

# Utjecaj perceptivne i funkcionalne pozadinske distrakcije na proces rješavanja taktičkih šahovskih problema

---

**Antolčić, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:140286>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zadar Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Sveučilište u Zadru

Odjel za psihologiju

Diplomski sveučilišni studij psihologije (jednopedmetni)

**Marko Antolčić**

**Utjecaj perceptivne i funkcionalne pozadinske  
distrakcije na proces rješavanja taktičkih šahovskih  
problema**

**Diplomski rad**

Zadar, 2021.

Sveučilište u Zadru  
Odjel za psihologiju  
Diplomski sveučilišni studij psihologije (jednopedmetni)

**Utjecaj perceptivne i funkcionalne pozadinske distrakcije na proces  
rješavanja taktičkih šahovskih problema**

Diplomski rad

Student:

**Marko Antolčić**

Mentor:

**Prof. dr. sc. Pavle Valerjev**

Komentor:

**Doc. dr. sc. Patrick Levačić**

Zadar, 2021.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Marko Antolčić**, ovime izjavljujem da je moj **diplomski** rad pod naslovom **Utjecaj perceptivne i funkcionalne pozadinske distrakcije na proces rješavanja taktičkih šahovskih problema** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 26. travnja 2021.

# Sadržaj

SAŽETAK.....	1
ABSTRACT .....	2
<b>1. Uvod.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Rješavanje problema i ekspertnost.....</b>	<b>3</b>
<i>1.1.1. Rješavanje problema .....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Pristup rješavanju problema.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.3. Ekspertiza u rješavanju problema .....</i>	<i>5</i>
<b>1.2. Šah kao model za proučavanje psiholoških procesa.....</b>	<b>6</b>
<i>1.2.1. Šah u kognitivnoj psihologiji.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2. Šah u teoriji i metodologiji.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.3. Praktične implikacije istraživanja u šahu .....</i>	<i>9</i>
<b>1.3. Kognitivni procesi u rješavanju problema u šahu.....</b>	<b>10</b>
<i>1.3.1. Temeljni kognitivni procesi kod rješavanja šahovskih problema.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2. Teorije pamćenja u šahovskoj ekspertizi.....</i>	<i>16</i>
<i>1.3.3. Sjecište visokih i temeljnih kognitivnih procesa .....</i>	<i>20</i>
<b>2. Cilj .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Problemi .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2. Hipoteze .....</b>	<b>30</b>
<b>3. Metoda.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1. Ispitanici .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Mjerni instrument.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3. Postupak .....</b>	<b>34</b>
<b>4. Rezultati .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1. Glavni efekti i interakcija.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2. Pojedinačni efekti .....</b>	<b>40</b>
<b>4.3. Analiza pogreške .....</b>	<b>45</b>
<b>5. Rasprava.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1. Efekt šahovske vještine.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2. Efekt perceptivne distrakcije .....</b>	<b>49</b>
<b>5.3. Efekt funkcionalne distrakcije .....</b>	<b>54</b>
<b>6. Zaključci.....</b>	<b>63</b>
<b>7. Literatura .....</b>	<b>64</b>
Prilog A - Grafički prilozi .....	77
Prilog B - Tablični prilozi .....	80

# Utjecaj perceptivne i funkcionalne pozadinske distrakcije na proces rješavanja taktičkih šahovskih problema

## SAŽETAK

Ekspertno rješavanje šahovskih problema, kao i tip učinjenih pogrešaka može otkriti prirodu korištenja mentalnih reprezentacija kod različitih skupina šahovskih igrača. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj perceptivne i funkcionalne pozadinske distrakcije na proces rješavanja taktičkih šahovskih problema kod jačih i slabijih igrača. Dvije skupine od po 24 igrača s prosječnim nacionalnim rejtingom od 1756 i 2046 bodova rješavali su 24 šahovska taktička problema. Eksperimentalni nacrt sadržavao je četiri tipa mogućih zadataka, a po ispitaniku su uravnoteženo raspoređeni. Svaki zadatak čini šahovska pozicija matiranja crnih figura u dva poteza, podijeljena u dva ekvivalentna para. Ekvivalentni parovi zadataka imali bi identičan matni obrazac, ali obrasci pozadinskih figura varirali bi ovisno o razini nezavisne varijable. Ekvivalentni par nezavisne varijable *perceptivne distrakcije* reprezentirao bi prisustvo randomiziranog rasporeda pozadinskih figura i njeno odsustvo – tipičan raspored pozadinskih figura. Drugi ekvivalentni par zadataka nezavisne varijable *funkcionalne distrakcije* reprezentirao bi zadatak sa i bez dodanog poteza kandidata (dodana figura s funkcionalnim vezama). Bilježene su mjere točnosti, vremena rješavanja (točni i netočnih zadataka) i procjene težine zadataka. Provedenim istraživanjem utvrđen je utjecaj perceptivne distrakcije na smanjivanje točnosti, povećanje ukupnog vremena i vremena točno riješenih zadataka. Utjecaj funkcionalne distrakcije odrazio se na smanjenu točnost i produljeno vrijeme točno riješenih zadataka. Analiza pogreške pokazala je veći utjecaj funkcionalne distrakcije na učinjenu pogrešku prilikom rješavanja, iako se perceptivna distrakcija više odrazila na ukupno vrijeme rješavanja. Također, grupne razlike pokazuju kako su jači igrači bili efikasniji u rješavanju zadataka i pod manjim utjecajem distrakcija nego slabiji igrači.

KLJUČNE RIJEČI: rješavanje problema, ekspertiza, šah, pogreška, distrakcija

# The influence of perceptual and functional background distraction on the process of solving tactical chess problems.

## ABSTRACT

Using chess problem-solving as a model to investigate cognitive expertise and occurring errors could reveal the nature of using mental representations by chess players. The research goal was to determine the influence of perceptual and functional background distraction on solving tactical chess problems between stronger and weaker players. Two groups of 24 participants each, with a national rating in the average of 1756 and 2046 points, were solving 24 chess tactical problems. The experimental design contained four possible problem types balanced among participants. Every problem consists check-mate pattern (white mates in two) in two equivalent pair. Equivalent pairs include the same check-mate pattern, but different background pattern that varied across levels of independent variables. The equivalent pair of the independent variable named *perceptual distraction* represents the presence of randomized chess-pieces background arrangement or its absence – typical chess-pieces background arrangement. Another equivalent pair of the second independent variable named *functional distraction* represents the presence or the absence of the added candidate move (the added piece with functional relations). Recorded measures were accuracy, time of solving (for correct and incorrect problems separate) and estimates of the problem difficulty. In conducted research, perceptual distraction decreases accuracy, increases total time and time for correct solutions. Functional distraction decreases accuracy and increases time for correct solutions. Error analysis revealed that functional distraction, rather than perceptual, has more distinguished influence on produced errors in problem-solving. On the other hand, perceptual distraction reflected more on total solving time. Lastly, group differences present that stronger players are more effective in problem-solving, as well as they were under less influence by distractions than weaker players.

KEY WORDS: problem-solving, expertise, chess, error, distraction

## 1. Uvod

### 1.1. Rješavanje problema i ekspertnost

#### 1.1.1. Rješavanje problema

Ljudi se u svojoj svakodnevici susreću s nizom postupaka koje treba razriješiti i poteškoća koje treba otkloniti, bilo u poslovnoj ili privatnoj sferi, kako bi uspješno zadovoljili svoje potrebe, ciljeve i slično. U većini slučajeva, takvi postupci se izvode, a poteškoće rješavaju na intuitivan način bez puno razmišljanja, kao što je posegnuti rukom za čašom, ili uhvatiti loptu. Neuronski sustav efikasno rješava takve situacije koordinirajući senzomotornim informacijama, a da toga nismo ni svjesni. No, u situacijama kada znanstvenik želi riješiti dugogodišnje nerješivu matematičku jednadžbu, kada inženjer želi doći do praktičnog algoritma ili kada i sami želimo promijeniti svoje ponašanje, tada se susrećemo s aktivnim procesom rješavanja problema u kojeg treba uložiti mentalni napor. Kako bi se problem uspješno razriješio potrebno je primijeniti procese mišljenja i rasuđivanja na akumuliranim relevantnim informacijama te znanjem, ili se usmjeriti na njihovo prikupljanje (Nokes, Schunn i Chi, 2010).

Gešalt psiholozi u 20. stoljeću pokušali su raščlaniti pravila i procese po kojima se odvija ljudsko mišljenje tijekom rješavanja problema (Wertheimer, 1938c; Koffka, 1922; Kohler, 1938). Autori su naveli niz gešalt pravila i zakona (kao što je *Pragnanz zakon*) koji upravljaju perceptivnom organizacijom informacija. U slučaju da se organizacija percepcata poklopi s organizacijskom formom stvarnog rješenja, odnosno ako rješavač uspije uvidjeti cjelokupnu strukturu problema, perceptivna organizacija rezultira uvidom u rješenje (Philemotte i Bersini, 2012). Također, Wertheimer (1959) navodi da važan dio problemske situacije postane presudan i da se on fokusira te se razvije dublji strukturalni uvid koji uključuje promjene u funkcionalnom značenju, grupiranju elemenata, itd. Isto tako, ako rješavač ne pronađe rješenje, on putem metode pokušaj-pogreška i perceptivnom reorganizacijom dolazi do potencijalnog rješenja.

Iako je doprinos gešalt psihološke škole uvelike utjecao na kognitivnu paradigmu, njihovo objašnjenje nije dostatno kako bi se objasnio sveobuhvatan proces rješavanja problema. Različite teorije (npr. *Fuzzy-trace theory*, *dual-coding theory*, itd; Brainerd i Reyna, 2002; Paivio, 1968; Farah, 1992), od kojih se neke baziraju na nasljeđu gešalt psihologije, sadrže podjelu između procesiranja perceptivnih i konceptualnih informacija. Sukladno gešaltističkom



objašnjenju, na temelju perceptivnih informacija ekstrahira se značenje cjeline perceptivnih elemenata, interpretiranih kao semantički koncept koji se može memorirati kao dio verbalnog i neverbalnog znanja. Geštalt teorija i povezane teorije stavljaju naglasak na konstruktivizam informacija, no ne i na njenu reprezentaciju. Svojevrsno proširenje geštalt teorije donosi kognitivna teorija rješavanja problema koja u cijelu jednadžbu unosi važan element – mentalnu reprezentaciju.

### *1.1.2. Pristup rješavanju problema*

Kognitivne teorije rješavanja problema pretpostavljaju da svako rješavanje problema započinje s utvrđivanjem i definiranjem što problem jest, a zatim slijede daljnji koraci utvrđivanja operatora ili ključnih točaka rješavanja te konačnog (željenog) stanja. Svaki problem, u situacijama rješavanja problema, početno je stanje interakcije osobe i njene okoline koja uključuje unutarnji konflikt uzrokovan neizvjesnošću i diskrepancom između početnih i ciljnih uvjeta (Duncker, 1945; Sternberg i Sternberg, 2011). Uspješnost u rješavanju problema ovisi o rješavaču, tj. njegovim karakteristikama i karakteristikama problema. Problem se sastoji od tri komponente: zadanih informacija, ciljeva i operacija (Ormrod, 1999). Zadane informacije predstavljaju dostupne informacije o problemu, ciljevi uključuju željeno stanje riješenog problema, dok su operacije potencijalne akcije koje vode do ostvarivanja cilja (Wang i Chiew, 2008). Sastavni dio svakog problema je problemski prostor (Bender, 1996), koji sadrži sve ciljeve i potencijalno povezane puteve poznate rješavaču. Unutar problemskog prostora rješavača, rješenje ne mora nužno postojati uslijed loše definiranog problema, dvosmislenosti itd. Isto tako, Payne i Wegner (1998) opisuju problemski prostor pomoću dva elementa: a) reprezentacije – opis svih mogućih stanja zadatka; b) pretrage – lista načina kretanja među tim stanjima. Reprezentacija omogućava rješavaču da shvati problem pomoću apstrakcije i identifikacije, a pretraga da pretraži potencijalno rješenje u pamćenju.

Postoje mnogi načini i pristupi prilikom rješavanja problema kao što su: direktne činjenice – pronalaženje direktnog rješenja temeljeno na poznatim rješenjima; heuristike – korištenja mentalnih prečaca; analogija – reduciranje novog problema na poznate elemente već poznatog rješenja; uspon na brijeg (*hill climbing*) – kretanje koracima bliže cilju; algoritamska dedukcija – primjena već poznatih i dobro definiranih rješenja za problem; iscrpno pretraživanje – korištenje sistematskog pretraživanja svih mogućih rješenja; podijeli-i-osvoji (*divide-and-*

*conquer*) – rješavanje cijelog problema putem podjele na potprobleme; analiza i sinteza – reduciranje problema na poznatu kategoriju i zatim pronalazak rješenja (Wang i Chiew, 2008). Primjena jedne od strategija ne osigurava dolaženje do željenog cilja, zbog toga što može doći do interferencije korištenog mentalnog seta, neadekvatne primjene metakognicije i nedostatka znanja, bilo da se radi o nemogućnosti reprezentacije ciljnog stanja ili odsustva metode i rješenja za zadani problem.

### *1.1.3. Ekspertiza u rješavanju problema*

Tipične karakteristike uspješnog rješavača problema jesu: pravilna identifikacija cilja, upornost i korištenje efektivnih strategija pretraživanja (Wang i Chiew, 2008). Da bi se ustanovile specifične karakteristike uspješnog rješavača, ali i priroda problema, potrebno je uspoređivati eksperte s početnicima u teškim i lakim zadacima. Payne i Wegner (1998) naveli su karakteristike koje se najčešće pojavljuju kod eksperata prilikom rješavanja problema: opseg znanja o prikupljenim informacijama, sheme rješavanja problema, vještine, kapacitet pamćenja, apstrakcija i sposobnost kategorizacije, sposobnost problemske reprezentacije, vještine analize i sinteze, koncentracija, motivacija, efikasnost i točnost. Također, dokazi upućuju na to da je ekspertnost povezana s kvalitativnom organizacijom znanja i s kvantitativnom količinom pohranjenih informacija (Freyhoff i suradnici, 1992). Campitelli i suradnici (2015) navode kako se eksperti mogu brzo usredotočiti na relevantna područja te integrirati perceptivne i konceptualne reprezentacije zadanih podražaja. Također, isti autori ukazuju na istraživanja koja utvrđuju da se eksperti više oslanjaju na brzo prepoznavanje obrazaca (sposobnost identificiranja smislenih poveznica u kompleksnom sadržaju podražaja) i diskriminativnost nego na analitičko mišljenje. Prema istraživanju Gobeta i Erekua (2014), kritična determinanta razvoja ekspertnosti je razina uloženog svjesnog truda i rada, dok drugi faktori objašnjavaju tek manji udio. Proučavanje ljudske ekspertnosti otkriva mnogo o razvoju kognitivnih sposobnosti, ali i o načinu funkcioniranja ljudskog uma te njegovoj složenoj strukturi. Paradigma rješavanja problema kod eksperata i amatera pruža poligon za eksperimentiranje i razumijevanje ljudske kognicije uopće.

## 1.2. Šah kao model za proučavanje psiholoških procesa

### 1.2.1. Šah u kognitivnoj psihologiji

Šah je strateška igra sa skupom jasno određenih pravila igre i kretanja pojedinih figura u kojoj je svrha doći iz početnog do završnog stanja – šah mata. Šah spada u domenu rješavanja dobro definiranih problema u kojoj je, na temelju logičkog koncepta igre, potrebno doći do zaključaka i niza sekvencijskih odluka kako ostvariti određeni cilj. Završno stanje kao krajnji cilj, bilo da se radi o zadavanju mata ili bilo koje vrste postizanja prednosti, sekvencijski određuje hijerarhiju podciljeva koju je potrebno izvršiti u svrhu ispunjenja željenog ishoda. Podciljevi označavaju najbolje poteze koji se mogu odigrati kako bi se što brže i preciznije došlo do krajnjeg cilja. Svako odstupanje od postizanja tih podciljeva odražava se na gubljenju pozicijske prednosti, odnosno povećavanju vjerojatnosti od gubitka partije.

Takav šahovski ustroj ukazuje na njegovu visoku vrijednost u znanstvenim studijama te upravo zbog vlastite egzaktnosti omogućuje znanstvenicima da ga koriste kao instrument, tj. model za proučavanje različitih teorijskih modela, kognitivnih procesa i sposobnosti. Istraživačka domena koja je iscrpno koristila šah u svojim paradigama je znanstvena studija ekspertnosti. Druge grane znanosti također su koristile šah kao model, primjerice u razrađivanju koncepta grananja igre (*game tree*) u teoriji igre (*game theory*), matematičari na polju kombinatorike, kao i umjetnoj inteligenciji i računalnim znanostima. Gobet (1998) dalje navodi niz prednosti šaha u proučavanju ljudske ekspertnosti: visoka vanjska i ekološka valjanost, kompleksnost zadatka što omogućava slojevito proučavanje kognicije, precizno kvantificiranje igračeve ekspertize (ELO rejting sistem), kao i baze podataka raznih partija na temelju kojih se može statistički proučavati kontekst šaha. Također, šah je dovoljno fleksibilan da dopušta višestruke eksperimentalne manipulacije, što omogućava njegovu široku primjenu i poticanje realizacije kreativnih hipoteza (Gobet, 1998). Isti autor također navodi važnost ekološke valjanosti, upravo zbog njene pragmatičnosti i primjeni spoznaja u drugim područjima, pa se tako principi izvedeni iz prominentnih istraživanja na području šaha mogu primijeniti u glazbi, programiranju ili različitim strateškim igrama (Bridge, Go, itd.). Charness (1992) sažima doprinos šaha teorijskom razvoju kognitivne psihologije, navodeći razumijevanje samog igranja šaha (uska analiza zadatka), otkrivanje informacija o šahovskoj vještini

(individualne razlike) i omogućavanje utvrđivanja operacija kognitivnog sustava (normativna psihologija).

Proučavanje šahovske ekspertnosti pruža uvid u slojevitu strukturu kognitivnih procesa koji su u pozadini iznimne superiornosti eksperata nad amaterima. Zaključivanje o tim strukturama proširuje znanje o rasponu pojedinih kognitivnih kapaciteta, odnosno daje uvid o tome kako iskustvo i pojedine predispozicije utječu na razvoj kognitivnih sustava, u ovom slučaju u ekstremnoj mjeri – ekspertnosti. Većina šahovskih istraživanja imaju vrlo sličan kriterij u određivanju šahovskih eksperata, a najčešće bi se granica kretala između 1850 i 2000 (Holding, 1985; Gobet, 1997; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Bilalić i suradnici, 2008a). Pionir u istraživanju psihologije šaha, De Groot (1978), otkriva nekoliko determinanti ekspertize u šahu. Autor navodi da su igrači svih razina visoko selektivni u pretraživanju pozicije i da ne postoji razlika u dubini i širini pretraživanja pozicije između eksperata i amatera. Igrači svih razina pretražuju istu varijantu nekoliko puta prilikom odabira poteza (tzv. *progressive deepening*), time omogućavajući ograničenom kognitivnom kapacitetu da proširi i poveže informacije dobivene iz pretrage te da nađe ograničenja kratkoročnog pamćenja. Nadalje, eksperti brzo registriraju ključne značajke pozicije (Sheridan i Reingold, 2014) i prosuđuju o poziciji na temelju jedne značajke koja može biti statična (npr. materijalna ravnoteža) ili dinamična (npr. potencijalna akcija). Isto tako, eksperti imaju izvanredno pamćenje smislenih šahovskih pozicija, čak i kada su im prezentirane samo na nekoliko sekundi (De Groot, 1978). Objašnjavanje ekspertnosti u domeni rješavanja problema u šahu može se grupirati u nekoliko značajnih kognitivnih procesa, kao što su percepcija, pamćenje i znanje, pretraživanje unaprijed i planiranje, donošenje odluka i generalna inteligencija. Pojedini kognitivni procesi bit će detaljnije razrađeni u narednim poglavljima.

### 1.2.2. Šah u teoriji i metodologiji

Korištenje šaha kao modela za istraživanje omogućilo je akumuliranje znanja o ljudskoj kogniciji, no, osim toga, doprinijelo je razvoju i potvrđivanju pojedinih teorija, usavršilo korištenje pojedinih eksperimentalnih metoda i razvilo druge, ali i potaknulo praktičnu primjenu u sportu i drugim područjima. Spoznaje iz istraživanja šaha uvelike igraju ulogu u proširenju teorija prepoznavanja obrazaca i pamćenja kao što su *chunking* i *template* teorije, teorija dugotrajne radne memorije i SEEK teorija (Chase i Simon, 1973b; Gobet i Simon, 1996b;

Ericsson i Kintsch, 1995; Holding, 1985); proširenju teorije rješavanja problema kao što je teorija apercepcije i restrukturiranja (Saariluoma, 1995) te teorije razine procesiranja (Cook i suradnici 1993). Sa svim navedenim spoznajama došlo je do značajnog pomaka u razumijevanju ekspertnih sustava i do pomaka u nadopunjavanju teorije ekspertnosti uopće. Ekspertni sustavi također su opisani pomoću kompjutacijskih modela, odnosno kognitivnih arhitektura koje su se dalje razvijale pomoću spoznaja iz šahovskih istraživanja. Neki od tih modela su Perceiver od autora Simona i Barenfelda (1969), MAPP (*Memory-aided Pattern Perceiver*) od Simona i Gilmartina (1973), EPAM (*Elementary Perceiver and Memorizer*) od Feigenbauma i Simona (1984), CHUMP (*Chunking of Moves and Patterns*) od Gobeta i Jansena (1994), SEARCH od Gobeta (1997) i CHREST (*Chunk Hierarchy and Retrieval Structures*) od strane Gobeta i suradnika (2001). Teorijska osnova razumijevanja složenosti kognitivnog sustava eksperata premostila je mnoge nepoznanice. No, bez obzira na sadržajnost i egzaktnost teorijskih modela i postavka, mnoge nepoznanice, vezane za složenu dinamiku kognitivnog sustava, ostaju još nerazriješene. Provode se nova istraživanja koja uzimaju dobivene spoznaje u obzir, naprednu statistiku (npr. Bayesova statistika), tehnologiju (npr. sustav za praćenje očiju) i metodologiju (nove paradigme istraživanja), koja na koncu sužava raspon potencijalnih zaključaka i razjašnjava samu sliku visoko razvijenih kognitivnih sustava (Bilalić i suradnici, 2010; Vaci i Bilalić, 2016).

Istraživanje šaha također je doprinijelo metodološkim i eksperimentalnim tehnikama, kao što je zadatak s petosekundnim dosjećanjem predočenog materijala i analizom protokola razmišljanja na glas, a rezultiralo je i širokom uporabom tih istih tehnika kod drugih istraživača (Charness, 1992). Iako analiza protokola razmišljanja na glas ne pruža egzaktne podatke jer je pod utjecajem drugih faktora, ona služi kao nezamjenjiv izvor informacija koje daju uvid u psihološke procese u problemskim situacijama. Također, istraživanja šaha su potakla na korištenje i stvorila platformu za različite mjerne instrumente kao što je sustav za praćenje očiju, *bio* i *neurofeedback*, računalne programe i drugo (Vaci i Bilalić, 2016; Louedec i suradnici, 2019). Nadalje, neiscrpane baze šahovskih partija omogućile su primjenu raznih statističkih metoda za analizu partija i pogrešaka pojedinih igrača, utvrđujući tip pogreške, kao i brzinu promjene u napretku samog igrača (Vaci i Bilalić, 2016). Korištenje takvih metoda u kontekstu objektivno određene ekspertize kao što je šah, pruža plodno tlo za razvoj i nadopunu kognitivnih teorija i teorija ekspertnosti.

### *1.2.3. Praktične implikacije istraživanja u šahu*

Spoznaje iz istraživanja šaha mogu poslužiti kao osnovica za poticanje praktične primjene znanja u školskom sustavu, sportu ili drugim oblicima djelatnosti u kojima znanje o ljudskoj kogniciji može biti korisno (UX dizajn, simulacije za profesionalne vozače i pilote, programiranje, itd.). Određeni istraživači smatraju da šah omogućava udaljeni transfer kognitivnih sposobnosti na druge domene slične prirode (kao što je npr. matematika) zbog toga što igranje šaha samo po sebi uključuje visoku razinu kognitivnih sposobnosti i sofisticirane sposobnosti za rješavanje problema (Hong i Bart, 2006; Aciego, Garcia i Betancort, 2012; Gliga i Flesner, 2014). Također, omogućava i razvoj samoregulacije i koncept postizanja ciljeva (Welmeyer i suradnici, 2000). Nadalje, meta-analiza (Burgoyne i suradnici, 2016) ukazuje na pozitivnu nisku povezanost šahovske vještine i fluidne inteligencije ( $r=0.24$ ), ali s višom povezanosti kod mlađih igrača i igrača nižeg rejtinga, kristalizirane inteligencije ( $r=0.22$ ), kratkotrajnog pamćenja ( $r=0.25$ ) i brzine procesiranja ( $r=0.24$ ). Isto tako, pokazalo se kako je razina šahovske vještine jače povezana s numeričkim rezoniranjem ( $r=0.32$ ), u odnosu na verbalno ( $r=0.19$ ) ili prostorno ( $r=0.13$ ). Uzevši sve u obzir, autori zaključuju da igranje šaha može imati pozitivan utjecaj na akademske sposobnosti i mentalni razvoj (Jerrim i suradnici, 2018; Sala i suradnici, 2016; Gumedde i Rosholm, 2015; Margulies, 1991). Meta-analiza (Sala i Gobet, 2016) s ukupno 24 istraživanja pokazuje kako kod osnovnoškolaca šah zaista povećava postignuće u matematici, sveukupne kognitivne sposobnosti i osrednje povećava postignuće u čitanju i pisanju. Isti autori navode da je potrebno 25-30 sati lekcije godišnje kako bi se dostigla minimalna učinkovitost. Iako rezultati meta-analize pokazuju obećavajuće ishode, niti jedna studija u analizi nije koristila aktivnu kontrolnu grupu (grupu koja igra šah, ali ne prima eksperimentalne lekcije) kako bi se otklonio placebo efekt, što predstavlja veliki metodološki nedostatak. Generalizacije takvih istraživanja odnose se na udaljeni transfer, odnosno kada se set slabo povezanih vještina generalizira među nekoliko domena, kao npr. utječe li razvoj glazbene sposobnosti na školski uspjeh (Sala, Foley i Gobet, 2017). Značajna istraživanja navode da se udaljeni transfer događa, ali u maloj mjeri i s minimalnim efektom (Gobet, 2016). Većina istraživanja pokazuje potencijalnu učinkovitost šaha u poboljšanju kognitivnih sposobnosti pojedinca, no ne treba zanemariti metodološke nedostatke koji uzrokuju nekonzistentnost među dokazima (Sala i suradnici, 2016).

### **1.3. Kognitivni procesi u rješavanju problema u šahu**

Uspješno rješavanje šahovskih problema, strateških pozicija ili partije, zahtjeva angažiranje mentalnih procesa koji su neophodni u svakom stadiju rješavanja. Osim što mentalni procesi zahtijevaju fiziološke (energija), emocionalne i motivacijske resurse, potrebna je njihova pravilna usklađenost i usmjerenost ka rješenju. Kognitivni procesi koji su potrebni za rješavanje problema hijerarhijski se mogu podijeliti na međusobno povezane visoke i niske procese (Sternberg, 2011). Temeljni kognitivni procesi uključuju perceptivnu obradu informacija kao što je primjerice prepoznavanje objekata i obrazaca, a visoki kognitivni procesi uključuju planiranje, rasuđivanje, donošenje odluke i druge. Potrebno je napomenuti kako ne postoji jasna distinkcija navedenih skupova procesa zbog toga što postoji njihova međusobna isprepletenost i interakcija, odnosno procesi dvosmjerno utječu jedni na druge. Navedena distinkcija omogućava sistematično raščlanjivanje i opisivanje tih procesa te će se daljnji odlomci fokusirati na pojedine strukture i funkcije kognitivnog sustava prilikom rješavanja šahovskih problema.

#### *1.3.1. Temeljni kognitivni procesi kod rješavanja šahovskih problema*

##### *1.3.1.1. Što percepcija rješava u šahovskim problemima*

*Vidno pretraživanje* Izvještavanje šahista da „vide” ispravan potez, osobito u situaciji kad nakratko vide šahovsku poziciju ili kada igraju brzopotezni šah, govori o njihovoj brznoj i efikasnoj sposobnosti da registriraju ključne značajke pozicije. Istraživači (Chase Simon, 1973a; Reingold i suradnici, 2001a, 2001b) navode kako sposobnost šahista leži u spoznaji da njihov perceptivni sustav paralelno procesira informacije i da letimični pogled kodira suštinu prezentirane šahovske pozicije. Tehnika praćenja očnih fiksacija pruža uvid u ishod perceptivnog procesiranja, ali i u njegov početni dio te može poslužiti kao početna točka za razumijevanje procesa vidne obrade (ne)poznatih šahovskih podražaja.

