

## USMJERENOST KONDICIONALNA I USPJEŠNOST ZAKLJUČIVANJA

Pavle Valerjev

Odjel za psihologiju, Sveučilište u Zadru  
Obala kralja Petra Krešimira IV br. 2, 23000 Zadar  
valerjev@unizd.hr

Igor Bajšanski

Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet  
Sveučilište u Rijeci  
Sveučilišna avenija 4, 51000 Rijeka  
sibajsan@ffri.hr

Tanja Gulan

Odjel za lingvistiku, Sveučilište u Zadru  
Obala kralja Petra Krešimira IV br. 2, 23000 Zadar  
tanja.gulan@gmail.com

### Sažetak

Ljudsko zaključivanje s kondicionalnim zaključcima tipa *Ako antecedens, onda konsekvens* jedan su od glavnih problema u psihologiji deduktivnog zaključivanja, jer rješavači pokazuju brojne pristranosti izvođenju zaključaka. To je ujedno i jedan od razloga za postojanje više teorija koje objašnjavaju fenomene zaključivanja s kondicionalima. Dominantna teorija je teorija mentalnih modela, koja tumači razlike u uspješnosti izvođenja *modus ponens* (MP) i *modus tolens* (MT) zaključaka brojem mentalnih modela koje je potrebno konstruirati. Prema toj teoriji MP su jednodielni zaključci i stoga lakši i brži od MT zaključaka, koji su tromodelni (ili barem dvomodelni). Međutim, pokazalo se da, osim broja mentalnih modela, na uspješnost zaključaka utječe i usmjerenost kondicionala. Manipulacijom MP i MT zaključcima, kao i negacijom antecedensa (NA) i afirmacijom konsekvensa (AK), Valerjev (2006) je pokazao kako smjer zaključivanja (od antecedensa prema konsekvensu, ili obrnuto) utječe na vrijeme odgovora. U ovom istraživanju ispitivao se utjecaj drugih usmjerenosti koje kondicionali mogu sadržavati: *sintaktičke usmjerenosti* koja ovisi kojim redom su antecedens i konsekvens postavljeni u kondicionalnoj rečenici, kao i *semantičke usmjerenosti* koja koristi termine "lijevo" i "desno" koji se pojavljuju uz antecedens ili konsekvens i to na lijevoj ili desnoj strani kondicionala. Proveden je trofaktorski ( $2 \times 2 \times 2$ ) eksperiment na skupini studenata psihologije u kojem se manipuliralo vrstom zaključka, sintaktičkom te semantičkom usmjerenošću. Kao mjere uspješnosti mjereni su točnost odgovora i vrijeme odgovora. Efekt tipa zaključka je očekivano pokazao znatnu prednost MP pred MT zaključcima u obje mjere efikasnosti.

Sintaktička usmjerenost pokazala je značajan efekt na MP kao i na MT zaključcima. U MP situacijama standardni kondicionali su verificirani brže, dok je u MT situacijama vrijedio obrnuti slučaj – obrnuti kondicionali su verificirani brže. Čini se da način na koji je kondicional reprezentiran utječe različito na procese rasuđivanja, ovisno o tome je li riječ o MP ili MT zaključku.

**Ključne riječi:** dedukcija, rasuđivanje, kondicionali, mentalni modeli, usmjerenost kondicionala

## UVOD

Kondicionalno zaključivanje je oblik deduktivnog zaključivanja u kojemu je glavna premisa izražena kao kondicionalna rečenica koja ima općenitu formu *Ako P, onda Q*. Jednostavni sudovi koji tvore kondicional zovu se antecedens i konsekvens. Antecedens slijedi iza veznika *ako* i često (ali ne i uvijek) predstavlja uvjet, dopuštenje ili uzrok za situaciju koju opisuje drugi sud – konsekvens.

Dvije forme kondicionalnog silogizma su logički valjane. To su *modus ponens* (MP) i *modus tolens* (MT). Iz preostale dvije forme, negacija antecedensa i afirmacija konsekvensa ne slijedi valjana konkluzija.

Teorija mentalnih modela (Johnson-Laird, 1983; 1993; 2001; Johnson-Laird i Byrne, 1991) drži da se zaključci donose na temelju stvaranja reprezentacija koje se nazivaju mentalni modeli. Mentalni modeli su reprezentacije stanja slučajeva koje su zadane premisama i sadrže one kombinacije slučajeva u kojima su mogući valjani zaključci. Johnson-Laird (2001) sistematizira obilježja mentalnih modela i navodi kako svaki model predstavlja moguće situacije opisane u tvrdnjama. Drugim riječima, pomoću mentalnih modela mogu se reprezentirati moguća stanja slučajeva. Pri tome mentalni model obično reprezentira ono što je prema premisama točno, ali ne i ono što je netočno. Primjerice, ako čujemo ili pročitamo rečenicu *Kiša pada i ulice su mokre*, možemo stvoriti model koji uključuje zajedničku reprezentaciju slučaja kad kiši i slučaja mokrih ulica. Ova teorija ne samo da opisuje način reprezentiranja premisa već objašnjava da se i deduktivno zaključivanje temelji na modelima. Različiti zaključci zahtijevaju konstrukciju različitog broja mentalnih modela koji onda opterećuju radno pamćenje. Uspješnost izvođenja zaključaka ovisi u prvom redu o opterećenju radnog pamćenja mentalnim modelima. Što je neophodni broj mentalnih modela za izvođenje konkluzije manji, zadatak je lakši, a efikasnost je veća.

