

**REPUBLIKA E SHQIPËRISË**  
**UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS**  
**FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE**

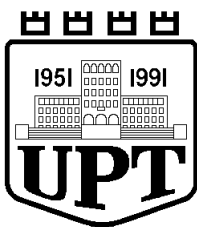
**PËRDORIMI I ALGORITMEVE PËR ZGJIDHJEN E PROBLEMEVE**  
**NË OPTIMALIZIMIN E TRANSPORTIT URBAN**

**RAST STUDIMI: PRISHTINA**

**NGA**

**ASTRIT SALLAUKA**

**QERSHOR 2020**



**REPUBLIKA E SHQIPËRISË**  
**UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS**  
**FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE**

**DISERTACION**  
**PARAQITUR NË KËRKIM TË GRADËS SHKENCORE**  
**DOKTOR**

**PRAN FAKULETIT TË INXHINIERISË MEKANIKE TË UNIVERSITETIT**  
**POLITEKNIK TË TIRANËS**

**TEMA**

**PËRDORIMI I ALGORITMEVE PËR ZGJIDHJEN E PROBLEMEVE**  
**NË OPTIMALIZIMIN E TRANSPORTIT URBAN**

**RAST STUDIMI: PRISHTINA**

Përgatitur nga:

**MSc. Astrit SALLAUKA**

Udhëheqës Shkencor:

**Prof.Dr. Ramë Likaj**

**QERSHOR 2020**

DISERTACIONI i përgatitur nga MSc. Astrit Sallauka

Me temë: **Përdorimi i algoritmeve për zgjidhjen e problemeve në optimalizimin e transportit urban**

UDHËHEQËS SHKENCOR

Prof.Dr. Ramë Likaj

I APROVUAR nga JURIA:

|                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| Juria e Doktoratës, Kryetari | Prof. Asoc. Miranda KULLOLLI |
|------------------------------|------------------------------|

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| Juria e Doktoratës, Anëtar | Prof. Asoc. Koço BODE |
|----------------------------|-----------------------|

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Juria e Doktoratës, Anëtar | Prof. Asoc. Dhimitraq SOTJA |
|----------------------------|-----------------------------|

|                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| Juria e Doktoratës, Anëtar | Prof. Asoc Arben DUSHI |
|----------------------------|------------------------|

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| Juria e Doktoratës, Anëtar | Prof. Dr. Ahmet SHALA |
|----------------------------|-----------------------|

## **DEKLARATË MBI ORIGINALITETIN**

Unë, i nënshkruari ASTRIT SALLAUKA deklaroj me përgjegjësi të plotë se i gjithë informacioni në këtë dokument është marrë dhe paraqitur në përputhje të plotë me rregullat akademike dhe sjelljen etike.

Unë, gjithashtu deklaroj se, bazuar në këto kërkesa dhe rregulla kam cituar të gjitha të dhënat, tabelat, figurat dhe frazat në tekst, të cilat janë riprodhuar prej ndonjë burimi tjetër, duke përfshirë edhe internetin dhe nuk janë origjinale në këtë punim.

Kjo tezë nuk është dorëzuar në asnjë universitet apo institucion tjetër për dhënien e gradës shkencore doktor.

Emër, mbiemër : ASTRIT SALLAUKA

Firma :

Data :

## **ABSTRAKT**

# **PËRDORIMI I ALGORITMAVE PËR ZGJIDHJEN E PROBLEMEVE NË OPTIMALIZIMIN E TRANSPORTIT URBAN**

**RAST STUDIMI: PRISHTINA**

**MSc. Astrit SALLAUKA**

Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike, Universiteti Politeknik i Tiranës

Udhëheqës Shkencor: Prof.Dr. Ramë Likaj

Mars, 2019, 133 faqe

Studimi i rrjetit ekzistues të një zone të ndërtuar pa një plan urbanistik (studim urban) sa është i vështirë po aq edhe kompleks. Një studim i tillë kërkon qasje gjithëpërfshirëse duke analizuar çdo parametër i cili ka ndikim në zhvillimin e transportit në të ardhmen, duke përfshirë statistikën e trafikut, anketime të gjithë pjesëmarrësve të trafikut në zonat dhe lagjet në zonën e studimit, gjeometrive të rrugëve, hartave të rrugëve dhe objekteve të vendosura nëpër lagje, etj. Për të siguruar këto të dhëna kërkohet shumë punë dhe kohë e gjatë, prandaj ky studim përfshin një periudhë të gjatë hulumtimi dhe studimi. Pas grumbullimit të këtyre të dhënave të nevojshme, përmes programeve të ndryshme të tilla si softuerët GIS- Geographic Information System, GRASS- Geographic Resources Analysis Support System, si dhe metodat për analiza të trafikut, ne mund të përmirësojmë nivelin e shërbimeve duke shtuar, ndryshuar ose eliminuar ndonjë nga rrugët problematike si dhe rrugët e mbingarkuara. Ideja dhe qëllimi kryesor i punimit është implementimi i algoritmit Dijkstra në Python dhe MatLAB me qëllimin që optimalizimi i trafikut urban të shkojë një hap më tutje duke analizuar përveç rrugës më të shkurtër të linjës edhe gjetjen e rrugës më të mirë. Duke integruar të gjitha linjat në rrjet, me qëllimin që të ofrohet shërbim me trafik urban në të gjitha zonat e banuara në zonën e studimit. Në këtë studim paraqitet modeli i optimalizimit të linjave të trafikut urban duke përdorur parametra të ndryshëm për gjetjen e rrugës më të mirë ndërmjet dy pikave referente përmes algoritmit Dijkstra.

**Fjalët kyçe:** Softueri GIS • Analiza e trafikut urban • Analiza e rrugëve të shkurtra të linjave • Modeli i optimalizimit të linjave • Python • MatLAB • Dijkstra

## **ABSTRACT**

# **USING ALGORITHMS TO SOLVE PROBLEMS IN URBAN TRANSPORT OPTIMIZATION**

## **CASE STUDY: PRISHTINA**

**MSc. Astrit SALLAUKA**

Faculty of Mechanical Engineering, Polytechnic University of Tirana

PhD supervisor: Prof. Dr. Ramë Likaj

March 2019, 142 pages

The study of the existing street network of a neighborhood, built without a layout plan (urban study), is both a very difficult and a complex problem. A detailed study requires inclusive approach by analysing every single parameter which influences the development of future transport, including traffic statistics, surveying all traffic participants in the neighborhoods around the study area, streets geometry, maps of the streets network and current facilities located through the area, etc. To ensure the collection of the necessary records for an efficient analysis, a lot of work and a long time is needed. Therefore this paper represents a long period of research and analysis of the relevant data. After collecting the necessary data, the analysis are conducted through various software programmes, such as GIS- Geographic Information System software, GRASS- Geographic Resources Analysis Support System, and the traffic analysis methods, we can improve the level of services by adding or eliminating any of the problematic and/or overloaded routes. The main idea and scope of the study is the implementation of the Dijkstra algorithm in Python and MatLAB in order to move the urban traffic optimization to another step by analyzing both the shortest routes and the best routes, by integrating all the lines into the network. It has to be done with the aim to providing better lines interoperability of urban traffic services to all inhabited areas in the study focus. This dissertation presents the model of optimization of urban traffic lines using different parameters for finding the best route between two reference points via the Dijkstra algorithm.

**Keywords:** GIS Software • Urban traffic analysis • Line short path analysis • Line optimization model • Python • MatLAB •Dijkstra

## DEDIKIM

Familjes time në përgjithësi  
E fëmijëve të mi në veçanti

# Falënderim

Para së gjithash dëshiroj të falënderoj familjen time, prindërit, vëllain, motrën dhe gjithë të afërmit për përkrahjen e vazhdueshme gjatë gjithë kohës së studimeve, në veçanti dëshiroj të falënderoj gruan time, e cila gjatë gjithë kohës sa kam punuar në këtë studim ka qenë krah meje, duke mos kursyer asgjë nga vetja e saj që qëllimet e mia ti jenë të arritshme. Dëshiroj ti kërkoj falje djalit tim Rubinit i cili shpeshherë ka kaluar kohën duke më kërkuar rreth e përqark apartamentit tim kur unë isha i mbyllur në kabinetin tim duke studiuar.

Shpreh mirënjohjen time të sinqertë për udhëheqësin Prof.Dr. Ramë Likaj pastaj Prof.Ass.Dr. Xhevahir Bajrami dhe mikun tim MSc. Blendi Gashi ndihma dhe udhëzime e vazhdueshme të cilëve më ndihmuan jashtë mase gjatë gjithë periudhës së studimeve.

Një falënderim të veçantë dëshiroj ti shpreh profesorëve të Shkollës së Doktoratës të Universitetit Politeknik të Tiranës si dhe kolegëve doktorant.

## **Përmbajtja**

|                                                                               |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| LISTA E FIGURAVE.....                                                         | II                           |
| LISTA E TABELAVE.....                                                         | IV                           |
| LISTA E SHKURTESAVE DHE SIMBOLEVE .....                                       | V                            |
| <b>KAPITULLI I – HYRJE.....</b>                                               | <b>1</b>                     |
| 1.1. PRISHTINA.....                                                           | 2                            |
| <b>KAPITULLI II – PREZANTIMI I PROBLEMIT DHE SUBJEKTI I HULUMTIMIT .....</b>  | <b>5</b>                     |
| 2.1. QËLLIMI I PUNIMIT DHE OBJEKTIVAT KËRKIMORE .....                         | 5                            |
| 2.2. MOTIVACIONI.....                                                         | 6                            |
| 2.3. PYETJET QË KËRKOJNË PËRGJIGJE PËR TË ARRITUR QËLLIMIN E HULUMTIMIT ..... | 7                            |
| 2.4. HIPOTEZAT E HULUMTIMIT .....                                             | 7                            |
| 2.5. SOFTUERËT E PËRDORUR.....                                                | 8                            |
| 2.5.1. QGIS.....                                                              | 8                            |
| 2.5.2. GRASS GIS .....                                                        | 9                            |
| 2.6. METODAT E HULUMTIMIT.....                                                | 10                           |
| <b>KAPITULLI III – SHQYRTIMI I LITERATURËS.....</b>                           | <b>12</b>                    |
| 3.1. LITERATURA E TRAJTUAR.....                                               | 12                           |
| 3.2. TEORIA E GRAFEVE .....                                                   | 13                           |
| 3.3. RRJETI I TRANSPORTIT.....                                                | 14                           |
| 3.4. ANALIZA E LINJAVE DHE RRUGËT E SHKURTRA.....                             | 18                           |
| 3.5. ALGORITMI DIJKSTRA .....                                                 | 36                           |
| 3.6. GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS).....                                 | 43                           |
| 3.7. DUKURITË E ANALIZUARA .....                                              | 46                           |
| 3.8. KONKLUSIONE DHE LITERATURA PËR KAPITULLIN III .....                      | 48                           |
| <b>KAPITULLI IV – ANALIZA E GJENDJES EKZISTUESE.....</b>                      | <b>49</b>                    |
| 4.1. PËRMBLEDHJA E AKTIVITETEVE .....                                         | 49                           |
| 4.2. PËRZGJEDHJA DHE PËRSHKRIMI I ZONËS SË STUDIMIT .....                     | 50                           |
| 4.3. MBLEDHJA I TË DHËNAVE.....                                               | 53                           |
| 4.4. KRIJIMI I MODELIT TË DETAJUAR TË TRANSPORTIT PËR ZONËN E STUDIUAR .....  | 69                           |
| 4.5. ANALIZA E RRJETIT TË TRANSPORTIT PUBLIK .....                            | 71                           |
| 4.5.1. Analiza e korridoreve të shpërndarjes së autobusëve nëpër linja .....  | 71                           |
| 4.5.2. Mbulimi i zonës me transport publik.....                               | 75                           |
| 4.5.3. Volumet e pasagjerëve.....                                             | 77                           |
| 4.6. ZBATIMI DHE ADRESIMI I PROBLEMIT.....                                    | 78                           |
| 4.7. KONKLUSIONET DHE LITERATURA E KAPITULLIT IV .....                        | 82                           |
| <b>KAPITULLI V – TË GJETURAT DHE REZULTATET.....</b>                          | <b>84</b>                    |
| 5.1. REZULTATET E IMPLEMENTIMIT TË DIJKSTRA NË PYTHON .....                   | 84                           |
| 5.2. MANGËSIT.....                                                            | ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. |
| 5.3. STUDIMI NË TË ARDHMEN.....                                               | 87                           |
| <b>KAPITULLI VI – KONKLUSIONE DHE REKOMANDIME .....</b>                       | <b>88</b>                    |
| <b>REFERENCAT .....</b>                                                       | <b>91</b>                    |
| <b>APPENDICES A.....</b>                                                      | <b>96</b>                    |
| <b>APPENDICES B.....</b>                                                      | <b>98</b>                    |

## Lista e figurave

|                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 1. Prishtina .....</i>                                                                                                  | <i>2</i>  |
| <i>Figura 2. Pamja satelitore e qytetit të Prishtinës .....</i>                                                                   | <i>3</i>  |
| <i>Figura 3. Pamja fillestare pas hapjes së QGIS 3.....</i>                                                                       | <i>8</i>  |
| <i>Figura 4. Pamja fillestare e QGIS 2 .....</i>                                                                                  | <i>9</i>  |
| <i>Figura 5. Pamja fillestare pas hapjes së softuerit GRASS.....</i>                                                              | <i>10</i> |
| <i>Figura 6. Rrjeti i rrugëve të Prishtinës brenda zonës urbane.....</i>                                                          | <i>15</i> |
| <i>Figura 7. Linjat e transportit publik.....</i>                                                                                 | <i>16</i> |
| <i>Figura 8. Nr. i autobusëve për sektor të rrugës.....</i>                                                                       | <i>17</i> |
| <i>Figura 9. Analiza e distancave të shkurtra të transportit.....</i>                                                             | <i>21</i> |
| <i>Figura 10. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 1.....</i>                                                               | <i>22</i> |
| <i>Figura 11. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 2.....</i>                                                               | <i>23</i> |
| <i>Figura 12. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 3.....</i>                                                               | <i>24</i> |
| <i>Figura 13. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 3A.....</i>                                                              | <i>25</i> |
| <i>Figura 14. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 3B.....</i>                                                              | <i>26</i> |
| <i>Figura 15. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 4.....</i>                                                               | <i>27</i> |
| <i>Figura 16. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 5.....</i>                                                               | <i>28</i> |
| <i>Figura 17. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 6A.....</i>                                                              | <i>29</i> |
| <i>Figura 18. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 6.....</i>                                                               | <i>30</i> |
| <i>Figura 19. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 7.....</i>                                                               | <i>31</i> |
| <i>Figura 20. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 7A.....</i>                                                              | <i>32</i> |
| <i>Figura 21. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 7B.....</i>                                                              | <i>33</i> |
| <i>Figura 22. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 8.....</i>                                                               | <i>34</i> |
| <i>Figura 23. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 10.....</i>                                                              | <i>35</i> |
| <i>Figura 24. Lidhja e nyjeve .....</i>                                                                                           | <i>36</i> |
| <i>Figura 25. Harku ndërmjet dy nyjave .....</i>                                                                                  | <i>37</i> |
| <i>Figura 26. Rrugët e mundshme për të arritur nga origjina në destinacion të linjës 6a të TU i paraqitur në formë grafi.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Figura 27. Distanca nga A deri tek nyja B.....</i>                                                                             | <i>40</i> |
| <i>Figura 28. Distanca nga A deri tek nyja C.....</i>                                                                             | <i>41</i> |
| <i>Figura 29. Distanca nga A deri tek nyja D.....</i>                                                                             | <i>41</i> |
| <i>Figura 30. Distanca nga A deri tek nyja E.....</i>                                                                             | <i>41</i> |
| <i>Figura 31. Distanca nga A deri tek nyja F.....</i>                                                                             | <i>42</i> |
| <i>Figura 32. Distanca nga A deri tek nyja G.....</i>                                                                             | <i>42</i> |
| <i>Figura 33. Distanca nga A deri tek nyja H.....</i>                                                                             | <i>42</i> |

|                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figura 34. Distanca nga A deri tek nyja I.....</i>                                                                        | <i>43</i> |
| <i>Figura 35. Shtresat e ndryshme të GIS .....</i>                                                                           | <i>44</i> |
| <i>Figura 36. Dallimi ndërmjet të dhënave në GIS [1] .....</i>                                                               | <i>45</i> |
| <i>Figura 37. Qasja e qytetarit në rrjetin e transportit urban .....</i>                                                     | <i>47</i> |
| <i>Figura 38. Harta e zonës së studimit (bazuar në hartat Google, Open Street dhe informata të tjera të plotësuara).....</i> | <i>51</i> |
| <i>Figura 39. Vend-pritjet e trafikut urban të nxjerra nga OpenStreetMap.....</i>                                            | <i>55</i> |
| <i>Figura 40. Tabelat për ruajtjen e të dhënave .....</i>                                                                    | <i>57</i> |
| <i>Figura 41. Ruajtja e të dhënave për vend-pritje në SQL.....</i>                                                           | <i>57</i> |
| <i>Figura 42. Grumbullimi i vend-pritjeve sipas rrugëve.....</i>                                                             | <i>58</i> |
| <i>Figura 43. Qasja nga pjesa qendrore e qytetit sipas linjave ekzistuese .....</i>                                          | <i>58</i> |
| <i>Figura 44. Qasja nga pjesa lindore e qytetit sipas linjave ekzistuese .....</i>                                           | <i>59</i> |
| <i>Figura 45. Qasja nga pjesa jugore e qytetit sipas linjave ekzistuese .....</i>                                            | <i>59</i> |
| <i>Figura 46. Qasja nga pjesa jugore e Prishtinës .....</i>                                                                  | <i>60</i> |
| <i>Figura 47. Qasja nga pjesa veriore e Prishtinës .....</i>                                                                 | <i>60</i> |
| <i>Figura 48. Qasja nga pjesa qendrore e Prishtinës .....</i>                                                                | <i>61</i> |
| <i>Figura 49. Gjetja e rrugës më të shkurtë përmes algoritmit Dijkstra.....</i>                                              | <i>64</i> |
| <i>Figura 50. Vizualizimi i rrugës më të shkurtë të gjetur me algoritmin Dijkstra.....</i>                                   | <i>64</i> |
| <i>Figura 51. Gjetja e rrugës më të shkurtër nga OpenStreetMap.....</i>                                                      | <i>65</i> |
| <i>Figura 52. Vizualizimi i rrugëve më të shkurtra sipas distancës së vend-pritjeve.....</i>                                 | <i>66</i> |
| <i>Figura 53. Distanca e mbulimit të zonës nga stacionet me radius 250m.....</i>                                             | <i>67</i> |
| <i>Figura 54. Distanca e mbulimit të zonës nga stacionet me radius 500m.....</i>                                             | <i>68</i> |
| <i>Figura 55. Transporti urban mbulon pjesën qendrore të zonës urbane të Prishtinës.</i>                                     | <i>69</i> |
| <i>Figura 56. Analiza e dendësisë së linjave të trafikut urban në kohën e pikut .....</i>                                    | <i>72</i> |
| <i>Figura 57. Numri i shërbimeve të udhëtimit në orën kulmore (të pikut).....</i>                                            | <i>74</i> |
| <i>Figura 58. Mbulimi i zonës.....</i>                                                                                       | <i>76</i> |
| <i>Figura 59. Vëllimet e pasagjerëve në ditë.....</i>                                                                        | <i>77</i> |
| <i>Figura 60. Linjat e propozuara të TU.....</i>                                                                             | <i>85</i> |

## Lista e tabelave

|                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tabela 1. Numri i përgjithshëm i ndërtesave publike/sociale që duhet të ketë qyteti i Prishtinës deri në vitin 2023.....</i> | <i>4</i>  |
| <i>Tabela 2. Itinerari i linjave nga e hëna deri të premten.....</i>                                                            | <i>18</i> |
| <i>Tabela 3. Itinerari i linjave për ditën e shtunë.....</i>                                                                    | <i>19</i> |
| <i>Tabela 4. Itinerari i linjave për ditën e diel.....</i>                                                                      | <i>19</i> |
| <i>Tabela 5. Grafi në formë tabelare.....</i>                                                                                   | <i>39</i> |
| <i>Tabela 6. Implementimi i Algoritmit Dijkstra (matrica).....</i>                                                              | <i>39</i> |
| <i>Tabela 7. Rrugët më të shkurtra nga nyja A deri te secila nyje.....</i>                                                      | <i>40</i> |
| <i>Tabela 8. Lista me ofrues të të dhënave GIS.....</i>                                                                         | <i>46</i> |
| <i>Tabela 9. Numri i popullsisë sipas zonave.....</i>                                                                           | <i>52</i> |
| <i>Tabela 10. Të dhënat e nevojshme.....</i>                                                                                    | <i>53</i> |
| <i>Tabela 11. Koordinatat e vendeve të pritjes.....</i>                                                                         | <i>56</i> |
| <i>Tabela 12. Numri i vendeve të pritjeve për rrugë.....</i>                                                                    | <i>58</i> |
| <i>Tabela 13. Paraqitja e matricës së distancave ndërmjet vendeve të pritjes.....</i>                                           | <i>62</i> |
| <i>Tabela 14. Distancat ndërmjet vend-pritjeve.....</i>                                                                         | <i>63</i> |
| <i>Tabela 15. Distancat e rrugëve më të shkurtra për disa linja.....</i>                                                        | <i>66</i> |
| <i>Tabela 16. Karakteristikat e rrjetit (vlerat nga modeli i transportit).....</i>                                              | <i>70</i> |
| <i>Tabela 17. Numri i udhëtarëve në linjën “Linja 1” sipas stacioneve.....</i>                                                  | <i>79</i> |
| <i>Tabela 18. Numri i udhëtarëve që lidhen në rrjet dhe atyre që dalin nga rrjeti i transportit urban.....</i>                  | <i>79</i> |
| <i>Tabela 19. Numri i udhëtarëve të shërbyer për çdo stacion.....</i>                                                           | <i>80</i> |
| <i>Tabela 20. Paraqitja e vlerave të normalizuara të distancave dhe numrit të udhëtarëve për stacione.....</i>                  | <i>81</i> |
| <i>Tabela 21. Pesha e përzgjedhjes ndërmjet vend-pritjeve.....</i>                                                              | <i>82</i> |

## Lista e shkurtesave dhe simboleve

|           |                                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
| AKS       | Agjensioni Kosovar i Statistikave                                         |
| DU        | Drejtoria e Urbanizmit të Komunës së Prishtinës                           |
| Fig.      | Figura                                                                    |
| GIS       | Geographic Information System                                             |
| GRASS     | Geographic Resources Analysis Support System                              |
| MPHK      | Ministria e planifikimit hapësinor të Kosovës                             |
| OSM       | Open Street Map                                                           |
| PZHU      | Plani Zhvillimor Urban                                                    |
| RKS       | Republika e Kosovës                                                       |
| SGJT      | Studimi gjithëpërfshirës i Transportit                                    |
| TPr       | Transporti Privat                                                         |
| TPu       | Transporti Publik                                                         |
| TU        | Trafiku Urban                                                             |
| ZU        | Zona Urbane                                                               |
| h         | Orë                                                                       |
| $N_t$     | Numri total i udhëtarëve për një linjë,                                   |
| $N_i$     | Numri i udhëtarëve në stacionin përkatës                                  |
| $I_i$     | Numri i udhëtarëve që kyçen në rrjet                                      |
| $O_i$     | Numri udhëtarëve që dalin nga rrjeti                                      |
| $S$       | Numri i udhëtarëve që shërbehen në një stacion                            |
| $X_{new}$ | Vlera e normuar e udhëtarëve                                              |
| $X$       | Numri i udhëtarëve                                                        |
| $X_{min}$ | Numri minimal i udhëtarëve në stacion                                     |
| $X_{max}$ | Numri maksimal i udhëtarëve në stacion                                    |
| $S_i$     | Mesatarja e vlerave të normalizuara të distancës dhe numrit të udhëtarëve |
| $M_i$     | Vlera e distancës                                                         |
| $N_i$     | Vlera e numrit të udhëtarëve                                              |
| $S$       | Vlera mesatare e secilit stacion të përzgjedhur                           |

## Kapitulli I – HYRJE

Rritja e numrit të popullsisë, gravitimi i qytetarëve nga zonat rurale drejt atyre urbane, aktivitetet e ndryshme private dhe institucionale në kryeqytet, shfrytëzimi enorm i automjeteve motorike private për të realizuar transportin në qytet dhe jashtë tij duke anashkaluar vazhdimisht transportin publik janë disa dukuri që janë duke shfaqur efekte të mëdha negative në ambient, kohë dhe hapësirë.

Shumë studiues nëpër vite janë marrë me këto dukuri por asnjëherë nuk është arritur një model i përgjithshëm i aplikueshëm në çdo situatë urbane pasi që çdo qytet është rast në vete dhe kërkon qasje më specifike.

Optimalizimi i linjave të transportit urban është problem shumë i rëndësishëm në planifikimin e rrjetit të linjave të autobusëve. Në përgjithësi përdoruesit e transportit urban ballafaqohen me probleme në funksionimin e linjave si: koha e gjatë e pritjes në stacion, pasaktësia në oraret e mbërritjes së autobusëve, papajtueshmëria në mes të rrugëve të autobusëve dhe shtigjeve të pasagjerëve dhe kapaciteti i pamjaftueshëm. Këto probleme në përgjithësi kanë ndikuar që qytetarët të orientohen në shfrytëzimin e transportit privat i cili krijon efekte jo të favorshme duke rritur kështu konsumin e karburanteve, ndotjen e ambientit, dyndjet në trafik, nxënien e hapësirave publike për parkim dhe rritjen e aksidenteve. Njëra ndër arsyt kryesore në jo efikasitetin e transportit publik është fakti se linjat e autobusëve nuk mbulojnë rrjetin në mënyrën më të mirë. Një optimalizim i rrjetit të autobusëve ka për qëllim heqjen e dukurive të përmendura më lart duke zgjedhur kështu rrugët më të arsyeshme që lidhen me frekuencat e lëvizjes së qytetarëve.

Për të planifikuar dhe optimalizuar linjat e transportit urban mund të shfrytëzohen algoritme të ndryshëm matematikore duke zgjidhur kështu problemin e transportit urban. Logjika e këtyre algoritmeve bazohet në disa objektiva ndër të cilat dy më kryesorët janë minimizimi i kohës dhe i kilometrave duke marrë në konsideratë disa faktorë siç janë: kostoja, frekuenca e autobusëve varësisht nga rëndësia e zonave të qytetit, përkatësisht duke marrë në konsideratë lëvizjet e qytetarëve, mbulimin e linjave të autobusëve, kohën e udhëtimit dhe numrin e vend-ndaljeve [1].

Pasi që çdo problem transporti është problem në vete, përkatësisht asnjë model transporti nuk mund të aplikohet në një situatë tjetër, në punimin e tezës fillimisht do të bëhet një analizë e linjave ekzistuese, analiza e mbulueshmërisë e të gjitha zonave të qytetit, gjetja e rrugëve më të shkurtra për arritjen nga origjina (vend-nisja) deri në destinacion (vend-ndalja) me qëllim

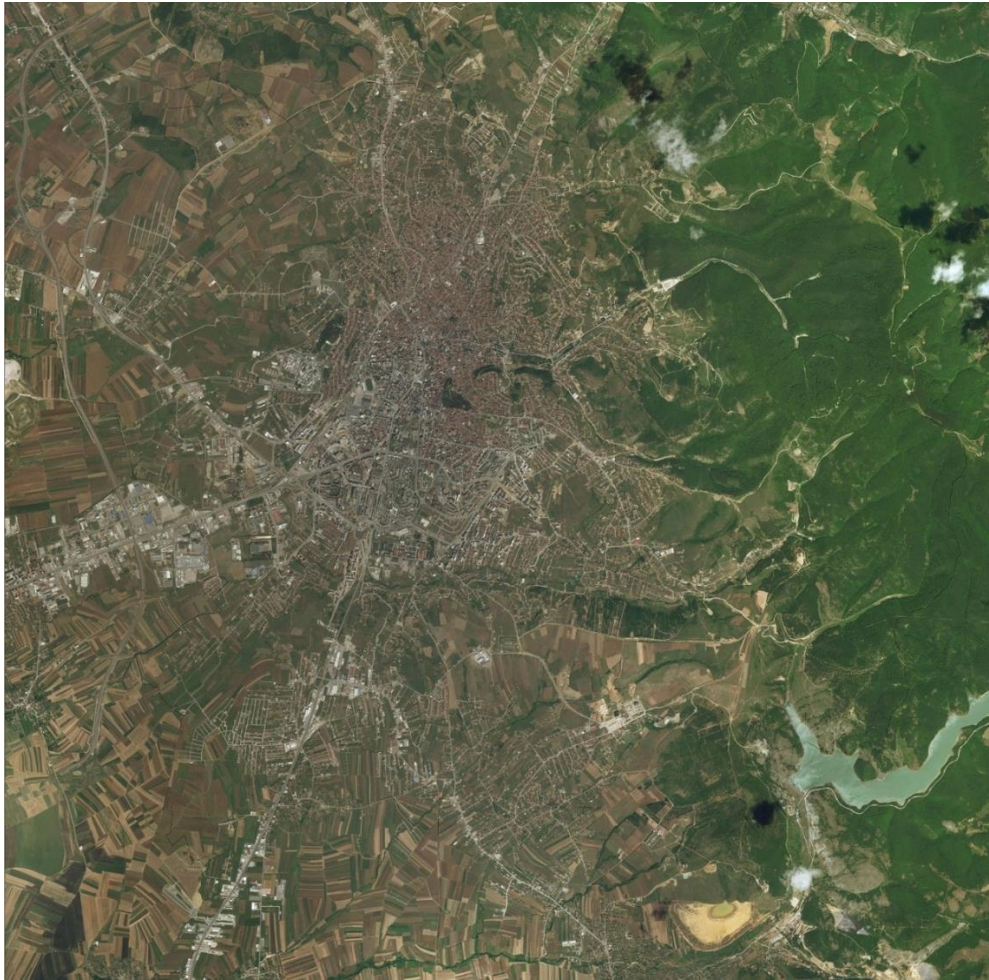
zvogëlimin e itinerarit të autobusëve, analizën e distancave të ecjes në këmbë të qytetarëve nga vendbanimi deri në stacionin më të afërt, etj. Për ti analizuar të gjitha këto dukuri në këtë tezë është përdorur sistemi gjeografik i informimit (Geographic Information System – GIS) për gjetjen e distancave më të shkurtra, por duke qenë se sistemi GIS jep distancat vetëm në vijë ajrore, atëherë nëpërmjet softuerit GRASS GIS është bërë llogaritja e distancave ndërmjet stacioneve, të cilat janë ruajtur në bazë të dhënave dhe janë përdorur më pastaj në algoritmin Dijkstra i cili mundëson gjetjen e distancave më të shkurtra nga një kulm në një kulm tjetër të graf-it përkatësisht gjetjen e rrugës më të shkurtër të linjave të trafikut urban nga një origjinë në një destinacion tjetër në hartën e rrugëve të një qyteti. Përveç llogaritjes së rrugës më të shkurtër duke shfrytëzuar algoritmin Dijkstra referuar hartës së rrugëve të Prishtinës dhe linjave aktuale, është llogaritur edhe rruga më e mirë bazuar në fluksin e udhëtarëve në stacione duke implementuar algoritmin Dijkstra në Python dhe MatLAB.

### 1.1. Prishtina

Prishtina është kryeqyteti i Kosovës, me rreth 450 000 banorë në pjesën urbane dhe sipërfaqe prej rreth 572 km<sup>2</sup>. Është qyteti më i populluar në Kosovë, ku janë të përqendruara institucionet kryesore qeveritare, diplomatike e konsullore, të arsimit të lartë, institucionet kulturore, shkencore, shëndetësore, etj.



Figura 1. Prishtina



*Figura 2. Pamja satelitore e qytetit të Prishtinës*

Prishtina në ditët e sotme përballet me një numër të madh problemesh që rrjedhin nga mungesa e planifikimit konsistent ndër vite. Rajoni i Prishtinës vuan nga një zhvillim i pa balancuar i pjesëve periferike. Në të vërtetë nuk është arritur që të koordinohen politika për zhvillimin urban periferik. Për këtë shkak politikat urbanizuese kanë qenë jo efikase. Nëse Prishtina ka përjetuar një intensifikim të pjesës ekzistuese të qytetit, periferia ka përjetuar dhe fenomenin të ashtuquajtur si shtrirje e paplanifikuar, sidomos në pjesën lindore, perëndimore dhe jugore të saj. Zhvillimi i pjesëve të ndryshme në periferi ka qenë spontan dhe i pa udhëhequr nga investimet publike. Qyteti i Prishtinës gjithashtu vuan një mungesë balance edhe midis zhvillimeve private dhe interesave publike.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <https://prishtinaonline.com/qyteti>

*Tabela 1. Numri i përgjithshëm i ndërtesave publike/sociale që duhet të ketë qyteti i Prishtinës deri në vitin 2023<sup>2</sup>*

| Lloji i ndërtesës             | Nr. i banorëve | Norma/kriteri | Nr. ndërtesave |
|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|
| Inst .parashkollore           | 600000         | 2500          | 240            |
| Shkolla fillore               |                | 4000          | 150            |
| Shkolla te mesme              |                | 16000         | 37.5           |
| Institucione shëndetësore QMF |                | 10000         | 60             |
| Qendra te komunitetit         |                | 5000          | 120            |
| Bashkësia lokale              |                | 6000          | 100            |
| Shërbime policore             |                | 25000         | 24             |
| Shërbime bankare              |                | 15000         | 40             |

Në vitet e fundit Prishtina ka humbur strukturën urbane të fituar ndër vite. Për shkak se planet kanë theksuar vetëm dimensionin ndërtimor, është humbur njësia strukturore urbane e qytetit. Kjo ka ndikuar për keq edhe në përlllogaritjet dhe sigurimin e hapësirave të nevojshme për funksione publike. Gjithashtu kjo ka ndikuar për keq edhe në organizimin e infrastrukturës dhe shërbimeve publike. [2]

Përveç problemeve të treguara më lart organizimi jo i mirë i linjave të trafikut urban gjegjësisht mbulimi jo i mirë i të gjitha zonave, mungesa e një analize të lëvizjes së qytetarëve në kohë dhe hapësirë janë duke ndikuar jashtëzakonisht në masë të madhe në anashkalimin e shfrytëzimit të transportit publik. Dukuri si këto kanë ndikuar që transporti me automjete private të jetë mënyra më e popullarizuar e transportit në qytet duke ndikuar kështu në fluks të madh të trafikut, krijimi i vazhdueshëm i situatave të bllokimit të arterieve kryesore të rrugëve në kryeqytet, e dukuri të tjera negative siç janë ndotja e ambientit, rritja e numrit të aksidenteve, rritja e kostos së udhëtimit, etj.

<sup>2</sup> Planizhvillimor Urban i Prishtinës 2012-2022, faqe 185

## **Kapitulli II – PREZANTIMI I PROBLEMIT DHE SUBJEKTI I HULUMTIMIT**

### **2.1. Qëllimi i punimit dhe objektivat kërkimore**

Ky punim ka të bëjë me aplikimin e algoritmeve dhe softuerëve me qëllim zhvillimin e mundësive në gjetjen e rrugëve alternative më të shkurtra nga një lokacion i caktuar në destinacionin e përcaktuar në sistemin e transportit publik, duke zvogëluar kështu kohën e arritjes dhe koston e transportit. [3]

Në këtë tezë fillimisht kam ofruar informata themelore të GIS, teorisë së grafikëve, problemin e rrugës më të shkurtër dhe algoritmet. Studimi i disa prej raporteve që mbulojnë përdorimin e informacionit gjeografik, teorive të grafeve dhe zhvillimit të sistemeve të transportit publik. Rasti studimor i kësaj teze ka të bëjë me 14 linja të transportit publik në Prishtinë. Ne kemi përdorur algoritmin Dijkstra si dhe GIS-softuerin për të gjetur rrugët më të shkurtra në mes të pikave specifike pastaj algoritmin Dijkstra e kemi implementuar në Python dhe MatLAB për të analizuar jo vetëm rrugën më të shkurtër por edhe rrugën më të mirë.

Përmirësimi i transportit publik për të zvogëluar shfrytëzimin e trafikut individual të motorizuar, është një nga masat e theksuara kur është fjala për reduktimin e ndikimeve negative të trafikut dhe përmirësimin e efikasitetit të një sistemi transporti. Prandaj edhe Politika Kombëtare e Transportit Urban të Republikës së Kosovës – Komunës së Prishtinës dhe Plani i Veprimtërksojnë gjithashtu këto masa. Duke u nisur nga logjika praktike del se është e drejtë që ekzistenca e një sistemi të transportit publik tërheqës është një parakusht për t'i mbajtur njerëzit larg nga përdorimi i makinave private.

Por ajo që oferta më e mirë e transportit publik është jo vetëm në cilësinë e shërbimit, por edhe në kostot, për të mbajtur klientët ekzistues apo edhe për të tërhequr klientë të rinj, varet shumë nga kushtet kornizë, si zhvillimet urbane, densiteti urban, kushtet rregullative, etj.

Prandaj është një detyrë e vështirë të hartohet një rrjet optimal i transportit publik veçanërisht në kushtet e rritjes dhe ndryshimit të shpejtë urban siç është rasti në Prishtinë. Aktualisht Sistemi i Transportit Publik në Prishtinë është në përgjithësi me autobus. Sistemi hekurudhor për momentin as që është në plan. Sidoqoftë, sistemi i ardhshëm i transportit publik do të vazhdojë të jetë shumë i varur nga shërbimet e autobusëve për të ofruar cilësi të mirë.

Prandaj, qëllimi i këtij studimi është krijimi i një mekanizmi të planifikimit për përdorim në nivel të lartë, i cili mbështet veçanërisht nga ofruesi kryesor i transportit publik në Prishtinë - NPK “Trafiku Urban”:

- Identifikimi i potencialeve për të përmirësuar rrjetin aktual (p.sh. kursimi në manovrim me autobusë duke zvogëluar shërbimet paralele, identifikimi i kërkesave) por gjithashtu,

- hartimi i një rrjeti të autobusëve në lidhje me zhvillimin e ardhshëm urban dhe zgjerimet e ardhshme të rrjetit në kryeqytet (integrimi i shërbimeve të autobusëve të TU).

