

# Tranzitni dijagrami

---

Gere, Leo

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:417438>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-05**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Diplomski rad br. 119/MMD/2023**

## **Tranzitni dijagrami**

**Leo Gere, 2886/336**

Varaždin, rujan 2023. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Multimediju

Diplomski rad br. 119/MMD/2023

## Tranzitni dijagrami

**Student**

Leo Gere, 2886/336

**Mentor**

Robert Geček, izv.prof.art. dr.sc.

Varaždin, rujan 2023. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODIEL Multimedija

STUDIJ Sveučilišni diplomski studij Multimedija

PRISTUPNIK Leo Gere

MATIČNI BROJ 2886/336

DATUM 14.09.2023.

KOLEGIJ Projektni studio 1

NASLOV RADA Tranzitni dijagrami

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Transit diagrams

MENTOR Robert Geček

ZVANJE izv.prof.art.dr.sc.

ČLANOVI POVJERENSTVA

- doc. dr. sc. Andrija Bernik - predsjednik
- doc.dr.sc. Marko Čačić - član
- izv.prof.art. dr.sc. Robert Geček-mentor
- izv.prof. dr.sc. Emil Dumić
- 

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 119-MMD-2023

OPIS

Diplomski rad na temu tranzitnih dijagrama bavi se dijagramima koji prikazuju odnose u javnom gradskom prijevozu. U teorijskom dijelu objašnjava povijest tranzitnih dijagrama, njihov razvoj, psihologiju koja stoji iza dijagrama, proučava neke od najpoznatijih dijagrama... U istraživačkom dijelu rad se bazira na proučavanju utjecaja pozicioniranja teksta imena stanica dijagrama na brzinu pronalaska traženih stanica. U praktičnom dijelu opisuje se postupak izrade tranzitnog dijagrama na stvarnome primjeru.

ZADATAK URUČEN 15.09.2023.



POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

## **Predgovor**

Hvala profesorima Sveučilišta na studiranju u kojemu se uživali i veliko hvala mentoru profesoru Gečeku na povjerenju pri pisanju završnog i diplomskog rada. Hvala kolegama koji su kroz zadnjih pet godina postali prijatelji i uvelike uljepšali studiranje i život u domu. Hvala obitelji (kojoj i dalje nije baš najjasnije što sam točno studirao) na velikoj potpori kroz studiranje, ali i cijeli život. Posebno hvala dragoj majici koja mi je pomagala vaditi dokumente za dom u zadnji tren i u svim drugim situacijama bila uvijek tu. I za kraj hvala cimerima Josipu i Kalmeti koji su najviše obilježili proteklih pet godina, a sigurno će obilježiti i godine koje su tek pred nama.

Sretno svima u daljnjim pobjedama!

## Sažetak

Tranzitni dijagrami pojednostavljeni su vizualni prikazi kompleksnih mreža javnog prijevoza. Kako bi dijagram putnicima bio što korisniji mora im biti jednostavan i razumljiv. Upravo je to razlog zašto je bitno proučiti psihologiju koja se nalazi iza dijagrama i korisnika te je bitno proučiti i način na koji korisnici s dijagramom imaju interakciju. Ono što danas odlikuje veliki broj dijagrama su pojednostavljene prijevozne linije, izobličenoost stvarnih geografskih odnosa, kodiranje linija bojama... Jedan od elemenata koji također značajno utječe na korisničko iskustvo dijagrama je način pozicioniranja imena stanica na linije tranzitnih dijagrama. Iako brojni poznati dijagrami koriste različite načine za prikaz imena stanica, neki načini su uspješniji i bolje prilagođeni korisnicima od drugih. Osim teorijskog i istraživačkog aspekta, rad se osvrće i na praktični dio izrade tranzitnog dijagrama kroz 6 koraka.

***Ključne riječi:*** *Tranzitni dijagram, metro, karta, javni gradski prijevoz, informacijski dizajn*

## **Abstract**

Transit diagrams are simplified visual representations of complex public transportation networks. For the diagram to be as useful as possible for passengers, it must be simple and understandable. This is exactly the reason why it is important to study the psychology behind the diagram and the user, and it is also important to study the way in which users interact with the diagram. Nowadays what characterizes many diagrams are simplified transport lines, distortion of real geographical relationships, color coding of lines... One of the elements that also significantly affects the user experience of the diagram is the way the station names are positioned on the lines of transit diagrams. Although many famous diagrams use different ways to display cell names, some ways are more successful and more user-friendly than others. In addition to the theoretical and research aspects, the paper also looks at the practical part of creating a transit diagram through 6 steps.

**Keywords:** *Transit diagram, metro, map, public transport, information design*



## **Popis korištenih kratica**

TfL – Transport for London

MTA - Metropolitan Transportation Authority

MIP - Mixed-Integer Programming

# Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Razrada teme.....	3
2.1.	Povijest tranzitnih dijagrama.....	3
2.2.	Informacijski dizajn tranzitnih dijagrama .....	5
2.2.1.	Elementi tranzitnog dijagrama .....	5
2.2.2.	Pozicioniranje imena stanica .....	6
2.2.3.	Razumijevanje i upotrebljivost tranzitnih dijagrama.....	13
2.2.4.	Odabir informacija .....	17
2.2.5.	Smjernice za izradu tranzitnog dijagrama .....	20
2.3.	Tranzitni dijagrami i mobilne aplikacije s kartama.....	21
2.4.	Karakteristike poznatih tranzitnih dijagrama .....	22
2.4.1.	Chicago .....	22
2.4.2.	New York City .....	23
2.5.	Algoritmi za izradu tranzitnih dijagram .....	24
3.	Istraživanje utjecaja pozicioniranja teksta imena stanica na brzinu pronalaska stanice .....	26
3.1.	Istraživačko pitanje .....	26
3.2.	Metodologija .....	26
3.3.	Testirani načini pozicioniranja .....	27
3.4.	Rezultati istraživanja .....	35
3.4.1.	Vrsta linije .....	36
3.4.2.	Kategorije pozicioniranja imena stanica .....	36
3.4.3.	Načini pozicioniranja imena stanica.....	39
4.	Izrada tranzitnog dijagrama javnog autobusnog prijevoza u gradu Slavenskom Brodu .....	41
4.1.	Prikupljanje podataka .....	41
4.2.	Prikazivanje podataka na karti grada.....	41
4.3.	Planiranje linija tranzitnog dijagrama .....	42
4.4.	Prikaz linija u vektorskom grafičkom uređivaču .....	43
4.5.	Dodavanje ostalih informacija na dijagram .....	43
4.6.	Provjera, analiza i dorada .....	44
4.7.	Prednosti i nedostaci dijagram u usporedbi sa službenim prikazom stanica .....	45
5.	Zaključak.....	46
6.	Literatura.....	48
	Popis slika .....	49
	Popis tablica.....	52
	Prilozi.....	53



# 1. Uvod

Tranzitni dijagrami složeni su grafički prikazi javnoga prijevoza nekoga grada. Imaju ulogu na što brži i jednostavniji način prenijeti informaciju putnicima o tome kako doći do željene lokacije. Kako bi se informacija što brže prenijela bitno je dijagram učiniti što jednostavnijim bez da se izgube bitne informacije i smislenost dijagrama.

Tranzitni dijagrami kakve danas poznajemo počeli su se razvijati prije više od sto godina, kako su mreže javnoga prijevoza u gradovima postajale sve veće i kompleksnije tako su i dijagrami morali pratiti ubrzan razvoj javnoga prijevoza. Veliku ulogu u povijesti tranzitnih dijagrama imao je Henry Back. Njegova verzija tranzitnog dijagrama Londona predstavlja pojednostavljenu mrežu linija koja je lakša za korištenje. Linije su izravnote, a međusobno su okomite, vodoravne ili se sijeku pod kutom od  $45^\circ$ . S ovakvim pojednostavlivanjem linija geografska točnost prestaje biti u fokusu pri izradi tranzitnih dijagrama. U današnje vrijeme gotovo svi tranzitni dijagrami poprimili su ove značajke. S vremenom provedeno je sve više istraživanja koja daju uvid u ljudsku psihologiju i način na koji se korisnici služe dijagramima. Pomoću tih istraživanja danas je moguće predvidjeti gdje bi korisnici mogli pogriješiti prilikom korištenja dijagrama, što bi moglo olakšati korištenje dijagrama, kakav odnos elemenata je pogodniji korisnicima i sl. Za izradu dijagrama mogu se koristiti i algoritmi koji mogu tranzitne dijagrame modificirati u kratkome vremenskom periodu. Tako modificirani dijagrami koriste se i u usporednim istraživanjima.

Iako se važnost tranzitnih dijagrama smanjila, radi razvoja tehnologije i mobilnih aplikacija koje omogućuju navigaciju kroz tranzitne sustave gradova, tranzitni dijagrami i dalje imaju veliku ulogu u navigaciji gradom. A istraživanja i saznanja provedena na tranzitnim dijagramima također se mogu primijeniti na mobilne aplikacije koje omogućuju navigaciju tranzitnim sustavima.

Jedan od elemenata koji utječe na brzinu pri snalaženju s tranzitnim dijagramom je način pozicioniranja imena stanice na dijagram. U istraživačkom dijelu rada analizira se trideset načina pozicioniranja imena stanice na vodoravnim, okomitim i kosim linijama te kako ti načini pozicioniranja utječu na brzinu pronalaska zadane stanice.

Sa saznanjima skupljenim u teorijskom i istraživačkom dijelu rada izrađuje se tranzitni dijagram grada Slavenskoga Broda kroz 6 koraka, a to su prikupljanje podataka, prikazivanje podataka na karti, planiranje linija tranzitnog dijagrama iz prikupljenih podataka, prikaz linija u vektorskom grafičkom uređivaču, dodavanje ostalih informacija na dijagram kao što su geografski podatci, legenda i sl. Po završetku izrade dijagrama provjerava se točnost podataka,

analizira se način interakcije korisnika s dijagramom i po potrebi se doraduje dijagram prema rezultatima analize i ispravljaju se uočene greške.

Proces izrade tranzitnih dijagrama dinamičan je proces, a nastavlja se prilikom širenja tranzitne mreže, promjenama na linijama, zatvaranjem stanica itd.

## 2. Razrada teme

Tranzitni dijagrami su dijagrami koji prikazuju rute javnoga prijevoza poput autobusa, tramvaja, metroa, trajekata i sl. nekoga grada ili širega područja. Takovi dijagrami koriste kako mještanima tako i posjetiteljima kako bi se što lakše i jednostavnije mogli snalaziti i putovati gradom.

### 2.1. Povijest tranzitnih dijagrama

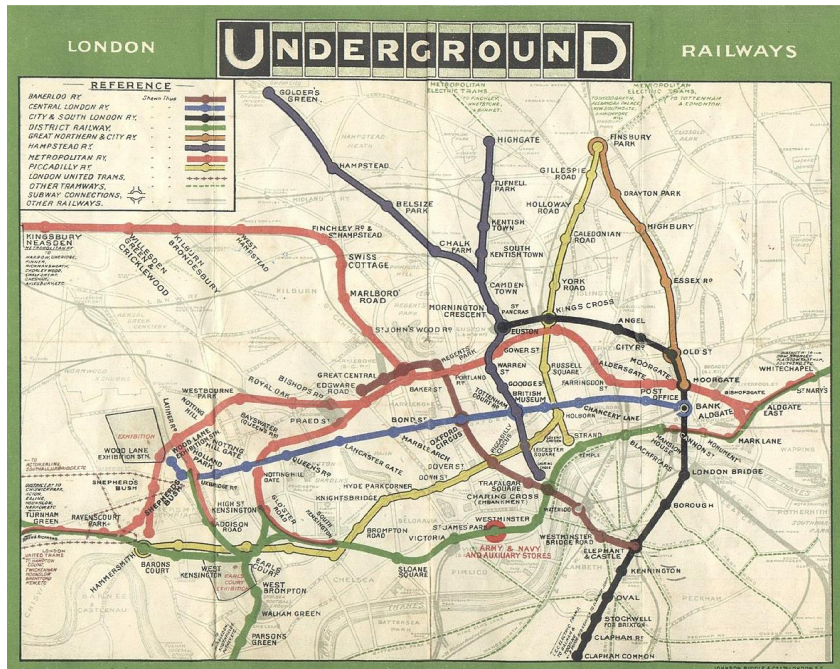
Tranzitni dijagrami kakve danas poznajemo nastali su početkom 1930ih godina, a glavna osoba u njihovom razvitku je Henry Beck. Henry Beck napravio je radikalni pomak u prikazu tranzitnih dijagrama, a ono što je okarakteriziralo njegov rad je značajno pojednostavljivanje dotadašnje reprezentacije gradskoga prijevoza u Londonu. Sve linije u tadašnjem Beck-ovom dijagramu sijeku se pod kutom od  $45^\circ$ - $45^\circ$  ili  $90^\circ$  te postaju izravne (u ostatku rada kut od  $45^\circ$ - $45^\circ$  naznačivat će se samo s  $45^\circ$ ). Danas se takvi dijagrami nazivaju oktalinearnima. Topografska točnost prestaje biti primarna i poprima topološke (shematske) značajke. [1]

Upravo je to ono što je dotadašnje tranzitne karte pretvorilo u tranzitne dijagrame. Udaljenosti na dijagramu nisu proporcionalne stvarnim udaljenostima.

Iako je Beck napravio jedan od najvećih iskoraka u moderniziranju tranzitnih karata u dijagrame, službenu kartu Londona s njegovom podzemnom željeznicom inovirali su i drugi. Izdanje iz 1908. godine (*Slika 1*) prvi puta prikazalo je sve linije na jednoj mapi, uklonjeno je mjerilo i prikaz strana svijeta, a boje linija postaju vizualno upečatljive na svijetloj pozadini. 1920. godine MacDonald Gill uklanja sve nadzemne značajke kao što su ulice, parkovi, naselja te također uklanja rijeku Temzu s karte. Jedan od razloga za uklanjanje navedenih značajki je taj što je željeznica podzemna pa tako nema prevelike potrebe za referenciranjem onime što se nalazi iznad tokom vožnje. Također ime stanica piše rukopisnim pismom (što se danas nikako ne koristi). Novo izdanje iz 1925. godine Fred H. Stingemorea uvećava centralni dio grada gdje su stanice znatno zbijenije te smanjuje periferne dijelove grada gdje su udaljenosti između stanica veće. Time dobiva bolji vizualni odnos između stanica, ali se gubi realnost odnosa. Također tim izdanjem počinje upotreba fonta Johnston u verzalu. Upravo se taj font zadržao u upotrebi sve do danas. Također je vraćena rijeka Temza koja služi kao jedan od važnih orijentira. 1933. godine (*Slika 2*) izdaje se dijagram Henry Backa koji, kao što je navedeno, karakteriziraju ravne linije koje se sijeku pod kutom od  $45^\circ$  ili  $90^\circ$ , uz to stanice na kojima se može presjedati s jedne na drugu liniju dodatno su vizualno naznačene u usporedbi s ostalim stanicama. Također, gubljenje stvarnih odnosa između stanica omogućilo je postavljanje stanica na dijagramu u pravilnijim

intervalima. [1] Do 1946. godine Beck je proučavao kako povećati jasnost stanica na kojima je moguće presjedati s jedne na drugu liniju te povezuje takve stanice bijelim konektorima koji jasno ukazuju s koje linije je moguće prijeći na drugu liniju na određenoj stanici. [2]

Beck je svojim izmjenama napravio veliki iskorak u tranzitnim dijagramima pa se tako danas gotovi svi tranzitni dijagrami koriste upravo njegovim načelima.



Slika 1 - London Underground karta iz 1908. godine



Slika 2 - London Underground karta iz 1933. godine

## **2.2. Informacijski dizajn tranzitnih dijagrama**

Kako bi tranzitni dijagram bio što uspješniji i pristupačniji korisnicima potrebno je odlučiti koje su informacije ključne za razumijevanje dijagrama. Uz to važno je odlučiti koje dodatne informacije je dobro prikazati, a koje bi samo opteretile korisnike manje važnim informacija koje im neće biti pretjerano korisne. Kako bi se odlučilo koje elemente je potrebno uključiti, a koje isključiti iz dijagrama i način na koji je najbolje ih prikazati važno je proučiti informacijski dizajn.

### **2.2.1. Elementi tranzitnog dijagrama**

Tranzitni dijagrami sastavljeni su od određenih elemenata koji zajedno čine cjelinu. Kako bi svi elementi međusobno činili uspješan tranzitni dijagram važno je proučiti pojedinačne elemente.

