

# Utjecaj ekspertize na radno pamćenje u šahovskim zadatcima

---

Čolak, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:162:898175>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-23**



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

Repository / Repozitorij:

[University of Zadar Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zadru

Odjel za psihologiju

Preddiplomski sveučilišni studij psihologije (jednopedmetni)

**Dominik Čolak**

**Utjecaj ekspertize na radno pamćenje u šahovskim  
zadacima**

**Završni rad**

Zadar, 2024.

Sveučilište u Zadru

Odjel za psihologiju

Preddiplomski sveučilišni studij psihologije (jednopedmetni)

Utjecaj ekspertize na radno pamćenje u šahovskim zadacima

Završni rad

Student/ica:

Dominik Čolak

Mentor/ica:

Prof. Dr. Sc. Pavle Valerjev

Zadar, 2024.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Dominik Čolak**, ovime izjavljujem da je moj **završni** rad pod naslovom **Utjecaj ekspertize na radno pamćenje u šahovskim zadacima** rezultat mogega 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 mogega 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 mogega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 19. rujna 2024.

SADRŽAJ	
SAŽETAK.....	1
ABSTRACT .....	2
1. UVOD.....	3
1.1. KRATKOTRAJNO PAMĆENJE.....	3
1.2. ŠAH I KOGNICIJA.....	3
1.3. EKSPERTIZA .....	5
1.4. ODNOS EKSPERTIZE I PAMĆENJA U ISTRAŽIVANJIMA .....	6
2. PROBLEMI I HIPOTEZE .....	9
2.1. PROBLEMI .....	9
2.2. HIPOTEZE .....	9
3. METODOLOGIJA .....	10
3.1. SUDIONICI.....	10
3.2. PRIBOR I MATERIJALI .....	10
4. POSTUPAK .....	11
5. REZULTATI.....	13
6. RASPRAVA.....	16
6.1. UTJECAJ EKSPERTIZE NA RADNO PAMĆENJE IZMEĐU ŠAHISTA I NEŠAHISTA NA ZADATKU ŠAHOVSKOG TIPA.....	16
6.2. UTJECAJ EKSPERTIZE NA RADNO PAMĆENJE KOD ŠAHISTA PRI RJEŠAVANJU ŠAHOVSKOG I NEŠAHOVSKOG ZADATKA RADNOG PAMĆENJA .....	17
6.3. NEŠAHOVSKI ZADATAK DOSJEĆANJA I RAZLIKE REZULTATA NEŠAHISTA U ZADATCIMA DOSJEĆANJA .....	18
6.4. RAZLIKE ŠAHISTA I NEŠAHISTA NA ZADATKU DOSJEĆANJA NEŠAHOVSKOG TIPA .....	18
6.5. DOPRINOS ISTRAŽIVANJA I NJEGOVA OGRANIČENJA .....	19
7. ZAKLJUČAK.....	20

8. LITERATURA.....	21
--------------------	----

## SAŽETAK

Kroz povijest i razvoj psihologije kao znanosti pamćenje i procesi koji utječu na pamćenje često su bili u fokusu istraživanja. U novije vrijeme počelo se razmatrati na koje načine različiti vanjski procesi ili vještine mogu utjecati na pamćenje te kako određene vještine djeluju na procese pamćenja. Šah se smatra kognitivnom igrom u kojoj se uz pomoć različitih kognitivnih sposobnosti dolazi do bolje i kvalitetnije igre. Između ostaloga, istraživanja su pokazala da šahisti imaju neke kognitivne sposobnosti izraženije i bolje razvijene od nešahista, a što je demonstrirano prilikom rješavanja sličnih kognitivnih zadataka. Novija istraživanja pokazala su da je bolje rezultate prilikom ispitivanja nekih sposobnosti, primjerice kratkotrajnog pamćenja, moguće objasniti utjecajem ekspertize unutar područja rješavanja nekog zadatka. Ekspertiza unutar nekog područja odnosi se na ekstenzivno znanje i iskustvo koje pojedinac ima vezano uz djelovanje i teoretiziranje unutar tog istog područja. Cilj ovog istraživanja je ispitati kako ekspertiza u šahu utječe na radno pamćenje šahista u usporedbi s nešahistima.

U ispitivanju je sudjelovalo 36 ispitanika – 18 šahista iznimno visokog nivoa i 18 „nešahista“ u dobi od 18 do 45 godina koji su rješavali zadatke dosjećanja šahovske pozicije i zadatak dosjećanja brojeva, pri čemu se mjerio broj njihovih pogrešaka pri dosjećanju. Dobiveni rezultati ukazuju da nije bilo razlika među šahistima i nešahistima prilikom rješavanja nešahovskog zadatka, kao ni razlika s obzirom na vrstu zadatka dosjećanja kod grupe nešahista. Međutim, šahisti su pokazali značajne razlike u rješavanju zadataka dosjećanja šahovske pozicije naspram dosjećanja brojeva, pri čemu su se bolje dosjećali šahovskih pozicija. Također, dobivena je značajna razlika između šahista i nešahista prilikom rješavanja šahovskog zadatka, pri čemu su šahisti radili manje pogrešaka od nešahista.

Ključne riječi: ekspertiza, radno pamćenje, šah

## The impact of expertise on working memory in chess tasks

### ABSTRACT

Throughout the history and development of psychology as a science, memory and the processes that influence memory processes have often been the focus of research. More recently, it has begun to consider the ways in which different external processes or skills can affect memory as such, and how certain skills affect memory processes. Chess is considered a cognitive game in which different cognitive abilities are used to achieve a better and better game. Among other things, research has shown that chess players have some cognitive abilities that are more pronounced and better developed than non-chess players, demonstrated when solving similar cognitive tasks. Recent research has shown that one of the possible explanations for better results when testing some abilities, for example short-term memory, can be explained by the influence of expertise within the area of solving a certain task. Expertise within a field refers to extensive knowledge and experience that an individual has related to action and theorizing within that same field. The goal of this research was to determine the influence of expertise on working memory, manipulating the type of recall task in accordance with the expertise of the participants, in the case of this research - chess players and non-chess players. There were 36 subjects between the ages of 18 and 45 that took part in the test, solving the tasks of remembering chess positions and the task of remembering numbers, in which the number of their errors in remembering was measured. The obtained results indicate that there were no differences between chess players and non-chess players when solving the non-chess task, as well as no differences regarding the type of recall task in the group of non-chess players, while chess players showed significant differences in solving the tasks of recalling chess positions versus recalling numbers, where they performed better guessed chess positions. Also, a significant difference was obtained between chess players and non-players when solving the chess task, whereby chess players made fewer mistakes than non-players.

