

Statistička analiza kvalitativnih podataka

Smolčić, David

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:066223>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-06**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

STATISTIČKA ANALIZA KVALITATIVNIH PODATAKA

Rijeka, rujan 2022.

David Smolčić
0069081997

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Završni rad

STATISTIČKA ANALIZA KVALITATIVNIH PODATAKA

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Dražić

Komentor: prof. dr. sc. Viktor Sučić

Rijeka, rujan 2022.

David Smolčić
0069081997

Na mjesto ove stranice umetnuti potpisani izvornik zadatka!

IZJAVA

Sukladno članku 8. Pravilnika o završnom radu, završnom ispitu i završetku prediplomskih sveučilišnih studija/stručnih studija Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci od 1. veljače 2020., izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad prema zadatku preuzetom dana 15. ožujka 2021.

Rijeka, 19. rujna 2022.

David Smolčić

Želio bih se zahvaliti mojoj obitelji koja me uvijek podržavala u dobrim ali i teškim trenucima mojeg dosadašnjeg školovanja. Također, moje zahvale idu i prema pojedinim kolegama i kolegicama koji su učinili moje dosadašnje školovanje zanimljivim, lakšim i sve u svemu dostojnim naziva studentskog doba (Sami će se prepoznati).

Sadržaj

| | |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Uvod | 2 |
| 2. Statistička obrada podataka | 3 |
| 2.1. Povijesni razvoj statističke obrade podataka | 3 |
| 2.2. Tipovi podataka u statistici | 5 |
| 2.3. Kvantitativni podatci | 5 |
| 2.4. Kvalitativni podatci | 6 |
| 2.5. Uvod u obradu kvantitativnih podataka | 7 |
| 3. Deskriptivna obrada kvalitativnih podataka | 14 |
| 3.1. Postotci | 14 |
| 3.2. Frekvencija | 15 |
| 3.3. Mod | 16 |
| 3.4. Grafički prikazi kvalitativnih podataka | 17 |
| 4. Analiza povezanosti kvalitativnih podataka | 20 |
| 4.1. Kramerova V mjera | 20 |
| 4.2. Korelacijska analiza | 23 |
| 4.3. Regresijska analiza | 26 |
| 5. Empirijsko istraživanje | 30 |
| 5.1. Uvodno o vizualnim elektroničkim zaslonima | 30 |
| 5.2. Principi rada elektroničkih zaslona | 31 |
| 5.3. Istraživanje upitnikom | 35 |
| 5.4. Analiza upitnika Kramerovim koeficijentom | 40 |
| 6. Zaključak | 44 |
| Literatura | 45 |
| Sažetak i ključne riječi | 48 |
| Summary and key words | 49 |
| Dodatak A Tablice dobivene analizom odgovora upitnika | 51 |

1. Uvod

Kako bi bili u mogućnosti provesti statističku analizu kvalitativnih podataka, potrebno je poznavati osnovne pojmove kao i metode i načine obrade podataka na ispravan i pouzdan način.

Time će se ovaj rad primarno i baviti. Kao sekundarni cilj ovog rada, pozabavit ćemo se i zdravstvenim utjecajem elektroničkih zaslona na vid. To će se provesti kroz empirijsko istraživanje upitnikom te koristeći ponajprije objašnjene pojmove i metode statističke obrade kvalitativnih podataka.

Razvoj novih tehnologija doveo je do naglog porasta korištenja elektroničkih uređaja. Takva nagla ekspanzija korisnika novih tehnologija povlači za sobom mogućnost do sada ne zamjećenih štetnih utjecaja. Zbog masovne proizvodnje različitih proizvoda sa inicijativom da budu što jeftiniji moguće, vrlo lako se može dogoditi da uređaji štetni po zdravlje završe na policama. [2]
[1]

Elektronički zaslon daleko je najkorišteniji uređaj u prosječnome životu modernog čovjeka. Kako bi ustvrdio ima li istine u tome da elektronički zasloni dugoročno štete vidu, iskoristiti ću također ovaj rad da se statistički ispita utjecaj elektroničkih zaslona.

2. Statistička obrada podataka

Obrada podataka odnosi se na operacije koja se izvode na podacima kako bi se izvukle nove informacije prema danom skupu pravila. Obrada podataka može uključivati različite procese, uključujući provjeru valjanosti podataka, sažimanje, prikupljanje, analizu i izvješćivanje.

Statistička analiza je prikupljanje i tumačenje podataka kako bi se otkrili obrasci i trendovi. Statistička analiza može se koristiti u situacijama kao što su interpretacija istraživanja, statističko modeliranje ili dizajniranje anketa i studija. Također može biti korisno za organizacije poslovnog obavještanja koje moraju raditi s velikim količinama podataka.

Ovaj rad bavi se statističkom obradom podataka prikupljenih iz provedene ankete. Kako bi izvršili statističku obradu podataka, ponajprije moramo biti upoznati s tipovima podataka.

2.1. Povijesni razvoj statističke obrade podataka

Statistika se po prvi put u baznom obliku, pojavljuje u kineskoj, egipadskoj i babilonskoj civilizaciji potom i u Rimskom Carstvu, a sastojala se od popisivanja poljoprivrednih doprinosa, materijalnoga bogatstva i stanovništva. U doba srednjeg vijeka, prikupljeni su podatci od važnosti za političke ciljeve te gospodarsko stanje društva.

Achenwall Gottfried, njemački statističar, povjesničar i pravni pisac (1719–1772) često se smatra ocem statistike. 1746. godine diplomirao je na Filozofiji u Leipzigu, a 1762. doktorirao Sveučilištem u Göttingenu. U Göttingenu je radio kao profesor na Filozofskome i Pravnome fakultatu (1748.–72.). Definiciju statistike definirao je kao "stanja država posebno i poredbeno". U njegovom djelu *Kratak pregled ustava europskih država* (1752.) opisao je stanje poljoprivrede europskih država, njihove ustave, trgovinu i proizvodnju i dao statističke podatke za njih.

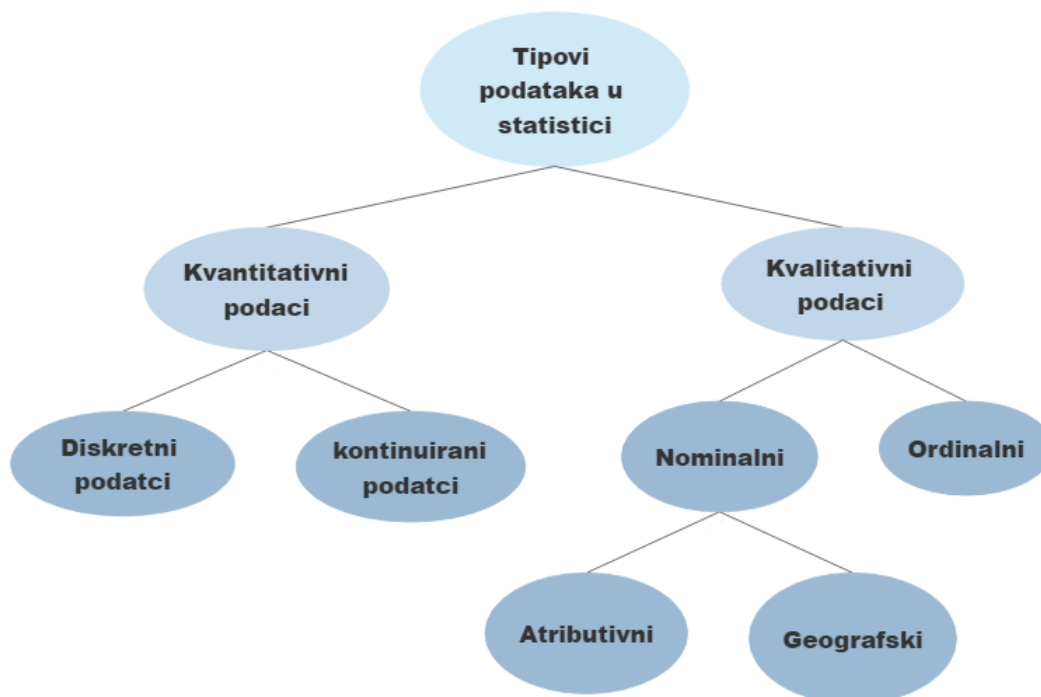


Slika 2.1. Gottfried Achenwall. Izvor: [11]

U 17. st. "sveučilišnu statistiku" utemeljili su njemački polihistor (osoba koja posjeduje općenito znanje u mnogim područjima znanosti) Hermann Conring (1606.–81.) i Gottfried Achenwall, ddefinirajući ju kao znanost o političkom uređenju i stanju države. William Petty i John Graunt su, tražeći vladajuće pravilnosti u prirodi i društvu temeljem stvarnih podataka, primjenjivali metodu koju nazivaju "političkom aritmetikom". Andrej Nikolajevič Kolmogorov, Francis Galton, Władysław Bortkiewicz, Pierre Simon de Laplace, Blaise Pascal, Carl Friedrich Gauss, Jerzy Neyman i Ronald Aylmer Fisher značajni su za razvoj grane matematike u statistici kao analitičku metodu. Uz englesku (zaslužna za razvoj teorije testiranja i procjenjivanja hipoteza), U 19. st., formirale su se Ruska i Njemačka škola statistike. [10]

2.2. Tipovi podataka u statistici

Podatke u općem smislu možemo smjestiti u dvije kategorije. Mogu biti kvalitativni ili kvantitativni podatci. U sljedećim pod-poglavljima detaljnije će se objasniti svaki od njih kako bi objasnili njihovu razliku. [25]



Slika 2.2. Umna mapa tipova podataka u statistici, izvor: izrada autora

2.3. Kvantitativni podatci

Kvantitativni podatci su u svojoj suštini brojevi. Primjerice: 1, 5, 43, ... Brojeve dalje možemo podijeliti u dvije kategorije, diskretne i kontinuirane. Ovaj podatak je bitan iz razloga što se diskretni i kontinuirani podatci u nekim slučajevima ne mogu međusobno izmjenjivati. Primjerice:

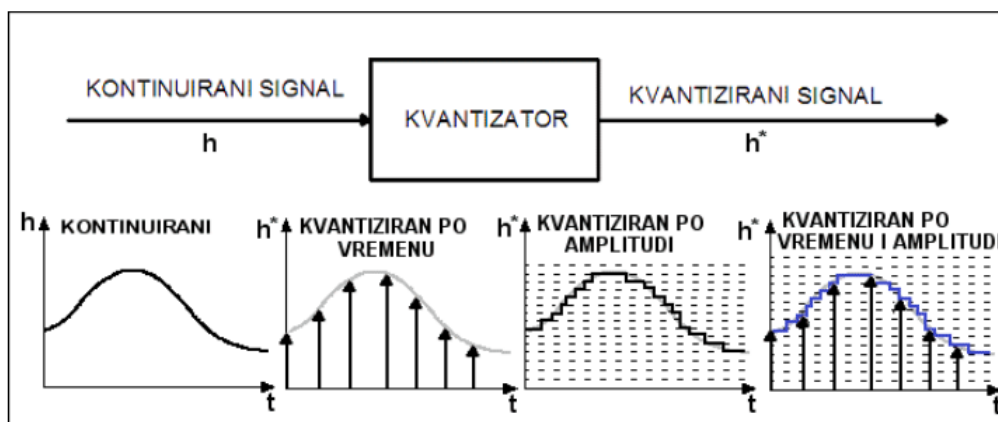
Ako postoji slučaj u kojem moramo nabrajati npr.

- 8 mačaka,
- 4 računala,

to su onda diskretni podatci. Diskretni su iz razloga što ne možemo imati 8.6 mačaka ili 14.3 računala. Dakle diskretne podatke koristimo za prebrojavanja ili numeriranje.

Kontinuirani podatci mogu poprimiti bilo koju vrijednost unutar nekog skupa. Postoji li slučaj u kojemu želimo izmjeriti nečiju visinu, taj podatak biti će kontinuiran iz razloga što visina može biti bilo koji broj: 169.5 cm, 175.3 cm. Ukoliko zaokružujemo na najbliži centimetar, u našem primjeru to bi bilo 170 cm, 175 cm, tada je taj podatak diskretan. [26]

Primjer kontinuiranog i diskretnog signala uočavamo i u elektrotehnici. U primjeru na slici ispod, kontinuirani signal opisan je kontinuiranim vrijednostima dok je kvantizirani signal opisan diskretnim vrijednostima.



Slika 2.3. Nekvantizirani i kvantizirani signal. Izvor: [8]

2.4. Kvalitativni podatci

Kvalitativni podaci su podaci u kojima se klasifikacija objekata temelji na atributima i svojstvima.

To su opisni podatci. Oni prikazuju bolji odgovor na pitanje "zašto" dok kvantitativni podatci odgovaraju na pitanje "koliko". Primjer kvalitativnih podataka bio bi:

- Studenti imaju plave, smeđe ili zelene oči.
- Psi imaju crnu, smeđu, svijetlu, tamnu dlaku.
- Kolači su slatki, kiseli, čokoladni, teški, laki.

Kvalitativno prikupljanje podataka metoda je kojom su opisani atributi, karakteristike, kvalitete, svojstva itd. To je jezični opis podataka, a ne u brojcima. Tom metodom se opisuju značajke, ne mjeri ih se. Npr. Omiljena boja = zelena. Ponekad se također nazivaju i kategorijskim podacima. Ona se bavi isključivo podacima koje je moguće promatrati kao što su; okus, miris, tekstura, a ne mjernim podacima. Fokus nije na povlačenju zaključaka. [27]

Kvalitativni podatci se također dijele na nominalne i ordinalne. Nominalni podatci su podatci kojima ne možemo odrediti prirodan poredak, naziv ime ili kategorija. Primjerice:

- spol
- boja

- ime grada
- vrsta životinje

Također, nominalni podatci dijele se još na atributivne i geografske. Atributivni (prikazuju svostvo statičke jedinice):

- nacionalnost
- vrsta djelatnosti
- spol

Geografski (vrijednost prostorno određuje jedinicu):

- mjesto boravka
- mjesto zaposlenja
- mjesto rođenja

Nad vrijednostima s nominalnim obilježjem, nije dopuštena nikakva računaska operacija.

Ordinalni podaci su podaci kojima možemo odrediti prirodan poredak. Ordinalni podatci bi bili brojevi ili nazivi koji izražavaju intenzitet ili redoslijed. Primjerice:

- školska sprema
- ocjena uspjeha na fakultetu
- ekonomska razvijenost

Kategorije ordinalnih varijabli često označujemo brojem. Nad ordinalnim podacima ne mogu se provoditi operacije računanja, ali se te vrijednosti mogu međusobno uspoređivati.

2.5. Uvod u obradu kvantitativnih podataka

Obrada podataka osnovni je dio svakog istraživanja. Nakon sakupljanja potrebnih podataka za određeno istraživanje, potrebno je te iste podatke obraditi na način kako bi se dobio konkretan odgovor ili rješenje koje proučavamo.