Rezultati takvih istraživanja pokazuju da ekspertniji igrači imaju više očnih fiksacija na rubovima polja za razliku od manje ekspertnih, što indicira da mogu kodirati veću površinu ili više figura samo s jednom fiksacijom (Reingold i suradnici, 2001b). Nadalje, Reingold i suradnici (2001a) utvrđuju veću proporciju očnih fiksacija između figura nego na figurama kod eksperata za razliku od amatera. Prema Reingold (1982) i Holding (1985), očne fiksacije

eksperata u prosjeku više padaju na prazna polja nego na figure. Drugim riječima, eksperti imaju veći vidni raspon nego amateri i veću pažnju posvećuju poljima na koja figure djeluju nego na same figure. Igrač fiksacijom oka kodira *chunk* figura (a ne figure pojedinačno), a time i veću prostornu površinu. Također, eksperti imaju veću udaljenost između sukcesivnih očnih fiksacija i informacije procesiraju perifernim vidom, što sugerira obuhvaćanje većeg područja tijekom fiksacija u odnosu na amatere (Reingold i suradnici, 2001b). Drugim riječima, parafovealni vid paralelno procesira šahovske konfiguracije (*chunkove*) i brzo usmjerava očne pokrete prema relevantnim informacijama. Reingold i suradnici (2001b) dokazuju da eksperti u većoj proporciji fiksiraju pogled na istaknute figure (npr. taktički aktivne) nego amateri, a time se i fokusiraju na ključan dio šahovske ploče. Nalazi sustavno pokazuju kako šahovski eksperti efikasno vidno pretražuju i koriste upamćene šahovske konfiguracije sa svrhom brzog fokusiranja na relevantne informacije, a ignoriranja irelevantnih (Bilalić, Langner, Erb, i Grodd, 2010; Bilalić, Turella, Campitelli, Erb, i Grodd, 2011c; Reingold i suradnici, 2001b; de Groot i Gobet, 1996; Reingold i Charness, 2005; Sheridan i Reingold, 2014; Simon i Barenfeld, 1969; Tikhomirov i Poznyanskaya, 1966). Iz klasičnih studija (Chase i Simon, 1973a; 1973b) je poznato da šahovski eksperti pokazuju superiornost u pamćenju kratko prezentiranih i prepoznatljivih šahovskih pozicija, što ukazuje na njihovu sposobnost efikasnosti u vidnom pretraživanju. Nasuprot tome, pokazuju tek malu ili nikakvu prednost nad amaterima u nasumičnoj poziciji, uslijed povremene pojave poznatih konfiguracija (Gobet i Simon, 1996a; Sheridan i Reingold, 2017). Takve pozicije onemogućuju efektivno pretraživanje zbog poteškoća u procesu pamćenja i prepoznavanju obrazaca, odnosno zbog perceptivne obrade informacija.

*Prepoznavanje obrazaca* Karakteristika percepcije da stvara red i organizaciju među nesređenim informacijama moguća je samo ako među njima postoji inherentna i unutarnja koherentnost uzročno-posljedičnih veza. Funkcija percepcije je registriranje te pravilnosti i konstantnosti među informacijama (prepoznavanje obrazaca), zatim njihovo grupiranje i naposljetku davanje smislenog značenja. Takva svojstva percepciju čine efikasnom jer štede mentalne resurse, smanjuju opterećenje na radnu memoriju, organiziraju znanje i stvaraju anticipaciju, tj. predvidljivu okolinu (Sternberg i Sternberg, 2011). Kada je percepcija pospješana i kalibrirana s velikim unosom podataka (iskustvom), tada ona postaje efikasnija. Šahovski eksperti imaju izoštrenu percepciju, a time i visoku efikasnost u prepoznavanju



obrazaca. Većina istraživača se slaže oko toga da se superiornost eksperata očituje u prepoznavanju obrazaca temeljenom na pohranjenom znanju (Bilalić i suradnici, 2010). Isto tako, perceptivna organizacija pokazuje povezanost nižih i viših razina instanci (*chunkova*) u hijerarhijsku cjelinu (Proffitt, 1993; Palmer, 1977). Šahovski eksperti služe se tom karakteristikom percepcije tako što određuju prioritete u pretraživanju šahovske pozicije, a time se i organiziraju *chunkovi* znanja u hijerarhiju kako bi se donijela odluka o potezu (Freyhof, Gruber i Ziegler, 1992). Reingold (2001) navodi da šahovski eksperti holistički percipiraju zadanu šahovsku poziciju, a amateri figuru po figuru. Drugim riječima, eksperti automatski i paralelno procesiraju odnose šahovskih figura u smislene *chunkove* tako što brzo kodiraju informacije i integriraju ih u dugotrajno pamćenje – DTP (Gobet, 1998). Prepoznati obrasci tvore prepoznatljive cjeline - *templatove*, odnosno pozicije i usmjeravaju šahiste na relevantne informacije (Sheridan i Reingold, 2014). Dinamičan aspekt percepcije stvara anticipaciju poteza na temelju prepoznatih obrazaca pa tako igrač može automatski odigravati poteze (Ferrari, Diderjean i Marmeche, 2006). Dakle, generalna superiornost šahovskih eksperata ne leži samo u sustavu pamćenja (Charness, 2001), već je njihova prednost vezana za ranu perceptivnu organizaciju i unutarnju reprezentaciju šahovske pozicije, kao što to pretpostavljaju de Groot (1978) te Chase i Simon (1973a; 1973b).

### 1.3.1.2. *Kako percepcija rješava šahovske probleme*

Vidna percepcija može se definirati kao proces organizacije i interpretacije vidnih informacija (Rezaul Karim i Kojima, 2010). Vidne se informacije, u funkciji iskustva, organiziraju u sistematične strukture pamćenja (Eichenbaum, 2017) te im cjelina (obraci neuronske aktivacije) daje značenje i interpretaciju. Vidni sustav je hijerarhijski organiziran i za zadatak ima riješiti probleme prepoznavanja objekata i njihovih prostornih odnosa (Kafaligonul, 2014). U to su uključeni dva toka procesiranja vidne informacije – ventralni i dorzalni. Svaki je uključen u različitu obradu promatranog objekta, bilo da se radi o njegovoj formi ili funkciji, ali su prilikom njegovog prepoznavanja procesi neraskidivo povezani (Bilalić i suradnici, 2011b). Isto tako, Lamme i Roelfsema (2000) smatraju da međudjelovanje ulaznih i silaznih projekcija vidnih informacija (*feedforward* i *feedback sweep*), tj. *pre-attentive* (povezan s procesima niskim retinotopičnim područjima) i *attentive* vida (povezan s procesima prefrontalnog i parijetalnog korteksa), karakterizira kompletnu obradu vidnih informacija, koja je teoretski

poznatija kao uzlazno (*bottom-up*) i silazno (*top-down*) procesiranje (Hill i Schneider, 2006; Kafaligonul, 2014). Razvoj i specijalizacija vidnog sustava šahovskih eksperata očituje se na neurološkoj, kao što su razvijenija i aktivnija područja, i bihevioralnoj razini, kao što je brže i preciznije prepoznavanje (Hanggi i suradnici, 2014; RaviPrakash i suradnici, 2020; Hill i Schneider, 2006; Gobet, 1996a). Stoga, perceptivni sustav igra jasnu diferencijalnu ulogu u šahovskoj ekspertnosti, ali i razjašnjava pogled na to koje su specifične strukture i funkcije koje osobu čine superiornijom.

Uspješna potraga za ključnim potezima (npr. za mat u 2 poteza ili za preciznim strateškim potezima) ne uključuje samo korištenje perceptivnih i funkcionalnih obrazaca kao krajnji rezultat (Bilalić i suradnici, 2011c; McGregor i Howes, 2002; Duncker, 1945; Castelhana i Witherspoon, 2016), nego i dugotrajno podešavanje vidnog sustava na njihove uzastopne pojavljujuće obrasce (Hill i Schneider, 2006; Kafaligonul, 2014). Istraživanje pokazuje da tijekom stjecanja vještine, aktivacija u frontalnom i parijetalnom režnju, koji su inače uključeni u svjesnu kontrolu pažnje i radnu memoriju, opada. S druge strane, aktivnost regija uključenih u motoričku i perceptivnu obradu ostaju i dalje aktivna (Hill i Schneider, 2006). Dakle, područja koja su uključena u obradu *task-related* informacija tijekom vježbe se specijaliziraju (Bilalić i suradnici, 2011c), dok ostala inicijalno uključena područja smanjuju svoju aktivnost u svrhu manje kognitivne opterećenosti. Rana obrada vidnih informacija ventralnog toka, kojim dominiraju signali parvocelularnih stanica, postepeno obrađuje kompleksnije informacije podražaja i receptivna polja neurona su sve veća, a samim tim se zahvaćaju obuhvatnije prostorne relacije (Nandy i suradnici, 2013; Kafaligonul, 2014). Ventralni tok eksperta podešen (engl. *tuned*) je na rano prepoznavanje objekata (figura) i poznatih obrazaca tako što naglašava određene signale, tj. podešava senzorno kodiranje podražajnih informacija (Karni i Sagi, 1991; Hubel i Wiesel, 1962). Drugim riječima, perceptivni sustav određuje optimalne pondere na *input* informacije iz ranog senzornog kodiranja (Fahle i Poggio, 2002) i tako reagira samo na određene podražajne obrasce, odnosno obrada je vremenski efikasnija (Adini, 2004). Šahovska ekspertnost povezana je s povećanom aktivacijom temporalnog posteriornog područja, fusiformnog područja, spoja okcipito-temporalnog i temporo-parijetalnog područja uključenih u prepoznavanje objekata te povećanom aktivacijom retrosplenialnog korteksa i kolateralne pukotine uključenih u prepoznavanje obrazaca (Bilalić i suradnici, 2010, 2011c). Hanggi i suradnici (2014) pokazuju značajnu anatomsku razliku između eksperata i amatera vezano za

sivu materiju na području okcipitalno-temporalnog sjecišta, koje je uključeno u prepoznavanje objekata i njenih funkcija. Goodale i Milner (1992) smatraju da je ventralni, perceptivni tok uključen u kompjutaciju mape vidnog inputa koja služi za daljnje kognitivne operacije. Za dorzalni, akcijski tok ('kako' tok) smatraju da je uključen u koordinaciju sustava za motorno planiranje, osobito zbog povezanosti s premotoričkim područjem.

Svaka figura ima svoju karakterističnu funkciju koja je indirektno povezana s njenim vidnim značajkama (prema pravilima svaka figura ima svojstven način kretanja) i s određenom akcijom - nužno povezanom s pokretom (npr. figura lovca kreće se dijagonalno). Prema tome, vidna obrada šahovskih obrazaca praćena je repetitivnim motoričkim radnjama (akcijom) prilikom povlačenja šahovskih figura, a time i njihovim funkcionalnim karakteristikama. Mnoga istraživanja pokazuju usku poveznicu između akcije i percepcije. Utvrđeno je da su akcije direktno povezane s reprezentacijom objekata i da radnja s objektom ima određene prostorne povezanosti (Beilock i Holt, 2007; Helbig i suradnici, 2010; Downing-Doucet i Guerard, 2014). Za tako složene prostorne operacije važna je uloga dorzalnog toka, u kojem dominiraju signali magnocelularnih stanica, a koji je uključen u vođenju pažnje, odnosno usmjeravanje očnih fiksacija koje su dio planiranja i izvođenja šahovskog poteza (Goodale i Milner, 1992; Bilalić i suradnici, 2011a). Dorzalni tok (a osobito (lijeva) supramarginalna vijuga i temporo-lateralna područja) je važan prilikom utvrđivanja putanje i prostorne akcije figure, kao i prilikom određivanja njene funkcije i prepoznavanja povezanosti figura (Bilalić i suradnici, 2011c). Isti autori indiciraju da su parijetalne regije više specijalizirane za funkcionalna svojstva objekata kod eksperata. Također, Amidžić i suradnici (2001) navode da je kod amatera, u odnosu na eksperte, aktivnije područje medijalnog temporalnog režnja, koje je uključeno u učenje i dosjećanje novih informacija, ali i obradu perceptivnih značajki šahovske pozicije. Za razliku od amatera, kod eksperata su aktivnija područja frontalnog i parijetalnog režnja, a koja su uključena u memorijsko *chunkiranje*, pohranu znanja i dosjećanja istog, ali i obradu funkcionalnih značajki pozicije. Dakle, dvodijelna obrada vidnih informacija upućuje na to da šahisti imaju perceptivnu reprezentaciju pozicije koja je obrađena u ventralnom toku, kao i funkcionalnu reprezentaciju pozicije obrađenu u dorzalnom toku. Naravno da su veze oba toka isprepletene i da se njihove obrade nadopunjuju, čime se omogućuje brza i paralelna obrada kod ekspertnih šahista (Bilalić i suradnici, 2011c).

Važnost dorzalnog i ventralnog toka u prepoznavanju objekata, a time i šahovskih figura, potvrđuju i neuropsihološka istraživanja. Kod neurološkog oštećenja posteriornog parijetalnog režnja (PPC) može doći do Baliantovog sindroma, koji uključuje simultanagnoziju, okulomotornu apraksiju i optičku apraksiju (Ghoneim i suradnici, 2018; Moreaud, 2003). Simultanagnoziju karakterizira nemogućnost percipiranja više od jednog objekta u trenutku, tj. percipiranje cjeline. Optička ataksija je neusklađenost između percepcije i akcije što uzrokuje da osoba, iako prepoznaje vidni ciljani objekt, ne može precizno posegnuti za njime (Goodale i Milner, 1992; Cavina-Pratesi, Connolly i Milner, 2013). S druge strane, okulomotornu ataksiju opisuje odsustvo kontroliranog i voljnog pokreta očiju. Dakle, ispostavlja se da je PPC, odnosno dorzalni put, ključan za integraciju perceptivne i funkcionalne reprezentacije vidnog podražaja. Kod oštećenja područja ventralnog toka može doći do aperceptivne i asocijativne agnozije (Ferreira i suradnici, 1998; Charnallet i suradnici, 2008). Vidna aperceptivna agnozija je nesposobnost imenovanja (poznatih) objekata. Osoba nema poteškoće s usmjeravanjem pažnje i percipiranjem dijelova objekta, ali ih ne može grupirati i točno imenovati (Lissauer, 1890; Abrams i Law, 2002). Vecera i Gilds (1998) smatraju da se deficit događa uslijed oštećenja ranog perceptivnog procesiranja, odnosno prekida interakcije vidnog sustava sa semantičkim pamćenjem (Funnell, 2000). Asocijativna agnozija je poremećaj prepoznavanja ili dodjeljivanja značenja vidnom podražaju koji je točno percipiran, a nije povezan s deficitima inteligencije, pamćenja, jezika ili pažnje (Lissauer, 1890; Charnallet i suradnici, 2008; Carlesimo i suradnici, 1998). Za razliku od aperceptivne, kod asocijativne agnozije se ne može generirati semantičko značenje, ali ne na temelju nemogućnosti grupiranja persepata u cjelinu, već zbog odsustva povezanosti cjelovitog objekta s njegovim značenjem u semantičkom pamćenju (De Renzi, 2000).

Evidentna je važnost ventralnog i dorzalnog toka tijekom prepoznavanja figura i utvrđivanja odnosa među njima, a kod eksperata je to reprezentirano u heurističkom obliku korištenjem *chunkova* i njegovih općenitijih formi - *templateova* (Gobet i Simon, 1996a). Reingold i suradnici (2001) pretpostavljaju dvofazni procesni model kodiranja smislenih šahovskih *chunkova*. U prvoj fazi igrači kodiraju identitet (tip i boju) i lokaciju figure (kodirana u apsolutnoj relaciji; Gobet i Simon, 1996a; Saariluoma, 1994). Identifikacija figure i njene lokacije uključuje višerazinsko procesiranje, s tim da su neki procesi paralelni (npr. boja i oblik figure), a drugi serijalni (npr. usmjeravanja fokusa pažnje često popraćeno pokretima očiju),

dok ukupno vrijeme kodiranja ovisi o broju figura u *chunku*. U drugoj fazi, koja se djelomično preklapa s prvom fazom, igrač procesira unutarnju reprezentaciju figure i njene lokacije kako bi ekstrahirao ili izračunao šahovske odnose. Taj proces označava povezivanje figura u *chunk* (Reingold, 2001). Autori smatraju da glavna perceptivna prednost eksperata nije identifikacija pojedine figure i njene lokacije (prva faza), već ekstrakcija informacija o povezanosti između figura (druga faza procesiranja), bilo prema perceptivnim ili funkcionalnim značajkama. Značajan dokaz koji upućuje na ovakve postavke je efekt šahovske vještine u stvarnim partijama (gdje postoje relacijske informacije) te slab efekt ili njegovo odsustvo u randomiziranim pozicijama (gdje su narušene informacije o relacijskim odnosima figura) (Gobet i Simon, 1996b, 1996c). Dakle, autori smatraju da se paralelno kodiranje povezanosti šahovskih figura kod eksperata događa nakon početne faze izdvajanja informacija o značajkama potrebnim za identifikaciju i lokalizaciju figura na šahovskoj ploči (Reingold i suradnici, 2001a).

### 1.3.2. Teorije pamćenja u šahovskoj ekspertizi

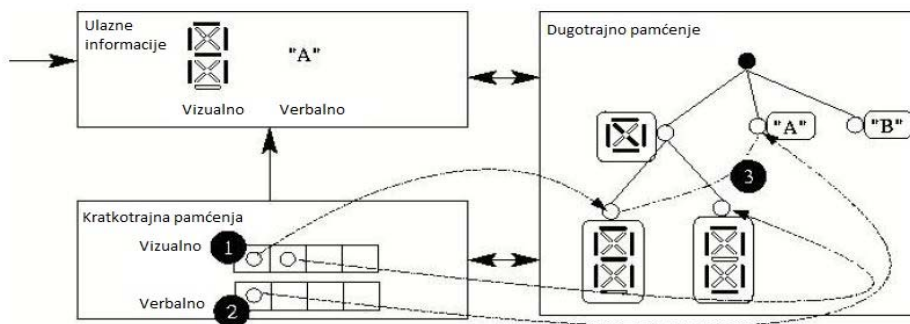
*Piece-on-square* teorije Najviše istraživane teorije pamćenja šahovske ekspertize, *chunking* teorija i *template* teorija (Chase i Simon, 1973a; Gobet i Simon, 1996a), baziraju se na osnovnom elementu (*chunk*) koji je opisan tijekom istraživanja ograničenosti radne memorije (Miller, 1956). Teorija prepoznavanja-asocijacije (*chunking* teorija) pretpostavlja da šahisti koriste informacije iz dugotrajnog pamćenja kako bi pospješili efikasnost perceptivnog kodiranja šahovskih konfiguracija – *chunkova* (Chase i Simon, 1973a, 1973b; Chassy i Anić, 2012). Taj osnovni element sastoji se od grupiranih šahovskih figura povezanih na temelju tipa, boje ili uloge (npr. napadački-obrambeni). Tijekom iscrpnog učenja i vježbanja, šahisti u DTP-u konstruiraju strukture šahovskih figura koje često susreću, kao i informacije o njihovim međusobnim poveznicama, o apsolutnoj lokaciji na ploči (*piece-on-square*, što znači da se kodira informacija o tipu figure na određenom polju) te o cjelovitoj poziciji generalno. Zatim, šahovski eksperti koriste znanje iz DTP-a kako bi kodirali i upravljali s više šahovskih informacija nego amateri, koji koriste *chunkove* s manjim brojem figura i odnosa (Reingold i suradnici, 2001). Gobet i Simon (2000) smatraju da eksperti imaju oko 300,000 pohranjenih *chunkova* u DTP. Ova teorija je bila pod utjecajem De Grootovih istraživanja (De Groot, 1946; 1965) u kojima je utvrdio da se eksperti i amateri ne razlikuju u makrostrukтури pretraživanja (dubina pretrage, broja čvorova – engl. *nodes*, faktori grananja, itd.). Naime, utvrdio je izrazitu prednost eksperata u dosjećanju kratko prezentiranih šahovskih pozicija, koje bi upamtili unutar

2-5 sekundi te ih točno reproducirali u 93 posto slučajeva, dok bi nešto slabiji igrači (klasa A) točno reproducirali tek 50 posto prezentiranih šahovskih pozicija (De Groot, 1965). Daljnje istraživanje navedene teorije rezultiralo je brojnim, prethodno navedenim, računalnim modelima (MAPP, EPAM, itd.). Također, daljnjom razradom teorije, Gobet i Simon (1996a) pretpostavljaju postojanje *templateova* koji su prošireni *chunkovi*, odnosno sadrže veći broj perceptivnih *chunkova* u većim strukturama.

*Template* teorija integrira korištenje niskih i visokih razina znanja te kombinira koncepte *chunka* i strukture vezane za dosjećanje informacija u formu slične shemama - *templateove* (u daljnjem tekstu šablone) (Gobet, 1997; 1998). Tijekom iscrpnog iskustva pretpostavlja se da se *chunkovi* razvijaju u šablone. Šablone su specifične za određene tipove šahovske pozicije, a njihovi glavni sadržaji su jezgra (engl. *core*) i utori (engl. *slots*). One mogu spremiti najmanje deset figura te se mogu povezivati s drugim šablonama. Jezgru reprezentiraju stabilne informacije (perceptivni *chunkovi*), a prilikom formiranja šablone kreiraju se i *high-level* strukture iz perceptivnih informacija (engl. *template formation*) (Gobet i Lane, 2010). Takve varijabilne informacije ispunjavaju utore, a najčešće su vezane za lokaciju određenih figura, poteze kandidata ili semantičke informacije kao što su planovi, strateške i taktičke značajke, itd. Također, model navodi i lateralne veze, tj. semantičke veze među čvorovima (*chunkovima*) koje ih spajaju na temelju sličnosti, generativnosti, pravila uvjet-akcija i ekvivalentnosti (Gobet i suradnici, 2001). *Chunkovi* i šablone primarno su dostupni putem vidnih informacija, ali mogu biti dozvani i putem apstraktnijih informacija poput kontekstualnih znakova, opisima taktičkih i strateških značajka, nazivom otvaranja, itd., a koji su također modulirani kao diskriminativne mreže (slika 1). Takve sporedne rute su od značaja tek prilikom teških zadataka te su komplementarne s vidnim kodiranjem. Dakle, Gobet i Lane (2010) smatraju da *chunkovi* kodiraju specifične i konkretne informacije u odnosu na generalne i apstraktne. No, šablone mogu kodirati i varijabilne te apstraktnije informacije, ali su ograničene informacijama svoje jezgre koja služi za njihovu identifikaciju u DTP-u.

CHREST kompjutacijski model *template* teorije (Gobet i suradnici, 2001; Gobet i Lane, 2010) objašnjava razvoj ekspertize putem stjecanja velikog broja struktura znanja i stvaranja poveznica među istim. Prema tom modelu (slika 1 i 2) perceptivno procesiranje eksperta odvija se tako što se šahovska pozicija opaža i pretvara u skup značajki. Zatim se te značajke sortiraju

pomoću testova u diskriminacijskoj mreži kako bi se dozvali indikatori čvorova unutar DTP-a, koji se onda polažu u KTP, što može biti daljnji indikator (znak) prema *chunkovima* različite količine informacija (šablone) u DTP-u. Diskriminacijska mreža u DTP-u (tzv. *chunking network*) sadrži hijerarhijsku sekvencu testnih veza među čvorovima koje uspoređuju viđeni sadržaj (*item-on-square* – primjerice sekvencijalnu listu figura) sa sadržajem iz čvora (memoriranog obrasca), tj. njegovu reprezentaciju pohranjenu u mreži. Kad se sortiranje zaustavi, dosegnuti čvor uspoređuje se s uočenim obrascem (listom figura) kako bi se utvrdilo njegovo prepoznavanje (Gobet i suradnici, 2001; Gobet i Lane, 2010). U principu, implicitni cilj percepcije je lociranje najvećeg *chunka* u DTP-u koji reprezentira zadani podražaj, s time da se cijeli proces odvija automatski. Nakon što je *chunk* identificiran i položen u KTP, lokacija informacije na jednoj od testnih veza (usporedbi) koristi se kao sljedeća točka očne fiksacije za prepoznavanje daljnjih *chunkova*. Na taj način DTP usmjerava očne fiksacije na mjesta koja će vjerojatno sadržavati informacije kako bi se prepoznao *chunk* dublje u diskriminacijskoj mreži u DTP-u, koji sadrži više informacija (Gobet i Lane, 2010). Autori smatraju da mreža DTP-a raste u veličini (broj čvorova) i sadržaju (veličina *chunkova* pohranjenih u čvorovima). Potvrdu preciznosti modela daju identični rezultati upamćivanja igrača pozicije i randomizirane pozicije od strane šahista i CHREST programa (Gobet i Simon, 1996c). Drugim riječima, kada program sadrži 300 000 informacija o *chunkovima*, precizno simulira ponašanje šahovskog eksperta. Također, novije dorade CHREST-a kombiniraju mehanizme pretraživanja unaprijed (engl. *look-ahead*) i prepoznavanje obrazaca, u svrhu kompletne simulacije šahovske ekspertize (Gobet i Lane, 2010).



Slika 1 Prikaz povezivanja informacija iz dva modaliteta (CHREST). 1) Vidni obrazac je sortiran kroz DTP i indikatori čvorova su položeni u vidni KTP. 2) Verbalni obrazac je sortiran kroz DTP i indikatori čvorova su položeni u verbalni KTP. 3) Veza za imenovanje formirana je između dva čvora iznad KTP-ova. (Lane, Sykes i Gobet, 2003)

Važno je istaknuti da *chunkovi* formiraju doživljaj (pozicije) na dva značajna načina. Oni determiniraju organizaciju percepcije, primjerice kako šahovski ekspert perceptivno grupira informacije šahovskih pozicija drugačije nego amater. Također, *chunkovi* aktivno usmjeravaju pokrete očiju i time određuju dio prostora kamo se pažnja usmjerava (Gobet i Lane, 2010). Autori (Chase i Simon, 1973b; Freyhoff, Gruber i Ziegler, 1992; De Groot i Gobet, 1996) smatraju da se *chunkovi* šahovskih pozicija u pamćenju reprezentiraju na hijerarhijski način, gdje se dublje značenje pojavljuje na nadređenoj razini. S druge strane, na podređenoj razini se formiraju na temelju prostorne blizine figura i polja te njihovoj apsolutnoj lokaciji na ploči. Iako Gobet i suradnici (2001; Gobet i Lane, 2010) usmjeravaju na daljnje upotpunjavanje svojeg modela koji uključuje *chunkove* orijentirane na cilj, a ne samo perceptivne *chunkove*.

Međutim, različiti autori (Goldin, 1979; Holding i Reynolds, 1982; McGregor i Howes, 2002; Linhares i Freitas, 2010; Ferrari, Didierjean i Marmeche, 2008; Krivec, Guid i Bratko, 2009) nisu se u potpunosti usuglasili o kojem tipu *chunkova* i sadržaja se radi. Primjerice, navedeni autori smatraju da su strukture pamćenja sastavljene od semantičkih značajki, odnosno da se figure grupiraju u *chunk* na temelju napadačkih i obrambenih povezanosti (Chase i Simon, 1973b; Chassy i Anić, 2012). Saariluoma (1984, 1985, 1990; Saariluoma i Kalakoski, 1998) je utvrdio da su eksperti brže i točnije detektirali napadačke i obrambene povezanosti među figurama nego amateri te su utvrdili da se bolje dosjećaju grupe figura koje su uključene u forsiranu kombinaciju, u odnosu na figure koje nisu imale značajnu funkciju u poziciji. Također, Schultetus i Charness (1999) navode efekt vještine igrača u dosjećanju randomiziranih pozicija jedino nakon što bi igrači evaluirali zadanu poziciju. Ferrari, Didierjean i Marmeche (2008) ukazuju kako eksperti brže i točnije od amatera uoče promjene kada se one dogode na dijelovima šahovske pozicije s *chunkovima* od strateške značajnosti te su ih točnije prepoznavali od nestratiških. Također, u literaturi se navode nalazi koji ukazuju na bolje zapamćivanje sekvence poteza kada je ona tipična nego kada nije, što ukazuje na to da bi grupirane informacije mogle reprezentirati i proceduralni *chunk* (Chase i Simon, 1973b; Krivec, Guid i Bratko, 2009; Saariluoma, 1991). Chase i Simon (1973b) u svojem radu naveli su da bi takvi *chunkovi* (potezi) mogli biti hijerarhijski reprezentirani u DTP-u, organizirani kao produkcijski sistem (Newell i Simon, 1972). Prepoznati obrazac (*chunk* koji je organiziran oko nekog cilja – gdje potez označava direktni napad ili suptilni plan) služi kao kondicionalni dio produkcije (ako *chunk* - onda potez), a rezultira evociranjem akcije i dovodi se u kratkotrajno pamćenje na razmatranje.



Nadalje takav kondicionalni dio može biti dio većeg sustava koji uključuje hijerarhijske povezanosti među kondicijskim epizodama, odnosno planove među njima (Chase i Simon, 1973b). Autori pretpostavljaju da bi igrači mogli imati na tisuće upamćenih sekvenci poteza, naime, poznato je kako šahovski ekspert ima upamćeno tisuće varijanti otvaranja (a neke i do 20 poteza dubine). Također, pretpostavljaju da majstori znaju na tisuće zamki i dobitnih kombinacija poteza, stoga se postavlja pitanje na temelju čega su formirani *chunkovi*, iako je jasno kako je kod eksperata uključeno prepoznavanje perceptivnih struktura kao i sekvenci poteza koji su na neki način dostupni u DTP-u (Chase i Simon, 1973b).

