

# GIS u logistici

---

**Jurić, Blanka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:705264>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-21**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**uniri** DIGITALNA  
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**BLANKA JURIĆ**

**GIS U LOGISTICI**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**GIS U LOGISTICI  
GIS IN LOGISTICS**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Informacijske tehnologije u logistici

Mentor: izv. prof. dr. sc. Edvard Tijan

Studentica: Blanka Jurić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080609

Rijeka, rujan 2022.

Studentica: Blanka Jurić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080609

### IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom GIS u Logistici izradila samostalno pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Edvarda Tijana.

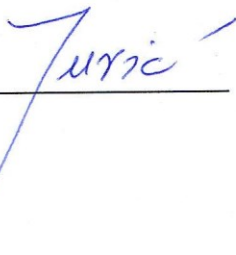
U radu sam primijenila metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u završnom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Studentica

---

*(potpis)*

Blanka Jurić



Studentica: Blanka Jurić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112080609

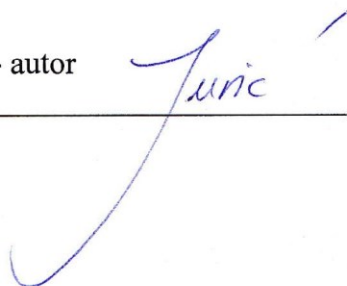
IZJAVA STUDENTA – AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Studentica - autor

(potpis)



## SAŽETAK

Geografski informacijski sustav (GIS) povezuje sve potrebne podatke s mapama, pojednostavljujući poslovne i ostale procese. Kako dolazi do novih tehnoloških mogućnosti, GIS se integrira putem različitih načina unutar logistike. S obzirom da je logistika prilično kompleksan pojam, a od vrlo je velike važnosti za ekonomiju, a pogotovo poduzeća, GIS uskače te pripomaže olakšavanjem procesa unutar logistike. S druge strane i GIS je prilično kompleksan pojam, te prvo treba shvatiti kako funkcionira i od kojih se komponenti sastoji, kako bi se mogao što lakše implementirati unutar logistike.

U ovom završnom radu opisana je logistika, njezin razvoj kroz povijesna razdoblja i njena važnost u suvremeno doba te implementacija geografskog informacijskog sustava (GIS) koji je od velike važnosti unutar logistike pogotovo transport (GIS-T) i logistički centri. Objasnjena je i primjena GIS-a u logistici te SWOT analiza što će biti prikazano u završnom dijelu.

Ključne riječi: logistika, dobavni lanac, geografski informacijski sustav, geografski informacijski sustav u transportu, logistički centri

## **SUMMARY**

Geographic information system (GIS) connects all necessary data with maps, simplifying business and other processes. As new technological capabilities emerge, GIS is being integrated in various ways within logistics. Given that logistics is a rather complex term, and of great importance for the economy, and especially for companies, GIS leaps in and helps by facilitating processes within logistics. On the other hand, GIS is also a rather complex term, and there should be an understanding of how it works and what components it consists of, so that it can be implemented as easily as possible within logistics.

This final work describes logistics, its development through history and its importance in modern time, as well as the implementation of a geographic information system (GIS), which is of great importance within logistics, especially transport (GIS-T) and logistics centers. In the end, the use of GIS in logistics and SWOT analysis will be explained.

Keywords: logistics, supply chain management, geographic information system, geographic information system in transport, logistics centers

# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK .....</b>	<b>II</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>III</b>
<b>SADRŽAJ .....</b>	<b>IV</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LOGISTIKA.....</b>	<b>3</b>
2.1. POVIJEST LOGISTIKE.....	3
2.2. DEFINICIJA LOGISTIKE I DOBAVNOG LANCA .....	4
2.3. VAŽNOST LOGISTIKE .....	6
2.3.1. <i>Važnost logistike u ekonomiji.....</i>	<i>6</i>
2.3.2. <i>Važnost troškova logistike.....</i>	<i>6</i>
2.3.3. <i>Važnost logistike u organizaciji.....</i>	<i>7</i>
<b>3. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV .....</b>	<b>8</b>
3.1. DEFINICIJA GIS - A .....	8
3.2. KAKO GIS FUNKCIONIRA.....	9
3.2.1. <i>Eksplicitna geografska referenca .....</i>	<i>9</i>
3.2.2. <i>Geografski modeli.....</i>	<i>9</i>
3.3. POTREBA ZA GIS - OM.....	11
3.4. KOMPONENTE GIS - A.....	12
<b>4. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI U LOGISTICI .....</b>	<b>15</b>
4.1. KOMPONENTE GIS - A U LOGISTICI.....	15
4.2. LOGISTIČKI CENTRI I GIS .....	16
4.2.1. <i>Logistički centri (LC).....</i>	<i>16</i>
4.2.2. <i>Povezanost logističkih centara i GIS-a.....</i>	<i>17</i>
4.3. GIS U TRANSPORTU .....	21
4.3.1. <i>Geografski informacijski sustav transporta (GIS - T).....</i>	<i>21</i>
4.3.2. <i>Analiza i modeliranje GIS-a transporta (GIS - T).....</i>	<i>22</i>
4.3.3. <i>Aplikacije za geografski informacijski sustav (GIS - T) .....</i>	<i>23</i>
4.3.4. <i>Prikaz podataka GIS-a transporta (GIS - T).....</i>	<i>24</i>
4.4. PRIMJERI KORIŠTENJA GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA U PRAKSI .....	25
4.4.1. <i>Federal Express Corporation (FedEx) i GIS.....</i>	<i>25</i>
4.4.2. <i>United Parcel Service (UPS) i GIS.....</i>	<i>27</i>
<b>5. SWOT ANALIZA GIS- A U LOGISTICI.....</b>	<b>28</b>



5.1. SWOT ANALIZA .....	28
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>33</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>35</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>38</b>
<b>POPIS SHEMA .....</b>	<b>39</b>

## 1. UVOD

U zadnjih par desetljeća, suvremeni svijet potpuno se oslanja na tehnološki razvoj, dok su za dolazak do tehnološkog razvoja u novije doba glavnu ulogu imali informacijski sustavi. Informacijski sustavi su korisni za pohranjivanje dokumenata, povijesti revizija, komunikacijskih zapisa itd. Kada bi se sve ručno radilo, poduzeću bi bilo potrebno mnogo vremena i novaca pogotovo u slučaju pretraživanja određenih podataka.

Informacijski sustav olakšava cijeli proces te može prognozirati i pomagati pri procjeni troškova. Želje klijenata su sve veće i svaka pomoć koja olakšava posao je dobro došla. Geografski informacijski sustav je povezivanje geografskih elemenata prostora s raznim podacima - bazama podataka iz informacijskog sustava. Geografski kodirane informacije se pohranjuju i obrađuju pa je za pronalazak informacije potrebna geografska informacija i značajka koje se odnose na geografsku lokaciju.

GIS može pomoći u raznim aspektima društva, od pomaganja društvu vezano s ekološkim problemima do pomaganja poduzećima pri smanjivanju njihovih troškova i pospješivanju rada.

Logistika je važna komponenta u svjetskom gospodarstvu i ekonomiji. Potrebna je za dobavni lanac, za kontrolu i skladištenje robe. Bez logistike ukomponirane u procese, određena poduzeća ne bi mogla funkcionirati te bi izgubili konkurentsku ulogu na tržištu. Da bi se procesi odvijali što bolje i što lakše, uvodimo geografski informacijski sustav koji pomaže poduzeću i logistici i dobavnom lancu da se odvija učinkovito.

Glavni cilj ovog rada je da pobliže prikaže i objasni povijest logistike, njegov rast i razvoj, osvrćući se na važnost u ekonomiji, organizacijama te prikazivanje geografskog informacijskog sustava, povezanost GIS-a i logistike s potencijalnim rastom GIS-a unutar logistike, uz osvrt na primjere i mogućnost pomoći unutar poduzeća.

Koncept rada je podijeljen kroz šest poglavlja koja prikazuju i opisuju geografski informacijski sustav i logistiku te njihovu povezanost.

Prvo poglavlje pod nazivom *Uvod* prikazuje kratki opis i glavni cilj rada.

Drugo poglavlje odnosno *Logistika* opisuje povijest logistike i njezin razvoj tijekom par desetljeća. Nadalje, prikazuje se definicija logistike i dobavnog lanca te razlika između ova dva pojma. Spominje se i važnost logistike, kako u ekonomiji, tako i u organizacijama te važnost troškova logistike, koja je jedna od glavnih razloga u današnje doba za korištenje geografskog informacijskog sustava.

U trećem poglavlju *Geografski informacijski sustav*, pojašnjava se definicija geografskog informacijskog sustava, njegova važnost pri poboljšanju odluka i dobivanju cjelokupnih rezultata. Objašnjava se njegovo funkcioniranje putem eksplicitne geografske reference i geografskih modela. Prikazuje se njegova potreba i njegovo korištenje u svijetu, od pomoći pri ekološkim problemima do pomoći u poduzećima. Spominju se i glavne komponente GIS-a, a koje su: hardver, softver, ljudi, metode i podaci bez kojih GIS ne može funkcionirati.

U četvrtom poglavlju *Geografski informacijski sustavi u logistici* spominjemo komponente GIS-a u logistici, tj. njegovu važnost koja pridonosi olakšavanju operacija. Prikazuju se i logistički centri te opis logističkih centara kako bi se moglo razumjeti važnost integracije s GIS-om. U ovom poglavlju se osvrćemo i na GIS u transportu (GIS-T) tj. određena pomoć u transportu putem aplikacija koje omogućuju bolje i prikladnije rute. Prikazuju se i primjeri korištenja GIS-a u praksi gdje su se navela 2 velika poduzeća (FedEx i UPS) kojima GIS omogućuje lakšu dostavu paketa.

U petom poglavlju pod nazivom *SWOT Analiza GIS-a u logistici* je napravljena tablica na temelju analize GIS-a koja se može primijeniti u logistici.

Posljednji dio rada, *Zaključak* prikazuje sintezu rada i kratki osvrt na važnije dijelove završnog rada te mišljenje o njegovom budućem korištenju u logistici.

## 2. LOGISTIKA

### 2.1. POVIJEST LOGISTIKE

Povijest logistike datira od najranijih kultura i gospodarstava u Egiptu, Perziji, Kini i Srednjoj Americi. Sposobnost ekonomičnog i učinkovitog dopremanja i pohranjivanja stvari bila je ključna za osiguravanje ljudske dobrobiti. Mogućnosti zajednice i gospodarstva za upravljanje logistikom i prijevozom je također povezana sa poznatim civilizacijama u Srednjoj i Južnoj Americi, kako i s egipatskim piramidama i hramovima<sup>1</sup>.

Elementi logistike i dobavnog lanca su temelj skladištenja, kretanja robe i proizvodnje. Tek u zadnjih par desetljeća je otkriveno da su od velike važnosti unutar poduzeća i ekonomske okoline. Uloga logistike se toliko razvila da igra ogromnu ulogu u uspješnosti različitih operacija i organizacije.

Od 1950.-ih, distribucija je bila neplanirana i neformulirana. Tek 1970.-ih je došlo do shvaćanja važnosti distribucije, tada su je određena poduzeća počela uključivati unutar menadžmentske strukture organizacije. Ovo desetljeće je vidjelo i promjenu unutar strukture i kontrole nad dobavnim lancem.

1980.-ih je počeo rast tehnologije te se počela koristiti centralizirana distribucija u unapređenju informacija i kontrole. Potreba za integriranom logistikom je također počela biti prepoznatljiva<sup>2</sup>.

Početak 1990.-ih se termin „logistika“ počeo koristiti te je došlo do mogućnosti za unapređenje usluge za kupce i smanjivanje troškova povezanih uz takve operacije.

Od 2000. do 2010. godine logistika i dobavni lanac su postali prepoznatljivi za uspješnost poduzeća. Od tada su promijene u logistici dovele do velikog poboljšanja poslovanja poduzeća.

---

<sup>1</sup> Rushton, A., Baker, P., Croucher, P. 1989, The Handbook of Logistics and Distribution Management

<sup>2</sup> Rushton, A., Baker, P., Croucher, P., op.cit.

