win-lose*" situacije. *Win-win* situacija predstavlja rezultat pregovaranja kojim su zadovoljni svi pregovarači, odnosno rješenje koje je postignuto konsenzusom. *Win-lose* situacija predstavlja ishod kojim nisu zadovoljni svi pregovarači, jer je rezultat preglasavanja i ne omogućava postizanje željenih ciljeva u potpunosti. Očigledno je da je konsenzus poželjniji način razrješavanja konfliktne situacije, iako ga nije uvijek moguće postići. Konsenzus se tipično postiže kad pregovarači imaju istu moć odlučivanja (npr. rukovodioci sektora) i kada djeluju konstruktivno. Tipična *win-lose* situacija jeste odluka o dodatnim funkcionalnostima sistema koje su bitne korisnicima, ali neće biti realizovane zbog povećanja cijene – naručilac je zadovoljan zbog niže cijene ciljnog sistema, a korisnici nezadovoljni jer sistem neće imati dodatne funkcionalnosti.

**Naknadne aktivnosti** uključuju analizu procesa i ishoda pregovaranja. U slučaju neuspješnog pregovaranja, slijede pripreme za novi krug pregovaranja.

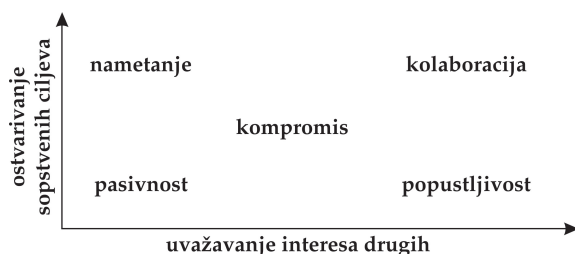
### 5.2.2. Strategije pregovaranja

Tokom pregovaranja pregovarači primjenjuju različite **modele ponašanja** i **strategije pregovaranja**.

Ponašanje pregovarača bitno određuju dvije karakteristike: (1) aktivnost u procesu pregovaranja i traženju rješenja, te (2) želja da se, osim ostvarivanja sopstvenih ciljeva, uvažavaju i ciljevi i interesi drugih pregovarača. U skladu s tim imamo pet tipičnih **modela ponašanja** pregovarača:

- (1) **pasivnost** – ravnodušan odnos prema ishodu pregovaranja;
- (2) **nametanje** – aktivna "borba" za ostvarivanje sopstvenih ciljeva;
- (3) **kompromis** – traženje balansiranog rješenja kojim su svi zadovoljni;
- (4) **kolaboracija** – aktivno traženje najboljeg rješenja za sve strane;
- (5) **popustljivost** – prihvatanje rješenja u korist sopstvene štete.

Klasifikacija modela ponašanja pregovarača ilustrovana je na sl. 5.1. Nametanje i popustljivost vode *win-lose* ishodu, dok kolaboracija i kompromis vode *win-win* ishodu pregovaranja.



Slika 5.1: Ponašanje pregovarača tokom pregovaranja

**Strategije pregovaranja** mogu biti: (1) **integrativne (simbiotičke)** i (2) **distributivne (predatorske)**.

U simbiotičkoj strategiji, pregovarači žele da sarađuju u cilju postizanja konsenzusa, odnosno *win-win* ishoda. Pregovarači nastoje da ne narušavaju međusobne dobre odnose i nastoje da omoguće što potpunije ostvarivanje ciljeva drugih pregovarača,

U predatorskoj strategiji pregovarači su posvećeni ostvarivanju sopstvenih ciljeva i nisu spremni za uvažavanje tuđih interesa. Ponašanje pregovarača "predatora" obično prate različiti oblici agresivnog ponašanja prema drugim pregovaračima, kao što su zastrašivanje, prijetnje itd. Predatori pregovaranja doživljavaju kao igru u kojoj nastoje da pobijede druge pregovarače i maksimalno ostvare sopstvene ciljeve.

Osnovne karakteristike simbiotičke i predatorske strategije prikazane su u tabeli 5.1. Ovo su dvije ekstremne pregovaračke strategije. Predatorska strategija vodi ka *win-lose* ishodu i veoma je nepovoljna za inženjering zahtjeva, a simbiotička strategija je idealna i teško ostvarljiva. Zlatnu sredinu predstavlja strategija zasnovana na sljedećim principima:

- (1) fokus na interese, a ne na pozicije;
- (2) timski "napadati" probleme, a ne pregovarače;
- (3) tražiti alternative u zajedničkom interesu;
- (4) koristiti objektivne kriterijume za evaluaciju alternativa.

