

# Vizualizacija podataka i pamćenje na primjeru srednjoškolske populacije

---

Kreč, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:386721>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-25**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Diplomski rad br. 026/MMD/2020**

**Vizualizacija podataka i pamćenje na primjeru  
srednjoškolske populacije**

**Ivan Kreč, 0775/336D**

Varaždin, prosinac 2020. godine



# Sveučilište Sjever

Odjel za Multimediju

Diplomski rad br. 026/MMD/2020

## Vizualizacija podataka i pamćenje na primjeru srednjoškolske populacije

**Student**

Ivan Kreč, 0775/336D

**Mentor**

dr.sc. Darijo Čerepinko

Varaždin, prosinac 2020. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za multimediju

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Multimedija

PRISTUPNIK Ivan Kreč

MATIČNI BROJ 0775/336D

DATUM 20.09.2020.

KOLEGIJ Komunikacija u digitalnom okruženju

NASLOV RADA Vizualizacija podataka i pamćenje na primjeru srednjoškolske populacije

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Data Visualization and Memory in the Case of High School Students

MENTOR dr.sc. Darijo Čerepinko

ZVANJE Docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc. dr. sc. Andrija Bernik - predsjednik
2. doc. art. Robert Geček - član
3. doc. dr. sc. Darijo Čerepinko - mentor
4. doc. art. dr. sc. Mario Periša - zamjenski član
5. \_\_\_\_\_

VŽKC

MMI

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 026/MMD/2020

OPIS

Pitanje na koje se traži odgovor u ovom radu jest da li i u kojoj mjeri različiti zapisi podataka i informacija utječu na mogućnosti njihovog kratkoročnog i dugoročnog pamćenja. Pretpostavka je, a i ranija istraživanja potvrđuju da se konzumacijom podataka iz dva ili više različita izvora (iz primjerice teksta i slike) mogu poboljšati procesi pamćenja. Ukoliko se osobi pruži ista informacija prikazana na dva načina (npr. u obliku teksta i grafikona) – da li će taj podatak ili informacija biti lakše pamtljivi od onih koji su prikazani u samo jednom obliku, primjerice samo u tekstualnom formatu, te koliki je zapravo kapacitet te pohrane?

U radu je potrebno:

1. Objasniti što je vizualizacija podataka.
2. Objasniti osnove procesa pamćenja.
3. Izraditi i definirati dizajn istraživanja.
4. Provesti istraživanje na odabranom uzorku.
5. Analizirati rezultate i dati generalizirane zaključke.

ZADATAK URUČEN

14.12.2020.



Handwritten signature

## Predgovor

Nakon završetka studija mnogo puta sam se susreo i radio na pripremama raznih projekata i analiza koje se oslanjaju na obradu i korištenje velike količine podataka. Da bi se ideja projekta ili njegovi rezultati mogli čim jasnije prezentirati potrebno ih je bilo vizualizirati. Često sam se u tim trenucima sjetio i srednje škole i to specifično satova geografije gdje se također većina gradiva sastojala od statističkih podataka i vizualizacija – od infografika geoloških razdoblja pa do tablica prirodnih kretanja stanovnika.

Kao student nisam se toliko bavio vizualizacijom podataka koliko drugim vrstama dizajna, ali pošto su i grafički (danas i web i UI) dizajn i vizualizacija zapravo samo alati s kojima rješavamo neki određeni problem ili odgovaramo na neko pitanje htio sam u neku ruku spojiti svoje interese iz prošlosti i sadašnjosti u nadi da ću naučeno moći iskoristiti kroz te alate u budućnosti.

Tako sam u ovom istraživačkom radu uspio spojiti geografiju koja me i još danas zanima, jednu specifičnu granu dizajna – vizualizaciju podataka i fascinaciju određenim elementima psihologije i pamćenja.

Ovim putem htio bih se zahvaliti svojem mentoru dr.sc. Dariju Čerepinku na pomoći i vodstvu kod izrade ovog rada, profesoru geografije na Prvoj gimnaziji Varaždin, Kurunoslavu Rukelju koji mi je pomogao organizirati istraživanje te svima koji su sudjelovali i dali mi podršku tokom studiranja i izrade ovog rada.

## Sažetak

Izumi kao što su piktogrami, klinasto pismo, tiskarski stroj, otkriće struje te razvoj digitalnih medija ključne su prekretnice u ljudskoj povijesti i društvenoj evoluciji. Načini na koje zapisujemo, analiziramo i prenosimo podatke i informacije uvelike diktira i način života – koji je u današnje vrijeme ubrzan. Najbolji opis današnjeg ljudskog ponašanja skovao je George Miller koji opisuje čovjeka kao žderača informacija tj. „informavora“.

Pitanje kojim se bavi ovaj rad pokušava odgovoriti na problem prikaza podataka – točnije na koji način je najbolje prikazati podatke da bi ih čim lakše izdvojili iz ogromnog informacijskog šuma i najefikasnije ih zapamtili tj. naučili. Vizualizacija je tehnika stvaranja vizualnih prikaza podataka i informacija koji bi nam trebali olakšati procese pamćenja i analize te nam omogućuju da čim brže i uz manje napora dođemo do zaključka ili odgovora na neko pitanje. Vizualizacija podataka uvelike ovisi o namjeni same vizualizacije – u ovom slučaju to su materijali za učenje, tipu podatka i ciljnoj skupini koju u ovom istraživanju čine učenici srednjih škola.

Kroz istraživanje provedeno nad 91 ispitanikom, pokušalo se utvrditi koliki utjecaj vizualizirani podaci imaju na kratkoročno i dugoročno pamćenje. Početna hipoteza temelji se na rezultatima mnogih istraživanja pamćenja koja su dokazala da lakše pamtimo podatke ukoliko ih percipiramo kroz dva ili više različitih osjetila – primjerice kombinacije teksta i slike, ili teksta i zvuka. Ispitanici su podijeljeni u 4 skupine od kojih je KS na raspolaganju imala samo tekst sa podacima, dok su testne skupine uz tekst imale vizualne dodatke u obliku tablica, grafova i infografike.

Rezultati istraživanja potvrdili su prvobitnu hipotezu da će skupine koje su uz tekst imale i vizualizacije zapamtiti više podataka, i to u prosjeku za 7% sveukupno (vizualizirani i nevizualizirani podaci), dok je ta razlika još veća u slučaju kada se uspoređuju rezultati samo podataka koji su bili vizualizirani te iznosi 15,5%. Ispitanici su upoznati i većina ih se koristi raznim mneumonicima kao što su usitnjavanje (chunking), mentalne mape, LOCI, te smatraju kako je vizualizacija podataka veoma koristan alat koji ima pozitivan utjecaj na proces pamćenja i učenja.

**KLJUČNE RIJEČI:** Vizualizacija podataka, podatak, informacija, znanje, mudrost, tekst, tablica, graf, infografika, kratkoročno, radno i dugoročno pamćenje, pamćenje, mneumonic

## Summary

Inventions like the pictogram, cuneiform, the printing press, the discovery of electricity, and the development of digital media are key milestones in human history and social evolution. How we record, analyze, and transmit data and information are largely dictated by the way of life – which, nowadays is accelerated. The best description of today's human behavior was coined by George Miller, who describes humans as „informavores“ - information eaters.

The main question this paper is concerned with is the problem of displaying data – more precisely, in what format should the data be presented so that the information can be easily singled out and memorized from the vast information noise that is produced. Visualization is the technique of creating visual representations of data and information and has proven to be a helpful tool that can facilitate the processes of memory and data analysis. The type of visualization depends largely on the purpose of the visualization itself (in this case helping learning materials), the type of data that is going to be used, and the target group which in this case are highschool students.

91 participants were included in the analysis which had the goal to determine the impact of visual aids on short and long-term memory. The initial hypothesis relies on many memory studies that have shown that it is easier to remember data if it is perceived through two or more different senses – for example, text and image or text and sound. The participants were divided into 4 groups of which the Control Group had access only to the textual representation of the data while the other 3 Test Groups, besides the text, had access to visual aids like Tables, Graphs, and Infographics.

The results of this research confirmed the initial hypothesis – the participants in all Test Groups remembered more data, by an overall average of 7% (visualized and non-visualized data), while the difference for visualized data only is even bigger and amounts to an average of 15,5%. The participants are familiar with most mnemonics like chunking, mental maps, LOCI, and find that Data Visualization is a very useful tool that has a positive impact on memory and learning processes.

**KEYWORDS:** Data Visualization, Data, Information, Knowledge, Wisdom, Text, Table, Graph, Infographic, Short-term, working and Long-term memory, Memory, mnemonic

## **Popis korištenih kratica**

<b>KS</b>	kontrolna skupina
<b>PTS</b>	prva testna skupina
<b>DTS</b>	druga testna skupina
<b>TTS</b>	treća testna skupina



# Sadržaj

1.	Uvod.....	1
1.1.	Cilj rada.....	3
1.2.	Struktura rada.....	3
2.	Vizualizacija podataka.....	4
2.1.	Zašto vizualizirati podatke?.....	5
2.2.	Tipovi podataka.....	5
2.3.	Određivanje ciljne skupine.....	7
2.4.	Vrste i tipovi prezentacije podataka.....	8
2.4.1.	<i>Tekst</i> .....	8
2.4.2.	<i>Tablice</i> .....	10
2.4.3.	<i>Grafovi</i> .....	12
2.4.4.	<i>Infografike</i> .....	27
3.	Pamćenje.....	29
3.1.	Modeli pamćenja.....	30
3.1.1.	<i>Senzorno, kratkoročno i dugoročno pamćenje</i> .....	30
3.1.2.	<i>Radno pamćenje</i> .....	32
3.1.3.	<i>Vizualno pamćenje</i> .....	33
3.2.	Metode pospješivanja pažnje i pamćenja.....	36
3.2.1.	<i>Multimodalna percepcija</i> .....	36
3.2.2.	<i>Usitnjavanje (chunking) podataka</i> .....	37
3.2.3.	<i>LOCI</i> .....	37
3.2.4.	<i>Ostali mneumonici</i> .....	38
4.	Istraživanje utjecaja vizualnih dodataka na pamćenje.....	39
4.1.	Metodologija.....	39
4.1.1.	<i>Ispitanici</i> .....	39
4.2.	Istraživanje.....	40
4.3.	Analiza podataka.....	42
4.4.	Očekivani rezultati.....	43
4.5.	Rezultati istraživanja.....	43
4.5.1.	<i>I dio – Dobno-spolna struktura ispitanika i razlike u predznanju</i> .....	43
4.5.2.	<i>Rezultati Kontrolne skupine</i> .....	46
4.5.3.	<i>Rezultati Prve testne skupine</i> .....	48
4.5.4.	<i>Rezultati Druge testne skupine</i> .....	50
4.5.5.	<i>Rezultati Treće testne skupine</i> .....	52
4.5.6.	<i>Analiza navika ispitanika vezanih uz pamćenje</i> .....	54
4.6.	Završna analiza.....	59
5.	Zaključak.....	61
6.	Literatura.....	63
7.	Popis slika.....	65
8.	Popis tablica.....	66
9.	Popis grafova.....	68
10.	Prilozi.....	70

# 1. Uvod

Prvi pronađeni tragovi zapisa podataka stari su više od 20 000 godina. Urezivanjem linija i udubljenja na kosti, ljudi su pratili stanje zaliha hrane. Ta kost više nije bila samo ostatak neke životinje nego je postala alat tj. medij na kojem su pohranjeni nekakvi podaci. U filmu Stanleya Kubricka 2001: Odiseja u svemiru, skok u evoluciji ljudske civilizacije potaknut je kontaktom tj. otkrićem tajanstvenih Monolita. Trenutci otkrivanja Monolita simbolički su prikaz događaja, trenutaka i otkrića koja su promijenila način na koji ljudi gledaju i shvaćaju svijet oko sebe. Većini tih evolucijskih skokova u ljudskoj civilizaciji prethodilo je ili direktno uzrokovao izum ili način zapisa, analize i prijenosa podataka i informacija.

Piktogrami, koji se smatraju pretečom pisma dali su podacima kontekst te su nastala prve informacije. Izumom klinastog pisma prelazi se iz piktografskog u apstraktni sustav zapisivanja informacija koji je omogućio opisivanje i definiranje podataka i informacija na način koji prije nije bio moguć. Mogućnost definiranja uzročno-posljedičnih veza između podataka rezultirale su razvojem prvih znanosti. Trebalo je proći više od pet tisućljeća do izuma tiskarskog stroja koji je napokon omogućio veću slobodu pristupu informacijama, širenje znanja i opće slobode mišljenja koju su do onda oblikovali i definirali kler i plemstvo. Industrijska revolucija i izumi nastali u doba 18.st. i 19.st. kao što su telegraf i fotoaparat omogućili su neke nove formate zapisa i brzine prenošenja informacija, a razvojem i otkrićem novih medija (radio, TV, Internet), informatičkih znanosti i tehnologija u 20.st. počinje proces digitalizacije podataka i informacija, a samim time i cijelog društva.

George Miller je početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća definirao pojam „informavore“ – novi stadij ljudskog ponašanja koje odlikuje jaki nagon za skupljanjem i konzumacijom velike količine informacija. S obzirom na količinu, vrstu i važnost informacija koje su nam dostupne nadohvat ruke postavlja se pitanje da li možda taj nagon već ne prelazi i u neku vrstu ovisnosti.

[1]

Količina i brzina proizvodnje podataka i informacija raste iz dana u dan. Okruženi smo enormnom količinom podataka i informacija, a upravo ta prevelika ekspanzija može imati i negativne utjecaje na čovjeka. Kako odrediti koji podaci su relevantni, istiniti i bitni? Kako zapamtiti toliku količinu podataka i na kraju krajeva što i kako raditi s njima?

# JEDAN DAN U PODACIMA

Broj podataka koji se generira raste iz dana u dan. Podatke ne stvaraju samo ljudi, nego i računala koja se ubrzano integriraju u skoro svaki segment našeg života.

  
**4,8 MILIJARDE**  
KORISNIKA INTERNETA

 **87 782 400**  
fotografija

**788 745 600**  
tweetova



 **30 000**  
sati video materijala

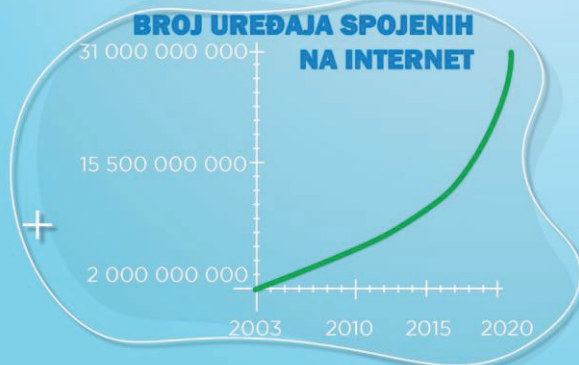
**7,4 MILIJARDI**  
pretraživanja

**343PB = 105 417 347 658**  
mp3 pjesmi

 **427 334 400**  
POZIVA

**254**  **650 780 800**

## BROJ UREĐAJA SPOJENIH NA INTERNET



## KUMULATIVNA KOLIČINA PODATAKA

**2013** **4,4ZB**  
**2020** **44ZB**

\*1ZB = 1 000 000 000TB

IZVORI: <https://securitytoday.com/Articles/2020/01/13/The-IoT-Rundown-for-2020.aspx?Page=2>  
<https://www.visualcapitalist.com/how-much-data-is-generated-each-day/>  
<https://www.internetlivestats.com/one-second/>  
dostupno: 10.09.2020.

Slika 1. Infografika dnevne količine proizvedenih podataka

Ljudsko pamćenje jedno je od najistraživijih funkcija mozga i iako se o pamćenju zna mnogo, još je dosta nepoznanica, te je veliki broj različitih teorija o tome kako naš mozak prikuplja, analizira i skladišti podatke. Iako mozak ima velike kapacitete po pitanju količine podataka koje može spremi u dugoročno pamćenje, ograničen je u vidu analize i apsorpcije podataka i informacija. Bombardiranjem velikom količinom različitih poruka, informacija i podataka iz

različitih izvora, medija i korištenjem skoro svih naših osjetila dovodimo naš sustav za istovremenu obradu podataka do granica njegovih mogućnosti.

## **1.1. Cilj rada**

Pitanje na koje se traži odgovor u ovom radu jest da li i u kojoj mjeri različiti zapisi podataka i informacija utječu na mogućnosti njihovog kratkoročnog i dugoročnog pamćenja. Pretpostavka je, a i ranija istraživanja potvrđuju da se konzumacijom podataka iz dva ili više različita izvora (iz primjerice teksta i slike) može poboljšati uspješnost pamćenja te koliki je zapravo kapacitet te pohrane?

Na neka od tih pitanja odgovorila su mnoga istraživanja na području neuroznanosti i psihologije, ali zbog sve brže promijene načina prijenosa podataka korisno je vidjeti da li su se i za koliko ti rezultati promijenili. Djeca u sve mlađoj dobi dolaze u kontakt sa digitalnim medijima koji su u mogućnosti na jako maloj površini i u jako kratkom roku prikazati veliku količinu podataka. Upravo zbog toga postoji mogućnost da je zbog eksponiranosti tolikoj količini podataka naši kognitivni sustavi za obradu i pohranu podataka – primarno kratkoročno i dugoročno pamćenje počinju povećavati svoje kapacitete i mijenjati način na koji funkcioniraju.

## **1.2. Struktura rada**

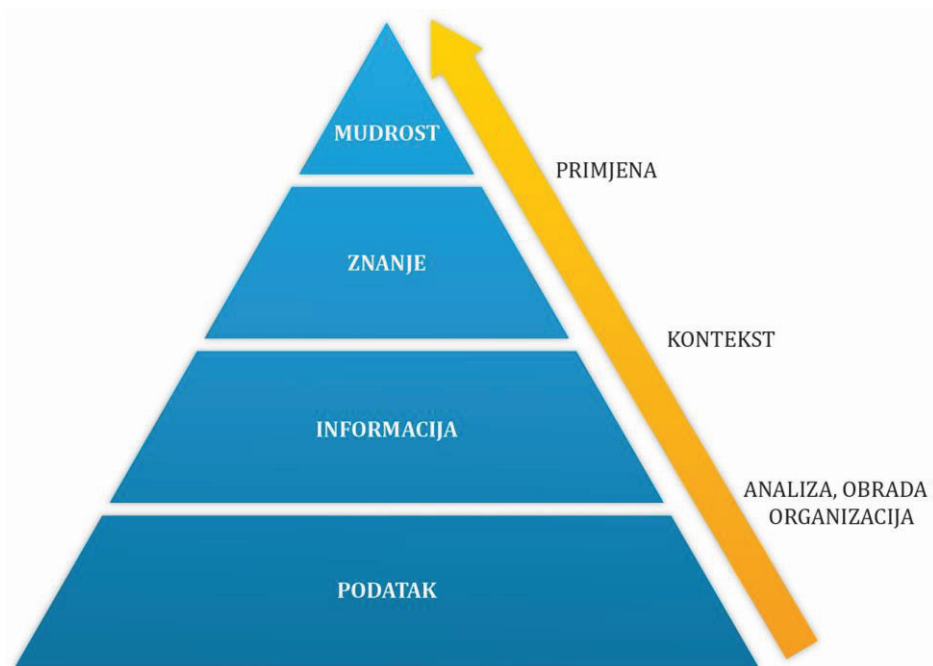
Rad je podijeljen na 2 dijela – teoretski i istraživački. U teoretskom dijelu istraženi su različiti načini prezentacija informacija, prednosti i razlozi zbog kojih je vizualizacija podataka veoma bitan i efikasan način njihovog prijenosa, te kako funkcionira naše pamćenje podataka. Istraživački dio sastoji se od eksperimenta kojim se na temelju informacija i rezultata prijašnjih istraživanja i znanja stečenih u teoretskom dijelu istražuje efikasnost različitih načina i tipova prezentacija informacija.

Rezultati provedenog istraživanja opisuju u kolikoj mjeri vizualizacija podataka može utjecati na pamćenje informacija, važnosti samog procesa vizualizacije podataka kao iznimno važnog alata za analizu te kao efikasnog medija za sam prijenos veće količine informacija.

## 2. Vizualizacija podataka

Najvrjedniji resursi današnjeg vremena su podaci i informacije, a isto kao i u prošlosti, najveću moć ima onaj tko ih posjeduje ili njima upravlja. Onaj tko može prikupiti i analizirati najviše relevantnih podataka i na temelju toga izraditi određene projekcije može uvjetovati mnoge aspekte naših života. Poslovanje, prodaja, razvoj znanosti i ljudsko mišljenje je „*data driven*“ tj. ovisno ili pogonjeno podacima.

Podaci su nematerijalne tj. apstraktne neobrađene i neorganizirane činjenice čija je uloga opisati svojstva nekog objekta ili promatrane pojave. Vrsta samog podatka ovisi o izvoru i načinu na koji je nastao te može biti brožani, tekstualni, zvučni i slikovni. Ljudi podatke dohvaćaju putem osjetila. Osjetilni organi reagiraju na vanjski stimulus, te ga prenose u za to predodređeni centar u mozgu koji ga analizira i obrađuje te pretvara u informaciju. Analizom, obradom i organizacijom podataka na način da primaocu informacija daje novo znanje stvaramo informacije. Podaci od kojih se sastoji informacija moraju biti povezani na neki smisleni način, a korisnost informacije ovisi i o tome kada te kome je prezentirana. Dodatnom organizacijom više informacija i davanjem konteksta stvara se znanje. Na temelju informacija koje smo dobili iz podataka te prethodno stečenim znanjem donose se odluke – a sposobnost donošenja odluka naziva se mudrost. Ovakav model odnosa između podataka, informacija, znanja i mudrosti naziva se DIKW (Data, Information, Knowledge, Wisdom – Dijagram 1.).



Slika 2. **D**(Podatak - Data) **I**(Informacija - Information) **K**(Znanje - Knowledge) **W**(Mudrost - Wisdom) piramida

## 2.1. Zašto vizualizirati podatke?

Već ranije spomenuti piktogrami zapravo su bili i prvi oblici vizualizacije. Cilj tih vizualizacija nije bio samo prikazati neki podatak, nego i ispričati priču. Neke vizualizacije služe samo kao prikaz podataka i njihovih korelacija ili pak kao prikaz neke poruke.

Još jedna svrha vizualizacija jest i dodavanje dodatne legitimnosti i vjerodostojnosti podacima koje prikazujemo – iako podaci prikazani u tim vizualizacijama sadrže samo podatke navedene u tekstu. Osim toga, način na koji vizualiziramo i ovisno o tome koje podatke koristimo uvelike možemo i utjecati na samu naraciju, ton i na kraju smisao poruke koju prenosimo. Upravo ove fenomene potvrdili su mnogi znanstvenici kao što su Kosara & Mackinlay. [2, 3]

Najviše podataka iz okoline primamo vizualnim putem – količina podataka koju apsorbiramo putem vizualnog sustava veća je od zbroja količine svih podataka iz ostalih osjetila. Upravo zbog toga nam vizualizacija podataka pruža mogućnost da primimo, analiziramo i obradimo veliku količinu podataka i informacija u relativno kratkom vremenu. Osim toga, uz pomoć vizualiziranih podataka lakše primjećujemo greške ili iznimke u uzorcima. Uloga vizualizacije može biti pružanje pregleda određenog seta podataka i pretvaranja tih podataka u informacije na temelju kojih donosimo određeni zaključak ili pak postavljamo nova pitanja i definiramo nove probleme na koje tražimo odgovor. U tom smislu vizualizacije podataka možemo koristiti i kao alate za provjeru kvalitete samih podataka ili procesa na koji su prikupljeni ili korišteni. [4]

Tip vizualizacije odabiremo ovisno o vrsti poruke, ideje, misli ili očekivanja koje želimo prenijeti, a to postižemo naglašavanjem, usporedbom, pokazivanjem trendova kretanja i dokazivanja ovisnosti jednog podatka ili seta podataka sa nekim drugim setom.

## 2.2. Tipovi podataka

Glavnu ulogu u određivanju tipa vizualizacije, osim poruke koju želimo prenijeti, ima i vrsta podataka s kojim baratamo – da li su kvalitativni ili kvantitativni, točni, dokazani i provjereni ili samo pretpostavljeni. Ukoliko nam tip podataka ne odgovara potrebno je transformirati ga u neki tip koji bi više odgovarao tipu prezentacije, ciljnoj publici (ili ispitanicima u slučaju istraživanja) ili mediju na kojem prezentiramo podatke, ali pri tome treba obratiti pažnju da pretvorbom taj podatak zadrži sva ili čim više svojstava koja je imao i u originalnom obliku.

Podaci se dijele na *skalare*, *vektore* i *tenzore* te oni mogu biti *jednodimenzionalni* ili *višedimenzionalni*. *Vektori* su veličine opisane sa iznosom, orijentacijom i smjerom koji su u pravilu definirani *skalarnim tipovima podataka* (realnim brojevima). *Tenzori* predstavljaju kompleksnije tipove definirane s više vektora i skalara.

Kad se koriste *kvalitativni* podaci potrebno ih je na neki način pretvoriti u *kvantitativne* podatke procesom *kvantizacije*. Procesom kvantizacije dodjeljujemo numeričku vrijednost podacima koji imaju neki drugi format koristeći određene pretpostavke, sudove i kompromise. Kao i kod odabira tipa vizualizacije, prilikom kvantizacije najvažnije je odrediti razlog same pretvorbe podataka kako bi novi podaci sadržavali čim više vrijednosti izvornih podataka.

Psiholog Stanley Smith Stevens je skalu za mjerenje kvalitete podataka podijelio u 4 skupine:


**Nominalna** – označuje neku vrijednost koja ne mora pratiti nikav redoslijed. Glavna funkcija ovakvih vrijednosti je definiranje tj kategoriziranje podataka.

**Ordinalna** – određuje redoslijed podataka – može biti po važnosti, vremenu, veličini ili nekom drugom atributu te nije nužno da interval između vrijednosti bude jednak

**Intervalna** – Za razliku od ordinalne u ovoj skali između uzastopnih vrijednosti uvijek je isti razmak tj. interval te se koristi za praćenje razlike između podataka, a ne njihove pojedinačne vrijednosti

**Omjerna** – ova skala je intervalna skala koja uključuje vrijednost nule, te se time mogu odrediti vrijednosti i odnosi između podataka

Dok se nominalna i ordinalna skala koriste za opisivanje kvalitativna svojstva, intervalna i omjerna se primarno koriste za opisivanje kvantitativnih svojstava podataka. Iako bi se svi tipovi podataka mogli smjestiti u jednu od navedenih kategorija, postoje i mnoge druge podjele podataka koje na drugačije načine opisuju neka druga svojstva, attribute ili primjenu podataka – primjerice geografski podaci (jasno definiraju primjenu), relacijski podaci (definirana uloga) ili vremenski podaci (jasno definirana vrsta i tip podataka). [4, 5]

PARAMETAR	TIP PODATAKA	GRAFIČKI ELEMENT	PRIMJENA	STUPANJ KOMPLKSNOSTI
Pozicija	Kvantitativni	Točka, linija	uspoređivanje, određivanje trenda	 Jednostavno - veća preciznost/manje pogreška lako odrediti točnu vrijednost  Kompleksno - manja preciznost/više pogrešaka, teže odrediti točnu vrijednosti
Dužina		Stupac, linija		
Kut		Linija, luk		
Površina		geometrijski likovi geometrijska tijela	Odnosi i relacije	
Volumen				
Boja	Nominalni / ordinalni	ton boje sazićenje boje		
Svojstva	Kvalitativni	ikone, točke	Opisi	

Tablica 1. Vizualni parametri, elementi i stupanj kompleksnosti



### 2.3. Određivanje ciljne skupine

Nakon određivanja poruke koju želimo prenijeti potrebno je definirati ciljne (interesne) skupine ili skupinu ispitanika. Jasno definirane skupine uvelike olakšavaju odabir podataka i načina na koji će oni biti prezentirani. Velike su razlike između vizualizacija koje se izrađuju isključivo za neke znanstvene radove i istraživanja od vizualizacija koje se koriste u promidžbene i edukacijske svrhe ili pak za poslovne izvještaje.

Znanstvene članke i istraživanja proučavat će znanstvenici te se ne stavlja veliki naglasak na vizualnu prezentaciju i kreativnost nego na čim jasniji prikaz podataka koji su korišteni u istraživanju. Ove vizualizacije podataka često su kompleksnije i mogu sadržavati velike količine podataka od onih koje su namijenjene za opću publiku te je za neke potrebna visoka razina znanja i stručnosti kako bi se mogle ispravno interpretirati. Primjer toga je razlika između prikaza podataka u znanstvenim istraživanjima gdje se često koriste proporcije (broj tipa 0,15), dok bi se za publikaciju za medije, udžbenike ili poslovne izvještaje taj podatak češće prikazao u obliku postotka (15%). Isti podatak je prikazan u dva različita broječna formata koji mogu utjecati na način na koji ćemo ga vizualizirati i povezati sa drugim podacima.

Glavna uloga promidžbenih vizualizacija je naglasiti neki određeni podatak koji bi korisniku ili potencijalnom korisniku bio od velike važnosti ili interesa. Ove vizualizacije namijenjene su najširoj publici te su totalna suprotnost znanstvenom tipu vizualizacija – naglasak je na vizualnoj prezentaciji jednog ili par kratkih i sažetih informacija. Dok znanstveni radovi i vizualizacije za edukaciju kao dominantni medij koriste tiskane ili digitalne knjige, promidžbene vizualizacije nemaju ta ograničenja – ovisno o ciljanoj publici mogu se koristiti svi oblici medija – od tiskanih i digitalnih knjiga do interaktivnih animiranih multimedijских platformi.

Poslovni izvještaji često su digitalne prezentacije u kojima su dominantne vizualizacije podataka. Čak i pisani izvještaji sadrže malu količinu teksta te se oslanjaju na vizualnu prezentaciju podataka. Kako su ipak teme ovih vizualizacija ograničene na financijske podatke i predviđanja i proizvodne procese, prevladavaju određeni tipovi vizualizacija koje su većinom statične i jednolike.

Edukacijske vizualizacije mogu se dodatno dijeliti na one koje se koriste u osnovnim, srednjim školama i na fakultetima. Kompleksnost i vizualna prezentacija uvelike ovisi o dobnoj skupini učenika i studenta te samom predmetu ili kolegiju. Cilj ovih vizualizacija omogućiti učenicima da zapamte čim veću količinu podataka. U većini slučajeva ovakve vizualizacije popratni su dio gradiva te nadopunjuju sadržaj gradiva. Kao i znanstvena istraživanja ove vizualizacije česti su sadržaj knjiga i radnih bilježnica te se moraju prilagoditi tom mediju.



## 2.4. Vrste i tipovi prezentacije podataka

Kad imamo jasno definiranu ideju ili poruku te ciljnu skupinu ili grupe ispitanika i prihvatljiv skup i tip podataka koju želimo vizualizirati potrebno je odrediti tip prezentacije podataka. Opisani su neki od načina prezentacija i vizualizacija podataka koji su korišteni u istraživačkom dijelu rada. Osim ovih, postoje i mnogi drugi načini prezentacija informacija – audio, video, interaktivni itd. koje nisu od važnosti za provedbu istraživanja, pa nisu ni obrađeni u ovom radu.