## 2.2. DEFINICIJA LOGISTIKE I DOBAVNOG LANCA

Definicije logistike i dobavnog lanca često se zamjenjuju pa je potrebno definirati i odrediti razlike između ta dva termina. U načelu ne postoji prava definicija koja bi mogla pokriti ove termine s obzirom da elementi koji se pokrivaju mogu biti vrlo različiti tj. mogu dosta varirati.

**Logistika** - U dobavnom lancu, logistika se odnosi na kretanje i skladištenje sirovina, komponenti i gotovih proizvoda. Operacije za rukovanje i transport materijala interno i eksterno, kao i metode za premještanje robe u i iz skladišta. Također je uključeno pružanje usluga i razmjena informacija između nekoliko segmenata dobavnog lanca.

Logistika sve više obuhvaća i rukovanje povratnim tokovima proizvoda (povratna logistika) i potencijalnom ponovnom uporabom materijala i komponenti gdje bi se uštedilo na sirovinama. U tom slučaju koriste se lanci opskrbe „zatvorene petlje“.

Te aktivnosti uglavnom provode više različitih poduzeća, a ne samo jedna industrija.

Upravljanje logistikom podrazumijeva planiranje, implementaciju i kontrolu djelotvornog i učinkovitog protoka naprijed i nazad i skladištenje robe, usluga i sličnih informacija između mjesta porijekla i mjesta potrošnje, kako bi se zadovoljili zahtjevi potrošača.

Neke od tipičnih komponenti su<sup>3</sup>:

- upravljanje pružateljima logističkih usluga treće strane
- upravljanje dolaznim i odlaznim prijevozom
- upravljanje voznim parkom
- skladištenje
- rukovanje materijalima
- ispunjavanje narudžbi
- dizajn logističke mreže
- upravljanje zalihama
- planiranje ponude/potražnje
- ispunjavanje narudžbi

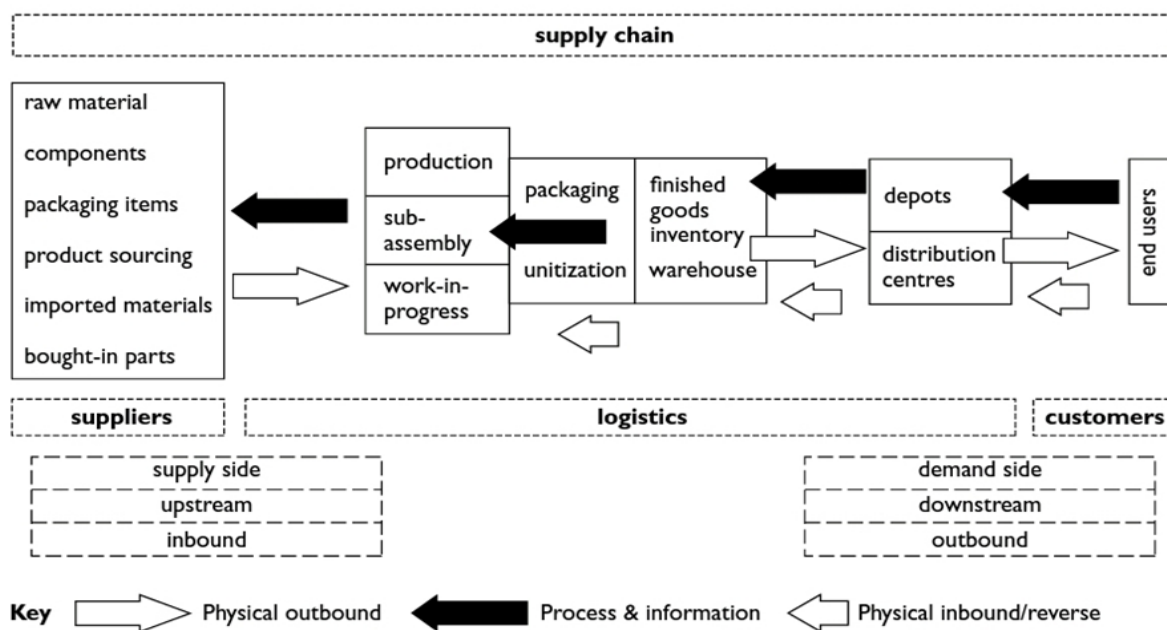
---

<sup>3</sup> Rushton, A., Baker, P., Croucher, P., op.cit.

**Dobavni lanac** - uključuje sve procese (operacije) potrebne za pretvaranje sirovina u gotove proizvode, uključujući nabavu, proizvodnju komponenti, finalnu montažu, distribuciju i sve potrebne zalihe. Poslovi su također vezani uz rukovanje i skladištenje, odnosno logistiku. Sve operacije dobavnog lanca planiraju se i njima se upravlja. Npr. koordinacija i suradnja s kanalskim partnerima - koji mogu biti dobavljači, posrednici, pružatelji usluga trećih strana ili klijenti, koji su također od velike važnosti. Upravljanje dobavnim lancem spaja opskrbu i upravljanje potražnjom unutar i između poduzeća.

**Glavna razlika između logistike i dobavnog lanca** je u tome što se logistika sastoji od distribucije i upravljanja materijalima dok se dobavni lanac sastoji od logistike, dobavljača i kupaca tj. dobavni lanac podrazumijeva širi dio poslovnog dijela. Dobavni lanac predstavlja skladištenje i kreće od krajnje točke proizvodnje do krajnjeg korisnika ili kupca. Važno je napomenuti da se pod logistikom i dobavnim lancem ne misli samo na fizičke tokove i skladištenje od sirovina do distribucije gotovog proizvoda već su povezani i s informacijskim tokovima i pohranom.

Slika 1. Tok logistike za FMCG proizvođača



Izvor: Rushton, A., Baker, P., Croucher, P. 1989, The Handbook of Logistics and Distribution Management

Prema slici 1. prikazan je tok logistike za FMCG proizvođača (fast-moving consumer goods) tj. proizvodi koji se prodaju brzo po relativno niskoj cijeni. Slika prikazuje glavne tokove, ključne komponente i različite logističke terminologije koje se koriste.

## 2.3. VAŽNOST LOGISTIKE

Kako je logistička industrija dosta porasla tijekom posljednjeg desetljeća s čak 40% organizacija koje trenutno koriste 3PL (Third-party logistics) te se industrija procjenjuje na 750 milijardi dolara globalno i 174 milijarde dolara u Europi<sup>4</sup>. Evidentira se porast poslova u teretnom prometu za prijevoznike, posrednike i vlasnike skladišta. Logistika je time od velike važnosti za svako poduzeće, ali kako za poduzeća tako i za ostale sudionike.

### 2.3.1. *Važnost logistike u ekonomiji*

Logistika je glavna aktivnost koja u velikoj mjeri koristi ljudske i materijalne resurse koji utječu na gospodarstvo zemlje. Logistička ulaganja u željeznički, pomorski, zračni, cestovni promet, ali i u skladištenje izravno doprinosi gospodarskoj aktivnosti. Time se otvaraju mnoga radna mjesta i omogućava mnogim ljudima da nastave karijeru.

Kao primjer uzimamo važnost logistike za Ujedinjeno Kraljevstvo gdje je učinkovitost i postojanje logistike ključno za sve gospodarske aktivnosti, npr. za poljoprivredu, rudarstvu, proizvodnju, i trgovinu.

Logistika je potrebna za uvoz proizvoda da bi se poboljšao životni standard i za izvoz robe, kako bi došlo do “generiranja” novaca za ekonomiju. Logistika se nikada ne provodi sama za sebe, već samo kao podrška ostatku gospodarstva. Sve što povećava troškove logistike ili je čini težom ili sporijom, dodaje troškove “trenja” u gospodarstvu Ujedinjenog Kraljevstva.<sup>5</sup>

### 2.3.2. *Važnost troškova logistike*

Razna istraživanja bavila su se analizom troškova različitih elemenata logistike. Establish/Herbert Davis proveo je istraživanje logističkih troškova u SAD-u. (2011.) te su otkrili da je prijevoz najvažniji čimbenik, koji čini 49% ukupnog troška. Skladištenje je na drugom mjestu s 23% (20% u 2008.), a slijede ga zalihe. Troškovi zaliha iznose 22% (20%

---

<sup>4</sup> Why logistics is important in today's economy, online: <https://www.masterslogistical.co.uk/logistics-important-todays-economy> (03.07.2022.)

<sup>5</sup> Logistics and the Economy, online: <https://logistics.org.uk/campaigns/logistics-and-the-economy> (03.07.2022.)

u 2008.), a služba za korisnike/unos narudžbi je 4% (7,7 posto u 2008.) i administracija 2% (3 posto u 2008.).<sup>6</sup>

### 2.3.3. *Važnost logistike u organizaciji*

Pomoću logistike se može odrediti razlika između uspjeha i neuspjeha u poslovanju. U poslovanju logistički aspekti imaju veliku stratešku ulogu. Oni nadilaze upravljanje zalihama i transport kako bi uključili jedan od najvažnijih čimbenika poslovnog uspjeha - lokaciju u odnosu na tržišta ili izvore opskrbe - među trgovcima na malo i veletrgovcima. Logistika se u proizvodnji bavi temeljnim pitanjima kao što su lokacija tvornice, nabava sirovina i standardi usluga kupcima. Promjene u poslovnom okruženju posljednjih godina natjerale su i velika i mala poduzeća da obrate pozornost na to kako ova funkcija komunicira s drugima.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Rushton, A., Baker, P., Croucher, P., op.cit.

<sup>7</sup> Heskett, J., Logistics-Essential to Strategy, 1977., online: <https://hbr.org/1977/11/logistics-essential-to-strategy> (05.07.2022.)



### 3. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV

#### 3.1. DEFINICIJA GIS - A

Geografski informacijski sustav (GIS) je sustav koji analizira, upravlja i mapira sve vrste podataka<sup>8</sup>. GIS povezuje podatke s mapama te integrira lokaciju podataka s opisnim informacijama. Često se zamjenjuje s GPS-om (globalni sustav pozicioniranja) jer ipak ne postoji pojam koji je šire poznat. GPS je ipak samo komponenta GIS-a. Unatoč činjenici da se značajke (prikupljanje, upravljanje, vizualizacija, analiza i objavljivanje prostornih podataka) mogu kombinirati u jedan softver, GIS je skup značajki, a ne dio softvera. Na temelju geografskih povezanosti između podataka, GIS može pomoći u poboljšanju odluka i dobivanju sveobuhvatnijih rezultata.

Prostorni podaci su ključna komponenta. GIS obrađuje podatke ovisno o njihovim koordinatama u referentnom sustavu te to ukazuje da se GIS može koristiti za sve što ima koordinate, unatoč tome što se primarno koristi za upravljanje i obradu geografskih podataka (podaci koji se mogu mapirati na površini Zemlje).

Stručnjaci moraju biti u mogućnosti prikupiti podatke anketiranjem, korištenjem tuđih mjerenja ili skeniranjem papirnatih karata. Prikupljanje podataka je samo prvi korak. Podacima treba upravljati, stoga su potrebni stručnjaci. Ova funkcionalnost pretpostavlja poznavanje administracije baze podataka i formata prostornih podataka. Jedna datoteka ne može sadržavati sve informacije. Zato može postojati niz uzroka, uključujući veličinu podataka ili zahtjev za složenijim procesima čitanja i pisanja. Uz to, stručnjaci moraju vizualizirati, manipulirati i procijeniti te podatke. GIS klijenti mogu uređivati i obrađivati skupove podataka u ovom koraku.

Konačno, kako bi predstavili nalaze, poduprli prosudbe ili samo pomogli u tumačenju prostornih obrazaca, stručnjaci moraju biti u stanju proizvesti vizualizacije iz informacija. Tradicionalno su se za ovu fazu koristile papirne karte i digitalne karte, no danas je web mapiranje također vrlo česta metoda objave podataka.

---

<sup>8</sup> What is GIS, online: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview> (28.08.2022.)

## 3.2. KAKO GIS FUNKCIONIRA

Geografski informacijski sustav, jednostavan, ali i iznimno moćan i svestran koncept pokazao se neprocjenjivim u rješavanju širokog spektra problema iz stvarnog svijeta, uključujući praćenje dostavnih vozila, rješavanja raznih komunalnih problema, praćenja statističkih podataka itd.