Key words: expertise, working memory, chess



## 1. UVOD

### 1.1. KRATKOTRAJNO PAMĆENJE

Kratkotrajno pamćenje jedno je od tri operativna podsustava pamćenja, a karakterizira ga relativno kratko trajanje od tek nekoliko minuta te osjetljivost na nove podražaje i informacije koje se unutar njegova trajanja mogu javiti (Petz, 2005). Među najčešće ispitivanim varijablama u eksperimentima vezanim uz pamćenje nalaze se raspon pamćenja, postotak zapamćenog materijala i vrijeme reakcije potrebno za prepoznavanje ili dosjećanje. Raspon, odnosno kapacitet kratkotrajnog pamćenja odnosi se na količinu materijala koju ispitanik može zapamtiti nakon jednog pokušaja učenja (Zarevski, 1997).

Radno pamćenje je sustav koji omogućava privremenu manipulaciju i pohranu informacija koje su nužne za izvođenje složenijih kognitivnih zadataka, primjerice jezičnog razumijevanja, rezoniranja i učenja (Baddeley, 1992). Radno pamćenje ima nekoliko komponenti koje utječu na pohranjivanje informacija – središnjeg izvršitelja, fonološku petlju, epizodni ekran i vizuospacijalnu radnu ploču (Baddeley, 1992). U stadiju fonološke petlje informacije koje su prezentirane se ponavljaju da ne bi bile zaboravljene ili izgubljene. Na sličan način funkcionira i komponenta vizuospacijalna radna ploča, no glavna je razlika među vizuospacijalnom radnom pločom i fonološkom petljom u načinu prezentiranja informacija. Pritom se radna ploča oslanja na osjet vida – objekt i njegove osobine vidi u kratkom periodu i takve ih pamti (Iasha i sur, 2020).

### 1.2. ŠAH I KOGNICIJA

Šah je složena intelektualna igra koja zahtijeva dubinsko razmišljanje, planiranje i pamćenje pozicija, poteza i taktika. Šahovska stručnost stvara jedinstvenu priliku za proučavanje specifičnih sjećanja, pri čemu se šahisti razvijaju u stručnjake za pamćenje šahovskih elemenata, dok drugi ne posjeduju tu specifičnu stručnost. Šahisti se često podvrgavaju intenzivnim treninzima i velikim količinama partija koje tijekom njihove karijere doprinose stvaranju velikih mentalnih baza podataka pozicija i šahovskih poteza. Gobet (2018) navodi kako se šahisti često dosjećaju poznatih pozicija iz svojih i tuđih partija iz prošlosti u svrhu treninga i poboljšavanja načina razmišljanja, što samo dodatno potvrđuje postojanost „šahovskog“ pamćenja.

Kroz povijest, šah je bio jedna od primarnih domena u psihološkim studijima ljudske vještine, s obzirom na to da vještina igranja šaha zahtijeva specijalizirano znanje, pamćenje iznimno visokog broja uzoraka koji mogu producirati dobre poteze unutar partije, evaluaciju planova i strategiziranje kod početnika i ekspertnih igrača (Gluga i sur, 2014). Promatrajući proces razmišljanja u šahu, ono može biti ili vizuospacijalno – kao neka sekvenca poteza na šahovskoj ploči, ili propozicionalno – kroz korištenje raznih zapamćenih notacija i verbalnih protokola (Robbins i sur, 1996). Postoje različita teoretiziranja s obzirom na razlike u procesima razmišljanja kod ljudi koji su profesionalni igrači naspram onih koji nemaju veze sa šahom ili su puki početnici. Milojković (1982) smatra da se bolji igrači više oslanjaju na propozicijsko kodiranje kod zadataka traženja napadnute figure, pritom se ne oslanjajući na raspored figura na šahovskoj ploči, dok se slabiji igrači više oslanjaju na spacijalne komponente zadatka. S druge strane, Holding (1985) smatra da su verbalne komponente važnije, pritom se referirajući na visoko razvijene govorne sposobnosti vrhunskih šahista toga vremena.

Razmišljanje u šahu od posebnog je interesa za psihologe jer se može predstavljati i vizuospacijalno - kao niz poteza na šahovskoj ploči kao i propozicijski, bilo to koristeći različite vrste notacije ili kao određeni verbalni protokoli - poput onih prikupljenih od strane ranih istraživača (de Groot, 1965). Varijacija predstavljanja navedenoga ima mogućnost utvrditi diskriminaciju jačih od slabijih igrača te samim time i poduprijeti razlike u šahovskim vještinama među pojedincima. Milojković (1982) je predložio da se jači igrači u većoj mjeri oslanjaju na propozicijsko kodiranje podržavajući tu tvrdnju demonstracijom da je vrijeme koje majstor treba za odlučiti je li određena figura napadnuta neovisno o fizičkim detaljima zadatka, odnosno pozicije, poput prostornog razmaka figura, dok je vrijeme odgovora slabijih igrača bilo pogođena takvim prostornim značajkama.

Međutim, nedavna istraživanja ukazuju na temeljne kognitivne procese poput inteligencije i sposobnosti zaključivanja kao moguće ključne čimbenike stručnosti. Metaanaliza koju su proveli Macnamara i suradnici (2014) pokazala je da je samo 26% varijance u izvedbi u društvenim igrama uključujući i šah objašnjeno vremenom provedenim vježbajući navedene igre, a autori navode da su opća inteligencija, odnosno rezoniranje i sposobnost radnog pamćenja kognitivni čimbenici za koje se može pretpostaviti da objašnjavaju veliki dio neobjašnjene varijance. Kasnija istraživanja također potvrđuju navedenu hipotezu jer je utvrđeno da opća inteligencija, odnosno rezoniranje, dobro predviđa šahovsku sposobnost (Bilalić i sur., 2007a; Sala i sur., 2017). S obzirom na to da je varijacija u mjerama

zaključivanja i inteligencije pokazala snažnu povezanost s individualnim razlikama u radnom pamćenju (Kyllonen i Christal, 1990; Swanson i Jerman, 2006 prema Smith i sur., 2021), navedeni rezultati ne odražavaju nužno doprinos dvaju različitih kognitivnih faktora, već samo jednog, a to je kakvoća i jakost radnog pamćenja. Podupirući ovo u kontekstu šaha, pokazalo se da je prisjećanje šahovskih eksperata na šahovske pozicije otežano ometanjem vizuospacijalnog radnog pamćenja koristeći paralelno izvođenje zadatka s podijeljenom pažnjom, što upućuje na to da je vizuospacijalno radno pamćenje sastavnica ekspertnog pamćenja šahovskih pozicija (Robbins i sur., 1996).