### 2.4.1. Tekst

Primarna uloga teksta u prikazu ili prezentaciji podataka je primarno deskriptivne prirode. Tekstom opisujemo podatke, njihove odnose te ih stavljamo u određeni kontekst. Zbog prirode ljudskog pamćenja i načina na koji procesuiramo tekst (nije moguće sve sagledati odjednom i uvidjeti cijelu sliku, nego moramo čitati od početka do kraja) nije moguće prezentirati veću količinu podataka. Zbog toga se za detaljnu analizu podataka potrebno koristiti drugačijim oblicima prikaza podataka kao što su tablice, grafikoni i infografike. Da bi iskoristili i zapamtili maksimalnu količinu podataka koje se nalaze u određenom tekstu, prilikom pisanja i uređivanja teksta potrebno je koristiti provjerene metode i načine koji imaju ulogu privlačenje i zadržavanja pažnje.

Privlačenje pažnje može se postići na više različitih načina kao što su definiranje paragrafa, naslova te naglašavanjem dijelova teksta promjenom nekih elemenata tipografije. Podjelom teksta u cjeline (paragrafe) misli i ideje se mogu vizualno i semantički grupirati misli te time optimizirati način na koji osoba raspoređuje svoju pažnju. Raspored teksta tj. slijed paragrafa trebao bi biti takav da ima smisla – da se podaci, informacije i ideje nadopunjuju i povezuju te da prate pravila uzročno posljedičnih odnosa.

Drugi načini isticanja podataka i bitnih segmenata teksta postiže se korištenjem naslova i podnaslova koji se veličinom, bojom ili formatom razlikuju od ostalog teksta te označuju početak nove cjeline. Osim što definiraju hijerarhiju samog dokumenta, pružaju osobi trenutak predaha koji im je potreban da analiziraju, obrade i konsolidiraju sve dosad zapamćene podatke koje imaju u kratkoročnom i dugoročnom pamćenju, usporede i organiziraju ih te preusmjere pažnju na novu cjelinu.

Podaci u tekstu mogu se dodatno naglasiti promjenom vrste tipografije, njegovog nagiba ili pak dodavanjem drugih vizualnih elemenata kao što su debljina, podcrtavanje, promjena boje ispune ili pozadine ili dodavanjem drugih grafičkih elemenata.

Prilikom nabiranja podataka preglednije je nabirati elemente u listi, nego nizati riječi unutar rečenice i odvajati ih zarezom. Nabiranjem u listi svaki element nalazi se u drugom redu čime se omogućuje kratka pauza u kojoj osoba dobiva dodatno vrijeme da zapamti informaciju ili podatak.

### Zagađenje zraka

Globalna emisija stakleničkih plinova porasla je u zadnjih 170 godina sa par stotina metričkih tona na **33 milijardi metričkih tona godišnje**. Ukoliko nastavimo tim putem taj broj će se popeti na 40 milijardi metričkih tona u sljedećih dvadesetak godina.

**Najveći porast u emisiji stakleničkih plinova u posljednjih 20 godina zabilježen je u Kini** koja je **2000.** godine proizvodila nešto više od **4 milijarde metričkih tona** stakleničkih plinova, dok je **2019.** godine taj broj iznosio **11 milijardi metričkih tona** što 24,3% ukupne količine emisije ovih plinova. **SAD proizvodi 13,4%, a EU 9,1%, Indija 6,3%, a Rusija 4,9%** stakleničkih plinova. Iako je Kina najmnogoljudnija zemlja sa preko milijardu i tristo milijuna stanovnika, što čini 18% ukupnog svjetskog stanovništva, ako bi kao referentnu jedinicu uzeli emisiju stakleničkih plinova po osobi, Sjedinjene Američke Države izbile bi na prvo mjesto. U SAD-u jedna osoba proizvede godišnje 19 metričkih tona stakleničkih plinova, Rus 15,5, Japanac 9,8, stanovnik EU 8 isto kao i stanovnik Kine, dok je svjetski prosjek 6 metričkih tona po stanovniku. Manje od svjetskog prosjeka proizvedu stanovnik Brazila 5,7, te stanovnik Indije – 2.1 metričku tonu godišnje.

Glavni onečišćivači zraka su *industrija proizvodnje energije* koja generira 31% ukupnih stakleničkih plinova, *industrija prijevoza i autoindustrija* zajedno su zaslužni za 15%, *industrija proizvodnje i izgradnje* 12%, *poljoprivreda* 11%, a ostalih 31% stakleničkih plinova generiraju ostala sagorijevanja goriva u *industrijskim procesima, deforestacija i otpad*.

*Slika 3. Primjeri naglašavanja dijelova teksta – Naslov, paragraf, boja, debljina i format teksta, podcrtavanje i promjena boje pozadine*

Uz sve načine naglašavanja teksta, potrebno je osigurati da je sam tekst dovoljno čitljiv i čitak, što se osigurava odabirom dovoljno kontrastne pozadinske boje ispune i pozadine uz uvažavanje teorije percepcije boja kako bi se izbjegli negativni efekti prilikom čitanja. Dok je čitljivost opis lakoće kojom se tekst čita i koliko je razumljiv, čitkost teksta uvjetovana je medijem i tipografijom koji se koriste. Također je potrebno obratiti pažnju na broj znakova u redu kako bi se osigurao optimalan tok i brzina čitanja te smanjilo zamaranje očiju. Ovisno o mediju koji se koristi broj znakova u jednom redu trebao bi biti između 50 i 75. Prema mnogim istraživanjima prosječna brzina čitanja je između 200 do 250 riječi u minuti (za odrasle osobe). [6, 7]

Iako tekstualni oblik prezentacije podataka i informacija može sadržavati mnogo informacija, u nekim slučajevima gdje je potrebno opisati odnosi i korelacije veće količine podataka bolje je koristiti druge oblike prikaza podataka kao što su grafovi, tablice ili infografike.

## 2.4.2. Tablice

Tablice predstavljaju skup podataka u kojem svaki podatak ima svoju određenu koordinatu (ćeliju) koja se nalazi unutar dvodimenzionalne matrice sastavljene od stupaca i redova. Primarna funkcija tablica je skladištenje podataka te se mogu koristiti i za prezentaciju podataka kao što je npr. Tablica periodičkog sustava elemenata. Primjer prikaza podataka u tabličnom obliku u svakodnevnici je prikaz voznog reda vlakova.

Podaci koji su sadržani u tablicama primarno su alfanumeričkog formata, ali tablice nisu ograničene samo na prikaz samo takvih podataka. Unutar ćelija tablica mogu se prikazati i ostali grafički elementi – npr. slike koje prikazuju nekakvi niz ili je potrebno usporediti njihov sadržaj. Prednost korištenja tablica naspram teksta je taj da u pravilu u tablicama ne bi smjelo dolaziti do redundantnog ponavljanja podataka. Primjerice, ukoliko bi se u tekstualnom zapisu jedan podatak trebao usporediti sa više drugih podataka, na više različitih mjesta, taj podatak bi trebalo ponoviti više puta kako bi on ostao zabilježen u kratkoročnom pamćenju. Korištenjem tablica omogućuje se istovremeni prikaz odnosa više brojeva, te time olakšava proces njihove analize.

Mana korištenja tablica je nedostatak konteksta, jer su podaci u tablicama prikazani bez ikakvog dodatnog objašnjenja. Zbog toga se tablice ne koriste samostalno nego u većini slučajeva kao dodatak i nadopuna tekstu ili grafikonima koji sadrže dodatni kontekst i objašnjenje. Iako se ovo smatra manom, upravo zbog nedostatka konteksta, podaci u tablici prikazani su u nepristranom, objektivnom obliku, dok se kod procesa vizualizacije i dodavanja konteksta podaci stavljaju u određene odnose koji mogu te podatke prikazati u različitom svjetlu, promijeniti im smisao i utjecati na poruku koja se želi prenijeti.

Osim toga, čak i tablice koje možemo nazvati manjima – tablice koje sadrže oko 10-15 podataka (2-3 stupca i 5 redova) zapravo sadrže više informacija nego je moguće spremati u prosječno kratkoročno pamćenje osobe, te uspješno manipulirati s njima.

Ipak postoje načini kako se podaci u tablici mogu izdvojiti i naglasiti kako bi se usmjerila pažnja osobe i kako bi te podatke lakše zapamtili. Načini isticanja određenih podataka u tablica mogu biti slični kao i kod teksta – promjenom formata teksta unutar same ćelije u kojoj se nalazi određeni podatak. Promjenom boje znakova unutar ćelije može se privući pažnja, te se taj podatak može prikazati u određenom kontekstu i dati mu dodatno značenje – npr. zelenom bojom možemo označiti podatke koje kvalificiramo kao nešto pozitivno – rast ili ispunjenje ciljeva, dok crvenom možemo označiti podatke koji imaju negativnu konotaciju.

subgroup	modeldate	dem_estimate	dem_hi	dem_lo	rep_estimate	rep_hi	rep_lo	timestamp
All polls	09-11-95	50	56.30568	43.69432	44	50.3057	37.6943	03-09-20 11:37
All polls	10-11-95	50	56.30568	43.69432	44	50.3057	37.6943	03-09-20 11:37
All polls	11-11-95	50	56.30568	43.69432	44	50.3057	37.6943	03-09-20 11:37
All polls	12-11-95	50	56.30568	43.69432	44	50.3057	37.6943	03-09-20 11:37
All polls	13-11-95	50	56.30568	43.69432	44	50.3057	37.6943	03-09-20 11:37
All polls	14-11-95	50	56.30568	43.69432	44	50.3057	37.6943	03-09-20 11:37
All polls	15-11-95	49.49995	55.37096	43.62895	44	49.871	38.129	03-09-20 11:37
All polls	16-11-95	49.49995	55.37122	43.62868	44	49.8713	38.1287	03-09-20 11:37
All polls	17-11-95	49.49995	55.37136	43.62854	44	49.8714	38.1286	03-09-20 11:37
All polls	18-11-95	49.49995	55.37151	43.6284	44	49.8716	38.1285	03-09-20 11:37
All polls	19-11-95	49.65863	55.36221	43.95506	42.07977	47.7833	36.3762	03-09-20 11:37
All polls	20-11-95	47.11865	52.50246	41.73484	40.57055	45.9544	35.1867	03-09-20 11:37
All polls	21-11-95	47.11893	52.50295	41.73491	40.57048	45.9545	35.1865	03-09-20 11:37
All polls	22-11-95	47.11922	52.50352	41.73492	40.5703	45.9546	35.186	03-09-20 11:37
All polls	23-11-95	47.11948	52.50401	41.73495	40.57019	45.9547	35.1857	03-09-20 11:37
All polls	24-11-95	47.11976	52.50449	41.73504	40.57013	45.9549	35.1854	03-09-20 11:37
All polls	25-11-95	47.11999	52.5049	41.73508	40.56998	45.9549	35.1851	03-09-20 11:37
All polls	26-11-95	47.12025	52.5054	41.7351	40.56986	45.955	35.1847	03-09-20 11:37
All polls	27-11-95	47.12055	52.50589	41.7352	40.56982	45.9552	35.1845	03-09-20 11:37
All polls	28-11-95	47.12075	52.50631	41.73518	40.56961	45.9552	35.1841	03-09-20 11:37
All polls	29-11-95	47.12109	52.50692	41.73527	40.56959	45.9554	35.1838	03-09-20 11:37
All polls	30-11-95	47.1214	52.50743	41.73537	40.56953	45.9556	35.1835	03-09-20 11:37
All polls	01-12-95	47.12161	52.50788	41.73535	40.56933	45.9556	35.1831	03-09-20 11:37
All polls	02-12-95	47.12189	52.5084	41.73539	40.56923	45.9557	35.1827	03-09-20 11:37
All polls	03-12-95	47.12222	52.50894	41.7355	40.56916	45.9559	35.1824	03-09-20 11:37
All polls	04-12-95	47.12242	52.50938	41.73546	40.56893	45.9559	35.182	03-09-20 11:37
All polls	05-12-95	47.12272	52.50993	41.7355	40.56883	45.9561	35.1816	03-09-20 11:37
All polls	06-12-95	47.12289	52.51021	41.73558	40.56878	45.9561	35.1815	03-09-20 11:37
All polls	07-12-95	47.1232	52.51079	41.73562	40.56867	45.9563	35.1811	03-09-20 11:37

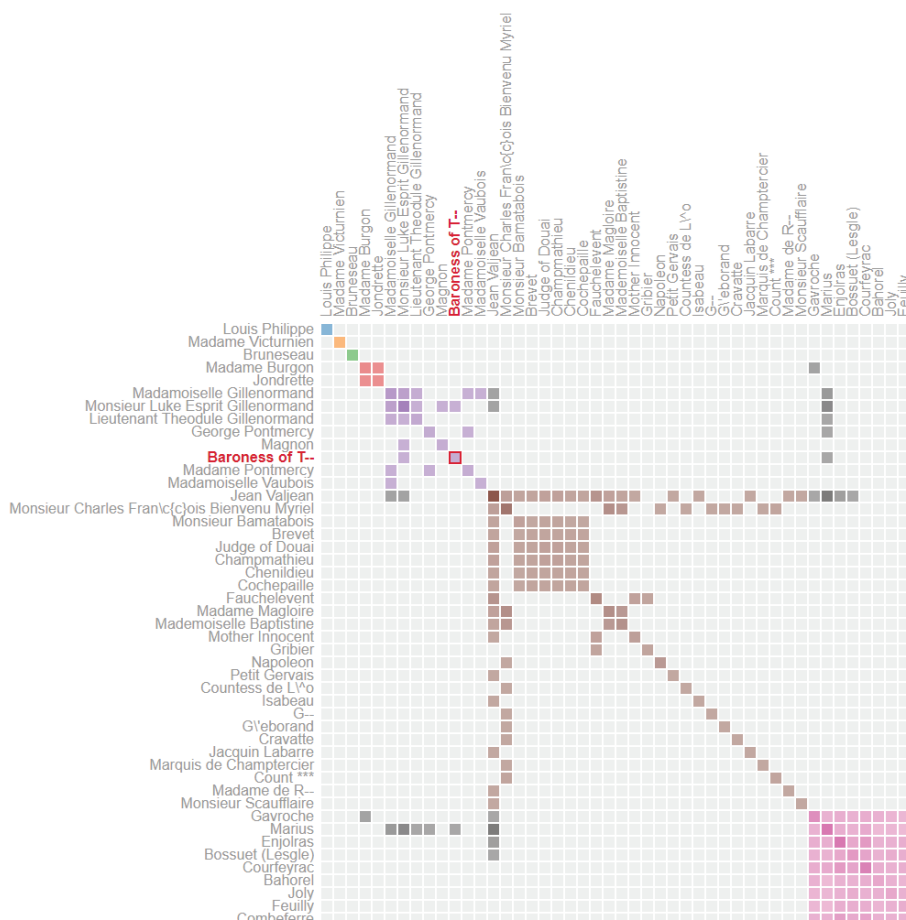
Tablica 2. Tablica sa podacima Američkih izbora;

Izvor: <https://github.com/fivethirtyeight/data/tree/master/congress-generic-ballot>, dostupno: 02.09.2020.

Dodavanjem grafičkih elemenata (ikona) kao što je npr. indikatorska točka, alko možemo označiti ćeliju ili cijeli red ili stupac na koji želimo svratiti pozornost. Osim indikatorskih točaka, kod prezentacija posebnih izvještaja gdje je potrebno prikazati veću količinu podataka u tablicama mogu se koristiti i mini-grafovi. Mini-grafovi smješteni unutar ćelija u tablici – često u istom stupcu ili redu sa podacima koji su korišteni za njegovu konstrukciju. [2]

Još jedan način na koji je podacima iz tablice može dati dodatno značenje ili prikazati njihov međusobni odnos su korištenje i kombiniranje toplinskih mapa i matricom susjedstva. Iako se toplinske mape češće koriste kod vizualizacija geografskih područja ili pak označuju intenzitet ili vrijednost unutar određenih vrsta grafikona, ova tehnika može se i koristiti kod tablica. Korištenjem boja možemo podacima unutar ćelija dodatni kontekst, vrijednost i pokazati njihovu korelaciju. Pošto su tablice zapravo matrice, logično je da se i razni matematički alati mogu iskoristiti kao načini prikaza odnosa između podataka. Jedan od tih alata je i matrica susjedstva. U ovim tablicama umjesto korištenja brojčanih ili tekstualnih vrijednosti unutar ćelije, koristi se boja

ispune. Svaki stupac i red predstavljaju određeni podatak, a promjenom boje ispune zajedničke ćelije označuju se vrsta odnosa ili jačina veze.[2, 5]



Slika 4. Primjer tablice (matrice) susjedstva;

Izvor: <https://bl.ocks.org/rpgove/raw/bf44631829eaa6512518005697649cb4/>, dostupno: 05.09.2020.

### 2.4.3. Grafovi

Ljudski mozak programiran je na način da u svemu što analizira (svim podacima koje dobiva iz svih osjetila) traži red i određeni uzorak ili da detektira razlike. Ista količina podataka sadržana na jednoj kartici teksta možda se može prikazati u obliku jedne manje tablice ili pak jednog jednostavnog grafa. Dok nam je za čitanje teksta te veličine potrebno otprilike 2 minute, vizualizirane podatke možemo obraditi mnogo brže.

Tokom godina rađena su mnoga istraživanja o čitljivosti i razumijevanju vizualizacija podataka – specifično grafova. Cleveland and McGill su u svojim istraživanjima proučavali elemente grafova te analizirali koje od njih će biti najjednostavnije interpretirati i analizirati. Njihova istraživanja pokazala su da je najpregledniji i najjednostavniji graf onaj koji prikazuje podatke u nekom koordinatnom sustavu koristeći jednu univerzalnu linearnu skalu. [2]

Isto istraživanje pokazalo je da ljudi poprilično lako i točno određuju dužinu i smjer određenih vizualizacijskih elemenata – osnovni elementi kod izrade stupčastih i linijskih grafova. Iako su među najkorištenijim oblicima grafova, napredniji korisnici i znanstvena zajednica ne preferira korištenje tortnih grafova tzv. „pie chartova“. Glavni element kod ove vizualizacije je kut. Većina ljudi jako loše određuje iznose kutova (ukoliko nisu jasno naznačeni), a to rezultira čestim pogreškama kod određivanja točnih vrijednosti podataka. Osim kutova, ljudi jako loše određuju i interpretiraju iznose i omjere površina, volumena i zakrivljenosti. Posebno je potrebno obratiti pažnju i na sjenčanje, boje i ispunu grafova koje mogu izazvati neželjene optičke efekte i učiniti graf još manje čitljivim. [2]

#### □ **Prikaz jedne bitne informacije**

Ukoliko je glavni podatak koji želimo istaknuti samo jedan broj, riječ ili kratka poruka najučinkovitiji oblik vizualizacije bit će naglašavanje. Iako ovaj tip vizualizacije nije strogo definiran kao graf, pokazao se iznimno koristan u smislu pamtljivosti poruke koja se prenosi. Ovakav oblik vizualizacije često se koristi kod prikaza jednostavnih brojčanih informacija, odnosa i omjera te se koristi kao fokalna točka definicije problema ili pak postignutih rezultata i rješenja. [2]

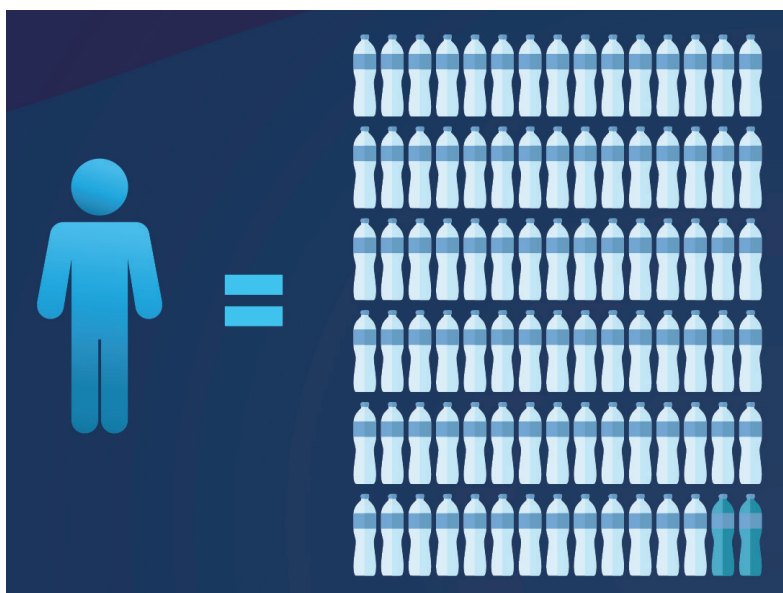
Naglašavanje možemo postići na mnogo različitih načina, a najbolji pristup ovisi o mnogo faktora kao što su tip samog podatka, poruka koji želimo istaknuti i medij vizualizacije. Također je bitno odrediti koji sve podaci moraju biti naglašeni i prikazani – da li je potrebno taj podatak usporediti s nekim drugim ili je pak sam taj podatak dovoljno jasan da može biti prikazan samostalno. Primjer brojeva koji mogu stajati samostalno su primjerice redni brojevi ili postoci koji odmah određuju poziciju ili vrijednost – iako ne uvijek nedvosmisleno ili potpuno, dok se kod usporedbe podataka koriste dva ili više brojeva od kojih je jedan vizualno dominantan.

Najjednostavniji ali i najupečatljiviji način isticanja je promjena veličine i boje bitnog podatka u odnosu na ostale podatke u samoj vizualizaciji. Ovisno o mediju i publici kojoj se poruka prenosi dodatan naglasak može se postići odabirom drugačije tipografije.

Kod korištenja ovog tipa vizualizacije potrebno je obratiti pažnju na količinu, važnost i relevantnost prezentiranih podataka kako ne bi došlo do prenatrpanosti nebitnim informacijama čime se umanjuje važnosti i efekt naglašavanja koji smo željeli postići.







*Slika 6. „Jedna osoba dnevno potroši 90 litara vode, od čega samo dvije potroši na piće“ - naglašavanje jednog podatka koristeći niz ikona*

Za naglašavanje jednog broja često se koriste i tortni grafovi. Zbog toga jer ljudi lošije interpretiraju kutove ovakav oblik grafova ne preporuča se kod prikaza odnosa više brojeva – a posebno se izbjegava prstenasti tortni graf. Ovakav graf zbog nedostatka ispunje dodatno otežava određivanje kuta te time ne omogućuje preciznu interpretaciju prikazanih podataka.[2]

Isto kao i kod niza ikona, kod ovog grafa veliku ulogu ima boja tj. boja ispunje te se izbjegavaju bilo kakva sjenčanja jer ona dodatno otežavaju određivanje vrijednosti podataka u grafu. Boje ispunje također bi trebale biti dovoljno različite i prilagođene osobama s poteškoćama u vidu. Kako bi se dodatno olakšalo analiziranje i interpretiranje ovih grafova preporuča se dodavanje legende ili još efikasnije - dodavanje opisa podatka i njihovih vrijednosti unutar grafa.



*Slika 7. Naglašavanje jednog podatka koristeći jednostavni tortni graf*

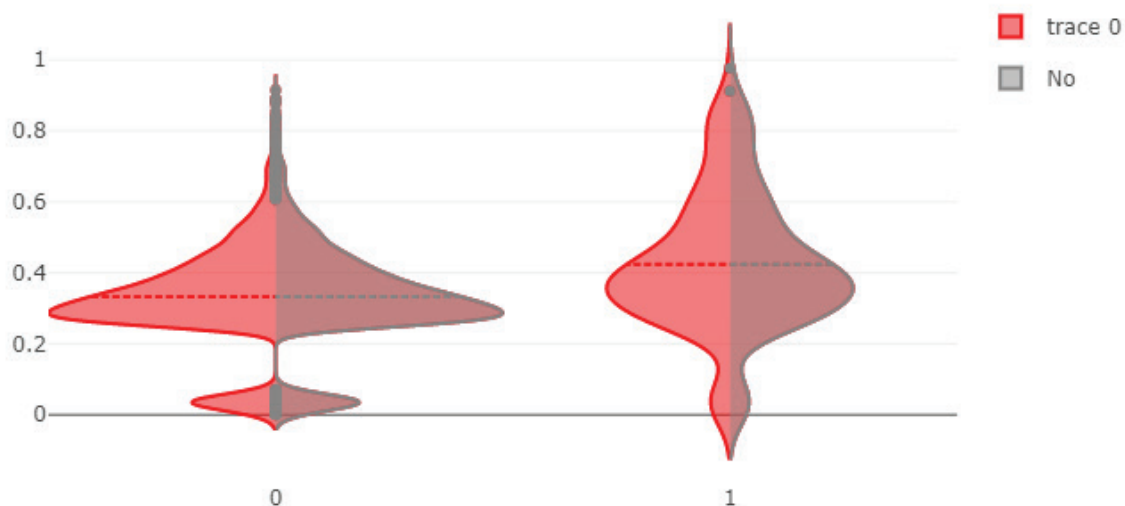


Iako se rijetko koriste za prikazivanje jednog broja, stupčasti grafovi mogu biti efektivni tip vizualizacije i naglašavanja jednog broja ili podatka. Zbog same prirode stupčastog grafa koji sadrži mnogo informacija potrebno je unaprijed odrediti relevantnost i količinu podataka koji će se prikazati, a podatak koji želimo istaknuti potrebno je dodatno naglasiti – primarno bojom ispune, te potencijalno dodavanjem opisa podatka ili njegove vrijednosti. [2]

#### □ Vizualiziranje mjera varijabilnosti

Prikazivanje mjera varijabilnosti u grafovima većinom se koristi u znanstvenim istraživanjima te se ne koriste često kod izrade edukacijskih materijala za učenike osnovnih i srednjih škola. Razlog tome je dodatna količina informacija i podataka (kao što je standardna devijacija podataka, statistička važnost i standardne greške) koja toj ciljnoj skupini ili ispitanicima nije od važnosti, te samo dodano komplicira analizu i interpretaciju podataka.

Corell i Gleicher su 2014.godine proveli istraživanje u kojem su došli do zaključka da je stupčasti graf koji prikazuje odstupanja najteže za analizirati, te da bi srednju vrijednost umjesto stupcem bolje bilo prikazati u obliku točke ili linije. Umjesto stupčastog grafa predložili su korištenje *Gradientnog* i *Violinskog* grafova. U ovim grafovima gradijent ispune prikazuje varijabilnost. [2]



Graf 1. Violinski graf;

Izvor: <https://observablehq.com/@japarodi/untitled>, dostupno: 05.09.2020.

Za prikaz varijabilnosti može se koristiti i složeni stupčasti graf – u kojem se varijabilne vrijednosti mogu prikazati drugom bojom. Ovaj tip vizualizacije najjednostavniji je za interpretirati većini skupina. Ukoliko su podaci vizualiziramo povezani umjesto složenog stupčastog graf preporuča se korištenje složenih površinskih grafova koji prikazuju varijabilnost u kombinaciji sa linijskim grafom koji prikazuje srednju vrijednost. [2]

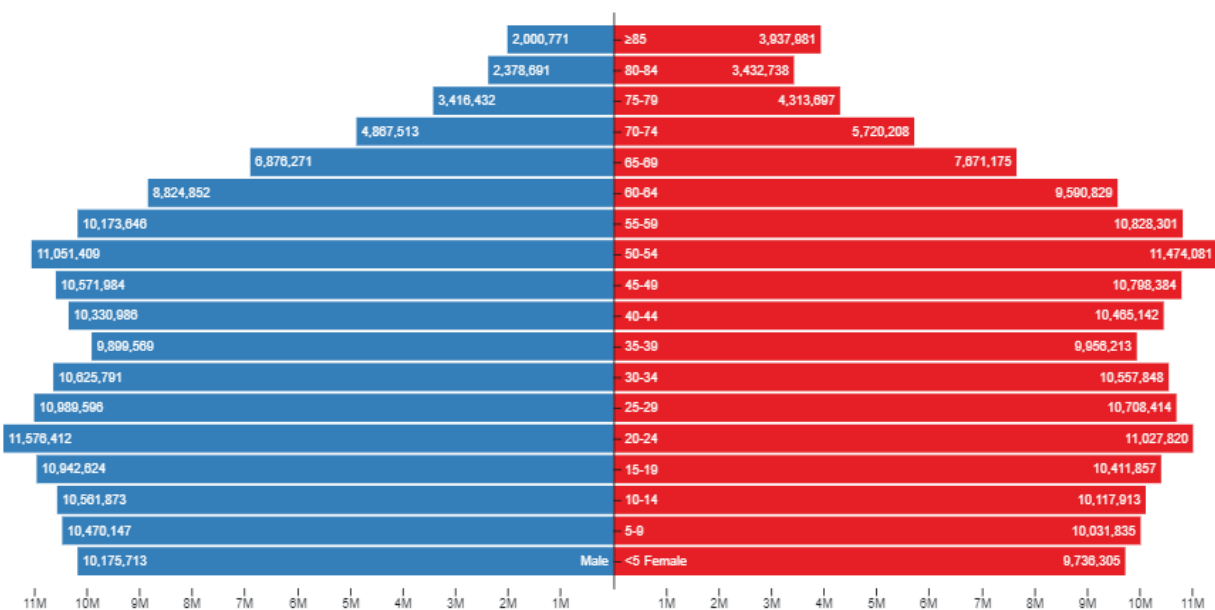
#### □ **Usporedba brojeva i vrijednosti**

Mnogo je razloga zbog kojih uspoređujemo brojeve. Jedan od razloga je dobivanje jasnog uvida u to koliko je neka vrijednost porasla ili pala u određenom roku, koliko je nova vrijednost viša ili niža od neke druge ili starije vrijednosti, da li je ona bolja ili lošija, te kako se ponaša tj. kakav je njezin trend – uzlazan ili silazan. Većina vizualizacija bavi se upravom usporedbom vrijednosti i podataka kako bi se mogli definirati određeni problemi ili pronaći rješenja na njih. Osim usporedbe podataka međusobno, katkad je potrebno usporediti podatke na temelju neke bazne vrijednosti ili praga.

Najkorišteniji tip vizualizacije kod usporedbe podataka je stupčasti graf. Ljudi lako određuju preciznu vrijednost na temelju dužine stupaca prikazanih u grafu. Ovaj tip vizualizacije koristi se kod usporedbe par brojeva te se dodavanjem novih podataka ili setova podataka drastično smanjuje efektivnost interpretacije podataka. Ukoliko je pak potrebno usporediti više podataka potrebno je dodatno označiti ili povezati stupce koje analiziramo. To se može postići dodavanjem dodatnih opisa, grupiranjem setova ili pak povezivanjem podataka sličnim bojama ispune. Orijehtacija stupaca također ovisi o tipu i količini setova podataka koja se uspoređuje.

Kad koristimo stupčaste grafove za usporedbu vrijednosti s definiranim pragom koristimo kombinaciju stupčastog i linijskog grafa u kojem linija predstavlja prag. Na taj način lako možemo vidjeti koje vrijednosti su iznad odnosno ispod praga.

