

# Učestalost i razdioba posebnih anatomskih obilježja dermatoglifskih crteža prsta u hrvatskoj populaciji

---

Stolica, Joško

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, University Department of Forensic Sciences / Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:227:505381>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-19**

SVEUČILIŠTE  
U  
SPLITU



SVEUČILIŠNI  
ODJEL ZA  
FORENZIČNE  
ZNANOSTI

Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department for Forensic Sciences](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA  
FORENZIČNE ZNANOSTI**

**ISTRAŽIVANJE MJESTA DOGAĐAJA**

**DIPLOMSKI RAD**

**UČESTALOST I RAZDIoba POSEBNIH  
ANATOMSKIH OBILJEŽJA DERMATOGLIFSKIH  
CRTEŽA PRSTA U HRVATSKOJ POPULACIJI**

**JOŠKO STOLICA**

Split, rujan 2023.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA**  
**FORENZIČNE ZNANOSTI**

**ISTRAŽIVANJE MJESTA DOGAĐAJA**

**DIPLOMSKI RAD**

**UČESTALOST I RAZDIOBA POSEBNIH**  
**ANATOMSKIH OBILJEŽJA DERMATOGLIFSKIH**  
**CRTEŽA PRSTA U HRVATSKOJ POPULACIJI**

Mentor

doc. dr. sc. IVAN JERKOVIĆ

JOŠKO STOLICA

586/2020

Split, rujan 2023.

Rad je izrađen na Sveučilišnom odjelu za forenzične znanosti u Laboratoriju za istraživanje mjesta događaja pod nadzorom mentora doc. dr. sc. Ivana Jerkovića u vremenskom razdoblju od svibnja do rujna 2023. godine.

**Datum predaje diplomskog rada:** 11. rujna 2023.

**Datum prihvaćanja rada:** 15. rujna 2023.

**Datum usmenog polaganja:** 22. rujna 2023.

**Povjerenstvo:** 1. izv. prof. dr. sc. Željana Bašić

2. izv. prof. dr. sc. Ivana Kružić

3. doc. dr. sc. Ivan Jerković

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1 Identifikacija na temelju otisaka papilarnih linija .....	1
1.2 Daktiloskopska vještačenja.....	2
1.3 Sustavi za klasifikaciju i identifikaciju otisaka prstiju .....	6
1.4 Svojstva papilarnih linija prstiju.....	7
1.4.1 Opća anatomska obilježja otisaka papilarnih linija .....	8
1.4.2 Posebna anatomska obilježja dermatoglifskih crteža prsta.....	11
1.5 Pregled dosadašnjih istraživanja.....	12
2. Ciljevi rada .....	14
3. Materijali i metode .....	15
3.1 Materijali .....	15
3.2 Metode prikupljanja i analize otisaka prstiju.....	15
3.3 Usporedba s drugim populacijama .....	22
3.4 Statistička analiza .....	23
4. Rezultati .....	25
4.1 Razdioba općih obilježja .....	25
4.2 Razdioba posebnih obilježja.....	28
4.3 Odnos općih i posebnih obilježja.....	30
4.3.1 Odnos općih oblika i posebnih obilježja u središnjem dijelu otiska prsta (unutar kruga) .....	30
4.3.2 Odnos općih oblika i posebnih obilježja u vanjskom dijelu otiska prsta (izvan kruga) .....	31
4.4 Odnos prstiju i posebnih obilježja .....	33
4.4.1 Odnos prstiju i posebnih obilježja u središnjem dijelu otiska prsta (unutar kruga). 33	
4.4.2 Odnos prstiju i posebnih obilježja u vanjskom dijelu otiska prsta (izvan kruga) ....	34
4.5 Odnos spola i posebnih obilježja .....	36
4.5.1 Odnos spola i posebnih obilježja u središnjem dijelu otiska prsta (unutar kruga)... 36	
4.5.2 Odnos spola i posebnih obilježja u vanjskom dijelu otiska prsta (izvan kruga) .....	37
5. Rasprava .....	38
5.1 Opći oblici .....	38
5.2 Posebni oblici .....	39
5.3 Odnos posebnih obilježja s drugim varijablama.....	41
5.4 Ograničenja i prijedlozi za buduća istraživanja.....	43

6. Zaključci.....	45
7. Literatura .....	47
8. Sažetci .....	50
9. Životopis.....	52
10. Izjava o akademskoj čestitosti.....	53

# 1. Uvod

## 1.1 Identifikacija na temelju otisaka papilarnih linija

Cilj svakog forenzičnog istraživanja koje se poduzima radi otkrivanja počinitelja ili sudionika u počinjenju kaznenog djela u konačnici se svodi na mogućnost i uspješnost njihove identifikacije. Prema principima kriminalističke, a ujedno i forenzične identifikacije, utvrditi identitet znači ustanoviti cjelokupan kompleks obilježja po kojem se netko ili nešto razlikuje od nekoga ili nečega (1). U tom smislu, identifikacija osoba s pomoću tragova papilarnih linija forenzičarima i policijskim istražiteljima vrlo je važan alat koji im pri provedbi istraga može pružiti široki spektar odgovora na različita pitanja.

Tragovi papilarnih linija značajni su jer omogućuju neposrednu identifikaciju osobe koja je ostavitelj traga koji se na mjestu događaja, a mogu pojaviti u trima osnovnim oblicima: vidljivi dvodimenzijski tragovi, utisnuti ili reljefni tragovi i latentni tragovi (2).

Ove se vrste tragova mogu ubrojiti u najvrjednije materijalne tragove u kriminalističkim obradama i istraživanjima, jer se često mogu pronaći na mjestima u svezi s različitim kaznenim djelima i događajima, od sitnih krađa do ubojstava, pa osim što pomažu u povezivanju osumnjičene osobe s određenim mjestom događaja, komparacija otisaka, tj. tragova papilarnih linija, također se rabi za utvrđivanje prijašnjih uhićenja (povratništva), pri hvatanju bjegunaca, pri identifikaciji osoba (živih osoba i mrtvih tijela), kao i žrtava masovnih katastrofa i velikih nesreća (3).

Neupitna vrijednost identifikacije proizlazi iz činjenice da je svaki čovjek jedinstven. Samim time svaki čovjek je individuum – istovjetan je sam sa sobom, posjeduje skup neponovljivih obilježja koja ga čine jedinstvenim, a identifikacijska obilježja iz skupa individualnih obilježja odabiru se temeljem zadovoljavanja određenih zahtjeva (4).

Pretpostavka da bi se prikupljeni otisnuti tragovi papilarnih linija prstiju i dlanova poznatih osoba mogli rabiti u identifikacijske svrhe njihova je individualnost, nepromjenjivost i stalnost, kao i mogućnost njihovog prikupljanja i klasificiranja te stvaranja određenih baza kako bi se dalje ti prikupljeni nesporni otisci mogli komparirati s nekim drugim spornim tragovima, odnosno vještačiti (5). Papilarne linije zadovoljavaju sve gore navedene kriterije.

U području forenzike, unatoč nevjerojatnom napretku raznih biometrijskih metoda, već više od 120 godina kao najpouzdanija, najbrža i najekonomičnija metoda identifikacije počinitelja,

žrtve ili sudionika u nekom kaznenom događaju rabi se identifikacija ispitivanjem i vještačenjem otisaka papilarnih linija prstiju.

## 1.2 Daktiloskopska vještačenja

Najpoznatija, najraširenija i najsigurnija metoda utvrđivanja identiteta osoba je daktiloskopija, a pod istim pojmom podrazumijeva se uporaba papilarnih linija prstiju, dlanova i stopala ljudi s ciljem utvrđivanja njihovog identiteta i razlikovanja (6).

Riječ daktiloskopija je nastala od dvije starogrčke riječi: *daktilos* - što znači prst i *skopein*- što znači razgledati ili proučavati (7). Naime, još od prapovijesnih vremena ljudi su proučavajući kožu na svojim prstima utvrdili kako na njihovim jagodicama i dlanovima postoje brojna udubljenja i ispupčenja koja vijugaju, imaju različite crteže, linije i uzorke te da su ti crteži svake osobe različiti. Upravo te linije i uzorci najzanimljivije su i najznačajnije za samu daktiloskopiju, a nazivaju se papilarne linije ili dermatoglifi (Slika 1). Riječ papilarna linija potječe od latinske riječi *papilla* koja označuje bradavičasto ispupčenje, dok je riječ dermatoglif složenica grčkih riječi *derma* - koža i *glyphos* - upisati u kamen, urezati (4).

Postojanost dermatoglifa tijekom života pojedinca je karakteristika koja je posebice važna za njihovu uporabu u forenzičkim identifikacijama zato što bi sve usporedbe bile besmislene da se njihov izgled promjeni, a osim forenzičarima, dermatoglifi su već dugi niz godina područje interesa raznih znanstvenika (genetičara, antropologa i dr.) (8).

Identifikacija osoba temeljem identifikacije otisaka crteža papilarnih linija područje je daktiloskopskih vještačenja kojim se otisnuti karakteristični crteži papilarnih linija ispituju i uspoređuju s crtežima otisaka poznatih osoba radi utvrđivanja njihove istovjetnosti ili različitosti (8).

Daktiloskopsko vještačenje je dakle vještačenje u okviru kojeg se utvrđuje potječu li sporni i nesporni otisak ili otisci prstiju od određene osobe (9).

Vrijednost ove vrste vještačenja ogleda se u tome što su uzorci papilarnih linija na prstima ruku i nogu, dlanovima i tabanima čovjeka jedinstveni i neponovljivi, ne postoje dvije osobe, čak niti jednojajčani blizanci, koji bi imali identične uzorke papilarnih linija (10). Dakle, otisak prsta svakog čovjeka na svijetu sam je po sebi jedinstven i još u niti jednom slučaju nije zabilježeno da bi dvije različite osobe imale identične otiske papilarnih linija prstiju.





Slika 1. Prikaz kože trećeg članka prsta sa papilarnim linijama

Pri vještačenju spornih tragovima s nespornim tragovima papilarnih linija u većine ispitivača i vještaka u cijelom svijetu prihvaćena je ACE-V metodologija, odnosno protokol koji je sredinom 20. stoljeća u primjenu uvela Kanadska policija, a koja je akronim za četiri različite faze koje se poduzimaju u njihovom vještačenju (eng. *Analysis, Comparison, Evaluation and Verification*):

1. analiza
2. usporedba
3. procjena te
4. verifikacija (9,10).

Do donošenja konačnog zaključka koji može biti pozitivan, negativan ili neodređen, a poštujući navedena pravila u primjeni ACE-V protokola, može se doći uporabom numeričkog ili nenumeričkog standarda (holističkom metodom) (11). Svaka država na svijetu zasebno odlučuje o klasifikacijskim sustavima i koju će metodu identifikacije primijeniti, odnosno ne postoji univerzalno pravilo koje bi svi obvezivali na isto (Tablica 1).

Numerički standard temelji se na određivanju najmanjega broja posebnih anatomskih obilježja koja su potrebna za pozitivnu identifikaciju. Taj je brojčani standard još 1914. godine uspostavio Edmond Locard, a sastoji se od ukupno triju pravila:

1. Ako je otisak jasan i vidljivo je više od 12 podudarnih minucija koje se podudaraju tada je identitet osobe nesporan.
2. Ako se vidi 8 – 12 podudarnih točaka sigurnost je granična i ovisi o jasnoći, rijetkosti općeg oblika i prisutnosti centra i delte u uporabljivom dijelu otiska.
3. Ako je ograničen broj značajaka otisak ne može pružiti sigurnu identifikaciju, već samo pretpostavku koja je razmjerna broju dostupnih minucija i njihovoj jasnoći (8).

Nasuprot navedenom, postoji i nenumerički standard ili holistička metoda pri kojom se vještak ne koristi unaprijed određenim brojem odgovarajućih minucija, tj. ne ograničava se njihovim brojem, već pored postojanja ili nepostojanja pojedinih posebnih karakteristika, po kvaliteti traga, položaju pora, linija, ožiljaka itd. te na temelju vlastitog iskustva, znanja i prakse donosi nalaz i mišljenje (12). Primjer praksi koje primjenjuju različite države prikazan je u Tablici 1.

Pored ovih osnovnih postoji još i probabilistički pristup koji se koristi vrijednostima usporedbe dviju međusobno isključivih hipoteza i pri kojemu se dokazna vrijednost procjenjuje temeljem subjektivnog dodjeljivanja vjerojatnosti i/ili računalnih sustava koje se temelji na probabilističkom modelu, ali je on za sada rijetko u uporabi (13).

Tablica 1. Primjeri nekih međunarodnih praksi u primjeni numeričkog i nenumeričkog (holističkog) pristupa pri vještačenju spornih tragova papilarnih linija (12)

<b>DRŽAVA</b>	<b>NUMERIČKI STANDARD</b>	<b>HOLISTIČKA METODA</b>
Albanija	12	
Australija		DA
Bahami	10/16	
Belgija	12	
Bosna i Hercegovina	8/12	
Brazil	12	
Kanada		DA
Češka	10	
Danska	10	
Finska		DA
Francuska	12	DA
Njemačka	8/12	DA
Hong Kong	12	
Mađarska	10	
Izrael	12	DA
Italija	16-17	
Latvija		DA
Maroko	10/12/16	
Nizozemska	10-12	DA
Novi Zeland		DA
Norveška		DA
Poljska	12	
Kina	12	
Rumunjska	8-12	
Rusija		DA
Škotska		DA
Južnoafrička Republika	7	
Švedska		DA
Švicarska		DA
Tanzanija	16	
Ujedinjeno Kraljevstvo		DA
SAD	7	DA

### 1.3 Sustavi za klasifikaciju i identifikaciju otisaka prstiju

Već su i najstarije razvijene civilizacije Europe i Azije prepoznale posebnost i vrijednost otisnutih linija prstiju, odnosno opazili da se otisci prstiju razlikuju od čovjeka do čovjeka, ali nisu nekakav stvoriti nekakav sustav prema kojem bi iskoristili njihov identifikacijski potencijal. Napredak u području istraživanja anatomije kože čovjeka u te svrhe odvijao se razmjerno sporo. Nakon što je engleski anatom Nehemiah Grew 1684. godine u znanstvenom radu prvi opisao neka svojstva papilarnih linija koja se nalaze na dlanovima i tabanima, a potom i talijanski anatom Marcelo Malpighi objavio svoje rezultate ispitivanja i građe kože, prvi zabilježeni pokušaj stvaranja klasifikacijskog sustava koji je sistematizirao sveukupno devet međusobno različitih vrsta otisaka prstiju započeo je 1823. godine češki anatom Ivan Evengelista Purkinje, koji je u svom znanstvenom radu sastavio prve skice različitih oblika crteža papilarnih linija (4).