Teorija mentalnih modela (Johnson-Laird i Byrne, 1991) objašnjava da se zaključci izvode adekvatnim kombiniranjem mentalnih modela koji nastaju kao reprezentacije mogućih stanja slučajeva koje aktiviraju premise. Prisjetimo se, MP zaključak ima formu *Ako P, onda Q. P jest. Dakle, Q jest*. MT zaključak ima formu *Ako P, onda Q. Q nije. Dakle, P nije*. Prema teoriji, za izvođenje MP zaključka dovoljna je konstrukcija svega jednog mentalnog modela (modela koji reprezentira moguću situaciju da kad je P onda je i Q), dok su za izvođenje MT zaključka po-

trebna tri (modela koji reprezentiraju sljedeće situacije: P je i Q je; P nije i Q je; P nije i Q nije). Otud proizlaze razlike u uspješnosti (i točnosti i brzini) izvođenja ova dva tipa kondicionalnog zaključka.

Johnson-Laird (2001) navodi tri osnovne pretpostavke teorije mentalnih modela u području deduktivnog zaključivanja. Prvo, svaki mentalni model reprezentira mogućnosti stanja slučaja. Premise opisuju različite mogućnosti, a model zahvaća takve različite mogućnosti. Postoji opsežna literatura koja se bavi problemom prirode mentalnih modela kao vrste mentalnih reprezentacija, pogotovo kao prikladnih mentalnih reprezentacija prilikom čitanja i razumijevanja teksta (Johnson-Laird, 1983; Garnham i Oakhill, 1996). U ovom radu su mentalni modeli važni za reprezentaciju vrlo kratkih dijelova teksta; premisa. Također se može istaknuti da modeli predstavljaju djelomično analogne reprezentacije; djelomične u smislu da nisu detaljne analogne reprezentacije kao što su vidne predodžbe, ali isto tako nisu ni čiste apstraktne amodalne reprezentacije (Held, Knauff i Vosgerau, 2006). Prema tome, modeli su poput mentalnih dijagrama koji reprezentiraju relacije između reprezentiranih entiteta. To mogu biti prostorne relacije, pri čemu će odnosi između elemenata modela biti analogni prostornim odnosima, ali mogu biti i apstraktne relacije.

Drugo, modeli obično reprezentiraju ono što je točno, ali ne reprezentiraju ono što nije točno. Na primjer, ako u rečenici stoji *Oblačno je i pada kiša* konstruirat će se model koji reprezentira upravo tu situaciju, dok nema potrebe da se istovremeno konstruira model koji reprezentira situaciju da je *Vedro i pada kiša*. Zahtjev za takvim ograničenjem je logičan, jer za svaku situaciju teorijski postoji beskonačan broj alternativnih situacija. Osim toga, modeli izražavaju stvarne mogućnosti te se za svaki konstruirani mentalni model može izvesti direktni modalni zaključak kojim se izražava *mogućnost* mentalnog modela (Johnson-Laird, 1999).

Treće, deduktivno zaključivanje temelji se na mentalnim modelima. Teorija kaže da se prilikom slušanja ili čitanja premisa, u umu konstruiraju mentalni modeli koji reprezentiraju stanja koja su moguća prema premisama. Sažeti opis tih modela koji je ujedno konzistentan s premisama predstavlja zaključak. Ako je zaključak sadržan u modelima i ako nema drugih zaključaka (kontra-primjera), onda zaključak nužno slijedi iz premisa. Johnson-Laird i Byrne (1991) pretpostavljaju da se zaključivanje odvija u tri faze: 1) razumijevanje (uključuje konstrukciju inicijalnih modela premisa); 2) opis (štedljivi opis modela koji daje radna verzija zaključka); 3) validacija (potraga za alternativnim modelima koji bi falsificirali konkluziju).

U domeni kondicionalnog zaključivanja, pretpostavljeno je da se sadržaj kondicionala (*ako p onda q*) reprezentira pomoću dva mentalna modela:

p      q

Prvi model (p q) je eksplicitan i on reprezentira mogućnost da su točni i P i Q. Drugi je model (označen s tri točkice) implicitan: on nema eksplicitni sadržaj, ali reprezentira mogućnost da P nije točno. Jedan od razloga ovakve reprezentacije je povezan s time da se prvo prezentira ono što je eksplicitno izraženo u premisi, dok

se drugi odnosi na štedljivost. Naime, mentalni modeli zauzimaju kapacitet radnog pamćenja i stoga kognitivni sustav nastoji biti štedljiv, tj. konstruira samo one modele koji su potrebni za izvođenje zaključaka. Previše modela može preopteretiti sustav i znatno ga usporiti. S druge strane, štedljivost može utjecati na nedovoljnu konstrukciju modela i time i pogreške u zaključivanju. Primjerice, disjunktivni sudovi (npr. *A ili B*) mogu biti problematični jer zahtijevaju tri modela. Pri kombinaciji nekoliko disjunktivnih sudova, ljudsko radno pamćenje lako može biti preopterećeno (Johnson-Laird i Byrne, 1991) i zbog toga se često ispuštaju neki od modela. Takva nedovoljna konstrukcija može voditi krivoj konkluziji.

