

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
Географски факултет

**Александар Д. Ђорђевић**

**КАРТОГРАФСКО МОДЕЛОВАЊЕ  
ИНФРАСТРУКТУРНИХ СИСТЕМА  
У ПРОСТОРНОМ ПЛАНИРАЊУ**

докторска дисертација

Београд, 2013.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
Faculty of Geography

**Aleksandar D. Đorđević**

**CARTOGRAPHIC MODELING  
OF INFRASTRUCTURE SYSTEMS  
IN SPATIAL PLANNING**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013.

**Ментор:**

Др Весна Иконовић, доцент  
Универзитет у Београду  
Географски факултет

**Чланови комисије:**

1. Др Богдан Лукић, доцент  
Универзитет у Београду  
Географски факултет

2. Др Иван Несторов, ванредни професор  
Универзитет у Београду  
Грађевински факултет

Датум одбране докторске дисертације: \_\_\_\_\_  
Београд

**ДОКТОРАТ ПРОСТОРНОГ ПЛАНИРАЊА**

# **КАРТОГРАФСКО МОДЕЛОВАЊЕ ИНФРАСТРУКТУРНИХ СИСТЕМА У ПРОСТОРНОМ ПЛАНИРАЊУ**

## **РЕЗИМЕ**

Сврхисходно предмету и циљу истраживања, на темељу релевантних теоријских и методолошких поставки савременог просторног планирања, картографије и њених дисциплина, уз уважавање принципа географских информационих система, у раду су утврђени и научно образложени савремени концепти картографског моделовања инфраструктурних система у просторном планирању и дефинисан је алгоритам картографског моделовања инфраструктурних система у просторном планирању. Приказан је и физички модел података инфраструктурних система за потребе израде рефералне карте инфраструктурних система ГИС технологијом.

Рад указује на неопходност унапређивања теорије и праксе просторног планирања у Србији, омогућавајући повезивање и интегрисање сектора просторног планирања, картографије и географских информационих система. Рад има карактер мултидисциплинарног истраживања, нарочито када се у значајнијој мери мења организационо-техничко-технолошки контекст на глобалном нивоу, као што је то случај данас.

Представљени су резултати истраживачког рада заснованог на признатим методама. У складу са постављеним хипотезама и природом постављеног проблема и његових карактеристика, а имајући у виду да се ради о интердисциплинарном (просторно планерском) и примењеном истраживању коришћени су дедуктивни метод, индуктивни метод, картографске методе, као и принципи општих научних метода, у првом реду метода моделовања. Примењене су и друге методе као што су метод анализе и синтезе. Аналитичким методолошким поступком посматрани су поједини елементи картографских модела, а синтезним дефинисани модели њихове квалитетније будуће примене: дефинисање и класификовање, компаративни метод, картографски метод,

моделовање, системска анализа, функционална анализа, временска и просторна корелација.

У раду су постављене следеће хипотезе: Адекватно картографско моделовање инфраструктурних система у процесу израде просторних планова значајно унапређује процес имплементације просторних планова и чини квалитетнијим процес доношења одлука. Из основне хипотезе развијене су две секундарне хипотезе које се односе на подизање ефикасности процеса израде картографских прилога и значај картографског моделовања на укупни квалитет просторног плана. Прва секундарна хипотеза гласи: Квалитетно картографски моделовани инфраструктурни системи у просторним плановима употребом ГИС-а или других алата, који подржавају дигиталну картографију омогућавају ефикаснију даљу разраду просторних планова кроз израду програма развоја инфраструктурних система. Друга секундарна хипотеза гласи: Погрешно картографски моделовани инфраструктурни системи у просторним плановима доводе до неадекватних тумачења просторног плана и отежавају даљи процес планирања и имплементацију плана.

У теоријско-методолошком смислу рад сагледава савремене концепте картографског моделовања инфраструктурних система у просторном планирању, разматра проблематику креирања аналогних и дигиталних рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима, могућности њиховог унапређивања и стандардизације као и ефекте који из тога произилазе.

Рад инсистира на даљем повезивању, обликовању, моделирању и креативној синтези приступа картографског моделовања, унапређењу приступа креирању рефералних карата у просторним плановима а посебно картографском моделовању инфраструктурних система у просторном планирању. Истовремено указује на основне појмове које је потребно дефинисати, политике које треба прописати, нивое размене података које треба успоставити, трошкове и користи које треба очекивати, институције које треба ангажовати и/или реструктурирати у

систему планирања у Србији и управљања простором са циљем унапређења квалитета простора и постојеће праксе просторног и урбанистичког планирања.

Дефинисана је нова методологије креирања аналогних и дигиталних рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима, препоруке за избор оптималних знакова и смернице за даље унапређивање и истраживање картографског метода. Предложен је метамодел, односно прототип стандардизованог модела базе података и стандардизованог кључа картографских знакова примењивих у рефералним картама у просторним плановима.

Кључне речи: просторно планирање, картографија, инфраструктурни системи

Научна област: просторно планирање

УДК: 71

# **CARTOGRAPHIC MODELING OF INFRASTRUCTURE SYSTEMS IN SPATIAL PLANNING**

## **SUMMARY**

In this paper we identified and scientifically explained modern concepts of cartographic modeling of infrastructure systems in spatial planning and we defined the algorithm of cartographic modeling of infrastructure systems in spatial planning, all in accordance with the subject and purpose of this research, on the basis of relevant theoretical and methodological postulates of modern spatial planning, cartography and its disciplines, taking into account the principles of geographic information systems.

This paper indicates that it is necessary to improve on the theory and practice of spatial planning in Serbia, by enabling that the sectors of spatial planning, cartography and geographic information systems be linked and integrated. The paper has the character of a multidisciplinary research, particularly since the organizational, technical and technological context is going through significant changes on a global level, as is the case these days.

We presented the results of research work based on well recognized methods. In accordance with the existing hypotheses and the nature of the problem in question and its characteristics, while also having in mind that it is an interdisciplinary (relating to spatial planning) and applied research, we used the deductive method, the inductive method, cartographic methods, as well as the principles of common scientific methods, primarily the modeling method. We also applied other methods such as the method of analysis and synthesis. We used analytical methodological approach to observe certain elements of cartographic models and the synthesis approach to define the models of their improved future use: defining and classifying, comparative method, cartographic method, modeling, system analysis, functional analysis, time and spatial correlation.

The following hypothesis were set in this paper: Adequate cartographic modeling of infrastructure systems during the process of producing spatial plans significantly improves the implementation process of spatial plans and makes the decision making process better. Two secondary hypotheses were derived from this basic hypothesis and

they are related to improving the efficiency of the making process of cartographic supplements and the importance of cartographic modeling on the overall quality of the spatial plan. The first secondary hypothesis states that adequate cartographically modeled infrastructure systems in spatial plans, obtained with the use of GIS or other tools, and which support digital cartography, enable a more efficient further elaboration of spatial plans through creating the infrastructure system development program. The second secondary hypothesis states that bad cartographically modeled infrastructure systems in spatial plans lead to inadequate interpretations of the spatial plan and aggravate further planning and implementation of the plan.

In the theoretical-methodological sense, this paper analyzes modern concepts of cartographic modeling of infrastructure systems in spatial planning, it considers the problems of creating analog and digital referral maps of infrastructure systems in spatial plans, the possibilities for its improvement and standardization, as well as the effects stemming from all this.

Next, the paper insists on further linking, shaping, modeling and the creative synthesis of cartographic modeling approaches, on the improvement of the approach to creating referral maps in spatial plans and particularly on the cartographic modeling of infrastructure systems in spatial planning. At the same time, it identifies the basic terms that need to be defined, policies to be introduced, levels of data exchange to be established, costs and benefits to be expected, institutions to be engaged and/or reorganized in the system of planning in Serbia and the management of space with an aim of improving the quality of space and the existing practices in the area of spatial and urban planning.

We defined a new methodology of creating analog and digital referral maps of infrastructure systems in spatial plans, recommendations for choosing optimal signs and guidelines for further improvement and exploration of the cartographic method. We proposed a meta-model, i. e. a prototype of a standardized database model and a standardized key for cartographic signs applicable in referral maps and spatial plans.



Key words: spatial planning, cartography, infrastructure systems

Academic field: spatial planning

UDK: 71

|  |    |
|--|----|
| <b>I УВОДНА РАЗМАТРАЊА</b>   |    |
| Увод   | 1  |
| Предмет, карактер и циљеви истраживања   | 7  |
| Хипотезе   | 9  |
| Методе истраживања   | 10 |
| <br>   |    |
| <b>II КАРТОГРАФСКО МОДЕЛОВАЊЕ<br/>ИНФРАСТРУКТУРНИХ СИСТЕМА<br/>У ПРОСТОРНОМ ПЛАНИРАЊУ</b>                          | 12 |
| <br>   |    |
| <b>2.1. Модели у картографији</b>  | 12 |
| <b>2.2. Класификација модела</b>   | 15 |
| <b>2.3. Метод моделовања</b>   | 17 |
| <b>2.4. Реферална карта у просторном плану као модел</b>   | 20 |
| 2.4.1. Дигитални модел података као основ за израду<br>дигиталних рефералних карата                                | 20 |
| 2.4.2. Моделовање података   | 22 |
| 2.4.3. Просторни модел података  | 25 |
| 2.4.4. Концептуални модел података   | 26 |
| 2.4.5. Логички модел података  | 27 |
| 2.4.6. Физички модел података  | 28 |
| <b>2.5. Топологија</b>   | 29 |
| <b>2.6. Картографско моделовање инфраструктурних система<br/>у просторном планирању</b>                            | 35 |
| <b>2.7. Алгоритам картографског моделовања<br/>инфраструктурних система у просторном планирању</b>                 | 39 |
| <b>2.8. Физички модел података инфраструктурних система<br/>за потребе израде рефералне карте ГИС технологијом</b> | 39 |
| <br>   |    |
| <b>III ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ ПРОБЛЕМА<br/>ИНФРАСТРУКТУРНИ СИСТЕМИ</b>   | 44 |
| <br>   |    |
| <b>3.1. Појам и дефиниције инфраструктуре</b>  | 45 |
| <b>3.2. Појам и дефиниције система</b>   | 47 |
| <b>3.3. Класификација објеката и мрежа инфраструктуре</b>  | 50 |
| <b>3.4. Основне карактеристике инфраструктурних система</b>  | 53 |
| 3.4.1. Међузависност инфраструктурних система  | 55 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.4.2. Агрегираност инфраструктурних система   | 57         |
| 3.4.3. Инфраструктура као праг развоја простора  | 58         |
| <b>3.5. Насељски и регионални инфраструктурни системи</b>                                    | <b>60</b>  |
| <b>3.6. Значај просторне и временске усклађености развоја инфраструктурних система</b>       | <b>62</b>  |
| <b>3.7. Јавна и приватна инфраструктура</b>  | <b>63</b>  |
| <b>3.8. Инфраструктура и одрживи развој</b>  | <b>67</b>  |
| 3.8.1. Утицај инфраструктуре на животну средину  | 69         |
| <b>3.9. Улога инфраструктуре у развоју простора</b>  | <b>75</b>  |
| <b>3.10. Планирање, имплементација планова и рефералне карте</b>                             | <b>79</b>  |
| <b>3.11. Планирање инфраструктурних система</b>  | <b>82</b>  |
| <b>3.12. Инфраструктура као инструмент имплементације просторних и урбанистичких планова</b> | <b>84</b>  |
| <b>3.13. Програмирање инфраструктурних система</b>   | <b>86</b>  |
| <b>3.14. Инфраструктурни системи на рефералним картама у просторним плановима</b>            | <b>93</b>  |
| <br>   |            |
| <b>IV ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ ПРОБЛЕМА КАРТОГРАФСКОГ МОДЕЛОВАЊА</b>                               | <b>99</b>  |
| <b>4.1. Карта, тематска карта и реферална карта</b>  | <b>112</b> |
| <b>4.2. Сврха рефералних карата</b>  | <b>115</b> |
| <b>4.3. Ограничења рефералних карата</b>   | <b>116</b> |
| <b>4.4. Процес креирања рефералне карте</b>  | <b>117</b> |
| <b>4.5. Дизајн рефералне карте и његов значај</b>  | <b>130</b> |
| 4.5.1. Јасност   | 132        |
| 4.5.2. Редослед  | 132        |
| 4.5.3. Равнотежа карте   | 132        |
| 4.5.4. Контраст  | 135        |
| 4.5.5. Целовитост  | 135        |
| 4.5.6. Хармонија   | 136        |
| 4.5.7. Правила и конвенције  | 136        |
| 4.5.8. Интелектуална и визуелна хијерархија  | 136        |
| 4.5.9. Ограничења дизајна  | 137        |
| <b>4.6. Састављање рефералне карте</b>   | <b>138</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 4.6.1. Облик планског подручја   | 139        |
| 4.6.2. Наслов на рефералним картама  | 139        |
| 4.6.3. Легенда на рефералним картама   | 140        |
| 4.6.4. Размер на рефералним картама  | 140        |
| 4.6.5. Оријентација рефералних карата  | 144        |
| 4.6.6. Карте у картама   | 145        |
| 4.6.7. Додатни текст и илустрације на рефералним картама   | 147        |
| 4.6.8. Оквир на рефералним картама   | 147        |
| <b>4.7. Испис на рефералним картама</b>  | <b>148</b> |
| <b>4.8. Генерализација на рефералним картама</b>   | <b>151</b> |
| 4.8.1. Селекција   | 152        |
| 4.8.2. Поједностављивање   | 153        |
| 4.8.3. Поравнавање   | 154        |
| 4.8.4. Груписање   | 154        |
| 4.8.5. Класификација   | 154        |
| 4.8.6. Увећавање   | 154        |
| 4.8.7. Премештање  | 155        |
| 4.8.8. Симбологизација   | 155        |
| <b>4.9. Провера и евалуација пред објављивање рефералне карте</b>                                    | <b>155</b> |
| <b>4.10. Власништво над картом и етика</b>   | <b>156</b> |
| <br>   |            |
| <b>V БОЈА, МЕТОД БОЈА И БОЈА КАО ИЗРАЖАЈНО СРЕДСТВО НА РЕФЕРАЛНИМ КАРТАМА У ПРОСТОРНИМ ПЛАНОВИМА</b> | <b>158</b> |
| <b>5.1. Појам и природа боје</b>   | <b>160</b> |
| <b>5.2. Основне карактеристике боје</b>  | <b>161</b> |
| <b>5.3. Адитивни и субтрактивни модел боја</b>   | <b>162</b> |
| <b>5.4. Системи за спецификацију боје</b>  | <b>164</b> |
| <b>5.5. CMYK и RGB системи спецификације боја</b>  | <b>166</b> |
| <b>5.6. Боја на рефералним картама у просторним плановима</b>  | <b>170</b> |
| 5.6.1. Асоцијативност и конотације боје  | 173        |
| <b>5.7. Црна и бела и њихова примена на рефералним картама</b>                                       | <b>174</b> |
| <b>5.8. Интеракција, естетика и хармонија боја</b>   | <b>176</b> |

|   |     |
|---|-----|
| <b>5.9. Примена метода боја на рефералним картама у просторним плановима</b>                  | 178 |
| <b>5.10. Боја као картографско изражајно средство на рефералним картама</b>                   | 180 |
| <b>VI ЗНАК, МЕТОД ЗНАКОВА И ЗНАК КАО ИЗРАЖАЈНО СРЕДСТВО НА КАРТАМА У ПРОСТОРНИМ ПЛАНОВИМА</b> | 184 |
| <b>6.1. Картографски знаци на рефералним картама у просторним плановима</b>                   | 188 |
| <b>6.2. Облик, континуитет и локација геопросторних појава</b>                                | 199 |
| <b>6.3. Нивои класификације географских података</b>  | 201 |
| <b>6.4. Визуалне варијабле картографских знакова</b>  | 205 |
| <b>6.5. Одабир и дизајн знакова</b>   | 215 |
| <b>6.6. Препоруке и смернице за примену знакова на рефералним картама</b>                     | 217 |
| 6.6.1. Обрада и обједињавање векторизованог садржаја  | 222 |
| 6.6.2. Коришћење знакова за приказ тачкастих објеката, појава и процеса                       | 224 |
| 6.6.3. Коришћење знакова за приказ линијских објеката, појава и процеса                       | 224 |
| 6.6.4. Коришћење знакова за приказ површинских објеката, појава и процеса                     | 226 |
| 6.6.5. Представљање недефинисаних појава и преклапања   | 227 |
| 6.6.6. Коришћење знакова за приказ квалитативних карактеристика                               | 227 |
| 6.6.7. Коришћење знакова за приказ квантитативних карактеристика                              | 228 |
| 6.6.8. Коришћење пропорционалних знакова  | 231 |
| 6.6.9. Коришћење тродимензионалних знакова  | 234 |
| <b>6.7. Проблеми приликом примене знакова</b>   | 235 |
| 6.7.1. Позиционирање знакова  | 235 |
| 6.7.2. Преклапање знакова   | 236 |
| <b>VII ЗАКЉУЧАК</b>   | 237 |
| <b>ЛИТЕРАТУРА</b>   |     |
| <b>ПРИЛОЗИ</b>  |     |
| <b>БИОГРАФИЈА АУТОРА</b>  |     |

## СПИСАК ТАБЕЛА

- Табела II-1: Неке од могућих релација између класа просторних објеката  
Табела III-1: Класификација објеката и водова инфраструктуре по просторно техничким карактеристикама  
Табела IV-1: Поступци у процесу генерализације  
Табела V-1: Преглед фактора који утичу на графичку оптерећеност тематске карте приликом примене боја  
Табела VI-1: Број РВА, ИРА и ИВА подручја по областима у Србији  
Табела VI-2: Шема представљања знакова као основа за израду њиховог статистичког прегледа у односу на врсте тематских карата из просторних планова  
Табела VI-3: Пример шеме представљања знакова  
Табела VI-4: Тумачење ИД кода КААС010Т001  
Табела VI-5: Визуалне варијабле и начини примене према Бертину

## СПИСАК СЛИКА

- Слика II-1: Прикупљање, обрада и управљање подацима о простору  
Слика II-2: Концептуални модел података  
Слика II-3: Израда физичког модела података  
Слика II-4: Приказ тополошких правила дефинисаних у ArcGIS софтверу компаније ESRI  
Слика III-1: Шема типова мрежа према морфологији према Жегарцу  
Слика III-2: Процес планирања инфраструктурних система према Григу  
Слика III-3: Врсте планирања инфраструктуре према Григу  
Слика III-4: Петогодишњи и годишњи ПРОГРАМ  
Слика IV-1: Однос између ГИС-а, компјутерски подржаног дизајна, рачунарске картографије, управљања базама података и даљинске детекције  
Слика IV-2: Пирамида вештина  
Слика IV-3: ДиБиазов модел разлика између визуалне замисли и визуалне комуникације  
Слика IV-4: Мек Ејкренов модел визуализације  
Слика IV-5: Фазе израде карте  
Слика IV-6: Визуелни центар странице је незнатно изнад стварног центра  
Слика IV-7: Промене у равнотежи карте у зависности од распореда елемената – крајња десна карта има најбољу равнотежу  
Слика IV-8: Јединство елемената карте уз истовремену независност  
Слика IV-9: Одабир размерника у софтверу ArcMap 10.1  
Слика IV-10: На примеру територије Града Београда и градске општине Сопот уочава се разлика у нивоу детаљности и степену генерализације у зависности од врсте плана и размере  
Слика IV-11: Одабир ознаке за север у софтверу ArcMap 10.1  
Слика IV-12: Примена карте у карти  
Слика V-1: Електромагнетни и видљиви спектар  
Слика V-2: Одређивање таласне дужине  
Слика V-3: Адитивни (RGB) и субтрактивни (CMYK) модел боја

- Слика V-4: Одабир вредности боја у различитим колорним моделима у ESRI ArcGIS и AutoCAD софтверу
- Слика V-5: RGB и CMYK вредности исте боје
- Слика V-6: Саобраћајна инфраструктура на делу Рефералне карте Просторног плана подручја посебне намене специјалног резервата природе Увац у црно-белој техници и у боји
- Слика V-7: Ризици од природних непогода и технолошких удеса на делу тематске карте Просторног плана Републике Србије у црно-белој техници и у боји
- Слика V-8: Нијансу сиве перципирамо другачије у зависности од подлоге на којој се налази. Унутрашњи четвороугао је у сва три случаја исте боје
- Слика V-9: Сива скала (енг. gray scale) са кораком интензитета црне од 10%
- Слика V-10: Символи за црно-беле карте
- Слика VI-1: Нумерички приказ броја РВА, IPA и IVA подручја по областима у Србији (лево) и приказ просторне дистрибуције употребом знакова (десно)
- Слика VI-2: Пример универзалних знакова стоп и забрањен приступ који не захтевају интерпретацију и могу се тренутно разумети
- Слика VI-3: Представљање постојећих и планираних објеката, појава и процеса тачком, линијом и површином
- Слика VI-4: Моделовање површинских података и њихов картографски приказ
- Слика VI-5: Примери различитих тачкастих, линијских и површинских карактеристика путем номиналне скале вредновања
- Слика VI-6: Примери различитих тачкастих, линијских и површинских карактеристика путем ординалне скале вредновања
- Слика VI-7: Примери различитих тачкастих, линијских и површинских карактеристика путем интервалско-размерне скале вредновања
- Слика VI-8: Визуалне варијабле знакова
- Слика VI-9: Облик као визуална варијабла
- Слика VI-10: Категоризација знакова према Форесту и Кастнеру
- Слика IV-11: Пример библиотеке знакова у софтверу ArcGIS 10.1
- Слика VI-12: Јасноћа и провидност као визуелне варијабле
- Слика VI-13: Пример аутоматизованог исцртавања знакова на основу унапред дефинисаног алгорита у софтверу ArcGIS ver.10 (лево) и прерађено на српски језик накнадно (десно)
- Слика VI-14: Средња годишња количина падавина период 1971-2000
- Слика VI-15: Дефинисање симбологије за одређену класу објеката
- Слика VI-16: Примена визуалних варијабли за представљање квалитативних карактеристика линијских знакова на примеру карте саобраћајне инфраструктуре у Просторном плану општине Неготин
- Слика VI-17: Линије тока, могу да буду примењене за ординалну и интервалну класификацију
- Слика VI- 18: Одабир тежине и величине тачке одређује квалитет карте
- Слика VI-19: Код примене пропорционалних знакова важно је сачувати однос површина а не односе страница
- Слика VI-20: Код примене пропорционалних знакова важно је сачувати однос површина а не односе страница

# I УВОДНА РАЗМАТРАЊА

## Увод

Упоредо са развојем просторног планирања и унапређивањем методологије израде просторних планова дошло је до развоја у картографској науци и пракси и унапређивања методологије планирања инфраструктурних система. Разлике се најбоље могу уочити кроз картографске приказе тематских и рефералних карата у просторним и урбанистичким плановима, као и кроз еволуцију картографских приказа у осталим документима од значаја за планирање простора. У протеклих двадесет година дошло је до транзиције са традиционалних начина припреме картографских прилога у просторним плановима ка потпуно компјутеризованој и у одређеној мери аутоматизованој продукцији карата. Од средине XX века долази до значајних промена у технологији, врсти доступних података, примене сателитске технологије и широке примене интернета у последњим декадама века. Чланови тима за израду просторних планова, а посебно картографи (уколико их је било у тиму), постали су свесни утицаја картографских прилога на процес просторног планирања (припрема плана, нацрт плана, јавни увид, имплементација плана итд.), начине на који се они тумаче, даље користе, колики је њихов законодавни, етички, естетски и др. значај. Напредак технологије, укључујући ту сателитске снимке и напредак рачунарских технологија, најснажније је утицао на процес креирања тематских и рефералних карата у просторним плановима. Утицај поменутих фактора на начин израде карата, њихово коришћење, како ће их корисник перципирати, како ће креирати знакове и на који начин ће унапредити визуализацију променили су начин израде просторних планова, као и могућност њихове имплементације. Брзе промене на пољу хардвера и софтвера који подржавају целокупан процес израде просторног плана директно утичу на квалитет и брзину израде картографских прилога и константно се настављају увећавајући брзину којом се унапређују. Напредна и афирмисана планерска кућа, технолошки добро опремљена, до пре једне деценије данас би са својом, у то време, “софистицираном” опремом изгледала примитивно и тешко би успела да одговори на савремене захтеве који се постављају пред радни тим у процесу



израде просторног плана. Географски информациони системи, уплићући се у процес израде просторних планова, битно утичу на методологију израде планова али и на методологију израде тематских и рефералних карата.

Специфичну улогу у омогућавању функционисања простора имају инфраструктура и инфраструктурни системи. У складу са квалитетом и квантитетом учешћа инфраструктуре у процесу његовог функционисања, она се може посматрати као значајан подсистем простора који функционише у оквиру ширих система као што су природни, друштвени, економски, итд. Запостављање инфраструктуре, њеног просторног распореда, сложености, повезаности и усклађености са другим системима у оквиру организованог и уређеног простора изазива читав низ негативних последица на простор у коме се налази. Неадекватно управљање инфраструктуром на одређеном простору, односно лоше планирање, програмирање, изградња и одржавање, има негативне последице на многе аспекте функционисања и развоја простора.

Свеукупни технолошки напредак довео је до усложњавања раније релативно једноставних система и учинио их динамичнијим. Самим тим активности као што су планирање и реализација инфраструктурних система, праћење стања и промена система, анализа и управљање овим системима постале су сувише захтевне и превазишле су менталне капацитете човека. На другој страни, савремена технологија, напредни софтвери и хардвер, омогућавају да се врши ефикасна манипулација подацима и информацијама. Просторно и урбанистичко планирање захтевају велики, и стално растући број различитих података и информација. Даљи плански развој друштва захтева податке и информације на основу којих се могу донети благовремене и исправне одлуке о развоју простора. Бројна домаћа и инострана истраживања указују да за доношење одлука којима ће се правилно усмеравати развој простора, њихов квалитет и применљивост пресудан утицај има управо квалитет полазних података и информација о простору и постојећим садржајима и активностима у њему.

Кроз ефикасну манипулацију квалитетним информацијама управљање појединим системима, као што су инфраструктурни системи, подиже се на висок ниво. Битна

карактеристика инфраструктуре, њена прецизна и често непроменљива или тешко променљива просторна одређеност, омогућава да се објекти и мреже инфраструктурних система, као и догађаји и активности везани за њих прецизно лоцирају у простору. Могућност картирања њихове прецизно одређене локације, могућност придруживања читавог спектра података појединим картираним ентитетима, могућност ажурирања и приказивања промена локације или података у реалном времену пружају кориснику могућност доношења квалитетних одлука о управљању инфраструктуром. Ове могућности поседује и пружа дигитална картографија подржана географским информационим системима и напредним базама података.

Недостатак практичних решења и скроман ниво теоретских расправа о проблематици картирања инфраструктурних система за потребе просторног и урбанистичког планирања разлог су бављења овом проблематиком и повод за израду дисертације.

У теоријско-методолошком смислу рад сагледава савремене концепте картографског моделовања инфраструктурних система у просторном планирању. Разматрана је проблематика креирања аналогних и дигиталних рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима, могућности њиховог унапређивања и стандардизације као и ефекти који из тога произилазе. Кроз анализу конкретних примера израде рефералних карата у просторним плановима дат је приказ актуелног стања у пракси.

Сукобљавање искустава из праксе током рада на просторним плановима са теоретским поставкама, сазнањима и примерима из литературе омогућило је стално преиспитивање постављених теза. Кроз континуирано упоређивање домаћих и иностраних искустава и тимски рад стручњака, који раде на истој проблематици, омогућено је да се многа решења у правом тренутку коригују, односно да се пронађе оптимално решење за простор, за који је просторни план рађен. Оптимално решење подразумева, на једној страни, прегледну и јасну рефералну карту прилагођену карактеристикама простора и картираних

инфраструктурних система, а на другој, рефералну карту прилагођену корисницима - институцијама, службама и кадровима којима остаје на коришћење и даље тумачење. Тиме се указује на два изузетно битна својства рефералних карата која се морају у сваком тренутку рада на карти поштовати - потребу да карта буде оптимална за намену и простор за коју ће се користити и да буде усклађена са потребама и знањем крајњих корисника. Како је област истраживања у овом раду нова и релативно је непозната стручној и широј јавности, она се наслања на расположиве и скромне досадашње теоријске и практичне резултате из научних и стручних радова картографа, као и на научна и стручна искуства и објављене радове у области управљања, развоја и унапређења процеса планирања и програмирања развоја простора и инфраструктуре.

Рад представља допринос даљем повезивању, обликовању, моделирању и креативној синтези приступа картографском моделовању уопште, унапређењу приступа креирању рефералних карата у просторним плановима а посебно картографском моделовању инфраструктурних система у просторном планирању. Основу писања рада чине реализовани просторни планови од националног нивоа до нивоа локалне самоуправе као и одређени број других планова који поседују карактеристичне примере релевантне за истраживање. Рефералне карте креиране за потребе анализираних просторних планова доказују да заступана становишта у научно-истраживачком раду нису апстракција или фикција, већ имају своју практичну примену, оправданост и конкретну реализацију. Изнета искуства и закључци могу да послуже као пример за израду квалитетнијих и стандардизованих рефералних карата, и да посебно укажу на основне појмове које је потребно дефинисати, политике које треба прописати, нивое размене података које треба успоставити, трошкове и бенефите које треба очекивати, институције које треба ангажовати и/или реструктурирати у систему планирања у Србији и управљања простором са циљем унапређења квалитета простора и постојеће праксе просторног и урбанистичког планирања.

Допринос рада огледа се кроз бољу когницију инфраструктурних система и креирања структуриране базе знања над којом је могуће вршити бројне анализе из

домена наука и струка које се баве просторним планирањем (урбанизам, екологија, катастар, хидротехника, енергетика, телекомуникације, саобраћај итд.).

Поред наведеног, допринос представља дефинисање нове методологије креирања аналогних и дигиталних рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима, дефинисање препорука за избор оптималних знакова и дефинисање препорука и смерница за даље унапређивање и истраживање картографског метода, те стога представља изванредан метамодел, односно прототип стандардизованог модела базе података и стандардизованог кључа картографских знакова применљивих у рефералним картама у просторним плановима. Израда предлога унифицирања будућих рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима, заснована на анализи досадашње праксе израде карата али и савремене методологије планирања инфраструктурних система, даје валидну основу за даљу рационализацију и адекватно картографско моделовање инфраструктурних система у просторном планирању. Приказивање и анализа геопросторних података у различитим размерама, из различитих извора података прикупљених применом различитих технологија не омогућава целовит и униформан приказ простора. Недостатак универзалног приказа отежава примену и коришћење рефералних карата. Дефинисање стандарда води ка ефикаснијој презентацији и употреби података о простору уз испуњавање предуслова – обавезе придржавања стандарда како од стране оних који креирају податке тако и од стране оних који их користе. Основни смисао стандардизације јесте да се омогући интеграција података о простору са свим осталим подацима. Стандарди у области геоинформатике односе се на дефиниције, описе и управљање географским подацима, те уопште подацима о простору. Приликом развијања стандарда у области геопросторних података неопходно је, кад год је то могуће, узети у обзир садашње стандарде информационих технологија како би се постигла униформна и хомогена картографска презентација. Стандардизација у геоинформацијама потребна је ради успостављања хомогеног система прикупљана, израде, одржавања, презентације, преноса и размене просторних информација у дигиталном облику између различитих произвођача, корисника, система и локација.

Како је ова тема актуелна и до сада није обрађивана у домаћим научним истраживањима може се очекивати значајни научни допринос за даља истраживања и унапређивања како за процес просторног планирања инфраструктурних система тако и за процес планирања у целини и друге активности које захтевају картографско моделовање инфраструктурних система.

Рефералне карте инфраструктурних система приказане у овом раду као примери, усвојене су и, у већој или мањој мери, задовољавају потребе институција надлежних за имплементацију просторних планова. Рефералне карте, усвојене у аналогном облику или у дигиталном растерском облику није могуће даље дограђивати, кориговати, побољшавати и усавршавати. Стога је трајни задатак за картографе који су радили на њиховом креирању да се перманентно усавршавају и трагају за бољим решењима у складу са континуираним процесом планирања простора али и да уваже и анализирају искуства корисника карте приликом њихове употребе који треба картографима да укажу на проблеме, пропусте и на места за унапређивање.

Поштујући принцип од општег ка посебном, проблематика се обрађује у седам поглавља. Процес картографског моделовања објеката, појава и процеса захтева свеобухватно познавање принципа картографског моделовања али и детаљно познавање карактеристика истих док је опсежно теоријско разматрање инфраструктурних система, као и сагледавање актуелних теоријских и практичних трендова планирања инфраструктурних система неопходно како би се на адекватан начин приступило процесу њиховог картографског моделовања за потребе израде просторних планова.

У првом, уводном поглављу, разматрају се предмет, карактер и циљ истраживања, представљају постављене хипотезе и примењене методе истраживања. Кроз друго поглавље обрађен је процес картографског моделовања. Ово поглавље спада у домен решавања проблема и приказује конкретне примере рефералних карата и на приступачан и систематизован начин излаже предлоге и смернице за даље унапређивање квалитета рефералних карата. Инфраструктурни системи, њихово

планирање и значај за просторни развој обрађени су у трећем поглављу. У четвртом поглављу представљају се теоријске поставке проблема – разматрања о картографији, карти и картографском моделовању. Пето поглавље обрађује значај боја, метода боја и боје као картографског изражајног средства на рефералним картама у просторним плановима а у шестом поглављу обрађени су знак, метод знакова и знак као изражајно средство на рефералним картама у просторним плановима.

У закључку, заокружује се претходни садржај и обезбеђује целовит увид у постигнуте резултате, констатују се и дефинишу могућности унапређивања процеса планирања простора кроз допуњавање знања картографског моделовања инфраструктурних система. Такође, у последњем, седмом поглављу разматра се успешност доказивања на почетку постављених хипотеза. На крају рада дати су преглед референтне литературе и прилог.

### **Предмет, карактер и циљеви истраживања**

Основни предмет истраживања су рефералне карте у просторним плановима као део процеса планирања развоја инфраструктуре односно теоријско и практично разматрање постојећих и моделовање савремених рефералних карата инфраструктурних система прилагођених захтевима бројних корисника који оперишу са подацима и информацијама о инфраструктури и простору уопште. Акцент се ставља на анализу, начин примене, могућности и ограничења рефералних карата, са аспекта просторног и урбанистичког планирања и уређења простора односно планирања инфраструктурних система са освртом на њихов значај у процесу управљања простором. Осим разматрања рефералних карата истражују се и природа и карактер инфраструктуре као својеврсног подсистема простора.

Одређивање предмета истраживања непосредно се ослања на утврђивање карактера истраживања. Могућа су три случаја: теоријски, практични и комбиновани. За потребе рада прихваћена је трећа опција. Теоријски карактер се

огледа у теоријском објашњавању предмета рада на основу до сада постигнутих домаћих и иностраних резултата и искуства у овој области. Значајна је анализа до сада усвојених рефералних карата у просторним плановима.

Основни циљ истраживања јесте да се развију методе и створе основе за будући ефикасан, унифициран и поједностављен процес картографског моделовања инфраструктурних система у просторном планирању употребом географских информационих система и других алата који подржавају дигитално картирање. Анализирањем досадашње праксе израде карата, као и метода, модела и софтвера који су примењивани до сада, циљ рада је креирање новог оквира којим би се регулисала област израде картографских модела у просторном планирању. Кроз анализу досадашње праксе картографског моделовања инфраструктурних система у просторним плановима, и анализу значаја адекватног картографског моделовања ових система за ефикасно тумачење и имплементацију просторних планова треба да буде постигнут и секундарни циљ истраживања - да се просторним планерима и урбанистима, као и другим струкама које се баве просторним планирањем, а посебно планирањем инфраструктурних система укаже на значај квалитетног и тачног картографског моделовања у процесу израде просторних планова, као и на могућности и предности дигиталне картографије.

Посебан циљ истраживања је систематизовање досадашњих искустава у планирању инфраструктурних система и њиховим карактеристикама. Затим су ту испитивање и дефинисање значаја савремених рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима у односу на постојеће, претежно конвенционалне и статичке системе прикупљања, обраде и презентације информација и креирање аналогних карата. Стварање основе за будућу ефикаснију израду и лакшу примену рефералних карата у просторним плановима и последично ефикаснијих процеса управљања просторним развојем пре свега кроз ефикасно планирање простора и ефикасну алокацију ресурса на поједине инфраструктурне развојне програме, може се такође сматрати једним од циљева рада. Намера је, да се просторним планерима, картографима али и корисницима планова, прикаже и приближи методологија израде рефералних карата

инфраструктурних система, тешкоће и начини да се оне превазиђу, као и предности и користи које употреба стандардизованих база података и стандардизованог система знакова доноси. У раду су стога приказани разноврсни проблеми израде рефералних карата у просторним плановима, односно начини на које се они могу превазићи како би се постигао висок квалитет рефералних карата. Практична примена може да се очекује у помоћи просторним планерима, урбанистима као и другима који се баве планирањем инфраструктурних система на свим нивоима управе кроз пројектовање појединих сазнања из дисертације у ефикасну и квалитетну израду карата. Апликативни резултат овог рада огледа се у формирању препорука за израду правилника о картирању инфраструктурних система за потребе просторних планова.

## **Хипотезе**

Полазиште представља хипотеза: **Адекватно картографско моделовање инфраструктурних система у процесу израде просторних планова значајно унапређује процес имплементације просторних планова и чини квалитетнијим процес доношења одлука.**

Из основне хипотезе може се развити више секундарних хипотеза које се односе на подизање ефикасности процеса израде картографских прилога и значај картографског моделовања на укупни квалитет просторног плана.

Прва секундарна хипотеза: *Квалитетно картографски моделовани инфраструктурни системи у просторним плановима употребом ГИС-а или других алата, који подржавају дигиталну картографију омогућавају ефикаснију даљу разраду просторних планова кроз израду програма развоја инфраструктурних система.*

Друга секундарна хипотеза: *Погрешно картографски моделовани инфраструктурни системи у просторним плановима доводе до неадекватних*



*тумачења просторног плана и отежавају даљи процес планирања и имплементацију плана.*

## **Методе истраживања**

Сложеност и комплексност предметне материје захтева примену одговарајућих метода и истраживачких техника, погодних за постављање полазних хипотеза, дефинисање појмова, доказивање ставова, објашњавање, проверавање и коначно обликовање научног сазнања до кога се у раду жели доћи. У складу са постављеним хипотезама и природом постављеног проблема и његових карактеристика, а имајући у виду да се ради о интердисциплинарном (просторно планерском) и примењеном истраживању одабране су основне и посебне методе<sup>1</sup> које могу омогућити тестирање постављених хипотеза и доношење недвосмислених закључака.

Приступ раду инспирисан је и заснива се на **дедуктивном методу** – проучавању домаће и иностране литературе, теоретских поставки као и домаћих и иностраних искустава у области решења и резултата у изради рефералних карата у просторним плановима. Дедуктивним методолошким поступком, на конкретним примерима планских докумената у Србији проверена је применљивост постојећих теоретских поставки и картографских модела у процесу просторног планирања инфраструктурних система

На другој страни, путем **индуктивног метода** коришћени су резултати рада на решавању одређених проблема који су се јављали у процесу израде рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима, приликом прикупљања података, њиховој обради, интеграцији података, изради база података, њиховом међусобном повезивању, моделовању и картирању. Индуктивним методолошким поступком изведени су резултати до којих се конкретним истраживањима дошло.

---

<sup>1</sup> Поделу на основне и посебне методе треба схватити као условну јер је прилагођена потребама самог рада

За израду различитих врста картографских модела неопходно је применити картографске методе, као и принципе општих научних метода, у првом реду метода моделовања. У процесу картографског моделовања помоћу картографских метода одређени просторни систем замењује се његовим картографским моделом. Овај процес подразумева одређени истраживачки поступак посматрања, анализирања и експериментисања на моделу.

Примењене су и друге методе као што су метод анализе и синтезе. Аналитичким методолошким поступком посматрани су поједини елементи картографских модела, а синтезним дефинисани модели њихове квалитетније будуће примене: дефинисање и класификовање, компаративни метод, картографски метод, моделовање, системска анализа, функционална анализа, временска и просторна корелација.

## II КАРТОГРАФСКО МОДЕЛОВАЊЕ ИНФРАСТРУКТУРНИХ СИСТЕМА У ПРОСТОРНОМ ПЛАНИРАЊУ

### 2.1. Модели у картографији

Будући да је стварност у сваком погледу бесконачна, бесконачан је и број постојећих и планираних објеката, појава и процеса као и односа који међу њима постоје. Иако је простор бесконачан, ограничен је могућношћу човековог сазнања (*Иконовић, В., 2008*). Обрадити све је немогуће, практично и теоретски. За потребе израде рефералних карата као модела простора врши се избор одређеног, мањег или већег скупа објеката, појава и процеса који је у датом тренутку и на датом простору од посебног значаја и интереса за имплементацију плана. Заједничка али уједно и најизраженија одлика постојећих и планираних објеката, појава и процеса јесте могућност њиховог просторног одређења. Иако постоји већи број начина за представљање просторног одређења, најчешће се поступак своди на избор и дефинисање садржаја података о простору. Са тог аспекта неопходно је успоставити сврсисходан и успешан начин да се то и оствари у пракси кроз дефинисање јединственог, поузданог и стандардног просторног оквира. Такав би оквир требало да пружа костур коме би се могле додавати друге информације (подаци) а да се не ослаби његова основна вредност. Предмет картографије је геопростор односно геопросторност појава и њихово представљање као модела простора, приказивање размештаја, структура, узајамних веза и односа, по одређеним математичким правилима прожетих методом генерализације (*Живковић, Д., 2005*). Одроз конкретног простора реалне стварности која се истражује и његову временску промену картографија исказује као просторну структуру и закономерност сложених просторних система узајамно условљених предмета и појава у њиховој динамици (*Иконовић, В., 2008*).

Модел је сваки теоријски тј. појмовни или практични, реални, предмету истраживања аналогни систем (C1) помоћу кога се истражује изврстан основни предмет или систем (C0). Систем C0 је оригинал или узор, а C1 модел. Моделовање је конструисање система модела према систему оригинала који се на моделу истражује. Да би то било могуће мора постојати сличност -  $\phi$ : (C0)  $\rightarrow$  C1

(ограниченост заградом указује на делимичну одређеност функције јер се сва својства структуре оригинала не могу изразити моделом). Ако ни један исказ о моделу није уједно исказ о оригиналу сличност износи 0, а ако су сви искази о моделу истинити искази о оригиналу сличност је 1. Уколико је сличност већа вредност је ближа јединици. На тај начин се моделност изражава квантитативно. Постоје прецизне методе одређивања сличности у процесу моделовања. Модел је у суштини упрошћен лик оригинала и то је изражено кроз процес генерализације -  $C_0 \rightarrow C_2$  (занемаривањем неких елемената и својстава  $C_0$  добија се  $C_2$ ). Процесом хомоморфије издвојена својства се даље уопштавају -  $C_2 \rightarrow C_1$  (неопходно је задржати својства елемената, везе и структуре, али не и њихову бројност) (*Љешевић, А.М., 2002; Иконовић, В., 2007*).

Модел мора да буде сличан оригиналу у материјалу (структурални) и понашању (функционални), тј. да представља теоријско-сазнајни или практично-реални одраз аналогон оригиналу и да пружи одређене информације (*Иконовић, В., 2007*).

Циљ моделовања и организације садржаја у векторској графици јесте да се појединачне датотеке дају изворно, тј. онако каква је тематика топографског садржаја, а да се унутар њих обави даље раслојавање геометријских података по темама и планираним нивоима. Моделовањем садржаја у векторској графици треба дефинисати: типове геометријских података, боју, стил и ширину линија, опште кодове и посебне кодове знакова. Основни типови геометријских података су: тачке, линије и полигони. Такође, приликом дефинисања организације садржаја у векторској графици треба уважити расположиве ресурсе и софтвера и хардвера (*Борисов, М., 2009*).

Моделовање постојећих и планираних објеката, појава и процеса, односно података о простору представља поступак уобличавања, где након тога, подаци постају информације. Од изузетне важности су процес прикупљања података и његова организација, ажурност и тачност података, процес њиховог складиштења али и процес њиховог моделовања и приказивања.

Адекватан процес моделовања просторних података подразумева да су они на прави начин структурисани и организовани. Савремени процес моделовања неизбежно укључује моделе података о простору, које су неизбежни сегмент база података о простору, односно географске информационе системе. Када је у питању прикупљање, креирање и моделовање података о простору за потребе израде рефералних карата у просторним плановима, а посебно моделовање инфраструктурних система, до изражаја долази спрега картографије, географских информационих система, просторног планирања и инфраструктуре.

По К. Б. Батороеву *"Моделовање је истраживачка процедура којом се изграђује неки стварни или идеални знаковни систем (модел) способан да замени истраживани предмет и омогући експериментална истраживања, чијим би се резултатима стекло поуздано знање о истраживаном предмету. Моделовање је дијалектички процес кретања сазнања од праксе ка теорији и од теорије ка пракси"* (Живковић, Д., 1989). Ново сазнање о предмету остварује се на основу истраживања другог предмета који је са њим у узајамној подударности. Предмет сазнања назива се оригинал, а предмет који га замењује модел (Иконовић, В., 2007).

Моделовање у картографији има посебно место. Картографско моделовање, као субјективни одраз стварности, у складу је са општом теоријом сазнања где се разликује опажајни од мисаоног дела, што у онтолошком смислу има за последицу разликовање пасивног и суштинског на једној страни и појединачног и општег аспекта појава стварности као предмета нашег истраживања (картографисања) на другој. Овоме одговарају следеће гносеолошке категорије: опажајно и логичко и са друге стране конкретно и апстрактно сазнање суштине предмета истраживања (Иконовић, В., 2007).

Фазе и ограничења картографског моделовања дефинише Иконовић. Као фазе наводи:

- теоријско моделовање и стварање мисаоних модела (уочавају се битни чиниоци простора, а поступак моделовања дешава се у свести картографа -

једначинама се формулише начин пресликавања картографске мреже са површине елипсоида на раван карте) и

- практично моделовање и стварање прототипског модела (наставак и опредмећење мисаоног модела - обликовање и израда картографског модела) који има већи степен конкретизације и експерименталну улогу,

а као ограничења:

- објективност модела зависи од сазнајних средстава, технике и материјалних могућности неке епохе,
- модел садржи елементе условности у садржајном смислу одражене стварности,
- моделовање је увелико условљено субјективношћу картографа,
- вишестраност се смањује уситњавањем размера (зависи и од картографске пројекције).

Модели у картографији могу бити следећи:

- карте – парадигме геопростора,
- модели у тематској картографији,
- атласи – комплексни модели геопростора,
- 3Д и 4Д модели и
- модели виртуелне стварности (*Иконовић, В., 2005; Иконовић, В., 2006; Иконовић, В., 2007*).

## 2.2. Класификација модела

Класификацију модела на основу резултата истраживања које је спровео К.А. Батороев даје Иконовић у раду картографско моделовање – улога и значај (*Иконовић, В., 2007*). К.А. Батороев моделе класификује према два основна критеријума:

- предметној области моделовања и
- начину моделовања.

На основу наведених критеријума Батороев моделе дели у следеће четири велике групе:

- Макросистемни. Њима одговарају реални модели. Они су и физички модели који представљају минијатуре оригиналних (реалних) система и имају широку примену у лабораторијским истраживањима.
- Микросистемни. Они се везују и за одговарајуће математичке моделе.
- Сложени динамички системи. Они се повезују и са одговарајућим кибернетичким моделима.
- Апстрактни системи. За њих се везују и одређени знаковни модели.

С обзиром на гносеолошку природу разликују се следеће врсте модела:

- теоријски односно апстрактни модели - какви су логички и математички модели (изражени формулама);
- практични односно конкретни модели (представљају резултате одређене практичне делатности);
- реални модели који представљају реалне системе;
- идеални модели (они који на идеализован начин представљају истраживане предмете без обзира на то што и сами представљају одређене чулно-опажајне реалитете);
- прости модели (они који имају једноставну структуру и функције);
- сложени модели (они који имају сложену структуру и функције);
- модели структуре (они који представљају структуру оригинала – на пример модели геометријских тела);
- функционални модели (они који представљају функције оригиналних динамичких система);
- парцијални модели (они који представљају појединачне елементе или особине истраживаних оригинала);
- глобални модели (они који представљају целину – свеобухватност оригинала);
- аналитички модели (састоје се од скупа аналитичких релација у облику једначина и неједначина, а којима се математички моделују динамички процеси или понашање сложених система);

- тополошки и мрежни модели (они којима се у облику просторних шема представљају одговарајући процеси);
- детерминистички модели (модели строго одређених начина функционисања - одређени диференцијалним једначинама) и
- стохастички и статистички модели (модели случајних или вероватних догађања - одређени релацијама вероватноће) (Иконовић, В., 2005; Иконовић, В., 2007).

### 2.3. Метод моделовања

По Весни Иконовић, *"сазнајне функције метода моделовања су интерпретацијске, експликативне, продуктивне и критеријалне. Метод моделовања ослања се на класични метод аналогije. Он претпоставља одређену сличност предмета или појава и на основу тога закључује о карактеристикама које до садашњим истраживањима нису утврђене, али се зна да су присутне код сличних предмета или појава. Процес математизације науке омогућио је разраду прецизних метода одређивања сличности објеката у процесу моделовања. У том процесу користе се изоморфизам и хомоморфизам објеката тј. сличност или једнакост њихових облика, структура и функција"* (Иконовић, В., 2007).

Моделовање се врши помоћу апстрактно-логичких процедура (на пример апстраховање и идеализација) научног истраживања. Процесом апстраховања бирају се одређена својства и односи који се проучавају, а сви други се занемарују. Примењују се и различити поступци формализације. Једну појаву могуће је моделовати на веома различите начине и помоћу различитих средстава (потврда дијалектичког принципа о међусобној повезаности и узајамној условљености свих појава). Сазнања појава овим методом делимична су, непотпуна, релативна и изразито индиректна (одређеног степена вероватноће) (Љешевић, М.А., 1981; Иконовић, В., 2007).



Шешић дефинише основне правце и облике моделовања, основне функције и принципе моделовања у Основама методологије друштвених наука. Као два основна правца и облика моделовања издваја

- теоријско моделовање реалних појава и
- практично моделовање мисаоних процеса и теорија (њихово објашњење).

Као основне функције моделовања наводи:

- практично-примењена (примена у пракси - модел се може користити да би се решио неки практични проблем),
- демонстративна (макете, шеме итд. – коришћење у образовне сврхе),
- истраживачка (истраживање и долажење до нових сазнања – посебан значај има за логичку методологију).

По истом аутору, основни принципи моделовања су:

- принцип универзалности предмета моделовања (сваки предмет истраживања може се моделовати),
- принцип разноврсности модела (сваки предмет, систем може се моделовати на различите начине),
- принцип прототипности и егземпларности (*Шешић, Б., 1988; Иконовић, В., 2007*).

У *Основама методологије науке* Зајечарановић описује постављање задатака, стварање модела, истраживање модела и пренос знања. Постављање задатака подразумева одређивање објекта изучавања, његових својстава и односа, актуелизацију знања о оригиналу и моделу. Битни су посматрање и експериментисање. Стварање или избор модела (објекта највећег степена сличности оригиналу) подразумева одређивање модела интуитивно или на егзактан начин помоћу неке логичке процедуре. При томе се опредељује за модел који има хеуристичко значење односно који омогућава долажење до нових сазнања. Истраживање самог модела подразумева испитивање структуре и функционисања модела. Пренос знања односи се на превод исказа о моделу у исказе о оригиналу (*Зајечарановић, Г., 1987*).

Исти аутор даје четири основна фактора који чине структуру моделовања:

- пасивни објективни фактор, предмет моделовања (било који објекат, појава или процес који се истражују),
- активни субјективни фактор (јединка или група истраживача који граде модел),
- средства или оруђа којима се и од којих се гради модел,
- положај у објективној стварности и услови у којима се модел гради.

Аутор даље стадијуме моделовања, у зависности од степена апстраховања, дели на:

- иконографски (тачан одраз средине),
- аналошки (аналогија између предмета средине и модела),
- ступањ модела (одређена својства представљају се помоћу симбола).

А могуће употребе модела види у:

- разрађивање теорије о неком објекту чије непосредно истраживање није могуће услед ограничености нивоа знања и праксе,
- објашњење чињеница и закона у одређеној науци,
- предвиђање понашања објеката у неком будућем времену,
- усавршавање теорије са недостацима,
- моделне експерименте,
- посредовање између теорије и стварности (модел интерпретира дату теорију),
- успостављање веза између неповезаних теорија. (*Зајечарановић, Г., 1987; Иконовић, В., 2007*).

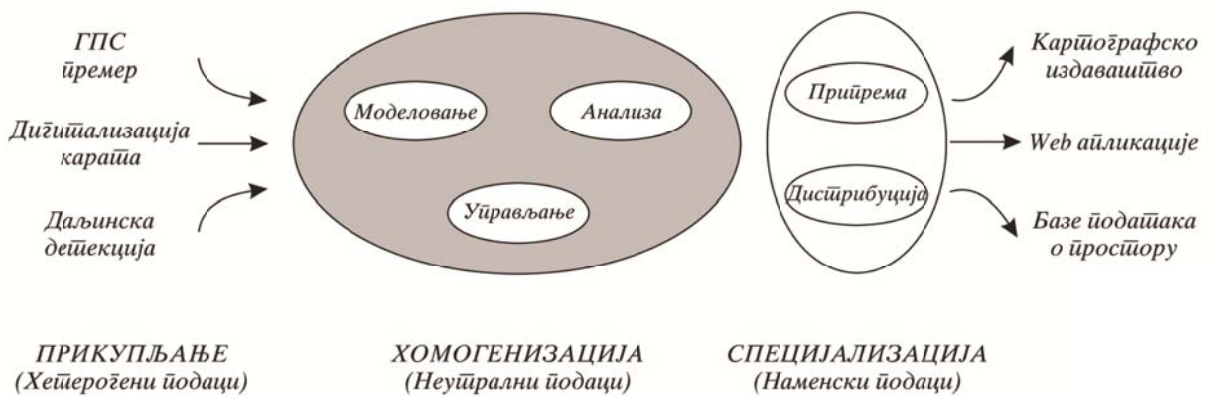
Најчешће се изграђују и користе мешовити модели: 1. теоријско-практични, 2. идеално-реални, 3. математичко-технички, 4. структурално-функционални, 5. парцијално-глобални и 6. комплексни. Могућа је комбинација и мешовитих модела (*Иконовић, В., 2007*).

## 2.4. Реферална карта у просторном плану као модел

Изузетан развој хардвера и софтвера и њихова интензивна примена у процесу израде просторних планова довела је значајних промена у многим пољима картографије а нарочито је допринело променама у схватању картографског моделовања кроз бољу и бржу израду свих врста картографских модела и просторну анализу веза и односа између свих елемената њиховог садржаја. Картографски метод је својствен свим просторним наукама. Његовим опредмећењем у процесу истраживања и картографисања настаје специфичан графички модел - карта. Својствима картографског метода изражавају се карактеристике третиране тематике и прожето методом картографске генерализације изналазе правилности и закономерности положаја, стања и мењања картографисаног предмета (објеката, појава и процеса) (*Иконовић, В., 2008*). То је специфичност картографског метода и целисходност његове примене у истраживању тематике простора и геопростора (*Сретенковић, Љ., 1989*).

### 2.4.1. Дигитални модел података као основ за израду дигиталних рефералних карата

Прелазак на дигиталну технологију креирања и употребу података о простору, не би требало да буде пуко превођење аналогне карте у дигиталну слику или само аутоматизација израде карата коришћењем дигиталне технологије. Нови начин подразумева креирање интегралне базе података о простору, из које би се генерисали прикази произвољне размере, жељене густине садржаја и варијабилне димензије листова, односно према захтевима и потребама корисника у савременим условима живота као што је приказано на слици II-1. (*Борисов, М., 2006*).



Слика II-1. Прикупљање, обрада и управљање подацима о простору  
(Борисов, М., 2006)

Развој националне инфраструктуре геопросторних података, заједно са променама у организацији продукције рефералних карата у просторним плановима, треба да допринесе рационализацији и већој делотворности при употреби и одржавању система просторног планирања. Убудуће би требало водити рачуна о формирању и одржавању базе података о простору. У том случају корисници ће моћи да комбинују поједине групе података, врше различите анализе и штампају различите врсте картографских приказа.

Готово потпуни прелазак са аналогних на дигиталне рефералне карте (иако су аналогни примерци рефералних карата и даље обавезни према Закону и правилницима и представљају релевантан извор информација) условио је примену нових технологија за прикупљање, чување, структурирање база података и графичку презентацију података о простору. Услов успешног коришћења података о простору у данашње време подразумева њихово располагање у дигиталном облику и организовање на савремени начин, погодан за даљу рачунарску обраду (Борисов, М., 2006). Подаци који ће бити приказани на рефералним картама стога морају имати дигиталну форму. Разликују се два начина чувања података, растерски и векторски. Најчешће примењене и у великој мери управо за описане задатке намењене технологије јесу дигитална картографија и географски информациони системи (Борисов, М., et al. 2009). Ефикасна примена ГИС-а подразумева висок квалитет географски прецизно

одређених података ваљано структурираних и моделованих у базама података. Стога је неопходно креирати рационални модел података велике детаљности, који би, с једне стране, одговарао нивоу детаљности рефералних карата, а са друге, задовољио потребе савременог начина руковања подацима о простору применом технологије географских информационих система.

Процес моделовања постојећих и планираних објеката, појава и процеса за потребе израде рефералних карата у просторним плановима не сме се схватити као једноставно превођење података у дигитални облик или креирање дигиталних карата. То би био недовољан и непримерен, а у данашњим условима скоро превазиђен посао. Циљ формирање базе података односно развој модела и организација података, који би били засновани на стабилној структури и који би представљали основни скуп података о простору за даљу употребу и надоградњу, у правцу пројектовања географског информационог система.

Кукрика модел дефинише као *”мали предмет направљен по мери да би представљао неки други, често већи предмет”* (Кукрика, М., 2000). Када је реч о моделу података припремљених за исцртавање рефералних карата, тај *“често већи предмет”* односи се на постојеће и планиране објекте, појаве и процесе у стварности и њихове међусобне везе. Са друге стране, *“мали предмет”* јесте реферална карта али уједно и структурирани сетови база података о простору на основу којих је реферална карта креирана. Како наводи Борисов, проблем је како поједноставити *“велики предмет”* и то тако да *“мали предмет”* буде погодан и довољно информативан за употребу и како израдити јединствене и флексибилне базе података као најважнијег сегмента ГИС-а. (Борисов, М., 2009).

#### 2.4.2. Моделовање података

Моделовање података у дигиталној форми за потребе израде рефералних карата подразумева описивање планираних и постојећих објеката, појава и процеса са три врсте особина:

- геометријске особине (позиција, облик, величина),

- тополошке особине (веза са осталим ентитетима типа суседност, припадност, пресек) и
- тематске особине (назив, адреса, врста, тип).

Моделовање и структурисање података које води ка једној хијерархији од три равни, при чему доња раван садржи метрику, средња узима топологију, а горња раван даје тематско значење просторног објекта (Борисов, М., 2009; Борисов, М., 2011).

Како даље описује исти аутор у раду *Модели топографских података*, геометријско моделовање података подразумева поступке описивања, обраде и архивирања расположиве геометрије просторних објеката, коришћењем аналитичких и апроксимативних метода најчешће у виду векторских модела података који пружају информацију о локацији и облику објеката, изражени геометријским примитивима (тачка, линија и полигон).

Многобројне везе међу самим планираним и постојећим објектима, појавама и процесима најлакше се уочавају на примерима односа инфраструктурних објеката и јављају се у виду пресецања, дељења граница, додиривања, прелажења једног инфраструктурног објекта преко другог без пресецања и сл.. Описане везе се Борисов дефинише као међусобне (тополошке) везе, и оне су одређене релативним (односним) положајем објеката.

Као предности креирања и чувања тополошких правила у односу на просто (геометријско) памћење просторног садржаја Борисов наводи:

- складиштење садржаја је много успешније;
- процесирање се изводи много брже;
- анализирање података олакшано је као што је, на пример, комбиновање суседних полигона са заједничким својствима, идентификовање суседних ентитета, преклапање више слојева у једну целину итд. (Борисов, М., 2009).

Исти аутор закључује да тополошко моделовање података подразумева поступак описивања, обраде и архивирања геометрије и међусобних односа просторних објеката коришћењем тополошке инваријантности и услова конзистентности.

Тополошко моделовање података може се остваривати:

- чворовском структуром (координата чвора као геометријски идентификатор и обележје чвора као тополошки идентификатор);
- линијском мрежном структуром;
- разгранатом структуром (стабло) и
- површинском структуром (полигон) (*Михајловић, Д., 1993; Борисов, М., 2006; Борисов, М., 2009*).

Тематско моделовање података према Борисову подразумева поступак описивања, обраде и архивирања расположиве тематике просторних објеката, при чему се користе технике раслојавања и објектне хијерархије. Слојевски принцип моделовања тематских података за топографију подразумева њихово раслојавање и организовање у више нивоа (*Борисов, М., 2006; Борисов, М., 2009; Михајловић, Д., 1993*). Сав геометријски садржај треба строго раздвојити по слојевима према специфицираном тематском значају. Од комплексности садржаја зависиће и број слојева на које ће се он раздвојити. Касније је могуће међусобно повезивање два или више слојева (преклапање) у односу на свој просторни положај (георелациони приступ), што наводи на закључак да је пожељно што детаљније раздвајање садржаја по слојевима. Број слојева неће бити ограничен и зависиће од изабраног модела података (*Борисов, М., 2009*).

Моделовање се односи на опште посматрање и екстракцију постојећих и планираних објеката, појава и процеса из реалног света. Фазе моделовања простора Борисов дели на:

- **креирање просторног модела** (корисник експлицитно утврђује објекат с обзиром на његово тематско издужење и разграничење)

- **креирање концептуалног модела** (илустрација претходног објекта и начин представљања података, геометријско моделовање објекта и утврђивање тематске хијерархије)
- **креирање логичког модела** (структурисање података независно од алата, односно моделовање гледано са корисничког становишта)
- **креирање физичког модела** (решава проблем како апстрактни модел превести на језик рачунара, детаљи потребни за имплементацију логичког модела у конкретан физички запис) (*Борисов, М., 2009; Борисов, М., 2011*).

Моделовање података о простору подразумева опис и структуру, али и операције које се врше над њима, тј. потребно је описати токове и правила понашања података. На тај начин се дефинишу активности и моделују процеси над подацима о простору. Што се тиче правила целовитости, она повезују податке и операције, односно успостављају правилно постављање објеката, чиме се обезбеђују тачне информације на предвидив начин. Основни циљ је, дакле, не дозволити да операције направе неко оштећење у систему, унесу нетачност или њихови резултати буду двосмислени. Основне групе процеса над геопросторним подацима односе се на:

- иницијално формирање скупа података;
- картографско уређивање и обраду;
- одржавање и ажурирање података;
- дистрибуцију и репродукцију;
- архивирање и заштиту података (*Борисов, М., 2006; Борисов, М., et al. 2009*).

#### 2.4.3. Просторни модел података

Основни скуп података о простору који подразумева заједнички топографски оквир односно подлогу или основну карту, представљаће просторни модел података. Он ће умногоме одговарати садржају папирне карте (најчешће топографске карте) у одговарајућој размери и биће обухваћен и организован по нивоима, односно следећим тематским целинама:



Тема *математичка основа* садржи картографску (и уколико је потребно и могуће геодетску) основу и односи се на правоуглу и/или географску мрежу.