Koristeći se praksom Williama Herschela i Henryja Fauldsa koji su shvatili praktičnu vrijednost otisaka prstiju, engleski je znanstvenik Sir Francis Dalton 1892. godine započeo s razvijanjem sustava daktiloskopske identifikacije, koju je potom usavršio njegov nasljednik Edward Henry, zbog čega se ona i naziva Galton-Henrijev sustav (7). Glavna značajka te klasifikacije je ta da su svi uzorci bili podijeljeni na krug (spiralu), luk i zamku.

Otprilike u to isto vrijeme, točnije 1891. godine, Ivan je Vučetić u Argentini razvijao vlastiti sustav klasifikacije koristeći kao temelj Galtonov trostruki klasifikacijski sustav koji je nazvao *ikonofalangometrijom*, što znači mjerenje tragova prstiju, ali je naziv kasnije promijenio u *daktiloskopija*. To je zapravo bio prošireni sustav koji je uspostavio Galton, a temelji se na tome da svaki uzorak na palcu dobiva slovne oznake A, E, V i I, dok su ostala četiri prsta dobivala broјčane oznake od 1 do 4 koji označuju luk, unutarņu i vanjsku zamku te krug (14).

Ta dva sustava klasifikacije otisaka prstiju postala su najraširenija u svijetu, s tim da je Vučetićeva klasifikacija uvedena 1891. u Argentini te se daktiloskopija nakon toga uvodi i u europske zemlje: Englesku 1904., Njemačku 1903., Rusiju 1907., a Francusku tek 1914 (6, 7). Na hrvatskim prostorima je dana 13. svibnja 1904. godine daktiloskopirana prva osoba, i to Ambroz Zlamal koji je okrivljen za krivotvorenje čeških kruna, što ujedno predstavlja i početke daktiloskopije na našim prostorima (15).

Posljednjih 30 godina računalne i digitalne tehnologije doživjele su nevjerojatan rast i razvoj, a usporedno s njima i daktiloskopija koja za klasifikaciju i identifikaciju otisaka papilarnih linija rabi brojne tehnološke inovacije. U Republici Hrvatskoj je uvođenjem automatske obrade

tragova papilarnih linija iz uporabe isključen dotadašnji način klasifikacije opće daktiloskopske zbirke po Roscheru (16). U Hrvatskoj je trenutno u uporabi najsuvremeniji računalni Automatski biometrijski identifikacijski sustav (engl. *Automated Biometric Identification System - ABIS*) kojim se provodi automatizirana identifikacija otisaka papilarnih linija, koji sadržava baze otisaka papilarnih linija prstiju i dlanova, identificiranih i neidentificiranih tragova papilarnih linija i dr. Sam sustav omogućuje unos, pretragu i usporedbu otisaka osoba s otiscima osoba iz baze, komparaciju otisaka osoba sa spornim tragovima papilarnih linija iz baze, komparaciju spornih tragova papilarnih linija s otiscima osoba i spornim tragovima iz baze te međusobnu usporedbu fotografija lica (17).

#### **1.4 Svojstva papilarnih linija prstiju**

Kako bi se uistinu razumjela vrijednost, značaj i posebnost tragova papilarnih linija u identifikaciji, potrebno se prethodno upoznati s građom kože, a obzirom na to da se promatraju prsti, to se ponajprije odnosi na kožu donjeg dijela prsta ruke na kojoj ne rastu dlake.

Čovjekova koža sastoji se od dvaju osnovnih slojeva, a to su derma i epiderma. Epiderma je površinski sloj kože koji se sastoji od pet slojeva, od kojih se onaj najdublji naslanja na dermu te prati njen oblik, dok derma zapravo čini ono što bi se u svakodnevnome govoru nazivalo „kožom“ i sastoji se od vezivnog tkiva, elastičnog tkiva, glatkih mišića i masnog tkiva. U njoj se nalaze sitne kvržice koje okružuju kanal znojne žlijezde i koje imaju više vrhova na jednoj osnovi, a najgušće su upravo na površinama kože kojima čovjek dotiče predmete, u promatranom slučaju na donjoj strani prstiju (18). Budući da epiderma prati oblik derme, papilarne linije ili dermatoglifi su zapravo tvorevine, odnosno skupine stanica iz donjeg sloja kože koje prema epidermu prave ispupčenja ili udubljenja i kanale (linije, razne šare i zavoje) koji prema anatomskoj građi sadržavaju razne individualne karakteristike, tj. minucije (11).

Tvorba papilarnih linija počinje još i prije rođenja djeteta u razdoblju između jedanaestog i dvadesetog gestacijskog tjedna kada dolazi do razvoja grebena na jagodicama prstiju djeteta koja se od tada dalje razvijaju (19). Sve se te minucije s donje strane dlana, odnosno na jagodicama prstiju (sva tri članka) ne mijenjaju tijekom ljudskog života. One su trajne, samo se njihove dimenzije protokom vremena mijenjaju kako čovjek raste. Iznimke su naravno ako dođe do amputacija, a crtež se može kratkotrajno promijeniti i ako se koža ozlijedi, ako dođe do raznih mehaničkih ozljeda koje ostavljaju ožiljke i slično. Tek duboke ozljede mogu ostaviti trajne ožiljke, što može poslužiti kao još jedno identifikacijsko obilježje (20).

### 1.4.1 Opća anatomska obilježja otisaka papilarnih linija

Sva identifikacijska obilježja papilarnih linija prstiju načelno se mogu podijeliti na opća obilježja i posebna (individualna) obilježja. U klasifikaciji otisaka papilarnih linija ili dermatoglifa prstiju, odnosno njihovog grupiranja po općim obilježjima, razlikuju se tri osnovna oblika: krug, luk ili zamka (petlja) (7).

Svaki od navedenih osnovnih oblika dalje se može podijeliti u neke podskupine. Uzorak kruga zaista se brzo može prepoznati po tome što ima dvije najmanje dvije delte (Slika 2). Delta je trokutasta tvorevina na otisku prsta koju oblikuju dvije papilarne crte što se razilaze ili jedna koja se dijeli na dva kraka od kojih prvi ide iznad jezgre uzorka i drugi ispod njega, a ovisno o tome dijeli li se samo jedna ili se razilaze dvije paralelne papilarne linije delte dijele se na zatvorene i otvorene (21). Krug je uzorak u kojemu se papilarne linije oko središta otiska zatvaraju i stvaraju vrtlog, a kružnih uzoraka ima više podskupina ovisno o obliku vrtloga u središtu, i to su: jednostavni krug, dvostruka petlja, petlja sa središnjim džepom i slučajni krug (20).



Slika 2. Otisci prstiju u obliku kruga

Specifičnosti oblika luka je tijekom papilarnih koje kreću s jedne strane, u središnjici otiska se uzdižu i čine luk te se spuštaju i završavaju na drugoj strani uzorka (Slika 3). Postoje dva osnovna oblika luka:

- 1) jednostavani luk - linije u središtu čine luk i spuštaju se na drugu stranu
- 2) šatorasti luk – linije se u središtu naglo uzdižu i nalikuju šatoru (3).

Jednostavan luk se još naziva i obični ili otvoreni, dok se šatorasti luk naziva još jeloviti ili zatvoreni jer je kut uzdizanja i spuštanja papilarnih linija manji (20).



Slika 3. Otisci prstiju u obliku luka

Ključno klasifikacijsko obilježje za uzorak zamke jest postojanje samo jedne (ne više) delte i središta. Naime, uzorak zamke onaj je u kojemu papilarne linije idu od jednog kraja jagodice prsta prema sredini, zaokreću se i savijaju oko središta, stvarajući zamku (petlju), nakon čega se vraćaju i završavaju na istoj strani na kojoj su započeli. Samo mjesto na kojemu linije počinju i na koje se vraćaju naziva se otvor zamke, a nasuprot otvoru nalazi se delta (20).

Prema tome je li otvor zamke okrenut prema palcu ili malom prstu ruke postoje:

- 1) radijalna zamka u kojoj linije nakon savijanja teku prema radijalnoj strani dlana (palčanoj kosti, lat. *radius*); smatra se da su približno 5 % uzoraka papilarnih linija oblika radijalne zamke (Slika 4)
- 2) ulnarna zamka u kojoj linije nakon savijanja teku prema ularnoj strani dlana (prema malom prstu - lakatnoj kosti, lat. *ulna*); smatra se da su približno 60 % uzoraka papilarnih linija oblika ulnarne zamke (Slika 5) (3).



Slika 4. Otisci prstiju desne ruke u obliku radijalne zamke



Slika 5. Otisci prstiju desne ruke u obliku ulnarne zamke

Iako su posebna obilježja (minucije) te koje omogućuju sigurnu potvrdu identiteta osoba, u daktiloskopskom ispitivanju i vještačenju otisaka prstiju vrlo važnu ulogu imaju i opći oblici prstiju koji se ne mogu isključiti iz cijelog procesa identifikacije. Bez obzira na to koristi li se numeričkom metodom ili holističkim pristupom, već i u prvom koraku kada vještak procjenjuje kvalitetu i uporabljivost traga za obradu, može prema općem obliku prsta eliminirati (ne)pripadnost određenoj osobi, odnosno prstu.



## 1.4.2 Posebna anatomska obilježja dermatoglifskih crteža prsta

Posebna, odnosno individualna obilježja otisaka papilarnih linija prstiju pri ispitivanju ili vještačenju traže se i uspoređuju tek nakon što se prethodno utvrdi da sporni i nesporni otisci koji se promatraju imaju ista opća obilježja (krug, luk ili zamka). Posebna obilježja svakog crteža zapravo su vrlo sitni detalji crteža koji se nazivaju minucijama, a to su anatomska obilježja papilarnih linija koja se nalaze duž svakog toka papilarnih linija i koja svaki otisak papilarnih linija čine jedinstvenim (8, 18).

Ta individualna anatomska, obilježja kojih postoji oko 90 različitih vrsta, neizostavni su dio otisaka prstiju čovjeka, a nastaju preoblikovanjem dermatoglifa u neistovjetne oblike. Javljaju se u obliku točke, isprekidane linije, crte, otočića, rašlje (račvanja), kukica i sl. (16). Krajevi i rašlje osnovne su vrste minucija, dok su sve ostale samo njihova kombinacija, a jedan tipičan otisak prsta sadržava ih do 80; međutim, manje će ih biti prisutno u latentnom nego u otisnutom obliku (23).

Vještaci u različitim državama svijeta još uvijek imaju različite stavove i uvjerenja po pitanju je li potrebno utvrditi određeni broj istovjetnih minucija i koliki je to broj da bi se nepobitno moglo reći da su dva otiska istovjetna - u Hrvatskoj je dogovoreno da to bude 12 te i naši sudovi prihvaćaju kao dokaz da je za potvrdu identiteta potrebno utvrditi 12 istovjetnih minucija (20). Međutim, kao metodološki neispravan treba odbaciti stav nekih daktiloskopa o potpuno jednakoj vrijednosti minucija jer su neke minucije u populaciji učestalije od drugih, a obzirom na to da nisu ni približno jednako zastupljene, ne mogu imati niti istu materijalnu (dokaznu) vrijednost. Slijedom navedenog, veću bi dokaznu vrijednost trebala imati ona minucija koja se u populaciji pojavljuje manje puta (16).

Da bi se poboljšao relevantni značaj cjelokupnog procesa identifikacije, a koji je jedan od primarnih ciljeva forenzike, trebalo bi u obzir dovesti i znanje o učestalosti kojom se različiti pojavni oblici minucija mogu pojaviti u različitim ljudskim populacijama, kao i eventualna prisutnost njihovih spolnih i ostalih varijacija (24).

## 1.5 Pregled dosadašnjih istraživanja

Kako je već navedeno, identifikacija osoba vještačenjem i ispitivanjem otisaka papilarnih linija bez premca je već više od stoljeća najraširenija i najčešće primjenjivana, a ujedno i najsigurnija metoda utvrđivanja identiteta osoba u cijelome svijetu. Razlog tome je što otisci prstiju, odnosno dermatoglifi, pored svojih općih karakteristika imaju i posebna anatomska obilježja koja se još nazivaju i minucije, čiji je raspored karakterističan i individualan za svaku pojedinu osobu. Činjenica je da do današnjega dana u svijetu nije zabilježeno da dvije različite osobe imaju identičan raspored minucija, što samo potvrđuje izrazito visoki stupanj sigurnosti ove metode.

Unatoč tome što je njeno korištenje sigurno, do današnjega dana u svijetu nije objavljeno mnogo znanstvenih radova koji bi obrađivali temu učestalosti i razdiobe pojavljivanja posebnih anatomskih obilježja dermatoglifskih crteža prsta unutar određenih populacija.

Jedno od istraživanja koje proučava učestalost pojavljivanja minucija, njihovu raspodjelu po cijelom otisku prsta (trećem članku), te međusobne razlike spolova s općim oblikom kažiprsta desne ruke provedeno je u Španjolskoj na studentskoj populaciji sveučilišta u Madridu (24). Njime su utvrdili da su najčešće minucije bile krajevi i rašlje, da distribucija pojedinih posebnih karakteristika nije bila homogena za područja unutar i izvan kruga te da između spolova i oblika općih uzoraka prsta postoji statistički značajna razlika.

Drugim takvim istraživanjem provedenim na španjolskoj populaciji pronađene su statistički značajne razlike u distribuciji krajeva i rašlji među spolovima, te je uočena i značajna povezanost između vrsta minucija i različitih prstiju gdje je veća frekvencija pojavljivanja krajeva na kažiprstu i palcu te rašlji na preostalim trima prstima (srednjak, prstenjak i mali prst) (25).

Proučavanjem i kvantificiranjem varijabilnosti minucija muških i ženskih stanovnika provincija Buenos Aires i Chubut u Argentini, provedeno je komparativno istraživanje u kojem je sudjelovalo 330 osoba (ukupno 3300 otisaka), gdje je za obje populacije utvrđena najveća učestalost pojavljivanja krajeva i rašlji (26). Istom studijom utvrđene su statistički značajne razlike pronađenih minucija unutar i izvan kruga (središnjeg dijela otiska) u žena i muškaraca te općih oblika za oba uzorka. Također, iako rezultati pokazuju zajedničke obrasce u raspodjeli minucija, utvrđene i značajne razlike među populacijama u učestalosti pojedinih minucija.

