

# Procjena učinkovitosti senzorskog panela

---

Mitrić, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:315110>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

## DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2019.

Luka Mitrić 1094/PI

**PROCJENA UČINKOVITOSTI  
SENZORSKOG PANELA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom dr. sc. Nade Vahčić, red. prof. Prehrambeno – biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

### PROCJENA UČINKOVITOSTI SENZORSKOG PANELA

Luka Mitrić, 1094/PI

**Sažetak:** Kontrola kvalitete, usporedbe i poboljšanja proizvoda temelji se između ostalog i na senzorskoj analizi proizvoda. Senzorska analiza provodi se od strane senzorskog panela. Senzorski panel je skupina osoba odabranih i obučeni za davanje procjene o senzorskoj kvaliteti proizvoda. Provode se redovne provjere senzorskog panela kako bi se održala kvaliteta procjene, tj same senzorske analize. PanelCheck je program za procjenu učinkovitosti senzorskog panela, a cilj ovog diplomskog rada bila je procjena usklađenosti senzorskog panela koji je u sklopu manifestacije Zzzagimed 2018 senzorski procjenio uzorke meda.

**Ključne riječi:** senzorska analiza, panel, senzorski ocjenjivač

**Rad sadrži:** 53 stranice, 46 slika, 6 tablica, 22 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Nada Vahčić

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof. dr. sc. Jasenka Gajdoš Kljusurić
2. Prof. dr. sc. Nada Vahčić
3. Prof. dr. sc. Ksenija Marković
4. Prof. dr. sc. Martina Bituh (zamjena)

**Datum obrane:** 25. rujna 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Food Quality Control  
Laboratory for Food Quality Control

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### PANEL PERFORMANCE ASSESMENT

Luka Mitrić, 1094/PI

**Abstract:** Quality control, comparison and product improvement are based, among other things, on product sensory analysis. Sensory analysis is performed by the sensor panel. A sensor panel is a group of sensors, that is, individuals selected and trained to evaluate the sensory quality of a product. Regular inspections of the sensory panel are carried out to maintain the quality of the evaluation, ie the sensor analysis itself. PanelCheck is a program for evaluating the effectiveness of sensor panel analysis, and the aim of this thesis was to evaluate the compliance of the sensory panel as part of the Zzzagimed 2018 event.

**Keywords:** sensory analysis, panel, sensory assessor

**Thesis contains:** 53 pages, 46 figures, 6 tables, 22 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** PhD. Nada Vahčić, Full professor

**Reviewers:**

1. PhD. Jasenka Gajdoš Kljusurić, Full professor
2. PhD. Nada Vahčić, Full professor
3. PhD. Ksenija Marković, Full professor
4. PhD. Martina Bituh, Full professor (substitute)

**Thesis defended:** 25 September 2019

## SADRŽAJ:

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....   | 1  |
| 2. TEORIJSKI DIO.....   | 2  |
| 2.1. SENZORSKA ANALIZA .....  | 2  |
| 2.2. TESTOVI U SENZORSKIM ANALIZAMA.....                            | 4  |
| 2.2.1. Testovi razlika.....   | 4  |
| 2.2.2. Testovi sklonosti.....                                       | 5  |
| 2.2.3. Opisni testovi (deskriptivni) .....                          | 5  |
| 2.3. SENZORSKI PANEL .....  | 6  |
| 2.3.1. Odabir panelista .....                                       | 7  |
| 2.3.2. Trening panelista.....                                       | 7  |
| 2.3.3. Odabir i trening panelista za testove razlika .....          | 8  |
| 2.3.4. Odabir i trening panelista za deskriptivne testove .....     | 9  |
| 2.3.5. Nadzor učinkovitosti panela .....                            | 9  |
| 2.4. PROSTORIJE ZA PROVOĐENJE SENZORSKE ANALIZE.....                | 11 |
| 3. EKSPERIMENTALNI DIO .....  | 12 |
| 3.1. MATERIJAL .....  | 12 |
| 3.2. METODE .....   | 12 |
| 3.2.1. PanelCheck software.....                                     | 12 |
| 4. REZULTATI I RASPRAVA.....  | 13 |
| 4.1. UNIVARIJANTNA ANALIZA.....                                     | 16 |
| 4.1.1. Linijski dijagrami.....                                      | 16 |
| 4.1.2. Histogrami aritmetičke sredine i standardne devijacije ..... | 20 |
| 4.1.3. Dijagram profila (Profile plot) .....                        | 24 |
| 4.1.4. Grafovi temeljeni na rezultatima jednofaktorske ANOVA-e..... | 28 |
| 4.1.5. Dijagram „Ljuska jajeta“ .....                               | 35 |
| 4.2. MULTIVARIJANTNA ANALIZA .....                                  | 39 |
| 4.2.1. Tucker – dijagrami.....                                      | 39 |
| 4.2.2. Manhattan dijagrami .....                                    | 43 |
| 4.3. UKUPNA ANALIZA – TROFAKTORSKA ANOVA.....                       | 47 |
| 5. ZAKLJUČCI .....  | 51 |
| 6. LITERATURA .....   | 52 |

# 1.UVOD

Senzorska analiza je svakodnevna radnja svih ljudi. Ovom izjavom želi se reći da svaka osoba na dnevnoj bazi provodi senzorsku analizu hrane koju unosi u svoje tijelo, te time definira kvalitetu i prihvatljivost prehrambenih proizvoda.

Školovani senzoričari provode analize vanjskog izgleda, boje, okusa, mirisa i teksture hrane, te ih objektivno ocjenjuju. Tim ocjenama dobivamo sliku sveopće prihvatljivosti ili kvalitete proizvoda, te ih uspoređuju sa proizvodima drugih proizvođača. Senzorski analitičari mogu biti posebno trenirani ljudi za provođenje senzorske analize, a i najobičniji (netrenirani) potrošači. Senzorska osjetljivost je genetski nasljeđena sposobnost pojedinca, zbog čega senzoričari prolaze brojne testove kako bi se pronašli pojedinci sa mogućnošću najtočnijeg definiranja kvalitete i sastojaka proizvoda. Osjetljivost osobe može biti narušena načinom života koji osoba vodi, kao npr. pušači imaju slabiju mogućnost registriranja mirisa jer nikotin nepovoljno djeluje na njih.

Senzorske analize se koriste u prehrambenoj industriji, no i u mnogim drugim industrijama (npr. proizvodnja parfema, kozmetike, lijekova itd.). Kod lansiranja novih proizvoda veoma je važna ocjena senzoričara, jer su oni prvi potrošači koje treba zadovoljiti novi proizvod. Uz profesionalne senzoričare naveli smo i obične potrošače kao senzoričare. Potrošače tvrtka treba kada promovira svoj novi proizvod (u npr. trgovačkom centru) i poziva ih da probaju i daju svoju povratnu informaciju (o tome koliko im se sviđa njihov novi proizvod). Prikupljenim informacijama tvrtka odlučuje hoće li lansirati proizvod na tržište, jer imaju uvid na to koliko bi njihov proizvod mogao biti uspješan ili neuspješan. Tvrtka mora provoditi ovakve senzorske analize od strane potrošača, jer time minimalizira mogućnost neuspjeha i neprofitabilnog poslovanja.

Cilj ovog rada je odrediti učinkovitost senzorskog panela. Senzorski ocjenjivači su ocjenjivali uzorke 5 različitih vrsta meda (bagrem, cvjetni, medun, kesten i lipa) i usporedbom rezultata njihovih ponovljenih mjerenja istih uzoraka utvrditi će se moguće razlike između senzorskih analitičara.



## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1. SENZORSKA ANALIZA**

Senzorska analiza je znanstvena disciplina koja kao mjerni instrument koristi ljudska osjetila, a zamjećuje i definira one informacije o proizvodu koje zapažaju osjetila njuha, dodira, vida, okusa i sluha.

Senzorska analiza daje odgovore o kvaliteti proizvoda, a postojeće testove možemo svrstati u tri kategorije: razlikovanje, opis (deskripcija) i preferencija (prihvatljivost ili dopadljivost) (Lawless i Hildegarde, 2010).

Ova znanstvena disciplina razvija se od sredine prošlog stoljeća, a posebno zadnjih desetljeća. Postala je nezamjenjiv korak i instrument u kontroli kvalitete i procjeni uspješnosti proizvoda u prehrambenoj industriji. Iako je senzorska analiza prisutna u industrijama u Hrvatskoj, koristi se znatno manje u usporedbi s drugim državama. Prva znanstvena ispitivanja u svijetu provedena su u industriji parfema, te od tada kroz dugih 70 godina prikupljanja informacija i usavršavanja metoda, senzorska procjena danas se ubraja u znanstvene discipline.

Prve aktivnosti koje su se događale u području razvoja senzorske analize kao znanstvene discipline vezane su za psihologiju i fiziologiju ljudi. Razumjevanje mehanizama osjetila bilo je veoma bitno u prihvaćanju senzorske analize kao znanstvene discipline kao i efikasnost analize, pouzdanost i ponovljivost rezultata bez velikih odstupanja. Problem kod ove znanstvene discipline je taj da ljudski senzorski organi uspoređuju kvalitetu proizvoda i nisu u mogućnosti dati apsolutno točne rezultate.

U industriji senzorsku analizu koristimo kod razvoja novih proizvoda, kontrole kvalitete, poboljšanja proizvoda, promjene sastava proizvoda, usporedbe sa konkurentnim proizvodima, te utvrđivanja razlika kvalitete proizvoda između šarži istog. Senzorske analize provode se tokom razvoja novog proizvoda i na samom kraju kako bi kroz cijeli proces imali informaciju o svojstvima i kvaliteti proizvoda. Senzorske metode mogu biti podijeljene na objektivne i subjektivne. Objektivne su vezane za trenirane senzoričare tj. paneliste koji po određenim pravilima otkrivaju kvalitativne i kvantitativne razlike između uzoraka, a subjektivne metode su najčešće korištene od strane potrošača koji ocjenjuju proizvode po svojim sklonostima (Anonymous 1, 2014).

Raspored zapažanja svojstava hrane ide ovim redoslijedom: izgled, miris, konzistencija i tekstura, okus i zvuk.

IZGLED je prvo svojstvo proizvoda koje zapažamo i o tome ovisi hoćemo li „na prvu“ kupiti neki proizvod ili ne. Karakteristike kojima definiramo izgled su boja, veličina i oblik, tekstura, bistrina i pjenjenje.

MIRIS imaju proizvodi koji sadrže hlapljive sastojke, te ih detektiramo i karakteriziramo olfaktornim sustavom. Miris ili hlapljive molekule proizvoda do nosa dolaze nošeni plinom iz okoliša (atmosfera) ili vodenom parom. Intenzitet mirisa odnosi se na udio hlapljivih molekula u plinu koji ih nosi. Što je veći udio hlapljivih molekula u plinu veći je intenzitet mirisa proizvoda.

KONZISTENCIJA je jednostavnije rečeno svojstvo proizvoda koje obuhvaća održivost strukture i karakterističan izgled tog proizvoda. Konzistenciju proizvoda grupiramo po atributima teksture, a to su: homogene tekućine, heterogene tekućine, krute, semikrute i polukrute tvari.

TEKSTURA je opisana fizičkim svojstvima proizvoda i svojstvima koja se opažaju osjetima dodira, sluha i vida (uključuje i kinesteziju i osjećaj u ustima). Tekstura kao pojam označava mehanička (npr. hrskavost), geometrijska i svojstva površine proizvoda.

OKUS se zapaža podražajem vršnih osjetila ili receptora unutar usta senzoričara. Uključuje i aromu (proizvod i dalje ispušta hlapive spojeve unutar usne šupljine koje dopijevaju do receptora u olfaktornom sustavu). Okus (gorko, slano, kiselo i slatko) nastaje od topljivih spojeva proizvoda koje receptori na jeziku detektiraju pomoću vršaka živaca u mekim membranama tih receptora.

ZVUK nastaje tokom žvakanja hrane i daje nam informaciju o strukturi proizvoda. Zvuk se mjeri po glasnoći i postojanosti zvuka koji nastaje od hrane. (Lawless i Hildegarde, 2010).

## **2.2. TESTOVI U SENZORSKIM ANALIZAMA**

### **2.2.1. Testovi razlika**

Testovi razlika se još nazivaju i diskriminativni ili testovi diferencije. U praksi testovi diferencije dobivaju karakterističan naziv, no mogu biti postavljeni na različite načine.

Postavljamo 3 osnovna pitanja:

1. Da li postoji razlika?
2. Kako bi opisali tu razliku?
3. Kolika je razlika?

Testovi razlika mogu se podijeliti u 2 podskupine: opći testovi razlika i testovi razlika s obzirom na obilježje.

Testovi iz skupine općih testova razlika su: duo-trio test (ISO 10399:2017), test dva od pet, test trokuta, jednostavni test razlika i test „A“-„nije A“(ISO 8588:2017). Najčešće korišten je test trokuta (ISO 4120:2004). Ocjenjivač dobiva tri kodirana uzorka, te ga se informira da je jedan od ta tri različit. Ocjenjivač zatim treba odrediti koji je od ta tri kodirana uzorka različit.

Testovi razlika obzirom na obilježje daju odgovor na pitanje po čemu se obilježje X razlikuje unutar uzoraka. Cilj ovakvog testa je odrediti da li se jedan uzorak razlikuje po određenom obilježju (koje može biti bilo koje (okus, tekstura, izgled...) od drugog uzorka ili više njih. Kada je test gotov i ne postoje razlike u obilježjima uzoraka ne mora značiti da ne postoji opća razlika između uzoraka. Analiza varijance se najčešće koristi za obradu rezultata, jer složenost analize raste s porastom broja uzoraka.

Vrste testova koji se koriste iz skupine testova razlike s obzirom na obilježje su test nizanja parova, jednostavni test nizanja (ISO 8587:2006), test uspoređenja u paru (ISO 5495:2005), test višestrukog uspoređenja u paru i testovi razlika na više uzoraka (Stone i Sidel, 2004).

### **2.2.2. Testovi sklonosti**

Testove sklonosti dijelimo na kvantitativne i kvalitativne. Kvalitativni testovi služe za mjerenje subjektivnih odgovora potrošača na senzorska svojstva uzorka tako što se provode pojedinačni intervjui ili razgovori. Kvantitativni testovi služe za prikupljanje pojedinačnih odgovora ili rezultata od strane većeg broja potrošača (do 400 pojedinaca) koji daju odgovor o preferenciji, senzorskih svojstava proizvoda.

Testovi preferencija namijenjeni su potrošačima, u kojima je potrošaču ponuđen izbor i od njih se traži da navedu svoj najomiljeniji proizvod. Iako se ovi testovi čine jednostavnim, u metodama se susreće nekoliko komplikacija, osobito kako tretirati replicirane podatke i kako analizirati podatke koji uključuju opciju „bez preferencija“ kao odgovor. Raspravlja se o dodatnim metodama, uključujući rangiranje više od dva proizvoda, odabirom najboljeg i najgoreg iz grupe te ocjenjivanjem stupnja preferencija (Stone i Sidel, 2004).

### **2.2.3. Opisni testovi (deskriptivni)**

Ova analiza služi za opisivanje svojstva proizvoda na temelju osjetilnih zapažanja analitičara. Svako svojstvo proizvoda zabilježeno je po redosljedu njegovog zapažanja ili detekcije. Svaka opisna metoda ima tri faze u njenoj primjeni. Prva faza uključuje izbor tima koji ima veze sa senzorskom procjenom, druga, utvrđivanje terminologije ili rječnika, pomoću kojega se opisuju senzorske karakteristike proizvoda i treća je, kvantifikacija ovih senzornih aspekata. Ipak, za svaku metodu, proces se nekako razlikuje. Opisni testovi se najčešće koriste u razvoju novih proizvoda, detekcije promjena tijekom skladištenja i pakiranja, te za kontrolu kvalitete samog proizvoda. (Marković i sur. 2017)

Sastavne komponente deskriptivne analize su karakteristike (kvalitativno gledište), intenzitet (kvantitativno), slijed pojavljivanja (vremenski aspekt), te općeniti dojmovi i mišljenja o proizvodu.

Ljestvice kojima mjerimo sam intenzitet proizvoda su:

1. linijska ljestvica
2. hedonistička ljestvica
3. ljestvica procjene jačine (Meilgaard i sur., 2006).

### 2.3. SENZORSKI PANEL

Senzorska analiza za mjerenje određenih parametara mora imati mjerni instrument, u ovoj analizi taj mjerni instrument je sam panelist. Senzorski panel je skup ljudi koji su trenirani za provođenje senzorske analize na proizvodima tj. njihovim uzorcima.

Načini na koji panelist ostvaruje interakciju sa okolinom, proizvodom i procedurom testa kojeg provodimo, potencijalni su izvor varijacija samog dizajniranja testa analize. Kako bismo minimalizirali mogućnost subjektivnog utjecaja pojedinog panelista na rezultate analize, provodimo kontrolu i reguliramo sve navedene interakcije panelista (Meilgaard i sur., 2016).

Panelisti su odabrani posebnim testovima, te uvježbani kako bi njihova sposobnost detekcije razlika u uzorcima bila što točnija i konzistentnija. Ovisno o metodi i vrsti uzorka broj panelista varira od 5 – 10. Ocjenjivač je bilo koja osoba koja prisustvuje u senzorskoj analizi uzoraka nekog proizvoda, te ta osoba može biti trenirani ocjenjivač (panelist) sa prethodnim iskustvom ili obična osoba koja se prvi puta susreće sa senzorskom analizom (ISO 8586:2012).

Čovjekova osjetila nisu limitirana kao što bi to bio slučaj kod mehaničkih ili električnih mjernih instrumenata, te svaka osoba koja sudjeluje u senzorskoj analizi ima svoj unutarnji „program“ koji je zapravo skup iskustava, okusa i mirisa poznatih toj osobi. Kako bismo se riješili preferenci i pristranosti panelista, u vezi sa ocjenjivanjem uzorka, provode se školovanje i motivacije odabranih ljudi.

Senzorske analize provodi voditelj panela. On bira metodu, skale, kontrolira rad ocjenjivača i provodi statističku obradu i prezentiranje rezultata. Jedna od bitnijih odluka vođe je ta da odabire paneliste, te da odabrani panelisti nemaju poveznicu sa proizvodom koji se analizira (tj. nisu ga oni proizveli, razvili itd.)

Svi pripadnici panela moraju imati zdrava osjetila i sposobnost razlikovanja i registriranja senzorskih svojstava uzorka (Meilgaard i sur., 2016).

### **2.3.1. Odabir panelista**

Ocjenjivači za obučene panele kao i za neobrazovane ili neobučene panele mogu se obično prikupljati iz osoblja ustanove ili organizacija u kojoj se istraživanje provodi. Većina ljudi unutar organizacije potencijalni su panelisti. Oni će obično biti zainteresirani za sudjelovanje ako smatraju da je njihov doprinos važan. Da bi pomogli u regrutiranju panelista, svi bi potencijalni panelisti trebali ispuniti upitnike kako bi se dobila generalna informacija o tome koju hranu preferiraju, a koju ne preferiraju. Informacije dobivene upitnikom ukazuju na njihovu razinu interesa za projekt koji će se provoditi. Osim svojih preferenci panelisti nabrajaju vrste hrane koje ne bi smjeli konzumirati zbog zdravstvenih razloga (alergije, celijakija itd.), te vrijeme kada bi bili dostupni panelu. Ove informacije će pomoći vođi panela da odabere pojedince primjerene za studiju tj. analizu. U tvrtkama ili ustanovama gdje se senzorski testovi provode na dnevnoj bazi, korisno je čuvati podatke o svim potencijalnim panelistima. Zapisi o svakom panelistu, koji sudjeluje na bilo kojem senzorskom panelu, bi također trebali biti arhivirani (Watts i sur., 1970).

Prije samih senzorskih analiza provode se testovi odabira. Tim testovima vođa panela dobiva informaciju o tome koji su ocjenjivači kompatibilni sa senzorskom analizom koju želi provesti. Od panelista se očekuje da zna prepoznati osnovne okuse namirnice, kao i okuse koji nisu specifični za tu namirnicu. Uz osnovne okuse paneliste je moguće testirati na način da detektiraju intenzitet okusa tj. rangiraju ga, te da opisuju aromu, okus i teksturu namirnice. U optimalnim uvjetima broj ljudi koji se školuje za panelista mora biti 2 do 3 puta veći od broja ljudi koji je potreban za normalno provođenje senzorske analize. Time povećavamo vjerojatnost dobivanja kvalitetnih senzoričara. Kvalitetan senzoričar postaje se radom i voljom, jer biti dobar panelist nije urođeno već je stečeno i naučeno (Lawless i Hildegarde, 2010; ISO 8586:2012).

### **2.3.2. Trening panelista**

Rad pojedinačnih panelista i panela u cjelini, može se poboljšati prikladnim vježbama. Obuka bi trebala biti osmišljena tako da pomogne panelistima da budu točni, pouzdane prosudbe neovisne o osobnim preferencijama. Rasprava o rezultatima, vođena od strane voditelja panela, trebala bi pratiti svaku vježbu, tako da panelisti kao grupa mogu razviti dosljedne metode ocjenjivanja. Obuka panela za testove razlike ili rangiranja obično se može obaviti u nekoliko sesija. Obuka za kvantitativne analize može zahtijevati od deset do dvanaest testova, pa čak i

više ako je veliki broj osjetilnih karakteristika koje treba procijeniti. Završni trening treba provoditi s prehrambenim proizvodima sličnim onima koji će se koristiti tijekom stvarnog testiranja. Panelisti bi se trebali upoznati s rasponom karakterističnih senzorskih svojstava te namirnice, na koje će nailaziti tijekom ispitivanja. Tokom treninga se najčešće odabire najbolji postupci pripreme i prezentiranja uzoraka te se može oblikovati konačni obrazac za senzorsku procjenu. Rasprave bi se trebale često održavati između panelista i voditelja panela, kako bi se osiguralo da svi panelisti razumiju zadatak, obrazac za procjenu i terminologiju i da mogu razlikovati karakteristike koje proučavamo kod namirnice. Davanje preciznih definicija i opisa za procjenjivanje svake karakteristike i dostavom uzorka za probu svake karakteristike kad god je to moguće, osigurava dosljedan odgovor panelista i dogovor među panelistima.

Panelisti koji nisu uspješni u jednoj vrsti senzornog zadatka mogu biti uspješniji na drugom. Njihovo sudjelovanje na sljedećim panelima trebalo bi poticati, a voditelj panela treba biti zahvalan za njihov rad i trud (Watts i sur., 1970; ISO 8586:2012).

### **2.3.3. Odabir i trening panelista za testove razlika**

Kao i u svakom pripremnom periodu za senzorske testove, voditelj panela bira paneliste iz određenog broja prijavljenih kandidata, zatim bira senzorsko osoblje koje će provoditi trening, selekciju i postupke održavanja. Osoba koja provodi trening najčešće je član senzorskog osoblja, te je iskusna u vođenju procesa treninga i odabiranja tehnike senzorske analize. Svi panelisti koji su uvedeni u senzorska istraživanja upoznati su sa trajanjem perioda treninga i usavršavanjem izvođenja senzorske analize tj. testa.

U treningu testovima razlika cilj je uočiti sposobnost panelista da uspoređuje i razlikuje uzorke po njihovim senzorskim svojstvima. Uz usporedbe različitih svojstava uzoraka panelist mora detektirati razlike u intenzitetu određenih svojstava uzoraka (Lawless i Hildegarde, 2010).