### 1.3. EKSPERTIZA

Ekspertiza unutar nekog područja odnosi se na karakteristike, vještine i znanje koje neki ekspert ima u odnosu na novaka u nekom zadanom području. Eksperti su, s obzirom na navedeno, definirani kao pojedinci koji su veoma vješti i dobro informirani u određenom području (Ericsson i sur, 2006).

U nekim je slučajevima eksperte poprilično lagano za izdvojiti iz grupe, primjerice ako postoje činjenice i zapisi koji potvrđuju nečiju razinu ekspertnosti u području rada, dok je u drugim domenama, u kojima navedeno manjka, puno teže za procijeniti razinu ekspertize kod pojedinaca. U nekim domenama postoje određeni standardi koji određuju ekspertizu – vrlo vjerojatno se za pojedinca može reći da je ekspert u nekom području ili za neku radnju ako ju je upravo on ustanovio ili je njen pionir. Međutim, problem nastaje u definiranju ekspertize unutar kognitivne psihologije, no ipak se može definirati na kognitivnom nivou unutar domena razvoja, ekspertove strukture znanja i procesa rezoniranja (Hoffman, 1998). Općenito govoreći, potrebno je puno vremena da neka osoba postane stručnjak, a do tada je njeno znanje specifično za to područje struke i vrlo široko i ekstenzivno (Chase, 1983; Chiesi et al., 1979; Glaser, 1987; Scribner, 1984). Iskustvo pokazuje da stručnjaci donose više zaključaka složenije konceptualne razlike od početnika. Za stručnjake postoji viši stupanj diferencijacije u “osnovnim objektima” unutar njihove domene stručnosti (Murphy i Wright, 1984). Procjene stručnog znanja kreću se od desetaka do stotina tisuća propozicija te negdje oko 50 000 pojmova (Leinart i Feigenbaum, 1987; Simon i Gilmarin, 1973). Na primjer, šahovski majstori mogu prepoznati desetke tisuća šahovskih pozicija (Hoffman, 1998). S normalnim kapacitetom kratkotrajnog pamćenja u rasponu od oko 5 do 9 čestica (Miller, 1956) šahovski majstor mora opažati oko 4 ili 5 ključnih dijelova pozicije kako bi se prisjetili oko 25 figura na ploči.

Da bi se potpunije razumjeli procesi vještine kao takve, moraju se izolirati i okarakterizirati percepcijske strukture koje šahovski majstor čuva u sjećanju. DeGroot (1965) je prilikom svojih istraživanja na šahistima različitih ekspertiza došao do zaključka da, iako su procesi koji se koriste kod šahista svih razina veoma slični i gotovo pa i nema razlika, postoje razlike u kratkotrajnom pamćenju između više ekspertnih šahista i onih manje ekspertnih, bili oni novopečeni igrači, osrednji ili velemajestori. Saariluoma (1984, 1985) je prikupio naknadne dokaze koji idu u skladu s navedenim tezama o šahovskoj percepciji i ekspertizi. Ispitanici su u njegovim istraživanjima rješavali razne zadatke vezane uz šah, na nasumičnim, nemogućim pozicijama kao i na realnim šahovskim pozicijama iz mogućih partija. To su bili zadatci selektivnog izbrojavanja figura, potpunog izbrojavanja figura i prepoznavanja prijetnji na šahovskoj ploči. Rezultati koje je dobio upućuju da su šahovski eksperti imali bolji učinak na zadacima selektivne i totalne enumeracije na realnim šahovskim pozicijama, brže su ih rješavali od nešahista i slabijih igrača, dok su obje grupe – i ekspertni šahisti i neeksperti bili jednako usporeni u zadacima na nasumičnim pozicijama. Pri rješavanju zadataka traženja prijetnji na realnoj poziciji, ekspertni su šahisti opet imali bolje rezultate od nešahista, što samo dodatno potvrđuje njihovo objašnjenje da su eksperti više i bolje usmjereni ka traženju ključnih uzoraka unutar neke pozicije od nešahista.

#### 1.4. ODNOS EKSPERTIZE I PAMĆENJA U ISTRAŽIVANJIMA

Kako bismo razumjeli kako znanje koje ostaje zadržano u pamćenju posreduje u vještini, provedeno je mnogo istraživanja o pamćenju šahista. Interesne sfere ovih istraživanja uključuju pamćenje za statične pozicije, pamćenje za poteze i nizove poteza te strukturu i sadržaj dugotrajnog pamćenja, uključujući broj *chunkova* (engl.) potrebnih da se dođe do stručnjaka u tom polju. U mnogim slučajevima, eksperimentiranje je provedeno zajedno s računalnim modeliranjem (Ericsson i sur, 2006).

Još od istraživanja Bineta (1894) i deGroota (1966) postavljeni su temelji za pretpostavku da je znanje ključna komponenta u ekspertizi, pa tako i u šahovskoj ekspertizi. Jedno od važnijih istraživanja pamćenja u šahu pripisuje se upravo Chaseu i Simoneu (1973) i njihovom pionirskom radu na istraživanju načina na koji iskusni šahisti uspješno pamte naizgled kompleksne pozicije. Jedan od ključnih faktora koji doprinosi šahovskom pamćenju kod šahista je korištenje tzv. tehnike *chunkinga*. *Chunking* (prevedeno – grupiranje informacija u malene klastere) omogućuje im da grupiraju slične šahovske

elemente, kao što su grupe figura ili određeni klasteri specifični za teorijske pozicije, kako bi smanjili broj informacija koje trebaju zapamtiti. Primjerice, šahisti mogu grupirati određene pješačke strukture poznate unutar teorija šahovskih otvaranja i tako smanjiti količinu informacija koju trebaju zapamtiti s pomoću klastera nastalih grupiranjem. Još jedna ključna vještina koja doprinosi šahovskom pamćenju kod šahista je sposobnost vizualizacije. Oni stvaraju mentalne slike šahovskih pozicija i poteza, što im omogućava da se dosjećaju pozicije tijekom igre. Vizualna reprezentacija igre pomaže im da brže i preciznije donose odluke (Chase i Simon, 1973; deGroot, 1966). Valja naglasiti da prema Chaseu i Simonu (1973) postoji značajna razlika u količinama informacija koje se nalaze unutar same grupe koji majstori šaha mogu pohraniti. Šahovski velemajestori na najvišem nivou, naspram slabijih igrača koji slove kao osrednje jaki šahovski igrači, mogu zapamtiti u prosjeku 2.5 čestica unutar jednog grupiranja, dok su osrednji i slabiji pamtili do 1.9 čestica. S obzirom na navedeno, njihova je studija pokazala da snažniji šahovski igrači bolje, brže i smislenije kodiraju zadanu šahovsku poziciju od slabijih šahovskih igrača, te samim time imaju i veća grupiranja i bolje se dosjećaju tih pozicija kada je to nužno (Chase i Simon, 1973 prema Gilhooly, 1996).