Postoje mnogi načini obrade podataka, no određene metode i varijable obrade nije moguće primjeniti na kvalitativne kao i kvantitativne podatke.

Osnovni pojmovi u deksriktivnoj analizi podataka:

- Postotci
- Indeksi
- Mjere centralne tendencije (Aritmetička sredina, Mod, Medijan)

Od osnovnih pojmova u statističkoj obradi podataka, kod kvalitativnih, zbog same njihove prirode, ne mogu se koristiti:

- Indeksi
- Mjere centralne tendencije (Aritmetička sredina, Medijan)

Indeksi

Oni nam prikazuju odnos osnovne veličine s vrijednošći 100 i ostalih veličina koje promatramo.

Indeks vremenskog niza relativan je broj kojim se pokazuje odnos stanja jedne ili skupine pojava u različitom razdoblju.

Individualni indeksi prate razvoj ili dinamiku neke pojave u vremenskom periodu.

Indeks je pokazatelj apsolutne vrijednosti koju promatramo. Tumači se u postotcima preko stope promjene.

Ukoliko je stopa promjene jednaka 100, znači da nema promjene, ako je veća od 100 znači da je došlo do povećanja, odnosno smanjenja ako je manja od 100. [28]

Individualni indeksi razvrstavaju se u:

- Indekse s promjenjivom bazom (Verižni indeksi)
- Indekse na stalnoj bazi (Bazni indeksi)

Verižni indeks:

Verižni indeks je relativan broj koji prikazuje promjenu stanja u nekom razdoblju.

Verižni indeks računa se na način da se članove vremenskog niza podijeli s vrijednošću iz prijašnjeg razdoblja te pomnoži brojem 100.

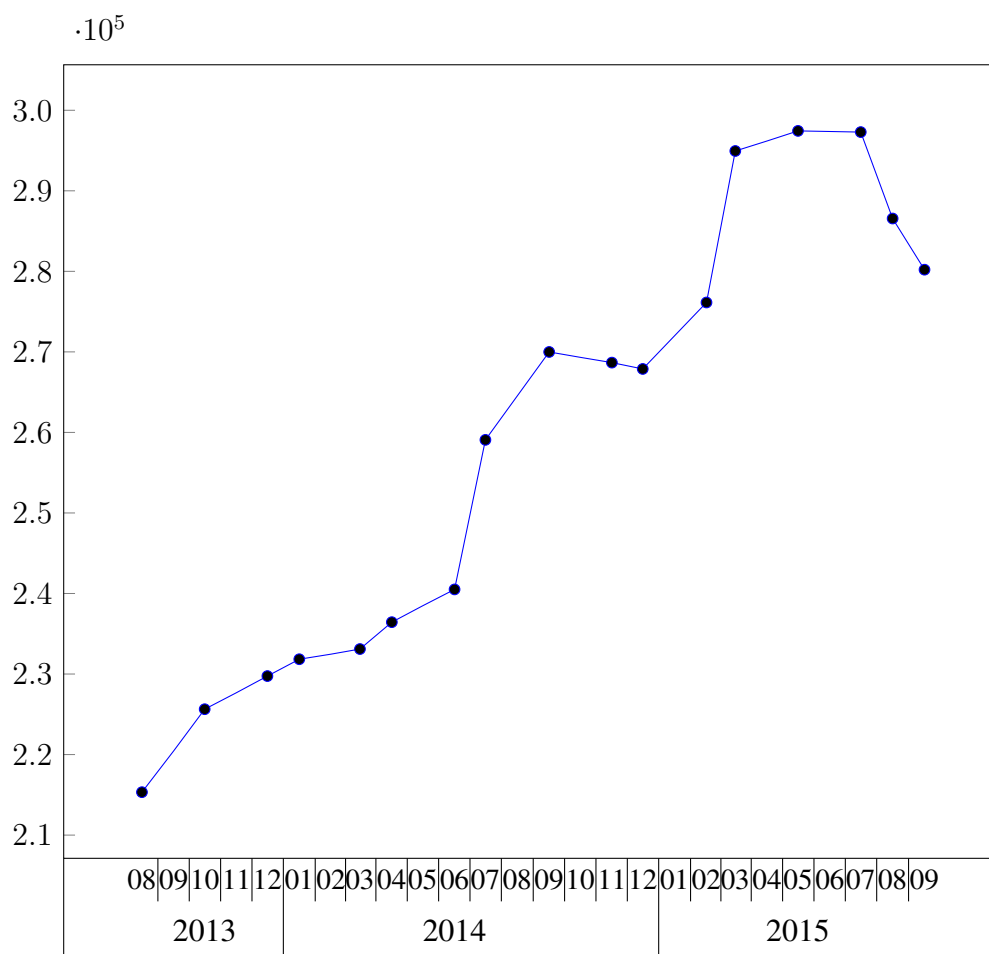
U primjeru prema slici, između šestog i sedmog mjeseca 2014. godine, izračun verižnog indeksa izgledao bi:

$$V_t = \frac{Y_t}{Y_{t-1}} \cdot 100 = \frac{2.6 \cdot 10^5}{2.4 \cdot 10^5} \cdot 100 = 108.33 \quad (2.1)$$

$$S_t = V_t - 100 = 108.33 - 100 = 8.33 \quad (2.2)$$

Gdje su:

- V_t - Verižni indeks
- t - Razdoblje
- Y_t - Apsolutna vrijednost
- S_t - Stopa promjene



Slika 2.4. Primjer vežiznih indeksa (ne predstavlja stvarne vrijednosti), izvor:[12]

Bazni indeks:

Bazni indeksi služe za mjerenje promjene razine vremenske pojave relativnog iznosa u odnosu na član niza jednoga odabranog razdoblja.

Bazni indeks dobiva se na način da se pojedinačni članovi vremenskog niza podjeli s onom veličinom koja je izabrana za baznu vrijednost i pomnoži sa brojem 100. [28]

Uzimajući kao primjer grafikon na stranici ranije (slika 3.1), izračun baznog indeksa izgledao bi:

$$I_t = \frac{Y_t}{Y_b} \cdot 100 = \frac{2.6 \cdot 10^5}{2.15 \cdot 10^5} \cdot 100 = 1.21 \quad (2.3)$$

$$S_t = I_t - 100 = 1.21 - 100 = -98.79 \quad (2.4)$$

Gdje su:

- I_t - Bazni indeks
- t - Razdoblje
- Y_t - Vrijednost vremenskog niza
- S_t - Stopa promjene

Mjere centralne tendencije

Mjera centralne tendencije u statistici je središnja ili tipična vrijednost distribucije vjerojatnosti. U kolokvijalnim nazivima, mjere centralne tendencije često nazivamo prosjekom.

Potpuni spisak svih mjera centralne tendencije bio bi [13]:

- Aritmetička sredina
- Mod
- Medijan
- Harmonična sredina
- Geometrijska sredina
- Ponderisana aritmetička sredina
- Skraćena sredina
- Interkvartilna sredina
- Midhinge
- Srednji tonovi
- Trimean
- Winsorized mean
- Geometrijska medijana

- Kvadratna sredina
- Jednostavna dubina
- Tukey median

Od svih mjera centralne tendencije najčešća su samo tri, koja će biti objašnjena:

- Aritmetička sredina
- Mod
- Medijan

Od njih samo jedan možemo koristiti za kvalitativne podatke a to je mod.

Aritmetička sredina:

Aritmetička sredina je srednja vrijednost određenog skupa podataka te pritom ne uzima u obzir frekvenciju niti ekstreme tog skupa. Upravo zbog nedostatka mogućnosti uvažavanja ekstrema promatranog skupa, aritmetička sredina ili "prosjek" nije pouzdan matematički model za veće skupove sa mnogo varijabli i mogućim ekstremima.

Aritmetička sredina μ nekog skupa $Y = (a_1, a_2, a_3, \dots)$ računa se na sljedeći način:

$$\mu = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} \quad (2.5)$$

Primjer aritmetičke sredine koristeći ocjene jednog razreda od deset učenika u školi:

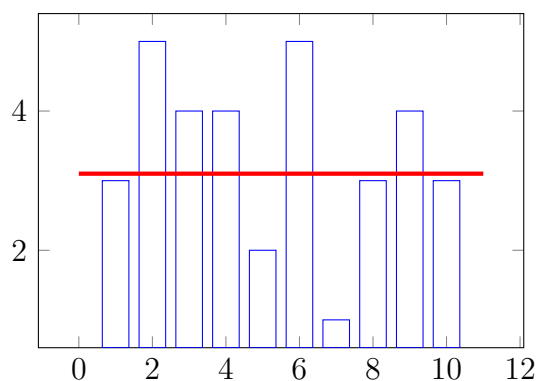
| | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|-------|----------|
| Marija | Marko | Marin | David | Antonela | Antonio | Dario | Darko | Goran | Miljenko |
| 3 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 |

Tablica 2.1. Prikaz aritmetičke sredine, izvor: izrada autora

Izračunom dolazimo do rješenja:

$$\mu = \frac{3 + 4 + 2 + 4 + 5 + 4 + 3 + 3 + 2 + 1}{10} = 3.1 \quad (2.6)$$

Aritmetičku sredinu grafički je moguće prikazati prema slici:



Slika 2.5. Grafički prikaz aritmetičke sredine, izvor: izrada autora

Medijan:

Medijan je vrijednost koja se nalazi u sredini skupa kojeg promatramo. To je pouzdaniji način izračunavanja prosjeka od aritmetičke sredine iz razloga što nam daje mogućnost anulacije velikih ekstrema. [29]

Primjerice:

| Država A | Država B |
|----------|----------|
| 2000 | 2500 |
| 3000 | 3420 |
| 5640 | 5660 |
| 4890 | 7950 |
| 5000 | 12560 |
| 9080 | 1000 |
| 1500 | 2860 |
| 3660 | 5780 |
| 6720 | 2280 |

Tablica 2.2. Prikaz plaća za dvije države, izvor: izrada autora

Promatranjem aritmetičke sredine države A i države B dolazimo do sljedećih izračuna:

Država A:

$$\mu_a = \frac{2000 + 3000 + 5640 + 4890 + 5000 + 9080 + 1500 + 3660 + 6720}{9} = 4610 \quad (2.7)$$

Država B:

$$\mu_b = \frac{2500 + 3420 + 5660 + 7950 + 12560 + 1000 + 2860 + 5780 + 2280}{9} = 4890 \quad (2.8)$$

Usporedbom rezultata, aritmetička sredina države B je veća od aritmetičke sredine države A. Navodeći se isključivo aritmetičkom sredinom, povlači se zaključak da su plaće države B u prosjeku veće od države A.

Postavlja se pitanje. Je li tome zaista tako? Izračunom medijana istih država u primjeru, поближе će se odgovoriti na to pitanje.

Kako bi se izračunao medijan, najprije je potrebno poredati podatke po veličini od najmanjeg prema najvećem. Za državu A u primjeru taj redosljed izgledao bi:

$$1500, 2000, 3000, 3660, 4890, 5000, 5640, 6720, 9080 \quad (2.9)$$

Nakon što su podatci poredani od najmanjeg prema najvećem, medijan se određuje na način da se uoči vrijednost koja se nalazi u sredini niza.

$$\underbrace{1500, 2000, 3000, 3660, 4890}_{\text{Medijan}}, \underbrace{5000, 5640, 6720, 9080} \quad (2.10)$$

Dakle, u primjeru države A, medijan iznosi 4890, što je više od njezine aritmetičke sredine koja iznosi 4610.

Istim postupkom dobija se medijan za državu B koji iznosi 3420.

Ponovnim promatranjem rezultata, uočava se da je u slučaju izračuna aritmetičke sredine država B povoljnija zbog većih plaća, no izračunom medijana vidljivo je da je to zapravo država A.

Razlog leži u ekstremu od 12560 kod države B koji veoma povećava prosjek, dok pri izračunu medijana to ne igra veliku ulogu.

U slučaju kada bi imali 10 vrijednosti, a ne 9 kao u primjeru, u sredini niza nalazile bi se dvije vrijednosti. Tu problematiku se jednostavno rješava izračunavanjem aritmetičke sredine tih dviju vrijednosti te uzimanjem njihove rezultante kao vrijednost medijana. Primjerice:

$$\underbrace{1500, 2000, 3000, 3660, 4890, 4990}_{\text{Medijan}}, \underbrace{5000, 5640, 6720, 9080} \quad (2.11)$$

Njihovom aritmetičkom sredinom u konačnici se dobija vrijednost medijan-a:

$$M = \frac{4890 + 4990}{2} = 4940 \quad (2.12)$$

3. Deskriptivna obrada kvalitativnih podataka

Deskriptivna obrada kvalitativnih podataka bila bi transformacija baznih podataka u oblike koji ih čine lakim za shvaćanje i interpretaciju, razmjještanje, odlaganje i manipulaciju pri čemu se obezbjeđuje dobivanje deskriptivnih informacija. [30]

U tržišnom istraživanju, obrada podataka pretežno se svodi na isključivu primjenu deskriptivne analize.

Istraživanja koja ne zadovoljavaju isključivo opisom postojećeg stanja obuhvaćaju deskriptivnu analizu kao prvu fazu i osnovu za primjenu suptilnijih metoda.

Najčešći pojmovi kod deskriptivne obrade kvalitativnih podataka su:

- Postotci
- Frekvencija
- Mod

3.1. Postotci

Osnovni cilj izračunavanja postotaka je da se jasnije prikažu:

- Relativan odnos dijelova jedne cjeline
- Relativan rast tj. pad neke vrijednosti u vremenu ili ostale relativne odnose veličina

Postotak je potrebno izračunavati uzevši kao osnovnu, onu varijablu za koju smatramo da je uzrok neke pojave.

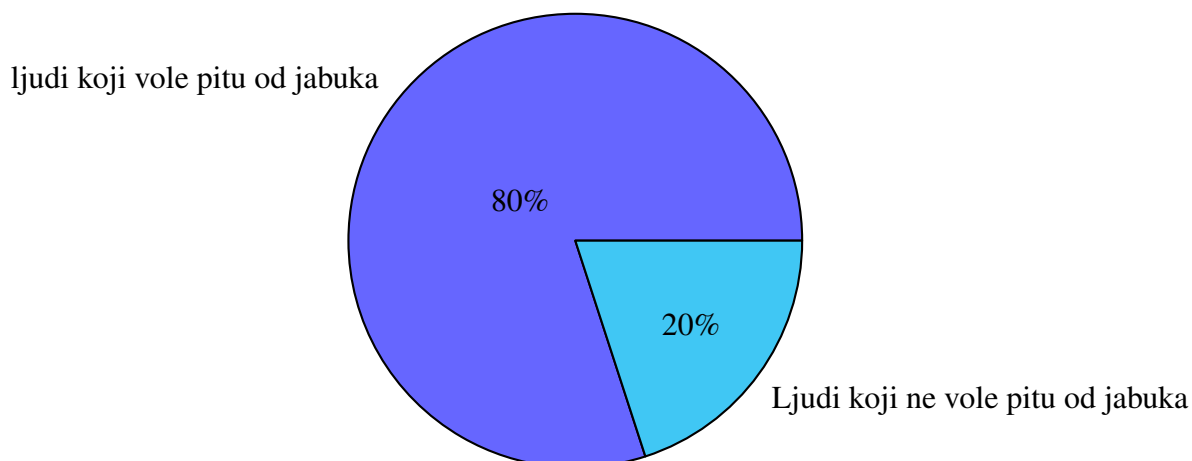
Postotke treba primjenjivati samo u slučajevima kada nam olakšavaju shvaćanje određenog podatka ili njegov odnos obzirom na ostale varijable.