Për të gjitha modifikimet e vogla të rrjetit (aktuale ose strategjike) të zbatuara në modelin e planifikimit, jepen shifra kritike të vlerësimit, si të ardhurat dhe kostot operacionale për linjë.

Qëllimi i këtij studimi është të zhvillojë një plan strategjik afatgjatë të transportit për zonën urbane të Prishtinës duke "zhvilluar një rrjet transporti dhe një plan gjithëpërfshirës mobiliteti për të gjitha mënyrat e lëvizjes, duke përfshirë këmbësorët, transportin me autobus etj., me qëllim arritjen e qasjes më të përshtatshme dhe me kosto të arsyeshme në vendin e punës, në shkollë, në të gjitha lagjet e qytetit, etj."

Detyra për të përgatitur këtë Plan Strategjik të Transportit për ZU është e caktuar për Drejtorinë e Urbanizmit të komunës së Prishtinës dhe Ministrinë e Infrastrukturës të cilat janë të mandatuara të planifikojë dhe zhvillojë në mënyrë të ekuilibruar Trafikun Urban. Prandaj detyra është kryer në bashkëpunim të ngushtë me Komunën e Prishtinës, Trafikun Urban të Prishtinës dhe Ministrinë e Infrastrukturës – drejtorinë e rrugëve si mbajtës i rëndësishëm i aksioneve publike në sektorin e transportit.

Për këtë qëllim rezultatet e planifikimit të detajuar të studimit duhet të rriten dhe të vlerësohen në nivel strategjik me anë të mjeteve të planifikimit strategjik të transportit, të cilat gjithashtu po zhvillohen në kuadër të projektit të hulumtimit të qëndrueshëm të Prishtinës.

## **2.2. Motivacioni**

Duke qenë se jetoj në Prishtinë dhe ballafaqimi me problemin e transportit publik ka qenë aktual gjatë gjithë kohës së studimeve, fokusi im në mënyrë permanente ka qenë dhe është identifikimi dhe zgjedhja e problemeve të transportit publik, me qëllimin që transporti publik të jetë primar në lëvizjen e studentëve, punëtorëve publik dhe privat si dhe çdo qytetari të Prishtinës.

Për të realizuar qëllimet e mija në këtë fushë, dhe për të dhënë kontributin tim në fushën e menaxhimit të trafikut gjegjësisht trafikut urban kam vendosur që punimin e doktoratës ta orientoj në këtë drejtim me qëllimin që ky studim të jetë referencë për gjeneratat e ardhshme në studimet e transportit.

## 2.3. Pyetjet që kërkojnë përgjigje për të arritur qëllimin e hulumtimit

Qëllimi i kësaj teze është që të përpiqem t'i përgjigjem pyetjeve në vijim:

- A mund të përdorin autoritetet e Prishtinës teorinë e grafeve dhe algoritmet në gjetjen e rrugëve më të shkurtra për të ndërtuar një sistem të avancuar të transimit publik duke përfshirë interaktivitetin e linjave dhe zhvillimin e tij bazuar në praktikën dhe përvojat e vendeve me sisteme të avancuara në organizimin e transportit publik?
- A mund të krijohet një metodë e re e studimit të linjave të trafikut urban, metodë e cila do të analizonte linjat jo vetëm në aspektin e gjetjes së rrugës më të shkurtër të linjës por edhe gjetjen e rrugës më të mirë referuar kërkesës për transport urban?

Për ti dhënë përgjigje pyetjeve më lartë në këtë punim doktore kam analizuar të gjitha linjat e trafikut urban të cilat menaxhohen nga NP Trafiku Urban duke përdorur:

- ✓ Sistemin GIS për të ndërtuar hartën e rrugëve të Prishtinës, kategorizimin e rrugëve, dhe digjitalizimin e të gjitha linjave aktuale përfshi dhe stacionet e ndaljes së autobusëve me koordinata të sakta,
- ✓ Algoritmin Dijkstra si njëri nga algoritmet më të avancuara për gjetjen e rrugës më të shkurtër nga një pikë fillestare në graf, në një pikë përfundimtare,
- ✓ Programin MatLAB për të vërtetuar rezultatet e nxjerra nga analiza me dorë me algoritmin Dijkstra, si dhe
- ✓ Programin Paython për të implementuar algoritmin Dijkstra në të duke analizuar rrugën më të mirë referuar kërkesave të udhëtarëve për transport urban.

## 2.4. Hipotezat e hulumtimit

Hipoteza kryesore e këtij punimi është;

- **Ndërtimi i një algoritmi në Python dhe MatLAB i cili është i aplikueshëm në çfarëdo problemi dhe madhësie të linjës duke analizuar  $m$  vargje dhe  $n$  nyje në graf,**
- **Gjegjësisht studimi i linjave duke i shqyrtuar edhe dy parametra tjerë, numrit të stacioneve të ndaljes së autobusëve dhe kërkesës së udhëtarëve në çdo stacion.**

## 2.5. Softuerët e përdorur

### 2.5.1. QGIS

Sistemi QGIS i njohur gjithashtu edhe si Quantum GIS është softuer me kod burimor të hapur që ofrohet pa pagesë dhe është mjaft i njohur. Ky softuer mundëson shikimin, ndryshimin, analizimin e të dhënave gjeo-hapësinore dhe funksionon në të gjitha sistemet operative të njohura. QGIS është më shumë se vetëm një softuer, është sistem i përbërë nga softuerë dhe librari të ndryshme të cilat mund të përdoren për krijimin e aplikacioneve për të dhënat gjeo-hapësinore përmes gjuhës programuese mjaft të përdorur Python si dhe ofron komunikimin me softuerët tjerë si GRASS GIS, PostGIS<sup>3</sup> dhe MapServer<sup>4</sup>.

Shkarkimi i QGIS mund të bëhet nga faqja zyrtare [www.qgis.org](http://www.qgis.org) dhe mund të përdoret për përdorim personal apo komercial pasi që është e licencuar sipas licencës GNU GPLv2. QGIS është e ndërtuar me gjuhën programuese C++ dhe librarinë QT<sup>5</sup>.

QGIS ofron përkrahje për të dhëna dhe dokumente në formate të ndryshme: shapefile, gjeo-databaza, dxf, Mapinfo, PostGIS, WebMap Services, etj.

QGIS ofrohet kryesisht në dy versione, versioni 2 dhe versioni 3, mirëpo versioni 3 ofron mundësi të shumta për punim në mjedisin GIS pasi që ka të integruar simulimin në 3D, ekzekutimin e komandave në prapavijë, shpejtësi më e lartë dhe mund të paraqiten pamje të ndryshme njëkohësisht.

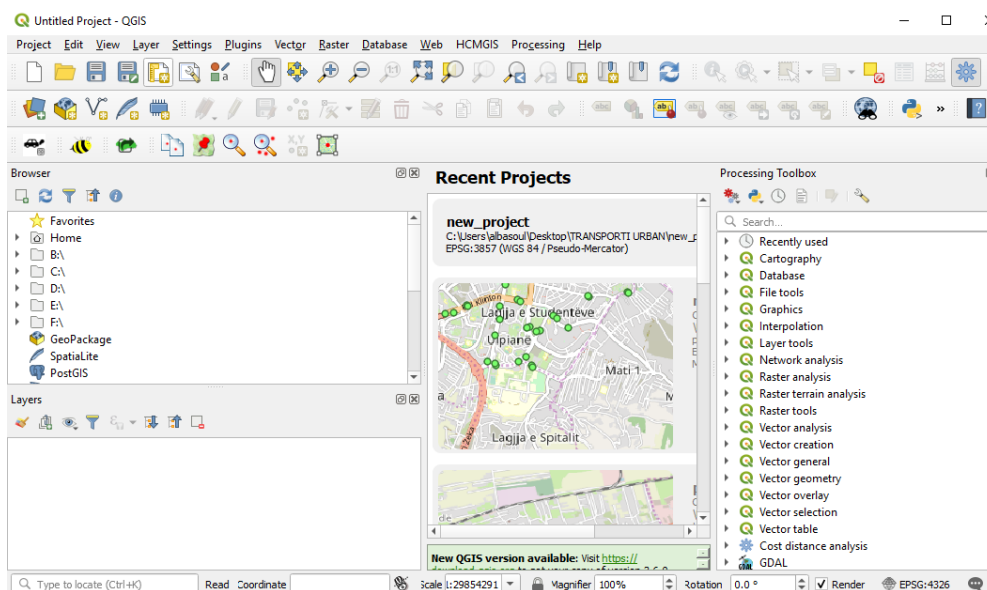


Figura 3. Pamja fillestare pas hapjes së QGIS 3

<sup>3</sup> [www.postgis.net](http://www.postgis.net)

<sup>4</sup> [www.mapserver.org](http://www.mapserver.org)

<sup>5</sup> <https://www.qt.io/>

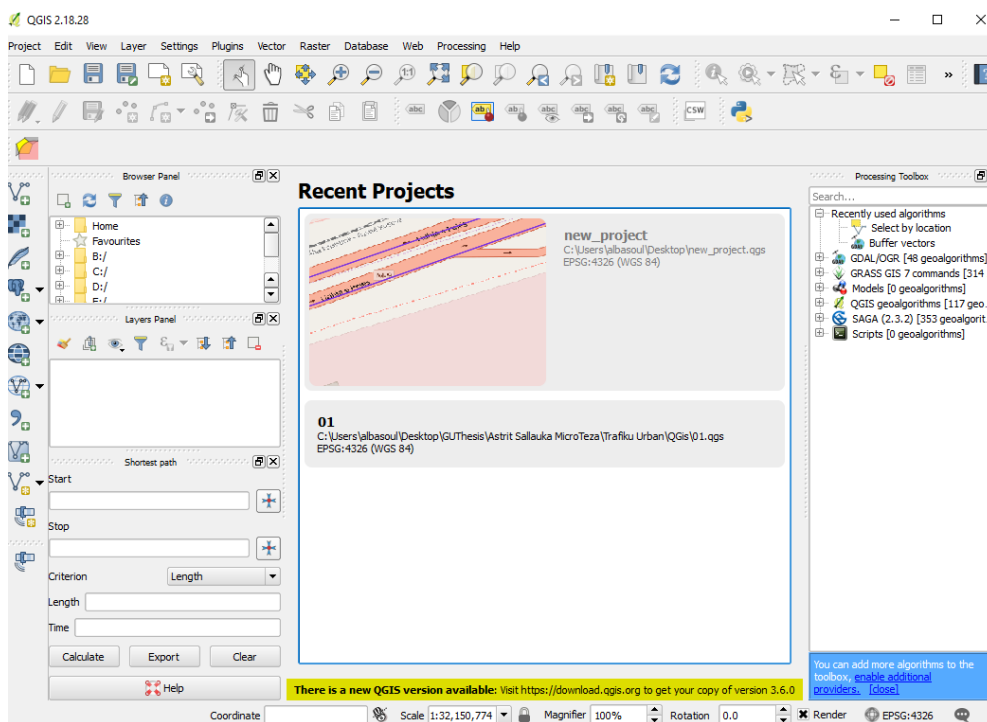


Figura 4. Pamja fillestare e QGIS 2

Në anën e majtë të hapësirës punuese gjendet dritarja Browser për shfletimin e dokumenteve në disqe dhe nën të gjendet dritarja Layers ku paraqiten të gjitha dokumentet apo layers të hapura në projektin me të cilin punojmë, në anën e djathtë gjendet dritarja Processing Toolbox ku janë të renditura të gjitha mjetet e në softuerin QGIS si dhe libraritë e instaluar nga përdoruesi. Në mes të gjendet dritarja Recent Projects ku listohen projektet e fundit me të cilat kemi punuar. Të dyja versionet e QGIS mundësojnë ndryshimin e hapësirës punuese gjë që rrit efikasitetin e punës me këtë softuer.

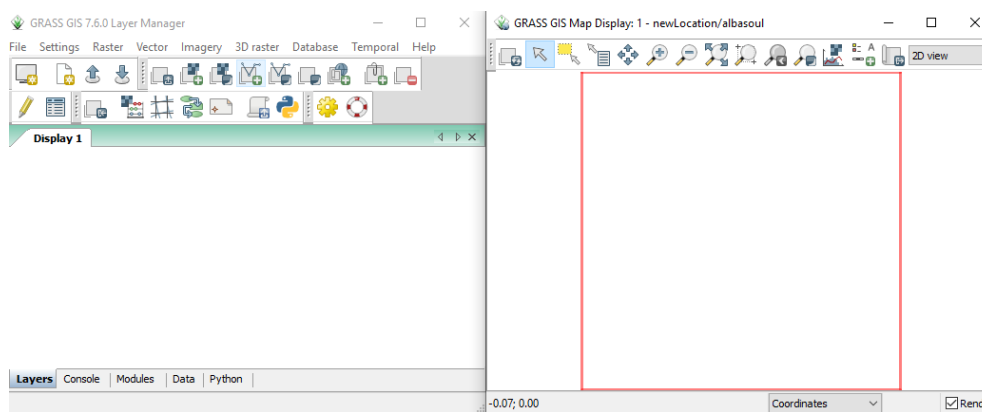
### 2.5.2. GRASS GIS

Sistemi GRASS GIS sikurse QGIS është softuer me kod burimor të hapur dhe ofrohet pa pagesë. Ky softuer mundëson menaxhimin dhe analizimin e të dhënave gjeo-hapësinore dhe funksionon në të gjitha sistemet operative të njohura. GRASS përkrah të dhënat rastër dhe vektoriale në dy dimensione dhe tre dimensione.<sup>6</sup>

GRASS është në zhvillim e sipër që nga vitet 1982 e deri në ditët e sotme dhe është një nga tetë projektet me kod burimor të hapur të fondacionit Open Source Geospatial Foundation.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> <http://grasswiki.osgeo.org/wiki/GRASS-Wiki>

<sup>7</sup> <https://www.osgeo.org/projects/grass-gis/>



*Figura 5. Pamja fillestare pas hapjes së softuerit GRASS*

## 2.6. Metodatat e hulumtimit

Analiza e sistemit të transportit urban në qytetin e Prishtinës ngërthen në vete aplikimin e disa metodave shkencore të aplikueshme në GIS si dhe në teorinë e grafeve.

Fillimisht është përcaktuar zona e studimit dhe janë identifikuar të gjitha elementet e nevojshme për të realizuar analizën e sistemit të transportit në qytetin e Prishtinës. Në kuadër të zonës së studimit janë identifikuar elementet apo strukturat hapësinore që janë të domosdoshme për të përfunduar me sukses analizën e transportit. Strukturat e identifikuara kanë qenë: rrugët, linjat e transportit urban, vend-ndaljet e autobusëve, numri i popullsisë sipas lagjeve urbane, dhe informatat tjera periferike.

Në fillim, duke përdorur sistemin e GIS-it dhe imazhet satelitore nga Google Earth janë digjitalizuar të gjitha rrugët në të cilat zhvillohet transporti urban. Rrugët janë ndarë në segmente ndërlidhëse duke përshtatur tiparet gjeometrike. Në këtë rast kam krijuar një gjeo-databazë për rrugët e qytetit të Prishtinës ku zhvillohet transporti publik urban. Gjithashtu janë evidentuar dhe digjitalizuar të gjitha vend-ndaljet e autobusëve, duke përfshirë piken e nisjes dhe ndaljes së çdo linje.

Pastaj, nga autoriteti përgjegjës janë siguruar informatat tabelare për të gjitha linjat e transportit urban duke përfshirë edhe numrin e autobusëve për linjë. Të gjitha këto informata janë migruar në gjeo-databazë.

Nga bashkimi i të dhënave tabelare për linjat e transportit urban dhe vektorëve të rrugëve të digjitalizuar është krijuar gjeo-databaza e linjave të trafikut urban.

Meqenëse kishte mungesë të dhënave demografike në nivel objekti apo blloku urban, këto informata janë marr në nivel të lagjes, të cilat janë shpërndarë nëpër segmentet rrugore që kalojnë nëpër lagje të caktuara duke marr për bazë shpërndarjen e popullsisë sipas perimetrit

të rrugës që kalon nëpër këto të fundit. Pastaj është bërë mbledhja e vazhdueshme e popullsisë sipas segmenteve nga periferia në drejtim të qendrës së qytetit, përkatësisht nga pika e nisjes së një linje në drejtim të tangjentes së përbashkët me linjat e tjera. Dhe kështu gjeo-databazës së linjave të transportit urban i kemi shtuar edhe frekuencën e popullsisë sipas segmenteve rrugore ku zhvillohet transporti urban.

Lidhur me distancën e qasjes në shërbimet e transportit urban, për çdo vendndodhje janë krijuar rrathë koncentrik me rreze 250m dhe 500m për të analizuar se sa është mbulueshmëria e shërbimeve të transportit urban në një distancë optimale dhe maksimale të lejuar.

Duke disponuar me të gjitha të dhënat e lartpërmendura ka qenë e mundur të bëhet edhe analiza e distancave të shkurtra për linja të caktuara të transportit urban. Kjo analizë është zhvilluar duke përdorur “Analizën e Rrjeteve” apo “Network Analysis”. [4]

Gjithashtu nga shpërndarja dhe mbivendosja e linjave është bërë edhe analiza e frekuencës së linjave të mbivendosura, përkatësisht është analizuar se në cilët segmente rrugore kalojnë më shumë linja të transportit urban. Në të njëjtën mënyrë janë llogaritur edhe frekuenca e autobusëve dhe numri i udhëtarëve për segmente rrugore, gjithnjë aty ku zhvillohet transporti urban.

Në fund është dhënë një propozim për shtim të linjave të reja e në disa raste ndërhyrje në disa linja ekzistuese me qëllim mbulimin e të gjitha zonave të urbanizuara me trafik urban.

## Kapitulli III – SHQYRTIMI I LITERATURËS

Siç është treguar edhe në kapitullin II kjo doktrate ka të bëjë me aplikimin e grafeve dhe algoritmit Dijkstra për zgjedhjen e problemeve në trafikun urban duke shfrytëzuar softuerët GIS gjegjësisht GRASS GIS, etj., prandaj për këtë arsye në këtë kapitull përveç shqyrtimit të literaturave nga autor të ndryshëm të cilët trajtojnë probleme të njëjta, do të japim një shpjegim të shkurtër për secilin softuer apo metodë të përdorur.

### 3.1. Literatura e trajtuar

Autorët e cituar në [5] kanë analizuar algoritmin për rrugë të shkurtra dhe kanë krijuar algoritmin *N shortest path problem*, dhe e kanë aplikuar atë algoritëm në qytetin e Guangzhou, Kinë, dhe sipas raporteve të punimit të tyre, rezulton se algoritmi kishte pasur sukses dhe ishte efikas në gjetjen e rrugëve të shkurtra. Në këtë punim autorët prezantuan algoritmin për të gjetur disa rrugë të shkurtra, e jo vetëm një.

Në citimin [6] autorët përshkruajnë algoritmi Dijkstra në mënyrë të detajuar dhe tregohen avantazhet dhe disavantazhet e algoritmit Dijkstra. Autorët prezantuan një algoritëm të ri duke u bazuar në lidhjet topologjike të dhënave për arsye se me algoritmin Dijkstra nuk mund të përpunohen të dhënë në sasi të mëdha sepse rritet faktori kohë.

Autorët e citimit [7] përmes algoritmit gjenetik paraqitën gjetjen e rrugës më të shkurtër për ti vizituar pikat e caktuara. Përmes algoritmit gjenetik është gjetur rruga më e shkurtër për ti vizituar të gjitha nyjat e grafit. Ky algoritëm është testuar në sistemin rrugor të Kosovës dhe është gjetur distanca më e shkurtër për ti vizituar shtatë qytetet e Kosovës. Sipas autorëve, algoritmi gjenetik është mjaft efikas në gjetjen e rrugës më të shkurtër por funksioni i vlerësimit duhet të ndërtohet në mënyrë të duhur që të mos kemi rezultate të ndryshme gjatë testimit të së njëjtit problem.

Autori në citimin [8] paraqet krijimin e modelit të qytetit duke u bazuar në informatat GIS. Ky punim paraqet një qasje pragmatike të modelimit të qasjes bazuar në GIS në parashikimin e kërkesës tranzitore. Parimet dhe kërkesat e të dhënave për modelet e qasshmërisë janë përshkruar, bazuar në modelin e duhur të dhënave në GIS, është zhvilluar një kornizë implementimi për aplikimin e modeleve të qasshme. Në punimin e tyre autorët kanë përdorur softuerin MapInfo për krijimin e topologjisë së rrugëve të qytetit Nanjing, Kinë, dhe rrugët e shkurtra janë gjetur duke përdorur algoritmin Floyd.

Në citimin [9] autorët kanë përdorur softuerë të ndryshëm GIS për të zhvilluar një rrugë

me kosto më të ulët për një korridor për të lidhur tri qytete në mjedisin e shkretëtirës në gadishullin Sinai, Egjipt. Rruga e propozuar është më e shkurtra dhe më optimale njëkohësisht sepse shërben për transportin e mineraleve të ndryshme prandaj gjetja e rrugës optimale përbënte dhe faktorë tjerë. Janë identifikuar faktorët dhe secili faktorë ka pasur peshë dhe rëndësi të caktuar në llogaritjen e rrugës më optimale.

Sipas hulumtimeve në citmini [10] është e mundur që të bëhet optimalizimi i linjave të transportit duke përdorur kriterin e qarkullimit dinamik të automjeteve. Me mjetet GIS janë mbledhur dhe analizuar të dhënat e qarkullimit të mjeteve dhe ndryshimit dinamik të automjeteve dhe sipas këtyre informatave është ofruar gjetja e rrugës më të shkurtë nga pika e nisjes në destinacion duke kontrolluar rrjedhjen e trafikut në kohë reale. Autorët gjithashtu kanë ofruar një shërbim të bazuar në ueb që u mundëson përdoruesve të gjejnë rrugën më të shkurtër dhe më të shpejtë nga pika e nisjes në destinacion duke mos kaluar në rrugët që janë të ngarkuara me trafik. Kombinimi i mjeteve GIS dhe ueb shërbimet tregon efikasitet dhe performancë në eliminimin e mbingarkesës së rrugëve nga mjetet e transportit.

Modifikimi i algoritmit Dijkstra për shqyrtimin e parametrave dinamik është një prej mënyrave më ideale për optimalizimin e linjave të transportit. Sipas autorëve të [11] algoritmi Dijkstra i modifikuar për të punuar me parametra të ndryshëm ka treguar efikasitet në krahasim me algoritmet tjera. Koha e llogaritjes së distancës apo rrugës më të shkurtër ka qenë shumë më e vogël në krahasim me algoritmet tjera, gjithashtu numri i kalkulimeve për gjetjen e distancës më të shkurtër ka qenë dukshëm më i ultë.

### **3.2. Teoria e grafeve**

Grafi është një skemë e ndërtuar prej një bashkësie pikash (të cilën do ta supozojmë të fundme) dhe prej një bashkësie vijash bashkuese të orientuara ose jo që lidhin secilën nga dy prej këtyre pikave, pra që i kanë fillimet dhe mbarimet e tyre në këtë bashkësi pikash. Grafet shërbejnë si aparat për modelimin e sistemeve reale që janë objekte të studimit. Në praktikë takohen shpesh probleme të ndryshme që pasqyrohen me anë skemash të tilla. Mund të përmendim skemën e transportit ndërmjet disa qendrave, skemën e rrjetit të ujësjellësve, të rrjetit elektrik, të rrjetit telegrafik në një zonë, skemën e operacioneve të punës në procesin e prodhimit, ndërtimit, skemën e rrjetit të linjave të trafikut urban si në këtë studim etj. [12]

Megjithëse nga përmbajtja këto skema dallohen krejtësisht njëra nga tjetra, ato kanë edhe karakteristika të përbashkëta. E përgjithshme për to është se ato pasqyrojnë disa objekte të cilat janë në njërën apo mënyrën tjetrën në relacion lidhje midis tyre. Kështu në skemën e

transportit urban si objekte mund të konsiderojmë vend-ndaljet e autobusëve, ndërsa lidhjet janë rrugët që lidhin drejtpërdrejt ato vend-ndalje (stacione). Duke studiuar anët më të përgjithshme të këtyre skemave konkrete nxirren rezultate që përdoren në probleme të ndryshme praktike. [13]

### **3.3. Rrjeti i transportit**

Sistemet e transportit kanë funksionuar në qytete që nga dalja e qerreve në Paris në vitet 1820. Shërbimet e transportit kanë evoluar për të përfshirë një sërë mënyrash, si rrugët sipërfaqësore dhe nëntokësore. Arritjet inxhinierike të rrjeteve të transportit publik janë të konsiderueshme - shumë qytete janë përcaktuar nga sistemet e tyre të transportit publik si metroja e Nju Jorkut, metroja e Parisit.

Problemi i transportit është bërë një nga detyrat më aktuale për shumë kompani. Në çdo aktivitet biznesi, lokacionet e objekteve të reja të prodhimit, magazinave dhe qendrave të shpërndarjes janë çështje strategjike me implikime të konsiderueshme të kostos ku shumica e kompanive zakonisht i marrin në konsideratë dhe i vlerësojnë. Ekziston një shumëllojshmëri e gjerë e faktorëve objektivë dhe subjektivë që duhet të merren parasysh gjithmonë në gjetjen e vendimit më racional. Në varësi të llojit të aktivitetit, për kompani të ndryshme dhe industri të biznesit problemi i transportit mund të zgjidhet duke përdorur metoda, qasje dhe teknika të ndryshme. Një nga këto metoda është modeli i transportit i cili është një qasje shumë e arsyeshme në zgjidhjen e problemit të transportit, ku zgjidhja e merr në konsideratë lokacionin alternativ brenda kuadrit të një sistemi ekzistues të shpërndarjes.

Rrjeti i transportit është një grup linjash që përfaqësojnë rrjetin e rrugëve, rrugëve ose çdo lloj lidhjeje ndërmjet nyjave, të përdorura për të siguruar fleksibilitet për lëvizjen e udhëtarëve dhe lëvizjen e automjeteve ose qarkullimin e disa mallrave. Zakonisht përdoret teoria e grafeve për ta analizuar atë, për shembull, në këtë tezë kemi përdorur teorinë e grafeve për të analizuar rrugët e rrjetit, për të zgjidhur problemin e rrugës më të shkurtër dhe për të gjetur rrugën alternative më të arsyeshme.

Në figurën 6 është bërë kategorizimi i të gjithë zonës së hulumtimit me qëllim që gjatë përcaktimit të linjave të trafikut urban të trajtohen vetëm ato rrugë të cilat janë të kalueshme me automjetet e trafikut urban dhe gjeometria e rrugës i plotëson kushtet e qarkullimit.

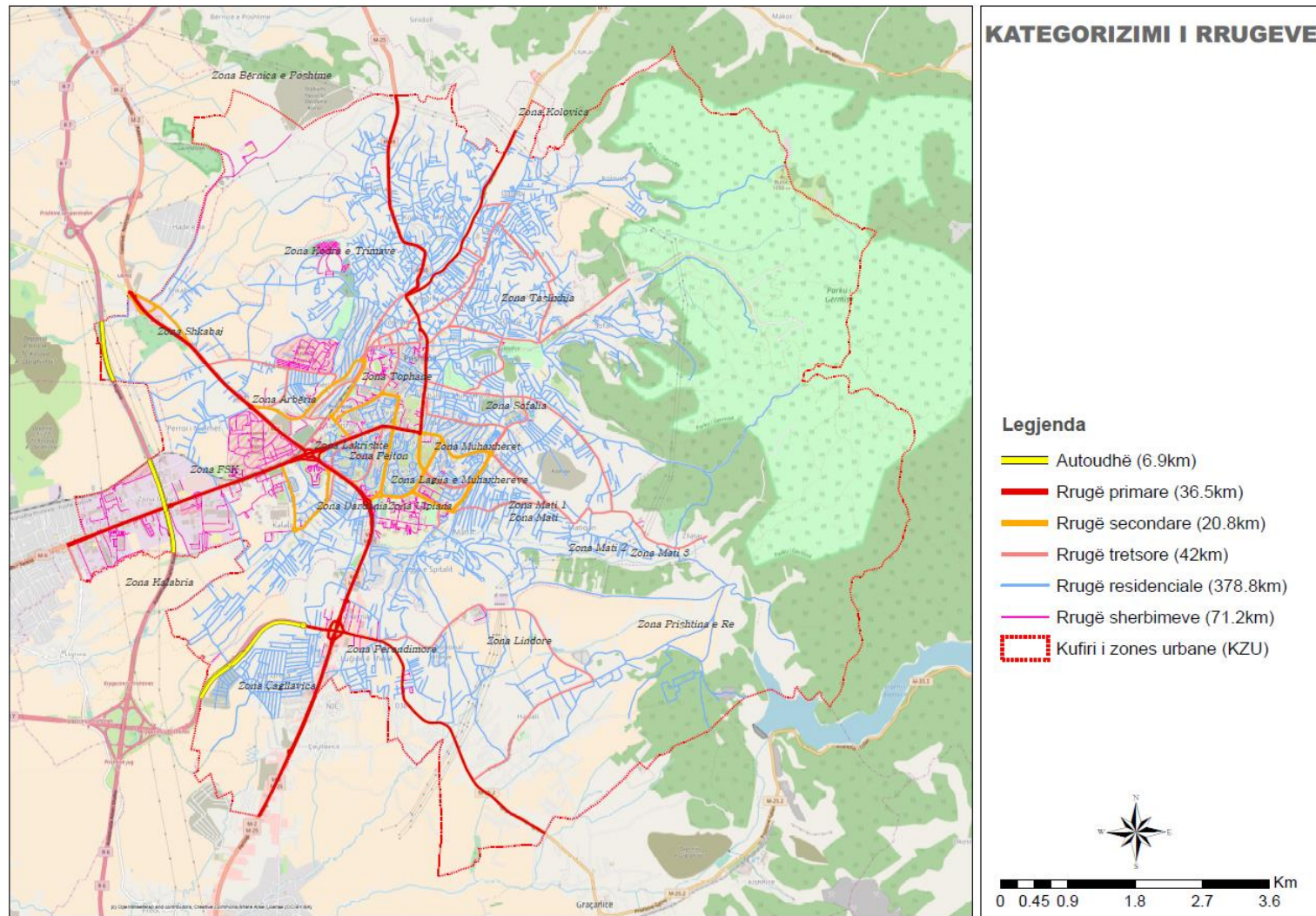


Figura 6. Rrjeti i rrugëve të Prishtinës brenda zonës urbane

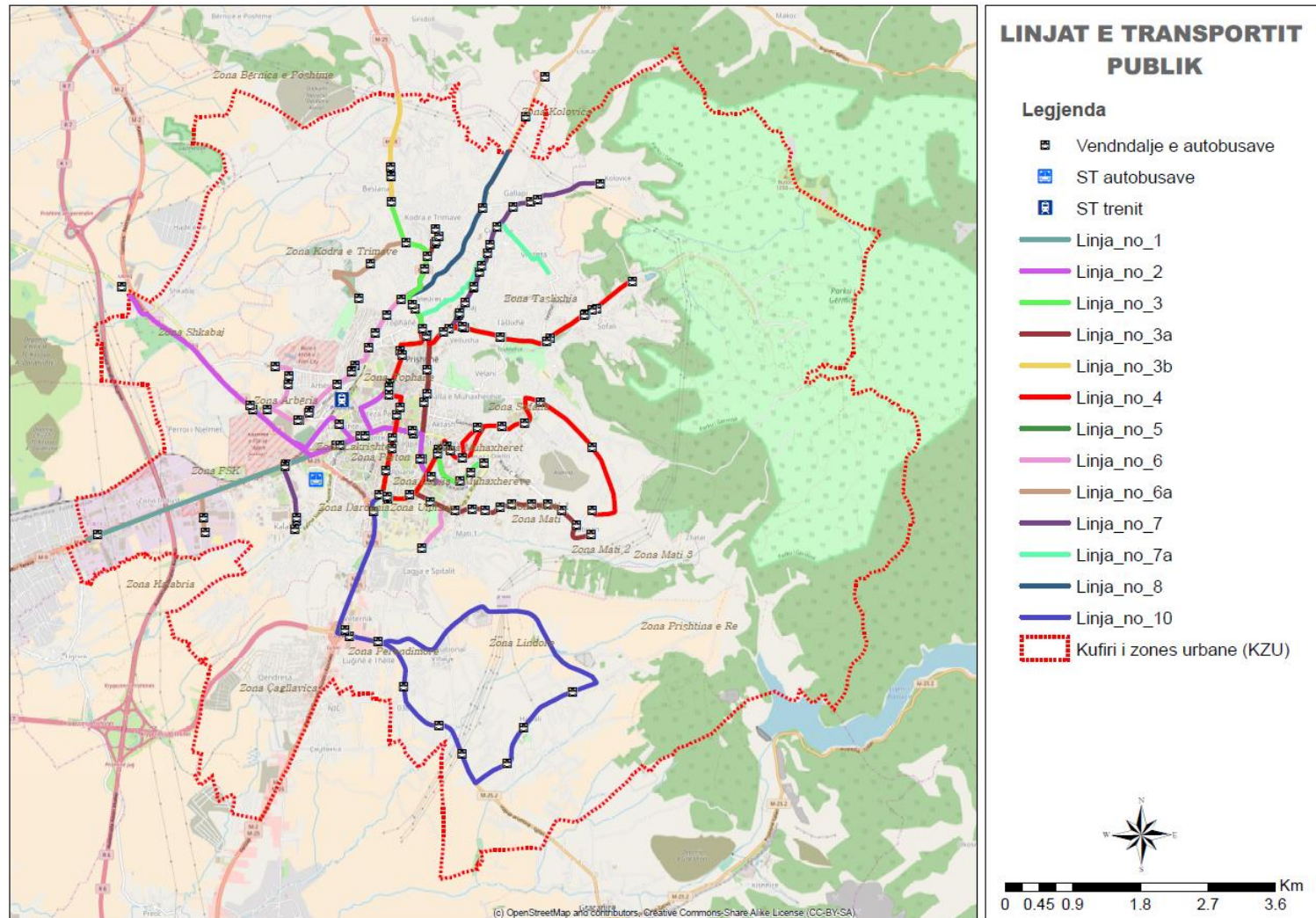


Figura 7. Linjat e transportit publik

Duke qenë se institucionet komunale nuk kishin ndonjë hartë të digjitalizuar të trafikut urban me koordinata reale, atëherë n a është dashur që të ndërtohet harta ekzistuese e linjave të trafikut urban si në figurën 7.

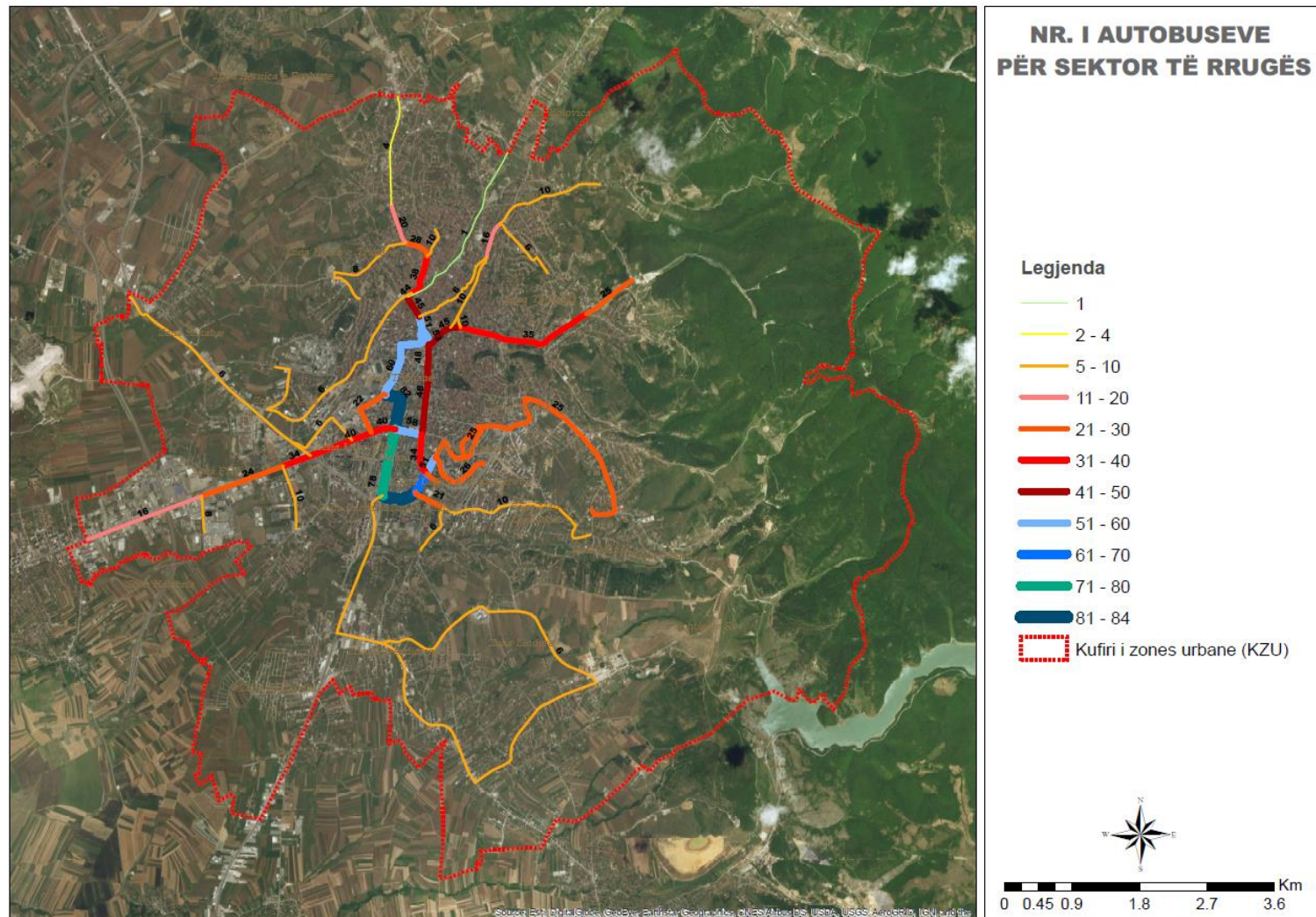


Figura 8. Nr. i autobusëve për sektor të rrugës

Në figurën 8 është ndërtuar harta e numrit të autobusëve për sektor të rrugës referuar linjave aktuale.