Problematiku definiranja *chunka* i *chunkiranja* u svom radu su pokušali razložiti Gobet, Lloyd-Kelly i Lane (2016). S obzirom na pamćenje, autori dijele *chunkiranje* na automatsko i voljno. Voljno *chunkiranje* je svjesno, eksplicitno, orijentirano cilju i strateški namijenjeno kako bi se podražaj strukturirao i upamtio, a najčešće je korišteno u literaturi veznoj za kratkotrajno i radno pamćenje. Također, dijeli se na nekoliko značenja koje se mogu preklapati: grupiranje, kategoriziranje, rekodiranje i korištenje prijašnjeg znanja kao nadomjestak nove informacije. S druge strane, automatsko *chunkiranje* je nesvjesno, implicitno i kontinuirano te je uključeno u procese DTP-a. Autori navode da se voljno *chunkiranje* koristi kako bi se napravio trag u DTP-u te u situaciji kada je automatsko *chunkiranje* odsutno i obrnuto (Gobet, Lloyd-Kelly i Lane, 2016). Dakle, prema ovoj podijeli, ali i prema oprečnostima vezanim za sadržaj *chunkova* (*piece-on-square/proceduralni/funkcionalni*), može se zaključiti da se radi o *chunkovima* i *chunkiranju* povezanom s procesiranjem dugotrajnog i radnog pamćenja te s konceptualnim procesima, što vodi daljnjem stadiju kompletiranja sustava ekspertnog rješavanja problema.

### *1.3.3. Sjecište visokih i temeljnih kognitivnih procesa*

Istraživanja šaha pretežito su se usmjeravala na istraživanje organizacije znanja u pamćenju, njihovog dosjećanja i proširivanja. Kao što je prije navedeno, istraživači su efikasno i egzaktno opisali procese pamćenja šahovskih eksperata (Chase i Simon, 1973; Gobet i suradnici, 2001). No, šah nije samo igra statičnog pamćenja, već dinamičnog rješavanja problema i korištenje dozvanog znanja, što uključuje primjenu ciljeva koji oblikuju proces organiziranja informacija. Istraživanja vezana za način organizacije pamćenja ekspertnih šahista (*chunkovi* i šablone) postigla je određeni konsenzus i visoku prediktivnost modela. S druge strane, kada je riječ o tome kako se primjenjuje i koristi znanje, različiti autori stavljaju naglasak

na različite procese (top-down ili bottom-up, dugotrajna ili radna memorija, automatski ili voljni procesi). Dakle, znanstvenici bi trebali multidisciplinarno (neuroznanost, kognitivna psihologija, računalna znanost, itd.) integrirati spoznaje kako bi se došlo do nedvosmislene rezolucije i objašnjenja dobivenih nalaza istraživača.

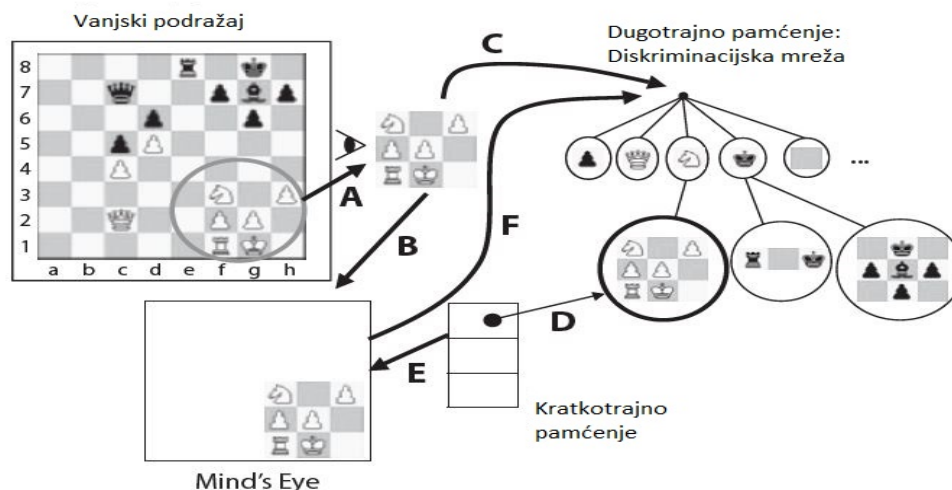
### 1.3.3.1. Gdje je i kako izvršena pretraga informacija

*The mind's eye* Još su Chase i Simon (1973b), uz *chunking* teoriju, naveli mehanizam koji obrađuje mentalne reprezentacije šahovskih pozicija nazvan *the mind's eye*, a koji je važan u procesima pretrage. Oni smatraju da pohranjuje perceptivne strukture i dozvoljava određene mentalne operacije nad njima te da perceptivni sustav ima povratni pristup tim novim strukturama. Također, navodi se da je najvažnija karakteristika *the mind's eye-a* to što brzo ekstrahira prostorne odnose iz slike, što može služiti kao osnova za kondicionalne (prostorne paralogične) *problem-solving* operacije (Chase i Simon, 1973b). Drugim riječima, *the mind's eye* koristi prostorne informacije kako bi uspostavio relativne odnose, a time i njihovu važnost u internalnom prostoru (npr. A je bolje nego B, ali je C gori nego A – mentalna reprezentacija A može zamijeniti „gore“ u mentalnom prostoru, a B „dolje“, čime se brzo zaključuje koji od slova je bolji, na temelju prostornih odnosa). Chase i Simon (1973b) utvrđuju da *the mind's eye* koordinira i kombinira vidne informacije pohranjene u kratkotrajnom i dugotrajnom pamćenju, da vrši izomorfne procese vidno-prostornih struktura šahovskog seta, da se u njemu mogu vršiti perceptivni procesi koji apstrahiraju nove informacije te da sadrži relacijske strukture. Autori smatraju da perceptivne strukture (sheme, unutarnje reprezentacije) organiziraju propozicije vezane za 3-D svijet u kojem se nalazimo (npr. X je plav, X je iznad, X napada Y, ...) gdje se relacije (plavi, iznad, ...) i njihove čestice (X, Y, ...) smatraju apstraktnim simbolima koji reprezentiraju značenje objekata, akcije, prostornih odnosa, i slično. Dakle, Chase i Simon (1973b) pretpostavljaju hijerarhijski vidno-prostorni okvir koji služi za manipulaciju integriranih reprezentacija.

*Mental imagery* Waters i Gobet (2008; Campitelli i Gobet, 2005) navode dokaze povezanosti *the mind's eye-a* i CHREST-a, kompjutacijskog modela *template* teorije. Autori razrađuju Chaseov i Simonov model (1973b) te smatraju da je navedeni konstrukt u CHREST-u sličan vidnom međuspremniku (eng. *visual buffer*) predloženom od strane Kosslyna (1994) i

Baddeley-ovom vidnom skicom (eng. *visuo-sketchpad*) (Baddeley, 1986). Autori navode da *the mind's eye* kratko pohranjuje perceptivne strukture bilo ekternalno ili iz pamćenja, s time da nestaju na oko 250 milisekundi, pa ih je potrebno kontinuirano obnavljati. Zatim se na takvim vidno-prostornih informacijama mogu vršiti vidno-prostorne operacije (Waters i Gobet, 2008; Kosslyn, 1994). Isto tako, *the mind's eye* opaža prostorni raspored podražaja, ažurira se novim informacijama te ih koristi za dozivanje novih *chunkova*. U fazi kodiranja, učinjene operacije u *mind's eye-u* (npr, internalno pomicanje figure prema naprijed) aktiviraju prepoznat *chunk* u diskriminacijskoj mreži koji je povezan s tim potezom (odnosno prepoznaje se pozicija nakon poteza) te se zatim njegov indikator polaže u KTP, a koji se koristi tijekom dosjećanja (vidi sliku 2).

Postojanje takvog mehanizma potvrđuju sljedeći nalazi interferencije. Campitelli i Gobet (2005) su utvrdili da nadolazeće irelevantne pozadinske informacije (pozadina nevezana za sekvencu poteza koja treba biti upamćena) utječu na šahovske eksperte prilikom upamćivanja sekvence poteza tako što interferiraju s ranim kodiranjem informacija. Autori smatraju da do interferencije dolazi zbog preklapanja i kompetitivnosti informacija u *mind's eye-u*, odnosno između reprezentirane i nadolazeće informacije koja treba biti ignorirana. Navedeni nalazi sugeriraju da mehanizam *the mind's eye-a* koristi nadolazeće informacije da bi ih selekcionirao i da bi odvojio oblik (*figure*) od pozadine (*ground*), tj. relevantne od irelevantne informacije. Nadalje, Waters i Gobet (2008) također prikazuju važnost uloge *mind's eye-a* u zadacima pamćenja. Igrači su slabije pamteli intersekcijske pozicije (pozicije gdje su figure položene na sjecištima polja-kvadrata) nego standardne. Autori objašnjavaju da su položaji figura prvo trebali biti transformirani (mentalno pomaknuti sa sjecišta dijagonalno u kvadrat) u *mind's eye-u*, što otežava dostupnost *chunkova* i šablona, ali je potrebno kako bi moglo doći do prepoznavanja obrazaca. Također, rezultati pokazuju da su se igrači bolje dosjećali figure lovaca nego skakača u intersekcijским pozicijama, vjerojatno zbog lakšeg manipuliranja lovca u *mind's eye-u*, odnosno tranzicije lovca koja je kongruentna s njegovim tipičnim pokretom (dijagonalno). Ovakvi rezultati pokazuju interakciju internalnog mehanizma manipuliranja informacija, informacija vanjskog podražaja i sustava pamćenja.



Slika 2 CHREST se sastoji od simuliranog oka, diskriminacijske mreže koja daje pristup dugotrajnom pamćenju (DTP), kratkotrajno pamćenje (KTP) i *a mind's eye*. A) simulirano oko percipira vidno polje; ta se informacije šalje u *mind's eye* (B) i u DTP (C); ako je informacija prepoznata u DTP-u putem aktiviranjem čvora (*chunk*) tada je indikator za *chunk* položen u KTP (D); ta se informacija razlaže u *mind's eye*-u; povratno se informacija može koristiti za pristup čvoru u DTP-u (F) (Waters i Gobet, 2008).

*Apercepcija* Drugačija struja istraživanja praćena Saariluomom i njegovim suradnicima (1990, 1991a, 1991b, 1992, 1995; Saariluoma i Hohlfeld, 1994; Saariluoma i Kalakoski, 1996, 1998) stavlja naglasak na kognitivne procese pretraživanja i sadržaja informacija (npr. konstrukcija mentalnih slika) kao važnih determinanti šahovske ekspertnosti. U *blindfold* (igranje šaha bez viđenja ploče i figura) šahovskim eksperimentima, Saariluoma (1991a, 1991b) utvrđuje da je vidno-prostorna radna memorija ključna u nekim stadijima operacija mentalnih slika, iako ne zadržava relevantne informacije, već ih brzo kodira u DTP-u te im po potrebi pristupa. Međupovezanost dvaju tipa pamćenja omogućuje zadržavanje informacije i integriranost s korpusom znanja, a po potrebi je manipulirana, elaborirana i ažurirana u kratkotrajnoj obradi (Saariluoma, 1997). Međutim, do interferencije među novim informacijama dolazi u ranom kodiranju kada informacije nisu integrirane s DTP-om. Autor zaključuje da mreža znanja u DTP-u objašnjava razlike u vještini, a ne sposobnost manipuliranja mentalnih slika *per se*.

S druge strane, Saariluoma (1997) smatra da sadržaj mentalnih slika (nazvan *apercepcija*, konceptualna percepcija ili percepcija potprostora), odnosno kako šahisti „vide“ šahovsku

poziciju, igra važnu ulogu u mentalnoj organizaciji. Primarni oblik šahovske reprezentacije pozicije su mentalne slike (Saariluoma, 2001). Mentalne slike su konstruirane od unaprijed naučenih vidno-prostornih *chunkova* koji su distribuirani kroz mrežu DTP-a i reprezentiraju se u vidno-prostornoj radnoj memoriji. Isto tako, u posredstvu vidno-prostorne radne memorije, integracija perceptivnog sadržaja i sadržaja konceptualnog DTP-a tvori aperceptivni dio mentalne slike (Saariluoma, 1991b; Saariluoma i Kalakoski, 1998). Saariluoma i Kalakoski (1998) smatraju da je efikasno korištenje sustava pamćenja ključno za konstrukciju mentalnih slika i njihove funkcionalne figure (preferirana struktura mentalne slike, temeljena na funkcionalnim povezanostima objekata), ali da apercepcija determinira relevantnost mentalnog sadržaja, a ne manipulacija mentalnih slika. Dakle, apercepcija je kognitivni proces koji konstruira i obrađuje mentalne reprezentacije, što je ekvivalentno meta-pretrazi *tempalteova* (apstraktno planiranje) prema Gobetu (1997; Freyhof, Gruber i Ziegler, 1992). Saariluoma i Kalakoski (1998) navode dvije glavne konstruktivne funkcije apercepcije. Prva funkcija dijeli relevantne informacije od irelevantnih, a druga pruža mentalnu reprezentaciju sa sadržajem koji se ne može reducirati na određeni percept. Dokazi dolaze iz različitih istraživanja pokreta očiju i *blindfold* šaha koji pokazuju da šahisti selektivno kodiraju dijelove pozicije od funkcionalne značajnosti („funkcionalna figura“) (Saariluoma, 1984, 1985, 1990; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Tikhomirov i Poznyanskaja, 1966). Saariluoma i Kalakoski (1998) su u seriji *blindfold* šaha utvrdili da eksperti prije prepoznaju kada se promjena dogodi u funkcionalnoj figuri, nego na drugim dijelovima pozicije. Takvo prepoznavanje dogodi se uslijed automatskog usmjeravanja pažnje na značajno područje i prepoznavanja *chunkova* (Campitelli i Gobet, 2005). Nadalje, isti su istraživači utvrdili kako je funkcionalna figura (cjelina) relativno nezavisna od svoje pozadine, zato što dolazi do njene umjerene interferencije prilikom pronalaska mata (funkcionalne cjeline). Dakle, utvrđeno je kako šahisti koriste funkcionalnu figuru u *blindfold* šahu kako bi konstruirali mentalnu sliku i s njom došli do rješenja.

Saariluoma (1990, 1992, 1995, 2001) smatra da igrači prilikom traženja poteza pristupaju problemskom potprostoru (*subspace*) pomoću prepoznavanja obrazaca. Odnosno, apercepcija apstrahira manje problemske potprostore (tzv. mentalni prostor) oko kojih je organizirano rješavanje problema. Primjerice, mentalni prostor čine funkcionalni elementi poteza u percipiranoj šahovskoj poziciji koji su povezani u funkcionalnu strukturu (npr. elementi protunapada, izmjene, ili blokade u taktičkoj kombinaciji). Igrač tada pokušava zatvoriti put

(kombinaciju rješenja) u problemskom prostoru (sve kombinacije u problemu), tj. spojiti problemsku poziciju s ciljanom pozicijom. Kada ga se ne može spojiti, problemski prostor se restrukturira dok se ne nađe kritičan put (dobitna kombinacija). Dakle, proces kojim šahist dolazi do odabira poteza može se opisati kao ciklus apercepcije-restrukturiranja, što omogućava pronalazak rješenja s ograničenim pretraživanjem problemskog prostora. Može se povući paralela između Saariluomove (1990, 2001) koncepcije rješavanja problema i Gobetove *template* teorije (1997), iako se pristupi znatno razlikuju u preciznosti terminologije i detaljnosti modela. Prilikom pretraživanja prikladnog poteza igrač koristi šablone i povezane informacije (evaluacija, planovi, potencijalni potez, itd.) za selektivnu pretragu (Gobet i Lane, 2012). Drugim riječima, selektivno se aktiviraju pojedini *chunkovi* i (čvorovi u diskriminacijskoj mreži) njihove međusobne veze te sukladne konceptualne informacije u *mind's eye-u*, što naposljetku čini način na koji šahisti „vide“ šahovsku poziciju. Također, oba autora naglašavaju selektivnost u pretrazi, dok Gobet smatra da pretežito perceptivni *chunkovi* (prepoznavanje obrazaca) vode pažnju u pretrazi, Saariluoma iznosi kako je apercepcija (konceptualno značenje obrazaca) ključna.

Podaci iz područja istraživanja brze i serijske vidne prezentacije podražaja potvrđuju da se uz perceptivne informacije, brzo mogu aktivirati i konceptualne informacije (Potter, 1993, 1999, 2012). Autorica predlaže konstrukt identičan apercepciji (konceptualno kratkotrajno pamćenje - KKTP) koji funkcionira tako što brzo i nesvjesno povezuje perceptivne i konceptualne procese, odnosno povezuje perceptivni podražaj s njegovim konceptom u DTP-u, što omogućava prepoznavanje smislenih obrazaca i struktura. U KKTP-u su formirane i nove poveznice među aktivnim konceptima s obzirom na perceptivne principe grupiranja (*chunkove*), znanje više razine i trenutne ciljeve (Potter, 2012a). Dobivena struktura reprezentira suštinu slike ili značenje rečenice koja može biti održavana u radnom pamćenju i konsolidirana u DTP-u, a osoba je toga svjesna iako cijeli procesni ciklus traje manje od jedne sekunde (Potter, 2012a, 2012b). Ako se informacije ne strukturira ili dalje procesira, odnosno ako se poveže s DTP-om brzo se zaboravi. Također, Potter (2012a) navodi da ukoliko se informacija u KKTP-u odmah ne integrira sa svojim ciljem (npr. u težim zadacima), tada se uključuje radna memorija s kojom KKTP dalje surađuje. Ovakvi nalazi i principi su komplementarni s apercepcijom i kompjutacijskim modelima. To implicira da postoje zajedničke značajke fenomenologije i empirizma u šahu te da je potrebno upotpuniti *template* teoriju koja bi u jednakoj mjeri

obuhvaćala identične perceptivne i funkcionalne (konceptualne) procese koji formiraju mentalnu superiornost eksperta (Lane i Chang, 2017).

Nasuprot različitim teorijskim neslaganjima, potrebno je premostiti razlike i pronaći radni okvir koji bi ujedinio konzistentne nalaze obje strana. Upravo ovako stajalište predlažu Lane i Chang (2017) koji iznose različita empirijska i teoretska zapažanja kao izazov i dopunu dominantnoj struji kompjutacijskog modeliranja ekspertnog kognitivnog sustava temeljenom na prepoznavanju (perceptivnih) obrazaca. Različita istraživanja (Lane i Robertson, 1979; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Holding i Reynolds, 1982; Cooke i suradnici, 1993; Linhares i suradnici, 2012; Chabris i Simons, 1998; Chase i Simon, 1973b; Schulteuts i Charness, 1999; Lane i Chang, 2017) pružaju dokaze da konceptualne (semantičke) informacije igraju važnu ulogu u percepciji, pamćenju i rješavanju problema šahovskih eksperata. Primjerice, istraživači (Lane i Robertson, 1979; Saariluoma i Kalakoski, 1998) utvrđuju da semantički cilj (semantički orijentirana uputa – „pronađi najbolji potez“) utječe na višu razinu dosjećanja šahovske pozicije nego formalni cilj (uputa – „utvrditi broj figura na crnim poljima“). Stoga, nije začuđujuće da se područja koja diferenciraju eksperte od novaka, a koja su važna za prepoznavanje funkcija objekata i njihove povezanosti (supramarginalna vijuga i okcipito-temporo-parijetalni spoj) te geštalt percepciju (temporalno-parijetalni spoj) nalaze na strateškoj lokaciji između regija uključene u obradu perceptivnih i akcijsko-prostornih informacija, odnosno ventralne i dorzalne struje (Rennig i suradnici, 2013; Bilalić i suradnici, 2010, 2011b) . U suradnji s medijalno temporalnim režnjem, koji je uključen u dosjećanje semantičkih informacija, kolateralnom pukotinom, retrosplenijalnim korteksom (prepoznavanje obrazaca) i prefrontalnim korteksom (zadužen za ciljeve) percepcija eksperta može ne samo brzo prepoznati obrasce, već se i optimalno podesiti da zaista brzo „vidi“ njihovu smislenu cjelinu (Bilalić i suradnici, 2010, 2011c; Amidžić i suradnici, 2001; Potter, 2012b). Dakle, konceptualne informacije u interakciji s perceptivnim informacijama, odnosno njihova organizacija mogle bi dati odgovor (Lane i Chang, 2017) na ne razriješenu izjavu različitih šahovskih eksperata kako „ne vide“ njen „smisao“ u randomiziranim pozicijama, dok je obratno u poznatim (Chase i Simon, 1973b).

### 1.3.3.2. Početak i kraj pretrage informacija - Pažnja u šahu

Pretraga informacija započinje usmjeravanjem očnih fiksacija, odnosno usmjeravanjem pažnje prema sadržaju šahovske pozicije, što determinira informacije koje će se ekstrahirati i naučiti (Gobet i Lane, 2010). Kada pozicija sadrže poznate obrasce, šahisti mogu brzo usmjeriti pažnju na sve relevantne dijelove šahovske ploče i tako apsorbirati ključne informacije. Usmjeravanje pažnje vođeno je aktivacijom znanja iz DTP-a, odnosno informacijama koje su bile važne u prošlosti, a koje mogu biti važne i u budućnosti (Gobet i Lane, 2010). Na taj način pažnja usklađuje nadolazeće informacije iz oba smjera protoka informacija. Uzduž poznatih obrazaca, pažnja nadopunjuje mentalnu reprezentaciju putem selektivnog aktiviranja čvorova (*chunkova*) u mrežnoj distribuciji znanja i tako smanjuje suvišno opterećenje sustava. Tijekom vrlo kratkog perioda, ekspertni šahisti imaju cjelovitu mentalnu reprezentaciju pozicije koja osigurava da im zadnja sekvenca očnih fiksacija bude usmjerena na koordinirano izvođenje radnje ruka-objekt (figura) prilikom izvođenja poteza. Iako pažnja pokazuje superiornost eksperata nad slabijim igračima, što je vidljivo u drugačijem obrascu očnih fiksacija (Holding, 1985; Reingold i suradnici, 2001b; Reingold i Charness, 2005; Sheridan i Reingold, 2014), ona sama po sebi nije ključna za objašnjavanje efekta ekspertnosti (Bilalić, 2011; Saariluoma, 2001). Pažnja je samo tranzicijski proces koji manifestira ekspertnu podešenost prema šahovskom materijalu. Naime, važno je istaknuti da pažnja, iako nije uzrok već posljedica šahovske ekspertnosti, kreira radni okvir u kojem se posljedica može odmotati unatrag i usmjeriti prema uzroku šahovske ekspertnosti.

Iz poznatih istraživanja (Chase i Simon, 1973b; Gobet i Simon, 1996c; Saariluoma i Kalakoski, 1998) randomiziranih pozicijama utvrđeno je ometanje prva dva stadija funkcionalne operacije pažnje – inicijalno prikupljanje informacija i usmjeravanje prema relevantnim informacijama. Drugim riječima, izgradnja mentalne reprezentacije, tj. selektivna aktivacija *chunkova* je otežana. Igrači izražavaju da ne mogu zahvatiti smisao šahovske pozicije, jer im je onemogućen pokušaj da im u poziciji sve bude smisljeno (Chabris i Simons, 1998). Upravo zbog toga što je pozicija nasumično postavljena smisao (red) iščezava. Pažnja tada nije koncentrirana i selektivna već je nesustavna i distribuirana preko cijele pozicije što iziskuje dodatno vrijeme i proces voljnog *chunkiranja*, odnosno aktivaciju sporijeg prefrontalnog sustava obrade informacije koji od kaotičnih informacija stvara red (Bartlett, Boggan i Krawczyk, 2013; Gobet



i suradnici, 2001). Osim nepoznavanja pozicije, izvor pogreške može biti usmjeravanje pažnje na elemente poznatog rješenja uz ignoriranje elemenata optimalnog rješenja – *Einstellung* (mentalni set) efekt (Bilalić, Gobet i McLeod, 2008a, 2008b; Bilalić, i suradnici 2010; Antolčić i Valerjev, 2019). Iako igrači u manjoj mjeri usmjeravaju pažnju na elemente optimalnog rješenja, ipak konstantno vraćaju pažnju na elemente poznatog rješenja. To prikazuje obrazac mišljenja vođen aktivacijom mentalne reprezentacije rješenja koja ne dopušta uzimanje novih informacija u obzir i restrukturiranje reprezentacije. Aktivirano znanje (shema) usmjerava pažnju prema aspektima pozicije koji su relevantni za shemu i tako potkrjepljuje stvorenu odluku o rješenju (Bilalić i suradnici, 2010). S druge strane, Helfenstein i Saariluoma (2007) prikazuju kako izlaganje konceptualnom znaku (*priming* efekt), koji nije relevantan za rješavanje problema, može stvoriti neadekvatnu interpretaciju i mentalnu reprezentaciju istog vidnog scenarija. Odnosno, usmjeravanje pažnje na drugačiji konceptualan sadržaj može stvoriti drugačiji (netočan) pristup u istoj *problem-solving* situaciji (Ricks, Turley-Ames i Wiley, 2007; Wiley, 1998). Saariluoma (1990, 1992) smatra da do pogreške u šahu dolazi zbog netočne konstrukcije problemske reprezentacije, tj. podrijetlo se nalazi u mehanizmu selekcije informacija. Dakle, šahisti griješe zato što je njihov unos informacija blokiran od strane aktiviranog sadržaja mentalne reprezentacije, a koji ne sadrži rješenje. Aktivacija mentalne reprezentacije s određenim sadržajem stvara efekt sličan setu (konceptualni set) u kojem postoji tendencija da se igrači fiksiraju i postanu slijepi na druge interpretacije istog vidnog sadržaja (Saariluoma, 1990; Biggs i suradnici, 2015; Ricks, Turley-Ames i Wiley, 2007; Wiley, 1998). Riječima Gobeta i Simona (1996c) igrači nisu u stanju prepoznati da prethodno adekvatna šablona je postala neadekvatna, odnosno da su u nemogućnosti rekonstruiranja mentalne reprezentacije.

Ovisno o tipu ometajućeg podražaja (distrakciji) i njegovoj modulaciji pojedine razine procesa pažnje, izvor pogreške je drugačiji, što se odražava na različite ishode rješavanja problema. Ometajući faktori perceptivne naravi, kao što je perceptivna nestrukturiranost podražaja, važan su čimbenik moduliranja pažnje u *bottom-up* procesiranju (Gobet, 1998). Pažnja je tada u većoj mjeri vođena čistim podacima te ne može efikasno iskoristiti kapacitete memoriranih perceptivnih obrazaca da bi paralelno obradila nadolazeće informacije. Posljedica takve serijalne obrade informacija je otežana perceptivna organizacija podražaja, opterećenje kognitivnog sustava i povećana šansa za pogreškom (Gobet i Charness, 2006; Moxley i

suradnici, 2012). S druge strane, kada je sam podražaj perceptivno strukturiran, ali je ometajući faktor (distrakcija) tek funkcionalno sličan ciljanom elementu podražaja (npr. matnom potezu), tada distrakcija ometa oku nevidljivu strukturu unutarnje povezanosti elemenata podražaja. U *top-down* procesiranju pažnja je vođena aktivacijom mentalne reprezentacije koja sadrži funkcionalne odnose među elementima podražaja (Lamme i Roelfsema, 2000; McGregor i Howes, 2002; Bilalić i suradnici, 2011c). Kada je sadržaj mentalne reprezentacije potaknut i/ili u interakciji s funkcionalnim karakteristikama distrakcije te u konačnici aktivirana reprezentacija ne sadrži rješenje povećava se šansu za pogreškom.

Šahisti su na svim razinama skloni griješiti, a svaka učinjena pogreška može rezultirati značajnim gubitkom prednosti, a naposljetku i partije. Naime, istraživanja se nisu u velikoj mjeri dotakla uzroka zbog kojih igrači griješe, iako bi pogreške u kognitivnom procesiranju mogle otkriti narav uključenih mehanizama (Saariluoma, 1990; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Gobeta i Simona, 1996c). Kao što su spoznaje o superiornoj izvedbi doprinijele zaključcima o kognitivnim mehanizmima eksperata, tako bi i razumijevanje pogrešaka doprinijelo sveobuhvatnoj slici šahovske ekspertnosti. Poznato je da, ovisno o šahovskoj ekspertnosti, igrači različito opažaju i prikupljaju informacije što rezultira različitom mentalnom reprezentacijom šahovske pozicije (Saariluoma i Kalakoski, 1998; Reingold i suradnici, 2001a, 2001b). Ekspertno opažanje informacija, osobito prilikom griješenja može pružiti spoznaju o tome kako eksperti konstruiraju mentalne reprezentacije za razliku od ne-eksperata te što ih to navodi na pogrešku.

## 2. Cilj

Cilj je utvrditi utjecaj funkcionalne i perceptivne pozadinske distrakcije na proces rješavanja taktičkih šahovskih problema kod jačih i slabijih igrača.

### 2.1. Problemi

1. Utvrditi utječe li šahovski rejting, perceptivna i funkcionalna distrakcija na točnost i vrijeme rješavanja problema te njihovu procjenu težine.
2. Utvrditi razlike u utjecaju distrakcija na točnost, vrijeme rješavanja i procjenu težine problema kod jačih i slabijih šahista.
3. Utvrditi razlike u točnosti, vremenu rješavanja i procjeni problema između grupa šahista s obzirom na tip distrakcije.