### 3.2.1. *EksPLICITNA GEOGRAFSKA REFERENCA*

U geografske podatke uključeni su eksplicitna geografska referenca kao što su geografska zemljopisna širina i dužina ili nacionalna mrežna koordinata dok u implicitnu referencu spadaju: adresa, poštanski broj, naziv popisnog područja, naziv ceste.

Geokodiranje je automatizirani postupak koji generira eksplicitne geografske reference (više lokacija) iz implicitnih referenci (opisi poput adresa). Ove geografske reference omogućuju da lociraju značajke kao što su poslovni prostori ili šumske površine, ili za analizu događaja kao što je potres.

### 3.2.2. *GEOGRAFSKI MODELI*

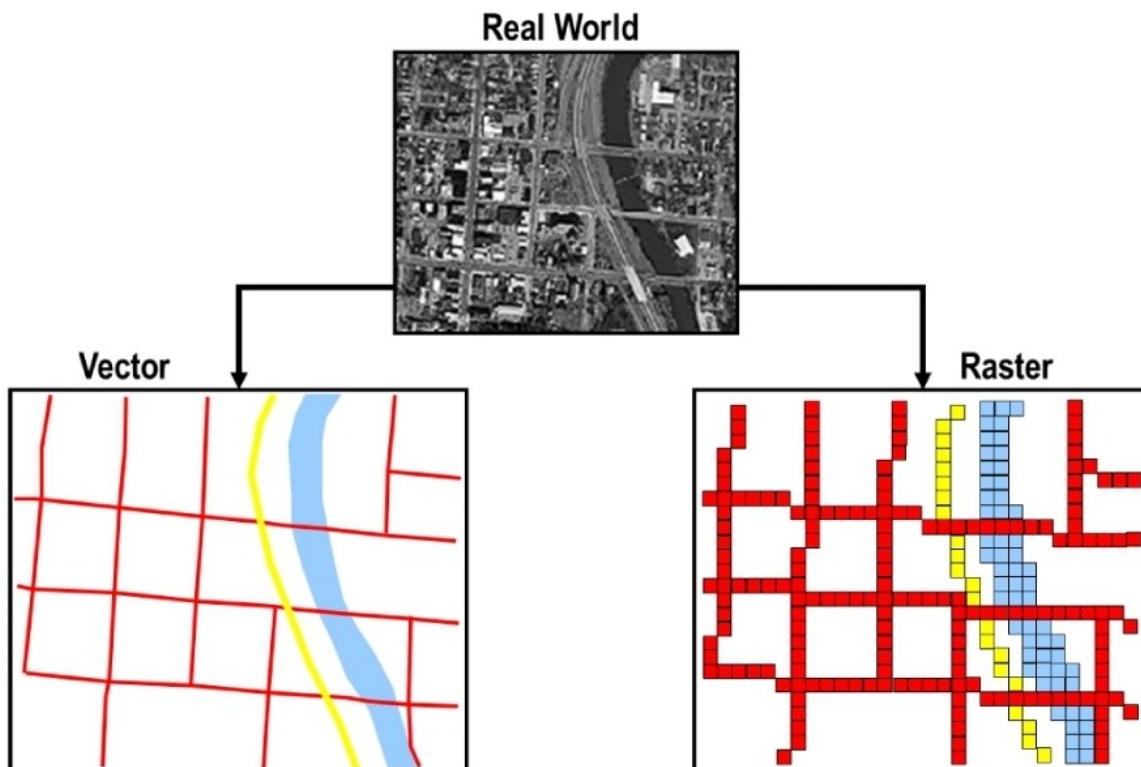
Geografski informacijski sustavi koriste dvije bitno različite vrste geografskih modela: "vektorski model" i "rasterski model". GIS model podataka omogućuje računalu da realne geografske elemente prikaže kao grafičke elemente, vektorski model se temelji na linijama dok se rasterski model temelji na mrežama (Slika 2.).

**Vektorski model:** GIS dohvaća X i Y koordinate krajnjih točaka svakog dijela linije (pohranjene na ulazu) prije primjene jednadžbe udaljenosti za izračunavanje duljine svakog dijela linije.

Kod njih se lako mogu mijenjati opisni i grafički podatci. Vektorski model je bolji za opisivanje „diskretnih“ značajki, ali je manje učinkovit za opisivanje kontinuirano različitih značajki kao što su vrsta tla ili troškovi pristupa bolnici.

**Rasterski model:** GIS određuje širinu svake ćelije ortogonalne mreže i zatim ih dodaje kako bi odredio ukupnu duljinu. Rasterski oblik je bolji za statističke obrade i za obradu zračnih i satelitskih snimaka.

Slika 2. Geografski modeli (Vektor i Raster)



Izvor: GIS Data Models, online: <https://transportgeography.org/contents/methods/geographic-information-systems-transportation/gis-data-models/> (06.07.2022.)

### 3.3. POTREBA ZA GIS - OM

GIS je dijelom potreban zbog činjenice da su ljudska populacija i potrošnja dosegli razine na kojima brojni resursi, poput zraka i tla, ograničavaju ljudsku aktivnost. U proteklih 50 godina broj ljudi se i više nego udvostručio na preko 7 milijardi, a u sljedećih 50 godina taj će se broj vjerojatno povećati za čak još 4 milijarde. Ljudi su imali mali utjecaj na svjetske resurse u prvih 100.000 godina svog postojanja, ali u posljednjih 300 godina većina Zemljine površine je nepovratno promijenjena.

1. **Ekološki problemi** – postoje brojni slučajevi kada ozon, dim ili drugi štetni zagađivači ozbiljno štete javnom zdravlju, a mulj začepljuje mnoge vodene putove. GIS pruža bitne informacije o tome gdje i tko je pogođen ekološkim problemima, što nam pomaže da ih otkrijemo te da ih riješimo. Kada je riječ o praćenju, upravljanju i ublažavanju šteta za okoliš, GIS može biti koristan u određivanju uzroka, mjesta i opsega negativnih posljedica za okoliš.
2. **Ostale aktivnosti koje zahtijevaju korištenje GIS-a** uključuju razvoj infrastrukture, hitne službe, zaštitu od poplava, procjenu i upravljanje katastrofama i kontrolu poplavama. Javne ustanove sada koriste GIS zbog zakonskih pravila npr. za vozila hitne službe, GIS se često koristi za otpremu i usmjeravanje. GIS locira najbližu postaju za hitne slučajeve, te „generira“ rutu na temelju ulične mreže i prometa i šalje spasioce za hitne slučajeve s najbliže stanice.
3. **Poduzeća** - mnoge tvrtke koriste GIS za poboljšanje učinkovitosti isporuke svojih proizvoda i usluga. Razni prostorno povezani čimbenici utječu na lokaciju maloprodaje. GIS se također koristi u stotinama drugih poslovnih aplikacija, kao što je vođenje oglašavanja, projektiranje zgrada, planiranje izgradnje i prodaja nekretnina.

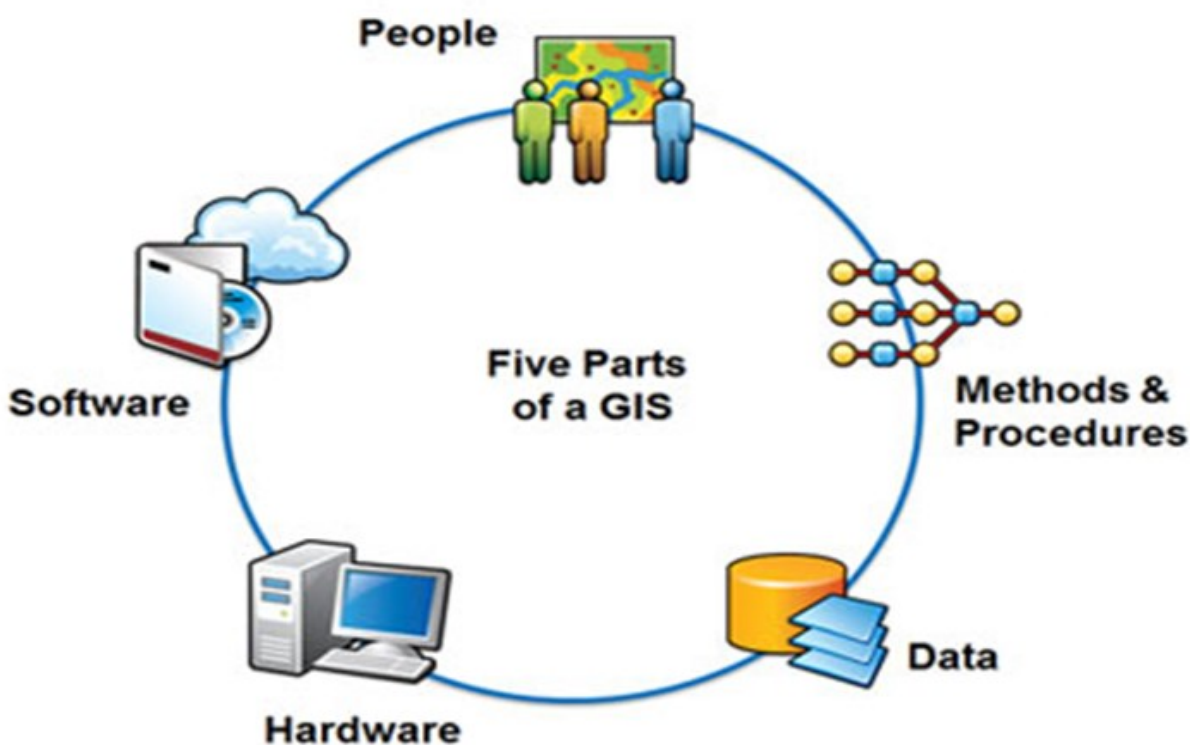
Društveni pritisak za usvajanje GIS-a pojačan je tehnološkim poticajem u razvoju i primjeni GIS-a. Primjerice, mnogo života je izgubljeno zbog nemogućnosti kapetana da kaže gdje se nalazi te su se time pojavile metode nautičke navigacije (18. st.). Od tada se nastoji da svatko može brzo locirati svoju „vanjsku poziciju“ unutar nekoliko metara. Tehnologija pozicioniranja koja je poznata kao Globalni satelitski navigacijski sustavi (GNSS) sada je ugrađena u automobile, avione, brodove i kamione. GNSS su ključni alati za trgovinu, sigurnost i planiranje.

### 3.4. KOMPONENTE GIS - A

Geografski informacijski sustav (GIS) sastoji se od hardvera, softvera, ljudi, metoda i procedura te podataka (Slika 3.). Ove komponente moraju biti dobro integrirane za učinkovitu upotrebu GIS-a, a njihov razvoj i integracija je stalan proces.

Odabir i kupnja hardvera i softvera često je najjednostavniji i najbrži korak u razvoju GIS-a, zatim slijedi prikupljanje i organizacija podataka, dok je razvoj osoblja i razvoj GIS protokola često teži i dugotrajniji posao.

Slika 3. Prikaz 5 komponenti GIS-a



Izvor: Components of Geographic Information System (GIS), online:  
<https://classhall.com/lesson/components-of-geographic-information-system-gis/> (05.07.2022.)

- 1) **Hardver GIS-a** - GIS se većinom sastoji od brzog računala, velikog kapaciteta za pohranu podataka i visokokvalitetnog, velikog zaslona<sup>9</sup>. Budući da se prostorne analize često primjenjuju za široka područja i/ili pri visokim prostornim rezolucijama, potrebno je brzo računalo. Izračuni se često moraju ponavljati desetke milijuna puta za svaki prostor koji analiziramo u našoj geografskoj analizi. Kada se izvode na velikim područjima, čak i jednostavne operacije mogu trajati dugo na računalima opće namjene, a složene operacije mogu biti neizdrživo spore. Dok je napredak računalne tehnologije značajno smanjio vrijeme potrebno za većinu prostornih analiza u posljednjim desetljećima, vrijeme računanja za nekoliko aplikacija ostaje neprihvatljivo dugo.
  