Тема *административне границе* обухвата граничне линије. У граничне линије спадају државне, републичке, покрајинске, регионалне (окружне), општинске, катастарске и границе насеља.

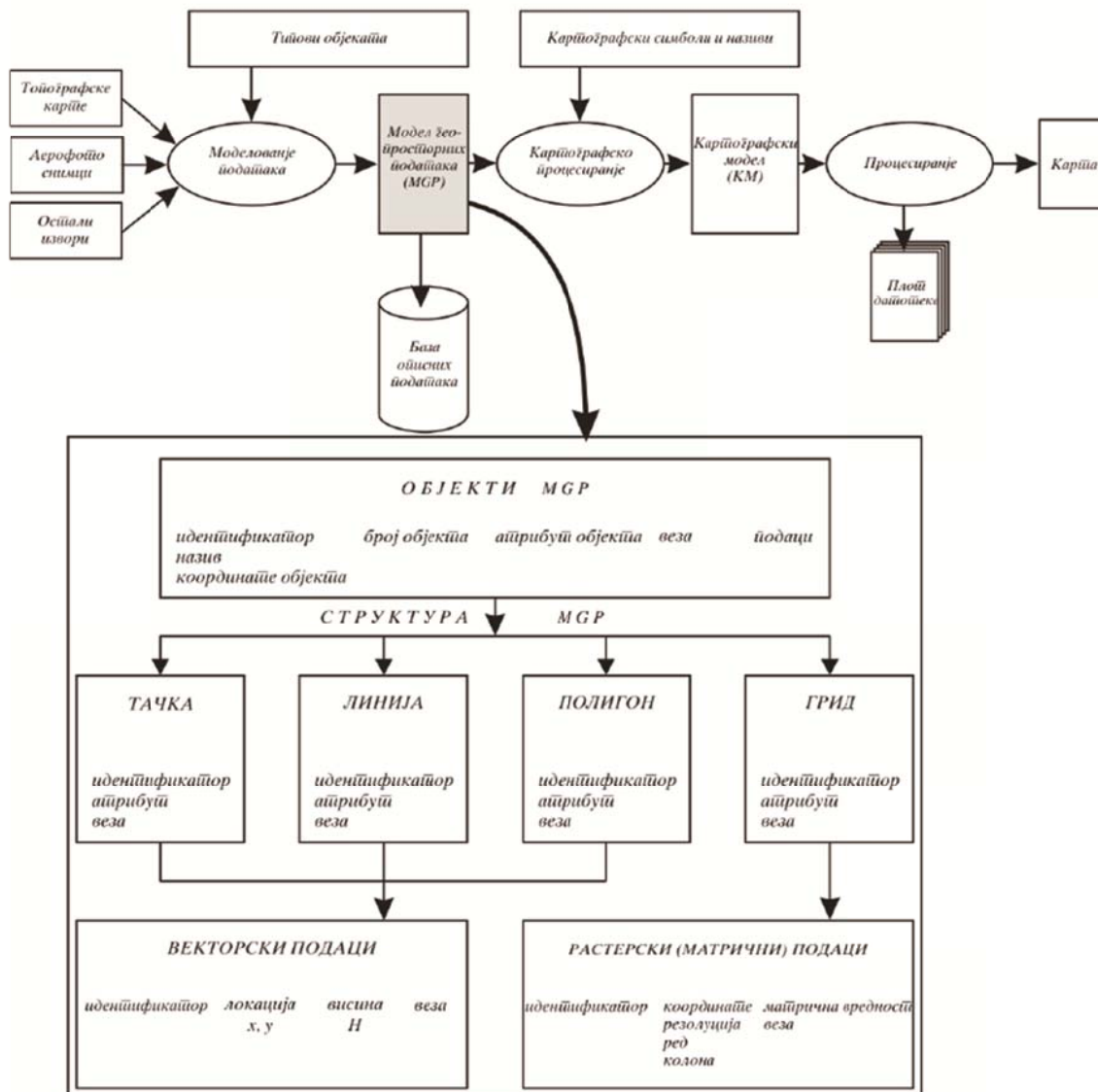
Модел података о простору требало би квалитативно описати и додати посебну тему *квалитет*, односно унети све податке којима се располаже о тачности и потпуности података. Квалитет података је нова, али веома битна информација, коју сваки корисник мора да поседује приликом њихове употребе. У оквиру мета-дата базе података о свакој теми, поред стандардних информација као што су врста и извор података, корисник би свакако морао да има податке о тачности. Поред основних (неопходних) тема садржаја, потребно је додати и друге теме (нивои), које би се користиле према специфичним захтевима или потребама (*Борисов, М., 2009; Борисов, М., 2011*).

Те теме су за потребе рефералних карата у просторним плановима: коришћење земљишта, функционална подручја, мрежа центара насељених места, саобраћај и инфраструктурни системи, туризам и заштита простора, заштита животне средине, природна и непокретна културна добра.

#### 2.4.4. Концептуални модел података

Концептуални модел података подразумева структурисање и начин представљања података, односно организацију и њихов приказ, те дефинисање везе између разних објеката у датом моделу. Да би се у том мноштву снашло, објектима се дају имена, они се сврставају у одређене класе апстрактних или конкретних скупова, класификују, обрађују и на крају приказују (слика II-2). Наравно, све се то догађа у логичким процесима размишљања и пројектовања, а изражава уз помоћ концептуалног модела података и илуструје у виду шеме или неког графичког облика. На тај начин се добија модел локалног света у коме се виде

репрезентативни објекти и односи међу њима (Борисов, М., 2009; Борисов, М., 2011).



Слика II-2. Концептуални модел података (Борисов, М., 2009)

#### 2.4.5. Логички модел података

У фази креирања логичког модела података за потребе изградње базе података, Борисов предлаже:

- георелациони (*coverage* и *shapefile* са атрибутима) или

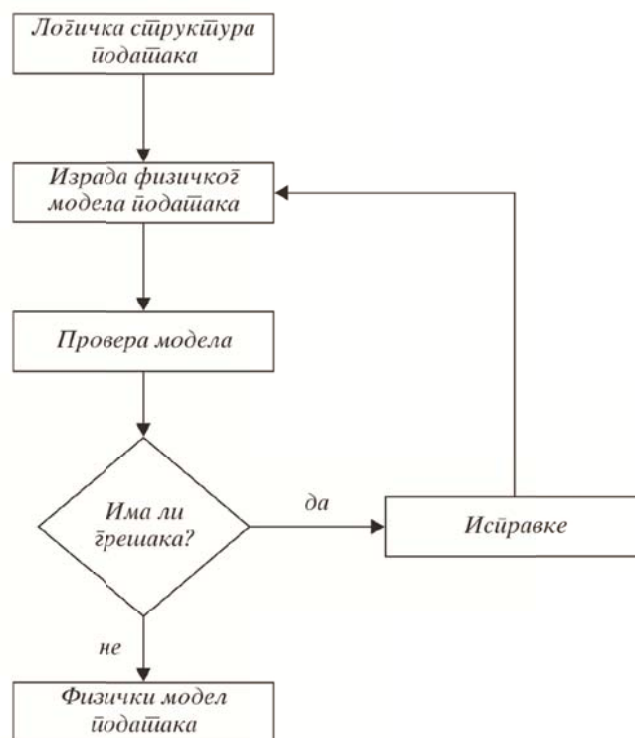
- објектно оријентисани модел (*geodatabase*) (Борисов, М., 2009; Борисов, М., 2011).

Георелациони модел допушта кориснику додавање атрибута генеричким типовима података (тачке, линије, полигони). У софтверском окружењу *ArcInfo*, георелациони модел података проширен је у објектно оријентисани модел, који корисницима допушта додавање објеката, својстава и веза међу њиховим подацима.

На пример, модел *geodatabase* омогућава дефинисање објеката који су много сличнији стварноме свету. Објектно оријентисани модел може се проширивати за кориснике са специфичним захтевима, јер може сам дефинисати врсте објеката. Тај нови модел имплементиран је као проширење стандардне технологије релационих база података. Новији модели подржавају тополошки интегрисане класе података, слично *coverage* моделу. Ипак, он проширује *coverage* модел подржан за комплексне мреже, везама међу класама ликова и осталим одликама објектно оријентисаних система (*Zeiler, M., 2002; Борисов, М., 2009; Борисов, М., 2011*).

#### 2.4.6. Физички модел података

Израда физичког модела података заснива се на концепту логичког моделовања података. Полазну основу чине дигитализовани изворни подаци. Они су структурисани према класичним методама моделовања података о простору и унапред дефинисане логичке структуре података које подржава прихваћено технолошко окружење за ГИС. У даљем поступку моделовања и организације података поступа се у складу са изворним садржајем. Додавање и успостављање нових скупова података и креирање адекватног физичког модела, подразумева процес од више фаза. Тај процес може се описати алгоритмом као што је то приказано на слици II-3.



Слика II-3. Израда физичког модела података (Борисов, М., 2009)

Анализа и пројектовање резултира конкретним избором радног окружења, на пример, *UML* моделом података о простору, чији је визуелни приказ подржан у *Microsoft Visio* софтверском окружењу. Генерисани модел података се коришћењем *XML (Exchange Modeling Language)* преводи у геобазу података, подржану у *ArcGIS* софтверском окружењу. Сам физички модел података приказује се по објектним целинама, тј. класама објеката и конкретно на темама садржаја (Борисов, М., 2009).

## 2.5. Топологија

Све постојеће и планиране објекте, појаве и процесе на рефералним картама требало би представити преко основних геометријских примитива. Под геометријским моделовањем података о простору подразумева се поступак описивања, обраде и архивирања расположиве геометрије просторних објеката, коришћењем аналитичких и апроксимативних метода (Михајловић, Д., 1993;

Борисов, М., 2006). У зависности од типа објекта, појаве и процеса, односно врсте информација која ће бити приказана примењују се:

- тачке (дефинисане својим правоуглим координатама, за дискретне локације објеката, сувише мали објекти да би били приказани у размери или неким од линијских или површинских знакова, објекти без површине итд.)
- линије (дефинисане правоуглим координатама крајњих и свих преломних тачака, за издужене објекте, а сувише уски да би их приказали као површине у изабраној размери, објекти без површине, административне границе, инфраструктурни линијски ситеми итд.);
- полигони или површине (дефинисани правоуглим координатама преломних тачака граничних контура, с тим што се почетна и завршна тачка поклапају, за објекте који својом величином дозвољавају приказивање контуром у одређеној размери).

Поједини аутори наводе и описе дефинисане правоуглим координатама референтних тачака, азимутом исписа, полупречником кривине исписа, висином исписа итд. (Борисов, М., 2009).

Како наводи Кукрика: *“Топологија је математичка процедура за експлицитно дефинисање просторних обележја и просторних односа, тј. географски ентитети који су представљени тачкама, линијама и полигонима сада се повезују у јединствену целину.*

*За разлику од метричких просторних аспеката географских информација који су представљени геометријом (геометријским примитивама), неметрички, дискретни просторни аспекти географских информација чине топологију.”* (Кукрика, М., 2000).

Топологију Љешевић дефинише као *“научну дисциплину која се примењује у математици, геодезији и картографији и бави се теоријом места, теоријом локација и гронпросторним системима у целини.”* (Љешић А.М., Џивковић Д., 2001).

Како је већ наведено у раду простор је дефинисан односом сета објеката. Табела II-1 шематски приказује како неке операције у ГИС-у могу да се посматрају као односи између различитих сетова просторних података. На пример студија транспорта опасних материја преко одређеног дела града користиће релацију линија-полигон. Јасно је да постоји читав низ могућих варијација. Овакве везе називају се просторне (тополошке) везе. Ове везе одређене су релативним (одноним) положајем објеката. У свакодневном, реалном, свету простор се дели често на основу критеријума времена, трошкова, или субјективне перцепције а не само на основу физичке удаљености. Без тополошке структуре података у векторски заснованом ГИС-у, већина функција манипулације и анализе података не би биле примењиве или изводљиве.

*Табела II-1. Неке од могућих релација између класа просторних објеката*

|                 | <b>Тачке</b>   | <b>Линије</b>                                     | <b>Полигони</b>   |
|-----------------|--|---|---|
| <b>Тачке</b>    | <p>Је суседна тачки</p> <p>Је лоцирана у односу на тачку</p> | <p>Је близу линије</p> <p>Лежи на линији</p>      | <p>Је центар полигона</p> <p>Је унутар полигона</p>                     |
| <b>Линије</b>   |  | <p>Линије се секу</p> <p>Линије се настављају</p> | <p>Линија пресеца полигон</p> <p>Линија је граница полигона</p>         |
| <b>Полигони</b> |  |   | <p>Полигон је покривен полигоном</p> <p>Полигон је суседни полигону</p> |

*Извор: Gatrell, A. C., 1991*

Дефиницију топологије даје и Живковић као “*математички концепт који има своју основу у принципима суседства и конективитета фичера.*” (Живковић, Љ., 2001) Исти аутор даље наводи да се тополошка структура података често означава као интелигентна структура података услед тога што се просторни односи између географских фичера лако изводе, тј. добијају употребом података који су тополошки дефинисани. Првенствено због овог, тополошки модел представља тренутно доминантну структуру векторских података која је у употреби у ГИС технологији. Многе функције комплексне анализе података не

могу се ефектно спровести без примене тополошки структурираних векторских података.

Предности креирања и чувања тополошких односа у поређењу са простим памћењем просторног садржаја су:

- ефикаснији начин складиштења података,
- брже процесирање података,
- ефикасније извођење аналитичких функција.

Аналогно “геометријској” димензији и геометријским примитивама (тачка, линија и полигон), у “тополошкој” димензији стандард дефинише три основна типа тополошких примитива: чвор, ивицу и изглед.

Како наводи Кукрика чвор је 0-димензионална тополошка примитива. Чвор се графички представља тачком. Типови чворова су:

- изоловани чвор – чвор који није повезан са било којом ивицом,
- повезани чвор – односи се наједну или више ивица,
- гранични чвор – повезани чвор који ограничава ивицу,
- средишњи чвор – повезани чвор који се додирује са ивицом не ограничавајући је (*Кукрика, М., 2000*).

Посебна карактеристика чвора је његова валентност – број веза које чвор има са другим чворовима. Аналогно тачкама када говоримо о геометријским примитивама, чворовима се додељују атрибути.

Према истом аутору, ивица је 1-димензионална тополошка примитива која је усмерена веза између два гранична чвора који могу бити исти. Ивица је графички представљена линијом (кривом).

Како улазни подаци често не постоје у тополошкој структури података, топологија се мора изградити употребом ГИС софтвера. У зависности од количине података, изградња топологије може бити хардверски и временски

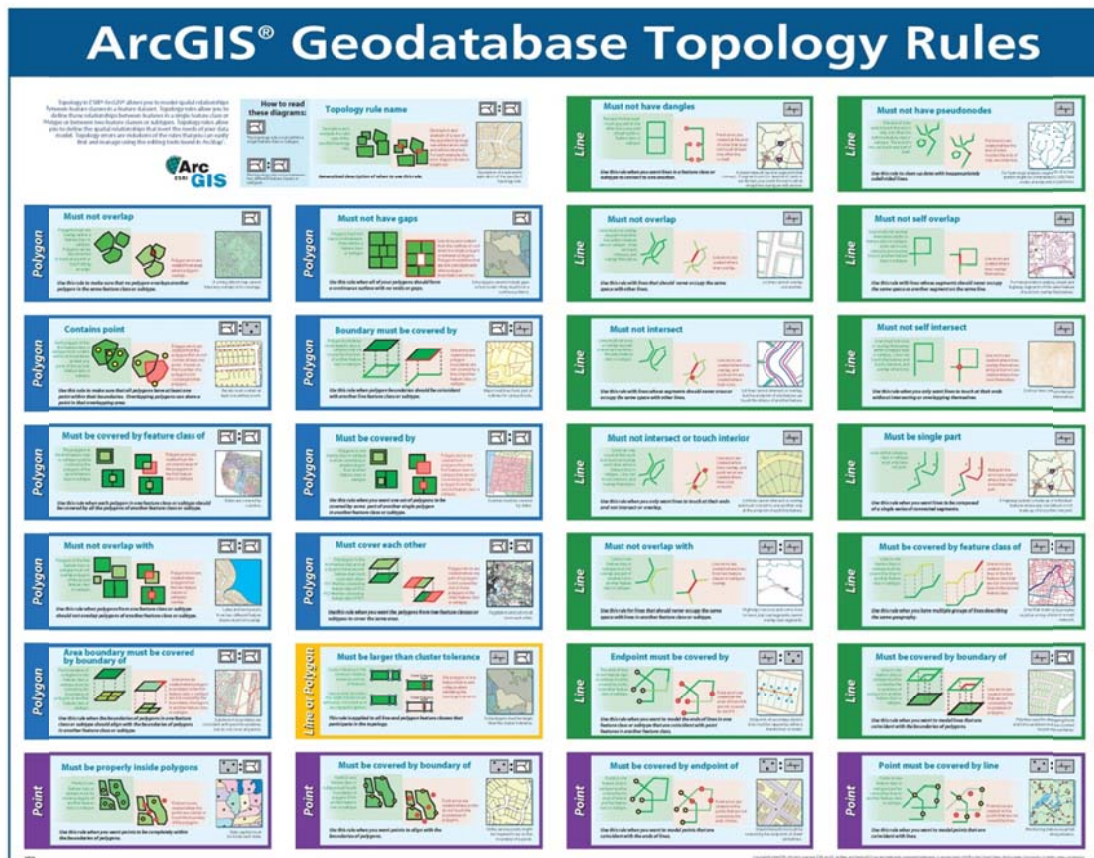
захтевна операција. Поменути поступак изградње обухвата креирање тополошких табела и дефиниције лука, чвора и полигона као ентитета. За правилно дефинисање топологије постоје специфични услови у погледу графичких елемената, односно захтева се "чист" вектор, нпр. без дуплих графичких елемената, без размака између лукова који дефинишу полигонске фичере, итд. Појављивање поменутих недоследности приликом креирања топологије може да послужи као основа за утврђивање пропуста приликом процеса уношења података (дигитализације).

Најчешће проблеме који се појављују у току конвертовања података у тополошку структуру обухватају:

- процепе (*sliver*) и размаке (*gap*) у геометрији;
- неповезане крајеве (*dead end*) на пример, тзв. висице (*dangling*) лукови који се појављују као последица пребачаја (*overshoot*) и подбачаја (*undeshoot*) у геометрији; и
- тзв. машнице (*bow tie*) и др. неконвенционални полигони као резултат неадекватног затварања површинских фичера (*Живковић, Љ., 2001*).

Основне предности тополошког модела огледају се у могућности ефикасног моделовања односа просторних ентитета као што су анализе близине (дефинисање бафер зона), блискости (конективности и преклапања) и путања (мрежне анализе). Блискост подразумева евалуацију околине, тј. суседства, нпр. фичера који се међусобно додирују, као и близине, нпр. фичера који су близу један другом. Посебна предност овог модела јесте могућност вршења просторних анализа без коришћења података о координатама. Поред тога, многе операције могу се спровести већим делом, ако не и потпуно, коришћењем само тополошке дефиниције. Ово представља значајну предност овог модела над CAD структуром векторских података које захтевају, пре спровођења анализе, извођење просторних односа из података о координатама.





Слика П-4. Приказ тополошких правила дефинисаних у ArcGIS софтверу компаније ESRI

Специјални тип тополошке структуре јесте мрежа. Она се често користи код приказа појава као што је водоводна или канализациона мрежа. Гранаста мрежа има свој ток и није дозвољен пресек између грана, за разлику од радијалне где је пресек дозвољен (мрежа улица). У суштини мрежа се састоји од чворова и полилинија које везују чворове. Дефинисањем мрежне структуре могу се правити анализе најкраћег пута или приказ 3Д модела терена.

Као главни недостатак тополошког модела података Живковић наводи статичну природу овог модела. Статичност исти аутор објашњава на следећи начин “сваки пут када се изврши неко едитовање, нпр. границе шумског станишта се мењају како би се приказале промене услед сече или пожара, топологија се мора поновно изградити” (Живковић, Љ., 2001).

## 2.6. Картографско моделовање инфраструктурних система у просторном планирању

У процесу картографског моделовања помоћу картографских метода одређени просторни систем или његов елемент замењује се одговарајућим картографским моделом. Овај процес подразумева и одређене истраживачке поступке посматрања, анализирања и експериментисања на моделу (*Иконовић, В., Ђорђевић А., 2009*). Данас картографски модели постају инструменти интерактивне компјутерске навигације, истраживања и сазнавања. Ови модели света трансформишу се у свет модела. Картографски модели чији се системи инкорпорирају у структуру (архитектуру) простора укључују не само његову организацију већ и начин коришћења, презентовање и симулацију тих процеса. Картографски метод један је од најзначајнијих метода моделовања елемената простора (а инфраструктура то јесте) јер на очигледан и универзалан начин (због свог специфичног графичког језика, математизације, визуелности и компјутеризације у предности је над другим методама и писаним језиком) истражује међусобну повезаност и узајамну условљеност елемената и компонената геопростора као јединства сложених динамичких система у непрекидном мењању (*Иконовић, В., Ђорђевић А., 2009*).

Картографско моделовање инфраструктурних система у просторном планирању подразумева развој метода и креирање основе за будући ефикасан и у што већој мери унифицирани и поједностављен процес израде рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима употребом расположивих технологија географских информационих система и дигиталне картографије.

Картографски производи географских информационих система задовољавају потребе за тачношћу и поузданошћу у идентификацији просторних веза и односа између дистрибутивних и разводних постројења, објеката и мрежа и од изузетне су важности за целокупан процес планирања простора и инфраструктурних система.

Ови производи представљају резултат сложеног процеса картографског моделовања подржаног адекватним хардвером и софтвером. Савремени, динамичан развој хардвера и софтвера створио је предуслове за ефикасну и квалитетну израду електронских карата. Два основна разлога због којих је потребно радити дигиталне производе су:

- коришћењем рачунара (који се све интензивније развијају и усавршавају) производња карата бржа је и јефтинија, а ажурирање њихових података брзо и тачно;
- све бржи развој динамичких геоинформационих система, који снажно утичу на процес доношења одлука, у различитим институцијама (војним, политичким, планерским и сл.), научним истраживањима, енергетици, привреди и другим областима савремене државе и друштва (*Иконовић, В., 2005; Иконовић, В., Ђорђевић А., 2009*).

Са променом просторног обухвата просторног плана односно врсте плана, мењају се структура модела (од концептуалног до физичког), структура базе података и детаљност рефералне карте. Разлике у детаљности рефералних карата у серији размера резултат су примене различитог степена генерализације. Садржај база података на основу којих ће се исцртавати рефералне карте мора да задовољи потребе оних који се баве прецизним радовима (инжењери који изводе радове) или издају дозволе за извођење одређених активности у простору али и потребе просторних планера и урбаниста за даљим планирањем простора. Дигитална карта може да се посматра као подлога за постојеће податке о инфраструктурним системима. Векторско картирање и векторско представљање мрежа и објеката инфраструктурних система намеће се као потреба посебно у даљим фазама развијања ГИС-а када се очекује његова употреба у циљу извођења одређених закључака, модела и давања одговора на различите врсте упита.

Подаци о већини инфраструктурних система су дводимензионални са подацима о координатама  $X$  и  $Y$ . Када су у питању висине, често се уместо стварне  $Z$  вредности подаци о висини или дубини одређених мрежа или објеката дају као атрибути. У појединим случајевима као што су на пример водовод, канализација и

слични системи код којих се користи великим делом сила гравитације за транспорт воде овај податак је од изузетног значаја јер може указати на читав низ неправилности у систему. Поједини подаци који могу бити од значаја за планирање, пројектовање или извођење радова на инфраструктурним системима (геолошка подлога, тип земљишта, нивои подземних вода или учесталост поплава итд.) могу се дати као растерске карте у виду слоја у подлози или као подаци у бази података везани за одређене делове мрежа, чворове или објекте на мрежама (Иконовић, В., Ђорђевић А., 2009).

Подаци које садржи “подлога” и подаци о мрежама и објектима инфраструктурних система могу се структурирати у ГИС-у кроз временске серије. Приказиваће се стање у прошлости, стање у садашњости и будуће стање – планиране промене али и ефекти реализације инфраструктурних система на простор. Када се говори о садашњем стању, на карти се осликавају подлога и инфраструктурни системи у складу са последњим ажурирањем. Такво стање може да се употреби за планирање и пројектовање али и читав низ анализа за различите потребе. Анализа података из прошлости и сагледавање ранијих траса мрежа инфраструктурних система као и локација објеката на мрежама који су напуштени, или уклоњени може бити од велике користи уколико се жели да се нека подручја реактивирају или да се пронађу делови мрежа који су заостали.

Планирање простора у целини али и планирање инфраструктурних система могу да извуку велике користи из “вештачке интелигенције” ГИС-а и анализирају међусобне односе постојећих инфраструктурних система и окружења као и промене у окружењу до којих може доћи услед промена у инфраструктурним системима. Такође ГИС омогућава да се добију одговори на питање “шта ако” и да се финална планска решења модификују како би се остварио оптималан однос између уложених средстава и постигнутих ефеката. У зависности од динамике развоја појединих простора промене у њима ће бити више или мање динамичне а промене у инфраструктурним системима то морају да испрате (у одређеним случајевима и да предвиде). ГИС тада нуди читав спектар алата за анализу и предвиђање.

Основна намена - графичко представљање мрежа и објеката појединачних инфраструктурних система је заједничко за све географске информационе системе. Захтеви по питању прецизности разликују се у зависности од нивоа детаљности, као и потреба оних који ће га користити. Помоћу софтвера се врши редовно ажурирање карата и планова односно положаја мрежа и објеката инфраструктуре у простору. Подразумева се ажурирање основних података о мрежама и објектима као што су напон, притисак итд. као и подела на временске серије – садашње, прошло и планирано стање.

Како би се максимизирала ефикасност коришћења ГИС-а, потребно је искористити га за читав низ активности које превазилазе потребе дигиталног картирања и одржавања карата и планова ажурним. Како би се то омогућило потребно је да се познају методе за приступање осталим подацима као и да се постојећи подаци из базе на различите начине употребе.

Како наводе аутори информације о инфраструктурним системима садржане у ГИС-у омогућавају: ефикасно планирање, уређивање, коришћење и управљање елементима геосистема значајних за развој стабилност друштвене заједнице и очување природних вредности и ресурса; постижу се значајни економски ефекти преко оптимизације односа између улагања у инфраструктуру и обима корисника који она опслужује; омогућава се неопходан степен равнотеже између висине трошкова за активирање простора и уређивање земљишта и стварних могућности заједнице; постиже се просторно и временско координирање уређивања простора и изградње објеката и мрежа инфраструктуре (*Жегарац З., Лукић Б., 1996*).

Анимационе карте у моделима виртуелне стварности могу бити привремене и сталне анимације. Привремене анимације (временске) показују промене локационих или атрибутивних компонената просторних података. Важно је да корисник може да утиче на ток анимације. Време сталних анимација није директно повезано са реалним временом. Динамизам карте користи се за приказивање просторне везе или појашњавања геометријских или атрибутивних карактеристика просторних појава. Сталне анимације могу се поделити на оне

које показују сегменте појава и на оне које показују промене презентација (представљања) истих појава. Изузетно су погодне за делове појединачних и комплетних инфраструктурних система одређене територије (*Иконовић, В., Ђорђевић А., 2009*).

## **2.7. Алгоритам картографског моделовања инфраструктурних система у просторном планирању**

Кроз анализу досадашње праксе картографског моделовања инфраструктурних система у просторним плановима, анализу значаја адекватног картографског моделовања ових система за ефикасно тумачење и имплементацију просторних планова, теоријска разматрања примене знакова и визуелних варијабли знакова (са посебним акцентом на боју и облик знака), примену боје, анализу инфраструктурних система и разматрање врста модела које је потребно креирати извршена израђен је алгоритам картографског моделовања инфраструктурних система употребом ГИС-а за потребе процеса израде просторних планова (прилог I) као и предлог физичког модела података (прилог II).

## **2.8. Физички модел података инфраструктурних система за потребе израде рефералне карте ГИС технологијом**

Развој географских информационих система и дигиталне картографије омогућио је различите приступе у управљању геопросторним подацима. ГИС можемо да дефинишемо као сет алата оријентисаних ка прикупљању и чувању података о планском подручју (намени површина, инфраструктурним системима, туризму, заштити животне средине, мрежи насеља) на оптималан начин кроз спајање географских (просторних) и атрибутивних података просторних ентитета (фичера) са снажном подршком за дигитално картирање.

Подаци су организовани у географске базе података у складу са њиховим значењем, топологијом (тачке, линије и површине), затим у појединачне слојеве (лејере) и потом у засебне теме и скупове тема (рефералне карте) које се у основи састоје од тачне локације сваког фичера и листе атрибута који га ближе описују.

Овакав приступ структурирању базе геопросторних података омогућава корисницима ефикасно прикупљање и складиштење обе врсте података на компактан и прегледан начин и извршавање просторних и атрибутних упита, селекцију и извршавање једноставних и напредних анализа над прикупљеним подацима.

ГИС је оптималан алат за презентацију и графичку визуализацију рефералних карата инфраструктурних система и резултата анализа извршених над подацима као и штампање карата, извештаја, табела, картодијаграма, картограма, графикона итд.

*Esri ArcGIS for Desktop* и *Esri ArcGIS for Server* су основни ГИС софтвери на основу којих је извршено моделовање структуре базе геопросторних података за потребе прикупљања, чувања и израде рефералних карата у просторним плановима и ефикасну израду савременог регистра планских докумената.

*Esri ArcGIS for Desktop* је снажан софтвер за прикупљање, складиштење, вршење упита, анализу и презентацију геопросторних података док се *Esri ArcGIS for Server* користи за презентацију и вршење упита над базама геопросторних података како за интерне тако иза екстерне кориснике преко интернета независно од врсте хардвера (персонални рачунар или радна станица, таблет, паметни телефон итд.).

Структуру базе геопросторних података за потребе израде рефералних карата у просторним плановима треба поделити на четири теме према садржају рефералних карата дефинисаних Правилником о садржини, начину и поступку израде планских докумената ("*Службени гласник РС*", бр. 31/10, 69/10 и 16/11) а сваку од тема разрадити и ускладити са врстом планског документа. Теме су:

- Коришћење земљишта, функционална подручја, основна намена простора
- Мрежа центара и насеља
- Саобраћај и **инфраструктурни системи**
- Туризам и заштита простора.

Прикупљање података у изворном облику у различитим размерама и креирање базе података од нивоа јединица локалне самоуправе (опционо од нивоа катастарске парцеле) до нивоа Републике Србије омогућиће бржу и ефикаснију израду просторних планова и рефералних карата услед могућности агрегирања података прикупљених на нижем нивоу за потребе планирања на вишем нивоу као и праћење промена у простору кроз праћење биланса површина, заузетости простора, израду временских серија и сл.

Према Барцалу полазну основу представљају банке података са одговарајућим нивоом информација по појединим инфраструктурним системима. Као први корак аутор наводи креирање регистра инфраструктурне мреже са следећом концепцијом евиденције:

- Водови и објекти.
- Водови су линијске творевине (ваздушни, надземни и подземни), у којима се обављају транспортни процеси.
- Објекти су дводимензионалне и тродимензионалне творевине и у њима се одвијају трансформациони процеси.
- Елементарна јединица водова је сегмент који представља део вода између две карактеристичне тачке.
- Водови се везују за улице и блокове а објекти за парцеле.
- Постоје општа обележја која важе за све елементе и специфична обележја која се исказују као индивидуална својства водова и објеката (Барцал, Л., 1987).

Да би се остварила размена података и јединственост генералног исказивања, обележја и представљања неопходно је поштовати следећа начела: службеност, тачност, легалитет, јединство, сводљивост, рационалност, отвореност и ажурност (Жегарац З., Лукић Б., 1996).

Према резултатима истраживања спроведених у дисертацији али и у складу са досадашњом праксом просторног планирања у Србији податке је потребно складиштити у формату *personal geodatabase* у дводимензионалном (опционо



тродимензионалном) правоуглом координатном систему (X, Y, опционо Z координате).

Координатни систем је дефинисан на следећи начин:

Projection: Gauss\_Kruger

False\_Easting: 7500000.0

False\_Northing: 0.0

Central\_Meridian: 21.0 (опционо 18)

Scale\_Factor: 0.9999

Latitude\_Of\_Origin: 0.0

Linear Unit: Meter (1.0)

Размера је дефинисана правилником.

У циљу унапређивања компатибилности али и стандардизованости потребно је примењивати следеће **основне принципе и смернице**:

- Дефинисана структура базе геопросторних података треба да буде независна од различитих верзија софтвера као и од других ГИС софтвера. Предложени формати су универзални: *Shapefile*, *Personal Geodatabase*, *File Geodatabase*.
- Податке (*datasets*, *layers*, *themes*, *tables*, итд.) записивати искључиво коришћењем алфанумеричких карактера (А – З, а – з, 0 – 9 и “\_”). Такозвани *space* карактер не користити.
- Географске податке креирати и складиштити у описаном координатном систему.
- Географски и описни подаци треба да буду у складу са xBase конвенцијом о формату података: (користити само велика слова и алфанумеричке карактери (А – З, 0 – 9 и “\_”), максимална дужина 10 карактера, не почињати назив поља бројем).
- Описне податке складиштити ћирилично и латинично уз одговарајуће кодне распореде (Windows 1250 Central European и Windows 1251 Cyrillic)
- Поштовати тополошка правила.

- Формат чувања фајлова и пројекта мора да буде у складу са Законом и правилником.

### **III ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ ПРОБЛЕМА ИНФРАСТРУКТУРНИ СИСТЕМИ**

У различитим фазама развоја човечанства, однос човека према простору у коме је обављао своје активности мењао се по квалитету и интензитету. Првобитни животни простор човека био је у складу са тадашњим степеном његовог сазнања о свету који га окружује и доминантно одређен природним условима који су га окруживали. Временом је човек простор који га окружује у све већој мери мењао и прилагођавао себи. Мењањем природних карактеристика простора, уношењем различитих елемената у природно окружење и коришћењем природних потенцијала и ресурса човек је услове живота и рада учинио комфорнијим.

Један од начина да се подигне комфор стамбених, радних, рекреативних и других простора јесте њихово комунално опремање и уређење. Археолошки налази који доказују постојање гробља и депонија у Јармоу у Ираку, Јерихону у Израелу, Загроси у Курдистану итд. од пре 8000 година пре нове ере указују на рано постојање инфраструктурне опремљености насеља. Упоредо са развојем цивилизација и научно технолошким достигнућима јављали су се и развијали саобраћај, канализација, водовод, јавна купатила, расвета, парковске површине, а потом телекомуникациона и електроенергетска инфраструктура, чинећи животни простор организованијим и живот квалитетнијим. Савремено доба карактерише борба за очување глобално угрожене животне средине тре се у складу са тим инфраструктурни системи добијају другачија значења. Захтеви који се постављају приликом планирања и изградње инфраструктурних система више се не тичу само подизања стандарда и квалитета услуга већ се у први план поставља одрживост тих система и њихова усклађеност са животном средином у којој се граде или у којој функционишу. Развијају се алтернативни и обновљиви извори енергије, мењају се актуелне и уводе нове технологије, примењују се нова инжењерска решења за ефикасније функционисање инфраструктурних система уз често мање економске али веће еколошке користи.

Без обзира на начин на који функционишу, њихову ефективност и технолошку (не)савршеност инфраструктурни системи постали су једна од есенцијалних

компоненти простора омогућавајући другим саставним компонентама простора (еколошким, економским и социјалним итд.) да функционишу. Квантитет и квалитет инфраструктурних система у простору умногоме опредељују судбину простора, могућности за просперитет и конкурентност.

Теоријске поставке инфраструктурних система захтевају рашчлањивање проблема и разматрање два термина – инфраструктура и систем.

### **3.1. Појам и дефиниције инфраструктуре**

Појам инфраструктура састоји се од две речи инфра и структура. Реч инфра означава под, испод, доле а реч структура означава начин грађења, састав, грађевину. Простим тумачењем споја ових речи појам инфраструктуре означавао би све саобраћајнице и водове који се полажу подземно. Инфраструктура са аспекта просторног и урбанистичког планирања има знатно шире значење и тешко је одвојива од супраструктура у простору са којима је међузависна и чини целину. Међузависност и целовитост препознају се кроз активности у простору и интензитет тих активности који одређује интеракција поменутих структура. Мењање инфраструктуре неизбежно изазива мењање супраструктуре и обрнуто. Супраструктуру чине објекти и њихове међусобне везе док инфраструктуру чине материјални енергетски и информациони предуслови постојања супраструктуре (*Žegarac, Z., Arsić, V., 1999*).

Појам комунални системи у савременој литератури код нас замењује се различитим терминима. У економској литератури комунални системи се изједначавају са “локалним јавним добром” (*Беговић, Б., 1995*). а у планерској литератури са термином “комунална инфраструктура”. У циљу ближег одређивања појма и избегавања негативне конотације термина комунални и асоцијације на претходне друштвено-економске системе Лукић комуналне инфраструктурне системе дефинише као “*насељске инфраструктурне системе*” (*Лукић, Б., 1994*). Такође, у домаћој литератури можемо се срести са терминима комунална опрема, инсталације мреже итд.

У иностраној литератури можемо се срести са термином “јавни радови” које Григ дефинише на следећи начин: “*Јавни радови су физички објекти који су изграђени или обезбеђени од стране јавних агенција: вода, енергија, транспорт и сл. са задатком да задовоље постављене социјалне и економске циљеве*”. Такође англосаксонска литература уводи термине “*project infrastructure*” чиме се означава инфраструктура за потребе једног пројекта и “*community infrastructure*” чиме се означава инфраструктура за потребе заједнице (Grigg, N., 1998).

Различите дефиниције инфраструктуре у различитим изворима, научним и стручним чланцима и просторним плановима, подразумевају под инфраструктуром библиотеке, ватрогасне станице, фекалну канализацију, постројења за пречишћавање отпадних вода, водовод, кишну канализацију, одношење смећа, јавне зграде, зграде социјалног стандарда, школе, болнице, мостове, јавни превоз, паркове, рекреационе центре, поште, гробља итд. Други извори као што су Ларусова енциклопедија или Оксфордски речник одређују појам инфраструктуре према потребама одбране простора. Заједничко за све изворе је да под инфраструктуром подразумевају и техничке системе и мреже друштвених објеката које су у функцији одвијања различитих активности и функционисања и развоја простора у целини.

У складу са описаним сличностима и разликама у коришћењу термина инфраструктура као и разликама у приступу појединих аутора може да се наведе низ дефиниција и објашњена овог појма. За потребе рада издвојене су следеће дефиниције (преузето из Ђорђевић, С. Д., 2001):

Инфраструктура обухвата инсталације и објекте водовода, канализације, електро-мреже, саобраћајне мреже и слично, помоћу којих се пољопривредна и друга земљишта оспособљавају за грађење стамбених, пословних и других објеката. Инфраструктура обухвата послове планирања, финансирања и изградње. За ове послове су најчешће задужени локални органи власти. По завршетку изградње, инфраструктурни системи се предају на управу надлежним организацијама (Јанић М., 1988).

Инфраструктура обухвата материјализоване услове постојања и развоја човекових активности у организованом простору” (*Žegarac, Z., Arsić, V., 1999*). У оквиру наведене дефиниције издвајају се две групе инфраструктурних мрежа, објеката, служби, сервиса и система: техничка инфраструктура – мреже и објекти техничких система (водовод, канализација, електроенергетика, комуникације, даљинско грејање, гасоводни систем, саобраћај итд.) и друштвена инфраструктура – мреже и објекти јавних служби (за боравак деце, друштвене и социјалне институције, библиотеке, ватрогасне станице и др.)

Комунална инфраструктура, мада представља подсистем читаве градске структуре, истовремено чини и својеврстан целински систем. Она се јавља као веза између земље – природом дате ствари и разних објеката у којима се обављају основне градске функције: становање, рад, трговина, индустријска производња и остале делатности (привредне и непривредне), културно-просветне активности, разонода и рекреација (*Žegarac, Z., Arsić, V., 1999*).

Комуналне, односно насељске инфраструктурне системе сачињавају објекти, мреже и инсталације које служе насељу и најчешће су ограничени само на подручје насеља. То су углавном велики технички системи који се међусобно допуњују и чине јединствену градску функцију без које је живот у граду незамислив. Саставни су део целовитог градског система, то јест, део који делује на цео систем у истој мери у којој трпи његово деловање, представљајући истовремено узрок и последицу одређених односа (*Лукић, Б., 1994*).

### **3.2. Појам и дефиниције система**

Систем као појам има изразито широку примену и може се рећи да се користи у свим научним дисциплинама. Теорија система постављена од стране Берталанфија (*Bertalanffy V. L.*) почетком двадесетог века развила се у оквиру кибернетике и сматрамо је засебном научном дисциплином. Као таква бави се проучавањем, анализом и структурирањем система. Број система је неограничен а број познатих система јако је тешко, готово немогуће сагледати. У складу са тим можемо

дефинисати различите системе: привредне, природне, материјалне, информационе итд.

У складу са дефинисаним циљевима и задацима истраживања врши се издвајање и дефинисање граница неког система. У складу са теоријом система, инфраструктурни системи у одређеном простору састављени су од низа мањих система, међусобно повезаних и условљених који чине део неког већег система, од кога трпе утицаје и на кога ће утичу. Такође у зависности од тога како се компоненте система уклапају у систем и функционишу у оквиру њега зависиће систем у целини. Чињеница да компоненте одређеног система истовремено могу бити мање или више важне компоненте неког другог већег или мањег система ствара додатне тешкоће у дефинисању, изградњи, функционисању, одржавању и међусобном разграничавању појединих инфраструктурних система.

Према Марјановићу *“Сваки скуп чињеница, идеја, принципа или сличних скупова (компонената), повезаних по одређеној концепцији, представља заокружену, релативно независну целину, коју називамо систем.”* (Марјановић, С., 1967). Аналогно дефиницији системи се могу разликовати према величини односно броју компонената, њиховој компонената и начину повезивања у целину. Такође види се да систем није прост збир компонената које га чине, већ представља органску целину. Ако се говори о квалитетном систему, та целина мора складно и сврсисходно да функционише а свака од компонената система мора да има своју функцију као и место и улогу у целини.

Марјановић даље дефинише заједничке карактеристике за све системе:

- континуитет функционисања система као настојања да се не повећа ентропија, односно да се обезбеди опстанак;
- повећање ефикасности функционисања у сврху олакшања обезбеђења опстанка, као настојања да се смањује ентропија;
- континуитет повећања ефикасности функционисања, што представља прогрес (Марјановић, С., 1967).

Како наводи Марић “од сваког система захтева се постизање одређеног циља” (Марић, Ј., 1986). Када је реч о биолошким системима (људски организам нпр.), прекид у раду система услед неизвршења неког од захтева могло би да има фаталне последице односно прекид опстанка система (смрт организма). Замена компонената система (органа) понекад (често) није могућа, а замена компонената уз потпуни прекид рада система без његовог оштећења (“привремена смрт”) је у потпуности немогућа. Када је реч о материјалним системима (аутомобил нпр.), прекид у функционисању система не мора нужно да значи угрожавање опстанка система. Напротив, застоји у функционисању система (“гашење аутомобила”) понекад су и пожељни или чак обавезни како би се извршила замена компонената система (често није могућа у току рада система). Код инфраструктурних система функционисање може бити теоретски непрекидно али одређени степен застоја не мора бити фаталан. Пре се може говорити о негативним економским и еколошким последицама таквог застоја иако лоше планирани и реализовани инфраструктурни системи односно низак квалитет услуга услед нефункционисања инфраструктурних система некада могу имати и шире последице од економских (одлуке које се тичу одбране земље, управљање за време природних катастрофа итд.).

Апострофирана као отежавајућа околност када је у питању функционисање система – дељење компонената између више система – у случају прекида рада овде може бити олакшавајућа околност, јер би се након поновног успостављања функционисања система, те све време активне компоненте могле поново у њему употребити. Континуитет у функционисању инфраструктурног система подразумева да се у току рада, а у границама дозвољених одступања, врше потребне корекције и унапређивања система како би се осигурале његова поузданост и трајност. Да би се поменута одступања отклонила односно одржавала у дозвољеним границама приступа се процесима ревитализације и реконструкције.

Стабилност система зависи од читавог низа фактора. На једној страни су карактеристике самог система а на другој карактеристике окружења у којем



систем функционише. Како је сваки систем део бесконачног простора, он може бити мање или више изолован од утицаја околине у којој функционише. Крајности не постоје ни у овом случају па је тако сваки систем део неке средине односно већег система или подсистема. Потпуно изоловани системи не постоје. Стабилност система зависи и од степена његове инертности која је у спречи са степеном изолованости. Системи који су инертнији (изолованији) спорије се и теже прилагођавају средини и спољним и унутрашњим променама док је системе који су више повезани са својом околином (отворенији) односно мање инертни лакше регулисати.

На стабилност система утичу спољни (екстерни) утицаји који могу знатно да олакшају али и отежају рад и угрозе стабилност система. Спољни фактори, повољни и неповољни могу утицати на систем у целини али и на поједине компоненте система и тиме нарушавати његову стабилност.

Основне карактеристике система сумарно је дао Марић *“Сваки систем је мисаона концепција неке стварности која је динамична, непрекидно се креће, мења свој садржај квантитативно и квалитативно, прилагођава се простору и времену.”* (Марић, Ј., 1986).

У складу са наведеним теоријским разматрањима али и постојећом просторно планерском праксом у раду ће се доминантно користити термини инфраструктура и инфраструктурни системи али и јавна комунална инфраструктура, комунална инфраструктура, комунални системи итд.

### **3.3. Класификација објеката и мрежа инфраструктуре**

Објекте и мреже инфраструктуре чине:

1. Објекти и мреже водоснабдевања (производња, пречишћавање и дистрибуција воде),
2. Објекти и мреже за одвођење отпадних вода (одвод отпадних фекалних, индустријских и атмосферских вода и пречишћавање),

3. Објекти и мреже снабдевања електричном енергијом (пренос, дистрибуција, трафо станице),
4. Мрежа јавне расвете
5. Саобраћајнице (коловози, тротоари, бицикличке стазе, паркинг простори и јавне гараже, системи за управљање и регулисање саобраћаја),
6. Јавни превоз путника,
7. Јавне зелене површине,
8. Систем и средства за прикупљање, одстрањивање и депоновање чврстих отпадака и смећа,
9. Објекти и мреже за производњу и расподелу топлотне енергије,
10. Објекти и мреже производње и дистрибуције гаса,
11. Објекти и мреже комуникација (ПТТ, кабловска ТВ, информациони системи),
12. Пијаце и
13. Гробља (*преузето из Ђорђевић, С. Д., 2001*).

Класификацију објеката и мрежа инфраструктуре различити аутори врше на различите начине у зависности од појмовног обухвата. Ђорђевић, према критеријуму потреба које задовољавају врши поделу на комуналне системе за индивидуалну потрошњу (коришћење) и комуналне системе за колективну (заједничку) потрошњу (коришћење). Исти аутор даље објашњава разлику на следећи начин: “*Код индивидуалне комуналне потрошње тачно је одређен крајњи корисник и мерљива је количина потрошеног производа или услуге по сваком кориснику те се може наплатити у одговарајућем износу*” док код “*колективне комуналне потрошње појединачни корисници се не могу идентификовати, те пружене услуге нису мерљиве по појединачном кориснику и не могу се директно наплатити.*” (Ђорђевић, С. Д., 2001). Наведене разлике омогућавају дефинисање обима коришћења, капацитете, финансирање изградње и одржавање комуналних система, те формирање цена комуналних производа и услуга у случају индивидуалне потрошње, односно у случају колективне потрошње финансирање изградње и одржавање комуналних система кроз обезбеђивање различитих начина убирања средстава.

У литератури се могу наћи и друге поделе инфраструктурних система. Најчешће се срећу следеће поделе:

- према пореклу: природни и технички;
- у односу на функцију: привредни и непривредни;
- у односу на обим: насељске и регионалне;
- у односу на значај: главне и допунске;
- према дисциплинама: водне, енергетске, саобраћајне, системе тла и поднебља;
- према видовима потрошње: мреже и објекте индивидуалне, заједничке и мешовите потрошње;
- према рангу мреже: примарни, секундарни и терцијарни;
- материјалну, институционалну и персоналну;
- према положају у простору: подземне и надземне;
- према томе да ли омогућавају директну интеракцију између људи, да ли омогућавају интеракцију без директног људског контакта и да ли служе кретању људи, животиња, материјалних добара и енергије (*Doxiadis C., 1970*).

За потребе овог рада може се преузети подела техничких инфраструктурних система коју је дао Жегарац за потребе планирања и уређења простора на:

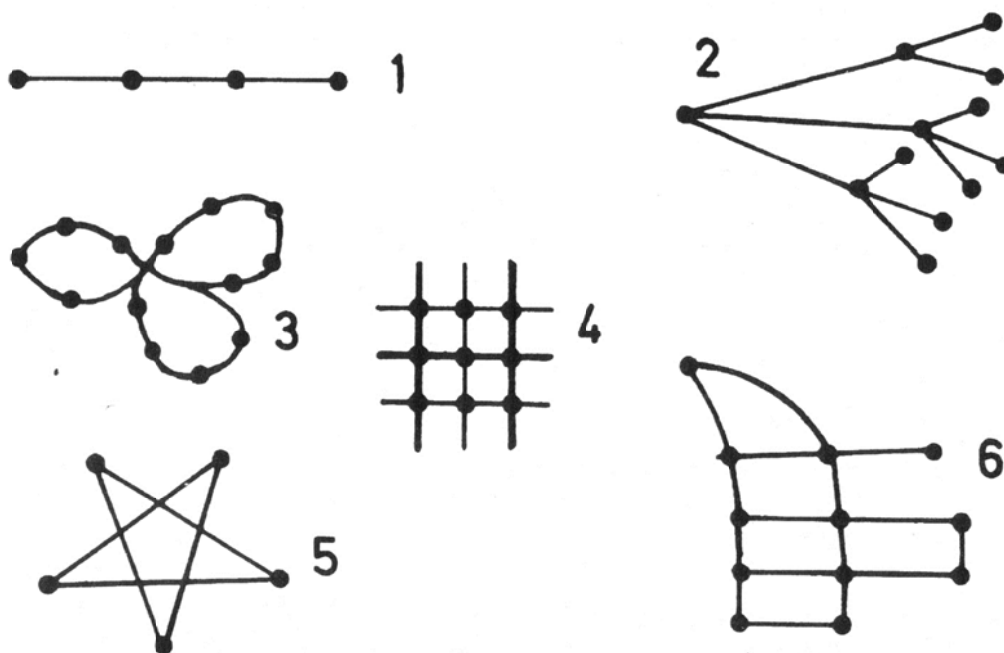
- Водне: водоводи, канализације, коришћење вода и заштита од вода;
- Саобраћајне: сувоземни, водни и ваздушни;
- Телекомуникационе: комуникациони и информациони;
- Енергетске: електроенергетске, гасоводе, топоводе и продуктоводе (*Žegarac, Z., Arsić, V., 1999*).

У складу са предметом истраживања овог рада важно је напоменути да се инфраструктурни системи састоје од

- објеката *тачкастог типа* у којима се врше трансформациони процеси и
- мрежа *линијског типа* којима се врши пренос енергије, материје и информација.

У зависности од морфологије, мреже се деле на:

1. ланчасте (нафтови и гасоводи),
2. гранасте (телефонска месна мрежа, даљинско грејање, канализација),
3. петљасте (електроенергетска мрежа),
4. правилни грид (саобраћајнице, водовод),
5. потпуна међуповезаност (телефон) и
6. непарилни грид (гас) (Žegarac, Z., 1998).



Слика III-1: Шема типова мрежа према морфологији према Жегарцу  
(Žegarac, Z., 1998)

### 3.4. Основне карактеристике инфраструктурних система

Међусобна усклађеност појединачних инфраструктурних система у целини која се назива инфраструктурни систем, као и усклађеност инфраструктурног система са другим системима у простору имају за циљ обједињавање простора и процеса који се у њему одвијају. Степен њихове развијености и њихова просторна и временска усклађеност сигуран су индикатор опште развијености простора и његових предиспозиција за даљи развој (Жегарац З., Лукић Б., 1996). Сталне

промене у простору као целини условљавају сталне промене у инфраструктурном систему које се огледају кроз просторно ширење и чвршће повезивање појединачних система. Правилно усмерене и правовремене промене у инфраструктурним системима омогућавају достизање напред наведеног циља.

Према Ђорђевићу основне карактеристике комуналних инфраструктурних система су:

- обезбеђују и условљавају функционисање простора и корисника;
- развој капацитета и домашаја је дисконтинуалан, али је процес доградње и модернизације сталан;
- по правилу су организовани као део ширих система са којима су повезани функционално, просторно, технички;
- имају изразите особине комплементарности и само сви системи заједно дају пуну вредност основној функцији коју обављају;
- имају изразито локационо дејство;
- инертни су и једном лоцирани у простор представљају стечену обавезу и постају фактор који значајно опредељује будућа решења у простору (врло значајна карактеристика која се мора имати у виду када се разматра однос урбанистичког планирања и развоја комуналних система);
- траже велика улагања и удруживања корисника, којима осим роба, услуга, енергије и информација обезбеђују заузврат и екстерне ефекте који се појављују и реализују у приходима корисника;
- улагања се не амортизују брзо, имају високи капитални коефицијент и дуги рок отплате;
- више доприносе заштити и унапређењу животне средине него њеном деградирању, мада у појединим случајевима има и екстремних утицаја на околину;
- од изузетног значаја су за побољшање животног и здравственог нивоа становништва (Ђорђевић, С. Д., 2001).

Наведене карактеристике могу се сматрати универзалним карактеристикама инфраструктурних система.

Приликом разматрања одлика инфраструктурних система потребно је нагласити њихов значај за еколошко-друштвено-економски развој одређеног простора који се може сагледати кроз међусобни однос ове два просторне компоненте. Сагледавањем њиховог међусобног односа можемо да закључимо да низак степен развијености инфраструктурних система, или у екстремним случајевима њихово непостојање представља сигуран знак неразвијености простора и ниског квалитета живота становника. На другој страни савремени инфраструктурни системи са високо квалитетним комуналним услугама привилегија су високо развијених простора. Имајући у виду ове закономерности, све чешће се одређени простори комунално опремају изнад тренутних потреба и стандарда антиципирајући будући развој, стварајући на тај начин привлачно окружење за разноврсне инвестиције.

Постојање инфраструктуре у неком простору и њено ефикасно функционисање могу да представљају узрок и/или последицу друштвено-економског развоја. Без обзира да ли је изградња инфраструктуре претходила развоју или следила развој, она представља ефикасан инструмент будућег усмереног и осмишљеног развоја простора у целини.

#### 3.4.1. Међузависност инфраструктурних система

Без обзира на различитости у погледу технологије функционисања као и општих техничких карактеристика, појединачни инфраструктурни системи функционишући у простору испољавају различите међузависности. Поменуте међузависности најчешће се исказују у просторној, организационој и функционалној равни. У складу са системским карактером инфраструктуре, међузависности се читавају на релацијама систем-околина, систем-подсистем и систем-систем кроз једносмерна или повратна дејства и једноструке или вишеструке везе.

Као што је напоменуто инфраструктурни системи се састоје од објеката тачкастог типа у којима се врше трансформациони процеси и мрежа линијског типа којима

се врши пренос енергије, материје и информација и којима се повезују трансформациони елементи, извори и потрошачи (тачкасти објекти). Повезивање тачкастих објеката врши се полагањем различитих мрежа на узаним просторима које називамо инфраструктурни коридори. Саобраћајна мрежа често представља коридор за остале инфраструктурне системе чиме се у великој мери одређује просторни распоред осталих активности у простору чије је одвијање условљено постојањем одређене инфраструктуре. Процес лоцирања објеката и мрежа инфраструктуре на ограниченом подземном простору додатно усложњавају густа мрежа саобраћајница у урбаним срединама и стално растуће потребе за увећањем капацитета појединих инфраструктурних система. Да би се испунили захтеви вертикалне и хоризонталне коегзистенције појединачних система морају се уважавати њихови међусобни односи и поштовати присутна ограничења. Такође решења морају бити заснована на *“неугрожавању основних функција, максимизирању економских ефеката, безбедоносним условљеностима, хигијенским ограничењима.”* (Žegarac, Z., 1998).

Примери међузависности комуналних система су бројни. Опремање одређеног простора канализационим системом условљено је тренутним али и планираним стањем водоводног система. Приликом опремања простора канализационом инфраструктуром, уколико се граде и кишна и фекална канализација, поред водоводног система битна карактеристика која се мора узети у обзир јесте и постојеће и планирано стање саобраћајне мреже и њене карактеристике. Јасне су међузависности гасоводног, електроенергетског и система даљинског грејања. Тако ће на пример развој система даљинског грејања смањити оптерећење на електроенергетски систем што се посебно изражава током зимске, грејне сезоне. Истовремено са порастом броја домаћинстава која су прикључена на даљинско грејање смањиће се број домаћинстава која користе чврста горива за грејање, дрва и угаљ, што ће позитивно утицати на чистоћу насеља. Познато је да телекомуникациони системи могу смањити број генерисаних путовања а самим тим и оптерећење саобраћајног система. Са смањењем број возила на уличној мрежи успориће се хабање прекривке али и подземних инсталација и тиме продужити век трајања улице а трошкови одржавања снизити.

Међузависност комуналних система огледа се и кроз комплементарност појединих система. У складу са локалним околностима (природни услови, географски положај, регионалне условљености, итд.) врши се процена значаја који поједини инфраструктурни системи имају у смислу егзистирања и функционисања корисника простора. Тако су поједини инфраструктурни системи круцијални, поједини могу бити замењени комплементарним, док поједини системи имају сразмерно мањи, непосредни значај за функционисање простора али изузетан значај за ефикасност функционисања простора и квалитет живота становника. У складу са наведеним, систем водоснабдевања био би незаменљив основни систем, системи даљинског грејања и електроенергетски систем комплементарни а телекомуникациона инфраструктура би спадала у трећу групу, групу мањег значаја у погледу егзистирања корисника али од изузетног значаја за ефикасно функционисање простора.

Набројане и описане међузависности указују на потребу пажљивог, рационалног и ефикасног координирања развоја инфраструктурних система у простору и у времену. Услед често несагледивих тешкоћа, међу којима предњачи недостатак средстава, ситуација у пракси се супротна а инфраструктурни системи развијају се парцијално, појединачно и без међусобне координације. Тиме се отежава и угрожава функционисање појединачних инфраструктурних система, других инфраструктурних система услед описаних међузависности, али и простора у целини.

#### 3.4.2. Агрегираност инфраструктурних система

Морфологија терена значајно одређује начин на који се мреже и објекти инфраструктуре граде. Како путна и улична мрежа најлогичније следе морфологију терена, најрационалнији вид равномерног покривања читавог простора комуналним и регионалним инфраструктурним системима јесте управо њихово агрегирање дуж путне и уличне мреже. Агрегирање мрежа и објеката инфраструктуре дуж ових мрежа омогућава да се избегну значајни проблеми када су у питању имовинско-правни односи али истовремено ствара проблеме око



финансирања такве изградње. Како наводи Милићевић спуштање разводних мрежа под земљу вишеструко поскупљује комунално опремање – и до 10 пута у односу на градњу на површини. Овакав вид планирања и изградње инфраструктурних система захтева посебна знања картографа у процесу картографског моделовања (*Милићевић, Г., 1990*).

Без обзира на негативне стране полагања инсталација подземно дуж путне и уличне мреже, предности које такав вид градње доноси као што су ослобађање простора за друге активности, пре свега за саобраћај, боља изолација мрежа, заштита од неповољних временских услова итд. довољни су аргументи да се прихвати виша цена градње. Најбољи ефекти могу се постићи ефикасним међусобним усклађивањем развоја појединачних инфраструктурних система у простору и времену.

### 3.4.3. Инфраструктура као праг развоја простора

Динамичност инфраструктурних система може да се посматра кроз стално мењање карактеристика објеката и мрежа инфраструктуре, односно процес њиховог “трошења” услед коришћења али и кроз скоковит развој комуналне инфраструктуре. Скоковитост у развоју јавља се услед несклада између понуде и тражње за комуналним услугама, односно услед несклада између потреба за инфраструктуром на неком простору и постојећим капацитетима инфраструктуре. Процес усклађивања понуде и тражње је цикличног карактера и најчешће се дешава да фазу када је понуда већа од тражње, замени кратка фаза када су оне изједначене а потом се уђе у фазу када се јавља мањак инфраструктурних капацитета односно када је тражња већа од понуде. Последња описана фаза заправо представља праг развоја одређеног простора а изградња нових објеката и мрежа инфраструктуре омогућиће превазилажење поменутог прага и представљати нову фазу описаног циклуса.

Претходна објашњења указују на потребу да се капацитети инфраструктурних мрежа и објеката димензионишу према дугорочним а не само текућим потребама.

То уједно представља и полазиште за теорију прагова развоја коју је дефинисао Малиш проучавајући искуства у развоју комуналне привреде пољских градова шездесетих година XX века (*Милићевић, Г., 1990*). Уколико се финансирање инфраструктуре врши наплатом од стране корисника јасно је да активирање локације захтева највећа средства. Потпуно комунално опремање простора на коме нема корисника или је број корисника недовољан да би се покрили сви трошкови чини “отварање локације” најскупљим. Напред наведено условљава да се комунално опремање врши примарно на оним теренима који су за то најпогоднији односно који имају најниже трошкове градње а да се потом пређе на терене који су мање погодни у смислу трошкова комуналног опремања. У складу са карактеристикама простора и ценом његовог комуналног опремања, као и правцима и динамиком ширења простора, може се са великим степеном поузданости предвидети временски хоризонт до када ће се простор развијати у складу са постојећим ценама комуналног опремања. Даљом анализом може се доћи до закључка колика ће добит од ширења простора бити потребна да се исплати виша цена комуналног опремања. Управо та цена представља наредни праг у развоју простора.

Поред промена у захтевима за дужином појединих мрежа и бројем објеката, односно промена у квантитативном погледу, са свеукупним друштвено-економским развојем простора долази и до промена у захтевима у погледу квалитета комуналних услуга. Другим речима поред квантитативних прагова јављају се и квалитативни прагови развоја. То би значило да у првим фазама развоја неког насеља потребе његових становника задовољавају улична, водоводна и електро мрежа. Даљим развојем насеља, како са аспекта броја становника тако и са аспекта старосне структуре становника, привредне диверсификације простора итд. и његовим ширењем јављају се потребе за канализационом мрежом, јавним превозом, системом даљинског грејања да би се врло развијени простори одликовали савременим телекомуникационим системима, мрежама масовног јавног превоза итд.

### 3.5. Насељски и регионални инфраструктурни системи

Инфраструктура по својој природи хијерархијске повезаности, односно надређености и подређености у систему има атрибуте регионалног (*Lukić, B., 2003*). Потврђене компаративне предности примене регионалних инфраструктурних система на ширем простору у односу на локалне-насељске, ограничене и индивидуалне инфраструктурне системе, чине основу за формирање и организовање регионалних инфраструктурних система. Како наводи Жегарац утицајни елементи који условљавају прерастање локалних и индивидуалних у регионалне системе су:

- просторни распоред корисника и њихови параметри
- активности које се у простору одвијају
- количине, капацитети и достигнути стандард комуналне опреме корисника простора (*Žegarac, Z., 1998*).