MP zaključak zahtijeva svega jedan model i stoga je lakši i brži, dok MT zaključak zahtijeva tri (ili najmanje dva, u slučaju bikondicionala) mentalna modela. Međutim, neki su radovi detaljnije proučili proces nastanka modela kod MP i MT zaključaka. U jednom takvom radu (Giroto, Mazzocco i Tasso, 1997) ističe se da poteškoće kod MT zaključaka proizlaze iz toga što za izvođenje takvih zaključaka nije dovoljno oslanjanje na inicijalni model, nego je potrebno formirati potpuni eksplicitni model situacije opisane u kondicionalnoj premisi da bi se valjani MT zaključak mogao izvesti. Giroto i sur. (1997) naglašavaju da su poteškoće s MT zaključcima posljedica zanemarivanja ne-q situacije (kontingencije ne-q stanja s ne-p stanjem) prilikom formiranja inicijalnog modela. U skladu s tim, navođenje ispitanika na reprezentiranje takve kontingencije prilikom formiranja modela trebalo bi olakšati izvedbu na MT zaključcima. Autori su testirali ovu pretpostavku pomoću manipulacije redoslijeda prezentiranja glavne i druge premise kako za MT, tako i za MP zaključke. Dok izmjena redoslijeda nije znatno utjecala na ionako visoku efikasnost MP zaključaka, došlo je do značajnog poboljšanja efikasnosti kod MT zaključaka, čime je potvrđena hipoteza, iako u većini slučajeva nije dosegnuta MP efikasnost.

Evans i Over (2004) prihvaćaju postavke teorije mentalnih modela u širem smislu općeg pristupa ljudskom rasuđivanju te navode da bi se u njihov pristup, koji nazivaju načela hipotetičkog mišljenja, mogao klasificirati kao teorija mentalnih modela. Međutim, kritiziraju neke aspekte tumačenja teorije koje nude Johnson-Laird i Byrne (1991), koji se tiču rasuđivanja s kondicionalima. Evans i Over ističu da je kondicional, onako kako ga tumače Johnson-Laird i Byrne, funkcionalni kondicional koji je utemeljen na ekstenzivnoj logici i koji jednoznačno određuje mentalne modele. S time se ne slažu te navode kako već i kod osnovnih kondicionala ljudi konstruiraju mentalne modele kod kojih se u obzir moraju uzeti i usmjerenost i stupnjevi snage koji su izraženi kao mjere sigurnosti, uvjerenja i vjerojatnosti koje ljudi vežu ne samo uz zaključke, već i uz same kondicionale. U tom smislu, određenu doradu osnovne teorije mentalnih modela trebao bi ponuditi i ovaj rad jer će se problematizirati utjecaj usmjerenosti kondicionala na uspješnost zaključivanja.

Prema Johnson-Lairdu (2001) mentalni modeli su originalno evoluirali kao rezultat perceptivnog procesa. Kao takvi oni mogu reprezentirati prostorne odnose, događaje i procese, kao i operacije složenih sustava. Navodi se da mentalni modeli

imaju prostorne i vidne kvalitete, ali da se ne smiju izjednačiti s vidnom imaginacijom. Koliko su mentalni modeli vidni i prostorni diskutabilno je jer evidencija nije bila ujednačena. Tako su Knauff i Johnson-Laird (2002) pokušali rasvijetliti tu neodređenost prirode mentalnih modela. Oni su proveli istraživanje s 3 eksperimenta u kojima su koristili relacije poput *prljaviji-čišći*. Osim uobičajenih mjera efikasnosti (točnost i vrijeme), tražili su od ispitanika i procjene lakoće formiranja vidne slike i prostornog polja na temelju relacijskog termina. Otkriveno je da postoje relacije koje su samo vidne (*prljaviji-čišći*), one koje su kontrolne (*pametniji-gluplji*) i koje su vidno-prostorne (*ispred-iza*). Vidno-prostorne relacije omogućuju najbrže zaključke, dok obična vizualizacija vidnih relacija rezultira najsporijim izvođenjem zaključaka. Autori objašnjavaju ovaj efekt relevantnošću informacija za zaključak koje ulaze u mentalni model. Vidno-prostorna informacija je relevantna za zaključak, dok je moguće da obična vizualizacija potiče i vizualizaciju irelevantnih osobina, koje onda opterećuju i usporavaju proces zaključivanja.

U drugom radu o prostornim odnosima u rasuđivanju Jahn, Knauff i Johnson-Laird (2007) koristili su zadatke s relacijskim rasuđivanjem u kojemu su korištene relacije poput *između, lijevo od, desno od, odmah do*. Ispitanicima su prezentirane premise poput *C je između B i D. A je lijevo od B. C je odmah do D*. Zadatak ispitanika bio je da verificiraju ponuđene rasporede slova. Utvrđeno je da postoji tendencija ispitanika iz zapadnjačke kulture da konstruiraju modele slijeva nadesno. Nadalje, kad se zbog informacije koju nudi nova premisa mora preurediti postojeći model, zadatak postaje znatno teži. I konačno, u situacijama gdje postoji više mogućih rasporeda koji se uklapaju u premise, ispitanici imaju tendenciju da biraju one koje su konstruirali na najštedljiviji način: tako što su ih grade slijeva nadesno i tako što su pretpostavljaju da se dana relacija (*lijevo od, desno od, između*) odnosi na susjedne elemente u nizu.

U ovom radu ispitali smo dodatnu mogućnost utjecaja usmjeravanja pažnje na smjer izvođenje zaključka od antecendensa prema konsekvensu, ili od konsekvensu prema antecendensu, pri čemu bi ovaj potonji trebao olakšati izvođenje MT zaključaka. Manipulacija se u ovom slučaju temelji na redoslijedu prikazivanja antecendensa i konsekvensu u kondicionalnoj premisi. Standardni oblik kondicionalne premise (npr. *Ako je A lijevo, onda je B desno*) usmjerava pažnju na antecendens i zbog toga olakšava izvođenje MP zaključka. S druge strane, obrnuti oblik kondicionalne premise (npr. *B je desno, ako je A lijevo*) trebao bi olakšati izvođenje zaključka od konsekvensu prema antecendensu, što bi trebalo unaprijediti izvedbu na MT zaključcima.