Primjer izračunavanja postotaka:

Ukoliko 8 od 10 ljudi voli pitu od jabuka. Koliki je postotak ljudi koji ih voli?

$$x = \frac{8}{10} \cdot 100\% = 80\% \quad (3.1)$$

Postotke je najlakše prikazati na strukturnome krugu. Prema danom primjeru on bi izgledao:



Slika 3.1. Strukturni krug prema primjeru, izvor: izrada autora

3.2. Frekvencija

Frekvencija neke varijable unutar skupa može se definirati kao količina pojavljivanja te varijable unutar skupa.

Frekvenciju djelimo na apsolutnu i relativnu. Apsolutna frekvencija je broj istih varijabli unutar skupa, dok je relativna frekvencija omjer frekvencije i opsega cjelokupnog skupa. [15]

| Ispitanici | Učestalost dnevne konzumacije povrća |
|------------|--------------------------------------|
| 1 | 3 |
| 2 | 0 |
| 3 | 2 |
| 4 | 1 |
| 5 | 0 |
| 6 | 4 |
| 7 | 3 |
| 8 | 2 |
| 9 | 1 |
| 10 | 1 |

Tablica 3.1. Dnevna konzumacija povrća, izvor: izrada autora

Prema primjeru u tablici, 10 ispitanika je odgovorilo na pitanje "Koliko puta dnevno konzumirate povrće?". Pomoću dobivenih podataka moguće je odrediti frekvencije varijabli dobivenog skupa. U tablici ispod prikazane su frekvencija i apsolutna frekvencija konzumacije povrća.

| Učestalost dnevne konzumacije povrća | Apsolutna frekvencija | Relativna frekvencija (%) |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 0 | 2 | 20 |
| 1 | 3 | 30 |
| 2 | 2 | 20 |
| 3 | 2 | 20 |
| 4 | 1 | 10 |

Tablica 3.2. Izračun frekvencija varijabli u primjeru, izvor: izrada autora

Uobičajene oznake:

- f -> frekvencija
- n -> količina podataka varijable
- $\frac{f}{n}$ -> relativna frekvencija

3.3. Mod

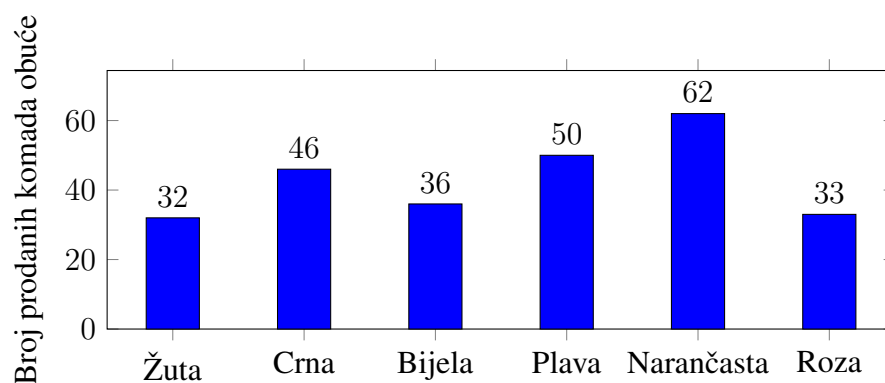
Dominantna vrijednost ili mod je vrijednost koja se najčešće pojavljuje u nekom promatranom skupu. Time rečeno, mod promatra frekvenciju neke vrijednosti te prikazuje najčešću unutar skupa. [29]

Primjerice:

| Boja cipela | Količina prodaje |
|-------------|------------------|
| Žuta | 32 |
| Crna | 46 |
| Bijela | 36 |
| Plava | 50 |
| Narančasta | 62 |
| Roza | 33 |

Tablica 3.3. Primer mod-a (Brojevi ne predstavljaju stvarne vrijednosti), izvor: izrada autora

Promatrajući ovaj skup podataka koji se sastoji od boja cipela i broja prodanih komada obučne imaginarnog trgovine, moguće je odrediti mod tog skupa. Prema primjeru, u ovome slučaju to bi bila narančasta boja cipela.



Slika 3.2. Primjer mod-a na stupičastom dijagramu, izvor: izrada autora

To je vrijednost koja se najčešće pojavljuje u ovome primjeru te je iz tog razloga mod promatranog skupa. Također je i najveći stupac prikazan na stupičastom dijagramu.

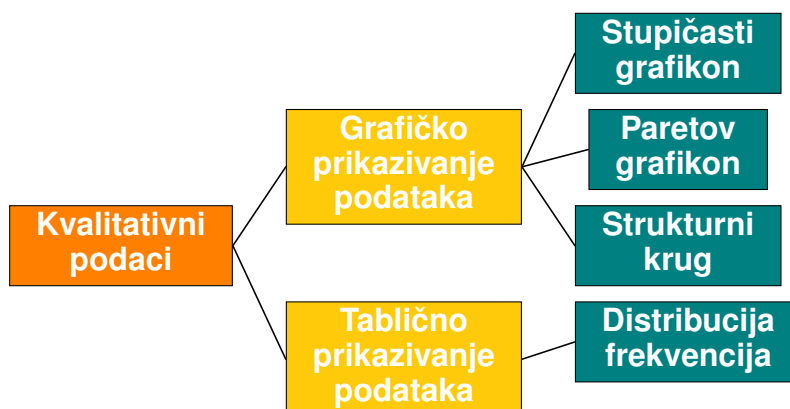
Ako se u skupu pojavljuju dva moda tj. imamo dvije najčešće frekvencije, tada kažemo da se radi o bimodalnome skupu.

Ako skup ima više od dva najčešća moda, onda se radi o multimodalnome skupu.

Također, skup ne mora imati mod. Postoji mogućnost da se svi podatci u skupu pojavljuju jednak broj puta, te u tome slučaju neće postojati mod ili najčešća vrijednost.

3.4. Grafički prikazi kvalitativnih podataka

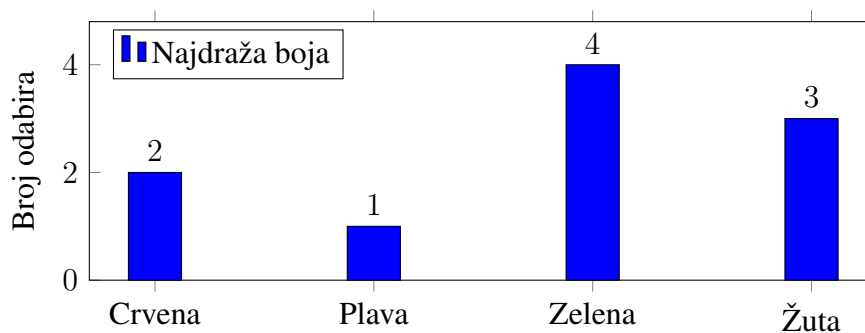
Kvalitativni podaci mogu se prikazati grafički i tablično te na slici ispod, umnom mapom prikazani su najčešći načini prikaza.



Slika 3.3. Podjela prikaza kvalitativnih podataka, izvor: izrada autora

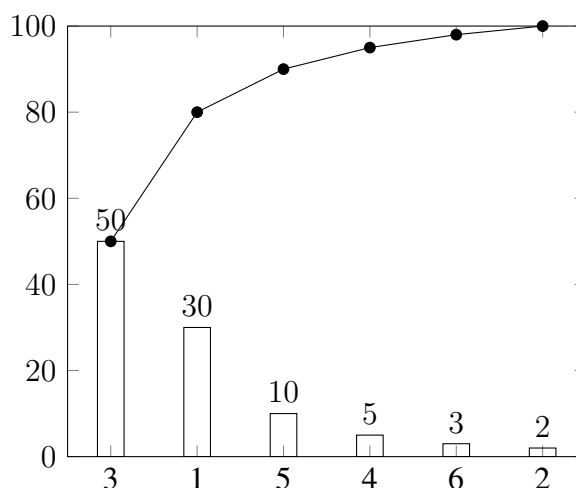
Primjeri Grafičkih prikaza kvalitativnih podataka:

Kao prvi primjer prikaza kvalitativnih podataka prikazan je stupičasti dijagram. Na dijagramu je prikazan uzorak od 10 ljudi koji su od četiri ponuđene boje odabrali svoju najdražu.



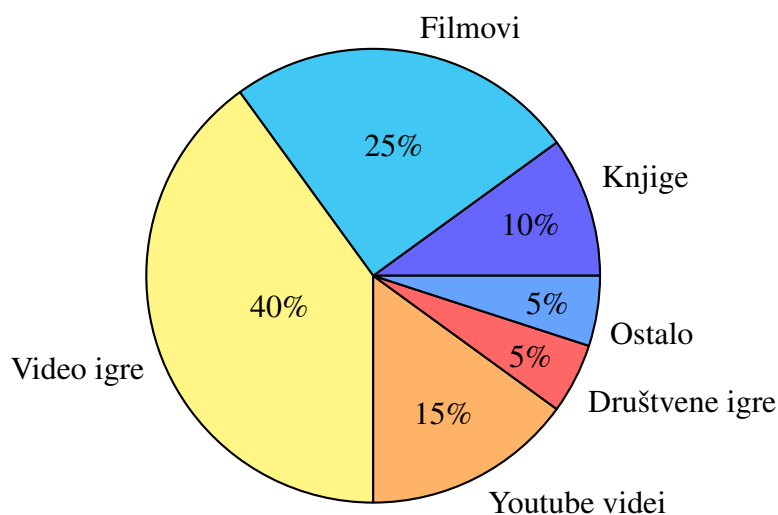
Slika 3.4. Primjer prikaza kvalitativnih podataka na stupičastom dijagramu, izvor: izrada autora

Pareto dijagram se zasniva na pravilu 20-80%. Taj princip tvrdi da 80% neke cjeline vuče porijeklo iz značajne manjine, a samo 20% iz trivijalne većine. Pareto dijagram prikazuje stupičaste dijagrame koji opadaju u frekvenciji s lijeva na desno. Time se prikazuje raspodjelu u nekoj cjelini koja se potom pomoću paretovog dijagrama analizira te određuje gdje je potrebno uložiti najveće napore za najbolja poboljšanja.[14]



Slika 3.5. Primjer paretovog dijagrama, izvor:[20]

Strukturni krug ili eng. "Pie chart", još je jedan jednostavan način prikaza kvalitativnih podataka. Količina podataka podjeljena je unutar kruga u ovisnosti o tome kolikom postotkom je zastupljena. U ovome slučaju prikazan je dijagram s kvalitativnim podatcima u kojemu je vidljiv postotak ljudi koji su odabrali najdraži način zabave od mogućih ponuđenih odgovora.



Slika 3.6. Primjer strukturnog kruga, izvor: izrada autora

| REDNI BROJ UČENIKA | VRIJEME IGRE (min) | SPOL | OCIJENA |
|--------------------|--------------------|------|------------|
| 1. | 47 | ž | dobar |
| 2. | 177 | m | dobar |
| 3. | 124 | ž | vrlo dobar |
| 4. | 135 | m | dobar |
| 5. | 69 | m | vrlo dobar |
| 6. | 88 | m | nedovoljan |
| 7. | 0 | m | dobar |
| 8. | 69 | m | dobar |
| 9. | 120 | ž | izvrstan |

Tablica 3.4. Primjer tabličnog prikaza podataka, izvor: izrada autora

U primjeru prema tablici, varijable se dijele na sljedeći način:

- Vrijeme igre - numerička varijabla
- Spol - kvalitativna nominalna varijabla
- Ocjena - kvalitativna ordinalna varijabla

4. Analiza povezanosti kvalitativnih podataka

Analiza povezanosti kvalitativnih podataka sastoji se od proučavanja dobivenih informacija iz primjerice ankete ili nekog drugog oblika istraživanja te analizom tih podataka na način da se otkriju moguće poveznice među njima. [31]

Proučavaju se poveznice iz razloga da se otkriju mogući međusobni utjecaji različitih varijabli.

Povezanost između varijabli otkriva se mnogim metodama poput:

- Kramerova V mjera asocijacije
- Kendallov koeficijent korelacije ranga
- Spearmanov koeficijent korelacije
- Logistička regresija
- Regresijska analiza
- Korelacijska analiza

Takav način analize može pridonjeti pronalasku, na oko, ne uočljivih poveznica između različitih utjecaja.

4.1. Kramerova V mjera

Kramerova V mjera asocijacije je broj od 0 do 1 koji prikazuje koliko su jako dvije varijable povezane.

Ukoliko želimo znati jesu li uopće dvije varijable povezane, prvi korak je odrediti Hi-kvadrat test. Provođenjem Hi-kvadrat testa, dobija se p-vrijednost koja nam prikazuje povezanost između dvije varijable. P-vrijednost blizu nuli govori da su varijable vrlo vjerojatno povezane, no to ne znači da su snažno povezane. Jako mala razina povezanosti u velikom uzorku također daje P-vrijednost jednaku nuli. [16]

Kramerova V mjera izračunava se formulom:

$$\phi_c = \sqrt{\frac{\chi^2}{N \cdot (k - 1)}} \quad (4.1)$$

Gdje su:

- χ^2 - Vrijednost Hi-kvadrat testa
- ϕ_c - Kramerov V koeficijent
- N - Broj varijabli u testu
- k - Broj kategorija varijable koja ih ima manje

Primjer:

| | 5Km | 10Km | 20Km | 50Km | 100Km | o_i |
|----------------------|-----|------|------|------|-------|-------|
| Ne zadovoljan | 2 | 1 | 0 | 4 | 7 | 14 |
| Relativno zadovoljan | 1 | 3 | 5 | 6 | 3 | 18 |
| Neutralan | 3 | 1 | 4 | 1 | 7 | 16 |
| Zadovoljan | 10 | 10 | 6 | 9 | 3 | 38 |
| Vrlo Zadovoljan | 4 | 5 | 5 | 0 | 0 | 14 |
| o_j | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 100 |

Tablica 4.1. Promatrane frekvencije, izvor: izrada autora

U tablici iznad nalaze se promatrane frekvencije vezane uz dvije varijable. Udaljenost od centra grada i zadovoljstvo mjestom življenja. Kao primjer cilj bi bio istražiti postoji li povezanost zadovoljstva mjestom življenja i udaljenosti od centra grada. Iz svake kategorije udaljenosti od grada ispitano je po 20 ljudi i dobivena tablica. Podatci ne predstavljaju stvarne ljude te su izmisljeni u svrhu primjera.

Kako bi izračunali kramerov V koeficijent, najprije izračunavamo Hi-kvadrat test.