Stupčasti grafovi kod kojih je orijentacija stupaca horizontalna nazivaju se trakasti grafovi te ukoliko se dva takva grafa spoje po y ordinati dobivamo piramidalni graf koji također ima čestu primjenu kod prikaza usporedbe dva seta podataka. Kako bi se jasnije naglasilo koja strana je bolja (veća ili manja) mogu se koristiti metode poput promjene boje ispune ili dodavanjem vrijednosti određenog stupca. [2]



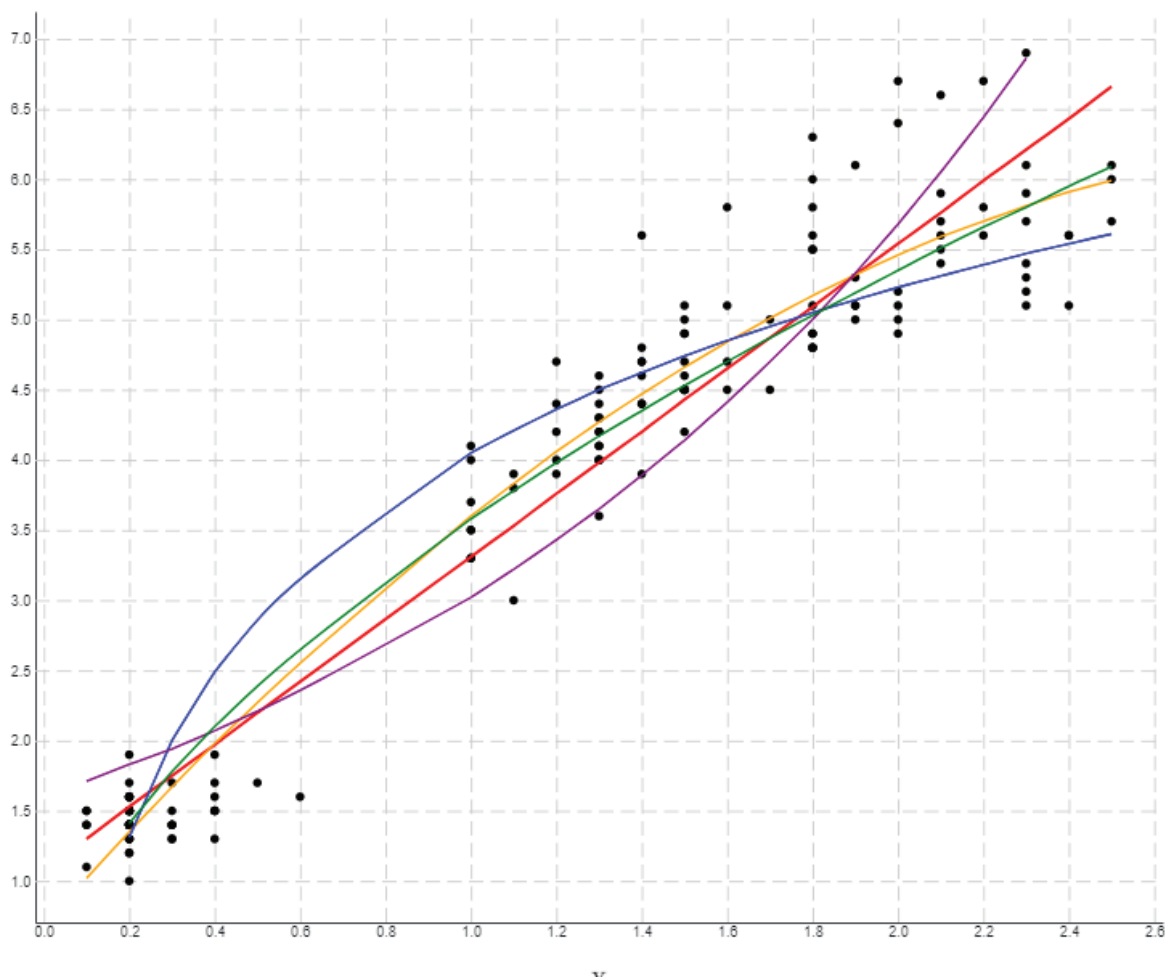
Graf 2. Primjer piramidalnog grafa - često korišten u za prikaz demografskih podataka kao što su dobno-spolne strukture društva – primjer za Sjedinjene Američke Države;

Izvor: <https://observablehq.com/@d3/population-pyramid>, dostupno: 05.09.2020.

Za usporedbu vrijednosti također se koristi posebna podvrsta linijskog grafa – Slopegraph. Ovim tipom vizualizacije možemo lako prikazati promjenu vrijednosti iz početne i završne faze mjerenja. Kod ovog grafa lakše će se moći analizirati usporedbe više podataka nego u stupčastom grafu. Kako bi lakše mogli analizirati graf svaka linija može koristiti drugačiju boju obruba, a one koje želimo posebno naglasiti možemo obojati bojama koje odstupaju od ostalih ili pak ih podebljati. Potrebno je pripaziti da se ne koristi previše različitih boja ili pak presličinih boja (istog tona različite svjetline ili zasićenosti) ili tipova linija koje dodatno mogu otežati analizu grafa. [2]

Prema mnogim istraživanjima o vizualnoj percepciji točkasti grafovi omogućuju nam najlakše i najpreciznije određivanje vrijednosti prikazanih podataka. U ovakvim grafovima nema pretjerano mnogo mogućnosti za povećanje čitljivosti ili dodatno olakšati proces analize osim primjene grafičkih svojstava elemenata kao što su promjena oblika točke, boja ispuna (po grupama), dodavanja iznosa vrijednosti unutar samih točaka ili pak spajanjem točaka linijom pri čemu zapravo dobivamo linijski graf. Kod korištenja ovog grafa potrebno je pripaziti na količinu podataka koja se prikazuje, jer se prevelikim brojem elemenata smanjuje mogućnost razlikovanja i analize prikazanih podataka. Linijski graf, koji zapravo predstavlja nadogradnju točkastog grafa olakšava nam određivanje toka i promjene vrijednosti podataka u nekom vremenskom rasponu. [2, 8]

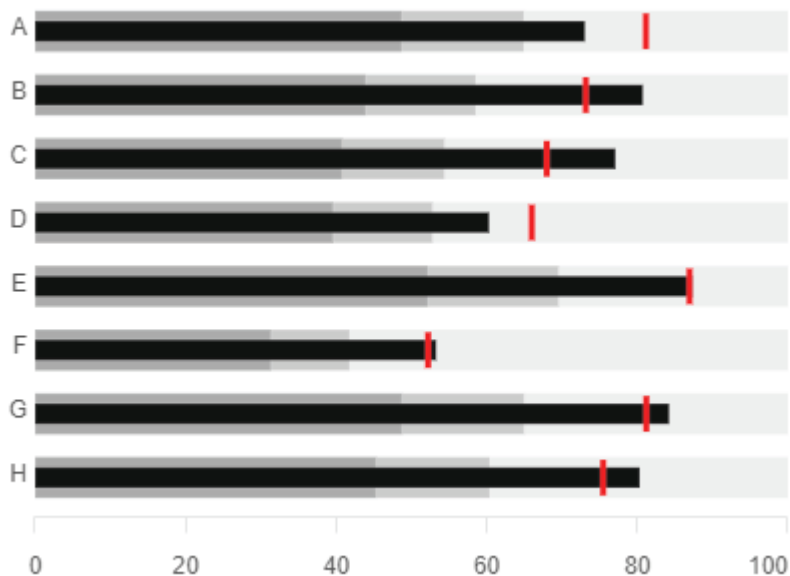
Za prikazivanje usporedbe više podataka ili više setova podataka ne preporuča se korištenje jednog grafa nego podjela grafa na više pod-grafova.



Graf 3. Kombinacija točkastog i linijskog grafa – pomoću linija možemo povezati točke iste grupe i lakše analizirati podatke – primjer prikazuje moguće promjene stanja (trends) ovisno o tipu modela – crvenom bojom prikazan je linearna funkcija, narančastom – funkcija polinoma drugog reda, plavom – logaritamska funkcija, ljubičasta – eksponencijalna funkcija i zelena – funkcija potencija;  
 Izvor: <https://observablehq.com/@rgroner2/a-plot-showing-a-variety-of-least-squares-regression-models>, dostupno: 05.09.2020.

Bullet grafovi koriste se kod usporedbe podataka koji mogu imati jedan jasno definirani prag ili pak više stupnjeva s kojima uspoređujemo vrijednosti u grafu. Ovim grafom primarno uspoređujemo postignutu vrijednost s pragom ili stupnjem, a zatim i sa željenom tj prognoziranom vrijednošću. Elementi ovog grafa podijeljeni su u 4 područja ili skupine – podaci ispod praga, iznad praga, aktualno stanje, te sama ciljana vrijednost. Područja mogu biti podijeljena u više manjih pod-područja, a sve ovisi o tipovima podataka i samoj prirodi istraživanja. Podaci koji predstavljaju očekivanja u ovom grafu prikazuju se u formatu složenog stupčastog grafa u kojem različite vrijednosti istog stupca predstavljaju područja ispod ili iznad praga (ili pak definiraju pod-područja), dok se još jedan uži stupac često crne ili druge kontrastne boje preklapa preko tih

područja. Taj poseban stupac predstavlja izmjerenu trenutačnu vrijednost. Ciljana vrijednost definirana je linijom te označuje željenu ili prognoziranu vrijednost koju je potrebno postići. [2]

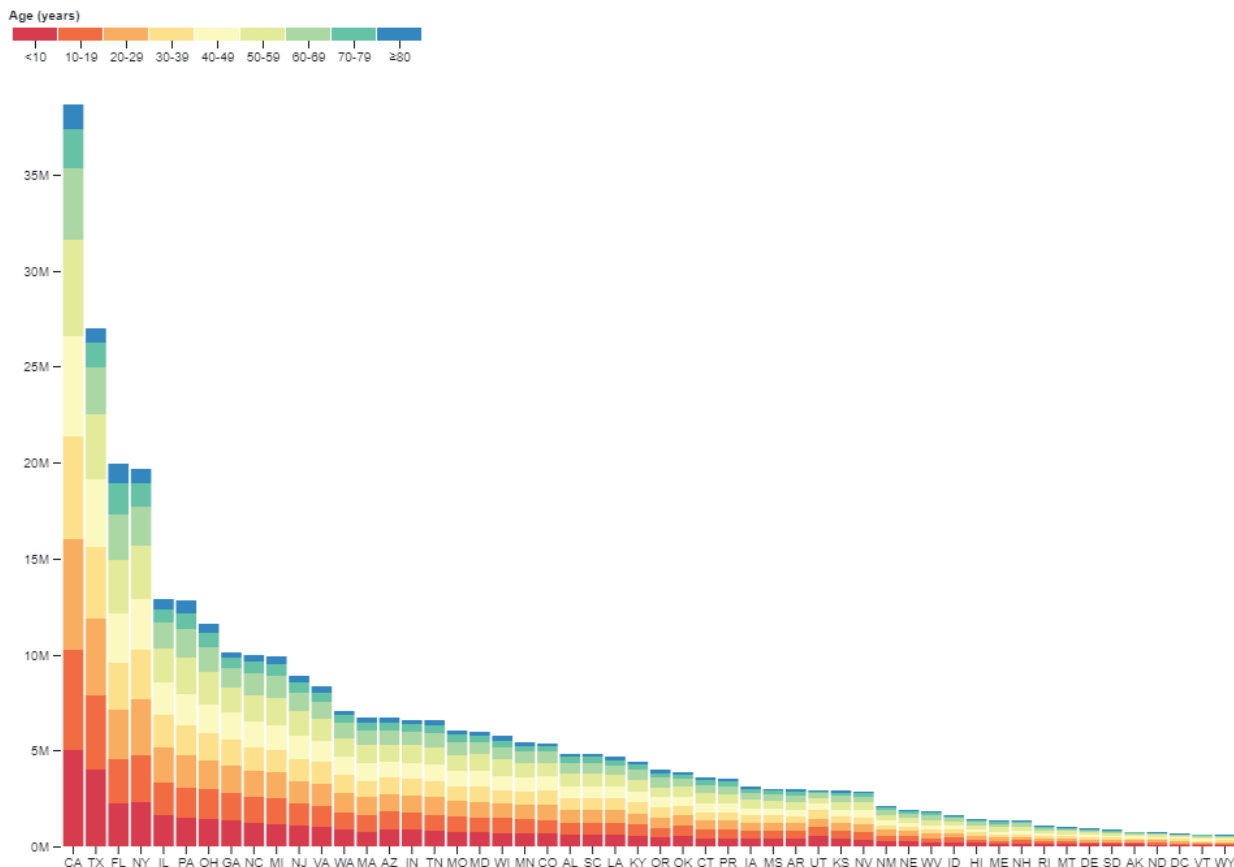


Graf 4. Bullet graf koji prikazuje različite razine uspješnosti ili zadovoljavanja cilja (tonovi sive boje), trenutačno stanje – stupac crne boje, te očekivani cilj . crvenom crtom;

Izvor: <https://observablehq.com/@miralemd/picasso-js-bullet-graph>, dostupno: 05.09.2020.

#### □ Vizualizacija ocjenjivanja i rangiranja

Za vizualizaciju ocjenjivanja primarno se koriste *složeni stupčasti grafovi* i njegove podvrste – i to zbog toga jer nam zbroj svih ocjena mora dati iznos od 100% u svakom slučaju te se njima mogu prezentirati odnosi i omjeri podataka neke cjeline. O tome koja točno podvrsta stupčastog grafa i načina vizualizacije će se koristiti ovisi da li ocjenjivanje ima neku vrstu praga u kojem dijelimo odgovore na pozitivne i negativne ili pak su ocjene gradacija koja nema dva pola. Kao i kod usporedbe podataka s pragom i kod ocjenjivanja možemo koristiti metodu kombiniranja stupčastog (složenog stupčastog) i linijskog grafa – gdje bi linija opet predstavljala prag. Vrijednosti se također mogu razdvojiti tako da koristimo drugačije boje ovisno o tome da li su podaci iznad ili ispod praga. Ukoliko nemamo prag nego samo želimo prikazati postotak svakog podatka možemo također koristiti boju ispune. [2]



Graf 5. Složeni stupčasti graf – prikaz dobne strukture stanovništva svih 50 saveznih država SAD-a;

Izvor: <https://observablehq.com/@d3/stacked-bar-chart>, dostupno: 05.09.2020.

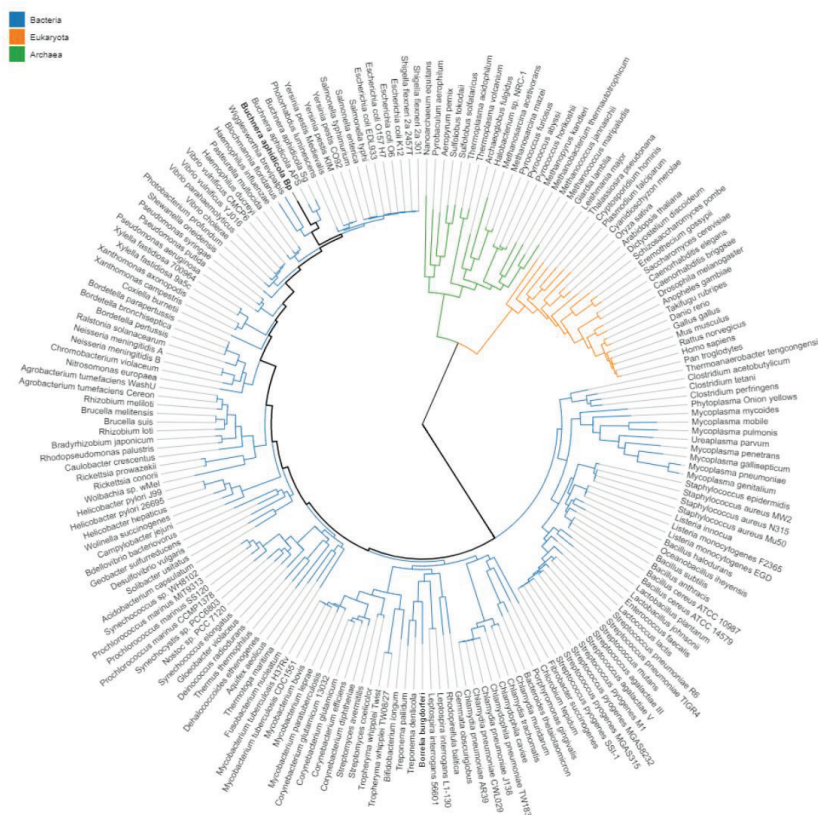
Kod rangiranja svaki ispitanik može odabrati više vrijednosti tj. odrediti važnost podataka koji su mu ponuđeni. Za vizualizacije ovakvih setova podataka nije dobro koristiti tortne grafove jer zbroj svih rezultata može biti manji, ali i veći od 100% te bi prezentacija informacija zapravo bila nevjerodostojna. Za vizualizaciju podataka koje treba rangirati koristi se obični stupčasti graf u kojem se podaci lako mogu sortirati i prikazati prema uzlaznom ili silaznom slijedu – sve ovisi o tome što želimo prikazati. [2]

#### □ **Grananje**

Ukoliko želimo detaljnije prikazati rezultate dva ili više setova povezanih podataka ili njihovih podgrupa često se koristi ugniježđeni graf koji podatke prikazuje u obliku ugniježđenih površina. Znanstvena istraživanja provedena 2010. godine (Heer i Bostock) ukazala su na to da ljudi loše procjenjuju iznose površina bile one u obliku krugova, kvadrata ili drugih geometrijskih likova. Kako bi se ljudskom mozgu olakšala interpretacija tih podataka površine moraju biti proporcionalne podacima koje prikazuju. [2]

Kada se koriste druge vrste grafova kao što je npr. složeni stupčasti graf potrebno je vizualno odvojiti vrijednosti svake grane koristeći neki oblik prikazivanja mjesta grananja kao što je linija ili grupacijom i drugačijom bojom ispune. [2]

Prikaz grananja podataka tj. odnosa između podataka može se prikazati i korištenjem dijagrama, ali i u tzv. mrežnoj (*Node-link*) vrsti grafa koji podatke prikazuje u obliku točaka, a njihove odnose kao linije koje povezuju te podatke. Pomoću te vrste vizualizacije možemo prikazati hijerarhijske i mrežne odnose te ovisnosti između podataka. Postoji mnogo različitih vrsta i tipova ovih grafova, a odabir ovisi o mnogo različitih faktora kao što su količina podataka i kompleksnost njihovih odnosa (da li su ovisni jedan o drugom, smjer odnosa – jednosmjerni ili dvosmjerni, jačina i tip odnosa...) [5]



Graf 6. Hijerarhijski graf – ovaj oblike je često korišten kod izrade filogenetičkih mapa vrsta;

Izvor: <https://observablehq.com/@mbostock/tree-of-life>, dostupno: 05.09.2020.



## □ Vizualizacija distribucije vrijednosti

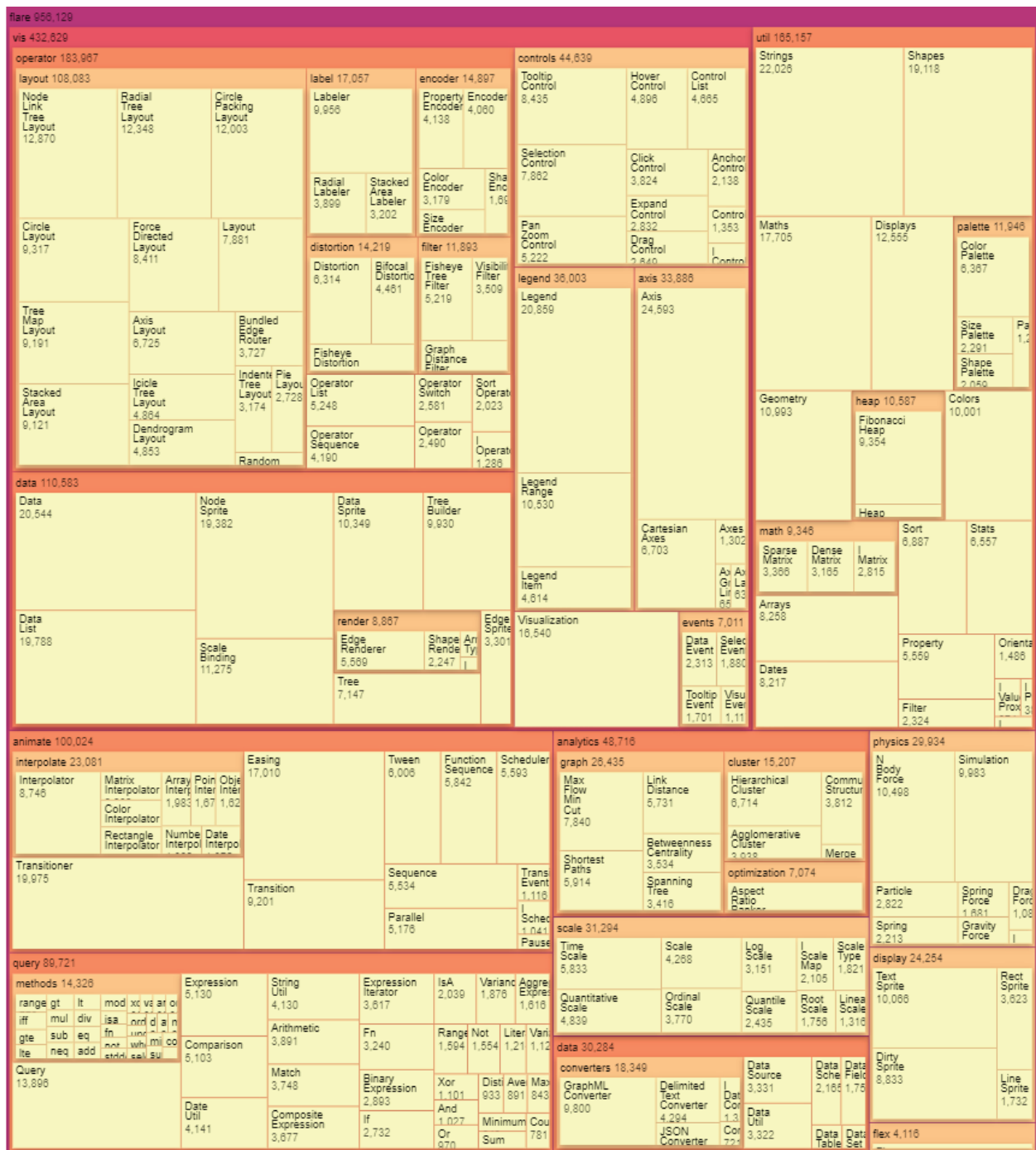
Za vizualizacije dijelova neke cjeline i njihove distribucije može se koristiti mnogo različitih vrsta grafova kao što su složeni *stupčasti graf*, *histogram*, *hijerarhijski graf* i *tortni graf*. Iako se ne preporuča korištenje hijerarhijskog i tortnog grafa, postoje situacije kada su oni neizbježni. [2]

Podaci prikazani u histogramu pokazuju sastav i frekvenciju ponavljanja podataka sadržanih u određenom setu. Histogram je zapravo podvrsta stupčastog grafa u kojem je vrijednost svakog podatka prikazana veličinom samog stupca. Ukoliko vrijednost podataka nije bitna, nego se želi prikazati grubi sastav i distribucija podataka može se koristiti linijski graf. Pomoću ove vrste grafa možemo utvrditi da li neki određeni set podataka gravitira prema određenim vrijednostima i da li se neki određeni podaci ističu ili pak nedostaju. Svi fotografi i snimatelji dobro su upoznati sa analizom podataka iz histograma koji im pruža veliku količinu informacija o slici – da li je pravilno eksponirana (na nema gubitka podataka u tamnim ili svijetlim područjima), da li je dobar balans bijele boje (uravnotežen odnos između 3 primara i da nema neželjenih koloracija), te im omogućava utvrditi dinamički raspon same slike (odnos između svijetlih i tamnih tonova). [5]

Kod korištenja tortnog grafa potrebno je pridržavati se određenih pravila kako bi vizualizacija bila što jasnija i lakša za analizu. Svaki tortni graf kao početnu poziciju bi trebao imati na 0 stupnjeva, a svaki sljedeći odjeljak bi se trebao nastaviti na njega i to u smjeru kazaljke na satu. Raspored tih odjeljaka je također bitan te bi prvi odjeljak trebao prikazivati najveću vrijednost, dok bi svaki sljedeći trebao prikazivati manju vrijednost i tako sve dok se krug ne zatvori - zadnji odjeljak bi trebao biti onaj najmanje vrijednosti. Sami odjeljci bi trebali imati drugačiju ispunu, a o tome da li će se koristiti različite boje ili boja istog tona ali različite svjetline ili saturacije ovisi koliko odjeljaka je prikazano na grafu. Ukoliko je moguće svaki odjeljak trebao bi imati navedenu brojčanu vrijednost tj. postotak koji čini. Schonlau i Peters su 2012 proveli istraživanje u kojem su zaključili da su Tortni grafovi opravdani oblik vizualizacije u slučajevima kad nije potrebno precizno interpretirati vrijednost svakog odjeljka, nego ukoliko je bilo bitno naglasiti koji dio čini većinu u nekoj cjelini – najbolje ukoliko je broj odjeljaka čim manji, a najbolje je koristiti manje od četiri odjeljka. [2]

Korištenje hijerarhijskog grafa – podvrste površinskog grafa također se preporuča jedino u situacijama kada vizualizacija ima manji broj podataka koji se žele prikazati. Prednost ove vrste vizualizacije je da može prikazati odnose između pod-cjelina i sveukupne vrijednosti. Kako bi se olakšala interpretacija ovakvih grafova potrebno je bojom ispunje grupirati povezane cjeline u kojima one koje imaju tamniju ispunu ili veću saturaciju predstavljaju cjeline sa najvećom vrijednosti. Osim ispunje i pozicija cjelina određuje njihovu vrijednost. [2]





Graf 7. Hijerarhijski ugniježdeni graf;  
 Izvor: <https://observablehq.com/@d3/nested-treemap>, dostupno: 05.09.2020.

□ Ostali oblici i tipovi grafova

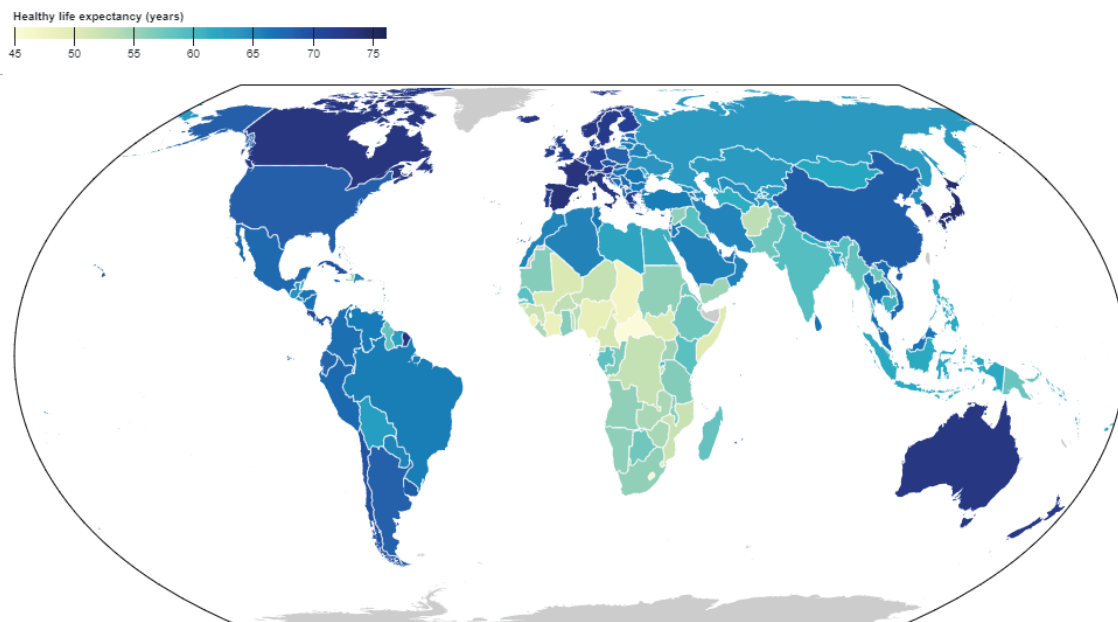
**Toplinske mape** zajednički je naziv za tehniku naglašavanja podataka u tablicama i grafovima, ali i za posebnu vrstu vizualizacija koja se često koristi kod prikazivanja vrijednosti na geografskim kartama. U većini slučajeva se za ispune regija/država ili nekih drugih jedinica koriste dvije boje, od koji svaka označuje pozitivni ili negativni trend (primjerice plava prikazuje

pozitivne vrijednosti, a crvena negative), dok se promjenom saturacije ili češće svjetline jasnije definiraju točne vrijednosti. Isti princip naglašavanja trenda i vrijednosti koristi se i kod formatiranja ćelija unutar tablica. Osim toga mogu se koristiti i u svrhu prikaza distribucije i frekvencije podataka unutar određenog seta kao alternativa histogramu. [2, 5]

		October	November	December	January	February	March	April
PHI	Monday	100%	67%	33%	33%	100%	100%	
	Tuesday		100%	50%		50%	50%	100%
	Wednesday	0%	100%		67%	100%	100%	100%
	Thursday		0%	0%	50%	100%	75%	
	Friday	0%	100%	0%	100%	100%	100%	100%
	Saturday	50%	33%	50%	100%	67%	100%	
	Sunday			50%	0%	0%	50%	100%
BOS	Monday	100%	67%	50%	100%	100%	100%	
	Tuesday	50%	100%		0%	0%	100%	0%
	Wednesday	0%	67%	75%	100%	50%	50%	50%
	Thursday	100%	100%	50%	50%	100%	100%	
	Friday	100%	100%	0%	100%	67%	100%	100%
	Saturday	100%	100%	100%	50%	100%	50%	
	Sunday	100%	100%	100%	0%	50%	33%	0%
TOR	Monday	50%		0%	67%	100%		100%
	Tuesday		100%	50%	50%	100%	100%	0%
	Wednesday	0%	50%	67%	100%	100%	50%	50%
	Thursday	100%	100%	100%	100%	50%	100%	
	Friday	100%	67%	100%	67%	50%	100%	100%
	Saturday	100%	100%	100%	0%		0%	
	Sunday		33%	100%	100%	100%	50%	100%
NYK	Monday	100%	33%	0%	100%	0%	50%	0%
	Tuesday	0%	100%	100%	33%	0%	0%	0%
	Wednesday		60%	50%	0%	0%	0%	100%
	Thursday	0%		67%	0%	50%	0%	
	Friday	100%	33%	0%	50%	0%	0%	100%
	Saturday	0%	50%	67%		0%	50%	0%
	Sunday	100%	100%	50%	33%	0%	33%	
BKN	Monday		50%	100%	33%	50%	100%	100%
	Tuesday	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%
	Wednesday	50%	50%	0%	50%	0%	50%	0%
	Thursday			50%		0%	50%	100%
	Friday	50%	50%	67%	67%	0%	0%	
	Saturday	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%
	Sunday	50%	50%	0%	100%	0%	0%	0%

Tablica 3. Prikaz podataka u tablici korištenjem toplinskih mapa;

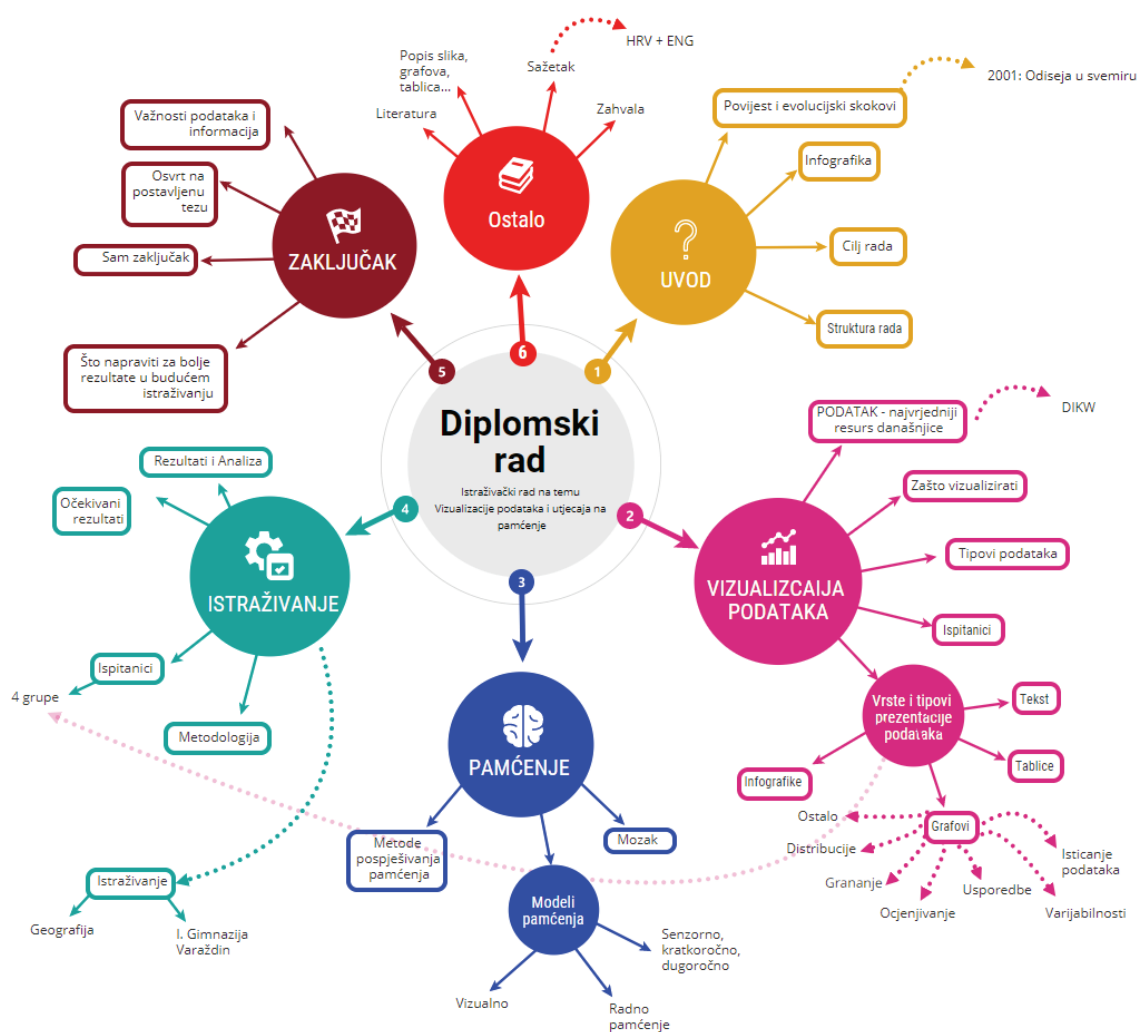
Izvor: , dostupno: <https://observablehq.com/@pstuffa/nba-schedule-heatmap>, 05.09.2020.