Teorija grupiranja je usavršavana i dorađivana kroz godine na razne načine. Primjerice, Charness (1976) je u svom istraživanju uveo zadatak između pamćenja i dosjećanja u svrhu ometanja i time pokazao da takav zadatak samo marginalno smanjuje mogućnost dosjećanja, te samim time dobio rezultate suprotno tadašnjim očekivanjima da je potrebno više vremena da bi se informacije kodirale u dugotrajno pamćenje. Istraživanja drugih autora (Frey i Adesman, 1976.; Cooke i sur., 1993.; Gobet i Simon, 1996) dobila su rezultate koji pokazuju da igrači na najvišim razinama mogu čak zapamtiti i po nekoliko ploča istovremeno, što je zahtjevalo doradu postojeće teorije. Naime, pretpostavka je da se verbalni protokoli koje eksperti na višim razinama koriste pri pamćenju pozicije i njezinih dijelova koriste većom jedinicom od same grupe. Kao svojevrsnu nadogradnju na teoriju grupiranja, Gobet i Simon (1996, 2000) smatraju da ta ista grupiranja kroz vrijeme, vježbu i učenje evoluiraju u veću jedinicu, primjerice matricu ili specifičnu shemu. Postojanje tih shema je samo potvrda i unaprjeđenje postojeće teorije grupiranja Chasea i Simona, ali i pokazatelj da oboje igraju značajnu i ključnu ulogu u razumijevanju načina na koji eksperti dolaze do dosjećanja značajnih informacija koristeći prepoznavanje tih shema i uzoraka (Ericsson i sur., 2006) Sohn i Doane (2004) proučavali su generalni utjecaj ekspertize ovisno o ekspertizi pilota na radno i dugotrajno pamćenje koristeći zadatke situacijske osvještivosti – zadatke u kojima

je pilotima predstavljena snimka rada komandne ploče aviona, te se nakon naglog zaustavljanja snimke od njih tražilo da na temelju sjećanja i osvještenosti odaberu jednu od ponuđenih situacija koja će se najvjerojatnije dogoditi unutar pet sekundi. Nalazi njihova istraživanja ukazuju na bolje rezultate iskusnijih, odnosno ekspertnijih pilota te se ovakva razlika pripisala upravo utjecaju ekspertize unutar područja ispitivanja – s obzirom na veću količinu iskustva i znanja unutar područja zanimanja pilota, očekivano je da će utjecaj ekspertize biti vidljiv na rezultatima kod zadataka situacijske osvještenosti.

Ono što je zajedničko velikom broju provedenih istraživanja na području ekspertize i pamćenja, a konkretno vezanih uz šah – jest upravo upitnost postojanosti transfera među domenama učenja. Ericsson i suradnici (2006) komentiraju kako je prijenos među domenama znanja ograničen te da je ograničenost transfera ovisna o različitim faktorima, kao na primjer vrsti kognitivnih procesa koji se koriste u tim domenama, ili njihovim specifičnostima.

Iz prijašnjih istraživanja (Chase i Simon, 1973; De Groot, 1965; Robbins i sur., 1996; Saariluoma 1984; Saariluoma 1985) vidljivo je da bi trebalo produbiti spoznaje o tome kako ekspertiza utječe na pamćenje, kognicije i generalno na psihološke sposobnosti pojedinaca u usporedbi s neekspertima. S obzirom na to da su pioniri istraživanja ekspertize koristili šah kao medijator u proučavanju utjecaja ekspertize, može se provjeriti kakav je utjecaj šahovske ekspertize na radno pamćenje.

Cilj ovog istraživanja je ispitati kako ekspertiza u šahu utječe na radno pamćenje šahista u usporedbi s nešahistima prilikom izvedbe šahovskih i nešahovskih zadataka dosjećanja.

## 2. PROBLEMI I HIPOTEZE

### 2.1. PROBLEMI

- 1) Ispitati utjecaj ekspertize u šahu na radno pamćenje kod ispitanika pritom varirajući vrstom zadatka dosjećanja i ekspertnošću grupe ispitanika.
- 2) Ispitati utjecaj vrste zadatka na radno pamćenje kod šahista.
- 3) Ispitati postojanje razlika u izvedbi nešahovskog zadatka dosjećanja između šahista i nešahista.

### 2.2. HIPOTEZE

- 1) S obzirom na nalaze prijašnjih istraživanja koji indiciraju na uspješnije rješavanje zadataka radnog pamćenja unutar područja ekspertize (deGroot, 1966; Chase i Simon, 1973; Sohn i Doane, 2004), pretpostavlja se da će šahisti imati bolje rezultate nego nešahisti na zadacima radnog pamćenja šahovskog tipa.
- 2) S obzirom na nalaze prijašnjih istraživanja koji indiciraju na uspješnije rješavanje zadataka radnog pamćenja unutar područja ekspertize (Sohn i Doane, 2004; Chase i Simon, 1973; deGroot, 1966), pretpostavlja se da će šahisti uspješnije rješavati šahovske od nešahovskih zadataka radnog pamćenja.
- 3) S obzirom na nalaze prijašnjih istraživanja koji tvrde da neće biti transfera među domenama (Ericsson i sur., 2006), pretpostavlja se da neće postojati razlika u učinku između šahista i nešahista prilikom rješavanja zadatka dosjećanja brojeva.