Исти аутор даље наводи следеће битне елементе које је неопходно уважити у анализи подобности организовања регионалних инфраструктурних система. То су:

- постојећи и планирани карактер урбаних агломерација са њиховим квалитативним и квантитативним димензијама,
- развојни трендови и правци просторне експанзије,
- потенцијални одрази на функционисање основних активности у простору (друштвених, привредних и др.),
- други елементи који одражавају развијеност мреже урбаних агломерација и њене промене у простору и времену.

Регионални инфраструктурни системи могу се формирати експанзијом и спајањем локалних, индивидуалних комуналних система за мање и ограничене просторе али и значајном експанзијом инфраструктурних система у великим захватима на одређеним правцима. Уколико се ради о повезивању мањих комуналних система у регионалну целину, ради се заправо о међусобном повезивању урбаних агломерација при чему инфраструктурни системи следе процес експанзије и

повезивања агломерација стварајући јединствену мрежу и постављајући темеље регионалности у том систему. Уколико се ради о експанзији инфраструктурних система на одређеним правцима, она су најчешће последица одлука и развојних опредељења чиме се стварају услови за директно организовање регионалних система. Другим речима, генерисање регионалних инфраструктурних система могуће је на два начина – међусобним повезивањем и експанзијом појединих комуналних система и у релативно кратком временском периоду, у великим потезима, развојем појединих праваца.

Без обзира на који начин се формирају регионални инфраструктурни системи, њиховим функционисањем ствара се читав низ претпоставки за рационалније коришћење простора и умножавају се могућности за раст и развој простора. Истовремено се обезбеђује нови квалитет простору и обезбеђују додатни импулси за даљу експанзију уређеног простора.

У складу са тенденцијама присутним у савременом свету и стварању мрежа урбаних агломерација и “регионалних градова” стварају се основне претпоставке и околности за формирање регионалних инфраструктурних система. Како је присутна тенденција “срастања” градова, може се очекивати даљи развој и реорганизација насељских инфраструктурних система како би се омогућило њихово међусобно повезивање и експанзија од нижих ка вишим облицима организованости.

Раст и развој простора прати развој супраструктуре и привредних, друштвених и других активности. Развој инфраструктуре мора да прати развој осталих структура у простору обезбеђујући повратна дејства и подстичући експанзију супраструктуре простора у целини. Да би описани процес био могућ, неопходно је повезивање насељских инфраструктурних система у више облике организованости као што су регионални инфраструктурни системи. Виши облик организованости инфраструктурних система на једној страни омогућава даљу рационалност и економичност и веће економске ефекте који се остварују на

регионалном нивоу коришћења инфраструктуре а на дугој страни омогућава даљи развој простора у коме се налази.

У току процеса планирања и изградње инфраструктуре морају се имати у виду претходна разматрања односа насељских и регионалних инфраструктурних система, фазе развоја кроз које ови системи пролазе, различите могућности за развој појединих система на регионалном и националном нивоу као и специфичности појединачних система. Зато је неопходно инсистирати на принципима градње који омогућавају њихову експанзију и проширивање у етапама у складу са развојем простора у који су уграђени и прихватањем нових захтева повећаног броја корисника.

### **3.6. Значај просторне и временске усклађености развоја инфраструктурних система**

Разматрања агрегираности и међузависности инфраструктурних система јасно указују на неопходност њиховог просторног и временског усклађивања. Овде треба додати и потребу координације развоја инфраструктурних система са осталим системима у простору и простором као целином. Инфраструктура представља саставни део целовитог градског система, а део који делује на цео систем у истој мери у којој трпи његово деловање, представља истовремено узрок и последицу одређених процеса (*Жегарац З., Лукић Б., 1996*). Пошто је реч о системима који се састоје од подсистема и елемената, неопходно је обезбедити њихово техничко, економско, функционално-просторно, правно и динамичко јединство (*Lukić, B., Đorđević, S. D., 2005*).

Опремање одређеног простора канализационим системом условљено је тренутним али и планираним стањем водоводног система а приликом опремања простора канализационим инфраструктуром, уколико се граде и кишна и фекална канализација, поред водоводног система битна карактеристика која се мора узети у обзир је и постојеће и планирано стање саобраћајне мреже и њене карактеристике. Уколико не постоји прецизна усклађеност просторне и временске компоненте изградње ових система може се доћи у ситуацију да се већ

асфалтиране улице раскопавају чиме се не само поскупљује градња већ се отежава функционисање простора а често и онемогућава одвијање појединих активности пре свега саобраћајних кретања као и испорука других комуналних услуга. Листа негативних последица се наставља одлагањем градње објеката коначних корисника на локацијама чиме се продужава дуг активизациони период комуналних мрежа. Подизање цене градње комуналних система подиже цену градње свих осталих објеката на том простору.

Као закључак јасно се намеће потреба за пажљивим координирањем изградње инфраструктурних система имајући стално у виду системски карактер простора и међузависности на релацијама инфраструктурни системи-инфраструктурни системи и инфраструктурни системи-простор.

### **3.7. Јавна и приватна инфраструктура**

Приликом разматрања међузависности комуналних инфраструктурних система истакнуто је да они могу бити организовани на локалном, насељском нивоу као што су на пример водовод, канализација, одношење смећа, јавна расвета итд. или на вишем, регионалном нивоу као што су најчешће електроенергетски систем, телекомуникациони систем, гасоводни систем, нафтовод<sup>1</sup> итд. У зависности од потреба простора за појединим системима и могућностима да се они рационално организују неки од система који су најчешће локалног карактера могу се организовати на вишем, регионалном или националном нивоу и тада говоримо о регионалном водоводу, регионалним депонијама итд.

Како наводе Жегарац и Арсић, аутори књиге Програми унапређивања јавне инфраструктуре у западноевропским и скандинавским земљама инфраструктурни системи су претежно у јавном власништву државе или локалних власти док су у англосаксонским земљама, сем Велике Британије, инфраструктурни системи претежно у приватном власништву (*Žegarac, Z., Arsić, V., 1999*).

---

<sup>1</sup> Потребно је напоменути и да се планира развијање појединих доминантно насељских система у Србији до регионалног карактера (водоснабдевање, одношење смећа итд).

Иако су у погледу власништва над инфраструктуром искуства различита у различитим земљама може се под јавну инфраструктуру да сврстамо ону инфраструктуру која је у власништву државе, регионалних или локалних власти а под приватну ону која је у приватном власништву.

Власништво над инфраструктуром је променљиво и онај који гради инфраструктуру не мора бити њен власник. Код изградње сложенијих система као што су главне градске саобраћајнице или постројења за пречишћавање вода најчешће су и градитељ и власник држава (регионална, градска, општинска власт и сл.). Понекад се дешава да приватни инвеститор инфраструктуру гради и касније је предаје у државно власништво као што је случај са водоводним и канализационим цевоводима, улицама итд. Када је у питању изградња инфраструктуре на приватној парцели она се гради средствима приватног сектора и остаје у приватном власништву. Постоји могућност да инвеститор, да би обезбедио функционисање на својој парцели мора да изгради или уреди део инфраструктурних система који припадају јавној инфраструктури.

Разлике у власништву не односе се само на то ко инфраструктуру гради и ко њоме располаже или има право да располаже већ и на то ко је одговоран да инфраструктуру одржава и врши послове везане за њено функционисање.

Како је наведено у књизи Програми унапређивања јавне инфраструктуре може се пронаћи веза између власништва над елементима инфраструктурних система и карактеристика објеката и водова инфраструктуре. Четири основне групе елемената инфраструктурних система које наводе аутори књиге су:

- изворишта (извор комуналне услуге или радног медијума, енергије и др. или контакт са системима који у релативном смислу имају карактер изворишта),
- транспорт и трансформација (транспорт радних медијума, енергије итд. и трансформација њихових карактеристика),
- дистрибуција (дистрибуција радних медијума, енергије итд. од транспортних објеката до непосредних корисника) и

- прикључивање (непосредно повезивање објеката супраструктуре на инфраструктурне системе) (*Žegarac, Z., Arsić, V., 1999*).

У складу са карактеристикама инфраструктуре и простора на коме се она налази односно на коме је положена аутори закључују да су за град значајни изворишни објекти и водови, за градске подцелине транспортни и трансформациони, за подручја дистрибутивни и за парцеле прикључни објекти. Тиме је и одређено власништво над различитим елементима инфраструктурних система.

*Табела III-1: Класификација објеката и водова инфраструктуре по просторно техничким карактеристикама*

| Елементи врсте          | Изворишта                            | Транспорт и трансформација                        | Дистрибуција                            | Прикључивање                              |
|-------------------------|--------------------------------------|---|---|---|
| <b>Водовод</b>          | Бунари<br>Доводи с. воде<br>ПП       | Главни водови<br>ЦС<br>Резервоар                  | Дистрибутивна мрежа                     | Прикључна мрежа                           |
| <b>Канализација</b>     | ПП                                   | Главни колектор<br>КЦС                            | Колектор                                | Прикључни канали                          |
| <b>Електрика (KV)</b>   | ТС 400/220<br>ТС 220/10<br>Вод 220   | ТС 110/35<br>ТС 110/10<br>ТС 35/10<br>Вод 110, 35 | Вод 10                                  | ТС 10/0.4<br>Вод 1                        |
| <b>Телефон</b>          | ГрЦ, ГИЦ<br>Спојни пут               | ЧвЦ, РеЦ<br>Спојни пут                            | КрЦ, Спут<br>Главни тт кабл             | Месна мрежа                               |
| <b>Даљинско грејање</b> | Топлотни извор                       | Магистрални топовод                               | Примарни топовод                        | Прикључни топовод,<br>Прикључна подстанца |
| <b>Гас (bar)</b>        | Магистрални гасовод 50<br>ГМРС 50/12 | Гранска мрежа 12<br>МРС 12/6                      | Дистрибутивна мрежа 6                   | РС 6/1<br>Прикључни вод<br>н.п.           |
| <b>Саобраћајнице</b>    | Аутопутеви                           | Градски аутопутеви<br>Градске магистрале          | Гр. саоб. улице I<br>Гр. саоб. улице II | Приступне улице<br>Паркинзи               |

*Извор: (Žegarac, Z., Arsić, V., 1999)*



Јавна инфраструктура обухвата саобраћајне и комуналне инфраструктурне системе и комплекс мрежа објеката социјалне инфраструктуре. Како наводи Жегарац “програмирано унапређивање кроз изградњу, обнову, реконструкцију или ревитализацију јавне инфраструктуре на одређеним просторима и у одређено време у динамички детерминисаном процесу може значајно утицати на имплементацију урбанистичких планова и укупно управљање урбаним развојем” (Žegarac, Z., Arsić, V., 1999). Јасно је да велику подршку описаном динамичком процесу урбаног развоја може да пружи ефикасан информациони систем који би у сваком тренутку у складу са динамиком промена у простору давао квалитетне информације онима који одлуке доносе и усмеравају даљи ток описаног процеса.

Јавна инфраструктура може се сматрати ефикасним механизмом за усмеравање економских, еколошких и социјалних токова и трендова у простору. Такву улогу омогућава јој пре свега непосредан утицај на обим и облике коришћења грађевинског земљишта, привлачење и лоцирање разних врста инвестиција (“greenfield” и “brownfield”). Како наводи Девас инфраструктура је кључни фактор којим се утиче на облике развоја земљишта, а капитална и примарна инфраструктура врше основно детерминисање просторних форми (Devas, N., 1993). И други аутори по Жегарцу подвлаче фундаментални значај обезбеђивања инфраструктуре водовода, канализације, саобраћајница, зграда и опремљеног земљишта за градњу за урбани развој (Žegarac, Z., Arsić, V., 1999).

Предмет интересовања овог рада јесу како динамичне урбане средине и могућности унапређивања јавне комуналне инфраструктуре тако и регионални простори који захтевају квалитетно планирање крупних инфраструктурних система и могућности унапређења праксе њиховог планирања и имплементације кроз подизања квалитета рефералних карата. Рефералне карте треба да буду допуна методама планирања инфраструктуре и омогуће да се “инфраструктура из пасивног и последичног стања трансформише у активно и креативно средство ефикасне имплементације планских решења и сходно томе постане инструмент управљања урбаним развојем.” (Žegarac, Z., Arsić, V., 1999).

### 3.8. Инфраструктура и одрживи развој

Како наводи Ђорђевић: *“Циљ одрживог развоја комуналних система је да служи садашњим и будућим генерацијама становника и да подржи економске активности на начин који омогућава ефикасну и ефективну употребу постојећих услуга и да обезбеди унапређење планираних услуга увек када је то неопходно уз очување животне средине.”* (Ђорђевић, С. Д., 2001)

Као основне циљеве одрживог урбаног менаџмента исти аутор наводи:

- обезбеђење адекватних урбаних услуга,
- одржавање и побољшање постојећег саобраћаја,
- одржавање и побољшање система водоснабдевања,
- одржавање и побољшање канализационог система,
- обезбеђивање стабилног прилива капитала за градњу нове инфраструктуре.

Остварење наведених циљева захтева да се постојећи ресурси рационално користе како би се сачувала околина.

Како наводи Лукић, одрживи развој инфраструктурних система могућ је ако се заснива на еколошкој подобности, економској исплативости и социјалној прихватљивости (Лукић, В., 2012).

Иако наилазе на бројне потешкоће, они који управљају простором предузимају напоре да се унапреди квалитет урбаних услуга, да се превазиђу проблеми управљања отпадом, проблеми обезбеђивања довољне количине енергије и њене ефикасне дистрибуције, да се саобраћајни систем што ефикасније организује и да се при томе не угрози околина.

Уколико се придржавамо основних начела одрживог развоја у управљању простором, процес планирања, изградње и управљања инфраструктуром неопходно је прилагодити тим начелима. Како наводи Јанић, основни принципи

којима треба да се руководе менаџери да би постигли адекватне комуналне услуге и подигли квалитет околине су следећи:

- тежиште се ставља на минимизирање отпадака, развијање механизма и праксе њихове рециклаже;
- дефинисање дугорочне стратегије урбаног развоја;
- прихватање мултисекторског приступа развоја града;
- развијање кооперације унутар јавног сектора и развијање партнерства између јавног и приватног сектора;
- подстицање доношења регулативе против загађивача, узимајући у обзир апсорпцију или трансфер – преваљивање економских и социјалних трошкова;
- израда и доношење минималних еколошких стандарда;
- повећање употребе обновљених ресурса, разрада политике превенције, рециклажа;
- подстицање локалних иницијатива и партиципација грађана (*Јанић, М., 1997*).

Како би се створио оперативно отворен систем наведени принципи се уграђују у стратегију која треба да омогући услове за ефикасно управљање токова воде, материјала, енергије и токова саобраћаја у оквиру одређеног простора. Примарни задатак оних који управљају простором јесте да створе адекватне техничке, економске и организационе услове функционисања комуналних система и на тај начин допринесу смањењу штетних утицаја на околину. Стратегија би требало да омогући флексибилно управљање токовима и постизање стандарда који је у складу са локалним условима.

Финансирање урбаног развоја и инфраструктурних система мора да буде пажљиво усмерено како би се избегле погрешне инвестиције. Компликован процес инвестирања у коме велики број актера има различите одговорности и обавезе, додатно се усложњава лошом алокацијом средстава за финансирање капиталних трошкова инфраструктуре. Услед недостатка координације између

појединих актера који учествују у овом процесу долази до расипања средстава и продужавања рокова изградње чиме се доводи у питање оправданост улагања.

Квалитетно планирање уз подршку програма изградње инфраструктуре предуслови су за координацију активности свих учесника, адекватно усмеравање финансијских капацитета, превазилажење проблема са “тајмингом” инвестирања, партнерство са приватним сектором итд.

### 3.8.1. Утицај инфраструктуре на животну средину

Полазиште у разматрању утицаја комуналне инфраструктуре на промене у животној средини представља следећа дефиниција: “Животна средина је различита од природне средине у ужем смислу, јер императивно подразумева и самог човека у њој, затим и све елементе људског удруживања и објеката у окружењу које су људи створили” (*Љешевић, А. М., 1980*). Као што се види из дефиниције коју је дао Љешевић, саставна компонента животне средине представља инфраструктура, њене мреже и објекти које су уграђене у простор.

Динамичност простора огледа се кроз сталне промене животне средине до којих долази под утицајем друштвених делатности. Животна средина губи свој примарни облик и мења своја својства при чему те промене могу бити већег или мањег интензитета (позитивне или негативне). Другим речима промене у животној средини могу погодовати људима који у њој живе или се негативно одразити на њихов живот, као и на живи свет уопште. Терминолошку поделу различитих промена у животној средини дају бројни аутори у својим радовима. За потребе овог рада можемо да прихватимо поделу коју даје Љешевић у књизи “Животна средина – теорија и методологија истраживања” (*Љешевић, А. М., 2000*). Према тој подели деградација животне средине представља сваку измену животне средине која се неповољно одражава на људски живот и позитивне људске и друштвене активности. Проградацијом се означава свака промена у животној средини која омогућава бољи живот људи или других живих бића. Загађивањем животне средине називамо деградацију која подразумева уношење

материја и енергије у средину при чему се у организму човека или других живих бића дешавају патогене промене. Девастација означава деградацију елемената средине. На другој страни налазе се термини као што су санација – активност поправљања загађене или девестиране средине и ревитализација – прогардабилне радње које омогућавају оживљавање на одређеном простору. Такође битан термин приликом разматрања утицаја инфраструктуре на промене у животној средини јесте термин акцидентна загађивања које Љешевић дефинише као све непогоде изазване у људској средини, које се дешавају нагло и могу да изазову несреће по здравље људи и материјалних добара (*Љешевић, А. М., 2000*).

Такође се раздвајају појмови заштита животне средине и унапређење животне средине. Под појмом заштита животне средине подразумева се очување незагађене или недеvastiране средине, затим очување естетских карактеристика простора и функција средине, као и спречавање узрока деградације и прекомерног трошења ресурса и простора услед различитих промена у средини. Са планерског аспекта заштита животне средине врши се предузимањем низа мера (планирање, програмирање, мониторинг, техничке, технолошке мере итд.) којима се спречавају узроци негативних промена. Поменуте мере могу се искористити и за ублажавање или отклањање последица појединих активности чиме се ствара погоднија средина за живот људи и других живих бића. У том случају говори се о унапређењу животне средине.

Стварајући предуслове за одвијање одређених активности у простору или ограничавајући или онемогућавајући одвијање активности, инфраструктурни системи остварују читав низ веза и интеракција са осталим системима у животној средини. Последице међусобних утицаја различитих система, а овде су посебно интересантни односи инфраструктуре и других система, могу да буду позитивне или негативне.

Према Лукићу, анализу утицаја инфраструктурних система на животну средину могуће је вршити са два аспекта:

- као неопходне и значајне садржаје насеља, који представљају основу привредног, демографског, урбаног и социолошког развоја, подизања животног стандарда, општег квалитета живота, унапређења и заштите животне средине – јер они омогућавају и условљавају комуницирање свих субјеката у насељу, задовољавање читавог низа потреба и жељену хармонију у расту и развоју насеља;
- током изградње, експлоатације и реконструкције, као и због интеракције са осталим системима (и између њих самих), долази до неминовних мањих или већих загађења и девастације елемената животне средине (*Лукић, Б., 1994*).

Без претензија да се обухвате сви инфраструктурни системи као и сви њихови постојећи и потенцијални утицаји, овде ће се извршити приказ неких од позитивних и негативних утицаја инфраструктуре на животну средину. Наредна разматрања представљају покушај да се образложи став да инфраструктурни системи више доприносе заштити и унапређењу животне средине него њеном деградирању при чему се не треба изгубити из вида екстремне, по правилу негативне, утицаје на околину.

Уколико систем уклањања смећа са неког простора не функционише последице су тренутно видљиве. Гомилање смећа на просторима који за то нису предвиђени не само да ствара естетске проблеме и проблеме становницима у смислу непријатних мириса, већ може узроковати озбиљне здравствене проблеме и угрозити околно становништво. Изостанак услуге сакупљања смећа, или лоше функционисање овог система, комбиновано са неодговорним понашањем грађана карактерише се појавом “дивљих” депонија које заправо представљају дисперзно и неконтролисано лоциране комуналне чврсте отпатке. Последица описаног гомилања смећа јесте загађивање ваздуха, земљишта и воде услед размножавања читавог низа патогених организама. Не мање битна последица јесте поменуто угрожавање естетске димензије простора. Набројане штетне последице по животну средину довољан су разлог да се врши организовано прикупљање, одстрањивање и депоновање комуналних отпадака са одређених простора. У

зависности од економских параметара, структуре становништва и његовог просторног распореда, конфигурације терена и временских прилика, систем управљања комуналним отпацама биће различито организован. Савремена технолошка достигнућа још увек захтевају депоновање одређених количина комуналног отпада, чиме се несумњиво еколошки оптерећује и угрожава одређени простор на коме се врши депоновање, али се савременим методама пречишћавања и строго контролисаног одлагања знатно умањују штетни ефекти у односу на “дивље депоније”.

Савремена технолошка достигнућа у изградњи објеката и мрежа отпадних вода (одвођење и пречишћавање отпадних фекалних, атмосферских и индустријских вода) омогућавају да се прикупљене воде у великој мери пречисте пре испуштања у реципијент. На другој страни, висока цена постројења за пречишћавање отпадних вода отежава, одлаже или чак онемогућава њихову изградњу па се стога канализациони систем често сматра једним од најинтензивнијих загађивача животне средине. Загађене воде се, без икаквог третмана, испуштају у реципијенте, стварајући значајне еколошке проблеме. Неконтролисана употреба септичких јама, као решења за прикупљање отпадних вода из домаћинства, или неконтролисано произвољно испуштање загађених индустријских вода у реципијенте могу бити узрок знатно сложенијем загађивању животне средине. Пре свега, говори се о могућностима да се угрозе и загаде велике површине земљишта, великој број подземних извора питке воде, велики број водотокова који немају капацитет да приме и “прераде” у њих испуштене отпадне воде. Овде треба додати и последице изостанка сакупљања и одвођења кишних вода, опасности од поплава и бујица, угрожавања темеља објеката, отежавање функционисања саобраћаја и друге инфраструктуре итд. Како је стварање отпадних вода неминовност, може да се констатује да за квалитет животне средине велики значај има контролисање отпадних вода а да њихово неконтролисано испуштање може довести до знатно комплекснијих последица по животну средину.

Комфоран и удобан простор подразумева добро организован и квалитетан саобраћајни систем. На другој страни добра организација и квалитетан саобраћајни систем значајно доприносе смањеном негативних утицаја све интензивнијег саобраћаја на животну средину. Масовна употреба моторних возила у друмском саобраћају загађује животну средину емисијом токсичних материја, буком вибрацијама итд. Истовремено, градитељски захвати који се предузимају у циљу решавања саобраћајних проблема (мостови, тунели, надвожњаци итд.) могу у великој мери да угрозе естетику простора. Пажљивим планирањем саобраћајница, саобраћајних токова, режима саобраћаја и већом употребом возила јавног масовног транспорта може се смањити интензитет загађивања животне средине. Улога и значај инфраструктурних система у заштити и унапређењу животне средине, када је у питању саобраћај, огледа се кроз ефикасност организације функционисања овог изузетно значајног система за функционисање урбаних простора.

Из претходних разматрања може да се закључи да интензитет негативних утицаја на животну средину зависи од низа параметара. То су пре свега величина насеља, просторна диспозиција функција и активности, историјско наслеђе, природне карактеристике, ниво социо-економског развоја друштва, културних образаца, врста комуналног система.

Досадашња анализа могућих утицаја инфраструктурних система на животну средину апострофирала је више или мање негативне утицаје ових система на систем у коме се они налазе. Стога је потребно поменути оне инфраструктурне системе који својим постојањем и функционисањем доприносе подизању квалитета животне средине ублажавајући негативне ефекте загађивања (на пример градско зеленило), или индиректно доприносе смањењу загађивања тиме што замењују друге системе или умањују потребу за њима (на пример телекомуникациони системи).

Како би градско зеленило у потпуности испунило своју функцију, и тиме се створили услови за квалитетнију животну средину у граду, неопходно је



међусобно повезати све елементе система зеленила (паркове, спортско-рекреативне комплексе, дрвореде, дечија игралишта, парк шуме, уређене обале итд.) у функционалну целину. Такође, неопходно је систем зеленила у граду повезати са зеленилом око града и на тај начин омогућити одржавање природних веза града и његовог окружења. Бројни аутори истичу вишеструке позитивне утицаје зеленила на квалитет живота у граду. Ђукановић наводи следеће позитивне утицаје:

- обнавља кисеоник у атмосфери, има биолошку функцију размене кисеоника и угљендиоксида;
- регулише температуру ваздуха, притисак, и ваздушна струјања, штити од јаких ветрова, пешчаних и снежних наноса, повећава влажност ваздуха и врши јонизацију;
- смањује утицај комуналне буке, апсорбује прашину и чађ, успорава ширење ватре у случају пожара;
- има позитивну улогу у оздрављењу деградираних земљишта и штити земљиште од ерозије;
- има бактерицидно дејство у загађеној средини и неутралише непријатне мирисе у насељу;
- у оквиру паркова има социолошки, културни и просветни значај и позитивно делује на физиолошке функције човека;
- има непроцењиви естетски значај у насељу;
- користи се у мониторингу животне средине (Ђукановић, М., 1991).

Како би се избегли негативни утицаји система градског зеленила на животну средину, неопходно је зеленило пажљиво планирати и редовно одржавати. Чести нежељени ефекти као што су превише густог и високог зеленила, нарочито на северним експозицијама, које смањују осунчаност, проветравање и прекомерно повећавају влажност ваздуха или сађење неадекватних врста на одређеном терену чиме се естетски нарушава простор и ствара несклад између структура у простору, последица су неадекватног планирања и одржавања система зеленила. Не треба заборавити ни потребу за пажљивим проучавањем могућих штетних

последица појединих биљних врста на здравље људи како би се избегле нежељене последице.

Систем телекомуникација омогућава одвијање читавог низа активности у простору без потребе да се људи крећу. На тај начин смањује се потреба за коришћењем средстава превоза, смањује се број возила у саобраћају као и саобраћајне гужве што доприноси смањењу загађености животне средине. Поред тога што телекомуникациони системи смањују потребу за другим инфраструктурним системима и на тај начин доприносе квалитетнијој животној средини веома важну улогу у процесу заштите и унапређивања животне средине телекомуникациони системи остварују кроз омогућавање мониторинга животне средине, процес упознавања, обавештавања и образовања становништва итд.

Претходна разматрања указују на следеће закључке о међусобном односу инфраструктуре и квалитета животне средине:

- постојање квалитетних комуналних услуга везује се за уређене просторе са виоко квалитетном животном средином;
- низак квалитет комуналних услуга, технолошки превазиђени, некомплетни или неизграђени системи или подсистеми везују се за мање развијене просторе у којим представљају значајног а понекад и доминантног загађивача;
- негативни утицаји инфраструктуре на животну средину нису занемарљиви и потребно је стално радити на изналажењу начина да се ти негативни утицаји сведу на минимум;
- позитивни утицаји инфраструктуре на животну средину су бројни и значајно доприносе подизању квалитета простора.

### **3.9. Улога инфраструктуре у развоју простора**

Уколико се системски приступи односу инфраструктурних система и организованог простора можемо се закључити да су инфраструктурни системи подсистем у простору чији би изостанак довео у питање функционисање

целокупног организованог простора, односно довео у питање опстанак система - простора, водећи га ка ентропији.

Међусобни однос инфраструктурних система и просторног развоја, историјски посматран, имао је две карактеристичне фазе. Постанак комуналних система везан је за првобитан развој друштва. Временом, следећи целокупан развој човечанства, развијени инфраструктурни системи постали су есенцијална компонента простора, преузели активну улогу у друштвеним процесима и од последице постали предуслов развоја простора и друштва у целини.

Према наводима Ђорђевића улога комуналних система у развоју простора огледа се кроз:

- подстицање и усмеравање развоја,
- активирање простора,
- дистрибуцију активности у простору,
- интеграцију простора и корисника (*Ђорђевић, С. Д., 2001*).

Недостатак или запостављање инфраструктурних система има негативне последице на развој целокупног простора. Стога је неопходно да се просторни распоред изградње инфраструктуре и њено одржавање и унапређивање због велике сложености која карактерише такве системе посматра и анализира као посебан проблем. Додатно усложњавање проблема ствара читав низ повратних утицаја и активних односа на релацији инфраструктура – околина. Ти односи се јасно уочавају кроз повезаност развијености простора са степеном изграђености и развијености инфраструктуре. Стално усклађивање различитих структура у простору – инфра и супраструктура – чини динамичним процес уређења простора.

У зависности од брзине промена у простору, интензитет мењања појединих структура биће различит. Немогућност да се подједнако и истовремено ради на свим структурама води ка неуравнотеженом стању где једна од структура “доминира” над осталим. У том случају неопходно је у следећим фазама ускладити и унапредити запостављене структуре како би се обезбедила

избалансираност структура и хармоничан развој а избегле деградација и пропадање појединих структура. Динамичним процесима мењања структура, правилним одабиром приоритетних активности и њиховом просторном и временском координацијом обликује се простор у складу са плановима и програмима развоја и уређења.

Према наводима Светске Банке непотпуност инфраструктуре доводи у питање ефикасност инвестиција у градовима. Улагање инвеститора у изворе електричне енергије, решавање саобраћајних проблема, снабдевање водом, одношење и одлагање смећа итд. повећава њихова укупна улагања и самим тим смањује продуктивност инвестиције. Тиме се смањује стопа раста профита, прихода и запослености а цена производа и услуга повећава (*The World Bank, 1992*).

Анализе односа између опремљености неког простора комуналним системима и његове социо-економске развијености потврђују наведене закључке Светске Банке и указују на одређене закономерности. Посматрано на ширим подручјима (регионалном нивоу) јасно се може уочити да су социо-економски развијена подручја опремљена комуналним сервисима на високом нивоу док мање развијена или неразвијена подручја заостају у развоју инфраструктурних система како у погледу квантитета тако и квалитета услуга.

Иако се на први поглед може учинити једноставним решење да слабије развијена подручја подигну ниво комуналних услуга, ситуацију компликује чињеница да развијена подручја својим развијеним комуналним услугама имају створене предуслове за даљи развој чинећи тиме своје просторе привлачнијим за инвестиције, док неразвијена подручја, пре свега високом ценом “отварања локација” своје просторе чине мање атрактивним и одбијају потенцијалне инвеститоре.

Изградњом инфраструктуре, или ревитализацијом и реконструкцијом комуналних система могу се активирати неискоришћени или нерационално искоришћени простори. Тиме се на једној страни указује на чињеницу да је рационално

коришћење природних и створених вредности могуће искључиво преко комуналне инфраструктуре, а на другој на значај комуналних система за општи друштвени и привредни развој и коришћење потенцијала одређеног простора.

Тежња ка равномерном просторном развоју и избегавању превеликих концентрација активности на релативном малом простору (док насупротив томе постоје напуштени и осиромашени простори) стално је присутна код оних који управљају развојем простора. Постојање развијених комуналних инфраструктурних система који омогућавају несметану дистрибуцију енергије, информација, материје и људи стварају предуслов за рационалније лоцирање функција активности и делатности у простору.

Развијање инфраструктурних система, било постепеним ширењем постојећих било изградњом у великим скоковима, доводи до тога да ти системи изађу из оквира насеља и већих градова, па чак и регионалних и националних система. Својим просторним развојем, повећањем капацитета и укључивањем великог броја корисника ови системи имају интегративну функцију у простору. Та функција огледа се кроз стварање могућности да се просторно и временски повежу различите активности.

Посебна улога инфраструктуре у развоју простора тиче се њених утицаја на квалитет животне средине. Адекватно планирана, изграђена и одржавана, као и рационално искоришћења инфраструктура несумњиво доприноси подизању квалитета животне средине. На другој страни, погрешно усмерена изградња објеката и мрежа инфраструктуре, несагледавање могућих последица на окружење, расипање капацитета и неодржавање система могу да иницирају читав низ еколошких проблема.

Инфраструктура је снажан инструмент за активирање простора, подстицање развоја и усмеравање развоја простора у целини и можемо да се закључи да она може да буде подстрекач урбаног развоја, да га стимулише и усмерава, али и препрека урбаном развоју, која га кочи и ограничава или чак у потпуности

ономогућава (Жегарац, З., Арсић, В., Лукић, Б., 2001; Lukić, B., Đorđević S. D., 2004; Лукић, Б., Годошев, М., Марић, М., 2010). Да ли ће подржавати или успоравати развој зависи од тога да ли је инфраструктура добро постављена и димензионисана, да ли су капацитети просторно и временски координисани, да ли неки од система недостаје или не функционише. Уколико се испуне наведени предуслови, простори који су адекватно опремљени инфраструктуром омогућавају активирање локација кроз различите врсте инвестиција (“*greenfield*” и “*brownfield*”) и одржавање процеса развоја простора динамичним.

### **3.10. Планирање, имплементација планова и рефералне карте**

Како наводи Кенет Боулдинг у књизи *Reflections on Planning*, “Начин на који се свет креће ка будућности резултат је неких одлука а не планова. Планови су значајни тек толико колико утичу на те одлуке. У том смислу се планирање може дефинисати као део свеукупног процеса одлучивања, међутим ако оно то није, планирање је врећа испуњена ветром, парче папира, безвредни дијаграм.” (Boulding, K., 1974, цитат преузет из Žegarac, Z., Arsić, V., 1999). Било да се ради о процесу доношења одлука или процесу израде планских докумената за одређени простор јавља се потреба за лако доступним и квалитетним информацијама. Управо такве, систематски обрађене и сортиране, ажурне и прегледне информације пружају рефералне карте. У зависности од сложености простора који се планира и на који се рефералне карте односе односно сложености захтева будућих корисника карте оне ће бити различитих нивоа комплексности. Без обзира на степен комплексности рефералних карата приступ информацијама (читљивост) и квалитет информација (ажурност) које оне треба да обезбеде морају остати на подједнако високом нивоу.

Планирање простора на различитим нивоима (од јединица локалне самоуправе до националног нивоа) треба да обезбеди савременом друштву усклађено еколошко, економско и социјално развијање простора. Реализација планских решења обезбеђује се различитим врстама мера и инструмената који се заједнички могу назвати сегментом имплементације. Потребно је напоменути да подједнак значај,

и сву своју сврсисходност рефералне карте могу да покажу у току имплементације планских решења односно операционализације зацртаних циљева, идеја и визија без обзира да ли се ради о схватању плана као нечега што се мора реализовати до краја или као прогнозе онога што се може десити.

Проблему неефикасност спровођења планских решења са којима се планери дуги низ година суочавају може се прићи из два угла. Посматрано из угла израде планова и дефинисања планских решења поставља се питање да ли су решења и планови адекватно урађени. Не улазећи у анализу методологије израде планова, може се поставити питање да ли је било могуће радити квалитетне планове без адекватних података и информација, односно да ли су примењене методологије могле да буду подржане у даљим фазама рада на плану када је познат проблем недостатка ажурираних картографских подлога, катастарских подлога, разних статистичких показатеља, недостатак просторних одредница за читав низ расположивих података и огромне разлике у *de facto* и *de jure* стању на терену. Другим речима, велики број података којима је располагамо нису могли прецизно, па чак ни са великим грешкама да се просторно лоцирају.

На другој страни поставља се питање оправданости великих ишчекивања од процеса имплементације без обзира да ли се ради о схватању плана као нечега што се мора реализовати до краја или као прогнозе онога што се може десити. Слично као и код фазе израде планских докумената, услед недостатка оперативних показатеља и немогућности вршења мониторинга реализације плана као предуслова за анализу степена реализације, као и услед непостојања надлежних да то чине није оправдано очекивати да се перманентно доносе одлуке којима ће се евентуална одступања од планских решења на време кориговати. Праћење реализације планова, ако је и рађено под тим називом, до сада се односило пре свега на утврђивање постојећег стања без прецизног дефинисања брзине реализације и синхронизације у реализацији планских решења. Често се ново стање односило на нове изграђене објекте или промене у наменама површина док су процеси реконструкције и обнове простора били изостављени или поменути без евиденције о динамици поменутих процеса. Изузетак су

представљале тоталне реконструкције чији су ефекти на простор једнаки новоизграђеним објектима. Процеси анализирања постојећег стања кретали би у већини случајева од почетка, трошећи нерационално време и новац, а услед ограниченог буџета неретко би анализе биле непотпуне. Употреба ажурираног географског информационог система омогућила би сталан увид у промене у простору и реализацију планских решења а картографски излази ефикасно коришћење од стране оних корисника који нису обучени за рад у ГИС-у.

Наведене чињенице, као и читав низ других околности, довеле су до стања у коме се процес планирања и програмирања развоја простора нашао – неосновано планирање и неостварив процес имплементације. Без претензија да се изградњом информационог система могу отклонити сви проблеми, у раду се покушава да се докаже да се изградњом квалитетног информационог система неки од проблема процеса израде планских докумената и њихове операционализације могу отклонити и да на тај начин планирање престане да буде “процес који предуго траје, са превише папира и премало резултата, што има за последицу инфлацију планерских папира, док проблеми у простору остају нерешени.”<sup>2</sup>. Информациони систем могао би да буде једна од јаких веза између планских решења и реализације омогућавајући, на једној страни, већу реалност (објективност и заснованост на квалитетним информацијама) планских решења односно промену приступа изради планских докумената, а на другој већу ефикасност примене инструмената реализације плана.

Став Жегарца је да су метод израде планова у претходним периодима карактерисале следеће фазе:

1. Прикупљање, систематизација и класификација података.
2. Анализа стања.
3. Програм плана на основу потреба, као и урбанистичких показатеља из планова вишег реда.
4. Израда нацрта плана на основу алтернатива и варијанти.
5. Разматрање и усвајање плана.

---

<sup>2</sup> Према закључцима 30. конгреса IsoCaRP-а, 1994. год. преузето из Žegarac Z., Arsić V., (1999.): “Programi unapređivanja javne infrastrukture”, Urbanistički zavod Beograda JP, Beograd стр. 12

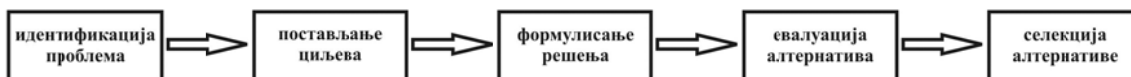


Јасно може да се уочи у којим појединачним фазама свој значајан допринос објективности, егзактности и научности може да пружи употреба квалитетног информационог система. Прва фаза - прикупљање, систематизација и класификација података, у случају постојања географски информационог система за одређену територију за коју се ради плански документ, била би унапред урађена и информације би биле припремљене у облику погодном да се искористе за плански документ. Савремени географски информациони системи омогућавају у великој мери да се друга фаза – анализа стања значајно унапреди и убрза као и да се одређене алтернативе и варијанте, кроз употребу симулација и модела испитају пре уграђивања у плански документ.

Наведене могућности употребе географских информационих система у процесу израде просторних и урбанистичких планова и програма развоја представљају само део широког спектра могућности које нуди квалитетан информациони систем. Поред значајних уштеда у времену потребном да се изради плански документ, предности коришћења ГИС-а у процесу планирања, односе се на подизање степена објективности и егзактности планских решења као и свеукупног квалитета рефералних карата и планског документа.

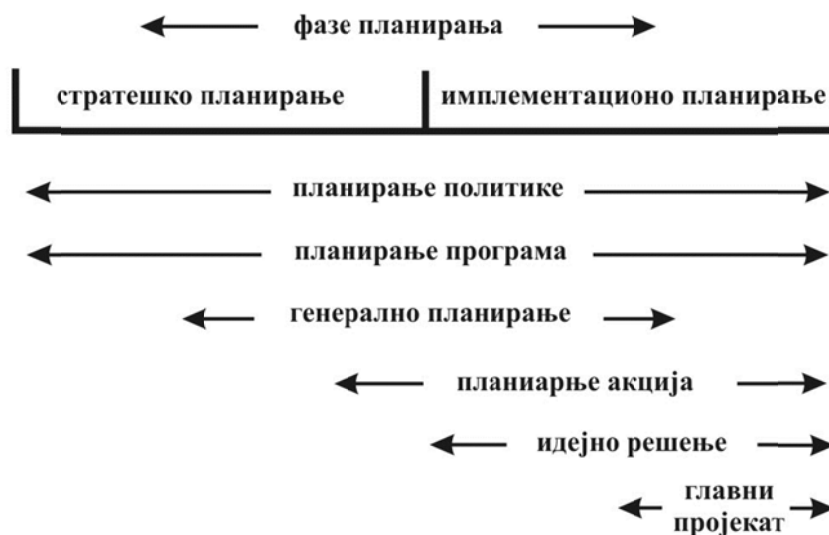
### **3.11. Планирање инфраструктурних система**

Према Григу кораци у процесу планирања инфраструктурних система су идентификација проблема, постављање циљева, формирање алтернативних решења, евалуација алтернатива и селекција алтернативе (*Grigg, N., 1998*). Могућности употребе информационих система у различитим фазама планирања инфраструктуре односе се пре свега на олакшану или чак аутоматизовану идентификацију проблема, употребу квалитетних информација приликом постављања циљева и формирања алтернатива, као и употребу могућности моделовања за потребе евалуације алтернатива. Наравно, цео процес се завршава доношењем одлуке односно селекцијом алтернативе што се разумљиво не сме препустити рачунарским системима.



Слика III-2. Процес планирања инфраструктурних система према Григу (Grigg, N., 1998)

Инфраструктурни системи планирају се за унапред одређене просторе (административне јединице, плански региони, природно дефинисани простори, функционално дефинисани простори) и за те сврхе користе се подаци који су планерима на располагању. Утицаји инфраструктурних система врло често превазилазе просторе за које је се ради просторни план, односно простор и инфраструктурни системи у планском подручју могу трпети утицаје које други инфраструктурни системи у околини врше. Зато је битно нагласити да се без обзира на комплексност и свеобухватност рефералних карата и њихове растуће могућности интерактивног приказане треба приликом картирања запоставити простор ван граница плана и инфраструктурне систем у њему.



Слика III-3. Врсте планирања инфраструктуре према Григу (Grigg, N., 1998)

Како наводе Жегарац и Арсић у процесу планирања инфраструктуре постоје три битне ствари:

1. Планирање као континуалан процес.
2. Управљање токовима информација је централни елемент у процесу планирања.
3. Планирање је уметност и наука (*Žegarac Z., Arsić V., 1999*).

Аналогно закључцима претходно цитираних аутора, реферална карта инфраструктурних система омогућава перманентно доступне квалитетне информације чиме се ствара предуслов за квалитетну имплементацију планских решења. Значајну подршку имплементацији пружају квалитетне информације са рефералних карата, а у њиховој истовременој комплексности и једноставности огледа се креативност планера и картографа.

Подизање квалитета процеса планирања инфраструктурних система а самим тим и квалитета планских решења може се извршити употребом модела. Предуслов за употребу модела јесте постојање довољног броја информација високог квалитета, припремљених на одређени начин погодан за употребу у моделима. Уколико информациони систем постоји то може бити предност. За потребе планирања инфраструктуре, могу да се примене различите врсте модела (симулациони модели, оптимизациони модели као и модели развијени за одређене намене).

### **3.12. Инфраструктура као инструмент имплементације просторних и урбанистичких планова**

Према наводима аутора књиге Програми унапређивања јавне инфраструктуре третман инфраструктурних система у просторним и урбанистичким плановима није увек у складу са местом и улогом коју ови системи имају у развоју организованог простора. Исти аутори наглашавају ниску ефикасност уложених средстава и озбиљне промашаје са несагледивим последицама као резултат пасивног схватања инфраструктуре у процесу планирања простора а не као основне компоненте просторног и урбанистичког планирања (*Žegarac, Z., Arsić, V., 1999*).

Планирање инфраструктуре као део процеса планирања, уређења и унапређења простора у целини захтева уважавање битних особина инфраструктурних система. Особина да заједничким утицајима и међусобним допуњавањем чине јединство у простору, без обзира на различитости у техничко-технолошком, организационом и просторном смислу назива се комплементарност инфраструктурних система. На другој страни стоји неодвојивост ових система од простора у који су уграђени и у коме функционишу, као и међусобни утицаји инфраструктурних система на простор и простора на инфраструктурне системе.

У складу са наведеним приступ планирању инфраструктурних система мора да буде целовит, без издвајања појединих компоненти уважавајући техничко-технолошко и функционално јединство са простором у коме се граде.

Развој и раст простора, наглашени кроз циљеве у просторним и урбанистичким плановима а формулисани на различите начине морају бити подржани развојем и растом инфраструктуре. Један од низа могућих одговора на питање да ли инфраструктура треба да утиче на раст и развој или раст и развој треба да генеришу инфраструктуру даје Кели у књизи Планирање, раст и јавни објекти – приручник за локалне службенике (*Kelly, E. D., 1993*). Аутор сматра да раст утиче на потребу за јавном инфраструктуром, али расположива капитална јавна инфраструктура утиче на облике раста. Обе ове ствари треба да се појаве истовремено у складу са просторним и урбанистичким плановима. Насупрот теоријским закључцима стоји пракса у којој градитељи инфраструктурних система инсистирају на прецизном дефинисању намене земљишта и параметрима и капацитетима коришћења земљишта а на другој стоје планери који очекују да инфраструктура испрати сву флексибилност планова и планских решења у складу са неизвесношћу и променама које носи будућност.

Плански документ дефинише правце развоја простора, као и приоритетне акције у простору. Синхронизовано грађење инфраструктуре са изградњом других структура у простору а у складу са планским документима треба да буде подршка развоју простора. Одступање у изградњи инфраструктуре или других структура у

простору од планских докумената може створити проблеме у развоју стварајући несклад између потреба за инфраструктуром и могућности инфраструктуре да те потребе задовољи.

Потребно је нагласити да инфраструктура, ма колико била развијена не може сама да генерише раст и развој неког простора. Изградња инфраструктуре утицаће на локализацију раста у простору тиме што ће простор учинити привлачнијим за инвестирање и олакшати реализацију различитих развојних иницијатива.

### **3.13. Програмирање инфраструктурних система**

Усвајањем просторних и урбанистичких планова усваја се и предлог међусобног односа различитих структура у простору. Инфраструктура је просторном плану обрађена и уклопљена у статички карактер плана. Просторни и урбанистички планови, који се раде за дуже периоде и који ретко или никад не претрпе измене и допуне, нису у могућности да испрате динамичке трансформације инфраструктурних система, што може да доведе до проблема временске координације и усклађивања потреба за инфраструктуром и могућности које постојећа инфраструктура пружа.

Допуну просторним и урбанистичким плановима, у виду динамичке компоненте, представља програм реализације инфраструктурних система. “Програм представља оквир за доношење одлука и обезбеђује основу за дискусију и разрешење политичких избора.... Програм повезује функцију просторног и функцију економског планирања” (*Lukić, B., Dorđević, S. D., Dorđević, A., 2009*). Израдом програма ствара се веза између решења зацртаних у планским документима и стварном стању и околностима на терену (*Ђорђевић А., Лукић Б., 2012*). Истовремено се утиче на рационализацију изградње и стварање повољнијих односа између уложених средстава и постигнутих ефеката опремања и изградње простора. Програмирањем развоја јавне комуналне инфраструктуре квалитетније се одређују захтеви за инфраструктуром на одређеним просторима као и потребна средства за реализацију тих захтева како иницијалних тако и

експлоатационих. Дефинисањем приоритета у изградњи инфраструктурних објеката и водова у многоне се утиче на динамику и просторни распоред изградње планираних објеката и привођење наменама одређених површина. Идеалан случај представљао би потпуну координацију изградње појединачних објеката и система из исте групе (на пример истовремена изградња водоводне, канализационе и електроенергетске мреже). Ситуацију усложњавају и компликују различите ингеренције над различитим системима, различити извори финансирања и расположива средства, различити доносиоци одлука итд.

Приликом одређивања приоритета у развоју простора и у складу са тим изградње инфраструктурних система неопходно је проћи кроз одређене фазе. Према ауторима књиге Програми унапређивања јавне инфраструктуре те фазе су:

- Дефинисање развојних подручја.
- Преглед примарних објеката и водова комуналне инфраструктуре.
- Оцена резерви у капацитетима и могућности прихватања нових корисника.
- Преглед објеката чија је изградња неопходна.
- Преглед планираних објеката по развојним правцима.
- Анализа трошкова појединих праваца развоја (*Žegarac Z., Arsić V., 1999*).

Предности употребе информационог система могу се искористити у низу наведених фаза. Дефинисање развојних подручја може да представља део стратешких одређења у планском документу и не мора нужно бити повезано са стањем и могућностима примарних инфраструктурних система на том подручју. Преглед примарних објеката, оцена резерви и капацитета, преглед објеката чија је изградња неопходна као и преглед планираних објеката у многоне би били олакшани и убрзани употребом информационог система. Кроз одржавање информационог система ажурним, вршио би се стални мониторинг који би учинио једноставним праћење имплементације програма.

Сличне закључке наводе и аутори који су описали процес одређивања приоритета по фазама. “Подаци се морају презентирати графички и табеларно обухватајући: просторну локацију објеката, техничке карактеристике, евентуалне резерве

капацитета код постојећих објеката, стање реализације планске и техничке документације, фазе изградње, инвестициону вредност радова, време потребно за реализацију по фазама итд.“ и “Документациона основа формирана на наведени начин представља трајну базу података чијом се допуном и ажурирањем омогућава праћене реализације процеса ...” (Žegarac Z., Arsić V., 1999)

Као основне карактеристике програма унапређивања јавне комуналне инфраструктуре и процеса његове израде могу се издвојити:

- Програм представља оквир за доношење одлука.
- Програм је вишегодишњи – најчешће петогодишњи.
- Програм идентификује потребне објекте и координише финансирање и динамику реализације.
- Програм садржи фискални план који обезбеђује финансирање пројеката
- Програм је веза између планова вишег реда и буџета.
- Програм описује сваки пројекат предложен за градњу, почетак градње, трошкове реализације по годинама и начине финансирања.
- Процес израде програма је динамички.
- Програм карактерише годишње понављање процеса израде.
- Процес израде програма подразумева учешће грађана (Žegarac Z., Arsić V., 1999).

Као основне делове процеса израде програма Жегарац и Арсић наводе процес дефинисања потреба, процес процене стања и процес доношења одлука о инвестирању (Žegarac Z., Arsić V., 1999).

Процес дефинисања потреба мора да буде заснован на процени стања инфраструктурних система у односу на садашње и планиране потребе и стању инфраструктурних система које се жели достићи у планском периоду. Процес процене стања инфраструктурних система подразумева општи опис система (локација, физички опис, капацитет итд.) структурални интегритет, квалитет услуге и ниво употребе, сигурност и функционалну класификацију (O’Day, K., Neumann, L., 1984). Да би процес мерења физичког стања објеката био могућ и

свеобухватан неопходно је дефинисати јасне критеријуме и извршити рангирање по свакој од наведених димензија. Уз постојање расположивих података о стању инфраструктурних система на основу сталног мониторинга и ажурирања базе података информационог система, могуће је вршити анализе и упоређење планираних потреба и постојећег стања и на основу тога доносити одлуке о даљем току процеса унапређивања инфраструктурних система. И овде је неопходно апострофирати значај система вредности и објективност оног/оних који доносе одлуке, њиховог нивоа знања и знања планерског тима. Ма колико информациони систем био савршен процес доношења одлуке препуштен је човеку који поред квалитетних информација које му пружа информациони систем мора узети у обзир читав низ других околности (ограниченост средствима, разлика између потреба и расположивих средстава, индивидуални аргументи, припремљеност пројекта за реализацију, итд.).

Слично описаним корацима израде програма које су дали Жегарац и Арсић, други аутори наводе следеће кораке при изради програма. Према О Деју и Њуману то су:

- Начинити инвентар постојећих објеката.
- Установити критеријуме и начинити оцену стања.
- Идентификовати дефиците.
- Развити сценарије финансирања и приоритетне Програме.
- Развити и евалуирати различите пројекте.
- Евалуирати Програм/пројект алтернативе.
- Изабрати опцију програма (*O'Day, K., Neumann, L., 1984*).

Према групи аутора то су:

- Установити политику капиталних побољшања.
- Направити инвентар.
- Идентификовати пројекте.
- Поставити приоритете.
- Финансијска анализа.
- Процена извора финансирања.



- Развој и усвајање програма.
- Припрема и имплементација капиталног буџета.
- Мониторинг процеса реализације програма (*Building Together: Investing in Community Infrastructure 1990*).

А према Боверу неопходни су следећи кораци:

- Инвентар објеката.
- Евалуација стања.
- Употреба стандарда.
- Динамика поправки.
- Потреба за новим објектима (*Bonjyer, R., 1993*).

Из наведених фаза јасно се може препознати место и улога информационих система. Инвентар постојећих објеката, који код свих наведених аутора представља полазишну тачку у процесу програмирања инфраструктурних система, треба да садржи попис свих објеката и водова везаних за подручје програма са максимумом техничких информација (датум изградње, стање, капацитет, процењену вредност, материјал од кога је сачињен, локација, величина, пречници цевовода и канала, дубина укопавања цевовода и шахтова, изглед и стање инсталација...). Другим речима неопходно је располагати базом података о низу параметара и карактеристика објеката и водова инфраструктурних система. Поред основних података, база треба да садржи и информације везане за историју радова и претходног одржавања (локација, датум, узрок, природа квара, начин на који је извршена поправка), фреквенцију кварова, прекиде рада, време протекло од последње поправке, редукције капацитета, трошкове одржавања, историју жалби корисника итд. Перманентно ажурирање са новим подацима и променама као што су изградња нових објеката, промене капацитета и стања, измене параметара, обављене реконструкције итд. је обавезно. Значајно би било да информациони систем садржи и податке о будућим захтевима за инфраструктуром (нове локације, жељене промене капацитета итд.) као и о постојећим и планираним наменама површина, демографским карактеристикама и сл.

На основу квалитетно урађеног инвентара односно квалитетних информација о стању објеката и мрежа инфраструктурних система и дефинисаних стандарда може се извршити оцена стања и указати на то да ли су објекти и мреже испод или изнад жељеног нивоа. Битна карактеристика инфраструктурних система када се ради о процени стања јесте процена поузданости у будућем раду и степен ризика од даљег рада система у тренутном стању. Може се рећи да је ово један од најобимнијих и најзначајнијих корака у процесу израде програма који треба да укаже на размере проблема и делове инфраструктурних система који су у опасности од квара као и могуће последице квара. Даље у току израде, упоређивањем података о стању постојећих мрежа и објеката и постављеним циљевима који се желе достићи јасно ће бити истакнути недостаци у капацитетима и створена могућност да се изврше потребне замене или обнове пре него што до кварова дође. Приликом анализе стања система у целини или појединих инфраструктурних система потребно је одабрати индикаторе стања. Приликом одабира индикатора треба инсистирати да они буду објективни и квантификовани, јасно дефинисани и објашњени. Како наводе аутори *“ови индикатори треба да покажу физичко стање, квалитет и квантитет услуге која се пружа, могућност да се тај ниво услуге одржи и у непредвиђеним ситуацијама, улогу која одређена компонента има у систему као целини, просторну дистрибуцију суфицита и дефицита у систему итд.”* (Žegarac Z., Arsić V., 1999).

Према истим ауторима ти индикатори би се могли сврстати у следеће групе:

1. индикатори физичког стања,
2. инжењерски индикатори,
3. посебни индикатори,
4. индикатори који утичу на ниво услуге,
5. трошкови оправке.

Значајно унапређивање процеса анализе функционалног стања инфраструктурних система може да се постигне применом одговарајућих програмских модела који омогућавају варирање капацитета, хидрауличких услова струјања флуида итд.

Резултат примене савремених модела представља попис локација на којима долази до прекида у раду система и узрока прекида (*Žegarac Z., Arsić V., 1999*).

Употреба информационих система у осталим фазама израде програма није толико очигледна као у претходно описаним, али је не треба у потпуности искључити. На значај квалитетних информација за процес планирања инфраструктуре као фундаментални захтев указују и Бревард: “структурирати информације неопходне за одлучивање на такав начин да служе синтези и тактичких и стратешких критеријума. Значи информације треба да обезбеде да одлуке о инфраструктури рефлектују баланс између тренутних притисака да се одлука донесе и питања чије ће се поледице осетити знатно касније у будућности.” (*Brevard, J., 1985*) и Жегарац: “Нико не зна право стање целине инфраструктурних система јер информације постоје само у фрагментима. Постоји озбиљна потреба за техничким и ажурним информацијама да би се избегло погрешно инвестирање засновано на сумњивим критеријумима. Без поузданих информација нема ни сигурности да ће стање објеката бити поправљено неким инвестирањем. Потребне за заменом неких објеката треба прецизније дефинисати у светлу расположивих података.” (*Žegarac Z., Arsić V., 1999*).

Недостатак средстава за улагање у инфраструктуру који карактерише градове у Србији не може бити превазиђен употребом информационих система. Иако ће изградња информационог система додатно оптеретити буџет предвиђен за унапређивање инфраструктуре, дугорочно посматрано употреба информационог система довешће до рационализације у располагању средствима и њиховог ефикаснијег усмеравања.

Уколико се прихвати став Боулдинга (*Boulding, K., 1974*) да је начин на који се свет креће ка будућности резултат неких одлука а не планова, јасно се може уочити потреба за географским информационим системима у процесу планирања и организације како простора у целини тако и комуналне инфраструктуре као његовог саставног дела, односно у процесу доношења одлука којима се утиче на развој простора. Основна улога и задатак географског информационог система у

овом случају односи се на могућност да у сваком тренутку учини доступним квалитетне податке и информације везане за одређени простор на основу којих се могу донети одговарајуће одлуке чиме се обезбеђује остваривање постављених циљева.

У раду је више пута наглашена сложеност инфраструктурног система коју карактерише одређени број појединачних система а у оквиру сваког од њих изузетно велики број мрежа и објеката. Даље усложњавање јавља се услед системске, просторне и временске, међузависности сваког од ових подсистема са другим инфраструктурним подсистемима као и осталим системима у окружењу. Укратко представљена сложеност и значај инфраструктурних система указују на неопходност постојања информационог система како би се омогућило успешно планирање, праћење и управљање инфраструктуром на одређеном простору.

Сам географски информациони систем који би се односио на инфраструктуру на одређеном простору требало би да представља подсистем знатно ширег и комплекснијег географског информационог система одређеног простора како био се омогућило сагледавање, анализа и праћење осталих компоненти простора (еколошке, економске и социјалне итд.) и створила адекватна информациона основа за његово интегрално управљање.

### **3.14. Инфраструктурни системи на рефералним картама у просторним плановима**

У складу са предметом истраживања овог рада неопходно је размотрити проблематику картографског моделовања инфраструктурних система за потребе израде рефералних карата у просторним плановима. Информације о инфраструктурним системима у зависности од њеног вида и места у хијерархијском низу, могу се кретати од глобалног до локалног значаја. Ако се изузме глобални значаја, као значајне са практичног становишта сматрају се информације које су саставни део ГИС-а државе и региона на једној и ГИС-а насеља, нарочито градова, на другој страни (*Жегарац З., Лукић Б., 1996*).

На више места у раду апострофиран је управљачки аспект географских информационих система односно њихов значај за доношење таквих одлука које ће омогућити квалитетно управљање све сложенијим процесима и појавама у простору. На другој страни, основу за описани начин коришћења ГИС-а представља документациона основа. Подлогу за рад и функционисање информационог система, односно основу за производњу и дистрибуцију квалитетних информација за одлучивање представља добро конципирана и стално ажурирана база података. Везу између базе података и управљачког сегмента географског информационог система чине бројне функције које обезбеђују и омогућавају унос, проток, премештање, трансформисање и достављање информационог садржаја.

По Цаврићу, основне функције географских информационих система су:

- прикупљање и припрема података,
- конверзија у унос података,
- управљање подацима,
- манипулација и анализа података,
- извештавање и приказ података (*Цаврић, Б., 1991*).

Како наводе Жегарац и Лукић, ГИС државне територије или региона који садржи информације о инфраструктурним системима има стратешки значај за развој материјалне производње, повезивање и развој мреже насеља, експлоатацију природних ресурса, заштиту природних и културних вредности, заштиту животне средине и сл. ГИС насеља, према истим ауторима, карактерише већа прецизност и детаљност, тако да информације имају веома велику могућност примене. Оне се огледају у креирању полазне основе за планирање и уређење простора, изради просторних и урбанистичких планова и пројеката, рационално усмеравање дугорочног и средњорочног развоја, креирању основе за контролу раста града, праћење и контролу квалитета животне средине и стандарда живота становника тд. (*Жегарац З., Лукић Б., 1996*).

Анализирајући наведене функције географских информационих система и могућности примене за потребе планирања инфраструктурних система, већ на самом почетку наилази се на значајне потешкоће. Процес прикупљања података значајно је отежан услед чињенице да се подаци о инфраструктури у Србији налазе у изразито лошем стању. Подаци се чувају у папирном облику – као катастар подземних инсталација, старе карте и текстуални описи итд. али њихова непотпуност и неажурност у великој мери ограничавају њихову употребљивост. О могућим негативним ефектима непостојања тачних података о појединим инфраструктурним мрежама и објектима, несинхронизованом вршењу изградње или поправке појединачних кварова, последицама извођења интервенција “на слепо” односно без знања шта се налази и на ком месту испод или изнад површине земља писало је на више места у раду. Потребно је поменути последице као што су оштећење других мрежа и објеката услед непознавања терена, трошкове настале услед застоја у раду, отежано функционисање простора услед продужетка трајања интервенције као и знатно крупније проблеме до којих може доћи услед погрешног планирања и пројектовања инфраструктурних система.

Наравно, постоје и примери добре праксе у Србији (Суботица, Инђија, Нови Сад итд.) где су поједине средине схватиле значај квалитетних информација о инфраструктурним системима и могућности које им географски информациони систем пружа.

Разматрајући и даље прву функцију географског информационог система – прикупљање података, неопходно је да се нагласи да због описаних проблема ова фаза израде најчешће захтева ангажовање обимних финансијских средстава. Поред тога што захтева значајну финансијску подршку, процес прикупљања података захтева и значајну техничку подршку како би се што прецизније прикупили подаци о објектима и мрежама инфраструктуре који су по правилу положени испод земље и агрегирани дуж саобраћајница.

Након што су прикупљени подаци неопходно их је структурирати и користити у таквом облику који осигурава минимум трошкова управљања базом, односно

обезбеђује стално позивање података из базе, њихову анализу и приказивање свим овлашћеним корисницима.

Као најважније функционалне елементе географског информационог система може да се истакне руковање подацима и различите аналитичке функције које се могу реализовати уз помоћ похрањених података односно омогућавање извршавања великог броја различитих операција над подацима којима се омогућава доношење оптималних одлука у процесу планирања, програмирања и изградње инфраструктурних система.

Питања на која најчешће треба да пружи одговор географски информациони систем комуналне инфраструктуре су према Ђорђевићу:

- Где се налази објекат А?
- Где је објекат А у односу на објекат Б?
- Колико се карактеристика типа А налази на растојању између Б и В?
- Колика је вредност функције  $\Phi$  на позицији  $X$ ?
- Колико је велико Б (подручје, ниво, капацитет,...)?
- Шта је резултат пресека различитих просторних података и њихових атрибута?
- Који је део пута (трасе) са најмањим трошковима и отпорима на дистанци између А и Б?
- Који су објекти суседни, објектима са одређеном комбинацијом атрибута?
- Шта се са објектом (линијом, површином) А променило од времена  $T$  у односу на време  $T_1$ ?
- Симулирај ефекте процеса  $\Pi$  у времену  $T$  за дати сценарио развоја по принципу “Шта ако” (Ђорђевић, С. Д., 2001).