- 2) **Softver GIS-a** - GIS softver omogućuje upravljanje, analizu i učinkovito prikazivanje i diseminaciju (raspršivanje prostornih podataka). GIS zahtijeva prikupljanje i obradu koordinata. Također moramo prikupiti kvalitativne ili kvantitativne podatke o neprostornim karakteristikama geografskih obilježja. Potrebni su nam alati za pregled i uređivanje tih podataka, manipuliranje njima za generiranje i izdvajanje informacija koje su nam potrebne te stvaranje materijala koji su potrebni za prenošenje informacija koje smo stvorili. GIS softver nudi alate za neke ili sve ove zadatke.  
Ključne softverske komponente uključuju<sup>10</sup>:
  - sustav za upravljanje bazom podataka (DBMS)
  - alate za unos i manipuliranje geografskim podacima
  - alate za geografske upite, analizu i vizualizaciju
  - grafičko korisničko sučelje (GUI) za jednostavan pristup alatu
  
- 3) **Ljudi** – Ljudi koji upravljaju i stvaraju planove kako koristiti GIS tehnologiju su glavna komponenta GIS-a jer ipak je GIS tehnologija korisna samo ako postoje ljudi. Korisnici GIS-a sastoje se od tehničkih stručnjaka koji projektiraju i održavaju sustav do onih koji ga koriste u svakodnevnom radu.

---

<sup>9</sup> What is GIS?, online: <https://www.highpointnc.gov/DocumentCenter/View/1900/What-is-GIS-PDF?bidId=#:~:text=A%20working%20GIS%20integrates%20five,data%2C%20people%2C%20and%20methods.&text=Hardware%20is%20the%20computer%20on,stand%2Dalone%20or%20networked%20configurations.> (05.07.2022.)

<sup>10</sup> Kanickaraj, L., 2018., Geographic Information Systems (GIS) Defined, online: <https://www.arcweb.com/blog/geographic-information-systems-gis-defined> (05.07.2022.)

- 4) **Metode i procedure** – vrlo uspješan GIS slijedi dobro osmišljen plan i poslovna pravila, kao što su modeli i operativne prakse koje su specifične za svaku organizaciju.
  
- 5) **Podaci** - vjerovatno najvažnija komponenta GIS-a. Zemljopisni i tablični podaci mogu se prikupiti interno ili kupiti od komercijalnog pružatelja podataka. Za pomoć u organizaciji i upravljanju podacima, većina GIS-a koristi DBMS (sustav za upravljanje bazom podataka) za stvaranje i održavanje baze podataka. GIS radi na svim podacima koji imaju odrediv odnos s prostorom, uključujući podatke o stvarima i događajima koji se događaju u prirodi. Ti podaci su prije bili u tiskanom obliku, kao što su tradicionalne kartografske karte, geodetski dnevници, demografska statistika, geografska izvješća i opisi terena. Napredak u prikupljanju prostornih podataka, klasifikaciji i točnosti omogućio je objavljivanje sve većeg broja standardnih digitalnih osnovnih karata u različitim mjerilima.

## 4. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI U LOGISTICI

GIS se koristi na različite načine u logističkim tvrtkama. Optimizacijom ruta transportnih mreža predmet je sve češćih i obimnijih analiza.

Većina poslova danas zahtjeva prijevoz dok svaka tvrtka zahtjeva da njihovi proizvodi budu dostupni široj javnosti. Kao što je poznato, prijevoz prvenstveno ovisi o rutama. U tom su slučaju GIS i logistika dvije strane iste medalje. GIS bi bio najučinkovitiji alat za pružanje učinkovitih logističkih usluga.<sup>11</sup>

### 4.1. KOMPONENTE GIS - A U LOGISTICI

Geografski informacijski sustav pomaže u mnogim komponentama u logistici.

Neki od tih komponenta su<sup>12</sup>:

**Planiranje unaprijed** – izrađivanje planova prije nego što se pruži usluga.

- 1) Raspodjela resursa – učinkovita alokacija resursa npr. kada primimo novu narudžbu, potražujemo proizvode koji su najbliži lokaciji i u mogućnosti su da dođu tamo s optimalnom učinkovitošću. To je moguće putem GIS aplikacija koje su npr. Google karte ili pomoću nekih drugih aplikacija koje su napravljene za pružatelje logističkih usluga.
- 2) Transportne rute – Vrlo je važno da je usluga pružena na vrijeme i bez uzrokovanja dodatnih poteškoća na proizvodima. Usmjeravanjem resursa možemo postići pomoću GIS aplikacija kao npr. karte koje nam omogućuju najkraće i najbolje rute od mjesta utovara od mjesta isporuke.

**Navigacija** – metoda pomoću koje dobivamo rute koje smo isplanirali prije isporuke proizvoda za traženu destinaciju. GIS pomaže vozaču dobivanjem navigacije pomoću planirane rute.

**Praćenje vozila** – u logistici se odnosi na upravljanje gospodarskim vozilima, kao što su primjerice kamioni, kombiji, zrakoplovi, auti itd. Uključen je široki raspon određenih funkcija kao npr. osiguranje, održavanje, ulaganje, financiranje, upravljanje gorivom, upravljanje zdravljem i sigurnošću, upravljanje brzinom i vozačem.

---

<sup>11</sup> Upadhyay, A., 2019., GIS in Logistics, online: <https://www.igismap.com/gis-in-logistics/> (08.07.2022.)

<sup>12</sup> Ibidem



Dijeli se na dvije stavke<sup>13</sup>:

- 1) GPS praćenje – koristan za kupce i administratore, pomoću GPS uređaja koji su ugrađeni u vozilo mogu lako dobiti lokaciju vozila u stvarnom vremenu.
- 2) Financiranje vozila – jedan aspekt logistike se naziva financiranje vozila. Elementi koji su uključeni u to su: osiguranje, gorivo i održavanje vozila. Svi zajedno čine proračun za pojedinačno putovanje vozila. GIS pomaže u izradi točnog proračuna. S obzirom da se proizvodi mogu locirati i poslati na određenu lokaciju, također se može izračunati trošak pomoću procjenjivanja vremena svih opcija i izračunavanja udaljenosti. Vozila bi se slala po želji uz analizu koja je opcija najjeftinija.

**Smanjenje troškova** - GIS pospješuje učinkovitost u tvrtkama jer im omogućuje da odaberu ako žele ili ne uključiti u rutu i cestarinu pri odabiru najkraće rute. S najkraćom rutom se troši puno manje goriva i štedi vrijeme, a ušteda na vremenu omogućuje odrađivanje drugih putovanja.

## 4.2. LOGISTIČKI CENTRI I GIS

### 4.2.1. *Logistički centri (LC)*

Logistički centri (LC) vrlo su važni zbog povezivanja gospodarskih aktivnosti na lokalnoj i globalnoj razini. To je osiguran prostor unutar kojeg se odvijaju sve logističke aktivnosti (prijevoz i špedicija, rukovanje materijalom, skladištenje, upravljanje zalihama, cross-docking, intermodalni prekrcaj, fizička distribucija robe) koje se provode na komercijalnoj osnovi<sup>14</sup>. Logistički centri postaju mjesto cirkulacije skladištenja, proizvodnje i transporta robe.

---

<sup>13</sup> Upadhyay, A., 2019., GIS in Logistics, online: <https://www.igismap.com/gis-in-logistics/> (08.07.2022.)

<sup>14</sup> Żak, J., & Węgliński, S. (2014). The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology. *Transportation Research Procedia*, 3, 555 – 564.

Važni kriteriji logističkih centara<sup>15</sup>:

**Površina zemlje** - potrebna je dovoljna površina zemlje kako bi se u slučaju budućeg rasta prometa, promet mogao ukomponirati.

**Infrastruktura** - važnost postojeće infrastrukture je važan čimbenik za razvoj logističkog centra.

**Povezanost** - mogućnost povezivanja s kombiniranim prometnim mrežama cestovnih/željezničkih usluga i povezanost s drugim prometnim mrežama kao što su zračni promet, unutarnji plovni putovi ili, u obalnim područjima, pomorski promet.

### **Veličina logističkih centara**

**Lokacija LC** – Problem lokacije je kritičan u logistici, odnosi se na lociranje najpoželjnije (najprikladnije) lokacije za LC. Važna je kako bi se tokovi mogli učinkovito povezivati zajedno u smislu količine prometa. Od iznimne je važnosti da je lokacija sposobna optimizirati neizbježno prekinuti lokalni i dalji tok postizanjem efekta klastera. Lokacija je strateška odluka i najvažnija točka u cijelom dobavnom lancu, od proizvođača do potrošača, pri čemu su troškovi prijevoza jedan od glavnih čimbenika koji određuju lokaciju.

**Kompatibilnost** – važno je da su postupci standardizirani (kontejneri, prekrajni postupci itd...)

#### 4.2.2. *Povezanost logističkih centara i GIS-a*

Upravljanje rizicima povezanih s odabirom nove industrijske lokacije jedan je od najvažnijih čimbenika u određivanju konačnog uspjeha ili neuspjeha tvrtke. To je strateška odluka koja uključuje nepovratnu alokaciju kapitala poduzeća i često ima značajan utjecaj na ključne pokazatelje učinka dobavnog lanca kao što su vrijeme isporuke, zalihe, fleksibilnost i kvaliteta.

Moć geografskih informacija sustava ogleda se u njihovoj analizi geografskog prostora i informacija (atributa) vezanih uz prostor<sup>16</sup>.

Nedavni napredak u donošenju odluka rezultirao je dramatičnim poboljšanjima u GIS mogućnostima za LC analizu lokacije. Geografski informacijski sustavi (GIS) moćni su alati za prostornu analizu koji omogućuju „hvatanje“, pohranjivanje, postavljanje upita, analizu,

---

<sup>15</sup> Rikalović, A., Ignjatić, J., Soares, G. 2018, "Spatial analysis of logistics center location: A comprehensive approach

<sup>16</sup> Rikalović, A., Čosić, I., Lazarević Dj. (2014). The role of GIS in industrial location analysis. Proceedings of the XVI International Scientific Conference on Industrial Systems (IS'14), online: <http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/conferences/is14/> (10.07.2022.)

prikaz i ispisivanje geografskih podataka<sup>17</sup>. Snaga geografskih informacijskih sustava ogleda se u njihovoj sposobnosti analize geografskog prostora i informacija (atributa) povezanih s tim prostorom.

Logistički centri trebaju biti smješteni na sjecištima velikih tokova, odnosno vrlo blizu glavnih prometnih veza, posebno kako bi se iskoristila prednost multimodalnosti. Prednost multimodalnog transporta osim optimizacije vremena prijevoza i smanjenje troškova prijevoza predstavlja veće opravdanje u pogledu zaštite okoliša. Problem lokacije sastoji se u određivanju pravilnog postavljanja infrastrukturne komponente (tlo, lokacija, objekt) u razmatranom području, uzimajući u obzir preferencije donositelja odluka i postojeća ograničenja.

Na primjer, loš izbor lokacije može rezultirati pretjeranim troškovima prijevoza, nedostatkom kvalificiranih radnika, gubitkom konkurentske prednosti, neadekvatnom opskrbom sirovinama ili neko slično stanje koje bi bilo štetno za poslovanje. Optimalan odabir lokacije u sektoru logistike smanjuje troškove prijevoza, povećava radni učinak, konkurentsku sposobnost i profitabilnost poduzeća.

Prema Zelenoviću postoje dvije vrste lokacija<sup>18</sup>:

1. **Makro lokacija** - je geografsko područje koje može zadovoljiti osnovne zahtjeve za razvoj i izgradnju LC-a uz niske operativne troškove. Kada se odabiru makro lokacije objekata, razmatraju se čimbenici koji su povezani s ulogom objekata u logističkom sustavu - karakteristike tržišta, vrsta i karakteristike robe u distribucijskom lancu, transportne mogućnosti i dostupnost stručnog kadra.