Testovi (razlikovanja) prepoznavanja služe u određivanju kandidatove (potencijalni panelist) sposobnosti da prepozna različitosti u uzorcima koji su na prvu veoma slični. Kandidat dobiva niz od 3 ili više testova trokuta koji se razlikuju u težini detekcije razlike u uzorcima (od slabog do umjereno teškog). Uz te testove dobiva i tablicu ili skalu u kojoj je navedena lista standarada okusa s njihovim koncentracijama. Nakon završenog testiranja kandidatove sposobnosti razlikovanja, voditelj panela bira hoće li prihvatiti ili odbaciti kandidata.

Uz testove prepoznavanja i testove razlika postoje i testovi nizanja koji se koriste u smislu rangiranja intenziteta uzorka u određenu ljestvicu jačine intenziteta senzorskog svojstva, te time imamo uvid u sposobnost kandidata da prosudi koliko je intenzivan okus ili miris određenog uzorka u usporedbi sa drugim. Kandidat dobiva uzorke sličnih svojstava samo različitih intenziteta određenog parametra (gorčina, slatkoća, kiselost itd.) i cilj je što točnije poredati uzorke na ljestvici intenziteta od najslabijeg do najjačeg (Meilgaard i sur., 2006).

#### **2.3.4. Odabir i trening panelista za deskriptivne testove**

Osoba odgovorna za odabir i trening panelista za deskriptivne testove je kao i u svakom do sada navedenom testu voditelj panela. Cilj voditelja panela je da odredi sposobnost kandidata u 3 područja. Prvo da za svako svojstvo koje se ispituje kandidat zna prepoznati razlike u prezentiranom obilježju. Drugo područje je to da kandidat zna opisati svojstva uzorka, te da ih po intenzitetu zna smjestiti u određene ljestvice. Treće je mogućnost apstraktnog zaključivanja kandidata, a to znači da kandidat ima mogućnost referiranja na druge proizvode kako bi se svojstva testiranog uzorka lakše dočarala. Rezultati kandidata na testovima nizanja su glavni čimbenik pri odabiru panelista za deskriptivne testove određenih proizvoda. Minimalna točnost kandidata koji su prihvaćeni na testovima nizanja je 80% sve ispod je neprihvatljivo. Panelisti koji dolaze na testove i treninge nadgledaju se, kako bi se uočilo koliko su zapravo zainteresirani ili nezainteresirani za senzorsku analizu, te se time zadržavaju samo panelisti koji su pokazali interes. Još jedna bitna stavka je predanost panelista na timski rad i podržavanje pozitivne atmosfere (Meilgaard i sur. 2016).

#### **2.3.5. Nadzor učinkovitosti panela**

Jednostavne grafičke tehnike mogu se koristiti za ispitivanje performansi pojedinih panelista i za otkrivanje individualnih razlika među njima u senzorskom panelu. Vizualizacijom različitih vrsta informacija u nizu različitih plotova voditelj panela može izvući relevantne informacije bez potrebe za opsežnim znanjem iz statistike. Sadržaj zajedničkih informacija dobiven na osnovu grafova može se tada koristiti kao osnova za selektivno osposobljavanje u svrhu poboljšanja performansi pojedinih ocjenjivača i panela u cjelini (Tomic i sur, 2013).

Nadzor učinkovitosti panela provodi se kod već postojećeg panela i kada panel uvodi novog pripadnika panela (ISO 8586:2012). Kao znak učinkovitosti panela gleda se sposobnost



razlučivanja svakog pripadnika panela, podudaranje rezultata jednog panelista sa rezultatima cijelog panela, pouzdanost rezultata svakog panelista i panela u cjelini i sposobnost razlučivanja panela. Danas postoje programi koji se koriste u obradi rezultata panela kojeg nadziremo, a to su PanelCheck (koji je korišten u ovom diplomskom), SensomineR, SAS, FactoryTalk, FlavorWiki, EyeQuestion, Compusense, FIZZ Software i SensCheck. Svaki od softvera za praćenje usklađenosti panelista i panela koriste slične statističke metode. Bitno je primijetiti da se uporaba matematičkih i statističkih metoda u zadnjih dvadeset godina uvelike povećala u industriji hrane, te naravno u samoj senzorskoj analizi proizvoda. Ovaj se trend može pripisati smanjenju troškova vezanih za računalnu opremu i sve većoj sposobnosti tehnika obrade za analizu složenih i velikih količina eksperimentalnih rezultata (Nunes i sur., 2015).

**ANOVA** je tehnika upotrebe razlika između prosjeka uzoraka u zaključivanju o postojanju (ili ne) razlika između prosjeka uzoraka. Jedinstveni postupak kojim je moguće raščlaniti i procijeniti varijabilnosti uvjetovane različitim čimbenicima. Analizom varijance provjeravaju se promjene aritmetičkih sredina uzoraka. Omogućava nam evaluaciju ponovljivosti i sposobnost razlučivanja svakog panelista. Izračunava se tzv. F vrijednost testa ili varijanca između skupina kroz varijanca unutar skupina. Ako panelist jako dobro razlučuje specifično svojstvo uzorka to znači da ima veliku F vrijednost a malu p vrijednost.

**Trostruka analiza varijance** koja spada u multivarijantne analize koristi uzorak, ponovljeni uzorak i panelist u interakciji sa ostalim svojstvima uzorka. Ovom analizom otkrivamo koji se od panelista ne slaže po rezultatima sa ostatkom panela.

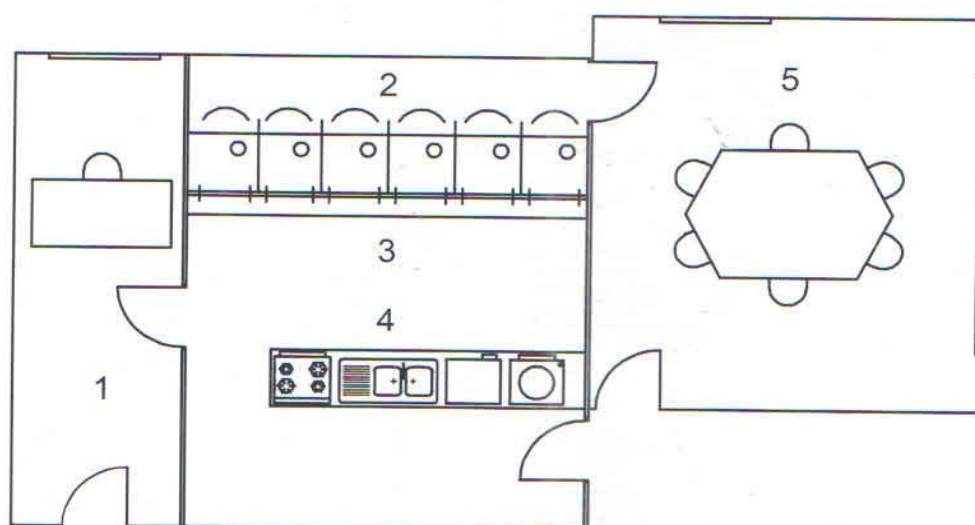
**MSE vrijednosti** prikazuju kolika je uspješnost ponovljivosti pojedinih panelista. Što znači da što je niža MSE vrijednost to je bolja ponovljivost pojedinog panelista. U idealnoj situaciji, ako se rezultati ponavljaju na način da su potpuno isti, ta vrijednost će biti 0.

**p\*MSE grafikon** mjeri sposobnost panelista da detektira razlike između danih uzoraka. Ovaj grafikon najčešće služi za određivanje panelista koji postižu lošije rezultate kod određene karakteristike koju analiziramo.

**Analiza glavnih komponenti (PCA)** je statistički postupak koji koristi ortogonalnu transformaciju za pretvaranje skupa opažanja eventualno koreliranih varijabli (od kojih svaka poprima različite numeričke vrijednosti) u skup vrijednosti linearno nekoreliranih varijabli koje se nazivaju glavne komponente. Ova analiza nam daje evaluaciju svakog panelista u usporedbi sa panelom kao cjelinom za svako pojedino senzorsko svojstvo uzorka (Stone i Sidel, 2004).

## 2.4. PROSTORIJE ZA PROVOĐENJE SENZORSKE ANALIZE

Prostorije namijenjene za provođenje senzorske analize moraju biti dizajnirane na način da minimiziraju subjektivnost panelista, maksimiziraju njihovu osjetljivosti i eliminiraju sve moguće varijable koje ne pripadaju proizvodu koji se senzorski procjenjuje. Uz to prostor gdje se provodi testiranje mora biti lako dostupan, te ne smije stvarati gužve i zbunjenost panelista. Nadalje mora biti izoliran od svih vanjskih utjecaja (zvukova, mirisa, vanjskog svjetla itd.) i predstavljati udoban prostor. Današnje razmišljanje dovelo je do toga da se najčešće koriste kabine, koje su savršene za testove razlike i deskriptivne testove, i okrugli stolovi koji su najčešće korišteni za treninge kandidata. Prostorija mora sadržavati hladnjak za čuvanje uzoraka, kako bi se održala zdravstvena ispravnost hrane, te i zamrzivač ako je hrana koju testiramo smrznuta. Ako govorimo o kabinama, one moraju biti odvojene od prostorije u kojoj se priprema uzorak malim vratašcima kroz koja uzorak dajemo senzoričarima koji provode testove. Prostorija mora biti osvijetljena određenim rasvjetnim tijelom, koji poželjno ima opciju osvijetljenja prostorije i crvenim svjetlom. Crveno svjetlo služi kako bi se uklonile vizualne razlike u boji kod uzoraka. Uz osvijetljenje prostorije ventilacija je još jedna veoma bitna stavka u optimalnom prostoru za senzoričku. Ventilacija služi tome da se uklone svi nepoželjni mirisi iz prostorije kako oni ne bi utjecali na kvalitetu rada senzoričara. Stoga optimalni prostor za provođenje senzoričkih analiza mora sadržavati sobu za pripremu uzoraka, sobu sa kabinama za provođenje analiza i sobu u kojoj skladištimo uzorke u zamrzivače i hladnjake (Meilgaard i sur., 2016).



Slika 1. Tlocrt prostorije za provođenje senzorske analize (ISO 8589:2007)

## **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1. MATERIJAL**

Procjena učinkovitosti senzorskog panela provedena je na panelu od 6 senzorskih analitičara tijekom njihove senzorske procjene medova u sklopu manifestacije Zzzagimed 2018. Za procjenu učinkovitosti korišten je program „PanelCheck“. Za procjenu učinkovitosti uzeti su rezultati procjene 5 uzoraka različitih vrsta medova, dvostruko ponovljenih. Vrste medova korištenih u ovom istraživanju su: kesten (uzorak broj 106), medun (uzorak broj 148), livada (uzorak broj 007), bagrem (uzorak broj 055) i lipa (uzorak broj 087). Senzorska svojstva meda koja su senzoričari ocjenjivali bile su: čistoća, boja, miris, okus i bistrina.

### **3.2. METODE**

#### **3.2.1. PanelCheck software**

„PanelCheck“ je software, jednostavan za korištenje, za vizualizaciju podataka senzornog profiliranja pomoću različitih senzorskih karakteristika. Zajedničke informacije implementiranih stavki pružaju detaljan uvid u ocjenjivače i rad panela. Verzija 1.4.0 PanelCheck-a je korištena u procjeni učinkovitosti ovoga panela. Za izradu ovog rada iz programa korištene su metode: Univarijatne analize (linijski dijagrami, histogrami aritmetičke sredine i standardne devijacije, dijagrami profila, grafovi temeljeni na rezultatima jednofaktorske ANOVA-e i dijagram „Ljuska jajeta“), Multivarijatne analize (Tucker – dijagrami i Manhattan dijagrami) i Ukupna analiza ili trofaktorska analiza varijance.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati provedbe senzorske procjene 5 uzoraka meda (kesten – 106, medun – 148, lipa – 087, bagrem – 055 i livada – 007) od strane 6 senzorskih analitičara prikazani su u tablicama 1 – 6.

Uz pomoć grafova koji slijede dobivamo uvid u učinak pojedinih panelista. Te možemo prokomentirati individualne razlike panelista u određenom senzorskom panelu. Kako bismo održavali kvalitetu hrane i kontrolirali njezina senzorska svojstva potreban nam je obrazovan panel senzoričara. Kroz godine pouzdane uporabe senzorske analize došlo je do zaključka da kvaliteta i stabilnost rada panela nije konstantna. Kako bi se umanjile anomalije prilikom provođenja senzorske analize predlažu se razne tehnike treninga i usavršavanja panelista. Krajnji cilj treninga je postizanje što ujednačenijih rezultata prilikom ponavljanja uzoraka, međutim kao posljedica njihovih individualnih preferenci nerijetko dolazimo do različitih krajnjih rezultata. Prethodno navedena odstupanja su glavna stavka koja upućuje na razliku između panelista. Kako bi se povećala učinkovitost panela u cjelini potrebno je što prije uočiti odstupanja od optimuma i eliminirati ih. U tu svrhu, danas koristimo brojne statističke metode za provjeru učinkovitosti panela. Jedan od tih programa je „PanelCheck“ software koji je korišten u ovom istraživanju kako bi provjerili učinkovitosti panela, koji je proveo senzorsku procjenu medova u sklopu manifestacije Zzzagimed 2018.

Tablica 1: Rezultati senzorske procjene uzoraka meda od strane senzorskog analitičara 1

| Analitičar | Uzorak | Ponavljjanje | Čistoća | Bistrina | Boja | Miris | Okus |
|------------|--------|--------------|---------|----------|------|-------|------|
| SA1        | 7      | 1            | 4,5     | 5        | 5    | 4     | 4    |
| SA1        | 7      | 2            | 4,5     | 5        | 4    | 4     | 4    |
| SA1        | 148    | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA1        | 148    | 2            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA1        | 106    | 1            | 4       | 5        | 5    | 5     | 4,5  |
| SA1        | 106    | 2            | 5       | 5        | 4    | 4     | 5    |
| SA1        | 55     | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA1        | 55     | 2            | 5       | 4,5      | 4    | 5     | 5    |
| SA1        | 87     | 1            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 4,5  |
| SA1        | 87     | 2            | 4       | 5        | 5    | 5     | 5    |

Tablica 2: Rezultati senzorske procjene uzoraka meda od strane senzorskog analitičara 2

| Analitičar | Uzorak | Ponavljjanje | Čistoća | Bistrina | Boja | Miris | Okus |
|------------|--------|--------------|---------|----------|------|-------|------|
| SA2        | 7      | 1            | 5       | 5        | 4    | 5     | 4,5  |
| SA2        | 7      | 2            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 4,5  |
| SA2        | 148    | 1            | 5       | 5        | 4,5  | 5     | 5    |
| SA2        | 148    | 2            | 5       | 5        | 5    | 4     | 4    |
| SA2        | 106    | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 4,5  |
| SA2        | 106    | 2            | 4,5     | 5        | 5    | 5     | 4,5  |
| SA2        | 55     | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA2        | 55     | 2            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA2        | 87     | 1            | 4,5     | 4,5      | 4,5  | 5     | 5    |
| SA2        | 87     | 2            | 5       | 5        | 4,5  | 5     | 5    |

Tablica 3: Rezultati senzorske procjene uzoraka meda od strane senzorskog analitičara 3

| Analitičar | Uzorak | Ponavljjanje | Čistoća | Bistrina | Boja | Miris | Okus |
|------------|--------|--------------|---------|----------|------|-------|------|
| SA3        | 7      | 1            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 4,5  |
| SA3        | 7      | 2            | 5       | 4,5      | 5    | 4     | 4    |
| SA3        | 148    | 1            | 5       | 5        | 5    | 4     | 5    |
| SA3        | 148    | 2            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 5    |
| SA3        | 106    | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 4,5  |
| SA3        | 106    | 2            | 4,5     | 5        | 5    | 4,5   | 4,5  |
| SA3        | 55     | 1            | 4       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA3        | 55     | 2            | 4       | 5        | 5    | 4,5   | 5    |
| SA3        | 87     | 1            | 5       | 5        | 4,5  | 5     | 4,5  |
| SA3        | 87     | 2            | 5       | 5        | 4,5  | 5     | 5    |

Tablica 4: Rezultati senzorske procjene uzoraka meda od strane senzorskog analitičara 4

| Analitičar | Uzorak | Ponavljjanje | Čistoća | Bistrina | Boja | Miris | Okus |
|------------|--------|--------------|---------|----------|------|-------|------|
| SA4        | 7      | 1            | 4       | 4,5      | 5    | 5     | 4,5  |
| SA4        | 7      | 2            | 4,5     | 5        | 5    | 5     | 4,5  |
| SA4        | 148    | 1            | 5       | 5        | 5    | 4     | 5    |
| SA4        | 148    | 2            | 5       | 4,5      | 5    | 4     | 4,5  |
| SA4        | 106    | 1            | 5       | 5        | 5    | 4     | 4,5  |
| SA4        | 106    | 2            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 5    |
| SA4        | 55     | 1            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 5    |
| SA4        | 55     | 2            | 5       | 4,5      | 5    | 4,5   | 5    |
| SA4        | 87     | 1            | 5       | 5        | 5    | 4     | 4,5  |
| SA4        | 87     | 2            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 5    |

Tablica 5: Rezultati senzorske procjene uzoraka meda od strane senzorskog analitičara 5

| Analitičar | Uzorak | Ponavljjanje | Čistoća | Bistrina | Boja | Miris | Okus |
|------------|--------|--------------|---------|----------|------|-------|------|
| SA5        | 7      | 1            | 4,5     | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA5        | 7      | 2            | 4,5     | 5        | 5    | 4,5   | 4    |
| SA5        | 148    | 1            | 5       | 4,5      | 4    | 5     | 5    |
| SA5        | 148    | 2            | 5       | 4,5      | 4,5  | 4,5   | 5    |
| SA5        | 106    | 1            | 4,5     | 5        | 4,5  | 4,5   | 4,5  |
| SA5        | 106    | 2            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 5    |
| SA5        | 55     | 1            | 4,5     | 4,5      | 5    | 5     | 5    |
| SA5        | 55     | 2            | 4,5     | 4,5      | 4,5  | 4,5   | 4,5  |
| SA5        | 87     | 1            | 5       | 5        | 5    | 4,5   | 4,5  |
| SA5        | 87     | 2            | 4,5     | 4,5      | 4,5  | 4,5   | 5    |

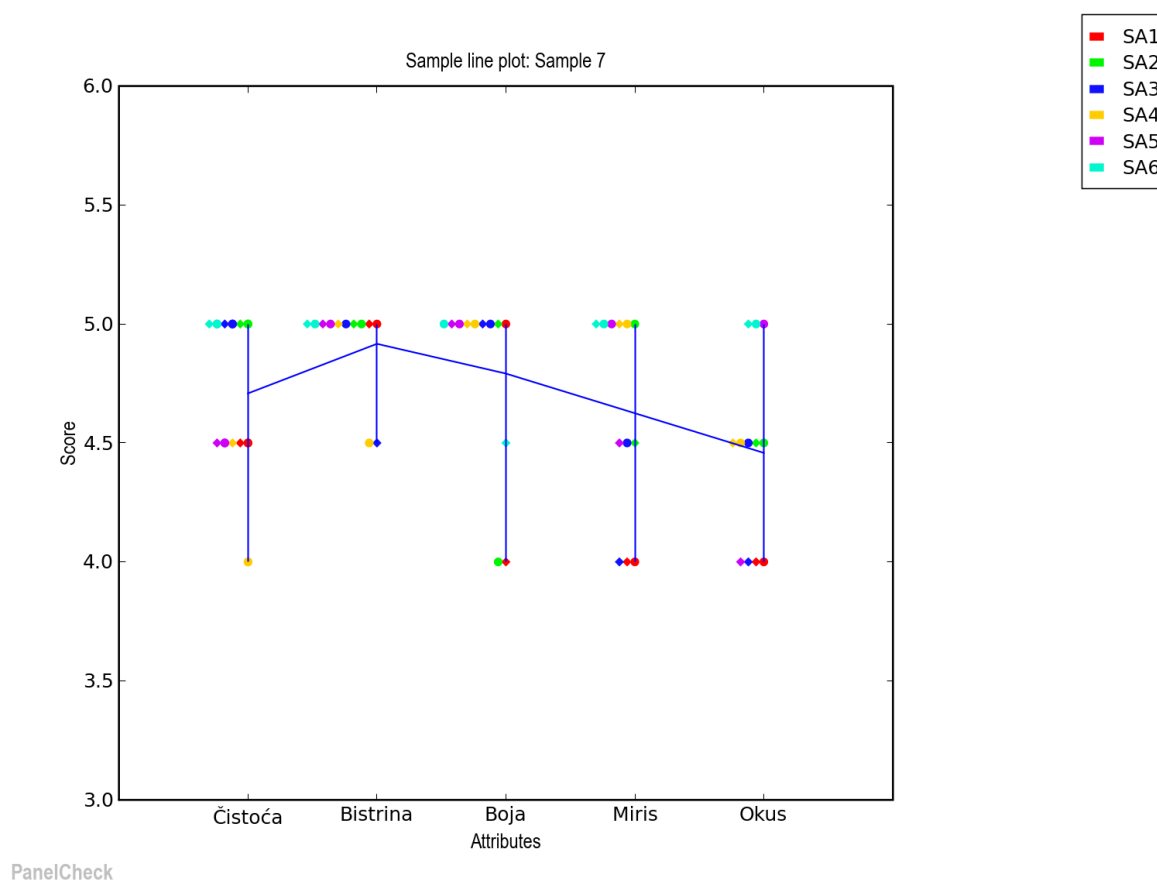
Tablica 6: Rezultati senzorske procjene uzoraka meda od strane senzorskog analitičara 6

| Analitičar | Uzorak | Ponavljjanje | Čistoća | Bistrina | Boja | Miris | Okus |
|------------|--------|--------------|---------|----------|------|-------|------|
| SA6        | 7      | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA6        | 7      | 2            | 5       | 5        | 4,5  | 5     | 5    |
| SA6        | 148    | 1            | 4,5     | 5        | 5    | 5     | 4,5  |
| SA6        | 148    | 2            | 4,5     | 5        | 5    | 5     | 4,5  |
| SA6        | 106    | 1            | 5       | 5        | 4,5  | 4,5   | 5    |
| SA6        | 106    | 2            | 5       | 5        | 4,5  | 4,5   | 4,5  |
| SA6        | 55     | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA6        | 55     | 2            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA6        | 87     | 1            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |
| SA6        | 87     | 2            | 5       | 5        | 5    | 5     | 5    |