**Tabela 5.1:** Osnovne karakteristike pregovaračkih strategija

<b>Simbiotička strategija</b>	<b>Predatorska strategija</b>
Pregovarači su prijatelji.	Pregovarači su protivnici.
Cilj pregovora je sporazum.	Cilj pregovora je pobjeda.
Cilj je postizanje konsenzusa.	Cilj je forsiranje sopstvenog rješenja.
Insistiranje na konsenzusu.	Insistiranje na sopstvenom mišljenju.
Pregovaračka pozicija se pomjera.	Insistiranje na sopstvenoj poziciji.

### 5.3. Prioritetizacija zahtjeva

Usaglašavanjem relevantnih sudionika oko alternativa za rješavanje konfliktnih situacija dolazi se do skupa usaglašanih korisničkih zahtjeva. S obzirom na ograničen budžet i rokove, često je neophodno odrediti prioritete, tj. utvrditi koje zahtjeve treba realizovati prije. **Prioritetizacija** je aktivnost koja za cilj ima određivanje prioriteta korisničkih zahtjeva primjenom **kvalitativnih** i/ili **kvantitativnih** tehnika.

Sudionici često ne mogu da odluče šta su prioriteti i žele da svi zahtjevi budu realizovani u prvoj iteraciji. Međutim, ako postoje ograničenja u pogledu budžeta i rokova, sudionici moraju da se usaglase oko prioriteta realizacije. U implementaciji softverskih proizvoda, pogotovo onih koji se razvijaju za šire tržište, često se pribjegava **MVP strategiji** (engl. *minimum viable product*),

odnosno razvoju proizvoda koji ima **minimum potrebnih funkcionalnosti**. To su softverski sistemi koji u prvoj iteraciji ne realizuju sve utvrđene zahtjeve pa je neophodno na efikasan način doći do podskupa zahtjeva koji treba da budu realizovani u datoj iteraciji. Prioritetizacija ima poseban značaj u iterativno-inkrementalnim i agilnim softverskim procesima, gdje se određivanje prioriteta ponavlja u svakoj iteraciji/razvojnom ciklusu.

Prioritetizacija je aktivnost koja omogućava **realizaciju sljedećih ciljeva** u analizi zahtjeva:

- (1) **izbor fundamentalnih zahtjeva** za ciljni sistem;
- (2) **određivanje redoslijeda** kojim treba realizovati zahtjeve;
- (3) izbor zahtjeva koji **u dovoljnoj mjeri zadovoljavaju potrebe** korisnika;
- (4) analiza zahtjeva s obzirom na odnos **dobijeno-uloženo** (engl. *cost-benefit*);
- (5) **razrješavanje konfliktnih situacija** između relevantnih sudionika.

Prioritetizacija zahtjeva **sprovođi se u tri faze**:

- (1) **priprema** – faza u kojoj se: (1) utvrđuju kriterijumi i bira tehnika za prioritetizaciju zahtjeva, (2) zahtjevi organizuju u skladu sa principima odabrane tehnike, (3) biraju relevantni sudionici i upoznaju sa detaljima tehnike koja će biti primijenjena;
- (2) **prioritetizacija** – faza u kojoj sudionici primjenjuju odabranu tehniku;
- (3) **prezentacija** – faza u kojoj se sudionicima prezentuju rezultati.

### 5.3.1. Kriterijumi za prioritetizaciju zahtjeva

Kriterijumi za prioritetizaciju zahtjeva mogu biti: **značaj, hitnost, korisnost, vrijeme razvoja, cijena razvoja, promjenljivost, rizici** itd. Neki kriterijumi su uzajamno povezani, npr. hitnost utiče na cijenu itd.

Prioriteti mogu da se određuju po osnovu jednog kriterijuma (**jednokriterijumska prioritetizacija**) ili više njih (**višekriterijumska prioritetizacija**). Jednokriterijumska prioritetizacija je mnogo jednostavnija i zbog toga nije preporučljivo primjenjivati prevelik broj kriterijuma. Osim toga, svaki sistem je priča za sebe i za svaki projekat treba pažljivo izabrati kriterijume te njihovu težinu i balans (npr. značaj 50%, hitnost 50%). Uzajamna povezanost nekih kriterijuma može značajno da utiče na prioritete – poznato je da cijena utiče na smanjenje prioriteta nekih zahtjeva, jer zahtjevnost realizacija povećava cijenu.