### 2.2. Hipoteze

a) Pretpostavlja se da će pozadinska (*background*) perceptivna distrakcija, iako nema funkcionalnu značajnost, djelomično otežati pronalazak funkcionalne cjeline (*foreground*), odnosno relevantne informacije za rješenje. Saariluoma i Kalakoski (1998) pokazuju da šahisti koriste relevantne funkcionalne informacije za konstrukciju mentalne reprezentacije šahovske pozicije, dok irelevantne perceptivne informacije služe kao dopuna, odnosno njihov primarni kontekst. Pozadinska perceptivna distrakcija ometat će korištenje perceptivnih informacija (*chunkova*) koje inače upućuju na relevantne informacije, što će se odraziti na vrijeme rješavanja i procjenu težine zadataka.

b) Pretpostavlja se da će pozadinska (*background*) funkcionalna distrakcija u potpunosti otežati pronalazak funkcionalne cjeline (*foreground*), odnosno relevantne informacije za rješenje. Premda se igrači koriste relevantnim funkcionalnim informacijama, irelevantna funkcionalna informacija mogla bi potaknuti i održati pogrešnu reprezentaciju rješenja (Saariluoma, 1990; Helfenstein i Saariluoma, 2007). Pozadinska funkcionalna distrakcija ometat će korištenje funkcionalnih informacija (*chunkova*) koje su ključne za rješenje i time će utjecati na točnost, vrijeme rješavanja i procjenu težine zadataka.

c) Pretpostavlja se da će jači igrači efikasnije diskriminirati funkcionalnu cjelinu od irelevantne pozadine i samim tim efikasnije riješiti taktičke probleme od slabijih igrača,

neovisno o tipu pozadinske distrakcije. Veće znanje i efikasnija konstrukcija reprezentacije rješenja omogućava jačim igračima bolju izvedbu (Gobet, 1997; Saariluoma, 1990). Stoga će veličina rejtinga odraziti na točnost rješavanja, vrijeme rješavanja te procjenu težine.

### **3. Metoda**

#### **3.1. Ispitanici**

U istraživanju su sudjelovali registrirani šahovski igrači ( $N=48$ ; 5 ženskih) iz šest različitih gradova (Sisak, Zagreb, Karlovac, Sveta Nedjelja, Trogir i Zadar) i klubova, a koji imaju službeni nacionalni rejting. Od ukupno 58 igrača izbačeno je njih 10, zbog nepridržavanja upute, tehničkih poteškoća ili aberantnih rezultata. Igrači su podijeljeni u dvije jednake grupe od 24 igrača i dijelili bi se prema nacionalnom rejtingu. Uzet je kriterij podjele igrača od 1900 bodova nacionalnog rejtinga, jer prema šahovskoj klasifikaciji titula ta razina bodova dijeli igrače sa znatnim šahovskim natjecateljskim iskustvom. Također, većina šahovskih istraživanja imaju vrlo sličan kriterij podjele igrača (Holding, 1985; Gobet, 1997; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Bilalić i suradnici, 2008a). Dakle, igrači koji bi imali nacionalni rejting manji od 1900 pripali bi grupi slabijih igrača ( $M=1755.92$ ,  $SD=90.98$ ), a oni preko u grupu jačih igrača ( $M=2045.75$ ,  $SD=98.76$ ); raspon rejtinga igrača kretao se od 1547 do 2270. Prosječna vrijednost dobi slabijih igrača je 27.71 ( $SD=17.14$ ), a jačih igrača 31.42 ( $SD=15.30$ ); raspon dobi je od 16 do 72 godine.

#### **3.2. Mjerni instrument**

*Šahovski problemi* Šahovski zadaci (problemi) ( $N=23$ ) generirani su, izmijenjeni i selekcionirani u suradnji sa šahovskim internacionalnim majstorom i drugim suradnicima. Od ukupno 62 generirana šahovska zadatka izabrana su 24 zadatka, a odabrani su po određenim kriterijima. Jedan od zadataka je, nakon provedbe istraživanja i dodatne provjere, izbačen zbog neispunjavanja kriterija. U svim zadacima bijeli je zadavao mat u dva poteza.

*Kriteriji* Tri nezavisna procjenjivača (dva internacionalna majstora i jedan velemaistor), procijenili su težinu (na skali od 1 do 7; jako lagani – jako teški) svih 62 zadataka koji su ušli u širi izbor. Zatim su u obzir uzeti zadaci koji imaju najvišu razinu slaganja među procjenjivačima (razlika među procjenjivačima nije bila veća od 2). Potom su problemi dalje selekcionirani po nekoliko kriterija. Podjednak je broj teških i laganih zadataka, odnosno težina zadataka se

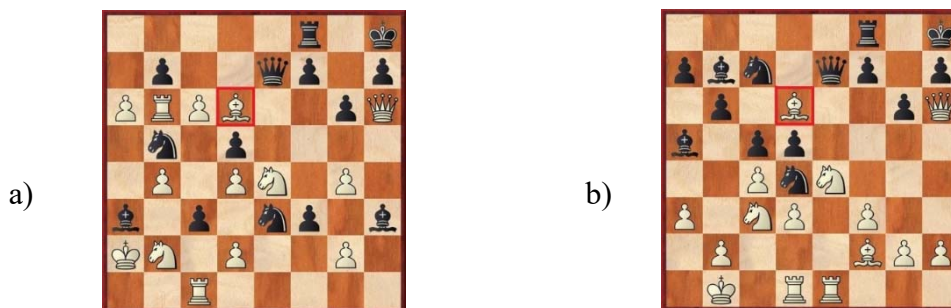
linearno povećava (iako su zadaci izmiješani prilikom rješavanja); korišteni su različiti matni motivi; uravnotežen je broj i tip figura koje zadaju mat (od pijuna do dame); položaj protivničkog kralja variran je s obzirom na kvadrant njegovog pojavljivanja; podjednak je broj pozicija s više matnih varijanti (jedna, dvije ili tri); u 1/3 slučaja nije prvi potez bijelog zadavanje šaha; broj figura na ploči je izjednačen kod svih problema. Selekcija zadatka učinjena je u svrhu smanjivanja ispitanikova učenja i predviđanja.

Nakon selekcije zadataka, za svaki zadatak napravljene su četiri ekvivalentne verzije, koje su odgovarale razinama nezavisnih faktora, v. sliku 3. Svi zadaci sadrže konstantnu matnu sliku (sve figure koje su relevantne za davanje specifičnog mata) s raznim taktičkim motivima, dok je raspored i tip pozadinskih (irelevantnih) figura variran. Dakle, razine nezavisnih varijabli čine: manje vjerojatan raspored pozadinskih figura koji označava prisustvo, a vjerojatniji raspored označava odsustvo perceptivne distrakcije; pojava figure koja povećava broj kandidata poteza čini prisutnost funkcionalne distrakcije, a njeno ne pojavljivanje čini razinu odsustva funkcionalne distrakcije. Svaki od zadataka konstruiran je na sve četiri faktorske razine i ukupan broj korištenih zadataka te njegovih varijacija iznosio je 96.

*Perceptivna distrakcija* odnosno raspored pozadinskih figura može biti više ili manje vjerojatan (semi-randomiziran) da se pojavi u prosječnoj partiji, metoda je slična u drugim radovima (Saarilouma i Kalakoski, 1997; Campitelli i Gobet, 2005). Randomizacija pozadinskih figura odvijala se po principu da se ne mijenja matna slika (specifičan mat u dva poteza), ali da se izmjene *gestalt* načela pozadinskog rasporeda figura (figure nisu tipično grupirane po boji, lokaciji ni po funkciji), primjer slika 3. Tri nezavisna procjenjivača (dva internacionalna majstora i jedan velemaistor) procijenili su vjerojatnost pojavljivanja pozicija (matna slika i raspored pozadinskih figura) u prosječnoj šahovskoj partiji (na skali 1-7; „*malo je moguće*“–„*jako je moguće*“). Prosječne razlike manje vjerojatnih pozicija iznosi 0.5 ( $SD=0.72$ ), a vjerojatnijih 2.75 ( $SD=1.11$ ), što je bilo i za pretpostaviti pošto je „vjerojatnost“ relativan pojam za svakog od šahovskih igrača (procjenjivača), a time su i varijabilnije procjene. Zadovoljen je kriterij jasne razlike, prosječna vrijednost manje vjerojatnih pozicija iznosi 1.29 ( $SD=0.33$ ), a vjerojatnijih 4.58 ( $SD=0.94$ ), što evidentno pokazuje da se vjerojatnost pojavljivanja pozicija značajno razlikuje ( $p<0,001$ ).

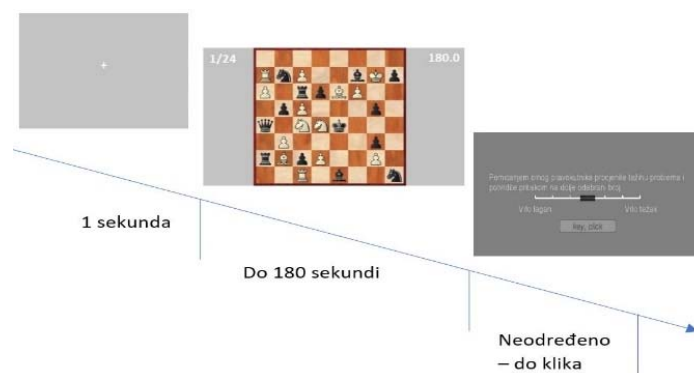
*Funkcionalna distrakcija* označava prisutnost, odnosno odsutnost figure (lovca, skakača ili topa) koja se nalazi i djeluje u samoj blizini protivničkog kralja i povećava broj poteza

kandidata, primjer slika 3. Prosječan broj poteza kandidata u prisutnosti distrakcije je 3,35 (SD=1,75), a u odsustvu distrakcije je 2 (SD=1,62) što se značajno razlikuje ( $p < 0,01$ ). Također, sudjeluje u zadavanju mata u tri poteza, ali ne i u dva poteza (što služi kao kontrola jer potencijalno može evocirati matne slike u tri poteza). Računalni program Stockfish 11 (Costalba i suradnici, 2020) koristio se kao provjera narušavaju li pozadinske figure matnu sliku (tj. specifičan mat) i zadovoljava li tip pozadinske figure uvjet zadavanja mata u tri poteza, ali ne u dva.



*Slika 3* Primjer zadatka s prisustvom (pod a) i odsustvom (pod b) perceptivne distrakcije (vjerojatnosti pojavljivanja pozadinskog rasporeda figura); s prisustvom (figura označena crvenim kvadratom) i odsustvom (figura se ne bi pojavila na označenom polju) funkcionalne distrakcije.

*Računalni program* Šahovski zadaci prikazani su u računalnom programu *PsychoPy3* (Peirce i suradnici, 2019). Zadaci su se izmjenjivali po unaprijed određenom algoritmu, algoritam je bio namijenjen ispitaniku pojedinačno jer je redoslijed u potpunosti uravnotežen. Računalni program prikazuje 2-D sliku šahovskog zadatka i informacije o rednom broju zadatka od ukupnog te vremensko odbrojavanje. Nakon što ispitanik pritisne četiri puta lijevi klik na površini slike, program zadaje skalu procjene težine zadatka te prelazi na idući zadatak (slika 4). Program je bilježio vrijeme pojedinog klika, polje na koje se kliknulo, točnost odgovora i procjenu težine zadatka.



Slika 4 Prikaz vremenskog slijeda programa i trajanja pojedinog dijela.

### 3.3. Postupak

Prikupljanje ispitanika odvijalo se u dogovoru s trenerima pojedinih klubova te u dogovoru sa samim igračima na turniru. Mjerenje se vršilo u prostorijama klubova i na turniru. Paralelno se ispitivalo pet sudionika na pet različitih računala, a ispitanici su u znatnoj mjeri bili odvojeni jedni od drugih. Prije nego bi ispitanici sjeli za pripadajuće računalo, slijedila bi grupna demonstracija tehnike rješavanja zadataka. Eksperimentator bi demonstrirao tehniku rješavanja – lijevim klikom miša se označi početno i završno polje oba poteza (ukupno četiri klika), a zatim se na skali označi procjena težine zadatka. Tada bi ispitanici sjeli za pripadajuće računalo i eksperimentator bi im odredio redoslijed prezentacije zadataka. Ispitanicima je prikazana generalna uputa, nakon čega slijedi četiri zadatka za vježbu, pa glavna uputa i eksperimentalni zadaci. Eksperimentalni zadaci sadrže četiri tipa: 1. Pozicije bez distrakcija; 2. Pozicije s perceptivnom, ali bez funkcionalne distrakcije; 3. Pozicije bez perceptivne, ali s funkcionalnom distrakcijom; 4. Pozicije s oba tipa distrakcije. Zadaci su izmiješani po principu pravilne uravnoteženosti – latinski kvadrat, odnosno svi ispitanici su prošli navedene četiri situacije i sve zadatke, ali s rotacijom. Ispitanici su trebali riješiti zadane zadatke matom bijelog u dva poteza u tri minute, odabirom bilo koje kombinacije (ako ih je bilo više), s tim da su svi zadaci forsiranog tipa (mat u 2 poteza je iznuđen).

## 4. Rezultati

U eksperimentu su prikupljeni podaci vremena rješavanja (ukupno vrijeme, vrijeme točnih i netočnih zadataka), proporcije točnosti i procjene težine u 92 zadatka kod 48 ispitanika. Podaci iz zadataka su podijeljeni u četiri različite eksperimentalne situacije (prisutnost i odsutnost perceptivne i funkcionalne distrakcije) te u dvije grupe ispitanika (jači i slabiji šahisti). Po ispitaniku prikupljeni su podaci iz 23 zadataka. Sve mjere testiranja normalnosti distribucije na svim razinama eksperimentalnih uvjeta i grupa pokazale su se zadovoljavajućom (prema Kolmogorov-Smirnov test;  $p > 0,05$ ). Također, mjere asimetrije i spljoštenosti kreću su od -2 do 2, osim jedne razine faktora koja ima spljoštenost 7,68, što ne prelazi kritičnu vrijednost odstupanja distribucije od normalne (Kline, 2011). Međutim, treba napomenuti da na jednoj razini faktora (proporcija točnosti kod jačih igrača bez distrakcije) distribucija odstupa značajno od normalne prema K-S testu ( $p < 0,05$ ), iako se mjere asimetrije i spljoštenosti kreću unutar zadovoljavajućih razina (-0,53 i -1,21). Naime, takva distribucija se mogla i očekivati jer je grupa jačih igrača sastavljena od iznimno dobrih šahista koji u pozicijama bez ikakvih otežavajućih faktora pokazuju iznimnu efikasnost, osobito što je težina zadatka linearna. Stoga je na svim podacima provedena parametrijska inferencijalna statistika.



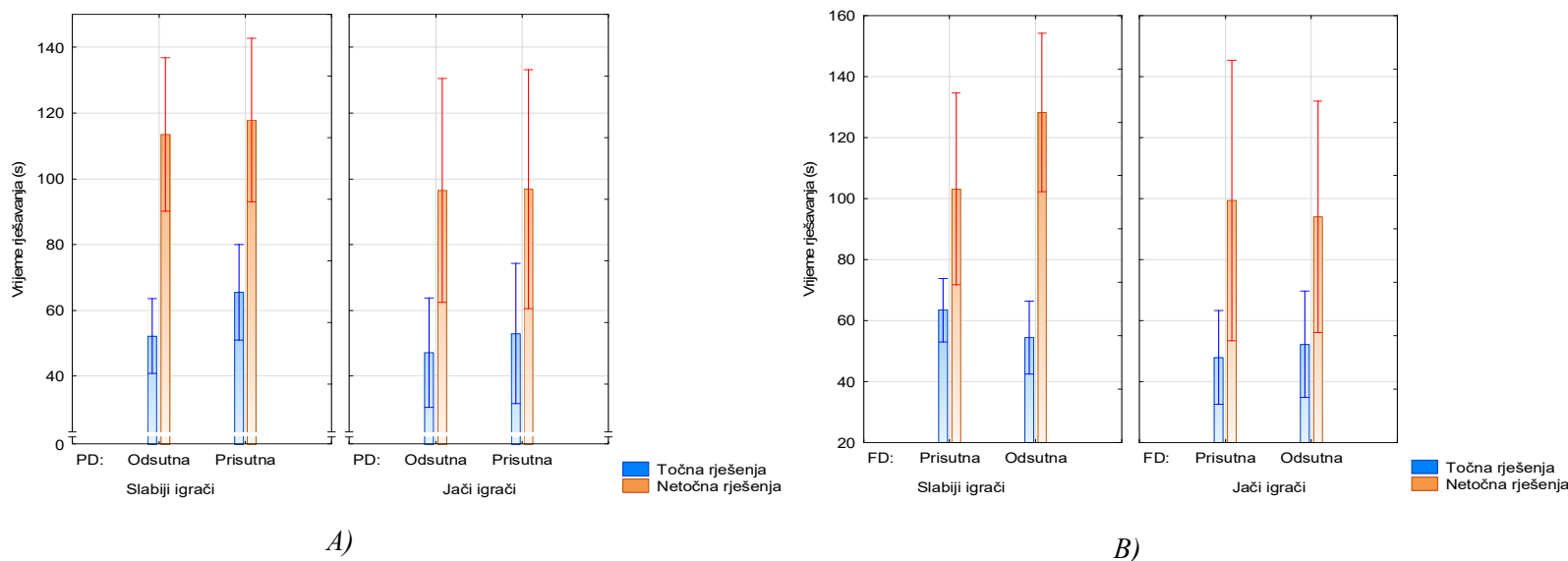
Tablica 1 Aritmetičke sredine (M) i standardne devijacije (SD) vremena rješavanja, proporcije točnosti i procjene težine zadatka s obzirom na prisutnost i odsutnost perceptivne i funkcionalne distrakcije te grupe igrača.

		Jaki igrači		Slabiji igrači		
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
	Perceptivna distrakcija	Funkcionalna distrakcija				
<b>Vrijeme rješavanja (s)</b>						
	Prisutna	Prisutna	61,50	21,45	88,74	25,17
		Odsutna	59,42	23,53	80,46	26,38
	Odsutna	Prisutna	56,15	23,24	74,28	23,16
		Odsutna	47,20	26,39	75,55	25,16
Ukupno			56,07	15,87	79,76	15,84
<b>Proporcija točnosti</b>						
	Prisutna	Prisutna	0,69	0,21	0,49	0,19
		Odsutna	0,83	0,19	0,62	0,24
	Odsutna	Prisutna	0,76	0,21	0,57	0,25
		Odsutna	0,88	0,13	0,64	0,26
Ukupno			0,79	0,13	0,58	0,16
<b>Procjena težine (1-7)</b>						
	Prisutna	Prisutna	3,85	0,88	4,03	0,85
		Odsutna	3,74	1,04	3,93	0,86
	Odsutna	Prisutna	3,71	1,10	3,91	0,94
		Odsutna	3,51	0,95	3,99	1,12
Ukupno			3,70	0,81	3,96	0,77

#### 4.1. Glavni efekti i interakcija

Prije nego se utvrde rezultati glavnih analiza vremena rješavanja, potrebno je ustanoviti opravdanost podjele zavisne varijable ukupnog vremena rješavanja na vrijeme točno i vrijeme netočno riješenih zadataka, na kojima će se provoditi daljnje analize. Ukoliko se utvrdi da postoji značajna razlika između vremena točno i netočno riješenih zadataka može se pretpostaviti da se u tim uvjetima radi o različitim kognitivnim mehanizmima. Što opravdava korištenje ukupnog vremena rješavanja u obliku vremena točno i netočno riješenih zadataka, jer se efekti nezavisnih varijabli mogu različito odraziti na pojedina vremena rješavanja, odnosno na različite kognitivne mehanizme.

*Opravdanost podjele varijable vremena* Provodi se analiza varijance s ponovljenim mjerenjima da bi se utvrdila razlika u vremenu točno i vremenu netočno riješenih zadataka s obzirom na tip distrakcije i grupe igrača. Međutim, kako bi se održala jednostavnost forme, biti prikazani će traženi rezultati razlika između vremena točno i vremena netočno riješenih zadataka na faktorskim razinama, odnosno samo post-hoc analize iz provedene ANOVA-e (vidjeti tablicu B1, sliku 5 i sliku A14).



Slika 5 Vremena rješavanja s obzirom na tip rješenja, tip distrakcije (pod A perceptivna i pod B funkcionalna) i grupe igrača

Iz dobivene post-hoc analize (uz Tukey korekciju) može se utvrditi značajna razlika između vremena točno i netočno riješenih zadataka bez obzira na prisustvo ili odsustvo perceptivne i funkcionalne distrakcije kod obje grupe igrača (dobivene razlike zadovoljavaju uvjet  $p < 0,01$ ). Obje grupe igrača imale su značajno niže vrijeme rješavanja u zadacima koje su točno rješavali nego u onima koje su netočno rješavali bez obzira na prisutnost distrakcije. Osim što nije utvrđena razlika u uvjetu bez funkcionalne distrakcije kod jačih igrača ( $p > 0,05$ ). Dakle, može se zaključiti da postoje različiti obrasci vremena rješavanja ovisno o tome da li se zadaci točno ili netočno riješe. Što upućuje na to da su drugačiji kognitivni mehanizmi uključeni u ta uvjeta rješavanja (brzi i spori mehanizmi).

*Glavni efekti i interakcija* Da bi se utvrdilo utječe li veličina šahovskog rejtinga, perceptivna i funkcionalna distrakcija na proces rješavanja problema provedeno je pet tromjernih mješovitih ANOVA-i na rezultatima točnosti rješavanja, ukupnog vremena, vremena točno i netočno riješenih zadataka i procjeni težine zadataka.

Tablica 2 Rezultati glavnih efekata tromjerne ANOVA-e na setu zavisnih varijabli

		<i>Točnost</i>	<i>Ukupno vrijeme</i>	<i>Vrijeme točno riješenih zadataka</i>	<i>Vrijeme netočno riješenih zadataka</i>	<i>Procjena težine zadataka</i>
Grupe igrača	<i>F</i>	25,73**	26,80**	10,03**	1,77	1,31
	<i>df</i>	1/46	1/46	1/44	1/22	1/46
	<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,26
	$\eta_p^2$	0,36	0,37	0,19	0,07	0,03
Perceptivna distrakcija	<i>F</i>	4,56*	13,32**	6,71**	0,30	2,24
	<i>df</i>	1/46	1/46	1/44	1/22	1/46
	<i>p</i>	0,04	0,00	0,01	0,59	0,14
	$\eta_p^2$	0,09	0,22	0,13	0,01	0,05
Funkcionalna distrakcija	<i>F</i>	22,93**	2,50	8,04**	0,89	1,33
	<i>df</i>	1/46	1/46	1/44	1/22	1/46
	<i>p</i>	0,00	0,12	0,01	0,36	0,29
	$\eta_p^2$	0,33	0,05	0,15	0,04	0,00

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Utvrđen je glavni efekt grupe na točnost rješavanja ( $p < 0,01$ ), ukupno vrijeme rješavanja ( $p < 0,01$ ), vrijeme točno riješenih zadataka ( $p < 0,01$ ). S druge strane, nije utvrđen glavni efekt grupe na vrijeme netočno riješenih zadataka i procjenu težine zadataka.

Utvrđen je glavni efekt perceptivne distrakcije na točnost ( $p < 0,05$ ), ukupno vrijeme rješavanja ( $p < 0,01$ ) i vrijeme točno riješenih zadataka ( $p < 0,01$ ). Dok nije utvrđen glavni efekt perceptivne distrakcije na vrijeme netočno riješenih zadataka i procjenu težine zadataka.

Glavni efekt funkcionalne distrakcije pokazao se značajan na točnosti riješenih zadataka ( $p < 0,01$ ) i na vrijeme točno riješenih zadataka ( $p < 0,01$ ). S time da nije utvrđen glavni efekt funkcionalne distrakcije na ukupno vrijeme rješavanja, vrijeme netočno riješenih zadataka i procjenu težine zadataka.

Tablica 3 Rezultati interakcije trosmjerne ANOVA-e na setu zavisnih varijabli

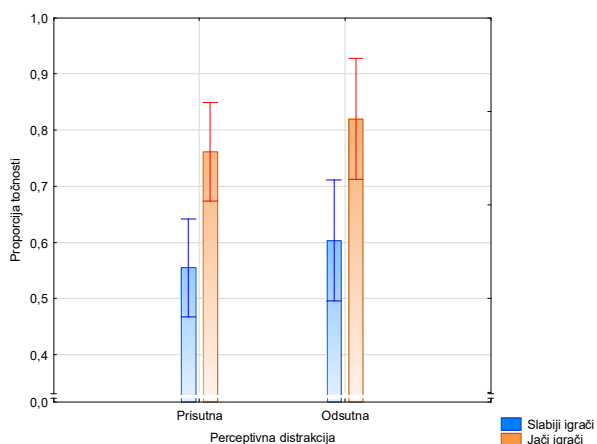
		<i>Točnost</i>	<i>Ukupno vrijeme</i>	<i>Vrijeme točno riješenih zadataka</i>	<i>Vrijeme netočno riješenih zadataka</i>	<i>Procjena težine zadataka</i>
Perceptivna x Funkcionalna distrakcija	<i>F</i>	0,28	0,03	1,34	0,42	0,04
	<i>df</i>	1/46	1/46	1/44	1/22	1/46
	<i>p</i>	0,58	0,86	0,25	0,52	0,83
	$\eta_p^2$	0,01	0,00	0,03	0,02	0,00
Perceptivna distrakcija x Grupe igrača	<i>F</i>	0,04	0,03	0,10	0,24	1,10
	<i>df</i>	1/46	1/46	1/44	1/22	1/46
	<i>p</i>	0,83	0,86	0,76	0,63	0,31
	$\eta_p^2$	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Funkcionalna distrakcija x Grupe igrača	<i>F</i>	0,57	0,12	1,27	2,02	0,90
	<i>df</i>	1/46	1/46	1/44	1/22	1/46
	<i>p</i>	0,46	0,73	0,79	0,17	0,35
	$\eta_p^2$	0,01	0,00	0,00	0,08	0,02

Nije utvrđen niti jedan interakcijski efekt među nezavisnim varijablama na svim zavisnim varijablama.

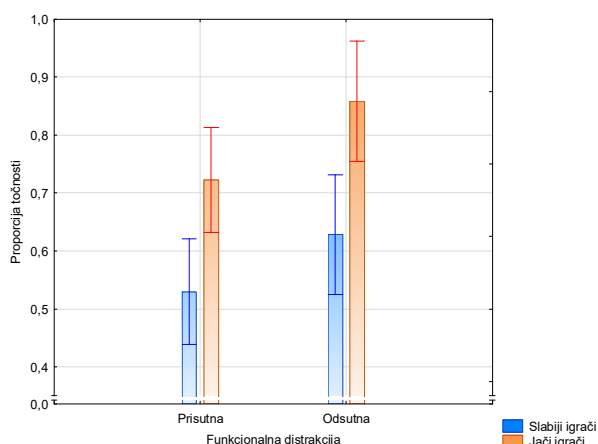
## 4.2. Pojedinačni efekti

Da bi se poblizje utvrdilo postojanje i smjer pojedinačnih unutargrupnih i međugrupnih efekata provedene su post-hoc analize s Tukey korekcijom za svaku od zavisnih varijabli.

### Točnost rješavanja zadataka



Slika 6 Proporcije točnosti s obzirom na perceptivnu distrakciju i grupe igrača

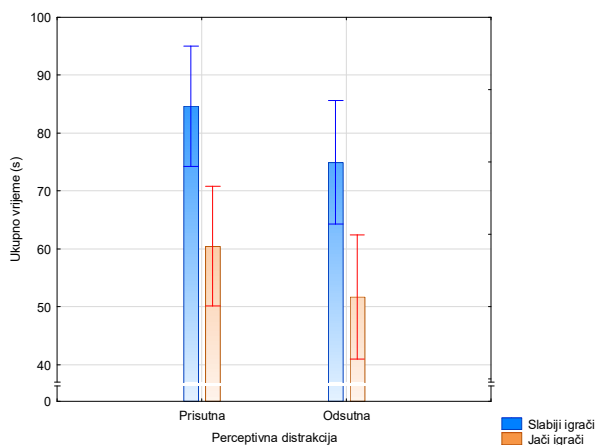


Slika 7 Proporcije točnosti s obzirom na funkcionalnu distrakciju i grupe igrača

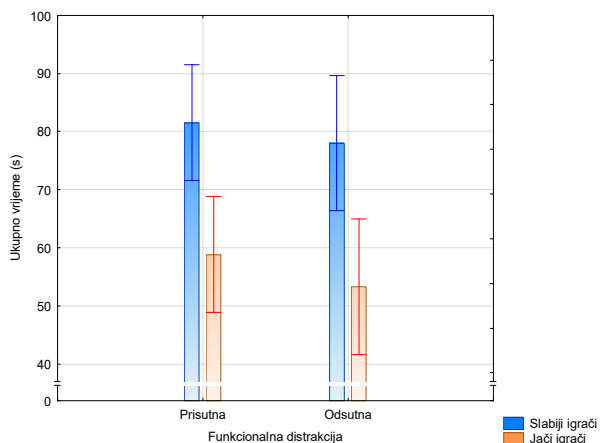
*Efekt distrakcije* Nije utvrđen značajan pojedinačni efekt perceptivne distrakcije na proporciju točnosti kod jakih, ni kod slabih igrača, v. sliku 6. Odnosno dobiven glavni efekt perceptivne distrakcije se izgubio na pojedinačnim faktorskim razinama. S druge strane, utvrđena je značajan utjecaj funkcionalne distrakcije na proporciju točnosti kod jakih ( $p < 0,01$ ) i slabih ( $p < 0,05$ ) igrača, v. sliku 7. Funkcionalna distrakcija smanjila je proporciju točno riješenih zadataka kod jakih i slabih igrača.