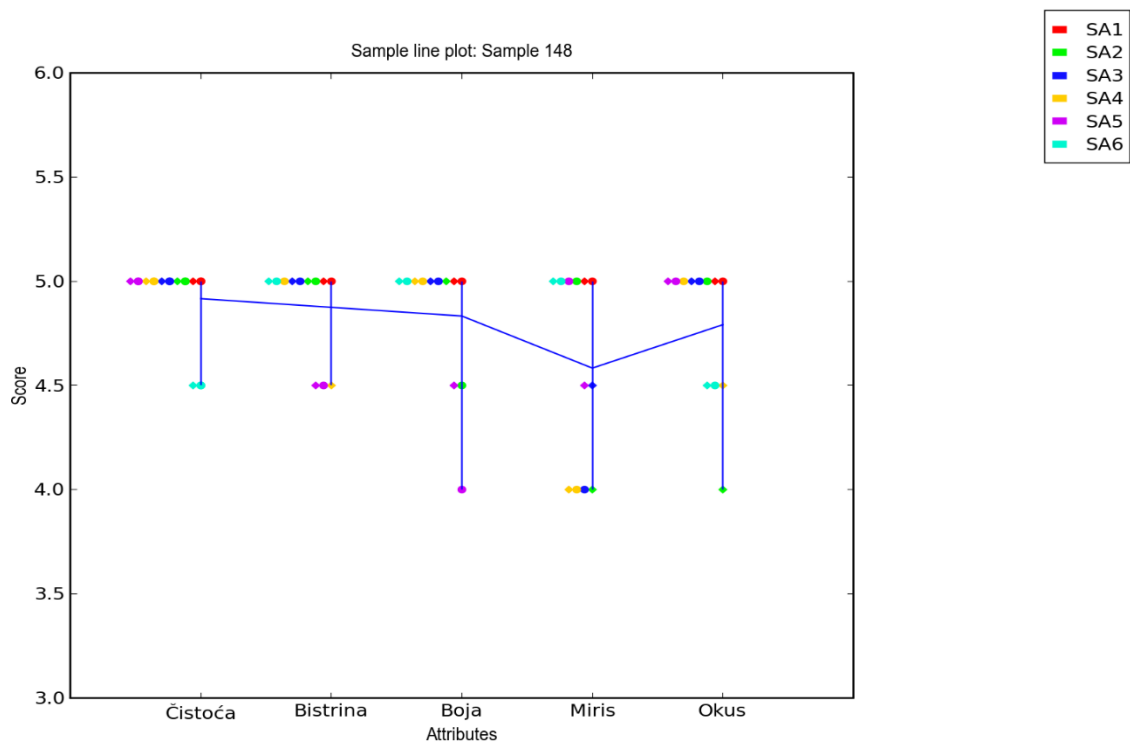
## 4.1. UNIVARIJANTNA ANALIZA

### 4.1.1. Linijski dijagrami

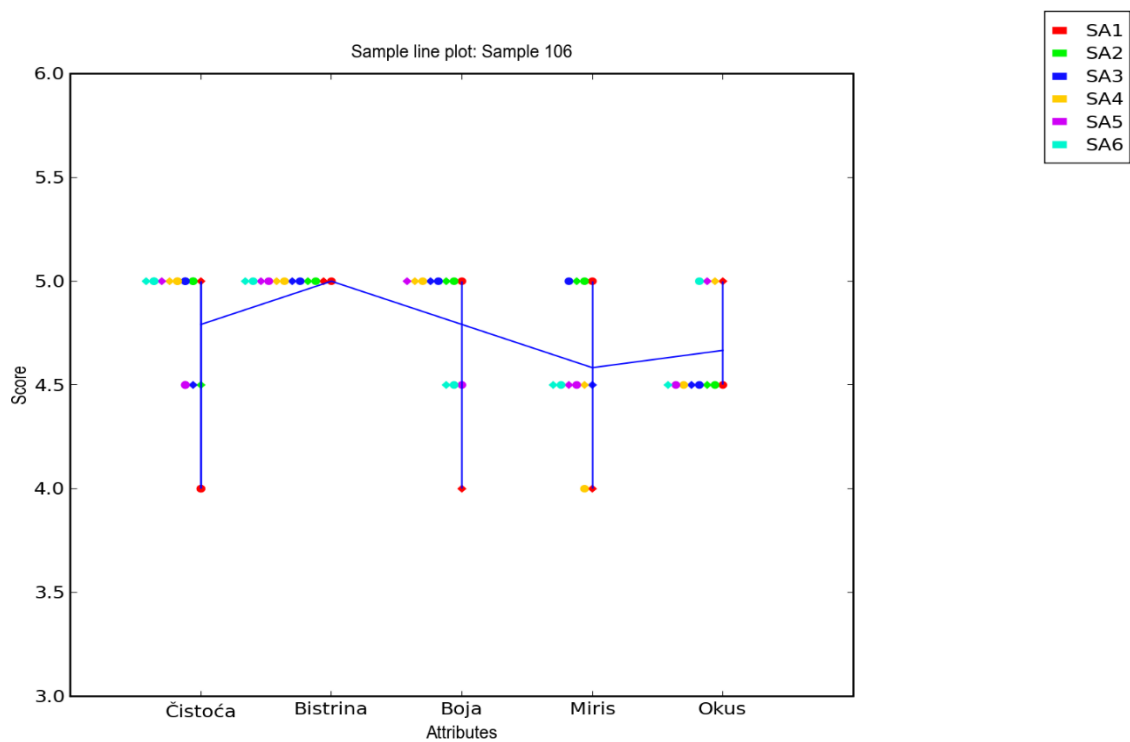
Prva metoda korištena za analizu rezultata su linijski dijagrami. Na grafu su prikazana sva senzorska svojstva uzorka i sve ocjene i njihova ponavljanja od svakog analitičara. Okomite linije na grafu prikazuju raspon najmanjih i najvećih ocjena, te je poželjan što manji raspon jer time vidimo da se panel slaže oko procjene određenog svojstva uzorka. Pravac koji povezuje sve okomite linije na sjecištima prikazuje aritmetičku sredinu svih ocjena panela za svako pojedino senzorsko svojstvo.



Slika 2. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzorka meda livade (uzorak 007) od strane svih senzorskih analitičara

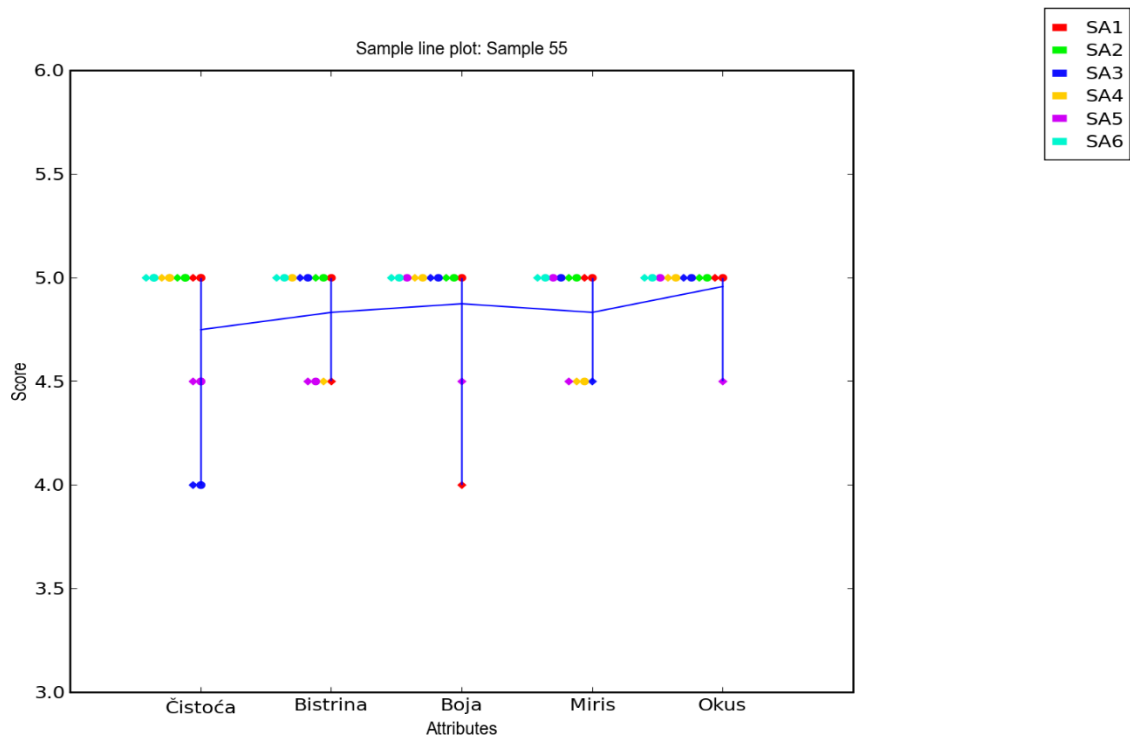


Slika 3. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzorka meda meduna (uzorak 148) od strane svih senzorskih analitičara



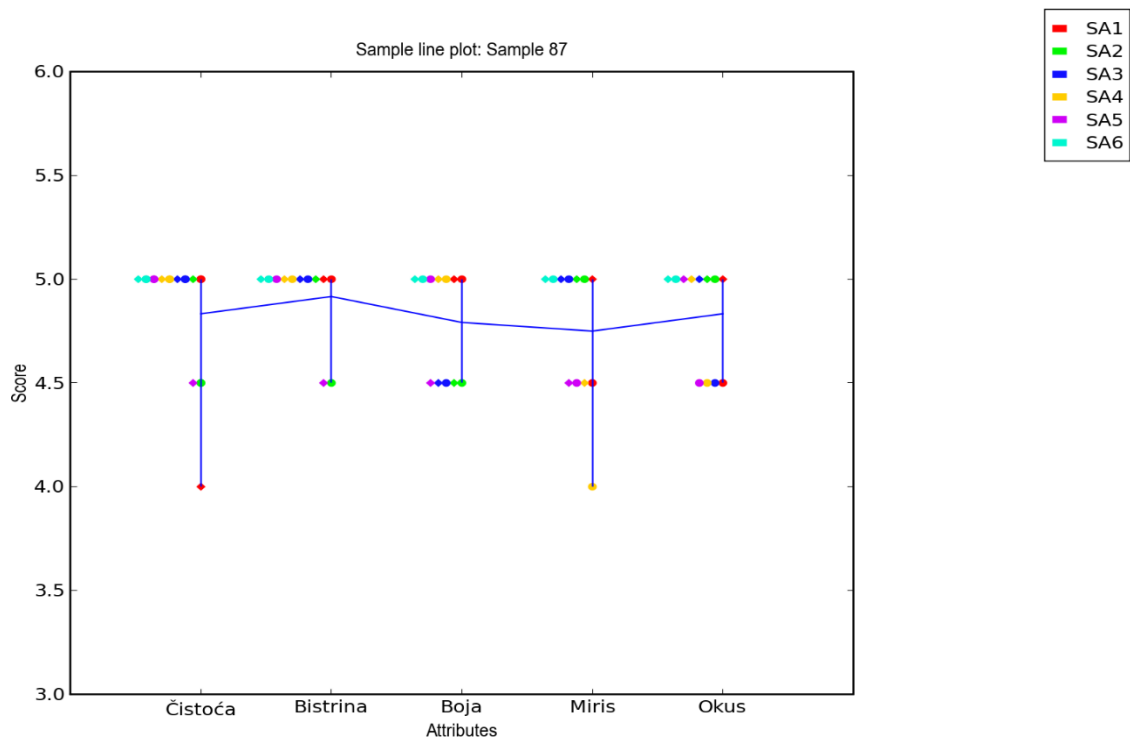
Slika 4. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzorka meda kestena (uzorak 106) od strane svih senzorskih analitičara





PanelCheck

Slika 5. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzorka meda bagrema (uzorak 055) od strane svih senzorskih analitičara



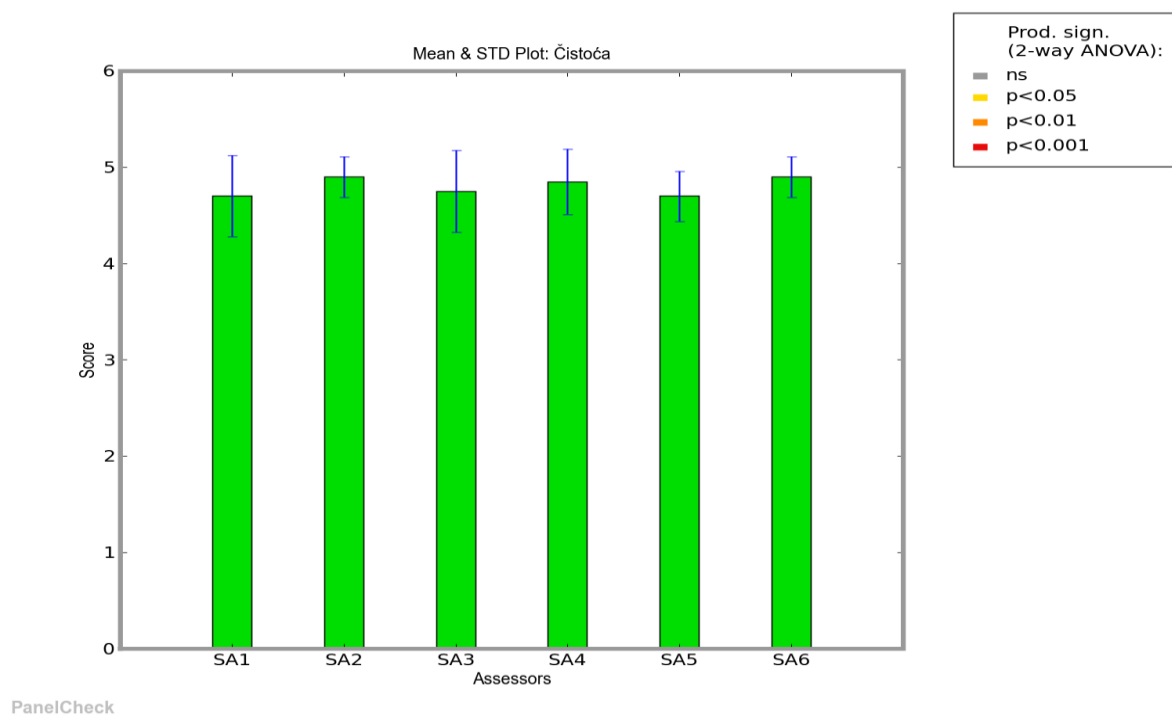
PanelCheck

Slika 6. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzorka meda lipe (uzorak 087) od strane svih senzorskih analitičara

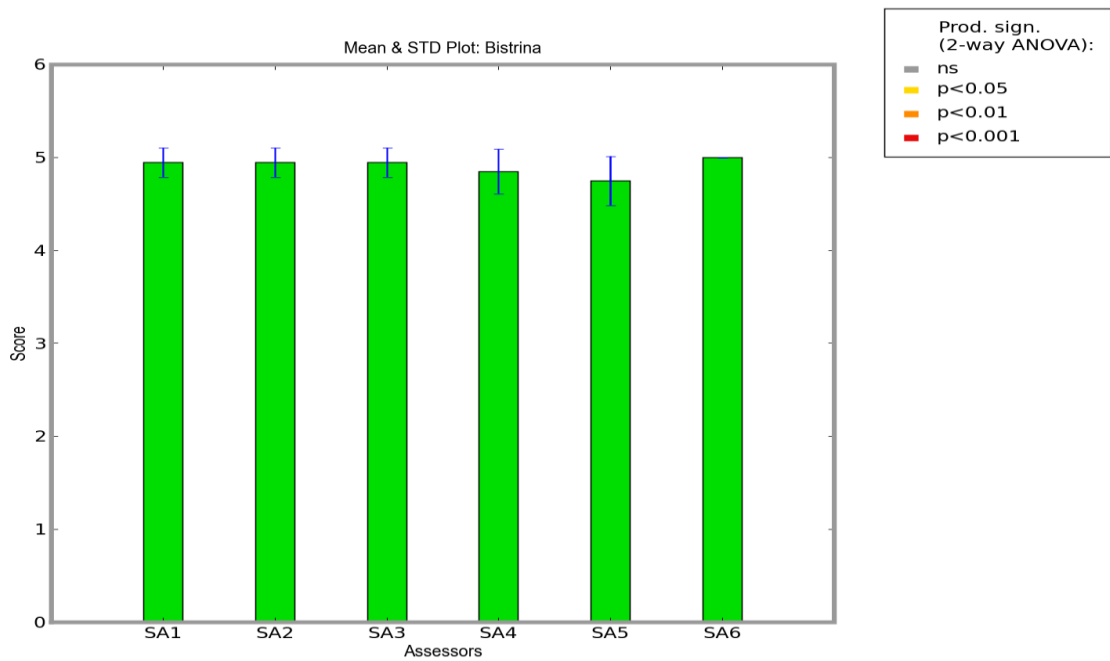
Kod uzorka broj 1 vidimo da se analitičari pretežno slažu oko ocjena za bistrinu, boju i čistoću, dok su kod mirisa i okusa vidljive razlike u ocjenama panelista (slika 2). Za uzorak broj 2 primjećujemo da se panelisti slažu oko bistrine, boje, čistoće i okusa, no kada je u pitanju miris vidna su odstupanja četiri panelista (slika 3). Uzorak broj 3 nam pokazuje da se panelisti u potpunosti slažu kod jedne stavke a to je bistrina, a najveća odstupanja vidljiva su kod mirisa uzorka, gdje su panelist 1 i 4 dali najmanju ocjenu (slika 4). Kod uzorka 4 ocjene panelista se pretežno podudaraju, jedino je iznimka panelist 1 koji je najlošije ocijenio boju uzorka (slika 5). Za uzorak broj 5 možemo zaključiti da se ocjene panelista slažu, te da se samo ocjene panelista 1 za svojstvo čistoće i panelista broj 4 za miris ne slažu sa ostatkom rezultata (slika 6).

#### 4.1.2. Histogrami aritmetičke sredine i standardne devijacije

Kao drugu metodu analize rezultata koristili smo histogram prikaza aritmetičke sredine i standardne devijacije. Aritmetička sredina prikazuje prosjek rezultata pojedinog senzoričara za pojedino svojstvo dok standardna devijacija kvantificira vrijednost mogućeg odstupanja.

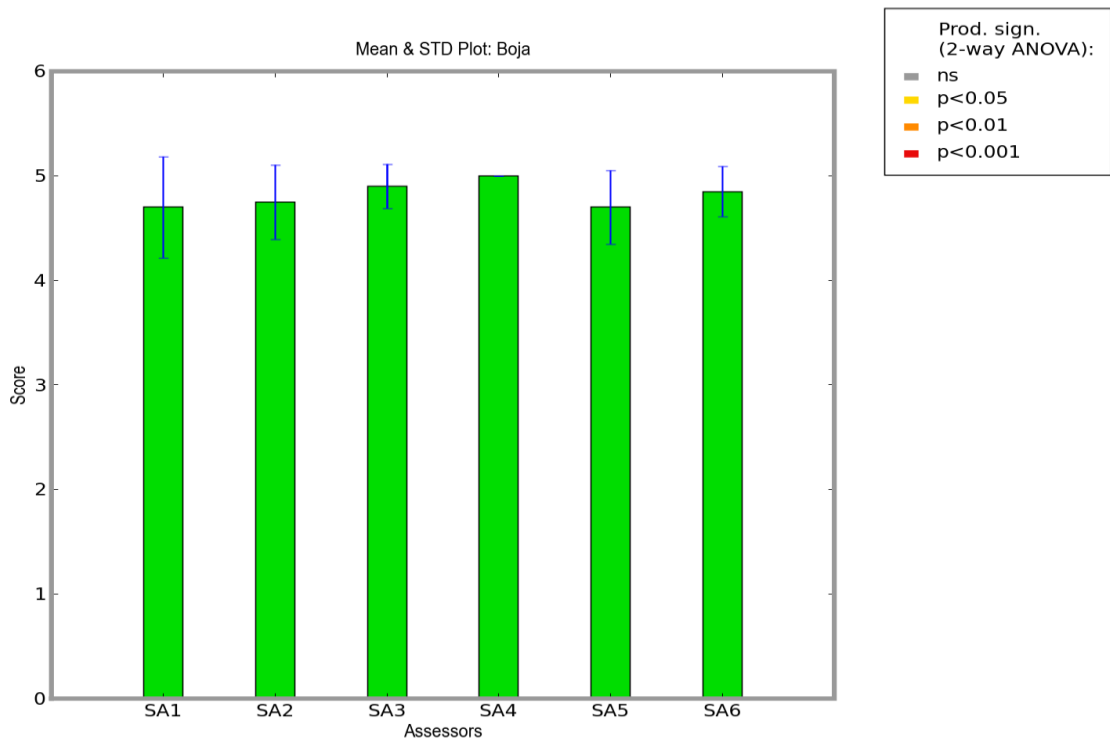


Slika 7. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „Čistoća“ za svakog senzorskog analitičara



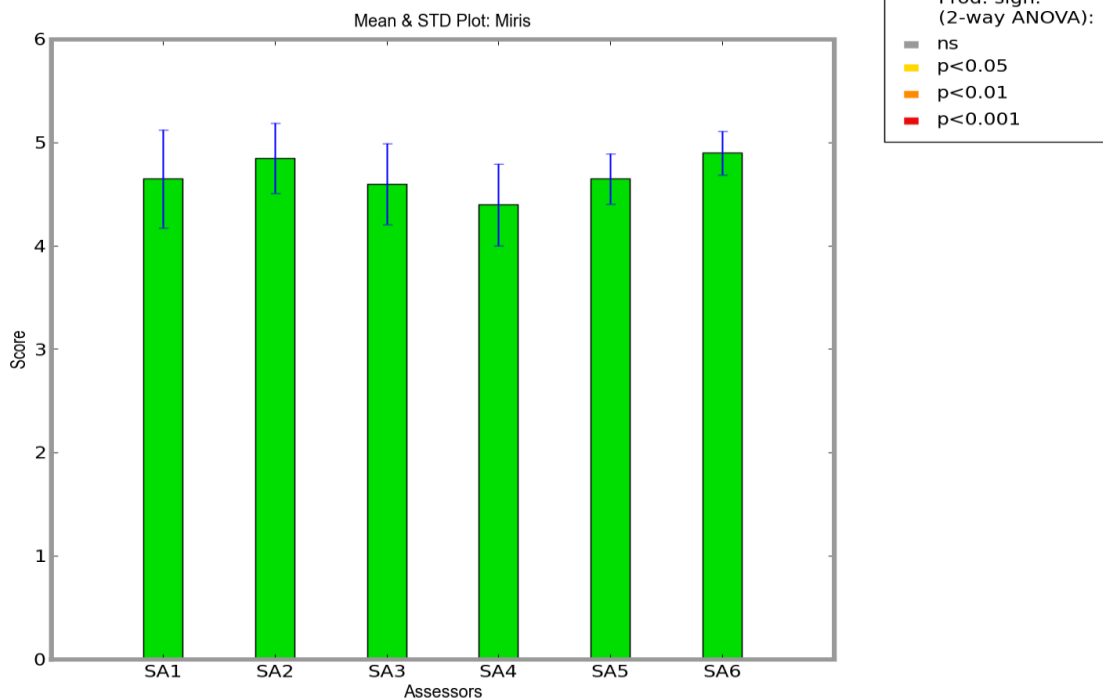
PanelCheck

Slika 8. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „Bistrina“ za svakog senzorskog analitičara