2. **Mikro lokacija** - određeno je mjesto u makro lokaciji koje zadovoljava tehničke, infrastrukturne i zahtjeve procesa rada. Kada se određuje mikro lokacija objekta neke od karakteristika koje se razmatraju su: površina terena, uklapanje lokacije u urbanističke planove (Slika 4.), stanje prometne infrastrukture u promatranom području, cijena zemljišta, stavovi itd.<sup>19</sup> Za analizu mikro lokacije LC potrebno je uključivanje svih elemenata s mikro i makro aspekta te povezivanje svih važnih subjekata u multimodalni transportni proces.

---

<sup>17</sup> Bolstad, P. (2002). GIS Fundamentals. Minnesota (USA): Eider Press.

<sup>18</sup> Zelenović, D. (2003). The Design of Production Systems, 2nd ed., Novi Sad (Serbia): Faculty of Technical Sciences.

<sup>19</sup> Pašagić-Škrinjar, J., Rogić, K., & Stanković, R. (2012). Location of Urban Logistic Terminals as Hub Location Problem, *Promet – Traffic&Transportation*, 25(5), 433-440.

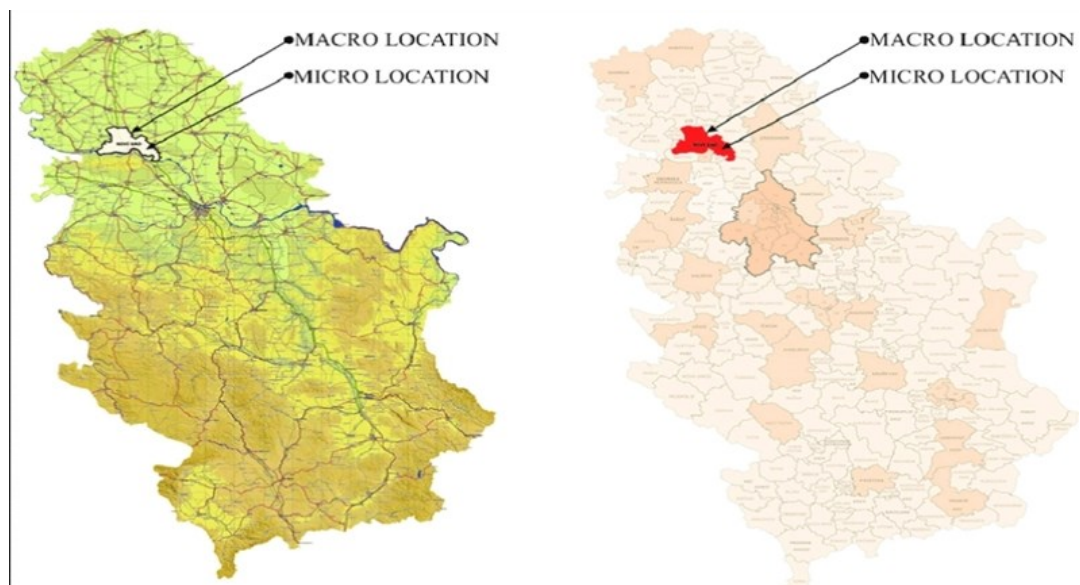
Slika 5. prikazuje mikro i makro lokaciju koja je od velike važnosti pri odabiru lokacije logističkog centra.

Slika 4. Mikro lokacija (urbani plan)



Izvor: Rikalović, A., Ignjatić, J., Soares, G. 2018, "Spatial analysis of logistics center location: A comprehensive approach"

Slika 5. Prikaz mikro i makro lokacije



Izvor: Rikalović, A., Ignjatić, J., Soares, G. 2018, "Spatial analysis of logistics center location: A comprehensive approach"

Otprilike 80% podataka koje upotrebljavaju menadžeri i donositelji odluka, geografske su (prostorne) prirode<sup>20</sup>. Velik broj odluka ima geografski (prostorni) karakter, dok je pronalazak optimalne lokacije izazov za mnoge inženjere i znanstvenike. Stručnjaci iz područja industrije i trgovine razmatraju prostornu analizu korištenje GIS tehnologije kao pouzdanog pristupa u analizi lokacije, kao i u cjelokupnoj marketinškoj strategiji poduzeća<sup>21</sup>. Prema prethodnim istraživanjima analize lokacije utvrđeno je da GIS pruža metodološki okvir za kvalitetno, pouzdano i učinkovito odlučivanje i izradu ukupne strategije razvoja određenog prostora ili unutar određenog poduzeća.

U obliku analize prostornih podataka, GIS tehnike i postupci igraju značajnu ulogu u ispitivanju pitanja odabira industrijske lokacije, posebice u stvaranju alternativa<sup>22</sup>. Prostorno ispitivanje podataka fokusirano je na to podpolje analize podataka gdje su navedeni geografski objekti ključni podatak.

Velikim dijelom zbog nepostojanja sveobuhvatnih analitičkih alata za prostorno modeliranje, GIS ima niz ograničenja kada je u pitanju donošenje geografskih odluka. Kako bi se poboljšale mogućnosti GIS-a za donošenje geografskih odluka, on se obično kombinira s drugim računalnim i tehnikama operativnog istraživanja. Analiza višekriterijske odluke je najbolji alat od svih, kombiniranje GIS-a i višekriterijskih analiza obavlja se kako bi se prevladale slabosti jednog uz korištenje prednosti drugog, za pomoć u donošenju odluka.

Zbog novih trendova u informacijskim tehnologijama, GIS je sada na čelu znanosti o lokaciji i podrške prostornim odlukama. Za odabir industrijske lokacije uglavnom se uzimaju u obzir pitanja kao što su ekonomska, socijalna, ekološka i politička razmatranja uz tehničke potrebe. Takvi se problemi često rješavaju vrlo složenim procesima prostornog odlučivanja, koji iziskuju istovremenu primjenu niza tehnologija za podršku odlučivanju, uključujući geografske informacijske sustave i tehnike višekriterijskih odluka. Praktičnost dolaska do konačnog odgovora ovisi o integraciji mogućnosti ovih alata te povećanja učinkovitosti.

---

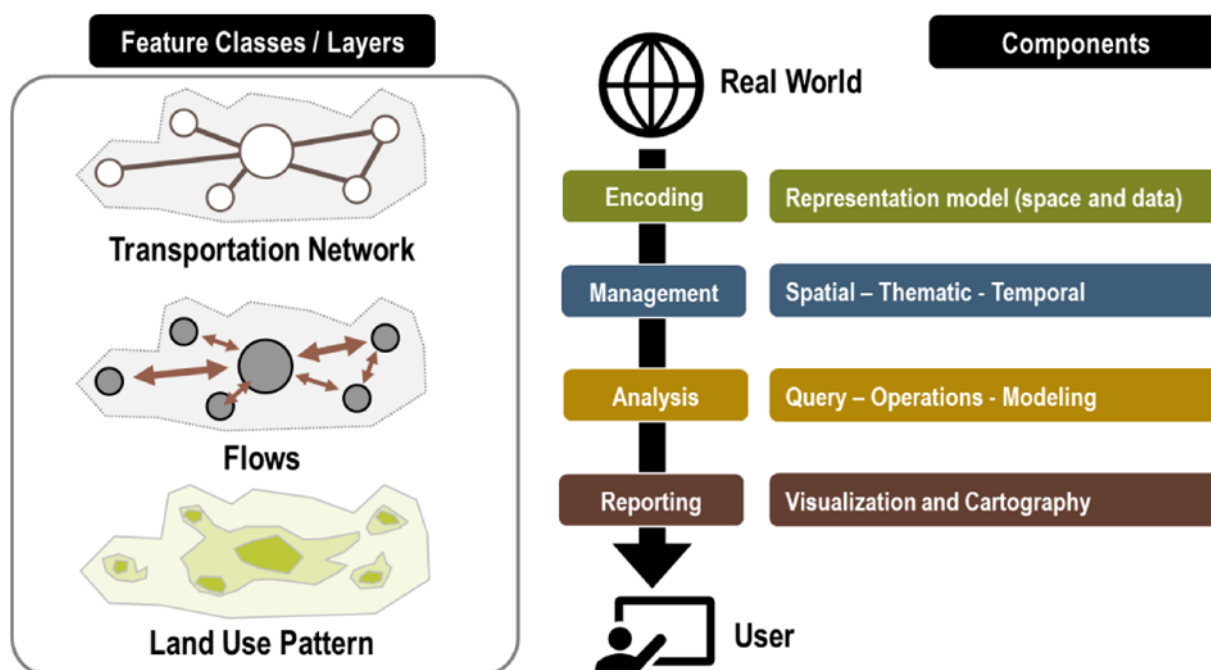
<sup>20</sup> Worral, L. (1991). *Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems*. London (UK): Belhaven Press.

<sup>21</sup> Beaumont, J. R. (2000). *GIS and Market Analysis. Geographical Information Systems – Principles and Application*, New York: Longman Scientific & Technical and Wiley.

### 4.3. GIS U TRANSPORTU

Kod prijevoza se pridaje puno pozornosti GIS-u zbog širokog područja gdje se GIS može koristiti jer i GIS i transport dosta ovise o vizualizaciji i analitičkim metodama. Jedno od područja primjene GIS-a je GIS-T (geografski informacijski sustav u transportu), a posebna grana GIS-a se primjenjuje na pitanje transporta. Važne faktore za transport imaju četiri komponente GIS-a: kodiranje, menadžment, analiza i izvješća (Slika 6.).

Slika 6. Geografski informacijski sustav i transport



Izvor: Shaw, S., Rodrigue, J. P. 2020., Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T), online: <https://transportgeography.org/contents/methods/geographic-information-systems-transportation/> (10.07.2022.)

#### 4.3.1. Geografski informacijski sustav transporta (GIS - T)

GIS-T istraživanju se pristupa na dva različita, ali i vrlo slična načina. Neka GIS-T istraživanja istražuju kako se GIS može poboljšati, te razviti da zadovolji potrebe transportnih aplikacija, dok druga GIS-T istraživanja istražuju kako se GIS može koristiti za olakšavanje i poboljšanje transportnih studija.

GIS-T studija se grupira u tri kategorije<sup>23</sup>:

- 1) **Prijave** – Aplikacije koje su najprikladnije za GIS -T- ove podatke i analitičke mogućnosti.
- 2) **Analiza i modeliranje** - Kako se koriste prometne metodologije za predstavljanje prometnih aktivnosti u stvarnom svijetu.
- 3) **Vizualizacija podataka** - Kako su različite komponente transportnih sustava predstavljene u bazi podataka, uključujući tehničke i mrežne i operativne karakteristike (kapacitet, brzina).

#### 4.3.2. *Analiza i modeliranje GIS-a transporta (GIS - T)*

Mnoge standardne GIS funkcije (upiti, geokodiranje...) korištene su za podršku potrebama upravljanja podacima, analize i vizualizacije u GIS-T aplikacijama. Prijevoz je, kao i mnoge druge industrije, razvio svoje posebne metode analize i modele.

Neki od primjera su<sup>24</sup>:

1. Algoritmi za najkraći put i rutiranje (npr. problemi agenta prodaje, problem rutiranja vozila)
2. Modeli prostorne interakcije (npr. gravitacijski model)
3. Problemi s protokom mreže (npr. modeli ravnoteže protoka mreže)
4. Problemi s postrojenjem lokacije (npr. problem p-medijana, problem p-centra)
5. Modeli potražnje za putovanjem (npr. generiranje putovanja u četiri koraka, distribucija putovanja, modeli potražnje za putovanjem temeljeni na aktivnostima)
6. Modeli interakcije korištenja zemljišta i prometa

Dok većina komercijalnog GIS softvera uključuje osnovne postupke analize transporta (kao što je pronalaženje najkraćeg puta), drugi postupci i modeli analize transporta (kao što su modeli potražnje za putovanjem) dostupni su samo u ograničenom broju komercijalnih softverskih paketa. Naravno, pristup komponentnom GIS dizajnu kompanija za GIS softver

---

<sup>23</sup> Shaw, S., Rodrigue, J. P. 2020., Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T), online: <https://transportgeography.org/contents/methods/geographic-information-systems-transportation/> (10.07.2022.)

<sup>24</sup> Ibidem

pruža bolje okruženje za iskusne GIS-T korisnike da razviju vlastite prilagođene postupke analize i modele.

#### 4.3.3. Aplikacije za geografski informacijski sustav (GIS - T)

Različite privatne tvrtke i transportne agencije koriste GIS- T aplikacije.