Formula za Hi-kvadrat test je:

$$\chi^2 = \sum \frac{(o_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \quad (4.2)$$

Gdje su:

- e_{ij} - Očekivane frekvencije
- o_{ij} - Promatrane frekvencije

Promatrane frekvencije bile bi frekvencije tj. podatci koje vidimo u tablici. Očekivane frekvencije računamo prema formuli:

$$e_{ij} = \frac{o_i \cdot o_j}{N} \quad (4.3)$$

Gdje su:

- oi - Zbroj podataka svakog stupca
- oj - Zbroj podataka svakog reda
- N - Ukupan broj ispitanika
- eij - Očekivana frekvencija

Izračunavanjem očekivanih frekvencija za svaku ćeliju prema primjeru:

$$eij = \frac{14 \cdot 20}{100} = 2.8 \quad (4.4)$$

Dobiva se sljedeća tablica očekivanih frekvencija:

| | 5Km | 10Km | 20Km | 50Km | 100Km |
|----------------------|-----|------|------|------|-------|
| Ne zadovoljan | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| Relativno zadovoljan | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 |
| Neutralan | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| Zadovoljan | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 |
| Vrlo Zadovoljan | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |

Tablica 4.2. Očekivane frekvencije, izvor: izrada autora

Konačno, koristeći formulu za Hi-kvadrat test od ranije, računa se:

$$\chi^2 = \frac{(2 - 2.8)^2}{2.8} + \frac{(1 - 3.6)^2}{3.6} + \dots + \frac{(4 - 2.8)^2}{2.8} = 16.955 \quad (4.5)$$

Kako bi saznali postoji li povezanost između naših varijabli, moramo izračunati p-vrijednost. Nju ćemo dobiti pomoću online računalnog programa [17] i varijable Df.

Varijablu Df računamo:

$$df = (i - 1) \cdot (j - 1) \quad (4.6)$$

gdje su:

- i - Broj redova u tablici
- j - Broj stupaca u tablici

Za tablicu koju smo proučavali dobije se $df = 16$ i kao konačno rješenje dobije se p-vrijednost $= 0.388515$. Ako je vrijednost p-vrijednosti ispod 0.05, tada postoji značajna statistička povezanost, no u ovome slučaju p-vrijednost je daleko iznad 0.05 što znači da ne postoji povezanost između varijabli. Neovisno o rezultatu p-vrijednosti, moguće je radi primjera izračunati Kramerov V koeficijent.

Za Kramerov koeficijent fali nam još jedna vrijednost. " k " u formuli za kramerov koeficijent definiramo kao broj kategorija varijable koja ih ima manje. Mi imamo dvije varijable. Prva je udaljenost od centra, a druga je zadovoljstvo sa mjestom života. Pošto u obje varijable imamo 5 kategorija, to znači da će i " k " biti jednak 5.

Kada je izračunat Hi-kvadrat i " k ", potrebno ih je uvrstiti, kao i sve ostale varijable, u formulu za kramerov V koeficijent te konačno dobiti jačinu povezanosti između naše dvije varijable.

$$\phi_c = \sqrt{\frac{16.955}{100 \cdot (5 - 1)}} = 0.206 \quad (4.7)$$

Kao što je rečeno ranije, Kramerov V koeficijent je broj koji ide od 0 do 1 i ukazuje na jačinu povezanosti dviju varijabla. Već je konstatirano da ne postoji povezanost pomoću Hi-testa, no ukoliko bi bilo suprotno sada bi se znalo koliko je jaka ta povezanost. Koeficijent jednak 1 značio bi 100% povezanost, također 0 bi značilo da ne postoji povezanost. Koeficijent od 0.206 znači da postoji umjerena povezanost između količine udaljenosti od centra grada, i zadovoljstva mjestom življenja.

4.2. Korelacijska analiza

Korelacijska analiza ispituje povezanost između dvije varijable. To je najčešći način opisivanja povezanosti dviju varijabli. Najčešće metode korelacijske analize su:

- Pearsonov koeficijent
- Spearmanov koeficijent

Jedan od najjednostavnijih načina izračuna korelacijske analize je unutar excel programskog paketa. Excelov programski paket koristi Pearsonov koeficijent kao metodu za izračunavanje korelacijske analize.

Korelacijske analize generalno daju brojčanu vrijednost od "-1" do "1". Vrijednost korelacijskog koeficijenta "-1" značio bi apsolutno suprotnu povezanost. Suprotno tome, vrijednost "1" značila bi potpunu povezanost, a vrijednost 0 označava ne postojanje povezanosti dviju varijabla.

Koristeći dostupne elektro energetske podatke iz 2018. godine o sljedećim državama [18] [19]:

- Hrvatska
- Njemačka
- Mađarska
- Slovenija
- Francuska
- Ujedinjeno Kraljevstvo
- Irska
- Belgija
- Slovačka
- Grčka
- Italija
- Austrija
- Nizozemska
- Poljska
- Švedska
- Španjolska

Te njihovim uređivanjem, dobijamo sljedeću tablicu:

| DRŽAVE | EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA PO STANOVNIKU | PROIZVODNJA OBNOVLJIVE ELEKTRIČNE ENERGIJE (GW/h) | KOLIČINA PROIZVEDENE NUKLEARNE ELEKTRICNE ENERGIJE(GW/h) | UKUPNO ISPUŠTANJE CO_2 U ATMOSFERU (Mega tona CO_2) | UKUPNA POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE (Tw/h) |
|------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| NJEMAČKA | 10.7 | 180056 | 76005 | 696.1 | 567.8 |
| HRVATSKA | 6 | 1937 | 0 | 15.3 | 17.2 |
| MAĐARSKA | 6.6 | 1461 | 15733 | 45.6 | 43 |
| SLOVENIJA | 8.5 | 5154 | 5776 | 13.6 | 15 |
| FRANCUSKA | 6.9 | 109888 | 412942 | 303.5 | 480.4 |
| UK | 7.5 | 77758 | 65064 | 352.4 | 325.9 |
| IRSKA | 13.2 | 9589 | 0 | 35.3 | 28.9 |
| BELGIJA | 10.8 | 12696 | 28597 | 91.2 | 88.6 |
| SLOVAČKA | 8 | 4470 | 14843 | 31.6 | 29.4 |
| GRČKA | 9 | 15851 | 0 | 61.6 | 54.3 |
| ITALIJA | 7.3 | 96978 | 0 | 317.1 | 315.6 |
| AUSTRIJA | 9.2 | 48684 | 0 | 61.5 | 74.1 |
| NIZOZEMSKA | 11.6 | 10636 | 3515 | 150.9 | 117.1 |
| POLJSKA | 11 | 15486 | 0 | 305.8 | 166.8 |
| ŠVEDSKA | 5.4 | 79280 | 68549 | 34.5 | 135.6 |
| ŠPANJOLSKA | 7.5 | 100433 | 55766 | 248.9 | 260.1 |

Tablica 4.3. Podatci po državama iz 2018. godine, izvor: izrada autora

Kako bi izveli korelacijsku analizu pomoću programskog paketa, potrebno je odrediti zavisnu i nezavisne varijable. Odabrana zavisna varijabla bit će "ukupno ispuštanje ugljikovog dioksida u atmosferu", a sve ostale varijable odabiremo kao nezavisne. Važno je naglasiti kako pri korelacijskoj analizi, moguće je imati samo jednu zavisnu i beskonačno mnogo nezavisnih.

Funkcijom "CORREL" programskog paketa, jednostavno se odabire stupac tablice s nezavisnim i zavisnim podacima. Nakon toga, program izračunava stupanj korelacije i dobijamo sljedeće rezultate:

| Korelacija između UKUPNOG ISPUŠTANJA CO_2 U ATMOSFERU i: | | |
|------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA PO STANOVNIKU | 0.151937582 | nezatna povezanost |
| PROIZVODNJE OBNOVLJIVE ELEKTRIČNE ENERGIJE | 0.828201655 | vrlo veika povezanost |
| KOLIČINA PROIZVEDENE NUKLEARNE ELEKTRICNE ENRGIJE | 0.325785652 | slaba povezanost |
| UKUPNA POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE | 0.921055808 | vrlo velika povezanost |

Tablica 4.4. Rezultati korelacijske analize, izvor: izrada autora

Kada je vrijednost korelacije veća od 0, tada je koeficijent korelacije pozitivan. Kada je vrijednost korelacije manja od nule, tada je koeficijent korelacije negativan. Kada se koeficijenti korelacije nalaze u intervalima od $0.7 \leq |\rho| \leq 1$, povezanost varijabli je vrlo visoka. U području od $0.4 \leq |\rho| \leq 0.7$ povezane su značajno, od $0.2 \leq |\rho| \leq 0.4$ postoji tek slaba povezanost i u intervalima od $0 \leq |\rho| \leq 0.2$ je neznazna povezanost varijabli

Odabrana je varijabla „ukupno ispuštanje ugljikovog dioksida u atmosferu“ zavisna varijabla te varijable: „emisija stakleničkih plinova po stanovniku, proizvodnja obnovljive električne energije, količina proizvedene nuklearne električne energije i ukupna potrošnja električne energije“ kao nezavisne varijable.

S lijeve strane unutar tablice 4.4 nalaze se imena varijabli, a s desne strane pripadajuće matematičke korelacije sa zavisnom varijablom.

Niti jedna korelacija nema negativni predznak, što znači da bi se smanjivanjem bilo koje od nezavisnih varijabli smanjilo i ukupno ispuštanje ugljikovog dioksida u atmosferu. Pomoću korelacijske analize, povlači se analiza rezultata:

U primjeru varijable „emisija stakleničkih plinova po stanovniku“ vidljivo je da korelacija s ispuštanjem ugljikovog dioksida u atmosferu jedne države veoma mala. Taj podatak ukazuje na to da je za ugljični otisak promatranih država bitniji utjecaj industrije, nego građanstva.

Korelacija između ispuštanja ugljikovog dioksida i proizvodnje obnovljive električne energije pozitivna je i pritom vrlo jaka.

To znači da s povećanjem obnovljivih izvora energije ispuštamo više ugljikovog dioksida u atmosferu nego nuklearnom energijom. Razlog tome je što je za proizvodnju solarnih panela, vjetrenjača i ostalih sredstava za obnovljive izvore energije potrebno puno energije. Velika količina energije je potrebna zbog nedovoljne razvijenosti industrije. Obnovljivi izvori energije će postati

učinkoviti u trenutku kada se potrebe proizvodnje elemenata obnovljivih izvora energije budu u potpunosti ili većinom mogle pokriti isključivo iz obnovljivih izvora energije.

Količina proizvedene nuklearne energije ima slabu povezanost s ispuštanjem stakleničkih plinova u atmosferu. Razlog leži u načinu proizvodnje električne energije pomoću nuklearnih elektrana. Cijepanjem atoma Uranija U-235, ispušta se ogromna količina energije koja potom grije vodu, pretvara ju u paru koju koristi za pokretanje turbine. U cijelom tom procesu ne postoje staklenički plinovi kao nusproizvod.

Posljednja varijabla "Ukupna potrošnja električne energije" ima vrlo veliku pozitivnu vezu. To je očekivano iz razloga što sva proizvedena električna energija, ukoliko nije iz obnovljivih izvora energije, povećava ugljični otisak pojedine države.

Ovakav matematički model daje konkretan uvid u to kako određene varijable međusobno interferiraju. Iz korelacijske statistike moguće je lako zaključiti što će se desiti sa zavisnom varijablom ukoliko promijenimo nezavisnu i obrnuto. Nažalost, ova metoda nije uvijek u potpunosti točna te je treba uzeti kao referencu, a ne čvrste dokaze, dok se provode drugi, pouzdaniji eksperimenti i modeli.

4.3. Regresijska analiza

Regresijska analiza koristi se za proučavanje naizgled raspršenih podataka koji ovise o nekoj varijabli X.

Regresijsku analizu također je moguće provesti unutar programskog paketa.

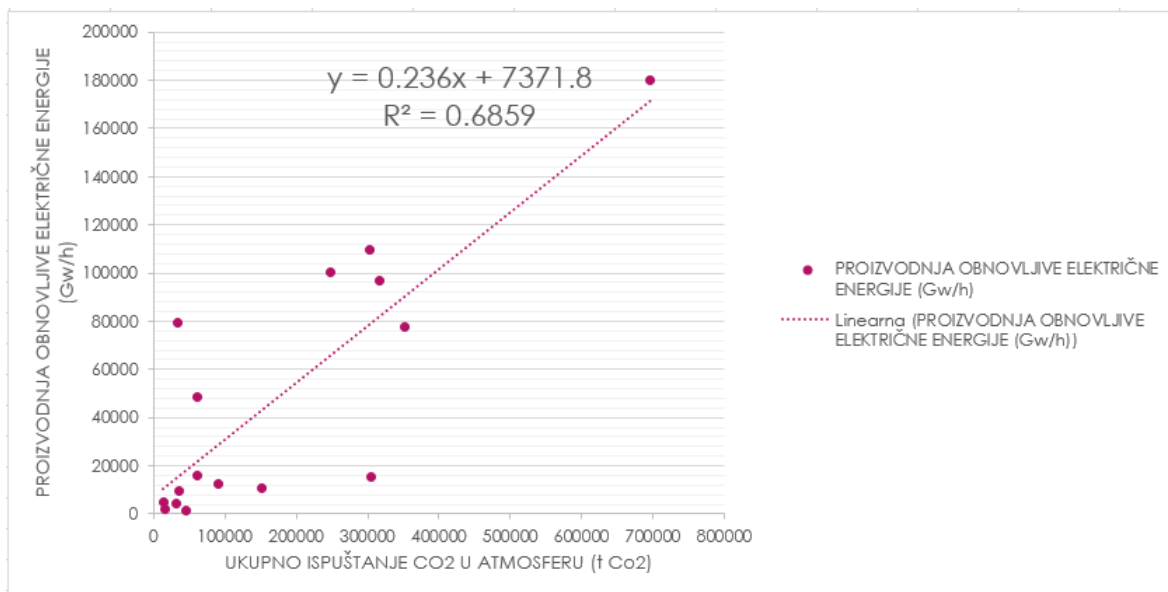
Linearnom regresijskom analizom moguće je prikazati trendnu liniju kojom se ustvrđuje ima li neka varijabla rastući, padajući ili neutralni trend. Pomoću takvih informacija moguće je predvidjeti kretanje varijabli u budućnosti.

Koristeći se tablicom podataka 4.4 iz odlomka o korelacijskoj analizi i programskim paketom provesti će se regresijska analiza.