Slika 8. Toplinska mapa očekivanog životnog vijeka;

Izvor: <https://observablehq.com/@d3/world-choropleth>, dostupno: 05.09.2020.

Mentalne mape posebna su vrsta dijagrama koja je usko povezana s procesom pamćenja i učenja. Kod izrade mentalnih mapa potrebno je definirati glavni pojam ili ideju koja se razrađuje tj. račva na druge elemente koji se potom grupiraju i tvore semantičke cjeline. Mentalne mape mogu sadržavati veliku količinu različitih podataka, što se izbjegava kod izrade ostalih vrsta grafova i tablica jer bi se otežao proces analize podataka. Glavna svrha mentalnih mapa nije prezentacija informacija nego organizacija, te se češće koristi kao pomoćno sredstvo za učenje i kod procesa brainstorminga.



Slika 9. Mentalna mapa – izrada diplomskog rada

#### 2.4.4. Infografike

Infografika je spoj informacija i grafičkih elemenata (u širem smislu riječi). Iako bi se greškom lako mogla svrstati kao pod-vrsta vizualizacije podataka, infografika prelazi okvire čiste vizualizacije podataka. Dok je kod vizualizacije podataka cilj prikazati vrijednosti i odnose između podataka, infografika uz samu vizualizaciju podataka spaja tekst, slike i ilustracije u cjelinu koja podacima daje dodatni kontekst i smisao te ih pretvara u informacije – cilj svake infografike je ispričati cijelu priču a ne samo prikazati odnose pojedinih segmenata. [1]

Još jedna zabluda vezana uz infografike je da je ona samo skup vizualizacija podataka. Grafikoni i tablice prikazuju podatke, dok infografike pričaju priče koje bi, kao npr. članci u novinama ili pak javni govori trebale informirati, zainteresirati i aktivirati publiku, a ne samo dati sirovi presjek i vizualnu reprezentaciju nekog skupa podataka.

Za razliku od tablica, infografike, tekstualni prikazi podataka i grafovi podatke stavljaju u određeni kontekst, a samim time se gubi objektivna vrijednost tih podataka. Opisom, usporedbom i davanjem dodatnog značenja podacima utječemo na njihovu percepciju, tj. način na koji će biti doživljeni tj. shvaćeni. Dizajneri vizualizacija i infografika trebaju odrediti optimalan odnos između poruke koju žele prenijeti i realnom prikazu podataka tj. informacija. Odabirom različitih skupova podataka, formata i tipova vizualizacija uvelike se može promijeniti smisao i poruka infografike. [1]

Veliku prednost infografikama daje upravo spoj tekstualnog, grafičkog i slikovnog sadržaja. Rezultat dobro dizajnirane infografika je sinergija svih njezinih elemenata. Korištenjem optimalne količine teksta može se dati dovoljan kontekst podacima prikazanim u tablicama i grafikonima, dok slike i ostali grafički elementi mogu pomoći kod procesa kodiranja podataka iz vizualnog i kratkoročnog u dugoročno pamćenje.

Kvalitetni tekst, vizualizacije i grafički elementi sami po sebi ne čine dobru infografiku. Isto toliko koliko su bitni ti elementi, bitan je i način na koji su prezentirani – struktura i format same infografike. Kao i tekst svaka infografika se sastoji od 3 osnovna elementa – uvoda, glavnog sadržaja i zaključka. Uvod osim što definira problem, često ima oblik pitanja na koje infografika traži odgovor. U glavnom dijelu se objašnjavaju uzroci i razlozi zbog kojeg dolazi do određenog problema, te se na temelju toga definira i rješenje na problem koje bi u idealnom slučaju trebalo izazvati neki oblik AHA trenutka. Zaključak može sadržavati glavnu poruku, savjet ili poziv na djelovanje kako bi se taj problem riješio. [1]

Iako su infografike nastale kao sažeci informacija ili članaka u novinama i časopisima, danas se pojavljuju u svim medijima. Prerasle su od jednostavnih statičkih slika u potpuno interaktivnih, animiranih pa čak i u formatu 3D vizualizacija u obliku virtualnih stvarnosti. Današnji oblik

određenih vrsta web stranica (većinom sastavljene od jedne stranice – tzv. onepageri) zapravo bi se prema sadržaju i dizajnu mogli biti svrstani u infografike.



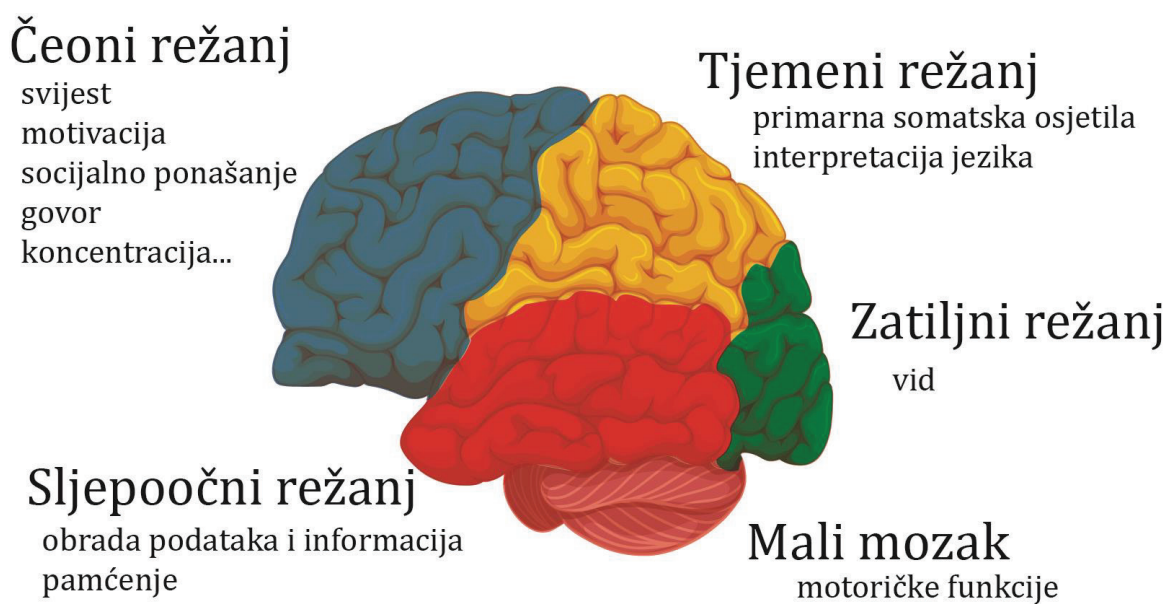
Slika 10. Infografika korištena za istraživanje u ovom diplomskom radu



### 3. Pamćenje

Pamćenje je proces u kojem se analiziraju, obrađuju i spremanju određene vrste podražaja tj. podataka i informacija primljenih putem naših osjetila. [9]

Mozak je najkompleksniji i još uvijek nedovoljno istraženi organ koji ima mnogo funkcija – od nižih funkcija kao što su registriranje specifičnih osjeta, pa do viših kao npr. emocije, raspoznavanje i korištenje jezika te pamćenje. Podijeljen na dvije polutke od kojih je lijeva više specijalizirana za analitički rad u koji spadaju jezik i rješavanje matematičkih problema, te desnu, koja je pak više „kreativna“ i više se koristi kod aktivnosti koje zahtijevaju maštu, percipiranje boja, slika, glazbe... Osim polutka mozak tj. kora mozga podijeljena je na režnjeve koji su specijalizirani za obavljanje određenih funkcija. Čeoni režanj zadužen je za funkcije kao što su svijest, motivacija, socijalno ponašanje, govor i koncentraciju. Sljepoočni režnjevi imaju veliku ulogu kod sekvencioniranja i organizacije podataka i stvaranja pamćenja. Tjemeni režanj primarno obrađuje i interpretira jezik i osjetilne (audiotrne, vizualne, olfaktorne, taktilne...) podatke. Zatiljni režanj uže je specijaliziran za obradu vizualnih podataka, dok mali mozak i moždano deblo imaju ulogu kontroliranja i učenja osnovnih motoričkih funkcija i ravnoteže. [9, 10]



*Slika 11. pojednostavljena anatomija mozga – glavni režnjevi i njihove funkcije*

Iako je modularan i svaka specifična radnja ima svoj definirani „centar“ u kojem se obrađuje većina podataka, rad više takvih centara paralelno omogućuje uspješno izvršavanje viših funkcija. Tako je za funkciju pamćenja potrebno aktivirati čeoni režanj koji će spremi podatke u

kratkoročno pamćenje, zatim će se aktivirati hipokampus koji je smješten u sljepoočnom režnju, te spremiti informaciju u dugoročno pamćenje. [9]

Vrste, kapacitet i oštećenja pamćenja jedne su od najistraživijih kognitivnih funkcija i područja mozga i neuroznanosti. Na temelju brojnih istraživanja pamćenja su podijeljena na mnogo različitih modela, vrsta i tipova.

### **3.1. Modeli pamćenja**

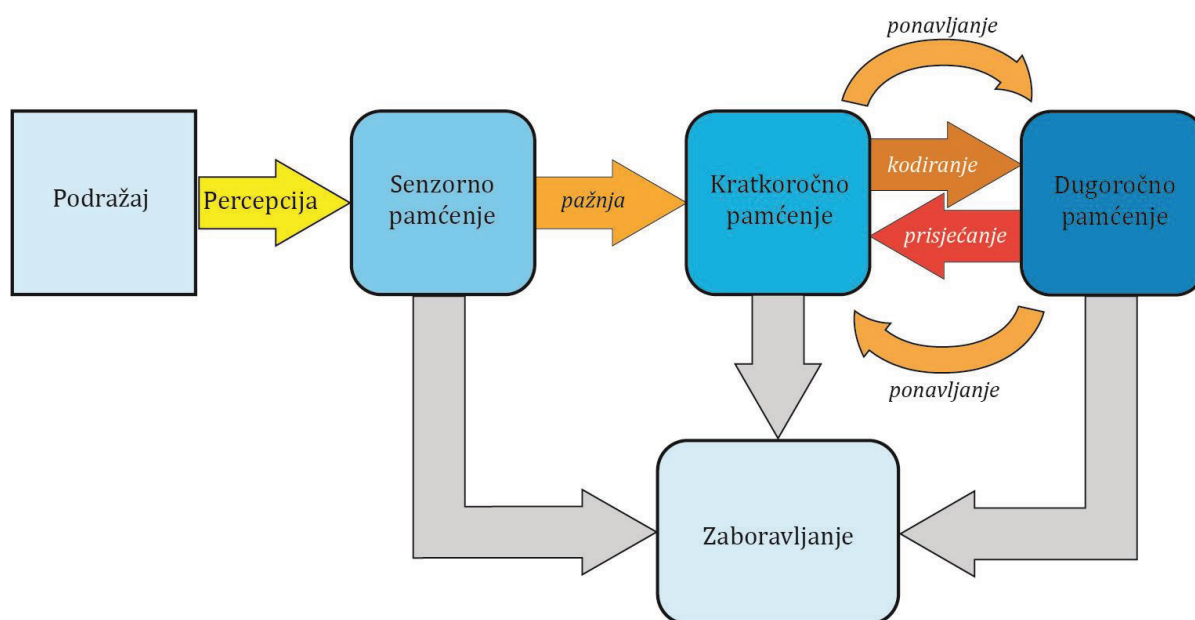
#### **3.1.1. Senzorno, kratkoročno i dugoročno pamćenje**

1968. godine Richard Atkinson i Richard Shiffrin predstavili su model triju skladišta pamćenja – senzorno, kratkoročno i dugoročno. Senzorno pamćenje služi kao kratkoročna pohrana nepromijenjenih informacija koje smo primili našim osjetilima za vrijeme dok se ona obrađuje u mozgu. Dužina pohrane podataka u ovom pamćenju traje manje od trećine sekunde nakon što osjetilni organ registrira podražaj – a ovisno je o tipu tj. izvoru informacija tj. podražaja. Tako primjerice obrada vizualnih podražaja i informacija može trajati kraće od obrade auditornih informacija. Kada mozak odredi koje informacije će zadržati tj. koje imaju najveću važnost, te informacije se šalju na daljnju obradu i spremaju se u skladište kratkoročnog pamćenja. Dokaz da su vrste pamćenja zasebni sistemi potvrdila su istraživanja pacijenata sa oštećenjima specifičnih dijelova mozga zaduženih za određeni tip pamćenja. Pacijenti koji su imali problem sa dugoročnim pamćenjem nisu imali problema sa pamćenjem podataka na kraći vremenski rok. [8]

Kratkoročno pamćenje može služiti kao među spremnik u kojem se informacija može nalaziti toliko dugo koliko je potrebna ili se pak šalje u dugoročno pamćenje. Najpoznatija istraživanja kratkoročnog pamćenja izradio je George Miller koji je postavio teoriju „Čarobnog broja 7“ u kojoj tvrdi da se u kratkoročno pamćenje može pohraniti u prosjeku 7 (+2) objekta tj. informacija. Cowan je 2000. godine proveo niz istraživanja u kojima je utvrdio da su Millerovi rezultati ipak preoptimistični. Prema rezultatima tih istraživanja kratkoročno pamćenje mogućnosti je istovremeno pohraniti 4 objekta (+1). Kapacitet kratkoročnog pamćenja također može varirati ukoliko se koriste neke mnemotehnike kao što su komadanje informacija npr. telefonski broj od 10 znamenki možemo podijeliti u 3 pod-grupe i time zauzeti samo 3 od teoretskih 7 mjesta u kratkoročnom pamćenju. Ovisno o tome da li nam je taj podatak ili čak samo tip i vrsta podatka poznata već otprije povećava nam se vjerojatnost da ćemo i taj podatak zapamtiti. Informacije se u kratkoročnom pamćenju mogu pohraniti na nekoliko sekundi pa sve do nekoliko minuta. Sam

proces pohranjivanja i čuvanja informacija u kratkoročnom pamćenju ovisan je o mnogo različitih faktora kao što su jezik, tip podatka, njihova sličnost i međusobna povezanost, ali najviše o tome kamo i kako je usmjerena pažnja. [9, 10, 11, 12]

Da bi se informacija prebacila iz kratkoročnog u dugoročno pamćenje potrebno ju je kodirati. Kodiranje je proces u kojem se informacije oblikuju u smislene cjeline, a to se radi kombinacijom različitih vrsta kodova. Vizualnu informaciju lakše ćemo pohraniti u dugoročnom pamćenju ako njezinom vidnom kodu dodamo i fonološki kod. Tako takvo pamćenje sadrži više informacija te predstavlja potpuniju cjelinu. Druga mnemotehnika pospješivanja kodiranja informacija u dugoročno pamćenje je ponavljanje, čime se dobiva dodatno vrijeme za prebacivanje iz kratkoročnog u dugoročno pamćenje. Ostale tehnike pospješivanja pamćenja obuhvaćaju organizaciju i pronalazak zajedničkih svojstava i veza između informacija koje pokušavamo zapamtiti ili nekih koje već imamo pohranjene u dugoročnom pamćenju. [9]



*Dijagram 1. Pojednostavljeni dijagram funkcioniranja ljudskog pamćenja*

Dok kapacitet kratkoročnog pamćenja ovisi o mnogim faktorima, dugoročno pamćenje nema ograničenja, ili barem do sad još nije utvrđeno. Vijek pohrane informacija u dugoročnom pamćenju veoma je teško dokazati ili predvidjeti jer bi takva istraživanja trajala desetljećima i previše vanjskih faktora bi utjecalo na rezultate. Stavke koje utječu na to koliko će neka informacija biti pohranjena u dugoročnom pamćenju uvelike ovisе o tome koji sve kodovi su korišteni kod kodiranja, te do koje dubine je informacija kodirana, ali i o tome koliko se često ta informacija koristi. Model korelacije kvalitete kodiranja i zadržavanja u dugoročnom pamćenju postavili su Fergus Craik i Robert Lockhart. Ovaj model postavlja 3 razine analize informacija –



*plitka analiza* koja sadrži samo fizičke tj. senzorne podatke, *dublja analiza* koja omogućuje prepoznavanje i imenovanje objekata, te *najdublja analiza* koja dodaje značenje tom objektu. Informacije koje su detaljnije i dublje obrađene tj. kodirane trebale bi u pravilu ostati dulje spremljene u dugoročnom pamćenju. Učestalim korištenjem te informacije stvaraju se nove veze sa drugim pohranjenim informacijama te se na taj način omogućava pristup toj informaciji iz više različitih smjerova što dodatno olakšava i ubrzava dohvaćanje tih informacija. Mogućnost vizualizacije ili korištenje vizualnih mnemonika kao načina kodiranja uvelike pospješuje proces prebacivanja sjećanja iz kratkoročno u dugoročno pamćenje.[9, 13]

Dugoročno pamćenje dijeli se na eksplicitno (deklarativno) i implicitno (nedeklarativno) pamćenje. Eksplicitno pamćenje zaduženo je da pohranjuje činjenice, podatke i događaje, dok nedeklarativno pamćenje služi za pohranu informacija o načinu ili slijedu odrađivanja neke radnje (sviranja instrumenta, vožnje bicikla...).[9, 13]

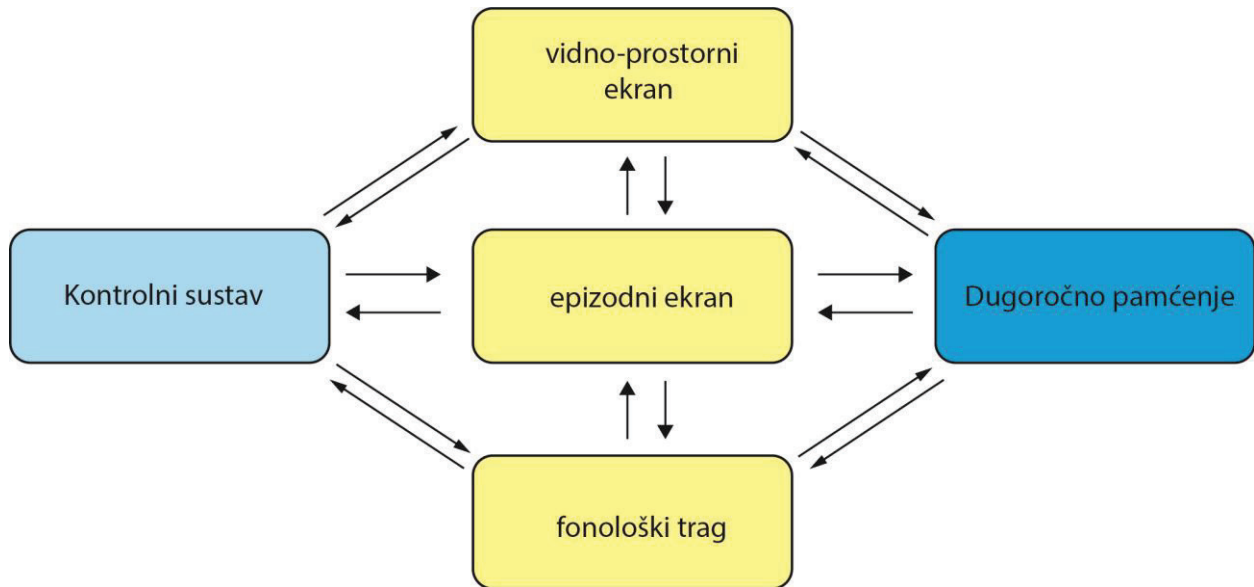
Prema psihologu i neuroznanstveniku Endelu Tulvingu eksplicitno pamćenje dalje se dijeli na semantičko i epizodičko. Semantičko pamćenje nije uvjetovano osobnim iskustvima i uvjetima kada su usvojena, a pretežito sadrži skup općih informacija i činjenica, dok je epizodičko pamćenje uvjetovano vlastitim iskustvom te je subjektivnije od semantičkog pamćenja.

Epizodičko dugoročno pamćenje usko je povezano sa vizualnim dugoročnim epizodičnim pamćenjem te se oslanjaju na procese sjećanja i prepoznatljivosti. Sjećanje se odnosi na pristup određenim detaljnim informacijama povezanih uz određeno iskustvo, dok se prepoznatljivost oslanja na prepoznavanje objekta temeljeno samo na intenzitetu sjećanja, ali bez ikakvih detaljnih informacija. Primjer toga bilo bi prisjećanje detalja izgleda neke zgrade iako ju dugo osoba nije vidjela, dok bi prepoznatljivost bila kada osoba vidi nešto poznato, zna što je to, ali se ne sjeća kada i gdje je to vidjela prije. [14]

### **3.1.2. Radno pamćenje**

Model radnog pamćenja (nadogradnja modela stimulusnog, kratkoročnog i dugoročnog pamćenja) postavili su Alan Baddeley i Graham Hitch. Prema njihovim istraživanjima uz pasivno kratkoročno pamćenje postoji i aktivno, radno pamćenje koje osim pamćenja ima mogućnost i aktivne obrade podataka te omogućava istovremeno obavljanje više funkcija. Radno pamćenje ima kontrolne i pomoćne sustave i podsustave koji se aktiviraju ovisno o tipu informacija koje obrađujemo. Pomoćni podsustavi kao što su vidno-prostorni ekran i fonološki trag omogućuju spajanje informacija i njihovo zadržavanje u spremniku dulje od par sekundi. To se događa kad osim što vidimo neku napisanu riječ istovremeno ju u sebi ponavljamo kako ju ne bi zaboravili. Kontrolni sustav određuje koje informacije treba obraditi tj. što ima veću važnost i zahtjeva više

pažnje, te sudjeluje u kodiranju informacija u dugoročno pamćenje. Još jedan sustav sudjeluje u radu radnog pamćenja - epizodni ekran koji služi kao među spremnik informacije iz ostalih pomoćnih sustava i dugoročnog pamćenja. [9]



*Dijagram 2. Pojednostavljeni prikaz funkcioniranja „aktivnog“ kratkoročnog pamćenja tz. radnog pamćenja*

### 3.1.3. Vizualno pamćenje

Kako bi mogli definirati vizualno pamćenje tj. što se sprema unutar vizualnog pamćenja potrebno je definirati format samog vizualnog sjećanja tj. da li je to sjećanje pohranjeno u slikovitom ili nekom apstraktnom obliku. Više istraživanja koja su proveli Scarborough, 1972; Vogel, Woodman, i Luck, 2001.god. dokazali su da prilikom kodiranja vizualnih sjećanja iz kratkoročnog ili radnog vizualnog pamćenja u dugoročno vizualno pamćenje koriste se primarno resursi i kapaciteti vizualnog pamćenja i odgovarajućih dijelova mozga, dok se minimalno oslanja na druge tipove kodiranja (auditorne, taktilne...). Iako iz toga proizlazi da su vizualna sjećanja odvojena i nepovezana sa ostalim tipovima sjećanja, rezultati istraživanja koja su proveli Barsalou te Martin i Chao ukazuju na to da su ta sjećanja ipak povezana u nekoj mjeri i sa drugim vrstama sjećanja, ali ipak zbog velike količine podataka i njihove važnosti vizualno pamćenje ima odvojeno skladište. Vizualno pamćenje podijeljeno je na vizualno senzorno pamćenje ili ikoničko pamćenje, vizualno radno pamćenje (u nekim literaturama – vizualno kratkoročno pamćenje) i vizualno epizodično dugoročno pamćenje. [14, 15]

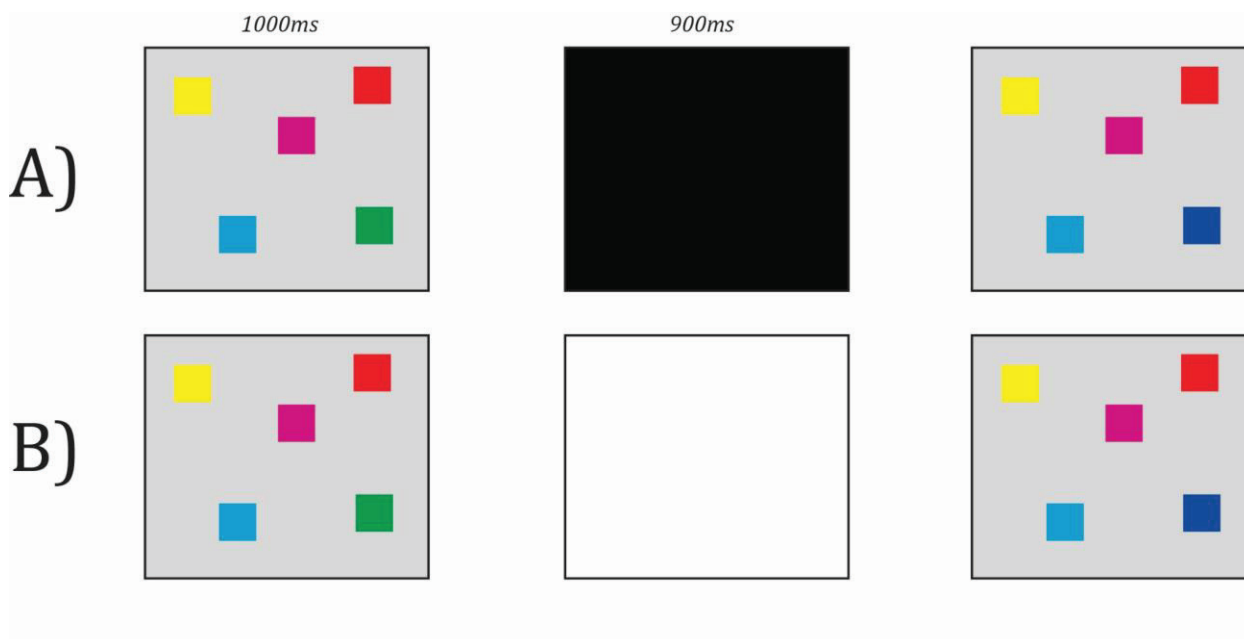
Vizualno senzorno pamćenje ima ulogu veoma kratkog i vremenski ograničenog međuspremnika iz kojeg Vizualno kratkoročno (radno) pamćenje po potrebi upotpunjuje i vadi potrebne informacije. Stimulus koji registrira naš vidni organ ostaje u senzornom vizualnom sjećanju u obliku slike koja izbljeđuje u veoma kratkom roku (oko četvrtine sekunde). Neka istraživanja pretpostavljaju da je format sjećanja senzornog vizualnog pamćenja zapravo slikovit. [15]

Vizualno kratkoročno (radno) pamćenje određuje važnost percipiranih podataka te nad njima radi određenu analizu i obradu. Rezultati obrade ovih podataka mogu utjecati na druge mehanizme mozga kao što su određivanje na što treba obratiti pažnju. Isto kao i kratkoročno pamćenje, kapacitet ove vrste pamćenja je limitiran, te mu je glavna funkcija privremeno skladištenje vizualnih informacija koje ostali dijelovi mozga moraju brzo obraditi da bi mogli tijelu dati informacije o daljnjem ponašanju. Informacije spremljene u vizualnom kratkoročnom (radnom) pamćenju nisu spremljene u čistom slikovitom, nego više objektno-apstraktnom formatu. Znanstvena istraživanja koja su proveli De Renzi i Nichelli, potvrđuju da vizualno kratkoročno pamćenje koristi vlastite resurse te ne utječe uspješnost funkcioniranja drugih pamćenja. [15]

Luck and Vogel svojim su istraživanjima utvrdili da vizualno kratkoročno (radno) pamćenje ima limitirani kapacitet od 3 ili 4 objekta u većini slučajeva (slični rezultati kao i kod Cowanovog istraživanja kratkoročnog pamćenja). Uzrok malom kapacitetu ove vrste pamćenja može biti sama priroda pohrane vizualnih podataka o objektu (boja, oblik) i njegovim parametrima (pozicijom, orijentacijom...) koji se pohranjuju zajedno. Ukoliko bi se vizualni podaci i njegovi parametri spremali u zasebne spremnike bilo bi moguće između njih stvoriti više neuronskih veza i time povećati sam kapacitet pamćenja. Drugi uzrok limitiranom kapacitetu je visoka povezanost pamćenja i pažnje – ukoliko bi se kapacitet pamćenja povećao mozak bi imao više posla s usmjeravanjem pažnje. Daljnja istraživanja na tom području koja su proveli Bays, Husain, Alvarez, Cavanagh, Hardman i Cowan utvrdila su da je kapacitet ove vrste pamćenja dosta ograničen, te da veliki utjecaj na količinu objekata koji se mogu pohraniti ima kompleksnost i broj prikazanih objekata na zaslonu i ostalih parametara (orijentacija, debljina, vrsta linije...). [14, 15]

Na sam kapacitet i trajanje pamćenja utječu i vizualni podražaji koji su percipirani prije i nakon samog izlaganja stimulusima. Svi faktori koji na bilo koji način utječu na kapacitet i trajanje pamćenja nazivaju se vizualne maske. Istraživanja su potvrdila da ukoliko setove podataka koje pokazujemo ispitanicima tokom istraživanja odvojimo tamnim zastorom, ispitaniku zapravo dajemo dodatno vrijeme da se ti podaci prebace iz senzornog u kratkoročno pamćenje i samim time produži vrijeme zadržavanja u pamćenju. Ukoliko pak umjesto tamnog zastora koristimo kratki bljesak svjetlosti, preopterećujemo senzorno pamćenje i samim time skraćujemo ili totalno brišemo informacije o podacima kojima smo bili izloženi. Prilikom testiranja u kontroliranim uvjetima vizualne maske imaju veću efikasnost nego u stvarnom životu. [16]

Istraživanjem vizualnog radnog pamćenja utvrđeno je da je moguće istovremeno sadržavati i analizirati više od samo jedne slike. Taj fenomen zaslužan za primjerice pronalaženje razlika između slika ili traženja dupliciranog vizualnog sadržaja naziva se vizualna disocijacija. [16]



*Slika 12. Primjer testa kratkoročnog vizualnog pamćenja korištenjem tamnog zastora i blijeska, u kojem se od ispitanika traži da detektiraju promjenu u boji ispune prikazanih kvadrata (u opsežnijim testovima mogu se testirati i percepcija promjene položaja i veličina vizualnih elemenata)*

Vizualno epizodično dugoročno pamćenje ima ulogu svjesnog prepoznavanja na temelju prije zapamćenih objekata. Za prepoznavanje oblika i scena (uz prije spomenute procese sjećanja i prepoznatljivosti) bitni su procesi tolerancije i diskriminacije. Tolerancija omogućuje prepoznavanje objekata u različitim uvjetima, a to radi pomoću usporedbe percipiranog objekta i objekta spremljenog u pamćenju. Diskriminacija je pak proces koji omogućava razlikovanje sličnih objekata na temelju iste usporedbe kao i kod procesa tolerancije. Istraživanja dugoročnog epizodičnog pamćenja ukazuju na izrazito visoki kapacitet pohrane, te veoma uspješnu stopu prepoznavanja objekata. Istraživanje na tu temu proveli su Timothy F. Brady, Talia Konkle, George A. Alvarez, i Aude Oliva koji su ispitanicima pokazali 2500 fotografija, te pokušali odrediti kapacitet pamćenja. Pokazalo se da je postotak zapamćenih objekata (i visoke razine detalja samih objekata) s fotografija bio u prosjeku oko 90%. Vizualna sjećanja mogu se direktno zapisati tj. spremi iz vizualnog senzornog pamćenja u dugoročno vizualno pamćenje zaobilazeći kratkoročno (radno) pamćenje. Uzrok tome mogu biti važnost informacija ili ogromna količina informacija koju dobivamo iz vidnog organa. [14, 15]

Istraživanja aktivnosti pojedinih regija mozga i vizualnog pamćenja utvrdila su da se vizualno radno pamćenje oslanja na tjemeni i zatiljni režanj koji su zaduženi za obradu informacija koja

stižu direktno iz osjetila, dok se vizualno epizodično sjećanje odvija u sljepoočnom režnju i hipokampusu što omogućuje neuroznanstvenicima lakše određivanje aktivnosti određene vrste pamćenja.