U istraživanju provedenom u Sjevernoj Karolini (SAD), ispitan je utjecaj spola, podrijetla i tipa uzorka na minucije u uzorku muškaraca i žena afroamerikanaca i Amerikanaca europskoga podrijetla (8). Rezultati su pokazali kako je učestalost lukova veća u europskih muškaraca i žena nego li u afroamerikanaca te da ulnarne zamke imaju najveću učestalost u svim spolovima i skupinama u studiji. Što se tiče posebnih anatomskih obilježja, krajevi su bili najučestaliji u svim skupinama, a zatim slijede rašlje, crtice, otočići i točkice. Zaključak istraživanja upućuje na to da spol nema značajan utjecaj na učestalost i razdiobu pojavljivanja minucija, za razliku od podrijetla i vrste općeg oblika.

## 2. Ciljevi rada

Cilj je ovoga diplomskoga rada analizirati učestalost i razdiobu posebnih anatomskih obilježja (minucija) crteža papilarnih linija prsta u hrvatskoj populaciji.

Hipoteze:

- Učestalost minucija u hrvatskoj populaciji bit će populacijski specifična.
- Učestalost i razdioba minucija razlikovat će se ovisno o kojem prstu se radi te o njegovom općem obliku.

### **3. Materijali i metode**

#### **3.1 Materijali**

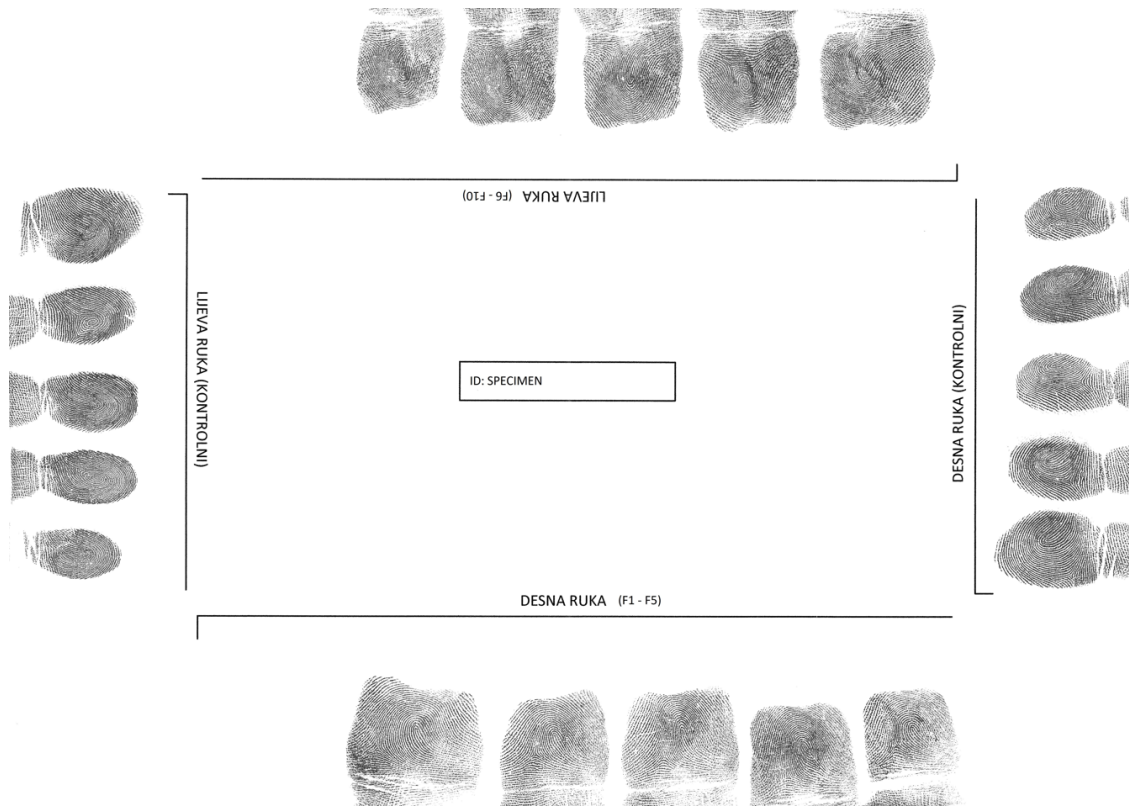
Istraživanje je provedeno na Sveučilišnome odjelu za forenzične znanosti Sveučilišta u Splitu, točnije u Laboratoriju za istraživanje mjesta događaja, uz prethodno izdano odobrenje Etičkog povjerenstva Sveučilišnoga odjela za forenzične znanosti Sveučilišta u Splitu od 23. travnja 2019. godine (2181-227-05-12-19-0003; 024-04/19-03/00007). Trajalo je od 1. svibnja do 1. listopada 2022. godine i u njemu je sudjelovalo 60 donatora otisaka prstiju, od čega je bilo podjednako 30 žena i 30 muškaraca, starosti od 19 do 58 godina. Prikupljeno je 600 otisaka prstiju, a ukupna starosna dob svih donatora bila je u rasponu od 19 do 58 godina s medijanom 30. Ženski donatori imali su raspon između 19 i 58 godina s medijanom 28, a muškarci između 20 i 56 godina s medijanom 32. Prije pristupanja prikupljanju pojedinačno su upoznati o načinu i tijeku prikupljanja otisaka i podataka te mogućnosti da u bilo kojem trenutku mogu prekinuti svoje sudjelovanje, o čemu su vlastoručno potpisali i obrazac o informiranom pristanku za sudjelovanje u istraživanju. Prikupljeni su podatci o dobi i spolu donatora te dominantnoj ruci i eventualnoj prisutnosti nekih dermatoloških i ortopedskih problema koji su unošeni u upitnik. Osim navedenih obrazac nije sadržavao nikakve druge osobne podatke, a nijedan donator nije prijavio dermatološke probleme.

#### **3.2 Metode prikupljanja i analize otisaka prstiju**

Prije postupka uzimanja otiska prstiju donatori su ruke oprali uporabom vode i tekućeg sapuna. Otisci trećih članaka, odnosno distalnih falangi svih deset prstiju lijeve i desne ruke donatora uzeti su tako da se svaki pojedini prst desnom rukom prihvatio za korijen prsta, a lijevom za nokat (sa donje strane), nakon čega se umjerenim pritiskom ravnomjerno, a jednoga na drugi kraj prsta valjao po daktiloskopskom jastučiću za uzimanje otisaka prstiju PrintMatic impeccable ceramic fingerprint pad (no. EZID300, Youngsville, NC, SAD), i potom se na identičan način valjanjem preslikao na bijeli papir formata A4 s unaprijed pripremljenim odjeljcima za prste lijeve i desne ruke. Na jednom duljem rubu papira uzeti su otisci prstiju desne ruke počevši od palca prema malom prstu (F1-F5), a na drugom otisci prstiju lijeve ruke počevši također od palca sve do malog prsta (F6-F10).

Na istom obrascu papira formata A4 (Slika 6), točnije na njihovim kraćim rubovima, također na unaprijed za to pripremljenim odjeljcima, uzeti su sekundarni – kontrolni otisci. Ti otisci nisu uzeti valjanjem, nego tehnikom okomitog dodira donje površine trećeg članka svakog prsta

koji su prethodno također okomitim dodiranjem obojeni na daktiloskopskom jastučiću, posebno za lijevu i desnu ruku. Prikupljeni otisci su za daljnju računalnu analizu i uporabu skenirani uređajem CANON C3320i pri rezoluciji od 600 dpi te spremljeni u tif formatu.



Slika 6. Obrazac za prikupljanje otisaka prstiju

Obrasci sa svim izuzetim otiscima prstiju su nakon skeniranja pojedinačno i manualno obrađivani uporabom računalnog programa CSI PIX (Comparator), inačica 7 (CSIpix/Intelligent System Solutions Corporation, PO Box 32032, St. Johns, NL,), tako da se prvo svakom otisku nakon preliminarnoga pregleda odredio opći oblik (krug, luk, radijalna ili ulnarna zamka), a zatim i sve individualne karakteristike s pomoću nekih od ponuđenih alata iz navedenog programa (Slika 7). Nakon brojenja svih minucija dobiveni rezultati uneseni su bazu podataka (Slika 8) koja je za te potrebe izrađena u programu Microsoft Access (verzija 2307).



ID	<input type="text" value="2"/>	Napomena	
Dob	<input type="text" value="26"/>		
Spol	<input type="text" value="Z"/>		
Dominantni ruka	<input type="text" value="R"/>		

	Oblik	Kraj	Rašlje	Crtica	Točkica	Most	Kukica	Otočić
F1	K	29	22	2	0	0	0	0
		34	12	0	1	0	0	0
F2	K	22	14	3	0	0	0	1
		17	5	2	0	0	0	0
F3	ZD	24	10	0	0	0	0	0
		14	4	0	0	1	0	0
F4	K	15	7	1	0	0	0	0
		6	1	0	0	0	0	0
F5	K	30	12	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
F6	ZL	52	16	1	1	0	0	0
		15	3	0	0	0	0	0
F7	K	28	10	3	3	0	0	0
		6	6	1	0	0	0	0
F8	ZL	16	7	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0
F9	ZL	17	8	0	0	0	0	0
		5	2	0	0	0	0	0
F10	ZL	13	11	0	0	0	0	0
		7	2	0	0	0	0	0

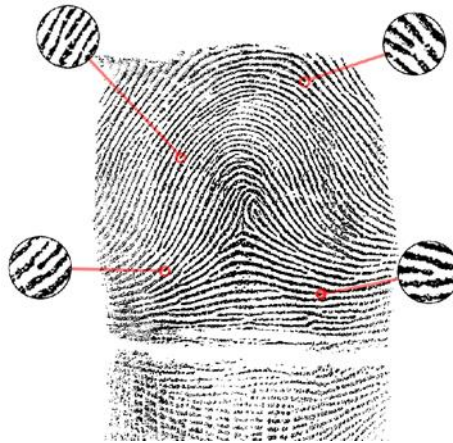
Slika 8. Izgled obrasca za unos podataka u programu MS Access

S obzirom na to da u procesu identifikacije osoba gotovo svaka država na svijetu pored uobičajenih sustava klasifikacije ima i svoje specifične standarde, posebna anatomski obilježja dermatoglifskih crteža prsta (minucija) koja su bilježena u ovom radu su ona obilježja kojim se u svojim daktiloskopskim ispitivanjima i vještačenjima otiska prstiju koriste vještaci u Republici Hrvatskoj. Takvih posebnih, individualnih karakteristika je ukupno sedam, a to su:

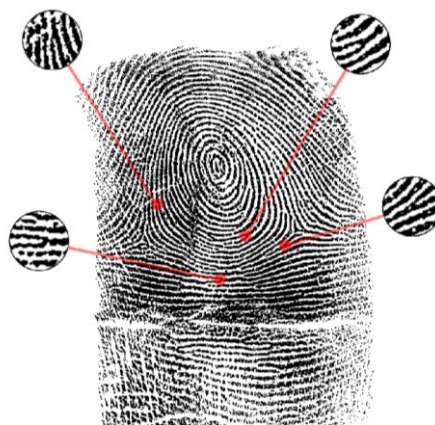
- 1) kraj - očigledan i jasan prekid papilarne linije (Slika 9)
- 2) rašlje - „mjesto gdje se jedna papilarna linija razdvaja u dvije“ (27) (Slika 10)
- 3) crtica - „kratka papilarna linija“ (27) (Slika 11)



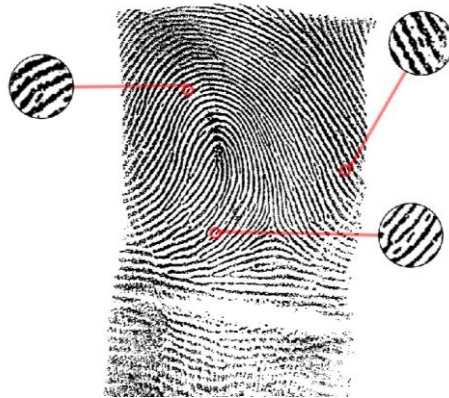
- 4) točkica – kratka papilarna linija čija dužina nije veća od dvostruke širine papilarne linije (Slika 12)
- 5) most – „kratka papilarna linija koja povezuje dvije usporedne papilarne linije“ (27) (Slika 13)
- 6) kukica – „oblik na papilarnoj liniji nastao račvanjem papilarne linije nakon čega se nove dvije papilarne linije opet spajaju u jednu“ (27) (Slika 14)
- 7) otočić – „kratka papilarna linija koja se nalazi između dviju papilarnih linija koje su na tome mjestu ispupčene“ (27) (Slika 15).



Slika 9. Krajevi



Slika 10. Rašlje



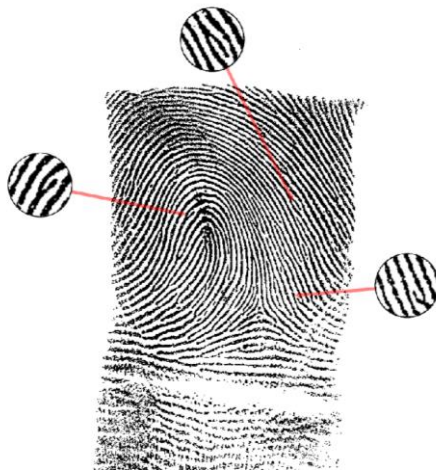
Slika 11. Crtice



Slika 12. Točkice



Slika 13. Mostovi



Slika 14. Kukice

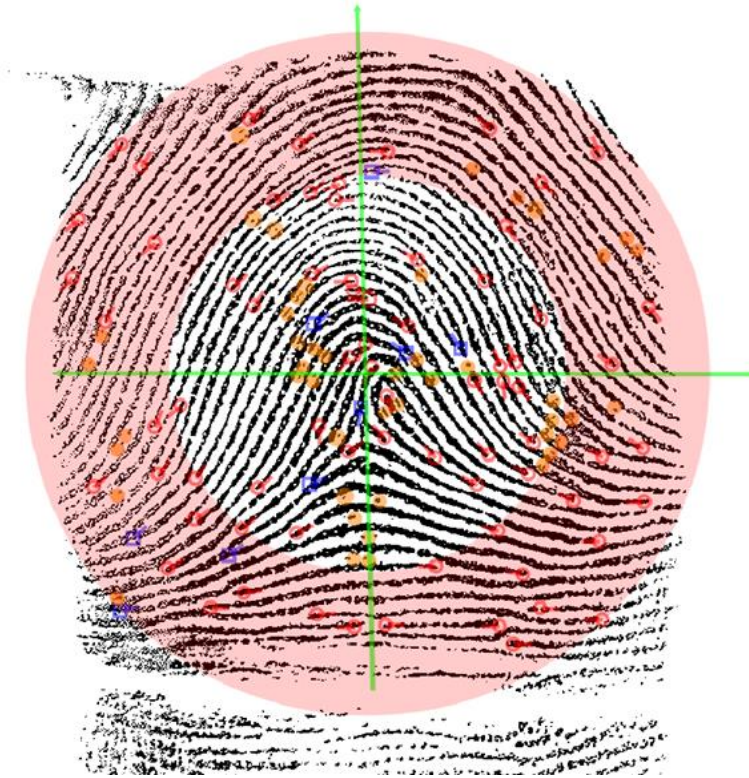


Slika 15. Otočići

Brojenje i bilježenje sedam navedenih posebnih anatomskih obilježja (minucija) provedeno je manualno u računalnome programu CSI PIX služeći se standardnom preinačenom Okaiminom metodom (25). Prema navedenoj metodi, minucije se broje unutar kružnice koji čini 15 grebena od središta koje se postavlja u središnje području otiska. Metodom se obuhvaća dio otiska koji najčešće ostaje, a, uz to, umanjuju razlike prouzročene veličinom prstiju, odnosno gustoćom papilarnih linija, što omogućuje procjenu potpune topološke distribucije minucija na površini otiska prsta i dobivanje rezultata koji se mogu uspoređivati među različitim populacijama (25, 28).