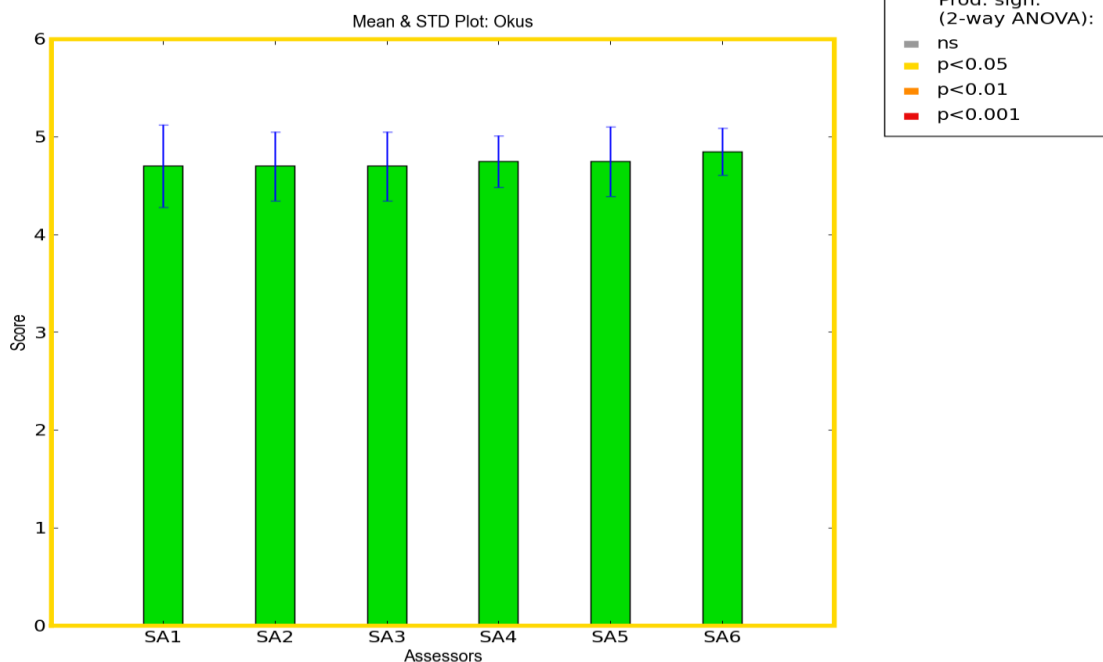
PanelCheck

Slika 9. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „Boja“ za svakog senzorskog analitičara



PanelCheck

Slika 10. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „Miris“ za svakog senzorskog analitičara



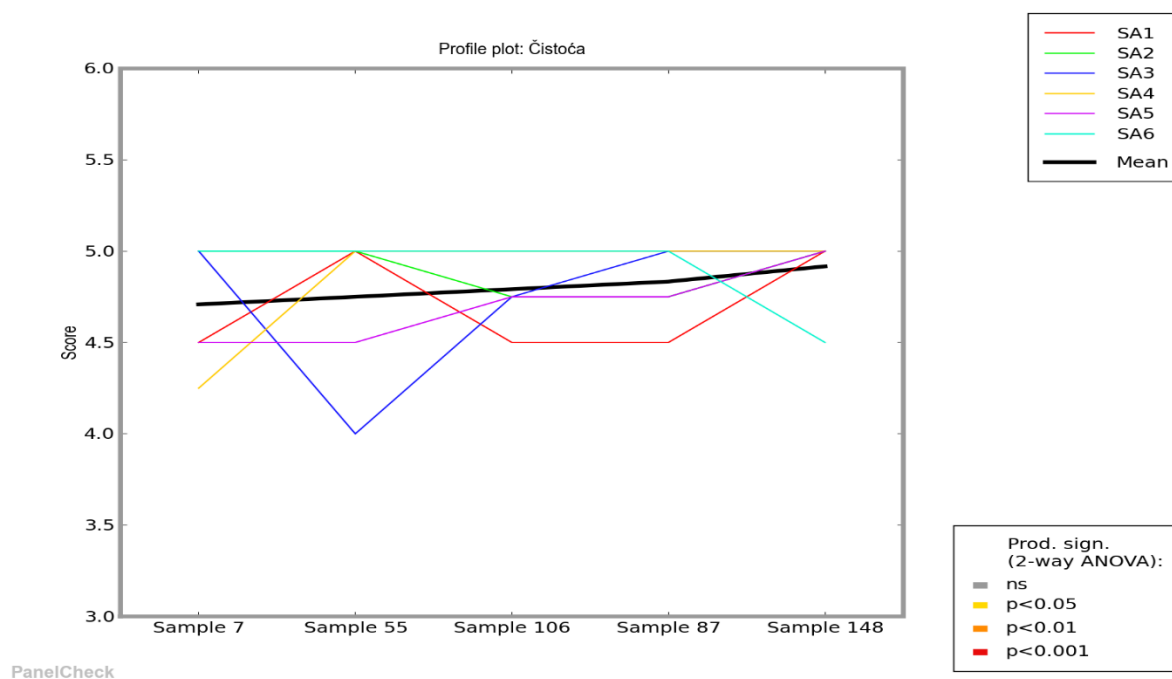
PanelCheck

Slika 11. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „Okus“ za svakog senzorskog analitičara

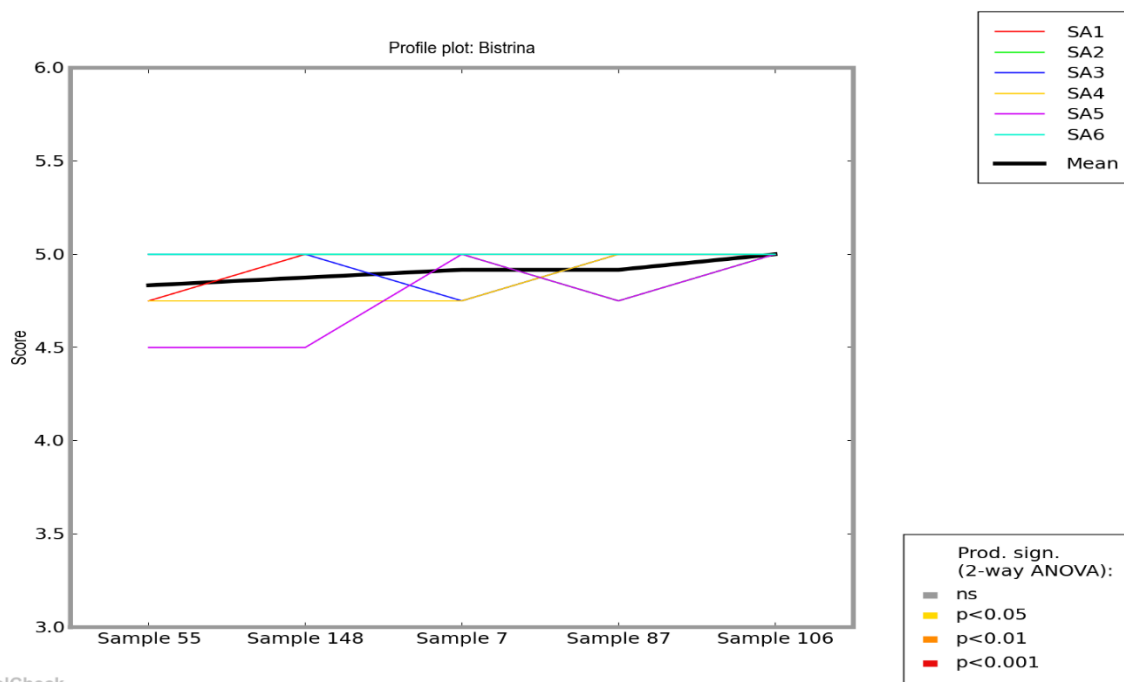
Na prvom histogramu možemo vidjeti da analitičari imaju slične rezultate kada je u pitanju „čistoća“ uzorka. Nema prevelikih odstupanja što nam ukazuje na to da su analitičari kod ovog svojstva ujednačeni (slika 7). Kod drugog histograma međusobne srednje vrijednosti rezultata analitičara za svojstvo „bistrine“ također su u ravnoteži, s iznimkom analitičara broj 5 (slika 8). Na histogramu parametra „boje“ analitičari 1, 2, 5 i 6 međusobno su ujednačeni po njihovim aritmetičkim sredinama rezultata, no analitičari 3 i 4 su malo bolje ocijenili svoje uzorke i time odstupaju od prosjeka (slika 9). Histogram parametra „miris“ ima vidno najveća odstupanja. Analitičar koji je posebno istaknut u ovom parametru je analitičar broj 4 (slika 10). Kod zadnjeg parametra „okus“ analitičari su gotovo savršeno usklađeni. Nema odstupanja niti jednog statistički značajnog analitičara ( $p < 0,05$ ) (slika 11).

### 4.1.3. Dijagram profila (Profile plot)

Graf dijagram profila daje uvid u način na koji svaki analitičar zasebno rangira uzorke u usporedbi s ostalim analitičarima, te konsenzusom panela za pojedino svojstvo. Horizontalna os predstavlja konsenzus panela imajući u vidu rastući intenzitet svojstva s lijeva na desno. Ukoliko se ispitivači slažu oko pojedinog svojstva njihova će linija slijediti konsenzus liniju.

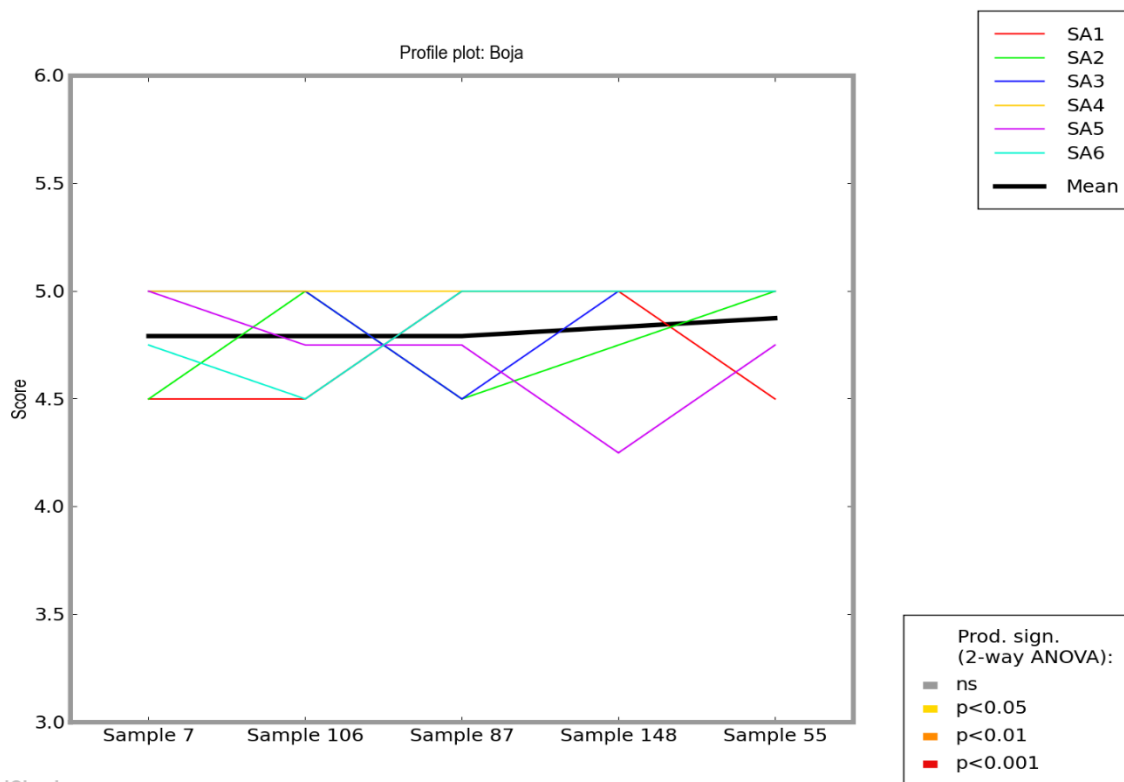


Slika 12. Profil senzorskog svojstva „Čistoća“ svih uzoraka meda od strane svih senzorskih analitičara



PanelCheck

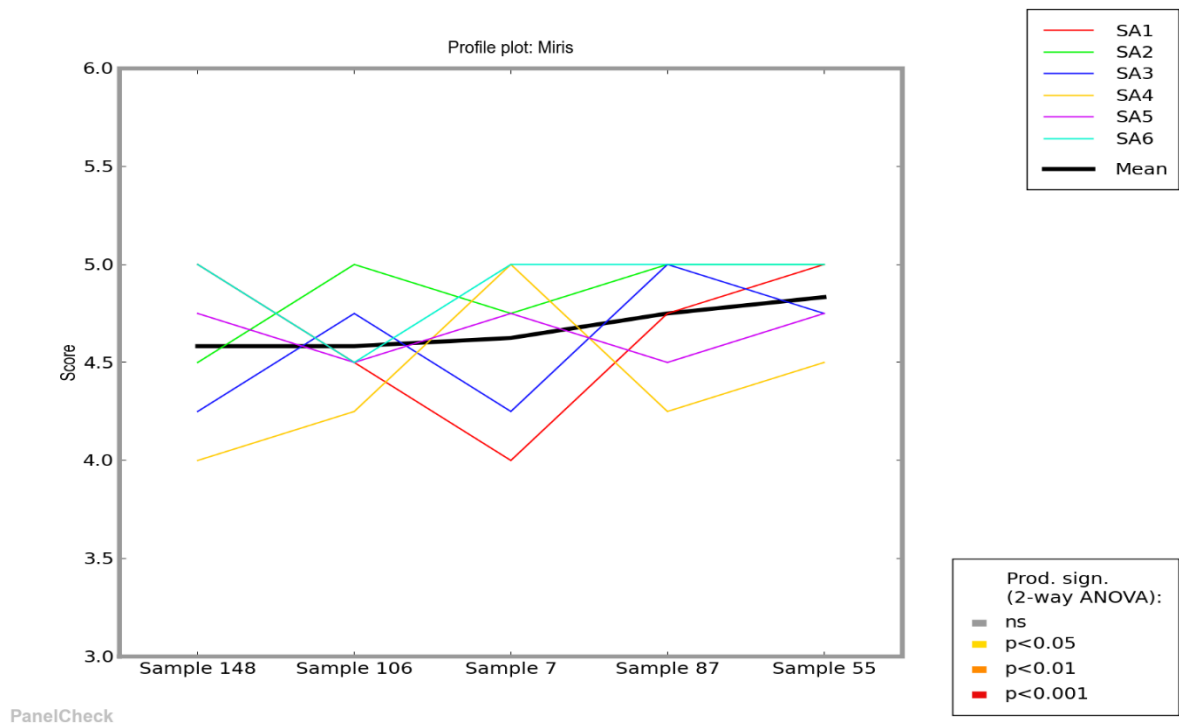
Slika 13. Profil senzorskog svojstva „Bistrina“ svih uzoraka meda od strane svih senzorskih analitičara



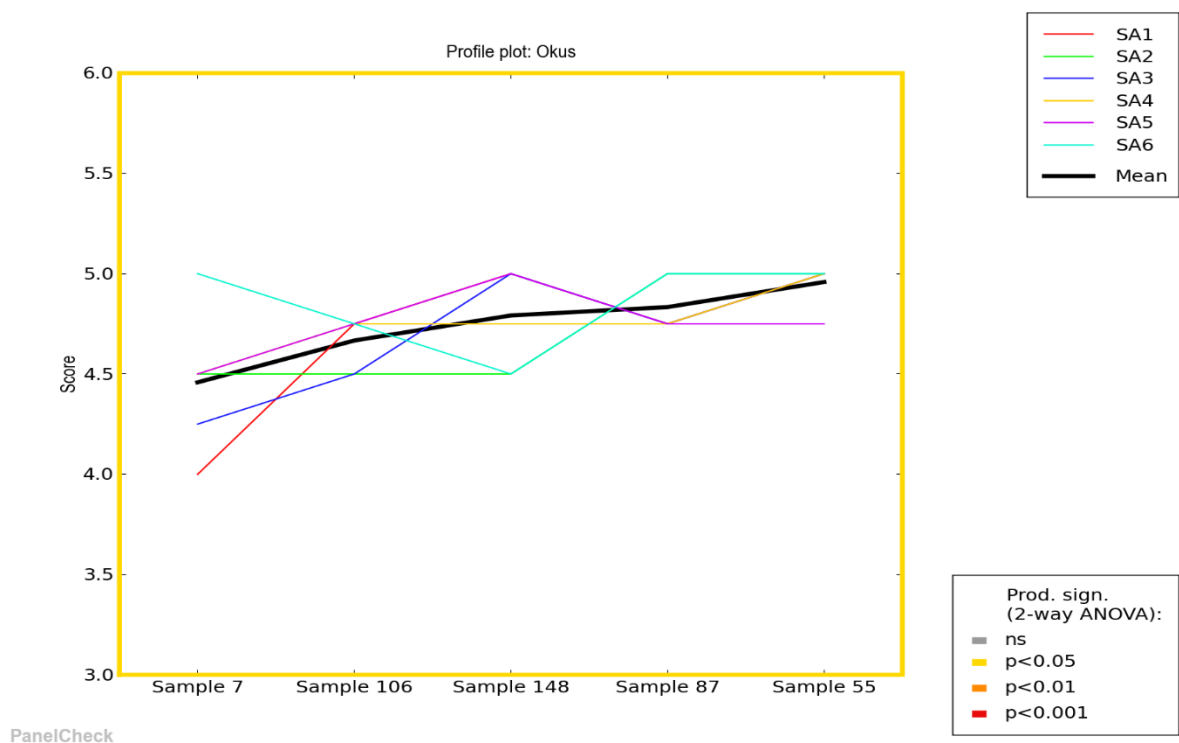
PanelCheck

Slika 14. Profil senzorskog svojstva „Boja“ svih uzoraka meda od strane svih senzorskih analitičara





Slika 15. Profil senzorskog svojstva „Miris“ svih uzoraka meda od strane svih senzorskih analitičara

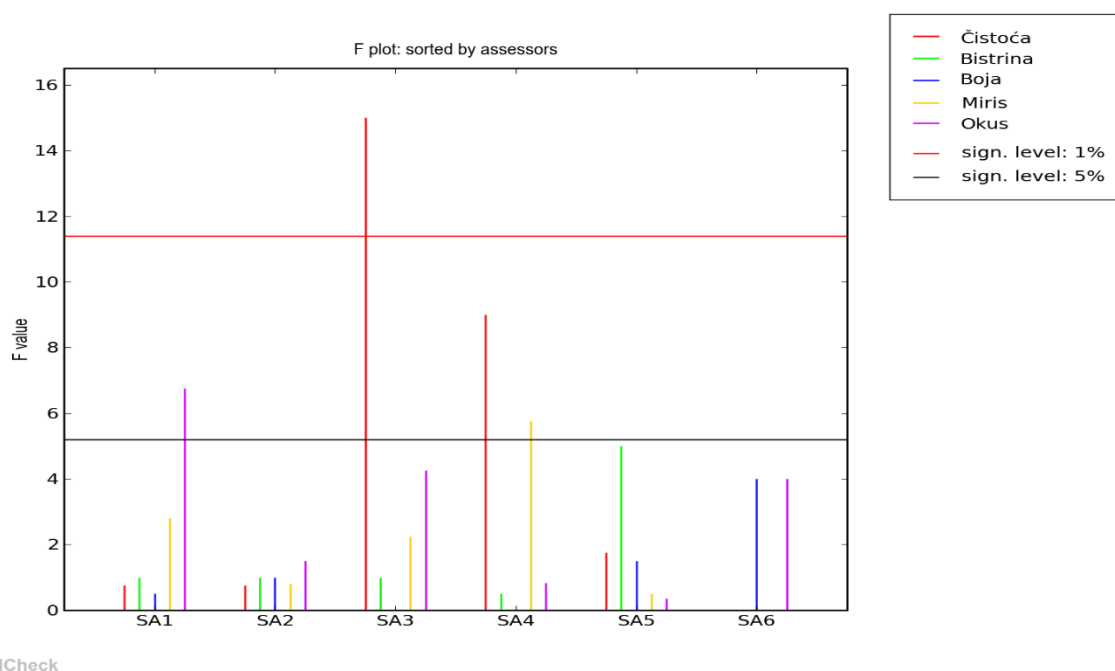


Slika 16. Profil senzorskog svojstva „Okus“ svih uzoraka meda od strane svih senzorskih analitičara

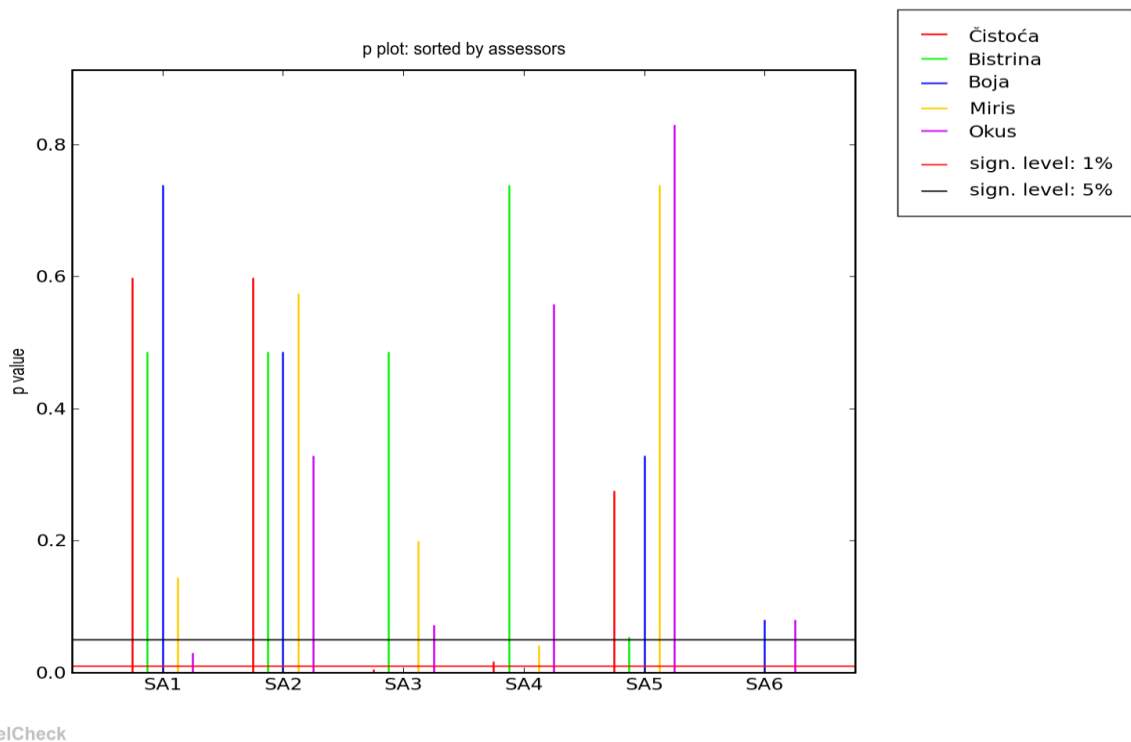
Prvi graf profila za parametar „čistoća“ nam govori da analitičari 3, za uzorak 55, i analitičar 1, za uzorke 106 i 87, najviše odstupaju od konsenzus linije ili u grafu nazvanu MEAN linija (slika 12). Za parametar „bistrina“ profil dijagram graf ukazuje na to da se analitičar broj 5 u uzorcima 55 i 148 očigledno ne slaže sa ostatkom panela (slika 13). Treći profil dijagram graf parametra „boja“ ne prikazuje prevelika odstupanja od konsenzusne linije, no ipak možemo zamijetiti da kod uzorka 148 panelist broj 5 najviše odstupa (slika 14). Četvrti graf za parametra „miris“ prikazuje najveća odstupanja u usporedbi sa do sada analiziranim grafovima. Analitičar 4 najviše odstupa kod uzorka 148, 106 i 87 te, analitičari 1 i 3 kod uzorka 7 (slika 15). U zadnjem grafu profila parametra „okus“ analitičari su najujednačeniji po njihovim rezultatima i ne vidimo prevelika odstupanja ni kod jednog analitičara. (slika 16).