## **3.2. Metode pospješivanja pažnje i pamćenja**

Kako bi naš mozak mogao obraditi i pohraniti sve informacije koje dobiva, oni prvo moraju biti logički organizirani. Naš mozak odlično registrira uzorke i logičke nizove, ali nisu svi podaci koje dobivamo iz našeg okruženja uvijek u obliku koji je logičan.

Mneumonici su mentalne tehnike i alati koji se mogu odvijati svjesno i nesvjesno unutar našeg mozga, a glavna zadaća im je analiza i reorganizacija podataka koje smo percipirali u logičke cjeline, nizove i uzorke koje će biti lakše zapamtiti.

### **3.2.1. Multimodalna percepcija**

Interakcija ljudi i njihove okoline odvija se komunikacijom putem ljudskih osjetila. Svako od tih osjetila prihvaća, analizira i obrađuje te informacije u zato specijaliziranim centrima u mozgu. Analizom informacija iz različitih izvora, procesom kodiranja te informacije se spajaju i spremaju u dugoročno pamćenje. Procesom spajanja informacija zapravo se stvaraju međusobne veze između svih informacija o istom objektu, te na taj način omogućuju brži pristup tim sjećanjima iz više različitih smjerova. Osim toga, zbog paralelne obrade podataka u mozgu smanjuje se ukupno opterećenje mozga. [17]

Primjer korištenja više ključeva kako bi neka informacija zadržala dulje u kratkoročnom pamćenju ili kodirala u dugoročno pamćenje je čitanje na glas. Sir William Hamilton postavio je eksperiment u kojem osoba treba zapamtiti čim više brojeva u nizu koji su prikazani na papiru ili zaslonu. Većina ispitanika, koja je u tišini promatrala brojeve uspjela je zapamtiti niz od 6 ili 7 brojeva, a kada su umjesto čitanja u sebi brojeve pročitali na glas niz brojeva koje su zapamtili se povećao te je ostao dulje spremljen u kratkoročno pamćenje. [13]

Spajanjem tekstualnog i ikonografskog (slikovitog) stimulusa uvelike se povećava mogućnost pamćenja. Taj efekt naziva se Efektom superiornosti slike (Picture Superiority Effect). Mnoga istraživanja među kojima i istraživanja koje su proveli Paivio, 1971., Mintzer i Snodgrass, 1999. te Margaret Anne Defeyter, Riccardo Russob i Pamela Louise McPartlin 2009.godine (i mnogi drugi) dokazala su da je lakše pamtit objekte u kombinaciji tekstualnog i slikovitog stimulusa

nego samo u tekstualnom formatu. Objekti koji kombiniraju povezane i relevantne kombinacije ikonografskih i tekstualnih elemenata pospješuju dugoročno pamćenje za čak 650%. [1, 18]

### 3.2.2. Usitnjavanje (chunking) podataka

Usitnjavanje podataka (chunking) je proces komadanja dijelova većeg objekta u manje, te reorganizacija tih dijelova u smislene cjeline koje je lakše zapamtiti. Ovaj proces, iako se nesvjesno odvija u našem mozgu, moguće je naučiti koristiti i svjesno.

Ova metoda pamćenja koristi se kako bi iz dužeg niza podataka koji naizgled ne prate nikakav logički slijed ili pravila pretvorili u manje grupe znakova koje za osobu imaju više smisla. Primjer toga je podjela telefonskog broja na 3 smislene cjeline – pozivni broj te dva seta koji se sastoje od 3 ili 4 broja – primjerice broj 042493338 pretvaramo u sljedeći format: 042 – 493 – 338.

Jedan od dokaza da se ovaj proces odvija nesvjesno i neprestano u našem mozgu jest taj da prilikom čitanja ne primjećujemo primjećujemo ponavljanje riječi unutar rečenice. *Pročitajte prethodnu rečenicu još jednom.* Još jedan primjer ovog procesa je primjerice proces učenja abecede – gdje je primijećeno da se nizovi slova pamte u manjim grupama.

Češćim korištenjem i vježbanjem moguće je povećati mogućnost pamćenja većih setova podataka – npr.iskusni igrači šaha mogu zapamtiti pozicije svih figura na šahovskom polju koje se sastoji od 32 figure koje mogu biti smještene na bilo koje od 64 polja. [19]

### 3.2.3. LOCI

LOCI je alat koji omogućava pohranu podataka i informacija koristeći procese mentalne vizualizacije. Ime je dobila po latinskoj riječi za lokaciju – *loci*, a također je poznata pod nazivima metoda lokusa ili palača sjećanja. Princip na koji funkcionira ovaj mneumonik je povezivanje podataka ili informacija koje je potrebno zapamtiti, vizualizirati i postaviti na određenu lokaciju u nekom poznatom okruženju kao što je vlastita soba ili kuća. Ova tehnika pamćenja zapravo je velika nadogradnja izrade mentalnih mapa koje su u pravilu mnogo jednostavnije. Korištenje ove metode pamćenja zabilježeno je već prije više od 2000 godina – a često su je upotrebljavali rimski i grčki govornici kako bi zapamtili određene dijelove govora.

Danas ovu tehniku koristi većina sudionika na natjecanjima pamćenja, a istraživanja potvrđuju da je ova metoda odličan alat za ne samo proces pamćenja, nego i shvaćanja informacija te stvaranja veza između njih. Negativna strana ove metode jest ta da je za njezino korištenje potrebno uložiti mnogo vremena i truda. [20]

### 3.2.4. Ostali mneumonici

Postoji mnogo različitih vrsta mneumonika koje koristimo iz dana u dan, a kojih možda nismo ni svjesni. Primjer jednog nesvjesnog mneumonika jest pamćenje melodija i teksta pjesama. Ukoliko obratimo pažnju na to koliko stvarno melodija i tekstova pjesama znamo i prepoznamo začudili bi se s ukupnim brojem i samim kapacitetom našeg pamćenja. Mnogo je teže zapamtiti istu količinu teksta iz neke knjige nego iz pjesme. Primjer korištenja glazbenih mneumonika jest učenje abecede u vrtiću. Na taj način lakše pamtimo veću količinu podataka nego da samo ponavljamo znakove abecede.

Poznati primjer greške koja se često javlja jest kada nam se određena melodija ili tekst glazbe konstantno ponavlja i čini nam se kao da je ne možemo izbaciti iz glave. Razlog tome je kombinacija glazbenog mneumonika i nesvjesnog komadanja podataka. Kada se ne možemo sjetiti određenog dijela melodije ili teksta koji zapravo predstavlja jedan komad veće cjeline podataka, pokušavamo se konstantnim ponavljanjem prisjetiti dijela koji nedostaje. Tog neugodnog osjećaja možemo se riješiti tako da preslušamo tu melodiju do kraja tj. da preslušamo onaj dio koji nam nedostaje kako bi komadić cjeline tog sjećanja mogli upotpuniti.

Često korišteni mneumonik je skraćivanje. Korištenje akronima (SAD – Sjedinjene Američke Države, imena 9 Grčkih muza - TUM PECCET – Terpsihora, Uranija, Melpomena, Polihimnija, Erato, Kaliopa, Klio, Euterpa, Talija), akrostihova (pjesme u kojima prvo slovo svakog stiha tvori traženi pojam) i prvoslovnki (zagonetke u kojima prvo slovo svake od riječi koje opisuju i definiraju pojam ujedno i tvore samu riječ)... Ove tehnike često se koriste kako bi se primjerice zapamtile lozinke.

Kombinacijom različitih mneumoničkih tehnika možemo uvelike poboljšati i unaprijediti naše kratkoročno i dugoročno pamćenje.



## 4. Istraživanje utjecaja vizualnih dodataka na pamćenje

Cilj svake vizualizacije je pružiti pregled najrelevantnijih podataka i informacija određenoj ciljnoj skupini ili u slučaju istraživanja - ispitanicima s namjerom da ti podaci toj budu od koristi. Zadaća autora/prezentatora/ispitivača je da podatke formira u informacije te da ih prikaže na najbolji način kako bi čim uspješnije prenio svoju poruku ili rezultat analize. Da bi se to postiglo potrebno je odabrati optimalne alate i odrediti najbolje načine prikaza informacija koje želi prezentirati kako bi uspio zadržati pažnju ispitanika i ne preoptereti ih sa viškom beskorisnih podataka.

Uvažavajući sve faktore koji utječu na odabir tipa vizualizacije podataka, prezentacija bi trebala držati ispitanike u stanju „*Flow-a*“ tj. *toka*. Termin stanja „*Flow-a*“ (*toka*) definirao je američki psiholog Mihály Csíkszentmihályi, a označuje stanje optimalne pažnje i koncentracije na određenu radnju kada osoba ne zamjećuje ostale vanjske stimuluse koji bi inače odvrćali pažnju s trenutačne radnje. Ovo stanje zapravo je balans između stanja stresa i kontrole, u kojem je pažnja osobe u potpunosti posvećena rješavanju trenutačnog zadatka ili obavljanja neke radnje. Osoba kod obavljanja radnji u tom stanju ima osjećaj da koristi maksimum svojih kognitivnih sposobnosti. [22]

Provedbom istraživanja želim potvrditi pretpostavku i odrediti da li, na koji način te za koliko vizualni dodaci kao što su grafikoni i infografike utječu na proces pamćenja podataka. Znanstvena istraživanja u području pamćenja s neurološkog i psihološkog aspekta dokazala su da se kombinacijom različitih vrsta stimulusa može pospješiti proces kodiranja informacija iz kratkoročnog i radnog pamćenja u dugotrajno pamćenje.

### 4.1. Metodologija

#### 4.1.1. Ispitanici

Ispitanici ovog istraživanja su 91 učenik prvog razreda srednje škole.

Pretpostavke na kojima su odabrani ovi ispitanici primarno se temelje na tome da svi ispitanici u istraživanju imaju otprilike istu ili veoma sličnu razinu obrazovanja, naviku apsorpiranja, pamćenja, učenja i otprilike istu razinu sposobnosti analize podataka. Ukoliko bi se struktura ispitanika sastojala od studenta raznih studija ili zaposlenih osoba u određenim profesijama ne bi se dobili konzistentni podaci. Razlog tome bila bi velika razlika u navikama i sposobnostima samih pojedinaca – razini i kvaliteti obrazovanja, profesiji, interesima, iskustvu u obradi i analizi podataka itd, što nije u fokusu ovog istraživanja. Osiguravanjem uniformnosti skupine ispitanika

(što se tiče dobi te navika i znanja), te ispitivanjem u istim uvjetima osigurat će se dobivanje najrelevantnijih i točnih podataka.

Svaki razred predstavlja jednu skupinu.

**Kontrolna skupina (KS)**– kao izvor informacija koristi jedino referentni tekst.

**Prva testna skupina (1TS)** uz tekst na korištenje dobiva i tablice sa podacima koji su navedeni u tekstu.

**Druga testna skupina (2TS)** na raspolaganju ima grafikone koji primarno prikazuju vrijednosti i odnose između podataka

**Treća testna skupina (3TS)** kao dodatak tekstu koristi infografiku koja prikazuje podatke u uzročno-posljedičnom formatu

U Kontrolnoj skupini bilo je 22 ispitanika, a u svakoj testnoj po 23 ispitanika.

## 4.2. Istraživanje

Istraživanje je postavljeno u obliku ispita, a se sastoji od referentnog teksta koji sadrži oko 110 brojčanih i tekstualnih podataka te vizualnih dodataka koje ispitanici moraju analizirati i pokušati zapamtiti kako bi mogli odgovoriti na pitanja u ispitu. Svaki razred predstavlja jednu skupinu, te je svaka dobila isti referentni tekst i određene materijale koje koriste kao izvore informacija – tablice, grafove i infografiku.

Sadržaj teksta vezan je uz kurikulum predmeta geografije. Geografija je predmet u kojem do izražaja dolazi sposobnost analize, učenja i pamćenja više različitih oblika i vrsta podataka i informacija iz različitih izvora. Kod učenja geografije potrebno je pamtiti veliku količinu brojčanih, tekstualnih i vizualnih podataka i informacija. Razumijevanjem i povezivanjem podataka kao što su stope nezaposlenosti ili prirodnih prirasta iz teksta ili tablica, sa geografskim kartama i slikama omogućuje korištenje više različitih ključeva za kodiranje informacija iz kratkoročnog u dugoročno pamćenje.

Najveći udio podataka u referentnom tekstu su brojčane vrijednosti zapisane u više različitih formata – brojevnim i tekstualnim, te su svi podaci stavljeni u kontekst i objašnjeni. Niti jedan podatak nije dodatno vizualno istaknut ili naglašen, a tekst je podijeljen u smislene cjeline, te odvojen podnaslovima. Tema teksta je ljudski utjecaj na okoliš, te opisuje različite načine na koji čovjek zagađuje okoliš, i na koji način svaki pojedinac može pomoći smanjenju zagađenja te kako može pametnije koristiti prirodne resurse.

Broj podataka prikazanih u tablicama i grafovima (naspram količine sadržane u tekstu) je smanjen, primarno zbog same količine podataka u tekstu koji bi bilo teško vizualizirati, te bi bilo potrebno mnogo više vremena za njihovu analizu. U grafovima su prikazani oni skupovi podataka

koji imaju najviše elemenata koji se mogu uspoređivati. Informacije koje se sastoje od jednog ili dva podataka nebi imalo smisla vizualizirati u obliku grafa. Prilikom dizajniranja grafova poštivana su sva pravila i upute za optimalni dizajn, kao što su odabir samog tipa vizualizacije (grafa) i boje, označavanja naziva podataka i njihovih vrijednosti te ostalih sastavnih elemenata kao što su imena koordinatnih osi, vrijednosti itd. Time se omogućava lakša analiza i pamćenje podataka. Vrste grafova odabrane su na temelju njihove zadaće – da li je potrebno usporediti podatke ili samo prikazati njihove odnose, dok se odabirom paleta boja dodatna osiguralo da i korisnici sa poteškoćama u vidu kao što su određene vrste daltonizma.

U slučaju infografika prikazano je oko 40% svih podataka jer bi u protivnom infografika izgubila svoj smisao – sažeti podatke u neku smislenu cjelinu. Ukoliko bi svi podaci bili prikazani na infografici dovelo bi do suprotnog efekta u kojem bi došlo do preopterećenja informacijama te bi uspješnost procesa pamćenja bila niža. Osim toga, za analizu veće količine podataka prikazanih na infografici bilo bi potrebno mnogo više vremena. Prilikom prikaza korišteni su razni oblici vizualizacija i naglašavanja podataka kao što su tekst, graf, tablica, simbolični (ikonografskih) i realistični (grafičkih) elemenata.

Ispit koji će ispitanici rješavati sastavljen je od 3 dijela. U prvom se od ispitanika traže osnovne informacije dob i spol skupina, te završne ocjene iz predmeta geografije i prosjeka svih ocjena na kraju godine. Svi ovi podaci služe za detaljniji opis i kvantificiranje predznanja te definiranje eventualnih razlika između skupina ispitanika.

Drugi dio ispita sadrži 24 pitanja vezana uz podatke navedene u materijalima koje su morali analizirati i zapamtiti. Sama pitanja postavljena su jasno i koriste isti način imenovanja koji se koristi u tekstovima i vizualizacijama kako bi se čim uspješnije aktivirala sjećanja. Od ispitanika se očekuje da potvrde točnost i netočnost tvrdnje postavljene u pitanju, te odaberu točan odgovor od više ponuđenih – sve na temelju zapamćenih informacija. Osim odabira točnih odgovora, ispitanici mogu odabrati i opciju „Ne sjećam se“ u slučaju da se u roku par sekundi ne sjete odgovora.

Treći dio ispita (12 pitanja) od ispitanika traži njihovo subjektivno mišljenje o samom istraživanju, količini prezentiranih podataka, da li ih je i koliko je bilo teško ili lako zapamtiti, da li misle da bi im neki oblik vizualizacije ili neki drugi oblik prikaza podataka bio primjereniji ili bi im pomogao u pamćenju te koje su njihove navike prilikom učenja.

Na temelju broja stranica i riječi u tekstu, količini podataka i prosječnoj brzini čitanja od 200-250 riječi/minuti ispitanici za proučavanje materijala imaju na raspolaganju 10 minuta (5 minuta za čitanje i 5 minuta da koristeći bilo koju tehniku pamćenja podataka zapamte čim više podataka i informacija. Za rješavanje testa ispitanici na raspolaganju imaju 15 minuta.

### 4.3. Analiza podataka

Rezultati analize istraživanja će biti iskazani kao razlike u prosjecima odgovora koji će biti segmentirani na više načina. Posebno će se uspoređivati prosjeci Testnih skupina sa rezultatima Kontrolne skupine i to prema prosjeku sveukupnih točnih i netočnih odgovora te onih pitanja na čije se odgovore ispitanici nisu mogli sjetiti. Isti postupak usporedbe svih skupina odgovora ponovit će se za set pitanja čiji podaci su bili vizualizirani (vizualizirani parovi), te posebno za set pitanja s ne-vizualiziranim podacima.

Usporedbom tih rezultata dobit ćemo uvid u to da koja je skupina i za koliko bolje riješila ispit, a samim time i koliko su podataka ispitanici zapamtili, ali kako bi dobili objektivne i statistički i znanstveno relevantne podatke koristit će se T-test postupak. Ovaj postupak omogućuje nam da statistički odredimo značajnost razlike između dva uzorka podataka uspoređujući njihove aritmetičke sredine, te se na temelju rezultata potvrđuje ili opovrgava početna hipoteza.

Kako bi potvrdili ili opovrgnuli početnu hipotezu potrebno je izračunati T-vrijednost koja nam predstavlja statistički značajnu ili ne-značajnu razliku. Ukoliko tokom istraživanja utvrdimo da je statistička razlika između podataka značajna možemo reći da razlike u rezultatima između dvije praćene skupine nisu slučajne te da postoji određena vjerojatnost da takva razlika postoji i u ostalim populacijama.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

*Formula za izračun T vrijednosti*

Kritične T vrijednosti	
Stupanj slobode	Razina značajnosti P < 0,05 (5%)
10	1,812
14	1,761
16	1,746
18	1,734
20	1,725
24	1,711
28	1,707
30	1,697
43	1,681
46	1,769

*Tablica 4. Iznosi Kritičnih T – vrijednosti korištenih u istraživanju*

Za T-test postupak potrebno je odrediti aritmetičke srednje vrijednosti svakog skupa koji ćemo uspoređivati, odrediti razlike prosjeka i standardnu pogrešku, stupnjeve slobode, te razinu značajnosti. Sve varijable, osim razina značajnosti za ovaj test ovise o vrijednostima svakog skupa te broju uzetih uzoraka tj. ispitanika ili pitanja svakog seta koji uspoređujemo. Razina značajnosti u znanstvenim istraživanjima iznosi 0,05 ili 5%, a na temelju te vrijednosti i stupnju slobode određuje se kritična vrijednost s kojom uspoređujemo dobiveni rezultat (T-vrijednost). Ukoliko je dobivena T vrijednost manja od kritične vrijednosti možemo reći da uočene razlike između uspoređenih setova ne predstavljaju statistički značajnu vrijednost, te u tom slučaju ne odbacujemo početnu hipotezu. Nasuprot tome, ako je T-vrijednost veća od kritične, razlike između setova predstavljaju značajnu statističku razliku.

#### **4.4. Očekivani rezultati**

Pretpostavka je da će sve testne skupine imati bolje rezultate – više točnih odgovora nego KS zbog više različitih pomagala (tekstualnih i vizualnih tj. grafičkih) za čiju analizu je potrebno koristiti više različitih načina i tipova obrade i procesa pamćenja podataka tj. korištenje različitih ključeva kako bi se podaci kodirali iz kratkoročnog u dugoročno pamćenje. Ispitanici ovih skupina mogu povezivati brojčano-tekstualne podatke sa vizualnim prikazima tih podataka i tako stvoriti više veza između podataka što bi trebalo rezultirati lakšim i bržim pamćenjem informacija, a samim time i vjerojatnošću prisjećanja točnih podataka.

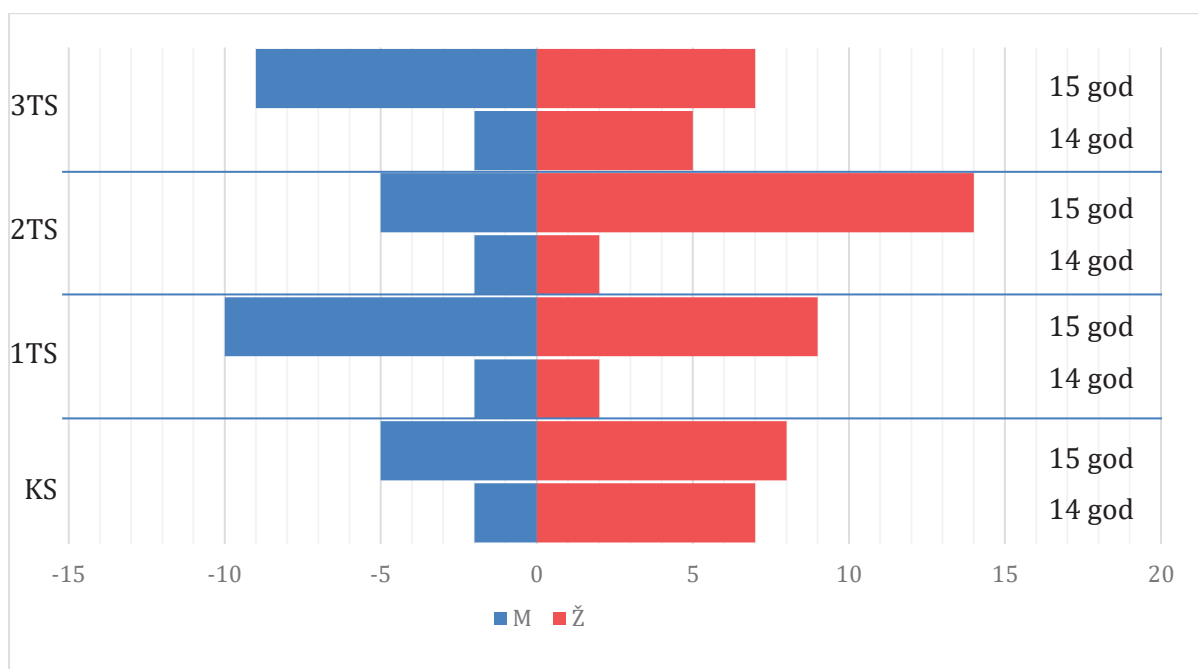
Da bi se potvrdile ove pretpostavke bit će potrebno odrediti razlike u prosjecima različitih odgovora i provjerom kroz T-test postupak opovrgnuti početnu hipotezu da između Kontrolne i testnih skupina nema izraženih statističkih razlika.

#### **4.5. Rezultati istraživanja**

##### **4.5.1. I dio – Dobno-spolna struktura ispitanika i razlike u predznanju**

Analizom i usporedbom prosječnih vrijednosti svake skupine utvrđeno je da naspram KS najveću prosječnu razliku u spolnoj strukturi ima PTS (razlika od 20,36%). Po istom kriteriju KS najbližnja je DTS (razlika od 1,38%), dok je razlika u TTS 7,31%.

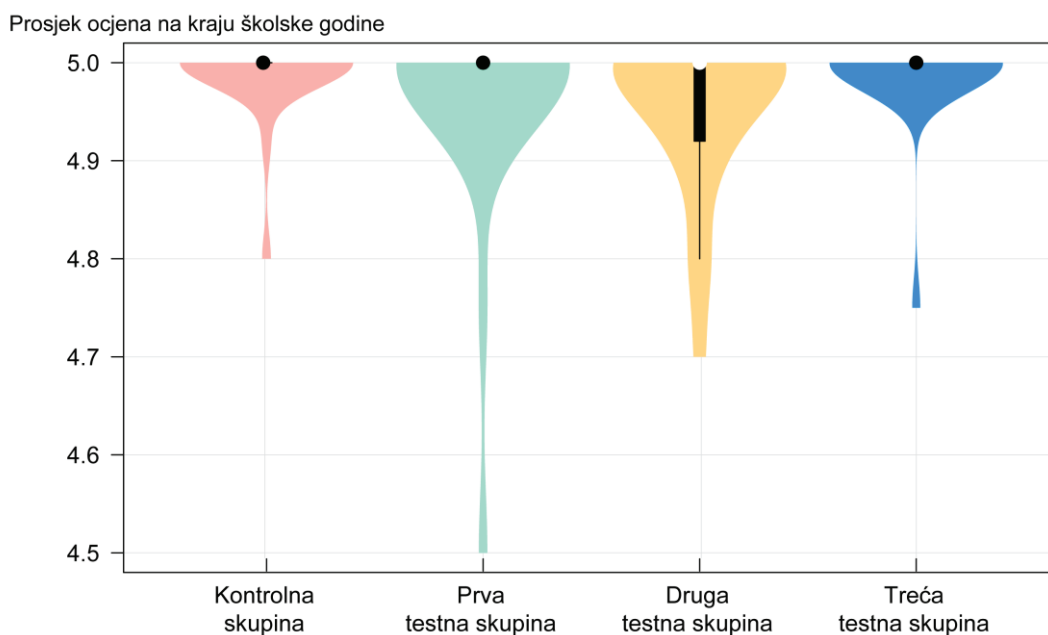
Dobne strukture PTS i DTS skupine najviše se razlikuju od KS. Ove dvije testne skupine imaju identičnu dobnu strukturu te je prosjek godina viši od KS u prosjeku za 0,23 godine, dok je najmanja razlika između prosjeka godina KS i TTS te iznosi tek 0,1 godinu.



*Graf 8. Dobno spolna struktura ispitanika po skupinama*

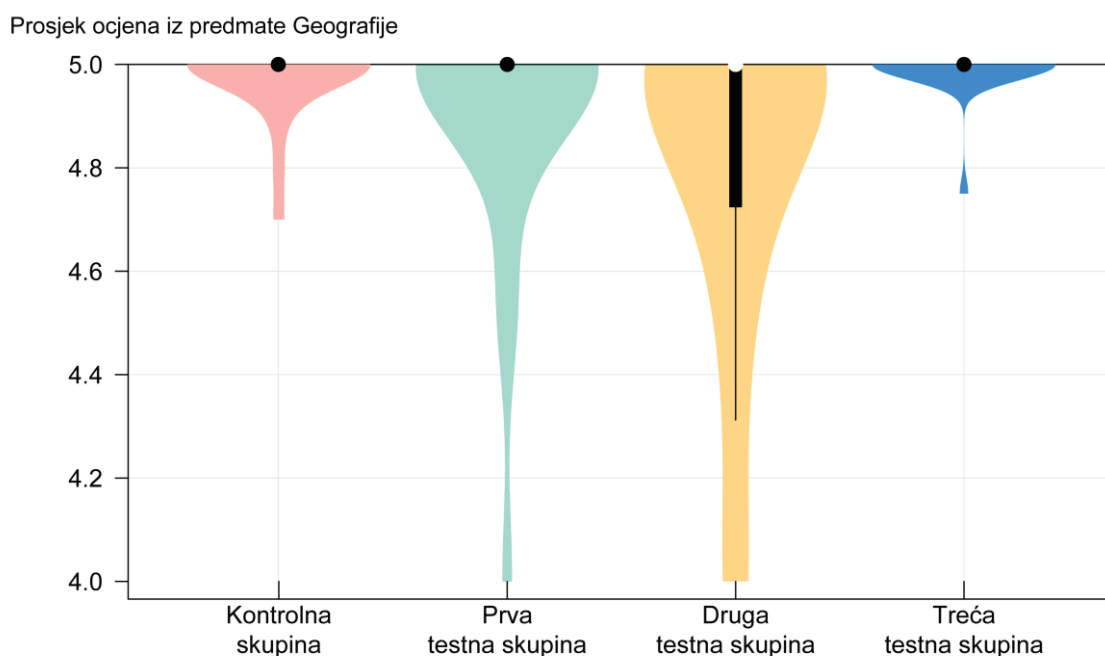
Razlika u prosjeku ocjena s kojim su ispitanici završili zadnja 4 razreda osnovne škole između Kontrolne i testnih skupina bila je mala. PTS imala je za 0,03 niži prosjek od KS, dok je ta razlika bila 0,04 za DTS. TTS imala je pak minimalno bolji prosjek ocjena i to za tek 0,001 naspram KS.