Nakon određivanja središnjeg dijela svakog otisnutog i skeniranog trećeg članka prsta (distalne falange) uporabom računalnog programa CSI PIX prvo su iscertane vodoravna i okomita crta koje su otisak podijelile na četiri jednaka dijela (Slika 16). Zatim je od sjecišta te

dvije crte iscrtan krug čiji polumjer (okomito) sječe ukupno 15 grebena otisaka papilarnih linija, pri čemu je cijeli otisak tako podijeljen na unutarnji krug bliže središtu i vanjski (periferni) krug ili sektor. Otisak je na tako ujedno podijeljen i na četiri unutarnja i četiri vanjska kvadranta koja omogućavaju lakše brojenje minucija.



Slika 16. otisak kažiprsta lijeve ruke (F7) gdje su uporabom računalnog programa CSI PIX različitim bojama i simbolima označene posebne anatomske karakteristike (minucije) na cijelom području otiska distalne falange prsta (unutar i izvan kruga)

### 3.3 Usporedba s drugim populacijama

Za usporedbu učestalosti minucija s analiziranom hrvatskom populacijom uključeni su podatci o učestalosti minucija objavljeni u prethodnim istraživanjima (Tablice 4a i 4b), i to za: španjolsku (25) i četiri argentinske populacije (26, 29)(29). S obzirom na to da su istraživanja provedena prema različitom sustavu označavanja minucija, kako bi podatci bili usporedivi, svedeni su na zajedničke oblike koji odgovaraju sustavu koji se rabi u Hrvatskoj. U Tablici 2 prikazan je način prilagodbe minucija zajedničkom sustavu. Iz istog razloga, kukice koje su razmatrane u ovome radu, na kraju su pretvorene u krajeve i rašlje (50 %: 50 %).

Tablica 2. Sustav za usporedbu minucija s prethodnim istraživanjima

Minucije	Odgovarajuće minucije					
Krajevi	End (E)	Break (Br)	Overlap (O)	Crossbar (CR)	Dock (D)	
Rašlje	Bifurcation (B)	Convergence (C)	Opposited bifurcation (OB)	Trifurcation (TF-B, TF-C)	In „M“ (M-C), In „M“ (M-B)	Return (R)
Crtice	Big fragment (F-BG), Small fragment (F-SM)					
Otočić	Big enclosure (EN-BG), Small enclosure (EN-SM)					
Most	Bridge (BD)					
Točkice	Point or dot into ridge (P-IN)	Point or dot between ridges (P-BW)				

### 3.3 Statistička analiza

Učestalost (n, %) četiriju općih obilježja izračunata je ukupno za sve prste, zatim prema spolu ispitanika te prema pojedinačnom prstu. Učestalost sedam pojedinih posebnih značajaka (minucija) izračunana je za sve otiske u uzorku, a zatim prema spolu ispitanika. U svim navedenim slučajevima razmatran je ukupni broj minucija, broj minucija unutar kruga te broj minucija izvan kruga.

Kako bi se analizirala razdioba minucija ovisno o općem obliku, pojedinačnome prstu i spolu ispitanika izrađene su kontingencijske tablice te su razlike u učestalosti minucija statistički

ispitane  $\chi^2$  testom. U slučajevima u kojima je zapažena statistički značajna razlika, ti su podaci analizirani i vizualizirani analizom korespondencije (engl. *Correspondence analysis – CA*) kako bi se na dvodimenzijskome grafikonu mogla prepoznati i protumačiti smjer i stupanj povezanost među razmatranim varijablama. U ovom načinu sažimanja podataka svaka os objašnjava određenu količinu podataka, što se mjeri pokazateljem koji se naziva inercija (engl. *inertia*). Tako, ukoliko su određene varijable iz kontinencijske tablice (međusobno iz stupaca ili međusobno iz redaka, ili između stupaca i redaka) povezanije, utoliko se one nalaze bliže na grafikonu (25). Radi jednostavnijeg tumačenja podataka i odnosa razmatranih varijabli, podaci su vizualizirani i mozaičkim grafikonom koji prikazuje odnos očekivanih i opaženih učestalosti iz kontingencijskih tablica.

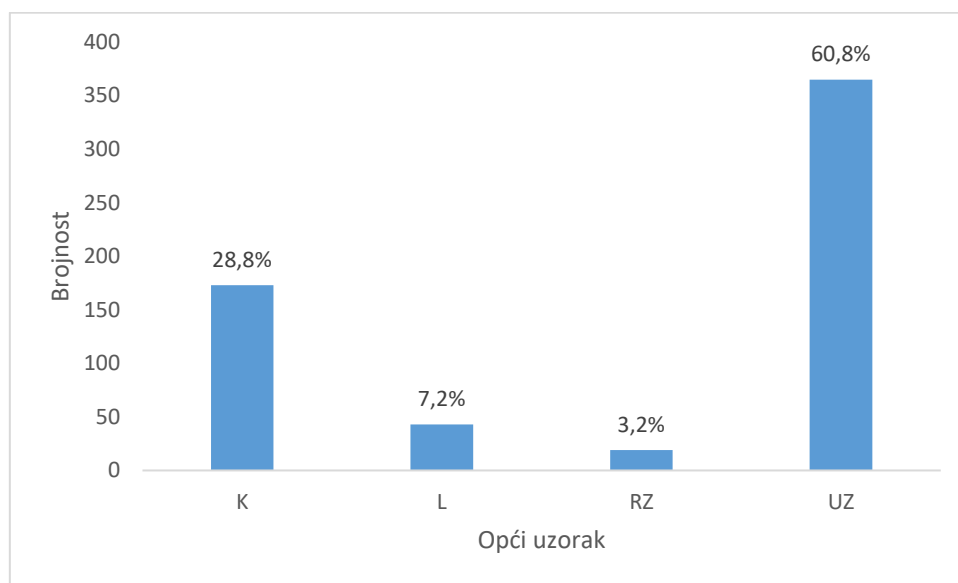
Podatci su analizirani u računalnome programu Microsoft Excel (verzija 2307, Microsoft Corp., Redmond, WA, SAD) te računalnim jezikom R (verzija 3.6.2, R Core Team, 2019.) u razvojnom okruženju Rstudio (verzija 1.2.5033). Razina statističke značajnosti bila je postavljena na  $P \leq 0,05$ .

## 4. Rezultati

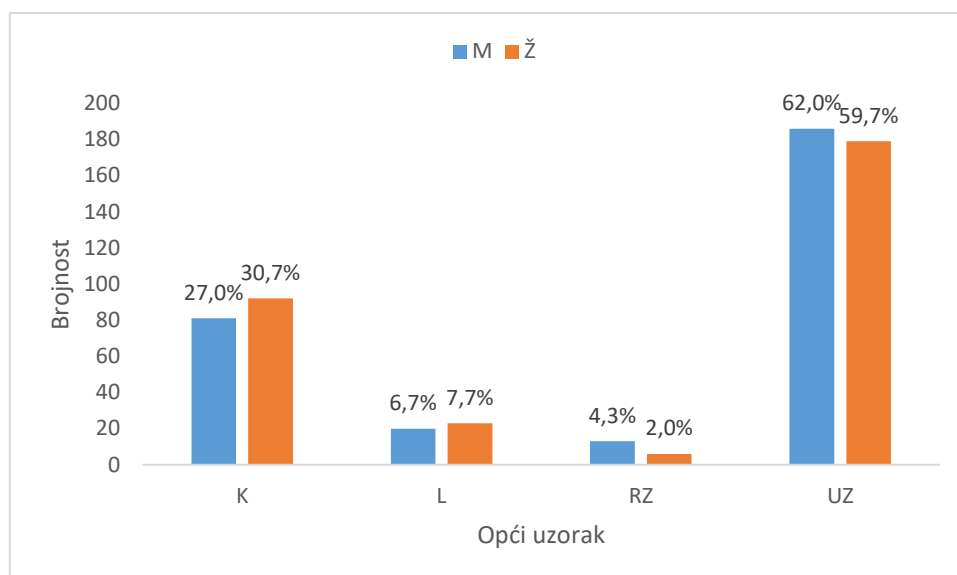
### 4.1 Razdioba općih obilježja

U grafikonima 1 i 2 prikazana je raspodjela općih oblika otisaka prstiju ispitanika, zasebno za cjelokupni uzorak, a isto tako, i zasebno prema spolu ispitanika. Rezultati pokazuju da je ulnarna zamka (UZ) sa 60,8 % opći oblik koji se najčešće pojavljuje te je, uz radijalnu zamku (RZ), prisutna u 64 % ispitanika. Nakon oblika zamke, slijedi krug (K) koji je u općem uzorku zastupljen u 28,8 % ispitanih, dok luk čini najmanji udio sa svega 7,2 %.

Promatrano prema spolu ispitanika, opći oblici relativno su podjednako zastupljeni u oba spola, dok su jedino krugovi nešto učestaliji u žena (Grafikon 2). Međutim, nema statistički značajne razlike u njihovoj razdiobi ( $\chi^2 = 3,621$ ,  $P = 0,305$ ).



Grafikon 1. Prikaz raspodjele općih anatomskih uzoraka prstiju svih ispitanika ( $n = 600$ )



Grafikon 2. Prikaz raspodjele općih anatomskih uzoraka prstiju prema spolu ispitanika  
( $n = 600$ )

Slikom 17. pokazana je učestalost općih karakteristika prema prstima za oba spola zajedno, a gdje uočljivo kako u gotovo svih prstiju (od F1 do F10) prevladava uzorak ulnarne zamke (označeno ljubičastom). Točnije, u palčeva, srednjaka, prstenjaka i malih prstiju oblik ulnarne zamke čini preko polovice u ukupnom udjelu (50 % do 83 %), a manji je udio moguće zapaziti jedino za kažiprste, 32 % na lijevoj i 42 % na desnoj ruci. Na desnom je kažiprstu ularna zamka ipak dominantni oblik, dok su na lijevome kažiprstu najučestaliji krugovi (38 %). Kažiprsti su specifični i po tome što se najčešće pojavljuju oblik luka (20 % i 18 %) i radijalne zamke (10 % i 7 %), čija je učestalost na ostalim prstima 2 – 8 % i 0 – 3 %.





Slika 17. Distribucija frekvencija za pojedine vrste općih oblika prstiju (F1-F10) u oba spola

## 4.2 Razdioba posebnih obilježja

U Tablici 3 prikazani su rezultati za tri promatrana područja koji se odnose na ukupan broj svih kvantificiranih posebnih anatomskih obilježja (minucija) na površinama trećih članaka (falangi) promatranih 600 otisaka prstiju za područja unutar i izvan kruga, a isto tako zasebno za područja unutar i izvan kruga za svaki spol. Tih obilježja je pronađeno sveukupno 48 842, u prosjeku 814 po osobi, odnosno oko 81 minucija po svakome prstu. Od ukupnoga broja minucija 26 179 (53,6 %) opadalo je na one minucije unutar kruga, a 22 663 (46,4 %) na one izvan kruga.

Ukupno sedam vrsta minucija poredano je po učestalosti pojavljivanja od više prema nižoj frekvenciji (Tablica 3). Gledano po ukupnom uzorku i pojedinačno po spolovima, uočava se da krajevi imaju veću učestalost pojavljivanja od svih ostalih minucija zajedno (69,34 %), a iza njih slijede rašlje s 16,83 % i točkice s 8,53 % udjela. Crstice, kukice, otočići i mostovi imaju znatno nižu učestalost, s tim da najniži udio opada na mostove kojih je svega 0,17 %.

Vidljivo je da se sve minucije u većem udjelu pojavljuju upravo u unutarnjem krugu, i to sve osim krajeva. Naime, za krajeve je specifično da se u ukupnom promatranom uzorku, a ujedno i u muškaraca i žena zasebno, te minucije u znatno većem postotku pojavljuju u vanjskom nego u unutarnjem krugu (za 17,52 %). Pri usporedbi spolova, primjećuje se da su u središnjoj površini otiska (sektor unutar samog kruga), kao i u onom vanjskom (perifernom) sektoru, krajevi nešto češće pojavljuju u žena (3,91 %), dok su točkice učestalije u muškaraca (za 3,92 %).