### 3.4. Analiza e linjave dhe rrugët e shkurtra

Rruga më e shkurtër është një problem themelor në teorinë e grafeve; me anë të cilit mund të përcaktojmë problemin e gjetjes së rrugës më të shkurtër si problemin e gjetjes së një rruge më të arsyeshme në mes dy nyjeve (burimit dhe destinacionit).

Për shembull, për të gjetur rrugën më të shkurtër nga kryeqyteti në një qytet tjetër, në këtë rast qytetet përfaqësohen si nyje në hartë.

Këto probleme zgjidhen duke përdorur algoritme të ndryshme në varësi të strukturës së grafit. Disa nga këta algoritme janë Floyd, Astar, Dijkstra etj., në këtë punim doktrate ne jemi fokusuar në shfrytëzimin e Algoritmit Dijkstra për zgjedhjen e problemit të transportit pasi që Dijkstra është dëshmuar si algoritmi më i suksesshëm në fushën e transportit.

Në vazhdim janë paraqitur itineraret e linjave për ditët e ndryshme të javës, nga e hëna tek e premtdja janë linjat më të ngarkuara ndërsa të shtunën dhe të dielën janë më pak të ngarkuara. Pas paraqitjeve tabelare të itinerareve do paraqesim linjat ekzistuese dhe rrugët më të shkurtra të tyre të llogaritura me anë të softuerit GIS.

*Tabela 2. Itinerari i linjave nga e hëna deri të premten<sup>8</sup>*

| Linja | E Hënë - E Premte     |                         |              |
|-------|-----------------------|-------------------------|--------------|
|       | Koha e nisjes së parë | Koha e nisjes së fundit | Frekuenca    |
| 1     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 2     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 3     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 3A    | 6:00:00               | 22:00                   | 10 Minuta    |
| 3B    | 6:00:00               | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 4     | 6:00:00               | 22:00                   | 10 Minuta    |
| 4A    | 6:00:00               | 21:00                   | 20 Minuta    |
| 5     | 6:00:00               | 22:00:00                | 10 Minuta    |
| 6     | 6:00:00               | 21:00:00                | 10-15 Minuta |
| 6A    | 6:00:00               | 21:00:00                | 30 Minuta    |
| 7     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 7A    | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 7B    | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 8     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 9     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 10    | 6:00:00               | 21:00:00                | 30 Minuta    |

<sup>8</sup> Tra fiku Urban Prishtinë

Tabela 3. Itinerari i linjave për ditën e shtunë<sup>9</sup>

| Linja | E Shtunë              |                         |              |
|-------|-----------------------|-------------------------|--------------|
|       | Koha e nisjes së parë | Koha e nisjes së fundit | Frekuenca    |
| 1     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 2     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 3     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 3A    | 6:00:00               | 22:00                   | 20 Minuta    |
| 3B    | 6:00:00               | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 4     | 6:00:00               | 22:00                   | 10-20 Minuta |
| 4A    | 6:00:00               | 21:00                   | 20 Minuta    |
| 5     | 6:00:00               | 22:00:00                | 20 Minuta    |
| 6     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20-25 Minuta |
| 6A    | 6:00:00               | 21:00:00                | 30 Minuta    |
| 7     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 7A    | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 7B    | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 8     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 9     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 10    | 6:00:00               | 21:00:00                | 30 Minuta    |

Tabela 4. Itinerari i linjave për ditën e diel<sup>10</sup>

| Linja | E Diel                |                         |              |
|-------|-----------------------|-------------------------|--------------|
|       | Koha e nisjes së parë | Koha e nisjes së fundit | Frekuenca    |
| 1     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 2     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 3     | 06:00-07:00           | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 3A    | 6:00:00               | 21:00                   | 20 Minuta    |
| 3B    | 6:00:00               | 21:00-22:00             | 20 Minuta    |
| 4     | 6:00:00               | 22:00                   | 20-30 Minuta |
| 4A    | 6:00:00               | 21:00                   | 20 Minuta    |
| 5     | 6:00:00               | 22:00:00                | 20 Minuta    |
| 6     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20-25 Minuta |
| 6A    | 6:00:00               | 21:00:00                | 30 Minuta    |
| 7     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 7A    | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 7B    | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 8     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 9     | 6:00:00               | 21:00:00                | 20 Minuta    |
| 10    | 6:00:00               | 21:00:00                | 30 Minuta    |

<sup>9</sup> Tra fiku Urban Prishtinë<sup>10</sup> Tra fiku Urban Prishtinë

Është e qartë se në kushtet e sotme ekziston lidhja funksionale në mes të qendrave urbane dhe zonave ku lajmërohen kërkesa të shumta për transport për shkak të obligimeve dhe plotësim të aktiviteteve (punëve, shkollave, tregtisë, kulturës, rekreacionit etj.).

Rezultat i lëvizjes ditore të banorëve me motive të ndryshme është bërja e llogarisë stohastike të qarkullimit të banorëve nga zonat përreth në drejtim të qendrës me vëzhgime të vazhduara.

Analiza e kuantitetit dhe kualitetit të shënimeve e japin informatën e duhur të drejtimit-vendimit me qëllim që të bëhet optimizimi i organizimit të përbërjes së transportit publik urban të udhëtarëve.

Për atë është e domosdoshme të definohet caktimi i kuantitetit-kualitetit të shënimeve të lëvizjes së udhëtarëve (qëllimit të udhëtarëve) në ndonjë linjë të trasesë e cila është jo lineare në kohë dhe hapësirë dhe rezultatit të kërkesës për transport në linjë dhe karakteristikave të vetë linjës, parametrat e kualitetit dhe funksionimi i saj.

Pra duhet të kemi të njohur faktin që të gjitha elementet e ndërmarra të udhëtimit janë të njohura. Në aspektin e linjave të gjitha elementet (stacionet, терминаlet, numri i mundshëm i kërkesave në ndonjë kohë të caktuar) të ndonjë udhëtimi janë të rastësishme.

Te definimi i kuantitetit-kualitetit të shënimeve të transportit në ndonjë linjë kërkohet të vemi në pyetje definimin e faktorit hapësirë-kohë me qëllim të optimalizimit të automjeteve transportuese dhe eventualisht ristrukturimin e automjeteve transportuese që janë në dispozicion.

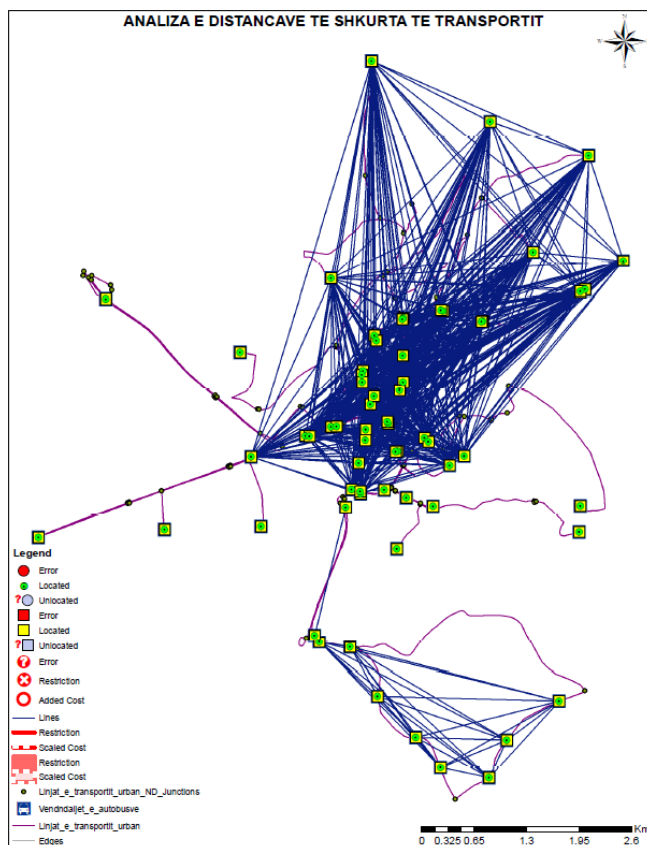


Figura 9. Analiza e distancave të shkurtra të transportit

Figura 9 paraqet llogaritjen e distancave në mes stacioneve të autobusëve në vij ajrore me atë të softuerit GIS.

Në figurat në vijim (figura 10 deri 23) janë paraqitur rrugët më të shkurtra të arritjes nga stacioni fillestar deri tek ai përfundimtar. Llogaritjet janë bërë me anë të softuerit GRASS GIS, me ç'rast kemi arritur në përfundim se në secilën linjë është e nevojshme të bëhen ndërhyrje të caktuara. Duke ju referuar figurave në vijim me ndryshimet e paraqitura në linja do të zvogëloheshin manovrimet e panevojshme, duke ndikuar në uljen e kostos së transportit, zvogëlimin e kohës së arritjes si dhe uljen e ndotjes në kryeqytet.

Ndërhyrjet e paraqitura në figurat në vijim do të zvogëlonin kohën e manovrimit deri në nivelin 21.49 km për një drejtim të lëvizjes për të gjitha linjat aktuale.

Për shembull, në linjën 1, figura 10 në pjesën qendrore të qytetit bëhet një manovër pa ndonjë logjikë të bazuar, duke ngarkuar trafikun në qendër, si dhe zgjatjen e linjës për gjatësi 1.2 km. Prandaj duke bërë ndërhyrje si në figurën 10, efikasiteti i linjës do të ngritet, si dhe do të zvogëlohet efekti mbivendosje.