Provedbom T-test postupa utvrđeno je da prosjek ocjena PTS ima veći statistički značaj, te u ovom slučaju moramo odbaciti početnu hipotezu prema kojoj se ove dvije skupine statistički ne razlikuju u značajnoj razlici, te će se u zaključku analize napomenuti ovaj zaključak.



Graf 9. Prosječna sveukupnih ocjena ispitanika na kraju zadnja 4 razreda osnovne škole

Analizirajući prosjeke ocjena iz predmeta geografije primijećene su malo veće razlike nego li je to bio slučaj kod prosjeka sveukupnih ocjena - tako je naspram KS najveću razliku imala DTS – prosječna ocjena niži za 0,16, dok je PTS imala niži prosječna ocjena za 0,06. Prosječna ocjena TTS za 0,05 je veći od prosjeka ocjena KS.



Graf 10. Prosječna ocjena ispitanika iz predmeta Geografije na kraju zadnja 4 razreda osnovne škole



Veća razlika potvrđena je i u T-testu po čijim su rezultatima prema kojima prosjeci ocjena DTS i TTS predstavljaju značajniju statističku razliku naspram KS te će to biti i napomenuto u rezultatima sveukupne analize.

Prosjek ocjena	1TS	2TS	3TS	Kritična vrijednost
Sveukupno	1,785967524	1,667209638	0,06784523	1,6810
Geografija	1,114155887	2,223975216	2,209966203	

Tablica 5. T-Test Prosjeka ocjena sveukupnog uspjeha i predmeta Geografije u zadnja 4 razreda osnovne škole, razina značajnosti  $P < 5\%$ , a kritična vrijednost 1,681 (43 stupnjeva slobode); crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika

Razlike u dobno-spolnoj strukturi iako veće u nekim skupinama ne bi trebale znatno utjecati na rezultate istraživanja. Veći utjecaj na rezultat ovog istraživanja imati će razlike u prosjecima ocjena. U ovom specifičnom slučaju radi se o ispitanicima koji imaju visoki prosjek ocjena, koji im je bio i uvjet za upis srednje škole u kojoj se odrađeno istraživanje. Kada bi se ovo istraživanje provelo u drugim školama i smjerovima, razlike bi bile veće jer druge srednje škole imanju niže pragove prosjeka ocjena potrebnih za upis.

#### 4.5.2. Rezultati Kontrolne skupine

Test pamćenja sastojao se od 2 kartice teksta sa više od 110 podataka i informacija koje su prikazane na različite načine i u različitim formatima – tekstualnim, brojčanim, postocima, omjerima i usporedbama. Dok su testne skupine na raspolaganju imale određena vizualna pomagala kao što su tablice, grafovi i infografiku, KS imala je samo tekst. Niti jedan podatak nije na bilo koji način dodatno naglašen (podebljan, podcrtan, ukošen, izmijenjena boja teksta ili pozadine). Neki podaci su prikazani sami za sebe, dok je većina podataka bila u formatu neke vrste nabiranja ili nizanja u svrhu usporedbe veličina.

Generalna analiza postotka točnih odgovora otkriva da je u prosjeku na svako pitanje točno odgovorilo 50% ispitanika, dok je 24,8% ispitanika dalo krivi odgovor tj. njih 25,19% nije znalo odgovor ili ga se u tom trenutku nisu sjetili.

KONTROLNA SKUPINA																								
Pitanje	1	3.	1	1	1.	4.	5.	1	2	6.	2	7.	1	1	2	2	9.	1	1	2	1	2		
Ispitanici	0.	3.	3.	6.	1.	4.	5.	8.	2.	6.	4.	7.	1.	7.	3.	1.	9.	2.	5.	.	4.	8.	1	2
I19	T	T	T	S	N	N	S	S	S	T	N	T	T	S	S	S	S	N	S	N	S	S	N	
I14	T	N	S	T	T	S	T	S	S	S	T	T	S	S	S	S	N	S	T	T	S	N	S	S
I16	T	T	T	T	T	T	S	S	T	T	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
I11	N	T	N	T	S	T	T	N	S	S	N	T	N	S	T	T	N	N	S	N	T	S	T	N
I19	T	T	S	S	T	N	N	T	T	T	T	N	T	T	S	N	S	S	S	N	N	N	S	S
I13	T	S	T	T	T	N	T	S	S	N	N	S	T	T	T	N	S	S	S	S	S	N	T	S
I15	T	N	T	T	T	T	S	T	T	S	T	N	N	S	S	N	T	N	S	S	N	N	T	S
I12	N	T	T	T	T	N	N	T	N	S	T	T	T	T	T	S	S	N	S	S	T	S	S	S
I18	T	T	T	T	N	T	N	N	T	T	T	T	S	T	N	S	S	N	N	T	N	S	S	S
I10	T	T	T	T	N	T	T	T	T	S	T	S	N	N	N	N	N	N	S	S	S	N	T	T
I22	T	S	T	T	T	N	T	T	T	T	N	N	N	N	T	N	T	N	T	N	T	N	S	N
I14	T	T	T	T	N	S	T	T	T	N	N	T	T	N	S	T	T	S	T	S	T	S	S	S
I11	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	N	N	S	S	N	T	N	N	T	N	N	S	T
I12	T	T	T	T	T	T	S	T	T	N	T	T	N	S	N	T	N	T	N	N	N	T	S	N
I17	T	N	N	N	T	T	T	T	S	T	N	S	T	S	T	T	T	T	N	S	T	N	S	
I16	T	T	T	T	N	T	N	N	T	N	N	T	T	T	T	N	N	T	T	S	T	T	S	N
I18	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	N	N	N	N	T	T	T	N	T	S	N	N	N
I15	T	T	N	N	T	T	T	T	T	T	T	N	N	T	T	S	T	N	T	N	T	N	N	T
I20	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	N	N	T	T	N	T	S	T	N	N	N	N	T	T
I21	T	T	T	T	T	T	T	T	S	T	S	T	T	S	S	T	T	T	T	S	S	N	S	S
I13	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	N	S	T	T	T	T	S	S	S	T	T	S	S
I17	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	S	T	T	S	T	S	T	S	N
T:	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9	8	1	7	7	6	6	5	5	4
S	2	3	3	3	6	5	4	4	2	4	9	8	8	4	5	7	5	9	5	7	7	1	3	7
NSS	0	2	2	2	1	2	4	4	6	5	1	4	4	9	8	7	7	6	1	9	9	6	1	1

Tablica 6. Točni/netočni/Ne sjećam se odgovori Kontrolne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku

### 4.5.3. Rezultati Prve testne skupine

PTS je uz tekst imala priložene i tablice u kojima su bili prikazani neki od podataka iz teksta s namjerom da će ispitanici tokom čitanja i analize teksta paralelno koristiti i tablice kako bi lakše mogli odrediti omjere i odnose između podataka. U tablicama je u nekim slučajevima prikazano i više podataka nego u tekstu. U tablicama su se nalazili podaci koji sadržavaju odgovore na 16 od 24 pitanja koja se nalaze u ispitu pamćenja.

PRVA TESTNA SKUPINA																									
Pitanje	3.	10.	6.	1.	5.	7.	19.	18.	11.	17.	2.	4.	13.	15.	24.	16.	12.	20.	21.	14.	8.	23.	22.	9.	
Ispitanici																									
I2	T	T	T	T	T	T	N	S	N	T	N	N	N	S	S	S	S	T	N	N	N	T	N	S	
I12	T	T	T	T	N	T	T	T	S	S	N	S	S	T	S	S	S	S	S	T	N	S	N	N	
I16	T	N	T	T	S	T	S	T	S	S	S	T	T	T	T	N	S	S	N	S	N	S	N	N	
I11	T	T	T	N	T	T	T	S	T	T	N	T	S	T	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	
I15	T	T	T	N	S	S	T	T	T	N	S	T	N	S	N	S	S	S	T	S	T	S	T	N	
I17	T	T	S	T	T	T	S	T	S	N	N	N	T	S	S	T	N	N	N	N	T	S	S	T	
I18	T	T	N	T	S	N	T	S	T	S	S	T	S	S	T	N	T	S	T	S	S	T	S	S	
I19	T	T	S	N	T	S	T	S	T	T	S	S	T	T	T	S	T	S	S	S	S	S	N	N	
I10	T	T	T	T	T	T	N	T	T	N	T	N	S	T	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N	
I11	T	T	T	T	T	S	T	T	T	N	N	T	S	S	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	
I13	T	T	T	T	T	T	S	S	N	T	T	N	S	N	T	S	S	S	N	S	N	S	T	N	
I14	T	T	T	T	N	N	T	S	T	T	T	T	S	S	N	S	N	T	T	S	N	S	N	S	
I15	T	T	T	T	T	N	S	T	S	T	T	T	S	N	T	S	T	T	T	N	N	S	N	N	
I23	T	T	T	T	T	T	S	T	T	S	T	T	T	T	S	T	S	S	N	S	S	N	N	N	
I14	T	N	T	T	T	T	T	T	S	S	N	T	T	T	T	T	N	S	T	N	N	T	N	N	
I18	T	T	T	N	T	T	T	S	N	T	T	T	S	S	T	T	T	S	S	T	N	T	S	S	
I16	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	N	T	N	T	T	S	T	S	N	N	T	S	N	
I21	T	T	T	T	T	T	T	S	N	T	T	T	T	T	T	T	N	S	S	T	N	S	T	N	
I3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	N	T	T	S	N	S	
I17	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	S	T	S	N	N	
I19	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	N	T	T	T	N	N	N	
I20	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T	N	N	N	N	
I22	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	N	T	T	N	T	N	N	
T:	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8	8	7	6	5	4	1
N:	3	1	0	9	7	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	0	9	8	8	7	6	5	4	1	
NSS:	0	2	1	4	3	3	2	0	4	4	6	8	2	3	5	4	5	3	8	8	3	4	3	5	
	0	0	2	0	3	3	5	8	5	5	4	2	8	7	5	9	9	2	7	8	4	4	6	7	

Tablica 7. Točni/netočni/Ne sjećam se odgovori Prve testne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku

Kada usporedimo podatke PTS i KS vidljiv je porast u prosjeku broja točnih odgovora koji za ovu skupinu iznosi 58,15% ili za 8,15% više nego u KS. Sukladno tome vidljiv je i pad postotka broja netočnih odgovora te iznosi 17,75% što predstavlja pad od 7,06%, te pad u broju odgovora „Ne sjećam se“ za 1,1%.

Za daljnju analizu rezultati su grupirani u dva seta – 1 set sastoji se od 8 pitanja tj. odgovora koji su bili prikazani samo u tekstu, dok se drugi set sastoji od preostalih 16 odgovora koji su bili prikazani i u tekstu i u tablicama (vizualni parovi).

Kod analize vizualiziranog seta odgovora vidljiva je veća razlika između prosjeka postotka točnih odgovora naspram KS te iznosi 59,78% što je za 11,77% više. Broj netočnih odgovora niži je za 6,51%, a broj odgovora „Ne sjećam se“ je također manji za 5,26%.

Razlike između postotaka točnih odgovora iz Ne-vizualiziranog seta kod PTS veća je od prosjeka KS za 0,91%, dok je broj netočnih odgovora u niži za 8,15%, a broj odgovora u kojima se ispitanici nisu mogli sjetiti odgovora veći je za 7,24% u odnosu na KS.

Δ PTS - KS								
Sveukupna razlika			Vizualizirani set			Ne-vizualizirani set		
Δ T	Δ N	Δ NSS	Δ T	Δ N	Δ NSS	Δ T	Δ N	Δ NSS
8,15%	-7,06%	-1,10%	11,77%	-6,51%	-5,26%	0,91%	-8,15%	7,24%

Tablica 8. Razlika u zbroju prosjeka odgovora Prve testne skupine naspram Kontrolne skupine

Izračunom T-vrijednosti točnih odgovora svih pitanja dobivamo T-vrijednost u iznosu od 1,75 što je veće od kritične vrijednosti koja iznosi 1,67 te možemo zaključiti da u rezultatima PTS ipak postoji statistički zamjetna razlika naspram rezultata KS. Isti zaključak možemo primijeniti i za Netočne odgovore, dok su razlike u odgovorima na koja Ispitanici nisu znali odgovor statistički ne zamjetan.

Kod analize vizualiziranih podataka T-vrijednost ukazala je na statističku zamjetnu razliku kod razlike točnih odgovora, dok statistička razlika kod netočnih odgovora i odgovora „Ne sjećam se“ ne predstavlja veću statističku razliku. Kod ne-vizualiziranog seta podataka dobivene T-vrijednosti ne ukazuju na statistički znatnu razliku.

PTS – T-test				
Podaci (Odgovori)	Točno	Netočno	Ne sjećam se	Kritični broj
Generalno	1,752647171	1,757712217	0	1,679
Vizualizirano	1,792473766	1,195513289	0,690089902	1,746
Ne-vizualizirano	0,363231569	1,405332083	1,212678125	1,761

Tablica 9. T-Test Točnih, netočnih i „Ne sjećam se“ odgovora Prve testne skupine u donosu na Kontrolnu skupinu; razina značajnosti  $P < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 46 stupnjeva slobode(sveukupno), 30 stupnjeva slobode (vizualizirani) 14 stupnjeva slobode (ne-vizualizirano); crveno označeni statistički neznčajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika

#### 4.5.4. Rezultati Druge testne skupine

U DTS ispitanici su uz tekst na korištenje imali i grafove koji su sadržavali odgovore na 9 od 24 pitanja. Kao i kod PTS cilj je bio proučiti i analizirati podatke u tekstu i povezati ih sa vizualiziranim podacima kako bi se prema teoriji povećala moć pamćenja ispitanika.

Prosječni broj točnih odgovora u DTS iznosi 51,63% što je za 1,63% više od rezultata KS. Broj netočnih odgovora ove testne skupine niži je za 2,35% od KS, dok je razlika u broju odgovora „Ne sjećam se“ veća za 0,72%.

DRUGA TESTNA SKUPINA																								
Pitanje	3	1	1	1	1	1	5	1	1	6	7	2	1	2	4	8	9	2	2	1	1	2	2	1
Ispitanici	.	0.	.	3.	5.	8.	.	6.	9.	.	.	2.	1.	.	.	.	.	1.	4.	4.	7.	0.	3.	2.
I8	T	T	S	T	S	S	S	S	S	S	S	T	N	S	T	N	N	S	S	S	T	S	S	S
I3	T	T	T	S	T	T	T	S	T	S	N	S	N	N	N	T	N	S	S	N	N	N	N	N
I12	T	T	T	T	S	N	N	S	S	T	T	S	S	N	T	N	S	N	N	S	S	T	S	S
I10	T	S	T	T	N	T	T	T	T	S	S	N	T	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N
I11	T	T	N	S	S	T	S	T	N	S	S	T	T	N	N	N	T	S	T	S	T	S	S	S
I17	T	T	N	T	N	T	T	S	T	T	T	S	S	S	T	N	S	N	N	S	S	S	S	N
I15	T	T	S	T	T	S	T	T	T	T	S	S	T	N	T	N	N	N	N	N	S	S	N	N
I1	T	T	T	S	T	S	T	S	T	T	S	T	S	N	N	N	N	N	T	T	S	S	N	T
I6	T	T	T	T	T	T	T	T	S	S	T	S	N	S	N	T	S	S	T	N	N	N	N	S
I16	T	T	T	T	T	S	N	S	T	N	S	S	T	N	N	S	T	N	N	T	T	S	T	N
I2	T	T	T	T	T	S	N	S	T	T	T	S	T	T	N	T	T	S	S	S	S	S	N	
I22	T	T	T	T	T	T	S	S	T	S	S	T	T	T	N	N	T	N	S	S	T	S	S	
I4	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	N	N	N	S	N	S	S	S	T	
I13	T	T	T	T	T	S	N	T	T	N	N	T	N	N	T	N	T	T	T	S	T	T	N	S
I14	T	T	T	S	T	T	S	T	S	N	T	T	T	S	N	T	T	T	T	N	T	S	N	S
I20	T	T	T	T	T	T	S	T	S	S	T	T	N	T	N	T	S	T	T	S	N	T	S	S
I7	T	T	T	N	N	T	T	T	T	T	T	S	N	T	N	T	T	T	N	T	S	T	S	N
I23	T	S	T	T	S	T	T	T	S	N	T	T	T	N	T	N	T	T	N	T	N	S	T	T
I18	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	S	S	T	N	T	T	T	N	T	N	T	S	N
I19	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	S	T	T	T	S	N	T	T	S	S	S	T	S
I21	T	T	N	N	N	T	T	N	T	T	T	T	N	N	T	T	T	T	T	N	T	T	S	S
I5	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	S	N	T	N	T	T	T	N	T	S	T	S	N
I9	T	T	T	N	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	N	T	N	T	N	T	N	T	T
Točno:	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9	9	1	9	9	7	7	7	5	4
Netočno:	0	0	4	3	4	2	4	1	3	4	2	0	8	0	4	2	6	8	8	6	6	4	6	9
Ne sjećam se:	0	2	2	4	4	6	5	8	6	6	8	1	4	4	0	2	5	6	6	1	1	1	1	1

Tablica 10. Točni/netočni/Ne sjećam se odgovori Druge testne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku

Kao i kod PTS, rezultati na pitanja čiji su odgovori sadržani samu u tekstu grupirani su u jedan set, a ona pitanja koja su odgovore imala i u tekstu i u grafovima grupirana su u drugi set kako bi se lakše usporedili rezultati zapamćenih podataka.

U setu pitanja koja su sadržavala odgovor samo u tekstu postotak točnih odgovora iznosio je 45,22% što je za 6,6% manje od postotka točnih odgovora KS. Broj netočnih odgovora manji je za 1,09%, a broj odgovora „Ne sjećam se“ viši je za 7,96% naspram KS.

Kod seta u kojem su odgovori bili sadržani u tekstu i u grafovima vidljiv je veći rast točnih odgovora naspram KS te iznosi 62,32% što predstavlja rast od 15,35%. Broj netočnih odgovora niži je za 4,44%, a broj odgovora u kojima se ispitanici nisu mogli sjetiti odgovora niži je za 10,91% u odnosu na KS.

<b>Δ DTS - KS</b>								
<b>Sveukupna razlika</b>			<b>Vizualizirani set</b>			<b>Ne-vizualizirani set</b>		
<b>Δ T</b>	<b>Δ N</b>	<b>Δ NSS</b>	<b>Δ T</b>	<b>Δ N</b>	<b>Δ NSS</b>	<b>Δ T</b>	<b>Δ N</b>	<b>Δ NSS</b>
1,63%	-2,35%	0,72%	15,35%	-4,44%	-10,91%	-6,60%	-1,09%	7,69%

Tablica 11. Razlika u zbroju prosjeka odgovora Druge testne skupine naspram Kontrolne skupine

Iako su razlike kod analize srednjih vrijednosti zamjetne, T-vrijednosti u slučaju svih testova – točnih, netočnih i odgovora „Ne sjećam se“, te svih podataka, vizualiziranih i ne-vizualiziranih manje su od kritične vrijednosti te ne predstavljaju statistički značajnu razliku.

<b>DTS – T-test</b>				
<b>Podaci (Odgovori)</b>	<b>Točno</b>	<b>Netočno</b>	<b>Ne sjećam se</b>	<b>Kritični broj</b>
<b>Generalno</b>	0,655152138	0,319751105	0,403	1,679
<b>Vizualizirano</b>	0,666173388	0	1,577	1,701
<b>Ne-vizualizirano</b>	1,660114713	0,461817387	1,351	1,746

Tablica 12. T-Test Točnih, netočnih i „Ne sjećam se“ odgovora Druge testne skupine u donosu na Kontrolnu skupinu; razina značajnosti  $P < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 46 stupnjeva slobode(sveukupno), 16 stupnjeva slobode (vizualizirani) 28 stupnjeva slobode (ne-vizualizirani); crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika

#### 4.5.5. Rezultati Treće testne skupine

TTS kao vizualno pomagalo koristila je Infografiku koja je sadržavala odgovore na 13 od 24 pitanja. Zbog same prirode Infografike, prikazani su samo oni najbitniji podaci, za razliku od tablica i grafova gdje su prikazani cijeli setovi podataka.

Prosječan broj točnih odgovora TTS iznosi 51,59% što je za 11,59% više nego prosjeka KS. Broj netočnih odgovora niži je za 8,33% te iznosi 16,49%, dok je broj odgovora „Ne sjećam se“ niži za 3,27% naspram rezultata KS.

TREĆA TESTNA SKUPINA																								
Pitanje	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	4	6	9	5	7	1	2	2	1	8	2
Ispitanici	.	0.	1.	8.	3.	4.	.	2.	4.	7.	9.	2.	.	.	.	.	.	.	6.	1.	3.	5.	.	0.
I3	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	S	N	S	S
I16	T	N	T	T	T	T	N	T	N	S	T	N	T	N	S	N	N	N	T	N	T	S	S	S
I18	T	T	T	N	S	T	T	S	S	T	T	T	T	S	T	S	S	S	S	S	S	T	N	S
I23	T	S	T	T	S	T	T	S	T	S	T	T	T	S	N	T	S	S	S	T	S	S	T	S
I4	T	T	T	T	T	N	T	S	T	S	T	N	T	N	T	N	S	T	T	S	S	S	N	S
I5	T	T	T	S	T	T	N	T	T	T	T	S	S	S	N	T	T	S	N	N	T	S	N	S
I11	T	N	T	T	N	T	N	T	T	T	T	T	N	T	S	T	T	T	N	N	S	S	N	S
I19	T	T	S	S	T	T	T	N	T	S	S	S	S	T	T	T	T	T	T	S	S	S	T	N
I14	T	T	N	T	T	T	T	S	T	T	T	T	T	N	S	T	T	T	S	N	S	T	T	S
I20	T	T	T	T	N	S	N	T	N	T	S	T	T	S	T	T	T	T	T	S	S	T	N	S
I10	T	T	T	T	N	N	T	T	T	T	T	T	N	T	T	S	N	N	S	T	T	T	N	S
I17	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	S	T	T	N	T	S	T	S	T	S	S	S	S
I22	T	T	T	N	T	T	T	S	T	T	S	T	S	T	T	T	T	S	S	T	S	S	T	S
I8	N	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	N	S	T	S	T	T	T	N	T	T	S	S
I1	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	S	N	N	S	S	S
I12	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	N	N	N	T	T	S	N	T
I13	T	T	S	T	T	T	N	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	N	T	S	S	T	N	T
I2	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	N	N	N	T	T	S	N	T
I9	T	T	T	T	T	S	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	N	S
I21	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	N	N	T	T	T	N	T	N	T	T	T	T	T	T
I6	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	N	T	N	T	T	T	T	T	T	S
I7	T	T	T	T	T	T	T	T	T	S	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	N	T
I15	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	N	T	T	T	T	T	N	T
Točno:	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6
Netočno:	2	2	1	2	3	3	7	2	3	2	2	4	5	5	7	3	6	5	5	5	2	2	1	1
Ne sjećam se:	0	2	3	3	3	3	0	5	4	5	5	4	4	5	3	3	5	6	7	7	1	1	5	1

Tablica 13. Točni/netočni/Ne sjećam se odgovori Treće testne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku

Rezultati tj. odgovori opet su grupirani u 2 seta – u prvom se odgovori na pitanja nalaze jedino u tekstu dok se u drugom setu odgovori nalaze unutar teksta i vizualizirani su na Infografici.

Kod prvog seta (tekstualnog) ispitanici TTS imali su bolji postotak točnih odgovora koji iznosi 61,26% te je za 2,17% viši od prosjeka KS. Broj netočnih odgovora niži je za 3,61% u odnosu na KS i iznosi 15,81%, dok je broj odgovora „Ne sjećam se“ za 1,44% viši naspram KS i iznosi 22,92%.



Analizom seta podataka u kojima su odgovori bili sadržani i u tekstu i u Infografici vidljiva je velika razlika u rezultatima. Prosjek točnih odgovora TTS iznosi 61,87% što je za 19,57% više od prosjeka KS. S tim u skladu niži je i broj netočnih odgovora za 12,31% te 7,25% za odgovore na koje se ispitanici nisu mogli sjetiti.

<b>Δ TTS - KS</b>								
<b>Sveukupna razlika</b>			<b>Vizualizirani set</b>			<b>Ne-vizualizirani set</b>		
<b>Δ T</b>	<b>Δ N</b>	<b>Δ NSS</b>	<b>Δ T</b>	<b>Δ N</b>	<b>Δ NSS</b>	<b>Δ T</b>	<b>Δ N</b>	<b>Δ NSS</b>
11,59%	-8,33%	-3,27%	19,57%	-12,31%	-7,25%	2,17%	-3,61%	1,44%

Tablica 14. Razlika u zbroju prosjeka odgovora Druge testne skupine naspram Kontrolne skupine

Između TTS i KS vidljiva je veća razlika u T-vrijednostima i to za sveukupne i vizualizirane rezultate točnih i netočnih odgovora, dok kod ne-vizualiziranih podataka razlika statistički ne zamjetna. T broj u slučaju točnih odgovora kod seta podataka čiji odgovori su bili vizualizirani dvostruko je veća od kritične vrijednosti koja iznosi 1,711 te predstavlja znatnu statističku razliku rezultata TTS naspram rezultata KS.

<b>TTS – T-test</b>				
<b>Podaci (Odgovori)</b>	<b>Točno</b>	<b>Netočno</b>	<b>Ne sjećam se</b>	<b>Kritični broj</b>
<b>Genralno</b>	2,574198	2,340474	0,479217	<b>1,679</b>
<b>Vizualizirano</b>	3,464102	2,459675	1,22902	<b>1,711</b>
<b>Nevizualizirano</b>	0,546132	0,725087	0,290292	<b>1,725</b>

Tablica 15. T-Test Točnih, netočnih i „Ne sjećam se“ odgovora Treće testne skupine u donosu na Kontrolnu skupinu; razina značajnosti  $P < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 46 stupnjeva slobode (sveukupno), 24 stupnjeva slobode (vizualizirani) 20 stupnjeva slobode (ne-vizualizirani); crveno označeni statistički neznčajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika

#### 4.5.6. Analiza navika ispitanika vezanih uz pamćenje

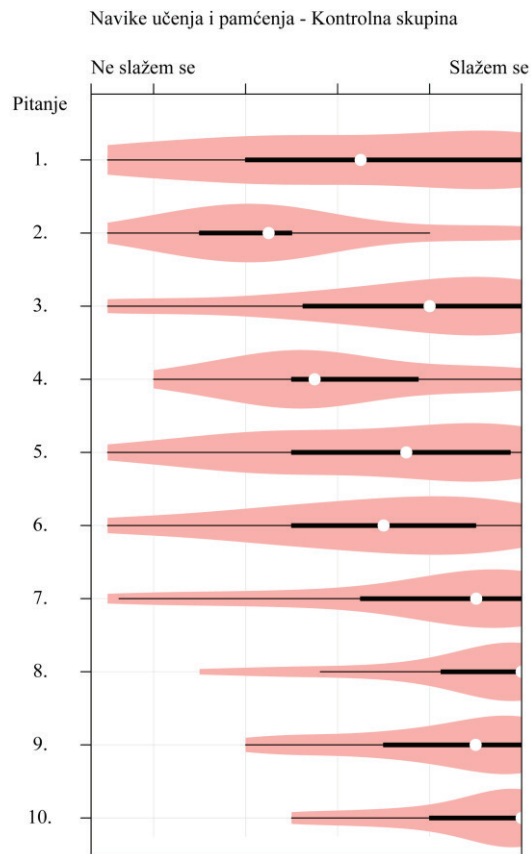
Treći dio istraživanja od ispitanika traži da iznesu svoje dojmove, slaganje i neslaganje s tvrdnjama oko količine podataka u tekstu, njihovim navikama i metodama kod procesa pamćenja i učenja, te njihovog mišljenja o tome koliko su vizualni dodaci korisni pri pamćenju i učenju.

Većina ispitanika KS tvrdi da je u tekstu bilo previše podataka koje bi mogli lako zapamtiti. Veći dio ispitanika tvrdi da im nije bilo prezahtjevno zapamtiti toliku količinu podataka, te da im je lakše pamtiti brojčane podatke ukoliko se u tekstu nalaze u obliku broja. Također, više ispitanika preferira kada su podaci prikazani u obliku usporedba. Većina ispitanika tvrdi da su tekst i grafikoni najbolji prikazi informacija te da u tim slučajevima lakše pamte podatke.

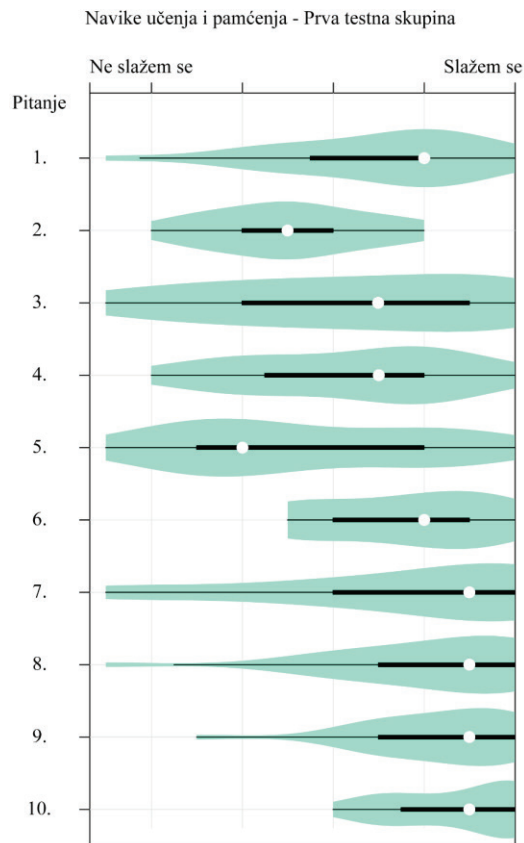
Također, veći dio ispitanika ima naviku podcrtavanja i označavanja teksta prilikom učenja. Veći dio ispitanika vizualizira podatke kada uče, ali ih također i ponavljaju te tako pospješuju kodiranje i spremanje podataka u dugoročno pamćenje. Niti jedan ispitanik ne slaže se s tvrdnjom da vizualizirani podaci ne pomažu prilikom učenja, te smatraju da je vizualizacija podataka veoma koristan alat kod procesa pamćenja i učenja.

Lista pitanja:

1. Broj podataka u tekstu bio je prevelik
2. Lako sam zapamtio/zapamtila podatke iz teksta.
3. Lakše mi je pamtiti brojeve i podatke kada su definirani brojem nego slovima.
4. Lakše mi je pamtiti podatke kada su prikazani u obliku usporedbe.
5. Lakše mi je pamtiti podatke iz teksta nego kada su prikazani u tablicama.
6. Lakše mi je pamtiti podatke kada su uz tekst prikazani u obliku grafa ili slike.
7. Da li podcrtavate, ili označavate bitne informacije u bilježnicama ili knjigama?
8. Da li vizualizirate podatke u glavi kada ih proučavate/čitajte/analizirate?
9. Da li ponavljate podatke u glavi koje ste upravo pročitali?
10. Koliko su korisne vizualizacije prilikom učenja (uz tekst priložen, graf ili slika)
11. Označite metodu pamćenja s kojom ste upoznati (ponuđeni odgovori su: *Usitnjavanje ili chunking, LOCI, Glazbeni mneumonici, Kratice i akrostihovi, Mentalne mape, nisam upoznat s nijedom od navedenih metoda*)
12. Da li koristite neke od navedenih metoda?