Kriterijumi za prioritetizaciju vrednuju se prema odgovarajućoj skali. Iako se u inženjerstvu koriste različiti **tipovi skale** (nominalna, ordinalna, intervalna, proporcionalna), nemaju svi tipovi skale značaj u prioritetizaciji. **Nominalni**<sup>1</sup> i **intervalni**<sup>2</sup> tip skale ne koriste se u prioritetizaciji, jer ne

<sup>1</sup> Nominalne skale služe za kategorizaciju koncepata, ali ne omogućavaju utvrđivanje razlika između kategorija. Šifarnici su primjeri nominalnih skala – svako mjesto ima jedinstven broj pošte, koji omogućava njihovo razlikovanje, ali ne i utvrđivanje njihovog međusobnog odnosa.

<sup>2</sup> Intervalne skale omogućavaju uspostavljanje redoslijeda, ali ne omogućavaju utvrđivanje odnosa između vrijednosti – npr. temperatura od 2°C nije dvostruko veća od 1°C.

omogućavaju odgovarajuće poređenje zahtjeva, za razliku od ordinalnog i proporcionalnog tipa. **Ordinalni**<sup>3</sup> tip skale omogućava rangiranje zahtjeva, a **proporcionalni**<sup>4</sup> tip skale omogućava i rangiranje i određivanje međusobnog odnosa zahtjeva.

### 5.3.2. Tehnike za prioritetizaciju zahtjeva

Cilj svake tehnike za prioritetizaciju jeste vrednovanje zahtjeva, njihovo grupisanje i/ili uspostavljanje djelimično/potpuno uređenog poretka prema jednom ili više kriterijuma. Razlikujemo **kvalitativne** i **kvantitativne** tehnike za prioritetizaciju. Kvalitativne tehnike imaju za cilj grupisanje (klasifikaciju) zahtjeva (npr. kritični, poželjni i opcioni), dok kvantitativne tehnike svakom zahtjevu pridružuju neku numeričku vrijednost (npr. težinu, redni broj itd.).

#### Trijaža

Trijaža<sup>5</sup> predstavlja kvalitativnu tehniku za prioritetizaciju. Često se naziva i **razvrstavanje**, **klasifikacija** ili **grupisanje**. To je tehnika kojom se zahtjevi razvrstavaju/klasifikuju u različite grupe. Trijaža se često primjenjuje u različitim domenima, a ne samo u evaluaciji zahtjeva<sup>6</sup>.

Trijaža je jedna od najčešće korištenih tehnika za prioritetizaciju zahtjeva. Broj grupa u koje razvrstavamo zahtjeve može da varira, ali se uobičajeno koriste tri ili četiri grupe.

U većini slučajeva dovoljne su **tripartitne klasifikacije** (klasifikacije u tri grupe), kao što su: **kritično/poželjno/opciono** i **MSC** (engl. *Must/Should/Could*), koje obično razvrstavaju zahtjeve na sljedeći način:

- (1) oni koji su kritični i moraju da budu implementirani u prvoj iteraciji;
- (2) oni koji bi trebalo da budu implementirani, ali ne moraju odmah, jer od njihove implementacije ne zavisi implementacija drugih zahtjeva;
- (3) oni koji su poželjni, ali nisu obavezni.

U praksi se koristi i klasifikacija u četiri grupe prema **MoSCoW** modelu (engl. *Must/Should/Could/Won't*), gdje kategorija W predstavlja zahtjeve koji nisu neophodni i mogu biti razmotreni u budućnosti.

<sup>3</sup> Vrijednosti na ordinalnoj skali pokazuju relativni položaj i međusobno rastojanje objekata prema nekom kriterijumu pa ordinalni tip skale omogućava rangiranje objekata, ali ne i kvantitativno određivanje njihovog međusobnog odnosa. Takve su Likertove skale, tipično trostepene (npr. *Potpuno/Djelimično/Nikako*) i petostepene (npr. *Uopšte se ne slažem/Ne slažem se/Nemam mišljenje/Slažem se/U potpunosti se slažem*).

<sup>4</sup> Proporcionalne skale omogućavaju uspostavljanje odnosa (proporcije) vrijednosti veličina od interesa. Mjerljiva svojstva objekata mjerimo i iskazujemo na proporcionalnim skalama (npr. masa, visina, cijena, udaljenost itd.).

<sup>5</sup> Trijaža dolazi od francuske riječi *triage* i znači *razvrstavanje*.

<sup>6</sup> Poznati su primjeri trijaže prilikom zbrinjavanja pacijenata u kriznim situacijama, kao što su rat i elementarne nepogode, kada povrijeđene razvrstavaju u tri kategorije – one koji su teško povrijeđeni i kojima ukazivanje pomoći ne može pomoći da prežive, one kojima je medicinska pomoć potrebna da bi preživjeli i one kojima će biti bolje i bez ukazivanja hitne pomoći.