Glavni element tranzitnog dijagrama su linije. Linije prikazuju rute kojima će se određeno prijevozno sredstvo kretati. Sve linije tranzitnog dijagrama sačinjavaju gradsku mrežu javnoga prijevoza kojom se putnici mogu kretati. Drugi važni element je stanica. Stanice se nalaze na linijama tranzitnog dijagrama i označava mjesto na kojemu se vozilo zaustavlja, odnosno mjesto gdje putnici mogu ući i izaći iz prijevoznog sredstva. Određena stanica može se nalaziti na jednoj liniji ili na više linije. Ukoliko se jedna stanica nalazi na dvije ili više linija ona postaje stanica za presjedanje gdje putnici mogu svoje putovanje nastaviti s jedne linije na drugu liniju. Stanice i linije moraju biti imenovane kako bi komunikacija bila što jednostavnija. Linije su često imenovane brojem, slovom, prvom ili posljednjom stanicom, bojom, geografskim obilježjem ili nekim drugim načinom. Stanice su najčešće imenovane određenim lokalnim obilježjima koji okružuju stanicu kao što je ime ulice ili naselja, određena javna, kulturalna ili sportska ustanova kao što su muzeji, kolodvori, stadioni i slično. Budući da se na jednoj liniji nalazi veći broj stanica i budući da tranzitni dijagram prikazuje veliki broj informacija potrebno je na što jednostavniji i jasniji način prikazati imena stanica i pozicionirati ih u usporedbi s linijom.

Element koji se mogu nalaziti na dijagramu su geografska i urbanistička obilježja grada kao što su ulice, parkovi, rijeke, jezera, mora, turističke atrakcije, kolodvori, luke i sl. Ovi elementi imaju svoje pozitivne i negativne strane. Prednost je olakšavanje pri orijentiranju. Dodatne informacije, kao što je prikaz vodenih površina ili poznatih turističkih atrakcija, mogu olakšati pozicioniranje putnika u odnosu na njih. Također, prikaz važnih turističkih atrakcija pomoći će turistima pri obilaženju grada. Budući da se radi o tranzitu dobro je na dijagramu prikazati i



druge oblike prijevoza i naznačiti stanice u čijoj se blizini nalazi zračna luka, željeznički i autobusni kolodvor, trajektna luka itd. Prevelika i previše detaljna upotreba ovakvih obilježja može vizualno zasititi dijagram te otežati njegovu upotrebu stoga je važno ostaviti informacije koje su relevantne za putovanje. [3]

Idući element je boja. Boja linija uvelike utječe na lakoću i brzinu razumijevanja dijagrama. Pozadina dijagrama najčešće je slabe saturacije, često bijela, svijetlo siva, ponekad crna ili tamno siva. Često svaka linija ima svoju prepoznatljivu boju, a ponekad i više linija može imati istu boju najčešće ukoliko dijele veći broj stanica. Boja linija pomaže ubrzavanju praćenja toka linije i olakšava praćenje linije na mjestima gdje se više linija siječe. Bitno je, također, stvoriti dobar kontrast između podloge i linija te koristiti boje linija koje će se lako razlikovati.

Simboli su element dijagrama koji informacije dijagrama prikazuju na sažet i jednostavan način. Mogu zamijeniti riječi te se stoga mogu isticati među imenima stanica. Često korišteni simboli su simboli za prikaz pristupačnih stanica za osobe s invaliditetom, simboli za druge oblike javnoga prijevoza, simbol za smije kretanja, simboli za stanice na kojima je moguće presjedati...

Legenda opisuje druge elemente dijagrama. Informacije prikazane u legendi trebaju biti grupirane po temama, najbitnije informacije dobro je držati na okupu na način da su lako uočljive. [3] Legenda bi trebala pojasniti korištene simbole, objasniti razliku između različitih vrsta stanica, objasniti vrste linija itd. na sažet, ali razumljiv način.

Element koji ne posjeduje svaki dijagram je prikaz zona. Ovisno o tipu naplate prijevoza dijagrami mogu prikazivati sustav zona. Ukoliko je cijena karte jedinstvena, neovisno o udaljenosti, zone naplate neće postojati stoga se ne dodaju na dijagram. Ako je cijena karte promjenjiva ovisno o tome na kojoj stanici putnik ulazi i izlazi dijagram može na određeni način naznačiti koje se stanice nalaze u kojoj zoni. Obilježavanje zona može se postići na više načina: promjenom boje pozadine dijagrama ovisno o zoni, obrub koji okružuje zone, naznake kod stanica, naznake na linijama koje govore o prijelazu iz jedne u drugu zonu...

### **2.2.2. Pozicioniranje imena stanica**

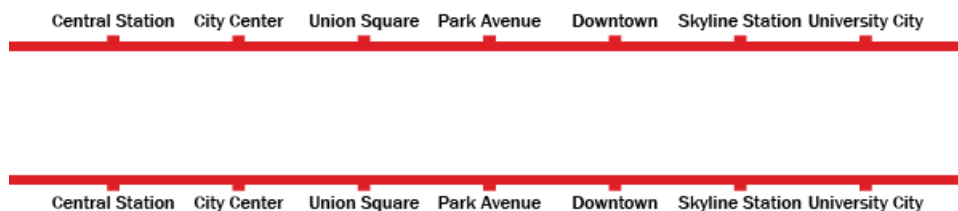
Pozicije teksta odnosno imena stanica s obzirom na linije tranzitnog dijagrama može biti različito, a samim time način pozicioniranja može i utjecati na brzinu čitanja i pronalaženja stanica. Budući da se kod većine tranzitnih dijagrama linije sijeku pod kutovima od 45° i 90° predstaviti će se odnosi teksta upravo na tako pozicionirane linije odnosno na vodoravne, okomite i kose linije.

Kada je riječ o linijama koje su vodoravno pozicionirane tekst se može postaviti na nekoliko načina. Prvi način je postavljanje imena stanica isključivo ispod ili isključivo iznad linije na način da je tekst paralelan s linijom na kojoj se nalaze stanice (Slika 3 - pozicija teksta 1.1.) ovakav način pozicioniranja zauzima najviše vodoravnog prostora kako se tekst ne bi preklapao pa je stanice potrebno više razdvojiti odnosno linije je potrebno više produžiti, ali ovaj način zauzima najmanje okomitog prostora. Kako bi razmak između stanica ostao kontinuiran on mora biti veći od dužine imena stanice (ili najdužeg reda ukoliko se ime stanice prelama u 2 ili više redova). Drugi način pozicioniranja je naizmjenično postavljanje imena stanica iznad i ispod linije, a tekst je i dalje paralelan s linijom na kojoj se nalaze stanice (Slika 4 - pozicija teksta 1.2.). Prednost ovakvog pozicioniranja je to što se stanice mogu gušće postaviti na liniji, ali će tekst zauzeti nešto više vertikalnog prostora. Treći način pozicioniranja je postavljanje imena stanica ukoso u odnosu na liniju. Tekst može biti pozicioniran ispod ili iznad linije i otklonjen u lijevo ili desno u odnosu na liniju. (Slika 5 - pozicija teksta 1.3.) Ovaj način omogućuje znatno gušće postavljanje stanica gdje je minimalna udaljenost treba biti nešto veća od udaljenosti između donje pismovne linije kurenta i gornje pismovne linije kurenta ukoliko su stanice naznačene kurentom. Ukoliko su stanice naznačene verzalom tada je minimalna udaljenost nešto veća od udaljenost između osnovne pismovne linije i linije verzala. Razmak se dodatno povećava ukoliko se ime stanice prelama u više redova. Četvrti način bilježenja stanica na linijama koje su vodoravno pozicionirane je upisivanje imena stanica okomito na liniju ispod ili iznad linije (Slika 6 - pozicija teksta 1.4.). Kod ovoga načina minimalna udaljenost između stanica ostaje jednaka kao i kod prethodnog promjera, ali je potrebno najviše vertikalnog prostora, a on treba biti veći od dužine stanice s najdužim imenom (ili najdužeg reda ukoliko se ime stanice prelama u 2 ili više redova).

Ako su linije okomito pozicionirane moguće je imena stanica pozicionirati na tri standardna načina. Prvi je način zapisivanje imena stanica isključivo lijevo ili desno od linije gdje su imena stanica zapisana vodoravno (Slika 7 - pozicija teksta 2.1.). Ovakav način zauzima malo okomitog prostora, ali zauzima nešto više vodoravnog prostora, odnosno zauzet će onoliko prostora koliko je dugačko najduže ime stanice (ili dio imena stanice u najdužem redu kada je ime stanice prelomljeno na više redova). Drugi način sličan je prvome, ali su stanice naizmjenično pozicionirane lijevo i desno od linije na kojoj se nalaze stanice. (Slika 8 - pozicija teksta 2.2.) Ovakav način može zauzeti najmanje okomitog prostora, ali zauzima najviše vodoravnog prostora. Nadalje, treći način pozicioniranja je postavljanje stanica ukoso u odnosu na liniju. Stanice mogu biti nagnute isključivo prema gore ili dolje i pozicionirane isključivo lijevo ili desno od linije na kojoj se nalaze. (Slika 9 - pozicija teksta 2.3.) Ovim pozicioniranjem smanjuje se potreban slobodni vodoravni prostor.

Linije koje su pozicionirane pod određenim kutom, koji najčešće iznosi  $45^\circ$ , također imaju nekoliko mogućih načina pozicioniranja imena stanica. Prvi je način pozicioniranja imena stanica isključivo lijevo ili isključivo desno u odnosu na liniju, a tekst je postavljen vodoravno u odnosu na dijagram. (Slika 10 - pozicija teksta 3.1.) Ovakav način zauzima malo okomitog prostora, ali zauzima nešto više vodoravnog prostora. Idući, drugi, način je sličan prethodnome, a ono po čemu se razlikuje je to što se tekst pozicionira naizmjenično lijevo i desno od linije. (Slika 11 - pozicija teksta 3.2.) Takav način zauzima najviše vodoravnog slobodnog prostora, a okomiti prostor može biti nešto manji nego li u prethodnom primjeru. Treći način pozicioniranja imena stanica tekst pozicionira pod određenim kutom u odnosu na dijagram, a često je pozicioniran na način da su linija i ime stanice međusobno okomiti. (Slika 12 - pozicija teksta 3.3.) Imena stanica pozicionirana su lijevo ili desno od linije tj. ispod ili iznad linije. Četvrti način pozicioniranja sličan je prethodnome, ali su ovoga puta imena stanica naizmjenično pozicionirana lijevo i desno u odnosu na liniju. (Slika 13 - pozicija teksta 3.4.)

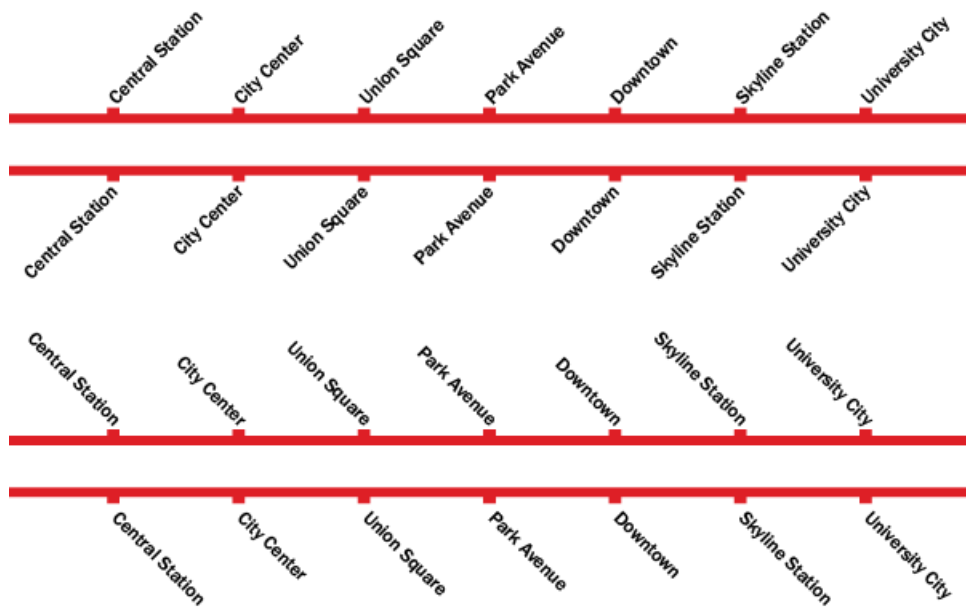
Budući da je svaki tranzitni dijagram različit i ima svoje određene karakteristike i specifičnosti ponekad je korištenje različitih kombinacija pozicioniranja potrebno kako bi se dobio željeni izgled dijagrama ili kako bi tekst stao u zadane okvire dijagrama. Također, osim gore navedenih načina pozicioniranja postoje i druge, manje korištene metode, ponekad samo na određenim stanicama radi specifičnog problema, a ponekad i na cijeloj liniji ili njenome dijelu, a moguća je i kombinacija više načina.



*Slika 3 - pozicija teksta 1.1.*



*Slika 4 - pozicija teksta 1.2.*



*Slika 5 - pozicija teksta 1.3.*

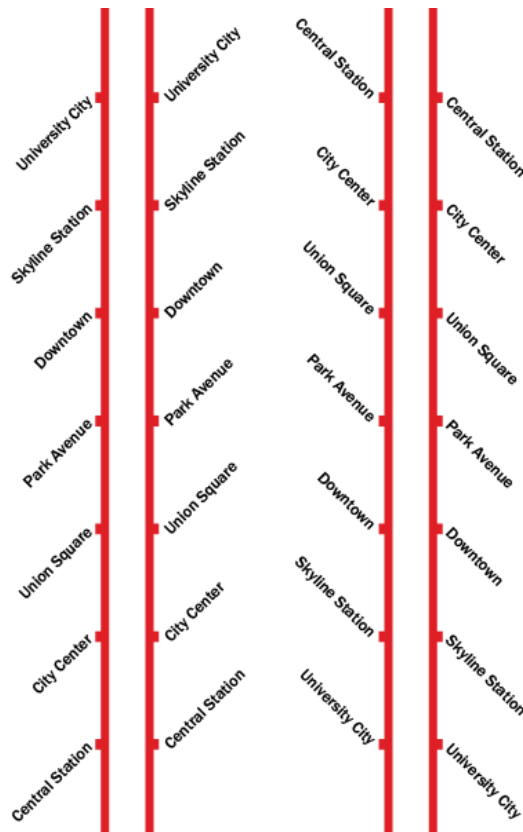


*Slika 6 - pozicija teksta 1.4.*

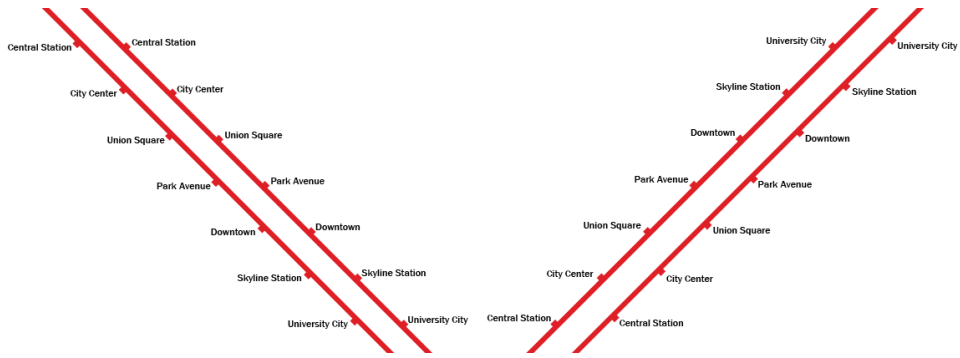


*Slika 7 - pozicija teksta 2.1.*

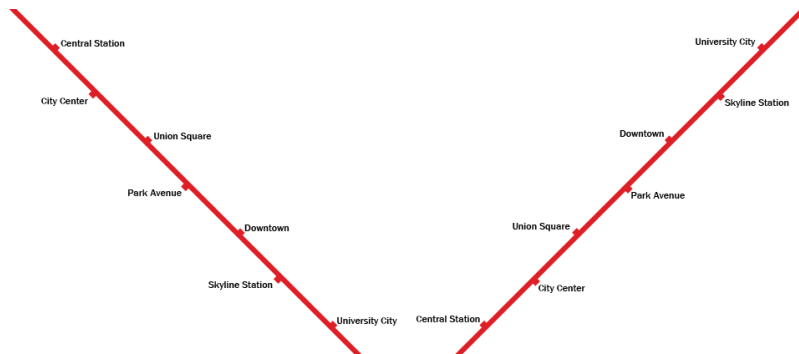
*Slika 8 - pozicija teksta 2.2.*



*Slika 9 - pozicija teksta 2.3.*



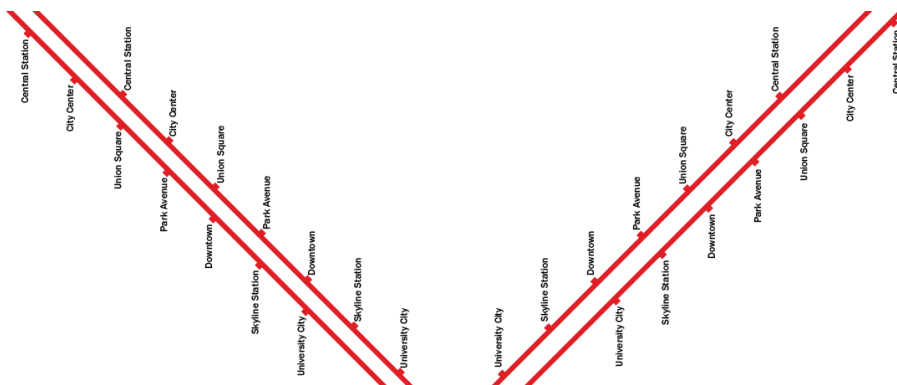
Slika 10 - pozicija teksta 3.1.