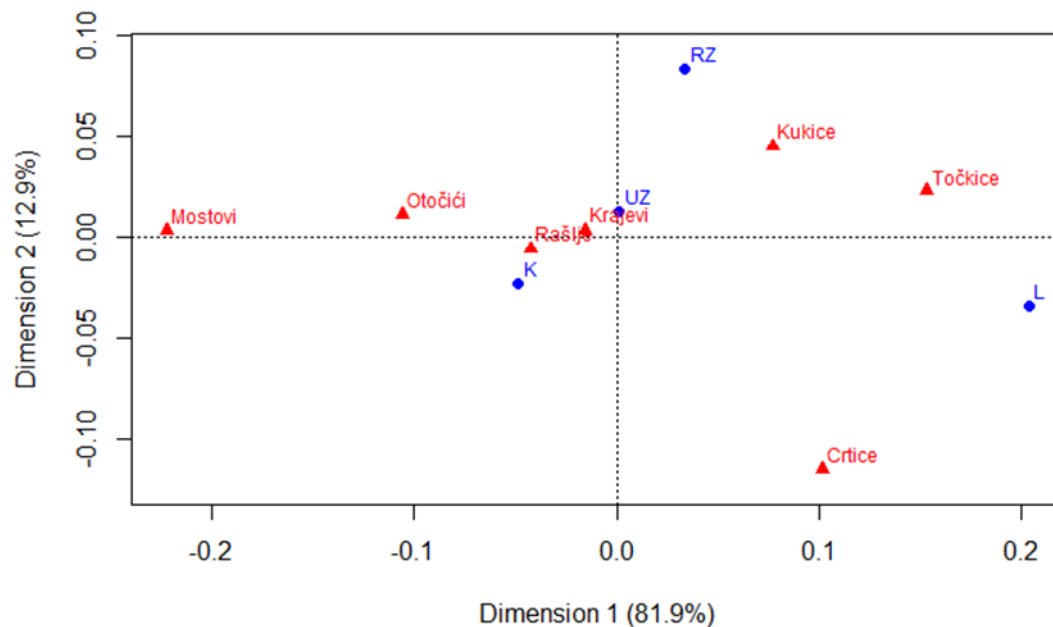
Tablica 3. Udio posebnih anatomskih obilježja prstiju svih ispitanika ukupno i prema spolu

<b>MINUCIJE</b>	<b>∑ (n = 48842)</b>	<b>Unutar kruga (n = 26179)</b>	<b>Izvan kruga (n = 22663)</b>	<b>∑ Muškarci (n =25169)</b>	<b>Muškarci unutar kruga (n=13850)</b>	<b>Muškarci izvan kruga (n=11319)</b>	<b>∑ Žene (n=23673)</b>	<b>Žene unutar kruga (n=12329)</b>	<b>Žene izvan kruga (n=11344)</b>
<b>KRAJEVI</b>	69,34 %	61,21 %	78,73 %	67,45 %	59,07 %	77,70 %	71,36 %	63,62 %	79,76 %
<b>RAŠLJE</b>	16,83 %	21,79 %	11,10 %	16,62 %	21,45 %	10,72 %	17,05 %	22,18 %	11,48 %
<b>TOČKICE</b>	8,53 %	10,28 %	6,51 %	10,43 %	12,43 %	7,99 %	6,51 %	7,86 %	5,03 %
<b>CRTICE</b>	3,19 %	3,66 %	2,65 %	3,36 %	3,97 %	2,62 %	3,01 %	3,30 %	2,69 %
<b>KUKICE</b>	1,25 %	1,70 %	0,73 %	1,27 %	1,75 %	0,67 %	1,23 %	1,64 %	0,79 %
<b>OTOČIĆI</b>	0,69 %	1,07 %	0,24 %	0,73 %	1,11 %	0,26 %	0,64 %	1,03 %	0,22 %
<b>MOSTOVI</b>	0,17 %	0,29 %	0,04 %	0,14 %	0,21 %	0,05 %	0,21 %	0,37 %	0,03 %

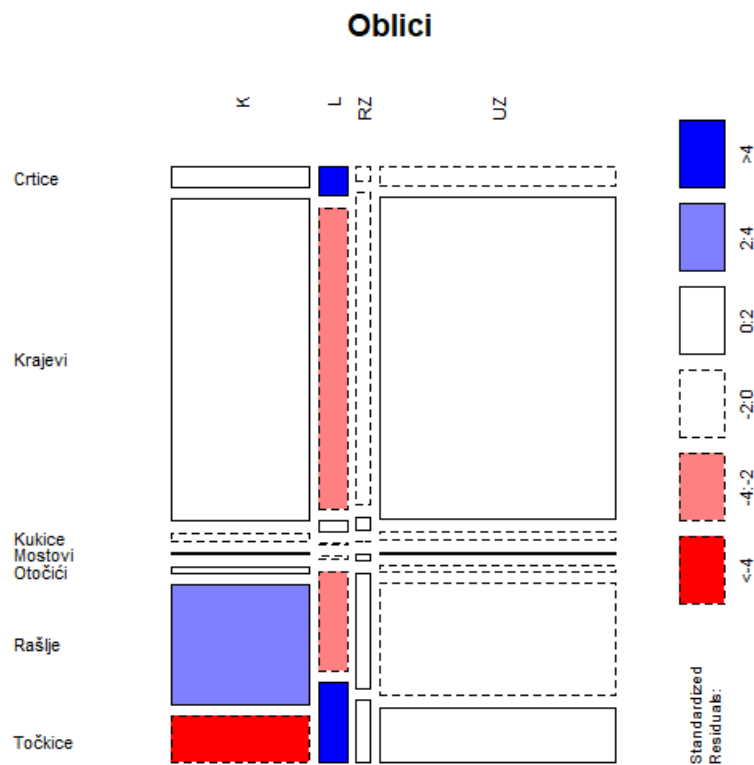
### 4.3 Odnos općih i posebnih obilježja

#### 4.3.1 Odnos općih oblika i posebnih obilježja u središnjem dijelu otiska prsta (unutar kruga)

Gledajući udio minucija unutar kruga u odnosu na opći oblik otiska, vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti ( $\chi^2 = 118,4$ ,  $P < 0,001$ ). Analiza korespondencije (Slika 18) i mozaički grafikon (Grafikon 3) pokazuju da se rašlje učestalije pojavljuju na krugovima, dok su točkice i crtice učestalije na lukovima. S druge strane na krugovima je manja učestalost točkica, a na lukovima rašlji i krajeva.



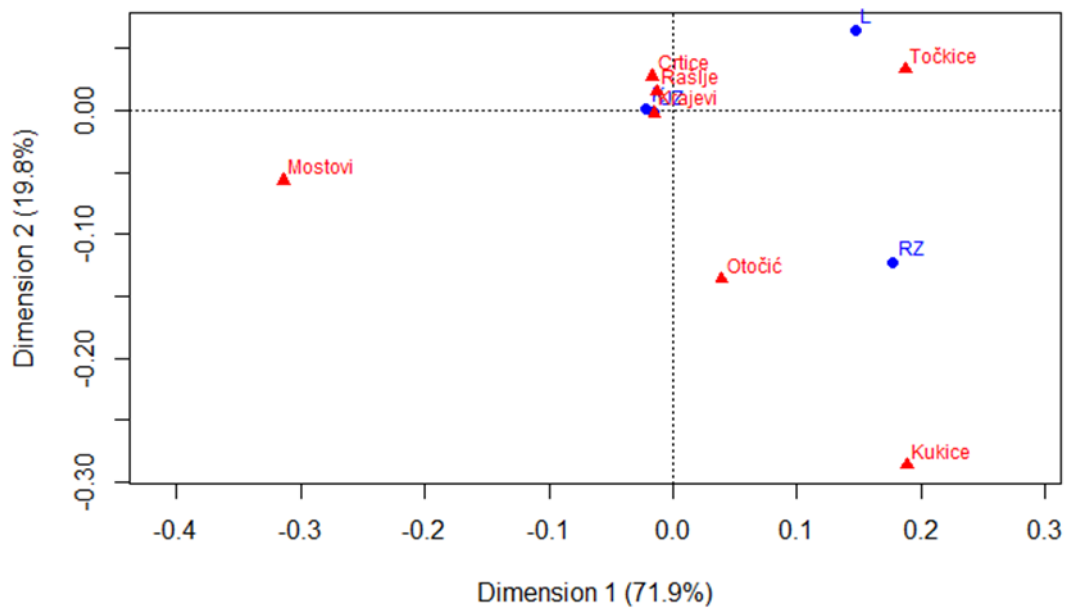
Slika 18. Analiza korespondencije općih oblika i minucija unutar kruga



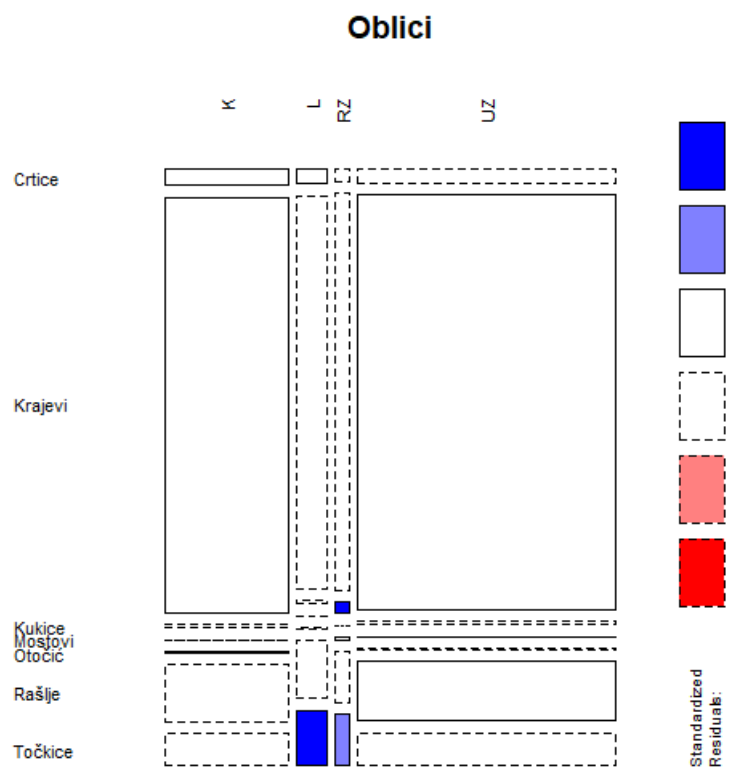
Grafikon 3. Mozaički prikaz podudarnosti među vrstama minucija i općim oblicima prstiju unutar kruga

#### 4.3.2 Odnos općih oblika i posebnih obilježja u vanjskom dijelu otiska prsta (izvan kruga)

Gledajući udio minucija izvan kruga u odnosu na opći oblik otiska, vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti ( $\chi^2 = 87,945$ ;  $P < 0,001$ ). Analiza korespondencije (Slika 19) i mozaički grafikon (Grafikon 4) pokazuju da su točkice učestalije na lukovima i radijalnim zamkama te da radijalne zamke sadržavaju veći udio kukica i točkica.



Slika 19. Analiza korespondencije općih oblika i minucija izvan kruga

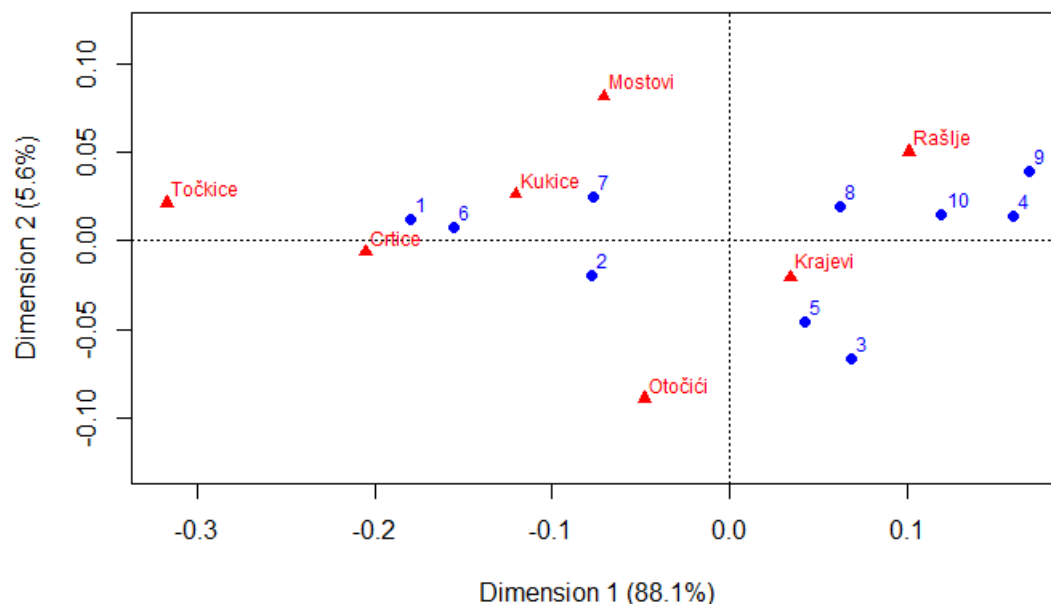


Grafikon 4. Mozaički prikaz podudarnosti među općim oblicima i vrstama minucija izvan kruga

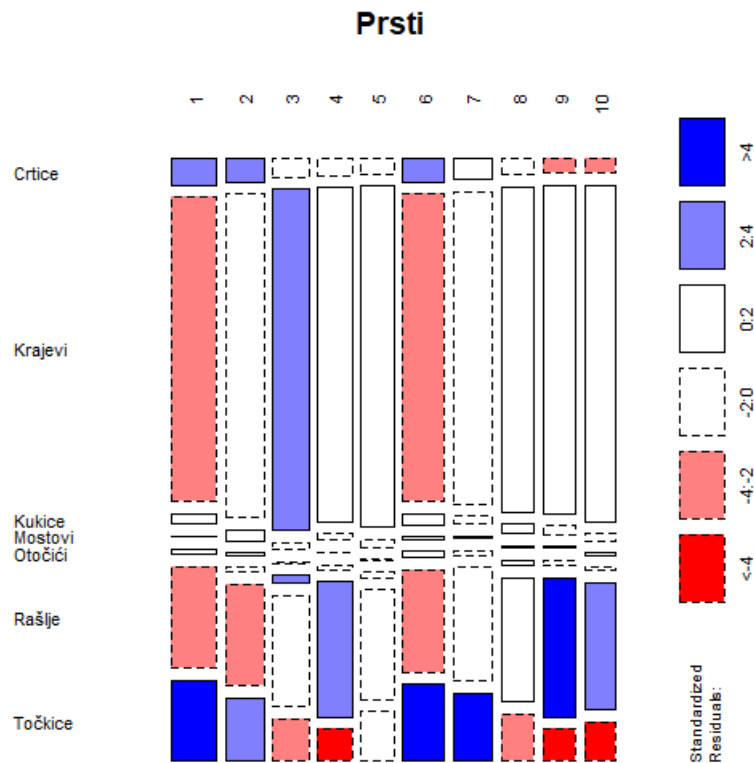
## 4.4 Odnos prstiju i posebnih obilježja

### 4.4.1 Odnos prstiju i posebnih obilježja u središnjem dijelu otiska prsta (unutar kruga)

Gledajući udio minucija unutar kruga u odnosu na svaki prst zasebno, vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti ( $\chi^2 = 449,71$ ,  $P < 0,001$ ). Analiza korespondencije (Slika 20) i mozaički grafikon (Grafikon 5) pokazuju da su crtice i točkice učestalije na palčevima i kažiprstima, a manje zastupljene na ostali prstima. Na palčevima i kažiprstima manji je udio krajeva i rašlji, a broj rašlji veći je na prstenjacima. Na prstenjacima je ujedno i manji udio točkica.