Недостаци класичних поступака анализе односе се пре свега на њихову изузетну сложеност, значајно време које одузимају и појаву грешака које се не могу одмах пронаћи и аутоматски уклонити. Применом географских информационих система и читаве палете алата за анализу у оквиру њих који омогућавају ефикасно постављање упита, добијање одговора и управљање подацима могуће је превазићи

набројане проблеме и располагати подацима у облику синтетизованих информација погодних за брзо реаговање и доношење одговарајућих одлука.

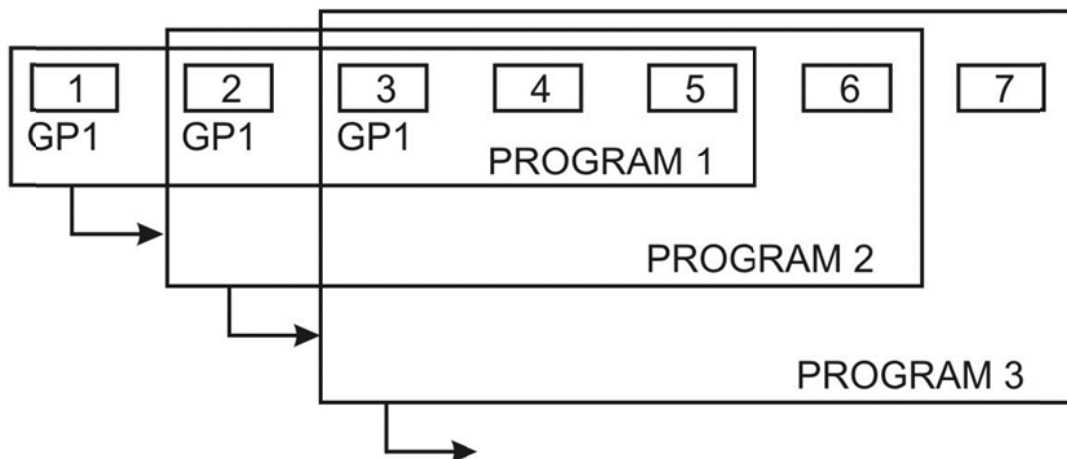
На основу претходних разматрања може да се закључи да изградња и примена добро конципираног географског информационог система може знатно да допринесе унапређивању процеса организације, планирања, програмирања и управљања комуналном инфраструктуром заснованим на квалитетним и приступачним информацијама.

Приликом израде програма унапређивања инфраструктуре неопходно је дефинисати географски простор који програм обухвата. На другој страни, у току почетних фаза изградње информационог система неопходно је дефинисати на који се простор систем односи. Уколико информациони систем покрива простор за који се ради програм, или шири простор, стварају се предуслови да он успешно подржи процес израде програма и пружи подршку у процесу изградње и мониторинга инфраструктурних система.

Програм може да обухвата само један инфраструктурни систем, комплементарне типове инфраструктуре или све инфраструктурне системе на одређеном подручју. Аналогно претходној констатацији, уколико информациони систем обухвата податке о системима које третира програм, или више од тога, поједине фазе израде програма могу се ефикасније и објективније извршити.

У зависности од нивоа детаљности података садржаних у бази података информационог система о инфраструктури на неком простору, они који израђују програм могу се у мањој или већој мери користити информацијама које им пружа информациони систем. Најбољи ефекти постигли би се уколико постоји преклапање детаљности података која се захтева у програму са детаљношћу којом располаже информациони систем. Ако је предмет израде програма националног, регионалног, градског или локалног нивоа најрационалније је да су и подаци које пружа информациони систем истог нивоа.





Слика III-4. Петогодишњи и годишњи ПРОГРАМ (Žegarac, Z., Arsić, V., 1999)

Временски период за који се ради програм најчешће је пет година уз препоруке појединих аутора да се програм ради сваке године при чему би свака прва година чинила годишњи програм (Žegarac, Z., Arsić, V., 1999). Информациони систем, једном изграђен и стављен у употребу требало би континуирано да прати и помаже израду програма омогућавајући брз приступ ажурним информацијама.

#### **IV ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ ПРОБЛЕМА КАРТОГРАФСКОГ МОДЕЛОВАЊА**

Процес планирања инфраструктурних система, и просторног планирања уопште, захтева познавање просторног размештаја објеката појава и процеса од значаја за планирани простор.

Карта омогућава повезивање и интеграцију сетова података са географским локацијама стварајући на тај начин геопросторне информације и представљајући кориснику садржај на њему разумљив начин. Значај карата и приказивања геопросторних података препознат је у примени у просторном планирању и планирању инфраструктурних система, и то у свим фазама процеса планирања, имплементације планова, програмирања развоја и праћења промена у простору – мониторингу и извештавању.

Иако је развој географских информационих система значајно променио процес креирања карте, највећи утицај ГИС-а јесте у промени онога што је у фокусу активности. Са увођењем ГИС-а у процес просторног планирања и планирања инфраструктурних система активности везане за базе података постале су кључне а знатно мање пажње посвећује се начинима визуализације изузетно великог број хетерогених података који се у њима налазе. Истицање проблема који настају услед неадекватне визуализације директно је повезано са начином на који корисник карте интерпретира карту и директно утиче на могућност корисника карте да географске податке претвори у информације од значаја за процес планирања простора и инфраструктурних система као његовог саставног дела.

Године 1949. картографија је званично призната као независна наука (*Buchroithner, F. M., Fernandez, A. P., 2011*). Арнбергер наводи да су пре Првог светског рата аустријанац Карл Појкер и немац Макс Екерт покушали да успоставе картографију као независну науку (*Arnberger, E., 1970*). Према Слатеру картографија се сматра релативно младом научном дисциплином у поређењу са физичким наукама које су се развијале током седамнаестог и осамнаестог века или друштвеним наукама које су свој најинтензивнији развој доживеле у

деветнаестом веку (*Sluter, R., 2001*). Креирање карата данас захтева иновативни приступ картографији као науци.

**Картографија** је, према дефиницији Међународне картографске асоцијације, постављеној 1965. године а потврђеној 1973. године у Вишејезичном речнику техничким термина у картографији, “уметност, наука и технологија креирања карата, заједно са њиховим изучавањем као научним документима и уметничким делима.” (*ICA 1973*). Недостатке ове дефиниције, њено истовремено прешироко и преуско дефинисање картографије, бројни аутори наглашавају кроз истакнуту везу картографије и уметности, чиме картографија излази из сфере уметности и истицање технологије израде као производне делатности, чиме се дефиниција сужава (*Вемих, М., 2005; Петерца, М., et al., 1974*). Према Картрајту у наведеној дефиницији техника подразумева начин на који креирамо тачне и прецизне картографске производе у аналогном и дигиталном формату а аспект уметности се односи на културне и историјске контексте у којима карта изражава више од стварних објеката пејсажа (*Cartwright, W., 2008*).

Картографија је такође дефинисана и као производња карте – укључујући дизајн, састављање, конструкцију, пројекцију, репродукцију, коришћење и дистрибуцију карте. (*Thrower, W., 2008*).

Картографију Петерца и група аутора дефинишу као науку “која изучава садржај карата и начин његовог истраживања, а такође методе израде, издавања и искоришћавања карата. Она разрађује теоретске основе и утврђује принципе на којим базира карта, методикау и технику израде и основне правце њеног искоришћавања.” (*Петерца, М., et al., 1974*) Исти аутори закључују да “добра карта може да се добије само обједињеним напорима картографске науке и картографске производне делатности.” односно да “се сваки картографски рад поставља на научној основи, а реализује применом техничких метода.” (*Lješević, A. M., Živković, D., 2001*).

Љешевић и Живковић дефинишу картографију као “науку и техничку дисциплину која се бави проучавањем израде и коришћења карата као специфичног облика приказивања просторног размештаја објективне стварности географске средине” (Lješević, A. M., Živković, D., 2001).

Сретенковић даје следећу дефиницију: “Картографија је наука која се бави проучавањем методологије моделовања транспозиције просторно – временских садржаја из сферних положаја у спацио – номограмски размерни модел – на сферној површини (глоб) и на математичкој равни (план, карта), у циљу истраживања и сазнавања стања и мењања тематике простора: предмета, појава и процеса.” (Сретенковић, Љ., 1989).

Према Хакеу техничка дефиниција картографије постаје све важнија са развојем и усложњавањем технологија (Hake, G., et al. 2002). У светлу развоја геоматике, картографија се често схвата као техника, ефикасан алат за достизање циља – приказ резултата истраживања геонаука и комуникација са корисницима. Са аспекта геоматике, ГПС, ГИС и даљинска детекција су кључни за дигиталну и аутоматизовану картографију. При томе приликом коришћења поменутих технологија картограф не доприноси даљем проучавању и напретку истраживања у области електромагнетних поља, фотограметрије, оптике, логике или рачунарских наука. Картограф, у свим набројаним случајевима, користи технологије да обезбеди објективне податке у домену који проучава са циљем креирања квалитетне карте<sup>1</sup>.

**ГИС** се односи на географске информационе системе али се слово **С** у скраћеници често користи за науку (енгл. *Science*) и студије (енгл. *Studies*). Слично картографији, не постоји јединствена дефиниција географских информационих система. Бројни научни радови објављени на тему ГИС-а не покушавају да дају јединствену дефиницију већ се позивају на велику разноврсност дефиниција. За

---

<sup>1</sup> Како би се избегло погрешно коришћење израза који су често у употреби у процесу израде просторног плана, а односе се на процес израде рефералне карте, у раду су дате додатне дефиниције са циљем да се у наставку рада приликом коришћења појединих термина направи јасна разлика.

потребе овог рада можемо да усвојимо дефиницију да је ГИС: Компјутерски заснован систем за прикупљање, управљање, анализу, моделовање и презентацију географских података са широким спектром примена. ГИС не треба сматрати поједностављено као алат за креирање карата помоћу рачунара, иако је такав начин употребе у процесу израде просторних планова доминантан. Савремене технологије омогућавају да ГИС представља моћан алат за геопросторне и друге врсте анализа док могућности које нуди за креирање карата нису оно што га издваја од осталих алата, пре свега САД алата. ГИС експерти не сматрају себе првенствено картографима већ аналитичарима. Иако ГИС алати омогућавају креирање карата као крајњи производ, примарни циљ коришћења ГИС алата јесте анализа података и подршка доношењу одлука на основу доступних података. Тек у последње време више се пажње у круговима ГИС аналитичара посвећује картографској презентацији и визуализацији.

По Ковену (*Cowen, D. J., 1998*) разлике у приступима приликом одређивања појма ГИС-а, а уједно и разлику између ГИС-а и других типова информационих система чине четири основне карактеристике ГИС-а:

- ГИС је процес,
- ГИС је софтверска апликација,
- ГИС је скуп алата и
- ГИС је база података.

Према Албитесу ГИС има различита значења у зависности од потреба корисника и истичу се:

- ГИС као карта - када га схватамо као систем за картографску продукцију или бар као систем за приказ географских информација). У картографском процесу сваки од сетова података је представљен картом или као слој на карти обично у растерском облику.
- као база података – углавном од стране корисника са искуством у раду на рачунарима и програмирању при чему значај лежи у доступности и добро имплементираној бази података и

- алат за просторне анализе – разлика у односу на друге картографске системе лежи у аналитичким способностима и може се рећи да је картографија као информациони алат за такве задатке ограничена (*Albites, H. A. F., 2008*).

Наведене карактеристике најчешће се могу препознати у бројним дефиницијама и објашњењима појма ГИС-а. Њима се могу додати значај ГИС-а за доношење одлука и управљање процесима у простору.

Истовремено у зависности од преференција и потреба оног који даје дефиницију ГИС-а као и будућег начина коришћења ГИС-а често се појам географски информациони систем изједначава са појмовима катастарски информациони систем, систем података о земљишту, географско референцирани информациони систем, вишенаменски катастар, информациони систем за планирање, информациони систем о власништву, информациони систем о тлу, информациони систем за подршку доношења одлука о простору, урбани информациони систем итд. Јасно је да велики број ових дефиниција нису адекватне, и јасно указују на крајње кориснике информационог система као и његову релативно ограничену намену.

Кукрика (*Кукрика, М., 2000*) примењује поделу дефиниција ГИС-а према аспекту са којег се дефинише и дели их на језичке, техничке, функционалне, стратешке, пословне и опште дефиниције.

Услед тешкоћа да се одреди универзална дефиниција географског информационог система, често се наводи низ дефиниција које се могу срести у литератури (*Maguire, J. D., 1991*). Неке од тих дефиниција су:

- систем за прикупљање, складиштење, проверу, манипулацију, анализу и приказ података који су просторно одређени на Земљи;
- сваки мануелни и компјутерски сет процедура који се користити у сврху управљања географски одређених података;

- организациони ентитет, који осликава организациону структуру која интегрише технологију са базама података и сталном финансијском подршком;
- информациона технологија која складишти, анализира и приказује просторне податке као и оне податке који нису просторно одређени;
- посебан случај информационог система код кога се базе података састоје од посматрања просторно дистрибуираних појава, активности и догађаја које можемо дефинисати у простору као тачке, линије и површине. ГИС управља подацима о овим тачкама, линијама и површинама како би се обезбедили подаци за *ad hoc* упите и анализе;
- систем са базом података у којој је већина података просторно индексирани, и на основу чега се обавља низ процедура у циљу давања одговора на упите о просторним ентитетима у бази података;
- аутоматизовани сет функција са напредним могућностима за складиштење, ажурирање, манипулацију и приказ географски лоцираних података који служи експертима;
- моћан сет алата за сакупљање, складиштење, ажурирање, трансформацију и приказ просторних података из реалног света;
- систем за подршку онима који доносе одлуке и који обухвата интеграцију просторно одређених података и окружења што омогућава решавање проблема;
- систем са напредним могућностима гео-моделовања;
- облик информационог система за управљање (Management Information System) који омогућава картографско приказивање главних информација.

као и следеће:

- ГИС је средство за припрему, презентацију и интерпретацију чињеница које се односе на Земљину површину.
- ГИС је рачунарска софтверска и хардверска конфигурација специјално пројектована за прикупљање, чување и коришћење картографских података.
- ГИС је систем за подршку у доношењу одлука који укључује интеграцију просторних података (*Tomlin, D., 1990*).

- Географски информациони систем (ГИС) представља компјутерски заснован односно подржан алат за картирање и анализирање постојећих географских феномена, као и других догађаја који су присутни и одигравају се на Земљи.
- Географски информациони систем, обично означен као ГИС, представља интегрисани скуп хардверских и софтверских алата који се користи за манипулацију и управљање дигиталним просторним (географским) и са њима повезаним атрибутним подацима (*Живковић, Љ., 2001*).
- ГИС је систем за прикупљање, чување, проверу, интеграцију, манипулацију, анализу и излагање (приказивање) података који су просторно везани за Земљу. Ово укључује просторно засновану компјутерску базу података и одговарајуће апликационе софтвере (*Stefanović, P., et al 1989*).
- ГИС је систем за манипулацију са просторно-географским подацима.
- ГИС је информациони система пројектован тако да ради са подацима који су реферисани са просторним или географским координатама (*Landis, D. J., 1994*).
- ГИС је сет снажних алата за прикупљање, складиштење, вађење према потребама, трансформацију и приказ просторних података из реалног света за одређени сет намена (*Burrough, P. A., 1986*).
- ГИС је сет мануелних или рачунарских процедура које се користе за складиштење и управљање геореференцираних података (*Aronoff, S., 1989*).

Уочава се да је заједничко за све наведене дефиниције схватање ГИС-а као информационог система који оперише са географским информацијама. Истовремено може да се уоче и неки изрази као што су: картографско приказивање, карта, гео-моделовање, база података, организација, управљање итд.

Одређивање појма ГИС-а захтева познавање веза између ГИС-а и рачунарски подржаног пројектовања/цртања (*Computer Aided Design*), рачунарске картографије, управљања базама података и система даљинске детекције. Међусобни односи приказани су на слици IV-1.





Слика IV-1. Однос између ГИС-а, компјутерски подржаног дизајна, рачунарске картографије, управљања базама података и даљинске детекције (Maguire, J. D., 1991)

Уколико се анализирају могућности примене и принципе рада набројаних система<sup>2</sup> и карактеристике географског информационог система можемо се уочити мноштво заједничких функција и могућности примене. Једна од кључних могућности, која издваја ГИС јесте могућност извршавања аналитичких операција. Неки од аутора, као што је Гудчајлд (Goodchild, M. F., 1998) приликом дефинисања ГИС-а наглашавају да је кључни елемент дефиниције могућност извршавања анализе просторних података и уједно главна карактеристика која га одваја од рачунарских система за продукцију карата. Нагласак на анализи података, на другој страни, покреће питање разлика између ГИС-а и система за статистичку анализу. Исти аутор дефинише просторну анализу као “сет аналитичких метода који захтевају приступ атрибутима посматраног објекта и

<sup>2</sup> Детаљније у Maguire, J. D., (1991): “An Overview and Definitions of GIS“, у Maguire J. D., Goodchild F. M., Rhind W. D. (eds.), “Geographical Information Systems Principles And Applications“, Longman Scientific and Technical, New York, VOL 1. стр. 12-13

атрибутима о локацији посматраног објекта”. Конвенционални системи за статистичке анализе више су оријентисани ка анализи података који немају јасну просторну одређеност и имају мањак могућности за просторне анализе и просторно моделовање.

Различита схватања ГИС-а и различите дефиниције ГИС-а које су до сада описане могу да се групишу у три различита али међусобно условљена погледа на елементе ГИС-а. То су карта, база података и просторна анализа.

Схватање ГИС-а као базе података наглашава значај добро дизајниране и адекватно примењене базе података. Софистицирани систем за управљање базама података препознајемо као интегрални део ГИС-а. Највећи заговорници оваквог схватања ГИС-а јесу експерти који поседују висок ниво програмерских вештина али је често запостављена географска компонента.

Наглашавање значаја ГИС-а за просторне анализе и моделовање простора води ка схватању ГИС-а као просторне науке а не технологије. Заговорници оваквог схватања ГИС-а данас су најбројнији што отвара могућности за активну и перманентну размену знања и самим тим унапређивање могућности ГИС-а. Истовремено, могућности примене у анализи простора једна су од кључних разлика у односу на друге информационе системе.

Разлике у схватањима ГИС-а проистичу и зависе у великој мери од тога ко га користи, начина на који га користи, у које се сврхе користи итд. Описане разлике такође илуструју широк спектар могућности примене ГИС-а и хетерогеност оних који се ГИС-ом баве на различите начине у решавању различитих врста проблема. На основу претходних разматрања можемо да закључимо да ГИС није прост збир поменута четири система – CAD-а, рачунарске картографије, DBMS-а и система даљинске детекције, већ га треба посматрати као пресек поменutih система.

Како наводи Касетари, обе технологије, CAD и ГИС, могу да искористе предности друге, управо у оним деловима у којима друга технологија има развијеније

алгоритме. То се најбоље уочава у разликама у управљању подацима у различитим размерама – CAD је бољи у детаљима а ГИС доминира у приказивању ширих просторних обухвата. Комбиновање обе технологије омогућава кориснику да искористи максимум од прикупљених података. Допринос картографији огледа се у картирању геопросторних објеката, појава и процеса независно од размере и омогућавању презентације резултата у широком опсегу размера и на интерактиван начин без скокова између различитих размера (*Cassettari, S., 2007*).

ГИС као технолошка платформа за управљање геопросторним подацима је чврсто утемељена, поуздана и ефикасна. Произвођачи софтвера перманентно усавршавају своје производе и унапређују њихову функционалност, алгоритме за аутоматизовано исцртавање карата, структуру и функционисање база података али задржавају основне принципе на којима су успостављени. Управо ти универзални и сада широко прихваћени принципи омогућавају велики број корисника којима концепт приступања геопросторним подацима коришћењем ГИС софтвера није стран. Снижавање цена софтвера и хардвера (*Ђорђевић, Д., 2004*) уз сталну понуду мање професионалних решења за кориснике са мањим захтевима омогућавају да свако задовољи потребе за геопросторним подацима на адекватан начин (*Cassettari, S., 2007*).

Однос између картографије CAD софтвера и ГИС-а Албитес сагледава кроз посвећеност CAD софтвера одређеним специфичним циљевима продукције карата али уз недостатак аналитичких капацитета. ГИС поседује одређене капацитете за креирање карата али се далеко брже и интензивније развија у правцу анализе просторних односа и података. ГИС у основи зависи од картографије ради прикупљања података, који су у већини случајева преведени у дигитални формат из аналогног, структурирани и похрањени у базе података, обрађени уколико за тиме постоје захтеви и приказани као коначан излаз (*Albites, H. A. F., 2008*).

**Креирање карте** је генерички термин који се односи на креирање карата било којим методом, било аналогно било путем рачунара, без обзира на сврху, крајњег корисника, да ли су растерске или векторске карте или које су размере.

Последњих година, паралелно са развојем и све већом применом географских информационих система води се расправа о релевантности картографије. Овде је потребно споменути практичну картографију као једну од дисциплина у комплексу картографских наука. Практична картографија, коју делимо на састављање и редакцију карата и репродукцију карата, бави се проблемом научно-техничког извођења израде карата и њихове репродукције. Технологија креирања карата је поље картографије које се развија великом брзином. Савремене технологије и стални развој даљинске детекције, ласерског скенирања, глобалних система за позиционирање омогућавају брже и тачније прикупљање геопросторних података. Истовремено примена савремених технологија преставаља изазов за картографе и омогућава даљи развој картографије и перманентно увођење иновација у практичну картографију. Стални развој и унапређивање начина прикупљања података намеће нове приступе креирању карата који су у стању да подрже рад са геопросторним подацима који потичу из различитих извора, који су различитих формата, размера, квалитета, поузданости, читљивости и просторног обухвата. Без обзира на подршку савремених технологија у прикупљању и изради карата, теоријско познавање картографије не сме да буде запостављено. Појава и стални развој ГИС-а је снажно утицао на картографију и довео до забринутости за будућност картографије (*Albites, H. A. F., 2008*). Креирање употребљиве карте захтева адекватну примену знакова, текста и његовог позиционирања, процес генерализације, примену боја и сам лејаут (енг. *layout*) (*Virrantaus, K., et al. 2009*). Процес креирања комплексних база података у форми карте пре ере персоналних рачунара и графичких радних станица био је резервисан за узан круг специјалиста и појединаца који су истински разумели снагу папирних карата у процесу разумевања просторних релација и односа између објеката, појава и процеса. Са појавом географских информационих система дошло је до значајних промена у више праваца (*Cassettari, S., 2007*). Коришћење погодности које нуде савремене технологије прикупљања података уз савремене алате за картографску визуализацију омогућавају креирање карата у обиму који историја не познаје и са ажурношћу која може бити готово тренутна. Са друге стране, истраживања у пољу теорије картографије су у другом плану иако, управо због сталног и брзог развоја нових технологија чиме се ствара

специфично окружење за развој картографије, су и даље неопходна. Управо даљи рад на истраживању и унапређивању картографске теорије омогућиће и усмерити даљи развој геоинформационих технологија.

Иако су данас све рефералне карте у просторним плановима креиране уз помоћ неког од професионалних софтверских пакета за ту намену, расположиви хардвер и картографове вештине и даље су од великог значаја. Монитор, штампач, плотер, и скенер као и њихове могућности и резолуције утичу на ниво детаљности података који могу да буду прикупљени али и ниво детаљности који може бити одштампан. Период потребан за савладавање ових софтверских пакета како би картограф био и стању да креира комплексне карте често је веома дуг и захтева напредно познавање рачунара и способност коришћења више софтверских пакета истовремено са циљем креирања оптималних рефералних карата.

Касетари наводи да су сви корисници карте, да је значајно мање цртача карата али да се тај број свакодневно увећава а да је врло ограничен број картографа. Разлику између описаних група чини дубина знања и искуства потребних да се састави карта, да се на најбољи начин представи информација од значаја и да се осигура да карта буде ефикасан алат за комуникацију. Свакако, све три описане групе су део јединствене заједнице која се бави геопросторним подацима (Cassettari, S., 2007).



Слика IV-2. Пирамида вештина (Cassettari, S., 2007).

**Визуализација и геовизуализација** немају заједничку и опше прихваћену дефиницију. Визуализацију можемо да дефинишемо као активност која укључује истраживање података са циљем одређивања односа и образаца између просторних података. Корпорација ESRI дефинише визуализацију као “представљање података у сагледивом формату или медијуму”. Заједничко за дефиниције које се тичу визуализације јесте да садрже одреднице које указују на компјутерску технологију и интерактивне карте.

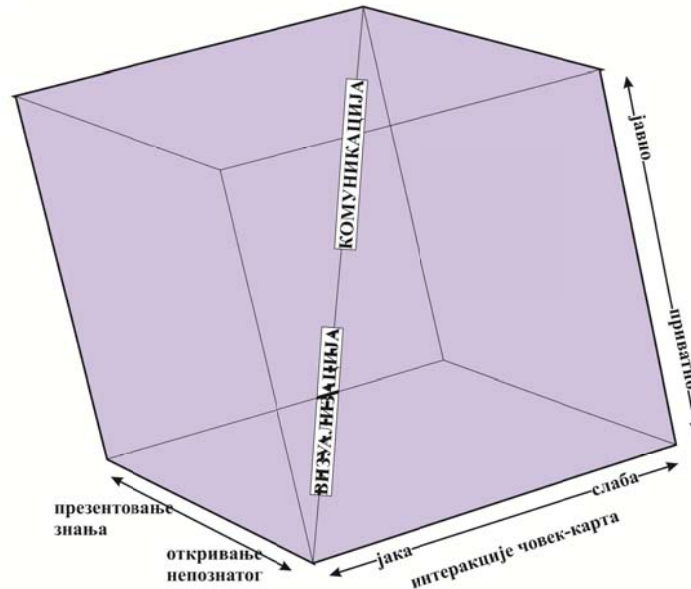
Два најшире прихваћена модела који објашњавају визуализацију и комуникацију јесу ДиБиазов и Мек Ејкренов модел. Оба модела праве разлику између визуелног размишљања и визуелне комуникације као “приватних” и “јавних” активности. Ди Биазов модел на слици IV-3. указује на разлику између визуелног размишљања и визуелне комуникације, при чему је визуелно размишљање повезано са истраживањем података а визуелна комуникација са представљањем података.



Слика IV-3. ДиБиазов модел разлика између визуалне замисли и визуалне комуникације (DiBiase, D., 1990).

Мек Ејкренов модел визуелизације представљен је на слици IV-4. и често се назива “*cartography cubed diagram*”. Овај модел описује визуализацију као

приватну, интерактивну и као поступак којим се открива непознато док комуникацију сматра јавном, не интерактивном и са циљем да се открије познато.



Слика IV-4. Мек Ејкренов модел визуализације (Tyner, A. J., 2010)

Иако стална промена технологије рачунара и софтвера не мења чврсто успостављене и широко прихваћене и имплементирани принципе ГИС-а, развој интернета у великој мери одређује будућност картографије, база геопросторних података, визуализације и ГИС-а.

#### 4.1. Карта, тематска карта и реферална карта

Дефиницију тематске карте дају бројни домаћи аутори. (Peterca, M., et al., 1974; Lješević, M., Živković, D., 2001; Милојковић, Б., 2003; Ђурчић, П., 2003; Иконовић, В., 2006b; Урошев, Н., 2008). Према раду Модели у картографији, “**тематска карта** је она карта на којој је на општој географској основи представљена нека појава или појаве или показатељи који се не приказују на општегеографским картама” (Иконовић, В., 2006b). Тематске карте Урошев дефинише као “графички инструмент за представљање квалитативних и квантитативних карактеристика просторно детерминисаних појава и њихових односа. Оне могу бити моћан инструмент у процесу одлучивања у просторном развоју.” (Урошев, Н., 2008). Дефиницију дигиталне карте даје Иконовић у раду “**Дигитална карта** је такав

облик представљања одређене територије где су објекти, линије и површине претворени у податке, које се преко софтвера и уређаја за штампу поново враћају у аналогни облик.” Као предности дигиталних карата аутор даље наводи чињеницу да су оне тачније и графички и дизајнерски квалитетније (Иконовић, В., 2006а).

У складу са усвојеним поделама карата и тематских карата код домаћих аутора (Peterca, M., et al., 1974, Lješević, M., Živković, D., 2001, Милојковић, Б., 2003, Ђурчић, П., 2003, Иконовић, В., 2006) рефералне карте у просторним плановима спадају у групу комплексних тематских карата и представљају комплекс појава чиме се утврђује генерални преглед стања одређене географске целине. Како дефинише Иконовић “Комплексне карте су оне тематске карте које одражавају свеукупност стања различитих али тематски повезаних појава. Комплексне карте представљају комплекс појава чиме се утврђује опште стање одређене географске средине. Обједињују приказ садржаја низа аналитичких и синтезних карата. Имају регионални карактер или представљају комплетно стање одређеног система појава.” (Иконовић, В., 2006) Ове карте спадају у групу карата техничких система и комуникација мада, у зависности од доминантне тематике садржаја, могу да спадају и у групу карата друштвених појава и створених добара<sup>3</sup>. Према временском раздобљу, спадају у карте будућности, али као и код поделе на основу тематике садржаја, у зависности од приказаних појава и објеката, могу да спадају и у групу карата савремености<sup>4</sup>. Према размеру, спадају у групу крупноразмерних карата<sup>5</sup>, према начину димензионисања елемената садржаја геопростора спадају у дводимензионалне или равне карте<sup>6</sup>, а према начину репродукције могу бити штампане, дигиталне, интернет карте а готово увек су вишебојне. Којој групи карата припадају рефералне карте у просторним плановима умногоме је одређено и одредбама Закона о планирању и изградњи и Правилником о садржини, начину и поступку израде планских докумената.

---

<sup>3</sup> Видети детаљније у Lješević, M., Živković, D., 2001.

<sup>4</sup> Ibid.

<sup>5</sup> Изузетак су карте Просторног плана Републике Србије које су урађене у размери 1:300000 и спадају у групу карата средњег размера.

<sup>6</sup> Овде се првенствено мисли на карте које је неопходно доставити у класичном, штампаном облику.



Према Члану 29. Закона о Планирању и изградњи<sup>7</sup> саставни делови просторног плана су правила уређења, правила грађења и графички део. Како је дефинисано Чланом 32. истог закона, графичким делом планског документа приказују се решења у складу са садржином плана. Графички део просторног плана израђује се на топографским картама, а могу се користити, у зависности од расположивости и потребног нивоа детаљности и сателитски снимци, карте из постојећих географских информационих система, ажурне геореференциране ортофото подлоге и оверени катастарско-топографски планови. Графички део планског документа израђује се у дигиталном облику, а за потребе јавног увида презентује се и у аналогном облику. Закон даље прописује начин објављивања планских докумената (Члан 42.), успостављање централног регистра планских докумената (Члан 43.) и успостављање локалног информационог система планских докумената и стања у простору (Члан 45.). Заједничко за све обавезне активности дефинисане Законом јесте обавеза израде рефералних и тематских карата у електронском облику и њихова доступност путем Интернета. Закон не прописује врсту дигиталних карата (растерске или векторске) и формат у коме карте треба да буду објављене.

Правилник о садржини, начину и поступку израде планских докумената<sup>8</sup> ближе прописује садржину, начин и поступак израде планских докумената. Овим правилником дефинисани су називи и садржај рефералних карата просторних планова у систему планова и размере карата у зависности од врсте плана<sup>9</sup> (1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000). Поглавље о дигиталној припреми планских докумената овог правилника дефинише да графички део планског документа јесу карте које се израђују као дигиталне карте и аналогни приказ (штампане карте). Дигиталне карте су векторски подаци који се израђују у софтверским пакетима заснованим на GIS и CAD технологији. Дигитална карта се, према правилнику састоји из низа слојева чији је садржај одређен картама просторних и

---

<sup>7</sup> Закон је објављен у "Службеном гласнику РС", бр. 72/2009, 81/2009 и 24/2011

<sup>8</sup> "Службени гласник РС", бр. 31/10, 69/10 и 16/11

<sup>9</sup> Члан 18. Правилника оставља могућност да се концептом плана може дефинисати да се због потребе спровођења просторног плана подручја посебне намене (информација о локацији, локацијска дозвола, експропријација) рефералне карте раде и у крупнијој размери (1:10.000, 1:5.000, 1:2.500, 1:1.500 и 1:000)

урбанистичких планова. Слојеви дигиталне карте се израђују и предају искључиво у једном од следећих фајл формата: \*.shp, \*.mxd, \*.dwg, \*.dxf, \*.mif, \*.dgn, \*.kml, или \*.xml (други фајл формати, као што су \*.pdf, \*.dwf, \*.cdr и др. не сматрају се валидним).

У раду акценат је стављен на креирање рефералних карата у просторним плановима, иако принципи картографског моделовања геопросторних објеката, појава и процеса могу да се примене на све врсте карата.

## 4.2. Сврха рефералних карата

Рефералне карте могу представити скоро сваки објекат, појаву или процес било они видљиви или невидљиви, постојећи или планирани. Рефералне карте у просторним плановима могу представити постојеће појаве и објекте на Земљи (реке, планине, путеви итд.), концептуалне карактеристике (Земљина мрежа меридијана и паралела, границе држава итд.), идеје и веровања (локацијске предности и карактеристике или политичке идеологије). Шта год да је тема, реферална карта је као и свака карта креирана за једну од три основне намене:

- да обезбеди информације о томе шта је и колико је нечега присутно у одређеном простору – чување података,
- да картира карактеристике географских појава и процеса са циљем откривања просторних односа и организације простора – визуализација и
- да представи закључке корисницима карте – комуникација.

Чување података је једна од првих препознатих функција карте, иако је термин скоро дефинисан. На ранијим картама, сачувани подаци су углавном били локациони. Позиција градова и утврђења, трговачких рута или записи о границама у сврху сакупљања пореза представљају примере раног начина чувања података. Карте и даље имају ову функцију, али су врста ускладиштених података и начин њиховог складиштења и чувања проширени и промењени. На пример, гранична линија може бити снимљена и сачувана у дигиталном формату али и одштампана.

Због својих способности да прикажу просторне односе, карте се користе као аналитички и синтезни алати. Неки просторни обрасци не могу бити препознати док се не представе на карти. Карте се често праве са циљем да помогну просторним планерима у идентификацији или корелацији између појава и обрасцима њихове просторне расподеле. Тада говоримо о визуализацији података.

Карте се користе и за презентовање или комуницирање са корисницима карте, а корисници су просторни планери који су укључени у израду просторног плана, експерти који оцењују квалитет плана, јавност која користи карте приликом јавног увида и на крају задужени и одговорни за имплементацију плана.

#### **4.3. Ограничења рефералних карата**

Упркос бројним користима и предностима њиховог коришћења, рефералне карте у просторним плановима имају одређена ограничења. Многи корисници карата нису свесни ограничења која реферална карта има, а анализа бројних карата указује да често ни картографи, или они који се сматрају картографима, нису свесни ових ограничења.

Селекција података који ће бити приказани на рефералној карти, иако у великој мери одређена релевантним законима и правилницима који уређују област просторног планирања, подразумева тенденције, предрасуде и склоности према одређеном типу података и стога је стални предмет расправе у картографским и просторно-планерским круговима. Одлука о томе шта приказати на карти зависи од много објективних фактора али такође и од субјективних фактора као што су картографово искуство и знање, усвојене конвенције у институцији која израђује план и рефералне карте, карактеристике простора за који се израђује план итд. Рефералне карте су тенденциозне до одређеног степена и све набројане категорије корисника треба да буду свесне овог ограничења када користе или креирају карту.

Друго ограничење рефералних карата је повезано са унапред задатом размером. Карте су једни делом селективне због размере. Карте су умањени модел

стварности, и процес креирања карте у одређеној размери неминовно води ка губитку одређених детаља. Што је већа редуција у односу на природну величину, информација коју карта носи постаје генерализованија и уопштенија.

Трећи ограничавајући фактор проистиче из неизбежне чињенице да је Земља сферична а карта равна. Није могуће трансформисати сферичан облик Земље на раван без одређених деформација на карти. Ипак, могуће је минимизирати деформације или их ограничити на део карте ван подручја које је примарни објект интересовања. Процес трансформације земљиног грида у раван зове се картографска пројекција. Значају картографске пројекције и њеном утицају на рефералне карте није посвећено довољно пажње у стручним и научним круговима просторног планирања.

#### **4.4. Процес креирања рефералне карте**

Креирање сваке па и рефералне карте у просторном плану може да се посматра као процес доношења одлука. Потребан је велики број одлука како би се креирала адекватна реферална карта било у погледу визуелног утиска или у погледу презентације уз обавезно задовољавање захтева прописаних законом и припадајућим правилницима.

Према Правилнику о садржини, начину и поступку израде планских докумената<sup>10</sup> који ближе прописује садржину, начин и поступак израде планских докумената рефералне карте у зависности од врсте планског документа приказују:

- за Просторни план Републике Србије коришћење земљишта и функционална подручја кроз генерализовани приказ коришћења земљишта на нивоу области и приказ основних функционалних подручја; мрежу центара насељених места са основним функционалним везама; саобраћај и инфраструктурне системи кроз приказ саобраћајних токова и инфраструктурних система; туризам и заштиту простора, туристичке зоне

---

<sup>10</sup> "Службени гласник РС", бр. 31/10, 69/10 і 16/11

и локације, зоне угрожености и активности на заштити животне средине, природна и непокретна културна добра.

- За регионални просторни план основна намена простора и оквирно одређене целине основних категорија земљишта, и то пољопривредно земљиште, шуме и шумско земљиште и воде и водно земљиште, као и грађевинско земљиште; мрежу насеља и центара, садржаје јавних служби, распоред основних привредних делатности, инфраструктурне системе; туризам и заштиту простора кроз приказ туристичких зоне и локација, зоне угрожености и активности на заштити животне средине, природна и непокретна културна добра са прописаним зонама и режимима заштите.
- за просторни план јединице локалне самоуправе намена простора садржи пољопривредно земљиште, шуме и шумско земљиште, воде и водно земљиште, грађевинско земљиште; мрежу насеља и центара, садржаје јавних служби, распоред основних привредних делатности, инфраструктурне системе; туристичке зоне и локације, зоне угрожености и активности на заштити животне средине, природна и непокретна културна добра са прописаним зонама и режимима заштите; зоне и насеља за која је предвиђена обавезна израда урбанистичког плана, зоне и насеља у оквиру којих је предвиђена обавезна израда урбанистичког пројекта, насеља за која се ради шематски приказ уређења и зоне за директну примену плана (издавање информације о локацији и локацијске дозволе).
- за просторни план подручја посебне зоне и локације посебне намене, пољопривредно земљиште, шуме и шумско земљиште, воде и водно земљиште, грађевинско земљиште; мрежу насеља и центара, распоред основних привредних делатности, инфраструктурне системе; природне ресурсе, зоне угрожености и активности на заштити животне средине, природна и непокретна културна добра са прописаним зонама и режимима заштите; зоне за које је предвиђена израда урбанистичког плана, зоне у оквиру којих је предвиђена израда урбанистичког пројекта и зоне за директну примену плана (издавање информације о локацији и локацијске дозволе).

Рефералне карте које се припремају за потребе просторних планова имају за циљ да додатно објасне и визуелно прикажу планска решења у просторном контексту. Свака од рефералних карата за сваки од просторних планова има различите захтеве у погледу креирања карте.

Од свих струка, научници и професионалци који се баве простором и геопросторним подацима, њиховим прикупљањем, обрадом, чувањем и презентацијом, картографи најчешће и најинтензивније посвећују пажњу корисницима својих резултата истраживања и професионалног ангажовања. Закључак произилази из чињенице да је циљ сваког картографа да креира такву карту – производ који ће на најефикаснији и најефектнији начин да испуни своју сврху, да геопросторне објекте, појаве и процесе пренесе кориснику карте.

Када је у питању однос према кориснику карте, савремени приступи заговарају такав начин креирања карте код кога је корисник карте у центру пажње картографа, такозвани *User Centred Design* (UCD). Према Крамерсу UCD је истраживачки процес који омогућава разумевање стварних потреба корисника и потом коришћење тих сазнања у процесу развоја и креирања нове карте или адаптације старе (*Kramers, R. E., 2007; Kramers, R. E., 2008*). Овакв приступ према Ниелсену умањује напоре картографа, штеди потребно време и снижава број грешака насталих приликом креирања карте (*Nielsen, J., 1994*) и обезбеђује да крајњи производ – карта одсликава потребе корисника. Три фазе UCD методологије треба посматрати као јединствени процес а не као стриктно одвојене фазе. Неопходно је јасно одредити ко су корисници и на који начин ће карту користити. Након тога је могуће јасно формулисати шта је потребно урадити у процесу креирања карте како би се у потпуности задовољиле потребе корисника. Како је немогуће задовољити истовремено једним форматом захтеве свих потенцијалних корисника у процесу планирања простора и планирања инфраструктурних система неопходно је концентрисати се на приоритетне кориснике односно у случају просторних планова, законом прописане начине објављивања рефералних карата. Предности UCD методологије у изради рефералних карата Крамерс сумира на следећи начин:

- смањење негативних ефеката услед недовољно тачних претпоставки о потребама корисника
- уравнотеженост између захтева оних који креирају карте и корисника карте
- вредновање карата од стране корисника
- повећање задовољства корисника и ефективности карте
- креиран је прави производ, праве намене за праве кориснике (*Kramers, R. E., 2008*).

Дискусија о формату се не односи само на величину и облик листа већ и на параметре екрана и то да ли могу да се користе боје. Формат је повезан са начином на који ће карта бити репродукована. Карте које ће бити прегледане на монитору рачунара или ће бити пројектоване на екранима као што су мали екрани ГПС и ПДА уређаја и мобилних телефона имају различите захтеве од карата које се приказују на широким (енг. *wide-screen*) мониторима, а потпуно различите од оних које ће бити одштампане у тексту плана. Величину и оријентацију папира за рефералне карте урађене у складу са Правилником о садржини, начину и поступку израде планских докумената<sup>11</sup> одређују у њему дефинисане размере рефералних карата. Примену боје такође. Овде је потребно нагласити да карту дизајнирану за штампу у боји није могуће лако, једноставно и брзо прерадити у црно-белу карту.

Рефералне карте се данас креирају помоћу рачунара, иако се могу у архивама пронаћи карте нацртане руком. Приликом цртања рефералних карата на савременом софистицираном рачунару примењују се принципи креирања карте независно од коришћеног софтвера. Софтвери за креирање карата на рачунарима могу се поделити у четири групе: ГИС, софтвери за илустрацију/презентацију, CADD (*computer-assisted design and drafting*), картирање и поједине комбинације ових група. ГИС софтвери су моћни аналитички алати са способношћу креирања карата. Са ГИС-ом подаци се могу повезати са простором и могу се вршити прорачуни, анализе итд. Ограничења се огледају у ограниченим могућностима картографског дизајна и појединим типовима знакова које је тешко или немогуће

---

<sup>11</sup> "Службени гласник РС", бр. 31/10, 69/10 и 16/11

креирати употребом ГИС-а. У истом контексту, поједине знакове које је могуће креирати помоћу ГИС алата није могуће креирати ручно или помоћу софтвера за презентацију. Презентациони или илустрациони софтвери као што су *Adobe Illustrator* или *CorelDraw* користе се од стране графичких уметника и омогућавају им велику креативност и врло креативне производе. Ипак, ови софтвери не дозвољавају анализе, прорачуне или аутоматизовано повезивање атрибута са ентитетом на тачно одређеној локацији. Уколико ове могућности нису неопходне, презентациони софтвери могу бити добар избор за креирање рефералних карата изузетних графичких и естетских квалитета. Свакако препорука је коришћење овог типа софтвера за финалну обраду карата и припрему за штампу. Дуги низ година од појављивања CADD софтвери, као и илиустрациони програми, нису омогућавали анализе. Данас са појавом такозваних меп (енг. *map*) верзија CAD софтвера они се приближавају ГИС алатима. Аутори посвећени ГИС-у најчешће користе комбинацију ГИС алата и софтвера за презентацију у циљу постизања најбољих резултата у погледу анализе и презентације.

Приликом разматрања проблематике репродукције, дистрибуције и прегледања рефералних карата постоје три главна разматрања: да ли ће карта бити прегледана на монитору, приказана са пројектора током јавне презентације или бити штампана на папиру за потребе јавног увида или као саставни део документа плана? Начин презентације карте посебно утиче на избор боја које ће бити коришћене, али такође утиче и на њен лејаут и формат. Карте дизајниране да буду прегледане на монитору обично не могу да буду адекватне када су одштампане на папиру без одређеног губитка верности боје – боје услед примене различитих спектра изгледају другачије. За рефералне карте које ће бити штампане на папиру, картограф мора да зна да ли ће она бити штампана на инк џет (енг. *Ink jet*) штампачу, ласерском штампачу, офсет литографији или неким другим методом као и на ком типу и квалитету папира (или неког другог материјала) ће бити одштампане. Овде се разлике огледају пре свега у времену потребном за штампу и цени отиска. Карте које се штампају у велим тиражу раде се офсет литографијом и картограф треба да се консултује са штампаром у раним фазама процеса њеног креирања.



Са могућношћу да буду доступне на интернету, или било ком другом електронском окружењу, карта захтева од корисника најмање основни ниво техничке спретности. Како би био у стању да користи електронски карту корисник мора да буде у могућности да има јасну идеју о свеукупним могућностима и структури карте, начину на који може да приступи информацијама којима жели и на који начин може да се врати на почетак (*Kraak, M. J., Ormeling, F. J., 1996*). Иако дизајнирани за једноставно и комфортно коришћење, сложени системи који се користе за визуализацију геоинформација могу да створе отпор код корисника (*Warren, D., Bonaguro, J., 2003*). Поједини изузетно често коришћени сервис и сајтови као што је *Google Maps* нуде иновативан приступ интеракцији са корисницима представљајући нову парадигму. Може се закључити да је популарност овог сервиса пример промене очекивања код корисника (*Kramers, R. E., 2008*).

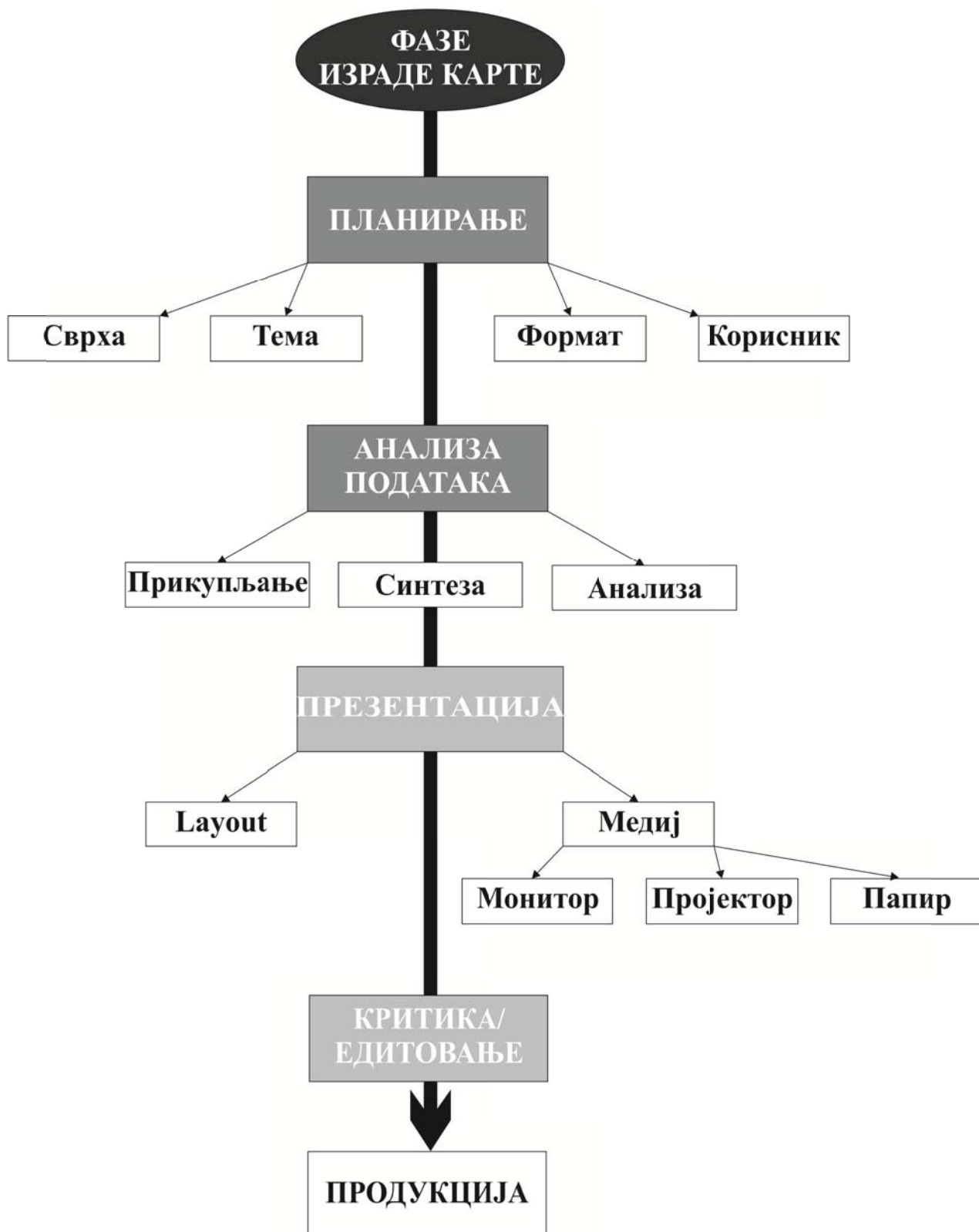
Улазак Гугла (*Google*) и Мајкрософта и (*Microsoft*) донело је значајне промене на тржишту геопросторних података. *Google Earth* је стимулисао нову популацију корисника која није имала велико интересовање за аналогне карте али чије је интересовање за свет који их окружује поново побудила могућност лаког приступа геопросторним базама података и сателитским снимцима у комбинацији са комфорним начином прегледања какав нуди *Google Earth*. Гугл и Мајкрософт су искористили снагу интернета и претворили га у систем за дистрибуцију геопросторних података. Ове компаније нису власници података, и само управљају каналима који омогућавају њихов ефикасан и брз проток ка корисницима, најчешће у великом обиму и изузетне сложености. Гугл нуди могућност креирања сопствених карата са информацијама које се преклапају на сателитским снимцима као и постављање или такозвани *upload* информација које су у власништву корисника. Овде се у великој мери потврђују предности заједничког коришћења ГИС и САД софтвера.

Лоша страна оваквог концепта јесте управо могућност да свако, без снажне контроле квалитета садржаја постави своје податке. Подаци које корисник поставља могу, али и не морају, нужно да буду у складу са осталим, већ

постојећим подацима у погледу тачности, прецизности, квалитета и употребљивости. У екстремним случајевима могуће је урадити додавања потпуно погрешних података који неће бити верификовани или повезани са аутором и извором. Свакако ово је један од важних аспеката које је неопходно унапредити у функционисању оваквих сервиса. Креирање карата на описани начин коришћењем сервиса и података доступних преко интернета не подразумева картографску валидност производа (*Cassettari, S., 2007*).

Процес картирања сваке па и рефералне карте није линеаран, али је у циљу систематичног приказивања проблематике у дисертацији материјал презентован линеарно. Потребно је нагласити да два или више процеса могу да се одвијају истовремено. Фазе израде карте могу да се посматрају кроз четири категорије: планирање, анализа, презентација и производња/репродукција (слика II-5.)

У фази планирања, картограф мора стално да има на уму сврху и тему рефералне карте али и карактеристике простора за који ради просторни план и суштину планираних активности у простору. Ово у великој мери одређује део који је означен као анализа и односи се на то који тип података ће бити прикупљан као и на анализу и синтезу података. Прикупљање и селектовање свих информација које су потребне и које су од значаја за припрему карте подразумева две фазе – одлучивање о томе који су подаци потребни и прикупљање тих података из различитих извора.



Слика IV-5. Фазе израде карте (Тунер, А. Ј., 2010)

Када се креира реферална карта потребно је прикупити две врсте података. Основне податке и тематске или примарне податке. Основни подаци представљају подлогу, позадинску основу за тематске информације, са циљем да се тематика садржаја карте учини јаснијом и лакшом за разумевање. Основни подаци, такозвана подлога, нису и не треба да буду фокус карте. Подлога обезбеђује структурални оквир за дизајн карте и помаже кориснику карте да интерпретира и елаборира сврху карте. Важно је да основни подаци, основна карта или подлога садрже само информације које ће помоћи кориснику карте. Тих података не сме бити премало како се не би изгубио контекст у коме се подаци из плана наносе. Превише података који нису од значаја за рефералну карту чине карту тежом за читање и коришћење и стварају забуну и конфузију. Са друге стране премало основних информација фрустрира корисника, отежава му да успостави релације између тематских информација планских решења и окружења у коме се та решења налазе. Денис Фицсимонс у раду *Base Data on Thematic Maps* дао је корисну класификацију основних података на “интерне” и “екстерне”. Интерни основни подаци укључују административне границе, линије обала, градове, транспортне руте, имена насеља и топониме, планине, реке и језера, односно географске информације у оквиру картираног подручја. Уколико је потребно креирати серију карата ови подаци формирају основне слојеве (лејере) који се користе на свим картама у серији и заједно се називају основна карта. Екстерни подаци укључују наслов, легенду, размер, ознаку за север, грид и текст. Екстерни подаци имају објашњавајућу функцију. Пројекција одабрана за карту такође спада у важан део основне карте. Одлука о томе шта ће бити основни подаци, који је њихов обим и на који начин ће бити коришћени доноси се на основу сврхе карте, простора који се приказује, њене размере и предвиђених корисника. (*Fitzsimons, D. E., 1985*).

Подаци могу бити прикупљени на терену, из статистичких извора, са других карата и просторних планова, сателитских и ортофото снимака, или преко интернета. Свака комбинација поменутих извора података је могућа и пожељна, подаци се потом анализирају и симбологизују коришћењем различитих софтвера за цртање карата или ГИС софтвера. Фаза прикупљања информација које ће бити

похрањене у бази података требало би да буде континуирани процес у складу са приступом да је и процес планирања инфраструктурних система и простора у целини континуиран. Сталност ажурирања података на основу којих се црта реферална карта произилази из брзине којом се дешавају промене у простору и није повезан са планским хоризонтом плана. Интернет је унео револуцију у процес прикупљања, а у данашње време и складиштења и размене података, експоненцијално увећавајући количину доступних и често бесплатних информација. Количина података доступних на интернету, упркос количини, може истовремено да буде предмет успоравања процеса картирања јер је неопходно пронаћи релевантне податке за карту уз истовремено обраћање пажње на њихову релевантност и тачност. Директни бенефити коришћења интернета произилазе из доступности многих меродавних и проверених, наменски прикупљених, обрађених и презентованих информација у електронском облику које могу бити директно примењене на картама без потребе за даљим истраживањима и проверама (*Irvine, J., 2004*). Примери таквих података јесу *Corine land cover*, подаци доступни из Републичког завода за статистику, државних агенција и сл.

Основне податке најчешће представљају расположиве топографске карте, сателитски и орто-фото снимци, катастарски планови и сл. Извори ових података јесу владини заводи, агенције и институти (Војногеографски институт, Републички геодетски завод, Републички завод за статистику итд.) али и приватне компаније или међународне институције које пружају услуге сателитског снимања и дистрибуције података. Важно је нагласити да је неопходно, приликом коришћења картографских материјала издатих од стране званичних институција чије публикације подлежу законима који забрањују неовлашћено умножавање и коришћење, нагласити изворе података и основних карата – подлога, уколико то није другачије наглашено законом. Честа ситуација, настала као последица неажурних основних података као и података чији је квалитет лош јесте коришћење званичних (неажурних) подлога уз додатну дигитализацију садржаја који не постоје на неажурним подлогама.

Велики број података, карата и снимака данас су доступни преко интернета у дигиталној форми. Често се могу преузети у жељеном формату, најчешће је то такозвани шејпфајл (“*shape files*”) са екстензијом *.shp*. У оквиру софтверских пакета који се купују већ налазе неки од основних података који се могу користити као подлога.

Када су у питању просторни и урбанистички планови и када се ограничимо само на инфраструктурне системе у просторним плановима листу могу да сачињавају:

- подаци са теренских истраживања,
- сателитски снимци, орто-фото снимци, подаци прикупљени георадаром
- Подаци из надлежних институција (Републичког завода за статистику, Републичког геодетског завода, ЕМС, ЕПС, Воде Србије, Телеком, Србијашуме, надлежна министарства, агенције итд.),
- претходни усвојени плански документи који третирају планирано подручје
- штампани материјали (студије, публикована истраживања, чланци, пројекти, итд.),
- подаци прикупљени методом интервјуа, анкета итд.

Картограф мора да води рачуна о тачности и поузданости података којима располаже и на основу којих креира карту. Како се карта саставља на основу великог броја различитих и хетерогених извора, неопходно је евалуирати кредибилитет сваког од извора података. Картограф посебно треба да буде опрезан приликом коришћења података прикупљених са интернета јер су многи од сајтова који пружају податке пристрасни и не пружају комплетне информације.

Квалитет, врста и природа података на основу којих се креира реферална карта од изузетне су важности за процес креирања карте. Непрецизни подаци или подаци лошег квалитета, неажурни, неодговарајућег формата и сл. не омогућавају картографу креирање прецизних карата. Подаци који су доступни на почетку процеса креирања рефералне карте често нису одговарајући за тип знакова који картограф или руководилац плана желе да употребе. Чест је пример да је на основу квантитативних података потребно креирати квалитативну карту и

обрнуто. Уколико су доступни подаци у неодговарајућој форми или формату неопходно је или пронаћи одговарајуће податке или променити тип карте. Картограф треба такође да се чува пристрасности и да тежи објективности. Пристрасност може бити уведена у карту кроз селекцију података и планских решења који ће бити картирани, података који ће бити коришћени за креирање карте и на основу којих ћемо картирати итд.

За презентацију, елементи као што су наслов карте, размер, легенда, оријентација карте, текстуални садржаји и илустрације организују се у такозвани лејаут (енг. *layout*). У овој фази картограф мора да зна где и како ће карта бити коришћена, прегледана и/или штампана – монитор рачунара, пројектор, традиционална штампана карта или интернет. Прва подфаза овог дела процеса јесте креирање прве верзије рефералне карте. Након што су подаци из базе унесени на карту, одређени плански обухват, садржај, размер и пројекција најчешће коришћењем већ уграђених алата у ГИС или САД софтвере приступа се аутоматском испису и симбологизацији. Могућност примене уграђених алгоритама за испис и симбологизацију као и примене унапред, од стране аутора карте, дефинисаних правила исписа и симбологизације у великој мери снижавају трошкове иницијалног креирања карте и убрзавају процес визуализације прототипа.

У процесу креирања карте фаза спецификације и одабира знакова је често спорна и није је могуће дефинисати као један тренутак у процесу њеног креирања. Стога је потребно вршити стално преиспитивање примењених знакова током израде карте и њихово мењање уколико се покаже да не задовољавају потребе или не одговарају корисницима карте. Од посебног је значаја одабир боја, које су најчешћи узрок описивања карте као погрешне, неразумљиве, нејасне и сл. услед примене превише боја, неприлагођености боја тематици садржине и корисницима што за резултат има ометање корисника у њеном читању и неразумевање поруке коју је потребно пренети картом (*Christophe, C., 2011*).

Након подешавања свих елемената карте као и елемената њеног садржаја, искусни аутори и картографи додатно обрађују карту у софтверима за графичку

обраду. У овој фази потребно је одштампати неколико пробних отисака и започети контролу садржаја карте, исписа и свих осталих елемената уз посебну пажњу на оне који се неће мењати као што су наслов, заглавља, печати и слично. Након што је креирана, али пре њене продукције/репродукције картограф или синтетички тим морају критички прегледати и редиговати карту са посебним освртом на то да ли постоје спорне чињенице или грешке у подацима, грешке у правопису, да ли су знакови и боје адекватно примењени итд. На крају се карта припремљена у аналогном и дигиталном облику заједно са текстуалним делом плана усваја правно дефинисаном процедуром.

Познавање картографских метода аутор карте користи како би креирао тачну карту, док се креативност аутора огледа у способности да идентификује проблем и предложи адекватна решења кроз карту. Сам процес продукције или производње карте је данас у великој мери унапред дефинисан технологијама које су доступне и аутор карте често нема могућност да на њега утиче. Чешћа је ситуација када аутор карте унапред зна могућности и ограничења продукције и када су му та ограничења уједно и ограничења у процесу креирања карте. Иако придржавање основних принципа картографских метода и картографског моделовања у великој мери олакшава процес креирања рефералне карте, креативност аутора се огледа у способности да се уз поштовање научних метода направи искорак у односу на устаљене конвенције.

Усвајање и примена дигиталних технологија у процесу креирања рефералних карата пружа два основна комерцијална бенефита:

- ефикаснији ток израде карте снижавајући трошкове и време у односу на креирање карте без употребе дигиталних технологија и
- приходе од уступања база података од којих цео процес зависи.

Додатне предности су:

- увећање захтева за дигиталним и интернет картама као и потреба за софтверима за креирање карата стварају веће тржиште за картографе и



- стварају се претпоставке да се на иновативнији начин визуализује и разуме простор (*Irvine, J., 2004*).

Креирање квалитетне рефералне карте зависи од картографа, његовог знања, вештина искуства и талента а не од рачунара. Највећи допринос дигиталне револуције је слобода која је пружена картографу да буде креативан како у фази припреме карте тако и у фази њене продукције.

Креирање рефералне карте јесте решавање просторних проблема. Приликом разматрања како приказати постојеће и планиране објекте, појаве и процесе као и планска решења најефикасније, често је присутан велики број исправних приступа. У појединим случајевима, коришћење две или више карата је ефикасније и ефектније и чест је случај да се карте инфраструктурних система раздвајају. За карте које ће бити прегледане на интернету пожељно је креирање додатне мултимедијалне или анимиране презентације. Не постоји оптимална ни универзална карта.

#### **4.5. Дизајн рефералне карте и његов значај**

Када говоримо о картама и дизајну карата постоје два схватања: лејаут (енг. *layout*) елемената које чине дизајн карте и планирање карте. Лејаут укључује одлуке као што су: где треба поставити наслов, где треба поставити легенду или где треба поставити размер? У уметности ово се назива композиција. Дизајн, у смислу планирања процеса узраде карте, почиње пре цртања прве линије или знака на карти и укључује одлучивање о томе које информације ће бити укључене и одабир пројекције, размера и типа знакова. То чини саму срж процеса креирања карте.

Информације представљене на карти могу имати далекосежне последице, и стављају велику одговорност на картографа. Објективни картографи су у обавези да креирају карте као прецизне, јасне и тачне што је могуће више.

Прелиминарне скице могу да буду од велике помоћи, чак и када креирамо карте уз помоћ илустрационих или ГИС софтвера. Ове скице помажу да се креира графички обрис карте. Скице настају у најранијим фазама припреме рефералне карте и није нужно доследно их се придржавати, али како план поприма облик а самим тим и рефералне карте, скице прерастају у лејаут карте и тада је пожељно да се он не мења. Креирање скица представља процес визуелног размишљања. Рачунари, наравно, дозвољавају брзо испробавање решења јер се елементи карте могу померати врло лако. Одлуке које се доносе у овој фази нису само о позицији различитих елемената, већ и о типу знакова који ће бити коришћени, бојама, размеру и стилу и величини слова. У свакој фази процеса креирања карте неопходно је анализирати дизајн и радити фина подешавања уколико је то неопходно како би се осигурало да сви елементи остану у хармонији.