Slika 11 - pozicija teksta 3.2.



Slika 12 - pozicija teksta 3.3.



Slika 13 - pozicija teksta 3.4.

Kada je u pitanju učestalost korištenja određenih metoda pozicioniranja imena stanica Tablica 1 prikazuje neke od najvećih gradova svijeta koji imaju službeni tranzitni dijagram za neki od oblika javnoga prijevoza te način pozicioniranja imena stanica.

Grad/tip pozicioniranja	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.
Barcelona	x				x			x			
Beijing		x			x	x			x		
Berlin	x				x			x			
Boston	x		x		x			x			
Chicago				x	x			x			
Hong Kong	x				x			x			
London	x	x			x			x			
Madrid		x			x			x			
Moskva					x			x			
New York	x		x		x			x		x	
Pariz	x	x	x		x			x			
Seul		x				x				x	
Šangaj	x		x		x			x		x	
Washington DC			x		x		x	x		x	
Amsterdam	x	x	x		x			x			
Atena	x		x		x			x	x	x	x
Brisel			x		x			x			
Köln	x		x		x			x			
New Delhi		x			x	x		x	x		
Hamburg			x		x			x			
Istanbul		x			x			x			
Kijev	x				x			x			
Los Angeles			x		x			x		x	
München	x				x			x			
Prag	x		x		x			x			
Santiago	x				x			x			
São Paulo			x		x			x		x	
Singapur	x	x			x			x			
Stockholm			x		x			x			
Beč	x		x		x			x			
Cape Town			x				x			x	
Kopenhagen			x	x	x					x	
Dubai					x			x			
Frankfurt		x	x		x			x			
Melbourne			x		x			x			
Oslo	x		x		x			x			
Portland	x		x		x			x			
Rim		x	x		x			x			
Rotterdam			x		x			x			
Sydney			x		x					x	
Zagreb			x		x			x			
	46%	27%	61%	5%	95%	7%	5%	88%	7%	24%	2%

Tablica 1 - učestalost određenih načina pozicioniranja imena stanica u odnosu na pripadajuću liniju

Iz Tablica 1 je vidljivo da je na najkorišteniji način pozicioniranja imena stanica kod vodoravnih linija način 1.3. gdje su imena koso pozicionirana na liniju te je takav način korišten u 61% provjerenih tranzitnih dijagrama. Gotovo pola tranzitnih dijagrama (46%) stanice je pozicioniralo paralelno s vodoravnom linijom isključivo iznad ili ispod linije. Nešto više od četvrt dijagrama (27%) imena stanica postavlja paralelno s pripadajućom vodoravnom linijom naizmjenično ispod i iznad linije, a samo 5%, odnosno dva grada tekst su pozicionirala okomito na liniju. Ono što se pokazalo kao najučestaliji način pozicioniranja je vodoravno postavljanje imena stanica kod okomitih linija. Ovakav način korišten je u 95% slučajeva. Razlog dominacije ovoga načina je to što je tekst najprirodnije pozicioniran, a u usporedbi s drugim načinima ne šteti se znatno više prostora. Druga dva načina bilježenja stanica na okomitim linijama korištena su samo u 7% i 5% slučajeva. Kada je riječ o kosim linijama 88% tranzitnih dijagrama koristi način gdje su imena stanica bilježena vodoravno, s jedne strane linije. 7% dijagrama koristi način bilježenja gdje se stanice naizmjenično nalaze s lijeve i desne strane linije, a tekst je pozicioniran vodoravno. 24% dijagrama koristi se metodom gdje su stanice postavljene ukoso u odnosu na dijagram te svega 2% dijagrama, odnosno jedan od četrdeset i jednog analiziranog dijagrama, koristi se metodom bilježenja gdje su stanice postavljene pod kutom od 90° u odnosu na dijagram.

Iz podataka koji se nalaze u Tablica 1 također je moguće iščitati da se prosječno dijagram koristi 3.68 metoda pozicioniranja teksta unutar dijagrama. Samo dva dijagrama koristila su samo s dvije metode bilježenja imena stanica, najviše se dijagrama koristilo trima metodama odnosno 18 od 41 dijagrama. 14 dijagrama koristilo se s četiri od jedanaest predstavljenih metoda, a s pet metoda koristilo se šest dijagrama. Niti jedan dijagram nije se koristio s šest metoda, ali je Atena dijagram koji se koristio s najviše metoda odnosno s njih sedam.

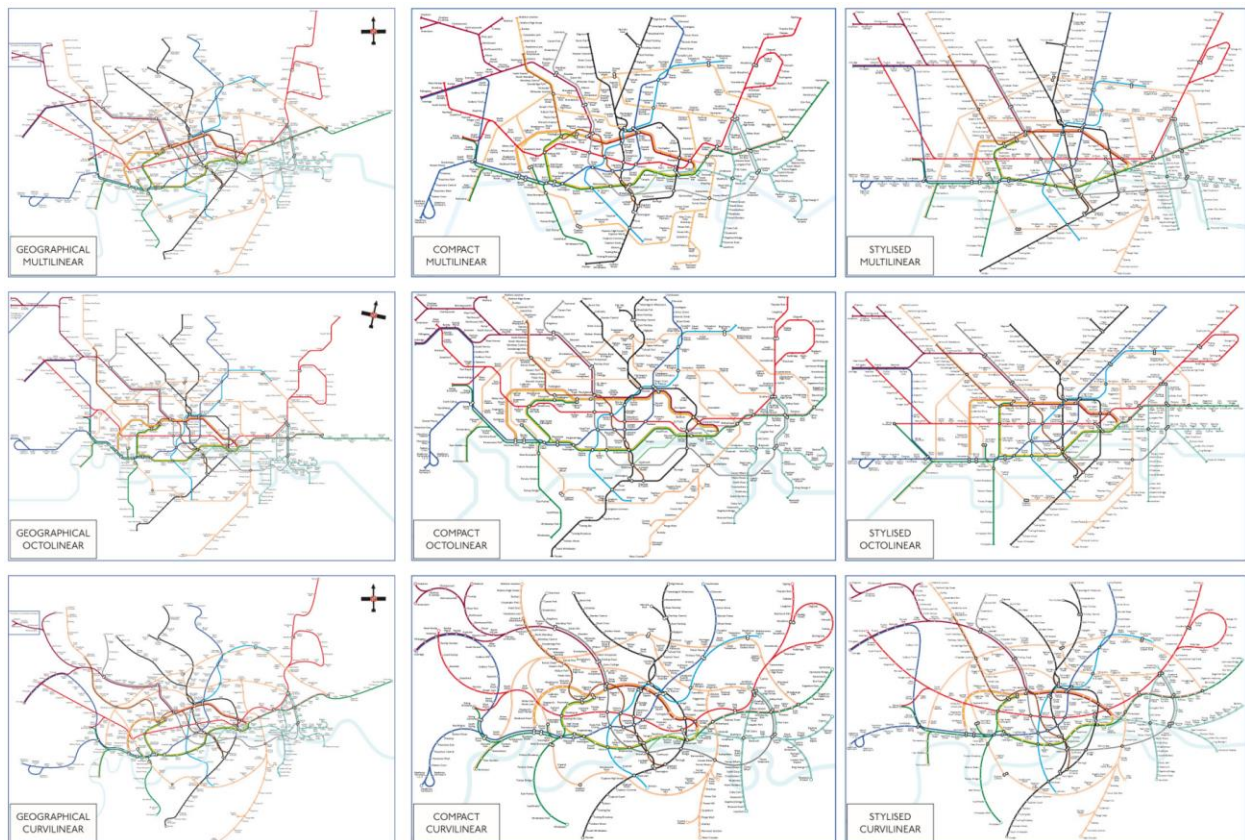
Istraživački dio ovoga rada (3 - Istraživanje utjecaja pozicioniranja teksta imena stanica na brzinu pronalaska stanice) analizira koja je od predstavljenih metoda najučinkovitija za korisnike tranzitnih dijagrama.

### **2.2.3. Razumijevanje i upotrebljivost tranzitnih dijagrama**

Razumljivost tranzitnih dijagrama mora biti prioritet prilikom njihovog stvaranja. Kako tranzitni dijagrami ne predstavljaju u potpunosti stvarne geografske odnose moguće ih je izraditi na broje načine. Upravo je zato dr. Maxwell J. Roberts proveo istraživanje čiji je cilj bio provjeriti koji je stil tranzitnih dijagrama najučinkovitiji. U svome istraživanju koristio je tri pravila dizajna i tri prioriteta dizajna što je rezultiralo s devet različitih tranzitnih dijagrama Londona. Kada je riječ o pravilima dizajna 3 korištene varijacije su oktalinearna – korištenje



horizontalnih i vertikalnih te linija pod kutom od  $45^\circ$ , a kutovi imaju male radijuse zakrivljenosti. Drugi pristup je multilinearan – ovakvim pristupom također dominiraju ravne linije, ali za razliku od oktagonalnog pristupa multilinearan pristup dopušta promjene pravca linija pod bilo kojim kutom pa se tako linije mogu također sjeći pod bilo kojim kutom. Treći pristup je krivuljasti – koristi se isključivo Bézierovim krivuljama te ne postoje oštri kutovi. 3 prioriteta dizajna uključuju geografski pristup – ovaj pristup geografsku točnost stavlja kao prioritet stoga su dopuštene samo minimalne distorzije. Kompaktni pristup – slabo optimiziran dizajn s malim pokušajem ostvarivanja geografske točnosti te stilizirani pristup – visoko optimizirani pristup s najjednostavnijim linijama.



*Slika 14 - prikaz devet tranzitnih dijagrama korištenih u istraživanju*

100 ispitanika ocjenjivalo je dijagrame na temelju upotrebljivosti i privlačnosti. Kada je u pitanju upotrebljivost u prosjeku oktalinearni pristup smatran je najlakšim za korištenjem te ga u 56% slučajeva smatraju lakim dok ga teškim smatra 19.7% ispitanika, 25% ispitanika smatra multilinearan pristup lakim za korištenje, a 43.7% teškim i 11.3% smatra krivuljasti lakim za korištenje, a 61% teškim. Nadalje, geografski pristup laganim za korištenje smatra 26.3% ispitanika, a teškim 43.3%, kompaktni smatra laganim 19.7%, a teškim 52.3% te stilizirani pristup je lagan za korištenje 46.3% ispitanika, a težak 28.6% ispitanika. Prema dobivenim rezultatima najboljim primjerom izabran je oktalinearni stilizirani pristup koji 89% ispitanika smatra laganim za korištenje, a svega 4% teškim te 7% ispitanika je neutralno. Kao najlošiji

izbor odabran je krivuljasti kompaktni pristup s 4% pozitivnog mišljenja i 71% negativnog mišljenja s obzirom na lakoću upotrebljivosti. Kada je u pitanju vizualna atraktivnost multilinearni pristup vizualno je privlačan u prosjeku 13.3% ispitanika, dok 57.7% ga smatra neprivlačnim. Oktalinerani pristup je privlačan 48% ispitanika te neprivlačan 18.7% ispitanika, a krivuljasti pristup smatra privlačnim 27%, a neprivlačnim 42% ispitanika. Nadalje, geografski pristup prosječno je privlačan 21.3% ispitanika, a neprivlačan 40.7%, kompaktni pristup privlačan je 23%, a neprivlačan 50.7% te stilizirani je privlačan 44% ispitanika, a neprivlačan 27.3% njih. Najprivlačnija kombinacija također je oktalinerani stilizirani pristup s 75% ispitanika kojima se sviđa i 4% ispitanika kojima se ne sviđa. Najneprivlačniji je kompaktni multilinearni pristup koji se ne sviđa 72% ispitanika te sviđa samo 8%. Najveću podijeljenost ispitanika ima stilizirani krivuljasti pristup koji se sviđa 34% te ne sviđa 36% ispitanika, a 34% ispitanika je neutralnog mišljenja. Iz rezultata se također može vidjeti da su linearni dijagrami (oktalinerani i multilinearni) uvijek upotrebljiviji nego li atraktivni, a krivudavi dijagramu su uvijek atraktivniji nego što su upotrebljivi. [4]

Boja također ima veliku ulogu u razumijevanju tranzitnoga dijagrama. Pri istraživanju koje je provedeno na tranzitnom dijagramu kineske željezničke mreže velikih brzina korištena je *eye-tracking* tehnologija koja omogućava praćenje pokreta očiju ispitanika. U jednom od zadataka ispitanici su trebali pronaći određenu liniju na dijagramu. Uspješnost u obavljanju zadatka iznosila je 57% dok 33% ispitanika nije uspjelo pronaći traženu liniju. Svi ispitanici koji nisu točno riješili zadatak napravili su istu grešku te su zamijenili traženu liniju s istom drugom linijom. Nakon izvršenja zadatka uslijedio je intervju u kojemu je 53% ispitanika spomenulo da boja zadane linije izgleda slično drugoj liniji. *Eye-tracker* pokazao je da su ispitanici više puta morali vraćati pogled legendi kako bi provjerili točnost podataka pa je samim time loš odabir boja utjecao na produljenje pronalaska zadane linije ili doveo do toga da ispitanici pronađu krivu liniju. Ponovno provjeravanje informaciju ukazuje na nesigurnost ispitanika u korištenju dijagrama. Podatci *eye-tracker-a* također su pokazali da se ispitanici više fokusiraju na boju zadane linije nego na ime zadane linije ne samo u legendi već i u samom dijagramu. [3] Stoga prilikom odabira boja u tranzitnom dijagramu važno je uzeti u obzir da su boje dovoljno razlučive jedan od druge te da imaju dobar kontrast s pozadinom.