Aplikacije pokrivaju veliki dio logističkog i transportnog aspekta<sup>25</sup>:

- I. Planiranje i rad javnog prijevoza
- II. Planiranje i upravljanje infrastrukturom
- III. Analiza potražnje za putovanjima
- IV. Praćenje i otprema vozila
- V. Analiza sigurnosti prometa
- VI. Nadzor i kontrola prometa
- VII. Upravljanje dobavnim lancem
- VIII. Procjena utjecaja na gospodarstvo i okoliš
- IX. Usmjeravanje i raspoređivanje
- X. Odabir lokacije i analiza područja usluge

Sve ove aplikacije imaju posebne zahtjeve za analizom i podacima. Kod aplikacija planiranja prijevoza, vozilu su predstavljene ulične mreže, dok primjerice kod aplikacije prometnog inženjstva daje se detaljan prikaz nogostupa, prometnih traka, zakrivljenosti ulica itd.

Zahtjevi GIS -T aplikacija su izravno povezani s GIS -T prikazom podataka te također i GIS -T analizom i modeliranjem. Istraživanje višedimenzionalnog GIS -T modela podataka automatski pospješuje bolje prikazivanje podataka u transportnim aplikacijama.

S obzirom na brzi rast tehnologije, interneta i bežičnih komunikacija, trenutačno je dostupno mnogo GIS-T aplikacija. Kada se kombiniraju s bežičnom komunikacijom, ti uređaji nude široki spektar prometnih informacija u stvarnom vremenu, ali također i "location-based services" tzv. LBS. Primjer su GPS navigacijski sustavi koji su ugrađeni kao aplikacije u telefonima ili kao uređaji u vozilima Također su poznate i GIS -T aplikacije u privatnom sektoru, a vrlo su i važne i za logističke aplikacije.

---

<sup>25</sup> Shaw, S., Rodrigue, J. P. 2020., Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T), online: <https://transportgeography.org/contents/methods/geographic-information-systems-transportation/> (10.07.2022.)



#### 4.3.4. Prikaz podataka GIS-a transporta (GIS - T)

GIS je usmjeren na prikaz podataka te ti podaci moraju biti pravilno predstavljeni u okruženju digitalnog računalstva prije nego što se GIS koristi za rješavanje određenih problema. Jedna od stavki za razlikovanje GIS-a je njegova sposobnost da integrira prostorne i neprostorne podatke kako bi podržao potrebe analize i prikaza.

Modeli podataka temeljeni na objektima i modeli podataka temeljeni na terenima dva su osnovna pristupa<sup>26</sup>:

**Podatkovni model** je temeljen kao geografski prostor naseljen značajkama stvarnog svijeta koje se kontinuirano razlikuju po prostoru. Mogu se koristiti:

1. pravilne teselacije (rasterska mreža) ili
2. nepravilne teselacije (triangulirana nepravilna mreža - TIN).

**Zemljopisni prostor** naseljen je diskretnim objektima koji se mogu identificirati u modelu podataka koji se temelje na objektima. Linije i/ili poligoni se često koriste za predstavljanje važnih zemljopisnih podataka, GIS-T studije koriste modele podataka temeljene na objektima i terenima. Primjerice, GIS model podataka koji se temelji na objektima više odgovara transportnim aplikacijama kod kojih analiza mreža temeljena je na teoriji grafova. Za primjer povezivanja transportnih podataka sa GIS podatkovnim modelom su podaci s linearnim referenciranjem - stupovi na autocesti tzv. Highway milepost.

Još jedna vrsta podataka koja se vrlo često koristi u transportnim studijama su podaci o protoku ishodišta - odredišta tj. origin destination (O-D). Uglavnom bi takvi podaci bili predstavljeni u matričnim oblicima, tj. dvodimenzionalnim nizovima. No, relacijski podatkovni model, koji se dosta koristi u većini GIS softvera, ne podržava ispravno rukovanje matričnim podacima. Da bi korisnici mogli raditi s matričnim podacima u GIS okruženju, GIS-T softver je razvio dodatne formate funkcija i datoteka. Tako se tradicionalni GIS pristupi mogu proširiti i poboljšati te se time zadovoljavaju glavne potrebe transportnih aplikacija.

Aktivnosti ljudi i poduzeća pospješene su modernim informacijskim i komunikacijskim tehnologijama (ICT). Ove promjenjive aktivnosti i obrasci interakcije

---

<sup>26</sup> Shaw, S., Rodrigue, J. P. 2020., Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T), online: <https://transportgeography.org/contents/methods/geographic-information-systems-transportation/> (10.07.2022.)

rezultiraju promjenjivim obrascima prometa. S napretkom u tehnologiji kao npr. Global Positioning System, RFID i Wi-Fi sustav za pozicioniranje, sad je moguće i isplativo prikupiti velike količine podataka za praćenje na individualnoj razini. Kao rezultat toga, GIS-T se suočava s novim istraživačkim izazovima u određivanju kako najbolje predstaviti i upravljati dinamičkim podacima pokretnih objekata (putnici, vozila ili pošiljke) u GIS okruženju. Također postoji i “Big Data” koji stvara nove mogućnosti za razne senzore za automatsko prikupljanje velikih količina podataka.

Postojeći GIS modeli podataka služe kao čvrsta osnova za mnoge GIS-T aplikacije. Međutim, ostaju mnogi izazovi u razvoju boljih GIS modela podataka koji će poboljšati, a ne ograničiti ono što se može učiniti s različitim vrstama transportnih studija zbog nekih jedinstvenih karakteristika transportnih podataka i potreba aplikacija.

#### 4.4. PRIMJERI KORIŠTENJA GEOGRAFSKOG INFORMACIJSKOG SUSTAVA U PRAKSI

Kao primjer korištenja GIS-a u praksi navest ćemo primjer američkog poduzeća (Federal Express Corporation - FedEx) te United Parcel Service Inc. (UPS).

##### 4.4.1. *Federal Express Corporation (FedEx) i GIS*

FedEx Express je izumitelj ekspresne distribucije i globalni je vođa u industriji, pružajući brzu i pouzdanu dostavu u više od 220 zemalja i teritorija, povezujući tržišta koja čine više od 90 posto svjetskog bruto domaćeg proizvoda u roku od jednog do tri radna dana. Različite zračne rute i prometne infrastrukture, povezane s informacijskim tehnologijama, čine FedEx Express najvećom tvrtkom za ekspresni prijevoz na svijetu.<sup>27</sup>

Svakodnevno, organizacija implementira prostorne podatke za korištenje u donošenju odluka za usmjeravanje i planiranje tisuća vozila za preuzimanje i dostavu paketa.

Glavni cilj FedEx-u je smanjiti troškove kao što su kilometraža, prekovremeni rad radne snage, učinkovite metode isporuke i učinkovite rute te to automatski rezultira boljom produktivnošću i zadovoljstvom kupaca.

Grupe za planiranje i inženjering FedEx Expressa odgovorne su za pružanje učinkovitih planova za operacije preuzimanja i dostave na svakoj od 1083 postaje na dnevnoj bazi. Ti se planovi izrađuju uz pomoć alata poput statističke analize povijesnih podataka i modeliranja prognoze te GIS aplikacije. Cilj planiranja je odrediti najučinkovitije korištenje

---

<sup>27</sup> FedEx Company Information, online: <http://www.fedex.com/gm/about/company-info/> (12.07.2022.)

sredstava, osoblja i vremenski ograničene rokove za preuzimanje i dostavu svih paketa koji putuju Express sustavom<sup>28</sup>.

Korištenjem GIS-a se izrađuju planovi ruta i specifične metode optimizacije, kako bi se prilagodili količinama paketa koje mogu varirati više ili manje.

GIS alati koriste se za iscrtavanje ruta na kartama i prekrivanje stanica na njima. Sustav izračunava i prikazuje statistiku na temelju zaustavljanja vozila povezanih s rutama.

FedEx tehnološki strateg Adam Mollenkopf objašnjava: "Naši kupci često imaju hitne zahtjeve za otpremu ili zahtijevaju specijaliziranu njegu i rukovanje paketima. Koristimo GIS kako bi nam pomogao u ispunjavanju rokova isporuke te zahtjeva." Neke od hitnih zahtjeva su primjerice kvarljiva roba kojoj je potrebna niska temperatura. To je jedna vrsta primjera, ali postoji i roba kojoj je potrebno posebno rukovanje.<sup>29</sup>

Primjeri takve opreme su kriogeni spremnici, ali su potrebne i posebne vozačke vještine, kao što je npr. poznavanje rada s muzejskim reliktima ili posjedovanje državnih sigurnosnih dozvola. Uključivanje ovih varijabli u isporuku proširuje GIS analizu izvan upravljanja rutom. Korištenje GPS-a i senzorske tehnologije u vozilima omogućuje ured kako bi odgovarao onome što vozač doživljava u gotovo stvarnom vremenu, također informacije o pošiljci se mogu dobiti pomoću ArcLogistics™ Navigatora.<sup>30</sup>

U slučaju da dođe do drukčijih čimbenika kao npr. promet, vrijeme itd. koji generalno utječu na rutu, pristupa se online i radi se novi izračun rute. Rješavanje problema s rutom putem ArcGIS Servera (softver koji čini geografske podatke dostupne svima u organizaciji) osigurava da ured ima iste informacije koje vozač ima na nadzornoj ploči vozila, uključujući prilaze ruti, očekivano vrijeme dolazaka i preostale kilometre.

---

<sup>28</sup> Haas, J., McLeod, J., Dezemplen, R., Conger R., 2010., Using GIS in Strategic Planning at FedEx Express, online: [https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc10/uc/papers/pap\\_1520.pdf](https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc10/uc/papers/pap_1520.pdf) (15.07.2022.)

<sup>29</sup> On the Go FedEx GIS Tracking Operations, online: [https://www.esri.com/~media/files/pdfs/industries/retail/pdfs/fedex\\_flr.pdf](https://www.esri.com/~media/files/pdfs/industries/retail/pdfs/fedex_flr.pdf) (21.07.2022.)

<sup>30</sup> Ibidem

#### 4.4.2. *United Parcel Service (UPS) i GIS*

United Parcel Service, Inc. ili UPS, osnovana 1907. godine, djeluje kao tvrtka za logistiku i dostavu paketa te pruža usluge upravljanja dobavnim lancem. Tvrtka posluje kroz sljedeće segmente: američki domaći paket, međunarodni paket, te dobavni lanac i teret. Jedan dio američkih domaćih paketa nudi cijeli spektar usluga kopnenog i zračnog prijevoza paketa u SAD-u. Drugi dio međunarodnih paketa uključuje dostavu malih paketa u Europi, Aziji i Pacifiku, Kanadi i Latinskoj Americi, Indijskom potkontinentu te na Bliskom istoku i Africi.<sup>31</sup>

Praćenje i planiranje ruta je glavna stavka tvrtke UPS-a. Uključivanjem GIS-a u planiranje i praćenje ruta omogućava UPS-u da bolje upravlja i prati svoje resurse u stvarnom vremenu. GIS omogućuje UPS-u odabir ruta na temelju najkraće rute, tj. ruta gdje se najmanje čeka na raskrižjima, rute koje imaju najmanje prometa, općenito, rute koje su najbrže.

Kada paket stigne u skladište za obradu UPS-a, dobije naljepnicu koja se skenira i vidi se u koji će kamion paket biti smješten te kojim redoslijedom će biti isporučen. Inventar, ono što se nalazi u vozilu, kao i podaci o paketu, učitavaju se na ručne uređaje koji se distribuiraju vozačima. Ovi uređaji s omogućenim GPS-om vozaču daju planove ruta za što optimalniju dostavu paketa. Kada je paket isporučen, ručni uređaj prenosi podatke u pogon za obradu, koji ažurira GIS s mjestom i vremenom isporuke.

UPS također može koristiti GIS za poboljšanje sigurnosti svojih zaposlenika kroz proces poznat kao telematika.