### 3. METODOLOGIJA

#### 3.1. SUDIONICI

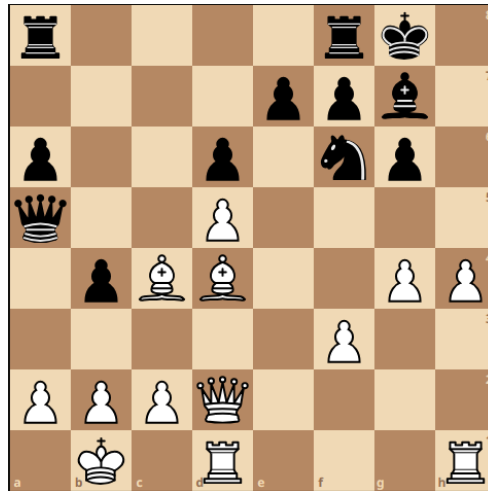
Uzorak za ovo istraživanje bili su ljudi kasne adolescencije, mlađe i srednje odrasle dobi (raspon od 18 do 45 godina). U istraživanju je sudjelovalo 36 ispitanika, različitih nacionalnosti (Amerikanci, Britanci, Bugari, Francuzi, Hrvati, Indijci i Poljaci), pri čemu je prosječna dob bila 33.2 godine ( $M = 33.2$ ,  $SD = 8.54$ ). Ispitanici su odmah na početku podijeljeni u dvije skupine ovisno o razini ekspertize unutar šahovskog područja. Prva je grupa ispitanika nazvana nešahisti, s obzirm na njihovu slabu ili nikakvu ekspertnost unutar djelovanja područja šaha, dok je druga grupa ispitanika formirana od aktivnih šahista, ELO rejtinga (Elo, 1986) višeg od 2250 i samim time, statusa FIDE majstora ili više (FIDE – *franc. „Federation Internationale des Eschecs“* – Svjetska šahovska organizacija). Ispitanici su regrutirani prilikom održavanja šahovskog turnira, pri čemu su ekspertni šahisti uzorkovani iz turnira kojem je preduvjet sudjelovanja ELO rejting (Elo, 1986) iznad 2300, dok su nešahisti bili dobrovoljci koji su se javili za sudjelovanje u istraživanju, a odabrani su oni koji se ne nalaze na službenim FIDE rejting listama. Obje su grupe ispitanika rješavale obje vrste zadatka.

#### 3.2. PRIBOR I MATERIJALI

U ovom istraživanju korištene su: dvije šahovske ploče – jedna s odgovarajućim šahovskim figurama, potrebna za postavljanje početne pozicije koju treba zapamtiti u šahovskom zadatku, i prazne ploče kraj koje su bile crne i bijele figure za potrebu rekreiranja zadane šahovske pozicije; matrica 25 nasumično generiranih brojeva od 1 do 100 postavljenih u 5 redaka i stupaca; papir i olovka za dosjećanje brojeva.

Na prvoj je šahovskoj ploči, prekrivenoj crnom kutijom, bila postavljena pozicija koja je imala otprilike jednak broj crnih i bijelih figura, uzeta iz središnjice partije dva podjednako jaka šahovska stroja za analizu, kako bi se osigurala nasumičnost pozicije, vidljiva na *Slici 1*.





Slika 1. Šahovska pozicija koju ispitanici pamte, sadrži 25 figura

Za zadatak dosjećanja nešahovskog tipa korištena je stranica [Generate Random Matrices - Online Math Tools](#) kako bi se generiralo 25 nasumičnih brojeva od 1 do 30 te ih svrstao u obliku 5x5 matrice radi lakše preglednosti, kao što je vidljivo na Slici 2. Ispitanici su matricu trebali rekreirati na praznom listu papira.

9	30	12	30	5
13	27	1	28	27
27	9	4	30	17
27	5	11	10	27
14	5	12	11	28

Slika 2. Prikaz matrice nasumično generiranih brojeva korištenih u zadatku dosjećanja nešahovskog tipa

#### 4. POSTUPAK

Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe s obzirom na svoju ekspertnost u šahu, 18 je ispitanika koji nisu eksperti u šahovskom području bilo u grupi nazvanoj „nešahisti“, dok je 18 ispitanika koji su aktivni ekspertni šahisti, visokorejtingirani na FIDE ljestvici (status FIDE majstora i više), bilo svrstano u grupu pod nazivom „šahisti“.

Obje su grupe ispitanika rješavale jedan šahovski i jedan nešahovski zadatak, a bilježio se broj pogrešaka prilikom dosjećanja – bilo pozicije na šahovskoj ploči na kojoj se nalazilo 25 šahovskih figura postavljeno po pravilima šaha ili skupa od 25 brojeva od 1 do 100.

Mjerio se broj pogrešaka a ne točno zapamćenih čestica radi jednostavnijeg računanja. Odabrano je rješavanje samo jednog zadatka zbog ograničenih uvjeta istraživanja. Prije rješavanja zadataka ispitanicima je pročitana uputa koja je objasnila koji je generalni cilj istraživanja i da su njihovi demografski podatci u potpunosti anonimni te prikupljeni isključivo u svrhu obrade rezultata te da je njihovo sudjelovanje u istraživanju u potpunosti dobrovoljno. Glavna uputa je glasila: „Pred vama se nalaze dva zadatka: šahovski zadatak pamćenja i zadatak dosjećanja brojeva. Prilikom rješavanja šahovskog zadatka, bit će Vam prikazana pozicija iz središnjice neodređene partije i imat ćete 10 sekundi da zapamtite poziciju što je bolje moguće, a potom ćete na praznoj ploči rekonstruirati otprije zapamćenu poziciju. Pokušajte biti što precizniji prilikom rekonstrukcije, točna rekonstrukcija zahtjeva točno postavljenu figuru na polje na kojem se nalazila u prethodnoj poziciji. Prilikom rješavanja zadatka dosjećanja brojeva, pred Vama će biti matrica s 25 nasumičnih brojeva od 1 do 100. Imat ćete 10 sekundi da zapamtite matricu što je više moguće, te ćete potom rekonstruirati zadanu matricu na papiru kraj vas. Točnim se dosjećanjem smatra točno postavljen broj na poziciji na kojoj se nalazio na prethodnoj matrici.“ Uputa je također bila prevedena na engleski jezik.

Prilikom rješavanja šahovskog zadatka ispitanicima je prezentirana šahovska pozicija na ploči nakon čega su imali 10 sekundi da zapamte poziciju te, nakon vremenskog odmaka od 15 sekundi, pokušaju rekreirati istu tu poziciju koristeći praznu šahovsku ploču i figure pred njima pri čemu su se brojala odstupanja od originalne pozicije.

Prilikom rješavanja zadatka dosjećanja brojeva, ispitanicima je prezentirano 25 nasumično generiranih brojeva od 1 do 30 za koju su imali 10 sekundi da je zapamte te su nakon vremenskog odmaka od 15 sekundi trebali ispisati brojeve kojih se sjećaju.

Ispitanici iz obje grupe rješavali su oba zadatka, jedan za drugim s vremenskim odmakom od 5 minuta. Prvo se rješavao šahovski zadatak, a potom nešahovski. Nakon rješavanja zadatka zabilježen je broj pogrešaka (odstupanja) od stvarne pozicije ili skupa.