Slika 20. Analiza korespondencije pojedinih minucija prema prstima unutar kruga

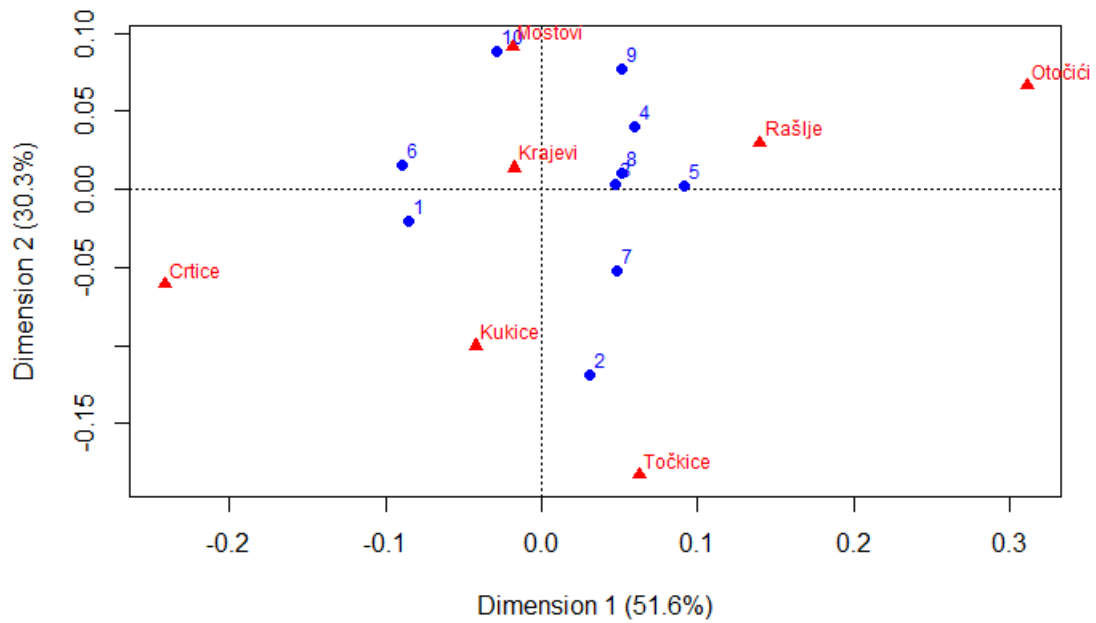


Grafikon 5. Mozaički prikaz podudarnosti među prstima i vrstama minucija unutar kruga

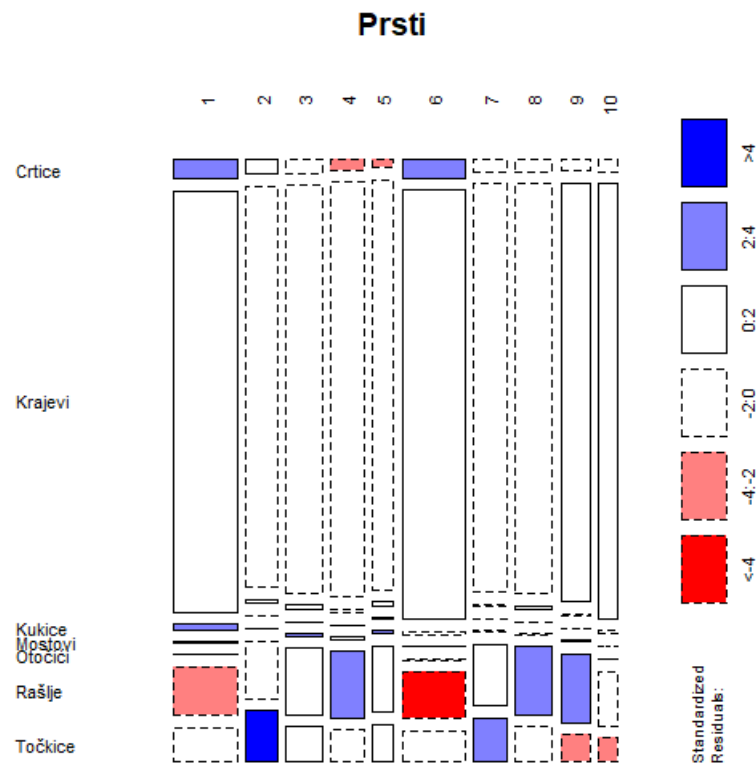
#### 4.4.2 Odnos prstiju i posebnih obilježja u vanjskom dijelu otiska prsta (izvan kruga)

Promatrajući udio minucija izvan kruga u odnosu na svaki prst zasebno, vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti ( $\chi^2 = 195,28$ ;  $P < 0,001$ ). Analiza korespondencije (Slika 21) i mozaički grafikon (Grafikon 6) pokazuju da su na palčevima zastupljenije crtice, a manje zastupljene rašlje.





Slika 21. Analiza korespondencije pojedinih minucija prema prstima izvan kruga

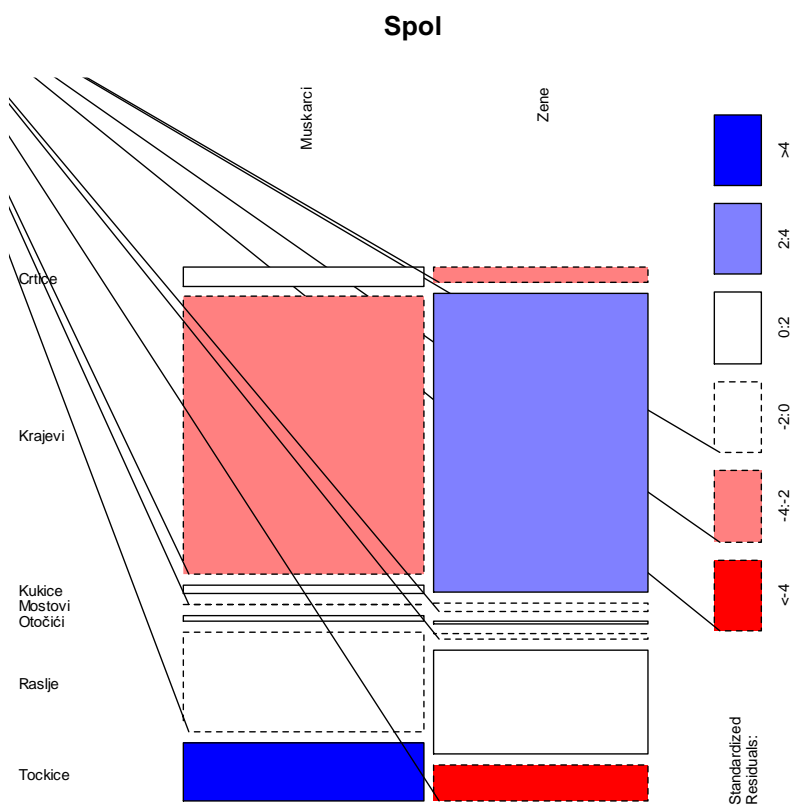


Grafikon 6. Mozaički prikaz podudarnosti među prstima i vrstama minucija izvan kruga

## 4.5 Odnos spola i posebnih obilježja

### 4.5.1 Odnos spola i posebnih obilježja u središnjem dijelu otiska prsta (unutar kruga)

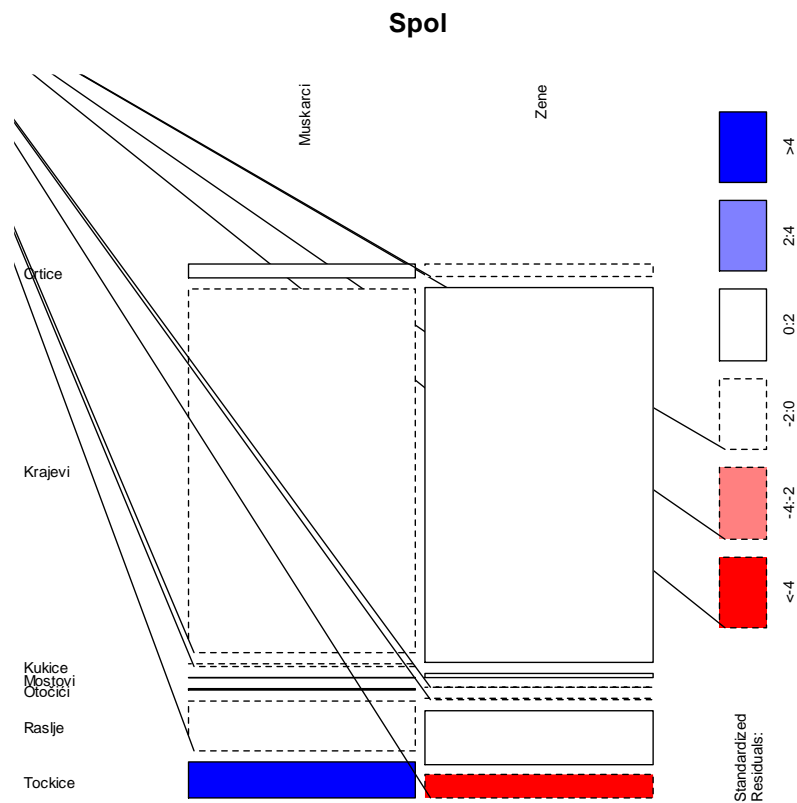
Gledajući udio minucija unutar kruga u odnosu na svaki spol zasebno, vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti ( $\chi^2 = 171,43$ ;  $P < 0,001$ ). Mozaički grafikon (Grafikon 7), pokazuje da su unutar kruga u muškaraca zastupljenije točkice, a manje zastupljeni krajevi. U žena su krajevi zastupljenija minucija, a točkice i crtice su manje zastupljene u odnosu na muškarce.



Grafikon 7. Mozaički prikaz podudarnosti između spola i vrsta minucija unutar kruga

#### 4.5.2 Odnos spola i posebnih obilježja u vanjskom dijelu otiska prsta (izvan kruga)

Gledajući udio minucija izvan kruga u odnosu na svaki spol zasebno, vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti ( $\chi^2 = 75,58$ ;  $P < 0,001$ ). Mozaički grafikon (Grafikon 8), pokazuje da su u muškaraca izvan kruga zastupljenije točkice, dok su upravo one u žena manje učestale.



Grafikon 8. Mozaički prikaz podudarnosti između spola i vrsta minucija izvan kruga

## 5. Rasprava

Ovo istraživanje provedeno je radi ispitivanja učestalosti i razdiobe posebnih anatomske obilježja dermatoglifskih crteža prsta i prvo je takve vrste u Republici Hrvatskoj. Iako se rezultati istraživanja mogu smatrati preliminarnima jer je ono uključilo 60 osoba, analizirano je 600 otisaka i označeno 48 842 minucija, pri čemu je zapaženo da bi pojedine minucije mogle imati znatno veću identifikacijsku vrijednost u hrvatskoj populaciji. Naime, pokazano je da je učestalost otočića i mostova manja od 1 %, dok se kukice (s 1,25 %) i crtice (s 3,19 %) također rjeđe pronalaze u uzorku. Rezultati upućuju i na moguću specifičnost razmatrane populacije u odnosu na one obuhvaćene prethodnim istraživanjima (25, 26, 29), koja se očituju u većom učestalošću krajeva i točkica, a manjom učestalošću rašlji.

### 5.1 Opći oblici

Istraživanjem je utvrđeno da je u cjelokupnom uzorku opći oblik ulnarne zamke najzastupljeniji među ispitanicima sa 60,8 %, nakon čega slijede oblik kruga sa 28,8 % i luka sa 7,2 % te radijalne zamke sa svega 3,2 %. Navedeni rezultati ne odstupaju uvelike od rezultata istraživanja u okviru kojeg je obuhvaćeno devet država istočne i jugoistočne Europe, a koje je uključivalo i populaciju državljana Republike Hrvatske s područja grada Zagreba (30).

U odnosu općih oblika prema prstima, preko polovice općih oblika na svim prstima činile su ulnarne zamke, osim na kažiprstima. Naime, samo je na lijevome kažiprstu uzorak kruga dominantni oblik, a osim toga, kažiprsti su bili specifični i po tome da se u njih najčešće pojavljuje oblik luka i radijalne zamke čije su učestalosti na ostalim prstima bile izrazito niske (manje od 8 %, odnosno 3 %). Iako navedeni nalazi nisu primarni ishodi istraživanja, oni bi ipak mogu pružiti važne informacije u svakodnevnom praktičnom manualnom radu pri ispitivanju i vještačenju papilarnih linija. Naime, ako se eventualno može utvrditi opći oblik spornog otiska, to može skratiti cjelokupni proces vještačenja i dovesti do isključivanja domaće ili osumnjičene osobe već u prvoj fazi postupka.

Ako se, na primjer, pronađu sporni tragovi u obliku zamke, ispitivač bi prvo zbog veće učestalosti (zamke su 95 % ulnarne) mogao pretpostaviti da se radi o određenoj ruci, odnosno, ako se nađe zamka ulijevo, da trag najvjerojatnije pripada lijevoj ruci, a ako se nađe zamka udesno, da trag pripada desnoj ruci. Zatim bi komparacijom spornog otiska s nespornim otiscima mogao utvrditi je li na toj određenoj ruci imaju ili nemaju isti opći oblik, a potom i na

suprotnoj. U slučaju da se sporni i nesporni otisci ne podudaraju po općem obliku, već tada se može donijeti negativno mišljenje bez daljnje analize minucija, ili suprotno, ako imaju ista opća obilježja započinje se detaljna analiza i vještačenje ili ispitivanje posebnih anatomskih obilježja.

## 5.2 Posebni oblici

Razdioba posebnih anatomskih obilježja pokazuje da od pronađenih i označenih 48 842 minucija na 600 otisaka prstiju svih ispitanika 53,6 % opada na one unutar kruga, a 46,4 % na one izvan kruga. Istraživanjem je kvantificirano prosječno 814 minucija po osobi, odnosno oko 81 minucija po svakome prstu, što je u rasponu prethodnih istraživanja gdje ih je po svakome prstu u prosjeku pronađeno od 73 (25) do 88 (26, 29).