Значајан аспект целокупног изгледа карте које се често пренебрегава или чак сматра неважним јесте њена лепота. Старе карте су често на цени због њихове лепоте и урамљене красе зидове, али је тешко замислити ране рачунарске карте да су третиране на тај начин. Наравно “лепоту” је тешко дефинисати и стандарди лепоте се мењају, али корисник карте и даље реагује на њену естетску вредност. Не треба изједначавати лепоту савремених рефералних картама са старим картама на којима доминирају китњаста слова, предугачки описни наслови и цртежи планина и бродова али и рефералне карте могу бити атрактивне и пријатне за гледање. Рефералне карте је потребно радити са циљем да што ефикасније пренесу концепт планских решења и њихова елеганција и лепота треба да се огледају у њиховој једноставности. Добре карте, као и добро писање, су ужитак за гледање и задовољство их је користити (Тупер, А. Ј., 2010). Сваки дизајн, за циљ има постизање јасности, редоследа, баланса, контраста, целовитости и хармоније. Ово се мора имати на уму приликом креирања рефералних карата (Тупер, А. Ј., 2010).

#### 4.5.1. Јасност

Уколико реферална карта није јасна она не може да испуњава своју сврху. Јасност рефералне карте укључује истраживање циљева карте, наглашавање важних тачака, и елиминацију свега што не унапређује поруку коју она носи. Иако уклањање података са карте може имати екстремне размере као што је случај са пропагандним картама, постављање имена поред сваког речног тока на карти која приказује мрежу насеља и јавних служби или инфраструктурне системе компликује карту и чини тематску информацију тешком за читање. Монмониер указује да су картографска решења изразито селективна и да одсликавају ауторово виђење које може бити намерно и свесно са циљем манипулације над корисницима карте али и несвесно, условљено ограничењима услед унапред дефинисаног размера карте, просторног обухвата, карактеристика садржаја који је потребно картирати, унапред задатог наслова, класификације података и примењених знакова (*Monmonier, M., 1991*).

#### 4.5.2. Редослед

Редослед се односи на логику карте. Да ли постоји визуелни шум или конфузија? Да ли су различити елементи постављени логично? Да ли је корисниково око вођено кроз карту адекватно? Како је карта синоптичка а не серијска комуникација, картографи не могу да претпоставе да ће корисник прво погледати наслов, па потом легенду, и тако даље. Студије које се баве проучавањем покрета ока показују да постоји значајно померање погледа. Рудолф Архајм је приметио да оријентација облика утиче на привлачење пажње јер облик елемената на страни креира осе које стварају правце. Заправо, вертикалне линије воде око горе и доле по карти а хоризонталне линије воде око лево и десно (*Arnheim, R., 1969*).

#### 4.5.3. Равнотежа карте

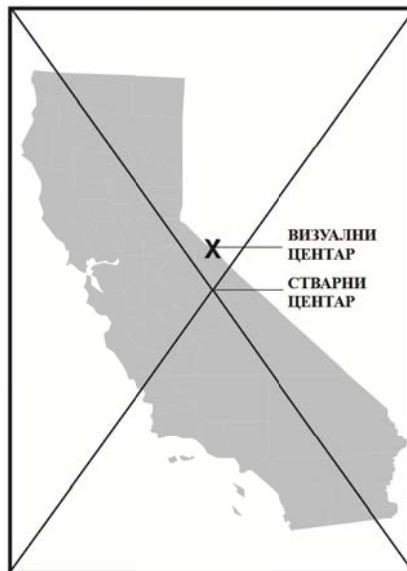
Сваки елемент на карти има визуалну тежину. Тежине елемената треба да буду распоређене једнако око оптичког центра странице, што је представљено тачком

незнатно изнад стварног центра. У супротном карта ће бити тежа на једној страни и самим тим нестабилна (слика IV-6.).

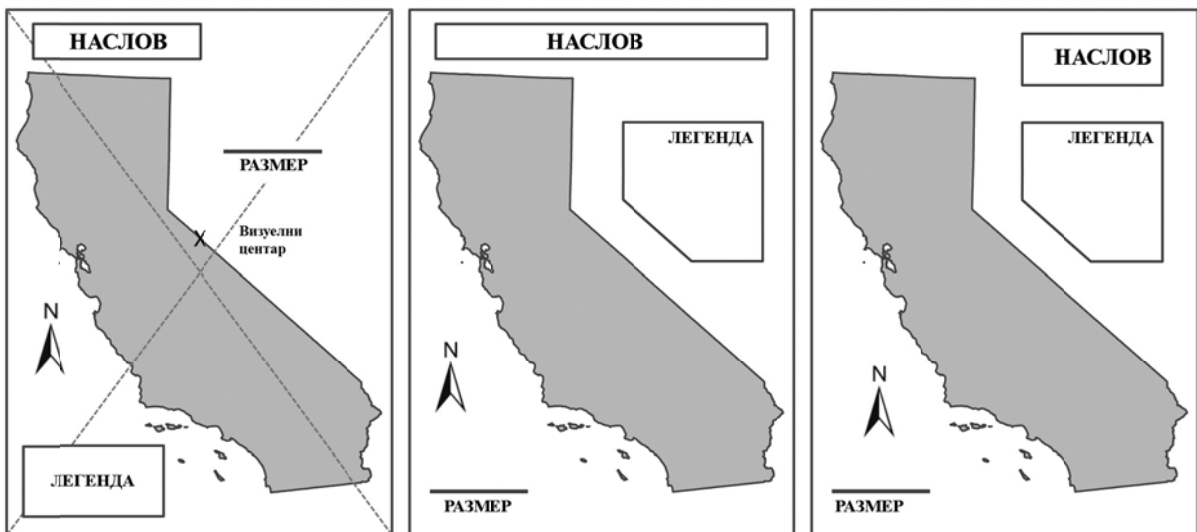
Док описани елемент дизајна карте не утиче на поузданост или корисност карте, битан је фактор у њеном појављивању. Генерално, визуелна тежина у оквиру рама карте зависи од локације, величине, боје, облика и правца. Према Арнхајму, визуелна тежина може бити следећа:

- централно постављени елементи имају мању тежину од оних који су на једној страни,
- објекти у горњој половини делују теже од оних у доњој половини,
- објекти на десној страни делују теже од оних на левој страни,
- тежина се повећава са удаљавањем од центра,
- изоловани елементи имају већу тежину од групних објеката,
- већи елементи имају већу визуалну тежину,
- црвена је тежа од плаве,
- светле боје су теже од тамнијих,
- правилни облици изгледају теже од неправилних објеката,
- компактни облици имају већу визуалну тежину од дифузних облика и облика без реда,
- форме са вертикалном оријентацијом делују теже од косих облика (*Arnheim, R., 1969*).

Уско повезан са равнотежом јесте бели простор. Одређена количина “белог простора” је неопходна да се она не преоптерети, али обично аутори постављају карту тако да она сама заузима највише простора на листу док остатак простора користе за захтеване елементе као што су наслов, легенда и размер. Често аутори креирају малу карту а остатак странице испуњавају великим ознакама за север, превеликим графичким размерницима, илустрацијама итд. и на тај начин попуњавају страницу истовремено постављајући садржај карте у други план (слика IV-7.).



Слика IV-6. Визуелни центар странице је незнатно изнад стварног центра  
(Tyner, A. J., 2010)



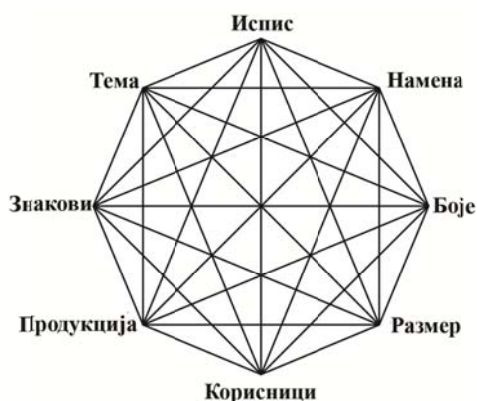
Слика IV-7. Промене у равнотежи карте у зависности од распореда елемената –  
крајња десна карта има најбољу равнотежу (Tyner, A. J., 2010)

#### 4.5.4. Контраст

Велики део јасноће карте проистиче из контраста. Контраст је разлика између светлог и тамног, танког и дебелог, тешког и лаког. Карти креираној само са једном ширином линије, једном величином слова (фонта) и једним типом слова (фонтом) недостаје контраст, није занимљива за гледање и тешка је за читање. Неке од ранијих карата креираних на рачунарима одликовао је недостатак контраста јер су пера плотера која су се користила у то време била доступна у само једној величини. Дебљина линије могла се мењати само помоћу комплексног додатног програмирања, додатних програмских линија и корака и команди. Данас су наравно доступни софтвери софистицирани и данашњи штампачи и плотери дозвољавају широку разноврсност типа слова (фонтова) и линија тако да не постоји оправдање за недостатак контраста.

#### 4.5.5. Целовитост

Јединство се односи на унутрашње односе међу елементима карте. Исписивање назива није одабрано изоловано од остатка карте. Текст мора бити читљив на свим подлогама и сенкама, не сме бити у конфликту са осталим знаковима и мора се уклапати у тему карте (слика IV-8.). Јединство значи да се карта појављује као целина, а не као колекција или збир неповезаних делова.



Слика IV-8. Јединство елемената карте уз истовремену независност  
(Tyner, A. J., 2010)

#### 4.5.6. Хармонија

Карте које су намењене јавној презентацији, већем броју корисника и широј публици може значити разлику између прихватања карте и њене поруке или њеног одбацивања. Поједностављено речено корисници преферирају пријатне карте.

#### 4.5.7. Правила и конвенције

Приликом дизајна карте постоји велики број конвенција и смерница, али мало правила. За неке од конвенција постоји логичан разлог. Коришћење црвене за врело и вруће, на пример, је засновано на идеји да су црвена, наранџаста и жута топле боје а плава и зелена хладне боје. Остале конвенције су засноване на старим применама и праксама и користе се вековима. Конвенције нису правила и картограф не мора строго да их се придржава али само уколико за то постоји добар разлог. Коришћење плаве за врело и црвене за хладно изазива забуну и конфузију а бојење река у наранџасто а путева у плаво ће збунити и навести на погрешне закључке већину корисника рефералне карте. Са друге стране, приказивање загађене реке браон бојом, било би оправдано кршење конвенције о плавој боји за водене површине и објекте или браон боји за пољопривредне површине.

#### 4.5.8. Интелектуална и визуелна хијерархија

Нису сви елементи на рефералној карти једнаке важности. У аспекту планирања дизајна картограф успоставља интелектуалну хијерархију. Ово је одређено сврхом карте и њеном функцијом. Ако су сви елементи дати једнаким визуалним тежинама карта ће постати тешко читљива и недостајаће јој контраста. Карте нису линеарне и не читају се на начин као што се чита текст, од врха ка дну и са лева на десно. Успостављање визуелне хијерархије коришћењем елемената као што су величина, упадљивост и боја помаже кориснику карте, односно његовом оку, да прати садржај карте на оптималан начин. Стога картограф користи велика слова

да привуче пажњу на наслов и користи “тешке” боје као што су црвена или црна да нагласи објекте, појаве и процесе који су од значаја за одређену рефералну карту.

Важан аспект визуелне хијерархије је однос подлоге и картираних објеката, појава и процеса. Ако овај однос није јасно одређен и разграничен, комуникација ће бити отежана и карта ће бити нечитљива. Уколико не постоји јасна визуелна хијерархија боја и јасан контраст између подлоге и садржаја карте, може доћи до отежаног разликовања подлоге од картираног садржаја.

#### 4.5.9. Ограничења дизајна

Картографи немају слободу у дизајну као што то имају други графички дизајнери. Прво ограничење односи се на облик планског подручја које је потребно представити и који је дефинисан границом плана. Облик планског подручја не може бити промењен како би се уклопио у жељени или задати формат и мора остати препознатљиво и целовито.

Формат и размер су такође ограничење. Картографи често морају да дизајнирају карте како би се оне уклопиле у унапред одређен формат а често је потребно дизајнирати карте исте тематске садржине али у различитим размерама и самим тим различитог формата. Досадашња пракса показује да се карте креирају за размеру дефинисану законом а штампају на различитим форматима папира и у различитим техникама у зависности од тренутних потреба. Захтеви у погледу размера, дефинисани Правилником о садржини, начину и поступку израде планских докумената<sup>12</sup> одређују колико ће простора карта заузети на одређеном формату папира а колико ће простора остати слободно за остале садржаје.

Обим текста који је обавезан на карти је такође ограничење у креирању карте. Поједини аутори сматрају да би карте боље изгледале без велике количине текста. Ипак, текст којим исписујемо имена насеља, текст у легенди и објашњавајуће

---

<sup>12</sup> "Службени гласник РС", бр. 31/10, 69/10 и 16/11



текстуалне напомене су обично неопходне како би се додатно разјаснила и идентификовала поједина планска решења.

Иако су знаковне, рефералне карте нужно садрже одређену неопходну количину текста. Текст на рефералним картама користи се за: исписивање ознака односно такозвано лабелирање (енг. *labels.*), додатно објашњавање, усмеравање или указивање, успостављање хијерархије или приказивање величине – када се слова примењују као знакови. Текстуални садржај који најчешће проналазимо на рефералним картама су наслови, легенде и објашњавајући текст, изјаве о изворима података, лабеле на знаковима, размер, топоними итд.

Препознају се четири аспекта исписивања на картама: испис речи, начин постављања текста, одабир типа слова и едитовање текста. Текст и испис текста морају бити планирани као и остали елементи које планирамо у току дизајна карте. Картограф не може да чека до самог краја дизајнирања карте како би донео одлуку о томе какав ће бити наслов карте и где ће бити постављен. Простор за наслов мора бити лоциран у тренутку када се дефинише изглед (лејаут) карте. Иако рачунарске технологије и савремени софтвери чине евентуалне промене лаким и једноставним, боље је одвојити време у фази планирања карте и тада одредити позиције текста. Уколико се ова фаза планирања у дизајну прескочи резултат су често стешњена имена и наслови, и генерално говорећи лош дизајн карте.

#### **4.6. Састављање рефералне карте**

Након усвајања одлука о пројекцији, симбологизацији и изгледу, композиција или креирање лејаута елемената карте може да почне. Основни елементи на којима картограф мора да ради јесу планско подручје, наслов легенда, размер, картографска мрежа, ознака за север, допунски текст, оквир и додатни елементи. Није неопходно да се сви набројани елементи појаве на свакој рефералној карти.

#### 4.6.1. Облик планског подручја

Планско подручје је примарни елемент у визуелној хијерархији, то је најважнији елемент карте и постављен је у визуелни центар странице. Такође, требало би да заузима највише места унутар оквира карте. Често се позиција планског подручја у интелектуалној хијерархији наглашава графичким техникама као што је сенчење са циљем истицања планског подручја у односу на окружење – подлогу.

#### 4.6.2. Наслов на рефералним картама

Већина карата имају наслове. Уколико ће карта стајати сама, одштампана на посебном листу а не у атласу или књизи, наслов треба да се појави на карти. Уколико се карта штампа у књизи, дисертацији, или слично, наслов може да се појави на карти или као натпис изнад илустрације. Натпис може да објашњава детаљније карту, уколико на карти постоји наслов. Рефералне карте обавезно у заглављу садрже назив карте, редни број и елементе који указују на то ко усваја план.

Постоје три ствари које је потребно разматрати када су наслови у питању: текст, место и тип слова. Текст упућује корисника карте у предмет картирања као што наслов књиге или чланка упућује у њихову садржину. Текст је дефинисан Правилником о садржини, начину и поступку израде планских докумената<sup>13</sup>. Позиционирање наслова је део лејаута карте. Супротно уобичајеној пракси, наслов не мора да буде на врху карте. Наслов може да буде постављен било где све док је на свом месту у визуелној хијерархији – наслов је обично најважнији текст на карти и често се користи како би се креирала избалансирана композиција.

Најчешће се јављају три дела наслова: главни наслов, поднаслов и датум. Уколико су потребни и наслов и поднаслов, картограф мора да одлучи која информација ће бити наглашена. То је визуелна хијерархија текста. Уколико је датум неопходан у блоку наслова карте, онда је неопходно утврдити његово место у хијерархији.

---

<sup>13</sup> "Службени гласник РС", бр. 31/10, 69/10 и 16/11

Скраћенице треба избегавати уколико је могуће. Фраза “Карта ...” у наслову, иако се често може уочити на старим картама, је сувишна. Треба да буде очигледно кориснику да је карта управо оно што он очекује – карта. Са друге стране сама реч карта непотребно заузима драгоцен и често врло ограничен и скучен простор на листу.

#### 4.6.3. Легенда на рефералним картама

Легенде представљају, дизајнерски проблем унутар проблема дизајна карте. Попут дизајна наслова, дизајн легенде има неколико делова: садржај, текст, позиционирање и стил. Првенствено, сви знакови у легенди морају изгледати идентично као и знакови на карти. Није неопходно поставити натпис и обележити простор легенда натписом “легенда” иако се овакво указивање на легенду често примењује. Позиционирање легенде, као и дизајн осталих елемената карте, одређено је балансом и белим простором. Легенде на карти садрже објашњавајући текст. Као и у наслову, текст у легенди треба да буде кратак, концизан, али истовремено мора јасно и недвосмислено да објашњава знакове на карти и њихово значење.

#### 4.6.4. Размер на рефералним картама

Неколико фактора утичу на одабир размера приликом креирања карата. То су предмет картирања, намена карте, тачност података на основу којих се она креира, потребе корисника које карта треба да задовољи, задати формат а у случају рефералних карата у просторним и урбанистичким плановима од изузетног значаја је и нормативни оквир којим су одређена правила о изради и садржају планских докумената. Резолуција у којој ће карта бити приказана на екранима или штампана на штампачима као и захтевана детаљност приказаних постојећих и планираних објеката, појава и процеса од значаја су приликом одабира одговарајућег размера. Уколико је потребно приказати већу детаљност података тада је боље одбрати крупнији размер. Често је формат папира унапред одређен и карту је неопходно уклопити у задати оквир, односно формат. Уколико

је формат папира довољно велик, картограф тада има додатне опције осим креирања крупноразмерних карата. То се пре свега односи на такозване *инсетсе* односно карте у картама којима ће се попунити слободан простор на папиру а истовремено указати на поједине просторне целине са већим степеном детаљности или дати шири просторни обухват како би се планско подручје поставило у шири просторни контекст. Рефералне карте су нацртане у одређеном, унапред правилницима дефинисаном, размеру што значи да представљају умањену стварност. Управо је то оно што чини рефералне карте корисним и употребљивим – редуковање планског подручја на лаку за коришћење али истовремено разумљиву величину.

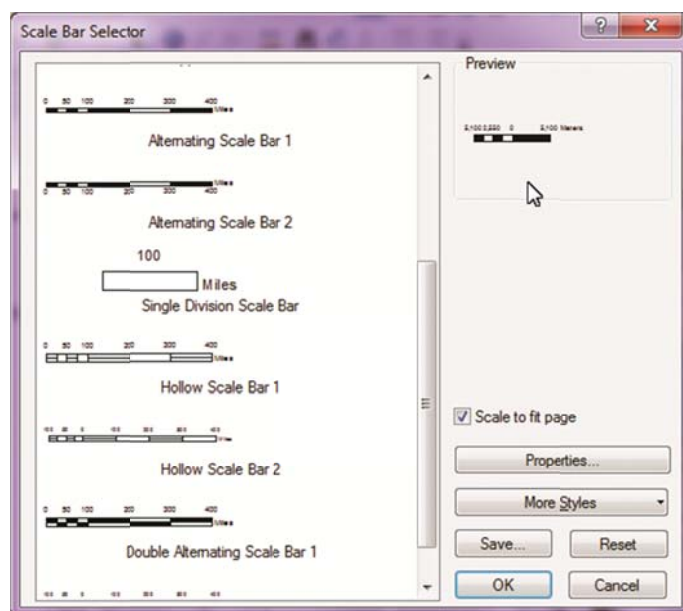
Размерник може бити представљен графички, у виду текста као објашњавајућа изјава, на пример „1 cm представља 100 метара,“ или као разломак и бројчани однос као на пример 1:50000. Често коришћени графички размерник изазива и највише проблема. Прво, аутор мора да запамти да је размер помоћ кориснику карте, а не фокус карте. Размерник служи једној од две намене: димензионисање и мерење. На тематским картама размер указује на генералну величину јер корисник нема потребу за прецизним мерењима. На картама крупног размера корисник ће имати потребу да сазна тачне удаљености. Поједини рачунарски софтвери имају аутоматске размернике који услед неадекватног одабира могу да доминирају картом и наруше равнотежу карте постајући прва ствар коју корисник примети па је овакве грешке неопходно избегавати.

На рефералној карти, размер може бити представљен на било који од поменута три начина. Топографске карте често имају размер приказан на сва три начина. На тематским картама у просторним плановима и рефералним картама али и у различитим врстама докумената као што су извештаји, програми и слично, треба одабрати најпогоднији начин. За карте у просторним плановима графички размерник је често најподеснији услед чињенице да картограф не може да буде сигуран на који ће начин бити репродукована карта. Да ли ће бити штампана у размери, или прилагођена одређеном формату папира. Уколико се карта штампа на већем или мањем формату од оног који је одговарајући за размер у коме је

нацртана у оригиналу, размер у виду разломка или бројчаног односа и објашњавајући размер неће бити тачни. Са друге стране графички размер ће бити смањиван и увећаван у истом односу као и остали садржаји на карти.

За карте које се прегледају на мониторима рачунара, преносним уређајима на терену и сл. једини одговарајући размер јесте графички размер. Величина монитора односно екрана на коме се приказује карта (платно, или друга позадина на коју се пројектује светлост из пројектора) могу имати веома велике разлике у величини. Самим тим ће и карта бити различитих величина, већа или мања, у зависности од екрана.

Размерник треба да буде довољно дугачак како би се омогућило његово несметано читање и коришћење. Због ефикаснијег коришћења не сме бити превише дугачак. Размерник не треба да буде превише украшен, него једноставан и прегледан. Велики избор размерника који се аутоматски ажурирају са променом лејаута или размера нуде савремени софтвери као што је *ArcMap* компаније *ESRI* (слика IV-9).



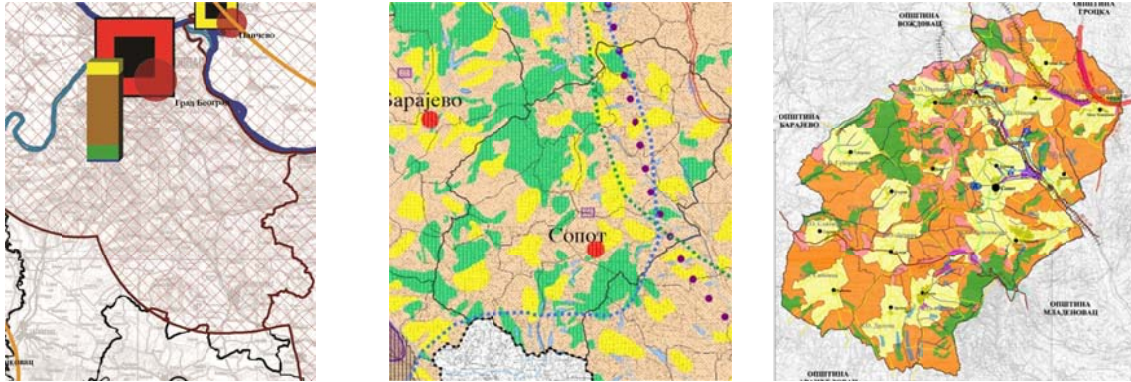
Слика IV-9. Одабир размерника у софтверу *ArcMap 10.1*

Размерник може да буде укључен у простор који заузима легенда или може имати сопствени простор. Као са легендом и насловом, позиционирање размерника утиче на баланс карте и њену јасност и прегледност.

Честа је појава да се карте креиране за штампање или приказивање у једном размеру користе више пута за различите сврхе при чему долази најчешће до њиховог репродуковања у мањем формату. Иако је примењен графички размерник, смањивање карте нужно доводи до губитка у квалитету приказа и губитку детаља. Како идеалан сценарио – поновно креирање карте према задатом формату – најчешће није опција услед недостатка времена и хитности поступка, или недоступности картографа који је већ посвећен другом пројекту или плану, решење представља додатно објашњење у виду текста којим се корисник умањене верзије упућује на оригиналну верзију цитирањем извора и сл.

Посебно треба напоменути да је размер од изузетне важности и у одабиру степена генерализације који ће бити коришћен на карти.

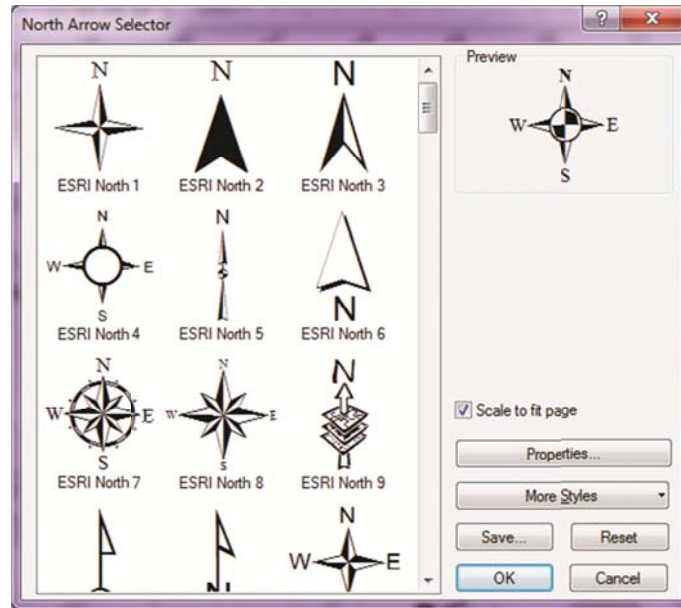
У складу са поделама карата према размеру које дају бројни аутори (*Peterca, M., et al., 1974, Lješević, M., Živković, D., 2001, Милојковић, Б., 2003, Ћурчић, П., 2003, Иконовић, В., 2006*) рефералне карте у просторним плановима спадају у групу крупноразмерних карата. Изузетак су карте Просторног плана Републике Србије које су урађене у размери 1:300000 и спадају у групу карата средњег размера. Рефералне карте за регионалне просторне планове се према Правилнику о садржини, начину и поступку израде планских докумената израђују у размери 1:100000 и изузетно у размерама 1:50000 или 1:200000. Рефералне карте у Просторним плановима јединице локалне самоуправе раде се у размерама 1:50000 или 1:25000 а рефералне карте у просторним плановима подручја посебне намене у размери 1:25000, 1:50000 и 1:100000. У посебним случајевима, када је то предвиђено концептом плана, а услед потребе спровођења просторног плана подручја посебне намене (информација о локацији, локацијска дозвола, експропријација) рефералне карте могу да се раде и у крупнијој размери (1:10.000, 1:5.000, 1:2.500, 1:1.500 и 1:000).



*Слика IV-10. На примеру територије Града Београда и градске општине Сопот уочава се разлика у нивоу детаљности и степену генерализације у зависности од врсте плана и размере. Најопштији је приказ у Просторном плану републике Србије 2010-2014-2020 (крајња лева слика), потом је детаљнији приказ у Регионалном просторном плану административног подручја града Београда (у средини) и детаљна разрада у Просторном плану градске општине Сопот (Просторни план Републике Србије 2010-2014-2020; Регионални просторни план административног подручја града Београда 2011; Просторни план градске општине Сопот 2012.)*

#### 4.6.5. Оријентација рефералних карата

Оријентација се односи на приказивање правца севера и најчешће се то чини цртањем мреже меридијана и паралела (латитуде и лонгитуде), правоугле мреже или помоћу ознаке за север. У пракси цртања рефералних карата за потребе просторног планирања у Србији доминира коришћење ознаке за север. Иако се често користи ознака за север, она не мора нужно да буде на врху карте и заправо понекад и не може да буде. Ознаке за север су брз и лак начин указивања на оријентацију карте, али они морају бити пажљиво коришћене. Ознаке за север нису одговарајуће за све карте.



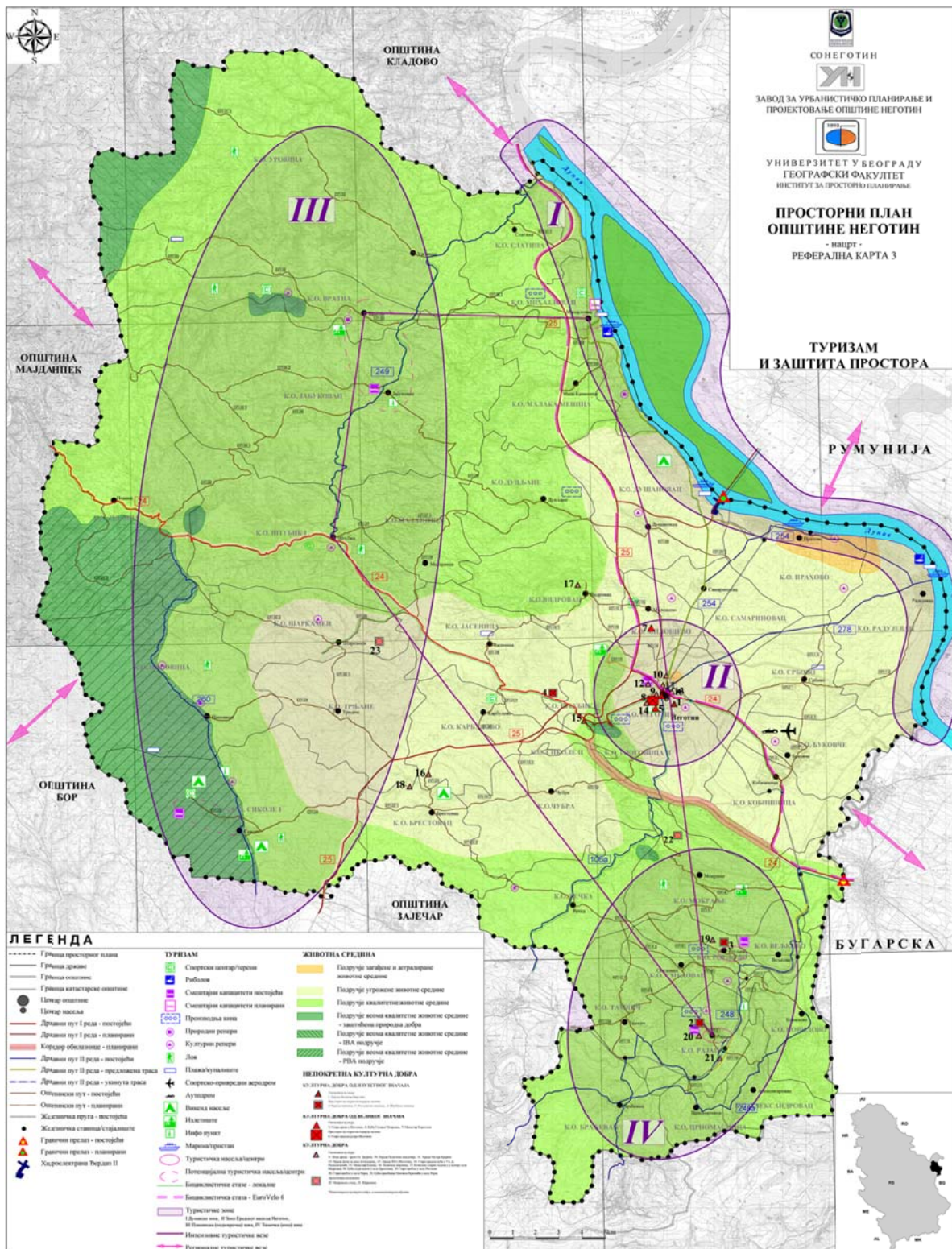
Слика IV-11. Одабир ознаке за север у софтверу ArcMap 10.1

Уколико су паралеле и меридијани нацртани на карти ознака за север је сувишна. Избор броја меридијана и паралела зависи од размере карте и њене намене.

#### 4.6.6. Карте у картама

Карте у картама су додатне мале карте које са главном картом чине јединствену целину и налазе се унутар оквира главне карте. Карте у картама доприносе додатном појашњењу, увећању фокуса (зумирању) одређеног простора главне карте или пружају детаљнији приказ одређеног простора за који је неопходно приказати објекте, појаве и процесе са више детаља. Карте у картама, уколико се вешто користе, могу да допринесу унапређивању дизајна или лејаута али не треба да буду коришћене без разлога или да буду коришћене на начин да кориснику карте одвуку пажњу са главне карте (слика IV-12.)





Слика IV-12. Примена карте у карти (Просторни план општине Неготин, 2011)

#### 4.6.7. Додатни текст и илустрације на рефералним картама

Постоје допунски елементи рефералне карте као што је на пример додатни текст који се понекад морају наћи на картама. Пример је реченица која говори о извору податка, посебно када се говори о квантитативним показатељима на картама. Ове реченице заправо представљају додатно објашњење слично фуснотама у тексту. Други пример примене додатног текста на картама јесте назив пројекције али се у пракси израде рефералних карата у Србији ово не примењује. Рефералне карте не садрже информације о картографској пројекцији у којој је карта урађена као ни друге метаподатке о карти. Као и са другим додатним елементима рефералне карте, додатни текст треба поставити тако да допринесе избалансираности карте.

У ери брзих и једноставних манипулација сликама и текстом помоћу савремених рачунара и лако доступних професионалних и аматерских софтвера, дошло је до појаве додавања великих блокова текста и слика у рефералне карте. Допунски текст и слике могу се додати у циљу приближавања дискурса кориснику али не смеју представљати визуелну сметњу.

#### 4.6.8. Оквир на рефералним картама

Оквир је линија која уоквирује и раздваја карту од осталих информација. Оквир је граница око целе карте. Без обзира на различите приступе примени оквира на рефералним картама, у пракси просторног планирања у Србији они су присутни. Избор такозваног “слободног” изгледа карте када је карта без оквира или карте са оквиrom који јој даје стабилност у великој мери је ствар личних преференција аутора карте али је условљено факторима као што су где ће карта бити репродукована, ко ће је користити и наравно већ постојећим правилницима који дефинишу изглед рефералних карата било универзално било интерно у оквиру институција које израђују.

#### 4.7. Испис на рефералним картама

Поред одређеног броја конвенција које односе на начин исписивања не постоје чврста правила за позиционирање исписа на рефералним картама. Главни критеријум за позиционирање исписа јесте јасност карте. ГИС софтвери најчешће имају многобројне функције које омогућавају адекватно позиционирање појава и ентитета и њиховог лабелирања али подразумевана (енг. *default*) подешавања не морају увек да буду најбољи избор. Како је тема дисертације картирање инфраструктурних система на рефералним картама, преузете су неке препоруке појединих аутора које су примењиве на овај тип рефералних карата.

- линијски објекти као што су путеви, железнице, гасоводи, далеководи, итд. се означавају на сличан начин као реке, изузев типа слова која нису у курсиву већ усправна (именом у блоку, не са раширеним словима, име се понавља у одређеним интервалима уколико је то неопходно, слова треба поставити, уколико је то могуће, тако да доња ивица слова буде ближа објекту, текст треба да прати облик и закривљеност објекта, за лако и једноставно позиционирање текст се обично поставља на правом сегменту уколико је то могуће).
- ознаке тачкастих објеката постављају се са једне стране и не у истој линији са знаком. Први избор је изнад и у десно од знака. Ознака се не поставља лево од знака осим уколико не постоји други избор. Ознака се не поставља у исту линију са знаком јер постоји могућност да знак, нарочито отворени кругови, буде погрешно протумачен као слово. Ознаке се не шире, већ се исписују у такозваном блоку. Уколико ознаку није могуће поставити у близини знака, можемо да користимо такозвани *callout*.
- испис има предност над линијама и линије не треба да пролазе кроз испис нити ознаке треба да се пресецају да би се направио простор за линијске елементе. Уколико постоји конфликт, линију треба прекинути или поставити *mask* или *halo* слова. На картама које су у боји испис може да се постави изнад линијских елемената уколико испис и линијски елементи имају различите боје.

- приоритетно правило је јасност. Ове смернице су генералне и нису успостављене да би биле примењиване неселективно уз ризик да карта постане нечитљива (Tyner, A. J., 2010).

Маске (енг. *Mask*) су правоугаоници који се налазе испод слова, али изнад осталих објеката на карти, креирајући посебан простор за исписивање слова. Оне се морају користити са опрезом јер уколико су превелике могу да прекрију информације на карти које се налазе испод њих. Колаути (енг. *callout*) су маске са линијама које показују на објекат на карти. Иако су доступни многи облици за колауте, они једноставни су често најбољи. Уколико не постоји јасна сврха за њихову употребу треба их избегавати. Хало продужава односно проширује спољну ивицу слова и чини слова истакнутијим.

Тип и величина примењених слова један је од елемената који имају велику важност за свеукупни квалитет и изглед карте и један је од честих аспеката карте који је на удару критике од стране корисника.

Висина слова се мери такозваним поинтима (*pt*), где 72 поинта висине износи приближно 1 инч или 2,54 цм. Стога је један поинт једнак 0,0138 инча односно 0,39 милиметара. Величина у поинтима није нужно висина одштампаног слова јер слова су генерално говорећи нешто мања од простора који заузимају. Поједини типови слова (фонтови) су “већи у телу” док су други “мањи у телу” што значи да они заузимају већи или мањи део оригиналног простора. Стога, два различита типа слова, при чему су оба величине 12 поинта, могу да изгледају (али и јесу) мања од другог.

Фонт су све могуће варијације типова слова одређене величине. Добро развијен фонт садржи усправне (*roman*) форме, закривљена слова у курсиву (*italic*) и различите могућности подешавања ширине, са нормалним, скупљеним или проширеним (*condensed, extended*) формама и разликама у ширини дајући могућности промене такозваних лаких средњих и масних слова (*light, medium,*

*bold*). Нису све стандардне форме доступне на рачунарима укључујући све ове форме.

Приликом одабира типа слова потребно је водити рачуна о читљивости, перцепцији слова, хармонији, удобности за коришћење али и читање, да ли су одговарајућа за предвиђени вид репродукције карте, и каква је могућност њиховог трансфера односно њихова компатибилност са картама на интернету. Данас нам је лако доступно неколико хиљада типова слова, али нису сви типови слова компатибилни са сваким од софтвера. Такође морамо водити рачуна о компатибилности и могућностима трансфера на друге рачунаре уколико је карта припремљена за презентацију на интернету или за публикување на DVD, CD, *BlueRay* или неком другом носачу информација. Уколико на рачунару није доступан фонт коришћен приликом припреме карте, сам рачунар ће аутоматски наћи и применити заменски фонт који ће (иако често врло сличан оригиналном) у великој мери променити изглед карте. Приликом избора типа слова и стила, корисно је знати на који начин ће карта бити репродукована, да ли ће бити смањивана и каква ће врста папира бити коришћена. За карте које ће корисници прегледати на мониторима рачунара важна је резолуција монитора. Генерално посматрано савремени типови слова са екстремима у дебљини или танким деловима слова мање су погодни од старих стилова јер се изузетно танке линије слова могу изгубити приликом репродукције лошег квалитета док код дебљих делова може доћи до спајања слова.

Већина студија о читљивости текста усмерена је ка одабиру типа слова за припремање и читање текста а не карата. Перцепција се односи на брзину којим слова и речи могу да буду препознате од стране корисника што је од изузетне важности код карата јер текст на картама није сложен у блокове као код књига. Уместо тога, слова, речи и текст на картама могу бити размакнути, закривљени или чак испрекидани другим ентитетима и појавама представљеним на карти. Слова могу бити исписана на засенченој позадини или на позадини у боји а боја позадине се може и мењати током читања речи. Када карте прегледамо на мониторима тада резолуција монитора такође утиче на читљивост текста. Ово

чини картографско моделовање комплексним и указује на потребу да се коришћењу текста на картама и испису посвети једнака пажња као и знаковима и боји. Анализа рефералних карата усвојених просторних планова указује на то да се користи више од једног типа слова на карти. Стил слова који се користи мора бити усклађен са другим фонтовима и стиловима али и са предметом картирања. Коришћење превише стилова ствара претрпан и неугледан изглед карте.

#### **4.8. Генерализација на рефералним картама**

Ако пођемо од дефиниције карте и прихватимо да су карте умањени модел стварности, подаци који ће бити приказани на карти морају бити пажљиво одабрани. Није могуће сва планска решења и податке дате у плану приказати на рефералној карти а истовремено информације које су приказане на карти не могу бити идентично приказане на начин на који је они постоје у природи. Карте су генералисане. Генералисање или генерализација се односи на селекцију, поједностављење и симбологизацију детаља у складу са наменом и размером карте. И основни подаци (подлога) и тематски подаци морају бити генерализовани на рефералним картама.

Генерализација је обавезна на свим картама. Иако на први поглед она представља фактор ограничења, не треба је посматрати као негативан фактор. Генерализација унапређује својство комуникативности карте јер омогућава да предмет картирања буде истакнут. Није увек пожељно приказати на рефералној карти све постојеће и планиране објекте појаве и процесе. Ако би се приказало све, резултат би вероватно био нечитка и неупотребљива карта.

Тачност се обично односи на позицију и тачно просторно позиционирање објеката, појава и процеса. Стриктна прецизност када је позиција у питању није увек могућа на рефералним картама и овај принцип се често коси са принципима географских информационих система, принципима рада система за глобално позиционирање итд.. Често су рефералне карте нацртане у унапред одређеним размерама које не дозвољавају да објекти буду нацртани или лоцирани са великом

прецизношћу. Често је потребно приказати путеве, железнице али и мреже и објекте других инфраструктурних система који су у природи паралелни, а чест је случај да су, подсетимо се својства агрегираности инфраструктуре, једни изнад других. Проширивање коридора и цртање ван размере свакако утиче на позициону или локациону прецизност. У супротном, инфраструктурни системи (мреже и објекти) и природни објекти не би могли бити приказани.

Поступак генерализације се спроводи над информацијама које припадају основним подацима (базној карти, подлози) као и над тематским подацима. Основни подаци су информације које формирају подлогу или основу за наношење тематских садржаја. Најчешће су ови садржаји рељеф, хидрографија, граничне линије, обалне линије, топографија, саобраћајне комуникације и насеља. Припрема подлоге најчешће захтева процесе селекције и поједностављења – симплификацију, а понекад увећавање и померање. Тематске податке је чешће потребно селекувати, категоризовати и симбологизовати.

У циљу креирања верног приказа у поступку генерализације користи се неколико техника. Иако поједини аутори сматрају да је број поступака већи јер су поједине операције поделили на више операција а други аутори да их има мање јер су поједине технике спојили, аутор књиге Принципи картографског дизајна, даје поделу приказану у табели IV-1 и наводи осам операција: селекција, поједностављивање, поравнавање, груписање, класификација, увећавање, премештање и симбологизација (*Tyner, A. J., 2010*).

### 2.8.1. Селекција

Селекција подразумева одабир објеката, појава и процеса који ће бити приказани на карти. Процес селекције инволвиран је у процес генерализације на два начина:

1. одабир категорије података који ће бити представљени. На пример, карта приказује пруге и путеве али не аеродроме. Овај аспект селекције од стране појединих картографа сматра се активношћу која је одвојена од генерализације.

2. одабир количине информација у оквиру једне категорије. На пример, приказани ће бити само путеви или пруге одређене категорије.

Процес селекције није увек једноставан. Селекција је питање просуђивања и није је лако аутоматизовати и компјутеризовати. Иако су одређени алгоритми и процедуре развијени за потребе извршавања поступка генерализације, постоје одлуке које не могу бити прецизно специфициране, квантификоване или компјутеризоване.

*Табела IV-1. Поступци у процесу генерализације*

| Raisz             | Robinson  | Dent   | Krygier & Wood  | Slocum/Thibault   | Buttenfield/McMaster                           | Tyner  |
|-------------------|---|--|---|---|--|--|
| Поједностављивање | Селекција<br>Поједностављивање<br>Класификација<br>Симбологизација<br>Увеличавање | Селекција<br>Поједностављивање<br>Класификација<br>Симбологизација | Селекција<br>Поједностављивање<br>Промена димензија<br>Повећање<br>Премештање | Поједностављивање<br>Увеличавање<br>Премештање<br>Разградња       | Поједностављивање<br>Увеличавање<br>Премештање | Поједностављивање<br>Увеличавање<br>Премештање |
| Комбиновање       | Разградња<br>Типизација<br>Агрегирање   |  |   | Агрегирање  | Комбиновање                                    | Груписање                                      |
| Исоостављање      | Елиминисање<br>Поравнавање<br>Индукција   | Поравнавање  |   | Поравнавање<br>Интегрисање<br>Спајање<br>Повећање<br>Пречишћавање | Изоостављање<br>Маскирање<br>Истицање          |  |

*Извор: (Tyner, A. J., 2010)*

#### 4.8.2 Поједностављивање

Комплексни објекти као што су линије обала или речни токови, не могу бити приказани у потпуној детаљности на картама ситног размера, нити је то пожељно учинити. За већину тематских карата а посебно за рефералне карте у просторним плановима (за разлику од топографских карата или наутичких карата) детаљност обалске линије није од кључног значаја. Степен поједностављивања је у вези са размером – што је крупнији размер више детаља може да буде приказано.



#### 4.8.3. Поравнавање

Поравнавање је део процеса поједностављивања. Линијске инфраструктурне мреже са много кривина и серпентина потребно је исправити као и реке са много меандара. Важно је да се сачува карактер објекта представљеног на карти и да се током процеса не промени правац тока реке или да се не изостави промена правца пружања инфраструктурне мреже.

#### 4.8.4. Груписање

Често је потребно груписати већи број малих објеката. У једноставним случајевима као што је на пример група ветрогенератора приказаних појединачно као тачкасти секундарни извори електричне енергије, они се могу груписати и представити полигоном. Уколико размер не дозвољава да се велики број појединачних објеката прикаже индивидуално и ако су они превише близу један другом, онда је оправдано, груписати их.

#### 4.8.5. Класификација

Подаци за сврху израде рефералних карата категоризују се како би се указао и јаче истакао њихов значај и како би се појаснио или нагласио образац њихове просторне дистрибуције.

#### 4.8.6. Увећавање

На поменутом примеру груписања више инфраструктурних система дуж речне долине или инфраструктурног коридора аутопута, указано је на могућност нарушавања тачности и прецизности на рефералним картама. Поступак увећања пружа могућност адекватног приказа свих елемената који се налазе у коридору.

#### 4.8.7. Премештање

У случајевима када су пут и пруга паралелни, или било који други инфраструктурни линијски системи, они су често померени у односу на стваран положај у простору тј. локацију, односно удаљени су онолико колико је потребно да се обе линије могу јасно распознати на рефералној карти. У поменутих случајевима инфраструктурних коридора или уских речних долина инфраструктурни системи су приказани са одређеним степеном померања и грешке.

#### 4.8.8. Симбологизација

Симбологизација укључује одабир и дизајн знакова у циљу представљања објеката, појава и процеса и њихових просторних односа на рефералним картама али не постоји јединствен став да је овај процес саставни део процеса генерализације. Поједини аутори сматрају да симбологизацију треба у потпуности одвојити као процес (*Tyner, A. J., 2010*).

### 4.9. Провера и евалуација пред објављивање рефералне карте

Последњи задатак у припреми карте јесте њена провера. Проверу је потребно вршити приликом сваког од корака на изради карте али је свакако неопходна њена финална евалуација. Један од најбржих начина да се уништи кредибилитет карте јесте да она садржи погрешно написане речи. Корисник карте тада може да створи утисак да ако су речи погрешно и неуредно написане, да је такав и истраживач, картограф па и резултати истраживања и на крају сама карта. Тада корисник карту може сматрати непоузданом. Стога сав испис на карти мора бити са великом пажњом проверен. Није довољно ослонити се на аутоматизоване алате присутне у облику рачунарских програма који проверавају правопис.

Евалуација карте је често тежак задатак јер велики број фактора утиче на сам процес креирања рефералне карте и ти фактори нису познати корисницима карте.

Често се иза неког од решења примењених на карти, које корисницима изгледа нелогично, налази сасвим логичан и оправдан разлог односно тешкоћа у процесу креирања. Задатак картографа је да сведе нејасноће и нелогичности на карти на минимум применом картографских метода и трагањем за оптималним начином њихове примене и да понуди карту као финални производ на коме се неће препознати искушења и проблеми са којима се сусрео током процеса креирања.

Саутворт сугерише сет смерница које треба да допринесу успешној карти:

- карта треба да задовољи потребе корисника,
- карта треба да буде лака за коришћење,
- карта треба да буде тачна, да презентује информације без грешака и дисторзија,
- језик карте треба да буде у складу са елементима који су представљени,
- карта треба да буде јасна, читљива и атрактивна,
- идеално је да карта омогућава интеракцију са корисником, промене, ажурирање и персонализацију (*Southworth, M., Southworth, S., 1982*).

#### **4.10. Власништво над картом и етика**

Није оправдано очекивати да су рефералне карте у просторним плановима потпуности оригинали производи. Било би изузетно скупо и временски изузетно захтевно када би свака реферална карта била креирана од почетка исцртавањем картографске мреже меридијана и паралела у одабраној картографској пројекцији. Јасно је да се рефералне карте израђују на основама које представљају резултат претходног рада. Стога је наглашавање извора података, претходних резултата и власништва над подацима али и рефералном картом као финалном производу као и о ауторским правима неопходно.

Стога је прибављање дозвола и овлашћења за коришћење карата као подлога или као примарних података од институција које су подлогу креирале неопходно. Исто важи и за податке који се користе као тематски подаци и уколико су под ауторским правима за њих је потребно прибавити писмена овлашћења за

коришћење а на адекватан начин ауторска права оригинала и информације о оригиналу навести. Додатна објашњења нису само заштита од неовлашћеног преузимања садржаја који подлежу ауторским правима већи и помоћ корисницима карте уколико желе детаљније и потпуније да се информишу о садржају који је приказан као подлога односно о садржају на основу кога су креирани тематски подаци.

Дискутујући о етици потребно је поменути основна етичка начела у картографији која је поставио Дент:

- имај једноставан план и јасно дефинисане сврхе и циљ израде карте,
- упознај кориснике карте,
- немој намерно лагати са подацима,
- када је год могуће прикажи све релевантне податке,
- не одбацуј податке јер су у супротности са твојим ставовима,
- у задатој размери тежи прецизном опису података,
- избегавај плагијате, наводи изворе,
- одабрани знакови не смеју да стварају предрасуде о информацијама које карта носи,
- картирани резултати треба да буду доступни осталим картографима,
- имај на уму културне различитости и принципе (*Dent, B., et al. 2009*).

## **V БОЈА, МЕТОД БОЈА И БОЈА КАО КАРТОГРАФСКО ИЗРАЖАЈНО СРЕДСТВО НА РЕФЕРАЛНИМ КАРТАМА У ПРОСТОРНИМ ПЛАНОВИМА**

За просторне планере, урбанисте али и картографе од изузетне важности познавање својстава боје, њених карактеристика, значења и примене боје као метода и изражајног средства на рефералним картама у просторним плановима.

Боја има снажан визуелни утицај, утиче на кретање ока, привлачи га, усмерава и помаже аутору карте у настојањима да усмери пажњу корисника карте на поједине, за аутора карте од посебног значаја, елементе на карти. Боја има снажан утицај на корисника карте услед својих физичких, психолошких и културолошких аспеката који укључују осећај доживљавања боје и њену интерпретацију. Доживљавање боје и њена интерпретација не морају нужно да буду исти код свих корисника карте. Боја се широко примењује, а нису ретки случајеви погрешне примене боје које изазивају неразумевање или погрешно интерпретирање карте. Адекватна примена боје на картама захтева познавање низа научних дисциплина али и графичке семиотике, картографије, ликовне уметности итд. (*Christophe, C., 2011*).

Боја омогућава флексибилност у дизајну карте, помаже у креирању разлика између позадине (подлоге) и представљених објеката, као и између различитих приказаних категорија као што су тачкасти објекти (постројења за прераду отпадних вода и производњу воде нпр.), линијски објекти (путеви, пруге, далеководи нпр.), површински објекти (урбана и рурална подручја, типови заштићених природних добара нпр.) итд. Истовремено, примена боје помаже у успостављању хијерархије у оквиру истих категорија. Иако се разлике између категорија могу приказати и у црно-белој техници, употреба само једне боје у великој мери повећава могућности картографског дизајна док употреба пуног спектра боја омогућава изузетан квалитет, прегледност и естетску вредност карата. Боје воде непосреднијем функционалном односу са предметом картирања, јер људи имају урођен осећај за боје. (*Велић, М., 2009*) Бојама се изражава просторна одређеност појава на карти чиме се постиже адекватност са реалним

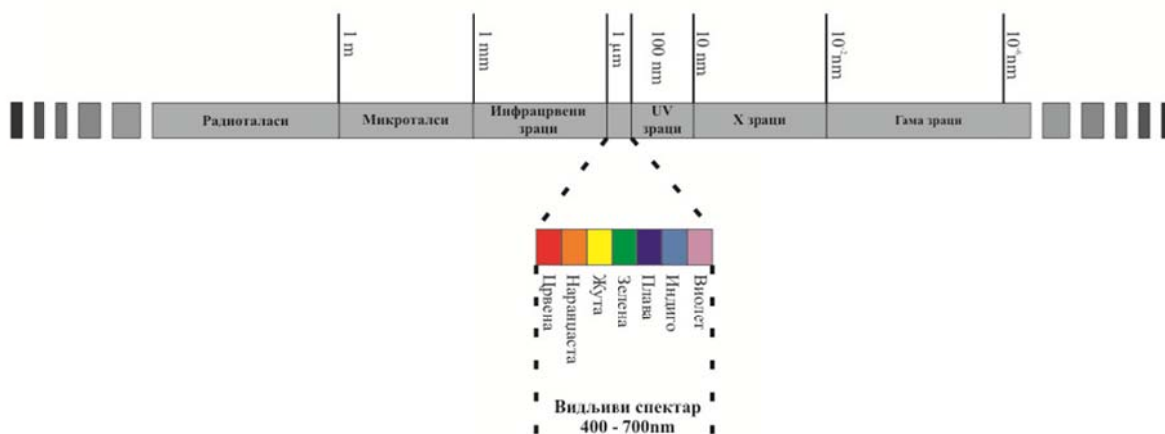
светом, тј. дефинише се распрострањање/размештај разноврсних појава и процеса који се картирају као и њихов међусобни однос. Поред просторне, бојом се изражава и суштинска тј. садржајна одређеност појава и процеса, њихов квалитет и квантитет – бојом је могуће изразити квалитативну и квантитативну просторну разнолику одређеност, упоредивост и структуру. Легенда дефинише ту разноликост и типизацију (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005).

Иако се коришћење боје сматра пожељним и у великој мери доприноси подизању квалитета карата, истовремено коришћење боје ствара картографу изузетно велике изазове у погледу картографског дизајна. Обликујући карту бојама, аутор шаље одређену информацију, кроз облик или форму, који су у корелацији са бојом (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005). Комплексност примене великог броја боја препознају бројни аутори па тако Милисављевић наводи да “примена великог броја боја на картама крије у себи низ проблема, који ако се не реше на задовољавајући начин, неће погодити циљ који се жели постићи.” (Peterca, M., et al., 1974). Боје као један од највидљивијих елемената на карти јесу истовремено један од најчешће критикованих аспеката тематских и рефералних карата у просторним и урбанистичким плановима. Корисници карте, руководиоци плана, синтетички тим, планска комисија и учесници на јавном увиду често своју коначну оцену о квалитету картографских приказа, а посебно рефералних карата, доносе управо на основу боја примењених на карти и начина њихове примене.

Картографија као самостална наука се непрестано развија али је истовремено под снажним утицајем и у сталној спреси са развојем рачунарских технологија, математике, физике, психологије, ликовних уметности итд. Стога стало усавршавање и стицање нових знања просторних планера из области картографије није довољно за успешну реализацију захтевних пројеката какви су просторни и урбанистички планови и карте које се за те намене реализују.

## 5.1. Појам и природа боје

Електромагнетни спектар представља колекцију свих енергија организованих у различите категорије засноване на дужини таласа за сваки тип енергије. Електромагнетни спектар представља сву енергију која се креће брзином светлости и укључује радио таласе, микроталасе, инфрацрвене зраке, затим оно што означавамо као видљиви спектар, ултраљубичасте таласе, х-зраке и гама зраке. Само мали део опсега електромагнетног спектра је видљив људском оку и назива се видљиви спектар. Укључује енергију са таласним дужинама од 380 нанометара до 760 нанометара (nm)<sup>1</sup> (слика V-1.). Видљиви светлосни зраци се простиру праволинијски у свим правцима.

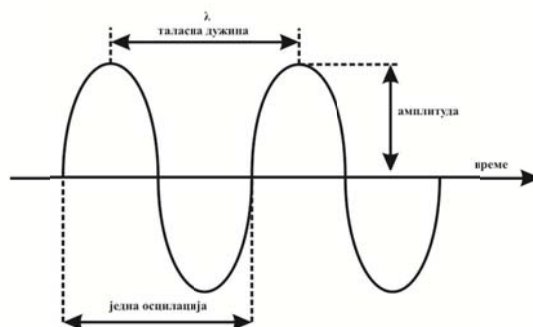


Слика V-1. Електромагнетни и видљиви спектар

Електромагнетни таласи дефинисани су са много особина од којих је за истраживање о бојама посебно важна дужина таласа. Таласна дужина представља растојање од једне тачке таласа до исте такве суседне тачке таласа и означавамо је са  $\lambda$  – ламбда (слика V-2.). Друга важна особина електромагнетних таласа јесте фреквенција која представља број осцилација у току једне секунде и означавамо је

<sup>1</sup> Код дефинисања тачног опсега постоје одређена неслагања у литератури па тако нпр. Милисављевић наводи да "је сунчева светлост електромагнетно таласно кретање са таласним дужинама које леже између 687 nm (црвено) и 397 nm (љубичасто)" (Peterca, M., et al., 1974. стр 269.)

са Hz (Herz). Брзина којом се крећу електромагнетни таласи износи 300000 km/sec.



Слика V-2. Одређивање таласне дужине

Светлосни таласи који имају дужину од 0,45 микрометара за нас су плави, они са таласном дужином од 0,65 микрометара су црвени. Уколико извор светлости емитује таласе свих дужина, и до нашег визуелног апарата доспе комбинација таласа свих таласних дужина видљивог спектра тада региструјемо светлост која нема боју и називамо је бела светлост. Светлост која потиче од Сунца садржи све таласне дужине. Уколико се бела светлост раздвоји на своје компоненте, као када се прелама кроз призму (или капљице кише, када видимо дугу), резултат су боје видљивог спектра приказаног у спектралном редоследу, од најкраћих до најдужих таласних дужина. Тај редослед чини девет боја: љубичаста, индиго, плава, зеленоплава, зелена, жутозелена, жута, наранџаста и црвена. Материју коју видимо као белу јесте она која одбија све зраке светлости, док је насупрот њој црна материја која не одбија ни једну таласну дужину.

## 5.2. Основне карактеристике боје

Свака боја има три основне карактеристике – тон, осветљеност и zasiћеност. Тон се односи на сензације које ми примамо када наше око опази светлост одређене таласне дужине. Тон можемо да дефинишемо као различите боје које ми перципирамо – црвена, плава, зелена итд. Комбиновањем чистих тонова са различитим процентима основног тона и мењањем њихових осветљености и zasiћености могуће је креирати изузетно велики број различитих тонова.



Стога црвена, зелена, плава и вајолет су тон. Али ми препознајемо многе варијације црвене или плаве. Често говоримо о светло плавој или модро плавој, зелено плавој или пурпурној, тиркизној итд. Неке нијансе плаве се појединим корисницима карте чине “плавље” него другима. Ови описи представљају покушаје да се опишу друге две димензије боје – осветљеност (често се назива и вредност или јачина) и засићеност. Уколико креирамо секвенце сиве рангиране од беле до црне са серијама прогресивно тамнијих сивих између њих креирали смо сиву скалу (слика V-10.). Што је сива ближа белој то је њена осветљеност виша, што је ближа црној то јој је осветљеност нижа.

Засићеност (сатурација), такође називана и као чистоћа (енг. *purity*) интензитет или хрома (енг. *chroma*) односи се на интензитет боје. Представља опсег у коме боја одступа од сиве исте вредности. Боја пуног спектра има висок интензитет, потпуно је засићена.

Ефекат формирања градације одређене боје или више боја утиче на правилно истицање одређених појава и њихових карактеристика. Одређивањем односа боја и њених карактеристика (тон, јачина, засићеност) указује се на интензитет, правац, тенденције, дубину и садржајност представљених елемената и у зависности је од величине картиране територије која је њом обојена, односно њених квалитативних и квантитативних карактеристика (*Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005*).

### **5.3. Адитивни и субтрактивни модел боја**

Формирање боја мешањем боја и њиховим додавањем се назива адитиван<sup>2</sup> модел. Супротно овом моделу, модел у коме се боја добија одузимањем светлости одређене таласне дужине назива се субтрактивни модел.

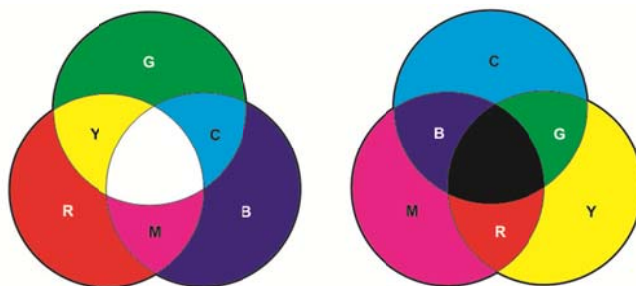
У адитивном моделу, уколико светлост потиче од појединачних извора зелене, црвене и плаве светлости, резултат комбинације је бела светлост. Због тога што

---

<sup>2</sup> Поједини аутори називају га и адисиони, види детаљније у (Peterca, M., et al., 1974. стр 269.)

ове три таласне дужине у различитим комбинацијама могу да произведу било коју другу боју видљивог спектра оне се називају примарне боје адитивног модела. Боја на телевизорским екранима, мониторима рачунара и пројекторима формира се додавањем боја односно мешањем црвене, зелене и плаве боје у одређеним односима. Овај модел креирања боја се користи када се ради на дизајну карата помоћу рачунара и на рачунарским мониторима а које ће бити приказане на електронским уређајима.

Када је реч о традиционалним картама, картама штампаним на папиру, јасно је да се не ради о различитим изворима светлости и њиховим комбинацијама него о способности мастила или пигмената на папиру да одбијају светлост која пада на њих. Мешање црвених, зелених и плавих пигмената на папиру неће резултирати белом бојом, као код електронских уређаја, већ бојама налик боје блата и биће ближе црној боји. Када светлост удари у непрозиран објекат, део светлосног снопа се апсорбује од стране објекта а део се рефлектује. Црвени објекти апсорбују све осим таласа црвене боје, које одбијају и сл. Модел у коме се боје комбинују на папиру како би се добиле све друге боје назива се субтрактивни (одузимајући) модел јер су неке од таласних дужина апсорбоване или одузете из спектра. Основне боје у субтрактивном моделу су магента, цијан и жута које се у комбинацији са црном користе се за производњу било које друге боје (слика III-3.). Треба приметити да мешање три примарне боје адитивног модела даје за резултат белу боју док је код субтрактивног модела резултат мешања три примарне боје црна. Истовремено преклапање примарних боја адитивног модела даје примарне боје субтрактивног модела и обрнуто.



Слика V-3. Адитивни (RGB) и субтрактивни (CMYK) модел боја

Такође треба нагласити да се услед чињенице да боје у адитивном моделу потичу од мешања светлости из различитих извора а у субтрактивном моделу од одбијања светлости, помоћу адитивног модела може креирати већи број боја видљивог спектра него помоћу субтрактивног модела. На картама креираним за приказ на савременим електронским уређајима можемо приказати већи број боја него на традиционалним, штампаним картама.