Prilikom trijaže zahtjeva treba voditi računa o tome da se onemoguću svrstavanje velike većine zahtjeva u jednu kategoriju (npr. u grupu kritičnih). Često sudionici primjenjuju dosta nebalansirane raspodjele (85% – 10% – 5%) pa je poželjno postaviti minimum za svaku kategoriju (npr. 20%).

Trijaža omogućava djelimičnu prioritetizaciju – zahtjevi su razvrstani u nekoliko grupa između kojih se znaju prioriteta, ali unutar grupa zahtjevi nisu razvrstani po prioritetima.

### Top-k

*Top-k* predstavlja kvalitativnu tehniku za prioritetizaciju, kojom relevantni sudionici iz skupa razmatranih zahtjeva biraju  $k$  najznačajnijih po nekom kriterijumu, bez uspostavljanja poretka između izabranih zahtjeva. Parametar  $k$  je neki prirodan broj, tipično 10.

Prilikom klasifikacije, svaki sudionik formira svoju listu od  $k$  najznačajnijih zahtjeva. Na kraju imamo  $n$  lista ( $n$  – broj sudionika) sa  $k$  zahtjeva. Spajanjem pojedinačnih lista i prebrojavanjem izabranih zahtjeva, dobijamo integralnu listu zahtjeva uređenu po prioritetima.

Ova tehnika pogodna je za primjene u slučajevima većeg broja sudionika istog nivoa značaja. Ako je broj sudionika malen, postoji mogućnost da je presjek lista (zahtjevi koji se nalaze u više lista) malen, odnosno da sudionici imaju različite liste između kojih nema preklapanja. Tada imamo velik broj izabranih zahtjeva, a slabu prioritetizaciju unutar izabrane grupe.

#### Primjer 5.1:

Pretpostavimo listu zahtjeva  $R_1 \dots R_{10}$ , koju sudionici  $S_1 \dots S_5$  ( $n = 5$ ) treba da prioritetizuju primjenom *Top-5* tehnike ( $k = 5$ ).

Neka su sudionici redom formirali sljedeće liste *top-5* zahtjeva:

$$\begin{aligned} S_1 : \{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}\} &\Rightarrow \{R_2, R_3, R_5, R_8, R_{10}\} \\ S_2 : \{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}\} &\Rightarrow \{R_1, R_3, R_7, R_8, R_{10}\} \\ S_3 : \{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}\} &\Rightarrow \{R_3, R_4, R_7, R_8, R_{10}\} \\ S_4 : \{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}\} &\Rightarrow \{R_1, R_2, R_5, R_6, R_8\} \\ S_5 : \{R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}\} &\Rightarrow \{R_2, R_3, R_5, R_6, R_{10}\} \end{aligned}$$

Nakon prebrojavanja pojedinačnih *top-5* lista imamo:

zahtjev	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$R_9$	$R_{10}$
broj izbora	2	3	4	1	3	2	2	4	0	4

Nakon sortiranja imamo prioritetizovanu listu zahtjeva:

zahtjev	$R_3, R_8, R_{10}$	$R_2, R_5$	$R_1, R_6, R_7$	$R_4$	$R_9$
broj izbora	4	3	2	1	0

Dobijena lista prioriteta djelimično je uređena. Evidentno je da su zahtjevi  $R_3$ ,  $R_8$  i  $R_{10}$  visokog (4) prioriteta, a  $R_4$  i  $R_9$  niskog (1) i veoma niskog (0) prioriteta, respektivno.

### Rangiranje

Rangiranje je tehnika koja se zasniva na primjeni ordinalnog tipa skale, gdje sudionik rangira kandidatske zahtjeve prema nekom kriterijumu, redom od najvišeg do najnižeg prioriteta, pri čemu nije dozvoljeno da dva ili više zahtjeva budu isto rangirani.

Nakon rangiranja poznat je nivo prioriteta za svaki pojedinačni zahtjev. Na osnovu uređene liste zahtjeva vidljivo je i moguće poređenje bilo koja dva zahtjeva po nivou prioriteta, ali nije moguće utvrditi koliko je jedan zahtjev značajniji od drugog.

Rangiranje je pogodna tehnika za prioritizaciju koju sprovodi jedan sudionik, npr. u agilnim softverskim procesima. U slučaju više sudionika, dobijamo više uređenih lista, koje bi trebalo kombinovati u jedinstvenu listu. U objedinjenoj listi pozicija svakog zahtjeva može se odrediti na osnovu prosječne pozicije u polaznim listama ili ukupnog zbira pozicija, tako da zahtjev koji ima najmanji prosjek (najmanji zbir) bude najbolje rangiran. Postoji mogućnost da objedinjena lista ne bude u potpunosti uređena, tj. da dva ili više zahtjeva imaju isti nivo prioriteta. Ako je neophodno da svaki zahtjev bude jedinstveno rangiran, tada je neophodno dodatno pregovaranje, primjena neke druge tehnike ili rangiranje po dodatnom kriterijumu.