Telematika je korištenje daljinskog očitavanja, telekomunikacija i računalstva za prikupljanje i analizu podataka. Putem senzora na sigurnosnim pojasevima i vratima i u kombinaciji s GPS-om, može se utvrditi je li vozač bio vezan sigurnosnim pojasom dok je vozilo bilo u pokretu. Također mogu osigurati da su vrata kamiona zatvorena kada vozač izlazi radi dostave, što može spriječiti neželjene posjetitelje da uđu u vozilo dok je ono bez nadzora. Također mogu analizirati ponašanje vozača praćenjem lokacije vozila.

Svako od dostavnih vozila također ima GPS. UPS može vidjeti gdje su sva njihova vozila u gotovo stvarnom vremenu pomoću GIS sučelja; to omogućuje UPS-u da ponudi uslugu pod nazivom „Preuzimanje na zahtjev“. Kupci mogu zatražiti da UPS dođe na njihovu lokaciju kako bi preuzeo pakete za isporuku. Također, zaposlenik UPS-a u

---

<sup>31</sup> United Parcel Service, 2022., online: <https://www.forbes.com/companies/united-parcel-service/?sh=7b47ede372da> (25.07.2022.)

zapovjednom centru može određivati kojeg vozača je najbolji za poslati na preuzimanje paketa koristeći GIS analitiku za pronalaženje najkraće rute od kupca do poslanih vozača. Zatim mogu prenijeti zahtjev na vozačev ručni uređaj<sup>32</sup>.

Zbog korištenja GIS-a u sustavu integrirane optimizacije i navigacije na cesti (ORION) tj. GIS za mapiranje, učinkovito usmjeravanje svakog vozača kroz njihov dan te koji optimizira rute isporuke, su 2017. godine Jim Collins i Jack Levis osvojili „President Award“. Pomoću toga, UPS ušteduje stotine milijuna dolara svake godine.

## 5. SWOT ANALIZA GIS- A U LOGISTICI

### 5.1. SWOT ANALIZA

SWOT je akronim koji predstavlja<sup>33</sup>:

- **S** Strengths (snage),
- **W** Weaknesses (slabosti),
- **O** Opportunities (prilike),
- **T** Threats (prijetnje).

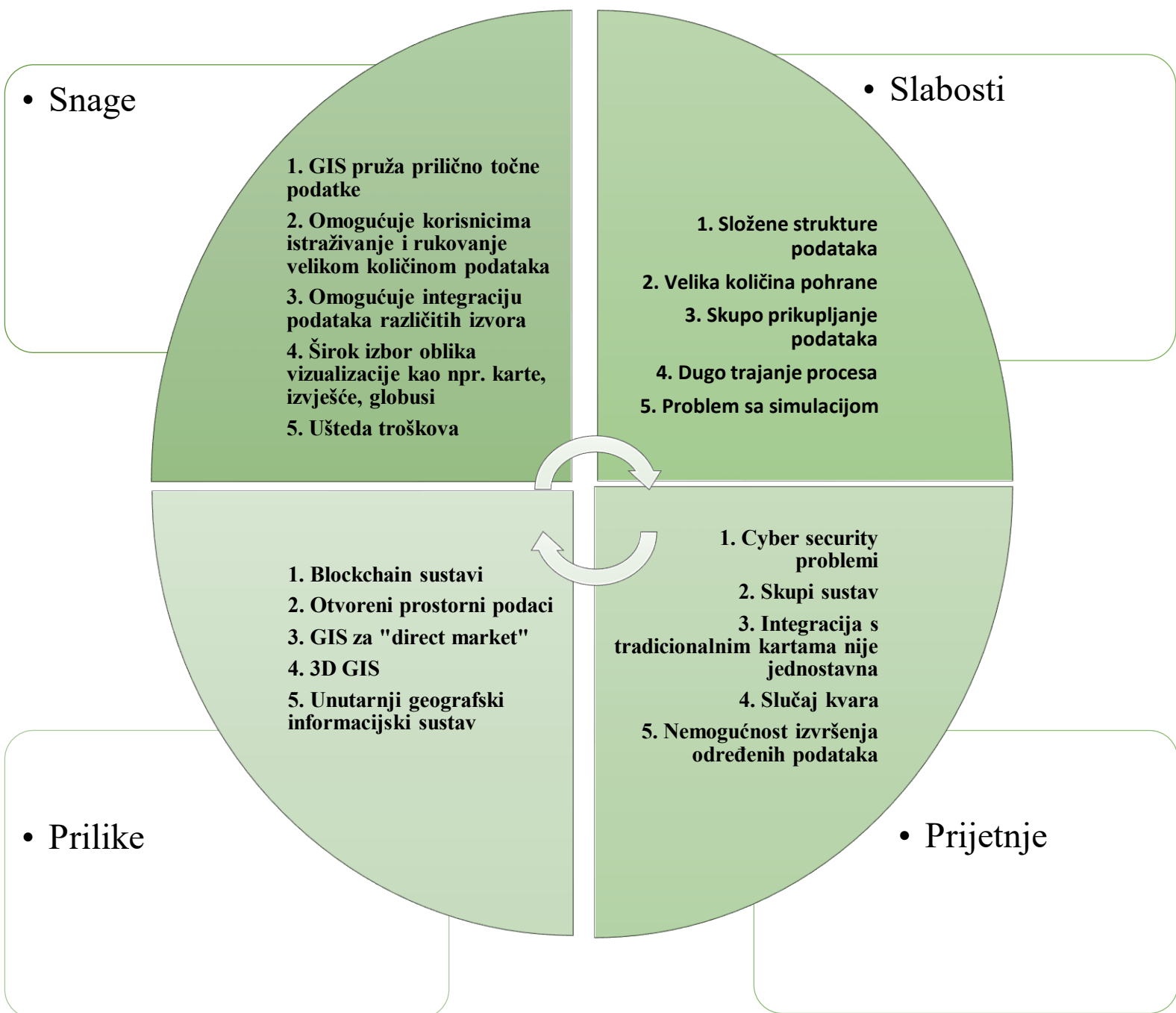
SWOT analiza je okvir za procjenjivanje i razumijevanje unutarnjih i vanjskih sila koje mogu stvoriti prilike ili rizike za poslovanje, u ovome slučaju se primjenjuje na geografski informacijski sustav u logistici.

Putem SWOT analize možemo utvrditi slabosti i snage GIS-a, kako općenito, tako i u logistici, te razloge zašto GIS ima veliku prednost i zbog čega će uspjeti u budućnosti.

---

<sup>32</sup> Geospatial Technology Turns Supply Chain Data into Knowledge, 2017., online: <https://blogs.lt.vt.edu/bit5494/2017/04/25/geospatial-technology-turns-supply-chain-data-into-knowledge/> (25.07.2022.)

<sup>33</sup>Peterdy, K., 2022., SWOT Analysis, online: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/strategy/swot-analysis/> (25.07.2022.)



Izvor: izradila studentica

## Snage

## Slabosti

## Prilike

## Prijetnje

**1. GIS pruža prilično točne podatke** - točnost prikazana na mapi treba biti potkrijepljena statističkim podacima, te se procjenjuje koliko prostorni položaj odgovara stvarnosti, a s obzirom da se GIS tehnologija cijelo vrijeme unapređuje, tako je i točnost veća.

**2. Omogućuje korisnicima istraživanje i rukovanje velikom količinom podataka** - postoje podatkovne geobaze u kojima se nalaze mape u sustavu datoteka, te se svaki skup podataka može povećati do 1 TB, također postoje osobne baze podataka i poduzetničke geobaze podataka. Ograničenje od 1 TB je moguće podignuti na 256 TB za velike skupove podataka slika.<sup>35</sup>

**3. Omogućuje integraciju podataka različitih izvora** - integracija je vrlo važna zbog različitih situacija kao npr. u komercijalnim poduzećima gdje dvije slične tvrtke žele otvoriti isti

**1. Složene strukture podataka** - podaci koji su pohranjeni u GIS sustavu su složeni te imaju veliki broj definicija i potrebnih restrukturiranja. Korisnici moraju imati određena znanja kako bi mogli razumjeti i tumačiti podatke koji su prikupljeni u GIS sustavu.

**2. Velika količina pohrane** - kako je količina podataka snaga GIS-a tako je i slabost. Velika količina podataka iziskuje veće troškove pohrane i snage za manipuliranje podacima kako bi ti podaci imali smisla. Npr. tvrtke koje koriste GIS za logističke operacije, imaju manje troškove zbog optimizacije ruta, ali su ipak potrebni određeni troškovi da GIS sustav odredi te rute. Također, velike količine podataka može izazvati probleme kod analize zbog složenosti podataka.

**3. Skupo prikupljanje podataka** - da bi se podaci prikupili putem GIS sustava gledajući na „duge staze“ ponekad nisu svi podaci korisni, ali su potrebni za analizu i pohranu.

**1. Blockchain sustavi** - manje su skloni ljudskim pogreškama, jer pohranjivanje podataka i manipulacija ne zahtijevaju ljudski unos. GIS upravljani sustavi integrirani su s mogućnošću blockchaine kako bi se operacije mogle nastaviti čak i kada se dogodi kibernetički napad.<sup>34</sup>

**2. Otvoreni prostorni podaci** - putem neograničenog i besplatnog pristupa geoprostornim podacima koje prikuplja zajednica geoprostornih analitičara se potiče na inovacije te time dolazi do ušteda troškova.<sup>36</sup>

**3. GIS za „direct market“** - mogućnost putem procesa segmentacije da se identificira skupina kupaca te kategorizira prema zajedničkim karakteristikama. GIS baza omogućuje integraciju zemljopisnih, kupovnih i demografskih karakteristika potrošnje u modele koji točno

**1. Cyber security problemi** - sustavi su ranjivi s obzirom na sigurnosne prijetnje jer je moguća krađa podataka, time se dolazi do određenih poremećaja u sustavima te je prisutna mogućnost dolaska do netočnih informacija.

**2. Skupi sustav** - GIS sustav trenutno na tržištu je prilično skupi sustav, potrebno je osim skupog softvera i hardvera angažirati i skupe obrazovane zaposlenike koje nije lako pronaći.

**3. Integracija s tradicionalnim kartama nije lagana** - integracija je i snaga i prijetnja GIS-u u logistici s obzirom da je GIS složen od kompliciranih struktura karata i informacija te postoje problemi u integraciji s tradicionalnim kartama, a koje su potrebne kako bi se mogle

logistički centar te se onda spajaju njihove baze podataka. Integracija se često pojavljuje kada se poveća obujam podataka te dolazi do potrebe dijeljenja tih podataka.

segmentiraju svoje klijente.

dobiti važne informacije.

#### **4. Širok izbor oblika vizualizacije kao npr. karte, izvješće, globusi**

za vizualizacije se koriste popularni softveri otvorenog koda npr. ArcGIS, InstantAtlas, GeoDa, MapWindow, Tableau... ti alati su prilagođeni softveru te se temelje na velikim podacima kako bi se izgradili sustavi orijentirani na lokaciju i grafičke radove. Postoji mogućnost također da Big Data igra veliku ulogu u vizualizaciji.<sup>37</sup>

#### **4. Dugo trajanje procesa**

- kako bi se podaci prikupili, pohranili i analizirali putem sustava GIS potrebno je određeno vrijeme. Sam proces može dosta dugo trajati da se dobiju određene informacije zbog veličine dostupnih podataka koje su povezane s podacima, koje smo prikupili i pohranili.

#### **4. 3D GIS**

- poboljšano prikupljanje i analiza podataka gdje se uključuje z-vrijednost u mapiranje - mogućnost dodavanja određenih podataka kao npr. visina te drugih slojeva informacija.<sup>38</sup>

#### **4. Slučaj kvara**

- GIS sustav se sastoji od složenih komponenti te u slučaju kvara (internog kvara) može dovesti do štete kojoj treba dugo vremena da se popravi i da se vrati u optičaj.

<sup>34</sup> Zhuang P, Zamir T, Liang H. Blockchain for Cybersecurity in Smart Grid: A Comprehensive Survey. IEEE Trans Ind Inf. 2021 Jan;17(1):3–19.

<sup>35</sup> Types of geodatabase, online: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm> (20.08.2022.)

<sup>36</sup> Using Open Spatial Data: Key Things To Consider, 2020., online: <https://ngis.com.au/Newsroom/Using-open-spatial-data-key-things-to-consider> (20.08.2022.)