Gledano po učestalosti pojavljivanja svih sedam promatranih minucija u području unutar kruga najveću su učestalost od svih ostalih značajaka zajedno imali krajevi sa 62,06 %, a slijede rašlje i točkice. Manje je zabilježeno crtica i otočića, dok je najmanji bio udio mostova od 0,29 %. Takvi rezultati djelomično se razlikuju se od rezultata prethodnih istraživanja (Tablica 4a i 4b) provedenih na španjolskoj populaciji (25) i četirima različitim argentinskim populacijama (26, 29).

Tablica 4a. Usporedba učestalosti minucija u različitim populacijama\*

MINUCIJE	Hrvatska n = 600			Španjolska (25) n = 2000			Argentina, Ramal (29) n = 1000		
	Σ	Unutar kruga	Izvan kruga	Σ	Unutar kruga	Izvan kruga	Σ	Unutar kruga	Izvan kruga
<b>KRAEVI</b>	69,97 %	62,06 %	79,10 %	62,81 %	57,67 %	68,39 %	53,08 %	47,93 %	56,44 %
<b>RASLJE</b>	17,46 %	22,64 %	11,47 %	29,18 %	32,95 %	25,07 %	40,86 %	44,93 %	38,21 %
<b>TOCKICE</b>	8,53 %	10,28 %	6,51 %	1,70 %	2,10 %	1,27 %	0,56 %	0,62 %	0,52 %
<b>CRTICE</b>	3,19 %	3,66 %	2,65 %	4,64 %	4,81 %	4,45 %	2,59 %	2,46 %	2,67 %
<b>OTOCICI</b>	0,69 %	1,07 %	0,24 %	1,32 %	2,07 %	0,51 %	1,68 %	2,39 %	1,22 %
<b>MOSTOVI</b>	0,17 %	0,29 %	0,04 %	0,35 %	0,40 %	0,31 %	1,23 %	1,67 %	0,94 %

\* Bojom su označene minucije koje čija učestalost najviše odstupa od rezultata istraživanja; plava označuje one koje su u hrvatskoj populaciji učestalije, a crvena one koje su u hrvatskoj populaciji manje učestale

Tablica 4b. Usporedba učestalosti minucija u različitim populacijama

MINUCIJE	Argentina, Puna-Quebrada (29) n = 1780			Argentina, Buenos Aires (26) n = 1700			Argentina, Chubut (26) n = 1600		
	Σ	Unutar kruga	Izvan kruga	Σ	Unutar kruga	Izvan kruga	Σ	Unutar kruga	Izvan kruga
<b>KRAJEVI</b>	54,49 %	47,86 %	58,82 %	56,31 %	51,22 %	60,37 %	59,73 %	52,68 %	63,67 %
<b>RASLJE</b>	38,35 %	44,07 %	34,62 %	35,03 %	39,29 %	32,43 %	31,58 %	37,30 %	28,42 %
<b>TOCKICE</b>	1,14 %	1,28 %	1,04 %	1,10 %	2,58 %	1,68 %	1,43 %	1,53 %	1,35 %
<b>CRTICE</b>	3,70 %	3,55 %	3,80 %	4,07 %	3,96 %	4,13 %	5,54 %	5,67 %	5,46 %
<b>OTOCICI</b>	1,75 %	2,46 %	1,28 %	2,63 %	2,39 %	1,05 %	1,43 %	2,41 %	0,88 %
<b>MOSTOVI</b>	0,57 %	0,78 %	0,44 %	0,86 %	0,56 %	0,34 %	0,29 %	0,41 %	0,22 %

Iako su prema rasporedu pojavljivanja minucija u području otiska unutar kruga u svim populacijama na prvome mjestu krajevi i iza njih rašlje kao druga najučestalija minucija, za razliku od hrvatske populacije, u španjolskoj (25), a nakon toga i svim argentinskim populacijama (26, 29), zatim dolaze crtice, otočići i točkice koje su u hrvatskoj treće po zastupljenosti i participiraju s dosta velikim udjelom (10,28 %). Mostovi su u svih najrjeđa minucija s učestalosti pojavljivanja znatno manjom od 1 %, osim u argentinskoj (Ramal) populaciji (29), gdje su posljednje po učestalosti pojavljivanja točkice.

U svim promatranim populacijama krajevi su najučestalije minucije, ali su prema deskriptivnim podacima vidljive razlike u njihovoj učestalosti. Prema rezultatima provedenog istraživanja, udio krajeva unutar kruga otiska u hrvatskoj populaciji iznosi čak 62,06 %, dok, s druge strane, u Španjolskoj (25) udio krajeva iznosi 57,67 %, a u argentinskim je populacijama taj postotak još niži i varira, ovisno o regijama, od 47,93 % do 52,68 % (26, 29).

Također, gledajući rašlje koje su u svim populacijama druga minucija po učestalosti pojavljivanja, vidljivo je da je u uzorku hrvatske populacije taj udio od 22,64 % manji od ostalih promatranih populacija (25, 26, 29), gdje je u rasponu od 32,95 % do 44,93 %. Razlika je vidljiva i u učestalosti točkica. Dok u španjolskoj populaciji (25) njihov udio iznosi 2,10 %, u argentinskoj od 0,62 do 2,58 % (26, 28), u hrvatskoj je taj udio čak 10,28 %. Navedena odstupanja nije moguće jednoznačno objasniti, no vjerojatno su one posljedica međupopulacijskih razlika, jer se ne radi o geografski, ni o povijesno povezanim populacijama.

Ono što jest zajedničko svim populacijama (25, 26, 29) je to da sve minucije u unutarnjem dijelu kruga imaju znatno veći udio nego u vanjskom, osim krajeva kojih ima znatno više izvan kruga nego unutar kruga. Slično su i zapazili i drugi autori (31), kako je navedeno u radu Gutiérrez-Redomero i sur. (25), koji su utvrdili da su minucije u područjima bliže centru i delti otiska znatno brojnije i raznolikije nego u rubnim krajevima. Objašnjenje zašto su krajevi brojniji u rubnim dijelovima otiska nije dano u prethodnim istraživanjima, no moguće je da je to posljedica obrasca formiranja i razvijanja papilarnih linija. Kao jedno od mogućih objašnjenja mogle bi se navesti i razlike u gustoći papilarnih linija na različitim dijelovima prsta, jer ako je gustoća manja područje od 15 linija koji se rabe u metodologiji istraživanja (24) bit će veće, a papilarne linije će biti razmaknutije, zbog čega će se vjerojatno lakše uočiti i sitnije minucije (npr. točkice i crtice). Navedeno tumačenje moguće je potkrijepiti i istraživanjem koje je razmatralo gustoću minucija u različitim regijama prsta na hrvatskoj populaciji, a prema kojem se može zapaziti da je gustoća papilarnih linija u proksimalnom području (koje bolje odgovara području unutar kruga) manja nego u ulnarnom i radijalnom dijelu otiska (32).

### **5.3 Odnos posebnih obilježja s drugim varijablama**

Promatrajući odnos općih i posebnih obilježja za ukupan uzorak unutar kruga vidljivo je kako postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti koja pokazuje da su krajevi učestaliji na obliku kruga, a točkice i crtice na lukovima, dok je, s druge strane manja učestalost točkica na krugovima te rašlji i krajeva na lukovima. U odnosu općih i posebnih obilježja izvan kruga analiza korespodencije pokazuje da su točkice učestalije na lukovima i radijalnim zamkama, kao i da radijalne zamke sadržavaju veći broj kukica. Slično je razmatrano i u prethodnim istraživanjima (25, 26, 29), ali nije dano odgovarajuće tumačenje takvih nalaza. Međutim, moguće je da je učestalost određenih minucija uvjetovana tokom papilarnih linija u određenim oblicima, a koji su uvjetovani embrionalnim razvojem papilarnih linija (33). Primjerice u lukovima, kao manje složenom obliku u kojem se linije uzdižu i spuštaju prema drugoj strani tvoreći u sredini krivulju moguće je da rjeđe dođe do račvanja papilarnih linija. To se može potkrijepiti i teorijama intrauterinog razvoja papilarnih linija prema kojima uzorak luka i uzorak kruga imaju sličan obrazac nastajanja, no uz glavnu razliku da se uzorak kruga formira zato što se tijekom ključne faze razvoja stvorio veći broj papilarnih linija, a uzorak luka zato što se stvorio manji broj papilarnih linija koje se trebaju rasporediti na površini prsta (33).

Kad se razmatra zastupljenost minucija unutar kruga u odnosu na to na kojemu se prstu nalaze, može se uočiti da su crtice i točkice učestalije na palčevima i kažiprstima nego na ostalim prstima, pa je samim tim relativni udio ostalih minucija poput krajeva i rašlji nešto manji. Udio rašlji veći je na prstenjacima, na kojima je ujedno i manje točkica. Analiza odnosa pojedinog prsta i minucija izvan kruga pokazuje da su na palčevima zastupljenije crtice, a manje su zastupljene rašlje. U Španjolskoj populaciji (25) su na cijelom promatranom uzorku krajevi učestaliji na palčevima i kažiprstima, a rašlje na ostala tri prsta (srednjak, prstenjak i mali prst). Otisci prstiju u dva argentinska uzorka (26) pokazali su povezanost krajeva sa palcima i kažiprstima obje ruke, dok je većina ostalih promatranih minucija bila značajno povezana s palcem i kažiprstom desne ruke. Iako je moguće da se radi o stvarnim pravilnostima biološkoga podrijetla koje je teško objasniti, pri tumačenju ovih nalaza može se uzeti u obzir i mogući utjecaj načina izuzimanja uzoraka, gdje je u svakodnevnoj praksi moguće zapaziti da su otisci palčeva i kažiprsta češće bolje izuzeti, pa je moguće na njima uočiti više detalja.

Što se tiče odnosa spola i minucija u središnjem dijelu otiska prsta, tu postoji statistički značajna razlika u njihovoj zastupljenosti te su unutar kruga u muškaraca zastupljenije točkice, a manje zastupljeni krajevi. U žena su krajevi zastupljenija minucija, a točkice i crtice su one koje su manje zastupljene. Gledajući udio minucija izvan kruga u odnosu na svaki spol zasebno, tu isto postoji statistički značajna razlika u njihovoj učestalosti. U muškaraca su izvan kruga učestalije točkice, dok su u žena manje učestale. Slično je zapaženo i za sve četiri analizirane argentinske populacije gdje je udio rašlji također bio veći u žena nego u muškaraca, dok je udio krajeva isto bio veći u žena (26, 29). No, s obzirom na to da su krajevi u ukupnom uzorku prema svim provedenim istraživanjima (25, 26, 29) najzastupljenija minucija, veća zastupljenost u žena upravo te dominantne minucije vjerojatno upućuje na to da je u žena manja relativna učestalost preostalih minucija. To bi se također moglo povezati s razlikama u gustoći papilarnih linija, ali onih na razini spola. Naime, istraživanja provedena u hrvatskoj (32), argentinskoj i španjolskoj populaciji (29) pokazuju da je gustoća papilarnih linija veća u žena zbog čega se također može pretpostaviti da je manja mogućnost pronalaska manjih minucija poput točkica.



## 5.4 Ograničenja i prijedlozi za buduća istraživanja

Kao glavno ograničenje provedenog istraživanja može se istaknuti ograničena veličina i priroda uzorka koja je uključila 60 osoba, pri čemu nije bilo moguće uzorak stratificirati prema regijama. Međutim, s obzirom na to da druga takva istraživanja nisu provedena u hrvatskoj populaciji, a da je u istraživanju označeno gotovo 50 000 minucija, rezultati svakako pružaju nova saznanja o specifičnostima minucija u hrvatskoj populaciji i mogućoj identifikacijskoj važnosti pojedinih minucija. Dakle, iako rezultate nije moguće generalizirati na opću populaciju te ih treba uzeti s oprezom, mogli bi poslužiti kao svojevrsni orijentir pri daktiloskopskim vještačenjima i ispitivanjima. U budućim bi se istraživanjima uzorak svakako trebao proširiti u vidu veličine, ali i regionalne razdiobe ispitanika, pri čemu bi se trebalo pokušati pronaći i bolje tehnološko rješenja kako bi se čitav postupak ubrzao i kako bi se udio manualnog rada smanjio. Međutim, današnji sustav ABIS koji se rabi kao glavni automatizirani alat za daktiloskopske analize prepoznaje samo krajeve i rašlje, zbog čega nije pogodan za takvu vrstu istraživanja.

Osobita poteškoća pri usporedbi s drugim populacijama bili su u ujednačavanju sustava klasifikacije minucija, a s obzirom na to da su ta istraživanja provedena prema različitom sustavu njihovog označivanja. Tako su rezultati prethodnih istraživanja na španjolskoj i argentinskoj populaciji (25, 26, 29), koji poznaju dvadeset različitih minucija svedeni na zajedničke oblike kako bi podatci bili usporedivi sa sustavom koji se rabi u Hrvatskoj i koji poznaje sedam individualnih anatomskih karakteristika. S tim u svezi, iz usporedne analize izostavljene su kukice za koje navedeni sustavi nemaju identičnu minuciju. Gledajući globalno, prvi korak budućih istraživanja trebala bi biti standardizacija značajaka što bi omogućilo provedbu usporedivih populacijskih studija, a u konačnici razvoj i primjenu egzaktnijih vjerojatnosnih pristupa vještačenju papilarnih linija kakvi se primjerice primjenjuju pri analizi DNK-a. Dakle, trebalo bi uspostaviti širu suradnju između forenzičara i antropologa kako bi se dodatno ispitala antropološka pitanja populacijskih varijacija korištenjem minucija, što je u konačnici vrlo relevantno za forenzičnu znanost (8). Iz navedenog proizlazi kako bi u budućim istraživanjima bilo potrebno uključiti veći broj ispitanika na širem geografskom području u kojem bi bio zastupljen veći broj regija te uključiti dodatne informacije koje bi se odnosile na podrijetlo ispitanika, a kako bi se bolje utvrdila varijabilnost minucija za određenu populaciju.

Što se tiče pitanja povezanosti učestalosti određenih minucija s drugim varijablama poput spola, općeg oblika i specifičnog prsta, a koje je također razmatrano u predmetnom istraživanju, trebalo bi više pozornosti posvetiti ispitivanju sličnosti i razlika unutar i između određene osobe

jer je većina provedenih istraživanja (25, 26, 29), kao i ovo, promatrala različite prste prikupljene od istih osoba, kao neovisne uzorke, što oni po svojoj prirodi nisu.