#### 5.4. Системи за спецификацију боје

Уколико је потребно дати дефиницију одређен бој, потребно је то учинити на начин који може да осигура да саговорник види исту боју и у потпуности разуме дату дефиницију боје а самим тим и захтеве за одређеном бојом и њеном применом на карти. Резултати описивања боја помоћу придева као што су светлије или тамније, јаче или слабије, пуније или прозирније у припреми и производњи тематских и рефералних карата у просторним плановима не могу да дају резултате који ће да задовоље како картографа који ради на припреми карте, тако и руководиоца плана или члана синтезног тима.

Истраживања о бојама, а последично и системи за спецификацију боје, или како се у литератури среће колорни модели, имају дугу историју и нису тековина савременог доба. У свом делу "Расправа о сликарству"<sup>3</sup> Леонардо да Винчи упоређује поједине елементе и боје и износи запажања која су и данас присутна. Да Винчи повезује следеће елементе и боје: земља-жута, вода-зелена, ваздух-плава, ватра-црвена, светлост-бела и тама-црна. Касније се овом тематиком баве бројни физичари, математичари, астрономи, архитекте, сликари итд. Од Аристотела, Агуилоиуса (*Franciscus Aguilonius*)<sup>4</sup> и Форсиуса (*Aron Sigfrid Forsius*)<sup>5</sup> који су боју проучавали у време ренесансе, Њутна (*Isaac Newton*)<sup>6</sup> који је преламањем светлости кроз призму доказао да се бела светлост састоји од спектра

---

<sup>3</sup> Trattato della Pittura di Lionardo da Vinci, 1651, Giacomo Langlois, Paris, и A Treatise on Painting, by Leonardo da Vinci 1721, Senex and Taylor, London

<sup>4</sup> Franciscus Aguilonius (1567-1617), белгијски математичар, физичар и архитекта.

<sup>5</sup> Aron Sigfrid Forsius (умро 1637), фински астроном, свештеник, познат и као Siegfried Aronsen. Професор астрономије у Упсали 1603. (Uppsala, Шведска) и касније свештеник.

<sup>6</sup> Isaac Newton (1642-1726),

боја, и затим преко Рунгеа (*Philipp Otto Runge*)<sup>7</sup> и Максвела (*James Clerck Maxwell*)<sup>8</sup>, Мунсела (*Albert Henry Munsell*)<sup>9</sup> и Оствалда (*Friedrich Wilhelm Ostwald*)<sup>10</sup> до 1931. године и стандардизовања RGB система за спецификацију боја од стране Међународне комисије за осветљење CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*).

У циљу ефикасног описивања боја успостављено је неколико система за спецификацију боје. Овде ће бити представљени најчешће коришћени системи у Србији у раду на припреми рефералних карата у просторним плановима за прегледање на мониторима рачунара, за објављивање на интернету, дигиталну и офсет штампу. Потребно је споменути да су се у различитим државама и системима планирања, као и у различитим временским раздобљима, али и у зависности од намена или корисника, користили различити системи за спецификацију боје као што су такозвани CIE систем (*The Commission International de l'Eclairage* или *ICI cistem International Commission on Illumination*) **Munsell** систем и низ савремених као што су **LAB** систем, **HSB** систем, **HLS** систем, **NSC** систем итд.

Док су поједини набројани системи, као што су CIE и Munsell системи, креирани са циљем да опишу боје и помогну у њиховом разумевању, боје које се користе на тематским и рефералним картама у просторним плановима се бирају и описују на основу посебних система. Одабир система боја зависи од медија на коме ће карта бити репродукована. Када се користе дигитални медији, жељене боје ће бити остварене коришћењем адитивног модела боја. Уколико је медиј на коме ће карта бити репродукована традиционалан, папирни, неопходно је применити субтрактиван модел боја.

---

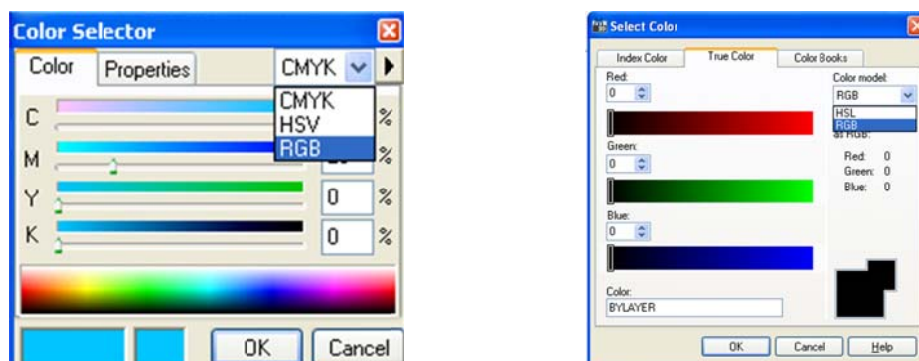
<sup>7</sup> Philipp Otto Runge (1777–1810), немачки сликар и цртач.

<sup>8</sup> James Clerck Maxwell, (1831-1879), шкотски физичар, аутор теорије: *Theory of Colour Vision*, у којој се постављају основе квантитативног одређивања боје – колориметрије. У свом раду аутор демонстрирала све боје произилазе из мешања три спектралне боје (црвене, зелене и плаве).

<sup>9</sup> Albert Henry Munsell (1858–1918), амерички сликар и изумитељ Мунселовог колорног система

<sup>10</sup> Friedrich Wilhelm Ostwald (1853–1932), немачки хемичар и нобеловац.

Штампачи, који штампају са четири извора мастила (цијан, магента, жута и црна) или савремени плотери који штампају са и до осам извора мастила имају табеле са спецификацијама боја које одређују износ сваке од боја у моделу и количину црне како би се креирала жељена боја. Када се бирају и креирају боје за приказ на мониторима и приказ на екранима, већина софтвера намењених за графички дизајн као и софтвера који се доминантно користе за припрему карата у просторним плановима у Србији (*AutoCAD, ESRI ArcGIS, Geomedia Professional, MapInfo* итд.) има опцију приказивања вредности боја у различитим, најчешће примењиваним колорним моделима. То су: **CMYK** (cyan, magenta, yellow, black), **RGB** (red, green, blue), **HSB** (hue, saturation, brightness), **HSL** (hue, saturation, luminance), **grayscale**, и **LAB** (CIE) модели итд. (слика V-4.). Приказ карте, припремљене у било ком од ових колорних система, у сивој скали (grayscale) омогућава картографу да сагледа како ће карта, припремљена за штампу у боји, изгледати репродукована у црно-белој техници.



Слика V-4. Одабир вредности боја у различитим колорним моделима у *ESRI ArcGIS* и *AutoCAD* софтверу

## 5.5. CMYK и RGB системи спецификације боја

RGB систем спецификације боје је адитивни модел у коме црвена, зелена и плава светлост мешањем у различитим односима креирају широк спектар боја. Назив модела потиче од иницијала три примарне боје које се користе у моделу (од енглеских *red, green, blue*). Основна намена овог модела јесте приказивање слика у боји на електронским медијима као што су монитори рачунара, екрани

телевизора (било да говоримо о CRT, LCD, плазма технологији и сл.) или слике са пројектора. Боје приказане на уређајима који користе овај модел могу се у одређеној мери разликовати јер је карактеристика овог модела његова зависност од уређаја на коме се карта приказује односно технологије израде самог уређаја и технологија којом креира приказ. У зависности од технологије израде монитора, екрана или пројектора, различити уређаји ће боју исте дефиниције, односно RGB вредности, приказати другачије. У циљу постизања истоветних боја креираних помоћу дефинисаних RGB вредности неопходно је извршити калибрацију уређаја и на тај начин остварити истоветни приказ.

Представљање боја варира од уређаја до уређаја у зависности од типа хардвера и врсте софтвера. Квалитет екрана монитора и телевизора као и пројектора се стално унапређује што карте припремљене у блиској прошлости може да учини мање атрактивним и квалитетним са аспекта приказаних боја.

Стога је потребан посебан приступ приликом креирања електронских карата или посебних верзија рефералних карата просторних планова које ће бити приказане на мониторима рачунара а доступне преко Интернета. Већина Интернет корисника данас користи рачунаре и мониторе који могу да прикажу милионе боја. Ипак, иако се квалитет приказа на мониторима свакодневно увећава, различити типови монитора (CRT, LCD, плазма), као и њихова старост, подешавања (осветљење, контраст, температура боје итд.) и услови у којима се они користе (осветљеност просторије) спречавају конзистентан приказ боја. Не треба изгубити из вида ни разлике у начину приказивања боја у зависности од оперативних система. Тако су боје на *Microsoft Windows* оперативном систему тамније и интензивније (гама вредност 2,2) него на оперативним системима који су креирани за *Apple Mac* рачунаре (гама вредност 1,8). Иако *World Wide Web Consortium (W3C)* препоручује коришћење sRGB<sup>11</sup> колорног модела (*Stokes, M., et al., 1996*) за приказ боја на Интернету, различити претраживачи и такозвани плаг-

---

<sup>11</sup> sRGB представља стандардни RGB колорни модел креиран у сарадњи компанија Hewlett-Packard и Microsoft 1996 године за употребу на мониторима, штампачима и Интернету. sRGB колорни модел користи стандард ITU-R BT.709

инови (енг. *plug-ins*<sup>12</sup>) могу приказивати боју на различите начине. Такође, уколико говоримо о растерским, а не векторским електронским картама доступним преко Интернета, формат у коме су карте доступне (PNG, JPG, TIFF) може такође утицати на нехомогену интерпретацију боја (*Sivonen, H., 2003*). Како није могуће предвидети сва сценарија, услове коришћења карата, врсте претраживача, њихов развој и усклађивање са стандардима итд. можемо да препоручимо да, у складу са доминантним оперативним системом у Србији (*MS Windows*), доминантним претраживачем (*MS Internet Explorer*) и доминантном врстом монитора (LCD) карте које су предвиђене за прегледање на мониторима рачунара а доступне су преко Интернета треба креирати у sRGB или RGB колорном моделу.










Рачунарски монитори који приказују слику помоћу RGB модела спецификације боја користе 24-bit-не боје. У 24-bit-ном моделу боја постоји 256 варијација сваке од примарних боја па се на тај начин може формирати преко шеснаест милиона боја, тачније 16777216 боја (256 црвених x 256 зелених x 256 плавих). У овом моделу боје су представљене мешањем различитих интензитета црвене, зелене и плаве. Интензитет сваке од црвене, зелене и плаве компоненте представљен је скалом од 0 до 255 где је 0 без интензитета односно без светлости а 255 максималан интензитет. Тако је црна, потпуно одсуство светлости описана, као R=0 G=0 B=0 а бела, максималан интензитет све три компоненте R=255 G=255 B=255 (слика V-5.).

Штампачи и плотери, без обзира на технологију штампе (ласер или *inkjet* технологија), дигитална и офсет штампа, на другој страни користе субтрактивни СМЈК модел спецификације боја. Овај модел спецификације боја и начин штампе познат је и као четворобојни процес. Све боје које је могуће одштампати у оквиру овог спектра постижу се преклапањем цијан, магента, жутог и црног мастила. Мастило се наноси у ситним тачкама које представљају одређени, задати проценат боје. Када се различита мастила ове четири боје у различитим односима одштампају по одговарајућем обрасцу и у одређеним односима резултат је илузија

---

<sup>12</sup> Plug in – сет софтверских компоненти који додају одређене могућности већој софтверској апликацији

непрекидних боја. У теорији, мешање примарних боја субтрактивног модела даје за резултат црну боју али се у пракси она појављује као нијанса браон боје. Због ове несавршености модела додаје се црна боја која компензује описани недостатак. У СМУК моделу спецификације боја, боје се представљају процентуалним односом цијан, магенте, жуте и црне. Потпуно одсуство боја оставиће бели папир и односи ће бити 0% цијан, 0% магенте, 0% жуте и 0% црне. На другом крају јесте црна боја која се може креирати на два начина. Са 100% све црне боје, када ћемо добити потпуну црну и са 100% црне боје али 0% осталих боја када ћемо добити бледу црну.

|           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>R=</b> | <b>255</b>  | <b>218</b>  | <b>231</b>  | <b>255</b>  | <b>0</b>  | <b>40</b>   | <b>188</b>  | <b>31</b>   | <b>0</b>  |
| <b>G=</b> | <b>255</b>  | <b>37</b>   | <b>120</b>  | <b>245</b>  | <b>146</b>  | <b>22</b>   | <b>130</b>  | <b>26</b>   | <b>0</b>  |
| <b>B=</b> | <b>255</b>  | <b>29</b>   | <b>23</b>   | <b>0</b>  | <b>63</b>   | <b>111</b>  | <b>154</b>  | <b>23</b>   | <b>0</b>  |
|           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>C=</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>100</b>  |
| <b>M=</b> | <b>0</b>  | <b>100</b>  | <b>60</b>   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>100</b>  | <b>40</b>   | <b>0</b>  | <b>100</b>  |
| <b>Y=</b> | <b>0</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>100</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>100</b>  |
| <b>K=</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>20</b>   | <b>100</b>  | <b>100</b>  |

Слика V-5. RGB и СМУК вредности исте боје

Видљиви спектар, како је већ изнето напред у раду, састоји се од теоријски неограниченог броја боја. Са друге стране, монитори рачунара могу приказати милионе боја, штампачи високог квалитета тај број свде на неколико хиљада а монитори старијих генерација способни су да прикажу свега 256 боја. Људско око може да разликује око 160 нијанси боја. Верна репродукција боја може да представља велики проблем у процесу припреме и посебно репродукције карте. Иако се рад на припреми карата на рачунару често описује као комфоран уз својство WYSIWYG (акроним од *What You See Is What You Get*) оно што картограф види на монитору рачунара готово увек није оно што ће бити одштампано. Иако су савремени монитори рачунара способни да прикажу и до шеснаест милиона боја, велики број боја из овог спектра су изван спектра који су штампачи или машине за штампање способне да одштампају. Стога је од кључног значаја унапред дефинисати на који начин ће корисник карте користити и



прегледати карту. Уколико је предвиђено да корисник карту прегледа на монитору рачунара тада је треба припремати у складу са RGB системом спецификације боје а уколико ће карта бити одштампана на папиру тада је треба припремати у складу са СМУК системом спецификације боје. Треба нагласити да карте припремљене у RGB систему садрже више информација о бојама од карата припремљених у СМУК систему и да се приликом конверзије из RGB у СМУК систем (што омогућавају и крајње поједностављују савремени софтвери) губи одређени део информација које у случају накнадног обрнутог процеса СМУК у RGB остају неповратно изгубљене. Такође, резултати претварања карте из једног у други систем понекад не дају задовољавајуће резултате.

Као закључак може да се изведе да је најбоље користити RGB систем спецификације боје за електронске карте и СМУК систем спецификације боје за традиционалне, штампане карте. Како су рефералне карте у просторним плановима дефинисане Законом о планирању и изградњи и предвиђене за штампање и излагање на јавном увиду, свакако да их је подесно припремати у СМУК систему. Иако није реално очекивати да аутори карата припремају карте у оба система, у једном за прегледање на мониторима рачунара, објављивање на Интернету и архивирање на хард дисковима или компакт дисковима а у другом за штампање на традиционална начин, неопходно је нагласити да је компромис учињен и то мора остати забележено у метаподацима карте.

## **5.6. Боја на рефералним картама у просторним плановима**

Боје на картама не треба користити произвољно. Оне треба да имају одговарајућу намену. Перцепција боје има физиолошки, психолошки и субјективни аспект и важно је проучити њен перцептивни аспект пре него што покушамо да одаберемо и применимо боју на карти (*Christophe, S., et al. 2011*). Боје на картама "помажу диференцијацији садржаја и прегледности, симболици приказивања и постизању контрастних и хармонијских ефеката." (*Peterca, M., et al., 1974*) О боји треба размишљати у свим фазама планирања рада на карти и никако је не треба на крају додавати произвољно. Као и код свих осталих елемената картографског дизајна и

картографског моделовања неопходно је приликом одабира и примене боја дати одговоре на питања ко ће бити корисник карте, каква је структура података приказаних на карти, када и како ће карта бити коришћена и наравно, која је намена карте. Примена боја у тематској картографији је од изузетног значаја, “јер омогућавају типизацију садржаја и високу визуелну изражајност у естетском погледу.” (Вемп, М., 1998).

Артур Робинсон, наводи три разлога зашто треба користити боју приликом креирања карата:

- Боја се понаша као појашњавајући и поједностављујући елемент на карти. Она подиже број визуелних нивоа и понаша се као унифицирајући чинилац.
- Употреба боје има снажан ефекат на субјективне реакције корисника карте.
- Има значајан ефекат на перцепцију карте (Robinson, A., 1967).

На поменути три разлога, аутор књиге Принципи картографског дизајна, Џудит Тајнер, наводи још две а то су:

- боја привлачи пажњу и
- боја “води” око (Turner, A. J., 2010).

Аутори рада Функционална боја у картографском моделовању, Јовановић и Живковић, повезују примену боје са њеном визуелном перцепцијом која је произашла из физичке суштине боје и додају низ функција које боја испуњава на карти:

- олакшава, поједностављује и побољшава разликовање објеката,
- помаже бржем уочавању испољавања просторне комбинације (спајања и повезивања), суподређености (координације) и узајамности појава,
- увећава информативност карте, обогаћује њен садржај,
- повећава естетске квалитете,

и на разлоге зашто треба користити боју приликом креирања карата додају да:

- боја омогућава да главни садржај на карти буде боље истакнут,
- повећава прегледност и

- смањује монотонију (*Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005*).

Боја је једна од важних визуелних варијабли картографских знакова. Различите вредности боје могу да се користе за симбологизацију нумеричких вредности. Знакови различитих облика могу се дати истом бојом како би се указало да су то објекти из исте фамилије. Боја се може употребити како би се направила разлика између знакова који имају исти облик као што су различито обојене линије за различите категорије путева или видове транспорта. Тачке у боји могу да се користе за приказивање две различите врсте пољопривредних рејона на карти. Као додатни разлог за коришћење боје на картама јесте и могућност унапређивања приметности појединих објеката, појава и процеса приказаних на карти. Бојом, посебно у комбинацији са геометријским знацима, при представљању објеката, појава и њихових преносних, структурних карактеристика и обележја приказују се општа и посебна, специфична својства и организација у циљу стицања реалног утиска представе о приказаним својствима објеката и појава. Примена боја, у комбинацији са картографским знацима као носиоцима информација – заснива се на очигледном изучавању суштине приказивања појава, њиховог распрострања, карактера, међусобној повезаности и међузависности са другим појавама. Боја обогаћује информативних својстава знакова, повећавајући комуникациону функцију и квалитет (*Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005*).

Слика V-6. приказује саобраћајну инфраструктуру на делу Рефералне карте Просторног плана подручја посебне намене специјалног резервата природе Увац у црно-белој техници и у боји. На приказаној слици јасно уочавамо лакшу идентификацију и дифренцијацију категорија путева на карти урађеној у боји.

Боја је такође један од најједноставнијих начина за успостављање визуелне хијерархије и креирање јасних односа између територија картирања и обавезне, најчешће црно-беле подлоге на рефералним картама.



Слика V-6. Саобраћајна инфраструктура на делу Рефералне карте Просторног плана подручја посебне намене специјалног резервата природе Увац у црно-белој техници и у боји (ПППН СРП Увац, 2010)

### 5.6.1. Асоцијативност и конотације боје

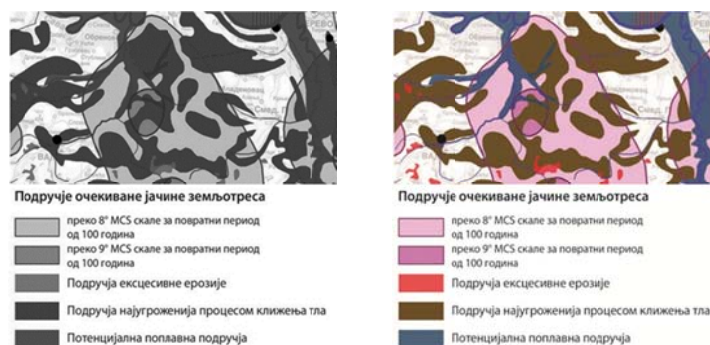
Асоцијативност и конотације боје је потребно разматрати са посебном пажњом. Боје могу да асоцирају на различите особине или атрибуте, али многе од ових асоцијација су индивидуалне и зависе од окружења и доминантних културолошких образаца средине у којој су примењене. У складу са културолошким контекстом, боје се аутоматски придружују објектима у складу са бојама које објекти имају у природи и перцепцијом коју људи имају о њима. Ове асоцијације се називају конвенционалним и разумљиве су свакоме у одређеном културолошком и временском контексту (Christophe, C., 2011). Температура је једна од неколико асоцијација за чији приступ у приказивању може се рећи да је универзалан. Боје се обично описују као топле или хладне па су тако црвена, наранџаста и жута топле боје а плава, љубичаста и зелена хладне боје. Ове асоцијације су толико јаке и опште прихваћене да карте које приказују температуре користе топле боје за високе температуре и хладне боје за ниске температуре.

Боје имају и конотације, као што је црвена за опасност а жута за пажњу и опрез. Ове конотације могу да буду примењене на картама али картограф мора да води рачуна о томе да оне нису универзалне и да прихватање њиховог значења често зависи од поменутих културолошких образаца средине у којој су примењене и у којој ће се карта користити.

## 5.7. Црна и бела и њихова примена на рефералним картама

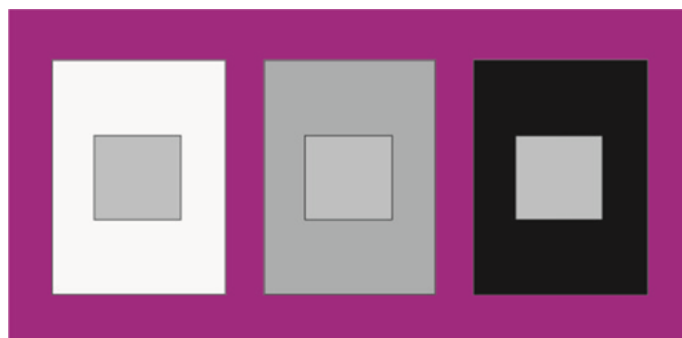
Као што је већ наглашено, карте у боји нису увек најбоље а понекад нису ни пожељно решење. Иако црна и бела нису боје спектра, њихов значај је изузетан у практичном раду. Иако је боја постала подразумевајућа за карте које се објављују на Интернету, као и за оне које се раде у малом тиражу на штампачима и плотерима, још увек је велики број ситуација када је потребно припремити карту у црно-белој техници. Као пример могу да се наведу карте које се припремају за одлуке о изради просторних планова које се штампају у црно-белој техници.

Приликом приказивања карата у црно-белој техници неопходно је креирати довољан број различитих нијанси сиве. На слици V-7 може се уочити да је нијансе сиве у легенди могуће разликовати међусобно али да их је тешко разликовати када су као површине раздвојене или спојене и приказане на карти.



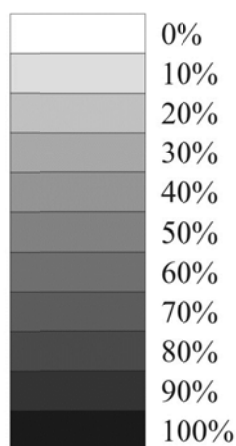
Слика V-7. Ризици од природних непогода и технолошких удеса на делу тематске карте Просторног плана Републике Србије у црно-белој техници и у боји (Просторни план Републике Србије 2010-2014-2020)

Иако је помоћу савремених софтвера лако развити велики број нијанси сивих, треба водити рачуна о броју нијанси које људско око може да разликује а да се задржи комфортно коришћење карте као и о такозваним оптичким варкама и односу боје (у овом случају сиве површине) и њеног окружења. Слика V-8 приказује три четвороугла, истих нијанси сиве постављена на светлију или тамнију подлогу. Јасно се уочава колико је тешко кориснику карте да препозна да се ради о истој нијанси сиве односно о истој појави на карти.



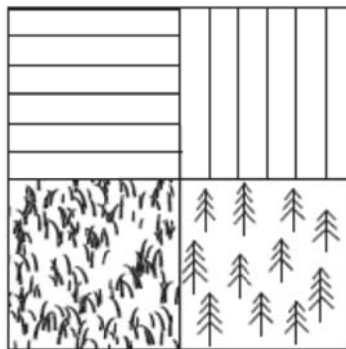
*Слика V-8. Нијансу сиве перципирамо другачије у зависности од подлоге на којој се налази. Унутрашњи четвороугао је у сва три случаја исте боје*

Сива скала на слици V-9. показује девет нијанси сиве, од потпуно беле до потпуно црне боје са кораком од 10% црне. Иако је на први поглед јасно расположиво свих једанаест корака, суседне нијансе није лако међусобно разликовати. Ово је један од разлога због којих се на картама на којима се приказују квантитативне појаве, а урађене су у црно-белој техници користи само пет или шест нијанси сиве. Нијансе сиве се на овим картама користе са циљем раздвајања и приказивања различитих квантитативних вредности. Истицање карактеристика карата у црно-белој техници је неопходно и као закључак може да се наведе да је коришћење нијанси сиве непримерено код карата којима је потребно приказати квалитативне карактеристике нарочито уколико их има у већем броју и уколико је њихова просторна дистрибуција сложена.



*Слика V-9. Сива скала (енг. gray scale) са кораком интензитета црне од 10%*

У таквим случајевима примереније је користити шрафуру која нуди велики број варијација мењањем дебљине линија или њихове оријентације или симболе (за траву, дрвеће и сл). као што је приказано на слици V-10.



Слика V-10. Симболи за црно-беле карте (Тупер, А. Ј., 2010)

Уколико картограф од самог почетка процеса креирања карте зна да ће карта бити штампана у црно-белој техници тада му је значајно олакшан приступ раду. Ипак, најчешће се дешава да је потребно креирати такву карту која ће бити штампана и у боји и у црно-белој техници, приказивана на мониторима рачунара и штампана у великом формату. Тада је потребно посветити велику пажњу бојама које се користе а које ће бити у одређеном тренутку одштампане као нијансе сиве.

### 5.8. Интеракција, естетика и хармонија боја

Појединачна боја на карти се не посматра изоловано од осталих. Стога картограф мора да разматра начин на који боје остварују међусобну интеракцију. Један од примера је такозвани симултани контраст<sup>13</sup> који се односи на илузију да боја изгледа другачије у зависности од њеног окружења односно боје која је окружује. Већ је приказано у дисертацији да сиви правоугаоник изгледа светлије или тамније у зависности од боје која га окружује (слика III-9). Стога боја може изгледати другачије на карти него у легенди. Сиве боје у неутралној скали на слици III-10. изгледају светлије када су поред тамније сиве и тамније када су до

<sup>13</sup> Симултани контраст је термин који се користи за описивање ефекта који се јавља када исту боју перципирамо различито у зависности од њеног окружења. Основна начела симултаног контраста поставио је француски хемичар Michel Eugène Chevreul (1786 –1889) у делу *The Principles of Harmony and Contrast of Colors* 1839 године.

светлије сиве. Овај проблем може се делимично решити затварањем површина линијама. Површине које су јако мале на карти захтевају светлије боје како би биле уочљивије. Примена боја у картографији заснива се на три законитости опажања боја које је утврдио Шеврел:

- закон комплементарних боја;
- закон истовременог контраста и
- закон резултанте боја (*Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005*).

„Комплементарност се састоји у томе да опажај једне боје изазива осећај и неке друге боје, њој комплементарне, тако да стављене једна поред друге стварају најбољу хармонију, као што чине: црвена – зелена; плава – наранџаста и жута – љубичаста. Те боје истовремено највише истичу једна другу што је дефинисано као закон контраста. Закон резултанте проистиче из прва два закона, и исказује се тиме што једна боја евоцира своју комплементарну као део саме себе. Наведени закон представља основ и за хармонију секундарних боја, јер се основне боје увек хармонизују, ма како биле постављене“ (*Вемп, М., 1998*).

Примена боја не заснива се на идентитету саме боје већ у успостављању њиховог складног међусобног односа и дејства у процесу опажања. На тај начин постиже се уравнотежена стилска структура обликовања карте која омогућава прегледност и читљивост (*Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005*).

Исписивање слова на позадини која је у боји такође ствара одређене проблеме и ограничења. Картограф мора да буде посебно опрезан када користи слова у боји на обојеној површини. Поједине комбинације могу да буду тешке за читање док неке превише напрежу око.

На визуелну перцепцију боја велики утицај испољавају физички, физиолошки и психолошки фактори. За правилно обезбеђивање добре читљивости и очигледности картографског приказивања неопходно је добро уочавање граница разликовања боја, постојање складног/сразмерног контраста (односа топлих и хладних боја), добро уочавање утицаја боје окружења на боју предмета унутар тог



окружења, добра читљивост картографских знакова у зависности од боје подлоге, стварања осећаја пластичности и др. (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005).

Примена боја на карти је од посебног значаја на рефералним картама у просторним плановима чији је примарни задатак да створи менталну слику о карактеристикама појава које желимо да пренесемо кориснику помоћу карте.

Важан аспект који је битно размотрити јесте целокупна хармонија карте. Питање естетике и хармоније боја (хармоније колорита и хармоније односа при сједињавању боја) решава се у зависности од тематике, карактера и намене карте. (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005) Карта са пријатним комбинацијама боја је атрактивнија и привлачнија за кориснике, лакша за читање, мање визуелно оптерећена итд. Како наводе Јовановић и Живковић у истом раду “при постизању хармоније битно је примењивати принцип контраста, односно сразмерно комбиновање топлих и хладних тонова да би се избегла zasiћеност и монотонија. Контраст се користи да би се одређене појаве јасније издиференцирале. Бојом се могу разграничити појаве, а контрастом појачати интензитет.” (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005) Потребно је на крају проверити да ли су сва слова видљива на подлогама на којима се налазе, да ли су мала али значајна подручја адекватно приказана и лако уочљива итд. Како наводи Урошев “засићеност бојама, склад боја, осећај односа топлих и хладних боја су важни фактори оптерећења проистекли из изражајних елемената који се користе у дизајнирању и конструкцији тематске карте” (Урошев, Н., 2008).

## **5.9. Примена метода боја на рефералним картама у просторним плановима**

За приказивање садржаја рефералних карата у просторним плановима користе се различити методи тематске картографије. Картирати неку појаву значи представити њен положај, просторни распоред, квантитативна и квалитативна обележја. Картирање се врши изабраним методом применом одговарајућих картографских изражајних средстава (Иконовић, В., Живковић, Д., 2008). С обзиром да карта представља сложен облик изражавања географске – реалне

стварности од значаја је правилан и сврсисходан избор картографских метода и графичких средстава картографског изражавања карактеристика садржаја који се представља (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005). Примена избора адекватних картографских метода и изражајних средстава мора бити „усклађена са захтевима који се односе на тачност и верност карте, те не смеју бити нарушени нормативи везани за физичко – географске законе о размештају објеката у простору... Такође, потребно је да се истакне природна повезаност географских елемената, али истовремено и њихова диференцијација са циљем идентификације“ (Петерџа, М., et al., 1974).

Метод у тематској картографији се примењују за представљање тематике садржаја на свим тематским и рефералним картама у просторним плановима. Методе у тематској картографији делимо у три групе: универзалне, квалитативне и квантитативне. У квалитативне методе спадају метод боја и метод ареала, у квантитативне метод изолинија и метод тачака, а у универзалне метод картограма, метод картодијаграма, метод линија кретања, метод вектора и метод знакова (сигнатура). Често се комбинују два метода. Добре су комбинације метода боја и метода тачака, метода боја и метода картодијаграма и метода боја и метода сигнатура (Иконовић, В., Живковић, Д., 2008).

Метод боја спада у квалитативне методе тематске картографије. Његова основна примена јесте у представљању квалитативних карактеристика појава које се распростиру на целој територији картирања односно које имају континуирано распрострањење по територији. Често се овај метод користи на различитим врстама административних, административно-политичких или политичких карата, геолошким картама, педолошким картама али и на тематским и рефералним картама у просторним плановима.

Метод боја се примењује на два начина:

1. мрежни и
2. интервални.

## 5.10. Боја као картографско изражајно средство на рефералним картама

Картографска изражајна средства су графички елементи помоћу којих се примењују одговарајуће методе тематског картирања на тематским картама. Често се на тематској карти примењује комбинација више картографских изражајних средстава. Картографска изражајна средства, као и картографске методе, делимо у три велике групе: универзална, квалитативна и квантитативна. Карта се графички обликује помоћу картографских изражајних средстава. На тај начин методе картографисања се изражавају графичким језиком, односно садржај карте се представља у графичкој форми.

Графичка средства треба да буду метрична али и очигледна ради лакшег уочавања распореда али и одређених особина картираних појава како квалитативних тако и квантитативних као и одређене закономерности у развоју картиране појаве. (Урошев, Н., 2008)

При састављању карте главни задатак је избор изражајних средстава за представљање свих елемената садржаја карте. Избор средстава картографског изражавања утиче на естетику и функционалност карте – складност, прегледност, читљивост, односно пружа могућност кориснику за лаку оријентацију, лако добијање утиска целокупног приказаног простора, јасно уочавање битног и споредног садржаја, као и сличности и разлика између представљених елемената садржаја карте.

Боја као изражајно средство у вишедимензионалном и сложенем композиционом смислу обликовања карте омогућава реализовање тематског, просторног, размерног, прегледног, естетског и интерпретацијског аспекта. Избор боје као изражајног средства омогућава остваривање општег усклађеног и логичног композиционог склада при представљању елемената садржаја карте, у циљу истицања и наглашавања важности специфичног стила изражајности. Бојом као очигледним изражајним средством могуће је представити динамику појава,

просторне промене у датом периоду или развитак појаве. (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005)

Боја као изражајно средство у сазнајном, очигледном и метричком, погледу пружа могућност уопштавања, издвајања, груписања и класификовања елемената који се картирају територијално и временски у квалитативном и квантитативном смислу. ... Боја као изражајно средство доприноси визуелној перцепцији картографског изражавања, омогућава естетску графичку уочљивост, уверљивост, економичност и изражајност представљања садржаја, динамичност у процесу картографског моделовања – картирања појава и процеса. Примена боја утиче на општи композициони склад карте, тј. омогућује да се одрази у општој композицији територијална специфичност, суштина и значај садржаја карте. (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005)

Како дефинишу Љешевић и Живковић, “боје и текстуре изражавају просторне разлике између површинских појава у квалитативном и квантитативном смислу. Обезбеђују добру прегледност и уочљивост разлика међу појавама.” (Љешевић, М., Живковић, Д., 2001) Боја као картографско изражајно средство има велику очигледност и са аспекта графичког оптерећења карте велику економичност јер омогућава јасно диференцирање осталог садржаја. Преко боја може се наносити сав остали садржај рефералних карата у просторним плановима чиме се површина карте релативно мало оптерећује. (Урошев, Н., 2008) У табели V-1. дат је преглед фактора који утичу на графичку оптерећеност тематске карте приликом примене боја као картографских изражајних средстава. Боја омогућава варијанте рационалног комбиновања, повезивања графичких изражајних средстава уз задржавање њихове индивидуалности. Комбинација са другим изражајним средствима мора бити заснована по принципу складности и имати логику изражавања компонената представљања (Јовановић, Ј., Живковић, Д., 2005).

Боја на картама испуњава следеће функције:

- омогућава диференцијацију садржаја и велику прегледност,
- омогућава симболику садржаја и

- омогућава изражавање контрастних и хармонијских ефеката.

*Табела V-1. Преглед фактора који утичу на графичку оптерећеност тематске карте приликом примене боја*

| <b>Картографско изражајно средство</b> | <b>Визуелни фактори оптерећења карте</b>                                      | <b>Функционални фактори оптерећења карте</b>   | <b>Физиолошки фактори оптерећења карте</b>                                   |
|--|---|--|--|
| <b>Боје и текстуре</b>                 | Разноликост,<br>Нијанса,<br>Интензитет боје,<br>Транспарентност-<br>Контраст. | Густина шрафуре,<br>Интервал<br>хипсометријске скале,<br>Контраст крајњих вредности<br>боја (најсветлије и најтамније) | Засићеност бојама,<br>Склад боја,<br>Осећај односа топлих и<br>хладних боја. |

*Извор: Урошев, Н., 2008*

Са напретком ГИС алата, који су учинили коришћење боја знатно лакшим, карте често имају и неколико десетина квалитативних категорија, различитих боја и нивоа осветљености. Овакве карте су нечитљиве, наводе корисника да групише црвене, жуте, зелене и сличне боје и перципира различите категорије. Уколико није присутна логичка повезаност између боја и нивоа осветљености резултат су најчешће погрешни закључци из којих даље произилази погрешна имплементација планских решења. Карте које садрже превелик број квалитативних категорија представљају велики изазов за картографе и неретко захтевају експериментисање како би се достигла јасна и читљива карта. Уколико је то могуће, број категорија треба да буде смањен, а уколико то није могуће треба применити различите нивое осветљености и засићености али уз коришћење одређеног логичког система.

Постоји ограничење у погледу броја нијанси које се могу перципирати од стране корисника карте. Већина картографа се ограничава на пет до седам корака-нијанси за карте на којима се приказују квантитативни подаци. Појединачна примена боје даје мањи број расположивих нијанси док примена две боје тај број знатно увећава. Стога, уколико је потребно више од седам нијанси, избор две боје које ће се нијансирати је добар избор. Неки подаци не исказују прогрес од ниског

ка високом већ се приказују као подаци са два краја или као подаци који одступају од средњих вредности. Пример су позитивне и негативне промене са нулом као средишњом тачком. За ове податке адекватан избор су шеме које се називају разилазеће шеме (енг. *diverging scheme*). Ове шеме користе две секвенцијалне шеме које се спајају у критичној или средишњој тачки.

## VI ЗНАК, МЕТОД ЗНАКОВА И ЗНАК КАО ИЗРАЖАЈНО СРЕДСТВО НА РЕФЕРАЛНИМ КАРТАМА У ПРОСТОРНИМ ПЛАНОВИМА

Термини знак и симбол често се у пракси користе као синоними при изради тематских и рефералних карата у просторним и урбанистичким плановима. Различите природне и друштвене науке јасно праве разлику између симбола и знака и дефинишу их као два различита појма са својим основним карактеристикама.

У картографији знакови и симболи су инструменти, средства комуникације а функција знака је да саопштава идеје путем порука док се комуникативност постиже интерактивношћу знакова (*Живковић, Д., Јовановић, Ј., 2011*). Појам симбол се најчешће користи при номиналном начину представљања објеката, појава и процеса у простору, док се појам знак користи при ординалном, интервалном и размерном начину њиховог представљања. Знак је најчешће геометријска фигура или тело (круг, правоугаоник, коцка и др.), док се термин симбол користи када је њиме доминантно представљена нека од квалитативних карактеристика. Знакови и симболи могу бити сразмерни димензијама карте (у размери) и ванразмерни и често унапред одређени (такозваним кључем знакова и симбола). “Картографски знакови представљају већи степен апстраховања од симбола. Симболи би требало да буду јасни, препознатљиви, недвосмислени и да подсећају на појаву коју представљају. Знакови као одређене геометријске форме придружени су појавама према усвојеном критеријуму, али ти критеријуми нису универзални већ се усвајају од аутора до аутора карте. На тематским и рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима најчешће се користе знакови. У комбинацији са симболичним представљањем дају слику о стању у простору.” (*Урошев, Н. et al. 2009*). “Улогу симбола (у процесу картографског моделовања) има картографски знак који представља одговарајући објекат или појаву. Адекватност између симбола и елемента који он представља постиже се приказивањем његових квалитативних (облик, боја) и/или квантитативних карактеристика (величина)” (*Иконовић, В. 2005б*). Разлику између знакова и симбола истичу и аутори рада *Компарација морфемске структуре речи и картографског знака*: “Знак представља основни елемент у процесу

комуникације, средство за пренос информација. Његова експресивна вредност одражава се кроз његову материјалност и структуру. Облик и садржај значења чине композицију (структуру) знака. Знак није проста репродукција појаве, већ њено сажимање, истицање појединачних карактеристичних особина. Симбол је посебна врста знака, заснован на сличности према природном изгледу.” (Живковић, Д., Јовановић, Ј. 2011).

Детаљно одређење појма картографски знак дају и други аутори: “Картографски знаци су графички елементи, условни знаци, тј. збир договорених графичких јединица које носе одређено значење и специфично обликују, компонују и стилизују садржину карте. Картографски знаци и симболи представљају средство одражавања и преноса просторно - временских информација, научних сазнања о законитостима размештаја објеката и појава, њиховог положаја (стања, разноврсности), просторне узрочно - последичне повезаности и међузависности и динамике” (Јовановић, Ј. 2007). “Картографски знаци, као просторно-визуелни графички елементи, представљају значајан део информационог система. Картографски знак и његов систем, као специфичан језик карте, подвргнут је општим правилима семиологије. Систем картографских знакова добија свој смисао тек при картографском приказу.” (Иконовић, В., et al. 2011). По Асланикашвилију специфичност картографског знака састоји се у томе што он испуњава не изразом значења, као знакови свих других знаковних система, него одразом простора тог предмета и садржаја кога одражава (Асланикашвили, А. Ф., 1974).

“Картографским знацима и адекватном картографском методом саставља се едуктивна садржина као конкретан, непосредан и визуелан садржај” (Сретенковић, Љ., 1977) и “...картографски знаци добијају свој прави смисао при картографском приказу. Знаци су само графички израз док не постану елементи садржаја карте, односно конотативни” (Сретенковић, Љ., 1989). “Конкретним картирањем, картографски знаци прелазе из имплицитне форме кључа у експлицитну форму карте. Ту елементи језичког значења картографских знакова, именовање и означавање, прелазе у когнитивне (сазнајне), експресивне (емотивне) и



прескриптивне (вољне) елементе менталног значења, као и денотацију и конотацију предметног значења, тј. у њихово тематско и просторно значење. На карти сви елементи значења картографских знакова остају у појединачном смислу, али конституишу и нова значења у међусобно узајамном односу или супозицијама” (*Велић, М., 1988*). “Картографски знаци по спољашњој форми јављају се као графички прикази – тачке, линије, геометријске фигуре, словни и други цртежи различите структуре, различитог размера, боје и тона. Када се спољашњој графичкој форми одреди значење, које изражава одређени предмет (предмет може бити материјализован објекат, појава, својство, однос – како реални тако и апстрактни – који одражава одређена својства...), такав графички приказ са добијеним значењем постаје знак. Картографским знаком постаје када поред значења знака, одражава његову просторност и садржајност” (*Асланикашвили, А. Ф., 1974*). Просторна и садржајна одређеност знака у функцији су његовог значења. Просторна одређеност – својом формом знаци указују на просторну и узајамну локацију појава представљених на карти у временски одређеном периоду. Садржајна одређеност знака одражава суштину и структуру појава које се представљају на карти, квалитативна и квантитативна обележја у временском систему евидентирања (*Асланикашвили, А. Ф., 1974*).

Картографски знаци, као просторно-визуелни графички елементи, представљају значајан део информационог система. Знакове и њихове системе истражује семиологија коју је као науку која проучава живот знакова дефинисао Сасура док однос између знакова и онога што они представљају (њихово значење) изучава посебна област семантике. Картографски знак и његов систем, као специфичан језик карте, такође су подвргнути општим правилима семиологије (*Иконовић, В., 2005б*). Проучавања Сасура, Пирса и Мориса представљају значајан допринос развоју семантике и сублимирани су у раду Језик картографског модела аутора Иконовић Весне.

Амерички филозоф Пирс отишао је даље у проучавању система знакова. Он анализира три основне компоненте знаковног система: знак као средство, његово референцијално значење и његова интерпретација. Проучавао је много

разноврсних знакова како би дао њихову што потпунију класификацију. Одредио је семантику као суштински логичку, у смислу систематичне примене за одређивање свих употреба знакова. Његова дефиниција симбола као конвенционалног знака интересантна је, имајући у виду да се у дугом периоду легенда карте односила на листу конвенционалних знакова. Он сматра да се језик састоји од симбола. По њему симбол на карти означава врсту објекта, а не тачно неки објекат. Иконички знаци засновани на сличности класификовани су као подиконе и подељене на слике, дијаграме и метафоре. Слике представљају појаве директно, дијаграми се односе на релације, док метафоре представљају једну ствар паралелно са неком другом. Пирс дефинише шест типова знакова: знакове, симптоме, симболе, иконе, индексе и имена.

Две главне групе су знакови и симболи. Знакови и симболи на картама не описују индивидуалне карактеристике сваког представљеног објекта, појаве или процеса већ опште појмове кроз припадање класама и категоријама (*Pirs, C.S., 1985* преузето из *Иконовић, В., 2005б*).

Према Морису знаковни систем има три главне компоненте: знак као средство, десигнатум-именовање (означавање) и интерпретант-интерпретацију. Знак као средство односи се на сам знак (одштампан знак на карти или приказан на монитору рачунара). Десигнатум је оно на шта се знак односи (шта представља). Интерпретант је средство разумевања. На пример плава линија на карти означава карактеристику категорије река, а термин река означава облик отицања воде (*Morris, C.W., 1971* преузето из *Иконовић, В., 2005б*).

Други аутори истичу значење и конотацију као две главне функције знака. Значење је оно шта знак представља, а конотација шта корисник подразумева под значењем.

Картографски знакови и симболи представљају "...средство одражавања и преноса просторно-временских информација, научних знања о законитостима размештаја објеката и појава, њиховог положаја (стања, разноврсности), просторне узрочно-последичне повезаности и међузависности и динамике" (*Јовановић, Ј. 2007*).

“Картографски знакови и симболи поред информације коју носе појединачно, такође припадају једном систему знакова и симбола на карти или плану који дају свеобухватну слику простора који се картира и који се тумачи кроз структуру садржине карте вишеслојно. У зависности од намене карте биће извршена генерализација садржаја и приликом креирања карте али и приликом њеног тумачења, а нарочито повезивањем групе знакова и симбола у једну смисаону целину.” (Урошев, Н., et al. 2009).

Приликом одређивања величине знакова, користи се семиоразмер као и основна правила семиоразмерног картографисања чиме је одређен квантитет док су квалитативна својства подвргнута избором врсте знака који ће се користити за представљање објеката, појава и процеса у простору. Како наводи Сретеновић: “Врста знака зависи од: врсте карте (општегеографска или тематска), методе која се користи приликом конструисања карте, - графичког оптерећења одређене врсте знака и врсте податка који представљају.” (Сретеновић, Љ., 1974). Појам симбол може се дефинисати као “појам који представља везу између знака и појаве коју тај знак представља. То је логички ентитет који поред асоцијативне функције има и одређену метафизичку конотацију.” (Урошев, Н., et al. 2009).

### **6.1. Картографски знаци на рефералним картама у просторним плановима**

Картографски методи који користе знакове и симболе за представљање појава и процеса у простору су методи: сигнатура, знакова, вектора, скалара, алфанумеричких знакова, простих геометријских знакова, структурних знакова и др. у комбинацији са бојом и шрафуром као и граничним линијама којима се раздвајају појаве различитих карактеристика. Ово су уједно графичка средства картографског изражавања на тематским картама. Графичка средства треба да испуне два основна својства: метричност и очигледност (Љешевић, М., Живковић, Д., 2001).

Познато је да картографија користи две врсте квантитативних података, једне за локационе податке дефинисане геометријом и друге за атрибутивне податке описујући квантитативне карактеристике сваке од локација. Топографска карта је резултат мерења и картирања и употребе локационих података. Тематска карта, као што је реферална карта у просторним плановима, представља просторни распоред атрибутивних података нанетих на подлогу која је геометријски фиксирана. Оба типа карата користе картографске знакове који могу бити квалитативни или квантитативни. Одабир и употреба картографских знакова за сваку од карата је стога кључна за обликовање карте. Уколико је циљ креирати топографску карту, превођење података добијених мерењем у форму карте је релативно једноставно услед могућности коришћења топографског кључа односно унапред дефинисаног система топографских знакова.

На рефералним картама у просторним плановима се доминантно користе знакови у комбинацији са општегеографским картама (као подлогама) и симболима приказаним на њима. Знакови на рефералним картама су основна компонента језика тематских карата и имају значајну улогу у изражавању тематског садржаја. Велики број могућих корисника рефералних карата уз изузетну варијабилност њихове спремности за коришћење истих као и разлике у условима коришћења али и различити степени обучености картографа воде ка мултипликацији, диверзификацији и усложњавању знакова и метода њиховог приказа при чему не постоје унапред дефинисана правила и стандарди као што је то случај са топографским знацима. Истовремено повећање доступности САД и ГИС софтвера није испраћено повећањем броја корисника способних да помоћу савремених алата креирају квалитетне карте применом адекватних знакова. Другим речима уочава се недостатак знања у области картографског моделовања који би у синергији са познавањем техничких могућности софтвера, модула за дизајн карата и познавањем база података креирао оптималне рефералне карте за потребе израде просторних планова.

Карте представљају облик графичке комуникације које попут осталих графичких форми преносе значења првенствено коришћењем знакова. Знакови су графички

језик карте. “Знакови су средства комуникације која преносе информације (делују посредно и непосредно). Захваљујући изграђеном систему знакова, могуће је не само пренети властита искуства и идеје непосредно присутним учесницима комуникације него и савладати просторне и временске дистанце” (Pot, H., 2004). Одабир и дизајн знакова представљају главни део креирања успешне карте. Описивање и представљање просторних концепата, односа и просторне дистрибуције објеката, појава и процеса као и планских решења представљених на рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима помоћу речи је изузетно незграпно, захтева превише текста и у суштини је неефикасно. Приликом имплементације планова, јављају се тешкоће у схватању просторних односа и просторне дистрибуције великог броја објеката, појава и процеса као и тешкоће у разумевању међузависности простора и објеката, појава и процеса које се у њему одвијају и планирају. Појаве и процеси који се представљају картографским знацима могу бити:

- статички (налазе се у стању мировања и равнотеже) и динамички (покретљиви и променљиви);
- конкретни (постојећи видљиви са тачно одређеним просторним положајем и измерљивим димензијама) и апстрактни (мисаони и изведени на основу опажања или одређених истраживања);
- дискретни (ограничени другим појавама или процесима) и континуирани (просторно и временски неограничени);
- хомогени (истоврсни у свим својим деловима – једнолични) и структурни (сложене унутрашње грађе) (Франгеи, С., 1993).

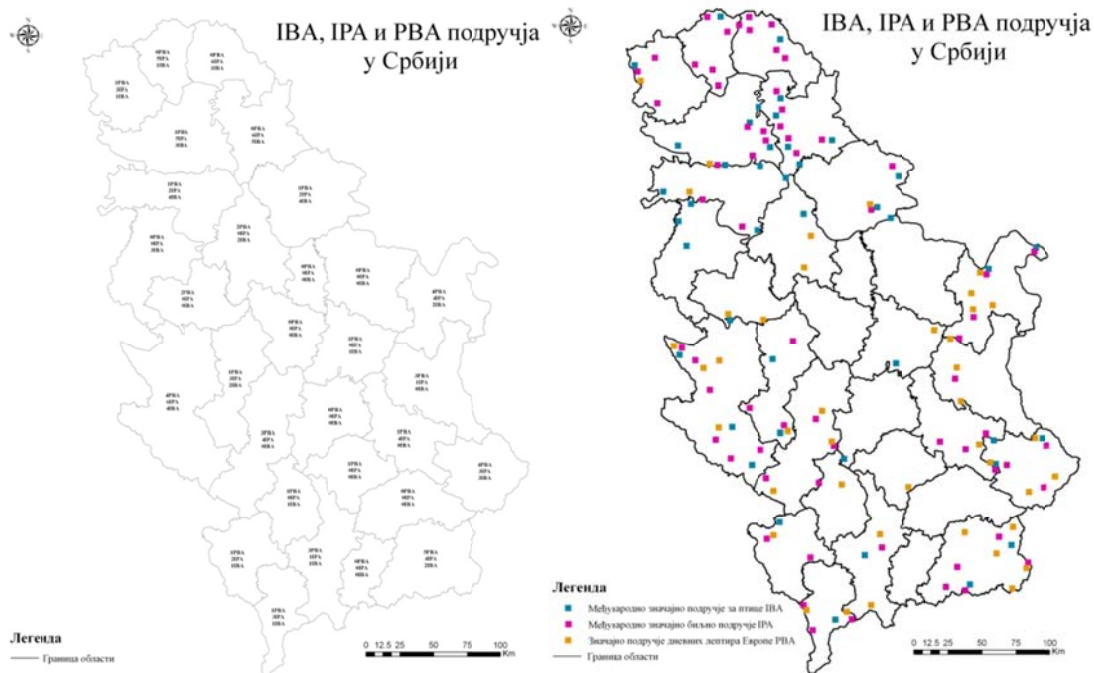
Информације које садрже карте могу се превести на друге језике што омогућава многоаспектност њиховог коришћења и укључивање у друге системе наука (Живковић, Д., Јовановић, Ј., 2007). Како наводе аутори рада Значај визуелизације у картографској комуникацији: “Карта има предност над природним језиком јер је за одређену врсту информација знатно једноставнија и свеобухватнија. Примена знакова даје карти универзалност, јер је схватљива у свом основном виду и независна од писаног језика. Због тога се корисник карте може упознати и са потпуно непознатим простором и извршити одређена истраживања.” (Иконовић,

*B., et al. 2011*). Предности коришћења карата над природним језиком било у виду текста или нумеричких показатеља услед могућности пружања свеобухватнијих информација истиче Живковић и додатно наглашава могућности дигиталне картографије: “Дигитална картографија омогућава бржу и ажурнију израду карата и графичких прилога, могућност укрштања података, анализе, пројекције и прогнозе кретања картираних података.” (*Живковић, Д., et al. 2006*). Најзначајнија разлика између природног језика и картографског језика је у чињеници да је сет основних знакова (речник) природног језика, узимајући у обзир незнатне промене, фиксиран и непроменљив за дуги временски период. Супротно томе, сет основних знакова картографског речника језика карте, презентован у облику легенде на карти, остаје фиксиран и непроменљив само за одређену карту или групе карата (*Nejtchev, P., 2001* преузето из *Иконовић, В., 2005б*). Робинсон пореди карту с језиком на следећи начин: “Управо као што говорни и писани језик омогућава људима да комуницирају без ограничења из свих перспектива, наглашавајући све елементе, карта нам омогућава да продужимо нормално растојање гледања, такорећи омогућава нам да видимо шире просторне односе који се налазе на великим територијама”. Иако је једна исцртана карта “много више него пуко смањење”, ипак је њена најосновнија функција “довођење ствари у поље вида” (*Robinson, A.H., et al., 1978*).

Иако се на тематским и рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима приказује велика количина статистичких података, често се сматра да је табеларни приказ статистичких података једнако ефикасан начин за њихово представљање као и карта. Јасно се види на примеру табеле VI-1. и слике VI-1. да табеларни начин приказа статистичких података који имају просторну дистрибуцију, за разлику од карте, не може да пренесе просторну компоненту статистичких података на једнако ефикасан начин. Чак иако су нумерички подаци приказани на карти у складу са простором на који се односе, корисник карте неће одмах стећи утисак о односима између њих на начин на који то омогућавају адекватно одабрани и примењени картографски методи и картографска изражајна средства.

Табела VI-1. Број РВА, IPA и IBA подручја по областима у Србији

| тип подручја | Област |             |              |            |               |             |            |                |             |            |          |                     |                     |           |           |          |       |          |            |            |            |         |          |       |                  |               |                 |          |            |
|--------------|--------|-------------|--------------|------------|---------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|----------|-------|----------|------------|------------|------------|---------|----------|-------|------------------|---------------|-----------------|----------|------------|
|              | Борска | Браничевска | Град Београд | Зајечарска | Западно-бачка | Златиборска | Јабланичка | Јужно-банатска | Јужно-бачка | Колубарска | Косовска | Косовско-митровачка | Косовско-поморавска | Мачванска | Моравичка | Нишавска | Пећка | Пиротска | Подунавска | Поморавска | Призренска | Пчињска | Расинска | Рашка | Северно-банатска | Северно-бачка | Средње-банатска | Топличка | Шумадијска |
| РВА          | 4      | 0           | 2            | 3          | 1             | 4           | 0          | 1              | 1           | 2          | 3        | 1                   | 0                   | 0         | 1         | 1        | 1     | 4        | 0          | 1          | 1          | 5       | 0        | 3     | 0                | 0             | 0               | 1        | 1          |
| IPA          | 4      | 0           | 0            | 1          | 3             | 6           | 0          | 2              | 5           | 0          | 1        | 0                   | 0                   | 0         | 3         | 4        | 2     | 3        | 0          | 0          | 3          | 4       | 0        | 4     | 6                | 5             | 6               | 2        | 0          |
| IBA          | 2      | 0           | 2            | 0          | 1             | 4           | 0          | 4              | 3           | 0          | 1        | 1                   | 0                   | 3         | 2         | 0        | 1     | 3        | 0          | 1          | 1          | 2       | 0        | 0     | 1                | 1             | 5               | 4        | 0          |



Слика VI-1. Нумерички приказ броја РВА, IPA и IBA подручја по областима у Србији (лево) и приказ просторне дистрибуције употребом знакова (десно)

Картографија није једина наука која користи знакове. Математика и музика користе знакове који су препознатљиви и читљиви у било ком делу света и на било ком језику. Поједини аутори сматрају да су карте, због своје знаковне природе, форма универзалног језика. Овакво схватање карте можемо сматрати

само делимично тачним јер не постоји стандардизован систем знакова за тематске и рефералне карте у просторним и урбанистички плановима.

Проблем недостатка стандардизованог система знакова који би се примењивао приликом израде тематских и рефералних карата у просторним и урбанистичким плановима је од посебног значаја за систем просторног и урбанистичког планирања у Србији. Исти проблем наглашава и Урошев “Недостатак универзалног кључа знакова (и симбола) за представљање просторних и описних елемената битних за неко истраживање (на пример Просторни Планови, ППППН, планови општина, регионални планови и др.) знатно отежава рад и кореспонденцију међузависних просторних података.” (Урошев, Н., et al. 2009). Кључ картографских знакова подразумева логички (логичку вредност самог система картографских знакова) и естетски код који се посматра кроз импресивни (чулно-оптички), експресивни (психички) и уметнички аспект (асоцијативно-симболичко-конструктивни) (Иконовић, В, 2004). Овакви системи знакова у пракси просторног планирања у Србији су били предлагани и усвајани у форми правилника од стране надлежних институција али никада нису доследно примењивани у пракси. Уз претпоставку да су разлози неуспеха примене предложених стандардизованих система знакова недостатак њихове научне утемељености али и практичног тестирања неопходно је у скорој будућности изградити овакве системе знакова а ова дисертација има за циљ давање научног доприноса овој проблематици. О потреби усклађивања знакова примењених на рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима, стварања предуслова за њихову упоредивост, али и креирања јаснијих и за тумачење лакших знакова и креирања јединственог кључа знакова дискутује Урошев и даје предлог шеме (табела VI-2.) која би чинила “основу за израду статистичке јединице која ће се примењивати на свим симболима приликом израде статистике за ове симболе.” и пример примене табеле са предлогом шифарника и начина “на који се може остварити статистички приказ различитих знакова и симбола карактеристичних за тематске карте које се користе за израду просторних планова различитих нивоа.” (табела VI-3. и табела VI-4.) (Урошев, Н., et al. 2009).



*Табела VI-2. Шема представљања знакова као основа за израду њиховог статистичког прегледа у односу на врсте тематских карата из просторних планова*


| 1. Кôд одређене карактеристичне класе сродних знакова              |   |   |
|--|---|---|
| Да ли је знак основни или изведен                                  | 2. Број знака; (изведени знакови добијају још један број на основни број) | <b>ИД кôд:</b> К+1+ТилиЛилиП+2<br>Т- за тачку<br>Л- за линију<br>П- за површину |
| <b>Врста знака (тачка, линија, површина)</b>                       | <b>Опис знака</b>   | Оријентација знака  |
| Облик линије (пуна, испрекидана, црта-тачка-црта ...)              | Боја линије: СМУК   | Ширина линије (mm)  |
| Положај атрибута (текста) који иде уз знак уколико га има          | Боја текста: СМУК   | Фонт текста   |
| Положај референтне тачке текста као посебног знака                 | Боја текста: СМУК   | Фонт текста   |
| Положај референтне тачке знака                                     | Боја знака : СМУК   |   |
| Исцртани знак  | <b>Значење знака</b>  | Извор знака (нпр: Интернац. Хидрогр. Организација)                              |
| Врста податка (топографски, хидрографски, урбани, социјални и др.) | Назив карте на којој се користи   | Ранг и врста плана или карте на коме се користи знак                            |

*Извор: Урошев Н., Иконовић В., Живковић Д. 2009*

Истовремено Иконовић даје основна правила пројектовања система картографских знакова:

- унификација елемената који обезбеђују типолошку различитост тематике картирања,
- утврђивање хијерархијских разлика у оквиру појединих група елемената (род, врста),
- једноставнија конструкција знакова у циљу лакше идентификације,
- тачно геометријско позиционирање знакова на карти,
- избор оптималног броја картографских знакова,
- представљање типолошких односа и структура знакова и њихових система (Иконовић, В., 2004).

Табела VI-3. Пример шеме представљања знакова

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
|   | AA010                            |  |
| Основни симбол  | 001                              | КААС010Т001  |
| Тачка   | Црни срп и чекић                 | нормална   |
| -   | -                                | -  |
| -   | -                                | -  |
| -   | -                                | -  |
| Центар симбола  | C:0% M:0% Y:0%<br>K:100%         |  |
|  | Рудник                           | Картографско-топографски кључ  |
| Топографски<br>Тематски<br>симбол   | Карта енергетских<br>потенцијала | ППППН,<br>Регионални план,<br>Просторни план републике<br>(општине)<br>Топографске карте |

Извор: Урошев Н., Иконовић В., Живковић Д. 2009

Табела VI- 4. Тумачење ИД кода КААС010Т001

|   |
|---|
| <b>КААС010Т001</b>  |
| <b>К</b> – Карта, тематска, општегеографска, ( <b>П</b> – план: урбанистички, детаљни, регулациони, просторни, катастарски).  |
| <b>А</b> – симбол за категорију атласа (врста атласа тематских карата, тј. врста планова. Градација је од вишег ка нижем нивоу планова), на пример, атлас света или континента, државни атлас тематских карата, регионални атлас карата, атлас карата ППППН, атлас тематских карата који се односи на општину, хидролошки тематски атлас, геолошки тематски атлас итд. Уколико је карта независна од атласа користи се симбол Х.  |
| <b>А</b> – симбол за категорију карте у атласу, на пример, карта континента, тематска карта која се односи на групацију карата из области становања, привреде, физичко-географских карактеристика итд. (редни број - слово азбуке за одређену карту у том атласу). Уколико је карта независна од атласа такође се врши симболизација како би се одредило место специфичне карте у систему карата за одређену тематику. Засебне карте се представљају после групе атласа за одређени ниво планирања. |
| <b>С</b> за симбол и <b>З</b> за знак.  |
| <b>010</b> – редни број групе сродних знакова (на пример, група знакова енергетских потенцијала).   |
| <b>Т</b> – тип знака (тачка - Т, линија – Л, површина – П).   |
| <b>001</b> – редни број знака (придруживање редног броја се врши према значењу у односу на тематику, а унутар знакова истог нивоа значења према азбучном редоследу).  |
| Знак које се добија извођењем из неког другог знака има исти број (код) коме се на крају придружује још један број.   |

Извор: Урошев Н., Иконовић В., Живковић Д. 2009

Један од циљева стандардизације картографских знакова примењених на рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима у Србији јесте могућност брзог и ефикасног тумачења карата као и компарације различитих карата од стране свих корисника без обзира на просторни обухват плана, наручиоца посла и обрађивача плана.