#### Primjer 5.2:

Pretpostavimo listu zahtjeva  $R_1 \dots R_7$ , koju sudionici  $S_1 \dots S_3$  ( $n=3$ ) treba da prioritizuju rangiranjem.

Neka su sudionici formirali sljedeće uređene liste zahtjeva:

$S_1$	$S_2$	$S_3$
1. $R_3$	1. $R_7$	1. $R_1$
2. $R_1$	2. $R_3$	2. $R_4$
3. $R_7$	3. $R_1$	3. $R_3$
4. $R_2$	4. $R_6$	4. $R_7$
5. $R_5$	5. $R_2$	5. $R_2$
6. $R_4$	6. $R_4$	6. $R_6$
7. $R_6$	7. $R_5$	7. $R_5$

Na osnovu pojedinačnih lista možemo formirati sljedeću tabelu:

zahtjev	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$
rang $S_1$	2	4	1	6	5	7	3
rang $S_2$	3	5	2	6	7	4	1
rang $S_3$	1	5	3	2	7	6	4
$\Sigma$	6	14	6	14	19	17	8
prosječan rang	2.0	4.7	2.0	4.7	6.3	5.7	2.7

Nakon sortiranja imamo sljedeću objedinjenu prioritizovanu listu zahtjeva, koja je djelimično uređena:

1.  $R_1(6)$  1.  $R_3(6)$  3.  $R_7(8)$  4.  $R_2(14)$  4.  $R_4(14)$  6.  $R_6(17)$  7.  $R_5(19)$



### Budžetiranje

Budžetiranje je tehnika koja se zasniva na raspoređivanju određenog iznosa po pojedinim pozicijama<sup>7</sup>. U prioritetizaciji zahtjeva, budžetiranje se sprovodi tako što svi relevantni sudionici na raspolaganju imaju određeni broj bodova (npr. 100), koje treba da raspodijele na razmatrane zahtjeve i tako ih prioritetizuju – što je neki zahtjev dobio više bodova, to je njegov prioritet veći.

Prilikom određivanja budžeta, treba voditi računa o tome da budžet ne bude premalen za vrednovanje svih zahtjeva. Na primjer, nema smisla da na 50 zahtjeva imamo budžet od 50 bodova – tada bi svaki zahtjev mogao dobiti samo po jedan bod. Ako bismo željeli da rangiramo  $n$  zahtjeva tako da uspostavimo potpuno uređeni poredak od najmanje značajnog (0 bodova) do najznačajnijeg ( $n - 1$  bodova), tada bi nam trebalo ukupno  $n(n - 1)/2$  bodova. Ovakvo budžetiranje ekvivalentno je rangiranju. Ako bismo željeli da omogućimo značajnije naglašavanje odnosa između prioriteta pojedinih zahtjeva, tada bi budžet trebalo da bude veći i sudionici bi imali mogućnost da značajnijim zahtjevima daju dodatnu težinu.

U cilju jednostavnijeg budžetiranja, poželjno je korištenje alata za tabelarne proračune, kako bi sudionici lakše raspoređivali raspoloživi budžet.

#### Primjer 5.3:

Pretpostavimo listu zahtjeva  $R_1 \dots R_{10}$ , koju sudionici  $S_1 \dots S_5$  ( $n = 5$ ) treba da prioritetizuju budžetiranjem, pri čemu svaki sudionik ima na raspolaganju budžet od 100 bodova.

Neka su sudionici rasporedili raspoloživi budžet na sljedeći način:

zahtjev	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$R_9$	$R_{10}$	budžet ( $\Sigma$ )
$S_1$	15	11	10	7	4	2	12	1	18	20	100
$S_2$	10	15	8	5	3	1	6	7	25	20	100
$S_3$	13	15	9	11	7	3	1	5	19	17	100
$S_4$	20	25	3	10	5	2	7	1	12	15	100
$S_5$	15	5	2	1	3	6	10	8	20	30	100

Nakon sabiranja dodijeljenih bodova po svakom zahtjevu imamo:

zahtjev	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$R_9$	$R_{10}$
$\Sigma$	73	71	32	34	22	14	36	22	94	102

Nakon sortiranja imamo objedinjenu prioritetizovanu listu zahtjeva:

prioritet	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	8.	10.
zahtjev	$R_{10}$	$R_9$	$R_1$	$R_2$	$R_7$	$R_4$	$R_3$	$R_5$	$R_8$	$R_6$
$\Sigma$	102	94	73	71	36	34	32	22	22	14

<sup>7</sup> Budžetiranje je tehnika koja se prevashodno koristi u planiranju finansijskog poslovanja. Na primjer, vlada pred kraj kalendarske godine predlaže budžet za finansiranje javnog sektora u sljedećoj godini, u kojem se raspoloživi novčani iznos raspoređuje po različitim budžetskim pozicijama, za prosvjetu, zdravstvo, poljoprivredu itd.