## 5. REZULTATI

Prije same provedbe statističkih postupaka izračunati su deskriptivni podatci nužni za daljnju obradu, prikazani u *Tablici 1*.

*Tablica 1.* Prikaz deskriptivnih podataka ( $M$ ,  $SD$ ) za broj pogrešaka na zadacima dosjećanja različitih razina varijabli (ekspertize i vrste zadatka dosjećanja)

	Šahovski zadatak		Nešahovski zadatak	
	$M$	$SD$	$M$	$SD$
Nešahisti	4,11	1,41	4,55	1,04
Šahisti	2	0,77	4,61	1,85

U svrhu provjere homogenosti varijance, napravljen je Leveneov test čiji su rezultati prikazani u *Tablici 2*.

*Tablica 2.* Rezultati Leveneovog testa u svrhu ispitivanja homogenosti varijance u učinku šahista i nešahista prilikom rješavanja šahovskih i nešahovskih zadataka dosjećanja

	SKO	SKP	$F$	$p$
broj pogrešaka	2.948960	0.566731	5.203454	0.002703

Provedbom Leveneovog testa utvrđeno je da nema homogenosti varijance među skupinama. Stoga je sljedeći korak provedba neparametrijskih testova (Mann-Whitney U testa) u svrhu identificiranja razlika u učinku na šahovskim i nešahovskim zadacima dosjećanja među šahistima i nešahistima

U svrhu daljnje provjere razlika u učinku na šahovskim i nešahovskim zadacima dosjećanja među šahistima i nešahistima, provedeni su Mann-Whitney U testovi za različite slučajeve, ovisno o razini ekspertnosti i vrsti zadatka, čiji su rezultati prikazani u *Tablici 3*, *Tablici 4*, *Tablici 5* i *Tablici 6*.

Tablica 3. Prikaz rezultata Mann-Whitney U testa u svrhu ispitivanja razlika između šahista i nešahista u izvedbi šahovskog zadatka.

	Rank Sum šahist	Rank Sum nešahist	$U$	$Z$	$N$ šahist	$N$ nešahist	$p$
broj pogrešaka	201.5000	464.5000	30.50000	-4.14466	18	18	0.0000 06

Utvrđena je statistički značajna razlika u izvedbi šahovskog zadatka između šahista i nešahista, pri čemu su šahisti su ostvarivali manji broj pogrešaka od nešahista ( $U = 30,50$ ;  $p < 0,01$ ).

Tablica 4. Prikaz rezultata Mann-Whitney U testa u svrhu ispitivanja razlika između šahista i nešahista u izvedbi nešahovskog zadatka.

	Rank Sum nešahist	Rank Sum šahist	$U$	$Z$	$N$ nešahist	$N$ šahist	$p$
broj pogrešaka	329.5000	336.5000	158.5000	- 0.094916	18	18	0.912933

Rezultati pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika u broju pogrešaka prilikom izvođenja nešahovskog zadatka između šahista i nešahista ( $U = 158,50$ ;  $p = 0,91$ ).

Tablica 5. Prikaz rezultata Mann-Whitney U testa u svrhu ispitivanja razlika u izvedbi šahovskog i nešahovskog zadatka kod šahista

	Rank Sum šahovski	Rank Sum nešahovski	$U$	$Z$	$N$ šahovski	$N$ nešahovski	$p$
broj pogrešaka	203.0000	463.0000	32.00000	-4.09720	18	18	0.000009

Utvrđena je statistički značajna razlika u izvedbi šahista na šahovskom i nešahovskom zadatku, pri čemu šahisti ostvaruju manji broj pogrešaka na šahovskom zadatku ( $U = 32,00$ ;  $p < 0,01$ ).

Tablica 6. Prikaz rezultata Mann-Whitney U testa u svrhu ispitivanja razlika u izvedbi šahovskog i nešahovskog zadatka kod nešahista

	Rank Sum nešahovski	Rank Sum šahovski	$U$	$Z$	$N$ nešahovski	$N$ šahovski	$p$
broj pogrešaka	366.5000	299.5000	128.5000	1.044074	18	18	0.293093

Rezultati ukazuju da nema statistički značajne razlike u izvedbi nešahista na šahovskom i nešahovskom zadatku ( $U = 128,50 ; p = 0,29$ ).

## 6. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati kako ekspertiza u šahu utječe na radno pamćenje šahista u usporedbi s nešahistima.

U skladu s navedenim ciljem postavljeni su istraživački problemi pri kojima se prvi problem odnosio na ispitivanje utjecaja ekspertize na radno pamćenje kod šahista i nešahista prilikom rješavanja zadataka dosjećanja šahovskog i nešahovskog tipa. Drugi se problem odnosio na ispitivanje utjecaja ekspertize na radno pamćenje šahista prilikom rješavanja zadataka šahovskog i nešahovskog tipa, dok se treći problem odnosio na ispitivanje postojanja razlika u izvedbi zadatka nešahovskog tipa između šahista i nešahista.

### 6.1. UTJECAJ EKSPERTIZE NA RADNO PAMĆENJE IZMEĐU ŠAHISTA I NEŠAHISTA NA ZADATKU ŠAHOVSKOG TIPRA

Provođenjem statističkih postupaka utvrđena je statistički značajna razlika u rezultatima zadataka dosjećanja šahovske pozicije između šahista i nešahista pri čemu su šahisti ostvarivali bolje rezultate. DeGroot (1966) je demonstrirao sličan zadatak dosjećanja među šahistima različitih snaga i iskustava, pri čemu je diferencirano da su neki pod većim utjecajem ekspertize od drugih. Nakon predstavljanja pozicije na pet sekundi šahisti s više iskustva pokazivali su bolje rezultate u dosjećanju s iznimno malim brojem grešaka. Chase i Simon (1973) objašnjavaju ovaj utjecaj ekspertize tako da, upravo zbog iskustva koje imaju, postoji drugačija percepcija gledanja na zadanu šahovsku poziciju od klasičnog pamćenja figura kao zasebnih informacija. Prema njihovoj teoriji, šahisti koriste svoju ekspertizu kako bi grupirali informacije o poziciji na više grupa (eng. *chunks*) i upravo uz pomoć tih grupa olakšali korištenje kapaciteta kratkotrajnog pamćenja. Charness (1976) je čak utvrdio da nije riječ o jednostavno boljem radnom već da i prilikom rješavanja interferirajućeg zadatka ne dolazi do značajnog narušavanja mehanizama kao što su ponavljanje ili rekodiranje šahovskih pozicija u radnom pamćenju kod šahista s jačim utjecajem ekspertize. Također, Logie i Gilhooly (2018) navode da je osim generalno navedenog utjecaja ekspertize nužno razložiti način na koji ona kod šahista funkcionira. Primjerice, da bi vrsni igrač šaha dobio ikakvu prednost od planiranja, dubljeg analiziranja pozicije i razmišljanja o šahu, mora iskoristiti postojeće znanje i zapamćene pozicije unutar svog šahovskog repertoara odigranih i viđenih partija kako bi mogao odlučiti koji je potez najbolja moguća solucija. Prema Logie i Gilhooly (2018) veća je vjerojatnost da će ekspertni šahist lakše pronaći najbolji mogući potez u zadanoj situaciji što je više šahovskih pozicija i