*Efekt grupe* Jači igrač bili su značajno točniji u rješavanju zadataka kod prisustva ( $p < 0,01$ ) i odsustva ( $p < 0,01$ ) perceptivne distrakcije od slabijih igrača. Isto tako, jači igrači bili su točniji u rješavanju zadataka kod prisustva ( $p < 0,01$ ) i odsustva ( $p < 0,01$ ) funkcionalne distrakcije od slabijih igrača. Jači igrači pokazali su efikasniju izvedbu od slabijih igrača na svim razinama.

## Ukupno vrijeme rješavanja zadataka



Slika 8 Ukupno vrijeme rješavanja (s) s obzirom na perceptivnu distrakciju i grupe igrača

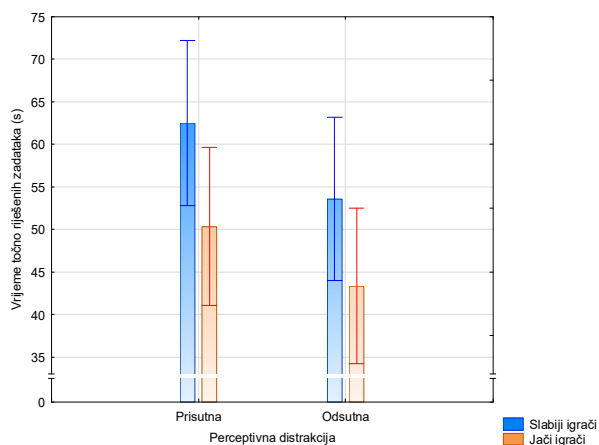


Slika 9 Ukupno vrijeme rješavanja (s) s obzirom na funkcionalnu distrakciju i grupe igrača

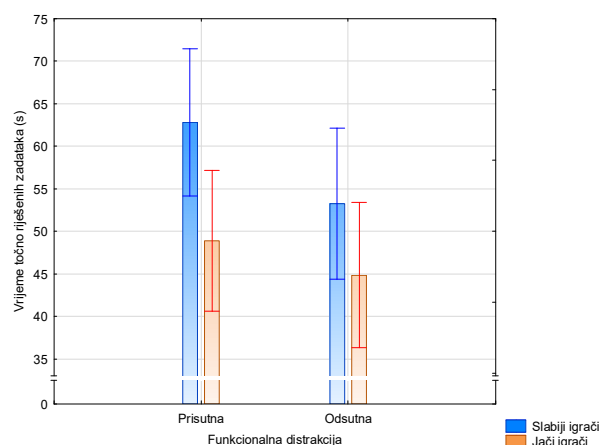
*Efekt distrakcije* Iako u glavnom dijelu analize interakcije nije ispala značajna, ipak se iz post-hoc tablice (v. sliku 8) može iščitati nezamjetljiva interakcija grupe igrača i perceptivne distrakcije. Perceptivna distrakcija značajno je utjecala na duže ukupno rješavanje kod slabih igrača ( $p < 0,05$ ), dok je kod jačih igrača imala tek granično značajan utjecaj ( $p = 0,08$ ), zbog čega vjerojatno i nije interakcija ispala značajna u glavnoj analizi. S druge strane nije utvrđen značajan utjecaj funkcionalne distrakcije na ukupno vrijeme rješavanja kod jakih, ni kod slabih igrača, v. sliku 9.

*Efekt grupe* Jači igrač značajno su imali kraće ukupno vrijeme rješavanja zadatka kod prisustva ( $p < 0,01$ ) i odsustva ( $p < 0,01$ ) perceptivne distrakcije od slabijih igrača (v. sliku 8). Isto tako, jači igrači imali su kraće ukupno vrijeme rješavanja zadatka kod prisustva ( $p < 0,01$ ) i odsustva ( $p < 0,01$ ) funkcionalne distrakcije od slabijih igrača (v. sliku 9). Jači igrači pokazali su efikasniju izvedbu od slabijih igrača na svim razinama.

## Vrijeme točno riješenih zadataka



Slika 10 Vrijeme točno riješenih zadataka (s) s obzirom na perceptivnu distrakciju i grupe igrača

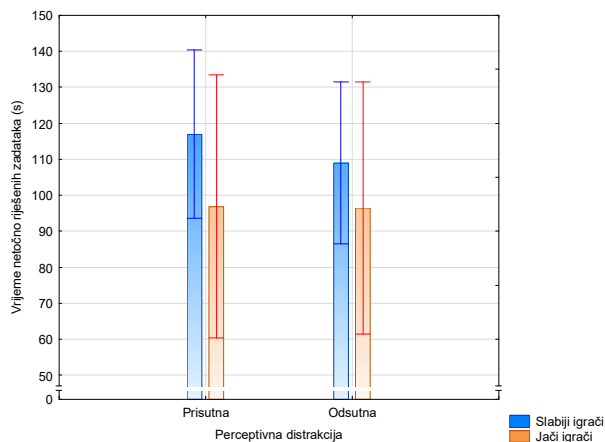


Slika 11 Vrijeme točno riješenih zadataka (s) s obzirom na funkcionalnu distrakciju i grupe igrača

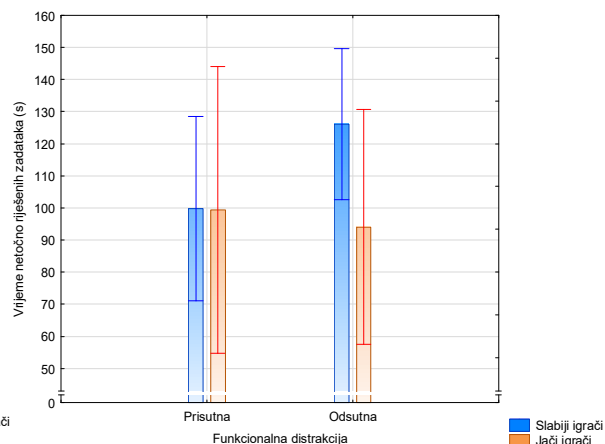
*Efekt distrakcije* Nije se utvrdio značajan glavni efekt perceptivne distrakcije na vrijeme točno riješenih zadataka unutar grupa igrača ( $p > 0,05$ ), v. sliku 10. S druge strane, iako se u glavnoj analizi nije utvrdila značajna interakcije taj efekt se pokazao u uvjetu funkcionalne distrakcije. Dakle, kod jačih igrača efekt funkcionalne distrakcije se nije pokazao značajnim s obzirom na vrijeme točno riješenih zadataka ( $p > 0,05$ ), dok se kod slabijih igrača utvrdio ( $p < 0,05$ ), v. sliku 11. Slabiji igrači imali su niže vrijeme rješavanja kod točnih zadataka u odsustvu funkcionalne distrakcije nego prisustvu.

*Efekt grupe* Dobivena je interakcija grupe igrača i perceptivne distrakcije, iako nije dobivena u glavnoj analizi, v. sliku 10. Utvrđen je graničan efekt jačine igrača na promjenu vremena točno riješenih zadataka kod prisustva perceptivne distrakcije ( $p = 0,053$ ), dok nije kod odsustva ( $p > 0,05$ ). Jači igrači imali su niže vrijeme rješavanja kod točnih zadataka u prisustvu perceptivne distrakcije nego slabiji igrači. Također, utvrđen je značajan efekt jačine igrača kod vremena točno riješenih zadataka s obzirom na funkcionalnu distrakciju ( $p < 0,01$ ), ali ne i u njenom odsustvu ( $p > 0,05$ ) (v. sliku 11). Jači igrači su pokazali bržu izvedbu u točnim zadacima nego slabiji u prisustvu funkcionalne distrakcije.

## Vrijeme netočno riješenih zadataka



Slika 12 Vrijeme netočno riješenih zadataka (s) s obzirom na perceptivnu distrakciju i grupe igrača



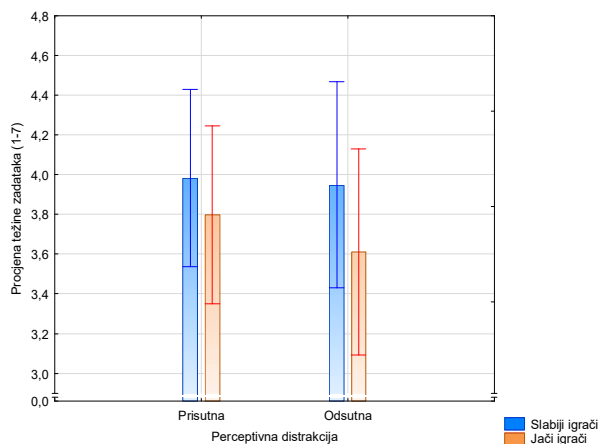
Slika 13 Vrijeme netočno riješenih zadataka (s) s obzirom na funkcionalnu distrakciju i grupe igrača

*Efekt distrakcije* Nije utvrđen efekt perceptivne i funkcionalne distrakcije na vrijeme netočno riješenih zadatka ni kod jakih ni kod slabih igrača.

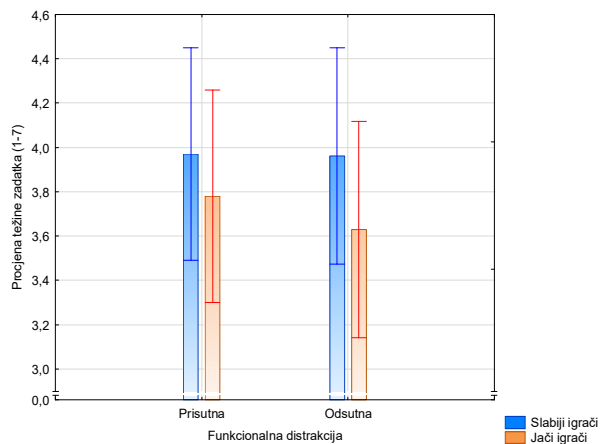
*Efekt grupe* Nije utvrđen efekt međugrupni efekt na vrijeme netočno riješenih zadataka s obzirom na perceptivnu i funkcionalnu distrakciju. Drugim riječima, jači i slabiji igrači jednako dugo su rješavali zadatke koje su netočno riješili.



## Procjena težine zadatka



*Slika 14* Procjene težine zadataka s obzirom na perceptivnu distrakciju i grupe igrača



*Slika 15* Procjene težine zadataka s obzirom na funkcionalnu distrakciju i grupe igrača

*Efekt distrakcije* Nije utvrđen efekt perceptivne i funkcionalne distrakcije na procjenu težine zadatka ni kod jakih ni kod slabih igrača.

*Efekt grupe* Nije utvrđen efekt međugrupni efekt na procjenu težine zadataka s obzirom na perceptivnu i funkcionalnu distrakciju. Drugim riječima, jači i slabiji igrači jednako su procjenjivali težinu zadataka neovisno o prisutnosti i tipu distrakcije.

### 4.3. Analiza pogreške

Kako bi se dodatno razložio i utvrdio utjecaj pojedine distrakcije prikazana je struktura relativne i apsolutne pogreške. Relativna pogreška se odnosi na proporciju netočnih zadataka pojedinih faktora u svim netočnim zadacima, a apsolutna pogreška je proporcija netočnih zadataka u svim rješavanim zadacima u tom uvjetu. Također, prikazana je i analiza varijance prosječne proporcije pogreške obje distrakcije kod jačih i slabijih igrača. Prethodno su utvrđene normalnosti raspodjele pojedinih uvjeta koje su pokazale zadovoljavajuće parametre (prema K-S testu razina značajnog odstupanja od normalne distribucije je veća od 5 posto te su razine spljoštenosti i asimetričnosti u prihvatljivom rasponu)

Tablica 4 Udio distrakcije (i korekcije) i ostalih faktora u proporciji relativne pogreške te apsolutne pogreške u svakom od eksperimentalnih uvjeta

		Jači igrači		Slabiji igrači		Ukupno	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Uvjet funkcionalne distrakcije							
Distrakcija	Relativna pogreška	,50(,59)	,46(,35)	,20(,55)	,39(,28)	,34(,57)	,44(,31)
	Apsolutna pogreška	,14(,16)	,16(,12)	,10(,26)	,18(,17)	,12(,21)	,17(,16)
Ostali faktori	Relativna pogreška	,50(,41)	,46(,35)	,80(,45)	,39(,28)	,66(,43)	,45(,31)
	Apsolutna pogreška	,14(,12)	,14(,12)	,37(,20)	,21(,12)	,26(,16)	,21(,13)
Uvjet perceptivne distrakcije							
Distrakcija	Relativna pogreška	,17	,57	,04	,64	,10	,60
	Apsolutna pogreška	,06	,13	,05	,21	,05	,17
Ostali faktori	Relativna pogreška	,83	,57	,96	,64	,90	,60
	Apsolutna pogreška	,18	,14	,40	,22	,29	,21

Iz tablice se može iščitati prosječna proporcija utjecaja pojedinih faktora u dva različita uvjeta, izračunata kao razlika proporcija pogreške uvjeta s distrakcijom i uvjeta bez distrakcije.

Naime, određenim igračima distrakcija je u prosjeku igrala obrnutu ulogu, odnosno postizali su veću prosječnu proporciju relativne pogreške u zadacima bez distrakcije nego s njom. Što objašnjava podatak o drugoj i trećoj standardnoj devijaciji koja odlazi u minus (v. tablicu 3). Također, dodatnim provjeravanjem utjecaja funkcionalne distrakcije utvrđena je korigirana proporcija zadataka u kojima je korištena distraktivna figura (izračunato kao zadaci u kojima je kliknuto na distrakciju), a vrijednost je prikazana u zagradama – korigirani parametar. Korigirana vrijednost funkcionalne distrakcije odražava realističniji utjecaj jer se temelji na pregledu načinjenih pogrešaka, a ne na razlici između uvjeta. Naime, iz tablice se jasno iščitava indikacija da funkcionalna distrakcija nije samo povećala postotak relativne pogreške, već je preuzela onaj dio postotka ostalim faktorima koji su se koristili (vidljivo iz razlike vrijednosti unutar i izvan zagrada). Odnosno, u prisustvu funkcionalne distrakcije igrači bi odabirali tip pogreške koji je uvjetovan distrakcijom nad ostalim tipovima pogreške koji bi se inače koristili u odsustvu distrakcije. Isto tako, velika razina standardne devijacije može se pripisati različitoj magnitudi distrakcije, kao i različitoj težini zadataka.

**Relativna i apsolutna pogreška** Rezultati provedene mješovite analize varijance na mjerama proporcije relativne i apsolutne pogreške ukazuju da su na njih distrakcije značajno utjecale ( $p < 0,01$ ) (v. tablicu B2 i B3 te sliku A15).

*Efekt distrakcije* Slabiji i jači igrači imali su veću razinu *relativne pogreške* u uvjetu korigirane funkcionalne distrakcije nego kod perceptivne distrakcije ( $p < 0,01$ ), v. sliku A15a i tablicu B16. Dok ostale relevantne razlike nisu utvrđene ( $p > 0,05$ ). Međutim, iako nisu utvrđene razlike između funkcionalne i korigirane funkcionalne distrakcije, očitava se jasan trend kod slabijih igrača ( $p = 0,10$ ). Odnosno, kod slabijih igrača funkcionalna distrakcija ne izaziva samo dodatnu razinu pogreške, već preuzima dio pogreške ostalim faktorima. Također, jedino su slabiji igrači imali veću *apsolutnu pogrešku* u uvjetu funkcionalne distrakcije nego perceptivne ( $p < 0,01$ ) dok nije bilo razlike kod jačih igrača, v. sliku A15b tablicu B17.

*Efekt grupe* Jači i slabiji igrači nisu se razlikovali u *relativnoj pogrešci* neovisno o tipu distrakcije ( $p > 0,05$ ), v. sliku A15a i tablicu B16. Također, nisu utvrđene razlike u proporcije *apsolutne pogreške* između jačih i slabijih igrača neovisno o tipu distrakcije ( $p > 0,05$ ), v. sliku A15b i tablicu B17. Međutim, valja istaknuti trend koji ukazuje na razliku između igrača kod korigirane funkcionalne distrakcije ( $p = 0,11$ ).

## 5. Rasprava

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati utjecaj perceptivne i funkcionalne distrakcije na proces rješavanja taktičkih šahovskih problema (zadatak matiranja crnog u dva poteza) kod jačih i slabijih šahista. Kako bi se ispitao utjecaj distrakcija kreirani su šahovski zadaci u kojima je matni obrazac bio konstantan, dok je ne-matni (pozadinski) obrazac varirao. Pozadinski obrazac figura je mogao biti randomiziran (obrazac figura koji se ne pojavljuje u šahovskim partijama) ili tipičan kao u šahovskim partijama, što je činilo razliku u percepciji šahovske pozicije. Isto tako, pozadinski obrazac sadržavao je funkcionalnu distrakciju (veći broj poteza kandidata) ili je bio bez nje. Rješavanje zadataka slabijih i jačih igrača omogućilo je usporedbu kako i koliko pojedine distrakcije utječu na ekspertne, a kako na ne-ekspertne šahiste. Daljnjim razlaganjem i objašnjenjem rezultata ispitat će se utemeljenost hipoteza te će zaključiti o njihovoj točnosti predviđanja.

### 5.1. Efekt šahovske vještine

#### *Glavni efekt*

Istraživanja (Chase i Simon, 1973a, 1973b; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Gobet, 1998; Gobet i Lane, 2010; Rennig i suradnici, 2013; Bilalić i suradnici, 2010, 2011b) konzistentno pokazuju da su mjere rejtinga igrača izuzetno valjane i objektivne. Drugim riječima, šahisti višeg rejtinga pokazuju superiornu izvedbu nad šahistima nižeg rejtinga na svim kognitivnim mjerama u domeni zavisnoj o vještini (dakle na šahovskom materijalu). Rezultati ovog istraživanja dopunjuju takve nalaze, iz tablice 2 može se vidjeti kako su jači igrači nadmašili slabije i to s velikom razinom efekta (parcijalna kvadrirana eta) na svim mjerama efikasnosti, osim u procjeni težine zadataka.

Dakle, jači igrači imali su višu *proporciju točnosti* nego slabiji igrači što ukazuje na njihov veliki kapacitet znanja i njegovo efikasnije korištenje (v. tablica 2). Pamćenje eksperta proteže se čak do 300 000 upamćenih *chunkova* (Gobet i Simon, 2000) koji se brzo aktiviraju u susretu s poznatim obrascima figura i njihovim lokacija na šahovskoj ploči (Chase i Simon, 1973a, 1973b). Takva kompleksna hijerarhijska struktura njihovog pamćenja čini percepciju udešenom na pravilnosti obrazaca, ali i dinamičnom što omogućava automatsku anticipaciju poteza na temelju prepoznatog obrasca (Ferrari, Didierjean i Marmeche, 2006). Drugim riječima, prepoznati obrazac aktivira sukladnu strukturu znanja u DTP-u, odnosno sekvencu

povezanih scena koje potencijalno mogu slijediti, što uključuje informaciju o potencijalnom potezu (Gobet i Simon, 1996b). Također, ekspertni šahisti mogu precizno predočiti ciljno stanje (npr. mat u dva poteza), a hijerarhijskom pretragom (mat kao cilj) i ekstrakcijom relevantnih potprostora (selektivnom pretragom) točno i brzo zatvaraju problemski prostor (Saariluoma, 1990; Saariluoma i Kalakoski, 1998). Dakle, prepoznavanje obrazaca, odnosno selektivno pretraživanje ekspertima omogućava točnu i brzu pretragu nad mnogobrojnim informacijama i dolaženje do rješenja.

Takve nalaze također potvrđuju i rezultati vremena rješavanja ovog istraživanja. Utvrđeno je da su jači igrači imali niže ukupno vrijeme rješavanja, vrijeme točno riješenih zadataka, ali ne i vrijeme netočno riješenih zadataka nego slabiji igrači, prema tablici 2 (v. slike A5, A8 i A11). Za očekivati je i bilo da će jači igrači imati niže ukupno *vrijeme rješavanja*, jer se više koriste brzim mehanizmom prepoznavanja obrazaca, što im omogućava da brzo anticipiraju potencijalan potez i donesu odluku (Burns 2004; Ferrari, Didierjean i Marmeche, 2006; Sigman, 2010; Lloyd-Kelly, Gobet i Lane, 2015). S druge strane, slabiji igrači oslanjaju više na sporiji mehanizam – pretražujući problemski prostor mogućih poteza i odgovora, tj. kalkuliranje kombinacija. Sukladno navedenom objašnjenju isto je očekivano i za vrijeme točnih i netočnih zadataka, s time da su različiti mehanizmi u podlozi tih dvaju vremena reakcije, v. sliku 5. Kod brzih odgovora (točnih – tablica 2) zastupljeniji je brzi mehanizam prepoznavanja obrazaca (osobito u lakšim zadacima, do 30 sekundi po potezu). Kada brza anticipacija poteza ne pruža rješenje, aktivira se sporiji mehanizam koji opterećuje radno pamćenje serijalnim pretraživanjem i voljnim *chunkiranjem* što povećava šansu za pogreškom (Kahneman, 2003; Gobet i Charness, 2006; Moxley i suradnici, 2012; Lloyd-Kelly, Gobet i Lane, 2015; Gobet, Lloyd-Kelly i Lane, 2016). Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su jači igrači pokazali bržu izvedbu kod točno riješenih zadataka nego slabiji igrači, vidljivo iz tablice 2 (v. slika A8). Takvi rezultati ukazuju na njihovo efikasnije procesiranje u točnim zadacima, odnosno veći vremenski dobitak prepoznavanja obrazaca i selektivnog kodiranja informacija kod jačih igrača (Chase i Simon, 1973b; Gobet i Simon, 1996b; Saariluoma, 1990; Reingold i suradnici, 2001; Gobet i suradnici, 2001). Međutim, ispostavilo se da su jači i slabiji igrači jednako spori u zadacima koje su netočno riješili, v. tablicu 2 i sliku A11. Takvi rezultati ukazuju da nemogućnost zatvaranja problemskog prostora, odnosno nedostizanje kriterija za prihvaćanje poteza aktivira spori i kontrolirani mehanizam pretraživanja kod obje grupe igrača. Objašnjenje

navedenog rezultata može biti to što igrači kada ne pronalaze rješenje angažiraju iste procese sporih mehanizama. U konačnici se može zaključiti da ekspertni šahisti u većoj mjeri i efikasnije koriste brze mehanizme i selektivnu pretragu nego slabiji igrači, dok nemogućnost pronalaska rješenja dovodi do aktivacije sporog mehanizma u jednakoj mjeri. Nadalje, nedobivena očekivana razlika u procjeni težine zadatka među grupama (v. tablicu 1 i 2) može se pripisati visokim razinama standardnih devijacija (vjerojatno uzrokovano širokim rasponom težine zadataka), pristranosti da se pozicije procjenjuju osrednjom težinom, ili nedostatku referentnog okvira procjene. Također, pošto mjera nije pokazala diferencijalna svojstva na svim faktorskim razinama, navedeni razlozi mogli bi biti adekvatni i za daljnje efekte, stoga se ta mjera više neće objašnjavati u narednom tekstu.

Navedena su istraživanja i rezultati koji karakteriziraju ekspertno rješavanje šahovskih problema i pozicija generalno. Poznato je da su eksperti uspješniji od ne-ekspertata, kao i razlog zašto i na koji način. Međutim, isto tako je važno utvrditi mehanizme koji dovode do pogrešaka prilikom rješavanja problema da bi se dobila kompletna slika šahovske ekspertnosti i dodatne odgovore kako ju se može postići (Saariluoma, 1992).

## 5.2. Efekt perceptivne distrakcije

### *Glavni efekt*

Perceptivna distrakcija nema funkcionalne značajnosti u zadavanju mata, već svojim rasporedom mijenja percepciju šahovske pozicije. Odnosno, randomiziran raspored figura oko matnog obrasca (*background*) djelomično je u interakciji s relevantnim matnim figurama koje svojim povezanostima čine funkcionalnu matnu cjelinu (*foreground*) (Saariluoma i Kalakoski, 1998). Stoga se može očekivati da će pozadinska perceptivna distrakcija ometati korištenje perceptivnih informacija (*chunkova*) koje inače upućuju na relevantne informacije, što će se odraziti na vrijeme rješavanja i procjenu težine. Igrači bi na kraju ipak trebali ekstrahirati funkcionalnu matnu cjelinu jer je ona relativno nezavisna od perceptivne pozadine. Rezultati istraživanja pokazuju da je perceptivna distrakcija utjecala na proporciju točnosti, ukupno vrijeme i vrijeme točno riješenih zadataka, a nije utvrđen značajan utjecaj na vrijeme netočno riješenih zadatak i procjenu težine zadataka (v. tablica 2 i slike A3, A6, A9 i A12).

Gledajući rezultate proporcije točnosti može se utvrditi da je perceptivna distrakcija značajno smanjila *proporciju točnih rješenja*, prema tablici 2 (v. sliku A3). Također, iz tablice

4 može se iščitati da je perceptivna distrakcija uzrokovala u prosjeku 10 posto relativne pogreške (od ukupno netočnih odgovora), odnosno 5 posto apsolutne pogreške (od ukupno svih odgovora u tom uvjetu) dok su ostalih 90 posto relativne pogreške uzrokovali ostali faktori, tj. 29 posto apsolutne pogreške. Dakle, može se zaključiti da je perceptivna distrakcija uzrokovala povećanja proporcije netočnosti, no to povećanje nije bilo veliko (također kvadrirana parcijalna eta u tablici 2 prikazuje mali efekt). Međutim, ovaj rezultat se nije očekivao, jer se pretpostavljalo da igrači imaju dovoljno vremena da na kraju pronađu mat, tj. sve relevantne poteze u funkcionalno značajnoj cjelini. Može se pretpostaviti da je u prosjeku perceptivna nestrukturiranost pozicije blokirala automatsko prepoznavanje i potakla spore mehanizme (mrežu prefrontalno-parijetalnog režnja zaduženu za kontrolirano pretraživanje), što je opteretilo radno pamćenje i povećalo šansu za pogreškom (Bartlett, Boggan i Krawczyk, 2013). Kada se igračima aktivira prepoznati obrazac, oni brzo mogu ustanoviti prijetnje i mogućnosti, što može promaknuti kada moraju serijalno pretraživati poziciju tijekom konstruiranja mentalne reprezentacije. Ipak, ovakvi rezultati su u skladu s istraživanjem Saariluome i Kalakoskog (1998) koji su dobili znatno veću razliku točnosti u identičnom uvjetu randomizirane pozadine, ali u *blindfold* zadacima. Dakle, perceptivna distrakcija je u manjoj ali značajnoj mjeri utjecala na smanjenje točnosti na općoj razini.

„Perceptivno sljepilo“ kako su to sudionici nazvali, ili nestrukturirana perceptivna pozadina pozicije (perceptivna distrakcija) zaista je uzrokovala doživljaj perceptivne dezorijentiranosti, tj. usporavanje procesa rješavanja problema. Dobiveni rezultati pokazuju da su igrači imali duže ukupno *vrijeme rješavanja* zadatka u uvjetu perceptivne distrakcije nego u uvjetu strukturirane pozicije (vidi tablicu 2 i sliku A6). U poznatoj situaciji igrač može automatski i paralelno utvrditi referentne aspekte pozicije, povezati informacije s dugotrajnim pamćenjem i brzo stvoriti mentalnu reprezentaciju pozicije (Gobet i Simon, 1996b; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Gobet i suradnici, 2001). Kada je pravilnost pozicije narušena, igrači koristi sporije mehanizme pretraživanja pa poziciju slabije pamte (Chase i Simon, 1973b), odabiru slabiji potez i treba im duže vremena za odabir poteza i dosjećanje (Saariluoma i Kalakoski, 1998). Saariluoma i Kalakoski (1998) objašnjavaju da je funkcionalno značajna cjelina relativno nezavisna od funkcionalno neznačajne pozadine, ali da je pozadina bitna za konstrukciju reprezentacije pamćenja. Takve nalaze potvrđuje i ovo istraživanje, što sugerira da je igračima konstrukcija reprezentacije pamćenja otežana i da se ne mogu u potpunosti koristiti brzom

primjenom svojeg znanja. Isto tako, rezultati vremena točno riješenih zadataka daljnje konvergiraju u isti zaključak. U tablici 2 (v. slika A9) može se vidjeti da je igračima također trebalo duže vremena za pronaći točno rješenje kada je pozadina bila nestrukturirana. Dakle, igrači moraju kontrolirano pretražiti poziciju, odnosno aktivirati sporije mehanizme pretraživanja kako bi konstruirali točnu mentalnu reprezentaciju, mentalni potprostor pretrage i pronašli odgovarajući potez. S druge strane, nije utvrđen očekivani efekt perceptivne distrakcije na vrijeme netočno riješenih zadataka (tablica 2 i slika A12). Izostanak efekta može se objasniti time što se kod netočno riješenih zadataka već aktivira sporiji mehanizam, a time efekt distrakcije (poticanje sporog mehanizma) nije došao do potpunog izražaja, nego se preklopio.