## AHP

AHP (engl. *Analytic Hierarchy Process*) je postupak za sistematično, više-kriterijumsko odlučivanje u složenim situacijama. AHP može da se primjenjuje za rješavanje različitih problema (prioritetizacija, rangiranje, alokacija resursa, razrješavanje konflikata, upravljanje itd.) u različitim domenima.

AHP se zasniva na poređenju uzajamnog odnosa različitih faktora. U prioritetizaciji zahtjeva to podrazumijeva poređenje međusobnog (relativnog) odnosa svaka dva zahtjeva (iz skupa razmatranih zahtjeva) prema nekom kriterijumu. Poređenje para zahtjeva sprovodi se primjenom odgovarajuće ordinalne skale. Za ilustraciju, tabela 5.2. prikazuje jednu petostepenu skalu za kvantifikaciju uzajamnog odnosa dva zahtjeva.

**Tabela 5.2:** Petostepena skala za kvantifikaciju uzajamnog odnosa zahtjeva

Uzajamni odnos zahtjeva A i B	Numerički ekvivalent
A i B imaju jednak značaj	1
A je malo značajniji od B	3
A je značajniji od B	5
A je mnogo značajniji od B	7
A je ekstremno značajniji od B	9

U prvom koraku primjene AHP tehnike, formira se matrica uzajamnih odnosa razmatranih zahtjeva. Poređenje  $n$  zahtjeva reprezentuje se matricom  $\mathbf{R}_{n \times n}$ , čiji elementi  $R_{ij}$  predstavljaju uzajamne odnose zahtjeva  $R_i$  i  $R_j$  za svako  $i \in \{1 \dots n\}$  i  $j \in \{1 \dots n\}$ , koje određujemo u skladu sa odabranom skalom.

$$\mathbf{R} = \begin{matrix} & \begin{matrix} R_1 & R_2 & \dots & R_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & R_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Elementi na glavnoj dijagonali ( $R_{ii}$ ) imaju jedinične vrijednosti, jer je riječ o poređenju značaja nekog zahtjeva sa samim sobom. Uzajamni odnos zahtjeva  $R_j$  i  $R_i$  reprezentuje se elementom  $R_{ji}$ , čija je vrijednost jednaka recipročnoj vrijednosti elementa  $R_{ij}$ , tj.  $R_{ji} = 1/R_{ij}$ , pa imamo

$$\mathbf{R} = \begin{matrix} & \begin{matrix} R_1 & R_2 & \dots & R_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ 1/R_{12} & 1 & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/R_{1n} & 1/R_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Matrica uzajamnih odnosa  $\mathbf{R}$  formira se ručno, ali se naredni koraci mogu u potpunosti automatizovati.

U drugom koraku sabiraju se vrijednosti po kolonama (suma elemenata u  $j$ -toj koloni predstavlja ukupan značaj svih razmatranih zahtjeva u odnosu na  $j$ -ti zahtjev).

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{array} \begin{bmatrix} R_1 & R_2 & \cdots & R_n \\ 1 & R_{12} & \cdots & R_{1n} \\ R_{21} & 1 & \cdots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{n1} & R_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \\
 \begin{array}{cccc} \sum_{i=1}^n R_{i1} & \sum_{i=1}^n R_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^n R_{in} \end{array}$$

U trećem koraku vrši se normalizacija kolona – svaki element u  $j$ -toj koloni dijeli se sa sumom elemenata u toj koloni, čime se sume po kolonama svode na jediničnu vrijednost.

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{array} \begin{bmatrix} \frac{R_1}{\sum R_{i1}} & \frac{R_2}{\sum R_{i2}} & \cdots & \frac{R_n}{\sum R_{in}} \\ \frac{R_{21}}{\sum R_{i1}} & \frac{1}{\sum R_{i2}} & \cdots & \frac{R_{2n}}{\sum R_{in}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{R_{n1}}{\sum R_{i1}} & \frac{R_{n2}}{\sum R_{i2}} & \cdots & \frac{1}{\sum R_{in}} \end{bmatrix}$$

U četvrtom koraku sabiraju se normalizovane vrijednosti u svakom redu.