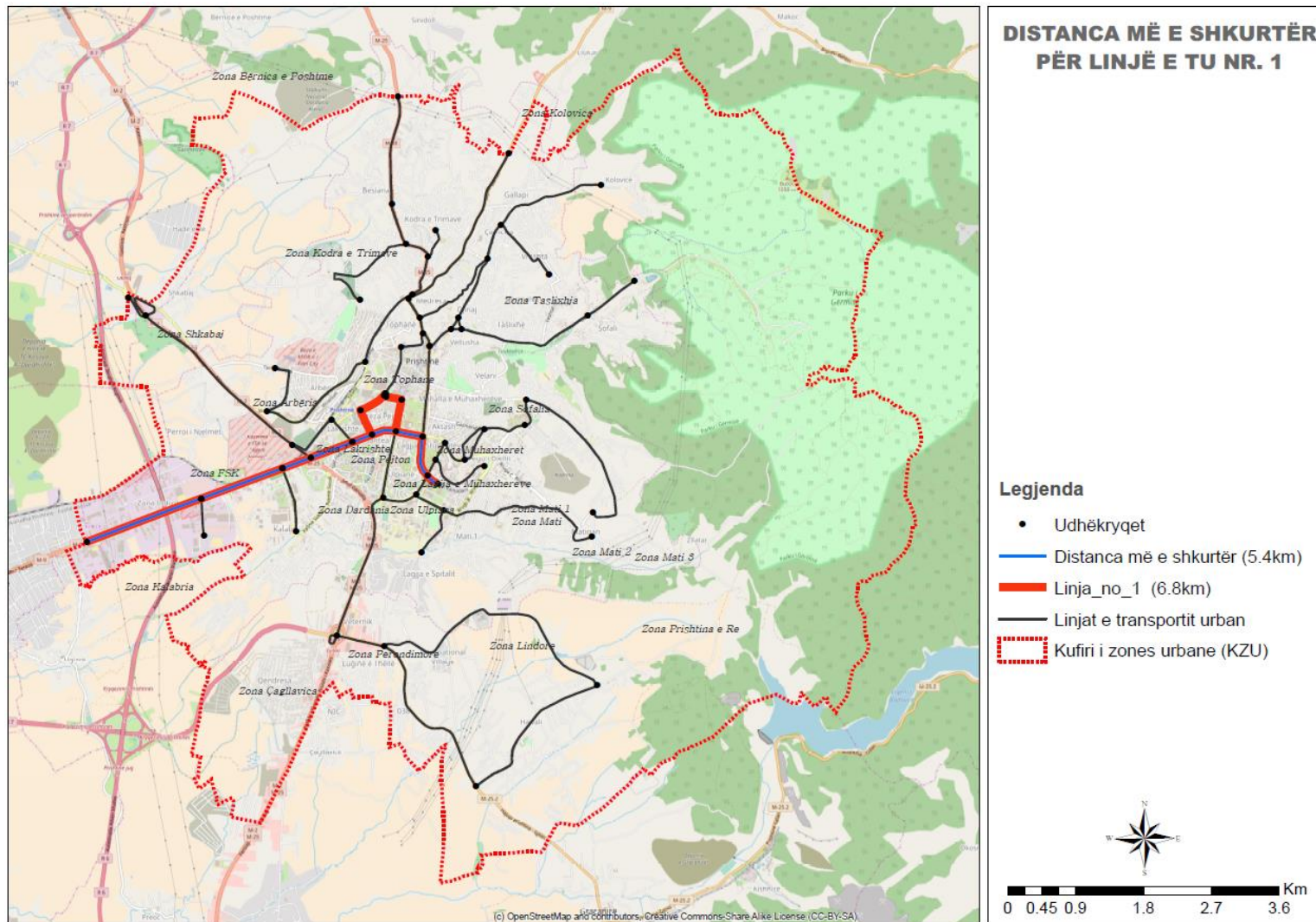


Figura 10. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 1

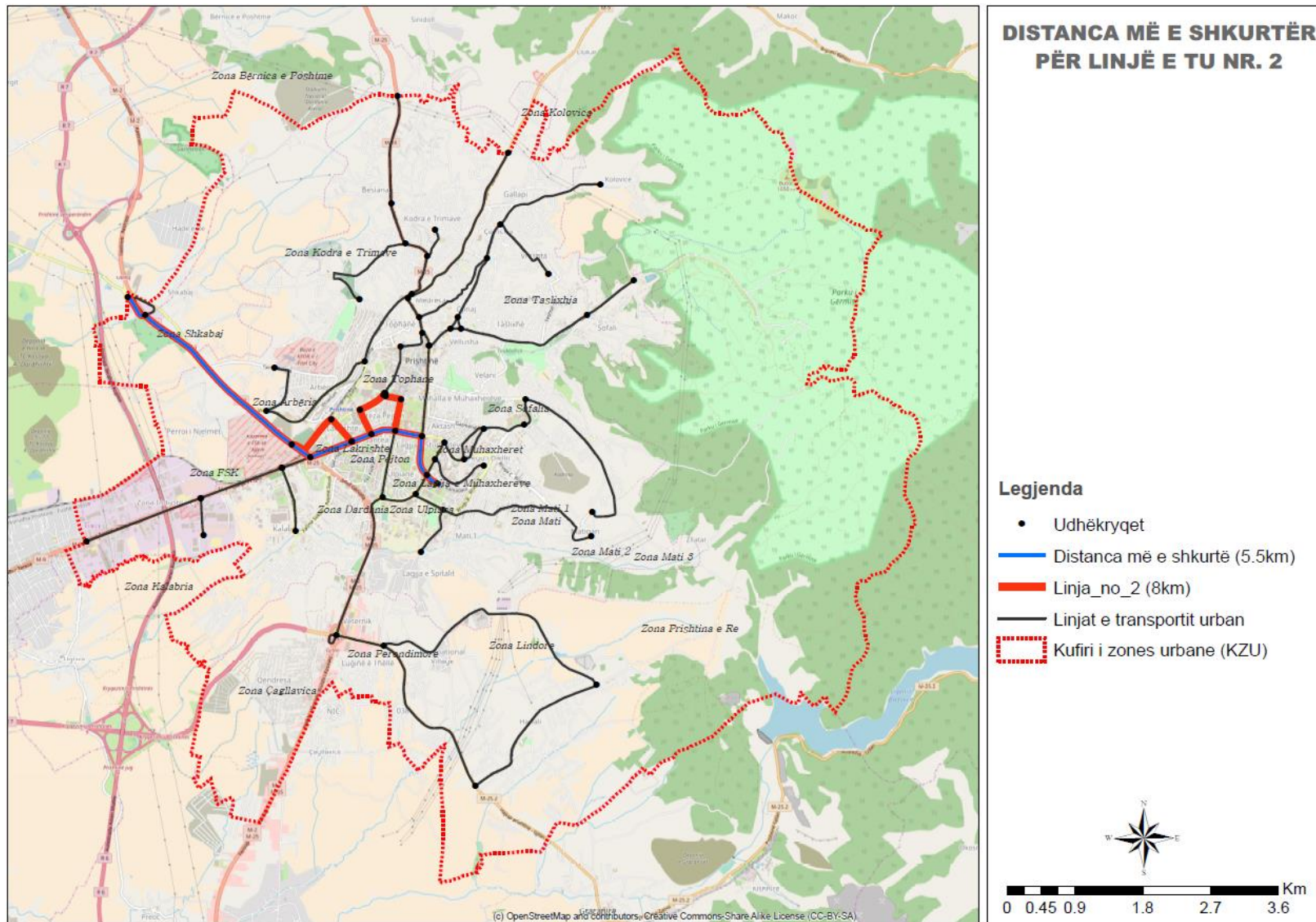


Figura 11. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 2

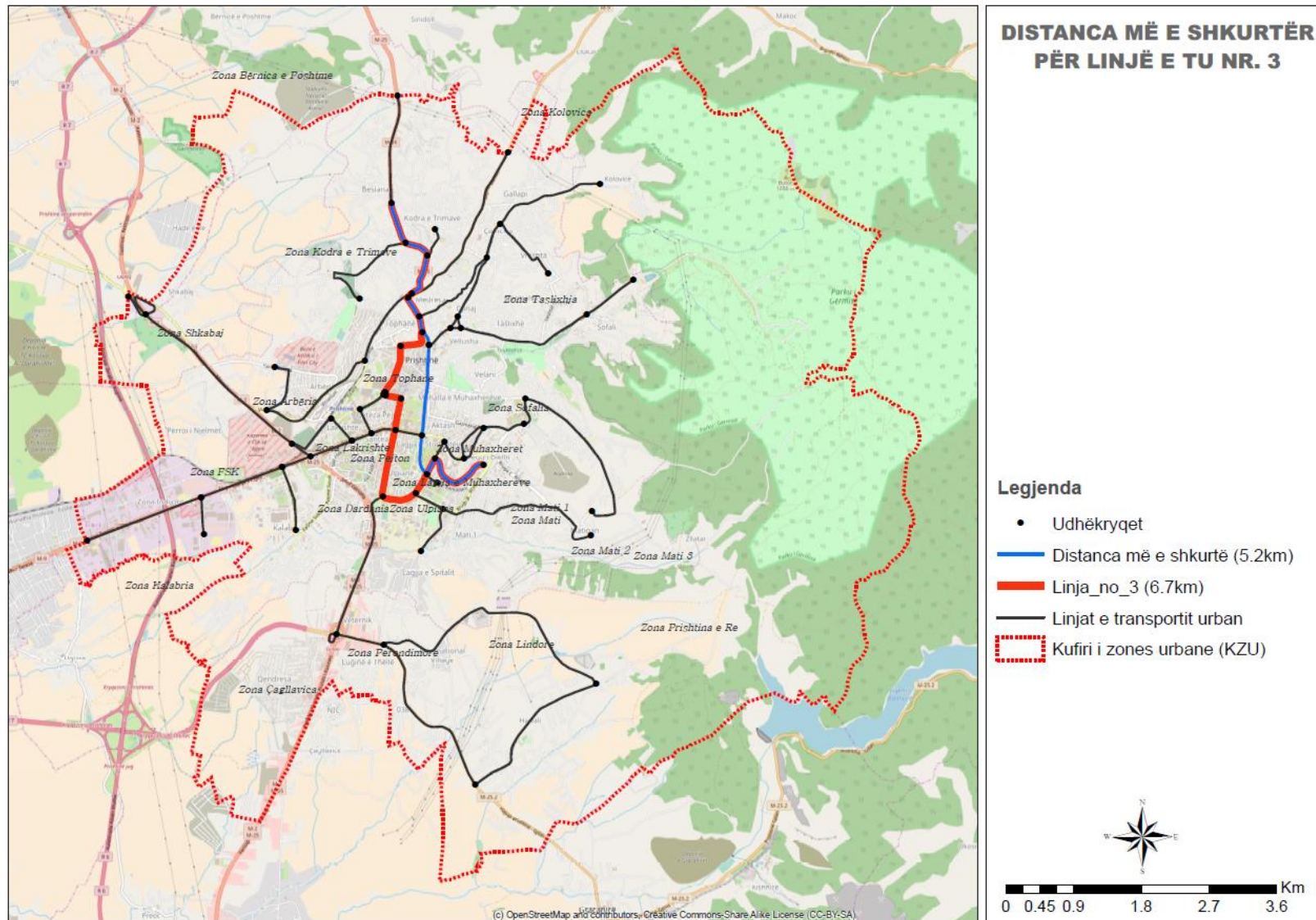


Figura 12. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 3

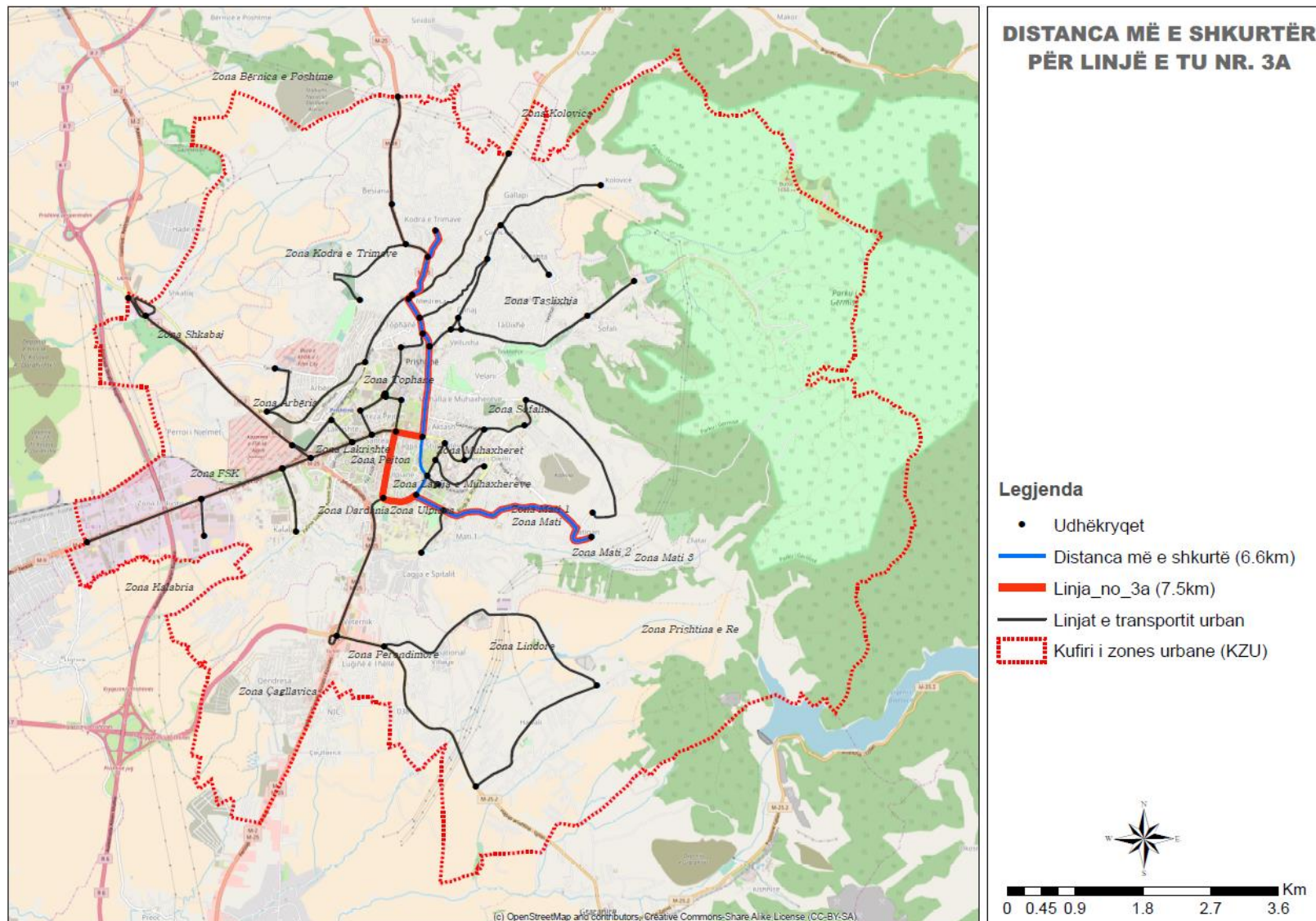


Figura 13. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 3A

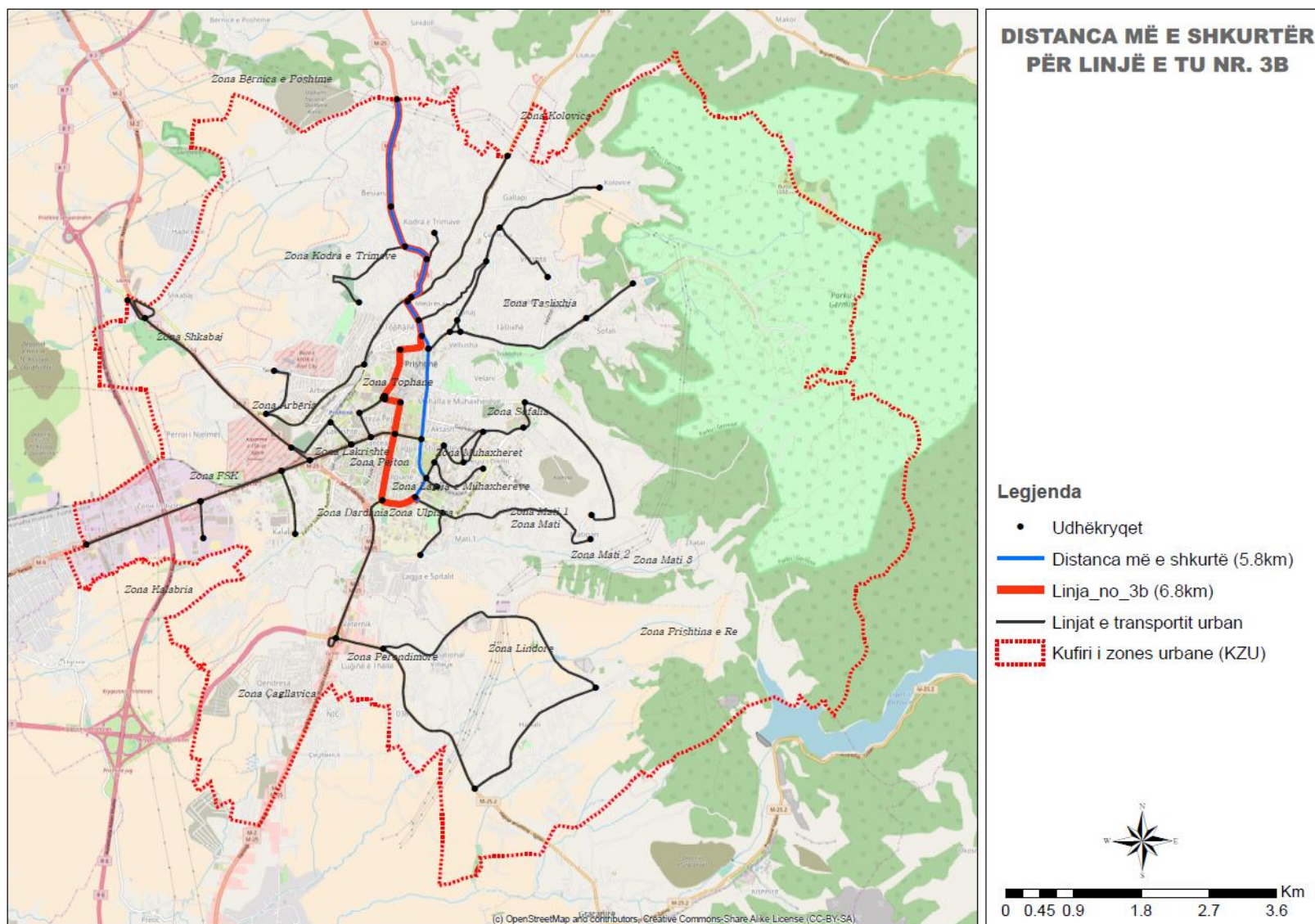


Figura 14. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 3B



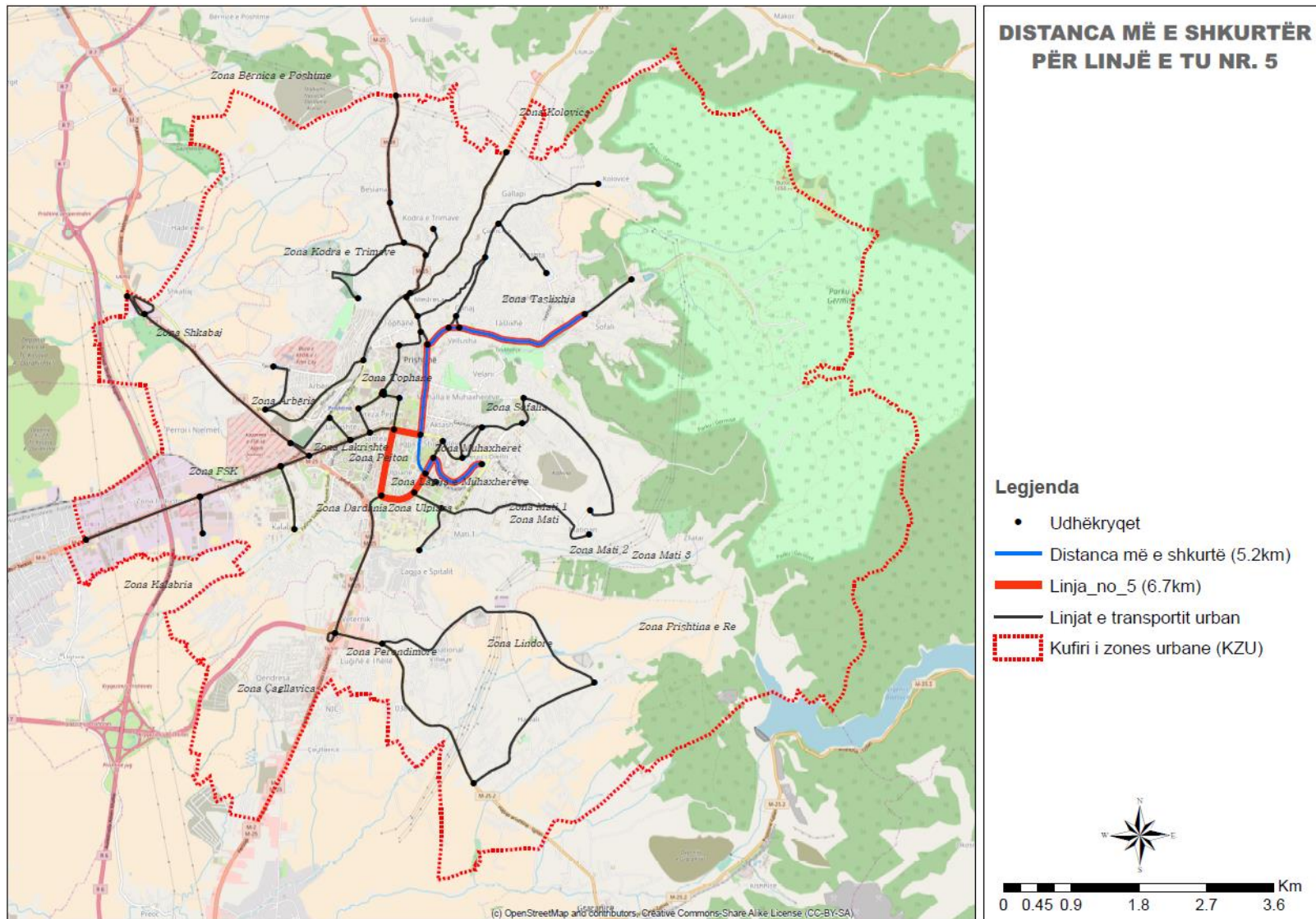


Figura 16. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 5

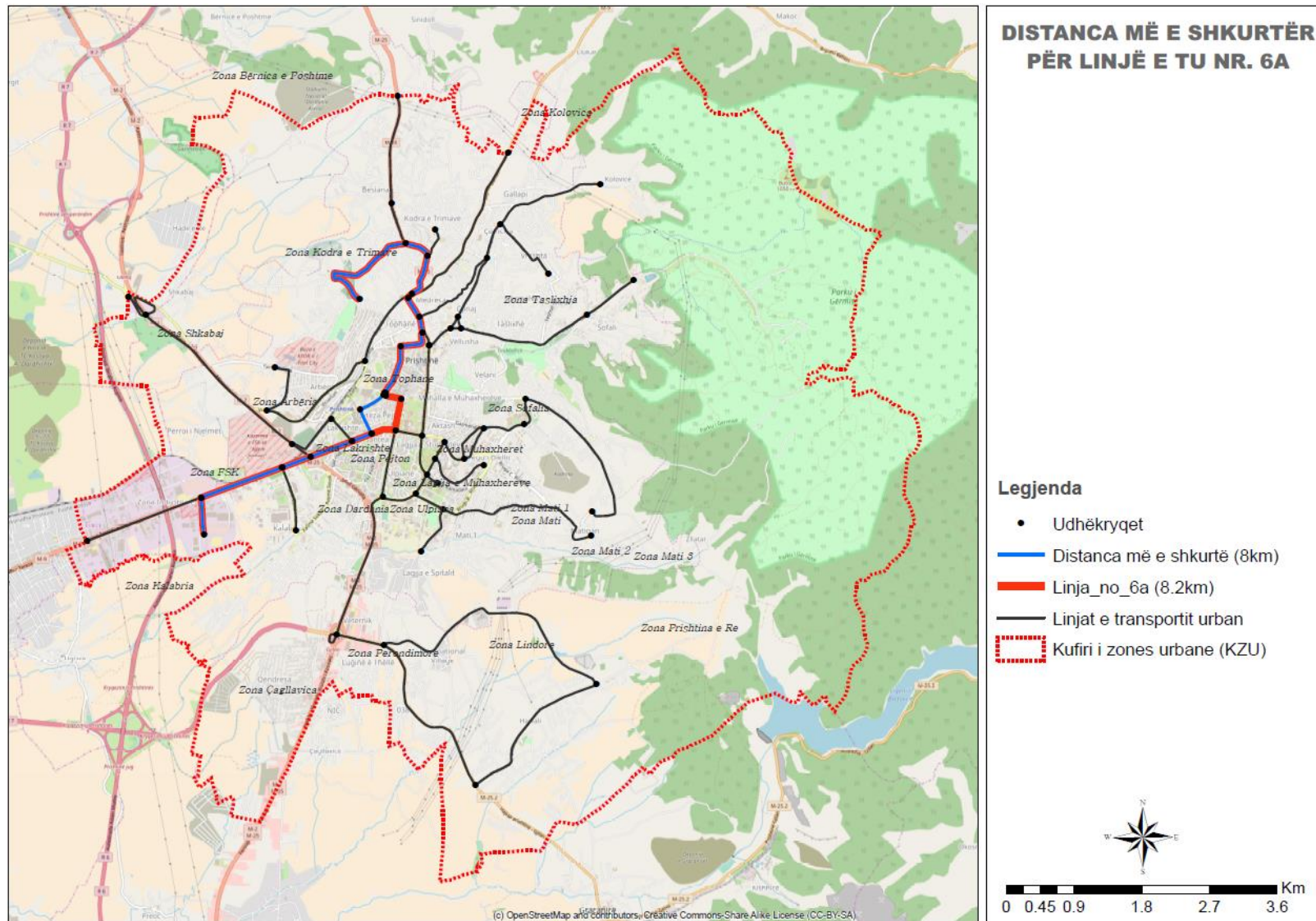


Figura 17. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 6A

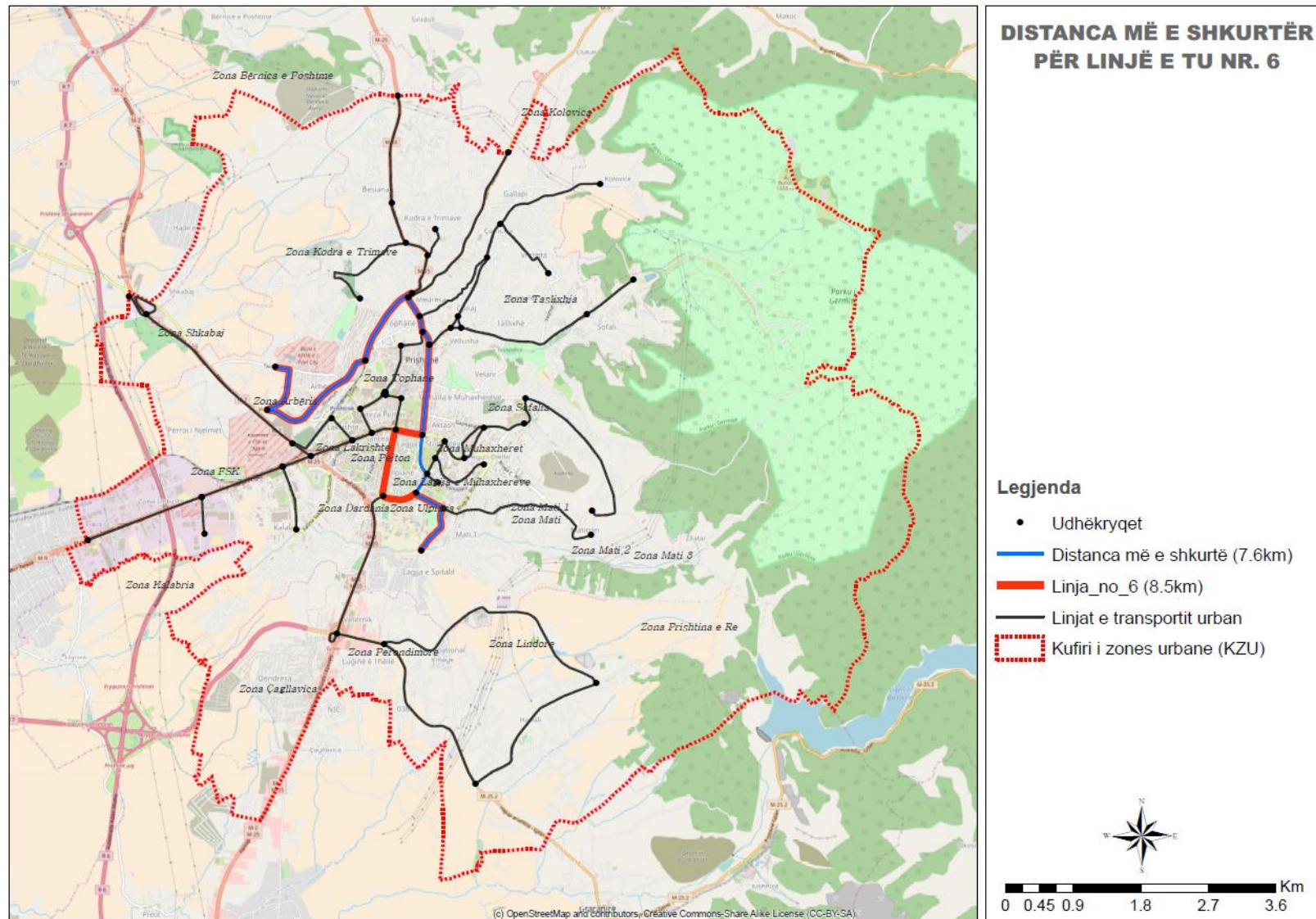


Figura 18. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 6

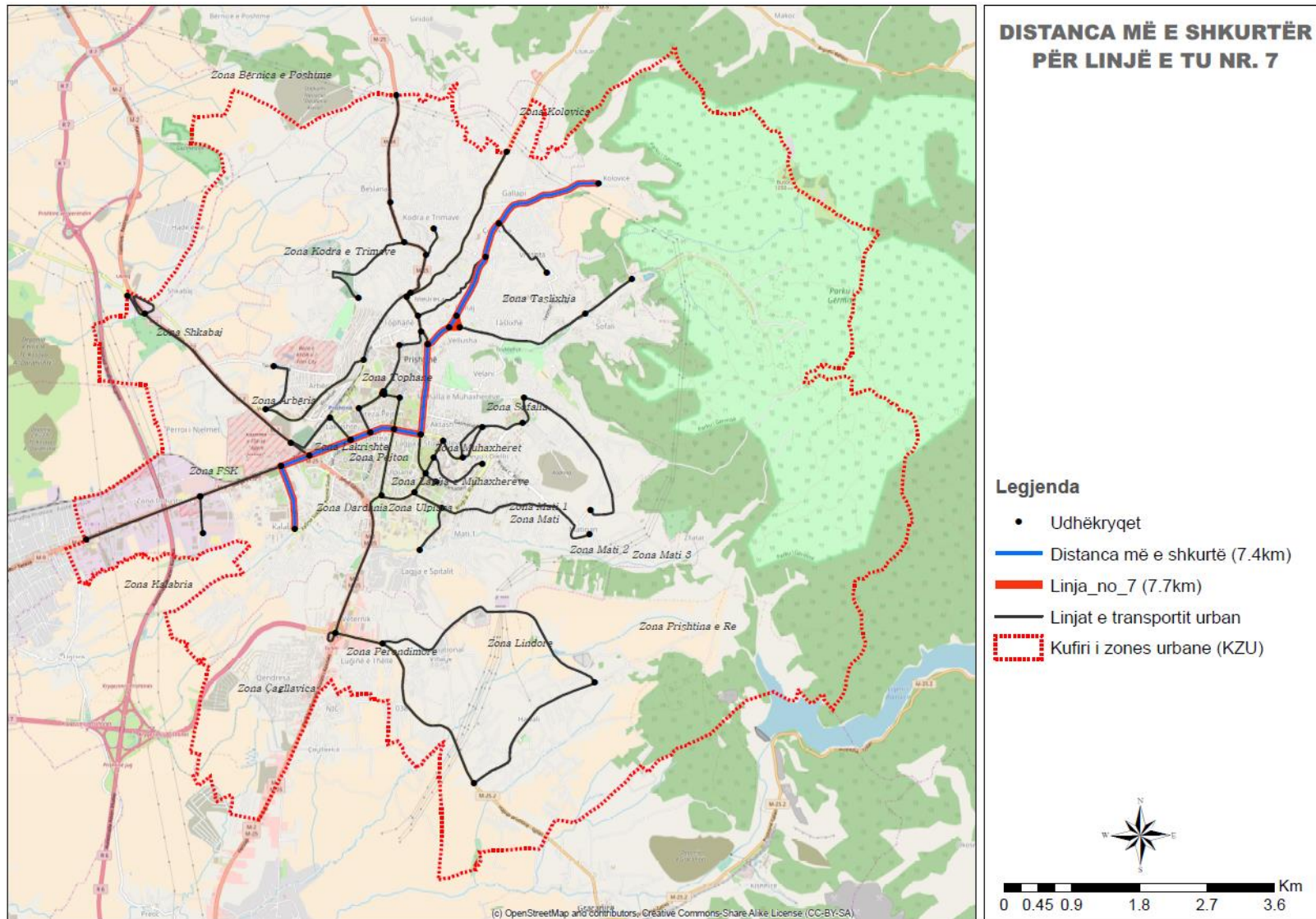


Figura 19. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 7





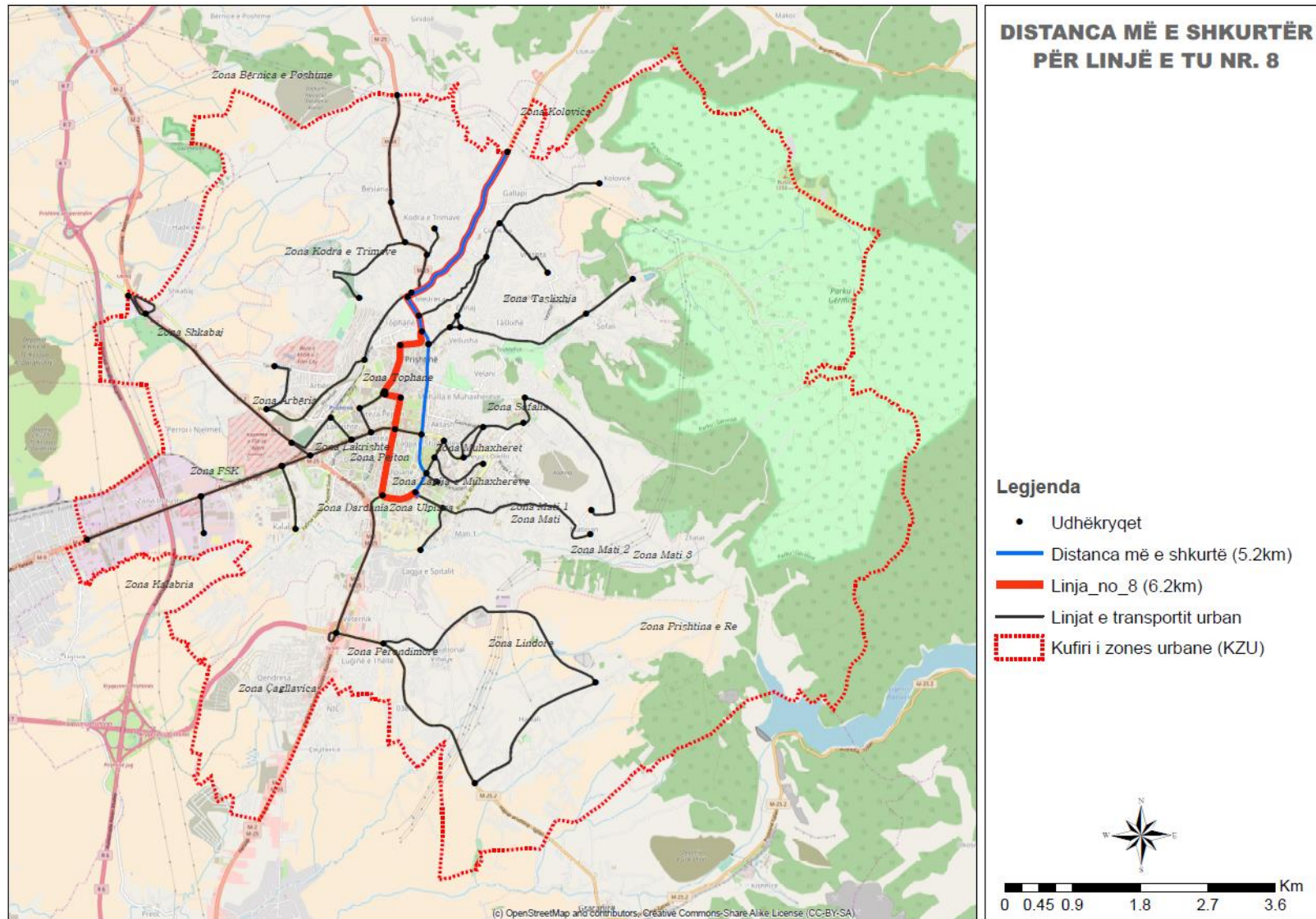


Figura 22. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 8

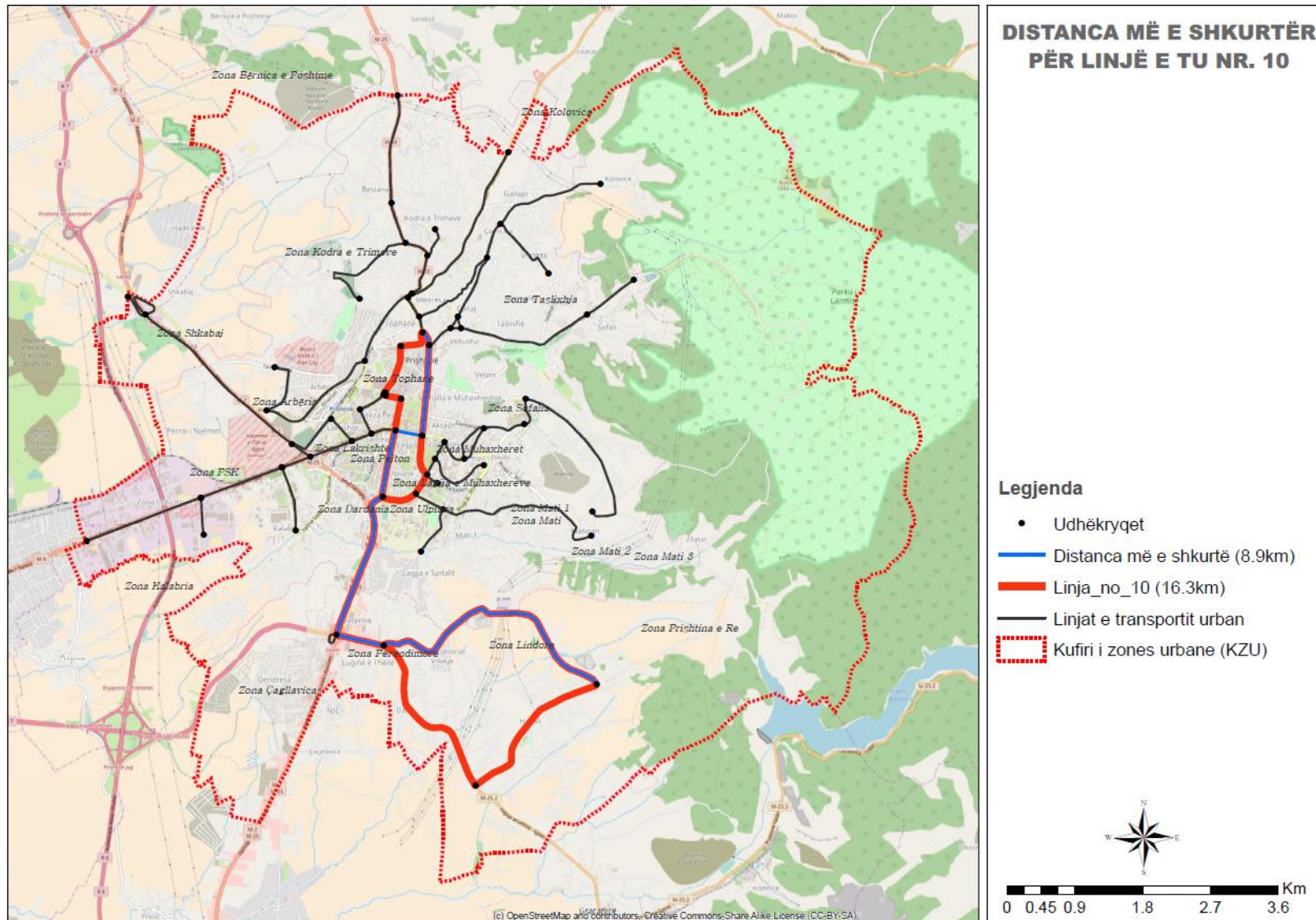


Figura 23. Distanca më e shkurtër për linjën e TU Nr. 10

### 3.5. Algoritmi Dijkstra

Algoritmi Dijkstra në zgjedhjen e problemeve në transport gjen aplikim të madh e sidomos në optimalizim të transportit të udhëtarëve dhe mallrave. Duke shfrytëzuar algoritmin Dijkstra gjejmë rrugën minimale të arritjes së autobusit të trafikut urban të secilës linjë (në këtë rast të linjës 6a) nga vend-nisja/origjina në vend-ndalje/destinacion, me qëllim zvogëlimin e kohës së operimit të linjës, zvogëlimin e shpenzimeve të lëndës djegëse gjegjësisht zvogëlimin e kostos së operimit.

Le të kemi një graf  $G=(X,U)$  me  $n$  kulme. E zëmë se kërkohen rrugët më të shkurtra dhe gjatësitë e tyre nga kulmi  $x_1$  në kulmet e tjerë të grafit. Fillimisht çdo kulmi të grafit i shoqërojmë një shënim me dy pjesë si më poshtë.

$$\begin{array}{ccccccc} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \\ 0, & \infty, & \infty, & & \infty, \end{array}$$

Shënimi i kulmit  $x_1$  është i përhershëm (futet në një kuadrat) ndërsa shënimet e kulmeve të tjerë janë të përkohshëm. Gjatë zbatimit të algoritmit në çdo hap të tij shënimet e përkohshme mund të ndryshojnë. Të shohim si ndryshojnë shënimet e përkohshme dhe si caktohet kulmi që merr shënim të përhershëm në çdo hap të algoritmit.

Hapi i parë. Shqyrtojmë të gjithë harqet që dalin nga kulmi  $x_1$ . Për thjeshtësi e zëmë se këta janë harqet  $(x_1, x_2)$ ;  $(x_1, x_4)$  dhe  $(x_1, x_5)$  të paraqitur në figurën më poshtë.

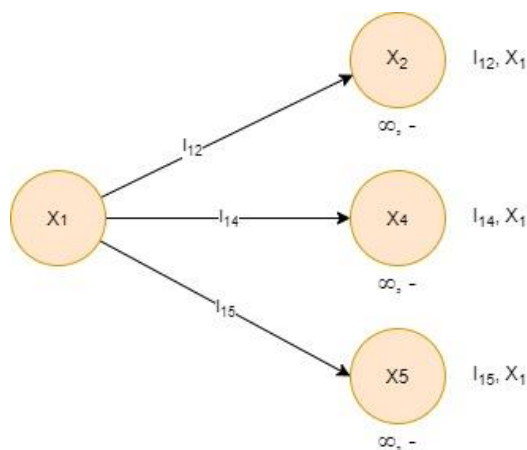


Figura 24. Lidhja e nyjeve [12]

Gjatësitë e këtyre harqeve janë  $l_{12}$ ,  $l_{14}$ , dhe  $l_{15}$ . Shënimet fillestare janë shënuar poshtë çdo kulmi. Atëherë shënimet e përkohshme të kulmeve  $x_2$ ,  $x_4$ ,  $x_5$  ndryshojnë si më poshtë:

Kulmi  $x_2$  merr shënimet  $l_{12}, x_1$

Kulmi  $x_4$  merr shënimet  $l_{14}, x_1$

Kulmi  $x_5$  merr shënimet  $l_{15}, x_1$

Këto shënime të reja për kulmet  $x_2, x_4$  dhe  $x_5$  janë të vendosur përbri kulmeve në figurën më lartë. Për kulmet e tjerë të grafit (ku nuk mbërrin harqe nga kulmi  $x_1$ ) shënimet nuk ndryshojnë. Pas këtij veprimi për të gjithë kulmet me shënim të përkohshëm (përveç  $x_1$ ) krahasojmë numrat e pjesës së parë të shënimeve dhe gjejmë me të voglin prej tyre. E zëmë se më i vogli është  $l_{14}$ . Atëherë shënimi  $l_{14}, x_1$  i kulmit  $x_4$  bëhet i përhershëm.

**Hapi i përgjithshëm.** E zëmë se në hapin paraardhës një kulm  $x_i$  ka marrë shënim të përhershëm i cili është  $c_i, x_k$ , theksojmë se  $c_i$  është një numër  $\geq 0$  ndërsa  $x_k$  është një kulm i grafit nga i cili ka marrë shënimin e përhershëm kulmi  $x_i$ .

Shqyrtojmë të gjithë harqet që fillojnë në kulmin  $x_i$  dhe mbarojnë në kulmet që në këtë moment janë me shënim të përkohshëm. Le të jetë  $(x_i, x_j)$  njëri prej këtyre harqeve me gjatësi  $l_{ij}$ .

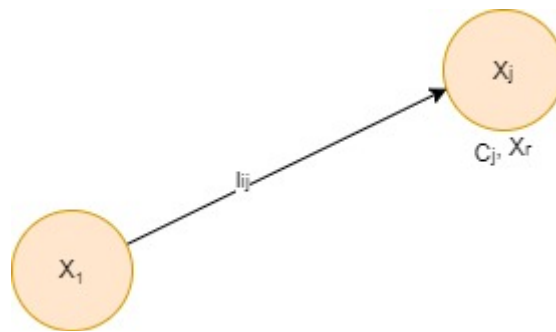


Figura 25. Harku ndërmjet dy nyjave [12]

E zëmë se shënimi i përkohshëm i kulmit  $x_j$  është  $c_j, x_r$  ( $c_j$  mund të jetë edhe  $\infty$ ).

Në qoftë se  $c_i + l_{ij} < c_j$  atëherë shënimi i kulmit  $x_j$  ndryshon dhe bëhet  $c_j' = c_i + l_{ij}$ .

Në qoftë se  $c_i + l_{ij} \geq c_j$  shënimi i kulmit  $x_j$  nuk ndryshon.

Në këtë moment këtë shënim të përkohshëm e krahasojmë me pjesët e para të shënimeve dhe zgjedhim më të voglin prej tyre. Shënimin e kulmit që i përgjigjet këtij numri më të vogël, e bëjmë të përhershëm dhe e fusim në kuadrat. Më tej procesi vazhdon në të njëjtën mënyrë.

Marrim p.sh. kulmin  $x_i$  me shënim të përhershëm  $c_i, x_k$ . Pjesa e parë  $c_i$  paraqet gjatësinë e rrugës më të shkurtër nga kulmi  $x_1$  tek kulmi  $x_i$ . Pjesa e dytë  $x_k$  tregon kulmin e parafundit të rrugës më të shkurtër nga kulmi  $x_1$  në  $x_i$ .

Gjatë zbatimit të algoritmit të mësipërm paraqiten dy raste:

- 1 Pas disa hapash të gjithë kulmet marrin shënime të përhershme. Atëherë gjenden gjatësitë dhe rrugët më të shkurtra nga kulmi  $x_1$  në kulmet e tjerë të grafit.
- 2 Në një hap të algoritmit vlera më e vogël e pjesëve të para të shënimeve të përkohshme që krahasohen del  $\infty$ . Këtu procesi ndërpritet sepse nuk ka rrugë nga kulmi  $x_1$  në të gjithë kulmet e tjerë të grafit. [1]

Elementet e grafit referuar figurës 26 janë:

A (Origjina) - paraqet nyjën e origjinës në graf (vend-nisjen e autobusit), I (Destinacioni) - paraqet nyjën e destinacionit në graf (vend-ndaljen e autobusit), B, C, D, E, F, G, H – paraqesin nyjat e grafit (udhëkryqet nëpër të cilat kalon kjo linjë).

Disa nga rrugët e mundshme në graf:

ACGHI, ACFHI, ACEI, ABCGHI, ABCFHI, ABCEI, ADI, ADEI, etj..

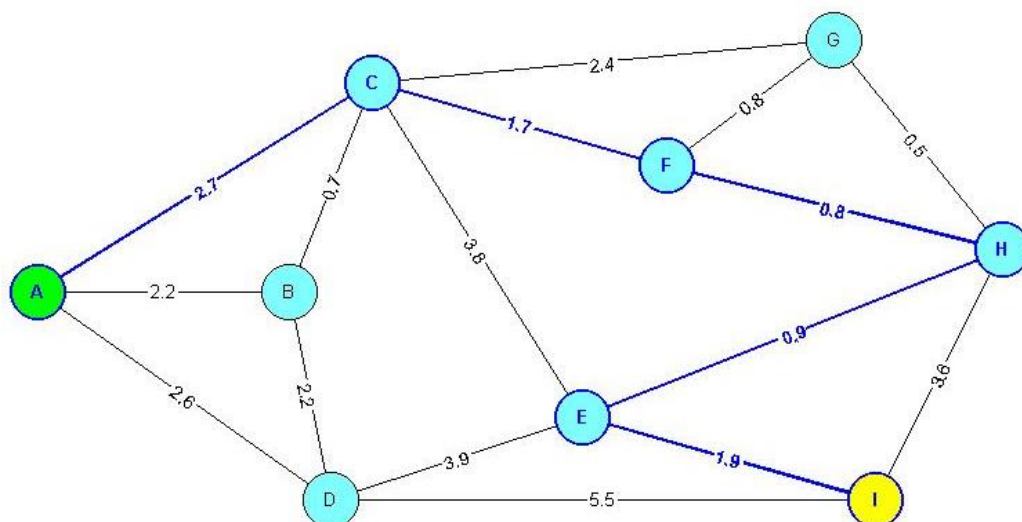


Figura 26. Rrugët e mundshme për të arritur nga origjina në destinacion të linjës 6a të TU i paraqitur në formë grafi

Algoritmi Dijkstra na mundëson gjetjen e distancave më të shkurtra nga një kulm në të gjitha kulmet tjera, ndërsa në shembullin në vazhdim është gjetur distanca më e shkurtë nga kulmi A në të gjitha kulmet e grafit.

Metodologjia e algoritmit:

1. Zgjedhim nyjën burimore si një nyje e parë e përhershme, dhe caktojmë atë si pikë fillestare 0.
2. Kontrollojmë të gjitha nyjat fqinje nga nyja e paraprake.
3. Llogaritmi gjatësitë kumulative të secilës nyje fqinje dhe i bëjmë ato si zgjidhje të përkohshme.
4. Kontrollojmë nyjat e përkohshme si më poshtë:

- a) Zgjedhim një nyje me gjatësi më të vogël kumulative, dhe e bëjmë atë si një nyje të përhershme.
- b) Nëse ka më shumë rrugë për të arritur tek nyjat, atëherë zgjidhet rruga më e shkurtër.

Përsërisim hapat 2 deri 4 për të bërë të gjitha nyjat si nyje të përhershme.

Shënim:

- Nga një nyje tek vetja i referohemi me (0), sepse në rrjetet rrugore me rëndësi është distanca mes nyjave.
- Regjistrohet distanca mes nyjave duke iu referuar nyjës së mëparshme.
- Përdoret shenja (inf) nëse nuk kemi një rrugë të drejtpërdrejtë.
- Përdorni hijezimin për të iu referuar kësaj nyje si të vizituar më parë.

Tabela 5. Grafi në formë tabelare

| DISTANCA |   | NYJAT |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          |   | A     | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H   | I   |
| Nyjat    | A | 0     | 2.2 | 2.7 | 2.6 |     |     |     |     |     |
|          | B |       | 0   | 0.7 | 2.2 |     |     |     |     |     |
|          | C |       |     | 0   |     | 3.8 | 1.7 | 2.4 |     |     |
|          | D |       |     |     | 0   | 3.9 |     |     |     | 5.5 |
|          | E |       |     |     |     | 0   |     |     | 0.9 | 1.9 |
|          | F |       |     |     |     |     | 0   | 0.8 | 0.8 |     |
|          | G |       |     |     |     |     |     | 0   | 0.5 |     |
|          | H |       |     |     |     |     |     |     | 0   | 3.6 |
|          | I |       |     |     |     |     |     |     |     | 0   |

Tabela 6. Implementimi i Algoritmit Dijkstra (matrica)

| HAPI | NYJAT |         |         |         |         |         |         |         |         | Nyjat e fiksuara |
|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------|
|      | A     | B       | C       | D       | E       | F       | G       | H       | I       |                  |
| 1    | 0 (A) | inf     | inf     | inf     | inf     | inf     | inf     | inf     | inf     | A                |
| 2    |       | 2.2 (A) | 2.7 (A) | 2.6 (A) | inf     | inf     | inf     | inf     | inf     | B                |
| 3    |       |         | 2.7 (A) | 2.6 (A) | inf     | inf     | inf     | inf     | inf     | D                |
| 4    |       |         | 2.7 (A) |         | 6.5 (D) | inf     | inf     | inf     | 8.1 (D) | C                |
| 5    |       |         |         |         | 6.5 (D) | 4.4 (C) | 5.1 (C) | inf     | 8.1 (D) | F                |
| 6    |       |         |         |         | 6.5 (D) |         | 5.1 (C) | 5.2 (F) | 8.1 (D) | G                |
| 7    |       |         |         |         | 6.5 (D) |         |         | 5.2 (F) | 8.1 (D) | H                |
| 8    |       |         |         |         | 6.1 (H) |         |         |         | 8.1 (D) | E                |
| 9    |       |         |         |         |         |         |         |         | 8 (E)   | I                |

Llogaritja e rrugës më të shkurtër në tabelën 6 dhe 7 është bërë me anë të algoritmit Dijkstra duke bërë llogaritjen me dorë.

Duke përdorur Tabela 6, mund të gjejmë rrugën më të shkurtër duke zgjedhur vlerën më të vogël për kolonën e nyjave dhe gjetjen e rrugës më të shkurtër duke gjetur nyjat që lidhen me të, ndërsa Tabela 7 paraqet rrugën dhe shtegun më të shkurtër ndërmjet A deri tek të gjitha nyjat. [13]

Tabela 7. Rrugët më të shkurtra nga nyja A deri te secila nyje

|                                                                                        |                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Distanca nga A deri tek nyja A</b><br>Rruga më e shkurtër = 0<br>Rruga A            | <b>Distanca nga A deri tek nyja B</b><br>Rruga më e shkurtër = 2.2<br>Rruga A, B           |
| <b>Distanca nga A deri tek nyja C</b><br>Rruga më e shkurtër = 2.7<br>Rruga A, C       | <b>Distanca nga A deri tek nyja D</b><br>Rruga më e shkurtër = 2.6<br>Rruga A, D           |
| <b>Distanca nga A deri tek nyja E</b><br>Rruga më e shkurtër = 2.6<br>Rruga A, D       | <b>Distanca nga A deri tek nyja E</b><br>Rruga më e shkurtër = 6.1<br>Rruga A, C, F, H, E  |
| <b>Distanca nga A deri tek nyja F</b><br>Rruga më e shkurtër = 4.4<br>Rruga A, C, F    | <b>Distanca nga A deri tek nyja G</b><br>Rruga më e shkurtër = 5.1<br>Rruga A, C, G        |
| <b>Distanca nga A deri tek nyja H</b><br>Rruga më e shkurtër = 5.2<br>Rruga A, C, F, H | <b>Distanca nga A deri tek nyja I</b><br>Rruga më e shkurtër = 8<br>Rruga A, C, F, H, E, I |

Në vijim janë paraqitur hapat e përshkruar më lart në mënyrë grafike të llogaritura me anë të MATLAB, llogaritja është bërë hap pas hapi për të parë se si funksionon algoritmi.

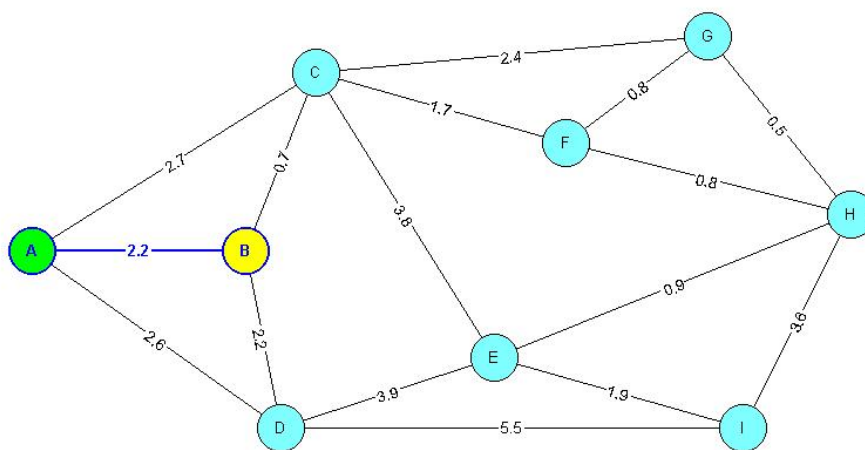


Figura 27. Distanca nga A deri tek nyja B

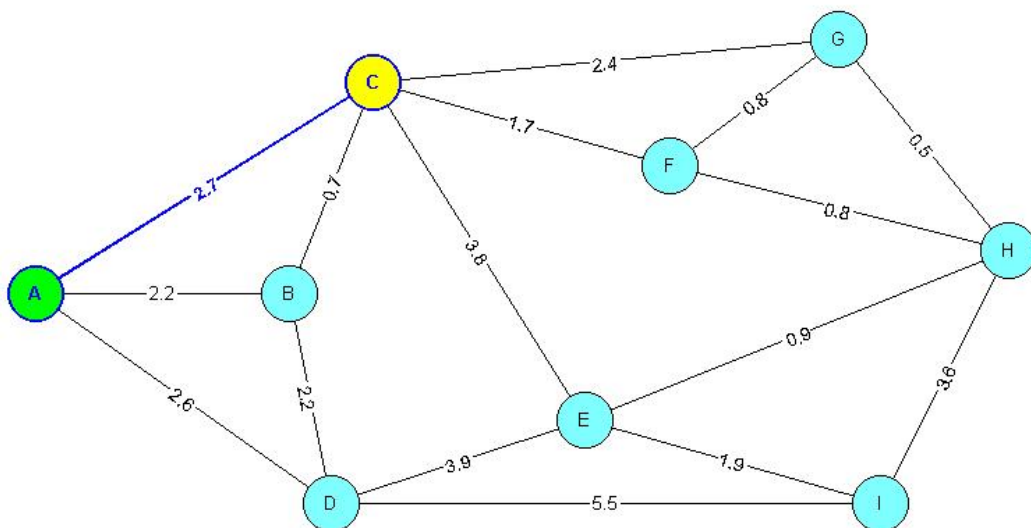


Figura 28. Distanca nga A deri tek nyja C

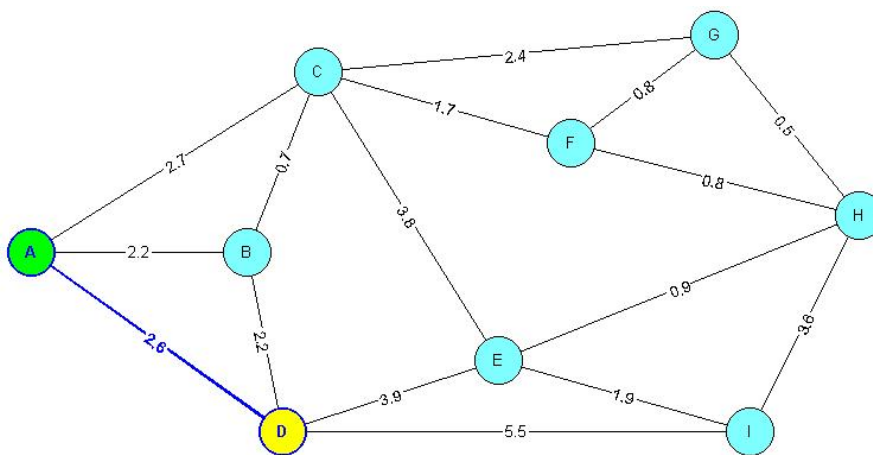


Figura 29. Distanca nga A deri tek nyja D

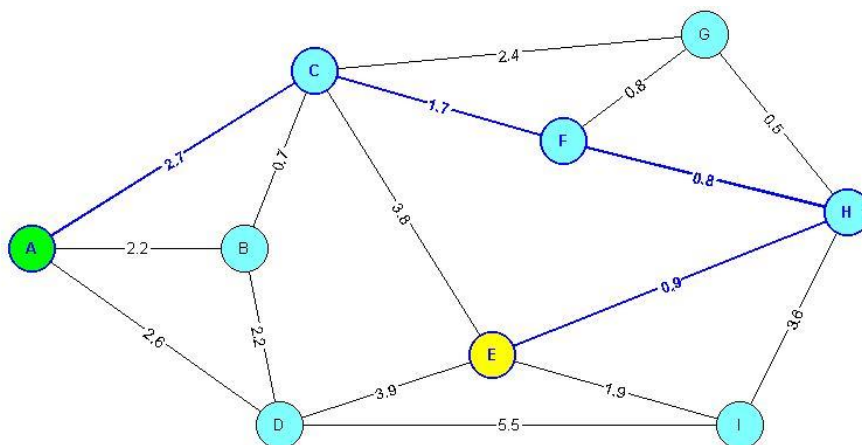


Figura 30. Distanca nga A deri tek nyja E

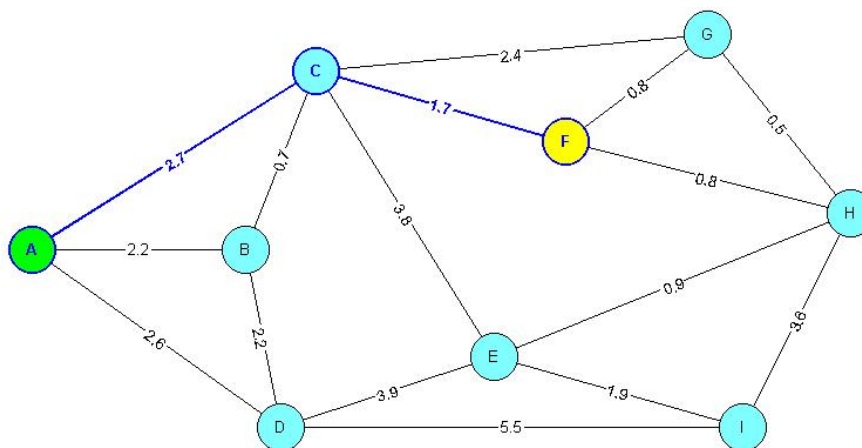


Figura 31. Distanca nga A deri tek nyja F

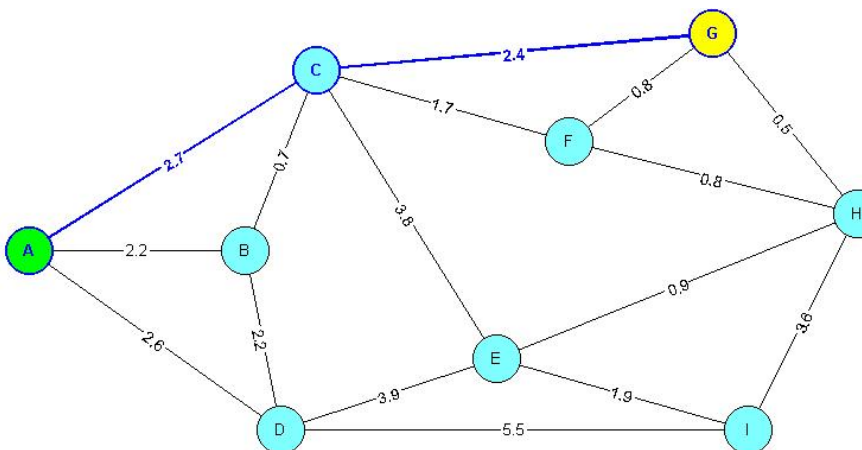


Figura 32. Distanca nga A deri tek nyja G

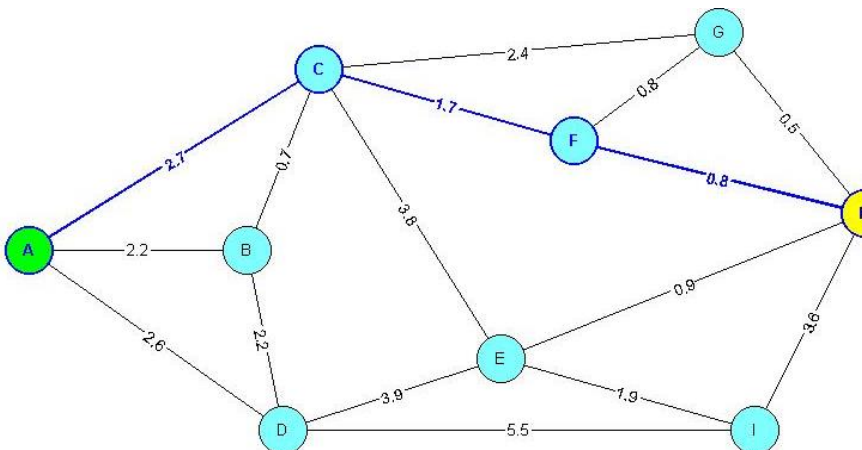


Figura 33. Distanca nga A deri tek nyja H

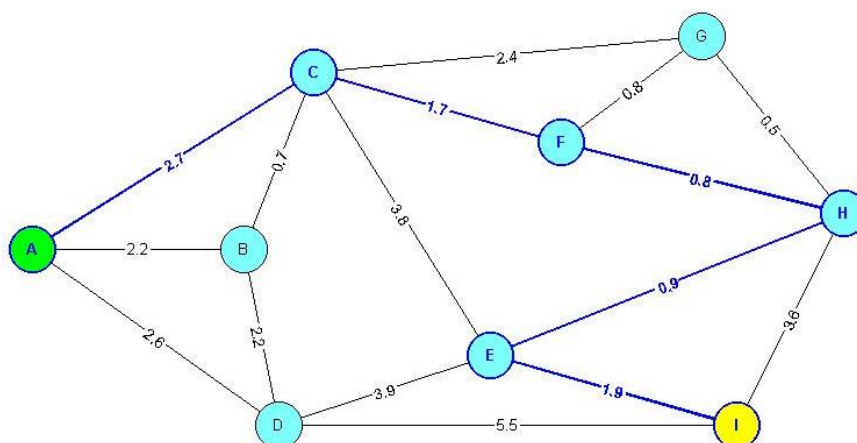


Figura 34. Distanca nga A deri tek nyja I

Duke përdorur Tabela 6 ne mund të gjejmë rrugën më të shkurtër të linjës 6a të trafikut urban siç është paraqitur në Figura 34.