### *Pojedinačni efekti*

Kada se glavni efekt raspodijeli na grupe jakih i slabijih igrača može se pobliže utvrditi utjecaj distrakcije u funkciji vještine. Pretpostavilo se da će se perceptivna distrakcija odraziti na igrače u obje grupe, kao i da će jači igrači imati efikasniju izvedbu u pronalasku funkcionalne cjeline (mata) od slabijih igrača na svim mjerama efikasnosti. Dakle, pretpostavljaju se unutargrupni i međugrupni efekti distrakcije.

Na slici 6 može se vidjeti da se efekt distrakcije na smanjenje *proporcije točnosti* izgubio unutar grupa, dok se među grupama pokazao značajan (v. tablicu B6). Drugim riječima, efekt perceptivne distrakcije pokazao se značajnim na općoj, ali ne i na pojedinačnim faktorskim razinama što ukazuje da veličina efekta nije došla od izražaja. Dakle, perceptivna distrakcija nije postigla značajan efekt u smanjenju proporcije točnosti ni kod slabijih ni kod jačih igrača. Isto tako, efekt perceptivne distrakcije pokazao je isti utjecaj na proporciju relativne i apsolutne pogreške kod obje grupe igrača, ali ne i ostalih faktora (v. slika A15 te tablica B16 i B17). Takvi rezultati ukazuju da su obje grupe igrača u podjednakoj mjeri nadišli perceptivnu distrakciju u pronalasku točnog rješenja, dok su ostali faktori imali različitog utjecaja. Međutim, trend relativne pogreške pokazuje da je perceptivna distrakcija imala proporcionalno više utjecaja kod jačih igrača, iako nije dobiven značajan efekt (zbog velike varijabilnosti, v. slika A15). Takav rezultat može biti dodatni indikator da se kod jačih igrača pogreška javlja uslijed otežanog korištenja superiorne sposobnosti - prepoznavanja obrazaca.



Nadalje, međugrupni efekt se pokazao značajnim, odnosno jači igrači su očekivano postigli višu proporciju točnosti u prisustvu i odsustvu perceptivne distrakcije nego slabiji igrači (v. slika 6 i tablica B6). Jasno je da jači igrači imaju veću proporciju točnosti od slabijih igrača uslijed većeg kapaciteta upamćenog šahovskog sadržaja, kao i udešene percepcije (Chase i Simon, 1973b; Gobet i Simon, 1996b; Saariluoma, 1990; Gobet i Simon, 2000; Reingold i suradnici, 2001; Gobet i suradnici, 2001) što uvelike igra ulogu u poznavanju šahovskih konfiguracija i motiva pa tako i prepoznavanje (pronalaženje) odgovarajućeg poteza. Naime, istraživanja pokazuju da jači igrači ipak pokazuju malu prednost u pamćenju randomiziranih pozicija nego slabiji igrači (Gobet i Simon, 1996b). Upućujući na zaključak da jači igrači uspijevaju konstruirati reprezentaciju uslijed vjerojatnosti da se pojavljuju prepoznatljivi perceptivni ili funkcionalni obrasci u randomiziranoj poziciji (McGregor i Howes, 2002; Saariluoma, 1990). Rezultati ovog istraživanja sugeriraju da su jači šahisti uspješniji prepoznati, odnosno konstruirati reprezentaciju značajne funkcionalne cjeline (mat) neovisno o perceptivnoj distrakciji nego slabiji igrači. Što znači da mogu apstrahirati (izdvojiti) potprostor matne reprezentacije, odnosno prepoznati funkcionalne strukture koje upućuju na relevantne poteze.

Uzevši u obzir ukupno *vrijeme rješavanja* može se ustanoviti da je perceptivna distrakcija produžila vrijeme kod slabijih igrača, a tek granično (ali ne značajno) kod jačih igrača (v. slika 8 i tablica B8). Ovakvi rezultati unutargrupnog efekta potvrđuju dobiveni glavni efekt perceptivne distrakcije, što je sukladno rezultatima istraživanja Saariluome i Kalakoskog (1998), s time da su oni imali samo uzorak od jačih igrača. Dakle, perceptivna distrakcija je kod obje grupe izazvala duže vrijeme rješavanja zbog slabije prepoznatljivosti pozicije. Što posljedično otežava konstrukciju mentalne reprezentacije, jer se onda igrač više oslanja na sporije procese pretraživanja nego na znanje i brze procese prepoznavanja obrazaca (Bilalić i suradnici, 2010, 2011). Međutim, iako je uočljiv trend dužeg vremena rješavanja kod jačih igrača, on nije toliko izražen kao kod slabijih igrača (jer nije postigao kritičnu vrijednost). Naime, jači igrači imaju više upamćenih obrazaca i efikasnije ih primjenjuju nego slabiji igrači (Gobet i Simon, 1996b; Gobet i suradnici, 2001) što povećava vjerojatnost bržeg prepoznavanja obrazaca funkcionalno značajne cjeline čak i u nestrukturiranoj poziciji (Gobet i Simon, 1996b; Gobet, 1997; Saariluoma i Kalakoski, 1998). Nadalje, efekt perceptivne distrakcije nije se očitovao kod vremena točno i netočno riješenih zadataka na pojedinačnim faktorskim razinama,

odnosno ni kod slabijih ni kod jačih igrača (v. slike 10 i 12 te tablice B10 i B12 u prilogu). Iz slika se jasno iščitava veliki varijabilitet rezultata, tj. više vrijednosti standardne devijacije u tablici 1, zbog kojih su se distribucije preklapale, dok su razlike među aritmetičkim sredinama velike. Drugim riječima, široki raspon težine zadataka vjerojatno je rezultirao širokim rasponom vrijednostima vremena rješavanja (osobito kod točnih zadataka), što u konačnici nije dovelo do izraženosti efekta perceptivne distrakcije. Također, moguće je da se kod vremena netočno riješenih zadataka, kao i kod glavnog efekta, efekt perceptivne distrakcije preklopio s već potaknutim sporijim mehanizmom zbog nepronalaženja zadovoljavajućeg rješenja.

S druge strane, kada se promotri međugrupni efekt može se ustanoviti da su jači igrači imali kraće ukupno vrijeme nego slabiji igrači (v. slika 6 i tablicu B6). Dok to nije bio slučaj kod vremena točno i netočno riješenih zadataka (v. slike 8, 10 i 12 te tablice B8, B10 i B12), osim graničnog efekta na razini prisutnosti perceptivne distrakcije. Kao što je očekivano, jači su igrači u prisustvu i odsustvu perceptivne distrakcije imali kraće ukupno vrijeme rješavanja nego slabiji igrači. Zato što jači igrači više znaju, oslanjaju se i koriste brze mehanizme prepoznavanja obrazaca i selektivnom pretragom brže konstruiraju mentalne reprezentacije (potprostore) nego slabiji igrači bez obzira na perceptivnu distrakciju, odnosno nestrukturiranost pozicije (Saariluoma, 1985; Saariluoma i Kalakoski, 1998). To je također u skladu s nalazima da jači igrači uspjevaju relativno bolje upamtiti randomizirane pozicije, jer im veliko znanje i upamćen broj različitih obrazaca omogućava da prepoznaju slučajno nastale obrasce (Gobet, 1997; Gobet i suradnici, 2001). Također, nadopunu tom nalazu čini i granični međugrupni efekt vremena točno riješenih zadataka kod prisutne perceptivne distrakcije. Što ukazuje na to da su jači igrači brže rješavali točne zadatke nego slabiji u nestrukturiranoj poziciji, odnosno jači igrači imaju više koristi od brzih mehanizama prepoznavanja obrazaca nego slabiji igrači u takvim pozicijama. Međutim, zbog prevelikog varijabiliteta u vremenu točno riješenih zadataka, odnosno širokog raspona težine zadataka, međugrupni efekt nije mogao doći u potpunosti do izražaja, iako trendovi jasno upućuju da jači igrači brže rješavaju točne zadatke. Nije se utvrdio unutargrupni ni međugrupni efekt u vremenu netočno riješenih zadataka, v. tablica 2 i slika 12. Kao što je prije navedeno da se vjerojatno već aktivirani spori mehanizam preklopio s efektom distrakcije kod obje grupe igrača. Također, kada je aktiviran spori mehanizam efekt vještine na vrijeme rješavanja nestane, jer zahtjeva jednako angažiranje mentalnih resursa, što je sukladno istraživanjima De Groota (1978) koji navodi da nema razlike među igračima u širini i dubini

pretrage, već u selektivnog kodiranju.

*Obrazac pozadinske perceptivne distrakcije* Komprimirajući rezultate perceptivne distrakcije može se utvrditi da je distrakcija imala nizak i podjednak utjecaj na proporciju točnosti, odnosno na pogrešku kod obje grupe igrača (v. tablicu 4 i slika A15). Izgleda da su jači i slabiji igrači uspješno mogli otkloniti perceptivnu barijeru prilikom pronalaska funkcionalno značajne cjeline, ali po cijeni produljenog vremena rješavanja. Sukladno s istraživanjem Saariluome i Kalakoskog (1998) može se ustanoviti da je funkcionalno značajna cjelina relativno nezavisna od funkcionalno neznačajne (perceptivne) pozadine, ali da je perceptivna pozadina bitna za konstrukciju reprezentacije pamćenja, odnosno za prepoznavanje obrazaca.

### **5.3. Efekt funkcionalne distrakcije**

#### *Glavni efekt*

Funkcionalna distrakcija nema relevantne funkcionalne značajnosti u zadavanju mata, ali ima slične karakteristike kao i figure koje imaju relevantnu značajnost. Takve funkcije su blizina i djelovanje oko protivničkog kralja ili motivi u interakciji s drugim figurama. Pozadinska (*background*) funkcionalna distrakcija u potpunosti je u interakciji s relevantnim matnim figurama koje svojim povezanostima čine funkcionalnu matnu cjelinu (*foreground*) (Saariluoma i Kalakoski, 1998). Stoga se može očekivati da će pozadinska funkcionalna distrakcija u potpunosti ometati korištenje relevantnih funkcionalnih informacija (*chunckova*), odnosno pronalazak značajne funkcionalne cjeline (*foregorund*). Očekuje se da će funkcionalna distrakcija utjecati na smanjenje proporcije točnosti, odnosno povećanje proporcije pogreške, vremena rješavanja i procjenu težine. Rezultati istraživanja pokazuju da je funkcionalna distrakcija utjecala na proporciju točnosti i vrijeme točno riješenih zadataka, a nije utvrđen značajan utjecaj na ukupno vrijeme i vrijeme netočno riješenih zadatak te procjenu težine zadataka (v. tablica 2).

Rezultati *proporcije točnosti* pokazuju da je funkcionalna distrakcija značajno smanjila proporciju točnih rješenja, v. tablici 2 i sliku A4. Također, vrijednosti iz tablice 4 ukazuju da je funkcionalna distrakcija uzrokovala u prosjeku 21 posto netočnih od svih odgovora u tom uvjetu (apsolutna pogreška), dok su ostalih 16 posto uzrokovali ostali faktori. Odnosno, funkcionalna distrakcija je uzrokovala u prosjeku 57 posto od ukupno netočnih odgovora, a ostali faktori 43

postoj. Dakle, može se zaključiti da je funkcionalna distrakcija u većoj mjeri smanjila proporciju točnosti, odnosno povećala proporciju netočnosti (također kvadrirana parcijalna eta u tablici 3 prikazuje veliki efekt koji je skoro identičan kao i veličina efekta rejtinga igrača). Ovakvi podaci i nacrt ukazuju da nije riječ o interferenciji kodiranja informacija i njihovog povezivanja sa znanjem, jer su pozicije sa i bez funkcionalne distrakcije identične s razlikom položaja jedne figure. Također, objašnjenje opterećenosti radnog pamćenja (potprocesa održavanja reprezentacija) ne bi bilo adekvatno iz istog razloga, ali i zbog toga što je u zadacima tražen mat u dva poteza, što je jednako sekvenci od sveukupno četiri polu-poteza (dva za bijelog i dva za crnog). S tim da je broj poteza kandidata ograničen brojem figura koje mogu brzo djelovati ili su u blizini kralja (što je u prosjeku 3,5 poteza kandidata u zadacima s distrakcijom i u prosjeku 2 u zadacima bez distrakcije). Dakle, dubina i širina pretraživanja nije toliko velika da igrači ne bi mogli (čak i *brute force* pristupom) pretražiti poziciju u zadanih tri minute. Interesantna činjenica je ta da su igrači utrošili veliku količinu vremena (u prosjeku oko 68 sekundi, odnos 100 sekundi u netočnim zadacima, v. slike 5 te tablicu 1) u kontroliranom pretraživanju, a da su se u 21 posto (57 od ukupno netočnih, što je jednako 2,5 zadatka) slučajeva odlučili za kombinaciju s funkcionalnom distrakcijom, koja objektivno nije vodila rješenju.

Naime, distrakcija interferira s funkcionalno značajnim, odnosno relevantnim potezima zbog zajedničkih elemenata – (ne)značajnom funkcijom figura. Igrači su očito koristili irelevantan potez (distrakciju), odnosno figuru kao relevantan potez u matu, što ukazuje da nisu bili svjesni te pogreške, tj. netočno zatvorenog problemskog prostora. Razlog tome može biti izostavljanje relevantnih informacija - vlastitog ili tuđeg najboljeg poteza (npr. motiv blokade mata), ili cijelog problemskog prostora uopće (Saariluoma, 1992). Dakle, prema tumačenju Gobeta (1996a) igrač griješi u situaciji kada nije svjestan neprikladnosti korištene šablone, jer su mu promakle važne informacije o tome zašto korištena šablona nije prikladna. Međutim, ostaje otvoreno pitanje zašto igračima promaknu relevantne informacije kada su im dostupne, ili zašto nisu bili svjesni svojeg krivog uvjerenja o ispravnosti poteza. Potencijalan odgovor mogao bi biti to da su igrači aktivirali neadekvatnu mentalnu reprezentaciju koja nije sadržavala točno rješenje, a koja im je blokirala pretragu i izmjenu alternativnim informacijama (Ricks, Turley-Ames i Wiley, 2007; Wiley, 1998). Navedeni autori smatraju da potproces radnog pamćenja (izvršni proces) određuje relevantnost informacija s obzirom na ciljeve i da može uzrokovati negativan efekt kada stavlja preveliki fokus na informacije aktivirane reprezentacije

s netočnim rješenjem. Odnosno, kada su netočna rješenja snažno aktivirana predznanjem (kandidati potezi funkcionalne distrakcije često budu matni motivi u drugim problemima, ali su i ovim zadacima kada je mat u 3 poteza) pristrano usmjeravaju pažnju. Također, sukladno objašnjenju *Einstellung* efekta Bilalića i suradnika (2008a, 2008b) igrači u ovom istraživanju nisu mogli pronaći informaciju koja opravdava neadekvatnost aktivirane mentalne reprezentacije jer su usmjeravali pažnju prema aspektima situacije koji su relevantni za već aktiviranu shemu, a podalje od aspekata koji nisu relevantni za nju. Drugim riječima, samoispunjavajuća pretraga rezultirala je potvrđivanjem aktivirane sheme (reprezentacije), a ignoriranjem nekonzistentnih informacija, što je posljedično utjecalo na vjerovanje da je aktivirana shema, odnosno rješenje ispravno. Dakle, aktivacija neadekvatne funkcionalne cjeline, potaknuta funkcionalnom distrakcijom, blokirala je konstrukciju alternativnih (točnih) potprostora pretrage, što upućuje na mentalni (konceptualni) set. Takvo objašnjenje je sukladno i sa Saariluomovim (1990, 1992; Saariluoma i Kalakoski, 1998) koji smatra da pronalazak točnog rješenja dolazi zbog uspješnog cikličnog procesa apercepcija-restrukturiranje, a rezultat je izdvajanje (točne) funkcionalne značajne cjeline (*foreground*) – matne reprezentacije. Također, druga kognitivna istraživanja (Balctetis i Dale, 2007; Goodhew i suradnici, 2014; Biggs i suradnici, 2015) pokazuju da asocijacije između semantičkih ciljeva i njihovih perceptivnih obilježja usmjeravaju pažnju. Odnosno, da kreirani koncept uvjetovan zadanim ciljem, kao kontrola *top-down* procesa, ograničava identifikaciju vidnih objekata, a potom i drugih koncepata.

Efekt funkcionalne distrakcije nije se očekivano odrazio na ukupno *vrijeme rješavanja*, v. tablica 2 i slika A7, iako postoji jasan trend i p vrijednost koja nije velika ( $p=0,12$ ). Dakle, može se utvrditi da je funkcionalna distrakcija potaknula trend aktivacije sporijih mehanizama kontroliranog pretraživanja, ali da nije dostigao kritičnu vrijednost da bude značajno različit od slučajnog. Ovakva neočekivana neznačajna razlika može se objasniti time što dio rezultata ukupnog vremena zahvaća vrijeme netočno riješenih zadataka u kojima su već potaknuti spori mehanizmi (v. slike 5), a u kojima se efekt funkcionalne distrakcije nije pokazao značajnim, v. tablicu 2. Stoga se u tom dijelu rezultata efekt potaknutih sporih mehanizama preklopio s efektom distrakcije i time povećao p vrijednost kod ukupnog i vremena netočno riješenih zadataka. S druge strane, navedeno objašnjenje potvrđuje i nalaz dobivenih razlika u vremenu točno riješenih zadataka s obzirom na prisutnost funkcionalne distrakcije, v. tablicu 2, što čini

dio onih rezultata koji imaju tendenciju potvrđivanja efekta distrakcije u ukupnom vremenu.

Naime, igrači bi u prisutnosti funkcionalne distrakcije imali duže vrijeme u točno riješenim zadacima nego u njenom odsustvu. Ovaj očekivani rezultat prikazuje da je distrakcija stvorila određenu nesigurnost u odabir poteza i usporila pretraživanje rješenja i potakla kontrolirane procese. Igrači su razmatrali opciju rješenja koja uključuje distrakciju, ali su uvidjeli neprikladnost korištene šablone te su je reorganizirali u prikladnu. Drugačije rečeno, igrači su primijenili ciklični proces apercepcija-restrukturiranje što se odrazilo na duže vrijeme ali točnu izvedbu, što je sukladno gledištu Saariluome (1990, 1992). Dakle, ispostavlja se da je igračima bilo potrebno otkloniti mentalni (konceptualni) set, tj. fiksaciju s irelevantnih informacija na relevantne kako bi došli do točnog rješenja, što je produljilo vrijeme rješavanja. Sukladno navedenim rezultatima je i zaključak Moxleya i suradnika (2012) koji smatraju da se šahisti koriste kako brzim i automatski tako i kontroliranim sporim procesima. Autori navode da kontrolirano pretraživanje nadopunjuje šahovsku vještinu tako što poboljšava kvalitetu odabranog poteza, osobito kada se radi o težim zadacima. U kontekstu ovog istraživanja, proces restrukturiranja (uvid u neprikladnost korištene šablone i primjena druge), uključuje dekompoziciju *chunka* i unos, izmjenu ili odbacivanje alternativnih informacija u novoj konstrukciji reprezentacije (Saariluoma, 1990, 1992; Saariluoma i Kalakoski, 1998; Wu, LiLi i Jing, 2010; Wu i suradnici, 2017). Odnosno, pronalazak točnog rješenja u prisustvu distrakcije zahtjeva prestanak potvrđivanja aktivirane reprezentacije i pronalazak pogrešaka u reprezentaciji te njeno restrukturiranje, tj. fleksibilno mišljenje. Fleksibilno mišljenje zahtjeva dodatan angažman kontrolnih centara u mozgu kao što je prefrontalni i posteriorni parijetalni režanj (Tang i suradnici, 2015). Dakle, određena razina kontroliranih i sporih procesa, odnosno primjena drugačijeg koncepta na istim perceptivnim informacijama može doprinijeti da se ista pozicija vidi na drugačiji način.

### *Pojedinačni efekti*

Kada se glavni efekt raspodijeli na grupe jakih i slabijih igrača može se pobliže utvrditi utjecaj distrakcije u funkciji vještine. Pretpostavilo se da će se funkcionalna distrakcija odraziti na igrače u obje grupe, kao i da će jači igrači imati efikasniju izvedbu u pronalasku funkcionalne cjeline (mata) od slabijih igrača, tj. pretpostavljaju se unutargrupni i međugrupni efekti distrakcije.

Kada se promotre rezultati unutargrupnog efekta distrakcije može se primijetiti utjecaj na pojedinačnim faktorskim razinama, odnosno kod slabijih i kod jačih igrača, v. slika A3 i tablica B7. Dakle, slabiji i jači igrači imali su nižu *proporciju točnosti* u prisustvu funkcionalne distrakcije nego u njenom odsustvu. Ovakav očekivani rezultat otkriva da su obje grupe, s različitom veličinom korpusa znanja, bile pod utjecajem funkcionalne distrakcije što ukazuje da utjecaj ne ovisi o razini znanja. Dakle, rejting i količina upamćenih *chunkova* ne objašnjava utjecaj funkcionalne distrakcije *per se*, jer bi distrakcija utjecala na slabije (koji imaju manje upamćenih *chunkova*) ali ne i na jače igrače. Naime, očiti efekt navlačenja na krivo rješenje kod obje grupe igrača može biti objašnjeno time što je aktivirana mentalna reprezentacija (potprostor) sa sadržajem distrakcije blokirala korištenje drugih reprezentacija, time što je aktivirala potvrđivanje konzistentnih i ignoriranje nekonzistentnih informacija (Bilalić i suradnici, 2008a, 2008b, 2010). Potez kandidat (funkcionalna distrakcija) mogao je potencijalno služiti kao podražaj negativnog semantičkog *priminga*, zbog kategorijalne sličnost s ciljnim potezima (Frings i suradnici, 2008). Posljedično je aktivirao određenu mentalnu reprezentaciju i potaknuo kreiranje mentalnog (konceptualnog) seta, koji je održavan pristranim potvrđivanjem. Sukladno dobivenim rezultatima, Helfenstein i Saariluoma (2007) pokazuju kako semantički *priming* efekt može uvjetovati kako rješavač vidi problemsku situaciju i hoće li je uspješno riješiti. Dakle, utjecaj funkcionalne distrakcije ne ovisi o jačini igrača, već je konzistentan izvor pogreške, što potvrđuje i nalaz jednake razine relativne pogreške distrakcije kod obje grupe, v. slika A15a. Međutim, Bilalić i suradnici (2008a, 2008b, 2010) pokazuju da se efekt mentalnog seta (Einstellung efekta) gubi na najvišim razinama šahovske ekspertnosti, uslijed visoke razine mentalne fleksibilnosti. Stoga se može zaključiti da bi to bio i slučaj i u ovom tipu mentalnog seta.

Nalazi međugrupnog efekta distrakcije pokazuju da su jači igrači imali veću proporciju točnosti u prisustvu i odsustvu funkcionalne distrakcije, v. slika 7 i tablicu B7. Jači igrači nemaju samo veći korpus znanja i upamćenih obrazaca, već i udešen kognitivni sustav koji efikasno primjenjuje spremljene informacije (Gobet, 1997; Bilalić i suradnici, 2010). Zbog navedenog je i bilo za očekivati da će pokazati efikasnu izvedbu u zadacima bez funkcionalne distrakcije. Isto tako, jaki igrači imaju razvijeniji sustav usmjeravanja pažnje na relevantne informacije i ignoriranje irelevantnih, što potvrđuju različita istraživanja (Bilalić i suradnici, 2010; Bilalić i suradnici, 2011c; Reingold i suradnici 2001b; de Groot i Gobet, 1996; Reingold i Charness,

2005; Sheridan i Reingold, 2014; Simon i Barenfeld, 1969; Tikhomirov i Poznyanskaya, 1966). Dakle, jači igrači mogu efikasnije ekstrahirati potprostor pretrage, odnosno restrukturirati problemski prostor kada ne nudi traženo rješenje, jer fleksibilnije mogu ustanoviti koja informacije je relevantna, a koja nije, nego slabiji igrači. Navedeno djelomično potvrđuju i sljedeći nalaz analize pogreške. Rezultati relativne pogreške ukazuju na jasan trend, ali neznačajnu razliku ( $p=0,10$ ) u pogrešci funkcionalne i korigirane funkcionalne distrakcije kod slabijih igrača, ali ne i kod jačih, v. slika A15a. Što znači da funkcionalna distrakcije ne samo da povećava pogrešku kod slabijih igrača već uvjetuje da odaberu potez kandidat (distrakciju) nad ostalim faktorima. Taj nalaz upućuje da distrakcija u većoj mjeri plijeni pažnju slabijim igračima nego jačim. Stoga se može utvrditi da obje grupe igrača nisu bile imune na funkcionalnu distrakciju i da se uzrokovana pogreška proporcionalno snizila u funkciji rejtinga. Što ide u prilog da jači igrači efikasnije filtriraju relevantne informacije, da su manje podložni mentalnom setu te da efikasnije konstruiraju mentalne reprezentacije (potprostor) problema.

Nadopunjujući navedena objašnjena, pojedinačni rezultati *vremena rješavanja* dodatno pojašnjavaju efekt distrakcije. Dobiveni rezultati unutargrupnog efekta distrakcije na ukupnom vremenu rješavanja pokazuju da distrakcija nije uvjetovala promjenu ni kod slabijih ni kod jačih igrača, v. slika 9 i tablicu B9. Kao što je ranije navedeno, dio rezultata ukupnog vremena odgovara vremenu netočno riješenih zadataka koje ne razlikuje utjecaj funkcionalne distrakcije (v. slika 13 i tablicu B13) kod obje grupe igrača, pa je taj dio distribucije smanjio šansu za utvrđivanjem razlike. Distrakcije nije utjecala na promjenu vremena netočno riješenih zadataka zbog već aktiviranih sporih procesa u njima (v. sliku A14) koji su se zatim preklapili s efektom distrakcije. Drugim riječima, funkcionalna distrakcija nije dodatno povećala korištenje sporih mehanizma kada su oni već aktivirani bez obzira na grupe igrača. Dakle, rezultati unutargrupnog efekta distrakcije potvrđuje ranije ne dobiven glavni efekt funkcionalne distrakcije na ukupno vrijeme rješavanja. Međutim, važno je istaknuti da su obje grupe igrača, u zadacima u kojima su zbog distrakcije griješili, koristili spore mehanizme rješavanja problema (osim u odsustvu funkcionalne distrakcije kod jačih igrača). Čak i s aktiviranim kontroliranim i logičnim (sporim) procesima igrači nisu uspjeli pronaći točno rješenje kada je distrakcija bila prisutna, što upućuje da su s tim procesima održavali aktiviranu (pogrešnu) mentalnu reprezentaciju. To potvrđuje da ni jači ni slabiji igrači nemaju koristi od izuzetnog korištenja sporih procesa (Gobet, 1997; Gobet i suradnici, 2001; Bilalić i suradnici, 2008a, 2008b), već potencijalno i suprotno jer njima



održavaju neadekvatnu reprezentaciju rješenja. Osim ako ih ne bi koristili primjenjujući drugačiju strategiju, što bi trebalo dodatno provjeriti. Navedeni nalazi su u skladu s Saariluomovim (1990, 1992) objašnjenjem da igrači „vide“ i interpretiraju poziciju na određeni način te da pristrano potvrđuju vlastitu interpretaciju pozicije čak i kada se angažiraju u aktivnu potragu za drugačijim rješenjem (Bilalić i suradnici, 2008a, 2008b)

Nadalje, vrijeme točno riješenih zadataka otkriva interakciju distrakcije i grupe igrača, v. slika 11 i tablicu B11. Funkcionalna distrakcija značajno je utjecala na povećanje vremena točno riješenih zadataka kod slabijih, ali ne i kod jačih igrača iako postoji tendencija. Naime, vidljivo je da je slabijim igračima evocirana reprezentacija s pogrešnim rješenjem i da im je bilo potrebno dodatno vrijeme da ju nadvladaju i pronađu točno rješenje. Što ukazuje na to da su u većoj mjeri podložni utjecaju distrakcije tako što im je bilo teže otkloniti pogrešnu mentalnu reprezentaciju rješenja kada bi naposljetku našli točno rješenje za razliku od jačih igrača. Takav ishod je moguć zbog toga što nisu brzo mogli utvrditi relevantnu informaciju koja ukazuje na pogrešno korištenu reprezentaciju (npr. detektiranje obrane od mata), ili informaciju koja ukazuje na točan potez. Takvo objašnjenje je u skladu s drugim istraživanjima (Saariluoma, 1985; Bilalić i suradnici, 2010; Bilalić i suradnici, 2011c; Reingold i suradnici, 2001b) koja navode da jači igrači točno riješe šahovske pozicije, jer brzo ustanove (i)relevantne informacije, jer je sadržaj njihovih reprezentacija sastavljen od funkcionalnih povezanosti figura (Saariluoma, 1990). Stoga se kod njih nije utvrdila značajna razlike, iako su i oni imali poteškoća u manjoj, ali ne značajnoj mjeri.