#### 4.1.4. Grafovi temeljeni na rezultatima jednofaktorske ANOVA-e

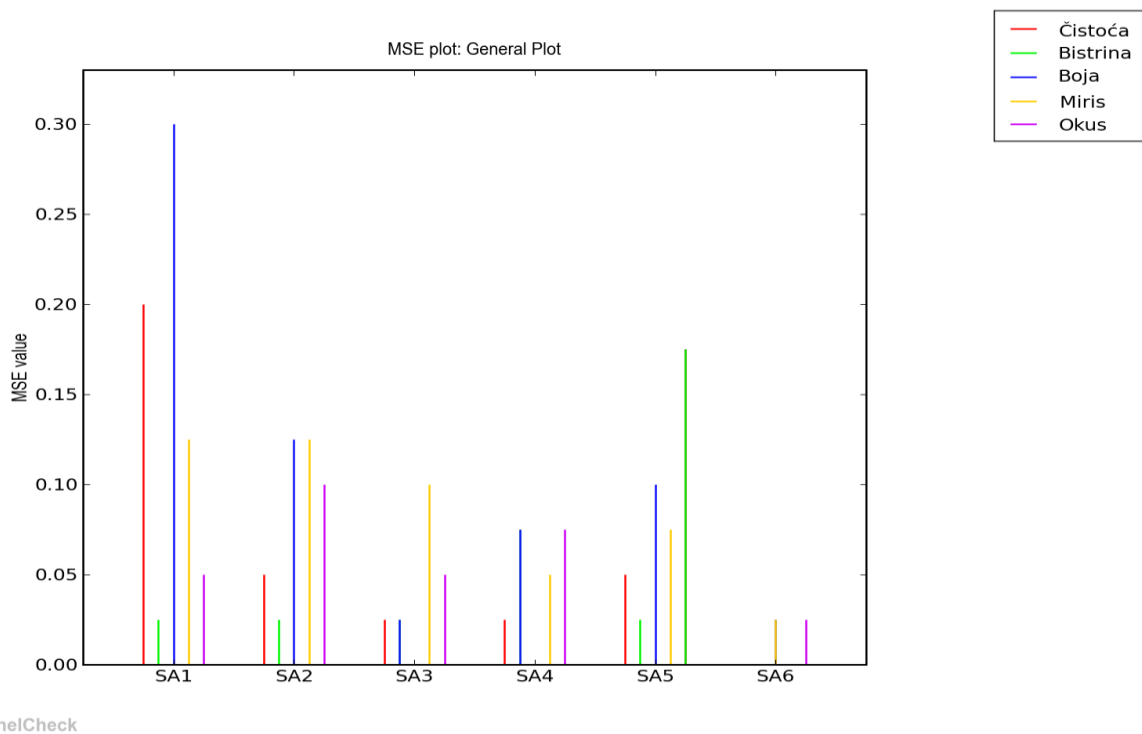
Jednofaktorska analiza varijance je metoda analize rezultata koja daje tri statističke veličine, za definiranje različitih vrsta grafova. U prvom grafu ćemo koristiti F i p vrijednosti, koje će nam ukazati na to jesu li analitičari u mogućnosti prepoznati razliku između uzoraka. MSE (Mean Square Error) je treća statistička vrijednost, te daje mjeru za ponovljivost ocjenjivača i procjenu varijance, koje ćemo vidjeti u drugom grafu.



Slika 17. Grafički prikaz F vrijednosti svakog pojedinog analitičara za sva senzorska svojstva



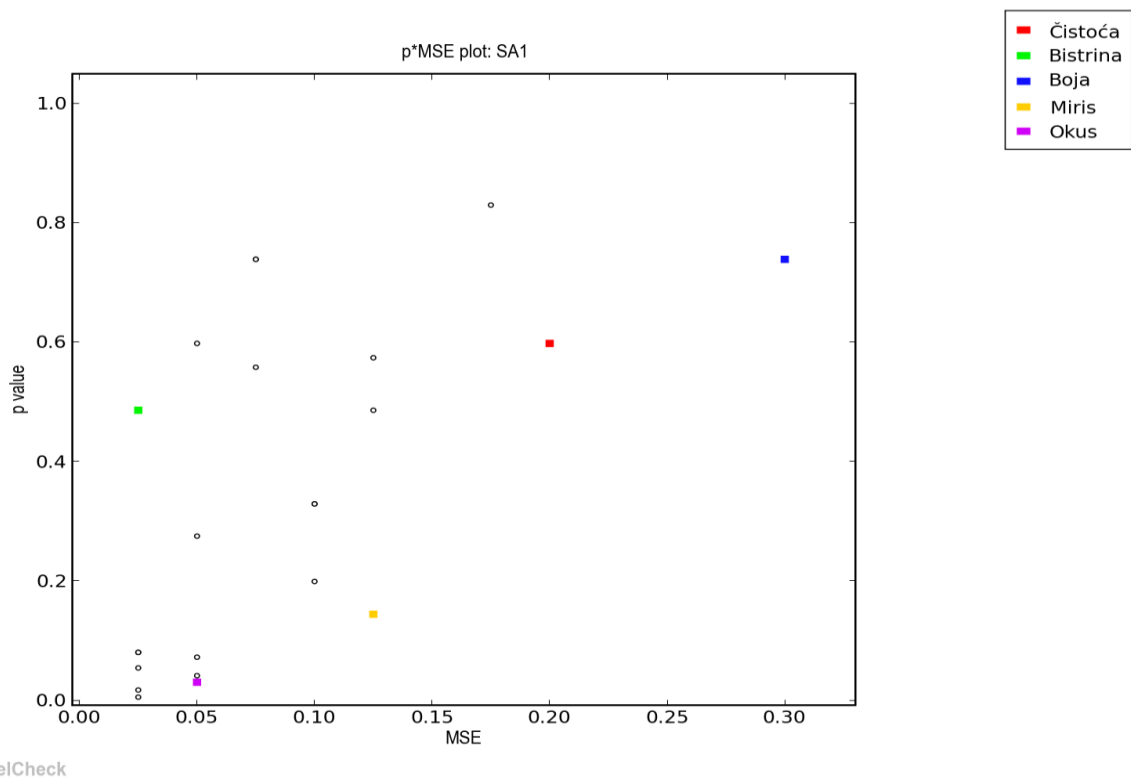
Slika 18. Grafički prikaz p-vrijednosti svakog pojedinog analitičara za sva senzorska svojstva



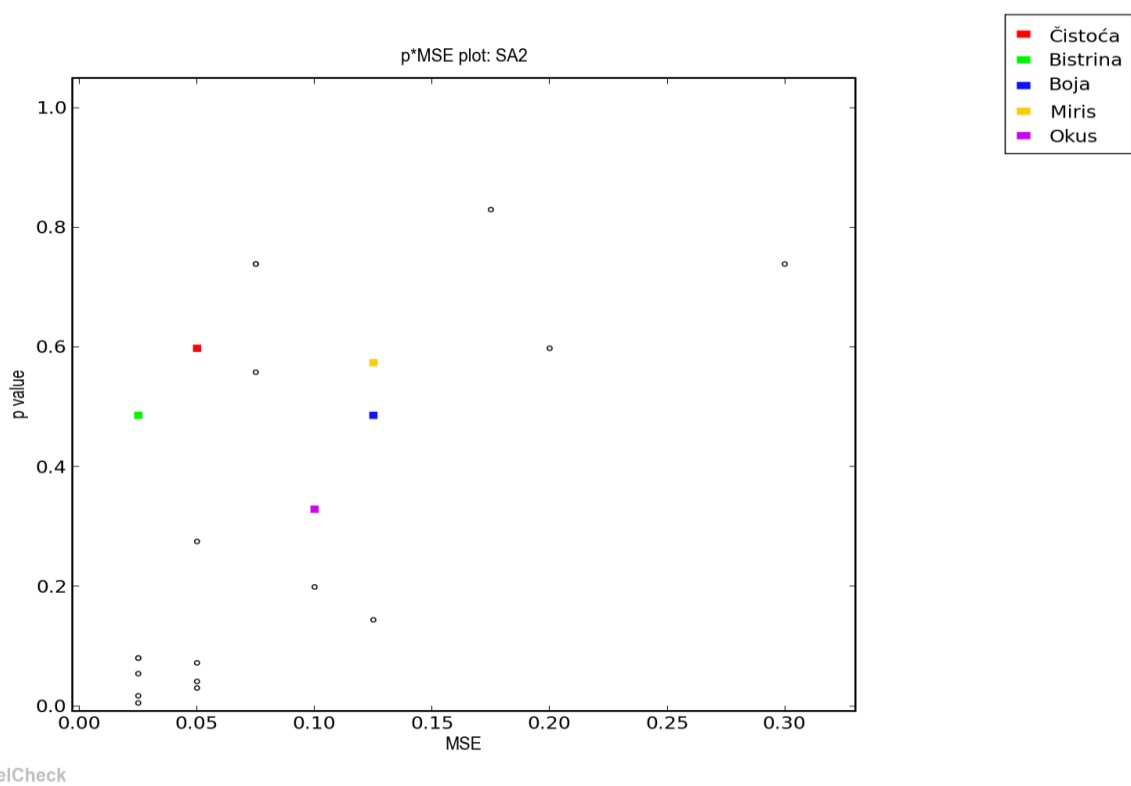
Slika 19. Grafički prikaz MSE vrijednosti svakog pojedinog analitičara za sva senzorska svojstva

Graf (slika 17) nam prikazuje F vrijednosti svakog analitičara u ovisnosti o parametrima koje gledamo kod uzoraka (čistoća, bistrina, boja, ...). Analitičar broj 1 ima veću F vrijednost za parametar „okus“, analitičar broj 2 ima niske F vrijednosti za sve parametre (što je poželjno), analitičar broj 3 ima veoma visoku F vrijednost za parametar „čistoće“ što ukazuje njegovo neznanje kod razlikovanja uzoraka po tom parametru. Analitičar broj 4 pokazuje veće F vrijednosti kod parametara „miris“ i „čistoća“ . Zadnja dva analitičara broj 5 i broj 6 ne pokazuju prelasku granice od 5% u niti jednom parametru.

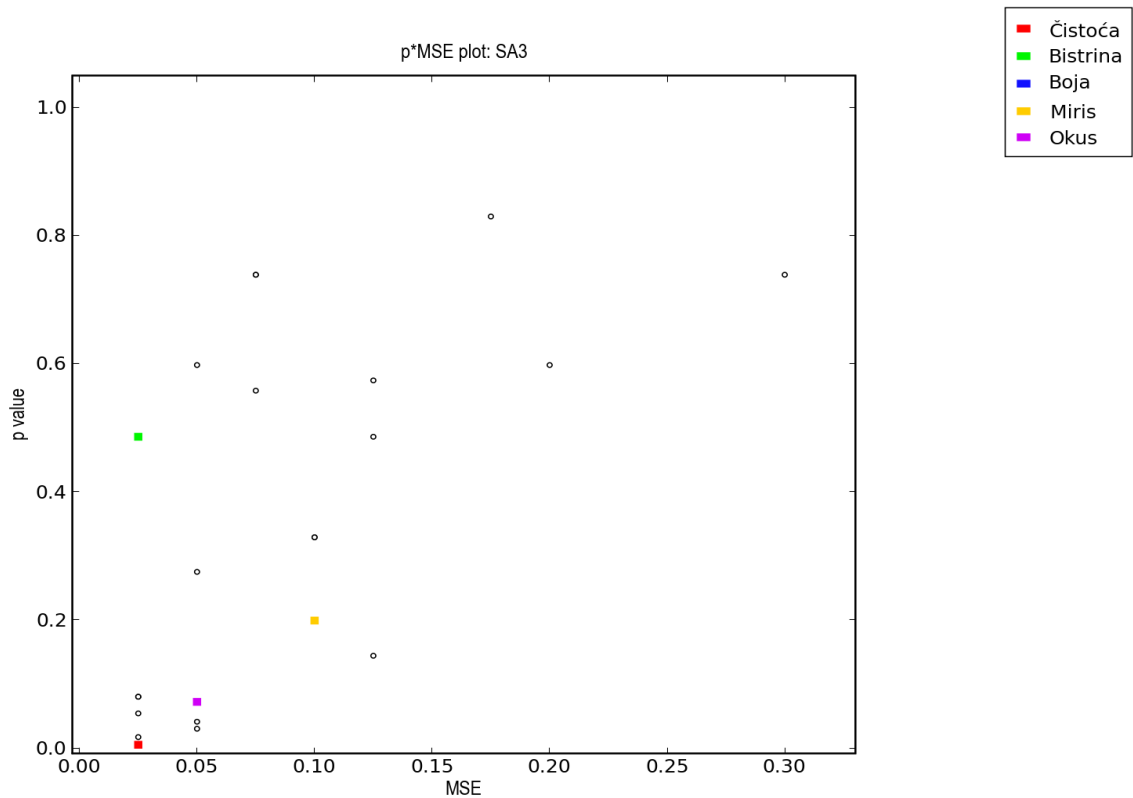
Za p vrijednost možemo zaključiti da većina analitičara imaju sposobnost uočavanja razlike za navedene parametre jer prelaze granicu od 1%, samo senzoričar 6 ima problem sa razlikovanjem 3 parametra (čistoću, boju i miris) (slika 18). Kao što smo naveli MSE vrijednost pokazuje mogućnost ponovljivosti pojedinog senzoričara. Što je niža MSE vrijednost to je ponovljivost analitičara bolja. Samo analitičar 6 ima dobru MSE vrijednost za sve parametre, a ostatak analitičara problem pronalazi u „bistrini“, „boji“ i „okusu“ (slika 19).



Slika 20. Grafički prikaz  $p^*MSE$  vrijednosti za senzorskog analitičara 1

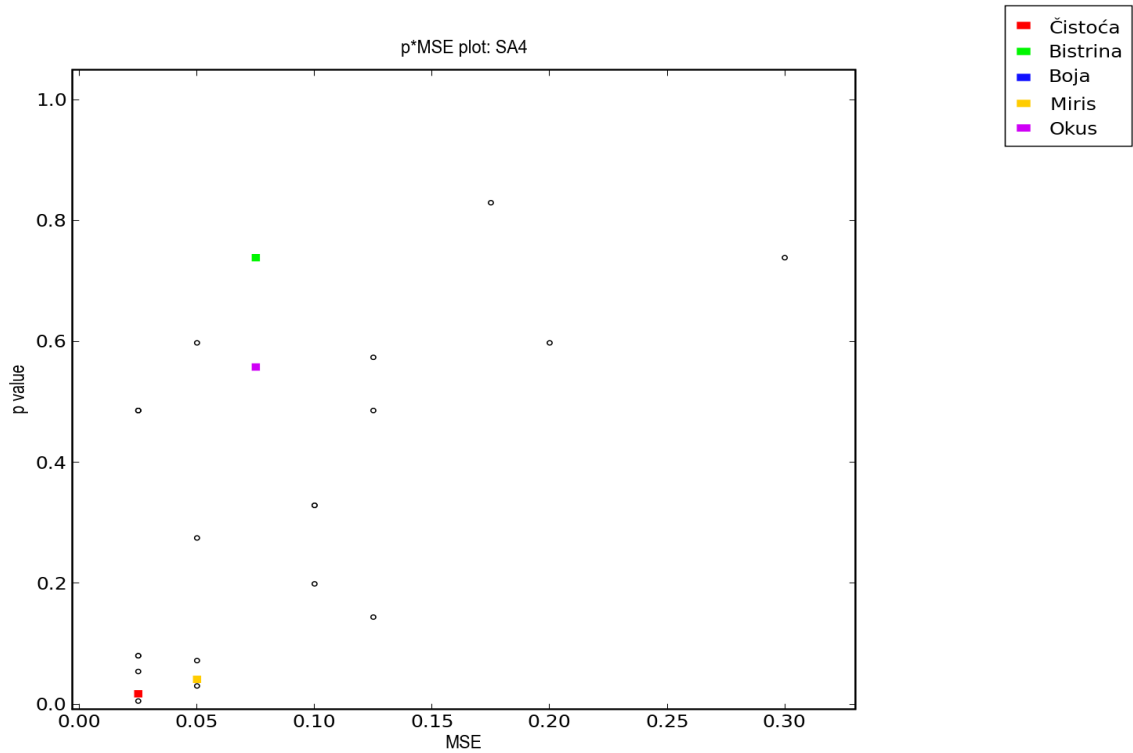


Slika 21. Grafički prikaz  $p^*MSE$  vrijednosti za senzorskog analitičara 2



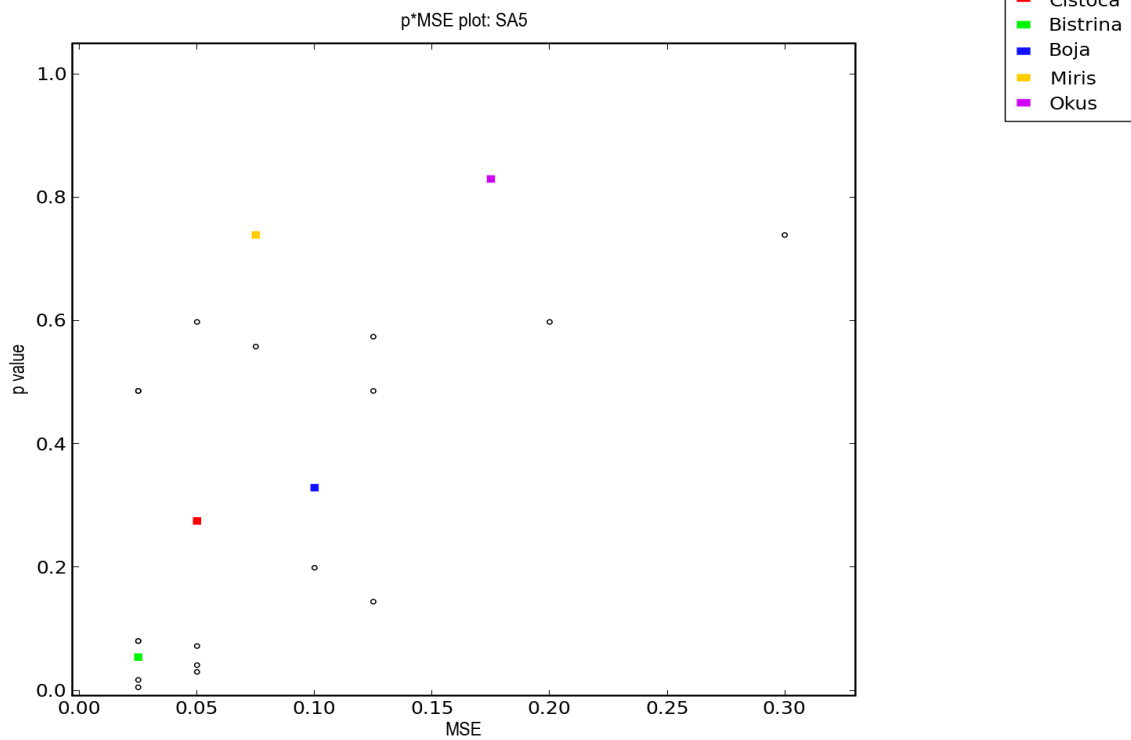
PanelCheck

Slika 22. Grafički prikaz p\*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 3

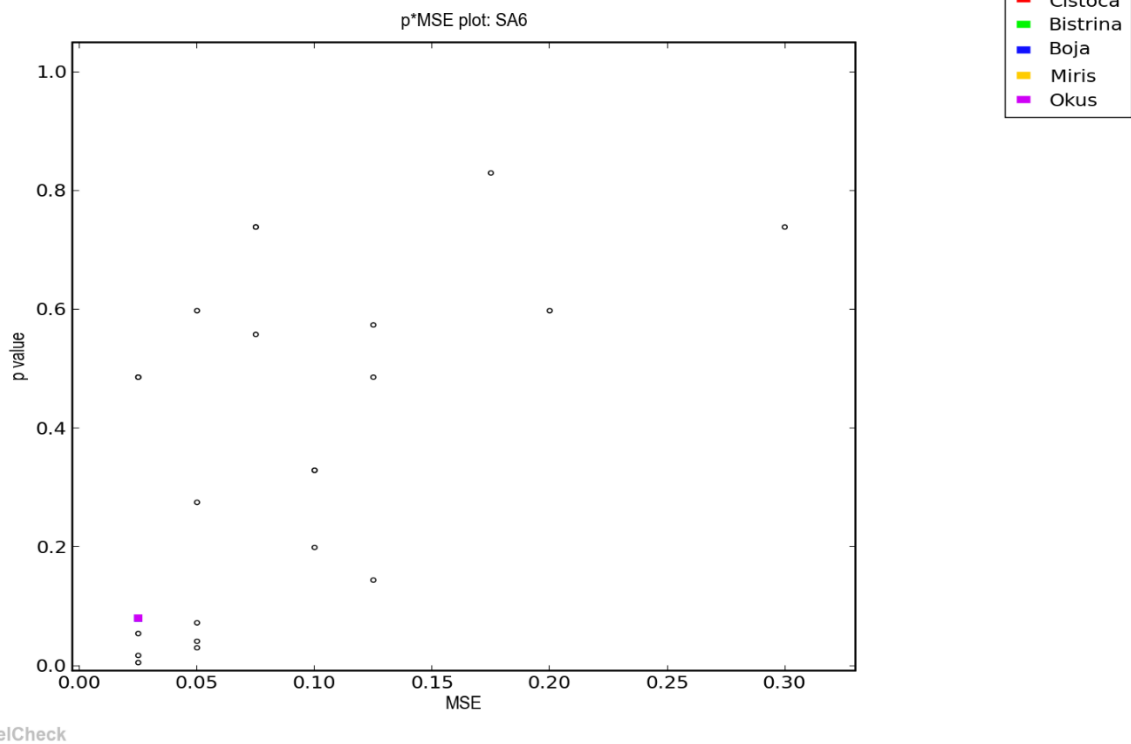


PanelCheck

Slika 23. Grafički prikaz p\*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 4



Slika 24. Grafički prikaz p\*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 5