Kada je u pitanju grupiranje linija (iz razloga što dijele veliki dio rute, imaju zajedničku početnu i/ili završnu stanicu, vode u iste dijelove grada...) one se mogu putem boje grupirati na dva načina. Prvi je način grupiranja takvih linija korištenjem iste boje na svim linijama jedne grupe. Primjer takvog dijagrama je tranzitni dijagram New York City-ja (Slika 16). Drugi je način korištenje različitih nijansa iste boje na grupiranim linijama. Alternativa tome je korištenje potpuno različitih boja za svaku liniju. U testiranju koje je provedeno na 285 subjekata

zaključeno je da je pri korištenju tranzitnog dijagrama najveći postotak uspješnosti pronalaska rute između dvije zadane stanice imao način prikazivanja gdje je svaka linija imala svoju prepoznatljivu boju sa 71.9% točnosti obavljanja zadataka te s najkraćim vremenom od 24.5 sekundi u prosjeku. Na drugome je mjestu metoda gdje se linije grupiraju na način da su obojene istom bojom. Prosječna točnost obavljanja zadatka iznosi 66.8% u vremenu od 26.8 sekundi. 1.1% lošiji rezultat dobiven je kod metode grupiranja korištenjem nijansi određene boje s točnošću od 65.7% i brzinom od 27.3 sekunde. Uz analizu grešaka također je zaključeno da dva predstavljena načina grupiranja nemaju kontinuirani utjecaj na izvršavanje zadatka već da najviše ovisi o potencijalnim greškama koje korisnici mogu učinit kao što je pogrešno praćenje linije radi ispreplitanja i odnosa s drugim linijama. Iz navedenog razloga je grupiranje linija poželjnije kod manje kompleksnih dijagrama s određenim tipovima odnosa linija. [5]

Udaljenosti između stanica utjecat će na odabir rute koju će putnici izabrati. Ukoliko je do određene stanice moguće doći putem više različitih ruta, putnici će odabrati onu koja vizualno izgleda najbliža čak i ako će vrijeme putovanja biti duže. [3] Ovo je jedan od razloga zašto geografska distorzija ne bi trebala biti prevelika jer može putnike navesti da misle da je udaljenost između određenih stanica veća nego što je u stvarnosti ili ih uvjeriti obratnome. Drugo istraživanje provedeno na dijagramu londonskog Underground-a također je potvrdilo da tranzitni dijagram ima utjecaj na odabir ruta. Prema tom istraživanju putnici će vjerovati dijagramu gotovo dva puta više nego li vlastitom iskustvu odnosno percepciji dužine putovanja. Iako se s vremenom jačina utjecaja dijagrama opasti kada se korisnik sve bolje upozna rutama i dalje će biti jači utjecaj dijagrama nego li vlastito iskustvo čak i kod korisnika koji putuju pet ili više puta tjedno javnim prijevozom. Imajući ovo na umu moguće je stvoriti dijagrame koji će podsvjesno preusmjeravati putnike s prezasićenih linija na linije koje obično nemaju veliku gužvu. Nepažljivo planiranje također bi moglo izazvati nepoželjne gužve. [6]

Psihološka istraživanja omogućuju uvid u način pristupanju dijagramima i njihovom razumijevanju. Na razumijevanje dijagram će utjecati nekoliko elemenata. Prvi od njih je kognitivno opterećenje – koliko je kompleksan zadatak koji putnik treba obaviti kako bi razumio tranzitni dijagram. Iduće, kognitivni kapacitet, koji se često mjeri testovima inteligencije, govori o tome koliko mogućnost ima putnik za obavljanje različitih kognitivnih zadataka. Stručnost je idući pojam će utjecati na razumijevanje. Putnici koji prvi puta dolaze u neki grad nemaju veliku stručnost u poznavanju dijagrama, ali ukoliko su u drugim gradovima se koristili tranzitnim dijagramima imaju određenu stručnost u njihovom razumijevanju. U takvim slučajevima kognitivni kapacitet utjecat će na mogućnost putnika na povezivanje prethodno naučenih konstrukata na trenutnom primjeru. Nadalje, element privlačenja pažnje povezuje uočavanje bitnih elemenata dijagrama bez obzira na njegovu kompleksnost. Zadnji element je psihološka

perspektiva na dijagram. Cilj ovoga elementa je pojednostavljivanjem dijagrama smanjiti kognitivni napor i učiniti dijagram pristupačan korisnicima manje stručnosti i/ili kognitivnog kapaciteta. [4] Kompleksnost prikazane linije proporcionalna je s kognitivnim opterećenjem na korisnika dijagrama. Usmjerenje linije s brojnim promjenama smjera nosi znatno više informacija nego li ravna linija stoga ne samo da je teža za pratiti nego će doprinijeti dodatnom kognitivnom opterećenju što je potvrdilo više istraživanja. Problemi koji imaju jednaku temeljnu logiku za njihovo rješavanje teže će biti riješeni ako su predstavljeni kroz složenije, teže prepoznatljive oblike ili uzorke. Smanjeni kognitivni napor poboljšat će također mogućnost za povećavanje stručnosti. Sukladno tome dobro optimizirani dijagram rezultirat će s manjim brojem grešaka pri korištenju, bržim planiranjem, lakšim pamćenjem rute i lakšem rješavanju potencijalnih problema. [7]

#### **2.2.4. Odabir informacija**

Kao što je već navedeno važno je odlučiti koje informacije prikazati na tranzitnom dijagramu, a koje izostaviti. Ovo odluka imat će veliku utjecaj na kvalitetu finalnog dijagrama i na njegovu razumljivost. Prema istraživanjima Guo Zhana iz 2011. godine tranzitni dijagrami trebali bi se fokusirati na lokacije, smjerove, povezanosti između stanica i odnose među linijama dijagrama. Dijagrami obično ne bi trebali sadržavati informacije poput vremena putovanja, gužvi i sl. S druge strane istraživanja Avineria i Prashkera iz 2006. godine pokazala su da prikaz vremena putovanja pomaže odabrati bolju rutu putovanja, o čemu govori i istraživanje na dijagramu kineske željezničke mreže velikih brzina. Prema tom istraživanju ispitanici su napomenuli da im je važnija vremenska udaljenost između stanica nego što je fizička udaljenost između stanicama. [3] Upravo ovakva različita mišljenja dovode do zaključka da je važno ostvariti povoljan balans između prikazanih informacija. Prikazane informacije moraju biti dovoljno jasne da ne bi dolazilo do zabune, dijagram ne treba biti prezasićena informacijama kako ne bi došlo kognitivnog preopterećenja dok s druge strane nedostatak informacija može dovesti do konfuzije prilikom korištenja. Pri izradi dijagrama bitno je provesti istraživanja te proučiti koliko je dijagram razumljiv i upotrebljiv, te ga dodatno prilagoditi rezultatima istraživanja.

Još veći problem od dodavanja viška informacija je dodavanje nejasnih, dvosmislenih ili nepotpunih informacija. Primjer toga se može naći i na dijagramu Londona iz 2008. godine. Stanice koje nude presjedanje na vlak koji vodi do zračne luke imaju uza sebe simbol zrakoplova. Problem koji može nastati je taj da putnici mogu pomisliti da je to stanica kod koje se nalazi zračna luka, a ne stanica do željezničke postaje s koje mogu doći do zračne luke. Ovaj problem se može dogoditi ukoliko putnici ne provjere legendu, ali problem koji je bitniji po

pitanju odabira informacija za prikaz je taj da se iz dijagrama ne može iščitati do koje zračne luke se može doći presjedanjem na željeznicu. Budući da London ima šest internacionalnih te nekolicinu manjih zračnih luka informacija o tome da se s naznačene stanice može presjesti na vlak koji vodi do jednog od zračnih luka je gotovo beskorisna. [8] Dva su potencijalna rješenja za ovakav propust. Prvi pristup je naznačavanje do koje je zračne luke moguće doći presjedanjem na željeznicu. Ovaj pristup bi zahtijevalo dodavanje još novih informacija na dijagram. Drugi pristup je uklanjanje ove informacije u potpunosti jer je zbunjujuća i nije korisna. TfL (*Transport for London* – upravno tijelo za promet u Londonu) se u novijim izdanjima dijagrama odlučio za drugi pristup pa se tako danas ova informacija više ne nalazi na tranzitnom dijagramu.

Kada je riječ o statističkim podacima Tablica 2 prikazuje koji gradovi na svojim dijagramima imaju određene značajke. Provjerene značajke su ima li dijagram prikazani odnos vode i kopna, mrežu za orijentiranje, prikaz ulica, parkova, šuma i drugih zelenih površina, jesu li prikazane znamenitosti i zone te je li dijagram postavljen samo na pozadinu koja ne daje dodatne informacije.

Ono što najviše dijagrama prikazuje, čak 80% njih, je odnos vodenih površina i kopna. Pod vodene površine ubrajaju se mora, oceani, rijeke, jezera i sl. Druga najčešće prikazivana značajka su znamenitosti koje su prikazane na 27% provjerenih dijagrama. Znamenitosti su ubrajane ukoliko dijagram prikazuje posebnu grafičku oznaku za određenu znamenitost poput piktograma za sportski stadion, katedralu itd. Kao znamenitost nisu ubrajane isključivo riječima naznačene znamenitosti. Zone su prikazane u 22% provjerenih slučajeva (napomena: dio gradova nema sustav zona u javnome prijevozu). Nadalje, razne zelene površine naznačene su na 15% dijagrama, a ulice u 7% dijagrama. Pravokutna mreža koja se nalazi na cijelome dijagramu prikazana je samo u 5% provjerenih gradova. 12% je dijagrama koji nemaju nikoje od navedenih oznaka (isključujući riječima naznačene znamenitosti) te se dijagram nalazi na praznoj pozadini. 41% dijagrama iskazuje samo jednu od šest informacijskih značajki, 27% dijagrama iskazuje dvije značajke. Svega 17% dijagrama ima prikazane tri značajke dok samo 2% dijagrama prikazuje 4 informacijske značajke. Niti jedan dijagram ne prikazuje pet ili svih šest analiziranih značajki.

Grad/informacijske značajke	kopno i voda	mreža	ulice	zelene površine	znamenitosti	zone	samo podloga
Barcelona	x		x	x	x		
Beijing							x
Berlin						x	
Boston	x						
Chicago	x						
Hong Kong	x				x	x	
London	x					x	
Madrid	x			x		x	
Moskva	x						
New York	x		x	x			
Pariz	x					x	
Seul	x						
Šangaj	x						
Washington DC	x			x	x		
Amsterdam	x			x	x		
Atena	x				x		
Brisel							x
Köln	x					x	
New Delhi	x						
Hamburg	x						
Istambul	x						
Kijev	x						
Los Angeles	x						
München	x				x	x	
Prag	x				x		
Santiago	x		x				
São Paulo							x
Singapur							x
Stockholm						x	
Beč	x				x		
Cape Town		x			x		
Kopenhagen	x						
Dubai	x				x	x	
Frankfurt	x				x		
Melbourne	x						
Oslo							x
Portland	x						
Rim	x						
Rotterdam	x			x			
Sydney	x	x					
Zagreb	x						
	80%	5%	7%	15%	27%	22%	12%

Tablica 2 - učestalost odabranih informacijskih značajki na tranzitnim dijagramima gradova

### 2.2.5. Smjernice za izradu tranzitnog dijagrama

Prema dr. Maxwell. J. Robertsu, profesoru s Odjela za psihologiju Sveučilišta u Essexu, pet je smjernica koje bi tranzitni dijagrami trebali pratiti.

Jednostavnost (količina informacija) – ravne linije sa što manje promjena smjerova pojednostavit će dijagram. Ravne linije posebno su poželjne u predgrađima gdje nema velikog broja stanica s presjedanjem jer će usmjeriti pažnju prema centru.

Koherencija (kvaliteta informacija) – za razliku od jednostavnosti koja se odnosi na pojedinačne linije, koherencija se odnosi na odnose među pojedinačnim linijama. Paralelne i okomite linije kao i lako prepoznatljivi oblici i uzorci zajedno sa simetrijom doprinjet će koherenciji. Linije bi trebale imati svoju temeljnu putanju. Iako je koherencija suptilan element koji je teško postići ona će znatno doprinijeti dijagramu.

Harmonija – odnos elemenata u smislu vizualne privlačnosti. Iako je vizualna privlačnost subjektivna postoje određeni koncepti koji su po prirodi usađeni u ljudima (npr. jednakokraničan trokut vizualno je prihvatljiviji od raznostraničnog). Ukoliko je dijagram harmoničan prije će biti prihvaćen od strane korisnika.

Balans – dijagram bi trebao imati dobro raspoređenu gustoću informacija. Ukoliko dolazi do promjene gustoće informacija ona bi trebala biti postepena. Gustoća informacija također određuje na što će se korisnici prvo fokusirati pri pogledu na dijagram. Generalno je dobro blago raširiti centar dijagrama gdje su stanice i linije najgušće zbijene te sabiti dijelove predgrađa gdje su stanice udaljenije te gdje je manje linija. S druge strane, ako je centar dijagrama preširoko raspoređen, a okolni su dijelovi previše izgubit će se jasna točka fokus pažnje. Drugi oblici nebalansiranih dijagrama također mogu dovesti do gubitka fokusne točke. [4],[10] Istraživanja provedena s *eye-tracking* tehnologijom pokazala su da ravne linije koje se nalaze duž središta dijagrama će najuspješnije, odnosno najduže, fiksirati pogled prema središtu dijagrama u usporedbi s geografski točnijim ili manje pojednostavljenim dijagramom. [9]

Topografičnost – geografska točnost može se iskriviti ukoliko će to pridonijeti gore navedenim značajkama. Distorzija treba biti umjerena kako ne bi dovela do negativnih posljedica kao što je upućivanje na duže rute koje izgledaju kraće na dijagramu. [10], [11]

Da smjernice ne treba u potpunosti pratiti potvrdio je i sam autor koji je u drugome radu potvrdio da u određenim slučajevima dijagram čije su linije predstavljene isključivo krivuljama mogu biti bolje alternative oktalinearnim dijagramima. U istome radu ističe kako niti jedan set pravila za izradu dijagrama se ne može proglasiti „zlatnim“ standardom. [7][6]

Mark Ovenden u svojoj knjizi također iznosi smjernice dobre prakse pri izradi tranzitnih dijagrama. Iako se one podudaraju s Robertsovim smjericama, Ovenden navodi specifičnija

pravila. Kada je u pitanju usmjerenje linija navodi da treba izbjegavati promjenu usmjerenja linije ispod oznake za stanicu, pogotovo ukoliko je riječ o stanici za presjedanje te da usmjerenje linije ne treba mijenjati dva ili više puta između dvije susjedne stanice. O tekstu imena stanica ističe da moraju biti neposredno uz simbol za stanicu. Ime stanice ne bi trebalo prelaziti preko linija i drugih simbola te mora imati dovoljno slobodnog prostora uza sebe. Tekst bi trebao biti horizontalan ili ukošen pod istim kutom s jedne strane linije. Previše kombinacija pozicioniranja teksta nije poželjno. Kada je riječ o samome fontu Ovenden predlaže korištenje iste veličine fonta za sve stanice istoga tipa, također predlaže korištenje kurenta i verzala. Odabrani font mora odgovarati identitetu transportnog sustava. Simbol za stanice trebaju biti u jednakim razmacima kada god je to moguće, te treba biti univerzalan za sve stanice istoga tipa. Stanice za presjedanje trebaju biti dodatno naznačene, također univerzalno za sve stanice toga tipa. Kompleksne linije i petlje treba pojednostaviti. Smjernice su proizašle kao rezultat komunikacije Ovendena s velikim brojem dizajnera tranzitnih dijagrama. [12]

### **2.3. Tranzitni dijagrami i mobilne aplikacije s kartama**

U današnje vrijeme orijentiranje i kretanje gradom znatno je lakše nego ikada prije, a tome pridonosi razvoj tehnologije. Danas se gotovo svatko koristi mobilnim uređajem pa tako i nekim od aplikacija za navigaciju. Jedna od najpopularnijih aplikacija za navigaciju su Google Karte. Prema podacima iz Sjedinjenih Američkih Država iz 2022. godine Google karte daleko su najpreuzimanija aplikacija za karte s preko 24.7 milijuna preuzimanja. Na drugom mjestu nalazi se Waze Navigation & Live Traffic s više od 9.1 milijuna preuzimanja. Treće mjesto zauzima GPS, Maps, Voice Navigation s nešto više od 1.6 milijuna preuzimanja te na četvrtom mjestu s preko milijun preuzimanja je GPS Maps, Navigation & Traffic. [13]

Korištenje aplikacija za navigaciju u svrhu korištenja javnoga prijevoza ima veliki niz prednosti. Google Karte kao najkorištenija aplikacija za karte pruža mogućnost navigacije brojnim prijevoznim sredstvima kao što je osobni automobil, bicikl, taksijem, drugim službama za prijevoz putnika kao što je Uber, Lift i sl. (ovisno o dostupnosti na određenoj lokaciji), omogućuje prikaz puta pješacima te ono što je za ovaj rad najvažnije omogućuje navigaciju korisnika javnim prijevozom te uz to dodaje brojne značajke koje klasični tranzitni dijagrami ne omogućuju. Neke od tih značajki su mogućnost kombiniranja različitih metoda transporta koji ponekad nisu uniformirani na tranzitnom dijagramu (npr. odvojeni tranzitni dijagrami za metro, tramvaje i autobuse), prikaz polaska vozila, procjena trajanja putovanja, trenutno stanje gužve u prometu, ali i stanje gužve u javnom prijevozu. Nadalje, ukoliko je neka do linija zatvorena zbog radova, prometne nesreće i sl. moguće je saznati tu informaciju prije dolaska na stanicu, a uz to



će aplikacija ponuditi alternativne rute. Uz to Google Karte omogućuju kupovinu karte za javni prijevoz unutar same aplikacije uz pomoć Google Pay-a.