Постоје стандардизовани сетови знакова за одређене серије карата. Саобраћајне карте, које садрже међународно стандардизоване знакове захтевају само један ниво перцепције. Знаци као што су стоп, забрањен приступ и слични су разумљиви свима истог тренутка када их угледају (слика VI-2). Њихово значење је универзално и недвосмислено и није потребно креирати легенду за овакве знакове. Може се закључити да је оваква реакција на познате и универзално примењиве знакове процес проналажења симбола у нашем знању и процес подударања дефиниција њиховог значења са већ постојећим знањима која ми имамо а не интерпретација знакова. Овакав начин примене знакова је одговарајући за карте ризика и карте које описују начин реаговања у хитним ситуацијама. Да би интерпретирао карту, корисник треба само да идентификује знакове и истовремено ће имати инструкције како да се понаша и које радње треба да предузме. Карте које описују начин реаговања у кризним ситуацијама на којима се налазе информације о распореду акција и локација су од изузетне важности за понашање људи (Korpi, J., Ahonen-Rainio, P., 2010). Поузданост и лакоћа интерпретације оваквих карата умногоме утичу на подизање свести о ризику и стварају висок ниво одговорности код корисника (Endsley, M., et al., 2003) што је од посебног значаја када корисници потичу из различитих културних средина. Едсал разноликости које проистичу из културолошких разлика корисника карте наглашава као кључне за савремени картографски дизајн (Edsall, R., 2007).



Слика VI-2. Пример универзалних знакова стоп и забрањен приступ који не захтевају интерпретацију и могу се тренутно разумети

Да би интерпретирао рефералну карту у просторним и урбанистичким плановима, корисник не треба само да идентификује знакове на карти и у легенди већ је неопходно да препозна просторне односе између објеката, појава и процеса који су представљени одређеним знаковима. Потенцијали карте за коришћење одређени су способностима корисника карте и њиховим знањем о тематици картиране садржине уз услов да корисник карте и картограф говоре истим графичким језиком (да користе исте врсте знакова и симбола, односно картографске знаке) тако да могу на одговарајући начин да комуницирају. На тај начин успоставља се картографски комуникациони процес (*Иконовић, В., 2005б*). Коришћење и интерпретација рефералних карата стога захтева перцепцију карте и идентификацију знакова, препознавање просторних односа и интерпретацију просторних односа. “Ови аспекти јесу основна перспектива симболошко-знаковних система на картама. Њихови међусобни односи (дефинисани положајем на карти али и међузависном квалитативно-квантитативном односу појединих особина које треба представити) као и садржај који обухватају, дају структуру сликовно-знаковног модела простора и појава и процеса који се одвијају у њему.... Знакови и њима симболично представљене појаве као и симболима директно представљене појаве заједно дају вишеслојну слику стања у простору. Овако дефинисано стање на карти јесте показатељ односа човека према сложеном систему просторних јединица и њихове везе са апстрахованим активностима на том простору.” (*Урошев, Н., et al. 2009*).

Објекти које корисник карте сагледава могу да буду обрађивани један након другог. Овакав редослед анализе онога што корисник карте види условљен је механизмом визуалне пажње (*Christophe, С., 2011*). Пажња кориснику карте може да буде привучена визуелним механизмима који омогућавају селекцију и одабир појединих информација од мноштва доступних на карти и односе се на просторни положај знакова на карти и визуелне карактеристике знака. Како наводе Трејсман и Гелејд у картографији се користе два механизма:

- аутоматска детекција, “искакање” (енг. *pop-out*) и визуелно истицање. Оно што корисник карте прво уочи и интерпретира је оно што је потребно да

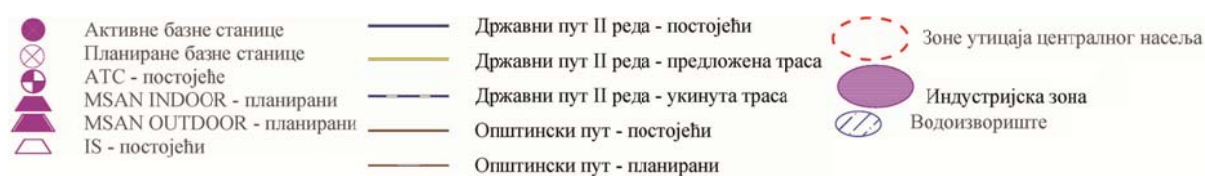
прво види и запамти. Уколико се за овај визуални механизам користи боја, истакнута боја може да буде израженог контраста у односу на остале.

- контролисана детекција, зависна од више когнитивних функција као на пример способност категоризације: корисник карте покушава да групише знакове на карти уз помоћ њихових визуалних карактеристика на основу критеријума сличности. Детекција зависи од когнитивних способности корисника карте и знања којима они располажу. Читање карте се обавља у три корака (1) знакови у легенди су ментално обрађени кроз њихове визуалне карактеристике (боја и локација на пример) (2) знакови на карти се упоређују са знаковима на легенди (3) знакови се појединачно категоришу од стране корисника карте (*Treisman, A., Gelade, G., 1980*).

Због више нивоа перцепције који су потребни приликом коришћења рефералних карата, картограф мора да одабере знакове који се довољно међусобно разликују и лако идентификују у легенди али истовремено одабрани систем знакова мора на најефикаснији начин да осликава односе између објеката, појава и процеса представљених на карти. Добро одабрани знакови за резултат дају карту која је лако разумљива и читљива јер преноси и саопштава своју поруку јасно и недвосмислено. Сиromашан избор знакова ствара карту која збуњује корисника и може га навести да је погрешно интерпретира а планска решења дата на карти имплементира супротно од планских пропозиција дефинисаних у текстуалном делу плана. Тумачење карте се заснива на тумачењу структуре садржине карте и то преко тзв. транслације геопросторних података која се огледа у: “шематизацији и детаљизацији садржаја (система симбола и знакова), квантификацији – квалификацији, континуализацији – дискретизацији, разлагању – сједињавању, релативизацији – апсолутизацији и кориговању – нивелирању. Информације које садрже карте се могу превести на друге језике што омогућава многоаспектност њиховог коришћења и укључивање у друге системе наука” (*Живковић, Д., Јовановић, Ј., 2007*).

## 6.2. Облик, континуитет и локација геопросторних појава

Све што има просторну компоненту може да буде картирано, било да је опипљиво, видљива појава на Земљи, концепт или мишљење. Уколико се појава разликује у зависности од локације, тада представља географску реалност и може бити приказана у форми карте. Постоје три просторна атрибута географских појава: облик, континуитет и локација. Географски или просторни објекти, појаве и процеси могу бити представљени тачкасто, линијски, површински и запремински па се самим тим и класе знакова деле на тачкасте, линијске, површинске<sup>1</sup> и запреминске како је дато у слици VI-3 (Brenner, A. 1993; Tyner, A. J., 2010, Живковић, Д., Сирићански Јанић, М., 1993; Вемић, М. 2009).



Слика VI-3. Представљање постојећих и планираних објеката, појава и процеса тачком, линијом и површином (пример ППО Неготин 2011)

Тачкасти објекти, појаве и процеси јављају се као изоловане тачке у простору и могу да буду постојећи или планирани. Трансформаторске станице, гасне мерно-регулационе станице или главне мерно-регулационе станице, објекти у функцији водоснабдевања или за потребе телекомуникација итд. само су неки од примера тачкастих објеката<sup>2</sup>. Град, општински центар или насеље такође могу да се посматрају као тачке када су приказани на карти ситне размере иако су у природи површине. Тачкасти знакови којима су представљени тачкасти објекти, појаве и процеси не морају се на карти јавити дословно као тачке. Они могу да буду појединачни знакови (тачка, круг, троугао, квадрат итд.) и морају да садрже информације о свом положају у простору (координате), о односу према другим знаковима, о референтној тачки итд.

<sup>1</sup> Три основне класе знакова према Урошев Н., et al. (2009).

<sup>2</sup> Често се у енглеској литератури среће термин фичер (енг. *Feature*)

Линијски објекти, појаве и процеси су они који имају изглед линије у природи и могу да се посматрају само кроз једну димензију – дужину. Некада су картирани објекти реални и имају стварну димензију у реалном свету као на пример реке, путеви, далеководи, гасоводи, продуктоводи итд. Неке линијске појаве, као на пример политичке границе или административне границе не могу се уочити на површини Земље. Остале спадају у групу планираних или изведених на основу информација у времену као што је на пример интензитет саобраћаја исказан кроз број возила на аутопуту а представљен линијама одређених дебљина односно ширина. Аналогно карактеристикама линијских објеката појава и процеса врши се и одабир линијских знакова на картама.

Површински објекти, појаве и процеси имају дужину и ширину и заузимају одређени простор. Као и тачкасте и линијске појаве, оне могу да буду реалне, мерљиве и опипљиве или концептуалне.

Запреминске појаве, као и површинске појаве, распростиру се преко одређених површина, али се ствара утисак да имају и трећу димензију. Ова димензија је вредност или квантитет и може бити надморска висина, количина падавина у милиметрима, или ваздушни притисак у милибарима итд. Остали примери могу бити густина насељености и проценат земљишта намењен усевима. Док је висина директно видљива као тродимензионална појава, остали примери представљају концептуалне тродимензионалне површине често назване статистичке површине. У току прикупљања података, прикупљене су и информације о њиховим правоуглим или географским координатама и уколико су подаци квантитативни прикупљена је и такозвана  $Z$  димензија.  $Z$  вредност представља квантитет и представља висину статистичке површине. “Запремински знакови се ретко примењују јер оптерећују карту својом дводимензионалном пројекционом фигуром коју сачињавају делови у перспективи.” (Урошев, Н., et al. 2009).

Геометрија географског простора је одређена координатама, било географским, латитудом и лонгитудом или правоуглим  $X$  и  $Y$ , за конвенционално картирање или на други начин за картограме и друге врсте карата. Просторно значење картографских знакова одређено је територијом картирања и изражено је

геометријском тачношћу просторног размештаја (дистрибуције) инфраструктурних објеката и мрежа, појава и процеса. Што је картирање егзактније то је одређеније просторно значење предмета картирања. Лоцирање је картографски праг иза кога настаје карта (*Иконовић, В., 2004*).

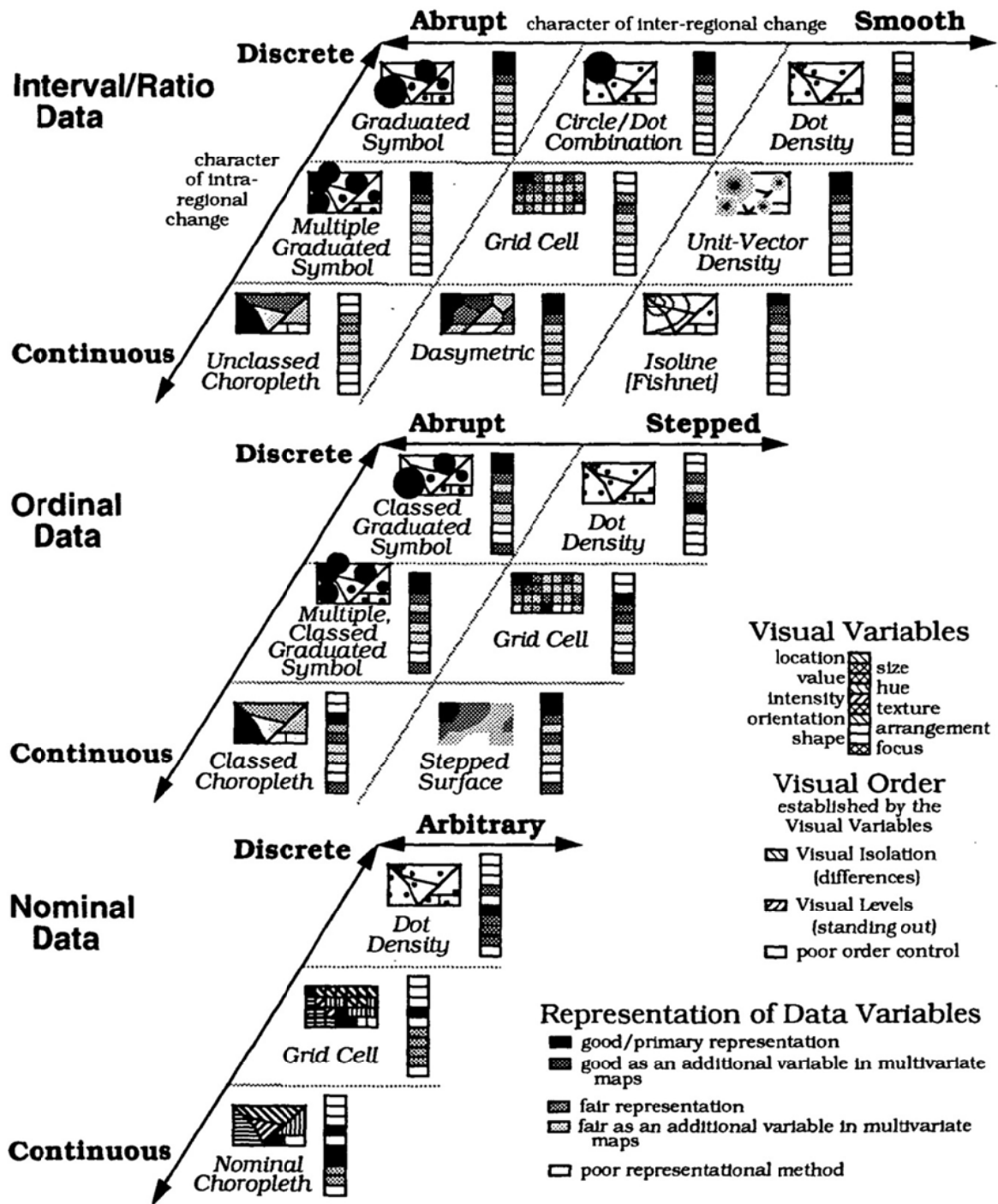
### 6.3. Нивои класификације географских података

Подаци прикупљени за географске појаве могу једноставно да прикажу локацију и особине појаве, односно, где је и шта је појава. Могу да рангирају појаву или да прикажу њене актуелне вредности. Постоје четири<sup>3</sup> нивоа мерења, вредновања и представљања података, од којих сваки обезбеђује извештајан ниво информација али истовремено значајно утиче на процес картографског моделовања објеката појава и процеса (*Brenner, A., 1993; Иконовић, В., 2004*). То су номинални, ординални, интервални и размерни (рацио). Номинална класификација се назива и квалитативна и представља најнижи ниво информација. То је базна скала, представља разлике унутар једне групе знакова, поређењем њихових својстава и не омогућава успостављање континуираног поретка, јер знакови у групи немају све атрибуте који би били садржани у критеријуму поређења. Ординална, интервална и размерна класификација приказују квантитативне карактеристике и представљају виши ниво информација. (Слика VI-4). Који ће се начин (ниво) представљања појава и процеса користити приликом картографисања зависи од намене карте и врсте података који се обрађују (њихових квалитативних и квантитативних карактеристика) (*Bertin, J., 1983*). Након извршене категоризације врши се одабир одговарајућих визуалних варијабли, односно одабир оних варијабли које омогућавају картографски приказ претходно класификованих података.

---

<sup>3</sup> Поједини аутори наводе три нивоа групишући интервални и размерни у једну групу. Видети детаљније у Урошев Н., et al. (2009). Истовремено Бренер истиче да су са аспекта визуализације разлике између интервалне и размерне класификације често неприметне па се ове две класификације могу груписати.





Слика VI-4. Моделовање површинских података и њихов картографски приказ

(Brenner, A., 1993)

Приликом примене номиналне класификације, примењени знакови најчешће асоцирају на појаву коју приказују и могу бити знакови у размери или условни знаци. Приликом примене знакова у размери, облик и величина знака на карти зависе од облика и величине знака у природи. Примена условних знакова омогућава представљање објеката малих димензија и приказивање описа тих објеката. Код примене ове врсте класификације, објекти су постављени у узајамно ексклузивне категорије и лоцирани на карти. Категорије су квалитативне, јер не постоји вредност или ранг њима додељен, и ни један објекат не може бити постављен у више од једне категорије. Номинална класификација се односи и на приказивање назива.

|                                      | тачка   | линија  | површина   |
|--------------------------------------|---|---|--|
| н<br>о<br>м<br>и<br>н<br>а<br>л<br>н | • град  |  река      |  мочвара  |
|                                      |  рудник      |  пут       |  пустиња  |
|                                      | † црква   |  водовод  |  шума     |
|                                      | BM  ознака |  граница |  региони |

Слика VI-5. Примери различитих тачкастих, линијских и површинских карактеристика путем номиналне скале вредновања

(Robinson, A. H., et al. 1995 преузето из Урошев, Н., Иконовић, В., Живковић, Д., 2009)

Ординална класификација ређа, односно сврстава, податке у рангиране категорије, али не даје тачне вредности унутар категорија. Везује се за квантитативне карактеристике објеката, појава и процеса и скала се најчешће формира истицањем једног или више својстава картографских знакова не показујући величину разлика већ само њихов раст или опадање.. Знакови коришћени у складу са овим типом класификације могу се конструисати у складу са принципима семиоразмерног картографисања те се на тај начин омогућава њихова мерљивост али и сразмерност квантитативним карактеристикама појаве. Понекад је дата серија нумеричких података, док се у другим случајевима користи описно рангирање као што су мали, средњи, велики и сл. Град може бити класификован као град од 500000 до 1000000 становника али без индикације његове категорије односно којој категорији припада.

|                                      | тачка | линија       | површина                |
|--------------------------------------|-------|--------------|-------------------------|
| o<br>r<br>d<br>i<br>n<br>a<br>l<br>n |       | (путеви)<br> | (индустријске зоне)<br> |
|                                      |       |              |                         |

Слика VI-6. Примери различитих тачкастих, линијских и површинских карактеристика путем ординалне скале вредновања  
(Robinson, A. H., et al. 1995 преузето из Урошев, Н., Иконовић, В., Живковић, Д., 2009)

Интервална и размерна класификација су сличне, јер су дате тачне вредности као и функција или ранг. Код интервалне класификације приказана су утврђена растојања између чланова помоћу исте мерне јединице а размерна има једнаке интервале и почиње од апсолутне нуле. Унифициране јединице мерења се користе у обе класификације као што су степени, метри, еури итд. Оне се разликују у томе што интервална класификација и мерење имају произвољну почетну тачку уместо апсолутне нуле.

|   | тачка | линија | површина |
|---|-------|--------|----------|
| и<br>р<br>а<br>з<br>м<br>е<br>р<br>н<br>а<br>л<br>с<br>к<br>о |       |        |          |
|   |       |        |          |

Слика VI-7. Примери различитих тачкастих, линијских и површинских карактеристика путем интервалско-размерне скале вредновања  
(Robinson, A. H., et al. 1995 преузето из Урошев, Н., Иконовић, В., Живковић, Д., 2009)

#### 6.4. Визуалне варијабле картографских знакова

Знакови на рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима приказују позицију односно локацију, природу и вредност појаве. Сви знакови имају своју локацију на карти, која одговара позицији објекта. Како су карте дводимензионалне, само три врсте знакова могу да се користе за симбологизацију података. Та три знака су тачка, линија и површина (или полигон<sup>4</sup>) као основни облици и основне врсте знакова. Иако постоји сличност између објеката и појава у природи, није нужно да се тачка и тачкасти симболи користе искључиво уз тачкасте објекте, појаве и процесе.

Поред ова три основна типа знакова постоје додатне визуалне варијабле које омогућавају диференцијацију знакова према њиховим карактеристикама и вредностима које представљају. Ове варијабле су дате од стране Жака Бертина<sup>5</sup> 1983. године и од тада су предмет дискусије у многим радовима и елаборација многих аутора (*McCleary, G. F., 1983; Brenner, A., 1993*). Варијабле заправо представљају технике које картограф користи приликом креирања знака. Свака од варијабли може да се користи ради визуелног издвајања у односу на окружење и истицање визуелних нивоа односно остваривање веће уочљивости и, према Бертину, визуалне варијабле имају извесни ниво метричности који је уско повезан са њима и стога омогућавају представљање карактеристика података. У картографији се у стварању значења картографских знакова појављују све визуелне варијабле, али су само облик, боја и величина суштински елементи. Ове три варијабле су примарне у конституисању просторног (предметног), тематског (менталног) и размерног (материјалног) значења. Сваки знак има примарну или основну особину, која је изражена обликом или бојом и неколико секундарних (допунских) особина које прецизирају област њиховог значења (*Живковић, Д., Јовановић, Ј., 2011*).

---

<sup>4</sup> Термин полигон се често користи у стручној литератури која третира ГИС тематику.

<sup>5</sup> Jacques Bertin (1918-2010), француски картограф и теоретичар, познат по својој књизи *Sémiologie Graphique* и доприносу визуализацији информација. Уз постављање теоретске основе информативне визуализације Бертин дефинише шест основних графичких варијабли на основу анализе носиоца информације графичке представе. Те варијабле су величина знака, оријентација, боја, текстура, нијанса као и позиција у дводимензионалном простору

Бертин је сваку од варијабли коју је дефинисао окарактерисао специфичним перцептивним својствима: капацитетом варијабле да пренесе односе који постоје између податка и његових карактеристика, као што је на пример број нивоа диференцијације који употребом одређене варијабле може да се прикаже. Иако није посебно развијена за потребе картографије, семиотика дефинисана од стране Бертина главни је део картографске теорије. Његов рад омогућава картографима да користе визуалне варијабле али не дефинише општи и универзални метод за њихово коришћење и комбиновање више варијабли у целину (*Christophe, C., 2011*).

Према Вемићу визуелне компоненте опажених предмета и појава стварности су облик, боја (светлост) и кретање било као динамика било као равнотежа. Оне се графички приказују помоћу визуелних категорија и визуелних варијабли знакова. Визуелне категорије сваког графичког система приказивања су тачка, линија, површина и волумен (запремина) док су визуелне варијабле: форма, оријентација, боја, величина, нијанса и текстура (*Вемић, М., 2009б; Bertin, J., 1967*).

Осим облика и величине, знакови се карактеришу и другим визуелним варијаблама као на пример бојом или шрафуром, што такође зависи од карактеристика картираних објеката, појава и процеса. Критеријуми за одабир визуелних варијабли које ће бити коришћене могу своје упориште наћи у различитим наукама које се баве обликом и формом знакова (уметност, психологија и др.) али и наукама које се баве проучавањем просторног распореда и просторних односа објеката појава и процеса са аспекта просторног планирања (инфраструктура, туризам, пољопривреда, демографски процеси и др.)

Примена различитих визуелних варијабли није увек адекватна за све типове података. Тако је примена форме или облика адекватна за приказ квалитативних карактеристика картираних објеката, појава и процеса а осветљеност за приказ квантитативних карактеристика картираних објеката, појава и процеса. Остале варијабле као што су локација, храпавост (*crispness*) транспарентност, резолуција

и перспективна висина (*perspective height*) су слабије прихваћене од стране картографа.

“Процес конструисања значења и конструкције знакова и карата састоји се у непосредној визуелној транскрипцији стварности на елементарном нивоу. Импресије визуелног опажања и експресије визуелног замишљања, као спољна и унутрашња чулна сила, омогућавају да се основне компоненте као што су облик, боја и кретање преведу у аналогне визуелне варијабле картографских знакова (величину, оријентацију, текстуру, боју, осветљеност и облик). Наведене визуелне компоненте и изражајне визуелне варијабле имају својства да на сличан начин сугеришу елементарне релације значења картографских знакова. На тај начин се бојом, у највећој мери, сугерише тематско, обликом просторно, величином размерно, динамичком равнотежом прегледно, а топологијом интерпретацијско значење.” (Вемих, М., 1997). Исти аутор наводи даље да “Уношење картографског садржаја подразумева пренос визуелних компоненти из света опажања и замишљања у сферу материјалне знаковне текстуализације карата или виртуелних геоприказа, и то: (1) визуелна компонента облика изражава се формом и оријентацијом, (2) боја (светлост) са бојом и нијансом (интензитетом) и (3) кретање са величином и текстуром картографских знакова. Основни принципи наведене визуелне транскрипције јесте: једна компонента једнака је једној варијабли знака. У сваком случају, довољне су три визуелне варијабле да се преко њих конструишу све релације значења неког картографског знака.” (Вемих, М. 2009б).

Табела VI-5. Визуалне варијабле и начини примене према Бертину

|                           | КЛАСИФИКАЦИЈА |           |           |
|---------------------------|---------------|-----------|-----------|
|                           | Нумеричка     | Ординална | Номинална |
| <b>ВИЗУАЛНА ВАРИЈАБЛА</b> |               |           |           |
| Локација                  | X             | X         | X         |
| Величина                  | X             | X         |           |
| Боја (интензитет)         |               | X         |           |
| Текстура                  |               | X         |           |
| Боја (нијанса)            |               |           | X         |
| Оријентација              |               | X         |           |
| Облик                     |               |           | X         |

Извор: Sluter, S. R. Jr., 2001

|                           | облик | величина | боја | нијанса | текстура | оријентација |
|---------------------------|-------|----------|------|---------|----------|--------------|
| <b>тачкасти знакови</b>   |       |          |      |         |          |              |
| <b>линијски знакови</b>   |       |          |      |         |          |              |
| <b>површински знакови</b> |       |          |      |         |          |              |

Слика VI-8. Визуалне варијабле знакова (Тупер, А. Ј., 2010)

Форма или облик је примарна варијабла за разликовање знакова. Разлике у облику се не користе да би се приказале разлике у квантитету, већ да би се идентификовала врста објекта – на пример, кругови за градове, звезде за главне градове и сл. Другим речима, облик прави разлику између номинално класификованих појава (слика VI-9.). Ова варијабла се доминантно користи приликом номиналне класификације јер облици немају очигледан редослед.

|                           | сликовни                 | асоцијативни            | апстрактни       |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| <b>тачкасти знакови</b>   | школа<br>рудник          | планински врх<br>зграда | град<br>аеродром |
| <b>линијски знакови</b>   | аутопут<br>пруга<br>река | недефинисана граница    | пруга<br>стаса   |
| <b>површински знакови</b> | шума<br>ливада           | шума<br>кречњак         | шума<br>усеви    |

Слика VI-9. Облик као визуална варијабла (Тупер, А. Ј., 2010)




Поделу на сликовне, асоцијативне и апстрактне знакове увео је Робинсон 1984. године и мада је категоризација заснована на физичким карактеристикама и појави знака односно облику као визуелној варијабли, не посвећује се образлагању на који начин је значење повезано са знаком (*Robinson, A. H., et al. 1984*). Робинсон и Петченик, као и МекЕјкерн заступају став да није увек могуће знак сврстати у неку од категорија које је дефинисао Робинсон и предлажу континуум иконичности као релевантнији приступ (*Robinson, A. H., and Petchenik, B. B., 1976; MacEachren, A. M., 1995*), јер сваки од знакова може да има карактеристике више од једне категорије (*Korpi, J., Ahonen-Rainio, P., 2010*).

Иако је сликовно-асоцијативно-апстрактни опис користан за визуализацију знакова, постоји значајно преклапање између ових категорија, па их је стога боље посматрати са аспекта континуума него као међусобно искључиве категорије. Сливовни или миметички знакови саопштавају самом својом појавом оно шта представљају (контура одређене животињске врсте представља њено станиште) док значење апстрактних знакова мора да буде дефинисано легендом. Поједини софтвери садрже у својим библиотекама знакова велики број сликовних, апстрактних и мање апстрактних знакова и дају могућност креирања нових знакова (слика VI-10.). Одабир адекватног нивоа апстракције мора да буде предмет разматрања приликом креирања карте како карта не би постала превише апстрактна док са друге стране доминантна употреба сликовних знакова води ка губитку озбиљности карте и стварању утиска да је карта намењена дечијем узрасту. При конструисању сложених знакова могуће су комбинације геометријских и сликовних, односно симболичних знакова и њихово сједињавање у један знак, као и примена инверзије. Инверзан знак примењује се код сликовних, односно симболичних знакова. Применом боје, текстуре и тона (интензитета) могуће је представити разноврсне карактеристике картираних појава и процеса (*Ратајски, Л., 1983*).

Интерпретирајући Крампенову и Модлијеву категоризацију (*Krampen, M., 1965; Modley, P., 1966*), Форест и Кастнер категоризују знакове према начину на који је



значење повезано са њима. Категорије које ова два аутора уводе су сликовна, концептуална и произвољна. (*Forrest, D., Castner, H.W., 1985*).

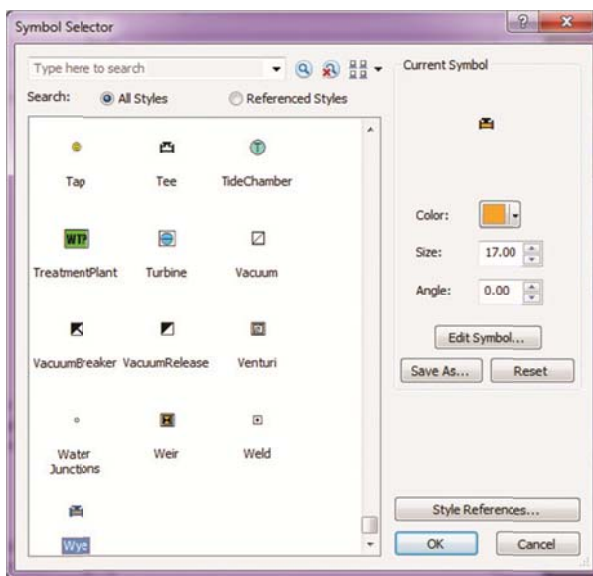
|   |   |   |
|---|---|---|
| Сликовна категорија – односи се на реалне објекте са којима су у вези             | Концептуална категорија – односи се на реалне објекте који асоцирају на одређене активности | Произвољна категорија – нема графичке везе са објектом или идејом                   |
|  |            |  |
| Транспортни објекат   | Грађевински објекат   | Медицински објекат  |

*Слика VI-10. Категоризација знакова према Форесту и Кастнеру (Korpi J., Ahonen-Rainio P. 2010)*

Значења су повезана са категоријама на следећи начин: (1) сликовна категорија садржи знакове који указују директно на објекат – аутобус указује на транспорт, (2) концептуална категорија садржи знакове који имају концептуалну везу са активношћу коју представљају – ашов представља алат који се користи приликом грађевинских радова, (3) произвољна категорија садржи знакове који су повезани са значењем на основу конвенција – Асклепије, грчки бог медицине указује на медицинске објекте. Ипак ни у овој категоризацији поделе нису стриктне. Уколико применимо знак за аутобус он може истовремено да буде и у категорији концептуалних знакова када га користимо за означавање свих видова транспорта односно за означавање свих активности везаних за транспорт. Насупрот претходном примеру, ашов у будућности може да буде ирелевантан за послове грађења и реконструкције и стога да пређе у категорију произвољних знакова (*Forrest, D., Castner, H.W., 1985*).

Линијски знакови најчешће немају облик другачији од контурне линије појаве коју представљају. Ипак, облик линијског знака може да варира и линија може да буде пуна, испрекидана, тачкаста итд. Линијски знакови могу се такође класификовати као сликовни, асоцијативни и апстрактни.

Облик површинског знака (полигона) најчешће одговара површини коју представља. Ипак, знак може да буде састављен од низа различитих мањих ознака које саме имају облик и формирају одређену шрафу. У таквим случајевима, знак који је примењен може да буде дрво, тачка или линија, и они могу имати сликовите, асоцијативне или апстрактне елементе.



Слика IV-11. Пример библиотеке знакова у софтверу ArcGIS 10.1

**Величина** као визуелна варијабла се користи за приказивање опсега података који су представљени у ординалној, интервалној или размерној класификацији. Како велики знакови увек асоцирају на више или веће ову варијаблу треба доминантно користити у том контексту.

Свака од три димензије **боје** – тон, осветљеност и засићеност могу да се користе као визуелна варијабла. Са порастом могућности за продукцију карата у боји са високим квалитетом штампе као и приказивања карата у боји на мониторима и пројекторима способним да прикажу више десетина милиона боја, значај боје као визуалне варијабле расте. Иако је Бертин разматрао само тон и осветљеност, засићеност је адекватна за примену приликом ординалних класификације јер се помоћу ње лако приказују разлике од мање до више. Тон као визуална варијабла може се користити за ординалну или интервално-размерну класификацију али је најбоље користити га за номиналну класификацију. Осветљеност, као и величина,

приказује опсег од већег ка мањем и стога је одговарајућа за картирање ординалних и интервално-размерних класификација. Боја је врло јака карактеристика на основу које могу да праве разлике и врло је ефикасна када су у питању знакови сличних облика или када морамо да користимо исте или сличне величине знакова.

Разлике у вредности боје или осветљености односе се на промене нијанси од светлих ка тамним у оквиру исте боје, као што је светло сива до црне на црно-белим картама или наранџаста до црвене на картама у боји. Постоје ограничења у броју корака које можемо применити на карти јер људско око разликује само шест до осам корака односно нијанси исте боје<sup>6</sup>.

Процес одабира боје Кристоф описује као повезивање сета одабраних боја са сетом картираних објекта на карти. Овај процес захтева да се одабере сет боја из спектра расположивих боја<sup>7</sup>. Аутор ту разликује три аспекта:

- боје треба да буду прилагођене потребама корисника
- боје треба да буду у складу са тематиком садржине, одабрана боја је прилагођена семантици тематике, олакшава њену читљивост и разумевање од стране других корисника
- комбинација примењених боја одговара (1) односима између тематика (семантички однос) и (2) односима између картираних објеката што имплицира да одабране боје примењене заједно на карти а у складу је обликом и величином картираних објеката, доприноси разумевању поруке коју карта треба да пренесе (*Christophe, C., 2011*).

Знакови немају само боју или нијансу већ имају и унутрашњи образац – **шрафуру** (енг. *pattern*) и **текстуру**. Образац је просторна организација мањих елемената у оквиру симбола. Текстура је сачињена од скупа мањих елемената као што су тачке које стварају утисак храпавости или насупротив томе утисак глатке површине. Образац је мање видљив у симболима фине текстуре а више уочљив у симболима грубе текстуре. Текстура и образац могу бити примењени само на знаковима који

---

<sup>6</sup> Видети део дисертације о бојама

<sup>7</sup> Ibid.

покривају одређену површину иако нису ограничени стриктно на површинске знакове. Они се могу применити и на кругове и сличне знакове. Текстура представља условно речено “грубост” површинских објеката, појава и процеса и како груба текстура ствара визуални утисак да је ближа од fine текстуре, ова варијабла је погодна за успостављање визуалне хијерархије. Углавном се користи код номиналних класификација мада се може користити и код интервалних и размерних класификација.

**Оријентација** се односи на смер знака или на обрасце коришћене у знаку. Оријентација знака може да приказује смер појаве која је представљена знаком, као што је на пример смер пута или може бити коришћена у комбинацији са шрафуром за приказивање и истицање разлика у врсти, типу итд. Уколико оријентација знакова није од значаја за просторну дистрибуцију појаве тада знак треба да буде оријентисан или поравнат са неком од заједничких референтних линија као што је на пример оквир карте.

Различита оријентација шрафура унутар знака може да буде искоришћена за приказивање разлика у врсти, иако такав начин приказивања разлика није најбољи избор и не би требао да се користи за карте које приказују квантитативне карактеристике.

Поједини аутори разматрају **локацију** као визуалну варијаблу (*Bertin, J., 1983; DiBiase, D., et al. 1991; Brenner, A., 1993*). Ова варијабла је нераскидиво повезана са интервалном и размерном класификацијом али се може користити и за остале врсте класификација. На статичким картама коришћење локације као визуалне варијабле ограничено је на указивање на просторну локацију објеката, појаве или процеса док је на динамичким картама примена локације од већег значаја јер се могу приказати промене у просторном распореду објеката, појава и процеса. Овакав приступ је адекватан приликом цртања путева, гасовода, далеководова, оптичких каблова или река, односно када су у питању знакови који су постављени на тачне географске координате или када су површине обојене у складу са дефинисаним наменама површина. Ипак, знакови нису увек постављени тамо где се појављују објекти, појаве и процеси. Понекад је ово у вези са природом знака а

понекад у вези са картираним појавама. Линије које приказују интензитет саобраћаја на одређеним путним правцима могу да поједноставе стварну трасу пута. Круг који представља укупан број становника најчешће смештамо у центар картиране територије а не тамо где се већина становника заиста налази. Границе, посебно границе површина, не морају увек бити јасно дефинисане и може постојати прелаз из једне површине у другу. Овакве нејасне и недефинисане границе могу да буду предмет нејасног тумачења плана и предмет спорова и потребно је нагласити да оне представљају постепен прелаз. На другој страни, избегавање оваквих граница и цртање граница искључиво коришћењем пуне линије наводи корисника карте на тумачење граница као прецизно дефинисаних линија, са прецизно дефинисаним географски положајем иако оне то нису. У оваквим случајевима можемо да применимо варијаблу **јасноћа** (енг. *crispness* према *Tyner, A. J., 2010* или енг. *focus* према *DiBiase, D., et al. 1991*). Линија која је замагљених ивица или мање јасна (енг. *crisp*) можемо да користимо за ограничавање површина које немају јасно дефинисане границе. Варијаблу **транспарентност** или **провидност** можемо да користимо за приказивање површина које се преклапају (Слика VI-12.).



Слика VI-12. Јасноћа и провидност као визуелне варијабле (Tyner, A. J., 2010).

## 6.5. Одабир и дизајн знакова

Одабир и дизајн знакова за представљање садржаја рефералних карата у просторним и урбанистичким плановима је изузетно сложен процес. Није могуће дефинисати једноставан приручник или развити алгоритам за овај процес иако постоје стална настојања да се овај процес стандардизује како за карте у целини тако и за поједине елементе карте. Процес одабира и дизајна знакова није могуће водити независно од осталих картографских елемената. Не постоји једноставан ни универзалан однос између димензија објеката, појава и процеса у простору и величине знакова на карти. Иако постоје четири категорије просторних појава (тачкасте, линијске, површинске и запреминске), само три типа знакова могу да се користе за представљање тих појава на карти која је дводимензионална. Сваки објекат, појава или процес могу бити представљени на велики број начина и уз помоћ неограниченог броја знакова.

Према Кристофу семиотички троугао у картографском контексту чине карта (*signifier*), порука (*signified*) и реални објекти (*referent*). Приликом креирања карте картограф се посебно фокусира на процес одабира знакова што је од изузетног значаја у формулисању поруке коју карта треба да пренесе. Посебна пажња се посвећује и одабиру боја што као процес преставаља посебан проблем. Процес одабира знакова је део процеса креирања карте током кога је потребно анализирати потребе корисника карте и одабрати адекватне податке који ће бити приказани, поставити информације у географски контекст уз коришћење релација и асоцијација и креирати разлике и хијерархију међу њима. На топографским картама, различити типови географских података – путеви, административне границе, зграде, комуникационе мреже, вегетација итд. су стога груписане по темама: представљени су графичким знаковима који се међусобно разликују по типу геометрије (тачка, линија и површина), облику, величини и боји. Графички знаци су према дефинисаним категоријама и кључу примењени на све картографске објекте на карти (*Christophe, C., 2011*). Често је одабир знакова а посебно боја примењених као визуалне варијабле кључни проблем који је потребно решити.

Задатак картографа је да на адекватан начин реши проблем одабира знакова, дизајна знакова и целокупну усклађеност знакова на карти. Одабир знака подразумева одређивање најбољег типа знака за представљање одређеног објекта, појаве или процеса. Дизајн знака укључује разматрања о карактеристикама објекта, појаве или процеса, визуалне варијабле знака и квалитет и ниво мерљивости података који се картирају како би се креирао оптималан знак за одговарајућу намену. Током овог процеса потребно је стално наглашавати да не постоји један оптималан знак за сваки објекат појаву и процес те да је у зависности од осталих елемената карте, намене карте, других знакова на карти итд. могуће редефинисање знакова у појединим фазама израде плана односно креирања рефералних карата.

Конструисање значења и конструкција картографских знакова и карата остварује се на три нивоа: појединачном, посебном и општем. На појединачном, или репрезентационом нивоу конструкције картографских знакова и карата региструје се значење, на посебном позиционом конструкционом нивоу саопштава се значење, а на општем композиционом нивоу обрађује се њихово значење (*Вемпф, М., 1997*).

Основна правила пројектовања једног система картографских знакова су:

- унификација елемената који обезбеђују типолошку различитост тематике картирања,
- утврђивање хијерархијских разлика у оквиру појединих група елемената (род, врста),
- једноставнија конструкција знакова у циљу лакше идентификације,
- тачно геометријско позиционирање знакова на карти,
- избор оптималног броја картографских знакова,
- представљање типолошких односа и структура знакова и њихових система (*Иконовић, В., 2005*).

## 6.6. Препоруке и смернице за примену знакова на рефералним картама

Иако је циљ рада да анализира и преиспита предности, недостатке и могуће начине примене појединачних унифицираних типова знакова на рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима, могу се дати неке опште смернице за одабир знакова које ће свакако бити предмет будуће научне дискусије али и од користи у практичној примени.

Од изузетне важности за одабир знакова јесу њихова јасност и адекватност. Знакови морају бити јасни и прегледни и неопходна је лака идентификација знакова примењених на карти са информацијама датим у легенди. Знакови морају изгледати идентично на карти и у легенди. Знакови морају бити у складу са наменом карте и са корисницима карте као и са условима у којима ће се карта користити.

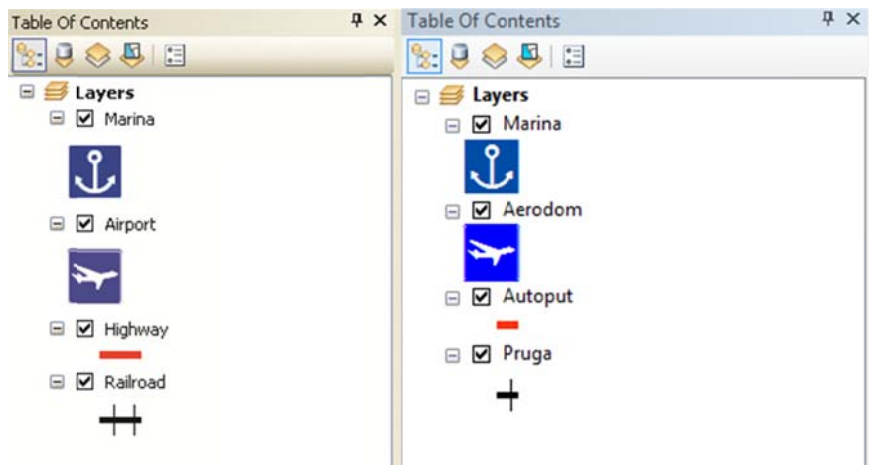
Примена поменутих основних смерница може на први поглед да укаже на то да је изузетно велики број знакова доступан у сваком тренутку и да је сваки од тих знакова једнако одговарајући за примену на некој од рефералних карата у просторним плановима. Након пажљивог разматрања свих фактора само неколицину знакова ће бити могуће применити. ГИС софтвери нуде изузетно велики избор знакова у својим библиотекама знакова, као и могућност креирања неограниченог броја нових знакова, али изузетно мали број развијених алгоритама који могу препознати значење записа у геопросторној бази података и применити неки од знакова аутоматизовано. При томе одређене визуелне варијабле знака се дефинишу аутоматски и не морају да буду одговарајуће за примену на карти, па их је потребно подешавати. Још један од недостатака оваквог, унапред дефинисаног алгорита од стране произвођача софтвера јесте инсистирање на језику произвођача па тако уколико желимо да на пример у софтверу ArcGIS ver.10 применимо аутоматизовано исцртавање знакова морамо знати тачну енглеску дефиницију знака и *shapefile*<sup>8</sup> назвати у складу са том

---

<sup>8</sup> Према *ESRI Shapefile Technical Description* (1998). An ESRI White Paper, July 1998. USA: Environmental Systems Research Institute, Inc. Shapefile је ГИС сет података који се користи за



дефиницијом. Тако аеродроми морају бити Airport, луке и пристаништа Marina, аутопутеви Highway а пруге Railroad.



Слика VI-13. Пример аутоматизованог исцртавања знакова на основу унапред дефинисаног алгоритма у софтверу ArcGIS ver.10 (лево) и прерађено на српски језик накнадно (десно)

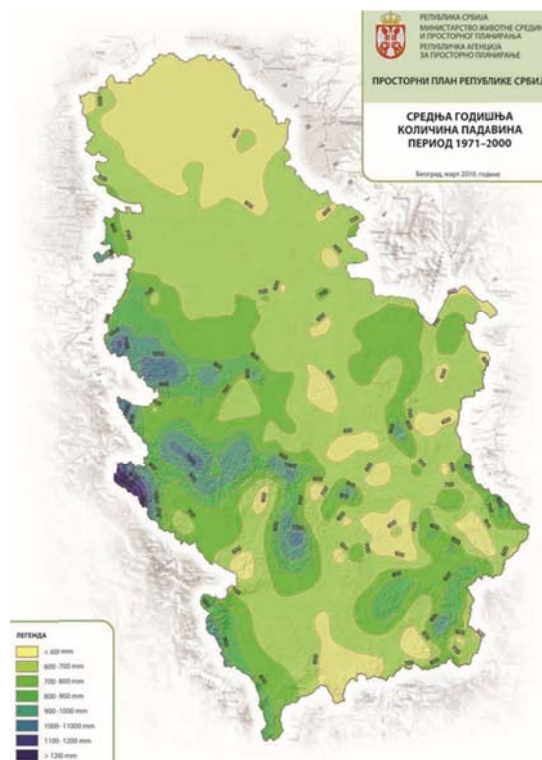
Иако се уз помоћ савремених ГИС софтвера може креирати изузетно велики број знакова, одлука о знаку који ће бити примењен на рефералним картама у просторним и урбанистичким плановима увек је на картографу.

Картирани објекти, појаве и процеси са просторним одредницама могу бити тачно просторни одређени и представљени као тачка, линија, површина или запремина. Тачкасти знакови нису ограничени на представљање искључиво тачкастих објеката, појава и процеса. Често је потребно, па и једино могуће, представити тачкастим знаком одређене површине. Запремински објекти, појаве и процеси могу да буду представљени линијским или површинским знаковима. Подаци за континуиране појаве се често прикупљају у појединачним, унапред дефинисаним тачкама у простору, као што су на пример метеоролошке станице које прикупљају податке о температурама, падавинама, ваздушном притиску итд. У оваквим случајевима, иако се подаци прикупљају на тачкастим локацијама и имају форму тачкастих извора података, стварна дистрибуција представља запремину а приказ

---

представљање сета географских података. Shapefile мође бити тачка, линија или полигон. Сваки објекат унутар shapefile представљен је локациом објекта и атрибутима објекта.

дистрибуције врши се помоћу линијских знакова - изолинијама. Слика VI-14. представља запремину, количину падавина, иако су подаци прикупљени као тачке и приказани као изолиније и површине



Слика VI-14. Средња годишња количина падавина период 1971-2000 (Просторни план републике Србије 2010-2014-2020)

Намена карте и тематика садржаја карте треба да буду разматрани у свим фазама процеса картографског моделовања али су у поступку креирања, одабира и примене знакова на карти од посебног значаја. Стога је потребно стално имати одговоре на питања које су намене карте коју треба креирати и да ли на адекватан начин реферална карта у просторном плану обезбеђује квалитативне и квантитативне информације за различите делове картиране територије и да ли на адекватан начин приказује и објашњава карактеристике картираних објеката појава и процеса и њихове међузависности као и међузависност са простором у коме се налазе. Тачна, специфична намена рефералне карте у просторним и урбанистичким плановима је јасно дефинисана Законом о Планирању и изградњи<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Закон је објављен у "Службеном гласнику РС", бр. 72/2009, 81/2009 и 24/2011

и Правилником о садржини, начину и поступку израде планских докумената<sup>10</sup>. Наведени акти дефинишу шта ће бити приказано на којој рефералној карти, шта је тематика садржаја, како ће карта бити коришћена, али не и који и какви знакови ће бити примењени. Овакав флексибилан приступ изради рефералних карата у просторним плановима води ка читавом низу проблема који се тичу квалитета картографских приказа у просторним плановима, њихове упоредивости, јасности и прегледности, читљивости итд.

Природа података је такође од великог значаја у процесу одабира и дизајна знакова за представљање садржаја рефералних карата у просторним и урбанистичким плановима. Од значаја су ниво мерљивости података, да ли су они секвенцијални или биполарни (да ли се разилазе од централне вредности), да ли је податке које желимо да прикажемо могуће агреgirати и приказати их на вишим просторним нивоима без негативних утицаја на квалитет података и информацију коју треба да пренесу, да ли су подаци прикупљени у форми рангова или као интервална скала, да ли су подаци прикупљани на начин да корисник карте може процењује вредности на основу знакова итд. Квалитет прикупљених података на основу којих се креира карта директно утиче на квалитет карте.

Велики број потенцијалних корисника рефералних карата у просторним плановима одликују веома изражене разлике у приступу коришћењу рефералних карата. Интерпретација карте је вештина која се учи и захтева одређена предзнања. У зависности од читавог низа фактора (претходни ниво образовања, врста образовања, познавање простора за који је план урађен, претходно професионално ангажовање на сличним пословима итд.) корисници ће перципирати поруку коју карта треба да пренесе брже или спорије са већом или мањом прецизношћу. Специфичност рефералних карата у просторним плановима јесте управо широк спектар потенцијалних корисника карте и потреба да се одабрани и примењени знакови уклопе са могућностима различитих корисника да их перципирају. Неке од основних група корисника свакако су просторни планери и други чланови тима током процеса израде плана, грађани који користе карте приликом јавног увида, надлежни за стручну контролу плана, администрација

---

<sup>10</sup> "Службени гласник РС", бр. 31/10, 69/10 и 16/11

која усваја и спроводи план, потенцијални заинтересовани субјекти који желе да предузимају активности у простору, просторни планери и урбанисти који даље плански разрађују простор кроз систем просторних и урбанистичких планова итд. Стога је познавање процедуре израде, усвајања и имплементације плана приликом креирања рефералних карата а посебно у процесу одабира, дизајна и примене знакова од изузетне важности како би се карта и знакови примењени на њој прилагодили корисницима карте.

Када се говори о знаковима уочавамо да су одређене конвенције успостављене и да их је готово обавезно применити. Посебно су снажне конвенције када је у питању коришћење плаве боје за реке, језера, водене површине и објекте повезане са водоснабдевањем иако су неки од објеката у природи потпуно других боја. Важно је нагласити да су ово конвенције а не стриктна правила која је неопходно следити али је непоштовањем широко прихваћених конвенција и избегавањем њихове примене лако збунити корисника карте. Стога се препоручује да се претходно усвојене конвенције поштују, осим уколико не постоји довољно јак разлог да се у току креирања карте поступи супротно.

Уколико се користи више од једног типа знакова на карти како би се приказале разлике између категорија, односи између појава или направила разлика између подлоге карте и тематске садржине, важно је да знакови који су одабрани и примењени на карти буду међусобно компатибилни. Знакови морају бити тако одабрани да их је могуће лако и једноставно међусобно разликовати, не смеју утицати на разумевање порука које носи карта као целина и не смеју се преклапати у мери у којој неки од њих постаје нечитљив. Знакови такође морају бити компатибилни са сваком од боја или нијанси примењених на карти или ће бити нечитљиви.

Како би се осигурало да значење знакова буде јасно и недвосмислено потребно је креирати одговарајућу легенду. Сваки од знакова коришћен на некој од рефералних карата у просторном плану мора да буде објашњен у легенди. Иако поједини аутори (*Tyner, A. J., 2010*) наводе да на тематским картама знакове који су толико очигледни да није могуће да буду погрешно протумачени не треба

наводити у легенди, у пракси просторног планирања у Србији, на рефералним картама не треба правити изузетке и потребно је сваки од знакова описати у легенди и то на начин да знак на карти и знак у легенди буду идентични како би се избегла могућност погрешног тумачења знака и погрешне интерпретације карте и планских решења.

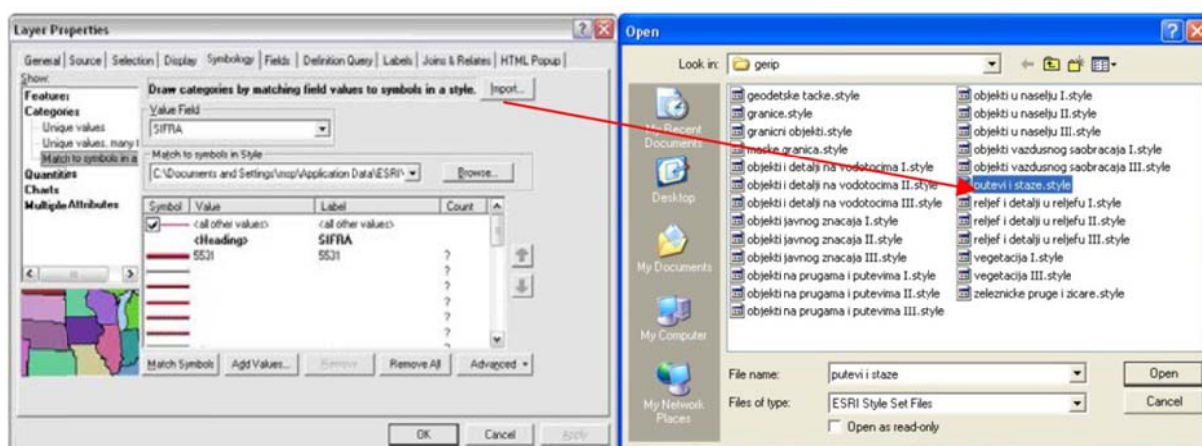
#### 6.6.1. Обрада и обједињавање векторизованог садржаја

Поступак дигитализације података подразумева превођење растерске слике у векторски формат. Разликују се методе потпуно аутоматизоване векторизације, полуаутоматске векторизације и мануелна метода која у случајевима када се захтева дигитализација карата са комплексним садржајем представља једини могући избор (*Иконовић, В., et al. 2009*). Након спроведене векторизације садржаја објеката, појава и процеса које је потребно приказати на рефералним картама и њиховог повезивања у функционалну целину а у складу са усвојеним картографским начелима потребно је приступити прегледу векторизованог садржаја и коректури садржаја. Током овог процеса посебна пажња треба да буде посвећена међусобном односу и утицају приказа једног елемента садржаја карте у односу на друге. За разлику од класичне картографске обраде, код моделовања и креирања дигиталних карата процес картографског моделовања тече паралелно са прикупљањем дигиталних података.

Пример савременог приступа изради дигиталних карата и предности унапред дефинисаних алгоритама за израду дигиталних карата даје Тадић описујући процес креирања дигиталних топографских карата. “Сваки просторни ентитет (дефинисан као објекат), поред једнозначне просторне дефиниције, обавезно поседује и свој графички атрибут – картографски симбол или тип графичког приказа, који мора бити претходно дефинисан у неком дигиталном симболошком систему (дигиталном картографском кључу).” (*Тадић, В., et al. 2010*). Описани дигитални картографски кључ креиран је за потребе израде ДТК25 у ВГИ-у „style“ формату софтвера ArcGis 9.3. (*Секуловић, Д., et al. 2008*). Тадић и Борисов (*Тадић, В., et al. 2010; Борисов, М., 2006*) даље наглашавају да је најприроднији

начин додељивања графичких атрибута у тренутку настајања ентитета у процесу векторизације те да је због тога неопходно да се пре процеса векторизације ентитета у пројекат фајл базе података (*mxd* формат) преко *Layer Properties-a* учитава и повезује симбологија по појединачним класама елемената (слика IV-15). Остали картографски садржај инкорпорира се у садржај накнадно, када се топографском садржају даје и коначни естетски изглед (*ESRI, 2002*). Применом савременог хардвера, ГИС софтвера и креираних логичких модела података и симбологија било би знатно унапређено ажурирање постојећих и дигитална картографска обрада нових података у просторним и урбанистичким плановима. Тако обрађени подаци у својој суштини постају ГИС производ – визуализована база геопросторних података, примењива за потребе управљања датим простором, али истовремено и квалитетна основа за савремену картографску продукцију тематских и рефералних карата.

Било да се картограф одлучи за тачкасте, линијске или површинске знакове, квалитативне или квантитативне, одабир знакова заснива се на разумевању природе појаве, облику података, адекватним визуелним варијаблама и могућностима коришћеног софтвера.



Слика VI-15. Дефинисање симбологије за одређену класу објеката  
(Тодић, В., Секуловић, Д., Татомировић, С., 2010)

### 6.6.2. Коришћење знакова за приказ тачкастих објеката, појава и процеса

Две врсте података се дефинишу као тачкасти: они који се заиста јављају као тачке, као што су локације насеља на картама ситног размера и подаци који су агрегирани у одређеној тачки као што је укупан број одређених објеката у области или другој просторној јединици. Са једне стране, ово је питање размера. Градови и насеља, на пример, у природи су површине, али чак и градови као што су Београд, Нови Сад, Ниш и сл. на картама ситног размера јесу тачке. Тачкастим знацима могу да се представе и квалитативне и квантитативне карактеристике. Квалитативни знакови могу бити пикторијални (сликовити), асоцијативни или геометријски и најчешће коришћене визуалне варијабле јесу облик и боја. Квантитативни тачкасти знаци могу такође бити пикторијални, асоцијативни или геометријски а најчешће коришћене варијабле јесу величина и локација. Адекватност симбола према елементу који он представља може бити задовољена квалитативним или квантитативним показатељима. Квалитативна симболика се може изразити сличношћу са предметом, бојом, обликом. Квантитативна симболизација се изражава величином знака, бојом, шрафуром и њу прати легенда или текст (*Урошев, Н., 2007*).

### 6.6.3. Коришћење знакова за приказ линијских објеката, појава и процеса

Као и код тачкастих података, и код линијских објеката, појава и процеса могуће је представити квалитативне и квантитативне вредности података различитим типовима линија.

Квалитативни линијски подаци представљају се бојом, формом, шрафуром и оријентацијом. Чест пример јесу саобраћајне карте које користе различите боје за путеве, пруге и реке. Различита ширина линије имплицира разлике у вредности, величини или рангу, тако да ова варијабла не би требало да се користи уколико се не приказује ранг или хијерархија као што је случај са политичким границама или категоријама пута.



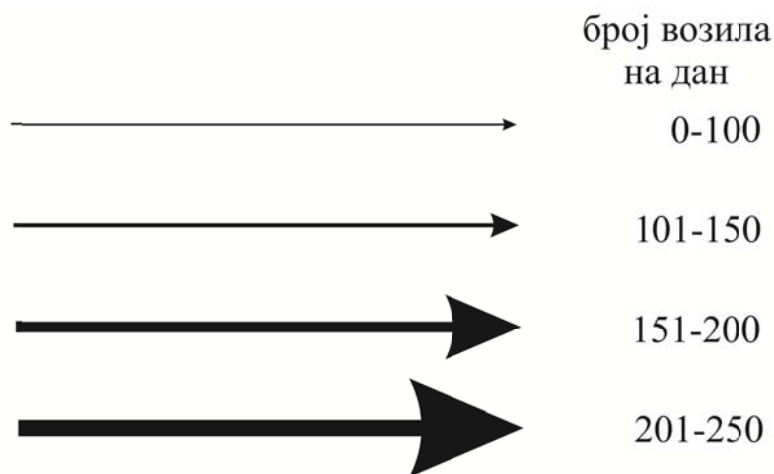
Слика VI-16. Примена визуалних варијабли за представљање квалитативних карактеристика линијских знакова на примеру карте саобраћајне инфраструктуре у Просторном плану општине Неготин (Просторни план општине Неготин, 2011)

Уколико су подаци структурирани према неком одређеном редоследу или су ранжирани у одређене категорије што имплицира разлике у величини или вредности, ширина линије је та која се разликује. Стога, аутопутеви су шири од државних путева I реда, који су шири од државних путева II реда и општинских путева. У овом случају различите категорије путева могу бити, пред разлике у дебљини линије, приказане и различитом бојом. Пример са границама такође јасно указује на могућност примене ширине (дебљине) и боје (нијансе) линија за исказивање јасне хијерархије између границе државе, границе покрајине, границе области, границе општине итд.

Често је потребно приказати податке који су прикупљени дуж одређених линија, као што је на пример број возила на одређеним путним правцима добијен као резултат мерења интензитета саобраћаја. За приказ вредности оваквих појава али и процеса као што су размена добара између две тачке, број миграната између два насеља или две тачке у простору и сл. адекватна је примена тзв. линија тока (енг. *flow lines*) као што је приказано на слици VI-17. Приликом примене оваквих



линијских знакова, ширина (дебљина) линије је пропорционална вредности коју представља. Линије могу да прате стварне линије кретања и могу да буду шематске.



*Слика VI-17. Линије тока, могу да буду примењене за ординалну и интервалну класификацију*

#### 6.6.4. Коришћење знакова за приказ површинских објеката, појава и процеса

Представљање квалитативних података коришћењем површина је директно а најчешће коришћене варијабле јесу боја, шрафура и оријентација. Различите боје представљају различите номиналне категорије као што су типови вегетације или намена површина на картама у боји. Као што је приказано у поглављу о бојама, важан је правилан и логичан одабир адекватне боје.

Уколико се ради о картама које ће бити репродуковане у црно-белој техници, картограф мора да се ослони на коришћење шрафа за приказивање различитих категорија. Важно је напоменути да нијансе сиве нису адекватан избор јер имплицирају разлике у износима у оквиру исте категорије. ГИС софтвери имају изузетно велики број већ предефинисаних шрафа а поједини софтвери као на пример ArcGIS омогућавају кориснику да сам креира своје шрафе. Шрафе могу бити пикторијални или апстрактни, састављени од различитих линијских шрафа и оријентација.

#### 6.6.5. Представљање недефинисаних појава и преклапања

Појаве у реалном свету нису увек јасно разграничене чак иако на великом броју карата оне јесу тако представљене. Постоје бројни случајеви делимичног па чак и потпуног преклапања, непрецизних граница итд. Представљање оваквих појава могуће је вршити коришћењем варијабли описаних на слици IV-13. Линије и границе такође је понекад потребно представити као нејасне или замаглене. Примена оваквих метода и варијабли у великој мери одређена је могућностима софтвера који картограф користи.

#### 6.6.6. Коришћење знакова за приказ квалитативних карактеристика

Најчешће коришћене варијабле код овог типа знакова јесу облик, боја или шрафура и знакови су најчешће постављени на тачну географску локацију. Величина ових знакова не би требало да се разликује у оквиру исте групе знакова који представљају одређену појаву, процес или објекат, јер ова варијабла указује на квантитативне разлике. Посебна пажња треба да буде посвећена читљивости ових знакова посебно када се користи велики број различитих облика. Иако је наглашено да величина знака из једне категорије треба да остане иста на целој карти, одабрана величина знака мора бити адекватна како би се правила разлика између појединачних знакова. Овај проблем је посебно изражен код карата припремљених за коришћење на мониторима рачунара. У овим случајевима често се јављају тешкоће приликом разликовања превише малих знакова. Претерано комплексни знакови, најчешће нестандардизовани и креирани посебно за одређене карте, као на пример знакови код којих се текст налази унутар знака, у случају врло ситног приказа могу створити утисак знака који је испуњен бојом а не текстом и отежати разликовање знакова. У складу са доминантном применом ГИС алата за креирање рефералних карата у просторним плановима који нуде изузетно велики број предефинисаних или апстрактних знакова, као и неограничене могућности креирања знакова, наглашавање описаних случајева и њихово избегавање у практичној примени је од изузетне важности.