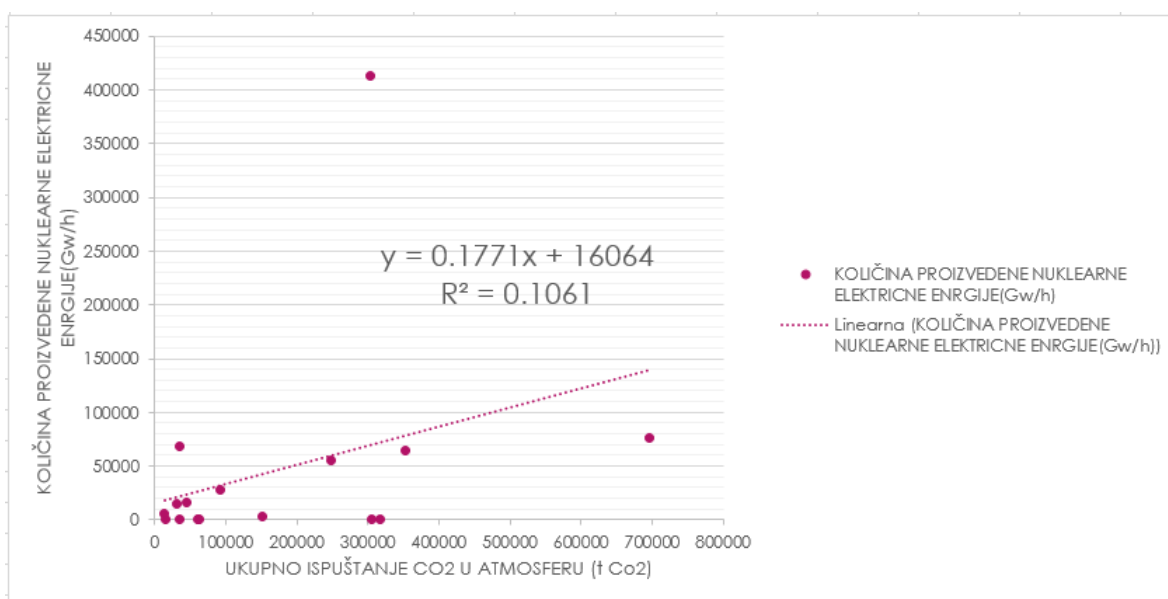
Zasebni utjecaj varijabli

Za primjer multivarijatne linearne regresije odabrano je "Ukupno ispuštanje ugljikovog dioksida u atmosferu" kao zavisna varijabla, te zbog jednostavnosti samo dvije nezavisne. "Količina proizvedene obnovljive električne energije" i "količina proizvedene nuklearne električne energije".

Korištenjem navedenih podataka kao varijable u regresijskoj analizi programskog paketa, dobivaju se sljedeći grafički prikazi:



Slika 4.1. Grafikon regresijske analize proizvedene obnovljive električne energije i ispuštanja CO_2 , izvor: izrada autora



Slika 4.2. Grafikon regresijske analize proizvedene nuklearne električne energije i ispuštanja CO_2 , izvor: izrada autora

Na grafikonima je vidljiva trendna linija i podatci prikazani kao točke. Na ordinati se nalazi "količina proizvedene nuklearne energije", a na apcisi "ukupno ispuštanje stakleničkih plinova u atmosferu". Obije trendne linije imaju pozitivan nagib što znači da rastu, no promatrajući R^2 uočava se da grafikon "proizvedene nuklearne energije ima vrijednost" od $R^2 = 0.1061$, a grafikon "proizvedene obnovljive električne energije" vrijednost od $R^2 = 0.6859$.

To znači da je moguće sa 10-postotnom sigurnošću opisati ponašanje zavisne varijable ("ukupno ispuštanje CO_2 u atmosferu") obzirom na nezavisnu varijablu "proizvedena nuklearna energija" i

sa 68-postotnom sigurnošću varijablom "proizvedena obnovljiva električna energija". Može se također reći da je objašnjeno 68 posto varijance zavisne varijable.

Ovo su regresije izvedene grafički i zasebno za obje varijable te će se u nastavku preciznije pogledati istodobni utjecaj obje nezavisne varijable na zavisnu varijablu.

Istodobni utjecaj varijabli

Proučavanjem istodobnog utjecaja nezavisnih varijabli na zavisne regresijskom analizom pomoću programskog paketa dobiju se sljedeći podatci u tablicama:

| | |
|----------------|-------------|
| R Square | 0.69428013 |
| Significance F | 0.000451444 |

Tablica 4.5. Dobiveni podatci regresijske analize programskog paketa, izvor: izrada autora

| | Coefficients | P-value |
|--------------------------------------------|--------------|----------|
| Proizvodnja obnovljive električne energije | 0.003087157 | 0.000243 |
| Proizvodnja nuklearne električne energije | -0.000192887 | 0.561212 |

Tablica 4.6. Dobiveni podatci regresijske analize programskog paketa, izvor: izrada autora

Ovo je tek nekolicina podataka koje je moguće dobiti regresijskom analizom, no za potrebe trenutne analize dovoljni su podatci iz tablica 4.5 i 4.6.

Prema podacima u tablici 4.5 vidljivi su podatci koji su dobiveni i grafičkim putem. U ovome slučaju, R square ima vrijednost od $R^2 = 0.694$. Taj podatak ukazuje na to da je varijanca zavisne varijable opisana sa 69 postotnom sigurnošću, odnosno sa 69 postotnom sigurnošću je opisano ponašanje zavisne varijable u odnosu sa nezavisnima.

Isto tako u tablici 4.5 vidjiva je vrijednost "significance F" koja, da bi model imao smisla, mora biti manja od 0.05. U ovome slučaju, vrijednost zaista je manja od 0.05 te konstatiramo da model ima matematičkog smisla.

U tablici 4.6 prisutna su četiri podatka. Proizvodnja obnovljive električne energije, proizvodnja nuklearne električne energije, "coefficients" i "P-Value".

Vrijednost "coefficients" u tablici pokazuje ovisnost dvije nezavisne varijable o zavisnoj varijabli. To znači, kada bis povećali proizvodnju obnovljive električne energije za jednu jedinicu, (u ovome slučaju za 1 GW/h), ukupno ispuštanje ugljikovog dioksida u atmosferu povećalo bi se za 0.003Megatona. Analogno tome, koeficijent za proizvodnju nuklearne električne energije ima negativan predznak. To ukazuje na činjenicu da ukoliko povećamo proizvodnju nuklearne električne energije za 1 GW/h, ukupno ispuštanje ugljikovog dioksida u atmosferu smanjiti će se za 0.00019Megatona.

Ove brojke nisu značajne na malome uzorku, no kada se uzme u obzir količinu ukupne proizvodnje električne energije taj bi se podatak znatno povećao.

Nadalje, posljednja vrijednost koja se nalazi u tablici 4.6 jest "P-value". Ova vrijednost pokazuje ima li utjecaj varijable statističkog smisla. Da bi varijabla imala smisla ili bila značajna, vrijednost "P-value" mora biti manja od 0.05. U slučaju proizvodnje obnovljive električne energije vrijednost "P-value" je manja od 0.05 te je ovu varijablu moguće definirati kao značajnu i smislenu. Promatranjem proizvodnje nuklearne električne energije, vrijednost "P-value" je veća od 0.05 te ova varijabla u regresiji nema statistički značajan utjecaj. To znači da se nebi smanjila ukupna količina ugljikovog dioksida u atmosferi ako bi se smanjila proizvodnja nuklearne električne energije jer utjecaj nije značajan.

Ovi zaključci imaju smisla jer se poklapaju sa zaključcima vezanima uz korelaciju koji se nalaze u poglavlju 4.2..

5. Empirijsko istraživanje

Istraživanje se provodi u svrhu ispitivanja povezanosti okularnih problema sa količinom izloženosti elektroničkim zaslonima. Cilj istraživanja je ustvrditi postoji li matematička povezanost tih dviju varijabli te pomažu li trenune metode pri smanjenju okularnog naprezanja prilikom korištenja modernih zaslona.

Kako bi razumjeli empirijsko istraživanje i njegovu svrhu, potrebno je u početku razumijeti osnovni princip rada elektroničkih zaslona.

5.1. Uvodno o vizualnim elektroničkim zaslonima

Postoji mnogo izvedba elektroničkih zaslona.

Neki od njih su: "LCD (Liquid crystal display),LED (Light Emitting Diode) OLED (Organic light-emitting diodes), AMOLED (active-matrix organic light-emitting diodes), QLED (quantum dot LED), VFD (vacuum fluorescent display), ELD (Electroluminescent Displays) i mnogi drugi."

Svim vrstama zaslona zajednički je jedan cilj, a to je prikaz informacija krajnjem korisniku. To se može postići na jedan od dva načina. Refleksijom svjetlosti okoliša od zaslona te prema korisniku ili emisijom svjetlosti izravno iz zaslona.

Velika većina zaslona koje koristimo u modernome životu odabire opciju emisije svjetlosti izravno iz zaslona. Razlog leži u tome što tada uređaj ne ovisi o vanjskom svjetlosnom podražaju te ga je moguće koristiti i u potpunom nedostatku istog.

Dakako, to ne uvjetuje nedostatak postojanja zaslona koji koriste refleksiju vanjskog svjetlosnog podražaja. Primjerice: Kalkulatori, čitači knjiga (eng. e-book reader). Prednosti ovakvih uređaja naspram uređaja s izravnom emisijom svjetlosti su mnogo niže cijene i smanjeni umor očiju tokom korištenja (zbog toga se koriste u elektroničkim čitačima knjiga) [3].

Jedan od najvećih otkrića koja su vodila prema izumu vizualnog zaslona je katodna cijev (preteča tranzistoru). Nju je izumio Njemački fizičar i nobelovac, Karl Ferdinand Braun. Također je izumio prvi zaslon baziran na katodnoj cijevi 1897.godine. [4]

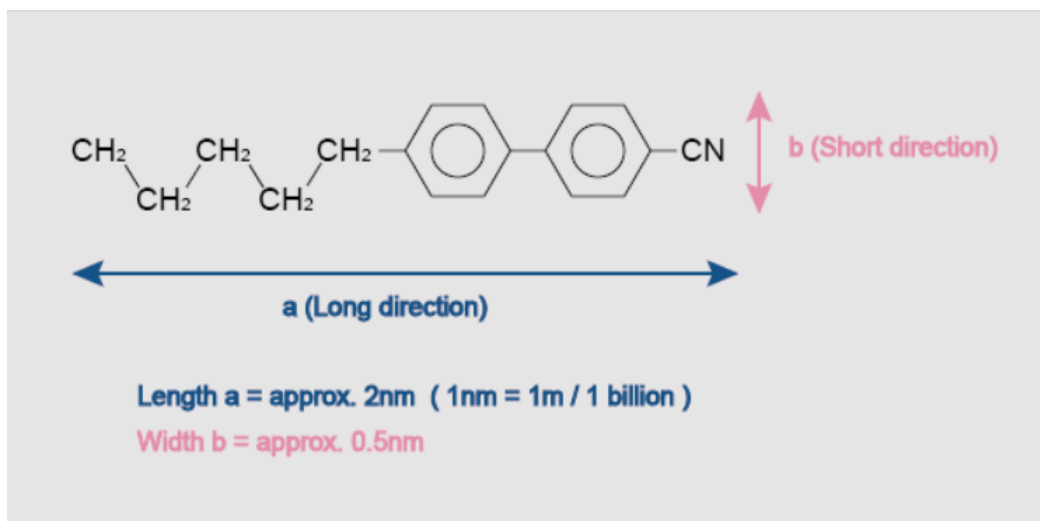


Slika 5.1. Izumitelj prvog računalnog monitora i osvajač nobelove nagrade u fizici, Karl Ferdinand Braun, izvor: [4]

5.2. Principi rada elektroničkih zaslona

LCD (liquid crystal display)

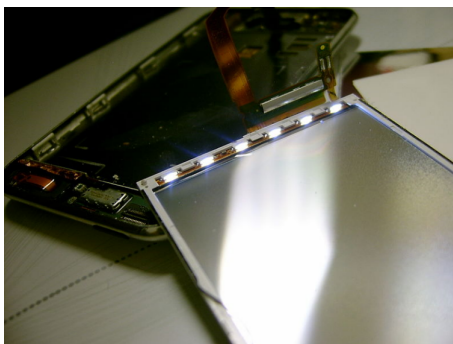
LCD zaslone baziraju se na tehnologiji tekućih kristala. Tekuće kristale otkrio je 1888. godine austrijski botaničar Friedrich Richard Reinitzer. Taljenjem cholesteryl benzoat-a dobila se tvar koja se hlađenjem bistrija te nakraju kristalizirala. 1968. godine pronađen je materijal koji je imao tu sposobnost i na sobnoj temperaturi te se danas koristi molekula "4-pentyl-4'-Cyanobiphenyl" na kojoj se zasnivaju moderni LCD zaslone.[5]



Slika 5.2. Struktura molekule "4-pentyl-4'-Cyanobiphenyl" kao primjer tekućeg kristala. Izvor: [6]

Svaka točka (engl. piksel) LCD zaslona sastoji se od sloja molekula tekućeg kristala poredanih između dvije prozirne elektrode i dva filtera-polarizatora čije su osi polarizacije okomite jedna na drugu. [24]

U pozadini "piksel-a" na zaslonu nalazi se svjetlosni izvor (eng. Backlight) (bijela svjetlost) koju pikseli polariziraju tj. mijenjaju njezin intenzitet pomoću protoka struje.



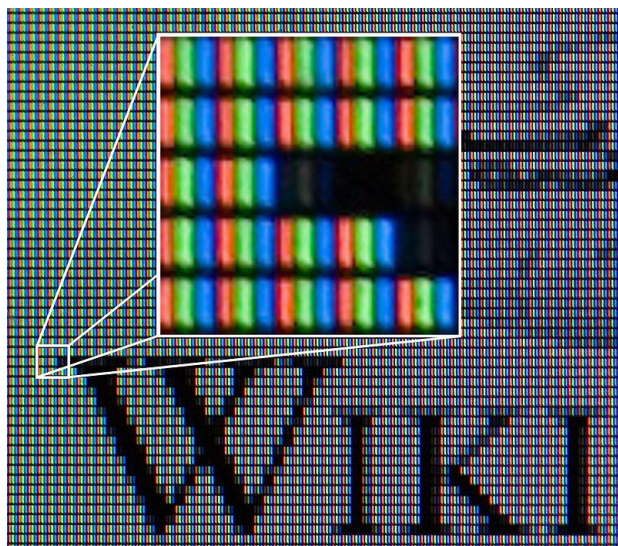
Slika 5.3. Pozadinsko osvjetljenje na LCD zaslonu uređaja Apple iPod Touch, izvor:[23]

Ovako opisani LCD zaslon bio bi crno-bijeli. Kako bi dobili boju na zaslonu, svaki "piksel" se sastoji od 3 točke koje reguliraju jačinu svjetlosti već prije polarizirane crvene, zelene i plave svjetlosti dobivene iz bijele svjetlosti u poleđini zaslona.