Međugrupni efekti ukupnog vremena rješavanja s obzirom na funkcionalnu distrakciju pokazuju značajnu razliku između jačih i slabijih igrača, v. slika 9. Dakle, jači igrači imaju kraće ukupno vrijeme rješavanja nego slabiji igrači te ovi rezultati potvrđuju dobiveni glavni efekt grupe. Jači igrači više se koriste brzim mehanizmom prepoznavanja obrazaca, što im omogućava da brzo anticipiraju potencijalan potez i donesu odluku (Burns 2004; Ferrari, Didierjean i Marmeche, 2006; Sigman, 2010; Lloyd-Kelly, Gobet i Lane, 2015). Međutim, i sposobnost odbacivanja irelevantnih informacija i usmjeravanje prema relevantnim, odnosno apstrahiranje potprostora funkcionalne značajnosti putem heurističkog pretraživanja (selektivne pretrage) omogućava brzo dolaženje do rješenja (Saariluoma, 1990, 1992; Saariluoma i Kalakoski, 1998). Nadalje, kod vremena točno riješenih zadataka dobivena je interakcija grupe i prisutnosti funkcionalne distrakcije, v. slika 11. Jači igrači za razliku od slabijih imali su kraće

vrijeme u točno riješenim zadacima kada je distrakcija bila prisutna, dok to nije bio slučaj u odsustvu distrakcije. Dakle, uspješni rješavači pokazali su identičnu efikasnost u odsustvu distrakcije neovisno o jačini, što sugerira da su se u tom uvjetu koristili istim mehanizmima na uspješan način. Odnosno, tendencija je da slabiji igrači riješe lakše zadatke, a jači teže, što se ekvivalentno odrazilo na vrijeme rješavanja, s tim da postoji i trend da su jači igrači brži, ali nije dostigao razinu značajnosti. Razliku u vremenu točno riješenih zadataka među igračima značajno je povećala prisutnost funkcionalne distrakcije. Tada su slabiji igrači značajno sporije rješavali točne zadatke nego jači igrači. Ovaj rezultat dodano potvrđuje da slabiji igrači teže nadilaze stvoreni mentalni (konceptualni) set, odnosno da im funkcionalna distrakcije više ometa proces rješavanja problema nego jačim igračima. Razlog tome može biti to što jači igrači mogu efikasnije detektirati neadekvatnost korištene mentalne reprezentacije (tako da npr. uoče protivničku obranu od mata) i potom ju restrukturirati, ali i inicijalno se usmjeriti na relevantne informacije (Saariluoma, 1985; Saariluoma, 1992; Bilalić i suradnici, 2010; Bilalić i suradnici, 2011c; Reingold i suradnici, 2001). Naposljetku, zbog prevelikog varijabiliteta nije dobiven međugrupni efekt distrakcije na vrijeme netočno riješenih zadataka, v. slika 13. Pojedini igrači bi brzo došli do (netočnog) rješenja, dok su drugi bili oprezniji i pokušali zatvoriti problemski prostor i produžili si vrijeme rješavanja, što je posljedično stvorilo veliki varijabilitet.

*Obrazac pozadinske funkcionalne distrakcije* Komprimirajući rezultate funkcionalne distrakcije može se utvrditi da je distrakcija imala relativno visok utjecaj na proporciju točnosti, odnosno na pogrešku kod obje grupe igrača (v. tablicu 4 i sliku A15). Ispostavlja se da su jači i slabiji igrači imali poteškoća otkloniti funkcionalnu distrakciju prilikom pronalaska funkcionalno značajne cjeline, ali je kod slabijih igrača došlo do relativno veće interferencije. Također, nalazi vremena rješavanja konvergiraju u isti zaključak. Dakle, osim što je distrakcija u manjoj mjeri potaknula spore kognitivne procese kod slabijih igrača, što se povoljno odrazilo na uvid u neispravnost reprezentacije i pronalazak rješenja, u prolongiranom kontroliranom procesu traženja igrači nisu imali koristi od sporih procesa neovisno o jačini. Sukladno s istraživanjem Saariluome i Kalakoskog (1998) može se ustanoviti da je funkcionalno značajna cjelina zavisi o funkcionalno značajnoj, ali irelevantnoj pozadini. Shodno navedenim informacijama može se utvrditi da je funkcionalna distrakcija služila kao semantički *priming* podražaj, a zatim aktivirala mentalnu reprezentaciju netočnog rješenja kojom su se igrači daljnje vodili. Najčešće tipovi poteza kao što je funkcionalna distrakcija budu dio matnih rješenja u

raznim drugim pozicijama (i u mat u tri poteza u zadacima ovog istraživanja), što je izazvalo određeni mentalni (konceptualni) set kojeg su igrači pokušali potvrditi, a potom su zanemarili informacije koji mogu opovrgnut neadekvatnu aktiviranu reprezentaciju. Takvi nalazi su također u skladu s rezultatima Einstellung efekta (Bilalić i suradnici, 2008a, 2008b) i negativnog efekta fokusa pažnje kao izvršnog procesa koji utvrđuje relevantnost informacija s obzirom na cilj (Ricks, Turley-Ames i Wiley, 2007; Wiley, 1998)

Komparirajući obrazac utjecaja perceptivne i funkcionalne distrakcije uviđa se jasno drugačiji trend. Dakle, perceptivna distrakcija više je utjecala na duže vrijeme rješavanja nego funkcionalna, ali je funkcionalna distrakcija više utjecala na proporciju točnosti. S tim da se uočava proporcionalni trend kod oba tipa distrakcije u funkciji rejtinga igrača, što sugerira da igrači s iskustvom postepeno razvijaju korpus znanja i sposobnost njihova korištenja. Stoga se hipoteze o utjecaju perceptivne i funkcionalne distrakcije djelomično prihvaćaju, a hipoteza o efektu rejtinga se u potpunosti prihvaća. Prijedlog za daljnja istraživanja, što je ujedno i nedostatak ovog, da se u analizi statistički kontrolira efekt težine zadatka koji je uzrokovao veliki varijabilitet rezultata. Također, poželjno je provesti istraživanje na još jednoj skupini ispitanika (npr. amateri) kako bi se mogao dobiti gradijent efekata; uvođenje kontrolnog uvjeta u kojem bi bile samo funkcionalno značajne figure za davanje mata, čime bi se mogao utvrditi apsolutni utjecaj konteksta. S tehničke strane, prigodno bi bilo da se figure pomiču kada ih ispitanik odabere, jer potencijalno smanjuje nesustavnu varijabilnu pogrešku (npr. zaboravi koji prvi potez je odigrao kada nakon određenog vremena odigra drugi potez, itd.). Mjere procjene težine nisu pokazale diferencijalno svojstvo, vjerojatno zbog nedostatka refereničkog okvira ili tehničke prirode skale (1-7), pogodnije bi bile vrijednosti poznatije igračima (npr. vrijednosti rejting sustava). Poželjno je da u ovakvim istraživanjima bude mjera metakognitivne procjene, koja bi dala važne informacije o subjektivnom iskustvu mentalnog seta.

## 6. Zaključci

1. Efekt perceptivne distrakcije utjecao je na proporciju točnosti na općoj faktorskoj razini ali ne i na pojedinačnim faktorskim razinama. Utjecao je na ukupno vrijeme rješavanja generalno kod slabijih i granično kod jačih igrača. Također, utjecao je na vrijeme točno riješenih zadataka samo na općoj razini. Efekt perceptivne distrakcije nije se utvrdio kod vremena netočno riješenih zadataka ni kod procjene težine zadataka.
2. Efekt funkcionalne distrakcije utjecao je na proporciju točnosti generalno i kod slabijih te jačih igrača zasebno. Nije se utvrdio utjecaj na ukupno vrijeme rješavanja, ali je na vrijeme točno riješenih zadataka na općoj faktorskoj razini, a na pojedinačnim faktorskim razinama samo kod slabijih igrača. Također, nije se utvrdio efekt funkcionalne distrakcije na vrijeme netočno riješenih zadataka ni na procjenu težinu zadataka.
3. Efekt rejtinga igrača značajno je utjecao na proporciju točnosti, ukupno vrijeme i vrijeme točno riješenih zadataka. Nije se utvrdio efekt grupe kod vremena netočno riješenih zadataka ni kod procjene težine zadataka.

## 7. Literatura

- Abrams, R. A. i Law, M. B. (2002). Random Visual Noise Impairs Object-based Attention. *Exp Brain Res*, 142(3): 349–353. doi:10.1007/s00221-001-0899-2
- Aciego, R., Garcia, L. i Betancort, M. (2012). The benefits of chess for the intellectual and social- emotional enrichment in school children. *Spanish Journal of Psychology*. 15:551-9. Doi:10.5209/rev\_SJOP.2012.v15.n2.38866
- Amidžić, O., Riehle, H. J., Fehr, T., Wienbruch, C. i Elbert, T. (2001). Pattern of focal  $\gamma$ -bursts in chess players. *Nature*, 412:603. doi: 10.1038/35088119
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University. Press, Clarendon Press
- Balcetis, E. i Dale, R. (2007). Conceptual Set as a Top — Down Constraint on Visual Object Identification. *Perception*, 36(4), 581–595. doi:10.1068/p5678
- Bartlett, J., Boggan, A. i Krawczyk, D. (2013). Expertise and processing distorted structure in chess. *Frontiers In Human Neuroscience*, 7. doi: 10.3389/fnhum.2013.00825
- Beilock, S. L. i Holt, L. E. (2007). Embodied preference judgments: Can likeability be driven by the motor system? *Psychological Science*, 18, 51–57. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01848.x
- Bender, E. A. (1996). *Mathematical methods in artificial intelligence*. Los 822 Alamitos, CA, USA: IEEE CS Press.
- Biggs, A., Adamo, S., Dowd, E., & Mitroff, S. (2015). Examining perceptual and conceptual set biases in multiple-target visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(3), 844- 855. doi: 10.3758/s13414-014-0822-0
- Bilalić, M., McLeod, P. i Gobet, F. (2008a). Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect. *Cognition*, 108(3), 652-661. doi: 10.1016/j.cognition.2008.05.005
- Bilalić, M., McLeod, P. i Gobet, F. (2008b). Inflexibility of experts—Reality or myth? Quantifying the Einstellung effect in chess masters. *Cognitive Psychology*, 56(2), 73-102. doi: 10.1016/j.cogpsych.2007.02.001
- Bilalić, M., Langner, R., Erb, M. i Grodd, W. (2010). Mechanisms and neural basis of object and pattern recognition: A study with chess experts. *Journal Of Experimental Psychology: General*, 139(4), 728-742. doi: 10.1037/a0020756
- Bilalić, M., Langner, R., Ulrich, R., i Grodd, W. (2011a). Many faces of expertise: fusiform

- face area in chess experts and novices. *The Journal of Neuroscience: the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 31, 10206–10214.
- Bilalić, M., Kiesel, A., Pohl, C., Erb, M. i Grodd, W. (2011b). It Takes Two—Skilled Recognition of Objects Engages Lateral Areas in Both Hemispheres. *Plos ONE*, 6(1), e16202. doi: 10.1371/journal.pone.0016202
- Bilalić, M., Turella, L., Campitelli, G., Erb, M. i Grodd, W. (2011c). Expertise modulates the neural basis of context dependent recognition of objects and their relations. *Human Brain Mapping*, 33(11), 2728-2740. doi: 10.1002/hbm.21396
- Brainerd, C. i Reyna, V. (2002). Fuzzy-Trace Theory: Dual Processes in Memory, Reasoning, and Cognitive Neuroscience. *Advances In Child Development And Behavior*, 41-100. doi: 10.1016/s0065-2407(02)80062-3
- Burns, B. D. (2004). The Effects of Speed on Skilled Chess Performance. *Psychological Science*, 15(7), 442–447. doi:10.1111/j.0956-7976.2004.00699.x
- Burgoyne, A., Sala, G., Gobet, F., Macnamara, B., Campitelli, G. i Hambrick, D. (2016). The relationship between cognitive ability and chess skill: A comprehensive meta-analysis. *Intelligence*, 59, 72-83. doi: 10.1016/j.intell.2016.08.002
- Campitelli, G. i Gobet, F. (2005). The mind's eye in blindfold chess. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17(1), 23–45. <https://doi.org/10.1080/09541440340000349>
- Campitelli, G., Connors, M., Bilalić, M. i Hambrick, D. (2015). Psychological perspectives on expertise. *Frontiers In Psychology*, 6. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00258
- Castelhano, M. S. i Witherspoon, R. L. (2016). How You Use It Matters: Object Function Guides Attention During Visual Search in Scenes. *Psychological Science*, 27(5). doi: 10.1177/0956797616629130
- Cavina-Pratesi, C., Connolly, J. i Milner, A. (2013). Optic ataxia as a model to investigate the role of the posterior parietal cortex in visually guided action: evidence from studies of patient M.H. *Frontiers In Human Neuroscience*, 7. doi: 10.3389/fnhum.2013.00336
- Chabris, C. i Simons, D. (1998). Chess expertise: Extraordinary memory for chess positions. Accessed from <https://youtu.be/rWuJqCwfjic> on 3/2/17.
- Charnallet, A., Carbonnelb, S., Davida, D. i Moreauda, O. (2008). "Associative visual agnosia: A case study". *Behavioural Neurology*, 19(1–2), 41–44. doi:10.1155/2008/241753
- Charness, N. (1992). The impact of chess research on cognitive science. *Psychological*

- Research*, 54(1), 4-9. doi:10.1007/BF01359217
- Chase, W. i Simon, H. (1973a). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4(1), 55-81. doi: 10.1016/0010-0285(73)90004-2
- Chase, W. G. i Simon, H. A. (1973b). *The mind's eye in chess*. In: Chase W.G. (Ed.), *Visual Information Processing*. Academic Press, New York.
- Chassy, P. i Anić, D. (2012). *Psychologie du joueur d'echecs: Science et performance*. Olibris, Montpellier.
- Cooke, N. J., Atlas, R. S., Lane, D. M. i Berger, R. C. (1993). Role of high-level knowledge in memory for chess positions. *American Journal of Psychology*, 106, 321–351.  
Doi: 10.2307/1423181
- Costalba, M., Kiiski, J., Linscott, G., Nicolet, S., Geschwenter, S. i VandeVondele, J. (2020). Stockfish 11 [računalni program]. Preuzeto s <http://stockfishchess.org/download/>
- De Groot, A. D. (1946). *Het denken van den Schaker*. Noord Hollandsche, Amsterdam.
- De Groot, A. D. (1965). *Thought and Choice in Chess*. Mouton Publishers, The Hague.
- De Groot, A. D. (1978). *Thought and Choice in Chess*, 2nd edn. Mouton Publishers, The Hague, The Netherlands.
- De Groot A. D., Gobet, F. (1996). *Perception and Memory in Chess*. Van Gorcum, Assen, The Netherlands.
- De Renzi, E. (2000). Disorders of Visual Recognition. *Seminars in Neurology*, 20(4), 479-85. doi:10.1055/s-2000-13181
- Downing-Doucet, F. i Guérard, K. (2014). A motor similarity effect in object memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21, 1033–1040. doi:10.3758/s13423-013-0570-5
- Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs*, 58, i-113. doi:10.1037/h0093599
- Eichenbaum, H. (2017). Memory: Organization and Control. *Annual Review Of Psychology*, 68(1), 19-45. doi: 10.1146/annurev-psych-010416-044131
- Ericsson, K. A. i Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211–245. Doi: 10.1037/0033-295X.102.2.211
- Fahle, M. i Poggio, T. (2002). *Perceptual learning*. MIT Press, Cambridge.
- Farah, M. J. (1992). Is an object an object an object? Cognitive and neuropsychological investigations of domain specificity in visual object recognition. *Current Directions*

- in Psychological Science*, 1,164–169.
- Feigenbaum, E. A. i Simon, H. A. (1984). EPAM-like models of recognition and learning. *Cognitive Science*, 8, 305-336. Doi: 10.1016/S0364-0213(84)80005-1
- Ferrari, V., Didierjean, A. i Marmèche, E. (2006). Dynamic perception in chess. *Quarterly Journal Of Experimental Psychology*, 59(2), 397-410. doi: 10.1080/17470210500151428
- Ferrari, V., Didierjean, A. i Marmèche, E. (2008). Effect of expertise acquisition on strategic perception: The example of chess. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(8), 1265–1280. <https://doi.org/10.1080/17470210701503344>
- Ferreira, C. T., Ceccaldi, M., Giusiano, B. i Poncet, M. (1998). Separate Visual Pathways for Perception of Actions and Objects: Evidence from A Case Apperceptive Agnosia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 65(3),382-385. doi:10.1136/jnnp.65.3.382. PMC 2170224
- Freyhof, H., Gruber, H. i Ziegler, A. (1992). Expertise and hierarchical knowledge representation in chess. *Psychological Research*, 54(1), 32-37. doi: 10.1007/bf01359221
- Frings, C., Bermeitinger, C. i Wentura, D. (2008). Center-Surround or Spreading Inhibition. *Experimental Psychology*, 55(4), 234-242. doi: 10.1027/1618-3169.55.4.234
- Funnell, E. (2000). Apperceptive Agnosia and the Visual Recognition of Object Categories in Dementia of the Alzheimer Type. *Neurocase*, 6 (6), 451–463. doi:10.1080/13554790008402716
- Ghoneim, A., Pollard, C., Greene, J. i Jampana, R. (2018). Balint syndrome (chronic visual-spatial disorder) presenting without known cause. *Radiology Case Reports*, 13(6), 1242-1245. doi: 10.1016/j.radcr.2018.08.026
- Gliga, F. i Flesner, P. I. (2014). Cognitive benefits of chess training in novice children. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 16, 962-7.
- Gobet, F. (1997). A Pattern-recognition Theory of Search in Expert Problem Solving. *Thinking & Reasoning*, 3(4), 291–313. doi:10.1080/135467897394301
- Gobet, F. (1998). *Expert memory: a comparison of four theories*. *Cognition*, 66(2), 115–152. doi:10.1016/s0010-0277(98)00020-1
- Gobet F. (2016). *Understanding Expertise: A Multi-Disciplinary Approach*. London:



Palgrave/Macmillan.

- Gobet, F. i Jansen, P. (1994). *Towards a Chess Program Based on a Model of Human Memory*. *Advances in Computer Chess* 7.
- Gobet, F. i Simon, H. A., (1996a). Templates in chess memory: a mechanism for recalling several boards. *Cognitive Psychology* 31, 1–40. Doi:10.1006/cogp.1996.0011
- Gobet, F. i Simon, H. (1996b). Recall of random and distorted chess positions: Implications for the theory of expertise. *Memory & Cognition*, 24(4), 493-503. doi: 10.3758/bf03200937
- Gobet, F., i Simon, H. (1996c). Recall of rapidly presented random chess positions is a function of skill. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(2), 159-163. doi: 10.3758/bf03212414
- Gobet, F. i Simon, H. A. (2000). Five seconds or sixty? Presentation time in expert memory. *Cognitive Science*, 24, 651-682. Doi: 10.1016/S0364-0213(00)00031-8
- Gobet, F., Lane, P. C. R., Croker, S., Cheng, P. C-H., Jones, G., Oliver, I. i Pine, J. M. (2001). Chunking mechanisms in human learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 5, 236-243. doi:10.1016/s1364-6613(00)01662-4
- Gobet, F. i Charness, N. (2006). Expertise in Chess. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, i R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (p. 523–538). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816796.030>
- Gobet, F. i Lane, P. (2010). The CHREST Architecture of Cognition: The Role of Perception in General Intelligence. *Proceedings Of The 3D Conference On Artificial General Intelligence (AGI-10)*. doi: 10.2991/agi.2010.20
- Gobet, F. i Lane, P. (2012). Chunking Mechanisms and Learning. *Encyclopedia Of The Sciences Of Learning*, 541-544. doi: 10.1007/978-1-4419-1428-6\_1731
- Gobet, F. i Erekü, M. H. (2014). Check mate to deliberate practice: the case of Magnus Carlsen. *Frontiers in Psychology*. 5, 878. doi:10.3389/fpsyg.2014.00878
- Gobet, F., Lloyd-Kelly, M., & Lane, P. (2016). What's in a Name? The Multiple Meanings of “Chunk” and “Chunking”. *Frontiers In Psychology*, 7. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00102
- Goldin, S. E. (1979). Recognition memory for chess positions: Some preliminary research. *The American Journal of Psychology*, 92(1), 19–31. doi: 10.2307/1421476
- Goodale, M. i Milner, A. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends In*

- Neurosciences*, 15(1), 20-25. doi: 10.1016/0166-2236(92)90344-8
- Goodhew, S. C., Kendall, W., Ferber, S. i Pratt, J. (2014). Setting semantics: conceptual set can determine the physical properties that capture attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76(6), 1577–1589. doi:10.3758/s13414-014-0686-3
- Gumede, K. i Rosholm, M. (2015). *Your Move: the Effect of Chess on Mathematics Test Scores*. Discussion Paper.
- Hänggi, J., Brüttsch, K., Siegel, A., & Jäncke, L. (2014). The architecture of the chess player's brain. *Neuropsychologia*, 62, 152-162. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.07.019
- Helbig, H. B., Steinwender, J., Graf, M. i Kiefer, M. (2010). Action observation can prime visual object recognition. *Experimental Brain Research*, 200, 251–258. doi:10.1007/s00221-009-1953-8
- Helfenstein, S. i Saariluoma, P. (2007). Apperception in primed problem solving. *Cognitive Processing*, 8(4), 211-232. doi: 10.1007/s10339-007-0189-4
- Hill, N. M. i Schneider, W. (2006). *Brain Changes in the Development of Expertise: Neuroanatomical and Neurophysiological Evidence about Skill-Based Adaptations*. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (p. 653–682). Cambridge University Press.
- Holding, D. H. (1985). *The psychology of chess skill*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Holding, D. i Reynolds, R. (1982). Recall or evaluation of chess positions as determinants of chess skill. *Memory & Cognition*, 10(3), 237-242. doi: 10.3758/bf03197635
- Hong, S. i Bart, W. (2006). Cognitive Effects of Chess Instruction on Students at Risk for Academic Failure. En Proceedings of the 7th International Conference on Learning Sciences. *International Society of the Learning Sciences*, 938-9.
- Hubel, D. H. i Wiesel, T.N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, 160, 106-154. doi: 10.1113/jphysiol.1962.sp006837
- Jerrim, J., Macmillan, L., Micklewright, J., Sawtell, M. i Wiggins, M. (2018). Does teaching children how to play cognitively demanding games improve their educational attainment? Evidence from a randomised controlled trial of chess instruction in England. *Journal of Human Resources*, 53, 993-1021.

- Kafaligonul, H. (2014). Vision: A Systems Neuroscience Perspective. *The Journal Of Neurobehavioral Sciences*, 1(2), 21. doi: 10.5455/jnbs.1395935766
- Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, 58(9), 697–720. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.9.697>
- Karni, A. i Sagi, D. (1991). Where Practice Makes Perfect in Texture-Discrimination—Evidence for Primary Visual-Cortex Plasticity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88, 4966–4970. doi: 10.1073/pnas.88.11.4966
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Koffka, K. (1922). Perception: An introduction to the “Gestalt-Theorie.” *Psychological Bulletin*, 19, 531–585. doi:10.1037/h0072422
- Köhler, W. (1938). Physical Gestalten. In W. D. Ellis (Ed.), *A source book of Gestalt psychology* (pp. 17–54). London, England: Routledge & Kegan Paul. (Original work published 1920)
- Kosslyn, S. M. (1994). *Image and brain: The resolution of the imagery debate*. Cambridge, MA: MIT Press, Bradford Books.
- Krivec, J., Guid, M. i Bratko, I. (2009). Identification and Characteristic Descriptions of Procedural Chunks. 2009 Computation World: Future Computing, Service Computation, Cognitive, Adaptive, Content, Patterns. doi:10.1109/computationworld.2009.66
- Lamme, V., & Roelfsema, P. (2000). The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing. *Trends In Neurosciences*, 23(11), 571-579. doi: 10.1016/s0166-2236(00)01657-x
- Lane, D. i Robertson, L. (1979). The generality of the levels of processing hypothesis: An application to memory for chess positions. *Memory & Cognition*, 7(4), 253-256. doi: 10.3758/bf03197597
- Lane, P. C. R., Sykes, A. K. i Gobet, F. (2003). Combining low-level perception with expectations in CHREST. In F. Schmalhofer, R. M. Young and G. Katz (Eds.), *Proceedings of EuroCogSci 03: The European Cognitive Science Conference*

- 2003 (pp. 205-210). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lane, D. i Chang, Y. (2017). Chess knowledge predicts chess memory even after controlling for chess experience: Evidence for the role of high-level processes. *Memory & Cognition*, 46(3), 337-348. doi: 10.3758/s13421-017-0768-2
- Linhares, A., & Freitas, A. E. T., (2010). Questioning Chase and Simon's (1973) "perception in chess": the "experience recognition" hypothesis. *New Ideas in Psychology*, 28, 64–78. doi: 10.1016/j.newideapsych.2009.07.008
- Linhares, A., Freitas, A. E. T., Mendes, A. i Silva, J. S. (2012). Entanglement of perception and reasoning in the combinatorial game of chess: Differential errors of strategic reconstruction. *Cognitive Systems Research*, 13, 72–86.
- Lissauer, H. (1890). Ein Fall von Seelenblindheit nebst einem Beitrag zur Theorie derselben. *Arch Psychiatry*, 21(2): 222–270. doi:10.1007/bf02226765
- Louedec, J., Guntz, T., Crowley, J. i Vaufreydaz, D. (2019). Deep learning investigation for chess player attention prediction using eye-tracking and game data. Proceedings Of The 11Th ACM Symposium On Eye Tracking Research & Applications. doi: 10.1145/3314111.3319827
- Lloyd-Kelly, M., Gobet, F. i Lane, P. (2015). The art of balance: Problem-solving vs pattern-recognition . in B Duval , J van den Herik , S Loiseau & J Filipe (eds) , Proceedings of the Seventh International Conference on Agents and Artificial Intelligence . 1 edn , Springer , Switzerland . <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27947-3>
- Margulies S. (1991). The Effect of Chess on Reading Scores. Report. Vol. 10. New York: the American Chess Foundation, 13-25.
- McGregor, S., & Howes, A. (2002). The role of attack and defense semantics in skilled players' memory for chess positions. *Memory & Cognition*, 30(5), 707-717. doi: 10.3758/bf03196427
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*. 63, 81–97. doi: 10.1037/h0043158
- Moreaud, O. (2003). Balint Syndrome. *Archives of Neurology*, 60(9). doi:10.1001/archneur.60.9.1329
- Moxley, J. H., Anders Ericsson, K., Charness, N. i Krampe, R. T. (2012). The role of intuition and deliberative thinking in experts' superior tactical decision-making. *Cognition*,

124(1), 72– 78. doi:10.1016/j.cognition.2012.03.005

- Nandy, A. S., Sharpee, T. O., Reynolds, J. H. i Mitchell, J. F. (2013). The fine structure of shape tuning in area V4. *Neuron*, 78(6), 1102-1115. doi:10.1016/j.neuron.2013.04.016
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Prentice-Hall.
- Nokes, T. J., Schunn, C. D. i Chi, M. T. H. (2010). Problem Solving and Human Expertise. *International Encyclopedia of Education*, 265–272. doi:10.1016/b978-0-08-044894-7.00486-3
- Ormrod, J. E. (1999). *Human learning (3rd ed.)*. Prentice-Hall Inc..
- Paivio, A., C, N., A, N. (1968). Concreteness, imagery, and meaningfulness values for 925 nouns. *J. Exp. Psychol.* 76, 1–25. <https://doi.org/10.1037/h0025327>
- Palmer, S. E. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive psychology*, 9(4), 441-474. doi: [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90016-0](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90016-0)
- Payne, D. G. i Wenger, M. J. (1998). *Cognitive psychology*. Boston, NY, USA: Houghton Mifflin Company.
- Philemotte, C. i Bersini, H. (2012). The Gestalt heuristic: emerging abstraction to improve combinatorial search. *Natural Computing*, 11(3), 499-517. doi: 10.1007/s11047-012-9317- x
- Pearson, J., & Kosslyn, S. M. (2015). *The heterogeneity of mental representation: Ending the imagery debate: Fig. 1. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33), 10089–10092. doi:10.1073/pnas.1504933112
- Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M. R., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E. i Lindeløv, J. (2019). PsychoPy2: experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*. 10.3758/s13428-018-01193-y
- Potter, M.C. (1993). Very short-term conceptual memory. *Memory & Cognition*, 21, 156-161.
- Potter, M. C. (1999). Understanding sentences and scenes: The role of Conceptual Short Term Memory. In V. Coltheart (Ed.), *Fleeting memories: Cognition of brief visual stimuli* (pp.13-46). Cambridge, MA: MIT Press.
- Potter, M. (2012a). Conceptual Short Term Memory in Perception and Thought. *Frontiers In Psychology*, 3. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00113
- Potter, M. (2012b). Recognition and Memory for Briefly Presented Scenes. *Frontiers In Psychology*, 3. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00032