### 3.6. Geographic Information System (GIS)

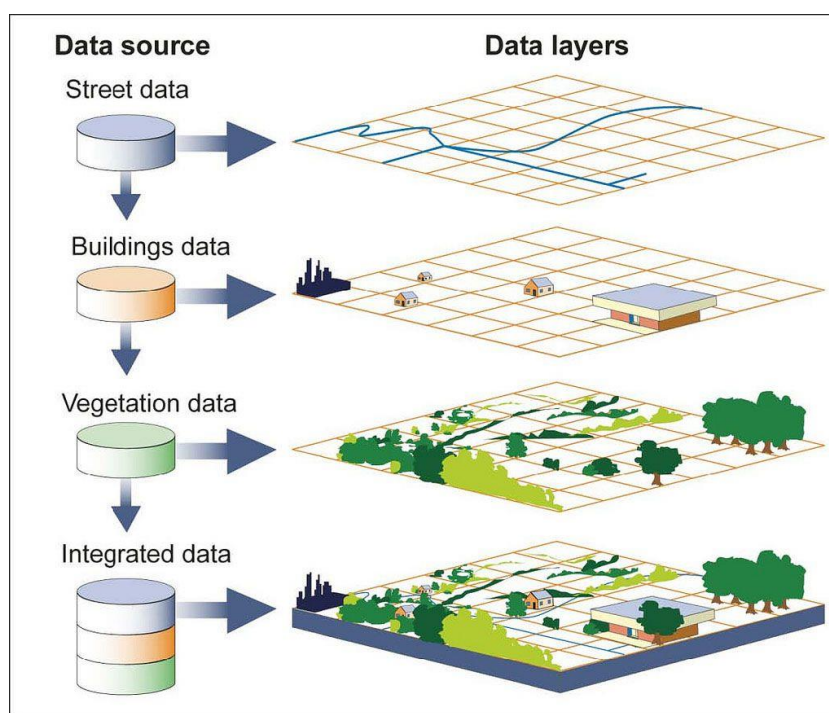
Geographic Information System (GIS) është sistem kompjuterik që përdoret për ruajtjen, analizimin, kontrollimin, menaxhimin dhe paraqitjen e të dhënave dhe ngjarjeve që ndodhin në hapësirën tokësore. Teknologjia GIS ka të integruar veprime bazike dhe bazë të dhënave, të tilla si: veprimet për kërkime në bazë të dhënave, analiza e kërkimeve statistikore, vizualizimi i të dhënave dhe analiza të tjera të ndryshme gjeografike. Sistemet GIS përdoren për të ruajtur veprimet, ngjarjet dhe gjërat që ndodhen në Tokë në mënyrë që të kemi njohuri rreth ngjarjeve që mund të ndodhin, krijimit të strategjive të ndryshme dhe planifikimeve të reja. Disa nga rastet kur kemi të bëjmë me GIS janë: [14]

- Gjetja e lokacioneve për vendosjen e spitaleve, ambulancave apo klinikave të reja;
- Kompanitë e transportit planifikojnë udhëtimet e mjeteve të tyre;
- Krijimi i linjave të reja rrugore;
- Krijimi i rrugëve apo ndryshimi i rrugëve;
- Kompanitë e ambientit planifikojnë mbjelljen apo prerjen e drurëve;
- Ndërtimi dhe planifikimi i zonave të reja;

Nga sistemet GIS mund të nxirren të dhëna të ndryshme, varësisht nga kërkesa dhe problemi i parashtruar. Për shembull për shtetin e Republikës së Kosovës kemi informatat si në vijim:

|                               |                                                                                  |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Lokacioni                     | Evropa Juglindore                                                                |
| Koordinatat gjeografike       | 42 35 N, 21 00 E                                                                 |
| Sipërfaqja                    | 10,908 km <sup>2</sup>                                                           |
| Kufiri tokësor                | 702 km                                                                           |
| Shtetet me të cilat kufizohet | Shqipëria – 112 km<br>Maqedonia – 159 km<br>Mali i Zi – 79 km<br>Serbia – 352 km |
| Pika më e ultë                | Drini i Bardhë – 297 m                                                           |
| Pika më e lartë               | Gjeravica – 2656 m                                                               |
| Mineralet                     | Nikel, zink, magnezium, krom, linjit, etj.                                       |

Gjatë ndërtimit të rrugëve, objekteve apo zhvillimit të ndonjë aktiviteti është e nevojshme të merren informata rreth terrenit, tokës, hapësirës së zhvillimit të aktivitetit, historiku i zonës dhe të analizohen mundësitë për nisjen e aktiviteteve në atë zonë. Gjatë krijimit të rrugëve të reja duhet pasur informata të mjaftueshme rreth zonës së shtrimit të rrugëve, nivelit të fortësisë dhe qëndrueshmërisë së tokës për arsye se nëse nuk bëhen të gjitha analizat e duhura dhe nëse nuk merren masat e nevojshme për parandalimin e ngjarjeve të padëshiruara atëherë mund të shfaqen probleme dhe aksidente të papritura në atë zonë punuese.



Source: GAO.

Figura 35. Shtresat e ndryshme të GIS<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Fotografia marrë nga <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>

Me GIS mund të përcaktohet se cilët lumenj apo hapësira tokësore janë në rrezik nga ndotja e tepërt e cila vjen si pasojë e fabrikave të ndryshme, cilat zona hapësinore janë më të ngarkuara nga qarkullimi i mjeteve të mëdha dhe planifikimi i ndryshimeve në sipërfaqen e tokës në mënyrë që të krijohen rrugë të reja për lehtësimin e trafikut.

Me GIS bëhet mbivendosja e shtresave të ndryshme të cilat përdoren për analiza për probleme të caktuara dhe planifikime të ndryshme.

Sistemet GIS punojnë me lloje të ndryshme të të dhënave por më të popullarizuarat janë formati *raster* dhe *vektorial*. Raster janë të dhënat që llogariten sipas pikselëve, si fotografitë satelitore, ndërsa vektorët janë poligone që krijohen sipas nyjave dhe vijave, si rrugët apo kufijtë.

## Raster-Vector Data Model

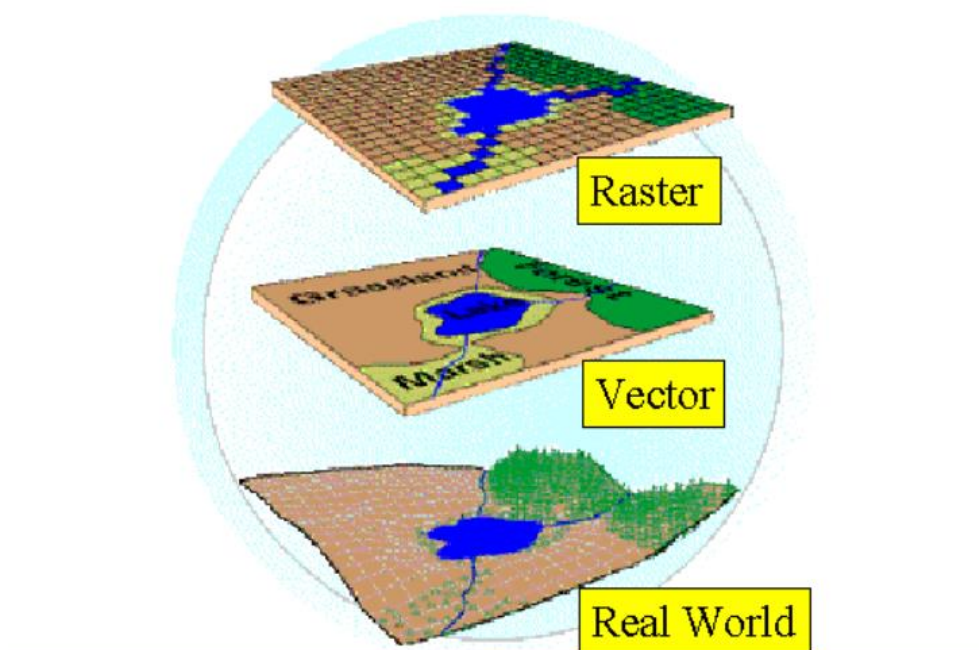


Figura 36. Dallimi ndërmjet të dhënave në GIS [15]

Ekzistojnë softuerë të ndryshëm të ndërtuar për menaxhimin e të dhënave GIS, më të popullarizuarit janë: QGIS, GRASS GIS, ArcGIS. Për të punuar me këto sistemet nevojiten gjithashtu një numër i madh i të dhënash të cilat është vështirë të mblidhen çdo herë që kemi nevojë për to, prandaj ekzistojnë shumë resurse dhe burime nga të cilat mund ti nxjerrim të dhënat e nevojshme. Shumë nga këto burime ofrohen me licencë publike dhe mund të përdoren pa ndonjë limit, ndërsa disa janë në sektorin privat dhe nuk mund të kemi qasje në ato të dhëna.

*Natural Earth* është një prej ofruesve më të njohur për të dhënat GIS dhe i ofron këto të dhëna pa pagesë, në tre shkallë të ndryshme, 1:10000000, 1: 50000000 dhe 1: 110000000. Të

dhënat e ofruara janë në dy formatet, rastër dhe vektoriale.

*Open Street Map* është një prej ofruesve më të mëdhenj për të dhënat GIS sepse ofron shtresa të ndryshme dhe ka ndërfaqe ueb. Gjithashtu, në këtë punim kemi punuar me disa shtresa të ndryshme të OSM duke filluar nga rrjeti rrugor, pikat e vend-ndaljeve, pikat e interesit, zonat hapësinore etj.

*Tabela 8. Lista me ofrues të të dhënave GIS*

| Ofruesi                                                                  | Të dhënat |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Global Map                                                               | Globale   |
| UNEP Environmental Data Explorer                                         | Globale   |
| Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Shoreline Database | Globale   |
| Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer           | Globale   |
| OpenTopography                                                           | Globale   |
| NCAR GIS Climate Change Scenarios                                        | Globale   |
| HydroSHEDS                                                               | Globale   |
| Global 200                                                               | Globale   |
| Harmonized World Soil Database                                           | Globale   |
| Datasets from the United Nations Environment Programme                   | Globale   |
| World Bank Geodata                                                       | Globale   |
| Global Agriculture Lands                                                 | Globale   |
| INSPIRE                                                                  | Evropë    |
| European Union Open Data Portal                                          | Evropë    |
| European Environmental Agency Geodata                                    | Evropë    |
| INSPIRE GeoPortal of Cyprus                                              | Qipro     |
| American School of Classical Studies at Athens, Corinth Excavations      | Greqi     |
| US National Atlas                                                        | SHBA      |
| USDA ERS Data Products                                                   | SHBA      |

### 3.7. Dukuritë e analizuara

Punimi kryesisht është bazuar në përdorimin e algoritmit Dijkstra për gjetjen e rrugëve më të shkurtra dhe njëkohësisht më optimale për optimalizimin e linjave të trafikut urban. Qëllimi kryesor i punimit është:

- Eliminimi i mbivendosjes së linjave për sektor rrugor;
- Eliminimi i mbingarkesës së trafikut;
- Mbulimi i zonave urbane me transport urban;
- Zvogëlim i kostos;

Përcaktimi i origjinës, vendit të nisjes, dhe destinacionit, mund të bëhet duke zgjedhur

çfarëdo lokacioni nga harta, mirëpo duhet të dihen lokacionet e vend-pritjeve, distancat ndërmjet tyre si dhe koeficienti i shfrytëzimit të një vend-pritjeje. Këto vlera merren duke bërë analizë të detajuar të trafikut urban. Momentalisht këto statistika nuk ofrohen nga *instituti* prandaj është bërë numërimi në terren për nxjerrjen e tyre.

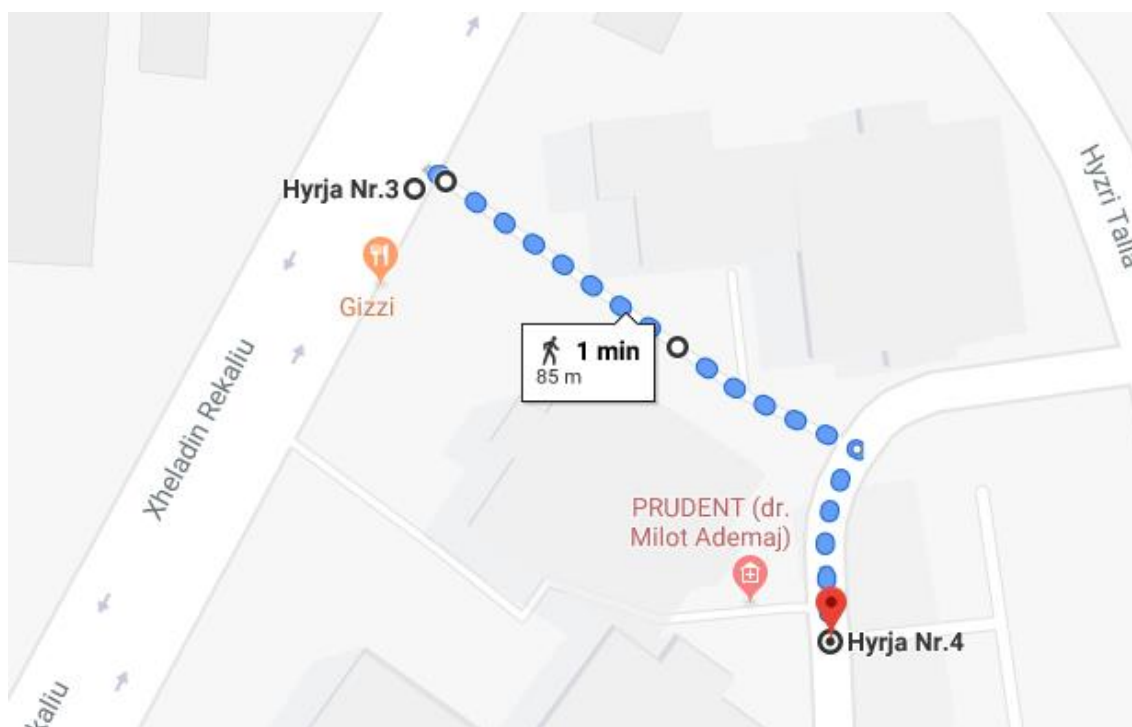


Figura 37. Qasja e qytetarit në rrjetin e transportit urban

Përveç gjetjes së rrugës më të shkurtë me algoritmin Dijkstra, përdoruesi duhet të kontrollojë mundësinë e qasjes në rrugë nga qytetari, sepse në disa zona autobusi i transportit urban nuk mund të kalojë, prandaj duhet të merret parasysh distanca dhe koha e qasjes së qytetarit në rrjetin e transportit urban.

Kujdes të veçantë duhet ti kushtohet distancës ndërmjet vend-pritjeve. Distanca ndërmjet vend-pritjeve duhet të përcaktohet pas një analize të duhur sepse ndalimi i autobusit në periudha të shkurta kohore mund të shkaktojë trafik të panevojshëm si dhe rritje të kostos të derivateve. Sipas studimit të bërë në qytetin e Prishtinës, në qendër të qytetit kemi vend-ndalje të cilat janë shumë afër njëra tjetrës, në distancë më të vogël se 200 metra.

### **3.8. Konkluzione dhe literatura për kapitullin III**

Në kapitullin III përveç shqyrtimit të literaturave nga autorë të ndryshëm të cilët problemit të njëjtë i janë qasur me metoda dhe mënyra të ndryshme për të nxjerrë rezultate të pranueshme. Kemi analizuar në përpikëri aplikimin e grafeve në zgjidhjen e problemit në gjetjen e rrugës më të shkurtër duke shfrytëzuar algoritmin Dijkstra. Përveç tjerash në këtë kapitull kanë dhënë përshkrime edhe për softuerët e përdorur siç janë GIS gjegjësisht GRASS GIS etj., softuer të cilët i kam shfrytëzuar në mbledhjen dhe përpunimin e të dhënave bazë në krijimin e mundësive të studimit të mëtutjeshëm siç janë, ndërtimi i hartave digjitale duke shfrytëzuar rrugët aktuale, projekte dhe plane të ndryshme komunale nga burime të ndryshme, të dhënatë ndryshme online etj. Nga analizat e bëra për secilën linjë të trafikut urban me anë të softuerëve dhe algoritmeve të përmendur më lartë, kam ardhur në përfundim se (siç shihet edhe në figurat nga 10 deri 23) të gjitha linjat aktuale mund të pësojnë ndryshime të vogla në linjë kështu duke zvogëluar gjatësinë e linjës gjegjësisht uljen e kostos së operimit. Vlen të theksohet se në këtë kapitull është bërë analiza e linjës vetëm bazuar në rrjetin e rrugëve aktuale përfshirë gjatësinë e segmenteve rrugore dhe terrenit për kalueshmërinë e automjetit transportues pa llogaritur parametra tjerë siç janë kërkesat e udhëtarëve në linjë dhe në stacione përgjatë lindjes dhe parametra tjerë.

## Kapitulli IV – ANALIZA E GJENDJES EKZISTUESE

### 4.1. Përmbledhja e aktiviteteve

Qasja e përgjithshme për zbatimin e studimit përbëhet nga detyrat e mëposhtme, të cilat përshkruhen në detaje në vijim:

- Përzgjedhja e zonës së planifikimit është bërë në bazë të nevojave të parashikuara për të ardhmen e kryeqytetit të Prishtinës.

- Mbledhja e të dhënave:

Për modelimin e detajuar të zonës së planifikimit, brenda modelit ekzistues të transportit strategjik, kërkohet një gamë e gjerë e të dhënave: p.sh. Pikat e ndalimit (numri i ndaljeve, vendi i ndaljes, koordinatat), linjat e rrugëve të trafikut urban (drejtimin e saktë, të gjitha pikat e ndaljes, tabela për oraret e linjave, koha e planifikuar e drejtimit (në pikën kulmore (fluksin maksimal) dhe të zakonshëm)). Për pjesët ku nuk kishte të dhëna jam bazuar në gjendjen e planifikuar të PZHU dhe planet rregullative.

- Krijimi i modelit të detajuar të rrjetit të rrugëve të linjave të autobusëve për zonën e planifikimit (Zonën Urbane):

Brenda zonës së planifikimit, rrjeti i autobusëve dhe pikat e transferimit ndërmjet linjave të autobusëve do të integrohen në detaje. Për më tepër, matrica e kërkesës për transport publik do të kalibrohet me anë të dhënave në dispozicion duke iu referuar statistikave të trafikut, hartave të ndryshme si Ortofoto etj. Prej të cilave do të nxirret, numri potencial i pasagjerëve, numri i banorëve dhe distanca mesatare e udhëtimit.

- Zhvillimi i opsioneve të ndryshme të rrjetit për të optimizuar rrjetin:

Procesi interaktiv i bazuar në modelin bazë të informacionit. Për shembull, të dhënat socio-ekonomike (numri i banorëve, punonjësit ose densiteti për zonën) mund të ndihmojnë në identifikimin e potencialeve të reja të udhëtarëve,

- Analiza dhe vlerësimi i opsioneve të ndryshme,

- Rekomandime për përmirësimin e rrjetit,

- Përcaktimi i parametrave përkatës për ngritjen e rezultateve (p.sh. optimizimi i furnizimit, përmirësimi i efikasitetit të kostos) nga zona e planifikimit në nivel strategjik dhe qyteti.

## 4.2. Përzgjedhja dhe përshkrimi i zonës së studimit

Në konsultim me udhëheqësin e temës është përzgjedhur zona urbane e qytetit të Prishtinës, për shkak të problemeve të trafikut që ka dhe që mund të ketë në të ardhmen për shkak të shtimit të numrit të banorëve çdo ditë e më shumë, është përzgjedhur si zonë e përshtatshme e planifikimit njëkohësisht edhe sfiduese.

Kriteri kryesor në lidhje me përcaktimin e zonës së planifikimit ishte se shumica e rrugëve të autobusëve brenda kësaj zone fillon dhe përfundon në të njëjtin vend. Rrjedhimisht disa flota të autobusëve duhet të jenë brenda zonës së planifikimit në mënyrë që të mos ketë shpenzime të panevojshme operative. Kufizimi me ngjyrë të kuqe të trashë me vija të ndërprera në Fig. 38 tregon zonën e planifikimit për këtë rast studimi.

Zona e planifikimit është e vendosur në qendër të Prishtinës, midis fshatit bardhosh në veri dhe fshatit Çagllavicë në jug. Ajo ka një madhësi prej rreth 81 km<sup>2</sup>, e cila është rreth 15% e sipërfaqes së Prishtinës. Sipas informatave që ne posedojmë në zonën e studimit nuk ka asnjë flotë të autobusëve. Për më tepër, autostrada kombëtare R-7 dhe rrugët unazore të Prishtinës po kalojnë nëpër zonën e planifikimit.

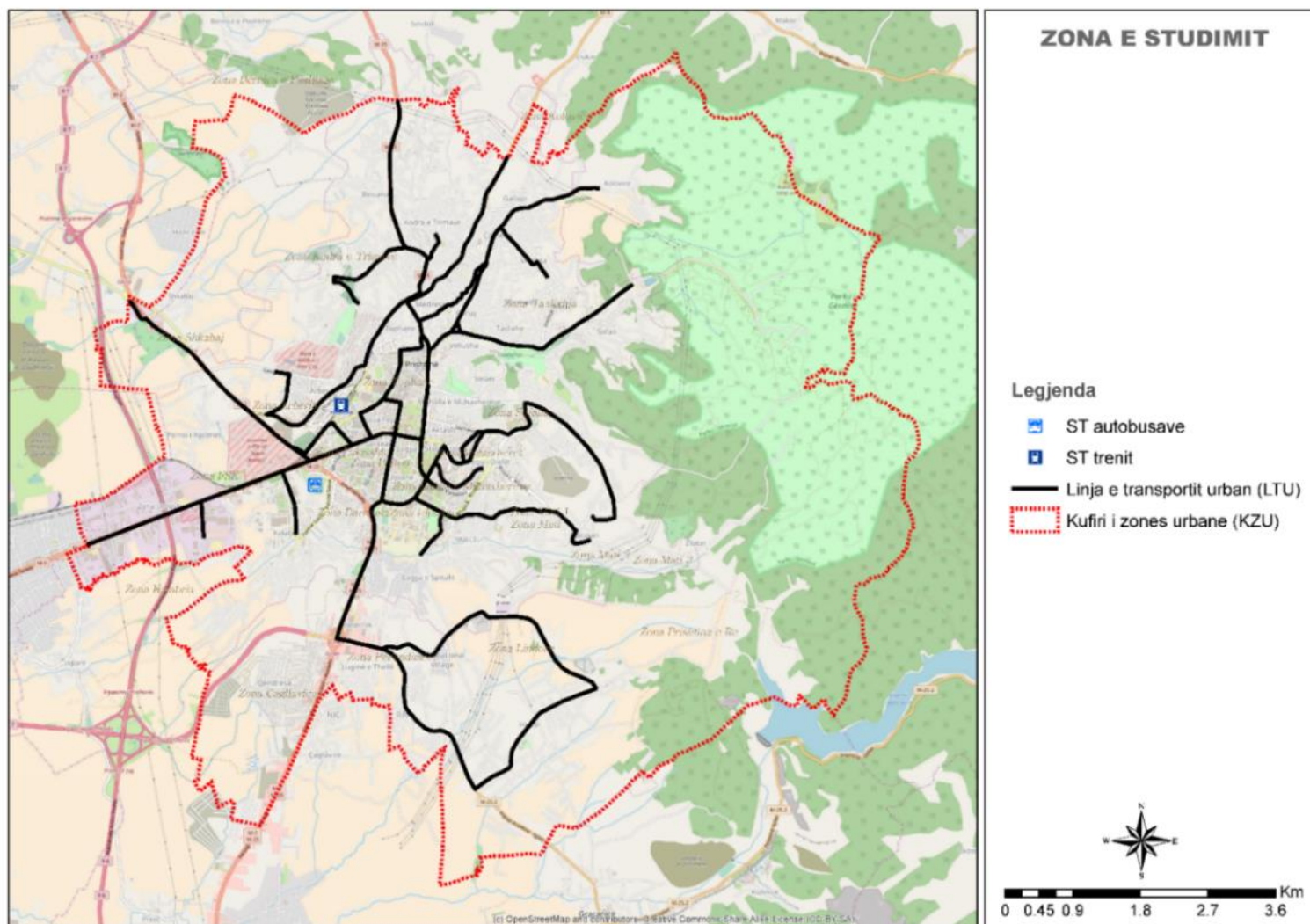


Figura 38. Harta e zonës së studimit (bazuar në hartat Google, Open Street dhe informata të tjera të plotësuar)

Tabela 9. Numri i popullsisë sipas zonave<sup>12</sup>

| <b>Zona</b>                                                  | <b>Nr. banorëve</b> |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Bernica</b>                                               | 8600                |
| <b>Bardhoshi</b>                                             | 9500                |
| <b>Dardania</b>                                              | 13381               |
| <b>Kodra e trimave</b>                                       | 40667               |
| <b>Prishtina e vjetër</b>                                    | 23250               |
| <b>PRISHTINA E RE_ZONA LINDJA</b>                            | 28419               |
| <b>Plani Rregullues Urban "Prishtina e Re - Zona Qendër"</b> | 65000               |
| <b>Plani Rregullues Urban "Prishtina e Re - Zona Qendër"</b> | 120000              |
| <b>Mati 1</b>                                                | 35000               |
| <b>Mati 2</b>                                                | 35000               |
| <b>Mati 3</b>                                                | 13500               |
| <b>Medrese Çamëri</b>                                        | 30475               |
| <b>Muhaxheret</b>                                            | 34327               |
| <b>ARBERIA3</b>                                              | 16728               |
| <b>Pejton</b>                                                | 10182               |
| <b>Ulpiana</b>                                               | 5560                |
| <b>Qendra 1</b>                                              | 10000               |
| <b>Qendra 2</b>                                              | 10000               |
| <b>Sofalia</b>                                               | 20845               |
| <b>Tophane</b>                                               | 25710               |
| <b>Vellusha</b>                                              | 9028                |
| <b>Zllatar</b>                                               | 5000                |
| <b>Zona ekonomike</b>                                        | 5400                |
| <b>Lakërishtë</b>                                            | 11670               |
| <b>Qagllavica</b>                                            | 8970                |
| <b>Kalabria</b>                                              | 35000               |
| <b>Fsk</b>                                                   | 3500                |
| <b>Tasligje</b>                                              | 27948               |
| <b>Kolovica</b>                                              | 19767               |

<sup>12</sup> Agjencia e Statistikave të Kosovës

### 4.3. Mbledhja i të dhënave

Për të ndërtuar modelin e transportit duhej mbledhur të dhëna të ndryshme hyrëse. Shumica e të dhënave u sigurua nga Harta të ndryshme pjesërisht të gatshme dhe pjesërisht të plotësuar si:

- ✓ *Ortofotot e punuara nga Agjensioni Kadastral i Kosovës të vitit 2012 nga të cilat janë vektorizuar disa linja të rrugëve të cilat nuk janë të evidentuara në hartat ekzistuese.*
- ✓ *Harta të marrura nga Google.*
- ✓ *Harta të marrura nga Open Street.*
- ✓ *PZHU*
- ✓ *PZHK*
- ✓ *Planet rregullative të komunës së Prishtinës*
- ✓ *Ose u kalkuluan.*

Megjithatë informacioni i saktë mbi pikat e ndaljeve (gjeo-koordinatat) dhe linjat e rrugëve të trafikut urban dhe rrugëve tjera nuk ishin në dispozicion, prandaj më është dashur që ta punoj një hartë të rrugëve të Prishtinës brenda zonës urbane duke u bazuar në ortofotot e vitit 2012 të Agjensionit Kadastral të Kosovës si dhe harta tjera të marra pjesërisht nga Google Maps, Open Street etj., që të bënim një studim të përshtatshëm.

Për më tepër, disa nga të dhënat e nevojshme për llogaritjen e modelit të transportit nuk ishin të disponueshme në kohën e studimit. Meqenëse këto të dhëna mund të sigurohen vetëm nga mënyra analitike duke u bazuar në statistika të planeve rregulluese urbane etj., dheurvejime të udhëtarëve, të cilat janë bërë aktualisht nga Studime Gjithëpërfshirës për Transportin, por që nuk janë në dispozicion për momentin, nuk ishte as e realizueshme as e nevojshme për të mbledhur këto të dhëna në kuadër të këtij studimi. Kjo e kufizon përdorshmërinë e mjetit në një mënyrë për momentin, por këto kufizime mund të kapërcehen lehtë pasi rezultatet nga Studimi Gjithëpërfshirës për Transportin të jenë në dispozicion.

Të dhënat e domosdoshme hyrëse, qëllimi i tyre dhe të dhënat aktuale në dispozicion janë renditur në tabelën e mëposhtme.

*Tabela 10. Të dhënat e nevojshme*

| Të dhënat e nevojshme të dhëna (optimale)                          | Propozimi                                       | Disponueshmëria                                      | Burimi        |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------|
| Stacionet e autobusëve dhe kapaciteti                              | Bllokimi i linjës                               | Në dispozicion                                       | Trafiku urban |
| Vend ndalimet e Autobusëve                                         | Integrimi i vendndodhjeve të sakta të ndaljes   | Në dispozicion                                       | OSM           |
| Linjat e rrugëve                                                   | Integrimi i drejtimit të saktë të linjës        | Pjesërisht në dispozicion                            | OSM           |
| Kohët e planifikuara të drejtimit                                  | Llogaritja e kohës së udhëtimit                 | Në dispozicion                                       | TU            |
| Koha e saktë e nisjes                                              | Analiza e kohës së udhëtimit                    | Në dispozicion                                       | TU            |
| Tabelat kohore - Orari                                             | Llogaritja e numrit të shërbimeve të udhëtimeve | Në dispozicion                                       | TU            |
| Të dhënat e kërkesës së origjinës dhe destinacionit të pasagjerëve | Llogaritja i matricës së kërkesës               | Mungon                                               | -             |
| Vendbanimi dhe numri i zbritjes për pikë ndalim                    | Llogaritja i matricës së kërkesës               | Mungon                                               | -             |
| Numri i udhëtarëve sipas linjës së rrugës                          | Nga hartat e punuara me GIS Software etj.       | Mungon                                               | -             |
| Numri shërbimeve të autobusëve për linjë të rrugës                 | Nga hartat e punuara me GIS Software etj.       | Pjesërisht në dispozicion (vetëm numri i autobusëve) | TU            |
| Numri i biletave të shitura për linjë rrugore dhe lloji i tyre     | Nga hartat e punuara me GIS Software etj.       | Mungon                                               | -             |
| Shpejtësia e lëvizjes së autobusëve                                | Krahasimi me vlerat model                       | Në dispozicion                                       | TU            |
| Kostoja për një udhëtim                                            | Llogaritja e kostove                            | Në dispozicion                                       | TU            |
| Llojet e biletave dhe çmimet                                       | Llogaritja e të ardhurave                       | Në dispozicion                                       | TU            |

Për analizë të duhur dhe më të saktë për modelimin e transportit urban në qytetin e Prishtinës janë përdorur 77 vende pritjeje të autobusëve brenda rrjetit transportues. Koordinatat e këtyre vendeve të pritjeje gjenden në tabelën e mëposhtme dhe mund të verifikohet lokacioni i tyre nëse vendosen në ndonjërin prej shërbimeve online të hartave apo në sistemet GIS. Në figurën e mëposhtme paraqiten lokacionet e lartë përmendura të nxjerra nga OSM.

Në hartën në vijim janë paraqitur vend-pritjet (stacionet) e trafikut urban, të cilat janë të nxjerra me anë të aplikacioni Open Street Map, dhe të cilat janë të vendosura me koordinata të sakta të cilat na shërbejnë për analizë të mëtutjeshme.

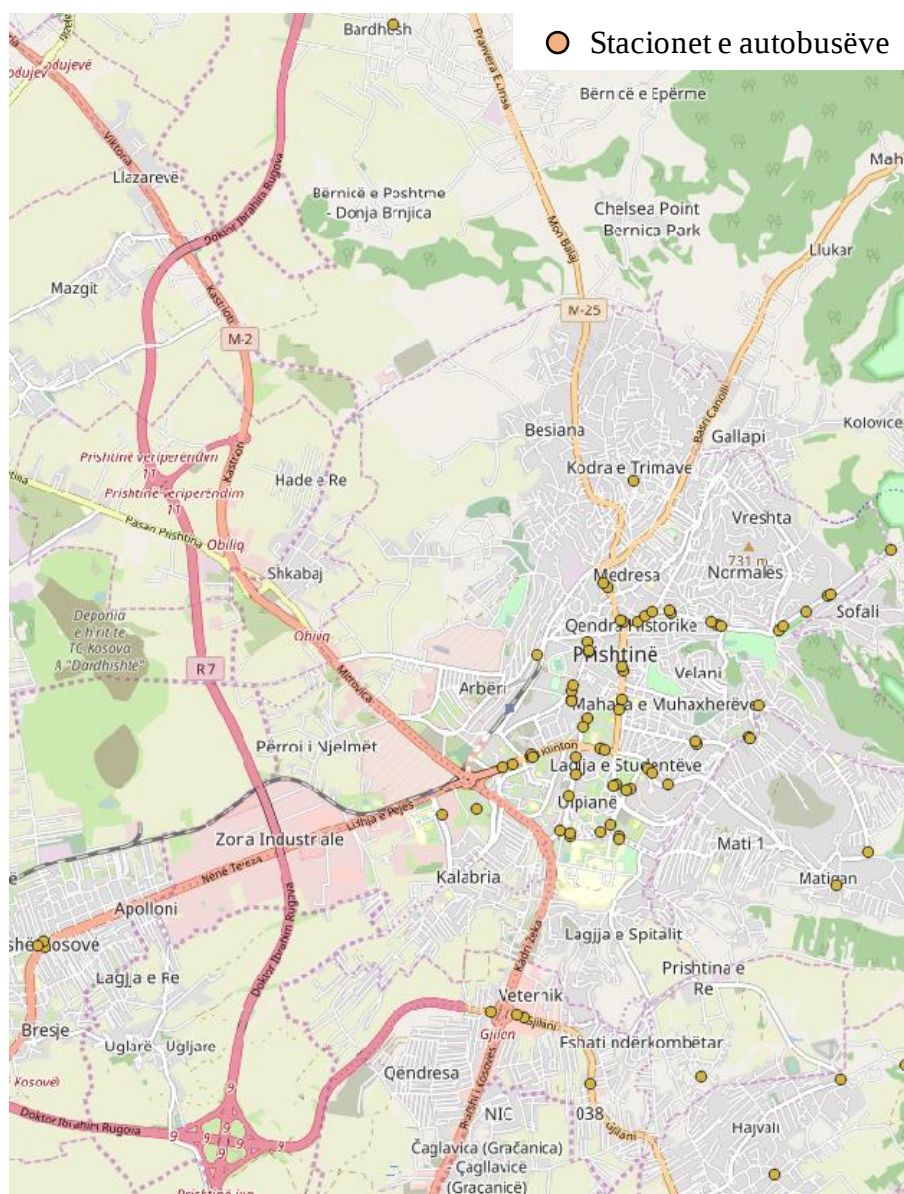


Figura 39. Vend-pritjet e trafikut urban të nxjerra nga Open Street Map

Tabela 11. Koordinatat e vendeve të pritjes

| Vend pritjet |            |            |
|--------------|------------|------------|
| longitude    | latitude   | osm_id     |
| 21.1586457   | 42.6596867 | 4870504746 |
| 21.0933585   | 42.6371888 | 3502701121 |
| 21.1999393   | 42.6263928 | 4987259828 |
| 21.1746672   | 42.6253341 | 5032771323 |
| 21.136493    | 42.7210963 | 5040838124 |
| 21.1526946   | 42.6306523 | 5320470421 |
| 21.1645186   | 42.6472796 | 4321932197 |
| 21.151867    | 42.63093   | 5320470521 |
| 21.1634699   | 42.6483035 | 4321932198 |
| 21.1914291   | 42.6427801 | 5377640038 |
| 21.198251    | 42.6733365 | 4331977901 |
| 21.1953934   | 42.6458422 | 5377640040 |
| 21.1621979   | 42.647671  | 4342371169 |
| 21.1650763   | 42.6623588 | 4434318892 |
| 21.1649044   | 42.6626514 | 4434319590 |
| 21.1648593   | 42.6596793 | 4434324490 |
| 21.1740565   | 42.655638  | 4434327690 |
| 21.1709458   | 42.6675945 | 4434332789 |
| 21.1644596   | 42.6587123 | 4434334789 |
| 21.1584452   | 42.6472819 | 517589643  |
| 21.1680338   | 42.6533893 | 4434334790 |
| 21.1668952   | 42.6667309 | 617633625  |
| 21.1837671   | 42.6164636 | 5812422538 |
| 21.1739532   | 42.6558219 | 4434335089 |
| 21.1658861   | 42.6515273 | 4436241090 |
| 21.0931358   | 42.6376823 | 5826736485 |
| 21.1805184   | 42.6562069 | 4436241093 |
| 21.1571612   | 42.647684  | 623714761  |
| 21.1806891   | 42.6561066 | 4436241094 |
| 21.1583264   | 42.6508697 | 625872287  |
| 21.1630975   | 42.6699593 | 4436241095 |
| 21.1621797   | 42.6552688 | 4436261491 |
| 21.0925569   | 42.6372729 | 695414489  |
| 21.1591238   | 42.6528649 | 4436274090 |
| 21.1586029   | 42.6605168 | 4436286092 |
| 21.1604957   | 42.6580308 | 4436292791 |

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 21.1626397 | 42.6550324 | 4436323989 |
| 21.1705906 | 42.6518921 | 4436337190 |
| 21.1609989 | 42.6246689 | 1145509926 |
| 21.162483  | 42.6703368 | 4436375390 |
| 21.153689  | 42.6546593 | 4436381092 |
| 21.1662682 | 42.6796594 | 4436381991 |
| 21.1591782 | 42.6544644 | 1215094112 |
| 21.1513865 | 42.653738  | 4436391290 |
| 21.1499816 | 42.6535675 | 4436431589 |
| 21.1538305 | 42.6544713 | 4436431590 |
| 21.1586212 | 42.6595968 | 1458787612 |
| 21.146936  | 42.6497752 | 5907171585 |
| 21.1606174 | 42.6649486 | 1458787621 |
| 21.1765809 | 42.6664853 | 4447513493 |
| 21.1650032 | 42.6667361 | 1458787632 |
| 21.1677903 | 42.6673052 | 1458787634 |
| 21.1600289 | 42.6572076 | 1458787638 |
| 21.1758275 | 42.6668117 | 1458787643 |
| 21.1486038 | 42.6311591 | 4458001792 |
| 21.1588241 | 42.6609655 | 1458787654 |
| 21.1904016 | 42.6691185 | 1458787656 |
| 21.1607437 | 42.6639448 | 1458787660 |
| 21.1645652 | 42.6469866 | 4461986290 |
| 21.1842926 | 42.6659548 | 1458787663 |
| 21.1583974 | 42.6474575 | 4469391589 |
| 21.1646625 | 42.666822  | 1458787667 |
| 21.1686383 | 42.6529777 | 6037808862 |
| 21.1685562 | 42.6676721 | 1458787673 |
| 21.1653068 | 42.6513659 | 1458787677 |
| 21.1847964 | 42.6663865 | 1458787690 |
| 21.1876479 | 42.6677226 | 1458787695 |
| 21.1906589 | 42.6692295 | 1458787697 |
| 21.1425531 | 42.6491493 | 1493107279 |
| 21.160693  | 42.6641667 | 4490589406 |
| 21.1920272 | 42.6250305 | 4610525400 |
| 21.1640829 | 42.6519305 | 2070906980 |
| 21.1637396 | 42.6518044 | 2070906981 |
| 21.1817143 | 42.6591142 | 4743762722 |
| 21.1542722 | 42.6637524 | 4775789421 |
| 21.1771364 | 42.666421  | 2989330254 |
| 21.1706804 | 42.6677513 | 2989334495 |

Në tabelën 11 janë paraqitur google koordinatat për secilin stacion në autobusëve dhe janë përcaktuar osm\_id, ne anë të Open Street Map për secilin stacion në mënyrë që algoritmi të identifikoj me lehtësi secilin stacion të autobusëve për kalkulime të mëtutjeshme.