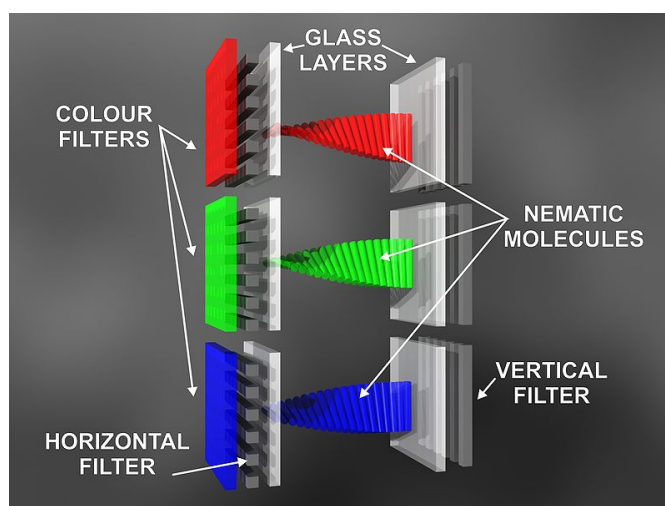
Kombinacijom tih triju boja dobiva se potpuni spektar kojima je moguće prikazati slike na zaslonu u boji. Zbog toga se kvaliteta zaslona, između ostalih parametara poput rezolucije i jačine osvjetljenja, ocjenjuje i točnošću RGB (eng. red, green, blue) vrijednosti.

Oled zasloni

Oled (eng. Organic light emitting diode) zasloni trenutno su tehnološki najnapredniji zasloni koji postoje. Koriste se u sve više elektroničkih uređaja od pametnih telefona do tv-uređaja pa čak



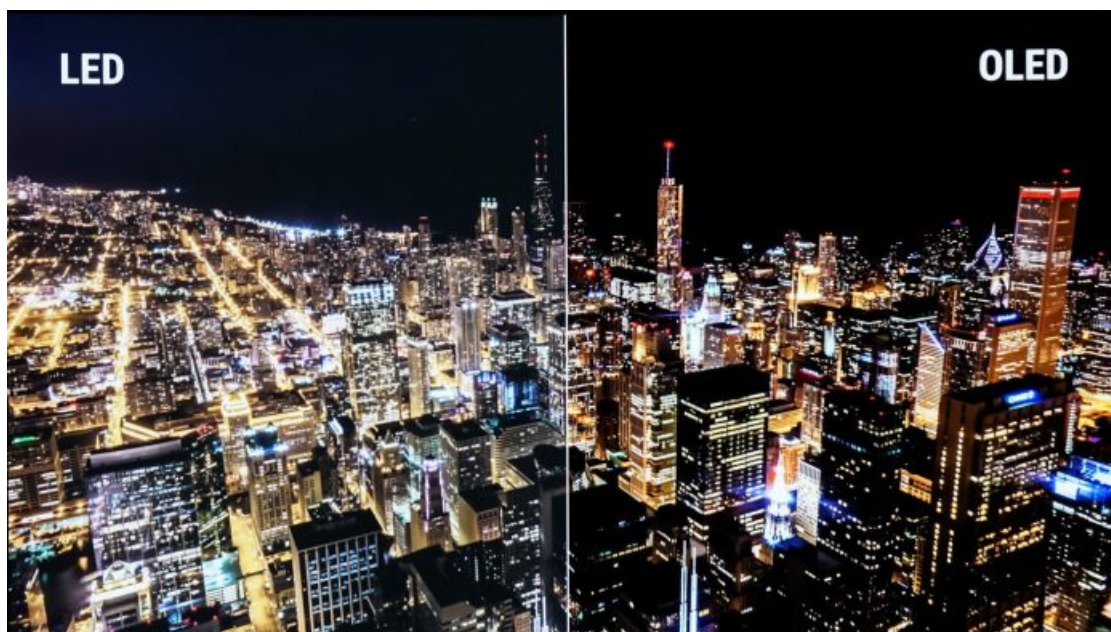
Slika 5.4. Prikaz wikipedijinog logotipa na LCD zaslonu, izvor: [7]



Slika 5.5. Grafički prikaz rada LCD zaslona, izvor: [7]

i automobila. [32]

Njihov osnovni princip rada se ne razlikuje od prije objašnjene LCD zaslona. Slika na zaslonu se i dalje proizvodi pomoću RGB piksela i njihovom kombinacijom stvara se slika. Osnovna razlika između ova 2 zaslona je u pozadinskom osvjetljenju. Dok LCD zaslone moraju konstantno držati pozadinsko osvjetljenje tokom cijelog vremena korištenja, OLED zaslone imaju mogućnost paliti i gasiti piksel po piksel. Ovaj način projiciranja slike je mnogo energetski učinkovitiji, i daje mogućnost čistih boja na zaslonu. [32]



Slika 5.6. Razlika u jasnoći tamnih boja kod LCD i OLED zaslona, izvor:[21]

Naravno, izgradnja zasebnog izvora svjetlosti za pojedini piksel nije jednostavna. LCD zasloni koriste LED diode kao pozadinsko osvjetljenje koje koriste za projekciju slike na zaslon. OLED zasloni koriste molekulu Alq_3 za emisiju svjetlosti. Korištenjem Alq_3 mjesto LED dioda, moguće je za svaki piksel napraviti svoj izvor svjetlosti, te ga efektivno paliti i gasiti na zahtjev.

Filtar plavog svjetla

Filtar plavog svjetla funkcionira na način da smanji intenzitet svih plavih filtera u pikselima na elektroničkom zaslonu. Na taj način se smanjuje udio plave svjetlosti koja dolazi u doticaj sa ljudima.

To je važno iz razloga što plavo svjetlo ima kraću valnu duljinu od primjerice crvene ili zelene. Kraća valna duljina znači da sadrži više energije i bliže je štetnome UV spektru zračenja.

Izlaganje pre velikoj količini plavog svjetla prije spavanja može narušiti prirodnu proizvodnju melatonina koji utječe na ciklus buđenja i spavanja. To vrlo lako može dovesti do problema sa spavanjem. Također, zbog veće količine energije do li ostatka vidljivog spektra (osim ljubičaste boje) povećava očni napor te pretjerano svakodnevno izlaganje može dovesti do problema poput zamućenog vida i glavobolje.

5.3. Istraživanje upitnikom

Istraživanje je provedeno korištenjem upitnika koji je prosljeđen ispitanicima različitih dobnih skupina, kako bi se izbjegle neujednačenosti u odgovorima i pri tome narušili smisao istraživanja pogrešno donesenim zaključcima.

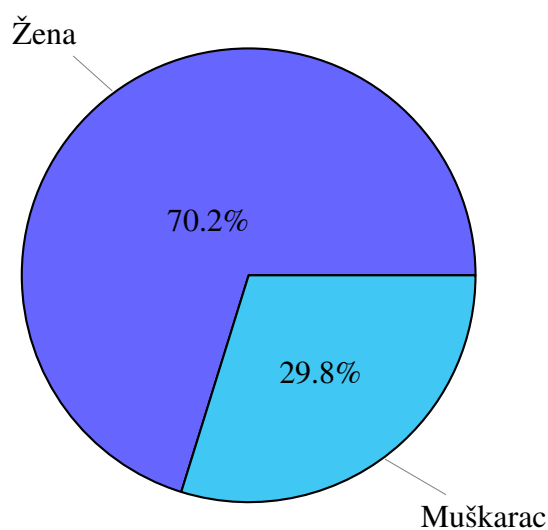
Upitnik se sastoji od 9 kratkih pitanja pri čemu su odgovori kvalitativna vrsta podataka:

- Pitanje 1: Spol?
Odgovori: Muškarac/Žena
- Pitanje 2: Dob?
Odgovori: 0-15 godina/16-25 godina/26-35 godina/36-45 godina/Više od 45 godina
- Pitanje 3: Redovito koristim filtraciju plavog svjetla tokom korištenja elektroničkih zaslona u tamnijem okruženju?
Odgovori: Da/Ne/Povremeno/Ne znam što je filtracija plavog svjetla.
- Pitanje 4: Nosim dioptrijske naočale?
Odgovori: Da/Ne
- Pitanje 5: Ukoliko nosim, dioptrija mi je?
Odgovori: + (pozitivna)/- (negativna)/Ne nosim naočale
- Pitanje 6: Dioptrija mi je dijagnosticirana u dobi od?
Odgovori: 0-15 godina/16-25 godina/26-35 godina/36-45 godina/više od 45 godina/Nemam dijagnosticiranu dioptriju
- Pitanje 7: Smatram da je moja dioptrija (ili nedostatak iste) direktna posljedica produljenog (ili smanjenog) izlaganja elektroničkim zaslonima?
Odgovori: Da/Ne
- Pitanje 8: Žrtvovao bih kvalitetu elektroničkog zaslona radi očuvanja kvalitete svojeg vida?
Odgovori: Da/Ne
- Pitanje 9: Imam drugih okularnih problema osim dioptrije (npr. visoki očni tlak, okularna migrena itd.)?
Odgovori: Da/ne

Iz razloga što su odgovori kvalitativne naravi, sve metode korištene za opservaciju i zaključke moraju biti namjenjene radu sa kvalitativnim podatcima.

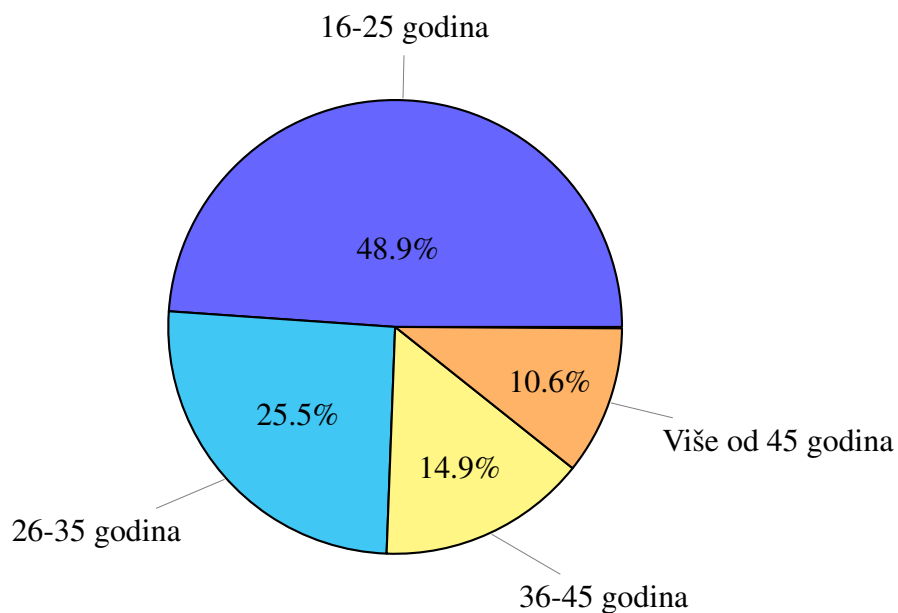
Upitnik je ispunilo 47 ispitanika te su prikupljeni odgovori na pitanja izraženi u postocima sljedeći:

Pitanje 1, Spol?:



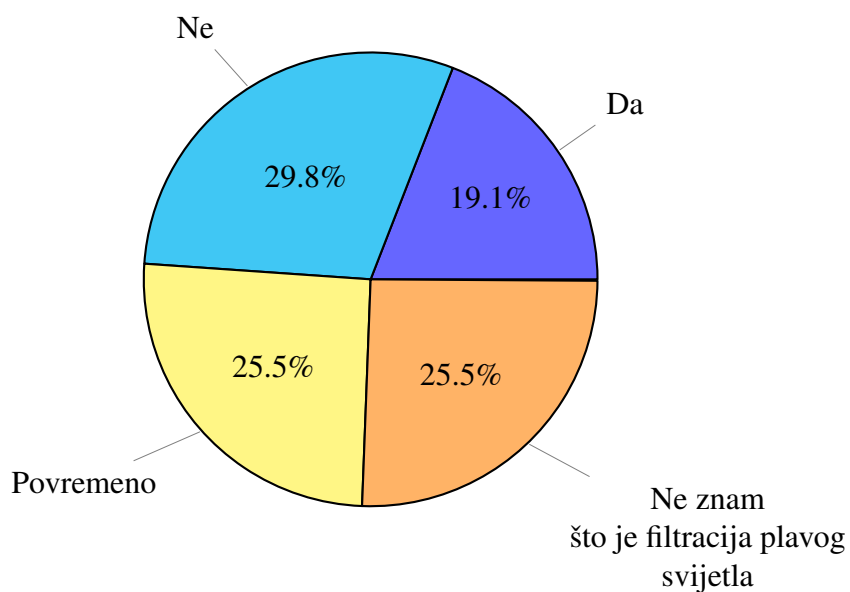
Slika 5.7. Odgovori na 1. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 2, Dob?:



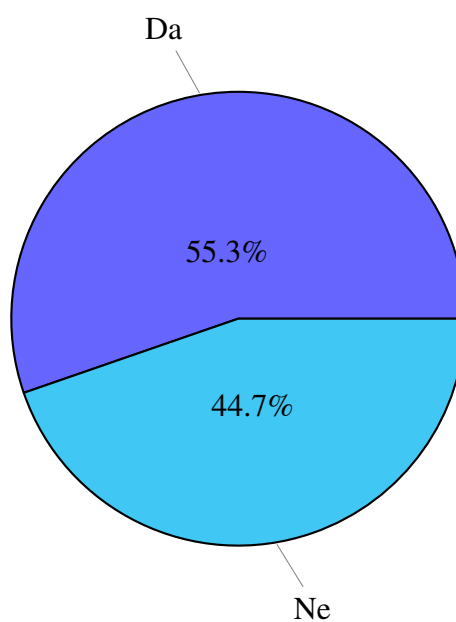
Slika 5.8. Odgovori na 2. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 3, Redovito koristim filtraciju plavog svijetla tokom korištenja elektroničkih zaslona u tamnijem okruženju?:



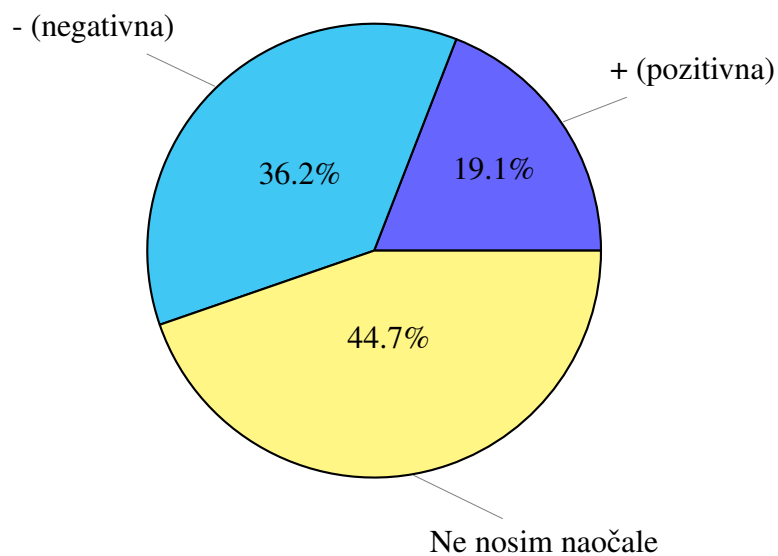
Slika 5.9. Odgovori na 3. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 4, Nosim dioptrijske naočale?:



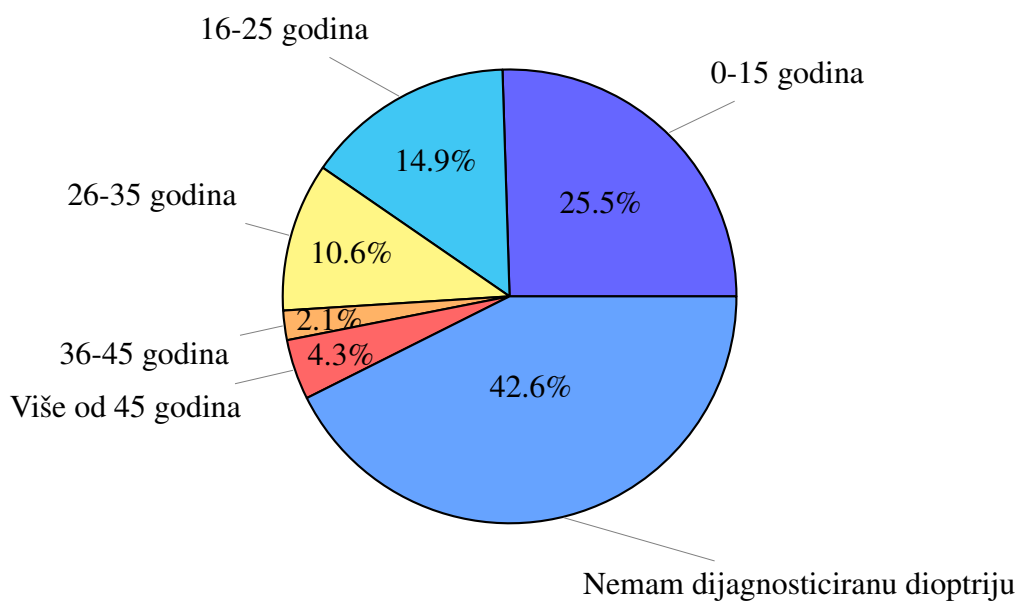
Slika 5.10. Odgovori na 4. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 5, Ukoliko nosim, dioptrija mi je?:



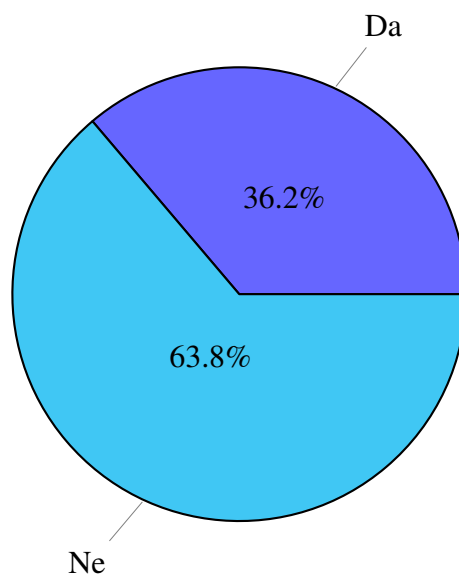
Slika 5.11. Odgovori na 5. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 6, Dioptrija mi je dijagnosticirana u dobi od?:



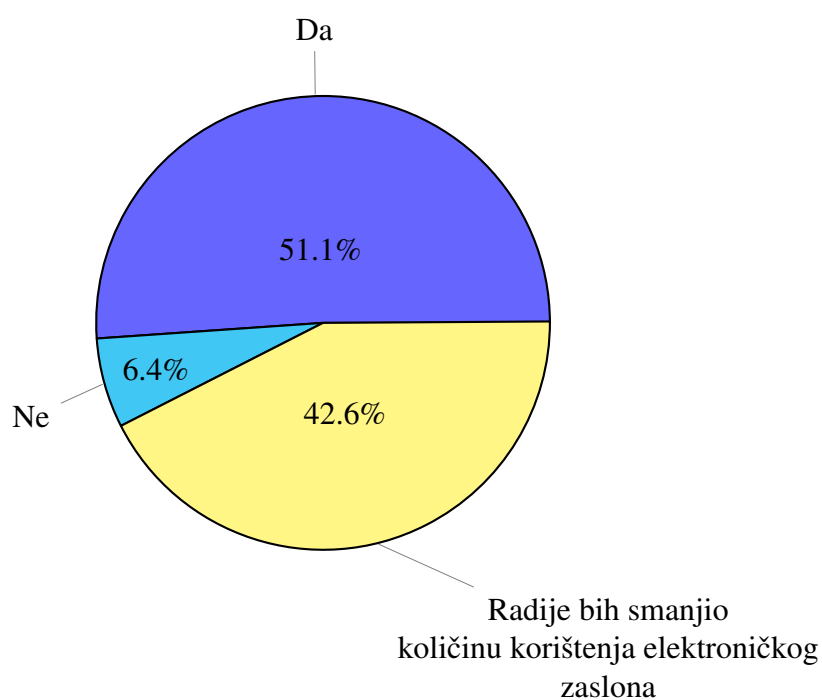
Slika 5.12. Odgovori na 6. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 7, Smatram da je moja dioptrija (ili nedostatak iste) direktna posljedica produljenog (ili smanjenog) izlaganja elektroničkim zaslonima?:



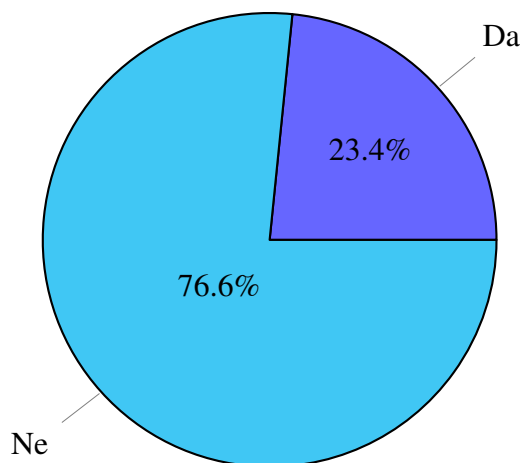
Slika 5.13. Odgovori na 7. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 8, Žrtvovao bih kvalitetu elektroničkog zaslona radi očuvanja kvalitete svojeg vida?:



Slika 5.14. Odgovori na 8. pitanje, izvor: izrada autora

Pitanje 9, Imam drugih okularnih problema osim dioptrije (npr. visoki očni tlak, okularna migrena itd.)?:



Slika 5.15. Odgovori na 9. pitanje, izvor: izrada autora

5.4. Analiza upitnika Kramerovim koeficijentom

Da bi se provela analiza dobivenih podataka, prvotno je potrebno odrediti koje varijable će se uspoređivati te potom izraziti te podatke tablično.

Nakon izvlačenja potrebnih podataka, i njihove obrade dobivaju se dvije tablice A1 A2 koje se nalaze u dodatku A.

Kako bi bilo moguće obraditi podatke Kramerovom mjerom i Hi-testom, odgovore kvalitativne naravi (da, ne, ne znam, povremeno itd.) potrebno je kategorizirati tako da se svakoj vrsti odgovora dodjeli svoj broj. u ovome slučaju to je izvedeno na sljedeći način: "da"-1, "ne"-2, "ne znam"-3, "povremeno"-4, itd. Takva kategorizacija podataka vidljiva je u tablici A2 među dodatcima.

Ovako prikazani podatci daju mogućnost jednostavnog izračuna Kramerovog koeficijenta pomoću programskog paketa.

Usporedbom odgovora na pitanje broj tri (Redovito koristim filtraciju plavog svjetla tokom korištenja elektroničkih zaslona u tamnijem okruženju?) te odgovora na pitanje broj četiri (Nosim dioptrijske naočale?) izračunati će se njihova statistička povezanost. Taj podatak dati će informaciju o tome dali na našem uzorku ispitanika pomaže filtracija plavog svjetla pri korištenju elektroničkih zaslona.

Kako bi se odredio Kramerov koeficijent, najprije je potrebno odrediti Hi-kvadrat test, za koji programski paket daje sljedeće podatke:

| nosim_naočale | filtracija_plavog_svijeta | | | | |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 3 | 7 | 8 | 8 | 26 (55.3%) |
| 2 | 6 | 7 | 4 | 4 | 21 (44.7%) |
| | 9 (19.1%) | 14 (29.8%) | 12 (25.5%) | 12 (25.5%) | 47 |

Tablica 5.1. Tablica podataka za izračun Hi-testa, izvor: izrada autora.

Ovakav prikaz podataka je identičan tabličnome prikazu u poglavlju 4.1. o Kramerovoj V mjeri. U tablici 5.1 pod stupcem "nosim_naočale" brojevi 1 i 2 predstavljaju prema prijašnjoj kategorizaciji podataka odgovore 1-"da" i 2-"ne". Analogno, u retku ispod varijable "filtracija_plavog_svijeta" brojevi predstavljaju: 1-"da", 2-"ne", 3-"povremeno", 4-"ne znam što je filtracija plavog svijetla".

Pomoću programskog paketa, iz tablice 5.1 dobivaju se sljedeći rezultati:

| | |
|---------------------------|------------|
| Chi-squared | 3.171 |
| DF | 3 |
| Significance level | P = 0.3661 |

Tablica 5.2. Izračun Hi-kvadrat testa, izvor: izrada autora.

U tablici 5.2 vidljivi su podatci za "Hi-kvadrat", "DF" (eng. degrees of freedom) i P-vrijednost. Ove tri vrijednosti su potrebne za izračun Kramerovog koeficijenta. Razlog zbog čega nije prikazan Kramerov koeficijent je zbog toga što se P-vrijednost nalazi u području iznad 0.1. To znači da varijable nemaju povezanost tj. nisu statistički značajne. Kada bi P-vrijednost bila ispod 0.1 smatrali bi ju statistički slabo značajnom, a ukoliko bi se nalazila u području manjem od 0.05 bila bi statistički značajna.

U ovome slučaju nema smisla računati Kramerov koeficijent koji nam pokazuje koliko je snažna povezanost varijabli, iz razloga što su varijable statistički neznačajno povezane.

Ovi rezultati dovode do zaključka kako korištenje filtracije plavog svijetla na redovnoj bazi nema utjecaja na razvitak dioptrijske dijagnoze.

Prva mogućnost zašto je mala povezanost varijabli je zbog jako malog uzorka ispitanika te postoji mogućnost da bi taj podatak varirao kada bi postojao veći uzorak ispitanika koji bi utjecali na rezultate Hi-kvadrat testa. Druga i vjerojatnija mogućnost, je da postoje ostali vanjski faktori koji utječu na to dali će ispitanik nositi dioptrijske naočale u životu ili ne, primjerice: genetika, životni uvjeti, opće zdravlje itd. Kako bi se sa sigurnošću reklo koja od opcija je točna, potrebno bi bilo provesti ovu analizu na mnogo većem uzorku ispitanika. Unatoč tome, trenutni rezultati ukazuju na to da se korištenjem filtracije plavog svijetla u tamnijem okruženju ne smanjuje šansa

za oštećenjem vida prilikom korištenja elektroničkih zaslona.

Na isti način, provesti će se i analiza trećeg (Redovito koristim filtraciju plavog svjetla tokom korištenja elektroničkih zaslona u tamnijem okruženju?) i devetog (Imam drugih okularnih problema osim dioptrije) pitanja.

Provođenjem izračuna dolazi se do sljedećih rješenja:

| | |
|---------------------------|------------|
| Chi-squared | 0.072 |
| DF | 3 |
| Significance level | P = 0.9950 |

Tablica 5.3. Drugi izračun Hi-kvadrat testa, izvor: izrada autora.

Korištenjem ovih varijabli za Hi-kvadrat test, dolazi se do praktično istog rješenja. Takav zaključak ima savršenog smisla iz razloga što je u prijašnjem primjeru dokazano kako filtracija plavog svjetla i razvoj dioptrije nisu povezani. Analogno, filtracija plavog svjetla i mogućnost razvoja ostalih okularnih problema također su ne povezani.

Nadalje, usporedbom pitanja broj dva (Dob?) i pitanja broj četiri (Redovito koristim filtraciju plavog svjetla tokom korištenja elektroničkih zaslona u tamnijem okruženju?) odrediti će se ima li dobna skupina utjecaja na količinu korištenja filtra plavog svjetla.

Izvođenjem proračuna, dobivamo sljedeće podatke:

| | |
|--------------------------------|------------|
| Chi-squared | 15.181 |
| DF | 9 |
| Significance level | P = 0.0861 |
| Contingency coefficient | 0.494 |

Tablica 5.4. Treći izračun Hi-kvadrat testa, izvor: izrada autora.

Usporedbom ovih varijabli, vidljivo je da se P-vrijednost nalazi u području manjem od 0.1 i većem od 0.5. Taj podatak govori da su ove vrijednosti statistički slabo značajne, no suprotno prva dva slučaja, postoji povezanost.

Obzirom da postoji povezanost, u ovome slučaju ima smisla izračunati Kramerov koeficijent kako bi se odredila jačina povezanosti dviju varijabli. U tablici 5.4 nalazi se dodatna vrijednost "Contingency coefficient" koja predstavlja Kramerov koeficijent. Vrijednost Kramerovog koeficijenta je 0.494. Obzirom da je Kramerov koeficijent vrijednost koja ide do maksimalno 1, ovakav rezultat smatra se značajno jakim povezanošću. Zaključno, dobna granica i količina korištenja filtra plavog svjetla imaju popriličnu statističku poveznicu.

Korištenjem rezultata dobivenih Hi-kvadrat testovima i Kramerovim koeficijentom, povlače se zaključci na temelju ovog mikro istraživanja.

Koristeći isključivo navedene metode i upitnik može se zaključiti kako filtri plavog svjetla na modernim uređajima ne utječu na moguće okularne probleme. Kako bi se sa sigurnošću ustanovilo imaju li filtri plavog svjetla stvarnog utjecaja potrebno je povećati bazu ispitanika i ponoviti istraživanje sa navedenim metodama. Ovako sastavljen model ima prostora za modularnost tj. nadogradnju i povećanje uzoraka te može biti konkretna baza ili referenca pri izradi makro istraživanja.

Hipoteza da filtri plavog svjetla ne pomažu pri smanjenju rizika od okularnih problema, medicinski nije točna. Konsenzus je da pre veliko izlaganje plavoj svjetlosti stvarno šteti očnome organu kao što je objašnjeno u poglavlju 5.1. kod "filtra plavog svijetla". To ne mora značiti da je hipoteza u potpunosti pogrešna. Moguće je da je odabarn loš uzorak za analizu na kojoj će se primjeniti istraživanje te je potrebno još dokaza i ispitanika kako bi se definitivno dokazala ili opovrgnula hipoteza.

6. Zaključak

U ovome radu cilj je bio demonstrirati metode statičke analize kvalitativnih podataka što je realizirano na nekoliko načina pomoću činjenica, primjera i u konačnici empirijskog istraživanja.

Također su pojašnjeni pojmovi vezani uz kvalitativne i kvantitativne podatke, gruba povijest statistike, dozvoljene metode obrade podataka za određene tipove podataka.