## 6. Zaključci

1. Udio općih oblika prsta u promatranom uzorku otprilike se podudara sa istraživanjima na globalnoj razini i nalazi se u sličnim rasponima, što znači da razmatrana populacija ne pokazuje specifičnosti u razdiobi općih oblika u odnosu na druge populacije.
2. Pojavnost općeg oblika ulnarne zamke kao najučestalijeg oblika prstiju može pri daktiloskopskom ispitivanju ili vještačenju otisaka uputiti na to pripada li pronađeni sporni otisak lijevoj ili desnoj ruci, što već u prvoj fazi postupka može ubrzati proces identifikacije i eliminacije domaćih ili osumnjičenih osoba.
3. Razdioba općih oblika prema prstima obje ruke bila je relativno ravnomjerna izuzev kažiprsta lijeve i desne ruke, gdje se u većem rasponu pojavljuju opći oblici radijalne zamke i luka, što može značiti da ako se pronađu ta dva oblika, da je izglednije da on pripadaju kažiprstima, odnosno da ne pripadaju palčevima, srednjacima, prstenjacima ili malom prstu.
4. Od svih sedam promatranih posebnih anatomskih obilježja dermatoglifskih crteža prsta krajevi i rašlje pokazali su najveću učestalost, a za njima slijede točkice, crtice, kukice, otočići i mostovi, po čemu se može zaključiti da najveću identifikacijsku vrijednost u analiziranoj populaciji te minucije imaju prema obrnutom redoslijedu pojavljivanja.
5. U odnosu na prethodna istraživanja redoslijed učestalosti pojavljivanja najčešćih minucija (krajeva i rašlji), kao i onih najrjeđih (mostovi) podudaraju se u svim promatranim područjima, ali su razlike u njihovoj razdiobi i specifične su za svaku populaciju.
6. S obzirom da to da je učestalost otočića i mostova manja od 1 % te da se kukice i crtice također rjeđe pronalaze u analiziranom uzorku moguće je da se radi o svojevrsnoj specifičnosti hrvatske populacije u odnosu na one obuhvaćene prethodnim istraživanjima, a prema tome i da te iste minucije imaju veću identifikacijsku vrijednost u hrvatskoj populaciji nego u nekim drugima.

7. Potrebno je na globalnoj razini ujednačiti klasifikaciju posebnih anatomskih karakteristika te standarde pri vještačenju spornih s nespornim tragovima papilarnih linija, sve kako bi se povećala razina objektivnosti pri ocjenjivanju i donošenju odluka.

## 7. Literatura

1. Modly D, Mršić G. Uvod u kriminalistiku. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada; 2014; 289 p.
2. Kolar-Gregorić T, Radmilović Ž. Praktikum kriminalističke tehnike. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova, Policijska akademija. 2009;75.
3. Lee H. Materijalni tragovi. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova, Policijska akademija. 1998; 255 p.
4. Kolar-Gregorić T. Kriminalistička identifikacija osoba. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova, Policijska akademija. Zagreb; 2002. 1–84 p.
5. Radmilović Ž. Biometrijska identifikacija. Zagreb: Policijska akademija. 2008;3–4:159–80.
6. Čepek V, Modly D, Posavac D, Veić P. Priručnik za obuku policajaca. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske; 1993. 370 p.
7. Vodinelić V, Aleksić Ž. Kriminalistika. Zagreb: Informator; 1990. 659 p.
8. Fournier NA, Ross AH. Sex, Ancestral, and pattern type variation of fingerprint minutiae: A forensic perspective on anthropological dermatoglyphics. *Am J Phys Anthropol.* 2016;160(4):625–32.
9. Fraser J, Williams R. Handbook of Forensic Science. *Handb Forensic Sci.* 2013;1–662.
10. OSAC Standard Framework for Developing Discipline Specific Methodology for ACE-V. 2020;1–9 [cited 2023 03.09.]. Available from: [https://www.nist.gov/system/files/documents/2020/04/06/Virtual\\_Sub\\_3\\_ACE-V\\_Process\\_Map\\_CDi\\_JAN2020.pdf](https://www.nist.gov/system/files/documents/2020/04/06/Virtual_Sub_3_ACE-V_Process_Map_CDi_JAN2020.pdf)
11. Interpol European Expert Group on Fingerprint identification II (IEEGFI II). Method for Fingerprint Identification. 2000; 1-35 [cited 2023 04.09.]. Available from: <http://www.latent-prints.com/images/ieegf2.pdf>
12. Polski J, Smith R, Garrett R. The Report of the International Association for Identification, Standardization II Committee. *Natl Inst Justice.* 2011;1–257.
13. Programme C, Commission E, Affairs GH. Best Practice Manual for Fingerprint

- Examination ENFSI-BPM-FIN-01. 2015;01(November):1–60.
14. Hutchings LA. Systems of friction ridge classification. The Fingerprint Sourcebook: U. S. Department of justice. 2012;95-119.
  15. MUP. Centar za forenzična ispitivanja, istraživanja i vještačenja “Ivan Vučetić” [cited 2023 04.09.]. Available from: <https://forenzika.gov.hr/sluzbe/sluzba-daktiloskopije-i-identifikacije/daktiloskopija/95>
  16. Modly D, Mršić G. Forenzika - suvremene kriminalističke teorije. Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada; 2014. 508 p.
  17. Ministarstvo unutarnjih poslova. Priručnik kriminalističke tehnike. Ravnateljstvo policije. Zagreb; 2021. 403 p.
  18. Mitrović V. Kriminalistička tehnika. Beograd: Viša škola unutrašnjih poslova; 1986. 520 p.
  19. Champod C, Lenard J. C, Margot P SM. Fingerprints and other skin impressions. CRC Press; 2004.
  20. Kolar-Gregorić T. Praktikum kriminalističke tehnike. Zagreb: Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske, Policijska akademija; 1999. 254 p.
  21. Žerjav C. Kriminalistika. Obrazovni centar za unutrašnje poslove RSUP-a Hrvatske. Zagreb; 1986. p. 458.
  22. Kondeková M, Beňuš R, Masnicová S, Švábová P. Distribution of the Minutiae in Hypothenar Palm Prints in Slovak Adults: Indications for Personal Identification. J Forensic Sci. 2020;65(4):1303–9.
  23. Yager N, Amin A. Fingerprint verification based on minutiae features: A review. Pattern Anal Appl. 2004;7(1):94–113.
  24. Gutiérrez E, Galera V, Martínez JM, Alonso C. Biological variability of the minutiae in the fingerprints of a sample of the Spanish population. Forensic Sci Int. 2007;172(2–3):98–105.
  25. Gutiérrez-Redomero E, Alonso-Rodríguez C, Hernández-Hurtado LE, Rodríguez-Villalba JL. Distribution of the minutiae in the fingerprints of a sample of the Spanish population. Forensic Sci Int. 2011;208(1–3):79–90.

26. Rivaldería N, Gutiérrez-Redomero E, Alonso-Rodríguez C, Dipierri JE, Martín LM. Study of fingerprints in Argentina population for application in personal identification. *Sci Justice*. 2017;57(3):199–208.
27. Struna [Internet]. Hrvatsko strukovno nazivlje [cited 2023 04.09.]. Available from: <http://struna.ihjj.hr/search-do/?q=rašlje&naziv=1&polje=0#container>
28. Okajima M. Frequency of Forks in Epidermal-ridge Minutiae in the Finger Print. *Am J Phys Anthropol*. 1970;32(3–8):41–8.
29. Gutiérrez-Redomero E, Rivaldería N, Alonso-Rodríguez C, Martín LM, Dipierri JE, Fernández-Peire MA, et al. Are there population differences in minutiae frequencies? A comparative study of two Argentinian population samples and one Spanish sample. *Forensic Sci Int*. 2012;222(1–3):266–76.
30. Scheil H-G, Schmidt HD, Baltova S, Djordjevic D, Vulpe C, Siváková D et al. Dermatoglyphic Studies in Eastern and South-Eastern Europe. *Anthropologischer Anzeiger*, Jahrg. 63, H. 4 (Dezember 2005), pp. 393-399
31. Champod C. Reconnaissance Automatique et Analyze Statistique Desminuties Sur Les Empreintes Digitales [phD thesis]. IPSC, University of Lausanne; 1996.
32. Karauz-Božinović M. Procjena spola u hrvatskoj populaciji s pomoću gustoće papilarnih linija prstiju. Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti. 2020;
33. Wertheim K. Embryology and morphology of friction ridge skin. *The Fingerprint Sourcebook*: U. S. Department of justice. 2012;51-76.

## 8. Sažetci

### *Učestalost i razdioba posebnih anatomskih obilježja dermatoglifskih crteža prsta u hrvatskoj populaciji*

**Cilj:** Analizirati učestalost i razdiobu posebnih anatomskih obilježja (minucija) crteža papilarnih linija prsta u hrvatskoj populaciji.

**Metode:** U istraživanju je sudjelovalo 30 muškaraca i 30 žena, pripadnika hrvatske populacije kojima su uzeti otisci svih prstiju lijeve i desne ruke. Svakom uzetom otisku određen je opći oblik i brojnost sedam individualnih anatomskih karakteristika (krajevi, rašlje, crtice, točkice, kukice, otočići i mostovi). Brojenje i bilježenje svih minucija provedeno je pojedinačno i manualno unutar i izvan kružnice koju čini 15 grebena od središta otiska. Izračunata je učestalost općih i posebnih oblika u uzorku te je analizom korespondencije i/ili grafički ispitana povezanost broja minucija na otisku s općim oblicima, pojedinačnim prstima i spolom ispitanika.

**Rezultati:** U istraživanju je analizirano 600 otisaka pri čemu su označene 48 842 minucije. Ulnarna zamka bila je najzastupljeniji opći oblik (60,8 %,) a najmanje su bile zastupljene radijalne zamke (3,2 %). U ukupnom uzorku najveću učestalost od svih ostalih minucija zajedno imali su krajevi (69,34 %), dok su otočići i mostovi bili najrjeđe minucije (< 1 %). Sve minucije, osim krajeva, više su se pojavljivale unutar kruga. Istraživanje je pokazalo povezanost broja i raspodjele određenih minucija u odnosu na opći oblik prsta i pripadnost otiska pojedinom prstu ( $P < 0,001$ ) te su utvrđene spolne specifičnosti u udjelu određenih minucija. U uzorku hrvatske populacije zapažen je veći udio krajeva i točkica te manji udio rašlji u odnosu na populacije obuhvaćene prethodim istraživanjima.

**Zaključak:** Rezultati istraživanja upućuju na to da bi otočići i mostovi, a zatim kukice i crtice mogle imati najveću identifikacijsku vrijednost u hrvatskoj populaciji te da bi hrvatska populacija mogla biti specifična po učestalosti određenih minucija. Međutim, kako bi se podatci o učestalosti minucija mogli rabiti u forenzičkom kontekstu, potrebno je provesti dodatna istraživanja koja bi veličinom i strukturom uzorka mogla biti reprezentativna za hrvatsku populaciju.

**Ključne riječi:** otisci prstiju, tragovi papilarnih linija, opći oblici, posebna anatomska obilježja, minucije, hrvatska populacija



## Abstract

### *Frequency and distribution of fingerprint minutiae in Croatian population sample*

**Aim:** To analyze the frequency and distribution of fingerprint minutiae in the Croatian population sample.

**Methods:** The sample included fingerprints of both hands of 30 men and 30 women from the Croatian population. On each finger, we determined its general pattern and number of seven different minutiae types (ridge endings, bifurcations, fragments, dots, hooks, islands and bridges). Minutiae were manually counted and documented separately inside and outside the area of the circle formed by 15 ridges from the center of the fingerprint. We calculated the frequency of general fingerprint patterns and minutiae types and examined the relationship of minutiae counts with fingerprint patterns, particular fingers, and sex using correspondence analysis and/or data visualization.

**Results:** We analyzed 600 fingerprints and recorded 48,842 minutiae. The most common fingerprint pattern was the ulnar loop (60.8%), while the least common pattern was the radial loop (3.2%). In an overall sample, the proportion of ridge endings was greater than all other minutiae together (69.34%), while the islands and bridges were the least prevalent traits (<1%). All the minutiae were more frequent within the circle except for ridge endings. The study showed an association between the number and distribution of specific minutiae to general fingerprint patterns and particular fingers ( $P < 0.001$ ) and identified sex-specificities in minutiae proportions. The Croatian population sample had a greater proportion of ridge endings and dots than those analyzed in previous studies.

**Conclusion:** The study findings suggest that islands and bridges, followed by hooks and dots, could have a greater identification value in the Croatian population and that the Croatian population could be specific in terms of the frequency of certain minutiae. However, to employ data and study findings in a forensic framework, conducting additional studies that could realistically represent the Croatian population according to the sample size and structure is essential.

**Key words:** fingerprints, fingermarks, fingerprint patterns, minutiae, Croatian population

## 9. Životopis

### Osobni podatci

Ime i prezime	Joško Stolica
Nadnevak i mjesto rođenja	22. listopada 1981., Split, Republika Hrvatska
Adresa	Kneza Mutimira 18, 21000 Split
e-mail	<a href="mailto:joskostolica@gmail.com">joskostolica@gmail.com</a> , <a href="mailto:jstolica@mup.hr">jstolica@mup.hr</a>

### Obrazovanje

2020. -	Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za forenzične znanosti, modul: Istraživanje mjesta događaja
2010. – 2013.	Visoka policijska škola u Zagrebu Zvanje: prvostupnik kriminalistike (bacc. crim.)
1998. – 2000.	Srednja policijska škola u Zagrebu
1996. – 1998.	Srednja tehnička prometna škola u Splitu

### Publikacije

Stolica, J., Grgić, L., Šabić, M., Senješ, H., Bašić, Ž., Kružić, I., & Jerković, I. (2022); Mogućnosti vizualizacije tragova papilarnih linija prsta uporabom reagensa malih čestica na staklenim površinama uronjenim u morsku i riječnu vodu. U: V. međunarodna konferencija Sigurnost povijesnih gradova – Partnerstvo za sigurniju svakodnevicu. Solin, Hrvatska, 20.10.2022-21.10.2022.

## 10. Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, Joško Stolica, izjavljujem da je moj diplomski rad pod naslovom Učestalost i razdioba posebnih anatomskih obilježja dermatoglifskih crteža prsta u hrvatskoj populaciji, rezultat mog vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Nijedan dio ovoga rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan bez citiranja i ne krši ičija autorska prava.

Izjavljujem da nijedan dio ovoga rada nije korišten u ijednom 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.

Split, 8. rujna 2023. godine

Potpis studenta/studentice: 