- Proffitt, D. R. (1993). A hierarchical approach to perception. *Advances in Psychology*, 99, 75-111. doi: [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62770-3](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62770-3)
- RaviPrakash, H., Anwar, S., Biassou, N. i Bagci, U. (2020). Morphometric and Functional Brain Connectivity Differentiates Chess Masters from Amateur Players. doi: 10.1101/2020.09.18.303685
- Reingold, E. M., Charness, N., Pomplun, M. i Stampe, D. M. (2001a). Visual span in expert chess players: Evidence from eye movements. *Psychological Science*, 12, 49-56. doi: 10.1111/1467-9280.00309
- Reingold, E., Charness, N., Schultetus, R. i Stampe, D. (2001b). Perceptual automaticity in expert chess players: Parallel encoding of chess relations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(3), 504-510. doi: 10.3758/bf03196185
- Reingold, E. M. i Charness, N. (2005). Perception in chess: Evidence from eye movements. In G. Underwood (Ed.), *Cognitive processes in eye guidance* (pp. 325–354). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Rennig, J., Bilalić, M., Huberle, E., Karnath, H. i Himmelbach, M. (2013). The temporo-parietal junction contributes to global gestalt perception—evidence from studies in chess experts. *Frontiers In Human Neuroscience*, 7. doi: 10.3389/fnhum.2013.00513
- Rezaul Karim, A. K. M. i Kojima, H. (2010). The what and why of perceptual asymmetries in the visual domain. *Advances in Cognitive Psychology*, 6, 103–115.
- Ricks, T., Turley-Ames, K. i Wiley, J. (2007). Effects of working memory capacity on mental set due to domain knowledge. *Memory & Cognition*, 35(6), 1456-1462. doi: 10.3758/bf03193615
- Saariluoma, P. (1984). Coding problem spaces in chess. *Commentationes scientiarum socialium*, 23. Turku: Societas Scientiarum Fennica.
- Saariluoma, P. (1985). Chess players' intake of task-relevant cues. *Memory & Cognition*, 13(5), 385-391. doi: 10.3758/bf03198451
- Saariluoma, P. (1990). Chess players search for task relevant cues: Are chunks relevant? D. Brogan (ed.), *Visual search*. London: Taylor and Francis.
- Saariluoma, P. (1991a). Visuo-spatial interference and apperception in chess. In: M. Denis & R. Logie (eds.), *Images in cognition*. Elsevier: Amsterdam. (pp. 83-94).
- Saariluoma, P. (1991b). Aspects of skilled imagery in blindfold chess. *Acta Psychologica*,

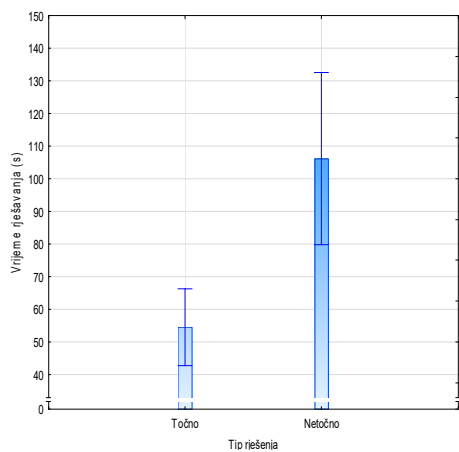
- 77(1), 65–89. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(91\)90065-8](https://doi.org/10.1016/0001-6918(91)90065-8)
- Saariluoma, P. (1992). Error in chess: Apperception restructuring view. *Psychological Research*, 54, 17-26.
- Saariluoma, P. (1994). *Location Coding in Chess. The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 47(3), 607–630. doi:10.1080/14640749408401130
- Saariluoma, P. (1995). *Chess Players' Thinking*. Routledge, London.
- Saariluoma, P. (1997). *Foundational analysis*. London: Routledge.
- Saariluoma P (2001) Chess and content-oriented psychology of thinking. *Psihologica*, 22, 143–164.
- Saariluoma, P. i Hohlfeld, M. (1994). Apperception in chess players' long-range planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 6(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/09541449408520132>
- Saariluoma, P. i Kalakoski. V. (1996). Skilled imagery and long-term working memory. *American Journal of Psychology*, 110, 177-201.
- Saariluoma, P. i Virpi Kalakoski (1998). Apperception and imagery in blindfold chess. *Memory*, 6, 67-90. doi: 10.1080/741941600
- Sala, G., Gobet, F., Trinchero, R. i Ventura, S. (2016). Chess instruction enhance mathematical ability in children? A three group design to control for placebo effects. In: does Chess Instruction Enhance Mathematical Ability in Children? Philadelphia, PA: a Three Group Design to Control for Placebo Effects.
- Sala, G. i Gobet, F. (2016). Do the benefits of chess instruction transfer to academic and cognitive skills? A meta-analysis. *Educ. Res. Rev.* 18, 46–57. [10.1016/j.edurev.2016.02.002](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.02.002)
- Sala, G., Foley, J. i Gobet, F. (2017). The Effects of Chess Instruction on Pupils' Cognitive and Academic Skills: State of the Art and Theoretical Challenges. *Frontiers In Psychology*, 8. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00238
- Scharfen, H. i Memmert, D. (2019). Measurement of cognitive functions in experts and elite athletes: A meta-analytic review. *Applied Cognitive Psychology*, 33(5), 843-860. doi: 10.1002/acp.3526
- Schultetus, R. S. i Charness, N. (1999). Recall or evaluation of chess positions revisited: The relationship between memory and evaluation in chess skill. *American Journal of*

- Psychology*, 112, 555-569.
- Sheridan, H. i Reingold, E. M. (2014). Expert versus novice differences in the detection of relevant information during a chess game: Evidence from eye movements. *Frontiers in Psychology*, 5, 941, doi:10.3389/fpsyg.2014.00941.
- Sheridan, H. i Reingold, E. (2017). Chess players' eye movements reveal rapid recognition of complex visual patterns: Evidence from a chess-related visual search task. *Journal Of Vision*, 17(3), 4. doi: 10.1167/17.3.4
- Sigman, M. (2010). Response time distributions in rapid chess: a large-scale decision making experiment. *Frontiers In Neuroscience*, 4. doi: 10.3389/fnins.2010.00060
- Simon, H. A. i Barenfeld, M. (1969). Information processing analysis of perceptual processes in problem solving. *Psychological Review*, 76, 473–483. Preuzeto sa <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5351854>
- Simon, H. i Gilmartin, K. J. (1973). *A Simulation of Memory for Chess Positions*. *Cognitive Psychology*, 5(1), reprinted in Herbert Simon (1979). *Models of Thought*, Yale University Press
- Simon, H. i Barenfeld, M. (1969). Information-processing analysis of perceptual processes in problem solving. *Psychological Review*, 76(5), reprinted in Herbert A. Simon (1979). *Models of Thought*. Yale University Press
- Sternberg R. i Sternberg K. (2011). *Cognitive Psychology*. 6th ed. Wadsworth.
- Tikhomirov, O. K. i Poznyanskaya, E. (1966). An investigation of visual search as a means of analyzing heuristics. *Soviet Psychology*, 5, 2–15.
- Tang, X., Pang, J., Nie, Q.-Y., Conci, M., Luo, J. i Luo, J. (2015). Probing the Cognitive Mechanism of Mental Representational Change During Chunk Decomposition: A Parametric fMRI Study. *Cerebral Cortex*, 26(7), 2991–2999. doi: 10.1093/cercor/bhv113
- Vaci, N. i Bilalić, M. (2016). Chess databases as a research vehicle in psychology: Modeling large data. *Behavior Research Methods*, 49(4), 1227-1240. doi: 10.3758/s13428-016-0782-5
- Vecera, S. i Gilds, K. (1998). What Processing Is Impaired in Apperceptive Agnosia? Evidence from Normal Subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10 (5), 568–580. doi:10.1162/089892998562979

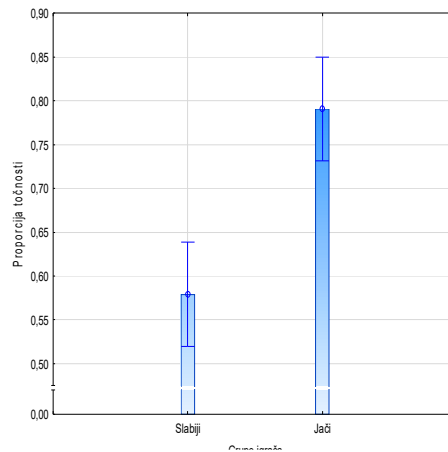


- Wang, Y. i Chiew, V. (2008). On the cognitive process of human problem solving. *Cognitive Systems Research*. doi:10.1016/j.cogsys.2008.08.003
- Waters, A. i Gobet, F. (2008). Mental imagery and chunks: Empirical and computational findings. *Memory & Cognition*, 36(3), 505-517. doi: 10.3758/mc.36.3.505
- Welmeyer, M., Palmer, S., Agran, M., Mithaug, D. i Martin J. (2000). Instruction students to become causal agents in their lives: the self-determining learning model of instruction exceptional children. *Except Child*, 66, 439-53.
- Wertheimer, M. (1938c). Laws of organization in perceptual forms. In W. D. Ellis (Ed.), *A source book of Gestalt psychology*, 71–94.
- Wertheimer M (1959). *Productive thinking*. Harper, New York
- Wiley, J. (1998). Expertise as mental set: The effects of domain knowledge in creative problem solving. *Memory & Cognition*, 26(4), 716-730. doi: 10.3758/bf03211392
- Wu, Q., Wu, L. i Luo, J. (2010). Effective connectivity of dorsal and ventral visual pathways in chunk decomposition. *Science China Life Sciences*, 53(12), 1474-1482. doi: 10.1007/s11427-010-4088-z
- Wu, X., He, M., Zhou, Y., Xiao, J. i Luo, J. (2017). Decomposing a Chunk into Its Elements and Reorganizing Them As a New Chunk: The Two Different Sub-processes Underlying Insightful Chunk Decomposition. *Frontiers In Psychology*, 8. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02001

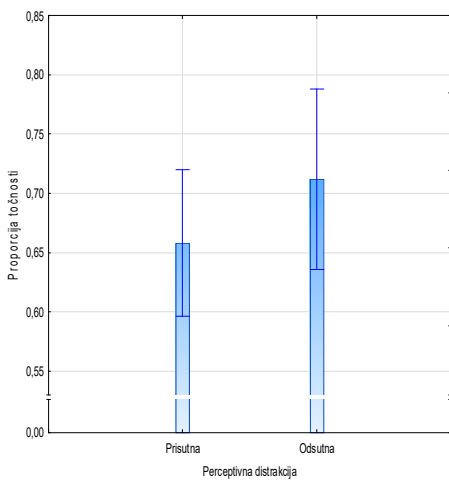
## Prilog A - Grafički prilozi



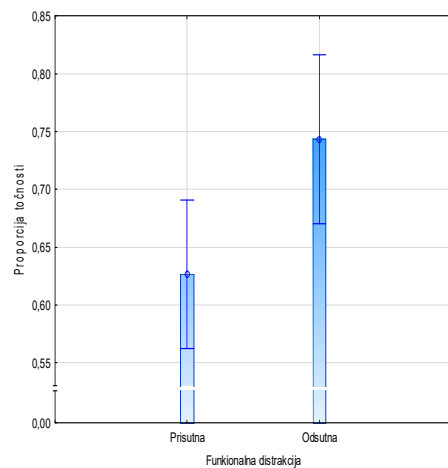
*Slika A1* Vrijeme rješavanja (s) s obzirom na tip rješenja



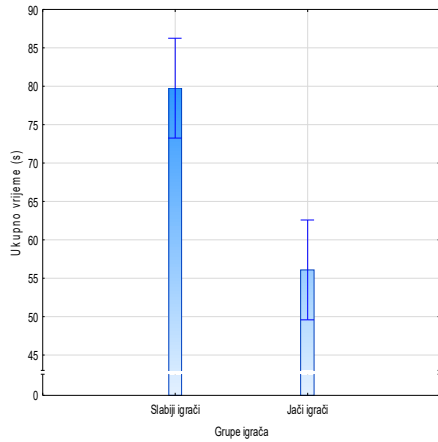
*Slika A2* Proporcije točnosti s obzirom na grupe igrača



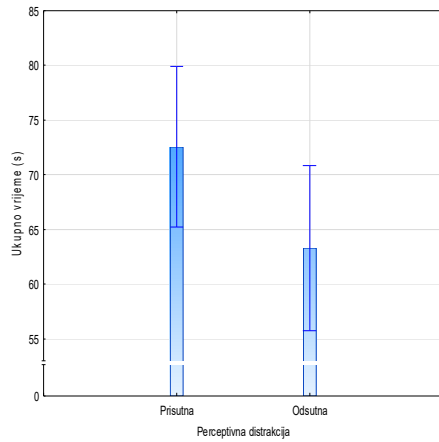
*Slika A3* Proporcije točnosti s obzirom na perceptivnu distrakciju



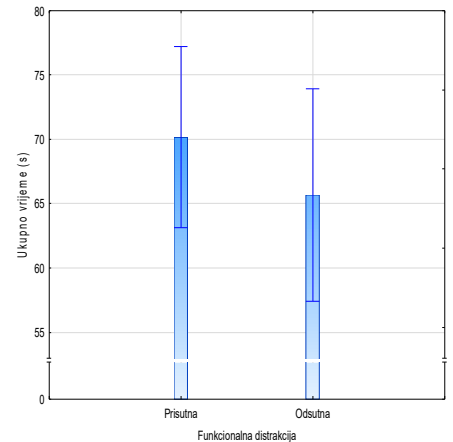
*Slika A4* Proporcije točnosti s obzirom na funkcionalnu distrakciju



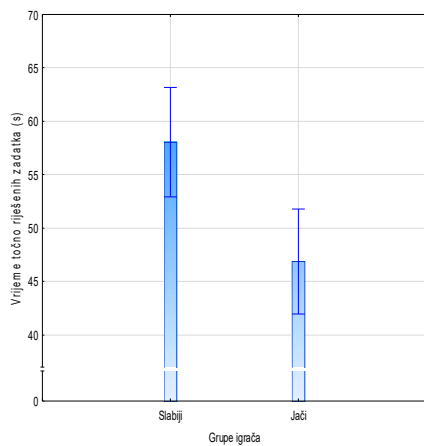
*Slika A5* Ukupno vrijeme (s) rješavanja s obzirom na grupe igrača



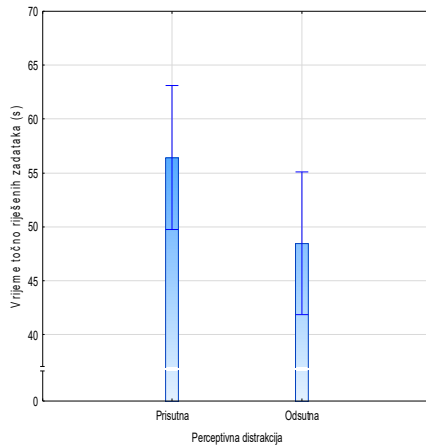
*Slika A6* Ukupno vrijeme (s) rješavanja s obzirom na perceptivnu distrakciju



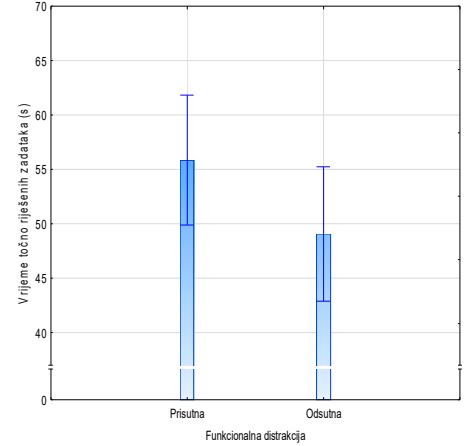
*Slika A7* Ukupno vrijeme (s) rješavanja s obzirom na funkcionalnu distrakciju



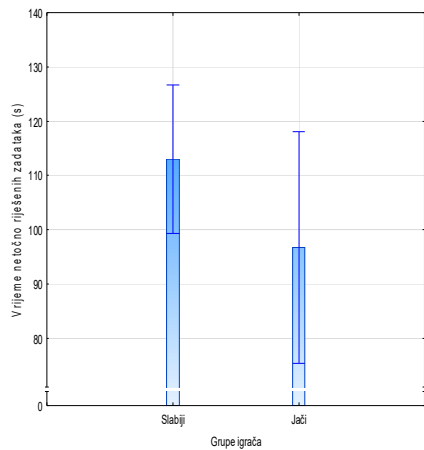
*Slika A8* Vrijeme (s) točno riješenih zadataka s obzirom na grupe igrača



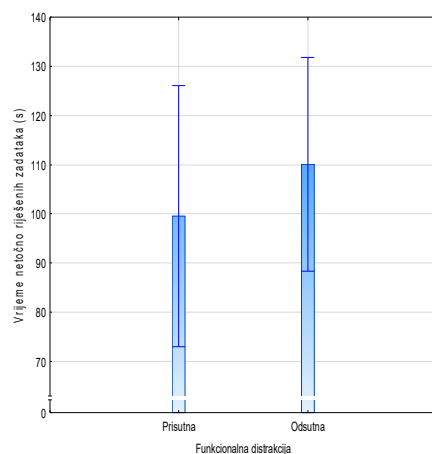
*Slika A9* Vrijeme (s) točno riješenih zadataka s obzirom na perceptivnu distrakciju



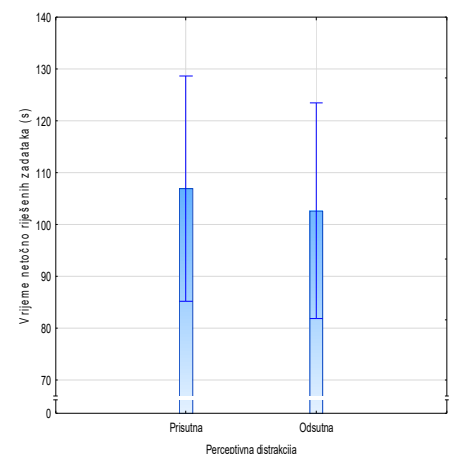
*Slika A10* Vrijeme (s) točno riješenih zadataka s obzirom na funkcionalnu distrakciju



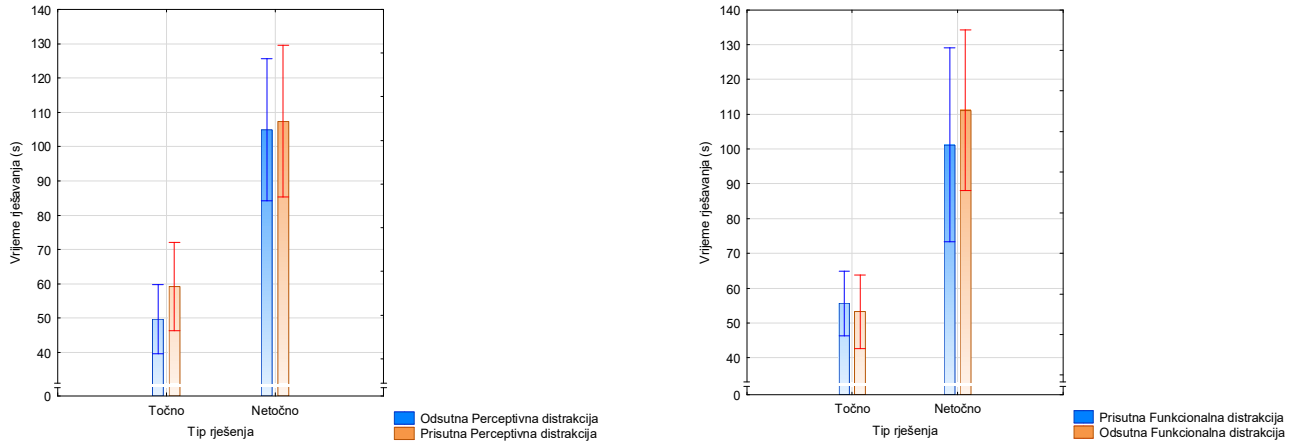
*Slika A11* Vrijeme (s) netočno riješenih zadataka s obzirom na grupe igrača



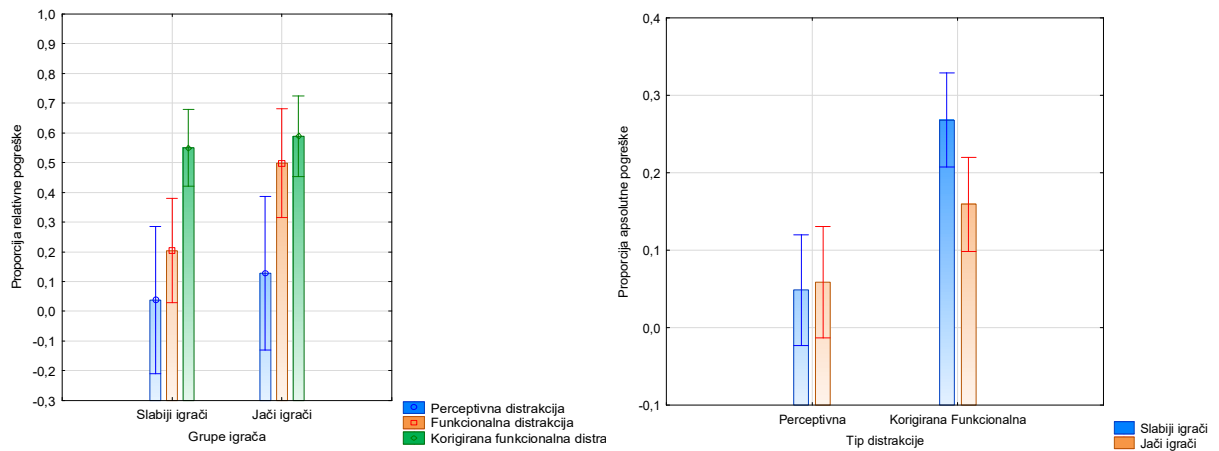
*Slika A12* Vrijeme (s) netočno riješenih zadataka s obzirom na perceptivnu distrakciju



*Slika A13* Vrijeme (s) točno riješenih zadataka s obzirom na funkcionalnu distrakciju



Slika A14 Grafički prikazi vremena rješavanja s obzirom na tip rješenja i tip distrakcije



A)

B)

Slika A15 Prosječne proporcije relativne (A) i apsolutne (B) pogreške pojedine distrakcije s obzirom na grupe igrača

## Prilog B - Tablični prilozi

*Tablica B1* Rezultati četverosmjerne ANOVA-e na vrijednostima vremena rješavanja zadataka

	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Grupe igrača	23,66	1/46	0,00**	0,34
Perceptivna distrakcija	7,66	1/46	0,01**	0,14
Funkcionalna distrakcija	2,83	1/46	0,10	0,06
Tip rješenja	53,86	1/46	0,00**	0,54
Tip rješenja x grupe igrača	13,87	1/46	0,00**	0,23
Tip rješenja x perceptivna distrakcija	0,15	1/46	0,70	0,00
Tip rješenja x funkcionalna distrakcija	0,30	1/46	0,59	0,01
Tip rješenja x perceptivna x funkcionalna distrakcija x grupe igrača	2,25	1/46	0,14	0,05

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ;

*Tablica B2* Rezultati glavnih efekata dvosmjerne ANOVA-e na vrijednostima proporcije relativne pogreške

	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Grupe igrača	3,06	1/44	0,09	0,07
Distrakcija	13,06	2/44	0,00**	0,23
Grupe igrača x Distrakcija	1,00	2/44	0,37	0,02

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

*Tablica B3* Rezultati glavnih efekata dvosmjerne ANOVA-e na vrijednostima proporcije apsolutne pogreške

	<i>F</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Grupe igrača	2,31	1/46	0,14	0,05
Distrakcija	22,54	2/46	0,00**	0,33
Grupe igrača x Distrakcija	3,13	2/46	0,08	0,06

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B4 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize vremena rješavanja između perceptivne distrakcije i tipa rješenja

			1	2	3	4
			(M=48,29)	(M=79,31)	(M=56,24)	(M=90,49)
	Perceptivna distrakcija	Tip rješenja				
1	Odsutna	Točno		0,00**	0,55	0,00**
2	Odsutna	Netočno			0,00**	0,25
3	Prisutna	Točno				0,00**
4	Prisutna	Netočno				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B5 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize vremena rješavanja između funkcionalne distrakcije i tipa rješenja

			1	2	3	4
			(M=54,86)	(M=89,87)	(M=49,67)	(M=79,92)
	Funkcionalna distrakcija	Tip rješenja				
1	Prisutna	Točno		0,00**	0,83	0,00**
2	Prisutna	Netočno			0,00**	0,38
3	Odsutna	Točno				0,00**
4	Odsutna	Netočno				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B6 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize proporcije točnosti između perceptivne distrakcije i grupe igrača

			1	2	3	4
			(M=,60)	(M=,55)	(M=,82)	(M=,76)
	Perceptivna distrakcija	Grupe igrača				
1	Odsutna	Slabiji		,53	,00**	,01**
2	Prisutna	Slabiji			,00**	,00**
3	Odsutna	Jači				,36
4	Prisutna	Jači				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B7 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize proporcije točnosti između funkcionalne distrakcije i grupe igrača

		1 (M=,53)	2 (M=,63)	3 (M=,73)	4 (M=,86)
	Funkcionalna distrakcija	Grupe igrača			
1	Prisutna		,03*	,00**	,00**
2	Odsutna			,21	,00**
3	Prisutna				,00**
4	Odsutna				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B8 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize ukupnog vremena između perceptivne distrakcije i grupe igrača

		1 (M=74,91)	2 (M=84,60)	3 (M=51,68)	4 (M=60,46)
	Perceptivna distrakcija	Grupe igrača			
1	Odsutna		,05*	,00**	,04*
2	Prisutna			,00**	,00**
3	Odsutna				,08
4	Pristuna				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B9 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize ukupnog vremena između funkcionalne distrakcije i grupe igrača

		1 (M=81,51)	2 (M=78,00)	3 (M=58,83)	4 (M=53,31)
	Funkcionalna distrakcija	Grupe igrača			
1	Prisutna		,82	,00**	,00**
2	Odsutna			,00**	,00**
3	Prisutna				,53
4	Odsutna				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B10 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize vremena točno riješenih zadataka između perceptivne distrakcije i grupe igrača

			1 (M=53,58)	2 (M=62,48)	3 (M=43,36)	4 (M=50,36)
	Perceptivna distrakcija	Grupe igrača				
1	Odsutna	Slabiji		,20	,14	,90
2	Prisutna	Slabiji			,00**	,05
3	Odsutna	Jači				,36
4	Pristuna	Jači				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B11 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize vremena točno riješenih zadataka između funkcionalne distrakcije i grupe igrača

			1 (M=62,81)	2 (M=53,25)	3 (M=48,67)	4 (M=44,85)
	Funkcionalna distrakcija	Grupe igrača				
1	Prisutna	Slabiji		,04*	,01**	,00**
2	Odsutna	Slabiji			,73	,21
3	Prisutna	Jači				,62
4	Odsutna	Jači				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B12 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize vremena netočno riješenih zadataka između perceptivne distrakcije i grupe igrača

			1 (M=108,96)	2 (M=116,97)	3 (M=96,45)	4 (M=96,91)
	Perceptivna distrakcija	Grupe igrača				
1	Odsutna	Slabiji		,77	,82	,84
2	Prisutna	Slabiji			,50	,52
3	Odsutna	Jači				,99
4	Pristuna	Jači				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$



Tablica B13 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize vremena netočno riješenih zadataka između funkcionalne distrakcije i grupe igrača

		1 (M=99,82)	2 (M=126,12)	3 (M=99,35)	4 (M=94,01)
	Funkcionalna distrakcija	Grupe igrača			
1	Prisutna		,16	,99	,99
2	Odsutna			,38	,23
3	Prisutna				,99
4	Odsutna				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B14 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize procjene težine zadataka između perceptivne distrakcije i grupe igrača

		1 (M=3,95)	2 (M=3,98)	3 (M=3,61)	4 (M=3,80)
	Perceptivna distrakcija	Grupe igrača			
1	Odsutna		,99	,50	,92
2	Prisutna			,42	,87
3	Odsutna				,29
4	Pristuna				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B15 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize procjene težine zadataka između funkcionalne distrakcije i grupe igrača

		1 (M=3,97)	2 (M=3,96)	3 (M=3,78)	4 (M=3,63)
	Funkcionalna distrakcija	Grupe igrača			
1	Prisutna		,99	,86	,49
2	Odsutna			,87	,52
3	Prisutna				,49
4	Odsutna				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B16 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize relativne pogreške između tipa distrakcije i grupe igrača

		1 (M=,04)	2 (M=,20)	3 (M=,55)	4 (M=,13)	5 (M=,50)	6 (M=,59)
	Apsolutna pogreška						
	Grupe igrača						
1	Perceptivna distrakcija		,80	,00**	,99	,00**	,00**
2	Funkcionalna distrakcija			,10	,99	,26	0,05
3	Korigirana funkcionalna distrakcija				,02*	,99	,99
4	Perceptivna distrakcija					,09	,01**
5	Funkcionalna distrakcija						,99
6	Korigirana funkcionalna distrakcija						

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Tablica B17 Rezultati Tukeyeve post-hoc analize apsolutne pogreške između tipa distrakcije i grupe igrača

		1 (M=,05)	2 (M=,27)	3 (M=,07)	4 (M=,16)
	Apsolutna pogreška				
	Grupe igrača				
1	Perceptivna distrakcija		,00**	,99	,09
2	Korigirana funkcionalna distrakcija			,00**	,10
3	Perceptivna distrakcija				,17
4	Korigirana funkcionalna distrakcija				

\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$