U skladu s ovom pretpostavkom, glavni je cilj ovoga istraživanja bio provjeriti hoće li manipulacija redoslijeda prezentacije dijelova kondicionalne premise (antecendens i konsekvens) utjecati na brzinu i točnost prihvaćanja kondicionalnih zaključaka. Osim toga, htjeli smo dodatno ispitati efekte vrste kondicionalnog zaključka (MP i MT) na brzinu i točnost prihvaćanja zaključaka. Konačno, ispitali smo i utjecaj sadržajne sukladnosti na brzinu i točnost prihvaćanja zaključaka. Pre-

ma stajalištima *otjelovljene kognicije*, odnosno teorije perceptivnih simboličkih sustava (Barsalou, 1999) način reprezentiranja raznih pojmova i situacija je povezan s perceptivnim i tjelesnim iskustvom u kojem se primjerci na koje se pojmovi odnose uobičajeno susreću. Primjerice, uobičajeno je da se reprezentacije manjih brojeva prostorno smještaju *više lijevo*, a većih brojeva više desno i to čak i u situacijama u kojima veličina broja nije relevantna. Taj se efekt zove SNARC efekt (*Spatial Numeric Association Response Code Effect*) (Dehaene, 1992). Nadalje, aktivacija perceptivnih simbola je česta i prilikom razumijevanja rečenica tijekom čitanja ili slušanja. Ljudi brže daju odgovor na one slike objekata na kojima objekti imaju oblik koji je prikladan kontekstu rečenice (orao raširenih krila na nebu, ili orao skupljenih krila u gnijezdu) (Zwan, Stanfield i Yaxley, 2002). Istraživanja također pokazuju i kompatibilnost akcija i rečenica (ACE – *Action-Sentence Compatibility Effect*) (Glenberg i Kaschak, 2002). Vrijeme odgovora ispitanika na bližu ili daljnju tipku razlikuje se ovisno o tome čita li se rečenica o tome da netko nekome nešto daje, ili netko nešto prima ili pak rečenice o tome da netko nešto otvara ili zatvara. Konačno, i neke studije neurooslikavanja (npr. Hauk, Johnsrude i Pulvermüller, 2004) potvrđuju adekvatnu aktivnost u somatosenzornom korteksu prilikom tihog čitanja određenih akcijskih glagola poput *šutnuti*, *uzeti*, i *lizati*, pri čemu se aktivira somatosenzorni korteks koji kontrolira nogu, ruku ili lice.

Možda se u skladu s takvom evidencijom može pretpostaviti da se sadržaj antecedensa više smješta lijevo, a sadržaj konsekvensa više smješta desno pri konstrukciji mentalnog modela. Ako to je to tako, moguće je izazvati semantički sukladnu i nesukladnu situaciju ako antecedens i konsekvens sadrže pojmove “lijevo”, odnosno “desno”.

## METODA

### Sudionici i nacrt

U eksperimentu je sudjelovalo 53-oje studenata psihologije Sveučilišta u Zadru i Rijeci, od kojih je bilo 7 muških i 46 ženskih ispitanika. Nacrt istraživanja bio je  $2 \times 2 \times 2$  faktorski nacrt s ponovljenim mjerenjima na svim faktorima. Nezavisne varijable bile su vrsta zaključka (*modus ponens* i *modus tolens*), usmjerenost kondicionala (standardna–obrnuta) i semantička sukladnost (sukladno–nesukladno). Zavisne varijable bile su točnost i brzina odgovora.

### Materijali

Sudionici su verificirali (određivali točnost) 80 kondicionalnih zaključaka, čiji se sadržaj odnosio na prostorne odnose (lijevo-desno) između dva slova, pri čemu se 40 zadataka odnosilo na valjane kondicionalne zaključke, a 40 je bilo nadopu-

njujućih nevaljanih zaključaka. U svakom od 8 eksperimentalnih uvjeta bilo je pet zadataka. Zadaci su u pojedinim uvjetima konstruirani u skladu s 3 manipulirane varijable. Sadržaj zaključaka odnosio se na kondicionalne zaključke o prostornom odnosu (lijevo-desno) između dva slova. U svakom od 8 eksperimentalnih uvjeta, zadatak je odgovarao sljedećoj kombinaciji razina nezavisnih varijabli:

1. Vrsta zaključka. S obzirom na sadržaj druge premise, kondicionali zaključci bili su u *modus ponens* ili u *modus tolens* obliku. Npr. jedan od *modus ponens* zaključaka bio je:

*Ako je P lijevo, Q je desno. P je lijevo. Dakle, Q je desno.* Odgovarajući *modus tolens* bio je *Ako je P lijevo, Q je desno. Q nije desno. Dakle, P nije lijevo.*

2. Usmjerenost kondicionala. Manipulirana je usmjerenost kondicionalne premise. Standardna usmjerenost bila je u obliku *Ako je P, onda je Q*. Obrnuta usmjerenost bila je u obliku *Q je, ako je P*.

3. Semantička sukladnost. Posljednja nezavisna varijabla prema kojoj su konstruirani podražajni materijali bila je sukladnost između prostornog odnosa slova navedenih u antecedensu i konsekvensu, pri čemu kondicionalna premisa *Ako je P lijevo, Q je desno* odgovara uvjetu semantičke sukladnosti, dok je premisa *Ako je P desno, Q je lijevo* semantički nesukladna.

Primjeri zadataka po pojedinim uvjetima prikazani su u Tablici 1.