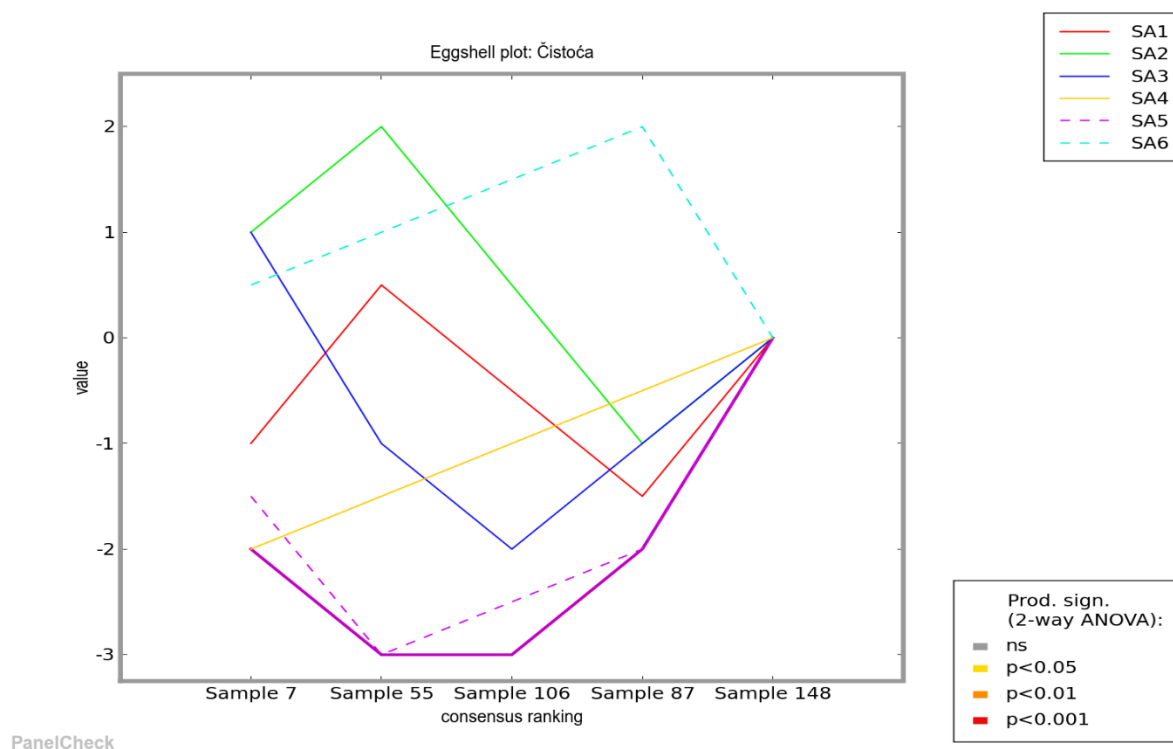
Slika 25. Grafički prikaz p\*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 6



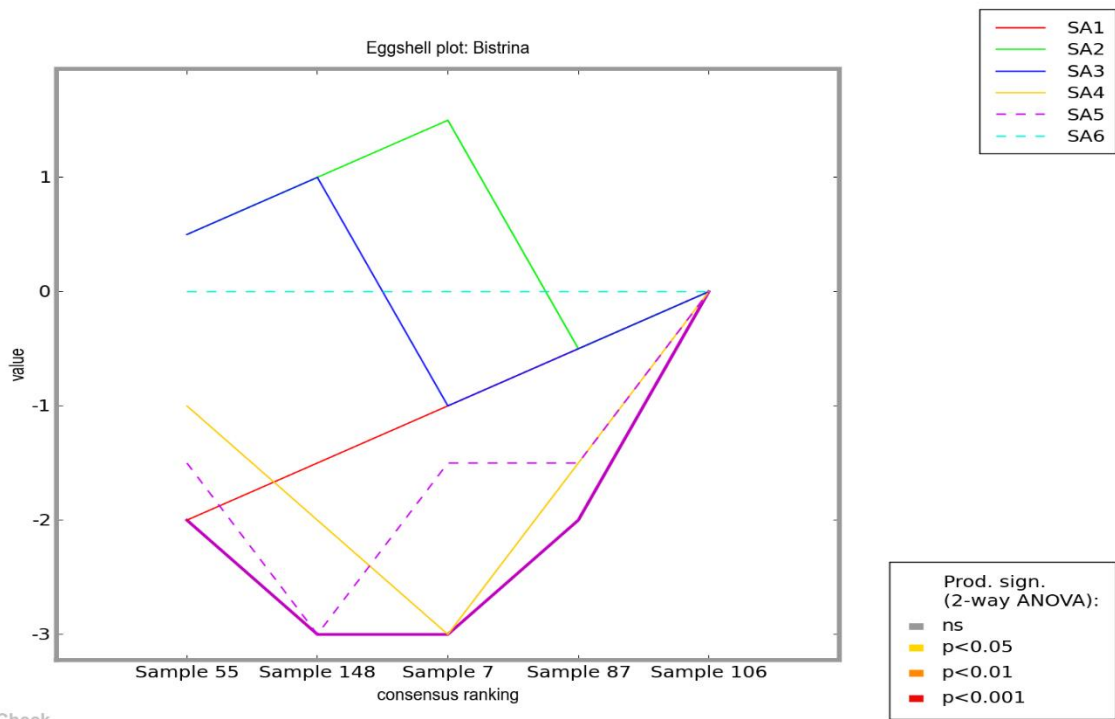
Dodatna metoda vizualizacije podataka ANOVA-e je  $p \cdot \text{MSE}$  prikaz. Graf  $p \cdot \text{MSE}$  predstavlja sposobnost uočavanja razlika između uzoraka i njihove ponovljivosti. Kao što smo prethodno naveli optimalni rezultati  $p$  i  $\text{MSE}$  su niski rezultati, te nam ovaj graf odmah daje uvid u kvalitetu senzoričara. Na prvom grafu ove metode vidimo rezultate analitičara broj 1. Njegovi rezultati ukazuju na to da ponovljivost za parametre „miris“, „čistoća“ i „boja“ nije optimalna i da je potreban dodatan trening (slika 20). Za analitičara broj 2 zaključujemo da je potreban dodatan trening kod parametara „okus“, „boja“ i „miris“ (slika 21). Analitičar broj 3 ima praktički idealne rezultate samo ponovljivost parametra „miris“ malo odstupa (slika 22). Kod 4.og analitičara zapažamo da ponovljivost parametara „bistrina“ i „okus“ nije idealna pa je potreban dodatan trening (slika 23). Analitičar broj 5 ima problem sa parametrom „okus“ (slika 24). Zadnji 6. analitičar nam je najidealniji analitičar od dosada testiranih analitičara. Njegove su ponovljivosti pretežno nula što je cilj svakog analitičara (slika 25).

#### 4.1.5. Dijagram „Ljuska jajeta“

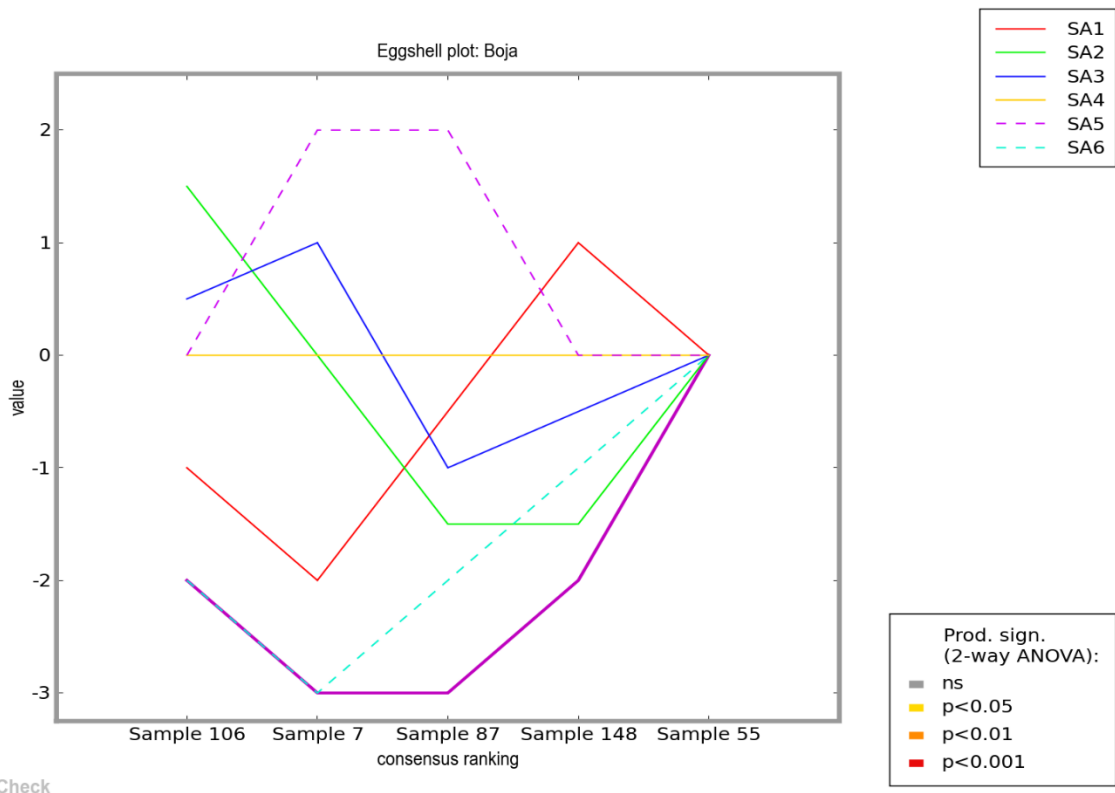
EGGSHELL PLOT ili dijagram „ljuske jajeta“ je idealna metoda za otkrivanje neslaganja između panelista. Metoda prikazuje kako odnos između analitičara varira među ispitanim uzorcima. Linije koje prikazuju senzorsko svojstvo uzorka svakog analitičara u idealnom svijetu leže što bliže liniji konsenzusa. Tako dolazimo do zaključka da što su međusobno linije udaljenije veća je neusklađenost između analitičara tj. njihove individualne ocjene su različitiije.



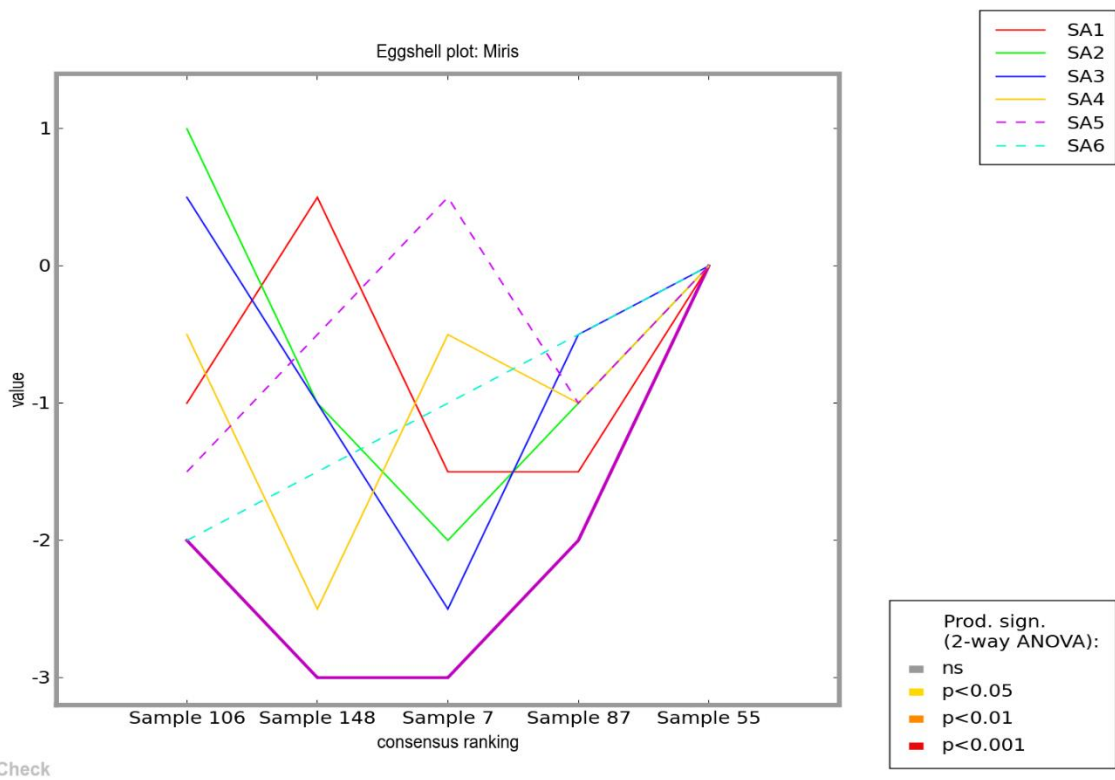
Slika 26. Graf „ljuska jajeta“ za parametar „Čistoća“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



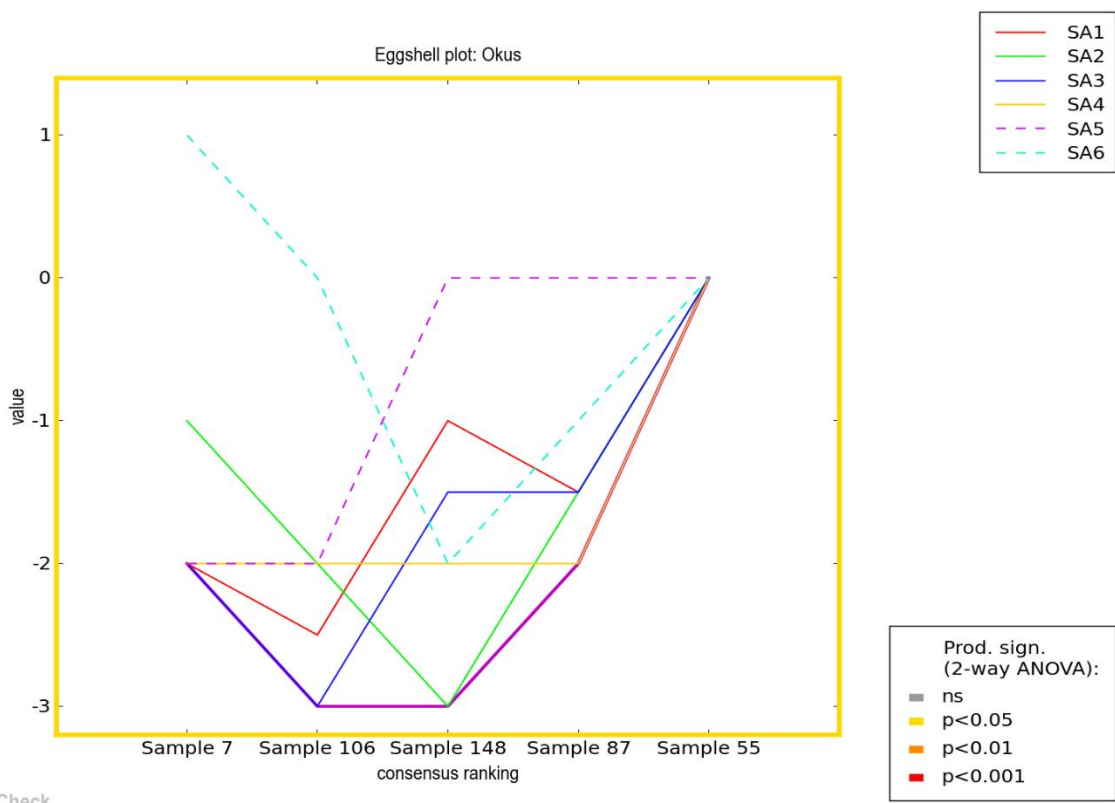
Slika 27. Graf „ljuska jajeta“ za parametar „Bistrina“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



Slika 28. Graf „ljuska jajeta“ za parametar „Boja“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



Slika 29. Graf „ljuska jajeta“ za parametar „Miris“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



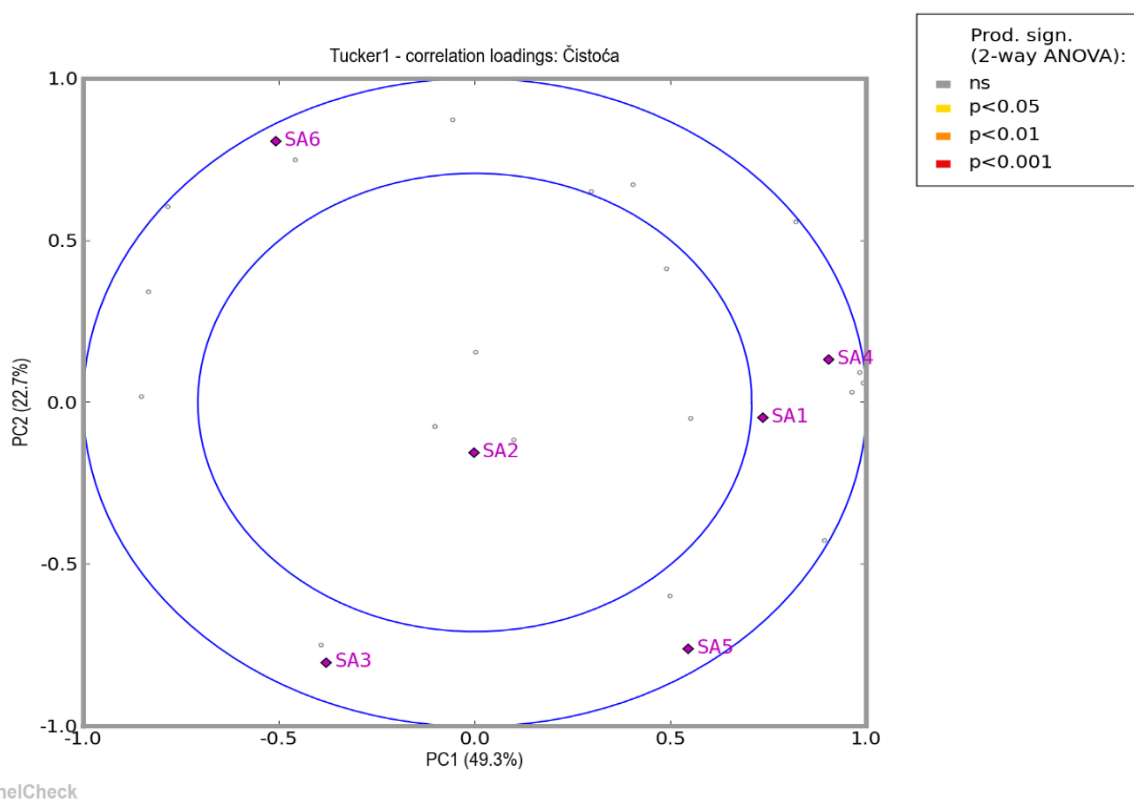
Slika 30. Graf „ljuska jajeta“ za parametar „Okus“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara

Na prvom dijagramu „ljuske jajeta“ možemo zapaziti da analitičari 1, 2 i 6 nisu usuglašeni u svojim ocjenama s rezultatima ostatka panela kada je parametar „čistoća“ u pitanju (slika 26). Dijagram broj 2 prikazuje neslaganje analitičara 2,3 i 6 kod parametra „bistrine“ (slika 27). Na trećem dijagramu zapažamo da su analitičari 4 i 5 najudaljeniji od linije konsenzusa kada se govori o parametru „boja“ (slika 28). Četvrti dijagram je veoma zanimljiv po tome što svi analitičari kada je u pitanju parametar „miris“ jednako odstupaju od linije konsenzusa (slika 29). Zadnji dijagram u ovoj metodi prikazuje da senzoričari 5 i 6 najviše odstupaju od linije konsenzusa po parametru „okus“ (slika 30).

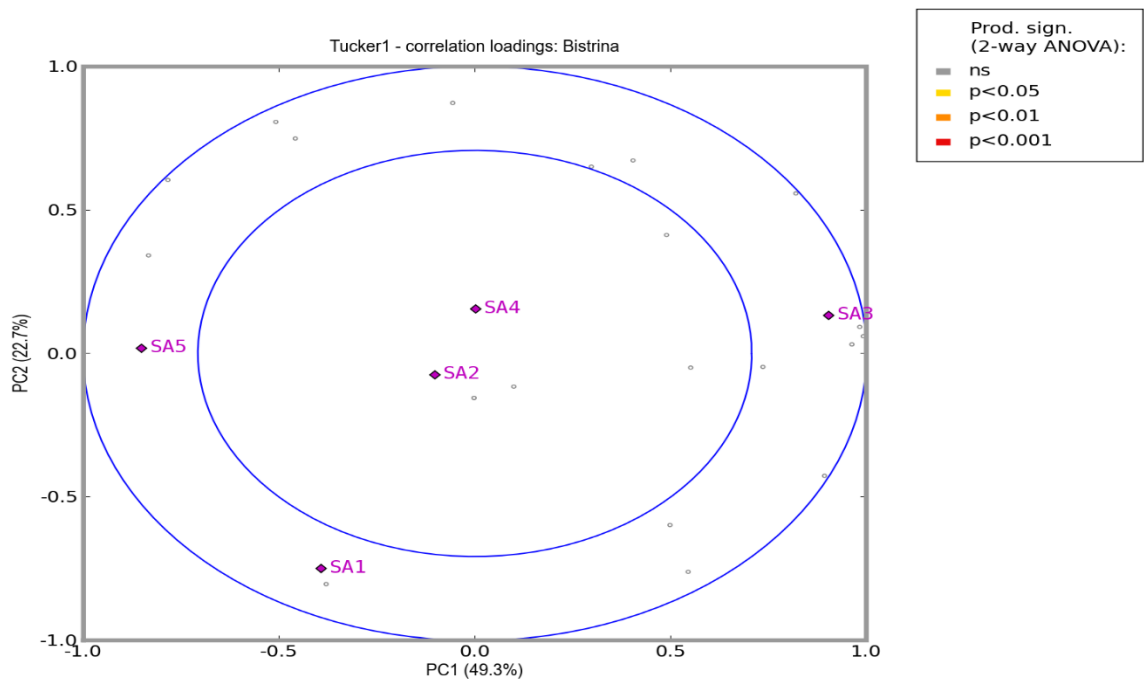
## 4.2. MULTIVARIJANTNA ANALIZA

### 4.2.1. Tucker – dijagrami

Tucker 1-dijagrami omogućuju istovremeni pregled karakteristika ispitivača panela uporabom višestrukih senzorskih sredstava. Ovom metodom proučavamo glavne komponente na matriksu svih podataka. Dimenzije matriksa su  $J = 5$  uzoraka,  $K = 5$  svojstava i  $I = 6$  ispitivača. Kako bi imali informaciju o karakteristikama svakog ispitivača i panela kao cjeline korišten je graf korelacije. Svaka točka predstavlja ispitivač – svojstvo kombinaciju. Ovisno o poziciji točaka na grafu ili dijagramu možemo zaključiti koliko je kvalitetan senzoričar kao pojedinac ili cijeli panel. Unutarnja elipsa smatra se donjom granicom prihvatljivosti za dobrog senzorskog analitičara.