<sup>37</sup> Ki,J, 2018.,GIS and Big Data Visualization, online: <https://www.intechopen.com/chapters/64243> (22.08.2022.)

<sup>38</sup> 3D GIS, online: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/3d-gis/overview> (23.08.2022.)



**5. Ušteda troškova** - bolje provođenje ili poboljšanje u misiji npr. tvrtka Sears je implementirala GIS u svoje logističke operacije te time značajno smanjila vrijeme otpremnicima da izrade rute za svoje kamione za kućnu dostavu, a time je i povezano smanjenje emisije jer se uštedilo 12% do 15% vremena na boljoj ruti.<sup>39</sup>

**5. Problem sa simulacijom** - S obzirom da GIS sustav sastavlja kompleksne nizove podataka potrebna je posebna analiza za te podatke da bi se razumjeli, te je teško stvoriti simulaciju podataka ili informaciju snimiti u GIS sustav.

**5. Unutarnji geografski informacijski sustav** - geoprostorni je sustav za stvaranje, analizu, upravljanje i mapiranje podataka u zatvorenim prostorima te služi za analizu o operacijama sustava iznutra, npr. logističkog centra kako bi se postigla veća učinkovitost.<sup>40</sup>

**5. Nemogućnost izvršenja određenih podataka** - nemogućnost da dođe do nepotpunih informacija iz razloga što se neki prostorni podaci ne mogu analizirati zbog složenosti strukture podataka čime dolazi do opasnosti u određenim logističkim operacijama.

Izvor: izradila studentica

<sup>39</sup> Artz, M., 2009., Top Five Benefits of GIS, online: <https://gisandscience.com/2009/09/14/top-five-benefits-of-gis/> (25.08.2022.)

<sup>40</sup> Indoor GIS, online: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/indoor-gis/overview> (25.08.2022.)

## 6. ZAKLJUČAK

Sagledavajući sve aspekte, logistika se značajno razvijala kroz povijest. U početku se važnost logistike nije niti primjećivala do tek nedavno, u zadnjih par desetljeća. Važnost logistike se očitava i u ekonomiji kao i u poduzećima gdje logistička industrija svake godine raste sve više. Troškovi su jedna od glavnih “briga” današnjeg svijeta i poduzeća. Putem troškova poduzeća odlučuju kako će poslovati. Prema istraživanjima, troškovi prijevoza sačinjava najveći dio logističkih troškova. Kako bi se smanjivali troškovi, poduzeća traže razna rješenja, a jedno od rješenja je i geografski informacijski sustav.

Razvojem IT sektora primjena geografskog informacijskog sustava je sve veća. Ovim se sustavom povezuje mogućnost informatičke obrade i pohrane velikog broja podataka sa njihovim prostornim smještajnim podacima iskazanim kao geografske koordinate. Primjena i koristi od podataka dobivenih GIS-om su toliko velike da u nekim državama postoje i kolegiji s nazivom “geografski informacijski sustav” kako bi se GIS u budućnosti što više primjenjivao, u što više područja i kako bi se obrazovali kadrovi sposobni da maksimalno iskoriste dobrobiti ovog sustava.

Nastanakom geografskog informacijskog sustava (GIS) olakšale su se mnoge problematike u svijetu, od pomaganja pri ekološkim problemima do problema unutar poduzeća. Njegova važnost se unutar logistike očituje putem logističkih centara, gdje GIS služi za odabir industrijske lokacije, koja je glavni ključ pri smanjivanju troškova poduzeća te pri izradi strategije određene lokacije. Iako je GIS ključan pri pomaganju i olakšavanju problema, on također ima i određene negativne strane koje smo razradili u SWOT analizi. Kako bi se mogli koristiti GIS sustavom, potrebno je određeno znanje, da bi rezultate mogli protumačiti i dalje analizirati. Također netko mora prikupiti te podatke gdje je potrebno dosta vremena za samo prikupljanje. Naravno, GIS smanjuje troškove, ali i sam proces pohrane iziskuje određene troškove čime stvara jedan negativni efekt. S druge strane opet dolazimo do mogućeg smanjenja troškova putem otvorenih prostornih podataka gdje se omogućuje neograničeni pristup svima i gdje dolazi do prikupljanja različitih geoprostornih podataka.

Njegova povezanost s ostalim novim tehnološkim i modernim aplikacijama ostavlja velike mogućnosti za napredak. Implementaciji GIS-a je u svakom gospodarskom sustavu potrebno pristupiti ozbiljno jer su njegove mogućnosti primjene sve razvijenije i nije moguće razviti moderni gospodarski sustav bez korištenja GIS-a.

Primjena GIS-a prikazana je na primjeru poduzeća kao FedEx i UPS. Kao što je spomenuto u radu, cilj njihovog poslovanja je zadovoljavanje želja kupaca i postizanje bolje

produktivnosti, GIS im smanjuje troškove, pronalaskom boljih ruta te uštedom goriva, GIS također pomaže i pri sigurnosti zaposlenika.

U budućnosti GIS će se još više razvijati na način da će se koristiti standardizirane mape podataka iz pojedinih područja koje će korisnici kao pakete ažuriranih podataka koristiti u svojim softverima, a zatim ih nadopunjavati sa specifičnim podacima prema svojim potrebama. Mape se automatski ažuriraju iz raznovrsnih izvora. Primjerice novi podaci o gustoći prometa kao standardizirana mapa podataka se implementiraju i ažuriraju kod nekog korisnika GIS-a, pa nije potrebno imati mjerača koji mjeri i unosi podatke već se automatski svi podaci nadopunju i stvaraju jednu komponentu GIS-a. Poduzećima je to od velike koristi radi uštede jer nema potrebe za dodatnim poslom, u ovom slučaju, mjerača gustoće prometa.

Sve šira primjena GIS-a pospješuje dostupnost podataka i lakše korištenje u svim područjima ljudske aktivnosti.

## LITERATURA

### 1) KNJIGE

1. Rushton, A., Baker, P., Croucher, P.: The Handbook of Logistics and Distribution Management, 1989.
2. Zelenović, D., The Design of Production Systems, 2nd ed., Novi Sad (Serbia): Faculty of Technical Sciences, 2003.

### 2) ČLANCI U ČASOPISIMA

1. Žak, J., & Węgliński, S. 2014, The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology. Transportation Research Procedia, 3, 555 – 564.
2. Rikalović, A., Ignjatić, J., Soares, G. 2018, “Spatial analysis of logistics center location: A comprehensive approach
3. Bolstad, P. 2002, GIS Fundamentals. Minnesota (USA): Eider Press.
4. Pašagić-Škrinjar, J., Rogić, K., & Stanković, R. 2012, Location of Urban Logistic
5. Terminals as Hub Location Problem, Promet – Traffic&Transportation, 25(5), 433-440.
6. Worral, L. 1991, Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems. London (UK): Belhaven Press.
6. Beaumont, J. R. 2000, GIS and Market Analysis. Geographical Information Systems – Principles and Application, New York: Longman Scientific& Technical and Wiley.
7. Zhuang P, Zamir T, Liang H. Blockchain for Cybersecurity in Smart Grid: A Comprehensive Survey. IEEE Trans Ind Inf. 2021 Jan;17(1):3–19.

### 2) ONLINE ČLANCI

1. Rikalović, A., Ćosić, I., Lazarević Dj. 2014, The role of GIS in industrial location analysis. Proceedings of the XVI International Scientific Conference on Industrial Systems (IS'14), online: <http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/conferences/is14/> (10.07.2022.)

### 3) INTERNETSKI IZVORI (ELEKTRONIČKI IZVORI INFORMACIJA)

1. Why logistics is important in today's economy, online: <https://www.masterslogistical.co.uk/logistics-important-todays-economy> (03.07.2022.)
2. Logistics and the Economy, online: <https://logistics.org.uk/campaigns/logistics-and-the-economy> (03.07.2022.)
3. Heskett, J., Logistics-Essential to Strategy, 1977., online: <https://hbr.org/1977/11/logistics-essential-to-strategy> (05.07.2022.)
4. What is GIS, online: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview> (28.08.2022.)
5. GIS Data Models, online: <https://transportgeography.org/contents/methods/geographic-information-systems-transportation/gis-data-models/> (06.07.2022.)
6. What is GIS?, online: <https://www.highpointnc.gov/DocumentCenter/View/1900/What-is-GIS-PDF?bidId=#:~:text=A%20working%20GIS%20integrates%20five,data%2C%20people%2C%20and%20methods.&text=Hardware%20is%20the%20computer%20on,stand%2Dalone%20or%20networked%20configurations.> (05.07.2022.)
7. Kanickaraj, L., 2018., Geographic Information Systems (GIS) Defined, online: <https://www.arcweb.com/blog/geographic-information-systems-gis-defined> (05.07.2022.)
8. Components of Geographic Information System (GIS), online: <https://classhall.com/lesson/components-of-geographic-information-system-gis/> (05.07.2022.)
9. Subhas, M., Sambrani, V. 2009., Geographic Information System (GIS) and Supply Chain Management (SCM) – A Manager's Perspective, online: <https://www.esri.in/~media/esri-india/files/pdfs/events/uc2009/papers/INF6.pdf> (07.07.2022.)
10. Upadhyay, A., 2019., GIS in Logistics, online: <https://www.igismap.com/gis-in-logistics/> (08.07.2022.)
11. Shaw, S., Rodrigue, J. P. 2020., Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T), online: <https://transportgeography.org/contents/methods/geographic-information-systems-transportation/> (10.07.2022.)

12. FedEx Company Information, online: <http://www.fedex.com/gm/about/company-info/> (12.07.2022.)
13. Haas, J., McLeod, J., Dezemplen, R., Conger R., 2010., Using GIS in Strategic Planning at FedEx Express, online: [https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc10/uc/papers/pap\\_1520.pdf](https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc10/uc/papers/pap_1520.pdf) (15.07.2022.)
14. On the Go FedEx GIS Tracking Operations, online: [https://www.esri.com/~media/files/pdfs/industries/retail/pdfs/fedex\\_flr.pdf](https://www.esri.com/~media/files/pdfs/industries/retail/pdfs/fedex_flr.pdf) (21.07.2022.)
15. United Parcel Service, 2022., online: <https://www.forbes.com/companies/united-parcel-service/?sh=7b47ede372da> (25.07.2022.)
16. Geospatial Technology Turns Supply Chain Data into Knowledge, 2017., online: <https://blogs.lt.vt.edu/bit5494/2017/04/25/geospatial-technology-turns-supply-chain-data-into-knowledge/> (25.07.2022.)
17. Peterdy, K., 2022., SWOT Analysis, online: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/strategy/swot-analysis/> (25.07.2022.)
18. Kenton, W., 2022., SWOT Analysis: How To With Table and Example, online: <https://www.investopedia.com/terms/s/swot.asp> (26.07.2022.)
19. Types of geodatabase, online: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/types-of-geodatabases.htm> (20.08.2022.)
20. Using Open Spatial Data: Key Things To Consider, 2020., online: <https://ngis.com.au/Newsroom/Using-open-spatial-data-key-things-to-consider> (20.08.2022.)
21. Ki.J, 2018.,GIS and Big Data Visualization, online: <https://www.intechopen.com/chapters/64243> (22.08.2022.)
22. 3D GIS, online: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/3d-gis/overview> (23.08.2022.)
23. Artz, M., 2009., Top Five Benefits of GIS, online: <https://gisandscience.com/2009/09/14/top-five-benefits-of-gis/> (25.08.2022.)
24. Indoor GIS, online: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/indoor-gis/overview> (25.08.2022.)

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. Tok logistike za FMCG proizvođača .....	5
Slika 2. Geografski modeli (Vektor i Raster).....	10
Slika 3. Prikaz 5 komponenti GIS-a .....	12
Slika 4. Mikro lokacija (urbani plan).....	19
Slika 5. Prikaz mikro i makro lokacije.....	19
Slika 6. Geografski informacijski sustav i transport.....	21

## **POPIS SHEMA**

Shema 1. Prikaz SWOT Analize GIS-a u logistici .....	29
--	----