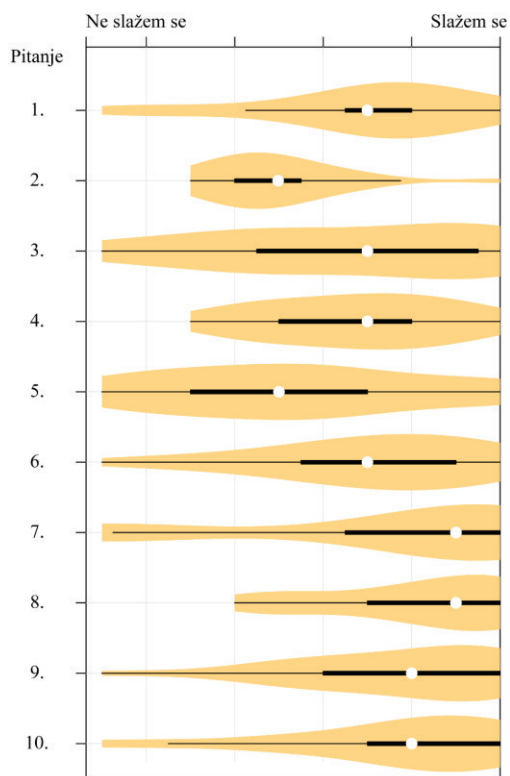


Graf 11. Navike učenja i pamćenja Kontrolne skupine



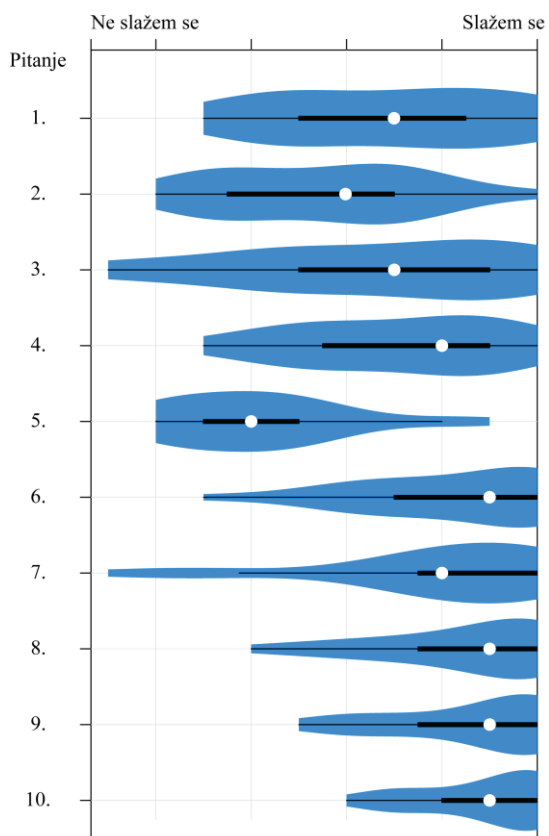
Graf 12. Navike učenja i pamćenja Prve testne skupine

Navike učenja i pamćenja - Druga testna skupina



Graf 13. Navike učenja i pamćenja Druge testne skupine

Navike učenja i pamćenja - Treća testna skupina



Graf 14. Navike učenja i pamćenja Treće testne skupine

Veliki postotak učenika upoznat je s barem jednom metodom poboljšanja pamćenja kao što su LOCI mentalne vizualizacije, korištenje akrostihova, usitnjavanjem podataka, mentalnim mapama i mneumonicima. Iz KS 19 od 22 (86,36%) ispitanika koristi jednu od navedenih metoda pamćenja, iz PTS 20 ili 86,96%, iz DTS 18 ili 78,26%, dok u TTS njih 21 od 23 (91,30%) ispitanika koristi metode poboljšanja pamćenja.

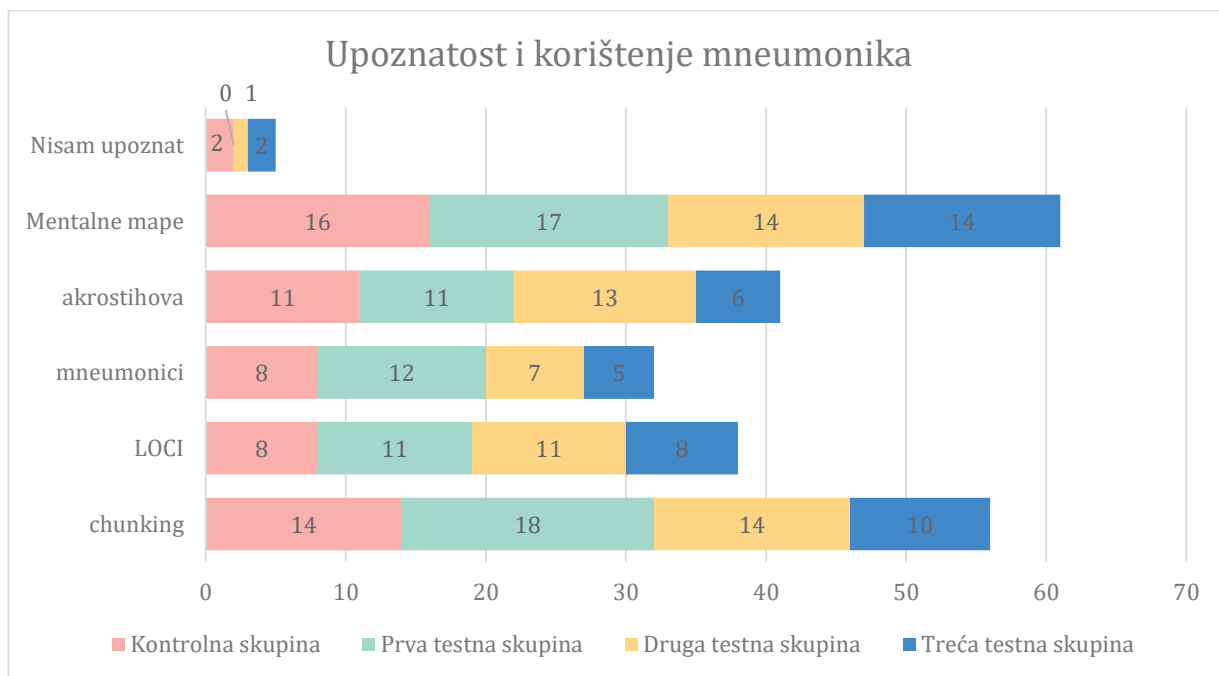
Najviše ispitanika upoznato je ili se koristi metodom usitnjavanja ili chunkinga. U KS tom metodom se koristi 14 od 22 ispitanika što predstavlja udio od 64%, u PTS 18 od 23 ispitanika (78%), 14 ispitanika iz DTS (61%) te 10 ispitanika iz TTS (43%).

Druga najpoznatija i najkorištenija metoda su mentalne mape koje koristi 16 ispitanika iz KS (73%), 17 ispitanika iz PTS (74%), te po 14 ispitanika iz DTS i TTS (61%).

Akrostihove koristi 11 od 22 ispitanika KS (50%), u PTS s tom metodom upoznato je također 11 ispitanika ili 47,83%, u DTS 13 ispitanika (56,52%), dok u TTS nešto manji broj – tek njih 6 što čini 26,09%.

Sa LOCI metodom upoznato je 8 ispitanika (36,36%) iz KS te isti broj ispitanika iz TTS (34,78%), dok je isti broj ispitanika, njih 11 ili 47,83% iz PTS i DTS upoznat s ovom metodom.

Od svih navedenih metoda pamćenja najmanje ispitanika koristi metodu glazbenih mneumonika – iz KS njih 8 ili 36,36%, iz PTS čak njih 12 (52,17%), iz DTS 7 (30,43%) i iz TTS njih 5 (22,73%).



Graf 15. Broj ispitanika upoznat sa pojedinim meumonicima

T-testom potvrđena je početna hipoteza da se rezultati ovih skupina statistički ne predstavljaju značajnu statističku razliku.

Metode pamćenja	PTS	DTS	TTS	Kritični broj
<b>Generalno</b>	0,502265	0,056962	0,877058	1,812

Tablica 16. T-Test odgovora Testnih skupina u donosu na Kontrolnu skupinu vezan za dio istraživanja o poznavanju i korištenju metoda pamćenja; razina značajnosti  $P < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 10 stupnjeva slobode; crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika

Odgovori ispitanika PTS ne odstupaju previše od odgovora KS. Najveća razlika u odgovorima odnosi se na pitanje da li je lakše pamtiti podatke u tekstu ili ukoliko su prikazani u tablici gdje više ispitanika iz PTS smatra da je lakše pamtiti podatke iz tablice. Na ovaj odgovor najvjerovatnije je imala utjecaj i činjenica da je PTS uz tekst imala tablice sa podacima.

Slično kao i kod PTS, odgovori DTS ne razlikuju se u većoj mjeri od odgovora KS, osim u dva pitanja. Prvo pitanje gdje je veća razlika u odgovorima je (kao i u prethodnoj skupini) vezano uz tvrdnju da je lakše pamtiti podatke prikazane u tablici nego u tekstu, gde ova skupina tvrdi da je to točno tj. više ispitanika se slaže s tom tvrdnjom. Drugo pitanje gdje je primijećena veća razlika je vezano uz korisnost vizualizacija prilikom pamćenja podatka gdje se veći postotak ispitanika složio sa tvrdnjom da su vizualizacije veoma korisni alati kod procesa pamćenja i učenja.

Kod TTS ponavlja se uzorak kao i kod PTS, gdje su odgovori veoma slični kao i kod KS. Ako gledamo samo postotak razlike ova skupina ima najbližije odgovore onima iz KS. Kao i kod prethodne dvije skupine najveća razlika uočena je kod pitanja vezanog uz prikaz podataka u tablici – gdje i ovdje (kao i u prethodnim skupinama) ispitanici tvrde da im je lakše pamtiti podatke iz tablica nego iz teksta.

Iz rezultata koji su proizašli iz analize dojmova teksta, pristupu i navikama učenju, nisu primijećena veća odstupanja testnih skupina od KS, osim u jednom pitanju na koje su sve tri testne skupine tvrdile da im je lakše pamtiti podatke iz tablica. T-Test analizom utvrđeno je da rezultati nijedne testne skupine ne predstavljaju značajnu statističku razliku, te potvrđuju analizu razlike prosjeka odgovora.

Navike i dojam	1TS	2TS	3TS	Kritični broj
<b>Generalno</b>	0,196020858	0,601564538	0,106	1,734

Tablica 17. T-Test odgovora Testnih skupina u donosu na Kontrolnu skupinu vezan za dio istraživanja o navikama učenja; razina značajnosti  $P < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 18 stupnjeva slobode; crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika



## 4.6. Završna analiza

Testna skupina		PTS			DTS			TTS		
Prosjeci ocjena	Sveukupno:	DA			NE			NE		
	Geografija:	NE			DA			DA		
Test pamćenja	Podaci (Odgovori)	T	N	NSS	T	N	NSS	T	N	NSS
	Sveukupno	DA	DA	NE	NE	NE	NE	DA	DA	NE
	Vizualizirano	DA	NE	NE	NE	NE	NE	DA	DA	NE
	Ne-vizualizirano	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Navike kod učenja	Sveukupno	NE			NE			NE		
Metode pamćenja	Sveukupno	NE			NE			NE		

Tablica 18. Završni rezultati svih T-testova za sve segmente istraživanja; T – točni odgovori, N – netočni odgovori, NSS – „Ne sjećam se“ odgovori; zelenom bojom označeni rezultati koji predstavljaju statistički značajnu razliku između rezultata skupina, crveno označeni rezultati koji potvrđuju početnu hipotezu da između skupina nema značajnog statističke razlike

Gledajući sveukupni omjer spolnih i dobnih odnosa, više je ispitanika bilo ženskog spola, te je više ispitanika imalo navršenih 15 godina. Razlike u dobnospolnim omjerima između Kontrolne i Testnih skupina je bio značajan, ali ta razlika nije bitno utjecala na ishod istraživanja.

T-testom utvrđene su i statističke razlike između prosjeka ocjena sa kojima su ispitanici Prve testne skupine završili osnovnu školu i to u odnosu na KS, dok su preostale dvije Testne skupine zabilježile ne značajnu razliku. Kod prosjeka ocjena iz predmeta Geografija uočena je veća razlika te su T-vrijednosti DTS i TTS skupine veći od kritičnog T broja te su rezultati tih skupina statistički značajnije različiti onih koje je postigla KS.

Analizom prosjeka postotaka točnih i netočnih odgovora, te podataka kojih se ispitanici nisu mogli sjetiti vidimo da su sve tri testne skupine koje su na raspolaganju imale vizualna pomagala imala su bolje rezultate od KS.

Kada analiziramo podatke PTS vidimo sa su u prosjeku imali veći postotak točnih odgovora, i to sveukupno, te nešto više u vizualiziranom setu i ne zamjetno u ne-vizualiziranom setu. T-vrijednosti potvrđuju rezultate analize samih prosjeka odgovora te se iz toga može zaključiti da su Ispitanici uspjeli zapamtiti više podataka koristeći tekst i tablicu kao pomoćno sredstvo za učenje.

Prosjeak točnih, netočnih i odgovora „Ne sjećam se“ DTS najbližiji je rezultatima KS, ali kada uspoređujemo prosjeke točnih odgovora ne-vizualiziranih podatka zapravo vidimo da je ova

skupina imala lošije rezultate od KS, ali zato su imali znatno veći postotak točnih odgovora kod seta u kojem su podaci uz tekst bili prikazani u obliku grafova. Analiza T-vrijednosti ove skupine ukazuje na to da ti rezultati ipak nisu statistički dovoljno različiti, te jedno od objašnjenja ovakvog rezultata može biti činjenica da su se ispitanici više fokusirali na analize grafova, a manje na brojeve i podatke sadržane u tekstu.

Ako promatramo sveukupne postotke točnih odgovora najbolji rezultat ima TTS koja je kao vizualno pomagalo imala Infografiku. Osim toga, ova skupina također je imala najniži postotak netočnih odgovora i odgovora kojih se ispitanici nisu mogli sjetiti. Rezultati T-testa potvrđuju analizu prosjeka i hipotezu da vizualna pomagala uvelike mogu olakšati proces pamćenja.

U posljednjem dijelu istraživanja, u kojem su se ispitali dojmovi samog testa i navika učenja kod ispitanika nisu utvrđene nikakve značajne razlike, te to potvrđuje i T-test svih testnih grupa, te možemo zaključiti kako u tom pogledu između tih skupina i njihovih rezultata nema značajnijih statističkih razlika.

## 5. Zaključak

Pamćenje je jedno od najistraživanijih područja u ljudske psihologije, te su postavljene različite teze od kojih se neke po svojim rezultatima slažu, dok se druge međusobno ne preklapaju što samo ukazuje na kompleksnost tog procesa. Različiti faktori mogu imati veliki utjecaj na pamćenje – od unutarnjih bioloških, fizioloških i psiholoških faktora i stanja kao što su neke vrste bolesti i oštećenja pamćenja ili određenih dijelova mozga, do vanjskih kao što je okolina u kojoj se pojedinac nalazi, sam tip i količina podataka koje pokušava zapamtiti, medij na kojem se nalaze ti podaci...

U ovom istraživanju zadatak je bilo dokazati korelacije između različitih tipova vizualizacija podataka i sposobnosti učenika srednje škole da ih zapamte i to u kojoj mjeri. Iako su ispitanici svih testnih skupina imali bolje rezultate tj. uspjeli su zapamtiti više podataka od ispitanika iz kontrolne skupine, u dvije testne skupine (one koje su kao vizualno pomagalo koristile tablice i infografike) taj rezultat je statistički značajniji, dok je skupina koja je kao vizualni dodatak koristila grafove (iako bolji rezultat) imala statistički neznačajnu razliku naspram rezultata kontrolne skupine.

Rezultati testa pamćenja, kao i slaganje većine ispitanika sa tvrdnjom da su vizualni dodaci tj. vizualizirani podaci veoma korisno sredstvo za poboljšanje procesa pamćenja i učenja. Vizualizacija podataka postaje sve važniji proces koji nam omogućuje da čim, brže i lakše možemo analizirati, procesuirati i zapamtiti podatke na temelju kojih stvaramo nove informacije, znanja i na kraju krajeva mudrosti.



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IVAN KREČ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom VIZUALIZACIJA PODATAKA I PAMĆENJE NA PRIMJERU SREDNJOŠKOLSKE POPULACIJE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

IVAN KREČ  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, IVAN KREČ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom VIZUALIZACIJA PODATAKA I PAMĆENJE NA PRIMJERU SREDNJOŠKOLSKE POPULACIJE (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

IVAN KREČ  
(vlastoručni potpis)

## 6. Literatura

[1] Randy Krum, *Cool Infographics: Effective Communication with Data Visualization and Design*, John Wiley & Sons, Inc., SAD, 2014., str. 6, 9, 18, 19, 22, 27-29

[2] *Effective Data Visualization - The Right Chart for the Right Data*, Stephanie D. H. Evergreen, SAGE Publications, Inc., 2455 Teller Road, Thousand Oaks, California, SAD, 2017., str. 6, 7, 10-12, 39, 44, 46, 53, 58, 64, 72, 86, 97, 101, 107, 116, 122, 123, 151-177, 206, 217, 239, 240, 261, 263, 272, 274-294, 309, 330, 349, 355

[3] *Storytelling: The Next Step for Visualization*, Robert Kosara, Jock Mackinlay, IEEE Computer (Special Issue on Cutting-Edge Research in Visualization), vol. 46, no. 5, pp. 44–50, 2013

[4] *Information Visualization – Perception for Design*, Colin Ware, Morgan Kaufmann, 225 Wyman Street, Waltham, MA, SAD, 2013, str. 25-28

[5] *Making Data Visual - A Practical Guide to Using Visualization for Insight*, Danyel Fisher i Miriah Meyer, O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, Kalifornija, SAD, 2018., str. 48, 49

[6] <https://baymard.com/blog/line-length-readability>, dostupno 08.07.2020.

[7] <https://irisreading.com/what-is-the-average-reading-speed/>, dostupno 08.07.2020.

[8] *Data Visualization - Charts, Maps and Interactive Graphics*, Robert Grant, CRC Press - Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, SAD, 2019., str. 22-24

[9] *Mozak i um: Od električnih potencijala do svjesnog bića*, Nataša Šimić, Pavle Valerjev, Matilda Nikolić Ivanišević, Sveučilište u Zadru, 2020., str: 44, 171, 172, 175, 176, 179, 180

[10] <https://mayfieldclinic.com/pe-anatbrain.htm>., dostupno 08.08.2020.

[11] *The Mind and Brain of Short-Term Memory*, John Jonides, Richard L. Lewis, Derek Evan Nee, Cindy A. Lustig, Marc G. Berman i Katherine Sledge Moore, 2008., str. 195-202

[12] *The Psychological Review* vol. 63. - The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information, Ožujak 1956., str. 81 - 96

[13] *Essentials of Human Memory*, Psychology Press 27 Church Road, Hove, East Sussex, UK, 2014., str. 10, 11, 20, 21, 59 – 61

[14] <https://doi.org/10.3758/s13414-018-1522-y>, Schurgin, M.W. Visual memory, the long and the short of it: A review of visual working memory and long-term memory. *Atten Percept Psychophys* 80, 1035–1056 (2018)., dostupno 21.07.2020.

[15] *Visual Memory*, Steven J. Luck and Andrew Hollingworth, Oxford University Press, Inc, 198 Madison Avenue, New York, New York 10016, SAD, 2008., str. 4, 6, 8, 14, 15, 44, 58, 59

[16] *Fleeting Memories - Cognition of Brief Visual Stimuli*, Veronika Coltheart, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 1999., str. 2, 3, 58

[17] *Human information processing, Vision, Memory, and Attention*, grupa autora, American Psychological Association, 750 First Street, NE, Washington, SAD, 2013., str – 227, 235

[18] *The picture superiority effect in recognition memory: A developmental study using the response signal procedure*, Margaret Anne Defeyter, Riccardo Russob, Pamela Louise McPartlin, Elsevier, 2009.

[19] *Chunking mechanisms and learning*, 2012.

[21] *The method of loci as a mnemonic device to facilitate learning in endocrinology leads to improvement in student performance as measured by assessments*, 2014.

[22] *The Overflowing Brain - Information Overload and the Limits of Working Memory*, Torkel Klingberg, MD, PhD, Oxford University Press, Inc, 198 Madison Avenue, New York, New York 10016, SAD, 2009., str. 167, 168

## 7. Popis slika

Slika 1. Infografika dnevne količine proizvedenih podataka	2
slika 2. <b>D</b> (podatak - data) <b>i</b> (informacija - information) <b>k</b> (znanje - knowledge) <b>w</b> (mudrost - wisdom) piramida	4
slika 3. Primjeri naglašavanja dijelova teksta – naslov, paragraf, boja, debljina i format teksta, podcrtavanje i promjena boje pozadine	9
slika 4. Primjer tablice (matrice) susjedstva; izvor: <a href="https://bl.ocks.org/rpgove/raw/bf44631829eaa6512518005697649cb4/">https://bl.ocks.org/rpgove/raw/bf44631829eaa6512518005697649cb4/</a> , dostupno: 05.09.2020.	12
slika 5. Naglašavanje jednog podatka	14
slika 6. Naglašavanje jednog podatka koristeći niz ikona	15
slika 7. Naglašavanje jednog podatka koristeći jednostavni tortni graf	15
slika 8. Toplinska mapa očekivanog životnog vijeka; izvor: <a href="https://observablehq.com/@d3/world-choropleth">https://observablehq.com/@d3/world-choropleth</a> , dostupno: 05.09.2020.	25
slika 9. Mentalna mapa – izrada diplomskog rada	26
slika 10. Infografika korištena za istraživanje u ovom diplomskom radu	28
slika 11. Pojednostavljena anatomija mozga – glavni režnjevi i njihove funkcije	29
slika 12. Primjer testa kratkoročnog vizualnog pamćenja korištenjem tamnog zastora i blijeska, u kojem se od ispitanika traži da detektiraju promjenu u boji ispune prikazanih kvadrata (u opsežnijim testovima mogu se testirati i percepcija promjene položaja i veličina vizualnih elemenata)	35



## 8. Popis tablica

tablica 1. Vizualni parametri, elementi i stupanj kompleksnosti	6
tablica 2. Tablica sa podacima američkih izbora; izvor: <a href="https://github.com/fivethirtyeight/data/tree/master/congress-generic-ballot">https://github.com/fivethirtyeight/data/tree/master/congress-generic-ballot</a> , dostupno: 02.09.2020.	11
tablica 3. Prikaz podataka u tablici korištenjem toplinskih mapa; izvor: , dostupno: <a href="https://observablehq.com/@pstuffa/nba-schedule-heatmap">https://observablehq.com/@pstuffa/nba-schedule-heatmap</a> , 05.09.2020.	25
tablica 4. Iznosi kritičnih t – vrijednosti korištenih u istraživanju	42
tablica 5. T-test prosjeka ocjena sveukupnog uspjeha i predmeta geografije u zadnja 4 razreda osnovne škole, razina značajnosti $p < 5\%$ , a kritična vrijednost 1,681 (43 stupnjeva slobode); crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika	46
tablica 6. Točni/netočni/ne sjećam se odgovori kontrolne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku	47
tablica 7. Točni/netočni/ne sjećam se odgovori prve testne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku	48
tablica 8. T-test točnih, netočnih i „ne sjećam se“ odgovora prve testne skupine u donosu na kontrolnu skupinu; razina značajnosti $p < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 46 stupnjeva slobode(sveukupno), 30 stupnjeva slobode (vizualizirani) 14 stupnjeva slobode (ne-vizualizirano); crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika	49
tablica 9. Točni/netočni/ne sjećam se odgovori druge testne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku	50
tablica 10. T-test točnih, netočnih i „ne sjećam se“ odgovora druge testne skupine u donosu na kontrolnu skupinu; razina značajnosti $p < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 46 stupnjeva slobode(sveukupno), 16 stupnjeva slobode (vizualizirani) 28 stupnjeva slobode (ne-vizualizirani); crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika	51
tablica 11. Točni/netočni/ne sjećam se odgovori treće testne skupine sortirani prema broju točnih odgovora i to po pitanju i po ispitaniku	52
tablica 12. T-test točnih, netočnih i „ne sjećam se“ odgovora treće testne skupine u donosu na kontrolnu skupinu; razina značajnosti $p < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 46 stupnjeva slobode(sveukupno), 24 stupnjeva slobode (vizualizirani) 20 stupnjeva	

slobode (ne-vizualizirani); crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika	53
tablica 13. T-test odgovora testnih skupina u donosu na kontrolnu skupinu vezan za dio istraživanja o poznavanju i korištenju metoda pamćenja; razina značajnosti $p < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 10 stupnjeva slobode; crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika	58
tablica 14. T-test odgovora testnih skupina u donosu na kontrolnu skupinu vezan za dio istraživanja o navikama učenja; razina značajnosti $p < 5\%$ , a kritične vrijednosti preuzete za 18 stupnjeva slobode; crveno označeni statistički neznačajna razlika, a zelenom statistički značajna razlika	58
tablica 15. Završni rezultati svih t-testova za sve segmente istraživanja; t – točni odgovori, n – netočni odgovori, nss – „ne sjećam se“ odgovori; zelenom bojom označeni rezultati koji predstavljaju statistički značajnu razliku između rezultata skupina, crveno označeni rezultati koji potvrđuju početnu hipotezu da između skupina nema značajnog statističke razlike	59

## 9. Popis grafova

- graf 1. Violinski graf; izvor: <https://observablehq.com/@japarodi/untitled>, dostupno: 05.09.2020. 16
- graf 2. Piramidalnog grafa - često korišten u za prikaz demografskih podataka kao što su dobno-spolne strukture društva – primjer za sjedinjene američke države; izvor: <https://observablehq.com/@d3/population-pyramid>, dostupno: 05.09.2020. 18
- graf 3. Kombinacija točkastog i linijskog grafa – pomoću linija možemo povezati točke iste grupe i lakše analizirati podatke – primjer prikazuje moguće promjene stanja (trends) ovisno o tipu modela – crvenom bojom prikazan je linearna funkcija, narančastom – funkcija polinoma drugog reda, plavom – logaritamska funkcija, ljubičasta – eksponencijalna funkcija i zelena – funkcija potencija; izvor: <https://observablehq.com/@rgroner2/a-plot-showing-a-variety-of-least-squares-regression-models>, dostupno: 05.09.2020. 19
- graf 4. Bullet graf koji prikazuje različite razine uspješnosti ili zadovoljavanja cilja (tonovi sive boje), trenutno stanje – stupac crne boje, te očekivani cilj . Crvenom crtom; izvor: <https://observablehq.com/@miralemd/picasso-js-bullet-graph>, dostupno: 05.09.2020. 20
- graf 5. Složeni stupčasti graf – prikaz dobne strukture stanovništva svih 50 saveznih država sad-a; izvor: <https://observablehq.com/@d3/stacked-bar-chart>, dostupno: 05.09.2020. 21
- graf 6. Hijerarhijski graf – ovaj oblike je često korišten kod izrade filogenetičkih mapa vrsta; izvor: <https://observablehq.com/@mbostock/tree-of-life>, dostupno: 05.09.2020. 22
- graf 7. Hijerarhijski ugniježdeni graf; izvor: <https://observablehq.com/@d3/nested-treemap>, dostupno: 05.09.2020. 24*
- graf 8. Dobno spolna struktura ispitanika po skupinama 44
- graf 9. Prosjek sveukupnih ocjena ispitanika na kraju zadnja 4 razreda osnovne škole 45
- graf 10. Prosjek ocjena ispitanika iz predmeta geografije na kraju zadnja 4 razreda osnovne škole 45
- graf 11. Navike učenja i pamćenja kontrolne skupine 55
- graf 12. Navike učenja i pamćenja prve testne skupine skupine 55
- graf 13. Navike učenja i pamćenja druge testne skupine 56
- graf 14. Navike učenja i pamćenja treće testne skupine 56

## Popis dijagrama

dijagram 1. Pojednostavljeni dijagram funkcioniranja ljudskog pamćenja	31
dijagram 2. Pojednostavljeni prikaz funkcioniranja „aktivnog“ kratkoročnog pamćenja tz. Radnog pamćenja	33

## 10. Prilozi

### Prilog 1. Istraživanje – Što to radimo svojem jedinom domu – Tekst

# ŠTO TO RADIMO SVOJEM JEDINOM DOMU?

## Ovaj svijet dijelimo i s drugima, nije samo naš!

Zemlja je jedini dosad poznati planet koji podržava život. Na njoj živi više od 8 700 000 različitih vrsta živih bića od kojih smo uspjeti otkriti tek nešto od 1 200 000. Četvrtina svih živih bića živi u morima i oceanima. Između ostalih  $\frac{3}{4}$  bića koje žive na zemlji nalazimo se i mi, ljudi.

Jedan od glavnih problema današnjice je upravo ljudski negativni utjecaj na okoliš. Čovjek je najveći zagađivač zraka, vode i tla na Zemlji, a znanstvena istraživanja dokazuju i čovjekov veliki negativni utjecaj na klimatske promjene.

## Zagađenje zraka

Globalna emisija stakleničkih plinova porasla je u zadnjih 170 godina sa par stotina metričkih tona na 33 milijardi metričkih tona godišnje. Ukoliko nastavimo tim putem taj broj će se popeti na 40 milijardi metričkih tona u sljedećih dvadesetak godina.

Najveći porast u emisiji stakleničkih plinova u posljednjih 20 godina zabilježen je u Kini koja je 2000. godine proizvela nešto više od 4 milijarde metričkih tona stakleničkih plinova, dok je 2019. godine taj broj iznosio 11 milijardi metričkih tona što 24,3% ukupne količine emisije ovih plinova. SAD proizvodi 13,4%, a EU 9,1%, Indija 6,3%, a Rusija 4,9% stakleničkih plinova. Iako je Kina najmnogoljudnija zemlja sa preko milijardu i tristo milijuna stanovnika, što čini 18% ukupnog svjetskog stanovništva, ako bi kao referentnu jedinicu uzeli emisiju stakleničkih plinova po osobi, Sjedinjene Američke Države izbile bi na prvo mjesto. U SAD-u jedna osoba proizvede godišnje 19 metričkih tona stakleničkih plinova, Rus 15,5, Japanac 9,8, stanovnik EU 8 isto kao i stanovnik Kine, dok je svjetski prosjek 6 metričkih tona po stanovniku. Manje od svjetskog prosjeka proizvedu stanovnik Brazila 5,7, te stanovnik Indije – 2.1 metričku tonu godišnje.

Glavni onečišćivači zraka su industrija proizvodnje energije koja generira 31% ukupnih stakleničkih plinova, industrija prijevoza i autoindustrija zajedno su zaslužni za 15%, industrija proizvodnje i izgradnje 12%, poljoprivreda 11%, a ostalih 31% stakleničkih plinova generiraju ostala sagorijevanja goriva u industrijskim procesima, deforestacija i otpad.