Osim valjanih zaključaka u eksperimentu je korišteno i 40 nevaljanih nadopunjavajućih zaključaka čija je uloga bila izjednačavanje broja “da” i “ne” odgovora. Nevaljani zaključci konstruirani su na temelju valjanih zaključaka tako da je svakoj konkluziji valjanih zaključaka promijenjena negacijska vrijednost. Ako je valjani zaključak bio afirmativni sud *Dakle, Q je desno*, u nevaljanoj verziji zaključka konkluzija je glasila *Dakle, Q nije desno*.

Tablica 1. Primjeri zadataka korištenih u pojedinim eksperimentalnim uvjetima

Orijentacija	Sukladnost	Modus ponens	Modus tolens
Standardna	Sukladno	Ako je P lijevo, Q je desno. P je lijevo. Dakle, Q je desno.	Ako je P lijevo, Q je desno. Q nije desno. Dakle, P nije lijevo.
	Nesukladno	Ako je P desno, Q je lijevo. P je desno. Dakle, Q je lijevo.	Ako je P desno, Q je lijevo. Q nije lijevo. Dakle, P nije desno.
Obrnuta	Sukladno	Q je desno, ako je P lijevo. P je lijevo. Dakle, Q je desno.	Q je desno, ako je P lijevo. Q nije desno. Dakle, P nije lijevo.
	Nesukladno	Q je lijevo, ako je P desno. P je desno. Dakle, Q je lijevo.	Q je lijevo, ako je P desno. Q nije lijevo. Dakle, P nije desno.

## Postupak

Eksperiment je proveden individualno na računalu. U uputi je rečeno da je zadatak odrediti točnost zaključaka koji slijede iz premisa, a od sudionika se tražilo da rade brzo i točno. Nakon rješavanja pet zadataka za vježbu pristupilo se glavnom dijelu ispitivanja. Po potrebi se vježba mogla i ponoviti ako bi ispitanik izjavio da još nije spreman za glavni dio eksperimenta. Serija od 80 zaključaka prezentirana je prema slučajnom rasporedu svakom ispitaniku. Prije svakog pokušaja na sredini ekrana pojavila se fiksacijska točka 2500 ms. Nakon toga na sredini ekrana pojavila bi se glavna premissa (npr. Ako je A lijevo, onda je B desno) i trajanje glavne premise je bilo 2500 ms. Nakon glavne premise na sredini ekrana pojavila bi se druga premissa i zaključak (npr. A je lijevo. Dakle, B je desno). Ispitanici su trebali procijeniti slijedi li zaključak iz premisa (tipka K) ili ne slijedi (tipka S). Nakon odgovora prešlo bi se na idući zadatak. Računalo je registriralo vrijeme (mjereno od pojavljivanja druge premise do odgovora) i točnost odgovora. Ispitivanje je u prosjeku trajalo oko 12 minuta.

## REZULTATI

Za svakog ispitanika registriralo se vrijeme i točnost odgovora za svaki od 40 zadataka. U daljnjoj analizi vremena za svakog ispitanika izračunat je medijan vremena odgovora za svaki od osam eksperimentalnih uvjeta. Iz analize je isključeno ukupno 7 ispitanika. Dvoje je ispitanika isključeno jer im je prosječno vrijeme odgovora odstupalo od grupnog prosječnog vremena za više od 3 standardne devijacije, a pet zbog velikog broja pogrešaka: svaki od ovih 5 ispitanika u barem jednom od 4 modus tolens uvjeta nije riješio ni jedan zadatak točno. Prema tome, u analizu rezultata uključeni su rezultati 46 ispitanika. U tablicama 2 i 3 prikazane su aritmetičke sredine i standardne devijacije vremena odgovora i proporcija broja točnih odgovora po pojedinim eksperimentalnim uvjetima.

Tablica 2. Aritmetičke sredine (i standardne devijacije) vremena odgovora u [ms] po pojedinim eksperimentalnim uvjetima

	MP	MT
Standardna orijentacija		
Sukladno	1806 (585)	2556 (804)
Nesukladno	1815 (491)	2548 (735)
Obrnuta orijentacija		
Sukladno	2160 (576)	2319 (800)
Nesukladno	2096 (558)	2311 (899)

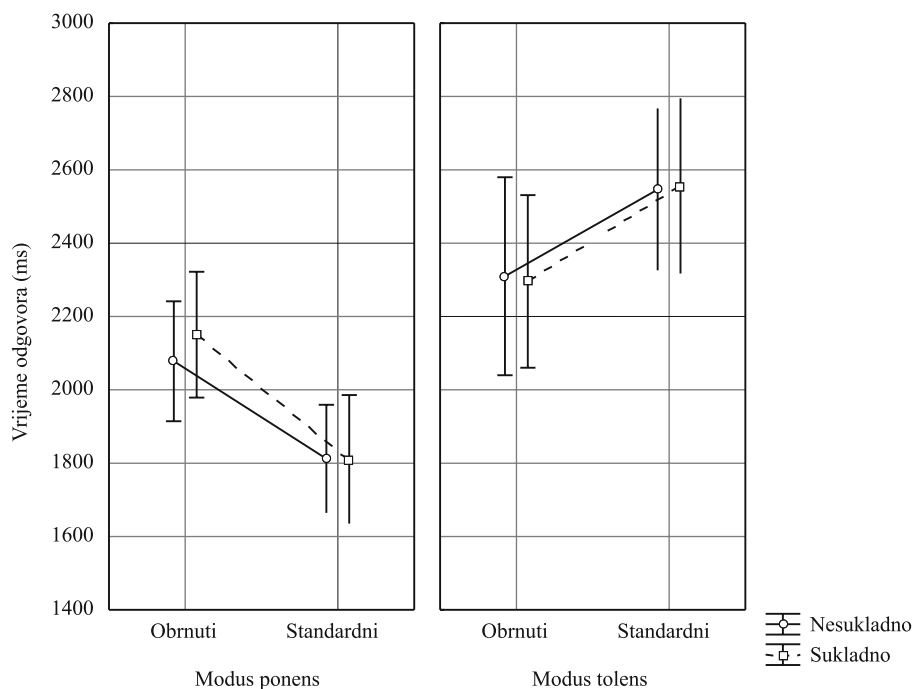


Tablica 3. Proporcije točnih odgovora i standardne devijacije (u zagradama) po pojedinim eksperimentalnim uvjetima. Maksimum je 5 točnih odgovora.