slučajeva prošao kroz svoj trening. Međutim, Logie i Gilhooly također naglašavaju da je pamćenje u ekspertizi šahovskih eksperata samo nusprodukt dobre šahovske vještine, a ne obrnuto. Uzevši navedeno u obzir, kao i teoriju grupiranja Chasea i Simona, moglo bi se zaključiti da je do uspješnijih rezultata šahista nad nešahistima došlo zbog intenzivnog utjecaja ekspertize na njihovo radno pamćenje koje im omogućuje „olakšanu“ izvedbu dosjećanja šahovske pozicije na temelju postojećih inventara pozicija. Te im pozicije onda omogućuju grupiranje pozicije na više većih grupacija figura koje smanjuju potrebnu količinu zapamćenih informacija za uspješniju i lakšu izvedbu zadatka. Također, Hoffman (1998) nalaže da postoji značajna razlika u strukturi organizacije zapamćenih jedinica između eksperta i novaka unutar nekog područja.

## 6.2. UTJECAJ EKSPERTIZE NA RADNO PAMĆENJE KOD ŠAHISTA PRI RJEŠAVANJU ŠAHOVSKOG I NEŠAHOVSKOG ZADATKA RADNOG PAMĆENJA

Provođenjem statističkih postupaka utvrđena je statistički značajna razlika između rezultata na šahovskom i nešahovskom zadatku radnog pamćenja kod šahista u korist šahovskog zadatka, za razliku od nešahista, kod kojih nije pronađena statistički značajna razlika u izvedbi šahovskog i nešahovskog zadatka. Šahisti su postizali značajno bolje rezultate na zadatku šahovskog tipa negoli na zadatku nešahovskog tipa. Kao i ranije navedeno, tehnika grupiranja jedno je od mogućih objašnjenja zašto je prilikom rješavanja šahovskog zadatka vidljiv bolji rezultat nego kod nešahovskog zadatka, odnosno pamćenja brojeva. S obzirom na ekspertnost i zapamćenost postojećih pozicija koje pomažu u samoj izvedbi grupiranja, u prilog ovim rezultatima idu objašnjenja DeGroota (1966) i Chasea i Simonea (1973). Njihov eksperiment sadržavao je, uz standardni šahovski zadatak dosjećanja pozicije, zadatak dosjećanja pozicije u kojima su šahovske figure postavljene nasumično, uključujući kontradiktorne postavbe šahovskim pravilima (pješaci na zadnjim redovima, kraljevi u doticaju, nemogući dvostruki šahovi i ostale ilegalne pozicije). Freyhof i suradnici (1992) također zagovaraju ove argumente, gdje je utjecaj grupiranja jači ako je pozicija validna i generalno legalna. Samim tim postoji velika vjerojatnost da ju je šahovski igrač visokih kalibara već vidio, a ako ne identičnu poziciju, onda poziciju s jako malim razlikama. Kao takvu je pamti unutar svojih kapaciteta u dugotrajnom pamćenju i lakše se dosjeća prilikom rješavanja zadatka da bi osigurao kvalitetno grupiranje predstavljene pozicije. Pri analizi rezultata došli su do zaključka da ova tehnika grupiranja zapravo ne igra toliku ulogu jer su

pozicije koje su nastale nasumičnim postavljanjem neprikladne za vrstu grupiranja na koju su eksperti navikli. Uslijed toga njihovi su rezultati na tim vrstama zadataka bili lošiji.

### 6.3. NEŠAHOVSKI ZADATAK DOSJEĆANJA I RAZLIKE REZULTATA NEŠAHISTA U ZADATCIMA DOSJEĆANJA

Nakon provedbe statističkih postupaka nisu utvrđene statistički značajne razlike između rezultata šahista i nešahista prilikom dosjećanja brojeva na nešahovskom zadatku. Curby i suradnici (2009) navode kako se prilikom vježbe i iskustva unutar nekog područja javlja određena vrsta spremnosti na navedene zadatke dosjećanja i stvara se utjecaj ekspertize. Isti taj utjecaj tada može djelovati na pospješjenje radnog pamćenja u zadatcima koji su unutar tog područja ekspertize. Međutim, s obzirom da ispitanici koji su klasificirani kao „nešahisti“ nemaju dovoljno iskustva sa šahom da bi se utjecaj ekspertize dovoljno dobro razvio ili razvio uopće, može se pretpostaviti da su zadatak dosjećanja šahovskog i zadatak dosjećanja nešahovskog tipa bili jednako teški za grupu nešahista. Samim tim, njihovi rezultati mogu varirati između šahovskih i nešahovskih zadataka, međutim, razlika između tih zadataka nije statistički značajna.

### 6.4. RAZLIKE ŠAHISTA I NEŠAHISTA NA ZADATKU DOSJEĆANJA NEŠAHOVSKOG TIPRA

Charnessov (1976) objašnjava ovu razliku koristeći ideju da vještina pospješeng šahovskog pamćenja dolazi od istančanih šahovskih sposobnosti, no da generalno pamćenje kao takvo nije ono koje utječe na šahovske sposobnosti, odnosno da ovaj odnos vrijedi samo u jednom smjeru. Uz navedeno, Feltovich i suradnici (1997) tvrde kako ekspertiza kao takva utječe na radno pamćenje samo unutar polja ekspertnosti i iznimno sličnih situacija, što u ovom istraživanju nije bio slučaj. Kako ni šahisti ni nešahisti nisu uvježbavani za zadatak dosjećanja brojeva (odnosno nešahovski zadatak), manjak razlika može se objasniti tako da onda ne postoji razlika među grupama ispitanika koja može uspostaviti postojanje razlike u rješavanju zadatka dosjećanja brojeva. Osim toga, s obzirom na različitosti zadatka koji su ispitanici rješavali, ako postoji, onda je prijenos među domenama koje su nužne za razumijevanje i rješavanje tih zadataka jako slab. Nepostojanost istog može biti jer su domene zadataka specifične, gdje šahovska domena traži specifično šahovsko znanje i mogućnost stvaranja grupa koji olakšavaju pamćenje, dok je korištenje raznih mnemonika za pamćenje brojčane matrice sadržajno različito i kao takvo traži drugačiji pristup. Moguće



je da je baš zbog slabijeg ili nepostojanog transfera među domenama također došlo do nepostojanja značajnih razlika u izvedbi zadatka koji nije u području ekspertize, odnosno pamćenja brojeva u matrici (Ericsson, 2006).