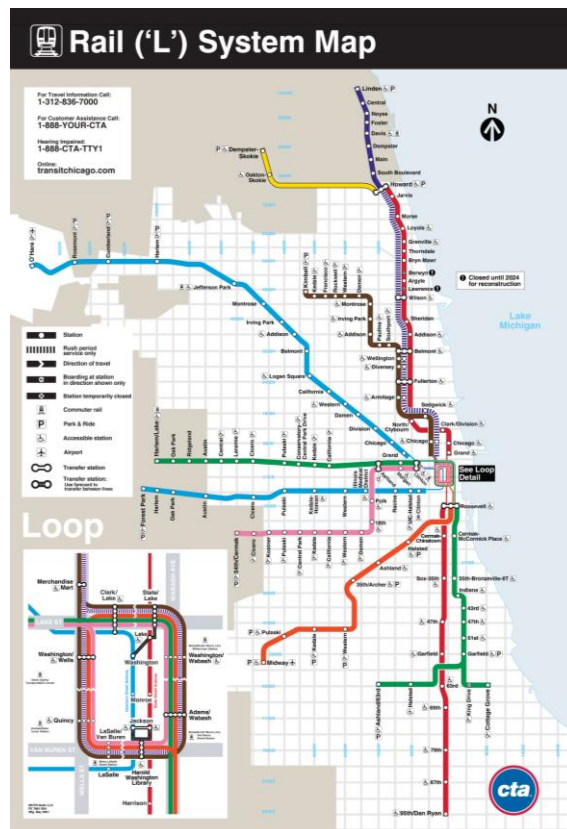
Iako korištenje mobilnih aplikacija za snalaženjem javnim prijevozom ima brojne prednosti, tranzitni dijagrami i dalje imaju svoje prednosti. Prva prednost je to što putnici ne ovise o bateriji na mobitelu ili mrežnoj povezanosti, uz to iako aplikacije poput Google Karti i Apple Maps imaju podršku za javni prijevoz popularne aplikacije kao što je Waze Navigation & Live Traffic nemaju mogućnost navigacije javnim prijevozom. Iako baza podataka javnoga prijevoza Google Karti uključuje broje gradove kao što su New York, London, Rim, ali i hrvatske gradove kao što su Zagreb, Split, Osijek, Rijeka itd. i dalje veliki broj gradova nema svoj sustav javnoga prijevoza povezan s Google Kartama (Google Transit omogućuje gradskim upravama i drugim vlasnicima javnoga prijevoza dodavanje podataka svojeg javnog prijevoza na Google Karte).

## **2.4. Karakteristike poznatih tranzitnih dijagrama**

Iako je tranzitni dijagram Londona jedan od najpoznatijih i najprepoznatljivijih sa svojim sustavom čije linije imaju dužinu od 402km i drugi su se gradovi istaknuli sa svojim tranzitnim sustavima i dijagramima. [10]

### **2.4.1. Chicago**

Javni prijevoz u Chicagu pokrenut je 1892. godine, a do danas ime mrežu dugačku od 265km. [10] Tranzitni dijagram Chicaga je od samih početaka imao poprilično pravilnu geometrijsku strukturu gdje su linije paralelne ili okomite jedna na drugu, a razlog tomu je pravokutna mreža samoga grada. Kroz vrijeme dijagram je gubio pozadinske informacije poput prikaza ulica i njihovih imena, a s vremenom dijagram mijenja orijentaciju pa se tako od 1940ih godina jug više ne nalazi na vrhu tranzitnog dijagrama, nego ga mijenja sjever. 1970. godine iz dijagrama se uklanjaju autobusne linije. Današnja verzija dijagrama (Slika 15) ponovno prikazuje mrežu ulica u nešto jednostavnijem obliku (no postoji i pojednostavljena službena verzija dijagrama bez mrežne strukture grada gdje su linije više izravnate). [10] Jedan od karakteristika koja se pojavila već i u verziji iz 1915. godine, a ostala je prisutna sve do danas je uvećan prikaz centra grada odnosno Chicago Loop-a koji olakšava snalaženje u inače sitnom dijelu dijagram bez potrebe za promjenama odnosa između udaljenosti na dijagramu i u stvarnosti.



Slika 15 - Tranzitni dijagram Chicaga

## 2.4.2. New York City

Bogata mreža podzemne željeznice New York City-ja započela je 1904. godine sa svojim otvaranjem. Do danas se razvila i na nadzemnu željeznicu s ukupnom dužinom od 373 kilometra i 421 stanicom te je pod vodstvom MTA-a (*Metropolitan Transportation Authority* – javno tijelo za upravljanje javnim prijevozom u metropolitanskom području New York City-ja). [10] Ono što najviše karakterizira tranzitni dijagram New York City-ja je to što je dijagram odnosno karta geografski točna, odnosno bez izobličenja stvarnih odnosa. Kao pozadina se koristi stvarna karta grada s brojnim detaljima kao što su glavne ulice, parkovi, vodene površine, otoci... Rezultat toga su linije koje nisu uvijek ravne, međusobno okomite, usporedne ili pod kutom od  $45^\circ$  nego mreža koja prati gradske ulice u potpunosti. Iako linije u nekim dijelovima čine pravilnu mrežu, kao što je primjer na Manhattan Midtown-u, većinom to nije slučaj. Kada je riječ o bojama linija, svaka linija nema svoju zasebnu boju već su linije koje imaju zajedničke dijelove ruta označene istom bojom. Font koji je korišten ne samo na dijagramima nego i kroz cijeli tranzitni sustav je Helvetica.

Osim dolje prikazanog dijagrama (Slika 16) MTA je izdao i online dijagram namijenjen za korištenje vikendom koja se bazira na znatno jednostavnijem dizajnu, okomitim i paralelnim linijama kao i linijama koje su pod kutom od 45°.



Slika 16 - Tranzitni dijagram New York City-ja

## 2.5. Algoritmi za izradu tranzitnih dijagrama

Iako se dijagrami često izrađuju ručno danas postoje algoritmi koji mogu ubrzati proces ručne izrade dijagrama. Algoritamski procesi izrade dijagrama omogućuju velik izmjene na dijagramu u kratkim vremenskim intervalima od čak nekoliko sekundi dok bi iste takve ručne izmjene mogle trajati satima. Promjenom zadanih parametara dijagram se transformira u zadani oblik. Takvi procesi najčešće se koriste za izrade prototipa i istraživanja jer se u kratkom vremenu mogu stvoriti potpuno različiti dijagrami.

U svojem radu iz 2007. godine A. Wolff analizira i uspoređuje tri metode automatizacije izrade tranzitnih dijagrama. Prva metoda je metoda Honga i suradnika te se zasniva na *spring embedder* metodi. Iduća metoda je Stottova i Rodgersova metoda koja se temelji na *hill climbing* algoritmu. Posljednja, treća, metoda je Nöllenburgova i Wolffova koja se oslanja na MIP metodi (eng. *Mixed-Integer Programming*). Usporedno testiranje se provodilo na tranzitnom dijagramu

Sydneyja. Hongova metoda daleko je najbrža, ali daje lošiji rezultat u usporedbi s preostalim metodama. Nöllenburgova i Wolffova metoda na primjeru Sydneya dala je rezultat brzo, ali brzinu nije moguće predvidjeti jer znatno varira. Kada je riječ o označavanju imena stanica MIP metoda omogućuje veliki izbor prilagodbi, ali iz tog razloga znatno se usporava proces optimizacije. Iako su rezultati zadovoljavajući na većim dijagramima, poput dijagrama Londona, ova metoda zakazuje. MIP i *hill climbing* metode jesu sporije, ali obje daju dijagrame koji se mogu usporediti s dijagramima grafičkih dizajnera ako se radi o dijagramima na kojima se ne nalaze imena stanica. [14]

Autor u istraživanju napominje da su i dalje dijagrami izrađeni od strane grafičkih dizajnera i dalje bolji nego od onih izrađenih putem algoritama. Kao razlog za to napominje da su algoritmi rezultat akademskih istraživanja, a ne profesionalnih alata za izradu dijagrama. Drugi razlog je to što grafički dizajneri imaju prijašnja znanja i iskustva koja algoritmi nemaju. [14] Na umu treba imati da su rezultati ovih istraživanja stariji te da su tehnologije od tada značajno napredovale.

### **3. Istraživanje utjecaja pozicioniranja teksta imena stanica na brzinu pronalaska stanice**

Kao što je već predstavljeno u prethodnom poglavlju postoji različit način pozicioniranja imena stanica s obzirom na vodoravne, okomite i kose linije.

#### **3.1. Istraživačko pitanje**

Pozicioniranje teksta imena stanice na tranzitnom dijagramu znatno ovisi o prostornom izgledu tranzitnoga dijagrama. Ovisno o odnosu linija te o gustoći mreže stanice se različito pozicioniraju kako bi imena stanica mogla stati u slobodan prostor. Iz toga razloga dobro je prvo odlučiti kako će se imena stanica pozicionirati, a nakon toga prema odabranim smjernicama kreirati dijagram.

Na brzinu i točnost korištenja tranzitnog dijagrama utječe veliki broj elemenata i njihovih odnosa. Pitanje koje se postavlja je utječe li način pozicioniranja teksta imena stanice na brzinu pronalaska stanice te ako utječe na koji način.

#### **3.2. Metodologija**

U svrhu istraživanja izrađeno je 120 testnih kartica koje prikazuju jednu liniju. Trideset je ispitanih različitih načina pozicioniranja teksta koji se mogu kategorizirati u jedanaest prethodno navedenih kategorija. Na svakoj liniji nalazi se četrnaest stanica s nasumičnim imenima stanica koje svaki puta mijenjaju svoju poziciju. Svaki od trideset načina pozicioniranja ima četiri testne kartice s različitom pozicijom stanice koju je potrebno pronaći. Kako bi testiranje bilo što točnije prosječna pozicija stanice je na sedmom mjestu. Primjer: prvi način postavljanja teksta u odnosu na liniju ima četiri testne kartice. Na prvoj kartici tražena stanica nalazi se na jedanaestoj poziciji, na drugoj kartici nalazi se na sedmoj poziciji, na trećoj kartici nalazi se na drugoj poziciji, a na četvrtoj kartici tražena stanica nalazi se na osmoj poziciji. Zbroj ukupnih poziciji iznosi dvadeset i osam što je u prosijeku sedma pozicija. Na taj način svih trideset načina pozicioniranja imaju istu prosječnu poziciju tražene stanice, a ona iznosi sedam.

Razmaci između stanica nisu konzistentni kod trideset različitih načina pozicioniranja teksta jer različiti načini omogućuju različitu gustoću postavljanja stanica, a upravo je to i jedan od razloga za odabir određenog načina označavanja imena stanica. Razmaci su jednaki kod sve četiri kartice jednakoga načina postavljanja teksta imena stanica.

Na svakoj testnoj kartici se osim linije s četrnaest stanica nalazi i ime stanice koju je potrebno pronaći. U trenutku kada se kartica prikaže ispitaniku počinje mjerenje vremena, a u trenutku kada ispitanik točno pokaže stanicu na kartici zaustavlja se vrijeme.

Svakom ispitaniku prikazano je 120 kartica koje su podijeljene u četiri seta. U svakom setu se nalazi trideset kartica s trideset različitih načina pozicioniranja teksta imena stanica. Nakon svakoga seta ispitanici dobiju pauzu u trajanju od jedne minute.

U testiranju je sudjelovalo 17 ispitanika čiji je materinji jezik hrvatski, engleski ili španjolski što je također prednost jer tranzitne dijagrame često koriste turisti čiji materinji jezik nije isti jeziku koji je primarno korišten na tranzitnom dijagramu.

### **3.3. Testirani načini pozicioniranja**

U istraživanje je uključeno trideset načina pozicioniranja teksta imena stanica u odnosu na pripadajuću liniju:

1. Vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i iznad linije (Slika 17)
2. Vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i ispod linije (Slika 18)
3. Vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i naizmjenično ispod i iznad linije (Slika 19)
4. Vodoravna linija, imena stanica otklonjena desno pod kutom od  $45^\circ$  i iznad linije (Slika 20)
5. Vodoravna linija, imena stanica otklonjena lijevo pod kutom od  $45^\circ$  i ispod linije (Slika 21)
6. Vodoravna linija, imena stanica otklonjena lijevo pod kutom od  $45^\circ$  i iznad linije (Slika 22)
7. Vodoravna linija, imena stanica otklonjena desno pod kutom od  $45^\circ$  i ispod linije (Slika 23)
8. Vodoravna linija, imena stanica okotima s linijom i iznad linije (Slika 24)
9. Vodoravna linija, imena stanica okomita s linijom i ispod linije (Slika 25)
10. Uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i desno od linije (Slika 26)
11. Uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i lijevo od linije (Slika 27)
12. Uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i naizmjenično lijevo i desno od linije (Slika 28)
13. Uspravna linija, imena stanica otklonjena prema dolje pod kutom od  $45^\circ$  i lijevo od linije (Slika 29)

14. Uspravna linija, imena stanica otklonjena prema gore pod kutom od  $45^\circ$  i desno od linije (Slika 30)
15. Uspravna linija, imena stanica otklonjena prema gore pod kutom od  $45^\circ$  i lijevo od linije (Slika 31)
16. Uspravna linija, imena stanica otklonjena prema dolje pod kutom od  $45^\circ$  i desno od linije (Slika 32)
17. Kosa padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i desno od linije (Slika 33)
18. Kosa padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i lijevo od linije (Slika 34)
19. Koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i desno od linije (Slika 35)
20. Koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i lijevo od linije (Slika 36)
21. Koso padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i naizmjenično lijevo i desno od linije (Slika 37)
22. Koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i naizmjenično lijevo i desno od linije (Slika 38)
23. Koso padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na liniju i desno od linije (Slika 39)
24. Koso padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na liniju i lijevo od linije (Slika 40)
25. Koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na liniju i lijevo od linije (Slika 41)
26. Koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na liniju i desno od linije (Slika 42)
27. Koso padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na dijagram i desno od linije (Slika 43)
28. Koso padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na dijagram i lijevo od linije (Slika 44)
29. Koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na dijagram i lijevo od linije (Slika 45)
30. Koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na dijagram i desno od linije (Slika 46)



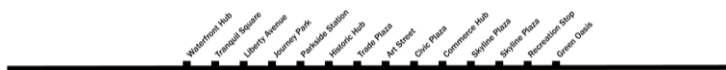
*Slika 17 - 1. način: vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i iznad linije*



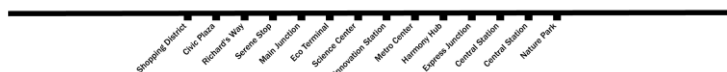
Slika 18 - 2. način: vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i ispod linije



Slika 19 - 3. način: vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i naizmjenično ispod i iznad linije



Slika 20 - 4. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena desno pod kutom od 45° i iznad linije



Slika 21 - 5. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena lijevo pod kutom od 45° i ispod linije



Slika 22 - 6. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena lijevo pod kutom od 45° i iznad linije



Slika 23 – 7. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena desni pod kutom od 45° i ispod linije

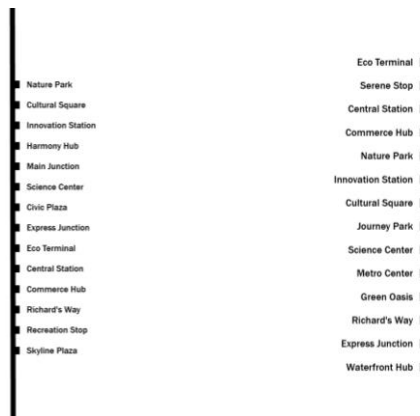




Slika 24 – 8. način: vodoravna linija, imena stanica okotima s linijom i iznad linije



Slika 25 – 9. način: vodoravna linija, imena stanica okomita s linijom i ispod linije

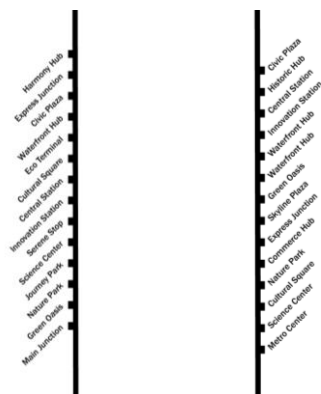


Slika 26 – 10. način: uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i desno od linije

Slika 27 - 11. način: uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i lijevo od linije