#### 6.6.7. Коришћење знакова за приказ квантитативних карактеристика

Знакове за приказ квантитативних карактеристика делимо на два основна типа – тачке и пропорционалне фигуре али у оквиру ове две категорије постоје варијације.

У основном облику, карте урађене методом тачака користе појединачне тачке (“тачке” могу бити кругови, квадрати, троуглови или било који други геометријски облик) за представљање квантитативних вредности, па тако једна тачка може да представља одређени број становника, домаћинства, пољопривредних машина итд. Тачке се постављају тамо где је појава лоцирана или у центар дистрибуције појаве. Иако је у питању коришћење знакова за приказ квантитативних карактеристика, често је сврха ових карата приказивање просторног распореда појаве а не пребројавање тачака које је, услед изузетно великог броја тачака, често немогуће. Карте урађене

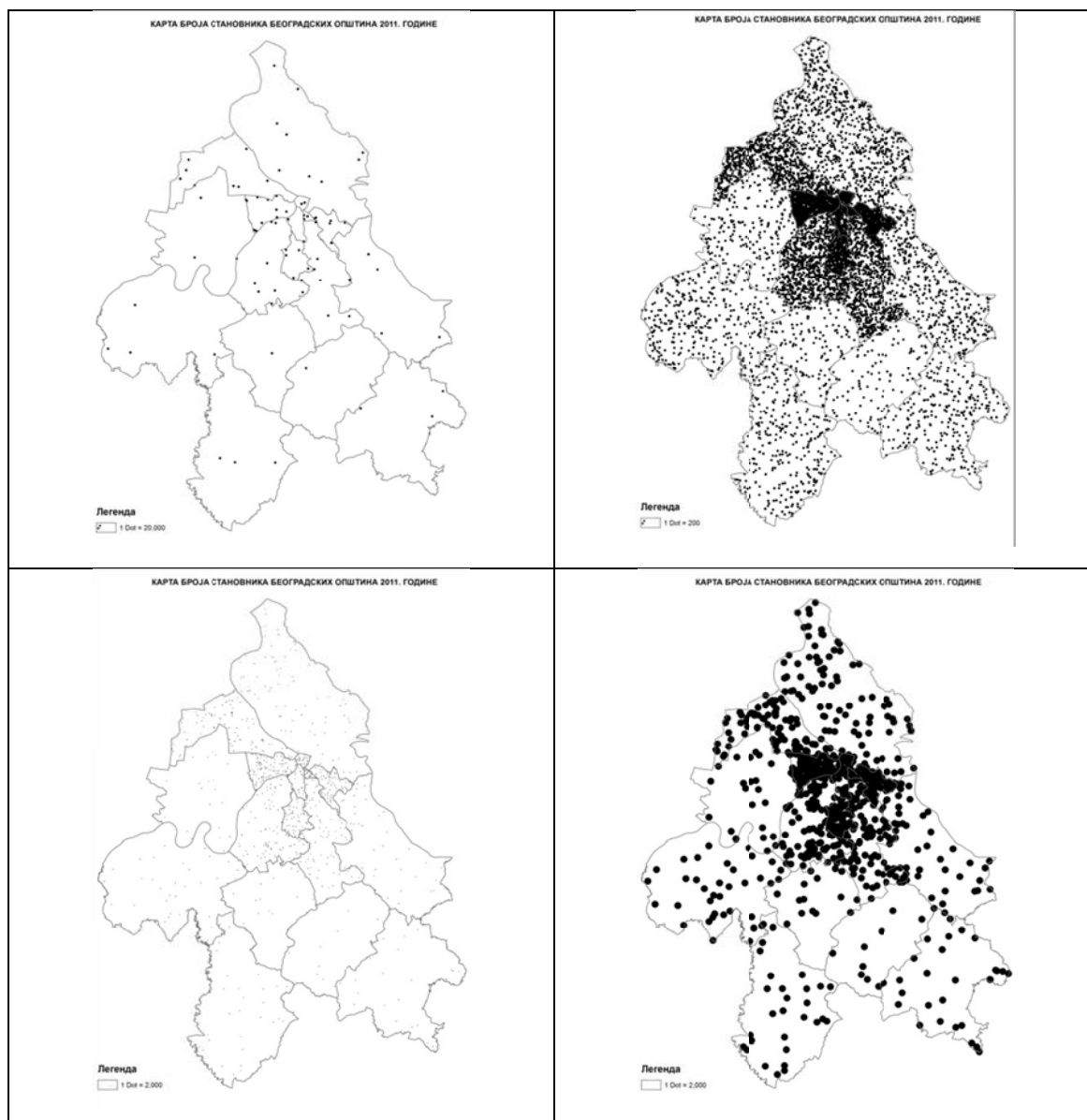
Како се тачке постављају на карти аналогно просторима са високим вредностима појаве (велики број становника нпр.), овакве карте приказују просторе у којима долази до концентрације појаве и просторе у којима нема појаве односно појава је слабијег интензитета. Овакве карте могу бити врло ефикасне јер омогућавају кориснику карте да на једноставан начин уочи просторну дистрибуцију појаве и стекне утисак о њеном интензитету. Креирање једноставне карте методом тачака захтева две врсте података: бројчану вредност показатеља и локацију појаве. Бројчане вредности најчешће се прикупљају на основу података из пописа или других релевантних извора а локација се одређује на основу претходно урађених карата, прикупљањем података на терену, анализом сателитских и орто-фото снимака итд.

Величина примењене тачке треба да задржи исту величину на целој карти односно све тачке треба да буду исте величине те је стога одабир величине тачке и њене вредности (тежине) од изузетног значаја за креирање адекватне карте. Превише мале тачке су тешко читљиве и могу се превидети као штампарске грешке или услед лошег квалитета штампе карте могу бити потпуно нечитљиве.

На другој страни, примена превише великих тачака доводи до њиховог преклапања и самим тим онемогућава адекватно читање карте и разумевање просторних односа. Када је у питању вредност (тежина) тачке уколико је она превелика, просторна дистрибуција ће бити тешко разумљива а уколико је премала, превелики број тачака учиниће свако мерење немогућим. (Слика VI -18). На оваквим картама, тачке су постављене насумично унутар картиране територије. Уколико је картирана територија велика, овакве карте приказују податке грубо и непрецизно и могу да наведу корисника карте на погрешне закључке. Уколико су подаци доступни само за велике површине, а густина тачака није примарна, боље је одабрати и применити други метод.

У појединим случајевима, две или више појава могу да буду представљене на истој карти, као што су на пример различите врсте усева или животињских врста. У оваквим случајевима примењујемо разлике у варијаблама као што су боја или облик како би се појаве међусобно разликовале. Иако је креирање карте методом тачака једноставно коришћењем CAD софтвера, где тачке можемо распоређивати у складу са одабраним начином по картираној територији (топографски или топограмски), напредак ГИС софтвера учинио је креирање ових карата изузетно једноставним и ефикасним али уз значајна ограничења. За софтвере попут ArcGIS-а компаније ESRI ово је врста карата која се може креирати аутоматизовано али у значајном мери ограничена унапред дефинисаним алгоритмима самог софтвера. Детаљније о проблемима коришћења ГИС софтвера за потребе аутоматизованог исцртавања одређених врста карата дискутује Урошев: “Савремени ГИС софтвери су у могућности да аутоматски, задавањем одређених величина, исцртавају готове тематске карте са знаковима различитих облика и величина: кругова, одсечака, стубова... којима се могу уочавати апсолутне, релативне, упоредне и друге вредности (на пример: број становника према пописним годинама, упоређење пољопривредно и индустријско активног становништва, процентуално упоређење националне структуре становништва и др.). Овакав начин представљања квантитативних величина има за проблем управо локацијску неравномерност и недоследност као и немогућност уочавања графичке оптерећености карте, па су чести случајеви квантитативно изузетно

прецизних показатеља појава кроз симболе али зато или претерано ситних и ретко позиционираних или претерано збијених знакова са пуно преклопних површина.”  
(Урошев, Н., 2007)



*Слика VI- 18. Одабир тежине и величине тачке одређује квалитет карте. Превелика тежине тачке (горе лево), премала тежине тачке (горе десно), премала величина тачке (доле лево), превелика величина тачке (доле лево)*

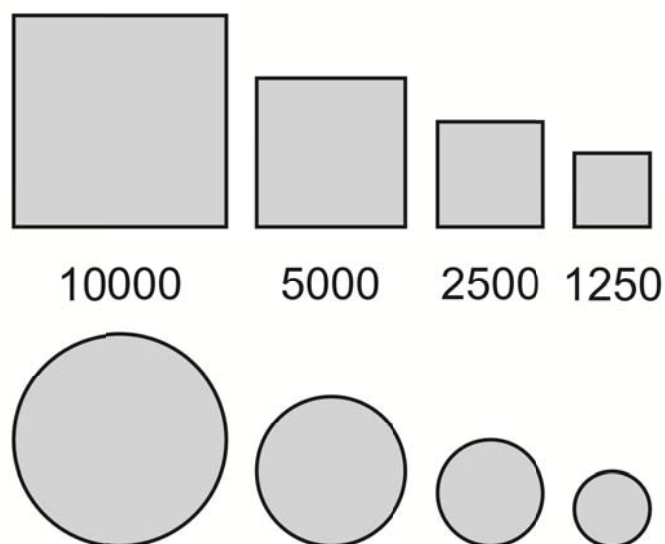
У појединим случајевима, две или више појава могу да буду представљене на истој карти, као што су на пример различите врсте усева или животињских врста. У оваквим случајевима примењујемо разлике у варијаблама као што су боја или

облик како би се појаве међусобно разликовале. Иако је креирање карте методом тачака једноставно коришћењем CAD софтвера, где тачке можемо распоређивати у складу са одабраним начином по картираној територији (топографски или топограмски), напредак ГИС софтвера учинио је креирање ових карата изузетно једноставним и ефикасним али уз значајна ограничења. За софтвере попут ArcGIS-а компаније ESRI ово је врста карата која се може креирати аутоматизовано али у значајном мери ограничена унапред дефинисаним алгоритмима самог софтвера. Детаљније о проблемима коришћења ГИС софтвера за потребе аутоматизованог исцртавања одређених врста карата дискутује Урошев: “Савремени ГИС софтвери су у могућности да аутоматски, задавањем одређених величина, исцртавају готове тематске карте са знаковима различитих облика и величина: кругова, одсечака, стубова... којима се могу уочавати апсолутне, релативне, упоредне и друге вредности (на пример: број становника према пописним годинама, упоређење пољопривредно и индустријско активног становништва, процентуално упоређење националне структуре становништва и др.). Овакав начин представљања квантитативних величина има за проблем управо локацијску неравномерност и недоследност као и немогућност уочавања графичке оптерећености карте, па су чести случајеви квантитативно изузетно прецизних показатеља појава кроз симболе али зато или претерано ситних и ретко позиционираних или претерано збијених знакова са пуно преклопних површина.” (Урошев, Н., 2007)

#### 6.6.8. Коришћење пропорционалних знакова

Знакови различитих величина могу се користити за приказивање вредности у једној тачки. Најчешће коришћени облици су геометријске фигуре круг, четвороугао, троугао али се могу користити и пикторијални облици. Величина знака представља квантитет. Пропорционалне фигуре се конструишу тако да површине фигура буду пропорционалних вредности. Објекти који представљају истог вредности морају имати фиксирану величину и не сме се мењати на карти. Потребно је креирати јасне и уочљиве скоковите вредности између суседних категорија. (Zhang, L., et al. 2006). Тако круг или квадрат који представљају

хиљаду становника треба да буду по површини двоструко мањи него исти знак којим је представљено две хиљаде становника. Овде је важно нагласити да се ради о површини (круга, квадрата и сл.) а не о полупречнику или страници (Слика VI-19).



*Слика VI-19. Код примене пропорционалних знакова важно је сачувати однос површина а не односе страница*

Предност креирања пропорционалних знакова коришћењем ГИС алата је елиминисање напорног посла рачунања полупречника, страница итд.

Градирано или пропорционално знакови се користе у следећи случајевима.

- Када је опсег података превише велик да би био презентован тачкама. Уколико су тачке у најгушћим областима тако распоређене да их није могуће међусобно разликовати и није могуће избећи њихово преклапање, до мере да се картирана територија појављује као црна површина, примена пропорционалних знакова је бољи избор.
- За приказ укупних вредности на картираној територији, као што је на пример укупна снага малих хидро-електрана.
- За приказ вредности у једној тачки, као што је случај са бројем становника насеља.

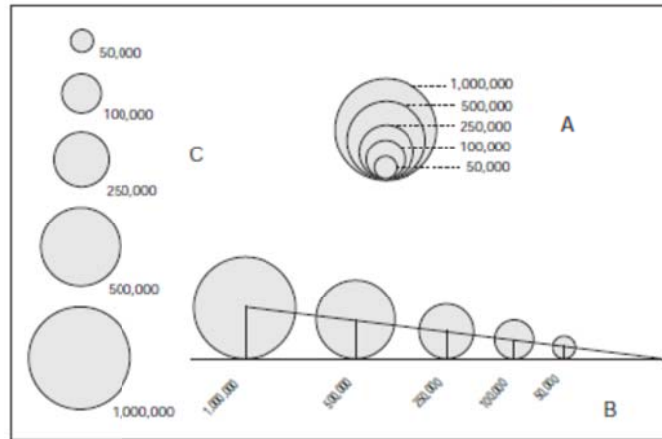
Још један начин представљања података знаковима различитих величина јесте једноставан одабир серија произвољних величина које нису пропорционалне. Уколико је циљ картографа да прикаже само квантитативне вредности без могућности прецизног поређења вредности међусобно, ово је често најједноставнији начин. Овакав приступ је адекватан и у случајевима када се ради о вредностима које су изражене као мале, средње и велике односно без тачних бројчаних вредности или о описивању квалитативних карактеристика објеката, појава и процеса. Важно је у овом случају величине знакова идентично приказати у легенди.

Друге пропорционалне фигуре, као што су четвороуглови, троуглови па чак и различите слике могу да буду примењени и принципи примене су исти као и када се користе кругови – површина фигуре је пропорционална вредности коју представља. Величину квадрата је лакше одредити када је потребно нацртати га (лакша је примена картографу) и лакше је поређење квадрата међусобно (лакше је читање карте кориснику)

Приликом креирања карте, проблеми коришћења квадрата односно четвороуглова и троуглова у односу на лакоћу примене кругова огледају се у тешком оријентисању квадрата у односу на меридијане. Уколико се квадрати оријентишу на основу меридијана створиће се утисак да су знакови постављени насумично те их је стога неопходно равнати са неком другом осом као на пример са оквиром карте.

Тип легенде за овај тип знакова одређен је низом фактора као што су слободни простор на карти за легенду, тип коришћених знакова (фигура) али и могућностима софтвера у коме се карта креира. Избор се креће од једноставног описа до пуног опсега приказа свих величина кругова. Слика VI-20. приказује различите типове легенди. Тип А у највећој мери штеди простор, тип В омогућава кориснику карте да процени величину кругова који нису представљени у легенди а тип С, иако захтева највише простора, омогућава приказивање свих знакова датих на карти.





Слика VI-20. Код примене пропорционалних знакова важно је сачувати однос површина а не односе страница (Тупер, А. Ј., 2010)

#### 6.6.9. Коришћење тродимензионалних знакова

Уколико је опсег вредности толики да максималне вредности захтевају кругове који ће прекрити карту а минималне вредности су такве да најмањи знакови постану тешко уочљиви или безначајни, условно речено тродимензионални или запремински знакови као што су лопта, пирамида, коцка и сл. могу се користити. Код оваквих знакова, запремина знака, а не његова површина, је пропорционална вредности коју приказује. Иако карте креиране употребном тродимензионалних знакова имају врло привлачан изглед најчешће су јако тешке за интерпретацију вредности од стране корисника карте. Лопте су међу најтежим знаковима за интерпретацију. Први проблем је одређивање и поређење величина. Други проблем се јавља услед постављања тродимензионалних фигура на дводимензионалну карту услед чега корисник често пореди површину коју знак заузима а не запремину знакова. Проблеми који се јављају приликом примене запреминских, тродимензионалних знакова у виду стубића и сл. поред њихове упечатљивости јесте тешкоћа визуализације броја стубића јер су чести случајеви када поједине категорије а самим тим и делови стубића недостају.

## 6.7. Проблеми приликом примене знакова

### 6.7.1. Позиционирање знакова

Уколико тачкасту појаву, процес или објекат представљамо помоћу знака, у идеалном случају знак је постављен тамо где је појава. За знакове који представљају агрегиране вредности картиране територије, најчешће се знак представља у центар картиране територије (што се може сматрати оптималном применом) али се примењује и постављање знака тамо где је појава најгушћа у оквиру картиране територије. У идеалном случају, знак се уклапа у потпуности у картирану територију и не сече границе картиране територије што се може сматрати кључним фактором за одређивање величине знака. Ипак, како се често велике вредности могу јавити на малим површинама, дословно поштовање наведеног принципа није увек могуће. У оваквим случајевима неопходно је издвојити знак ван картиране територије, и на прописан начин га обележити најчешће понављањем редног броја којим је обележена картирана територија. Како наводи Урошев: “Сви знакови на одређеној тематској карти поред тога што дају основне информације о квантитативним и квалитативним карактеристикама појава које се картирају, истовремено прекривају одређене тематизоване површине карте. Често се ти исти знакови међусобно преклапају. Преклопне површине обухватају прекривне и покривне површине.” (Урошев, Н., 2010)

Употреба ГИС и САД софтвера аутоматизује, убрзава и олакшава задавање величина и исцртавање рефералних карата са знаковима различитих облика и величина: кругова, одсечака, стубова... којима се могу уочавати апсолутне, релативне, упоредне и друге вредности. Ипак поред очигледних предности овакав начин представљања квантитативних величина има за проблем управо локацијску неравномерност и недоследност као и немогућност уочавања графичке оптерећености карте, па су чести случајеви квантитативно изузетно прецизних показатеља појава кроз симболе али зато или претерано ситних и ретко позиционираних или претерано збијених знакова са пуно преклопних површина. (Урошев, Н., 2010)

### 6.7.2. Преклапање знакова

Често се знакови преклапају у случајевима када се већи број објеката, појава и процеса налазе на међусобно малој удаљености. Уколико знакови нису попуњени бојом или шрафуром ствара се утисак испреплетаности и замршености. Уколико су обојени истом бојом, тешко је разграничити појединачне знакове. Решење за овакве случајеве може бити додавање контрастних оквира (такозвани *haloing* – *ореоли*) и коришћење транспарентних, провидних или делимично провидних знакова. Контрастни оквири подразумевају окруживање кругова са белим или светлијим тоном. Транспарентни, провидни знакови користе се у прозачним или провидним слојевима (лејерима) и на тај начин је омогућено да сви знакови буду видљиви. Могуће је креирати знакове који имају боју, који су сиви или шрафирани али немају спољну линију тзв. *outline*. Недостатак спољне линије може стварати утисак недовршености и недефинисаности. Адекватан избор боја и нијанси обрађен је у поглављу о бојама.

## VII ZAKЉUČAK

У процесу просторног планирања рефералне карте имају изузетан значај. Оне су истовремено извор података приликом израде нових планова, извор информација на јавном увиду и од велике су важности у процесу имплементације планских решења. Квалитет рефералних карата, посебно оних на којима су приказани инфраструктурни системи, битно утиче на квалитет планског процеса.

Картографско моделовање, под изузетним утицајем модерних технологија и развоја географских информационих система и дигиталне картографије, мора да се заснива на научним методама тематске картографије и да обезбеди адекватну примену картографско-методског алгорита картографских изражајних средстава.

Уочени недостаци на анализираним рефералним картама указују на недостатке у процесу картографског моделовања при чему се посебно истичу проблеми приликом одабира и примене знакова уз очигледан недостатак пажње посвећене визуелним варијаблама, пре свега облику, величини и боји а у складу са просторно-функционалним карактеристикама инфраструктурних система. Неадекватна примена боје и система за спецификацију боја такође је уочена.

Сагледавањем просторних планова и рефералних карата уочено је неслагање између напретка методологије просторног планирања и картографских метода у облику рефералних карата. Истовремено, уочен је несклад између потенцијала који нуде савремене и доступне технологије прикупљања, обраде, моделовања и презентовања података и карата као резултата примене рачунарских, интернет, ГИС, ГПС, и других технологија.

Присутан је и недостатак практичних решења и скроман ниво теоретских расправа о проблематици картографског моделовања инфраструктурних система за потребе просторног и урбанистичког планирања.

Рад је пружио модеран алгоритам савременог концепта картографског моделовања инфраструктурних система у просторном планирању и физички модел базе података припремљен за најзаступљеније ГИС алате.

Примена смерница датих у дисертацији омогућава креирање прегледних и јасних рефералних карата прилагођених карактеристикама простора и картираних инфраструктурних система као и рефералну карту прилагођену корисницима. Њихова примена омогућава да карта буде оптимална за намену и простор за коју је израђена и да буде усклађена са потребама и способностима крајњих корисника.

Успостављени принципи у раду, засновани на резултатима спроведеног научног истраживања, омогућавају унапређење приступа креирању рефералних карата у просторним плановима а посебно картографском моделовању инфраструктурних система у просторном планирању.

Кроз дефинисање нове методологије креирања аналогних и дигиталних рефералних карата инфраструктурних система у просторним плановима, дефинисање принципа за избор оптималних знакова и дефинисање метамодела, односно прототипа стандардизованог модела базе података и стандардизованог кључа картографских знакова примењивих у рефералним картама у просторним плановима резултати истраживања представљају основ за израду квалитетнијих и стандардизованих рефералних карата, пружајући дефиниције основних појмова, сугеришући политике које је потребно прописати, успостављање начина размене података али и добити које треба очекивати.

Може се закључити да адекватно картографско моделовање инфраструктурних система у процесу израде просторних планова значајно унапређује процес имплементације просторних планова и чини квалитетнијим процес доношења одлука на основу просторних планова. Рад указује на неопходност промене структура у систему просторног планирања у Србији и управљања простором и

инфраструктурним системима уз очекивано унапређење квалитета простора и постојеће праксе.

Применом адекватних картографских метода и картографских изражајних средстава тематског картирања могуће је успоставити снажну корелацију између дигиталне картографије и географских информационих система чиме се обезбеђује да квалитетно картографски моделовани инфраструктурни системи у просторним плановима употребом ГИС-а или других алата који подржавају дигиталну картографију омогуће ефикасни даљу разраду просторних планова кроз израду програма развоја инфраструктурних система.

Доказано је да погрешно картографски моделовани инфраструктурни системи у просторним плановима доводе до неадекватних тумачења просторног плана и отежавају даљи процес планирања и имплементацију плана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Albites, H. A. F. (2008). Relationships of cartography, geographic information systems and the Mexican spatial data infrastructure (IDEMEX). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B4. Beijing
2. Andrews, J.H. (1998). *Definitions of the Word 'Map', 1649 – 1996*. URL: <http://www.maphist.nl/discpapers.html>
3. Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: a Management Perspective*, Ottawa, WDL Publications
4. Arnberger, E. (1970). *Die Kartographie als Wissenschaft und ihre Beziehungen zur Geographie und Geoda'sie. Grundsatzfragen der Kartographie*, Deuticke Publishers, Vienna.
5. Arnheim, R. (1969). *Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
6. Асланикашвили, А. Ф. (1974). *Метакартографија. Основны проблеми*. Тбилиси: Из-во "МИЦНИЕРЕБА".
7. Барцал, Л. (1987). Потпуна евиденција о непокретностима као део општег информационог система. Књига број 4. Нови Сад.
8. Беговић, Б. (1995). *Економика урбанистичког планирања*. Београд: CES MECON
9. Бељин, Ј. (2001). Нова димензија дигитално-картографског сета података-Web картографија, Савремене тенденције у Катографији, Београд: Географски факултет
10. Bertin, J. (1967). *Semiologie graphique, diagrammes, reseaux, cartographie*. Paris: Gauthier-Villars.
11. Bertin, J. (1983). *Semiology of Graphic: Diagrams, Networks, Maps*. University of Wisconsin Press
12. Bonjyer, R. (1993). *Capital Improvements Programs: Linking Budgeting and Planning* APA. Chichago: Planning Advisory Service,
13. *Building Together: Investing in Community Infrastructure* (1990).
14. Борисов, М. (2005). Стандардизација геопрсторних податка. *Геодетска служба*, 103, Београд: Републички геодетски завод
15. Борисов, М. (2006). Формирање основне базе података о простору. *Геодетска служба*, 104/2006, Београд: Републички геодетски завод
16. Борисов, М., Банковић, Р., Дробњак, С. (2009). Моделовање процеса над топографским подацима. *Гласник Српског географског друштва*, 89(3), 209-218
17. Борисов, М. (2009b). Модели топографских података. *Геодетска служба*, 111, Београд: Републички геодетски завод
18. Борисов, М. (2011). Методологија и технологија моделовања и структурирања података о простору. *Геодетска служба*, 114, Београд: Републички геодетски завод
19. Boulding, K. (1974). Reflections on Planning: The Value of Uncertainty, *Technology Review*, 77:1
20. Brevard, J. (1985). *Capital Facilities in Practice*. Chicago: APA

21. Brenner, A. (1993). *Cartographic Symbolization and Design: ARC/INFO Methods*. Publication of the Office of Information Resources Management of the US EPA
22. Burrough, P. A. (1986). *Principles of Geographic Information Systems for Land Resource Assessment*. Oxford: Clarendon Press.
23. Buchroithner, F. M., Azocar Fernandez, P. (2011). Cartography in the Context of Sciences: Theoretical and Technological Considerations. *The Cartographic Journal* 48(1) pp. 4–10 DOI:10.1179/1743277411Y.0000000003
24. Вемић, М. (1997). Семиологија и семиометрија Картографије. Докторска дисертација, Географски факултет Универзитета у Београду
25. Вемић, М. (1998). Теорија значења у картографији. Београд: САНУ-Географски Институт „Јован Цвијић“
26. Вемић, М. (2005). *Картовизија – приступи и концепти у картографији*. Београд: Међународно удружење “Стил”
27. Вемић, М. (2009). Географске карте и виртуелни геоприкази у савременој настави. *Зборник Института за педагошка истраживања*, 41(1), 211-224
28. Вемић, М. (2009б). Теоријско-сазнајне претпоставке израде националних атласа. *Гласник Српског географског друштва*, 86(2), 223-233
29. Virtsantaus, K., Fairbairn, D., Kraak, M. (2009). ICA Research Agenda on Cartography and GI Science. *The Cartographic Journal* 46(2) pp. 63–75
30. Grigg, N. (1998). *Infrastructure engineering and management*. New York: Wiley – Interscience Publications
31. Da Vinci, L. (1651). *Trattato della Pittura di Lionardo da Vinci*. Paris: Giacomo Langlois
32. Da Vinci, L. (1721). *A Treatise on Painting*. London: Senex and Taylor
33. Dent, B., Torguson, J. S. and Hodler, T. W. (2009). *Cartography: Thematic Map Design*. New York: McGraw Hill
34. Devas, N. (1993). Evolving approaches (to urban management) у Devas N., Rakodi C., (Eds.), *Managing Fast Growing Cities: New Approaches to Urban Planning and Mangement in the Developing World*. London: Longman
35. DiBiase, D. (1990). Visualization in the Earth Sciences. *Earth and Mineral Sciences Bulletin*, 59(2), 13–18.
36. DiBiase, D., Krygie,r J., Reeves, C., MacEachren, M. A., Brenner, A. (1991). *Elementary Approaches to Cartographic Animation*. University Park, PA: video publication by the Deasy GeoGraphics Laboratory, Department of Geography, The Pennsylvania State University.
37. Doxiadis, C. (1970). The networks we built and the networks we need to build. Atina: EKISTICS, vol 30
38. Ђорђевић А., Лукић Б. (2012). Примена ГИС-а у планирању, програмирању и управљању инфраструктурним системима. Међународни научни скуп Проблеми и изазови савремене географске науке и наставе, Географски факултет Универзитета у Београду, Београд
39. Ђорђевић, Д. (2004). *Увод у теорију планирања*. Београд: Универзитет у Београду Географски факултет
40. Ђорђевић, С. Д. (2001). *Улога комуналних система у просторном уређењу насеља у општини Смедеревска Паланка - магистарски рад*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду
41. Ђукановић, М. (1991). *Еколошки изазов*. Београд: Елит



42. Edsall, R. (2007). Cultural factors in digital cartographic design: implications for communications to diverse users, *Cartography and Geographic Information Science*, 34, pp. 121–128.
43. Endsley, M., Bolte, B. and Jones, D. G. (2003). *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design*. Boca Raton, FL. CRC Press/Taylor & Francis Group
44. *ESRI Shapefile Technical Description* (1998). An ESRI White Paper, July 1998. USA: Environmental Systems Research Institute, Inc.
45. ESRI. *Using ArcView GIS*, (2002). User Guide, Redlands, USA.
46. Жегарац, З., Лукић, Б. (1996). Инфраструктурни системи као елемент географских информационих система – Значај и могућности примене у процесима планирања и уређења простора, У *Зборник радова научног скупа “Први југословенски скуп о ГИС технологијама – ГИС стање и перспективе”* (стр. 58-62). Београд: Географски институт “Јован Цвијић” – САНУ
47. Žegarac, Z. (1998). *Infrastruktura*. Beograd: Geografski fakultet, Beograd i Urbanistički zavod JP
48. Žegarac, Z., Arsić V. (1999). *Programi unapređivanja javne infrastrukture*. Beograd: Urbanistički zavod Beograda JP
49. Жегарац, З., Арсић, В., Лукић, Б. (2001). Улога локалне самоуправе у реализацији програма јавне инфраструктуре. *Локална самоуправа у планирању и уређењу простора и насеља – Зборник радова*. Београд: Асоцијација просторних планера Србије
50. Живковић, Д. (1989). Иновације о садржини теметских карата у настави географије. *Гласник Српског географског друштва*, 69(1), 80-84
51. Живковић, Д., Сириџански, Ј. М. (1993). Значај семиологије у настави географије. *Зборник радова Географског факултета ПМФ Универзитета у Београду*, св. XLII, 111-114.
52. Живковић, Д. (2005). Картографија – системски приступ проучавању простора. У *Зборник радова научног скупа “Србија и савремени процеси у Европи и свету”* (стр. 85-90). Београд: Географски факултет Универзитета у Београду
53. Живковић, Д., Јовановић, Ј., Сириџански, М. (2006). Картографска форма компарације демографских показатеља Војводине. *Зборник Матице Српске за друштвене науке* свеска 121 Нови Сад 111-117
54. Живковић, Д., Јовановић, Ј. (2007). Картографска транслација геопросторних података, *Зборник радова Географског факултета*, свеска 55/175-184
55. Живковић Д., Јовановић, Ј. (2011). Компарација морфемске структуре речи и картографског знака. *Гласник Српског географског друштва*, 91(1), 159-164
56. Живковић, Љ. (2001). *Проблеми имплементације ГИС система у наши систем планирања* - магистарски рад. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду
57. Зајечарановић, Г. (1987). *Основи методологије науке*. Београд: Научна књига
58. Zeiler, M. (2002). *Modeling Our World*. Redlands, USA: The ESRI Guide to Geodatabase Design.

59. Zhang, L., Guo, Q., Jiao, L. (2006). Design and implementation of decision-making support system for thematic map cartography. Beijing, China: ISPRS Archives – Volume XXXVII Part B2. XXIst ISPRS Congress. Technical Commission II Editor(s): CHEN Jun, Jiang Jie, Wolfgang Kainz, 665-670
60. Иконовић, В. (2004). Картографски метод у моделовању животне средине, *Зборник радова Географског факултета*, свеска 52/141-150
61. Иконовић, В. (2005): *Значај картографског метода у моделовању геопростора на примерима из Србије. Докторска дисертација*, Београд.: Географски факултет Универзитета у Београду
62. Иконовић, В. (2005б). Језик картографског модела, *Зборник радова Географског факултета*, свеска 53/91-108
63. Иконовић, В. (2006а). Карта: Геопросторна парадигма. *Гласник Српског географског друштва*, 86(2), 237-250
64. Иконовић, В. (2006б). Модели у картографији. *Зборник радова, Географски факултет универзитета у Београду*, LIV, 229-248
65. Иконовић, В. (2007). Картографско моделовање – улога и значај. Географски институт „Јован Цвијић”, САНУ, SASA Collection of papers
66. Иконовић, В. (2008). Простор: предмет картографског моделовања. *Зборник радова Географског факултета*, свеска 56, 223-234
67. Иконовић, В., Живковић, Д. (2008). Методолошко картографски алгоритам. *Гласник Српског географског друштва*, 88(3), 11-24
68. Иконовић, В., Ђорђевић, А. (2009). Значај картографског моделовања инфраструктурних система. *Зборник радова Географског факултета*, свеска 57, 259-274
69. Иконовић, В., Живковић, Д., Ђорђевић, А. (2011). Значај визуелизације у картографској комуникацији. *Гласник Српског географског друштва*, 91(4), 159-170
70. Irvine, J. (2004). Commercial Map Production in the Digital Age. With Particular Reference to Experiences at HarperCollins Publishers. *The Cartographic Journal*, 41(2) pp. 101–107 DOI:10.1179/000870404X12356
71. Јанић, М. (1988). *Појмовник – становање, грађење, планирање*. Београд: Неимар
72. Јанић, М. (1997). *Одрживи развој људских насеља земаља у трензицији*. Београд: ЈУГИНУС и Дирекција за грађевинскоземљиште и изградњу града
73. Jenny, B., Jenny, H. and Räber, S. (2008). Map Design for the Internet. In: M. P. Peterson (editor), *International Perspectives on Maps and the Internet*, Berlin Heidelberg New York: Springer, 31-48.
74. Јовановић, Ј., Живковић, Д. (2005). Функционална боја у картографском моделовању. *Зборник радова, Географски факултет универзитета у Београду*, LIII, 109-122
75. Јовановић, Ј. (2007). *Картографска комуникација у функцији информационе и едукативне комуникације*, Географски институт „Јован Цвијић”, САНУ, SASA Collection of papers
76. Kelly, E. D. (1993). *Planning, Growth and Public Facilities a primer for local officials*. Chicago: APA, Planning Advisory Service

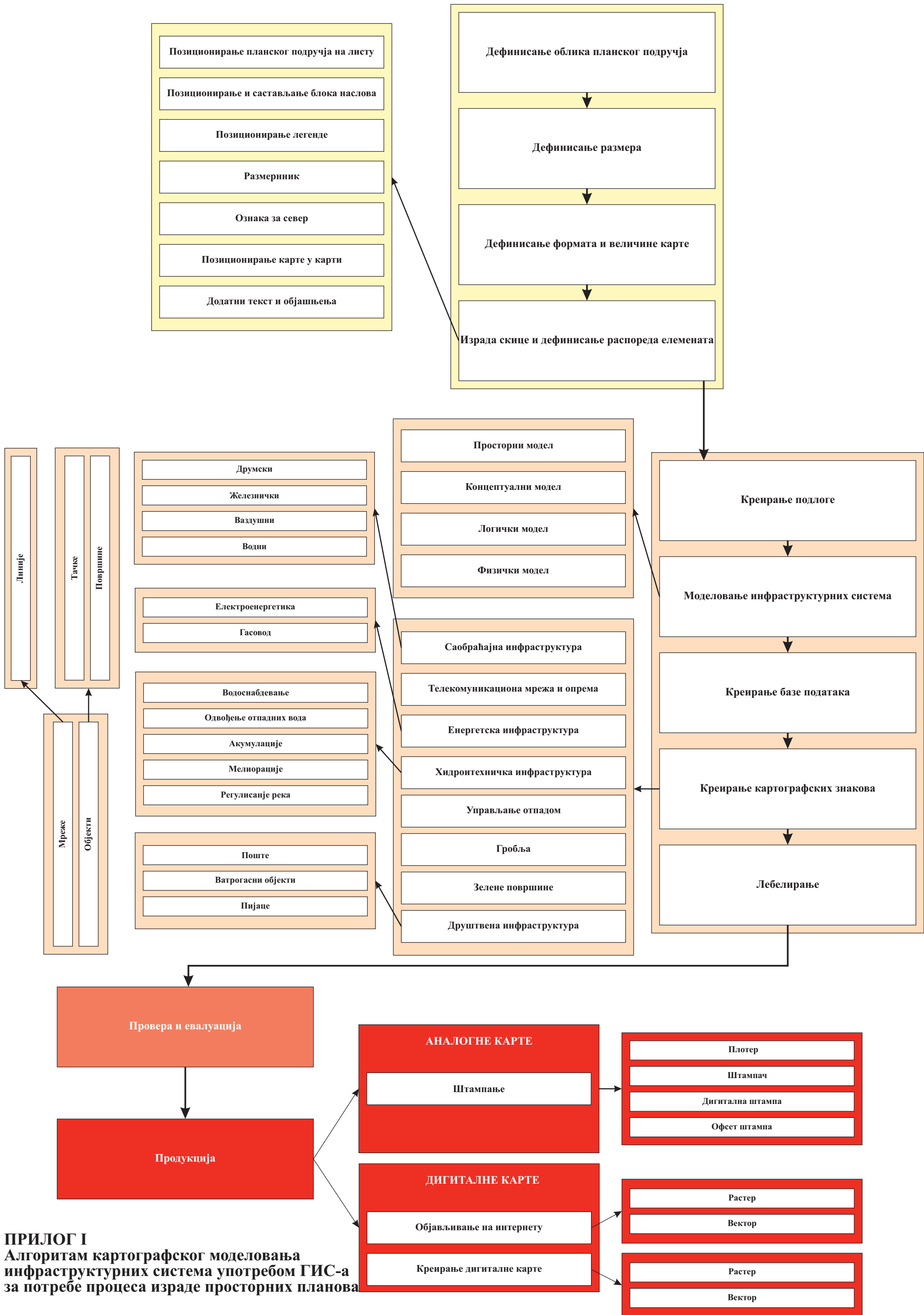
77. Korpi, J., Ahonen-Rainio, P. (2010). Cultural Constraints in the Design of Pictographic Symbols. *The Cartographic Journal* 47(4) pp. 351–359 DOI: 10.1179/000870410X12911337964923
78. Kraak, M. J., Ormeling, F. J. (1996) *Cartography: Visualisation of Spatial Data*. Essex, England: Addison Wesley Longman Limited
79. Kramers, R. E. (2007) The Atlas of Canada's Topographic Maps – User Requirements Research and Product Implementation, *Geomatica*, Volume 61, Number 2, pp. 117–126.
80. Kramers, R. E. (2008). Interaction with Maps on the Internet – A User Centred Design Approach for The Atlas of Canada. *The Cartographic Journal* 45(2) pp. 98–107
81. Krampen, M. (1965). Signs and symbols in graphic communication, *Design Quarterly*, 62, pp. 4–31.
82. Кукрика, М. (2000.): *Географски информациони системи*, Београд: Географски факултет универзитета у Београду
83. Landis, D. J. (1994). Technology Overview – GIS Capabilities. Use and Organisational Issues, *International GIS Sourcebook*
84. Lovrić, P. (1984). *Орса картографија*. Zagreb.
85. Лукић, Б. (1994). *Инфраструктурни системи Панчева у функцији квалитета животне средине - магистарски рад*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду
86. Lukić, B. (2003). Ekološke odrednice razvoja infrastrukture beogradskog regiona. *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine – Zbornik radova*. Beograd: Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, Asocijacija prostornih planera Srbije
87. Lukić, B., Đorđević S. D. (2004). Mesto infrastrukture u prostornom planu opštine. *Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora i naselja – Zbornik radova*. Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu
88. Lukić, B., Đorđević, S. D. (2005). O strategiji planiranja infrastrukture u Srbiji. *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine – Zbornik radova*. Beograd: Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, Asocijacija prostornih planera Srbije
89. Lukić, B., Đorđević, S. D., Đorđević, A. (2009). Integracija programa izgradnje infrastrukture u funkciji unapređenja kvaliteta života u gradu. *Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine – Zbornik radova*. Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu
90. Лукић, Б., Годошев, М., Марић, М. (2010). Управљање развојем инфраструктуре у локалној заједници. *Локална самоуправа у планирању и уређењу простора и насеља – Зборник радова*. Београд: Асоцијација просторних планера Србије, Универзитет у Београду Географски факултет
91. Lukić, B. (2012). Strategija razvoja komunalnih sistema u gradovima republike Srbije. *Gradovi u XXI veku. Lokalna samouprava u planiranju i uređenju prostora i naselja – Zbornik radova*. Beograd: Asocijacija prostornih planera Srbije, Univerzitet u Beogradu Geografski fakultet

92. Љешевић, А. М., (1980). Геосистеми, структуре геосистема и структура простора у комплексу очувања животне средине. Зборник радова, Београд: ГИ ПМФ
93. Љешевић, А.М. (1981). Картографски метод у систему научних метода и његово место у географији. У *Глобус* СГД-а 13, стр. 52-60
94. Љешевић, А. М., (2000). *Животна средина – теорија и методологија истраживања*. Београд: Географски факултет
95. Lješević, M., Živković D. (2001). *Kartografija*. Beograd: Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu
96. Maguire, J. D., (1991). An Overview and Definitions of GIS. у Maguire J. D., Goodchild F. M., Rhind W. D. (eds.), *Geographical Information Systems Principles And Applications*, Longman Scientific and Technical, New York, VOL 1. стр. 10-11
97. MacEachren, A. M. (1995). *How Maps Work: Representation, Visualization and Design*. New York: The Guildford Press
98. Марић, Ј. (1986). *Комунални информацијски систем*. Загреб: Младост
99. Марјановић, С. (1967). *Примена кибернетике у руковођењу радном организацијом*. Загреб: Информатор
100. Милићевић, Г. (1990). *Урбана економика*. Београд: Економски факултет
101. Милојковић, Б. (2003). *Топографија*. Београд: Полицијска академија
102. Михајловић, Д. (1993). *Геоинформациони системи*. Предавања за Специјалне последипломске студије за потребе геодетске службе у ВЈ. Београд.
103. Modley, R. (1966). Graphic symbols for worldwide communication. in *Sign, Image, Symbol*. ed. by Kepes, G., pp. 108–125, New York: George Braziller
104. Monmonier, M. (1991). Ethics and map design: six strategies for confronting the traditional one-map solution. *Cartographic Perspectives*, 10, pp. 3–8.
105. Морис, Ч. (1975). *Основи теорије о знацима*. Београд: БИГЗ
106. Moriss, C. W. (1971). *Signs, language and behavior*. The Hague: Mouton
107. Morita, T. (2011). Reflections on the Works of Jacques Bertin: From Sign Theory to Cartographic Discourse. *The Cartographic Journal* 48(2) pp. 86–91 DOI: 10.1179/000870411X13038059668604
108. Murray, J. (1840). *Goethe's Theory of Colours*, Translated from the German, London: Albemarle Street
109. McLeary, F. G., (1983). An Effective Graphic “Vocabulary”. *IEEE CG&A*. March 46-53
110. Nielsen, J. (1994). Guerilla HCI: Using Discount Usability Engineering to Penetrate the Intimidation Barrier. in *Cost-Justifying Usability*. ed. by Dias R. G. and Mayhew, D. J., pp. 245–272, London: Academic Press
111. O’Day K., Neumann L., (1984.): “Assessing Infrastructure Needs: The State of Art”, 67-110 у Royce Hanson Ed., *Perspectives on Urban Infrastructure*, National Academy Press, Washington, D.C.
112. Peterca M., Radošević N., Milisavljević S., Racetin V., (1974). *Kartografija*, Beograd: Vojnogeografski institut
113. Pierce C. S (1985). *Logis as semiotic: The theory of signs*. Bloomington, US: Indiana University Press

114. Ратајски, Ј. (1983). Неке аспекты грамматики языка карты. В *Картографія. Зарубежные концепции и направления исследований*. Москва: Прогресс, 52-65.
115. Robinson, A. (1967). Psychological Aspects of Color in Cartography. *International Yearbook of Cartography*, 7, 50–61.
116. Robinson, A. H., Petchenik, B. B. (1976). *The Nature of Maps*. Chicago, IL: University of Chicago Press
117. Robinson, A.H., Sale R. D., Morrison J. L. (1978). *Elements of cartography*. New York: John Wiley & Sons.
118. Robinson, A. H., Sale, R. D., Morrison, J. L. and Muehrcke, P. C. (1984). *Elements of Cartography*. New York: Wiley
119. Robinson, A., Morrison, J., Muehrcke P., Kimerling J. and Guphill S. (1995). *Elements of cartography*, USA Chang, K. (1978). Measurement Scales in Cartography, *The American Cartographer*, 5/57-64
120. Пот, Н. (2004). *Знакови и Значења, Вербална и невербална комуникација*, Београд: Плато
121. Sekulović, D., Banković, R., Tatomirović, S. (2008). Digital Cartographic Key Production for The Digital Topographic Map at the Scale 1:25.000, у *Zborniku radova "INTERGEO EAST"*, Belgrade: Conference for Landmanagement, Geoinformation, Building Industry, Environment. Beograd.
122. Sivonen, H. (2003). The sad story of PNG gamma “correction”. <http://hsivonen.iki.fi/png-gamma/>
123. Sluter, R. Jr. (2001). New theoretical research trends in cartography. *Revista Brasileira de Cartografi'a*, 53, pp. 29–37.
124. Southworth, M., Southworth, S. (1982). *Maps: An Illustrated Survey and Design Guide*. Boston: New York Graphic Society/Little Brown.
125. Сретеновић, Љ. (1974). Односи линијских, површинских и запреминских вредности картографско-геометријских знакова, *Зборник радова географског завода*
126. Сретеновић, Љ. (1977). Структура садржине карте. У *Зборник радова "X јубилани конгрес географа Југославије"*. Београд: Савез географских друштава Југославије и Српско географско друштво, 199-203.
127. Сретеновић, Љ. (1989). Картографски метод у истраживању геопростора. У *Зборник радова Научног симпозијума "Југословенски геопростор"* (стр. 57-59). Београд: Центар за марксизам Универзитета у Београду.
128. Сретеновић, Љ. (1989): Картографски метод у истраживању геопростора. У *Зборник радова "Југословенски геопостор"*. Београд: ЦМУ, 57-59.
129. Stokes, M., Anderson, M., Chandrasekar, S. & Motta, R. (1996). A standard default color space for the Internet – sRGB. <http://www.w3.org/Graphics/Color/sRGB>.
130. Stefanović P., Drummond J., Muller J. D. (1989). *ITC's Response to the Need for Training in CAL and GIS*. INCA International Seminar Proceedings, Dehra Dun
131. Тадић В., Секуловић Д., Татомировић С. (2010). Картографска обрада урбаних подручја коришћењем сателитског снимка као основе за прикупљање података. *Гласник Српског географског друштва*, 90(3), 225-237

132. Thrower, Norman J. W. (2008). *Maps and Civilization: Cartography in Culture and Society*. (3rd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
133. Tomlin, D., (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
134. Treisman, A., Gelade, G. (1980). Feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, pp. 97–136.
135. Tyner, A. J., (2010). *Principles of Map Design*. New York, London: The Guilford Press
136. *Urban Policy and economic Development – An Agenda For 1990 s, A World Bank Policy Paper*. (1992). Washington, D.C.: The World Bank
137. Урошев, Н., (2007). Примена семиометричке методе за одређивање графичке оптерећености тематске карте. *Геодетска служба*, 107/2007, Београд: Републички геодетски завод
138. Урошев, Н., (2008). Анализа фактора утицаја на графичку оптерећеност тематских карата, *Гласник Српског географског друштва*, 88(3), 25-36
139. Урошев, Н., Иконовић, В., Живковић, Д. (2009). Знакови и симболи као различити нивои представљања појава у геопростору. *Гласник Српског географског друштва*, 89(3), 59-80
140. Урошев, Н. (2010). Примена алгорита за увођење аутоматизације у процесу семиоразмерног картографисања. *Гласник Српског географског друштва*, 90(3), 239-256
141. Ђурчић, П. (2003). *Војна Топографија*. Београд: Генераштаб Војске Србије и Црне Горе, Управа за школство и обуку, Војна академија
142. Forrest, D. and Castner, H. W. (1985). The design and perception of point symbols for tourist maps. *The Cartographic Journal*, 22, pp. 11–19.
143. Fitzsimons, D. E. (1985). Base Data on Thematic Maps. *American Cartographer*, 12, 57–61.
144. Франгеш, С. (2007). Захтјеви постављени сувременој картографској визуелизацији. *Картографија и геоинформације*. Загреб: ХКД, посебан број, 55-73.
145. Hake, G., Grunreich, D. and Meng, L. (2002). *Kartographie: Visualisierung raum-zeitlicher Informationen*. 8th ed., Berlin/New York: De Gruyter,.
146. Цаврић, Б., (1991). *Увод у географске информационе системе*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду
147. Cartwright, W. (2008). Art and cartographic communication. in *Cartography and Art*. ed. by Cartwright, W., Gartner, G. and Lehn, A., pp. 9–22, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag
148. Cassettari, S. (2007). More Mapping, Less Cartography: Tackling the Challenge. *The Cartographic journal* 44(1) pp. 6–12
149. Cowen, D. J. (1998). GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54: 1551-4
150. Chevreul, E. M. (1855). *The Principles of Harmony and Contrast of Colours and Their Applications to the Arts*. Translated from the French by Charles Martel, second edition, London: Longman, Brown, Green, and Longmans
151. Christophe, S., Zanin C., Roussaffa H. (2011). Colours Harmony in Cartography. *Proceedings of the 25th International Cartographic Conference*, Paris

152. Christophe, C. (2011). Creative Colours Specification Based on Knowledge (COLorLEGend system). *The Cartographic Journal* 48(2) pp. 138–145 DOI: 10.1179/1743277411Y.0000000012
153. Шеших, Б., (1988). *Основи методологије друштвених наука*. Београд: Научна књига
154. Warren, D., Bonaguro, J. (2003). Usability Testing of Community Data and Mapping Systems. <http://www.gnocdc.org/usability/usabilitytesting.html>.



**ПРИЛОГ I**  
**Алгоритам картографског моделовања инфраструктурних система употребом ГИС-а за потребе процеса израде просторних планова**



## ПРИЛОГ II.

### ФИЗИЧКИ МОДЕЛ ПОДАКА ИНФРАСТРУКТУРНИХ СИСТЕМА ЗА ПОТРЕБЕ ИЗРАДЕ РЕФЕРАЛНЕ КАРТЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЈОМ РЕФЕРАЛНА КАРТА 2 – МРЕЖА НАСЕЉА И ИНФРАСТРУКТУРНИ СИСТЕМИ

#### ПРОСТОРНИ ПЛАН ЈЕДИНИЦЕ ЛОКАЛНЕ САМОУПРАВЕ

##### РЕГИСТАР ПРОСТОРНИХ ЈЕДИНИЦА<sup>1</sup>

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Polygon   |
| ID_NSTJ1   | Character | 3           | NSTJ1 kod   |
| NSTJ1      | Character | 30          | Ime NSTJ1   |
| ID_NSTJ2   | Character | 4           | NSTJ2 kod   |
| NSTJ2      | Character | 30          | Ime NSTJ2   |
| ID_NSTJ3   | Character | 5           | NSTJ3 kod   |
| NSTJ3      | Character | 30          | Ime NSTJ3   |
| ID_OBLASTI | Numeric   | 2           | Jedinstveni identifikacioni broj / Šifra upravnog okruga            |
| OBLAST     | Character | 30          | Naziv oblasti kojoj JLS pripada/ Ime upravnog okruga                |
| ID_OPSTINE | Numeric   | 5           | Jedinstveni identifikacioni broj / Matični broj opštine             |
| OPSTINA    | Character | 30          | ime opštine/Jedinice lokalne samouprave                             |
| ID_KO      | Numeric   | 6           | Jedinstveni identifikacioni broj / Matični broj katastarske opštine |
| KO         | Character | 30          | Ime katastarske opštine   |
| ID_KPA     | Character | 10          | Oznaka katastarske parcele  |
| NAPOМЕНА   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

<sup>1</sup> Преузети у потпуости из званичног Регистра просторних јединица у надлежности Републичког геодетског завода

### Инфраструктурни системи – саобраћај – друмски саобраћај

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља  |
|------------|-----------|-------------|--|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Line   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su uradene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul>  |
| PUT        | Character | 1           | Tip saobraćajnice <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Autoput</li> <li>• 1 – Državni put I reda</li> <li>• 2 – Državni put II reda</li> <li>• O – Opštinski put</li> <li>• L – Lokalni put</li> <li>• N – Naseljska saobraćajnica</li> <li>• B – Biciklistička staza</li> <li>• G – Gondola</li> <li>• P – Pešačka staza</li> <li>• Z - Žičara</li> </ul> |
| OZNAKA     | Character | 7           | Oznaka puta prema uredbi o kategorizaciji državnih puteva  |
| E_OZNAKA   | Character | 5           | Međunarodna oznaka puta  |
| IZGRADJEN  | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• I – Izgrađen</li> <li>• N – Neizgrađen</li> <li>• U – U izgradnji</li> <li>• R - Rekonstrukcija</li> </ul>   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> <li>• U – Ukida se</li> </ul>  |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje  |

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Point   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| ASTANICA   | Character | 2           | AS – Autobuska stanica  |
| AS_NAZIV   | Character | 50          | Naziv autobuske stanice   |
| PETLJA     | Character | 2           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• P – Petlja</li> <li>• DR – Denivelisana raskrsnica</li> </ul>  |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

## Инфраструктурни системи – саобраћај – железнички саобраћај

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Line  |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| PRUGA      | Character | 1           | Tip pruge <ul style="list-style-type: none"> <li>• M – Međunarodna</li> <li>• R – Regionalna</li> <li>• L – Lokalna</li> </ul>  |
| OZNAKA     | Character | 7           | Oznaka pruge  |
| POGON      | Character | 1           | Vrsta pogona <ul style="list-style-type: none"> <li>• E – Elektrificirana</li> <li>• D – Dizel/Neelektrificirana</li> </ul>   |
| KOLOSEKBR  | Character | 2           | Broj koloseka <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 – Jedan kolosek</li> <li>• 2 – Dva koloseka</li> </ul>   |
| KOLOSEKTIP | Character | 2           | Tip koloseka <ul style="list-style-type: none"> <li>• S – Standardni kolosek</li> <li>• U – Uski kolosek</li> </ul>   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> <li>• U – Ukida se</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Point   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| ŽSTANICA   | Character | 1           | ZS – Železnička stanica   |
| OZNAKA     | Character | 50          | Naziv železničke stanice  |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

### Инфраструктурни системи – саобраћај – ваздушни саобраћај

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Point   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| AERODROM   | Character | 1           | Tip aerodroma <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Aerodrom</li> <li>• L – Letilište</li> <li>• H – Heliodroom</li> </ul>   |
| OZNAKA     | Character | 7           | Oznaka aerodroma  |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> <li>• U – Ukida se</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

### Инфраструктурни системи – саобраћај – водни саобраћај

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Point   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| LUKA       | Character | 1           | Tip luke <ul style="list-style-type: none"> <li>• L – Luka</li> <li>• P – Pristanište</li> </ul>  |
| OZNAKA     | Character | 7           | Oznaka luke   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

## Инфраструктурни системи – саобраћај – гранични прелаз

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља  |
|------------|-----------|-------------|--|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Line   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul>  |
| PRELAZ     | Character | 1           | Tip prelaza <ul style="list-style-type: none"> <li>• D – Drumski</li> <li>• V – Vodni</li> <li>• Ž – Železnički</li> <li>• A - Vazdušni</li> </ul>   |
| NAZIV      | Character | 100         | Naziv граничног прелаза  |
| DRŽAVE     | Character | 5           | Između država <ul style="list-style-type: none"> <li>• SR HU – Srbija - Madjarska</li> <li>• SR HR – Srbija – Hrvatska</li> <li>• SR RS – Srbija – Republika Srpska</li> <li>• SR BH – Srbija – Bosna i Hercegovina</li> <li>• SR CG – Srbija – Crna Gora</li> <li>• SR MK – Srbija – Makedonija</li> <li>• SR AL – Srbija – Albanija</li> <li>• SR BG – Srbija – Bugarska</li> <li>• SR RO – Srbija – Rumunija</li> </ul> |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> </ul>  |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje  |

### Водопривредна инфраструктура

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Point   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| REZERVOAR  | Character | 1           | R - Rezervoar   |
| IZVORIŠTE  | Character | 1           | I - Izvorište   |
| VODOZAHVAT | Character | 1           | V - Vodozahvat  |
| PUMPNA_ST  | Character | 2           | PS – Pumpna stanica   |
| CRPNA_ST   | Character | 2           | CS – Crpna stanica  |
| HIDROST    | Character | 2           | HS - Hidrostanica   |
| PPOV       | Character | 4           | PPOV – Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

### Водопривредна инфраструктура

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Line  |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| VODOVOD    | Character | 1           | V - Vodovod   |
| KOLEKTOR   | Character | 1           | F – Fekalni kolektor  |
| KANALIZACI | Character | 2           | Tip kanalizacije <ul style="list-style-type: none"> <li>• FK – Fekalna analizacija</li> <li>• KK – Kišna kanalizacija</li> <li>• OK – Opšti sistem kanalizacije</li> </ul>                                      |
| REGULACIJA | Character | 2           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• RK – Regulacija rečnog korita</li> </ul>   |
| TIP        | Character | 1           | Tip voda <ul style="list-style-type: none"> <li>• M – Magistralni</li> <li>• D - Distributivni</li> </ul>   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

## Енергетска инфраструктура

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Point   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su uradene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul>   |
| ELEKTRANA  | Character | 3           | Tip elektrane <ul style="list-style-type: none"> <li>• HE- Hidroelektrana</li> <li>• MHE – Mala hidroelektrana</li> <li>• TE- Termoelektrana</li> <li>• NE – Nuklearna elektrana</li> <li>• VE - Vetroelektrana</li> <li>• BE - Bioelektrana</li> </ul> |
| TOPLANA    | Character | 2           | TO - Toplana  |
| TRAFOST    | Character | 7           | Naponski nivo <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10/0.4 – 10/0.4 KV</li> <li>• 35/10 – 35/10 KV</li> <li>• 110/35 – 110/35 KV</li> <li>• 220/110 – 220/110 KV</li> <li>• 400/220 – 220/110 KV</li> </ul>  |
| GMRS       | Character | 4           | GMRS – Glavna merno-regulaciona stanica   |
| MRS        | Character | 3           | MRS – Merno-regulaciona stanica   |
| GRC        | Character | 3           | GRC – Glavni razdelni čvor  |
| TERMINALPV | Character | 2           | TP – Terminal produktovoda  |
| TERMALNIIZ | Character | 3           | TMI – Termo mineralni izvor   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |



## Енергетска инфраструктура

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Line  |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su uradene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| DALEKOVOD  | Character | 1           | D – Dalekovod   |
| NAPON      | Character | 3           | Naponski nivo <ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 – 400KV</li> <li>• 220 – 220KV</li> <li>• 110 – 110KV</li> <li>• 35 – 35KV</li> </ul>  |
| GASOVOD    | Character | 1           | G – Gasovod   |
| PRITISAK   | Character | 3           | Pritirak <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-4 – 1 do 4bar</li> <li>• 6-12 – 6 do 12bar</li> <li>• 50 – do 50bar</li> </ul>  |
| PRODUKTOV  | Character | 1           | P – Produktovod   |
| TOPLOVOD   | Character | 1           | T - Toplovod  |
| TIP        | Character | 1           | Tip voda <ul style="list-style-type: none"> <li>• M – Magistralni</li> <li>• D - Distributivni</li> </ul>   |
| REGULACIJA | Character | 2           | RK – Regulacija rečnog korita   |
| POLOZAJ    | Character | 1           | Položaj voda <ul style="list-style-type: none"> <li>• N – Nadzemno</li> <li>• P – Podzemno</li> </ul>   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> <li>• U – Ukida se</li> </ul>   |
| NAPOMENA   | Character | 200         | Dodatno objašnjenje   |

### Електронске комуникације и поштански саобраћај

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Point   |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| POŠTA      | Character | 1           | P- Pošta  |
| KOMST      | Character | 2           | KS – Komutacioni stepen   |
| KOMCT      | Character | 2           | KC – Komutacioni centar   |
| MSAN       | Character | 4           | MSAN – Multi-service access node, krajnja centrala  |
| BAZNAST    | Character | 2           | BS – Bazna stanica  |
| ATC        | Character | 3           | ATC – Automatska telefonska centrala  |
| RRP        | Character | 3           | RRP – Radio relejni predajnik   |
| RTVPRED    | Character | 3           | RTV – Predajnik radio i TV signala  |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> <li>• U – Ukida se</li> </ul>   |

### Електронске комуникације и поштански саобраћај

| Назив поља | Тип поља  | Дужина поља | Опис поља   |
|------------|-----------|-------------|---|
| SHAPE      | BLOB      | –           | Line  |
| RAZMER     | Numeric   | 3           | Razmer u kome su urađene referalne karte <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 – 1:25000</li> <li>• 50 – 1:50000</li> <li>• 100 – 1:100000</li> <li>• 200 – 1:200000</li> <li>• 300 – 1:300000</li> </ul> |
| OPTICKIKAB | Character | 2           | OK- Optički kabl  |
| SIMKABLA   | Character | 2           | SK- Simetrični kabl   |
| KOKABL     | Character | 2           | KK- Koaksijalni kabl  |
| RRV        | Character | 3           | RRV- Radio relejna veza   |
| STATUS     | Character | 1           | Status <ul style="list-style-type: none"> <li>• A – Postojeće</li> <li>• P – Planirano</li> <li>• U – Ukida se</li> </ul>   |

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а \_\_\_\_\_

број уписа \_\_\_\_\_

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

**Потпис докторанда**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске  
верзије докторског рада**

Име и презиме аутора \_\_\_\_\_

Број уписа \_\_\_\_\_

Студијски програм \_\_\_\_\_

Наслов рада \_\_\_\_\_

Ментор \_\_\_\_\_

Потписани \_\_\_\_\_

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанда**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

---

---

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

**Потпис докторанда**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## БИОГРАФИЈА АУТОРА

Мр Александар Ђорђевић, дипломирани просторни планер, рођен је у Београду 9. септембра 1979. године, где је завршио основну и средњу школу. Редовне студије уписане школске 1998/1999. године на Географском факултету Универзитета у Београду, смер Просторно планирање, завршио је у редовном року са просечном оценом 9.87 и оценом 10 на дипломском испиту. Последипломске студије уписао је школске 2003/04. године на матичном факултету на смеру Геопросторне основе животне средине, где је у законском року са успехом положио све планом предвиђене испите са просечном оценом 10. Магистарску тезу под називом *Улога ГИС-а у програмирању развоја јавне комуналне инфраструктуре*, пријавио је 2007. године а одбранио 13. јуна 2008. године и стекао академски назив магистар географских наука за област географски информациони системи.

Године 2007. засновао је радни однос на одређено време на Географском факултету у Београду као стручни сарадник након чега је 2008. изабран, а 2012. реизабран у звање асистента.

Члан је Асоцијације просторних планера Србије и Српског географског друштва.

Уредник је једне књиге и рецензент два издања.

Области професионалног интересовања кандидата су: географски информациони системи, просторно планирање, картографија и планирање инфраструктурних система. У научном ангажовању до сада је објавио и презентовао 32 рецензирана научна и стручна рада. Учествовао је у 2 монографије. На бројним скуповима и конференцијама у земљи и иностранству саопштио је резултате до којих је дошао у својим истраживањима. У досадашњем раду учествовао је у изради три научно-истраживачка пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја, изради Просторног плана Републике Србије, три просторна плана подручја посебне намене, седам просторних планова јединице локалне самоуправе, и више програма, студија и домаћих и међународних пројеката.