Što se tiče udjela stakleničkih plinova – najzastupljeniji je ugljični dioksid (76%), metan (16%), dušikov suboksid (6%), te HFC, PFC i SF6 čine ostalih 2%. 92% stanovništva svijeta živi

u područjima u kojima je onečišćenje zraka iznad preporučenih sigurnih vrijednosti. 6,5 milijuna smrti godišnje povezano je ili uzrokovano onečišćenim zrakom te predstavlja četvrtu najveću prijjetnju ljudskom zdravlju, odmah nakon bolesti krvožilnog sustava, problema u prehrani i pušenja.

### **Zagađenje voda**

Voda je izvor života, a iako je 71% površine Zemlje prekriveno njome, 98,5% čini morska voda a tek je 2,5% ukupne svjetske vode slatka voda od koje je manje od 1% lako dostupno za korištenje (ostalih 1,5% nalazi se u obliku ledenjaka).

Potrošnja vode u 20. stoljeću porasla je dvostruko brže nego rast stanovništva te iznosi oko 90 litara dnevno po osobi (voda za piće, wc, higijena, kućanski poslovi...). 71% stanovništva ima laki pristup vodi spremnoj za piće, ali više od dvije milijarde ljudi konzumira kontaminiranu i onečišćenu vodu. Prema procjenama WHO-a (Svjetske Zdravstvene Organizacije) 2025. godine polovica svjetskog stanovništva živjet će u područjima sa otežanim pristupom slatkoj vodi i vodi za piće – najviše u zemljama Azije.

Ljudi i industrija dnevno generiraju 2 000 000 tona otpadnih voda koje se otpuštaju u rijeke, jezera i oceane. U jednoj godini proizvede se 6 puta više otpadnih voda nego li teče u svim rijekama Zemlje zajedno. Glavni uzrok onečišćenja voda su korištenje umjetnih gnojiva u poljoprivredi.

Osim kontaminacije vode za piće još je jedan alarmantni problem je i zagađenje voda plastikom. Proizvodnja plastike u posljednjih pola stoljeća povećala se sa 2 000 000 tona na 350 000 000 tona godišnje, a predviđanja su da će se taj broj povećati za dvostruko do 2034. godine. Trenutačno oceanima pliva oko 269 000 tona plastičnog otpada (jednaka težini 1416 plavetnih kitova) koji godišnje uzrokuje smrt više od 100 000 morskih sisavaca i kornjača, te više od 1 000 000 ptica.

### **Otpad i zagađenje tla**

Godišnja proizvodnja otpada raste iz godine u godinu. Stanovnik SAD-a dnevno proizvede u prosjeku 2,2 kg otpada, dok stanovnik Afrike proizvede između pola do jednog kilograma otpada od čega 55% završi na odlagalištima otpada. Godišnje se proizvede 2 milijarde metričkih tona otpada (težina 334 Velike piramide iz Gize) s tendencijom naglog rasta. Glavni onečišćivači zemlje su proizvođači energije i otpadci hrane koji zajedno uzrokuju 80% svih onečišćenja zemlje. Isto toliki postotak svog otpada je moguće reciklirati, dok se po trenutačnim statistikama reciklira tek 34% otpada. Planet svake godine izgubi 24 milijarde tona zemlje zbog njezinog onečišćenja. Godišnje se proizvede 400 milijuna tona opasnog i toksičnog otpada koji se ne može reciklirati.

### **Kako pomoći u rješavanju tih problema? – Počnimo od sebe!**

Sva ta onečišćenja imaju veliki utjecaj na život i zdravlje ljudi i ostalih bića s kojima dijelimo naš planet, te je potrebno hitno pristupiti rješavanju ovog problema na više načina i razina – a najbitnije je početi od sebe.

Pametnim korištenjem vode (zatvaranjem slavine prilikom nekorištenja vode prilikom pranja zubi ili brijanja, provjeriti da slavine ne cure, korištenjem perilice za suđe i odječe samo kada je puna) možete smanjiti svoju dnevnu potrošnju vode za više od 25% (22,5 litara manje). Osim vode potrebno je obratiti pažnju na potrošnju električne energije. Prosječni stanovnik Zemlje godišnje potroši oko 2 674kWh električne energije. Gašenjem svjetala i uređaja koje ne koristimo (ukoliko je to moguće), kupnjom i korištenjem uređaja koji koriste manje električne energije kao što su LED žarulje i uređaji visokog energetskeg razreda što može rezultirati smanjenjem električne potrošnje za do 30% ili 802kWh manje na godišnjoj razini. Razvrstavanjem i recikliranjem otpada, te korištenjem platnenih ili papirnatih vrećica namijenjenih za višekratnu upotrebu.

Osim što se time pomaže prirodi, razlika se može vidjeti i u uštedi novaca – kroz jednu godinu na uštedi električne energije jedna osoba uštedila bi 735kn, a pametnim korištenjem vode 123 kn godišnje – što bi značilo da bi prosječno hrvatsko kućanstvo godišnje moglo uštedjeti 2575kn na računima za električnu energiju i 431 kn na računima za potrošnju vode.

Odgovornim ponašanjem i korištenjem prirodnih resursa koje nam Zemlja daje možemo osigurati bolju, sigurniju i kvalitetniju budućnost za sebe, ali i za naše potomke.



## ŠTO TO RADIMO SVOJEM JEDINOM DOMU?

### PTS – Tablice

Zagađivanje - proizvodnja stakleničkih plinova i plastike			
Godina	Emisije stakleničkih plinova (milijuni metričkih tona)		Proizvodnja plastike (tone)
	Svijet	Kina	Svijet
1850	0	0	0
1860	200	0	0
1870	500	0	0
1880	1000	0	0
1890	1800	0	0
1900	2500	0	0
1910	3200	0	0
1920	3800	0	0
1930	4350	0	0
1940	4600	0	0
1950	5000	0	2000000
1960	9000	0	8000000
1970	15000	900	35000000
1980	19000	1550	70000000
1990	22000	2300	120000000
2000	24000	4000	213000000
2010	30000	10000	313000000
2020	33000	11000	350000000
2030	37000	13000	600000000
2040	40000	15000	700000000

Tablica 19 Emisija stakleničkih plinova od 1850. do 2040. (Svijet i Kina) i Globalna proizvodnja plastike

Proizvodnja stakleničkih plinova po državama i po osobi		
Država	Globalni udio (Ukupno)	Iznos proizvodnje stakleničkih plinova (metričkih tona po osobi)
Kina	24.30%	8
SAD	13.40%	19
EU	9.10%	8
Indija	6.30%	2.1
Rusije	4.90%	15.5

Tablica 20. Proizvodnja stakleničkih plinova po državama i po osobi

Glavni izvori onečišćenja zraka	
Industrija	Udio
Proizvodnja energije	31%
Ostali (Ostala sagorijevanja, deforestacija i otpad)	31%
Industrija prijevoza i autoindustrija	15%
Proizvodnja i izgradnja	12%
Poljoprivreda	11%

Tablica 21. Industrije koje najviše onečišćuju zrak

Sastav stakleničkih plinova	
Plin	Udio
Ugljikov dioksid	76%
Metan	16%
Dušikov oksid	6%
HFC, PFC i SF6	2%

Tablica 22. Sastav stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi

Udio slane i slatke vode	
Vrsta	Udio
Slana voda	97.5%
U ledenjacima	1.5%
Lako dostupno	1.0%

Tablica 23 Sastav svjetskih voda – odnos slane i slatke vode – sadržane u ledenjacima i lako dobavljive pitke vode

Proizvodnja reciklaža i sastav otpada		
Tip otpada	Iznos (u milijunima tonama)	Ukupni postotak
Godišnja proizvodnja	2000	100%
Količina na odlagalištima	1100	55%
Moguće reciklirati	1600	80%
Zapravo se reciklira	680	34%
Toksični otpad	400	20%

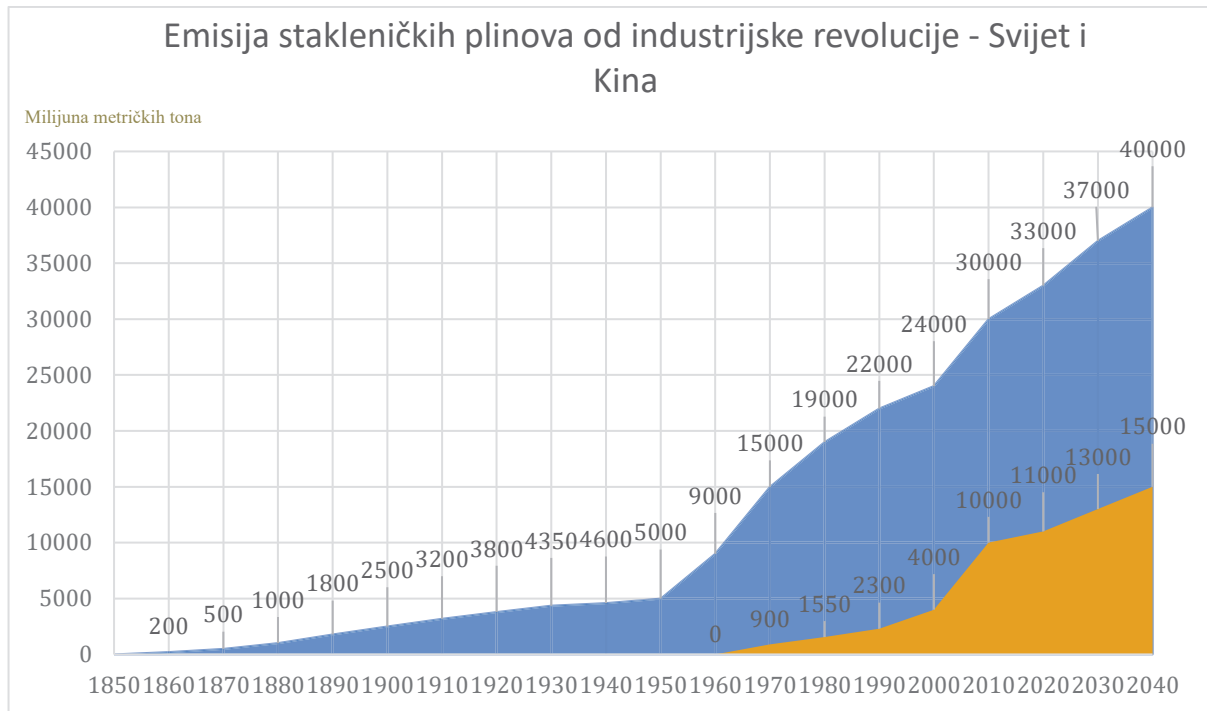
Tablica 24. Sastav i vrsta otpada

Pametno korištenje resursa					
Resurs	Prosječna potrošnja	Potrošnja (Pametno korištenje)	Iznos uštede (%)	Itnos uštede (za pojedinca)	Iznos uštede (za kućanstvo)
Struja (kWh)	2674.00	802.2	30%	735.62 kn	2,574.66 kn
Voda (L)	32850	8212.5	25%	123.19 kn	431.16 kn

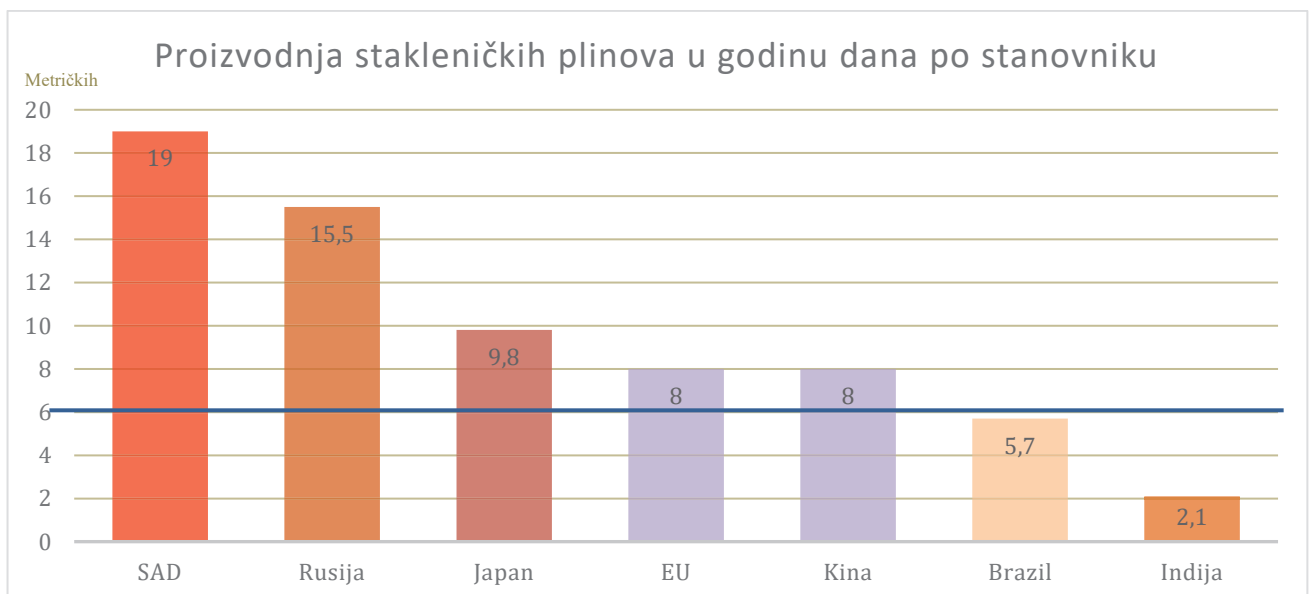
Tablica 25. Moguće uštede pridržavajući se pametnog korištenja resursa

# ŠTO TO RADIMO SVOJEM JEDINOM DOMU?

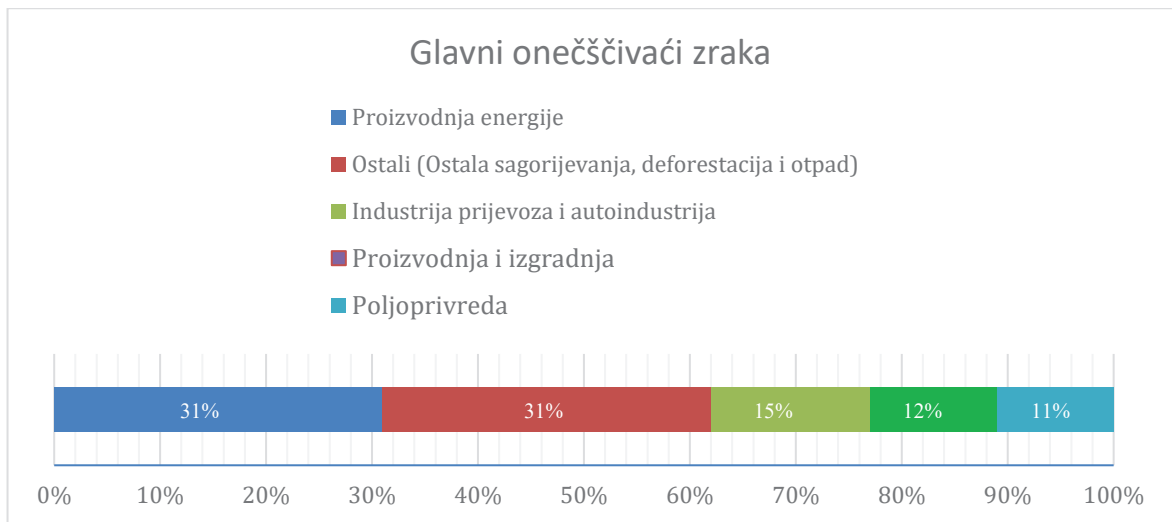
## DTS - Grafovi



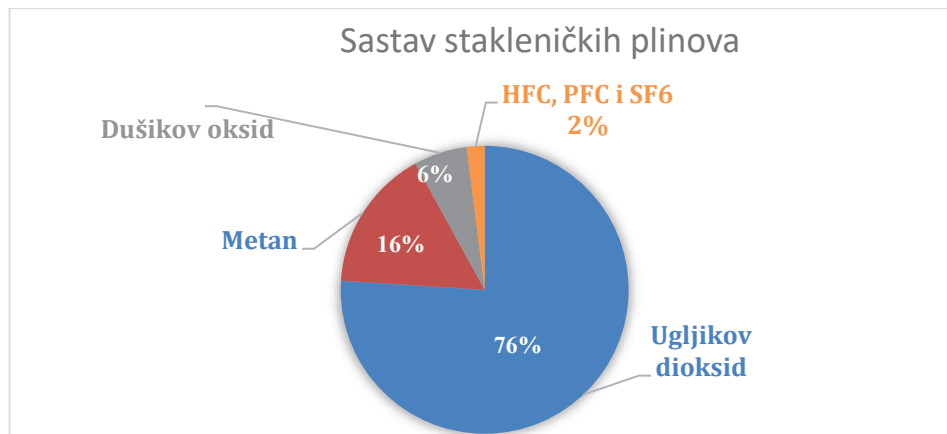
Graf 16. Emisija stakleničkih plinova od 1850. do 2040. - Svijet i Kina



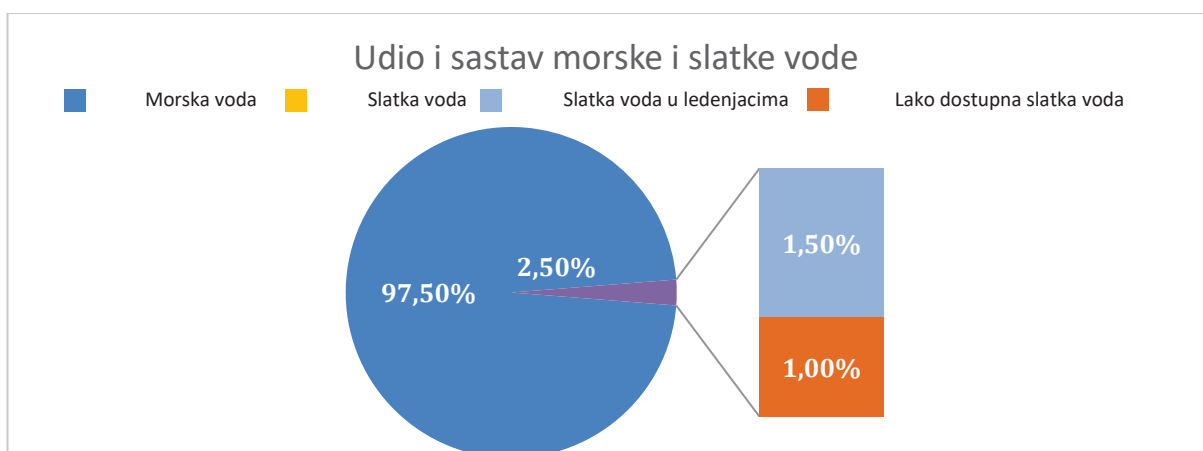
Graf 17. Količina proizvodnje stakleničkih plinova u godinu dana (po osobi)



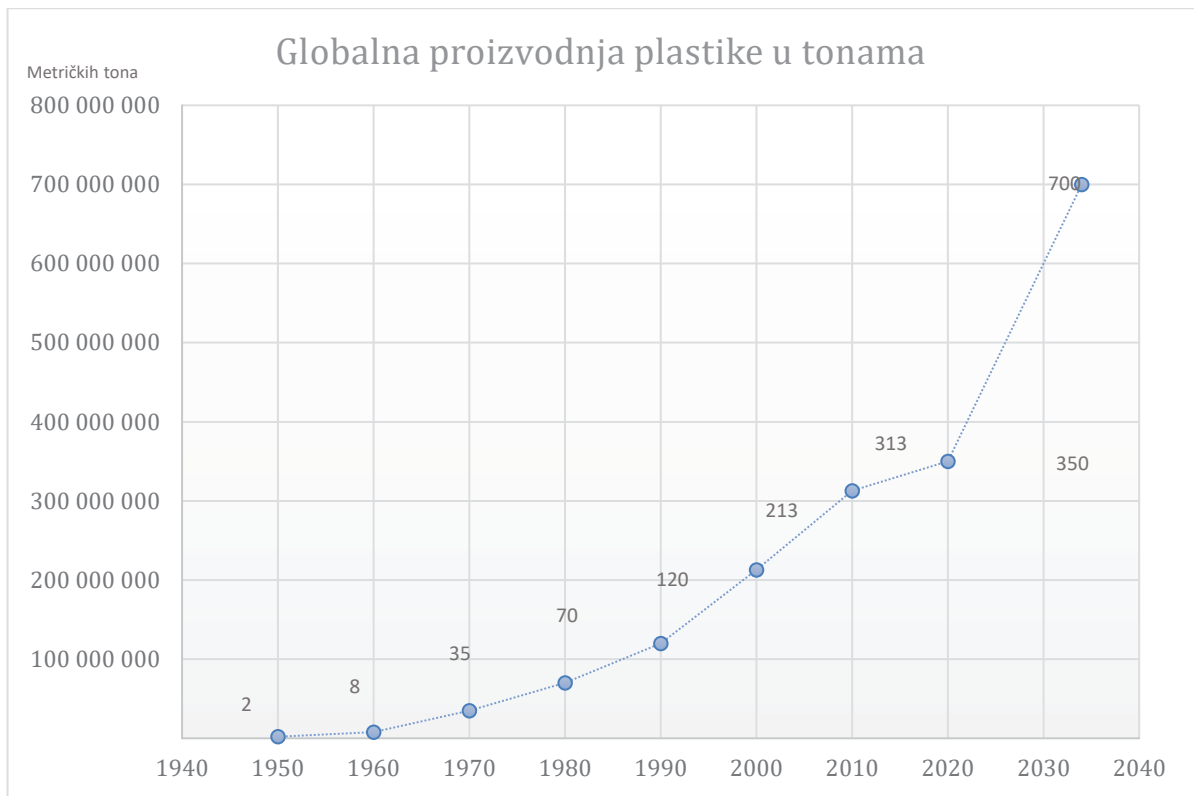
Graf 18. Industrije koje najviše onečšćuju zrak



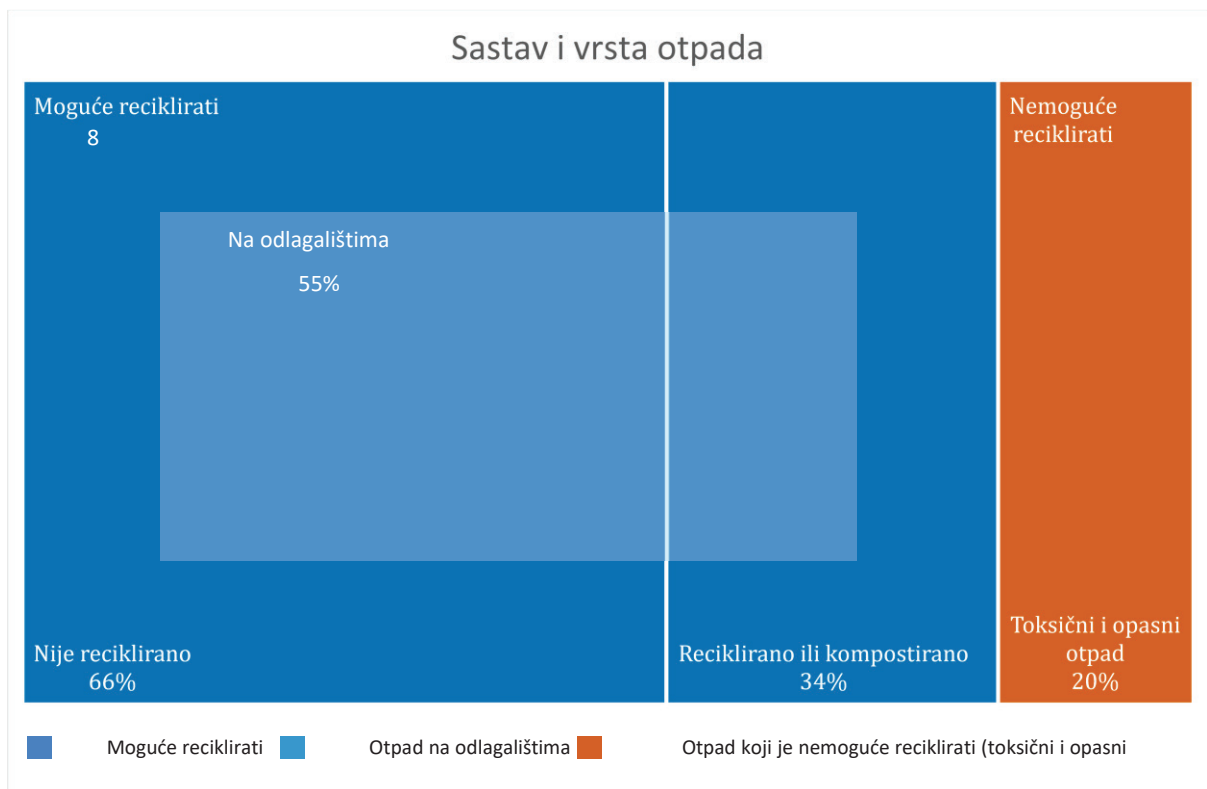
Graf 19. Sastav stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi



Graf 20. Sastav svjetskih voda – odnos slane i slatke vode – sadržane u ledenjacima i lako dobavljive pitke vode



Graf 21. Globalna proizvodnja proizvodnje plastike (sa najcrnjom prognozom za 2040. godinu)



Graf 22. Sastav i vrsta otpada

# ŠTO TO RADIMO SVOJEM JEDINOM DOMU?

TTS - Infografika



Infografika 1. ŠTO TO RADIMO SVOJEM JEDINOM DOMU?



## Prilog 5. Istraživanje – Test pamćenja

### Istraživanje - „Što to radimo svojem jedinom domu?“

#### Upute i informacije

Ispit se sastoji od 3 dijela, koja ukupno sadrže 41 pitanje u obliku odabira točnog odgovora, a za njegovo rješavanje imate 15 minuta.

Točne odgovore označite oznakom X ispred samog odgovora.

Molim Vas da prije označavanja točnog odgovora dobro razmislite i da ne ispravljate odgovore na pitanja na koja ste već odgovorili.

#### I DIO

Ovaj dio služi samo kako bi se odredila dobno-spolna struktura sudionika istraživanja.

#### Grupa:

- Grupa A
- Grupa B
- Grupa C
- Grupa D

#### Spol:

- Muški
- Ženski

#### Godine:

- 14
- 15

#### Prijašnje ocijene iz predmeta Geografije:

1. Razred – 5 - 8: \_\_\_\_\_

#### Prosjek ocjena (sveukupno):

2. Razred – 5 - 8: \_\_\_\_\_

## II DIO

Ovaj dio odnosi se na tekst „Što to radimo svojem jedinom domu?“. Ukoliko se ne sjećate podatka koji je tražen stavite oznaku X ispred odgovora „Ne sjećam se“.

1)  $\frac{3}{4}$  živih bića na planeti Zemlja živi na kopnu.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

2) Godišnja emisija stakleničkih plinova iznosi 30 milijuna metričkih tona.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

3) Najveći porast emisije stakleničkih plinova posljednjih desetljeća zabilježila je Indija.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

4) SAD se nalazi na drugom mjestu po proizvodnji stakleničkih plinova.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

5) Države članice EU godišnje zajedno proizvedu 9,1% ukupne količine stakleničkih plinova.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

6) Ukoliko promatramo proizvodnju stakleničkih plinova po osobi na prvom mjestu sa 19 metričkih tona godišnje nalazi se stanovnik Kine.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

7) Stanovnik Rusije godišnje proizvede 15,5 metričkih tona stakleničkih plinova.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

8) Najveći onečišćivači zraka su redom: Industrija proizvodnje energije, industrija prijevoza i autoindustrija i poljoprivreda.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

9) Drugi najveći udio u sastavu stakleničkih plinova ima metan i to sa udjelom od:

- 21%
- 16%
- 6,5%
- Ne sjećam se

10) Tek 2,5% sveukupne količine vode čine slatke vode.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

11) Čovjek dnevno potroši oko 90 litara vode.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

12) Više od tri milijarde ljudi na svijetu konzumira kontaminiranu vodu.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

13) 2025. godine polovica stanovništva planeta Zemlje živjeti će u područjima s otežanim pristupom slatkoj vodi i vodi za piće.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

14) U jednoj godini proizvede se 7 puta više otpadnih voda nego što sadrže sve rijeke na Zemlji.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

15) Trenutačna godišnja proizvodnja plastike iznosi 350 000 000 tona.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

16) Oceanima pliva 269 000 tona plastičnog otpada

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

17) Prosječni stanovnik Afrike dnevno generira manje od 1kg otpada.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

18) Godišnje se proizvede količina otpada koja je ekvivalentna težini 334 Velike piramide u Gizi.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

19) Moguće je reciklirati 80% generiranog otpada.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

20) Godišnje se reciklira 400 milijuna tona otpada.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

21) Pametnim korištenjem moguće je dnevno smanjiti potrošnju vode za 27%.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

22) Godišnja prosječna potrošnja energije po stanovniku iznosi 2674kWh.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

23) Korištenjem uređaja visokoenergetskog razreda može se uštediti 668kWh godišnje.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

24) Prosječno kućanstvo u Republici Hrvatskoj godišnje bi moglo uštediti 1170kn na računima za električnu energiju ukoliko bi na pametan način koristilo taj resurs.

- Točno
- Netočno
- Ne sjećam se

### III DIO

U ovom dijelu bih Vas zamolio da odgovorite na pitanja čim iskrenije. Simbolom X označite polje koje najtočnije prikazuje vaše mišljenje o određenoj tvrdnji.

Broj 1 označuje neslaganje sa tvrdnjom, 5 djelomično slaganje sa tvrdnjom, a 10 potpuno slaganje sa tvrdnjom.

1) Broj podataka u tekstu bio je prevelik:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne slažem se		niti se slažem, niti se ne slažem						slažem se	

2) Lako sam zapamtio/zapamtila podatke iz teksta.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne slažem se		niti se slažem, niti se ne slažem						slažem se	

3) Lakše mi je pamtit brojeve i podatke kada su definirani brojem nego slovima.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne slažem se		niti se slažem, niti se ne slažem						slažem se	

4) Lakše mi je pamtit podatke kada su prikazani u obliku usporedbe.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne slažem se		niti se slažem, niti se ne slažem						slažem se	

5) Lakše mi je pamtit podatke iz teksta nego kada su prikazani u tablicama.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne slažem se		niti se slažem, niti se ne slažem						slažem se	

6) Lakše mi je pamtit podatke kada su uz tekst prikazani u obliku grafa ili slike.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne slažem se		niti se slažem, niti se ne slažem						slažem se	

7) Da li podcrtavate, ili označavate bitne informacije u bilježnicama ili knjigama?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne				ponekad		da			

8) Da li vizualizirate podatke u glavi kada ih proučavate/čitajte/analizirate?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne				ponekad		da			

9) Da li ponavljate podatke u glavi koje ste upravo pročitali?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne				ponekad		da			

10) Koliko su korisne vizualizacije prilikom učenja (uz tekst priložen, graf ili slika)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne				ponekad		da			

11) Označite metodu pamćenja s kojom ste upoznati (ukoliko niste označite nisam upoznat s nijednom od navedenih metoda):

- Usitnjavanje i grupiranje podatka (chunking) - *primjer. broj telefona podijeljen na manje cjeline*
- LOCI – *mentalna vizualizacija podataka korištenjem poznatog prostora ili lokacije*
- Glazbeni mneumonici – *primjer učenje abecede uz pjesmu*
- Kratice i akrostihova – *izrada riječi ili rečenica pomoću prvih slova pojmova koje želimo zapamtiti*
- Mentalne mape
- Nisam upoznat s nijednom od navedenih metoda

12) Da li koristite neke od navedenih metoda?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ne				ponekad		da			