	MP	MT
Standardna orijentacija		
Sukladno	0.98(0.08)	0.82(0.19)
Nesukladno	0.96(0.08)	0.82(0.21)
Obrnuta orijentacija		
Sukladno	0.91(0.12)	0.87(0.20)
Nesukladno	0.97(0.07)	0.87(0.21)

Provedene su dvije trosmjernje analize varijance s ponovljenim mjerenjima s vremenom odgovora i točnošću odgovora kao zavisnim varijablama te s vrstom zaključka, usmjerenošću kondicionala i semantičkom sukladnošću kao nezavisnim varijablama (slike 1 i 2).

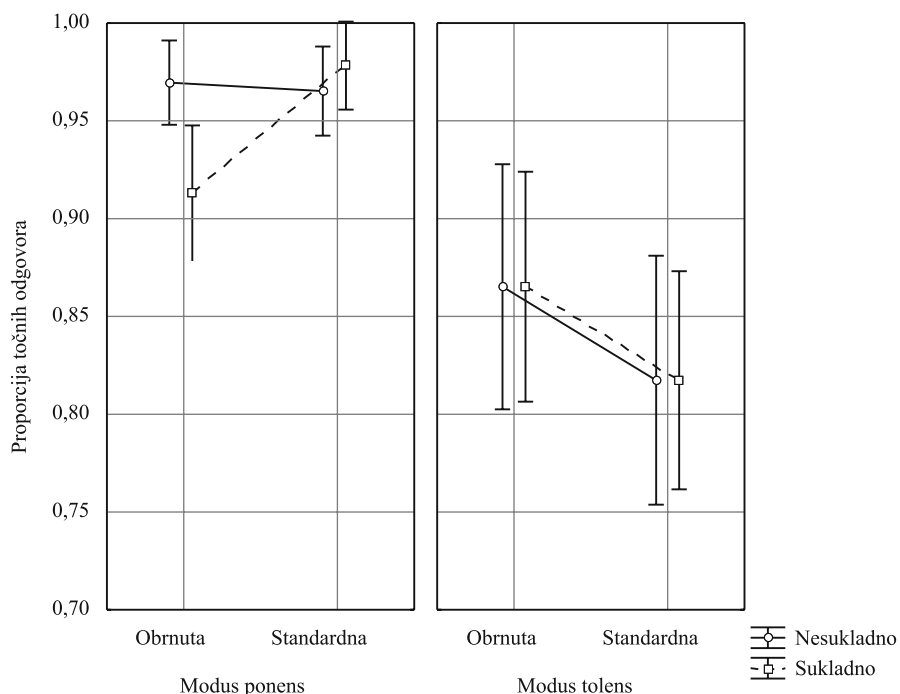
Trosmjerna analiza varijance s ponovljenim mjerenjima za vrijeme odgovora pokazala je značajan glavni efekt vrste zaključka,  $F(1, 45) = 54,59$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2$



Slika 1. Efekti vrste zaključaka (modus ponens i modus tolens), usmjerenosti kondicionala (standardni i obrnuti kondicionali) i semantičke sukladnosti (sukladno i nesukladno) na vrijeme odgovora.

= 0,55, s time da su MP zaključci brže verificirani ( $M = 1963$ ,  $SD = 135$ ), od MT zaključaka ( $M = 2427$ ,  $SD = 204$ ). Glavni efekti usmjerenosti kondicionala i semantičke sukladnosti nisu bili značajni. Međutim, značajna je bila interakcija između vrste zaključka i usmjerenosti kondicionala,  $F(1, 45) = 22,86$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,34$ . Duncanovim *post hoc* testom ispitane su razlike u vremenu verifikacije standardnih i obrnutih modus ponensa, te standardnih i obrnutih modus tolensa. Analiza je pokazala da su standardni MP zaključci ( $M = 1811$ ,  $SD = 102$ ) verificirani značajno brže od obrnutih MP zaključaka ( $M = 2114$ ,  $SD = 105$ ), dok su standardni MT zaključci ( $M = 2551$ ,  $SD = 147$ ) verificirani sporije od obrnutih MT zaključaka ( $M = 2303$ ,  $SD = 164$ ). Ostali interakcijski efekti nisu bili značajni.

Analiza za točnost odgovora pokazala je sličan obrazac rezultata kao i analiza za vrijeme odgovora. U trosmjernoj analizi varijance jedini značajan glavni efekt vrste zaključka,  $F(1, 45) = 31,25$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,41$ , pri čemu je kod MP zaključaka ( $M = 0,96$ ,  $SD = 0,02$ ) bilo više točnih odgovora nego kod MT zaključaka ( $M = 0,84$ ,  $SD = 0,04$ ). Glavni efekti usmjerenosti kondicionala i semantičke sukladnosti nisu bili značajni. Slično analizi vremena odgovora, značajna je bila interakcija



Slika 2. Efekti vrste zaključaka (modus ponens i modus tolens), usmjerenosti kondicionala (standardni i obrnuti kondicionali) i semantičke sukladnosti (sukladno i nesukladno) na točnost odgovora.