Ndërsa në figurën 40 është përshkruar mënyra e ruajtjes së të dhënave në Structured Query Language, të cilat përdoren për llogaritjen e rrugës më të shkurtër me anë të Python.

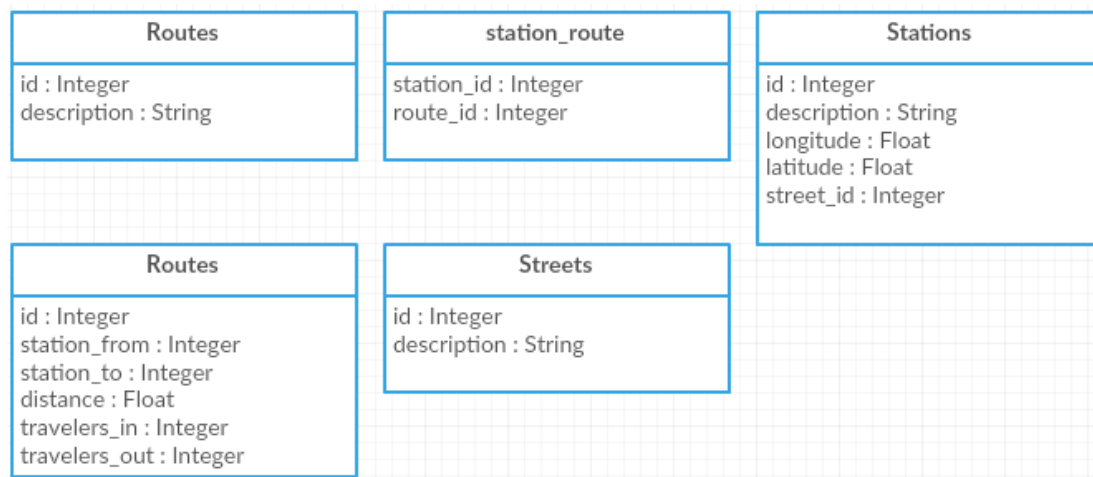


Figura 40. Tabelat për ruajtjen e të dhënave

| station_description   | longitude          | latitude           | street_description |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Stacioni i autobusëve | 21.146779194756074 | 42.649975911838140 | NULL               |
| Ndalesë autobusi      | 21.191530910240857 | 42.653099454464162 | Sokol Sopi         |
| Ndalesë autobusi      | 21.157127811921058 | 42.647695557274005 | Dëshmorët e Kombit |
| Ndalesë autobusi      | 21.163817812441376 | 42.651568642594412 | Agim Ramadani      |
| Ndalesë autobusi      | 21.158965793717833 | 42.661111559404929 | Luan Haradinaj     |
| Ndalesë autobusi      | 21.159996203873739 | 42.657209742009961 | Xhorxh Bush        |
| Ndalesë autobusi      | 21.159300350778555 | 42.654495176354160 | Dëshmorët e Kombit |
| Ndalesë autobusi      | 21.158251815036415 | 42.650655032709309 | Dëshmorët e Kombit |
| Ndalesë autobusi      | 21.184779021352632 | 42.666394151209865 | Dr. Shpëtim Robaj  |
| Ndalesë autobusi      | 21.168599757901799 | 42.667664769994161 | Ibrahim Lutfiu     |
| Ndalesë autobusi      | 21.164902349218245 | 42.666762568928185 | Agim Ramadani      |
| Ndalesë autobusi      | 21.160564557036345 | 42.664956777817068 | Migjeni            |
| Ndalesë autobusi      | 21.168583457318153 | 42.653045845096500 | Enver Maloku       |
| Ndalesë autobusi      | 21.158436601893051 | 42.647261690408783 | Fehmi Lladrovci    |
| Ndalesë autobusi      | 21.163309660907210 | 42.648213642724635 | Xhevë Lladrovci    |
| Ndalesë autobusi      | 21.166426677071392 | 42.652272073012433 | Xheladin Rekalju   |
| Ndalesë autobusi      | 21.158628048165774 | 42.659622956742339 | Garibaldi          |
| Ndalesë autobusi      | 21.180561397898845 | 42.656271080869104 | Gazmend Zajmi      |
| Ndalesë autobusi      | 21.160448359697554 | 42.657988908539018 | Xhorxh Bush        |
| Ndalesë autobusi      | 21.159027853775722 | 42.652618554914341 | Dëshmorët e Kombit |
| Ndalesë autobusi      | 21.168010950216249 | 42.653598557710453 | Enver Maloku       |
| Ndalesë autobusi      | 21.158474893660138 | 42.647490811569938 | Fehmi Lladrovci    |
| Ndalesë autobusi      | 21.162082917825469 | 42.647671117697278 | Fehmi Lladrovci    |
| Ndalesë autobusi      | 21.173091106847057 | 42.655855638318052 | Gazmend Zajmi      |
| Ndalesë autobusi      | 21.177030955539927 | 42.655871020524401 | Gazmend Zajmi      |

Figura 41. Ruajtja e të dhënave për vend-pritje në SQL

Sipas të dhënave të nxjerra, nga gjithsej 477 rrugë sa i ka komuna e Prishtinës, trafiku urban mbulon vetëm 63 prej tyre, apo 13%. Numri i vend-pritjeve për rrugë mesatarisht është tre.

Tabela 12. Numri i vendeve të pritjeve për rrugë

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Numri i rrugëve në komunën e Prishtinës | 477 |
| Numri i rrugëve të përdorura nga TU     | 63  |
| Numri i vend-pritjeve për rrugë (max)   | 10  |
| Numri i vend-pritjeve për rrugë (min)   | 1   |
| Numri i vend-pritjeve për rrugë (avg)   | 3   |

| station_description | longitude          | latitude           | street_description | total |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| Ndalesë autobusi    | 21.170145549584838 | 42.669213015815821 | Haxhi Zeka         | 10    |
| Ndalesë autobusi    | 21.191655845003908 | 42.645796554636959 | Muharrem Fejza     | 9     |
| Ndalesë autobusi    | 21.163817812441376 | 42.651568642594412 | Agim Ramadani      | 8     |
| Ndalesë autobusi    | 21.153322090767531 | 42.663222596923411 | Ahmet Krasniqi     | 8     |
| 124                 | 21.165136960365697 | 42.676323762563634 | Vëllezërit Fazliu  | 7     |
| Ndalesë autobusi    | 21.115157466707785 | 42.672750911085160 | Hasan Prishtina    | 7     |
| Ndalesë autobusi    | 21.184779021352632 | 42.666394151209865 | Dr. Shpëtim Robaj  | 6     |
| Ndalesë autobusi    | 21.149788414657426 | 42.631104054905066 | Gjilani            | 6     |

Figura 42. Grumbullimi i vend-pritjeve sipas rrugëve

Sipas linjave ekzistuese koha e qasjes nga një pikë e caktuar në pjesë tjera të qytetit është mjaft e lartë. Analiza e qasjes në pjesët e ndryshme të qytetit nga një pikë referente e bërë me programin softuerik PTV Visum<sup>13</sup> siç është paraqitur në figurat 43, 44 dhe 45 tregon qartë se sa shumë kohë i është dashur udhëtarit qasja në pjesët e largëta të qytetit.

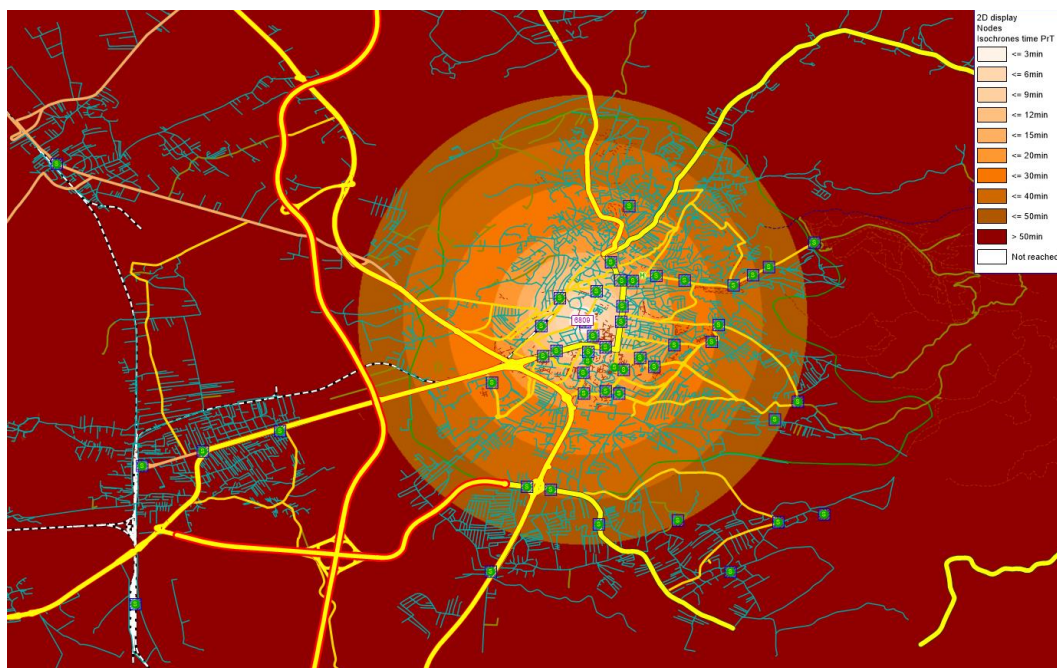


Figura 43. Qasja nga pjesa qendrore e qytetit sipas linjave ekzistuese

<sup>13</sup> <https://www.ptvgroup.com>

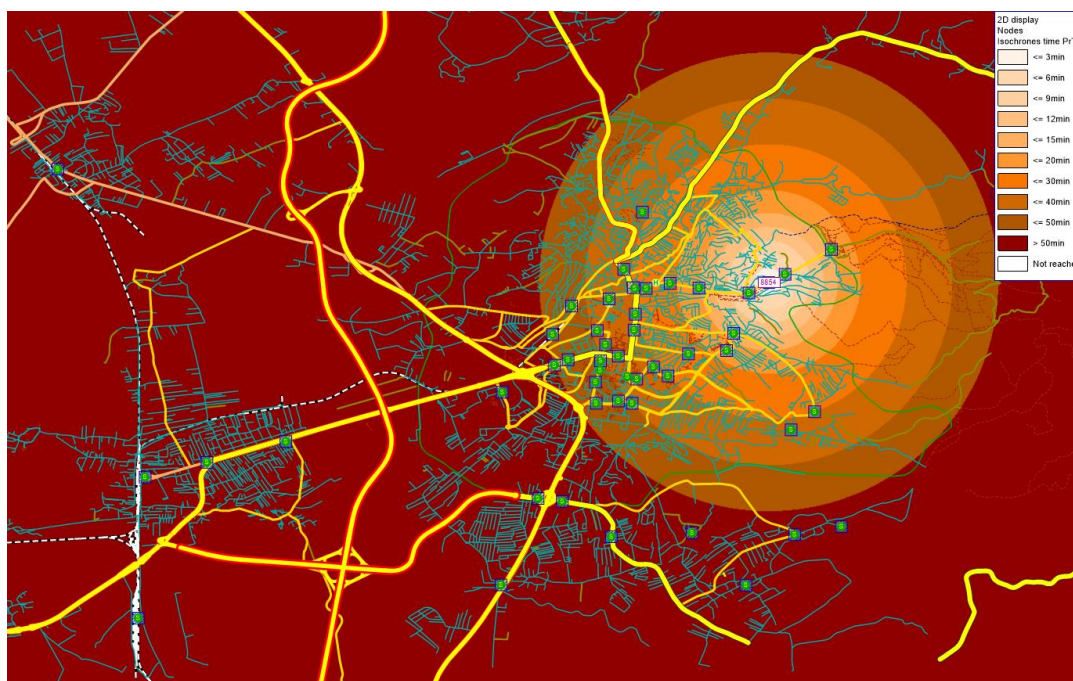


Figura 44. Qasja nga pjesa lindore e qytetit sipas linjave ekzistuese

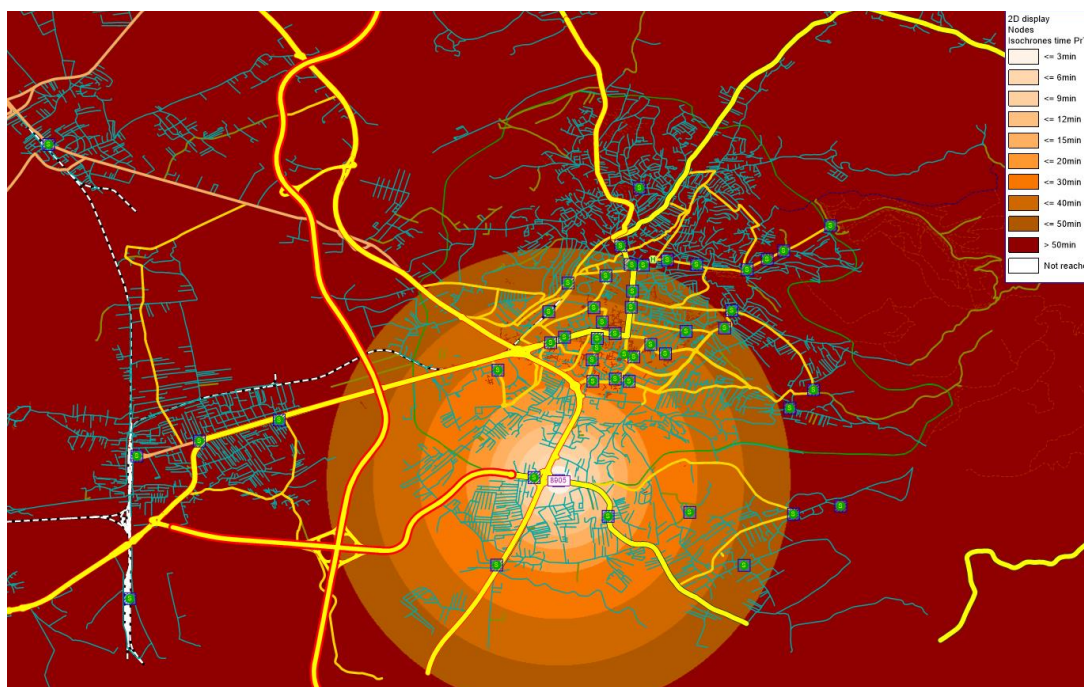


Figura 45. Qasja nga pjesa jugore e qytetit sipas linjave ekzistuese

Nga këto stacione pritjeje janë analizuar disa aspekte kryesore para propozimit të përcaktimit të linjave të reja të cilat do e lehtësonin trafikun e qytetit dhe do i mundësonin qytetarit arritje të shpejtë në destinacion. Si fillim analizohet kohë e qasjes në pjesë të ndryshme të qytetit nga një pikë referente. Pikat referente janë përcaktuar nga disa rajone ku frekuentimi i transportit urban ka qenë më i lartë. Në vazhdim në figurat 46, 47 dhe 48 paraqiten isokrones time.



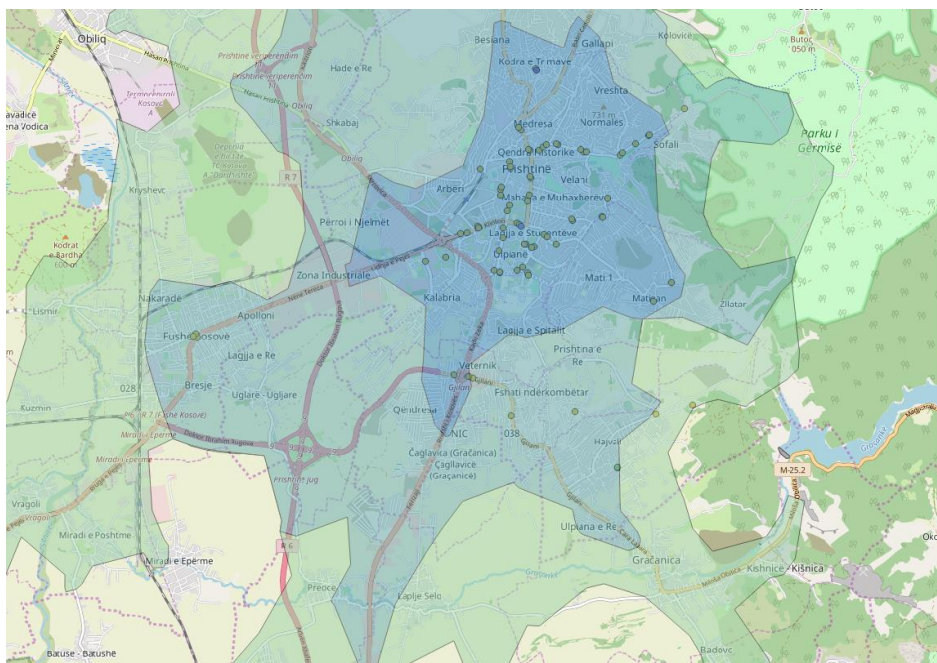


Figura 48. Qasja nga pjesa qendrore e Prishtinës

Për llogaritje efektive të rrugëve më të shkurtra nga lokacionet e ndryshme në rrjet është krijuar gjithashtu edhe matrica e distancave ndërmjet të gjitha stacioneve në rrjetin e rrugëve të qytetit të Prishtinës. Këto distanca do përdoren si parametra në funksionin e optimizimit të linjave ekzistuese dhe krijimit të linjave të reja sipas nevojës.

Tabela 13. Paraqitja e matricës së distancave ndërmjet vendeve të pritjes

| osm_input_id | osm_target_id | distanca(m) |
|--------------|---------------|-------------|
| 4870504746   | 3502701121    | 5908.427    |
| 4870504746   | 4987259828    | 5014.722    |
| 4870504746   | 5032771323    | 4035.962    |
| 4870504746   | 5040838124    | 7059.213    |
| 4870504746   | 5320470421    | 3262.026    |
| 4870504746   | 4321932197    | 1459.963    |
| 4870504746   | 5320470521    | 3242.472    |
| 4870504746   | 4321932198    | 1324.942    |
| 4870504746   | 5377640038    | 3279.321    |
| 4870504746   | 4331977901    | 3583.478    |
| 4870504746   | 5377640040    | 3383.041    |
| 4870504746   | 4342371169    | 1366.187    |
| 4870504746   | 4434318892    | 605.0472    |
| 4870504746   | 4434319590    | 609.7304    |
| 4870504746   | 4434324490    | 509.4509    |
| 4870504746   | 4434327690    | 1341.222    |
| 4870504746   | 4434332789    | 1337.375    |
| 4870504746   | 4434334789    | 488.8177    |
| 4870504746   | 517589643     | 1378.098    |
| 4870504746   | 4434334790    | 1040.15     |
| 4870504746   | 617633625     | 1034.29     |
| 4870504746   | 5812422538    | 5224.879    |
| 4870504746   | 4434335089    | 1326.492    |
| 4870504746   | 4436241090    | 1083.514    |
| 4870504746   | 5826736485    | 5902.046    |
| 4870504746   | 4436241093    | 1834.57     |
| 4870504746   | 623714761     | 1338.877    |
| 4870504746   | 4436241094    | 1850.618    |
| 4870504746   | 625872287     | 979.7953    |
| 4870504746   | 4436241095    | 1198.088    |
| 4870504746   | 4436261491    | 569.9245    |
| 4870504746   | 695414489     | 5964.147    |
| 4870504746   | 4436274090    | 758.82      |
| 4870504746   | 4436286092    | 92.27933    |
| 4870504746   | 4436292791    | 238.4204    |
| 4870504746   | 4436323989    | 612.013     |
| 4870504746   | 4436337190    | 1307.284    |
| 4870504746   | 1145509926    | 3894.764    |
| 4870504746   | 4436375390    | 1224.191    |
| 4870504746   | 4436381092    | 690.6993    |

|            |            |          |
|------------|------------|----------|
| 4870504746 | 4436381991 | 2305.007 |
| 4870504746 | 1215094112 | 581.7654 |
| 4870504746 | 4436391290 | 889.3543 |
| 4870504746 | 4436431589 | 983.229  |
| 4870504746 | 4436431590 | 701.094  |
| 4870504746 | 1458787612 | 10.18666 |
| 4870504746 | 5907171585 | 1460.873 |
| 4870504746 | 1458787621 | 606.4651 |
| 4870504746 | 4447513493 | 1653.029 |
| 4870504746 | 1458787632 | 940.6916 |
| 4870504746 | 1458787634 | 1130.626 |
| 4870504746 | 1458787638 | 297.8313 |
| 4870504746 | 1458787643 | 1615.779 |
| 4870504746 | 4458001792 | 3274.267 |
| 4870504746 | 1458787654 | 142.808  |
| 4870504746 | 1458787656 | 2806.375 |
| 4870504746 | 1458787660 | 503.3199 |
| 4870504746 | 4461986290 | 1491.967 |
| 4870504746 | 1458787663 | 2214.963 |
| 4870504746 | 4469391589 | 1358.645 |
| 4870504746 | 1458787667 | 933.5946 |
| 4870504746 | 6037808862 | 1107.584 |
| 4870504746 | 1458787673 | 1202.935 |
| 4870504746 | 1458787677 | 1073.632 |
| •          |            |          |
| •          |            |          |
| •          |            |          |

Përmes matricës së distancave gjetja e rrugës më të shkurtë nga një stacion në tjetrin mund të bëhet duke përdorur algoritmin Dijkstra. Gjetja e rrugës më të shkurtë bëhet duke llogaritur koston e rrugëve që duhet kaluar për arritjen në cak, me gjetjen e rrugës me kosto më të ultë themi se kemi gjetur rrugën më të shkurtër. Mirëpo gjetja e rrugës më të shkurtër nga një pikë në tjetrën, përmes stacioneve, nuk mund të bëhet vetëm me informatat e matricës së distancave të cilat janë nxjerrë nga sistemi GIS sepse japin distancat vetëm në vijë ajrore. Kështu që nëpërmjet softuerit GRASS GIS është bërë llogaritja e distancave ndërmjet stacioneve, të cilat janë ruajtur në bazë të dhënave dhe janë përdorur më pastaj në algoritmin Dijkstra.

Analiza e bërë për gjetjen e distancës më të shkurtë duke kaluar në sa më pak stacione ka rezultuar se është shumë efikase. Kjo analizë merr si parametra distancat ndërmjet stacioneve për pritje dhe përmes algoritmit Dijkstra gjendet rruga më e shkurtër që duhet bërë. Në tabelën e mëposhtme paraqiten stacionet të simbolizuara me shkronjat e alfabetit nga A deri në O dhe distancat ndërmjet këtyre stacioneve. Si shembuj janë marrë vetëm 15 stacione për të vizualizuar algoritmin Dijkstra në gjetjen e distancës më të shkurtë përmes stacioneve.

*Tabela 14. Distancat ndërmjet vend-pritjeve*

| Start | End | Distance (m) |
|-------|-----|--------------|
| A*    | B   | 454          |
| B     | C   | 479          |
| C     | D   | 441          |
| D     | E   | 566          |
| E     | F   | 718          |
| F     | G   | 327          |
| D     | H   | 774          |
| H     | I*  | 714          |
| H     | J   | 552          |
| J     | L   | 327          |
| L     | M   | 658          |
| M     | N   | 713          |
| N     | O   | 322          |
| H     | K   | 369          |

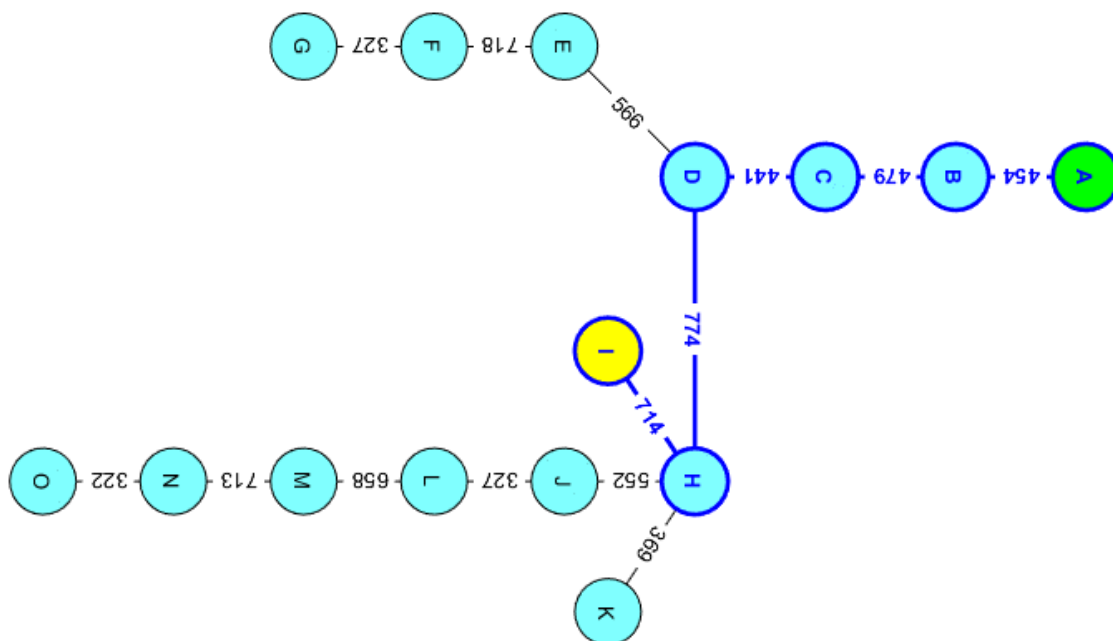


Figura 49. Gjetja e rrugës më të shkurtë përmes algoritmit Dijkstra

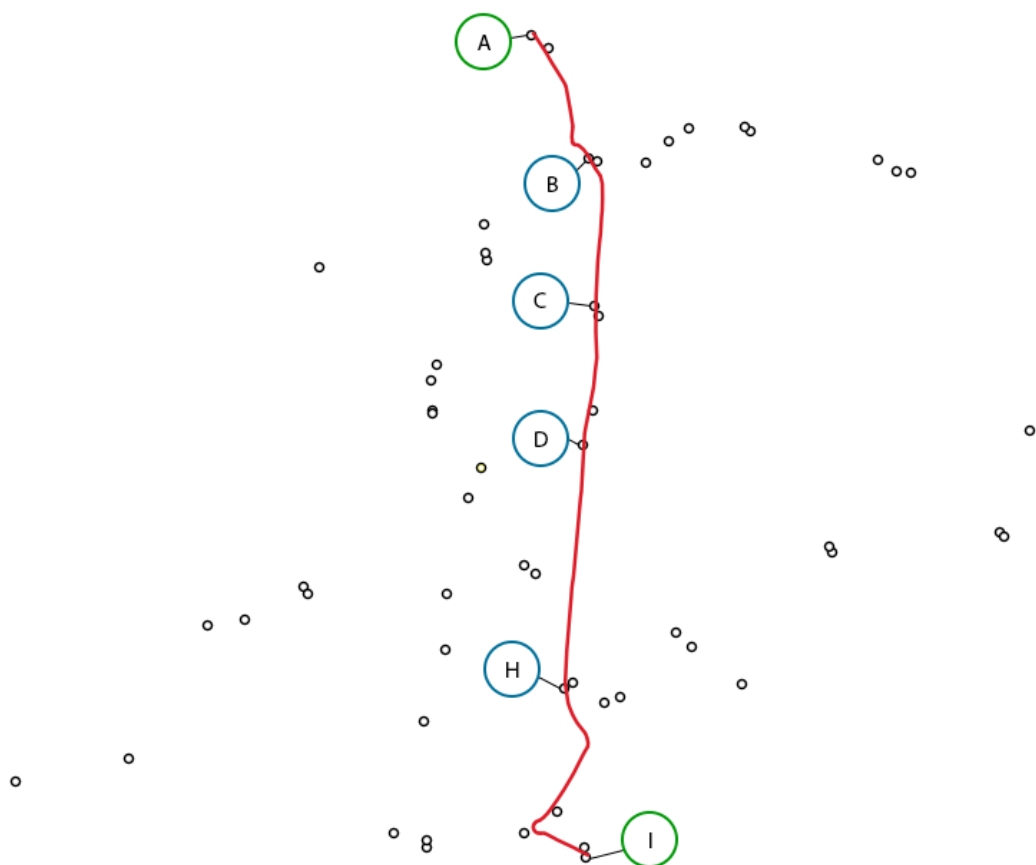


Figura 50. Vizualizimi i rrugës më të shkurtë të gjetur me algoritmin Dijkstra

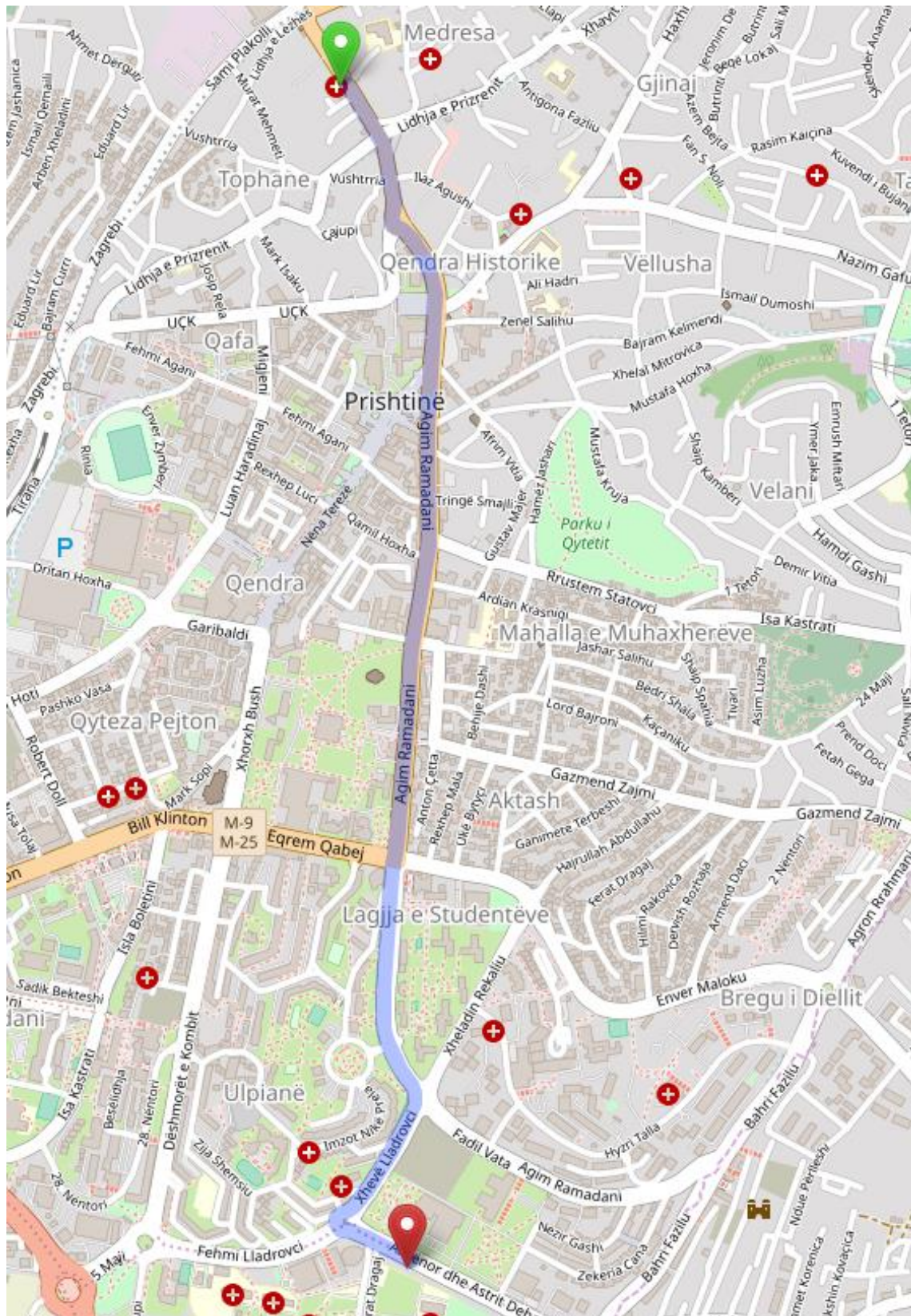


Figura 51. Gjetja e rrugës më të shkurtër nga OpenStreetMap

Shpeshherë rezultatet e algoritmit Dijkstra ku si parametra kemi pasur distancat ndërmjet stacioneve kanë qenë të njëjta me rezultatet e nxjerra nga OpenStreetMap dhe Google Maps të cilat gjenin vetëm rrugën më të shkurtër ndërmjet stacioneve.

Në figurën 52 më poshtë janë paraqitur rrugët më të shkurtra të gjetura duke përdorur si parametër distancën ndërmjet stacioneve.

Tabela 15. Distancat e rrugëve më të shkurtra për disa linja

| Fillimi         |                      | Destinacioni    |                      | Distanca |
|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|----------|
| Emri            | Koordinatat          | Emri            | Koordinatat          |          |
| Hajvali         | 42.616464, 21.183767 | Kodra e trimave | 42.662651, 21.164904 | 6527.72  |
| Sofali          | 42.669222, 21.190673 | Lakrishtë       | 42.65357, 21.14998   | 4241.37  |
| Kodra e trimave | 42.67966, 21.16627   | Bregu i Diellit | 42.653389, 21.168034 | 3330.56  |

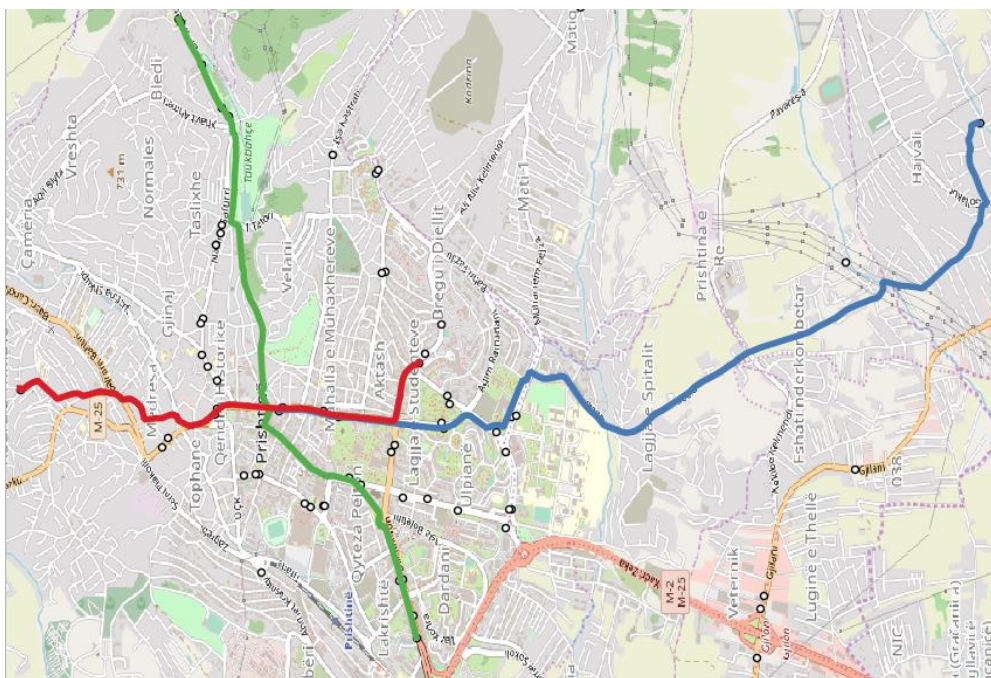


Figura 52. Vizualizimi i rrugëve më të shkurtra sipas distancës së vend-pritjeve

Mirëpo krijimi i linjës vetëm sipas distancës më të shkurtër nuk është shumë efikas sepse len jashtë linjës shumë zona të banuara me popullsi që e shfrytëzojnë trafikun urban për transport në pjesët tjera të qytetit. Prandaj, duhet të gjinden faktorët më efikas në ndërtimin e linjave të TU. Disa nga kriteret kryesore që janë analizuar janë: qasja e popullsisë në rrugët kryesore, koha e qasjes në rrugët më të afërta, niveli i rrugëve, numri i popullsisë sipas zonave, përdorimi i trafikut urban në vitet e fundit sipas zonave.