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{array} \begin{bmatrix} \frac{R_1}{\sum R_{i1}} & \frac{R_2}{\sum R_{i2}} & \cdots & \frac{R_n}{\sum R_{in}} \\ \frac{R_{21}}{\sum R_{i1}} & \frac{1}{\sum R_{i2}} & \cdots & \frac{R_{2n}}{\sum R_{in}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{R_{n1}}{\sum R_{i1}} & \frac{R_{n2}}{\sum R_{i2}} & \cdots & \frac{1}{\sum R_{in}} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{array} \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n \frac{R_{1j}}{\sum R_{ij}} \\ \sum_{j=1}^n \frac{R_{2j}}{\sum R_{ij}} \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^n \frac{R_{nj}}{\sum R_{ij}} \end{bmatrix}$$

Suma elemenata  $i$ -tog reda predstavlja relativnu ocjenu značaja zahtjeva  $R_i$ , čija je vrijednost realan broj između 0 i  $n$ . Što je veća vrijednost sume nekog reda, to je veći značaj odnosnog zahtjeva. Rangiranje razmatranih zahtjeva po značaju postiže se sortiranjem dobijenih suma od najveće do najmanje.

Pored sistematičnosti pristupa i mogućnosti automatizacije, dobra strana AHP tehnike jeste i mogućnost otkrivanja grešaka, jer dobijene relativne vrijednosti značaja svakog zahtjeva treba da budu usaglašene sa procijenjenim uzajamnim odnosima u polaznoj matrici. Na primjer, ako je vrijednost  $R_{12}$  veća od 1 ( $R_1$  je značajniji od  $R_2$ ), tada bi i relativna ocjena značaja zahtjeva  $R_1$  trebalo da bude veća od relativne ocjene značaja zahtjeva  $R_2$ . Ako je u pitanju procjena značaja većeg broja zahtjeva, tada se dešavaju situacije da zahtjev A bude ocijenjen kao značajniji od zahtjeva B, koji je značajniji od zahtjeva C, ali da je zahtjev C značajniji od zahtjeva A, što je kontradiktorno.

Loša strana primjene AHP tehnike vezana je za formiranje inicijalne matrice uzajamnih odnosa svih zahtjeva, jer s porastom broj razmatranih zahtjeva značajno raste broj potrebnih poređenja. Za  $n$  zahtjeva potrebno je  $\binom{n}{2}$  poređenja, tj.  $n(n-1)/2$  poređenja. Na primjer, za 20 zahtjeva potrebno je  $20 \cdot (20-1)/2 = 190$  poređenja, za 50 zahtjeva 1.225 poređenja, a za 100 zahtjeva čak 4.950 poređenja. Zbog toga je ova tehnika pogodna za prioritetizaciju manjeg broja zahtjeva.

#### Primjer 5.4:

Pretpostavimo da je na osnovu liste zahtjeva  $R_1 \dots R_5$  formirana sljedeća matrica uzajamnih odnosa:

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \begin{array}{ccccc} R_1 & R_2 & R_3 & R_4 & R_5 \\ \left[ \begin{array}{ccccc} 1 & 3 & 3 & 1/5 & 1 \\ 1/3 & 1 & 3 & 1/7 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1/7 & 1/3 \\ 5 & 7 & 7 & 1 & 5 \\ 1 & 3 & 3 & 1/5 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

Sabiranjem kolona dobijamo:

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \begin{array}{ccccc} R_1 & R_2 & R_3 & R_4 & R_5 \\ \left[ \begin{array}{ccccc} 1 & 3 & 3 & 1/5 & 1 \\ 1/3 & 1 & 3 & 1/7 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1/7 & 1/3 \\ 5 & 7 & 7 & 1 & 5 \\ 1 & 3 & 3 & 1/5 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccc} \hline 7.7 & 14.3 & 17.0 & 1.7 & 7.7 \\ \hline \end{array}$$

Normalizacijom kolona dobijamo:

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \begin{array}{ccccc} R_1 & R_2 & R_3 & R_4 & R_5 \\ \left[ \begin{array}{ccccc} 0.130 & 0.209 & 0.176 & 0.118 & 0.130 \\ 0.043 & 0.070 & 0.176 & 0.084 & 0.043 \\ 0.043 & 0.023 & 0.059 & 0.084 & 0.043 \\ 0.652 & 0.488 & 0.412 & 0.588 & 0.652 \\ 0.130 & 0.209 & 0.176 & 0.118 & 0.130 \end{array} \right] \end{array}$$