između vrste zaključka i usmjerenosti kondicionala,  $F(1,45) = 10,24$ ,  $p < 0,01$ ,  $\eta_p^2 = 0,19$ . *Post hoc* analiza pokazala je da kod MP zaključaka nije bilo statistički značajno više točnih odgovora za zadatke sa standardnom ( $M = 0,97$ ,  $SD = 0,01$ ) nego s obrnutom usmjerenošću ( $M = 0,94$ ,  $SD = 0,01$ ). Međutim, s obzirom na vrlo visok stupanj točnosti odgovora na MP zadatku mogućnosti interpretacije ovoga rezultata su ograničene i stoga treba više pažnje pridati efektima dobivenim na vremenima odgovora. U skladu s analizom vremena odgovora, kod MT zaključaka bilo je više točnih odgovora za zadatke s obrnutom ( $M = 0,87$ ,  $SD = 0,04$ ) nego sa standardnom usmjerenošću ( $M = 0,82$ ,  $SD = 0,03$ ). Ostali interakcijski efekti nisu bili značajni.

## RASPRAVA

Glavni je cilj istraživanja bio ispitati efekt orijentacije kondicionala na izvođenje zaključaka kod MP i MT zaključaka. Postojanje takvog efekta upućivalo bi na usmjerenu prirodu kondicionala koja ovisi o drugoj premisi. Zaključci su brži ako se druga premissa referira na onaj dio kondicionala koji se prvi spominje u prvoj premisi. Upravo je takav interakcijski efekt dobiven u ovom istraživanju. Vrijeme reakcije za MP zaključak, gdje se druga premissa referirala na antecedens, bilo je kraće kada je u prvoj premisi prvo bio prezentiran antecedens, a potom konsekvens. S druge strane, vrijeme reakcije za MT zaključak, kod kojeg se druga premissa referirala na konsekvens, bilo je kraće kada je prva premissa imala obrnutu formu: konsekvens-antecedens. Slični rezultati dobiveni su i za točnost odgovora. To upućuje na to da kondicionalni zaključci imaju stanovitu vrstu *usmjerenosti*, pri čemu je MP usmjeren “prema naprijed”, a MT je usmjeren “prema natrag”. Kada se glavna kondicionalna premissa prezentira u “pravom” smjeru, zaključak je brži i točniji, a kada se prezentira u “krivom” smjeru, zaključak je sporiji i s više pogrešaka. Prve naznake postojanja usmjerene prirode kondicionala naveli su Barrouillet, Grosset i Lecas (2000), koji su iznijeli ideju da su kondicionali usmjereni od antecedensa prema konsekvensu. U svojim zadacima ispitivali su brzinu odgovora standardno usmjerenog kondicionala antecedens-konsekvens na četiri tipa zaključka. Osim MP i MT koristili su i negaciju antecedensa (NA) – koji je također po definiciji usmjeren prema naprijed, i afirmaciju konsekvensa (AK) – koji je usmjeren prema natrag te su dobili rezultate koji to potvrđuju. MP i NA su brži zaključci od AK i MT. Iste je efekte na tim tipovima zaključaka u svojem istraživanju dobio i Valerjev (2006). U ovom se istraživanju korištenjem drugačije paradigme dobiva detaljniji uvid u prirodu usmjerenosti kondicionala, prvenstveno stoga što su se koristili obrnuti kondicionali koji su se pokazali prikladnim za MT zaključke, a ujedno su uspoređivali MP zaključke. Reprezentacija glavne (kondicionalne) premise očito je pod utjecajem redosljeda pojavljivanja antecedensa i konsekvensa jer redosljed utječe na različitu efikasnost rješavanja istog tipa zaključka. Moglo bi se, dakle, pretpostaviti da taj redosljed utječe na *formu* mentalnog modela. To je tema koja je dosad, koliko je poznato, nedovoljno ispitana i koja svakako zahtjeva daljnju empirijsku potvrdu. Veći-

na se istraživanja na temu mentalnih modela bavila njihovim sadržajem i efektima koje modeli imaju na efikasnost zaključivanja. Ako je forma modela promjenjiva, to upućuje na složeniju prirodu modela od one koju predlaže klasično tumačenje teorije mentalnih modela Johnson-Laird i Byrnea (1991), odnosno to podržava prijedlog za doradu teorije mentalnih modela koji iznose Evans i Over (2004).

Druga pretpostavka ovog istraživanja nije potvrđena. Naime, nije utvrđeno da li se semantički sadržaj kondicionala veže za lijevu ili desnu stranu pri reprezentiranju kondicionala koji sadrže relaciju lijevo-desno. Ipak, bilo bi potrebno provesti istraživanja koja bi na drugi način provjerila ovu hipotezu. Jedan od mogućih prijedloga je da se pokuša prostorna priroda modela potaknuti pomoću slikovnih podražaja koji bi prethodili glavnoj premisi. Drugi je problem da relacijski pojmovi poput *lijevo* i *desno* možda nisu dovoljno istaknuti zbog toga što ovaj tip relacije nije apsolutan, već ovisi o poziciji promatrača. Možda bi se drugačiji rezultati dobili kod istaknutijih pojmova poput *iznad* i *ispod*, *gore* i *dolje*, ili *ispred* i *iza*. Ostali su rezultati u skladu s očekivanjima i u skladu s više prethodnih istraživanja (npr. Barrouillet i sur., 2000; Johnson-Laird, 2001; Valerjev, 2006). MP se pokazao znatno lakšim tipom zaključka od MT, na što upućuju razlike u brzini verificiranja zaključka i razlike u točnosti izvođenja zaključka. Bez obzira na manipulacije u glavnoj premisi u ovom istraživanju koje su ubrzavale MT, i/ili usporavale MP, u apsolutnom je smislu izvođenje MP zaključaka uvijek bilo lakše, brže i točnije od MT zaključaka. To znači da se efikasnost izvođenja zaključaka ne može pripisati isključivo jednom faktoru, npr. broju potrebnih mentalnih modela ili usmjerenosti kondicionala glavne premise. Ovo istraživanje sugerira da najmanje 2 faktora određuju uspješnost izvođenja kondicionalnih zaključaka: broj modela i usmjerenost kondicionala.