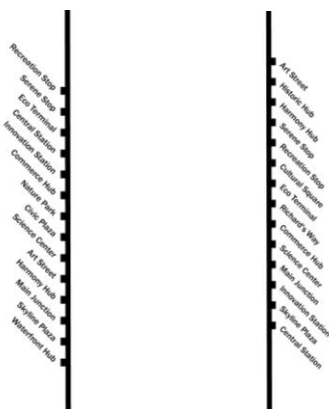


Slika 28 – 12. način uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i naizmjenično lijevo i desno od linije



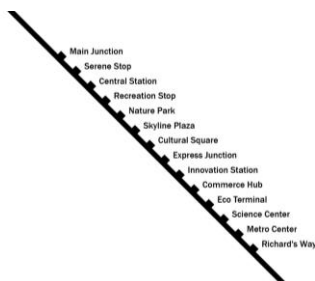
Slika 29 – 13. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema dolje pod kutom od 45° i lijevo od linije

Slika 30 - 14. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema gore pod kutom od 45° i desno od linije

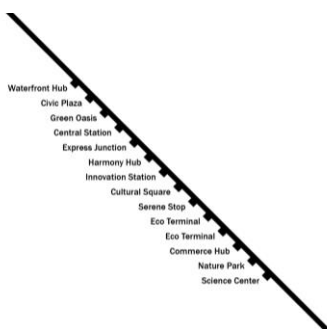


Slika 31 - 15. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema gore pod kutom od 45° i lijevo od linije

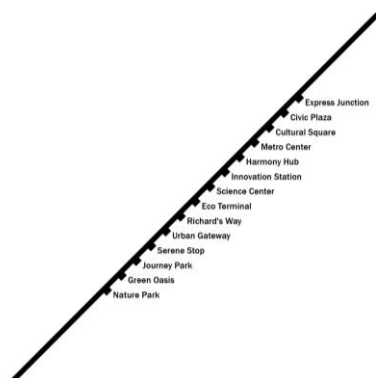
Slika 32 – 16. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema dolje pod kutom od 45° i desno od linije



Slika 33 - 17. način: kosa padajuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i desno od linije



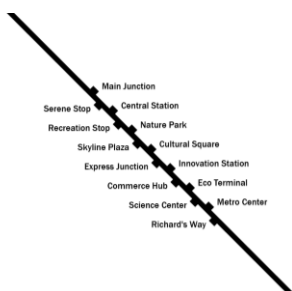
Slika 34 - 18. način: kosa padajuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i lijevo od linije



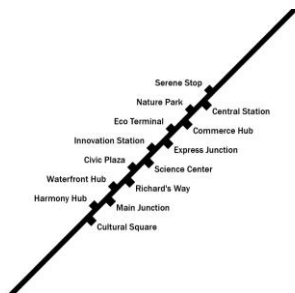
Slika 35 - 19. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i desno od linije



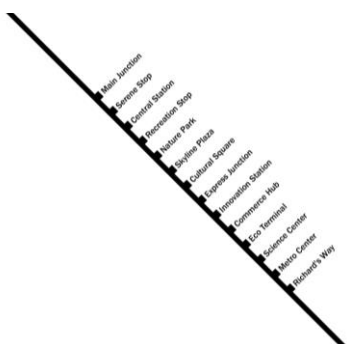
Slika 36 – 20. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i lijevo od linije



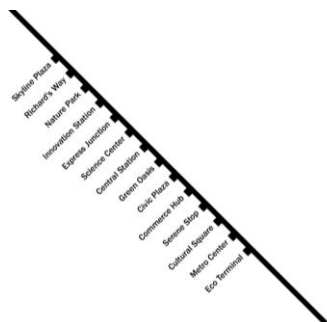
Slika 37 - 21. način: kosa padajuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i naizmjenično lijevo i desno od linije



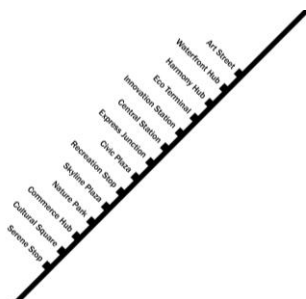
Slika 38 - 22. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i naizmjenično lijevo i desno od linije



Slika 39 - 23. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i desno od linije



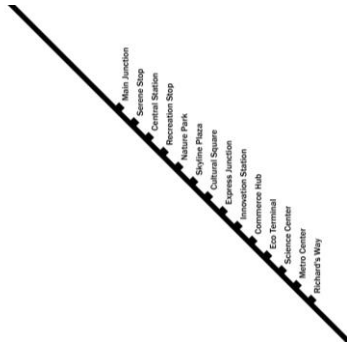
Slika 40 - 24. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i lijevo od linije



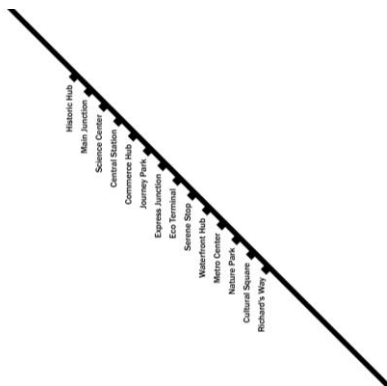
Slika 41 - 25. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i lijevo od linije



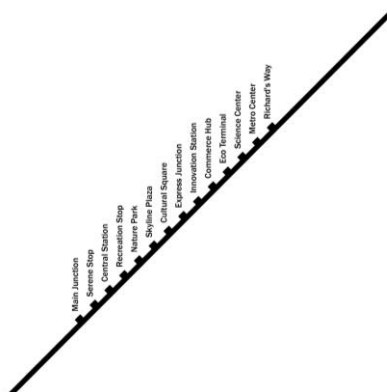
Slika 42 – 26. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i desno od linije



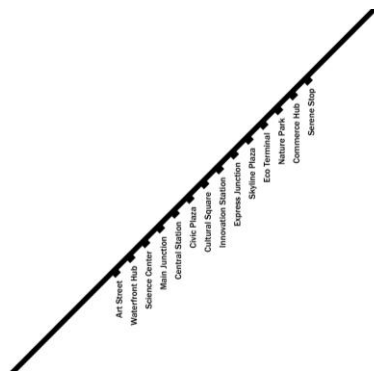
Slika 43 - 27. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na dijagram i desno od linije



Slika 44 - 28. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na dijagram i lijevo od linije



Slika 45 - 29. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica okomita na dijagram i lijevo od linije



Slika 46 - 30. način: koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica okomita na dijagram i desno od linije

Osim pojedinačnih načina pozicioniranja, načini su također grupirani i u 11 kategorija.

1. kategorija: načini 1 i 2
2. kategorija: način 3
3. kategorija: načini od 4 do 7
4. kategorija: načini 8 i 9
5. kategorija: načini 10 i 11
6. kategorija: način 12
7. kategorija: načini od 13 do 16
8. kategorija: načini od 17 do 20
9. kategorija: načini 21 i 22
10. kategorija: načini od 23 do 26
11. kategorija: načini od 27 do 30

### 3.4. Rezultati istraživanja

Rezultati istraživanja prikazani su s četiri parametra. Prvi parametar je prosječno vrijeme pronalaska određene stanice u odnosu na određeni način ili kategoriju pozicioniranja. Ovaj parametar iskazan je u mjernoj jedinici sekunda (s). Drugi parametar je pozicija prosjeka koja govori o odnosu prosjeka načina ili kategorije pozicioniranja s obzirom na ostale načine ili kategorije. Prva pozicija tj. mjesto označava najmanje prosječno vrijeme pronalaska tražene stanice dok zadnje mjesto označava najduže prosječno vrijeme pronalaska stanice. Treći parametar je standardna devijacija ( $\sigma$ ) koja se odnosi na prosječno vrijeme unutar određenog načina pozicioniranja kod pojedinog ispitanika. Standardna devijacija također je iskazana u sekundama. Posljednji parametar je pozicija standardne devijacije gdje prva pozicija označava najmanju standardnu devijaciju odnosno najmanje odstupanje prosjeka pojedinih ispitanika u

odnosu na ukupni prosjek načina pozicioniranja, a posljednja pozicija označava najveće odstupanje prosjeka pojedinih ispitanika u odnosu na ukupan prosjek načina pozicioniranja.

Rezultati se mogu analizirati na tri razine. Prva razina se odnosi na vrijeme pronalaska kada se u obzir uzmu tri vrste linija na kojima se nalaze stanice, druga razina uspoređuje podatke u odnosu na jedanaest navedenih kategorija. Treća razina uspoređuje trideset predstavljenih načina pozicioniranja stanica.

Na svakoj razini vidljivo je da način pozicioniranja imena stanica utječe na brzinu pronalaska istih.

### 3.4.1. Vrsta linije

Prosječno vrijeme pronalaska tražene stanice najbrže je kod okomitih linija te iznosi 2.555s, s gotovo zanemarivom razlikom na drugom mjestu s prosječnom brzinom pronalaska su stanice na kosim linijama s vremenom od 2.571s. Prosječno su najsporiše pronađene stanice na vodoravnim linijama s prosječnim vremenom pronalaska od 2.794s.

način pozicioniranja linije	prosjek (s)
Vodoravna linija	2.794
Okomita linija	2.555
Kosa linija	2.571

Tablica 3 - rezultati istraživanja u odnosu na vrste linija

### 3.4.2. Kategorije pozicioniranja imena stanica

#### VODORAVNE LINIJE

Kada je riječ o kategorijama pozicioniranja kod vodoravnih linija najbrži prosjek iznosi 2.615s kod treće kategorije gdje su imena stanica otklonjena pod kutom od  $45^\circ$  u odnosu na liniju te se nalaze ili ispod ili iznad linije. Od svih jedanaest kategorija ova kategorija ima peto najbrže vrijeme pronalaska. Standardna devijacija iznosi 0.673s što je treća najmanja standardna devijacija od jedanaest kategorija što znači da pojedinačni rezultati ne odstupaju previše od prosječne vrijednosti.

Drugo najbrže vrijeme je u četvrtoj kategoriji te iznosi 2.825s. Imena stanica u ovoj kategoriji okomita su na liniju te se nalaze ispod ili iznad linije. Standardna devijacija iznosi 0.788s te je na

sedmom mjestu pa tako rezultati imaju srednja odstupanja od prosjeka u odnosu na ostalih deset kategorija.

Na trećem mjestu nalazi se prva kategorija s prosječnim vremenom pronalaska 2.995s što ovu metodu svrstava na deseto mjesto od ukupno jedanaest kategorija. Kod ove kategorije imena stanica su paralelna s linijom te se nalaze iznad ili ispod linije. Standardna devijacija je u ovoj kategoriji najveća od svih kategorija i iznosi 1.073s što govori da su ispitanici bili ili iznimno brzi ili iznimno spori kod pronalaska određene stanice.

Posljednje mjesto s najsporijim prosječnim vremenom zauzima druga kategorija gdje su stanice naizmjenično postavljene ispod i iznad linije. Prosječno vrijeme iznosi 3.045s te je najsporije od svih jedanaest kategorija. Standardna devijacija iznosi 0.727s.

#### OKOMITE LINIJE

Kod okomitih linija najbrže prosječno vrijeme ima šesta kategorija s prosječnim vremenom od 2.374s koje je drugo najbrže vrijeme od svih kategorija, standardna devijacija iznosi 0.81s te je na osmom mjestu. Kod ove kategorije imena stanica okomita su na liniju te su naizmjenično pozicionirane lijevo i desno u odnosu na liniju.

Drugo najbrže prosječno vrijeme ima peta kategorija gdje su imena stanica okomita na liniju te su pozicionirana ili lijevo ili desno od linije. Prosječno vrijeme iznosu 2.454s što je četvrto najbrže prosječno vrijeme od svih kategorija. Standardna devijacija druga je najniža od svih kategorija te iznosi 0.538s.

Najsporije prosječno vrijeme kod okomitih linija je u sedmoj kategoriji te iznosi 2.651s. U odnosu na sve kategorije ova kategorija pozicionirana je na šesto mjesto. Kod ove kategorije imena stanica otklonjena su  $45^\circ$  od linije prema gore ili prema dolje te se nalaze ili lijevo ili desno od linije. Standardna devijacija izrazito je visoka te iznosi 0.979s. S vremenom od gotovo jedne sekunde ova standardna devijacija druga je najveća od jedanaest kategorija.

#### KOSE LINIJE

Najniže prosječno vrijeme kod kosih linija je u osmoj kategoriji i iznosi 2.324s. To vrijeme također je najbrže u odnosu na svih jedanaest kategorija. Kod ove kategorije imena stanica paralelna su s dijagramom te se nalaze lijevo ili desno od linije. Standardna devijacija također je najniža ne samo od kategorija s kosim linijama nego od svih kategorija te iznosi 0.535s. Iz tih razloga ova kategorija najlakša je za pronalazak stanice od svih jedanaest kategorija.

Na drugom mjestu nalazi se deseta kategorija kod koje su imena stanica okomita na liniju te se nalaze isključivo lijevo ili desno od linije. Prosječno vrijeme pronalaska stanice iznosi 2.431s sa standardnom devijacijom od 0.679s.



Treće mjesto zauzima deveta kategorija gdje su imena stanica paralelna s dijagramom te su naizmjenično pozicionirana lijevo i desno od linije. Prosječno vrijeme pronalaska stanice iznosi 2.735s, a standardna devijacija iznosi 0.713s.

Posljednja kategorija po brzini je jedanaesta gdje su imena stanica okomita u odnosu na dijagram te se nalaze ili iznad ili ispod linije. Prosječno vrijeme pronalaska stanice iznosi 2.876s što je ukupno deveto mjesto s obzirom na sve kategorije. Standardna devijacija je također na devetom mjestu u odnosu na sve načine, a iznosi 0.824s.

kategorija načina pozicioniranja	prosjek (s)	pozicija prosjeka	standardna devijacija, $\sigma$ (s)	pozicija standardne devijacije
1 (načini 1-2)	2.995	10	1.073	11
2 (način 3)	3.045	11	0.727	6
3 (načini 4-7)	2.615	5	0.673	3
4 (načini 8-9)	2.825	8	0.788	7
5 (načini 10-11)	2.454	4	0.538	2
6 (način 12)	2.374	2	0.810	8
7 (načini 13-16)	2.651	6	0.979	10
8 (načini 17-20)	2.324	1	0.535	1
9 (načini 21-22)	2.735	7	0.713	5
10 (načini 23-26)	2.431	3	0.679	4
11 (načini 27-30)	2.876	9	0.824	9

Tablica 4 - rezultati istraživanja u odnosu na kategorije pozicioniranja imena stanica

Usporedbom rezultata iz Tablica 5 vidljivo je da su dvije kategorije s najsporijim vremenom pronalaska stanice korištene u 46% i 27% provjerenim slučajeva. Kategorija broj osam s najbržim vremenom pronalaska korišten je u 88% slučajeva.

kategorija načina pozicioniranja	pozicija prosjeka	učestalost korištenja
1	10	46%
2	11	27%
3	5	61%
4	8	5%
5	4	95%
6	2	7%
7	6	5%
8	1	88%
9	7	7%
10	3	24%
11	9	2%

Tablica 5 - usporedba rezultata istraživanja s učestalost korištenja kategorija pozicioniranja imena stanica

### 3.4.3. Načini pozicioniranja imena stanica

Kada je riječ o pojedinim načinima pozicioniranja imena stanica najlošiji je prvi način (Slika 17) s prosječnim vremenom od 3.257s, no bitno je naglasiti da je standardna devijacija kod ovoga načina jedna od najvećih te iznosi 1.118s. Loše prosječno vrijeme pronalaska stanice kod vodoravnih linija ima i treći način (Slika 19) gdje su stanice naizmjenično pozicionirane ispod i iznad linije. Najbolje vrijeme kod vodoravnih linija ima način šest (Slika 22) gdje su imena stanica iznad linije te su koso pozicionirana s otklonom na lijevo. Nadalje, kod okomitih linija najbolje vrijeme ima četrnaesti način (Slika 30). Vrijeme pronalaska stanice prosječno iznosi 2.368s. Najlošije vrijeme kod okomitih linija ima petnaesti način (Slika 31) i šesnaesti način (Slika 32). Standardna devijacija najviša je kod ova dva načina kada se standardna devijacija uspoređi sa svih trideset načina pozicioniranja. Najbolje prosječno vrijeme pronalaska, koje iznosi 2.156s, ima način broj dvadeset (Slika 20), a upravo taj način ima i jednu od najnižih standardnih devijacija. Najnižu standardnu devijaciju ima sedamnaesti način (Slika 33), a ona iznosi samo 0.385s. Najlošije vrijeme kod kosih linija i drugo najlošije ukupno vrijeme ima način broj trideset (Slika 46), a standardna devijacija također je jedna od najviših te iznosi 1.111s. Najveću vremensku konzistentnost kod pronalaska stanica tj. najmanju standardnu devijaciju ima način pozicioniranja pod brojem 17 (Slika 33). Standardna devijacija kod ovog načina iznosi 0.385s. Ostatak rezultata moguće je iščitati iz Tablica 6.