Sabiranjem po redovima dobijamo relativne ocjene značaja zahtjeva:

$$\begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \begin{array}{ccccc} R_1 & R_2 & R_3 & R_4 & R_5 \\ \left[ \begin{array}{ccccc} 0.130 & 0.209 & 0.176 & 0.118 & 0.130 \\ 0.043 & 0.070 & 0.176 & 0.084 & 0.043 \\ 0.043 & 0.023 & 0.059 & 0.084 & 0.043 \\ 0.652 & 0.488 & 0.412 & 0.588 & 0.652 \\ 0.130 & 0.209 & 0.176 & 0.118 & 0.130 \end{array} \right] \Rightarrow \begin{array}{c} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \left[ \begin{array}{c} 0.763 \\ 0.416 \\ 0.252 \\ 2.792 \\ 0.763 \end{array} \right]$$

Nakon sortiranja imamo prioritetizovanu listu zahtjeva:

Prioritet	1.	2.	2.	4.	5.
Zahtjev	$R_4$	$R_1$	$R_5$	$R_2$	$R_3$
Relativna ocjena značaja	2.792	0.763	0.763	0.416	0.252

**Primjer 5.5:**

Neka je data lista zahtjeva  $R_1 \dots R_5$ , koje treba rangirati prema značaju (sa težinom 70%) i zadovoljstvu korisnika (sa težinom 30%), pri čemu su date matrice uzajamnih odnosa zahtjeva prema datim kriterijumima:

značaj zahtjeva						zadovoljstvo korisnika					
	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$		$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$
$R_1$	1	3	3	1/5	1	$R_1$	1	1	3	5	1/3
$R_2$	1/3	1	3	1/7	1/3	$R_2$	1	1	3	7	1/5
$R_3$	1/3	1/3	1	1/7	1/3	$R_3$	1/3	1/3	1	1/3	1/7
$R_4$	5	7	7	1	5	$R_4$	1/5	1/7	3	1	1/7
$R_5$	1	3	3	1/5	1	$R_5$	3	5	7	7	1

Nakon sabiranja kolona i normalizacije, imamo:

značaj zahtjeva						zadovoljstvo korisnika					
	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$		$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$
$R_1$	0.13	0.21	0.18	0.12	0.13	$R_1$	0.18	0.13	0.18	0.25	0.18
$R_2$	0.04	0.07	0.18	0.08	0.04	$R_2$	0.18	0.13	0.18	0.34	0.11
$R_3$	0.04	0.02	0.06	0.08	0.04	$R_3$	0.06	0.04	0.06	0.02	0.08
$R_4$	0.65	0.49	0.41	0.59	0.65	$R_4$	0.04	0.03	0.18	0.05	0.08
$R_5$	0.13	0.21	0.18	0.12	0.13	$R_5$	0.54	0.67	0.41	0.34	0.55

Sabiranjem po redovima dobijamo relativne ocjene značaja zahtjeva po kriterijumima:

značaj zahtjeva		zadovoljstvo korisnika	
$R_1$	0.77	$R_1$	0.92
$R_2$	0.41	$R_2$	0.94
$R_3$	0.24	$R_3$	0.26
$R_4$	2.79	$R_4$	0.38
$R_5$	0.77	$R_5$	2.51

Kriterijum za prioritetizaciju definisan je težinskim faktorima za značaj (70%) i zadovoljstvo korisnika (30%), što znači da u ukupnoj relativnoj ocjeni zahtjeva značaj učestvuje sa 70%, a zadovoljstvo korisnika sa 30%, pa imamo:

$$0.7 \cdot \begin{bmatrix} 0.77 \\ 0.41 \\ 0.24 \\ 2.79 \\ 0.77 \end{bmatrix} + 0.3 \cdot \begin{bmatrix} 0.92 \\ 0.94 \\ 0.26 \\ 0.38 \\ 2.51 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0.815 \\ 0.569 \\ 0.246 \\ 2.067 \\ 1.292 \end{bmatrix}$$

Nakon sortiranja imamo prioritetizovanu listu zahtjeva:

Prioritet	1.	2.	3.	4.	5.
Zahtjev	$R_4$	$R_5$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
Relativna ocjena značaja	2.067	1.292	0.815	0.569	0.246

### 5.3.3. Izbor tehnike za prioritetizaciju zahtjeva

Prilikom izbora tehnike za prioritetizaciju treba birati što jednostavniju tehniku kojom će biti postignut željeni cilj, a komplikovanije tehnike treba ostavljati za složenije i delikatnije situacije.

Ponekad je poželjno kombinovanje tehnika, npr. prvo treba sprovesti trijažu i razvrstati sve zahtjeve u nekoliko kategorija, a zatim primijeniti složeniju tehniku za prioritetizaciju unutar pojedinih kategorija, npr. budžetiranje ili AHP. Neke kategorije (npr. kritični zahtjevi) nema smisla prioritetizovati.

## Bibliografija