Zaključno, kondicionalni zaključci pokazuju efekte usmjerenosti. MP je usmjeren prema naprijed, od antecedensa prema konsekvensu, dok MT zaključak ima suprotan smjer zaključivanja – od konsekvensa prema antecedensu. Zbog toga redoslijed antecedensa i konsekvensa u glavnoj premisi utječu na brzinu i uspješnost izvođenja kondicionalnog zaključka. Smjer od antecedensa prema konsekvensu pogoduje MP zaključku, a suprotni MT zaključku. Efekt semantičke sukladnosti sadržaja kondicionala s lijevom ili desnom stranom kondicionala nije potvrđen za kondicionalne koji sadrže relaciju lijevo-desno. Čini se da takvog efekta nema, no potrebna su i istraživanja drugog tipa koja bi mogla detaljnije provjeriti tu hipotezu.

## LITERATURA

- Barrouillet P., Grosset N., Lecas J.F. (2000). Conditional reasoning by mental models: chronometric and developmental evidence. *Cognition*, 75, 237-266.
- Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 577-660.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.

- Evans, J. St. B.T. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Evans, J. St. B.T., Over, D.E. (2004). *If*. Oxford: Oxford University Press.
- Garnham, A., Oakhill, J.V. (1996). The mental models theory of language comprehension. U Britton, B.K., A.C. Graesser, (ur.), *Models of Understanding Text* (313–339). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Giroto, V., Mazzocco, A., Tasso, A. (1997). The effect of premise order in conditional reasoning: A test of the mental model theory. *Cognition*, 63, 1-28.
- Glenberg, A.M., Kaschak, M.P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 558-565.
- Held, C., Knauff, M., Vosgerau, G. (2006). *Mental models and mind. Current developments in Cognitive Psychology, Neuroscience and Philosophy of Mind*. Amsterdam: Elsevier.
- Hauk, O. Johnsrude, I., Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, 41, 301-307.
- Jahn, G., Knauff, M., Johnson-Laird, P.N. (2007). Preferred mental models in reasoning about spatial relations. *Memory & Cognition*, 35, 2075-2087.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P.N. (1993). Mental models. U Posner M.I. (ur.), *Foundations of Cognitive Science*. Cambridge, MA: MIT Press. A Bradford Book.
- Johnson-Laird, P.N. (1999). Mental models. U Wilson, R.A, F.C. Keil, (ur.), *The MIT Encyclopedia of Cognitive Sciences* (str. 525-527). Cambridge, MA: A Bradford Book. The MIT Press.
- Johnson-Laird, P.N. (2001). Mental models and deduction. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 434-442.
- Johnson-Laird, P.N., Byrne, R.M.J. (1991). *Deduction*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Knauff, M., Johnson-Laird, P.N. (2002). Visual imagery can impede reasoning. *Memory & Cognition*, 30, 363-371.
- Valerjev, P. (2006). Dedukcija i kondicionali: eksperiment s mentalnom kronometrijom. *Psihologijske teme*, 15, 151-176.
- Zwaan, R.A., Stanfield, R.A., Yaxley, R.H. (2002). Language Comprehenders Mentally Represent the Shapes of Objects. *Psychological Science*, 13, 168-171.

CONDITIONAL REASONING  
AND SUCCESS OF DEDUCTION**Summary**

Human reasoning dealing with conditionals in a form of *If P, then Q* (where P is the antecedent and Q is the consequent) is one of the most prominent problems in the psychology of deductive reasoning. The reason for this lies in the numerous biases that reasoners apply during the process of inference. This resulted in several theories that aim to explain conditional reasoning. However, the mental model theory turned out to be the most dominant. This theory claims that differences in efficiency between *modus ponens* (MP) and *modus tollens* (MT) inferences are caused by varying numbers of mental models that need to be constructed. Modus ponens inference needs only one model, while modus tollens needs three models (or at least two). Hence, MP is the easier and quicker type of inference. However, there is another factor which can affect the efficiency of the conditionals – the directionality of conditional. Valerjev (2006) used MP and MT inferences as well as negation of antecedent (NA) and affirmation of consequent (AC) and found that the direction of conditional (from antecedent to consequent or vice versa) affected the response time. In this study the effect of two types of directionality concerning conditionals were investigated. The two types of directionality are *syntactic directionality* – that depend on the order in which antecedent and consequent are arranged in a conditional sentence – and *semantic directionality* that depends on usage of words “left” and “right” in the left or the right part of the conditional sentence. Three-factor experiment ( $2 \times 2 \times 2$ ) was conducted. Participants in the experiment were psychology students. The efficiency parameters were response time and correctness of the response. The type of conclusion effect showed significant advantage of MP conclusion compared to MT conclusion on both efficiency parameters, as expected. Syntactic directionality showed effects on both MP and MT conclusions. In MP situations standard conditionals were verified faster, while in MT situations reversed pattern was obtained – the reversed conditionals were verified faster. It seems that the way the conditional is represented affects the reasoning process differently for MP and MT conclusions, respectively.

**Key words:** deduction, reasoning, conditionals, mental models, directionality of conditionals

Primljeno: 05. 05. 2013.