način pozicioniranja	prosjeak (s)	pozicija prosjeka	standardna devijacija, $\sigma$ (s)	Pozicija standardne devijacije
1	3.257	30	1.118	28
2	2.733	19	0.957	26
3	3.045	28	0.727	19
4	2.623	17	0.564	8
5	2.564	14	0.767	21
6	2.532	11	0.718	18
7	2.743	20	0.603	11
8	2.863	24	0.866	24
9	2.787	21	0.699	17
10	2.377	8	0.493	4
11	2.532	12	0.569	9
12	2.374	7	0.810	22
13	2.603	16	0.761	20
14	2.368	5	0.530	7
15	2.830	23	1.242	30
16	2.803	22	1.139	29
17	2.380	9	0.385	1
18	2.214	2	0.501	5
19	2.545	13	0.611	12
20	2.156	1	0.528	6
21	2.499	10	0.680	16
22	2.971	26	0.665	14
23	2.356	4	0.409	2
24	2.264	3	0.617	13
25	2.732	18	0.841	23
26	2.372	6	0.677	15
27	2.976	27	0.919	25
28	2.593	15	0.572	10
29	2.878	25	0.431	3
30	3.058	29	1.111	27

Tablica 6 - rezultati istraživanja u odnosu na kategorije pozicioniranja imena stanica

## 4. Izrada tranzitnog dijagrama javnog autobusnog prijevoza u gradu Slavonskom Brodu

U praktičnom djelu ovoga rada opisuje se izrada potencijalnog prototipa tranzitnoga dijagrama za grad Slavonski Brod. Tok izrade tranzitnog dijagrama može se podijeliti u nekoliko koraka:

1. Prikupljanje podataka
2. Prikazivanje podataka na karti grada
3. Planiranje linija tranzitnog dijagrama
4. Prikaz linija u vektorskom grafičkom uređivaču
5. Dodavanje ostalih informacija na dijagram
6. Provjera, analiza i dorada

### 4.1. Prikupljanje podataka

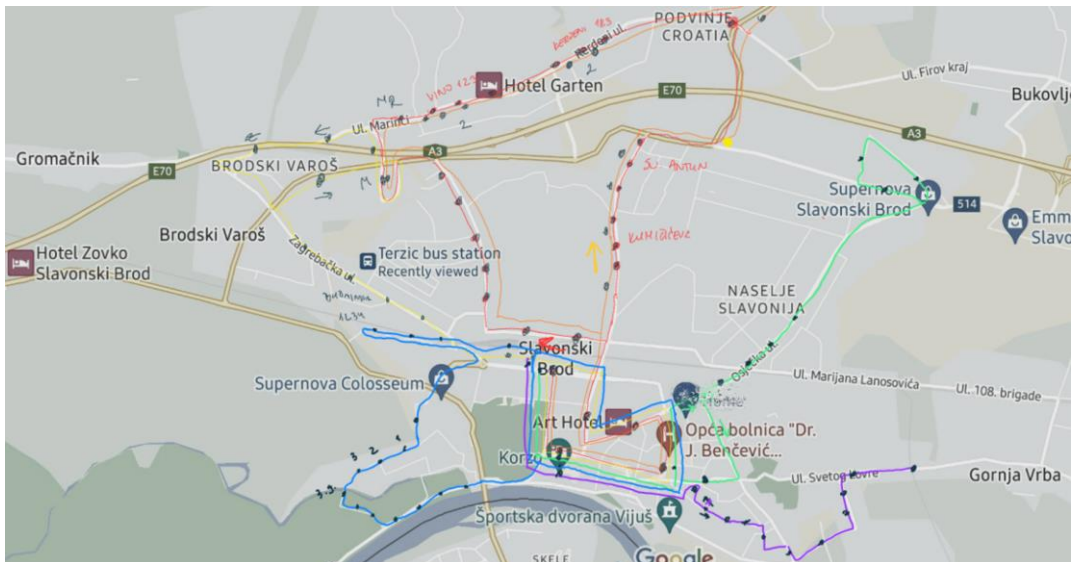
Podatci o autobusnim linijama za grad Slavonski Brod mogu se pronaći na službenoj stranici grada. Raspored vožnje šest linija prikazan je u tabličnom obliku s popisom svih stanica.

VOZNI RED ZA GRADSKU AUTOBUSNU LINIJU												
AUTOBUSNI KOLODVOR			VINOGORJE				AUTOBUSNI KOLODVOR					
STAJALIŠTA	VRIJEME U POLASKU											
	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345	Prometuje 12345
A. kolodvor	5:00	6:00	7:00	9:00	11:00	12:00	13:10	14:10	16:10	18:30	19:30	21:10
Karzo	5:05	6:05	7:05	9:05	11:05	12:05	13:15	14:15	16:12	18:35	19:35	21:15
Tržnica	5:10	6:10	7:10	9:10	11:10	12:10	13:20	14:20	16:20	18:40	19:40	21:20
Zrinska	5:12	6:12	7:12	9:12	11:12	12:12	13:22	14:22	16:22	18:42	19:42	21:22
Gučeva	5:14	6:14	7:14	9:14	11:14	12:14	13:24	14:24	16:24	18:44	19:44	21:24
M. Budaka I	5:16	6:16	7:16	9:16	11:16	12:16	13:26	14:26	16:26	18:46	19:46	21:26
M. Budaka II	5:17	6:17	7:17	9:17	11:17	12:17	13:27	14:27	16:27	18:47	19:47	21:27
Vinogradskal	5:18	6:18	7:18	9:18	11:18	12:18	13:28	14:28	16:28	18:48	19:48	21:28
Vinogradska II	5:19	6:19	7:19	9:19	11:19	12:19	13:29	14:29	16:29	18:49	19:49	21:29
Vinogradska III	5:20	6:20	7:20	9:20	11:20	12:20	13:30	14:30	16:30	18:50	19:50	21:30
Vinogradska IV	5:21	6:21	7:21	9:21	11:21	12:21	13:31	14:31	16:31	18:51	19:51	21:31
Vinogradska V	5:22	6:22	7:22	9:22	11:22	12:22	13:32	14:32	16:32	18:52	19:52	21:32
Marinci	5:24	6:24	7:24	9:24	11:24	12:24	13:34	14:34	16:34	18:54	19:54	21:34
Marinci R	5:25	6:25	7:25	9:25	11:25	12:25	13:35	14:35	16:35	18:55	19:55	21:35
Vinogorska I	5:27	6:27	7:27	9:27	11:27	12:27	13:37	14:37	16:37	18:57	19:57	21:37
Vinogorska II	5:28	6:28	7:28	9:28	11:28	12:28	13:38	14:38	16:38	18:58	19:58	21:38
Vinogorska III	5:29	6:29	7:29	9:29	11:29	12:29	13:39	14:39	16:39	18:59	19:59	21:39
Kerdeni I	5:30	6:30	7:30	9:30	11:30	12:30	13:40	14:40	16:40	19:00	20:00	21:40
Kerdeni II	5:31	6:31	7:31	9:31	11:31	12:31	13:41	14:41	16:41	19:01	20:01	21:41
Kerdeni III	5:32	6:32	7:32	9:32	11:32	12:32	13:42	14:42	16:42	19:02	20:02	21:42
Trg sv. Antuna	5:34	6:34	7:34	9:34	11:34	12:34	13:44	14:44	16:44	19:04	20:04	21:44
Ulica sv. Antuna I	5:35	6:35	7:35	9:35	11:35	12:35	13:45	14:45	16:45	19:05	20:05	21:45
Ulica sv. Antuna II	5:36	6:36	7:36	9:36	11:36	12:36	13:46	14:46	16:46	19:06	20:06	21:46
Kumičeva I	5:37	6:37	7:37	9:37	11:37	12:37	13:47	14:47	16:47	19:07	20:07	21:47
Kumičeva II	5:38	6:38	7:38	9:38	11:38	12:38	13:48	14:48	16:48	19:08	20:08	21:48
Kumičeva III	5:39	6:39	7:39	9:39	11:39	12:39	13:49	14:49	16:49	19:09	20:09	21:49
Gučeva	5:41	6:41	7:41	9:41	11:41	12:41	13:51	14:51	16:51	19:11	20:11	21:51
Zrinska	5:43	6:43	7:43	9:43	11:43	12:43	13:53	14:53	16:53	19:13	20:13	21:53
Tržnica	5:45	6:45	7:45	9:45	11:45	12:45	13:55	14:55	16:55	19:15	20:15	21:55
Karzo	5:50	6:50	7:50	9:50	11:50	12:50	14:00	15:00	17:00	19:20	20:20	22:00
A. kolodvor	5:55	6:55	7:55	9:55	11:55	12:55	14:05	15:05	17:05	19:25	20:25	22:05

Slika 47 - prikaz voznog reda autobusne linije broj 1

### 4.2. Prikazivanje podataka na karti grada

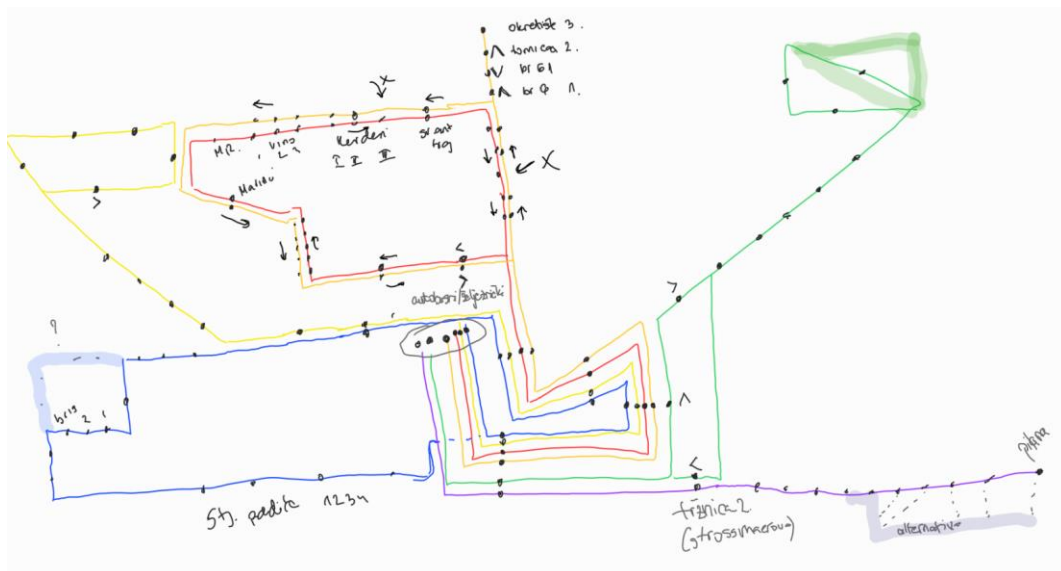
Kako bi se olakšalo planiranje linija gradskog prijevoza unutar dijagrama korisno je na karti grada skicirati tok linija. Pri izradi ovoga dijagrama korišten je isječak karte grada s Google Maps aplikacije. Preko isječka karte skicirane su linije i naznačene stanice.



Slika 48 - karta grada sa skicom linija

### 4.3. Planiranje linija tranzitnog dijagrama

Linije javnoga prijevoza potrebno je pojednostaviti i smisleno prikazati. Prije početka izrade završnog dijagrama skiciranje linija omogućuje ubrzani proces izrade prototipa. Na takvim skicama moguće je odrediti na koji način će dijagram imati što manje kompleksnih raskrižja koja mogu navesti korisnike na donošenje neispravnih zaključaka.



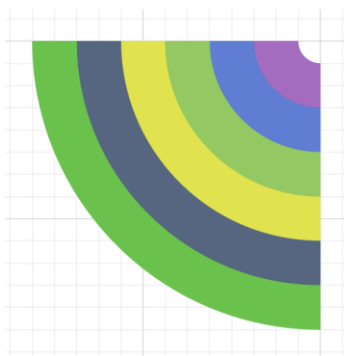
Slika 49 - skica tranzitnog dijagrama

Kod koraka skiciranja dijagrama počinje se i razmišljati kako će se stanice označavati kao i imena stanica. U slučaju tranzitnog dijagrama grada Slavenskog Broda kod vodoravnih linija korištena je - 6. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena lijevo pod kutom od  $45^\circ$  i

iznad linije. Ovaj način prema provedenom istraživanju ima najbrže prosječno vrijeme pronalaska stanice u usporedbi s drugim načinima kod vodoravnih linija te je jedanaesti najbrži način od svih trideset. Standardna devijacija je nešto veća kod ovog načina i prema istraživanju iznosi 0.718s pri traženju stanice u setu od četrnaest stanica. Kod okomitih linija odabrana je – 10. način: uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i desno od linije. Ovaj način osmi je od svih trideset testiranih načina i ima jednu od najmanjih standardnih devijacija što znači da gotovo svi ispitanici s jednakom lakoćom pronalazili tražene stanice kod ovakvog tipa pozicioniranja. Za kose linije odabran je - 18. način: kosa padajuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i– 20. način: koso rastuća linija pod  $45^\circ$ , imena stanica usporedna s dijagramom i lijevo od linije. Ova dva načina pozicioniranja imena stanica imaju prvo i drugo najbrže vrijeme pronalaska od svih trideset dijagrama.

#### 4.4. Prikaz linija u vektorskom grafičkom uređivaču

Za izradu tranzitnog dijagrama korišten je vektorski grafički uređivač Adobe Illustrator. Za početak otvoren je dokument na kojega je dodana mreža (engl. *grid*). Razmak između mreže iznosi polovinu debljine linije dijagrama. Ovakva priprema dokumenta olakšava postavljanje linija u mrežu. Za početak su napravljeni elementi koji se koriste u dijagramu, a to su ravne linije i zaobljeni kutovi. Budući da na određenim dijelovima svih šest linija skreće u istome smjeru potrebno je napraviti šest koncentričnih kružnih isječaka od  $90^\circ$  (Slika 50) te isječci od  $45^\circ$ . Za stvaranje zaobljenih kutova koristan alat u Adobe Illustratoru je *Round Corners*, za pozicioniranje linija koristan alat je *Snap to Grid* koji omogućuje točno pozicioniranje elemenata unutar postavljene mreže.