Në figurën 53 në vazhdim është paraqitur distanca e mbulimit të zonës nga stacionet me gjatësi 250 metra dhe 500 metra. Këto stacione shihet se mbulojnë pjesën më të madhe të zonës urbane dhe gjenden larg njëra tjetrës në distancë të favorshme gjë që mundëson krijimin e linjave të cilat nuk përshkojnë stacione të njëjta dhe rrugë të njëjta.

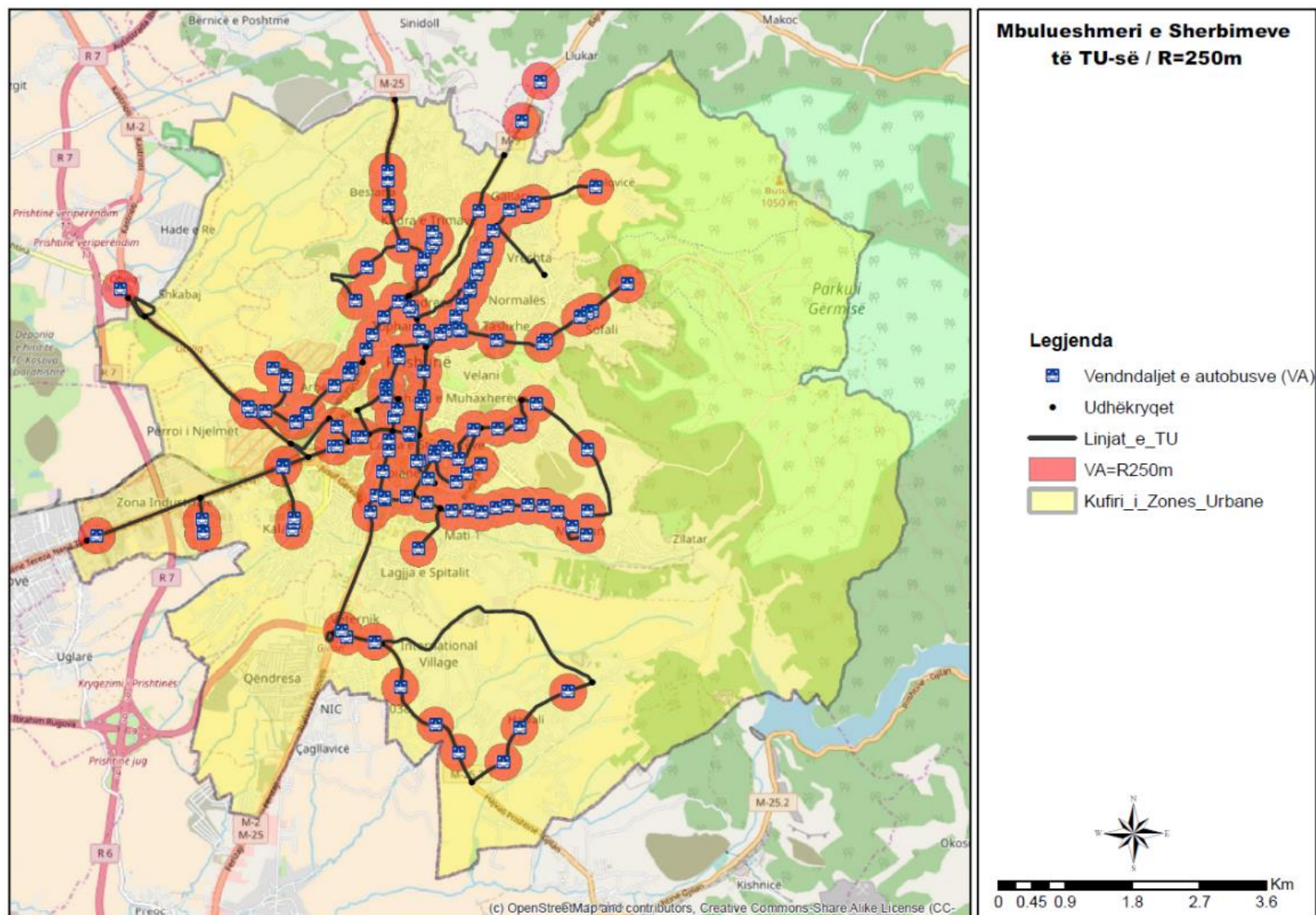


Figura 53. Distanca e mbulimit të zonës nga stacionet me radius 250m

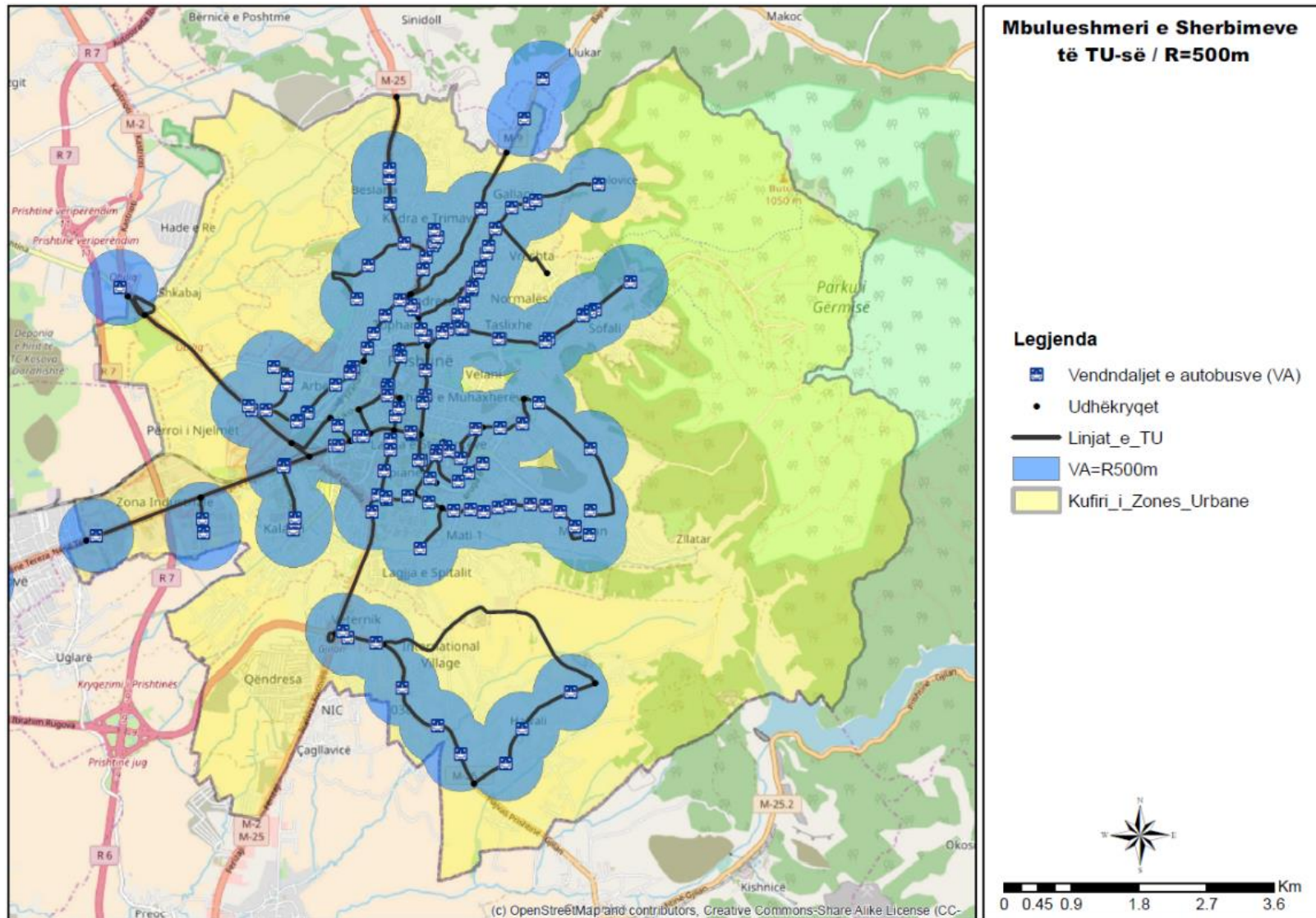
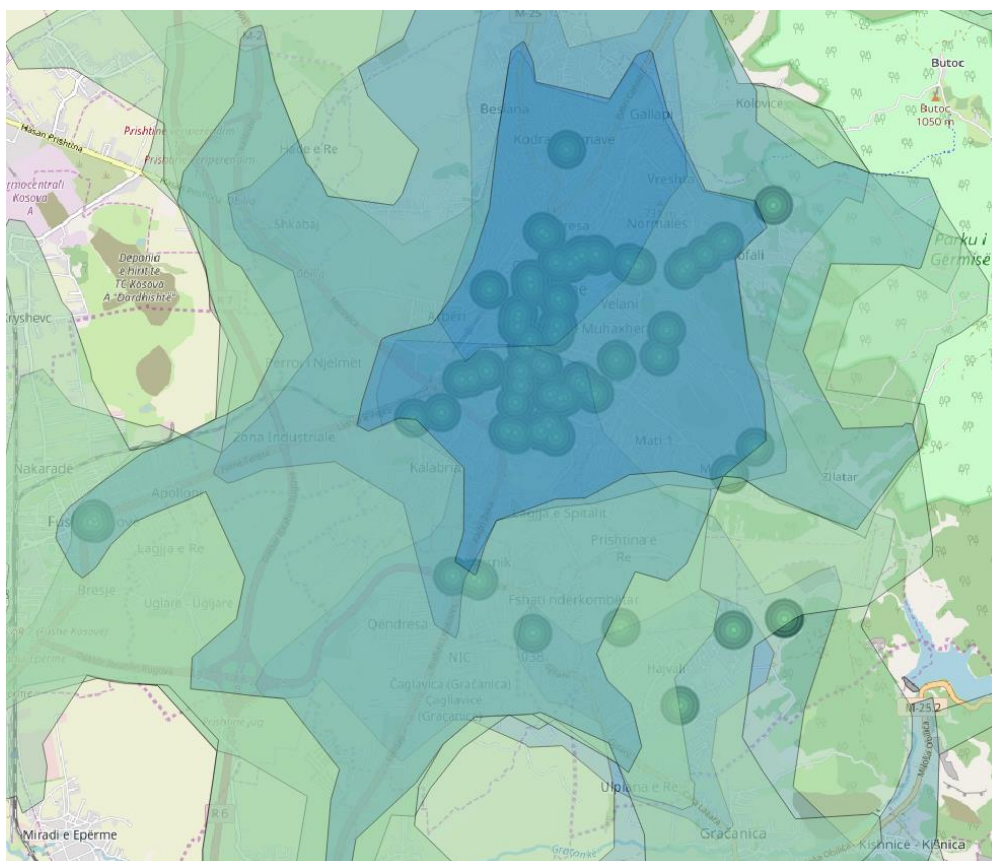


Figura 54. Distanca e mbulimit të zonës nga stacionet me radius 500m

Duke analizuar figurat më lartë për qasje në pjesë të ndryshme të qytetit dhe distancat nga stacionet e transportit urban shihet se linjat e transporti urban mbulojnë gati të gjithë pjesën qendrore të zonës urbane dhe lidh pjesët anësore. Në figurën 55 është paraqitur mbulushmëria e zonës me trafik urban.



*Figura 55. Transporti urban mbulon pjesën qendrore të zonës urbane të Prishtinës*

#### **4.4. Krijimi i modelit të detajuar të transportit për zonën e studiuar**

Baza për këtë studim ishte modeli strategjik i transportit për Zonën e Zhvillimit Urban të Prishtinës, që është përgatitur më herët në projektet hulumtuese. Modeli i detajuar p.sh. i furnizimit me transport publik, u zbatua vetëm për zonën e planifikuar, ndërsa pjesa tjetër e modelit qëndroi në hartimin strategjik në vazhdim. Integrimi i zonës së studimit në modelin strategjik të transportit lehtëson ngritjen e nivelit të shërbimit në një nivel afatgjatë.

Sipas rrugëve të linjave të zgjedhura, që duhej të integroheshin në model, u modeluan edhe të gjitha vend-ndaljet brenda zonës së planifikuar. Për më tepër, të gjitha lagjet brenda zonës duhej integroheshin në rrjet transporti.

Hapat e mëposhtëm janë ndërmarrë për të krijuar modelin e detajuar të transportit për zonën e planifikimit:

➤ **Furnizimi me transport publik**

- Integrimi i 52 pikave të ndalimit (stacioneve të autobusëve) nga studimi në model
- Integrimi i 32 linjave të autobusëve në model
- Përzgjedhja e 32 linjave ekzistuese të trafikut urban
- Integrimi i linjave për mbulim të gjithë zonës
- Përcaktimi i kohës së nisjes dhe arritjes: autobus standard 40 km/h

➤ **Rrjeti**

- Rishikimi i lidhjeve midis zonave dhe pikave të ndaljes

➤ **Kërkesa për transport publik**

- Modeli i kërkesës me katër hapa duke përfshirë (a) gjenerimin e udhëtimit, (b) shpërndarjen e udhëtimeve, (c) integrimi i linjave, dhe (d) caktimin TU dhe TP - duke përdorur parametrat nga modeli ekzistues i transportit
- Modeli në raport me çmimin dhe distancën

Tabela e mëposhtme tregon karakteristikat e rrjetit, përkatësisht zonën e planifikimit. Brenda zonës së planifikimit, rreth 90% e furnizimit total është integruar.

*Tabela 16. Karakteristikat e rrjetit (vlerat nga modeli i transportit)*

| Karakteristikat e rrjetit                           | Rrjeti komplet | Sipërfaqja e studiuar |
|-----------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
| Madhësia e sipërfaqes së studiuar(km <sup>2</sup> ) | 572            | 81                    |
| Zonat kadastrale                                    | 42             | 12                    |
| Numri i Popullsisë deri në vitin 2023               | E pa njohur    | 650000                |
| TPuKërkesa <sup>14</sup>                            | E pa njohur    | 650000                |
| Tpu modaliteti                                      | 40 %           | 40 %                  |
| Flotat e Autobusëve                                 | 1              | 0                     |
| Vend ndalja e autobusëve                            | E pa njohur    | 52                    |
| Linjat e rrugëve të Autobusëve                      | 32             | 16                    |
| Gjatësitë e linjave(km)                             | E pa njohur    | 115.1                 |
| Udhëtime me autobus në ditë                         | E pa njohur    | 803                   |
| Udhëtime me autobus në kohën e pikut                | E pa njohur    | 52                    |
| Udhëtime me autobus në ditë gjatsia km              | E pa njohur    | 6250                  |
| Udhëtime me autobus në kohën e pikut (km)           | E pa njohur    | 403                   |

<sup>14</sup>Trafiku i brendshëm i vlerësuar për zonën: varion numri i pasagjerëve

#### **4.5. Analiza e rrjetit të Transportit Publik**

Analiza e rrjetit është kryer me qëllim të zbulimit të mangësive të tilla si qasja e papërshtatshme ndaj transportit publik ose operimi joefikas i transportit publik. Prandaj, disa parametra, të përshkruara më poshtë, janë vlerësuar duke përdorur opsione grafike të ndryshme, përmes GIS software dhe analiza të tjera që ofron paketa PTV Vision.

##### **4.5.1. Analiza e korridoreve të shpërndarjes së autobusëve nëpër linja**

1. Linja më e ngarkuar del të jetë nga Katedralja e deri te QKU ku grumbullohen 9 linja.
2. Korridoret tjera të ngarkuar mbeten tri korridoret njëri është nga Katedralja – Hotel Grandit – Qafa – Plepat ku grumbullohen 7 linja.
3. Korridoret tjera të ngarkuar mbetet korridori tjetër nga Katedralja – Mensa e Studentëve – Teatri – Plepat ku grumbullohen 7 linja.
4. Korridori tjetër i ngarkuar mbetet edhe korridori nga Plepat – Xhamia e llapit ku grumbullohen 7 linja.
5. Dhe korridori tjetër i ngarkuar mbetet edhe korridori Katedralja – Bill Clinton – Fushë Kosovë ku grumbullohen 6 linja.

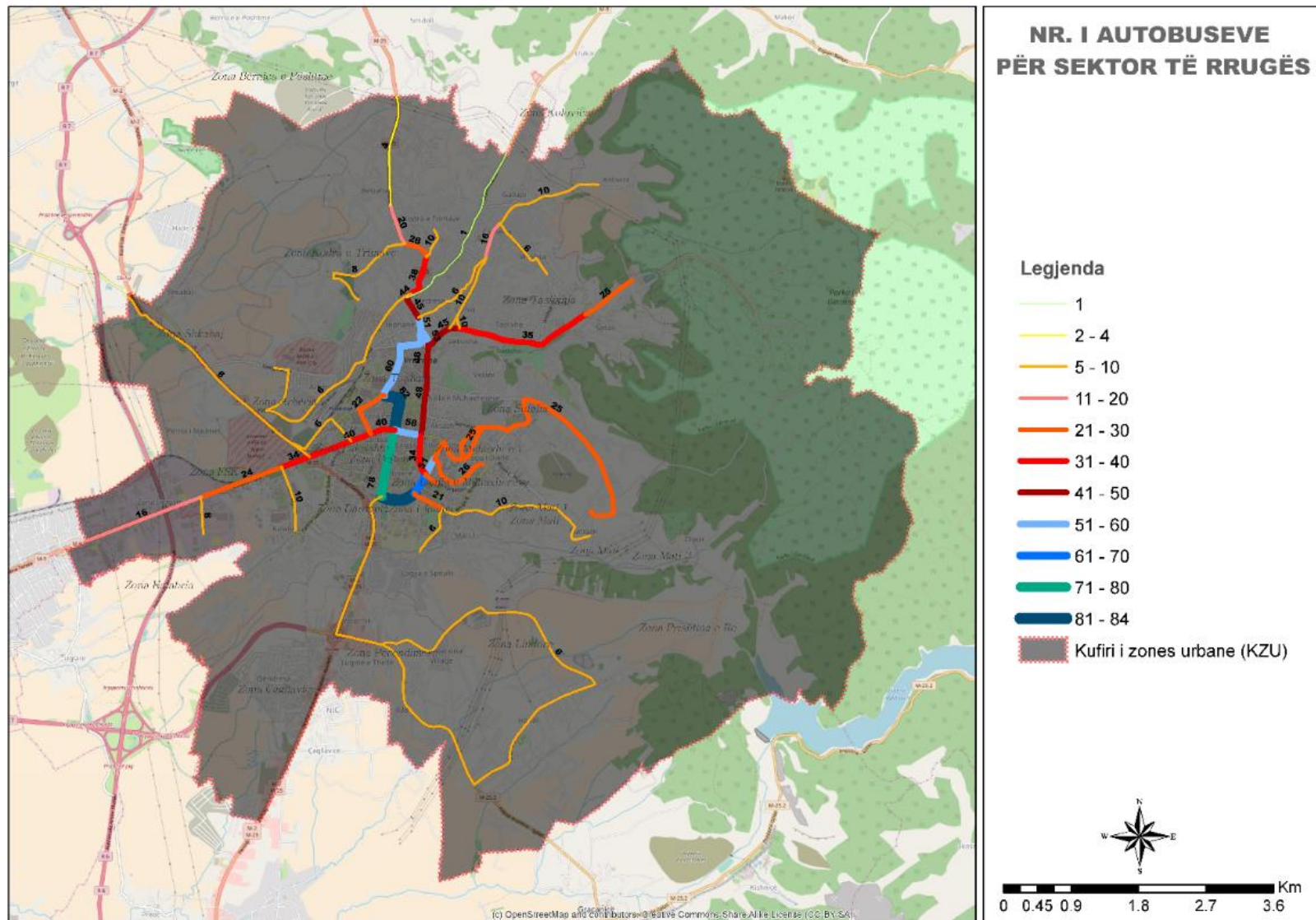


Figura 56. Analiza e dendësisë së linjave të trafikut urban në kohën e pikut

Të dhënat në dispozicion të pasagjerëve tregojnë se shumica e udhëtarëve udhëtojnë përgjatë këtyre korridoreve. Rrjedhimisht rrjeti aktual i autobusëve nga TU nuk përshtatet me nevojat e udhëtarëve.

Trafiku Urban i Prishtinës posedon rreth 140 autobusë të cilët nuk e mbulojnë në mënyrën më të mirë zonën e studimit në fjalë. Një sasi e tillë e autobusëve padyshim ndikon në kushtet e trafikut urban të korridoreve rrugore, duke kontribuar në bllokimin e trafikut dhe vonesat e mëdha për transportin publik dhe privat.

Dhe për dallim nga niveli i lartë i shërbimeve në korridoret kryesore të zonës së planifikimit ka zona dhe korridore të tjera të cilat nuk kanë fare shërbim të autobusit, për shembull Fshati Zllatarë, Lagja Kalabria, Lagja Velania, Lagja e Spitalit, Lagja Mati 1, Mati 2 dhe zona të tjera.

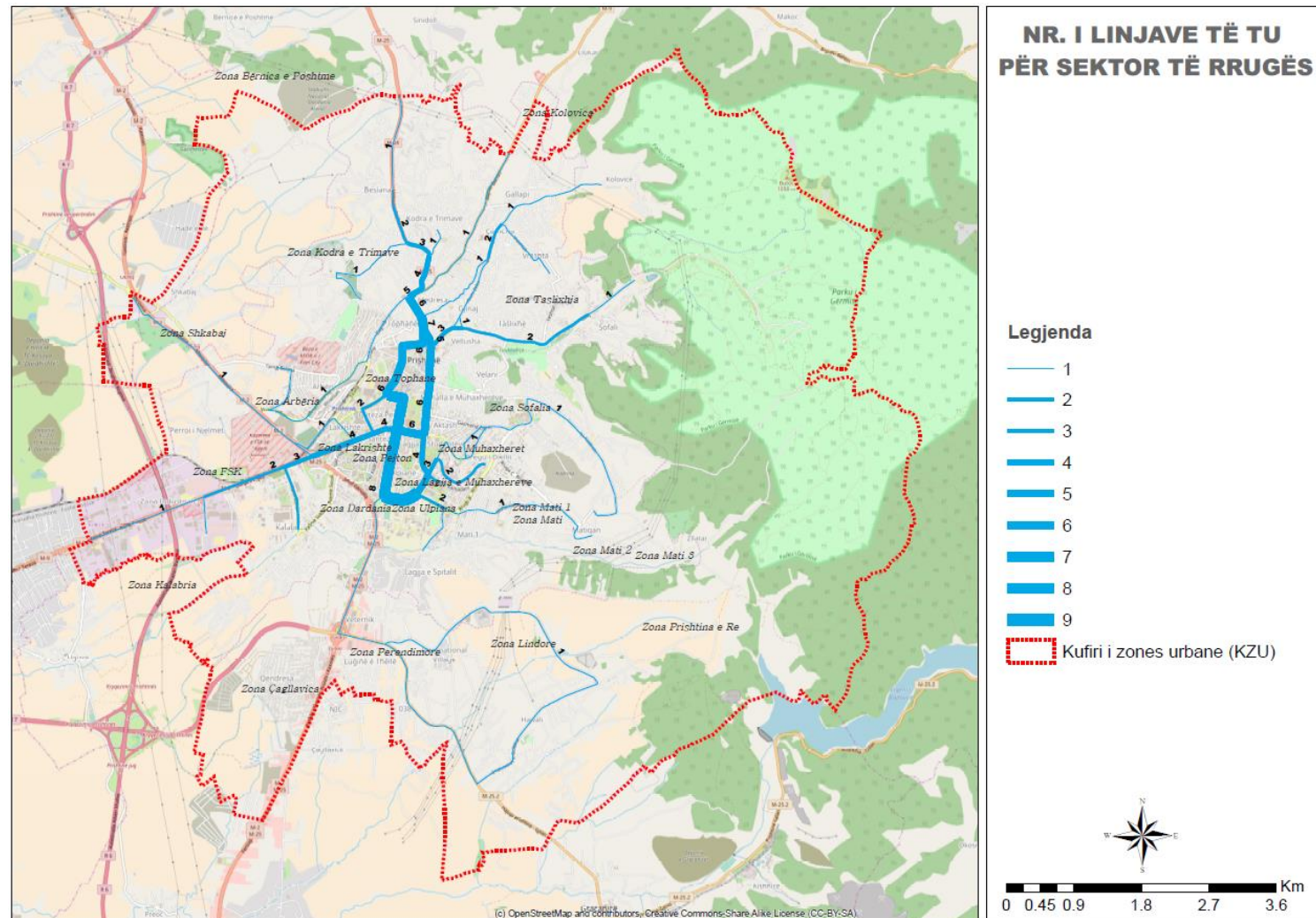


Figura 57. Numri i shërbimeve të udhëtimit në orën kulmore (të pikut)

#### **4.5.2. Mbulimi i zonës me transport publik**

Distanca optimale e qasjes në këmbë në transport publik janë një tregues kryesor për qasjen e udhëtarëve. Figura 7 në faqe 17 tregon se në çfarë mase, zona e planifikimit është e mbuluar me vend-ndalje të transportit publik brenda distancës së pranuar në këmbë. Vlerat e aplikuara korrespondojnë me standardet ndërkombëtare.

Prandaj qarqet rreth vend-ndaljeve tregojnë distancën e pranuar në këmbë për shërbime të ndryshme të TU (zonat e ngarkuara). Rrathët e portokallte përfaqësojnë ndalesa të zakonshme të qytetit me një rreze prej 250 metrash - që do të thotë distanca maksimale lineare në këmbë prej 250 metrash - qarqet e gjelbër përfaqësojnë ndalesa të autobusëve me një rreze prej 500 metrash dhe qarqet e kuqe korrespondojnë me ndalimet.

Analiza tregon qartë se ekzistojnë disa zona brenda zonës së planifikimit të cilat nuk shërbehen nga transporti publik. Ndërsa disa prej tyre nuk mund të arrihen nga autobusët për shkak të infrastrukturës rrugore të pamjaftueshme, këtu luan një rol të rëndësishëm integrimi brenda një rrjeti i transportit publik; të tjerët mund të shërbejnë duke instaluar linja dhe stacione shtesë dhe me këtë mbulimi i zonës mund të përmirësohet.

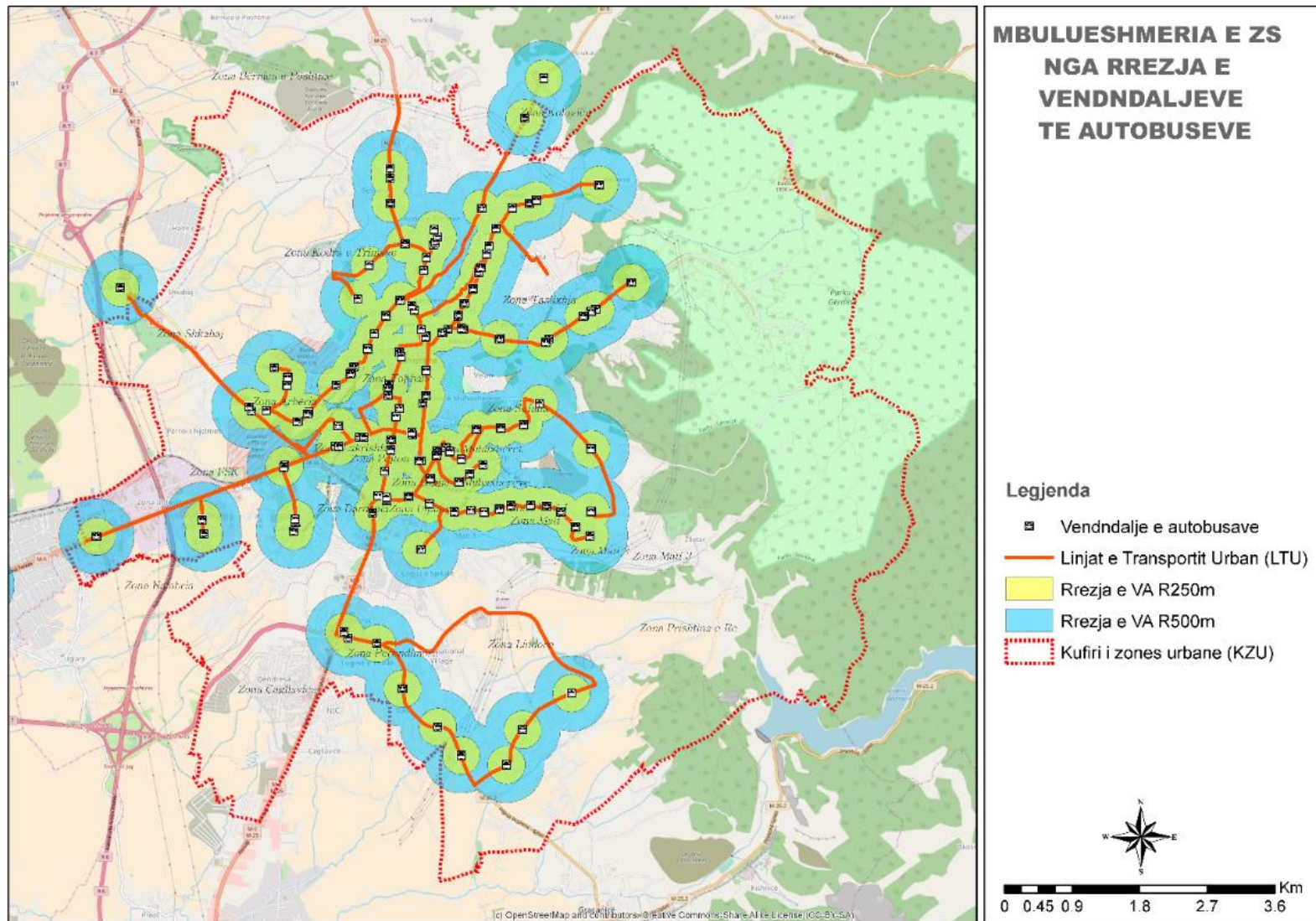


Figura 58. Mbulimi i zonës

### 4.5.3. Volumet e pasagjerëve

Siç u përmend më herët, analiza e flukseve të pasagjerëve tregon një qëndrueshmëri të madhe me furnizimin me transportin publik. Korridoret e njëjtë si në analizën e udhëtimit të shërbimit kanë vlerat më të larta (shih figurën 59). Por analiza tregon se shumë pasagjerë kanë origjinën në Qendër.

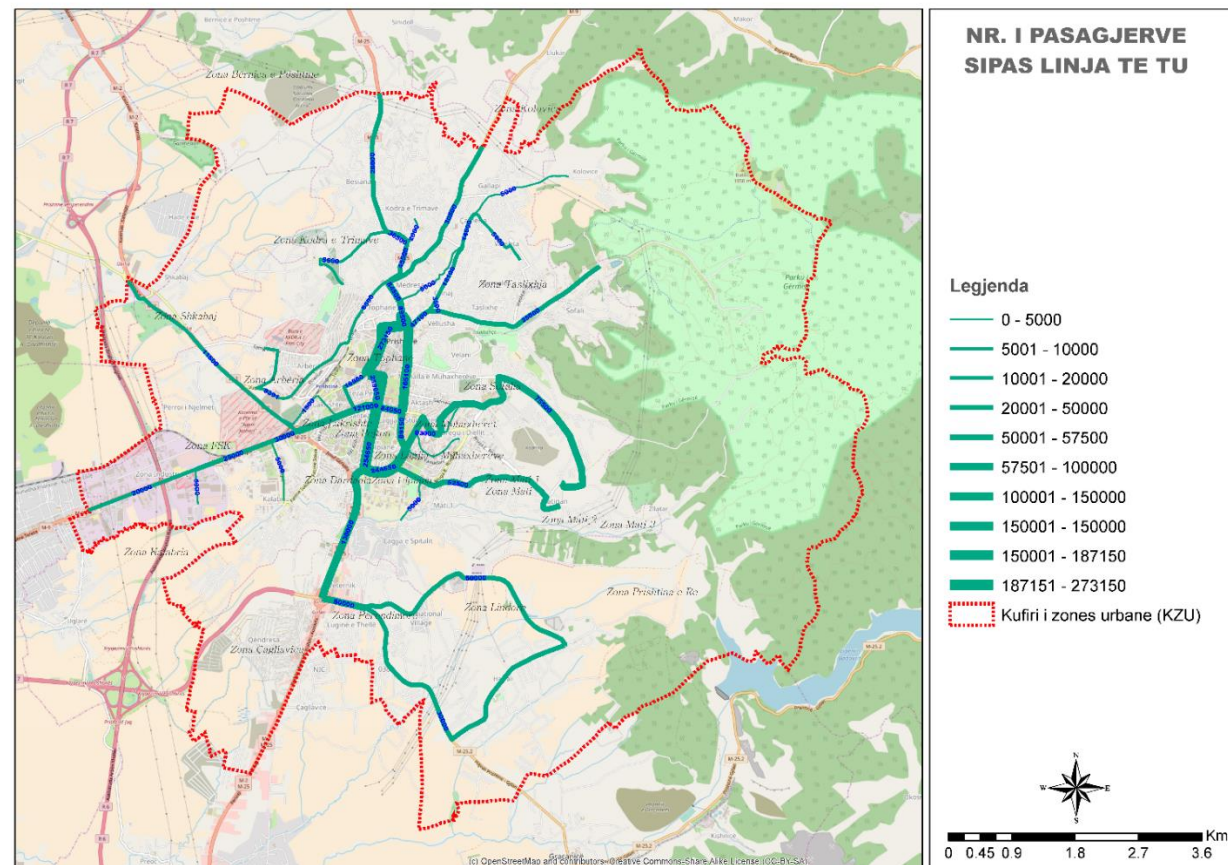


Figura 59. Vëllimet e pasagjerëve në ditë

#### 4.6. Zbatimi dhe adresimi i problemit

Minimizimi i kostos është bërë një nga çështjet e rëndësishme në aktivitetet e biznesit të cilat kanë arritur një prioritet të lartë sidomos në ditët e sotme kur ngadalësimi ekonomik ka goditur shumicën e sektorëve të biznesit dhe të prodhimit. Racionalizimi i kostos është bërë një domosdoshmëri për shumë kompani që të mbijetojnë. Modeli i transportit është një nga ato teknika që mund të ndihmojnë për të gjetur një zgjidhje optimale dhe për të zvogëluar shpenzimet në aktivitetet e transportit. Megjithatë, për të arritur këtë qëllim duke integruar ose aplikuar ndonjë nga këto metoda dhe teknika në sistemin tashëm ekzistues, menaxhmenti i kompanisë mund të përballojë probleme dhe pengesa të tjera, ku të gjitha pjesët e zinxhirit të transportit janë po aq të rëndësishme për proceset e rrjedhjes së transportit.

Sugjerimet e mëposhtme janë përpunuar sipas kufizimeve të modelit të përshkruara më sipër. Duke pasur parasysh faktin se qëllimi kryesor i këtij studimi është krijimi i një rrjeti të planifikuar i cili do ta përmirëson nivelin e shërbimit të TU për të funksionuar pa probleme TU Prishtina. Me riorganizimin apo ristrukturimin e rrjetit të TU ekzistues dhe shtimin e disa linjave të reja me të njëjtin numër të autobusëve do ta zhvillojmë TU dhe do të ngrit në një nivel më cilësorë nivelin e shërbimit për qytetarët e Prishtinës. Për më tepër, kufizimet mund të kapërcehen mjaft lehtë me disa njohuri lokale dhe kontribut nga TU dhe të dhënat nga SGJT.

Sipas rezultateve të paraqitura më lartë, në Figura 51 respektivisht, llogaritja e rrugës më të shkurtër ndërmjet stacioneve tregon ngjashmëri me rezultatet e gjetjes së rrugës më të shpejtë sipas gjatësisë së rrugëve. Kjo është si pasojë e vendosjes së vend-pritjeve në pika të ndryshme të zonës urbane dhe nuk është kriter që ka peshë të madhe në përcaktim të linjave të transportit urban.