Empirijsko istraživanje provedeno je uz pomoć upitnika koje je sastavljeno na način da sakuplja kvalitativne tipove podataka koji su se kasnije obrađivali prije objašnjenim metodama.

Tema empirijskog istraživanja bila je mogućnost oštećenja vidnog organa zbog pretjeranog korištenja elektroničkih zaslona.

Kako bi se pravilno zaštitili od mogućeg štetnog utjecaja elektroničkih zaslona, objasnjeni su česte vrste elektroničkih zaslona te njihovi načini rada. Koristeći te informacije, objašnjen je princip rada filtera plavog svijetla na elektroničkim zaslonima.

Korištenjem navedenih metoda, dolazim do zaključka kako su to vrlo konkretne metode koje se mogu koristiti pravilno jedino ako je korisnik tih metoda dovoljno upućen u njihov princip rada. Potrebno je paziti o kakvim se vrstama podataka radi pri izradi istraživanja koje zahtjeva matematičku analizu. Ukoliko se radi o empirijskome istraživanju koje koristi kvalitativne vrste podataka kao u ovome radu, tada se mora paziti da se koriste metode koje su prilagođene za kvalitativne vrste podataka. Nije moguće koristiti metode za obradu kvalitativnih podataka na kvantitativnima.

Ovo su vrlo moćne metode koje su uz pomoće današnje tehnologije i računala čak i jednostavne za provesti. To može biti dvosjekli mač, iz razloga što je moguće vrlo lako napraviti kardinalnu pogrešku pri izračunima, a će računalo svejedno izbaciti neki rezultat. Zaključno, tim metodama moguće je predvidjeti buduće trendove, trenutne probleme, optimizirati procese, no samo ukoliko se koriste ispravno.

Literatura

- [1] "Mobilni uređaj koji uzrokuje opasnost od požara", s Interneta, <https://www.bbc.com/news/business-38714461>, 25.7.2020
- [2] "Privjesci s kemikalijama koje uzrokuju rak", s Interneta, <https://www.bbc.com/news/uk-england-28980307>, 25.7.2020
- [3] "E-Čitači", s Interneta, <https://www.thebestofhealth.co.uk/health-tech/the-joy-of-reading-is-your-ereader-damaging-your-eyesight/>, 1.8.2020
- [4] Stanar, D.: "Karl Ferdinand Braun", s Interneta, <https://www.vssmonitoring.com/who-invented-the-first-computer-monitor/>, 1.8.2020
- [5] "Povijest tekućih kristala", s Interneta, https://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Reinitzer, 1.8.2020
- [6] "Struktura tekućeg kristala". s Interneta, <https://www.j-display.com/english/technology/lcdbasic.html>, 1.8.2020
- [7] "Princip rada LCD zaslona", s Interneta, <https://hr.wikipedia.org/wiki/LCD>, 1.8.2020
- [8] "Nekvantizirani i kvantizirani signal", s Interneta http://laris.fesb.hr/digitalno_vodjenje/text_2.htm, 9.8.2020
- [9] Bilan, N.K. "Podjela prikaza kvalitativnih podataka", s Interneta https://www.pmfst.unist.hr/odjel-za-matematiku/wp-content/uploads/sites/24/2018/05/n_koceic_b_primijenjena-statistika.pdf, 9.8.2020
- [10] "Povijest Statistike", s Interneta, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=57896>, 9.8.2020
- [11] "Gottfried Achenwall", s Interneta, <https://www.timetoast.com/timelines/historia-enfoque-cuantitativo>, 9.8.2020
- [12] "Primjer grafičkog prikaza", s Interneta, <https://tex.stackexchange.com/questions/268994/pgfplots-graph-labels-year-month>, 18.8.2022
- [13] "Mjere centralne tendencije", s Interneta, https://wikipredia.net/bs/Central_tendency#cite_note-Weisberg-1, 29.8.2022
- [14] "Pareto dijagram", s Interneta, http://www.masfak.ni.ac.rs/images/upload/Upis/MAS_prirpemna_n/uvod_u_m_-_priprema/5._Alati_kvaliteta-Pareto_metoda.pdf, 7.9.2022

- [15] "Frekvencije u deskriptivnoj analizi", s Interneta, http://bkovacic.weebly.com/uploads/7/4/0/7/7407552/3.3._frekvencije._razredi.pdf, 7.9.2022
- [16] Ruben Geert van den Berg, "Cramér's V – What and Why?" , s Interneta, <https://www.spss-tutorials.com/cramers-v-what-and-why/>, 8.9.2022
- [17] "Online p-value calculator", s Interneta, <https://www.socscistatistics.com/pvalues/chidistribution.aspx>, 8.9.2020
- [18] "Količina ispuštanja CO_2 po državama", s Interneta, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_rd300/default/table?lang=en, 11.9.2022
- [19] "Proizvodnja obnovljivih izvora energije, kolicina proizvedene nuklearne energije, ukupno ispuštanje CO_2 u atmosferu i ukupna potrošnja elektricne energije po državama", s Interneta, <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>, 11.9.2022
- [20] "Pareto dijagram", s Interneta, <https://tex.stackexchange.com/questions/599133/pareto-diagram-in-latex>, 14.9.2022
- [21] "Usporedba Oled i LCD zaslona", s Interneta, <https://unitechradar.com/buying-guides/led-or-oled-how-to-choose-your-new-tv/>, 14.9.2022
- [22] "Utjecaj plavog svijetla na oči", s Interneta, <https://www.allaboutvision.com/cvs/blue-light.htm>, 14.9.2022
- [23] "Pozadinsko osvjetljenje na apple iPod Touch", s Interneta https://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:IPod_Touch_2G_Backlight.JPG, 14.9.2022
- [24] "Rad LCD zaslona", s Interneta <https://hr.wikipedia.org/wiki/LCD>, 14.9.2022
- [25] "kvalitativni i kvantitativni podatci", s Interneta <https://hr.weblogographic.com/difference-between-qualitative-data-and-quantitative-data-6017>, 15.9.2022
- [26] "kvantitativni podatci", s Interneta, https://hr.wikipedia.org/wiki/Kvantitativno_istra%C5%BEivanje
- [27] "Kvalitativni podatci", s Interneta, <https://www.questionpro.com/blog/qualitative-data/>, 15.9.2022
- [28] "Mala škola statistike", s Interneta, https://www.youtube.com/watch?v=y50S-sh6hOw&ab_channel=Dr%C5%BEavnizavodzastatistiku, 15.9.2022
- [29] "Pokazatelji centralne tendencije", s Interneta https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/af9b8682-eef4-478e-9b92-edcba4790886/html/25193_Mjere_srednje_vrijednosti.html, 15.9.2022

- [30] Mira Hercigonja-Szekeres, Nenad Sikirica, Irena Popović, "Deskriptivna obrada kvalitativnih podataka", s interneta <https://hrcak.srce.hr/file/169350>, 15.9.2022
- [31] Mira Hercigonja-Szekeres, Nenad Sikirica, Irena Popović, "Statistička analiza tekstnih podataka", <https://hrcak.srce.hr/file/169350>, s Interneta, 15.9.2022
- [32] "Princip rada Oled zaslona", s Interneta, https://www.youtube.com/watch?v=xAMhX3Drq14&ab_channel=Lesics, 15.9.2022

Sažetak i ključne riječi

Rad se bavi statističkom analizom kvalitativnih podataka. Proučavaju se tipovi podataka u statistici kao i njihov grafički prikaz. Upoznajući tipove podataka, razrađuju se metode obrade kvalitativnih vrsta podataka kao i uvodno o kvalitativnim podacima. Izvlačenje zaključaka iz metoda obrade kvalitativnih podataka, objašnjeno je uz pomoć empirijskog istraživanja vezanog uz elektroničke zaslone i njihov utjecaj na organ vida. Objašnjeni su i osnovni tipovi modernih elektroničkih zaslona te njihov princip rada u sklopu empirijskog istraživanja.

Ključne riječi: Kvalitativni podatci, kvantitativni podatci, obrada kvalitativnih podataka, empirijsko istraživanje, deskriptivna obrada kvalitativnih podataka, kramerov koeficijent, korelacijska analiza, regresijska analiza, elektronički zaslone, LCD, OLED, filter plavog svjetla, grafički prikaz kvalitativnih podataka, upitnik, anketa.

Summary and key words

The paper deals with the statistical analysis of qualitative data. Types of data in statistics are studied, as well as their graphical presentation. By getting to know the types of data, methods of processing qualitative types of data are elaborated, as well as an introduction to qualitative data. Drawing conclusions from the methods of processing qualitative data is explained with the help of empirical research related to electronic screens and their impact on human vision. The basic types of modern electronic screens and their working principle are also explained as part of empirical research.

Keywords: Qualitative data, quantitative data, processing of qualitative data, empirical research, descriptive processing of qualitative data, Kramer's coefficient, correlation analysis, regression analysis, electronic screens, LCD, OLED, blue light filter, graphical representation of qualitative data, questionnaire, survey.

A Tablice dobivene analizom odgovora upitnika

| ISPITANIK | SPOL | DOB | filtracija plavog svjeta | nosim naočale | Ostali problemi |
|-----------|------|-----|--------------------------|---------------|-----------------|
| 1 | 6 | 8 | 2 | 1 | 2 |
| 2 | 6 | 8 | 4 | 2 | 2 |
| 3 | 6 | 8 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 6 | 8 | 4 | 2 | 2 |
| 5 | 6 | 8 | 3 | 1 | 2 |
| 6 | 6 | 8 | 2 | 1 | 2 |
| 7 | 7 | 8 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | 6 | 8 | 4 | 2 | 2 |
| 9 | 6 | 8 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | 6 | 8 | 2 | 2 | 1 |
| 11 | 6 | 8 | 1 | 2 | 2 |
| 12 | 6 | 8 | 4 | 2 | 2 |
| 13 | 7 | 8 | 3 | 2 | 2 |
| 14 | 6 | 8 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | 6 | 9 | 4 | 1 | 1 |
| 16 | 6 | 9 | 3 | 1 | 1 |
| 17 | 7 | 10 | 4 | 1 | 2 |
| 18 | 6 | 10 | 2 | 1 | 2 |
| 19 | 6 | 9 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 6 | 10 | 2 | 2 | 2 |
| 21 | 6 | 9 | 1 | 1 | 2 |
| 22 | 6 | 9 | 3 | 1 | 2 |
| 23 | 6 | 9 | 1 | 2 | 2 |
| 24 | 6 | 8 | 1 | 2 | 2 |
| 25 | 6 | 10 | 4 | 1 | 2 |
| 26 | 7 | 9 | 4 | 1 | 1 |
| 27 | 7 | 9 | 1 | 2 | 2 |
| 28 | 6 | 9 | 2 | 1 | 2 |
| 29 | 6 | 9 | 2 | 1 | 1 |
| 30 | 7 | 10 | 3 | 2 | 2 |
| 31 | 6 | 9 | 3 | 2 | 1 |
| 32 | 6 | 8 | 2 | 1 | 1 |
| 33 | 7 | 11 | 3 | 1 | 2 |
| 34 | 6 | 8 | 4 | 1 | 1 |
| 35 | 6 | 10 | 2 | 2 | 2 |
| 36 | 6 | 11 | 3 | 1 | 2 |
| 37 | 6 | 10 | 2 | 2 | 2 |
| 38 | 7 | 8 | 4 | 1 | 2 |
| 39 | 7 | 8 | 1 | 2 | 2 |
| 40 | 6 | 8 | 4 | 1 | 2 |
| 41 | 7 | 8 | 3 | 1 | 2 |
| 42 | 7 | 8 | 2 | 1 | 2 |
| 43 | 7 | 11 | 3 | 1 | 1 |
| 44 | 6 | 11 | 3 | 1 | 2 |
| 45 | 6 | 9 | 2 | 2 | 2 |
| 46 | 7 | 8 | 4 | 1 | 2 |
| 47 | 7 | 11 | 1 | 2 | 1 |

Tablica A2. Kategorizirani podatci za korelacijsku analizu, izvor: izrada autora

| ISPITANIK | SPOL | DOB | filtracija plavog svjeta | nosim naočale | Ostali okularni problemi |
|-----------|------|-------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| 1 | Ž | 16-25 | ne | da | ne |
| 2 | Ž | 16-25 | povremeno | ne | ne |
| 3 | Ž | 16-25 | ne znam | ne | ne |
| 4 | Ž | 16-25 | povremeno | ne | ne |
| 5 | Ž | 16-25 | ne znam | da | ne |
| 6 | Ž | 16-25 | ne | da | ne |
| 7 | M | 16-25 | ne | ne | ne |
| 8 | Ž | 16-25 | povremeno | ne | ne |
| 9 | Ž | 16-25 | da | da | ne |
| 10 | Ž | 16-25 | ne | ne | da |
| 11 | Ž | 16-25 | da | ne | ne |
| 12 | Ž | 16-25 | povremeno | ne | ne |
| 13 | M | 16-25 | ne znam | ne | ne |
| 14 | Ž | 16-25 | ne | ne | ne |
| 15 | Ž | 26-35 | povremeno | da | da |
| 16 | Ž | 26-35 | ne znam | da | da |
| 17 | M | 36-45 | povremeno | da | ne |
| 18 | Ž | 36-45 | ne | da | ne |
| 19 | Ž | 26-35 | da | da | da |
| 20 | Ž | 36-45 | ne | ne | ne |
| 21 | Ž | 26-35 | da | da | ne |
| 22 | Ž | 26-35 | ne znam | da | ne |
| 23 | Ž | 26-35 | da | ne | ne |
| 24 | Ž | 16-25 | da | ne | ne |
| 25 | Ž | 36-45 | povremeno | da | ne |
| 26 | M | 26-35 | povremeno | da | da |
| 27 | M | 26-35 | da | ne | ne |
| 28 | Ž | 26-35 | ne | da | ne |
| 29 | Ž | 26-35 | ne | da | da |
| 30 | M | 36-45 | ne znam | ne | ne |
| 31 | Ž | 26-35 | ne znam | ne | da |
| 32 | Ž | 16-25 | ne | da | da |
| 33 | M | 45+ | ne znam | da | ne |
| 34 | Ž | 16-25 | povremeno | da | da |
| 35 | Ž | 36-45 | ne | ne | ne |
| 36 | Ž | 45+ | ne znam | da | ne |
| 37 | Ž | 36-45 | ne | ne | ne |
| 38 | M | 16-25 | povremeno | da | ne |
| 39 | M | 16-25 | da | ne | ne |
| 40 | Ž | 16-25 | povremeno | da | ne |
| 41 | M | 16-25 | ne znam | da | ne |
| 42 | M | 16-25 | ne | da | ne |
| 43 | M | 45+ | ne znam | da | da |
| 44 | Ž | 45+ | ne znam | da | ne |
| 45 | Ž | 26-35 | ne | ne | ne |
| 46 | M | 16-25 | povremeno | da | ne |
| 47 | M | 45+ | da | ne | da |

Tablica A1. Podatci potrebni za korelacijsku analizu odgovora, izvor: izrada autora