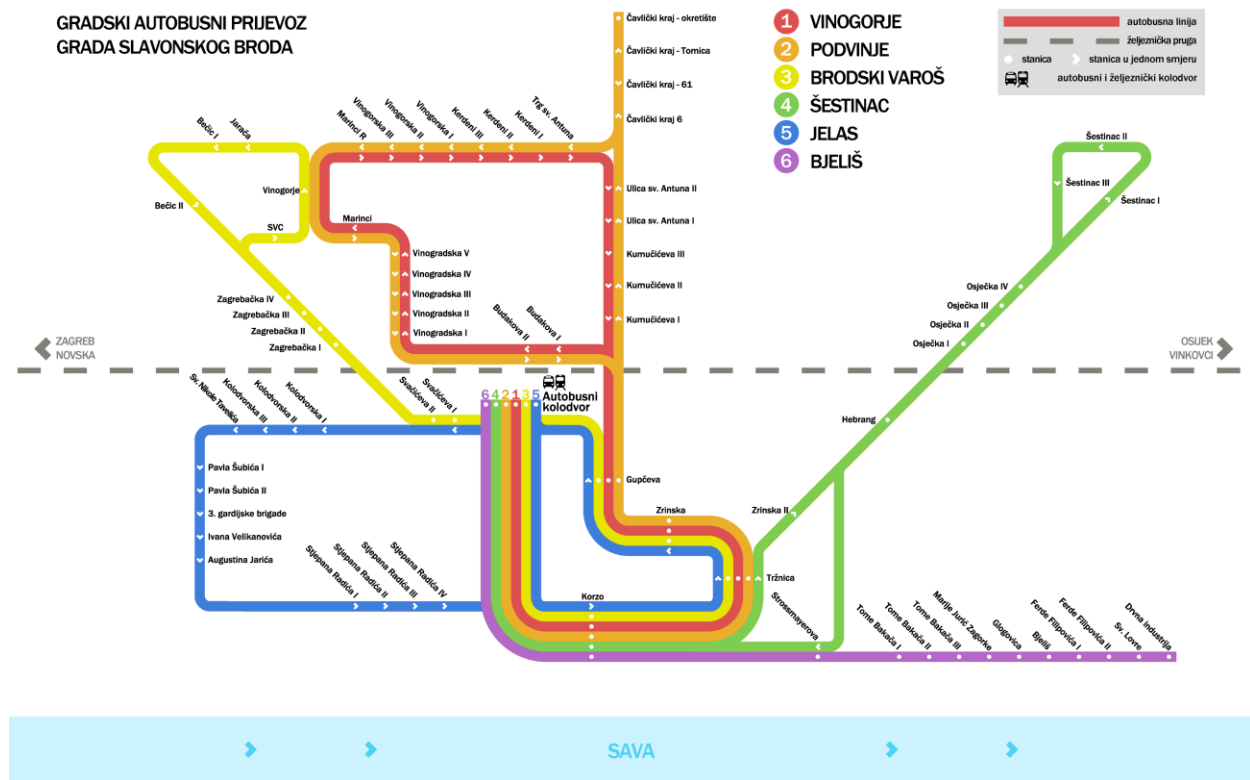


Slika 50 - zaobljeni kutovi linija

#### 4.5. Dodavanje ostalih informacija na dijagram

Nakon što su dodane linije na dijagram na njih su postavljene i stanice. Oznaka za stanicu u oba smjera je kružić, a oznaka stanice samo u jednom smjeru je strelica. Imena stanica dodana su

na prethodno navedeni način uz par izuzetaka gdje su imena stanica nagnuta pod kutom od 45° ipak pozicionirana vodoravno. Kroz cijeli dijagram korišten je sanserifni font Franklin Gothic Medium. Stanica „Autobusni kolodvor“ dodatno je istaknuta veličinom fonta jer je to početna i završna postaja svih linija. Iznad početka linije nalazi se i broj linije obojen istom bojom kao i linija. Uz stanicu kolodvora dodana je i oznaka za autobusni i željeznički kolodvor. Osim linija gradskoga prijevoza prikazana je i željeznička pruga koja dijeli grad na dva dijela. Uz željezničku prugu dodani su i gradovi do kojih vodi pruga zajedno sa strelicom koja pokazuje smjer putovanja prema gradu. Od geografskih obilježja dodana je rijeka Sava zajedno sa strelicama koje označavaju tok. Rijeka se nalazi južno od grada. U slobodnom prostoru dijagrama u gornjem desnom kutu napisane su destinacije stanica zajedno s bojem i brojem linije. U tom dijelu se također nalazi i legenda koja prikazuje i objašnjava oznake za linije, željezničku prugu, dvije vrste stanica i oznaku za autobusni i željeznički kolodvor.



Slika 51 - tranzitni dijagram grada Slavonskog Broda

#### 4.6. Provjera, analiza i dorada

Po završetku izrade provjerava se točnost predstavljenih podataka, analizira se korištenje dijagrama od strane korisnika i po potrebi se izmjenjuje i doraduje.

#### **4.7. Prednosti i nedostatci dijagram u usporedbi sa službenim prikazom stanica**

Službeni prikaz autobusnih stanica u Slavonskom Brodu sastoji se od šest tablica (primjer: Slika 47) zajedno s popratnim tablicama koje su aktualne tokom određenih perioda. Nedostatak takvog prikaza je to što korisnici ne mogu na jednostavan način znati gdje mogu presjesti kako bi došli do željene stanice već moraju iščitavati svih šest popisa dok ne nađu stanice na kojima bi mogli presjesti. To je problem koji se rješava ovim tranzitnim dijagramom jer se na jednostavniji, vizualni način može uočiti gdje su poveznice između određenih stanica. S druge strane, nedostatak novog tranzitnog dijagrama je to što dijagram ne prikazuje vrijeme polaska autobusa s određenih stanica, kao ni kontinuiranost polazaka. Budući da polasci nisu tako česti kao u velikim gradovima bitno je znati kada koji autobus polazi tako da je važnost dosadašnjih tablica velika i gotovo nezamjenjiva.



## 5. Zaključak

Iako tranzitni dijagrami su danas dijelom zamijenjeni aplikacijama s kartama i navigacijom oni su i dalje važan alat za snalaženje gradovima. Njihov razvoj kroz proteklo stoljeće doveo je do elegantnih, pojednostavljenih i vizualno privlačnih dijagrama. Za to su zaslužna brojna istraživanja koja ukazuju na ljudsku psihologiju. Pri izradi dijagrama važno je promisliti o velikom broju elemenata koju će utjecati na upotrebljivost. Kada je riječ o linijama one su pojednostavljene ravne linije koje se najčešće okomite, vodoravne i dijagonalne, a sijeku se pod kutovima od  $90^\circ$  i  $45^\circ$ . Geografska točnost nije najveći prioritet, jednostavnost dijagrama ključna je kako kognitivni zamor ne bi bio prevelik jer uslijed njega nastaju češće greške prilikom planiranja rute. Neke od najčešćih grešaka su presjedanje na stanicama na kojima nije moguće presjesti, slučajno praćenje krive linije i sl. Iako geografska točnost nije prioritet i dalje je važno održati proporcije jer istraživanja pokazuju da će korisnici više vjerovati dijagramu nego vlastitom iskustvu čak i kada su dobro upoznati s tranzitnim sustavom. Također, taktičkim kreiranjem dijagrama mogu se putnici podsvjesno uputiti na korištenje određenih ruta čime se mogu smanjiti gužve na određenim linijama. Osim što linije trebaju biti pojednostavljene sa što manje nepotrebnom promjena smjerova kretanja, važno je planirati način na koji će se linije sjeći te treba isplanirati dijagram sa što manje kompleksnih raskrižja. Boje linija također moraju biti dobro usklađene kako bi praćenje linija bilo što lakše. Također, prilikom usklađivanja linija treba imati na umu način na koji će se bilježiti stanice, kako će imena stanica biti orijentirane i sl. jer će dobra priprema ubrzati proces same izrade. Kod odabira načina pozicioniranja treba unaprijed odrediti kako će se pozicionirati imena stanice u odnosu na vodoravne, okomite i kose rastuće i padajuće linije. Prilikom odabira dobro je uzeti u obzir koji načini pozicioniranja teksta omogućuje korisnicima brže i jednostavnije pronalaženje ciljane stanice. Prema provedenom istraživanju jasno je vidljivo da su neki načini pozicioniranja jednostavniji od drugih te prosječna brzina pronalaska stoga varira. Gledajući u globalu pronalaženje tražene stanice bit će za gotovo 10% brže kod kosih i okomitih linija usporedbi s vodoravnim linijama. Sve dodatne informacije koje se prikazuju kao što su geografska obilježja, turističke atrakcije, drugi tranzitni sistemi i sl. moraju biti smisleni i pravilno ukomponirani u dijagrama. Ukoliko su informacije dvosmislene ili nejasne dijagrama nepotrebno postaje kompleksniji i zasićeniji podacima, a ne prenosi se željena informacija. Korišteni elementi često se pojašnjavaju u legendi koja mora biti jednostavna i uočljiva, treba grupirati informacije na smisleni način te ne smije dvosmisleno prenositi informaciju. Najbolja opcija je korištenje elemenata koji su sami po sebi jasni, ali ne treba zanemariti to da nemaju svi iskustva s tranzitni dijagramima te da mentalne sposobnosti svih korisnika nisu na istoj razini.

Analizom rezultata provedenih u sklopu ovoga rada može se zaključiti da pozicioniranje teksta imena stanice utječe na brzinu pronalaska ciljane stanice. Vremenski najbrži rezultat pronalaska imaju stanice koje se nalaze lijevo od kosih linija te su paralelne s dijagramom. Dobro vrijeme pronalaska imaju i stanice koje su okomite na kose linije. Kod vodoravnih linija vrijeme pronalaska je sporije kod pozicioniranja kada stanice zahtijevaju veći razmak između sebe te je vrijeme sporije ukoliko su stanice okomite na vodoravnu liniju. Okomite linije imaju najbrže vrijeme pronalaska kada su stanice pozicionirane s desne strane linije te su koso pozicionirane s odklonom prema gore.

Iako je izrada tranzitnog dijagrama kompleksan proces mogu se pratiti koraci izrade koji će voditi dizajnera u njegovoj izradi. Prikupljeni podatci prikazuju se na karti grada, nakon toga se linije pojednostavljaju i slažu na način da imaju što manje nepotrebnih križanja. Prilikom planiranja linija u obzir se uzima kako će se i ostali elementi dijagrama uklopiti. Nakon izrade takvoga prototipa linije se prikazuju u vektorskom grafičkom uređivaču. Osim linija dodaju se i ostali elementi kao što su stanice, geografska obilježja, znamenitosti, legenda i sl. Nakon što je izrađen dijagram provjerava se točnost prikazanih podataka, analizira se interakcija dijagrama s korisnicima i po potrebi im se prilagođava i ispravlja. Izrada tranzitnog dijagrama multidisciplinarni je proces, a njegova kvaliteta ovisi će o tome koliko je dizajner upoznat sa psihologijom, kartografijom, informacijskim dizajnom, analizom podataka i drugim poljima.

## 6. Literatura

- [1] Kent, A. J. (2021). When topology trumped topography: Celebrating 90 years of beek's underground map. *The Cartographic Journal*, 58(1), 1-12.
- [2] Bain, P. (2010). Aspects of transit map design. *Parsons Institute for Information Mapping*, 2(3).
- [3] Wang, Z., Lonsdale, M. D. S., & Cheung, V. (2021). An eye-tracking study examining information search in transit maps: Using China's high-speed railway map as a case study. *Information Design Journal*, 26(1), 53-72.
- [4] Roberts, M. J. (2014). What's your theory of effective schematic map design?.
- [5] Lloyd, P. B., Rodgers, P., & Roberts, M. J. (2018). Metro map colour-coding: Effect on usability in route tracing. In *Diagrammatic Representation and Inference: 10th International Conference, Diagrams 2018*, Edinburgh, UK, June 18-22, 2018, *Proceedings 10* (pp. 411-428). Springer International Publishing.
- [6] Guo, Z. (2011). Mind the map! The impact of transit maps on path choice in public transit. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(7), 625-639.
- [7] Roberts, M. J., Newton, E. J., Lagattolla, F. D., Hughes, S., & Hasler, M. C. (2013). Objective versus subjective measures of Paris Metro map usability: Investigating traditional octolinear versus all-curves schematics. *International Journal of Human-Computer Studies*, 71(3), 363-386.
- [8] Roberts, M. J. (2008). Information pollution on the Underground Map.
- [9] Wu, H. Y., Takahashi, S., Lin, C. C., & Yen, H. C. (2012, June). Travel-route-centered metro map layout and annotation. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 31, No. 3pt1, pp. 925-934). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- [10] Ovenden, M. (2015). *Transit maps of the world*. Penguin Books.
- [11] Roberts, M. J. (2012). *Underground maps unravelled: Explorations in information design*. Maxwell J Roberts.
- [12] Ovenden, M. (2008). *Paris Metro style in map and station design*. Harrow Weald: Capital Transport Publishing
- [13] Statista, (2022.) "Leading mapping apps in the United States in 2022, by downloads"
- [14] Wolff, A. (2007). Drawing subway maps: A survey. *Informatik-Forschung und Entwicklung*, 22, 23-44.

## Popis slika

Slika 1 - London Underground karta iz 1908. godine .....	4
Slika 2 - London Underground karta iz 1933. godine .....	4
Slika 3 - pozicija teksta 1.1.....	8
Slika 4 - pozicija teksta 1.2.....	8
Slika 5 - pozicija teksta 1.3.....	9
Slika 6 - pozicija teksta 1.4.....	9
Slika 7 - pozicija teksta 2.1.....	10
Slika 8 - pozicija teksta 2.2.....	10
Slika 9 - pozicija teksta 2.3.....	10
Slika 10 - pozicija teksta 3.1.....	11
Slika 11 - pozicija teksta 3.2.....	11
Slika 12 - pozicija teksta 3.3.....	11
Slika 13 - pozicija teksta 3.4.....	11
Slika 14 - prikaz devet tranzitnih dijagrama korištenih u istraživanju .....	14
Slika 15 - Tranzitni dijagram Chicaga.....	23
Slika 16 - Tranzitni dijagram New York City-ja.....	24
Slika 17 - 1. način: vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i iznad linije .....	28
Slika 18 - 2. način: vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i ispod linije .....	29
Slika 19 - 3. način: vodoravna linija, imena stanica usporedna s linijom i naizmjenično ispod i iznad linije .....	29
Slika 20 - 4. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena desno pod kutom od 45° i iznad linije.....	29
Slika 21 - 5. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena lijevo pod kutom od 45° i ispod linije.....	29
Slika 22 - 6. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena lijevo pod kutom od 45° i iznad linije.....	29
Slika 23 – 7. način: vodoravna linija, imena stanica otklonjena desni pod kutom od 45° i ispod linije.....	29
Slika 24 – 8. način: vodoravna linija, imena stanica okotima s linijom i iznad linije .....	30
Slika 25 – 9. način: vodoravna linija, imena stanica okomita s linijom i ispod linije .....	30
Slika 26 – 10. način: uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i desno od linije.....	30
Slika 27 - 11. način: uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i lijevo od linije.....	30

Slika 28 – 12. način uspravna linija, imena stanica okomita s linijom i naizmjenično lijevo i desno od linije.....	30
Slika 29 – 13. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema dolje pod kutom od 45° i lijevo od linije.....	31
Slika 30 - 14. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema gore pod kutom od 45° i desno od linije.....	31
Slika 31 - 15. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema gore pod kutom od 45° i lijevo od linije.....	31
Slika 32 – 16. način: uspravna linija, imena stanica otklonjena prema dolje pod kutom od 45° i desno od linije.....	31
Slika 33 - 17. način: kosa padajuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i desno od linije.....	31
Slika 34 - 18. način: kosa padajuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i lijevo od linije.....	32
Slika 35 - 19. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i desno od linije.....	32
Slika 36 – 20. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i lijevo od linije.....	32
Slika 37 - 21. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i naizmjenično lijevo i desno od linije.....	32
Slika 38 - 22. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica usporedna s dijagramom i naizmjenično lijevo i desno od linije.....	33
Slika 39 - 23. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i desno od linije.....	33
Slika 40 - 24. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i lijevo od linije.....	33
Slika 41 - 25. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i lijevo od linije.....	33
Slika 42 – 26. način: koso rastuća linija pod 45°, imena stanica okomita na liniju i desno od linije.....	34
Slika 43 - 27. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na dijagram i desno od linije.....	34
Slika 44 - 28. način: koso padajuća linija pod 45°, imena stanica okomita na dijagram i lijevo od linije.....	34

Slika 45 - 29. način: koso rastuća linija pod $45^\circ$ , imena stanica okomita na dijagram i lijevo od linije.....	34
Slika 46 - 30. način: koso rastuća linija pod $45^\circ$ , imena stanica okomita na dijagram i desno od linije.....	35
Slika 47 - prikaz voznog reda autobusne linije broj 1 .....	41
Slika 48 - karta grada sa skicom linija.....	42
Slika 49 - skica tranzitnog dijagrama .....	42
Slika 50 - zaobljeni kutovi linija.....	43
Slika 51 - tranzitni dijagram grada Slavonskog Broda.....	44

## Popis tablica

Tablica 1 - učestalost određenih načina pozicioniranja imena stanica u odnosu na pripadajuću liniju.....	12
Tablica 2 - učestalost odabranih informacijskih značajki na tranzitnim dijagramima gradova ....	19
Tablica 3 - rezultati istraživanja u odnosu na vrste linija .....	36
Tablica 4 - rezultati istraživanja u odnosu na kategorije pozicioniranja imena stanica .....	38
Tablica 5 - usporedba rezultata istraživanja s učestalost korištenja kategorija pozicioniranja imena stanica .....	38
Tablica 6 - rezultati istraživanja u odnosu na kategorije pozicioniranja imena stanica .....	40

LIBRARI  
ALISBRAINA

## Sveučilište Sjever

VŽKC



MMI

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

### IZJAVA O AUTORSTVU

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, Leo Gere (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/~~autor~~/~~autor~~/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Tranzitni dijagrami (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Leo Gere

(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. 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.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.