#### 6.5. DOPRINOS ISTRAŽIVANJA I NJEGOVA OGRANIČENJA

Ovo istraživanje otvara vrata za brojne smjerove budućeg istraživanja. Prvo, mogli bismo istražiti kako različite metode treninga utječu na šahovsko pamćenje i opći kapacitet radnog pamćenja. Proučavanje različitih pristupa treniranju i njihovih učinaka na pamćenje moglo bi pomoći u razvoju boljih metoda obuke u raznim disciplinama.

Kao smjernicu za buduća istraživanja također bi valjalo varirati dobi ispitanika, kao i uvjete u kojima je eksperiment proveden, jer bi možda rezultati bili različiti u laboratorijskim uvjetima nego u prirodnoj okolini.

Nedostatak istraživanja je mali broj ispitanika na kojima se provodilo, s obzirom na slabije mogućnosti prikupljanja uzorka. Također, u budućim bi se istraživanjima mogao proširiti opus zadataka koji se daje unutar područja ekspertize u svrhu dodatnog istraživanja koliko ekspertiza unutar ekspertnog područja utječe na radno pamćenje.

Još je jedan od nedostataka što se moglo provesti inicijalno ispitivanje sudionika koji spadaju u skupinu „neeksperata“ da se provjeri razina njihovog šahovskog znanja.

## 7. ZAKLJUČAK

Utvrđena je statistički značajna razlika u broju pogrešaka prilikom dosjećanja između šahista i nešahista u rješavanju zadatka dosjećanja šahovskog tipa, pri čemu su šahisti ostvarivali bolje rezultate na zadatcima šahovskog tipa od nešahista, dok na zadatcima nešahovskog tipa nije bilo značajnih razlika između grupa.

Također je utvrđena statistički značajna razlika u broju pogrešaka prilikom dosjećanja među grupom šahista, ovisno o vrsti rješavanog zadatka, pri čemu su šahisti manji broj pogrešaka radili prilikom dosjećanja u zadatku šahovskog tipa.

Nije bilo značajne razlike u broju pogrešaka prilikom dosjećanja ovisno o vrsti zadatka u grupi nešahista.

## 8. LITERATURA

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.

Bilalić, M., McLeod, P. i Gobet, F. (2007). Does chess need intelligence? - A study with young chess players. *Intelligence*, 35(5), 457– 470.

Binet, A. (1894). *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d'échecs* [The psychology of great calculators and chess players]. Paris: Libraire Hachette.

Chase, W. G. i Simon, H. A. (1973a). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4(1), 55–81.

Chase, W. G. i Simon, H. A. (1973b). The mind's eye in chess. *Visual Information Processing*, 215–281.

Curby, K. M., Glazek, K. i Gauthier, I. (2009). A visual short-term memory advantage for objects of expertise. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(1), 94–107.

De Groot, A. D. (1965). *Thought and choice in chess*. The Hague: Mouton

Elo, A. E. (1986). *The rating of chessplayers, past and present*,(2nd ed.). New York: Arco chess.

Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P. J. i Hoffman, R. R.. (2006). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Feltovich, P., Spiro, R. i Coulson, R. (1997). Issues of expert flexibility in contexts characterized by complexity and change. In P. Feltovich, K. Ford, & R. Hoffman (Eds.), *Expertise in context: Human and machine*. Menlo Park, CA: AAAI Press.

Freyhof, H., Gruber, H. i Ziegler, A. (1992). Expertise and hierarchical knowledge representation in chess. *Psychological Research*, 54(1), 32–37.

- Gilhooly, K. J. *Thinking : Directed, Undirected, and Creative*. London ; Academic Press, 1982.
- Gliga, F. i Flesner, P. I. (2014). Cognitive benefits of chess training in novice children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 962–967.
- Gobet, F. (2019). *The Psychology of Chess*. Routledge.
- Gobet, F. i Simon, H. A. (1998). Expert chess memory: Revisiting the chunking hypothesis. *Memory*, 6(3), 225–255.
- Hoffman, R. R. (1998). How can expertise be defined? Implications of research from Cognitive Psychology. *Exploring Expertise*, 81–100.
- Holding, D. H. (1985). *The psychology of chess skill*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Iasha, V., Al Ghozali, M. I., Supena, A., Wahyudiana, E., Setiawan, B. i Auliaty, Y. (2020). The traditional games effect on improving students working memory capacity in primary schools. *Proceedings of the 4th International Conference on Learning Innovation and Quality Education*.
- Kyllonen, P. C. i Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14(4), 389–433.
- Liu, M., Schallert, D. L. i Carroll, P. J. (2004). Working memory and expertise in simultaneous interpreting. *Interpreting. International Journal of Research and Practice in Interpreting*, 6(1), 19–42. <https://doi.org/10.1075/intp.6.1.04liu>
- Logie, R. H. i Gilhooly, K. J. (2018). *Working memory and thinking*. Routledge.
- Miljkovic, I. D. (1982). Chess imagery in novice and master. *Journal of Mental Imagery*, 6, 125-144
- Online Math Tools. (n.d.). *Generate random matrices*. Online Tools. <https://onlinetools.com/math/generate-random-matrix>
- Petz, B. (2005). *Psihologijski rječnik*. Naklada Slap.

Robbins, T. W., Anderson, E. J., Barker, D. R., Bradley, A. C., Fearnlyhough, C., Henson, R., Hudson, S. R. i Baddeley, A. D. (1996). Working memory in chess. *Memory i Cognition*, 24(1), 83–93.

Saariluoma, P. (1984). *Coding problem spaces in chess: A psychological study* (Vol. 23). Societas Scientiarum Fennica.

Saariluoma, P. (1985) Chess players' intake of task-relevant cues. *Memory i Cognition* 13, 385–391

Sohn, Y. W. i Doane, S. M. (2004). Memory processes of flight situation awareness: Interactive roles of working memory capacity, long-term working memory, and expertise. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 46(3), 461–475.

Zarevski, P. (1997). *Psihologija pamćenja i učenja*. Naklada Slap