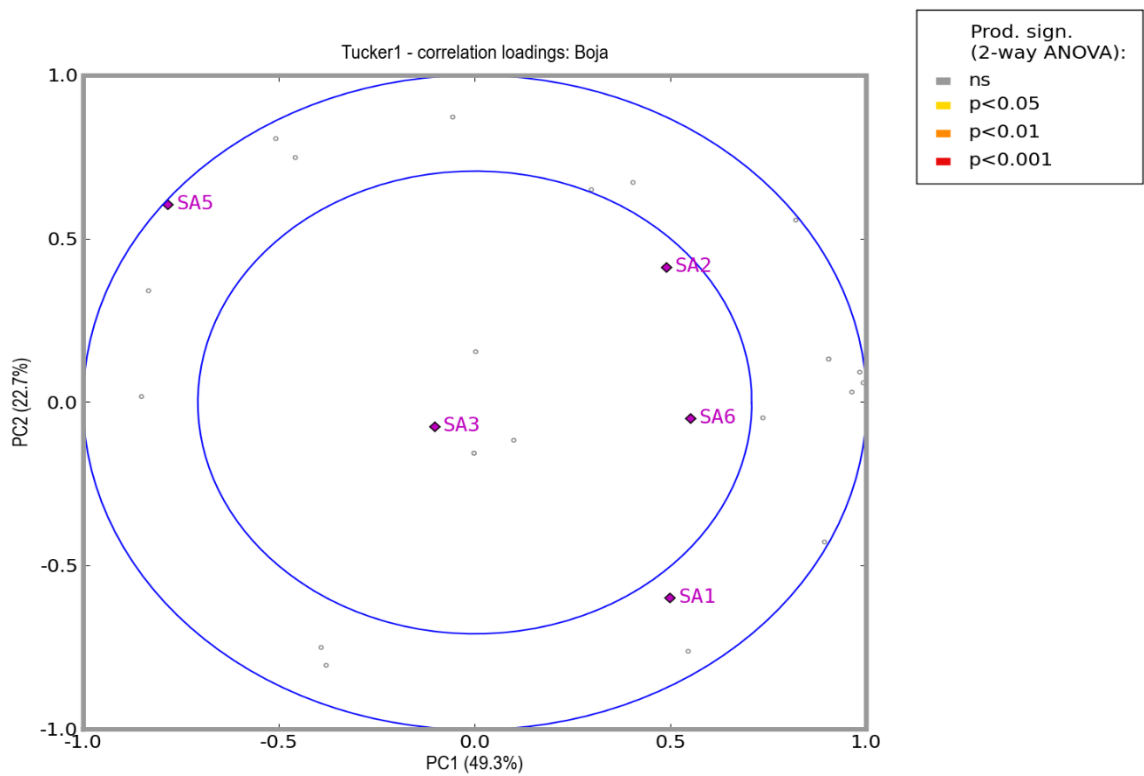


Slika 31. „Tucker dijagram“ za parametar „Čistoća“ u svim uzorcima meda od strane svih senzorskih analitičara



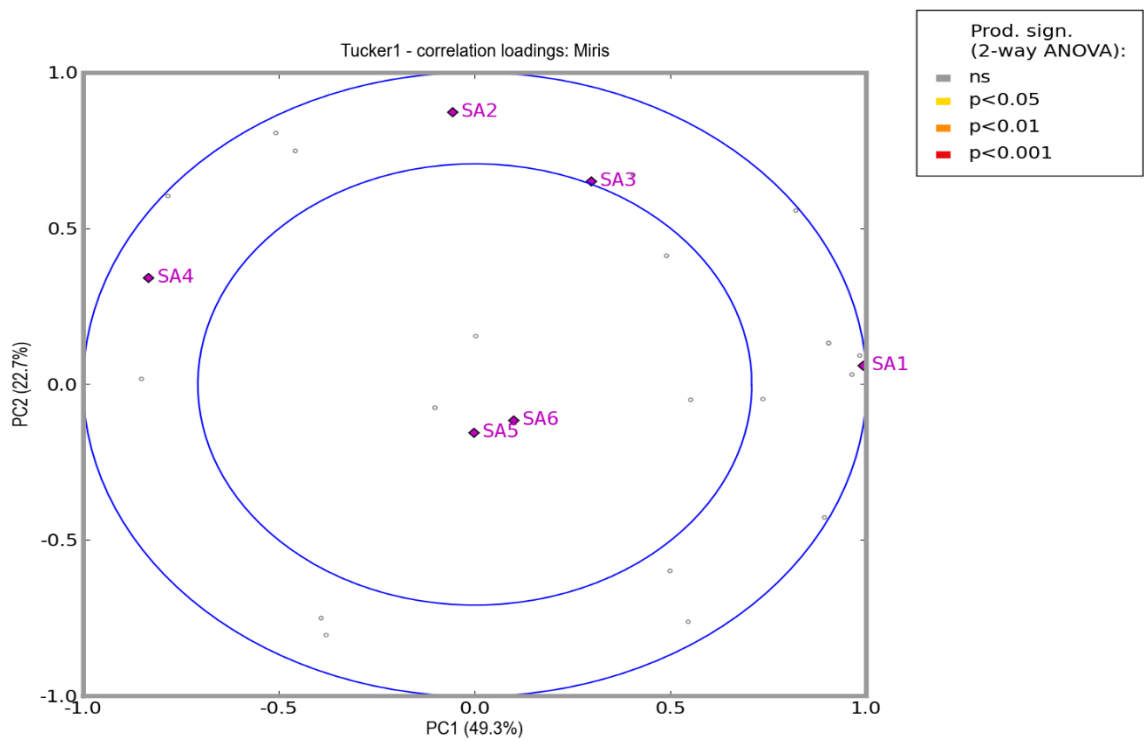
PanelCheck

Slika 32. „Tucker dijagram“ za parametar „Bistrina“ u svim uzorcima meda od strane svih senzorskih analitičara

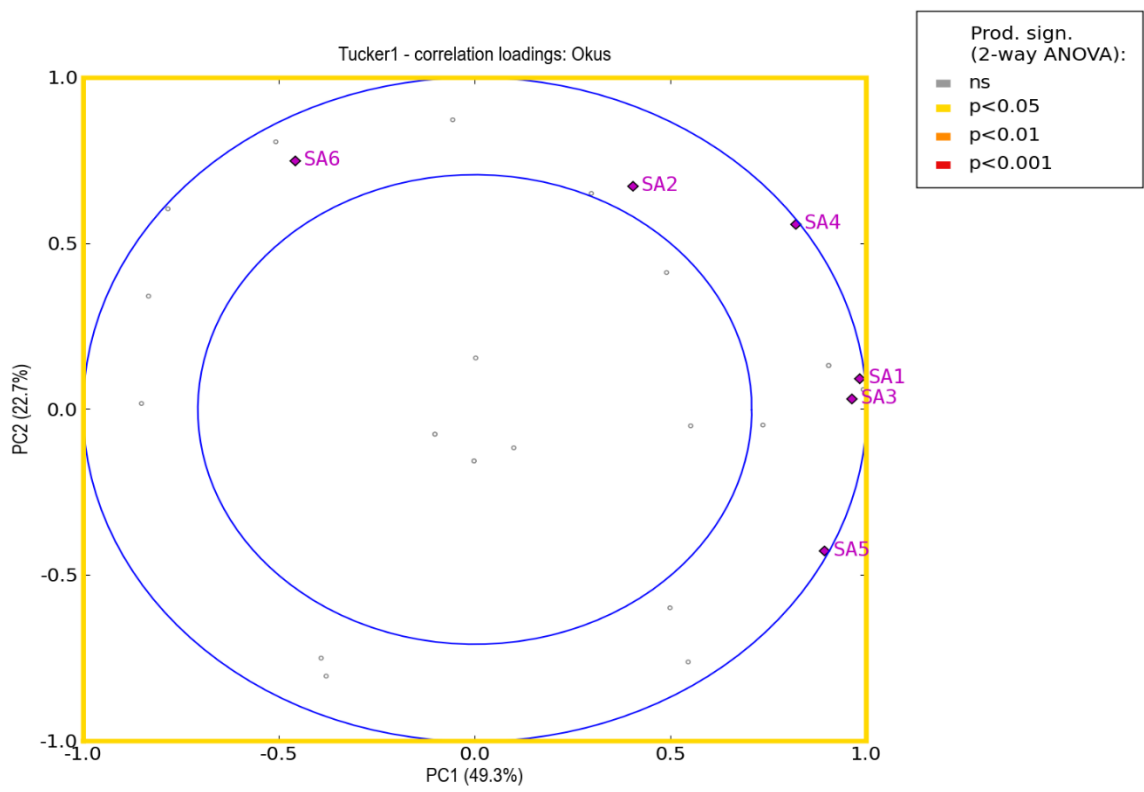


PanelCheck

Slika 33. „Tucker dijagram“ za parametar „Boja“ u svim uzorcima meda od strane svih senzorskih analitičara



Slika 34. „Tucker dijagram“ za parametar „Miris“ u svim uzorcima meda od strane svih senzorskih analitičara



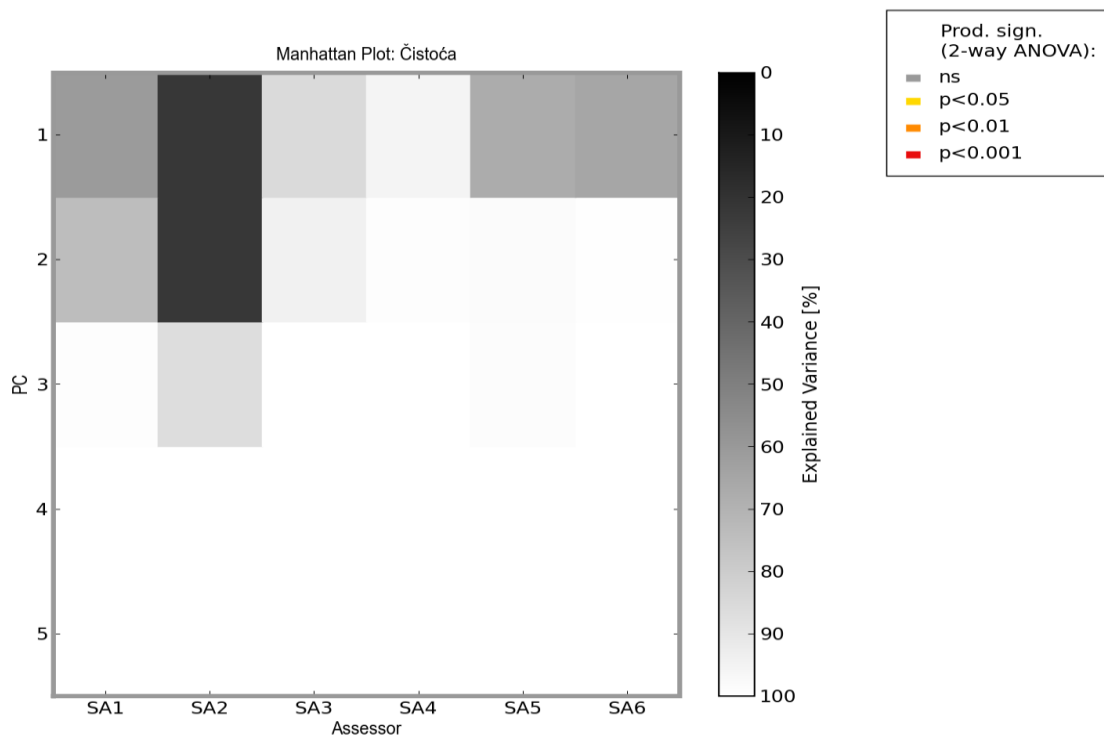
Slika 35. „Tucker dijagram“ za parametar „Okus“ u svim uzorcima meda od strane svih senzorskih analitičara



Kod prvog Tucker 1-dijagrama prikazan je parametar „čistoća“ te jedino senzoričar broj 2 odstupa od ostatka panela zbog toga što se nalazi unutar donje granice kvalitete (slika 31). Drugi dijagram nam daje do znanja da kod parametra „bistrina“ imamo 2 senzoričara koja ulaze ispod donje granice prihvatljivosti (slika 32). Treći dijagram sadrži 3 senzoričara unutar donje granice prihvatljivosti odnosi se na parametar „boja“ (slika 33). U četvrtom dijagramu vidimo da samo analitičar 5 i 6 ulaze u donju granicu prihvatljivosti kada je u pitanju parametar „miris“ (slika 34). Zadnji ne sadrži niti jednog analitičara unutar donje granice prihvatljivosti za parametar „okus“ (slika 35).

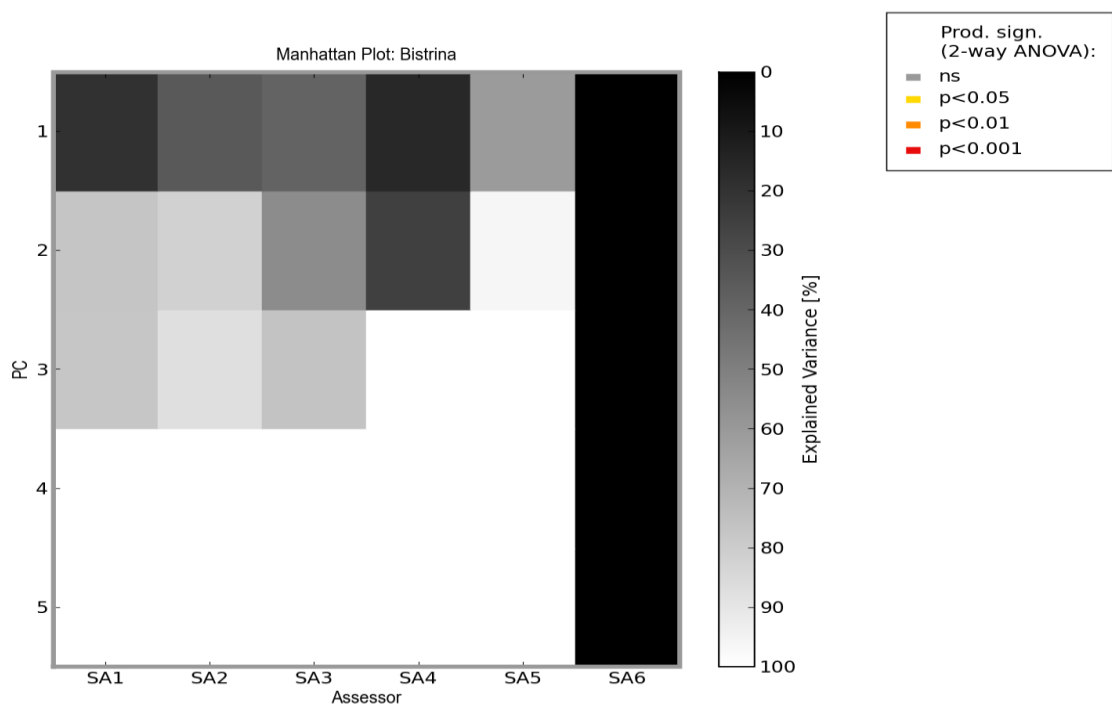
#### 4.2.2. Manhattan dijagrami

Manhattan dijagram alat je koji koristimo za bržu identifikaciju senzoričara koji iskače od norme. Tamnije boje ukazuju na mali udio objašnjene varijance, a svjetlije boje ukazuju na veći. Ova vrsta dijagrama može biti prikazana za ispitivače ili po senzorskim svojstvima. Slijedi prikaz opcije po senzorskim analitičarima.



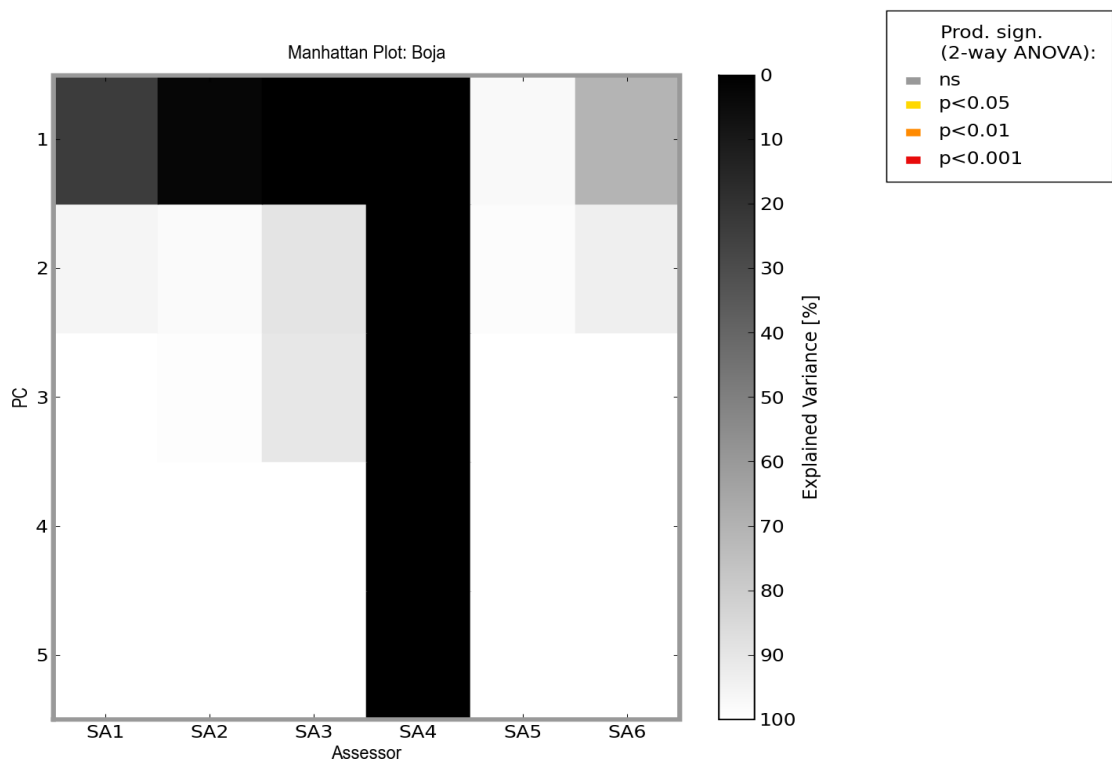
PanelCheck

Slika 36. „Manhattan dijagram“ za parametar „Čistoća“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



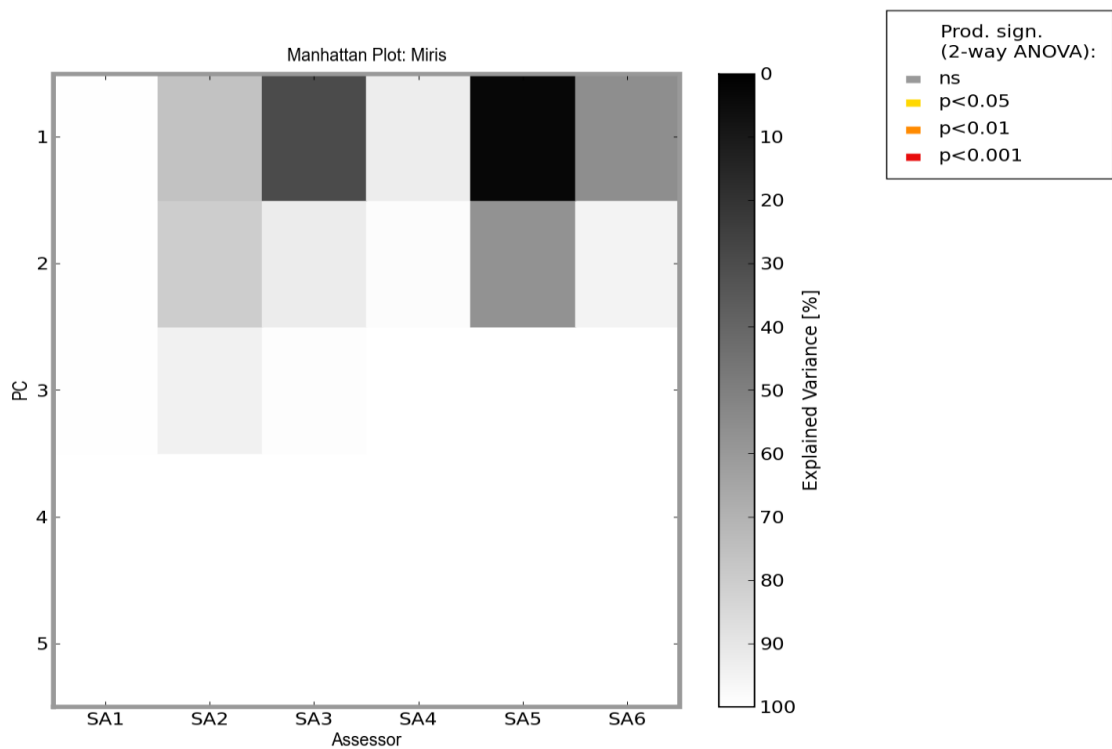
PanelCheck

Slika 37. „Manhattan dijagram“ za parametar „Bistrina“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



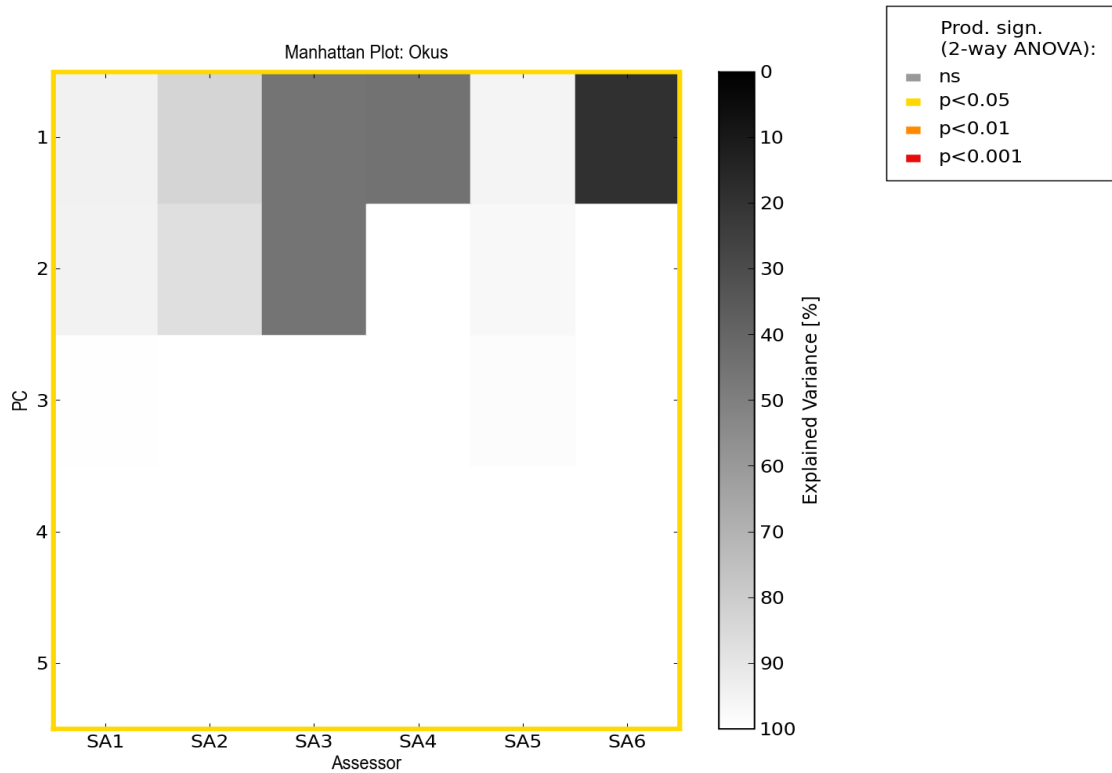
PanelCheck

Slika 38. „Manhattan dijagram“ za parametar „Boja“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



PanelCheck

Slika 39. „Manhattan dijagram“ za parametar „Miris“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara



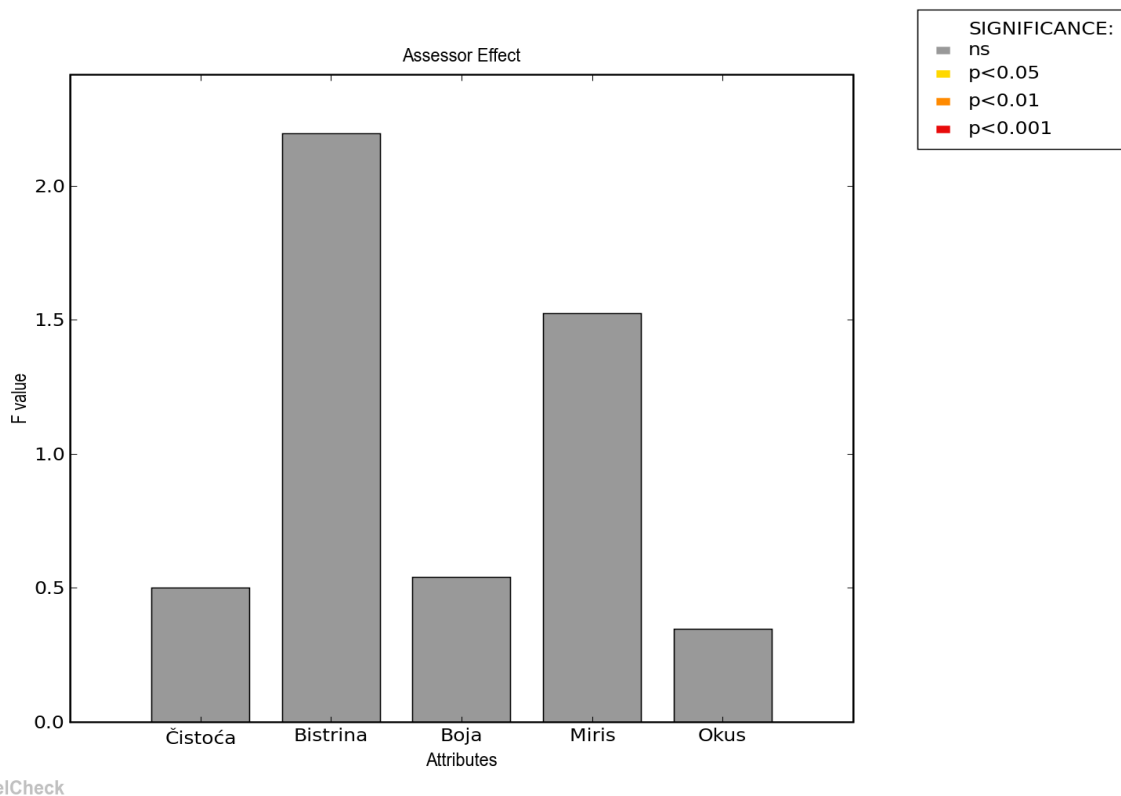
PanelCheck

Slika 40. „Manhattan dijagram“ za parametar „Okus“ u svim uzorcima meda od strane svih analitičara

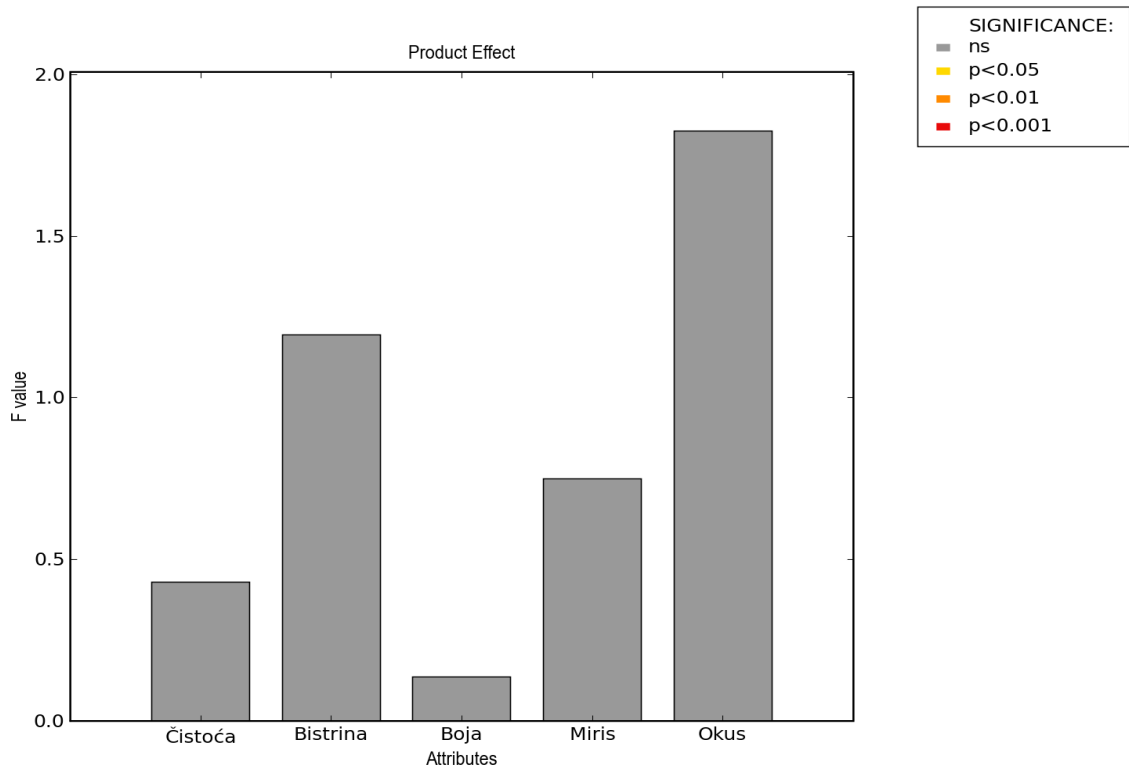
Na prvom dijagramu vidimo da za svojstvo „čistoća“ samo senzoričar broj 2 ima određeni postotak problema kod objašnjenja varijance (slika 36). Na drugom dijagramu za parametar „bistrina“ senzoričar broj 6 ima 0% objašnjene varijance (slika 37). Treći dijagram prikazuje senzoričara 2 i 3 sa 20% neobjašnjene varijance, a senzoričar 4 0% objašnjene varijance za parametar „boja“ (slika 38). Sljedeći dijagram prikazuje parametar „miris“ i u njemu vidimo da senzoričar broj 5 ima 20% objašnjene varijance (slika 39). Posljednji dijagram je za parametar „okus“, te u njemu vidimo da samo senzoričar 6 ima veći postotak udjela objašnjene varijance (slika 40).

### 4.3. UKUPNA ANALIZA – TROFAKTORSKA ANOVA

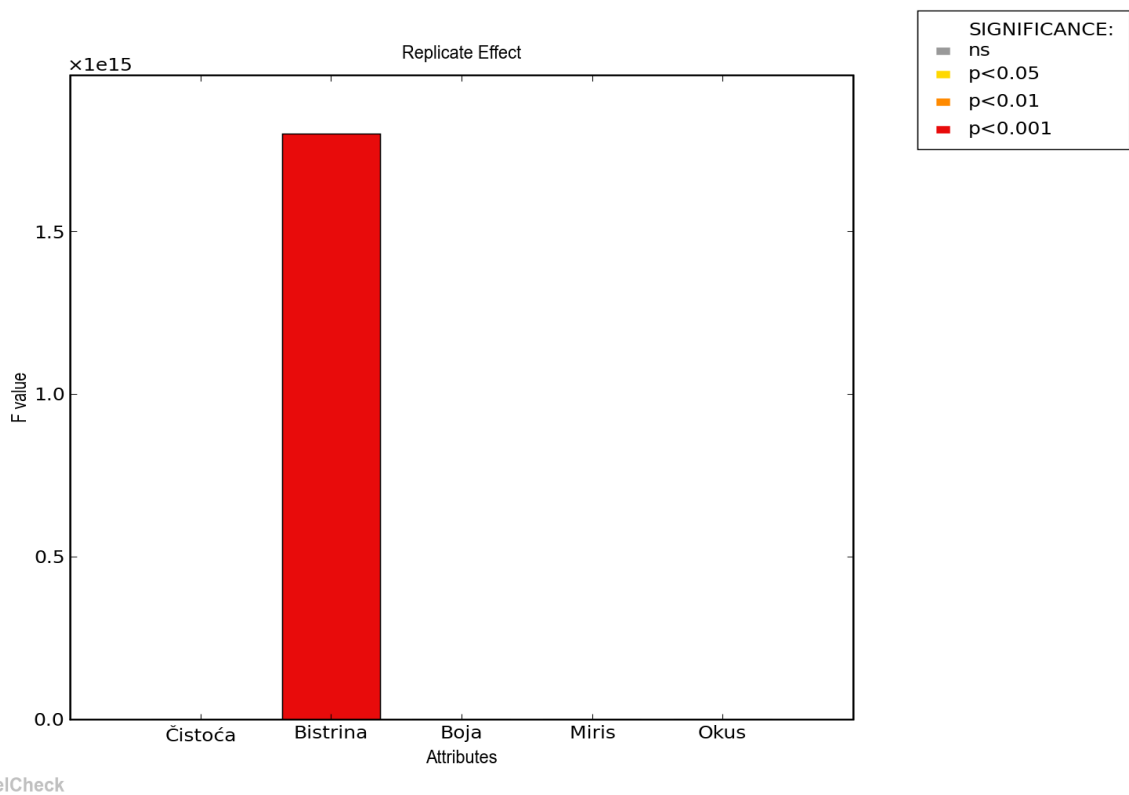
Trofaktorska ANOVA je zadnja metoda korištena u ovom istraživanju. Kao metoda značajna je po tome što njome utvrđujemo važnost korištenih senzorskih svojstava pri utvrđivanju značajnih razlika između uzoraka. To znači da trofaktorska ANOVA uzima u obzir sve do sada korištene parametre u prethodnim metodama, a to su uzorci, ispitivači, ponavljanja i njihove interakcije.



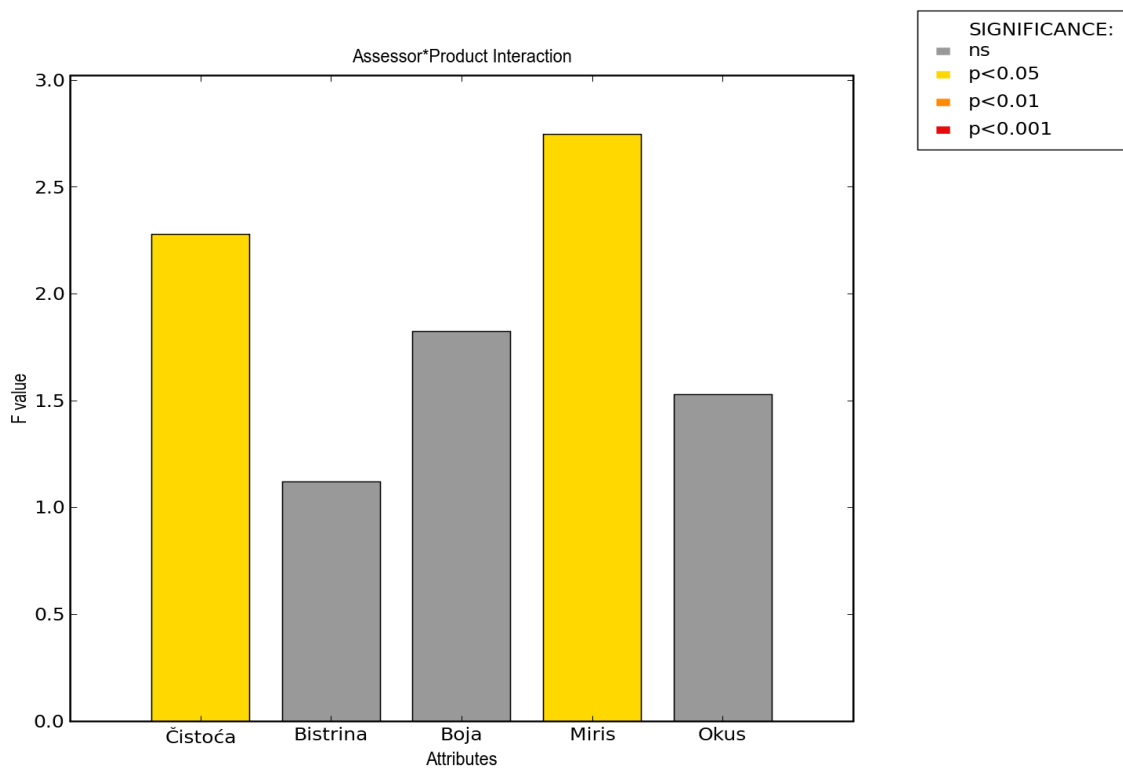
Slika 41. Grafički prikaz provedene trofaktorske ANOVA-e o utjecaju analitičara



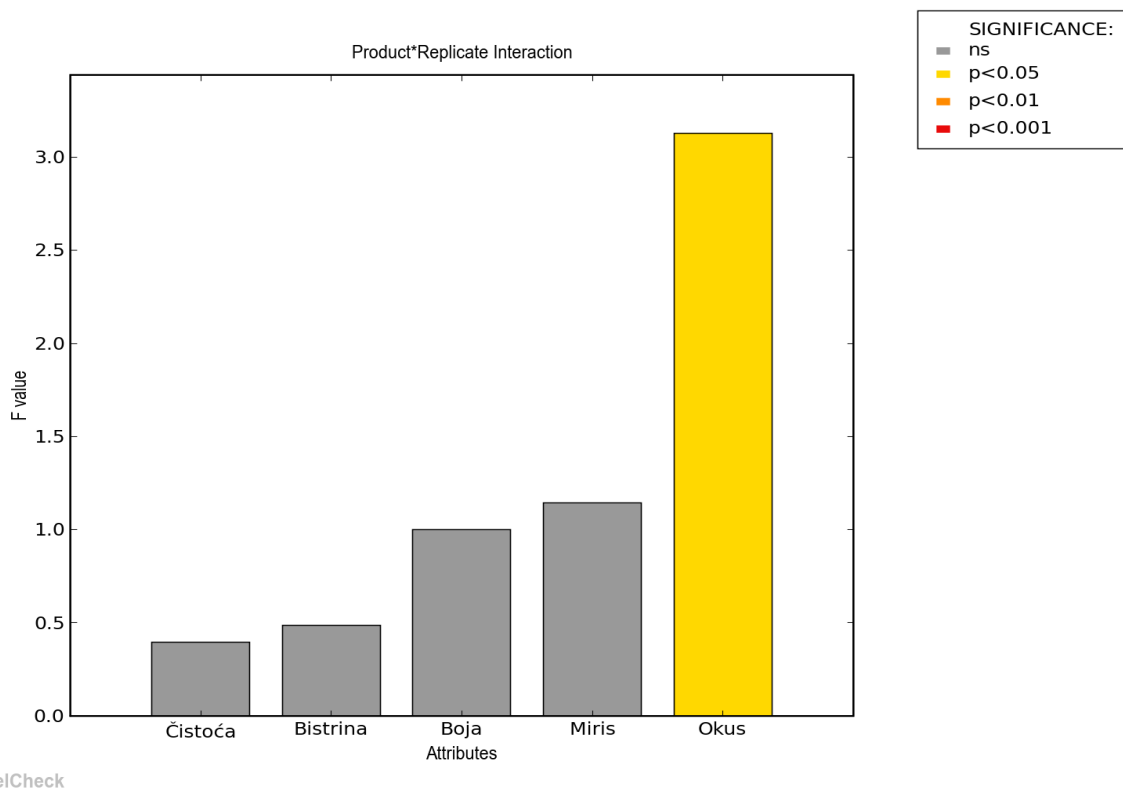
Slika 42. Grafički prikaz provedene trofaktorske ANOVA-e o utjecaju uzorka



Slika 43. Grafički prikaz provedene trofaktorske ANOVA-e o utjecaju ponovljivog uzorka

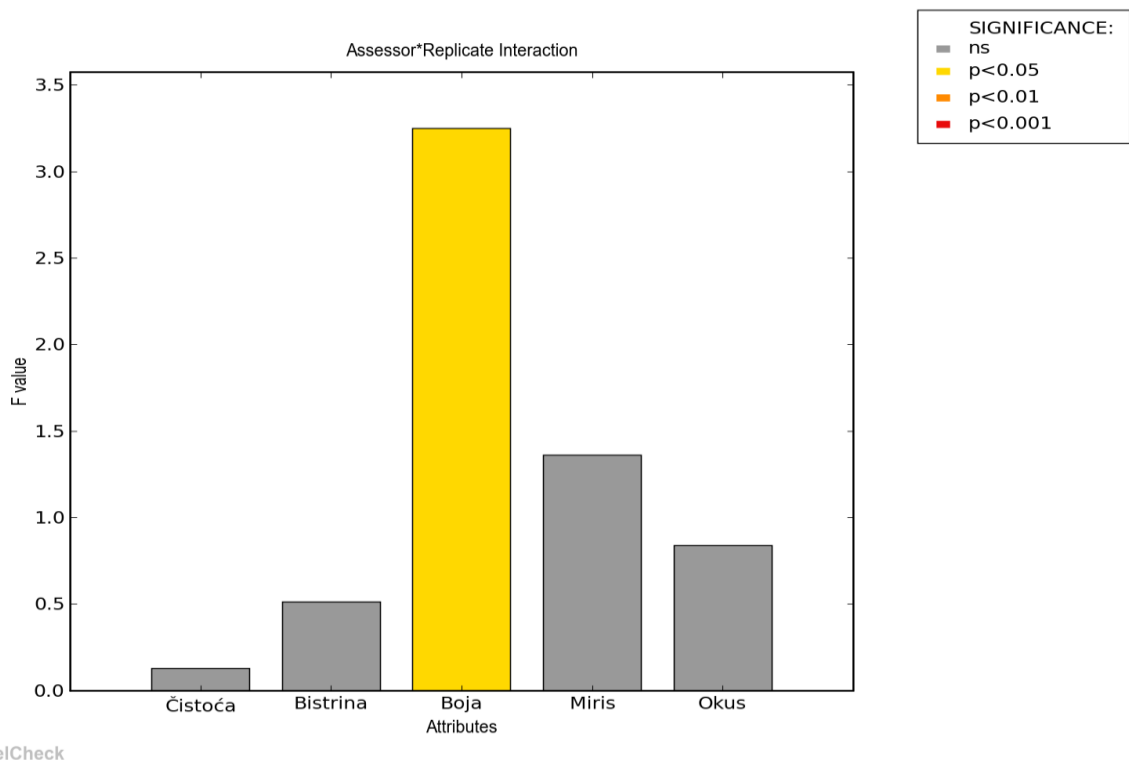


Slika 44. Grafički prikaz provedene trofaktorske ANOVA-e o utjecaju međudjelovanja analitičara i uzorka



Slika 45. Grafički prikaz provedene trofaktorske ANOVA-e o utjecaju međudjelovanja uzorka i ponovljenog uzorka





Slika 46. Grafički prikaz provedene trofaktorske ANOVA-e o utjecaju međudjelovanja analitičara i ponovljenog uzorka

Na prvom grafu vidimo da je utjecaj ispitivača najznačajniji u procjeni „bistrina“ i „miris“, tj. smatraju da su ta dva svojstva najznačajnija za razlikovanje uzoraka (slika 41). Na drugom grafu uzorci se razlikuju po parametrima „bistrina“ i „miris“ (slika 42). Na trećem grafu utjecaj ponavljanja statistički utječe samo na „bistrina“ ( $p<0,001$ ) (slika 43). U četvrtom dijagramu interakcija analitičar-uzorci vidljivo je značajna samo za „čistoća“ ( $p<0,05$ ) i „miris“ ( $p<0,05$ ) uzorka (slika 44). Peti dijagram interakcije uzorak-ponavljanje daje informaciju da je značajno samo za procjenu „okus“ ( $p<0,05$ ) (slika 45). Zadnji dijagram ukazuje na to da interakcija analitičar-ponavljanje utječe samo na svojstvo „boja“ ( $p<0,05$ ) (slika 46).

## 5. ZAKLJUČCI

Nakon provedenih rasprava svih rezultata dobivenih nakon senzorske analize zaključuje se sljedeće:

1. Svim panelistima potreban je dodatni trening kako bi se došlo do optimalnog sveukupnog slaganja panelista u pogledu ocjenjivanja uzoraka.
2. Analitičar broj 6 je najbolji senzorski analitičar u ovom panelu jer je u većini metoda bio najbliži prosjeku panela. Ujedno je imao i najbolju ponovljivost.
3. Analitičar broj 5 mora treningu posvetiti najviše vremena ako želi ostati u panelu ili postoji opcija za uvođenje novog senzorskog analitičara.
4. Boja meda pokazala se kao parametar kod kojega je postignuto najveće slaganje, što je i za očekivati budući da su korištene različite vrste medova, a svaki od njih ima specifičnu boju koju senzorski analitičari dobro poznaju.
5. Okus meda pokazao se kao parametar kod kojeg je većina korištenih statističkih testova pokazala da postoje statistički značajne razlike između ispitivača.

## 6. LITERATURA

Anonymous 1 (2014) Senzorska analiza, <<http://sr.scribd.com/doc/201260597/Sneza-Analiza-d>>, Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

Compusense software (2019) Compusense Inc., Guelph, Ontario, Canada, <<https://www.compusense.com/en/>> Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

EyeQuestion software (2019) BYRON, The Netherlands, <<https://eyequestion.nl/>> Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

FactoryTalk software (2019) Rockwell Automation and Allen – Bradley, <<https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/products/factorytalk-view-se.page?>> Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

FIZZ Software (2019) Biosystemes, Couternon, France, <<https://www.biosystemes.com/en/fizz-software.php>> Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

FlavorWiki software (2018) Kickstart Accelerator, Masschallenge Switzerland, <<https://flavorwiki.com/>> Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

Lawless, H. T., Hildegarde, H. (2010) Sensory Evaluation of Food Principles and Practices, 2. izd., Springer, New York.

Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B.T. (2006) Sensory Evaluation Techniques, 4. izd., CRC Press, Boca Raton, Florida.

Meilgaard, C.M., Civille, G. V., Carr, B.T. (2016) Sensory Evaluation Techniques, 5. izd., CRC Press, Boca Raton, Florida.

Nunes, C.A., Alvarenga, V.O., Sant'Ana A. de S., Santos, J.S., Granato, D. (2015) The use of statistical software in food sciences and technology: Advantages, limitations and misuses, Elsevier, Brazil.

PanelCheck software (2015) Nofima Mat, Norway, <<http://www.panelcheck.com/>> Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

SensCheck software (2016) Cara Technology, UK, <<https://senscheck.com/>> Pristupljeno 15. kolovoza 2019.

Stone, H., Sidel, H. J. (2004) Sensory Evaluation Practices, 3. izd., Elsevier Academic Press, Redwood City, California, USA.

Tomic, O., Forde, C., Delahunty, C., Naes, T. (2013) Performance indices in descriptive sensory analysis – A complementary screening tool for assessors and panel performance. *Food Qual. Pref.* **28**, 122-123

ISO 10399: 2017, Sensory analysis – Methodology – Duo – trio test.

ISO 8588: 2017, Sensory analysis – Methodology – „A“ – „not A“ test.

ISO 4120: 2004, Sensory analysis – Methodology – Triangle test.

ISO 5495:2005, Sensory analysis – Methodology – Paired comparison test.

ISO 8586: 2012, Sensory analysis – General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.

ISO 8587: 2006, Sensory analysis – Methodology – Ranking.

ISO 8589: 2007, Sensory analysis – General guidelines for the design of test rooms.

Watts, B.M., Zlimaki, G.L., Jeffery, L.E., Elias, L.G. (1970) Basic sensory methods for food evaluation, The International Development Research Centre, Ottawa, Canada.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Luka Mitrić