

# КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 01.09.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Филип Грујић под насловом „Истраживање АлфаЗеро архитектуре на потрошачком GPU хардверу“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Биографски подаци кандидата

Филип Грујић је рођен 23.10.1995. године у Приштини. Електротехничку школу „Никола Тесла“ завршио је у Београду. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је на студијски програм Софтверско инжењерство. Дипломирао је 6.9.2019. године са просечном оценом 8,78. Дипломске академске (мастер) студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је у новембру 2025. године на модулу Софтверско инжењерство. Положио је све испите са просечном оценом 10,00.

### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Филип Грујић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе из области дубоког учења поткрепљењем и Монте Карло претраге стабла, са посебним фокусом на АлфаГо и АлфаЗеро архитектуре за игру Го. Анализирани су оригинални радови DeepMind тима (Silver и сарадници, 2016–2018), Gumbel АлфаЗеро приступ (Danilchka и сарадници, 2022), као и педагошки оквир за имплементацију (Pumperla и Ferguson, 2019). Истраживањем је утврђено да систематска анализа АлфаЗеро архитектуре при потрошачким рачунарским ресурсима није адекватно покривена у литератури. За имплементацију је одабран Python са TensorFlow/Keras оквиром за неуронске мреже, C++ за генерисање партија Монте Карло претрагом стабла и GTP (Go Text Protocol) за евалуацију против референтних мотора.

### 3. Опис мастер рада

Мастер рад садржи укупно 87 страница: осам поглавља, три прилога и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани мотивација рада, главно истраживачко питање и преглед структуре рада.

У другом поглављу дате су теоријске основе: правила игре Го, Монте Карло претрага стабла, еволуција од АлфаГо до АлфаЗеро архитектуре и методологија евалуације.

Треће поглавље описује пројектовање и имплементацију система: механизам игре, енкодере табле, архитектуре неуронских мрежа, типове агената, поступак тренирања, оптимизације за потрошачки хардвер и аутоматизовано тестирање.

Четврто поглавље покрива тренирање: надгледано учење на професионалним партијама, почетне покушаје учења поткрепљењем и поставку АлфаЗеро петље самоигре.

Пето поглавље документује проблем деградације при дубљој претрази: претрага погоршава игру уместо да је побољша. Анализирана је поновљивост проблема и испробани су различити приступи решавању.

Шесто поглавље представља централни део рада: Gumbel АлфаЗеро петљу самоигре са осам експеримената кроз десет верзија (укупно приближно 1,2 милиона партија), укључујући откривање инверзије знака у PUCT формули за избор потеза и резултате након исправке.

Седмо поглавље повезује налазе међусобно, пореди их са објављеном литературом и анализира практичне поуке и импликације за шири домен.

Осмо поглавље је закључак у коме су сумирана три кључна налаза рада и предложени правци будућег рада.

Три прилога покривају инжењерске оптимизације, конфигурације хиперпараметара и упутство за репродукцију експеримената.

### 4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Филипа Грујића бави се систематским истраживањем АлфаЗеро архитектуре за игру Го при потрошачким рачунарским ресурсима. Рад обухвата комплетну имплементацију система: од машине за игру и енкодера табле, преко конволуционих и резидуалних неуронских мрежа, до итеративне петље самоигре са Gumbel АлфаЗеро претрагом. Централни истраживачки допринос рада је идентификација и исправка скривене грешке у имплементацији PUCT формуле за избор потеза, која је имитирала

фундаментално ограничење архитектуре.

Основни резултати рада су: 1) откривање да инверзија знака у PUCT формули узрокује да претрага фаворизује потезе најбоље за противника, при чему стандардне контроле (нулта вредност) нису у стању да детектују ову грешку; 2) показивање да итеративна самоигра функционише при потрошачкој скали; након исправке, модел од 624K параметара достиже 50–80% победа против Pachi@8000 за 80 рунди на једном RTX 3060, што је седам пута ефикасније од претходне верзије; 3) утврђивање да плафон петље самоигре није рачунарски, већ информациони; покривеност позиција, а не рачунарски ресурси, ограничава даљи напредак.

## 5. Закључак и предлог

Кандидат Филип Грујић је у свом мастер раду успешно истражио понашање АлфаЗеро архитектуре при потрошачким рачунарским ресурсима. Систематском дијагностиком кроз десет верзија петље самоигре идентификовао је скривену грешку у имплементацији претраге која је имитирала фундаментално ограничење архитектуре. Рад представља допринос области дубоког учења поткрепљењем, јер показује да скривене грешке у системима претраге могу имитирати инхерентне лимите архитектуре и бити невидљиве стандардним контролама.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку, као и иновативне елементе у дијагностици и решавању проблема.

На основу изложеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду да рад дипл. инж. Филипа Грујића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 04.09.2026. године

Чланови комисије:

---

др Владимир Јоцовић Доцент  
сагласан, 04.09.2026.

---

Јован Ђукић Асистент  
сагласан, 04.09.2026.

---

Матија Додовић Асистент  
сагласан, 04.09.2026.