Për optimalizim të linjave, ndryshimit apo shtimit të tyre është përdorur dhe faktori i shfrytëzimit të linjave ekzistuese, apo numri i udhëtarëve. Sipas studimeve të bëra për disa linja rezultatet janë si në vijim:

| Linja        | Fillimi              | Destinacioni         |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Linja 1 – AB | 42.658030, 21.160495 | 42.63489, 21.08206   |
| Linja 1 – BA | 42.63489, 21.08206   | 42.658030, 21.160495 |

Është llogaritur numri i udhëtarëve sipas stacioneve të linjës,  $N_i$  paraqet numrin total të udhëtarëve për një linjë,  $N_i$  paraqet numrin e udhëtarëve në stacionin përkatës:

$$N_t = \sum_{i=1}^{11} N_i \quad (1)$$

Tabela 17. Numri i udhëtarëve në linjën “Linja 1” sipas stacioneve

| Linja 1 - AB |          | Linja 1 - BA |          |
|--------------|----------|--------------|----------|
| Vend pritja  | Udhëtarë | Vend pritja  | Udhëtarë |
| 1            | 10       | 1            | 3        |
| 2            | 13       | 2            | 20       |
| 3            | 14       | 3            | 30       |
| 4            | 15       | 4            | 39       |
| 5            | 16       | 5            | 39       |
| 6            | 24       | 6            | 36       |
| 7            | 24       | 7            | 36       |
| 8            | 24       | 8            | 35       |
| 9            | 27       | 9            | 32       |
| 10           | 24       | 10           | 24       |
| 11           | 0        | 11           | 0        |

Sipas tabelës së rezultateve në drejtimin e parë të linjës kemi 191 udhëtarë në rrjet, ndërsa në drejtimin kthyes kemi 294 udhëtarë në rrjet. Mirëpo jo të gjitha stacionet kanë pasur numër të njëjtë të udhëtarëve në pritje, në tabelën në vazhdim shohim se disa nga stacionet janë shumë pak të frekuentuara.

Tabela 18. Numri i udhëtarëve që lidhen në rrjet dhe atyre që dalin nga rrjeti i transportit urban

| Linja 1 - AB |          |       | Linja 1 - BA |          |       |
|--------------|----------|-------|--------------|----------|-------|
| Vend pritja  | Udhëtarë |       | Vend pritja  | Udhëtarë |       |
|              | Hyjnë    | Dalin |              | Hyjnë    | Dalin |
| 1            | 10       | 0     | 1            | 3        | 0     |
| 2            | 6        | 3     | 2            | 18       | 1     |
| 3            | 1        | 0     | 3            | 14       | 4     |
| 4            | 2        | 1     | 4            | 12       | 3     |
| 5            | 3        | 2     | 5            | 3        | 3     |
| 6            | 9        | 1     | 6            | 10       | 13    |
| 7            | 4        | 4     | 7            | 0        | 0     |
| 8            | 3        | 3     | 8            | 2        | 3     |
| 9            | 5        | 2     | 9            | 1        | 4     |
| 10           | 4        | 7     | 10           | 2        | 10    |
| 11           | 0        | 24    | 11           | 0        | 24    |

Për optimalizim të kësaj linje, në gjetjen e rrugës më të shkurtë ndërmjet dy pikave mund të konsiderojmë si parametra të mundshëm edhe numrin e udhëtarëve për çdo stacion. Këtë mund ta përdorim si peshë e cila merr vlerën absolute në bazë të relacionit të numrit të udhëtarëve që lidhen në rrjet dhe atyre që largohen nga rrjeti.

Kështu që për të llogaritur numrin e udhëtarëve që shërbehen në një stacion mund të llogarisim numrin e udhëtarëve që kyçen në rrjet  $I_i$  dhe numri i udhëtarëve që dalin nga rrjeti  $O_i$ :

$$S = \sum_{i=1}^n I_i + O_i \quad (2)$$

Tabela 19. Numri i udhëtarëve të shërbyer për çdo stacion

| Linja 1 - AB |          | Linja 1 - BA |          |
|--------------|----------|--------------|----------|
| Vend pritja  | Udhëtarë | Vend pritja  | Udhëtarë |
| 1            | 10       | 1            | 3        |
| 2            | 9        | 2            | 19       |
| 3            | 1        | 3            | 18       |
| 4            | 3        | 4            | 15       |
| 5            | 5        | 5            | 6        |
| 6            | 10       | 6            | 23       |
| 7            | 8        | 7            | 0        |
| 8            | 6        | 8            | 5        |
| 9            | 7        | 9            | 5        |
| 10           | 11       | 10           | 12       |
| 11           | 24       | 11           | 24       |

Sipas tabelave më lartë, vlerat për numrin e udhëtarëve dhe vlerat për distancën ndërmjet stacioneve janë të ndryshme prandaj është e nevojshme të bëhet normalizimi i vlerave. Normalizimin e këtyre vlerave e bëjmë ndërmjet vlerës 0 dhe 1:

$$X_{new} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

Për arsye se pas normalizimit distancat e mëdha japin vlera të larta duhet që vlerën e nxjerrë përmes formulës së normalizimit ta zbrisim për 1. Pas normalizimit të vlerave për numrin e udhëtarëve dhe distancën ndërmjet stacioneve fitojmë vlerat e paraqitura në tabelën e mëposhtme. Gjatë krijimit të linjës mundësia e zgjedhjes së stacionit të ardhshëm bëhet duke llogaritur mesataren e vlerave të normalizuara të distancës dhe numrit të udhëtarëve,  $M_i$  paraqet vlerën e distancës ndërsa  $N_i$  paraqet vlerën e numrit të udhëtarëve:

$$S_i = \frac{M_i + N_i}{2} \quad (4)$$

Ndërsa për të llogaritur performancën e një linjë mund të llogarisim vlerën mesatare të secilit stacion të përzgjedhur:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{M_i + N_i}{2} \quad (5)$$

Sipas të dhënave të analizuar kemi marrë vlerën minimale prej 1 udhëtarë të shërbyer në një stacion dhe maksimale prej 24 udhëtarëve të shërbyer në një stacion. Ndërsa si distancë më të vogël kemi marrë vlerën 212 ndërsa për distancën më të gjatë kemi marrë vlerën 918. Këto vlera mund të ndryshohen varësisht nga të dhënat që mund të merren në vende dhe kohë të ndryshme.

*Tabela 20. Paraqitja e vlerave të normalizuara të distancave dhe numrit të udhëtarëve për stacione*

| osm_id_prej | osm_id_der | Distanc<br>a (m) | Distanca e<br>normalizuar | Udhëtarët | Nornalitimi i<br>udhëtarëve | Shkalla e<br>zgjedhjes |
|-------------|------------|------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------|------------------------|
| 4436375390  | 1458787667 | 454              | 0.657223796               | 13        | 0.705882353                 | 0.681553074            |
| 1458787667  | 4434319590 | 479              | 0.621813031               | 2         | 0.058823529                 | 0.34031828             |
| 4434319590  | 4434334789 | 441              | 0.675637394               | 5         | 0.235294118                 | 0.455465756            |
| 4434334789  | 4436261491 | 566              | 0.498583569               | 8         | 0.411764706                 | 0.455174138            |
| 4436261491  | 4436381092 | 718              | 0.283286119               | 10        | 0.529411765                 | 0.406348942            |
| 4436292791  | 1458787612 | 788              | 0.184135977               | 5         | 0.235294118                 | 0.209715047            |
| 4436381092  | 4436431589 | 327              | 0.837110482               | 3         | 0.117647059                 | 0.47737877             |
| 4434334789  | 2070906981 | 774              | 0.203966006               | 4         | 0.176470588                 | 0.190218297            |
| 2070906981  | 4461986290 | 714              | 0.288951841               | 9         | 0.470588235                 | 0.379770038            |
| 2070906981  | 4342371169 | 552              | 0.518413598               | 12        | 0.647058824                 | 0.582736211            |
| 4342371169  | 4469391589 | 327              | 0.837110482               | 8         | 0.411764706                 | 0.624437594            |
| 4469391589  | 4436274090 | 658              | 0.368271955               | 6         | 0.294117647                 | 0.331194801            |
| 4436274090  | 4436292791 | 713              | 0.290368272               | 12        | 0.647058824                 | 0.468713548            |
| 4436292791  | 1458787612 | 322              | 0.844192635               | 2         | 0.058823529                 | 0.451508082            |
| 2070906981  | 4434334790 | 369              | 0.777620397               | 3         | 0.117647059                 | 0.447633728            |

Në rastin që kemi shqyrtuar më lartë ku kemi fituar zgjedhjen **A – B – C – D – H – I** përmes algoritmit Dijkstra, shohim se disa nga stacionet e zgjedhura kanë pasur vlerë të vogël të përzgjedhjes mirëpo ajo ka qenë rruga më e shkurtër dhe më optimale e përzgjedhur.

Nga tabela e mësipërme shohim se mund të formojmë matricën e distancave ndërmjet stacioneve sipas metodës të paraqitur më lartë.

Tabela 21. Pesha e përzgjedhjes ndërmjet vend-pritjeve

| osm_id_prej | osm_id_der | Shkalla e zgjedhjes |
|-------------|------------|---------------------|
| 4436375390  | 1458787667 | <b>0.681553074</b>  |
| 1458787667  | 4434319590 | <b>0.34031828</b>   |
| 4434319590  | 4434334789 | <b>0.455465756</b>  |
| 4434334789  | 4436261491 | <b>0.455174138</b>  |
| 4436261491  | 4436381092 | <b>0.406348942</b>  |
| 4436292791  | 1458787612 | <b>0.209715047</b>  |
| 4436381092  | 4436431589 | <b>0.47737877</b>   |
| 4434334789  | 2070906981 | <b>0.190218297</b>  |
| 2070906981  | 4461986290 | <b>0.379770038</b>  |
| 2070906981  | 4342371169 | <b>0.582736211</b>  |
| 4342371169  | 4469391589 | <b>0.624437594</b>  |
| 4469391589  | 4436274090 | <b>0.331194801</b>  |
| 4436274090  | 4436292791 | <b>0.468713548</b>  |
| 4436292791  | 1458787612 | <b>0.451508082</b>  |
| 2070906981  | 4434334790 | <b>0.447633728</b>  |

#### 4.7. Konkluzionet dhe literatura e kapitullit IV

Në kapitullin IV fillimisht janë përcaktuar aktivitetet se si ti qasemi problemit, cilat janë detyrat kryesore të studimit, të dhënat e nevojshme që studimi të jetë i plotë, përcaktimi i zonës së studimit si dhe aktivitete të tjera.

Mbledhja dhe përpunimi i të dhënave ishte puna më sfiduese në këtë studim, për arsye se Prishtinës dhe Trafikut Urban i mungonte një hartë digjitale e rrugëve të Prishtinës, me rrugë të kategorizuara si dhe me koordinata të sakta të çdo vend-ndalje të autobusëve, si dhe nuk kishte asnjë statistikë në lidhje me kërkesat reale të qytetarëve të Prishtinës për trafik urban, dhe se përcaktimi i linjave ishte i organizuar pa një studim të mirëfillta paraprak. Si rezultat i këtyre mungesave në informacion kam qenë i obliguar që fillimisht ta ndërtoj një hartë digjitale të rrjetit të rrugëve të Prishtinës si dhe ti përcaktoj koordinatat e sakta të secilës vend-ndalje të autobusëve si dhe të bëjë analizën e secilës linjë në veçanti.

Pas mbledhjes së gjitha informacioneve është ndërtuar një data bazë e të dhënave e cila më ka shërbyer më pastaj në studimin e linjave të trafikut urban. Ndër aktivitetet tjera në këtë

kapitull janë edhe analiza e distancave të qasjes nga zona të ndryshme drejt qendrës dhe anasjelltas me anë të softuerit PTV Visum si dhe analiza e isochrones.

Në vazhdim të këtij kapitulli është bërë analiza e linjës 3B përkatësisht gjetja e rrugës më të shkurtër për arritje nga pika e nisjes së linjës deri në stacionin përfundimtar me anë të OpenStreetMap dhe algoritmin Dijkstra për ta shikuar si model analize krahasuese me metodat tjera..

Më pastaj me anë të softuerit GRASS GIS u ndërtuan rrathë koncentrik me rreze 250 dhe 500 m për të analizuar mbulueshmërinë e zonës së studimit me transport urban si dhe u bë analiza e rrjetit të Trafikut urban në përgjithësi, përkatësisht u përcaktuan korridoret më të ngarkuara me trafik urban, si dhe volumet e pasagjerëve.

Në fund të këtij kapitulli u bë optimalizimi i linjës 3B duke ju referuar dy parametrave, largësisë në mes të vend-ndaljeve të autobusëve si dhe kërkesës së udhëtarëve në çdo stacion.

Vlen të ceket se në kapitullin IV përveç shfrytëzimit të softuerëve të ndryshëm u trajtuan dhe materiale të ndryshme, si plane rregullative, plane zhvillimore urbane të Prishtinës etj..

## Kapitulli V – TË GJETURAT DHE REZULTATET

### 5.1. Rezultatet e implementimit të Dijkstra në Python

Kodi i bashkangjitur në fund të punimit është i implementuar në Python. Për të thirrur kodin mjafton të shkruajmë emrin e funksionit Dijkstra i cili pranon dy parametra, fillimin dhe destinacionin si dhe grafin e krijuar përmes matricës së distancave siç e shpjeguem në këtë punim.

Pas ekzekutimit të kodit ku si parametër i kemi dhënë dy stacione,  $S_{fillstar}='4436375390'$  pikënisja dhe  $S_{përfundimtar}='4461986290'$  përfundimi i linjës, shohim se rruga më optimale e llogaritur nga algoritmi Dijkstra është:

1.  $['4436375390', '1458787667', '4434319590', '4434334789', '2070906981', '4461986290']$

Si rezultat i hulumtimeve dhe studimeve të bëra me këtë metodë kam arritur në përfundim me propozime të reja për linjat e TU duke bërë ndryshime minimale në linjat ekzistuese për eliminimin e problemit të mbivendosjes së linjave, arritje më të shpejtë në destinacione të caktuara, mbulim më të gjerë të zonës urbane nga TU.

Me ndërtimet e reja, ndryshimet në hapësirë dhe faktorët tjerë, ndryshimi i linjave të transportit urban është i domosdoshëm prandaj këtu kemi paraqitur një metodë shumë efikase e cila mund të përdoret për propozimin e linjave të reja apo ndryshimin e linjave ekzistuese. Kjo metodë, duke llogaritur parametra të ndryshëm, në optimalizimin e linjave të transportit urban shihet se ka efekt pozitiv sipas analizave të bëra dhe mund të përdoret në vende të ndryshme për stabilizimin e trafikut urban dhe hapjen e mundësive për analiza të tjera.

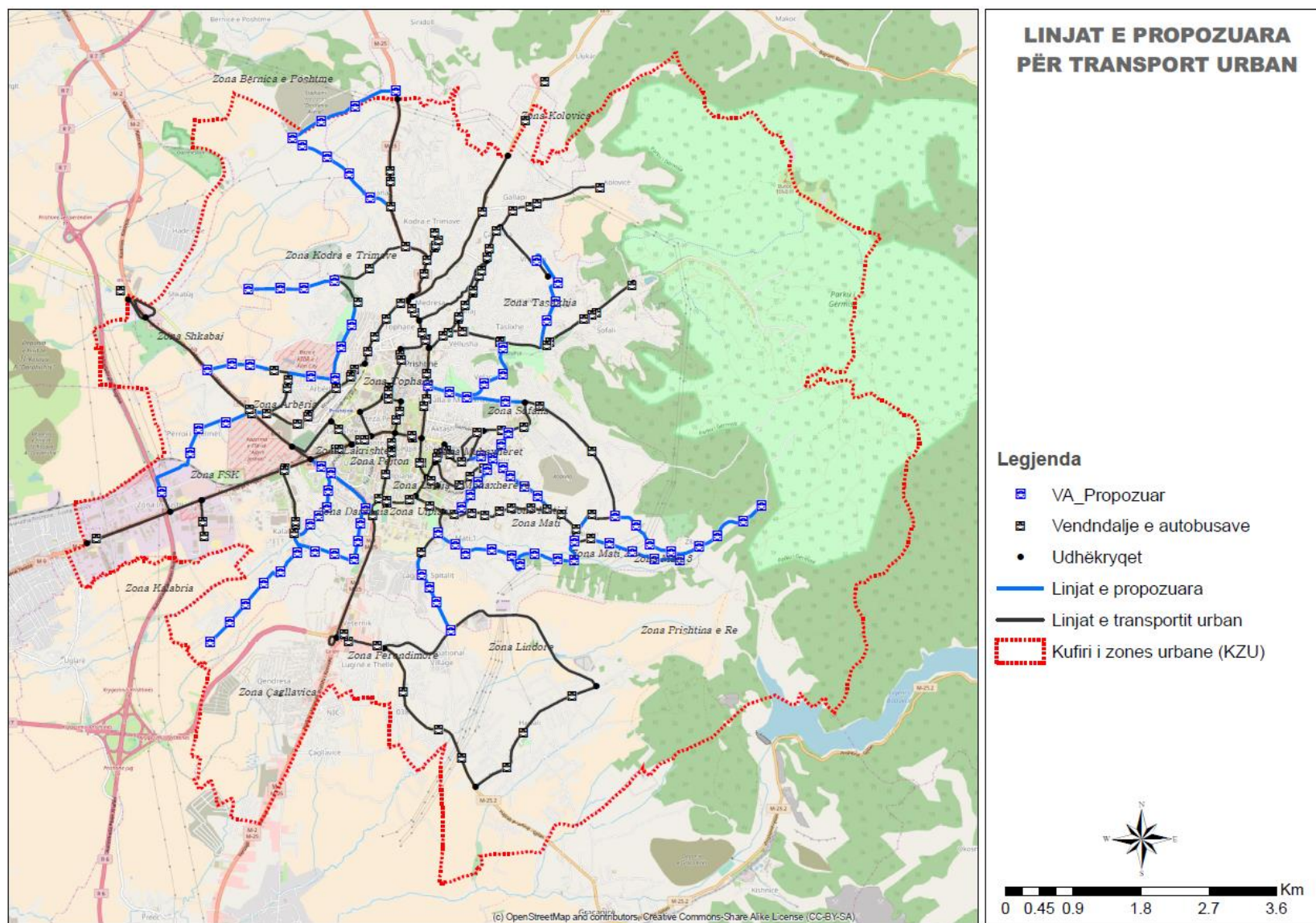


Figura 60. Linjat e propozuara të TU

## 5.2. Mangësitë

### ➤ Grumbullimi i të dhënave

Për arsye se të dhënat dhe informacionet rreth transportit dhe trafikut urban nuk janë digjitalizuar ende në komunën e Prishtinës, mbledhja e tyre është e mundimshme për arsye se kemi të bëjmë me të dhëna dinamike dhe voluminoze. Mbledhja e të dhënave është dinamike për arsye se në qytetin e Prishtinës kemi të bëjmë me ndërtimin e zonave urbane të reja, rikonstruktimin e disa zonave urbane, dhe janë në zhvillim e sipër shumë objekte të reja të cilat kanë ndikim të madh në optimalizimin e linjave ekzistuese, prandaj, mbledhja e të dhënave për transportin urban është mjaft sfidues. Përveç mbledhjes së të dhënave që është sfiduese, kemi të bëjmë gjithashtu me tri etapa të ndryshme kohore, mëngjesi, mesdita dhe mbrëmja, ku nga studimi i kryer në linjat ekzistuese, koha e mëngjesit është më e ngarkuara dhe shfrytëzimi i linjave të trafikut urban është me ngarkesë maksimale, ndërsa në mesditë rrugët e qytetit të Prishtinës janë të ngarkuara dhe kemi linja të mbivendosura të cilat e ngadalësojnë qarkullimin e trafikut. Kështu që gjatë optimalizimit duhet të kemi parasysh gjithashtu edhe kohën e shfrytëzimit të linjave dhe kohën e pikut, që në rastin tonë të studimit, të qytetit të Prishtinës, është koha e mesditës.

### ➤ Algoritmi funksionon individualisht për çdo linjë

Algoritmi i shpjeguar funksionon për optimalizim të linjave në mënyrë të ndarë, që do të thotë se për secilën linjë të caktuar duhet të kemi të dhëna të mjaftueshme si dhe nuk është e mundur të kemi informacione nga funksionet rekursive të cilat i japin informatë algoritmit nga linjat tjera të optimalizuara apo që janë në proces të optimalizimit.

### ➤ Informacionet për rrjedhën e linjave i pa detajuar, pa përcaktim prioritetesh, dhe pa analiza të funksionimit

Zyrtarët e trafikut urban që merren me optimalizim të linjave duhet të ruajë informacione shtesë për secilën linjë të optimalizuar dhe ti përdorë ato informata gjatë optimalizimit të linjave tjera.

### ➤ Shtimi i linjave dhe ridizajnimi

Aktualisht shtimi i linjave dhe ridizajnimi bëhet pa një analizë paraprake dhe i pa mbështetur në studime paraprake.

### ➤ Mbivendosja e linjave

Dukuria e mbivendosjes së linjave është jashtëzakonisht e shprehur, duke shkuar deri në 9

autobusë në të njëjtin sektor të rrugës, dukuri e cila krijon radhë të gjata të autobusëve për tu kyçur në stacione për marrjen dhe zbritjen e udhëtarëve, njëkohësisht duke penguar qarkullimin e lirë të automjeteve tjera pjesëmarrëse në komunikacion.

#### ➤ **Linja të gjata**

Rrjeti i linjave të trafikut urban karakterizohet nga linja të gjata të cilat krijojnë kosto të lartë të operimit të linjës po ashtu janë edhe monotone për shfrytëzuesit e trafikut urban për arsye të qëndrimit për kohë të gjatë në autobus pasi që autobusi i linjës përshkon zona të shumta të qytetit të cilat janë me trafik të ngarkuar duke shkaktuar vonesa të shumta.

#### ➤ **Infrastruktura rrugore**

Infrastruktura rrugore karakterizohet nga të meta të shumta në akomodimin e autobusëve, mungesa e shiritave të veçantë për trafikun urban, udhëkryqe të pa projektuara mirë të cilat paraqesin vështirësi në kalimin e autobusëve urban.

#### ➤ **Flotat e autobusëve (vendqëndrimet)**

Ekzistenca e vetëm një flote të autobusëve shkakton lëvizje të autobusëve urban nga zona të ndryshme të qytetit drejt flotës duke krijuar lëvizjes të pa nevojshme të autobusëve.

### **5.3. Studimi në të ardhmen**

Sipas metodës së paraqitur, përcaktimit të parametrave të ndryshëm të cilët ndikojnë në optimalizimin e linjave të trafikut siç janë gjatësia e rrugëve, distanca ndërmjet vendeve të pritjeve, faktori i shfrytëzimit të linjës, faktori i shfrytëzimit të vend-pritjes së caktuar, mund të arrihet që me kombinim të këtyre faktorëve të gjenden linjat optimale. Në këtë punim kemi përdorur vetëm distancën ndërmjet vend-pritjeve dhe faktorin e shfrytëzimit të vend-pritjes, prandaj, në të ardhmen, me rritjen e numrit të faktorëve mund të përdorim dhe algoritme tjera përveç algoritmit Dijkstra për optimalizimin e linjave të trafikut urban.

Rekomandoj që përveç përdorimit të algoritmeve tjera të kalkulohen edhe parametra tjerë për analiza si: gjatësia e rrugës, distanca ndërmjet vend-ndaljeve, koeficienti i shfrytëzimit të vend-ndaljeve, koeficienti i shfrytëzimit të linjës, etj., dhe të analizohen rezultatet e nxjerra sipas ndryshimit të parametrave. Gjetja e parametrave më të mirë është mjaft sfiduese por rezulton me optimalizim maksimal të linjave në mënyrë që të lehtësohet qarkullimi në rrugët e mbingarkuara dhe të eliminohet problemet kryesore që janë mbivendosja e linjave.

## Kapitulli VI – KONKLUSIONE DHE REKOMANDIME

Analiza e sistemit të transportit urban në qytetin e Prishtinës ngërthen në vete aplikimin e disa metodave shkencore të aplikueshme në GIS si dhe në teorinë e grafeve. Fillimisht është përcaktuar zona e studimit dhe janë identifikuar të gjitha elementet e nevojshme për të realizuar analizën e sistemit të transportit në qytetin e Prishtinës. Në kuadër të zonës së studimit janë identifikuar elementet apo strukturat hapësinore që janë të domosdoshme për të përfunduar me sukses analizën e transportit. Strukturat e identifikuara kanë qenë: rrugët, linjat e transportit urban, vend-ndaljet e autobusëve, numri i popullsisë sipas lagjeve urbane, dhe informatat tjera periferike.

Në fillim, duke përdorur sistemin e GIS-it dhe imazhet satelitore nga Google Earth janë digjitalizuar të gjitha rrugët në të cilat zhvillohet transporti urban. Rrugët janë ndarë në segmente ndërlidhëse duke përshtatur tiparet gjeometrike. Në këtë rast kam krijuar një gjeo-databazë për rrugët e qytetit të Prishtinës ku zhvillohet transporti publik urban. Gjithashtu janë evidentuar dhe digjitalizuar të gjitha vendndodhjet e autobusëve, duke përfshirë pikën e nisjes dhe ndaljes së çdo linje.

Pastaj, nga autoriteti përgjegjës janë siguruar informatat tabelare për të gjitha linjat e transportit urban duke përfshirë edhe numrin e autobusëve për linjë. Të gjitha këto informata janë migruar në gjeo-databazë. Nga bashkimi i të dhënave tabelare për linjat e transportit urban dhe vektorëve të rrugëve të digjitalizuar është krijuar gjeo-databaza e linjave të trafikut urban. Meqenëse kishte mungesë të dhënave demografike në nivel objekti apo blloku urban, këto informata janë marrë në nivel të lagjes, të cilat janë shpërndarë nëpër segmentet rrugore që kalojnë nëpër lagje të caktuara duke marrë për bazë shpërndarjen e popullsisë sipas perimetrit të rrugës që kalon nëpër këto të fundit. Pastaj është bërë mbledhja e vazhdueshme e popullsisë sipas segmenteve nga periferia në drejtim të qendrës së qytetit, përkatësisht nga pika e nisjes së një linje në drejtim të tangjentes së përbashkët me linjat e tjera. Dhe kështu gjeo-databazës së linjave të transportit urban i kemi shtuar edhe frekuencën e popullsisë sipas segmenteve rrugore ku zhvillohet transporti urban.

Lidhur me distancën e qasjes në shërbimet e transportit urban, për çdo vend-ndodhje janë krijuar rrathë koncentrik me rreze 250m dhe 500m për të analizuar se sa është mbulueshmëria e shërbimeve të transportit urban në një distancë optimale dhe maksimale të lejuar. Gjithashtu nga shpërndarja dhe mbivendosja e linjave është bërë edhe analiza e frekuencës së linjave të mbivendosura, përkatësisht është analizuar se në cilët segmente rrugore

kalojnë më shumë linja të transportit urban. Në të njëjtën mënyrë janë llogaritur edhe frekuenca e autobusëve dhe numri i udhëtarëve për segmente rrugore, gjithnjë aty ku zhvillohet transporti urban. Në fund është dhënë një propozim për shtim të linjave të reja e në disa raste ndërhyrje në disa linja ekzistuese me qëllim mbulimin e të gjitha zonave të urbanizuara me trafik urban.

Duke analizuar dhe studiuar lëvizjen e qytetarëve dhe përdorimin e linjave të transportit urban, duke nxjerrë statistika nga puna në terren kemi analizuar disa linja të cilat kanë qenë me frekuencë më të lartë të përdorimit dhe kemi formuar modelin për optimalizim të linjave të transportit urban në qytetin e Prishtinës. Aplikimi i këtij modeli do të lehtësonte gjendjen e trafikut si dhe do krijonte parakushte më të mira në shfrytëzimin e trafikut urban, si dhe do të ndikonte në uljen e kostos për linjë.

Si masa afatshkurtra është sugjeruar që të zbatohen vend-ndalje shtesë, të rivendosen nëpër rrugët ekzistuese dhe të krijohen gjithashtu linja të reja nëpër rrugët e reja dhe nëpër rrugët ekzistuese. Kështu mund të përmirësohet qasja në transportin publik në përgjithësi. Përafërsisht 40,000 njerëz do të kishin qasje më të mirë në transportin publik me distanca më të shkurtra në këmbë dhe 50,000 njerëz do të merrnin lidhje të drejtpërdrejtë me stacionin e autobusëve.

Duke qenë se aktualisht sistemi i transportit në Prishtinë nuk e mbulon të gjitha zonat e banuara, respektivisht disa lagje nuk kanë qasje të drejtpërdrejt në transport publik referuar analizave dhe hulumtimeve që janë bërë në këtë punim doktrate, rekomandoj që:

- Në kuadër të organizimit të linjave i rekomandohet organeve vendimmarrëse që linjat ekzistuese të ndryshohen referuar analizës të bërë për linjat e shkurtra (shortest path) në kapitullin 3 ( 3.4. Analiza e linjave dhe rrugët e shkurtra),
- Shtimi i linjave të reja me qëllim ofrimin e shërbimit të transportit për lagjet të cilave nuk kanë furnizim me transport publik,
- Eliminimi i mbivendosjes së linjave (dukuri e cila nuk do jetë prezentë me rastin e aplikimit të linjave të shkurtra),
- Shtimi i linjave të bëhet mbi bazën e një analize paraprake të kërkesës për transport,
- Të ndërtohen dhe dy terminale të autobusëve me qëllim eliminimin e manovrimeve të panevojshme me autobus,
- Të bëhet analiza e linjave në vazhdimësi për faktin se qëllimi i lëvizjeve të qytetarëve në vazhdimësi ndryshon sepse Prishtina është qytet në ndërtim e sipër dhe se lëvizja e institucioneve dhe ndërtimi i lagjeve të reja ka efekt në këtë drejtim,

- Në rastin e shtimit të një linje të re duhet referuar algoritmit Dijkstra, për gjetjen e rrugës më të shkurtës,
- Për analizë të një linje duhet referuar modelit të përshkruar në kapitullin 4, për analizë të linjave duke konsideruar dy parametra, distancat në mes stacioneve dhe koeficientin e shfrytëzimit të stacionit.

## REFERENCAT

- [1] H. L. H. AL-TAMEEMI, «USING DIJKSTRA ALGORITHM IN CALCULATING ALTERNATIVE,» 2014.
- [2] A. D. Politecnica, PLANI ZHVILLIMOR KOMUNALI PRISHTINËS 2012-2022, Prishtinë.
- [3] International Union of Public Transport. Working Group Industry Liaison.; Union Internationale des Transports Publics. Groupe de Travail Liaison de l'Industrie, Making public transport attractive : glimpses of future technologies, UITP, 1995.
- [4] S. Abbasi dhe S. Ebrahimnejad, «Finding the Shortest Path in Dynamic Network using Labeling Algorithm,» International Journal of Business and Social Science, vëll. i 2, nr. 20, 2011.
- [5] C. Deng-feng dhe Z. Deng-rong, «Algorithm and its application of N shortest paths problem,» 2001 International Conferences on Info-Tech and Info-Net. Proceedings (Cat. No.01EX479), 2001.
- [6] L. J. Zhang F., «An Algorithm of Shortest Path Based on Dijkstra for,» Beijing, China, (2009).
- [7] A. Sallauka, X. Bajrami, R. Likaj dhe B. Gashi, «APPLICATION GENETICS ALGORITHM FOR FINDING SHORTEST PATH IN SEVEN CITIES,» International Journal of Civil Engineering & Technology (IJCIET), vëll. i 9, nr. 4, pp. 1516-1526, 2018.
- [8] Y. X. C. G. W. J. P. Y. Ma J., «Research on Urban Accessibility Distribution Areal Model by Floyd Algorithm and Kriging Interpolation,» China, 2010.
- [9] H. A. Effat dhe O. A. Hassan, «Designing and evaluation of three alternatives highway routes using the Analytical Hierarchy Process and the least-cost path analysis, application in Sinai Peninsula, Egypt,» The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, vëll. i 16, nr. 2, pp. 141-151, 2013.
- [10] A. Alazab, S. Venkatraman, J. Abawajy dhe M. Alazab, «An Optimal Transportation Routing Approach using GIS-based,» në 2011 3rd International Conference on Information and Financial Engineering , Singapore, 2011.
- [11] A. A. J. C. Kadry S., «On the Optimization of Dijkstra's Algorithm,» Berlin, 2012.
- [12] J. P. Rame Likaj, Kërkimet operacionale, Universiteti i Prishtinës, Prishtinë, 2012.

- [13] Y. Tan, Analyzing Traffic Problem Model with Graph Theory, London, UK, 2015.
- [14] A. C. Ford, S. L. Barr, R. J. Dawson dhe P. James, «Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London,» ISPRS Int. J. Geo-Inf., vëll. i 4, pp. 124-149, 2015.
- [15] J. Schaeffer. [Në linjë]. Available: [http://www.junipergis.com/files/2312/5945/8037/Spatial\\_Analyst\\_and\\_Raster\\_Analysis.pdf](http://www.junipergis.com/files/2312/5945/8037/Spatial_Analyst_and_Raster_Analysis.pdf).
- [16] C. f. U. T. Research, «Best Practices in Transit Service Planning,» Florida Department of Transportation, Florida, 2009.
- [17] F. Schley, «Urban transport strategy review,» Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 2001.
- [18] J. I. C. Agency, «The Research on Practical Approach for Urban Transport Planning,» 2011.
- [19] Z. Huang, «Data Integration For Urban Transport Planning,» 2003.
- [20] H. Sadrsadat, H. Poorzahedi, A. Haghani dhe E. Sharifi, «Bus Network Design Using Genetic Algorithm».
- [21] K. Magzhan dhe H. M. Jani, «A Review And Evaluations Of Shortest Path Algorithms,» INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH, vëll. i 2, nr. 6, 2013.
- [22] X. XIA, Z. HE, W. SUN, Z. CHEN dhe J. GONG, «Traffic Impact Analysis of Urban Intersections with Comprehensive Waiting Area on Urban Intersection Based on PARAMICS,» 13th COTA International Conference of Transportation Professionals, p. 1910 – 1920, 2013.
- [23] «Study on Urban Access Restrictions,» Rome, 2010.
- [24] J. Mergel, «Case Studies of Traffic Monitoring Programs in Large Urban Areas,» Federal Highway Administration, Office of Highway Information, Washington, 1997.
- [25] P. Wang, T. Hunter4,, A. M. Bayen, K. Schechtner dhe M. C. Gonzalez, «Understanding Road Usage Patterns in Urban Areas,» 2012.
- [26] E. Favari, «Reducing complexity in urban infrastructure projects,» SIIV - 5th International Congress - Sustainability of Road Infrastructures, pp. 9-15, 2012.
- [27] A. Faiz, A. Faiz, W. Wang dhe C. Bennett, «Sustainable rural roads for livelihoods and livability,» SIIV - 5th international congress - Sustainability of

road infrastructures, pp. 1-8, 2012.

- [28] T. Giuffrè, S. M. Siniscalchi dhe G. Tesoriere, «A novel architecture of Parking management for Smart Cities,» SIIV - 5th International Congress - Sustainability of Road Infrastructures, pp. 16-28, 2012.
- [29] Y. Liu, X. Guo, D. Kong dhe H. Liang, «Analysis of Traffic Operation Performances at Roundabouts,» 13th COTA International Conference of Transportation Professionals, p. 741 – 750, 2013.
- [30] M. Tracz dhe J. Chodur, «Performance and Safety of Roundabouts with Traffic Signals,» SIIV - 5th International Congress - Sustainability of Road Infrastructures, p. 789 – 800, 2012.
- [31] B. Favre, Introduction to sustainable transports, John Wiley & Sons, 214.
- [32] C. Barnhart dhe G. Laporte, Transportation, North Holland, 2007.
- [33] Transports publics genevois, UNIRESO (Genève), Travel guide: public transport in and around Geneva, Unireso, 2011.
- [34] L. H. Rogers, International Union of Public Transport, Union Internationale des Transport Publics., International statistical handbook of public transport, Union internationale des transports publics, 1985.
- [35] C. W. Cheape, Moving the masses : urban public transit in New York, Boston, and Philadelphia, 1880-1912, Harvard University Press, 1980.
- [36] V. R. Vuchic, Urban transit : operations, planning and economics, John Wiley & Sons, 2005.
- [37] Canadian Urban Transit Association. Transit/Environment Task Force, The environmental benefits of urban transit : a report of the Transit/Environment Task Force., The Association, 1990.
- [38] Organisation for Economic Co-operation and Development, International Transport Forum., Privatisation and Regulation of Urban Transit Systems, OECD Publishing, 2008.
- [39] M. V. A. Bondada, Urban public transportation systems : implementing efficient urban transit systems and enhancing transit usage : proceedings of the first international conference, March 21-25, 1999, Miami, Florida, USA, Reston, Va., 2000.
- [40] F. Moavenzadeh, M. J. Markow, B. D. Brademeyer dhe K. N. A. Safwat, «A methodology for intercity transportation planning in Egypt,» Transportation Research Part A: General, vëll. i 17, nr. 6, pp. 481-491, 1983.

- [41] J. LIU dhe N. ZHANG, «Empirical Research of Intercity High-speed Rail Passengers' Travel Behavior Based on Fuzzy Clustering Model,» *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, vëll. i 12, nr. 6, pp. 100-105, 2012.
- [42] H. Yamaguchi dhe M. Okumura, «Time Value Distribution and Multi-modal Intercity Travel Network Shape: Theoretical Analysis for the Typical Setting,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vëll. i 138, pp. 602-611, 2014.
- [43] Z. Parvaneh, T. Arentze dhe H. Timmermans, «A Simulation Model Assessing Impacts of Advanced Information and Communication Technologies on Activity-Travel Patterns,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vëll. i 20, pp. 236-243, 2011.
- [44] A. Tennøy, A. Tønnesen dhe F. Gundersen, «Effects of urban road capacity expansion – Experiences from two Norwegian cases,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vëll. i 69, pp. 90-106, 2019.
- [45] H. Cheng, S. Madanat dhe A. Horvath, «Planning hierarchical urban transit systems for reductions in greenhouse gas emissions,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vëll. i 49, pp. 44-58, 2016.
- [46] W. (. Xu, W. Zhang dhe L. Li, «Measuring the expected locational accessibility of urban transit network for commuting trips,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vëll. i 51, pp. 62-81, 2017.
- [47] S. Liu, E. Yao dhe B. Li, «Exploring urban rail transit station-level ridership growth with network expansion,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2018.
- [48] X. Feng, X. Zhu, X. Qian, Y. Jie, F. Ma dhe X. Niu, «A new transit network design study in consideration of transfer time composition,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vëll. i 66, pp. 85-94, 2019.
- [49] P. Miller, A. G. Barros, L. Kattan dhe S. C. Wirasinghe, «Analyzing the sustainability performance of public transit,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vëll. i 44, pp. 177-198, 2016.
- [50] J. Wei, W. Xia, X. Guo dhe D. Marinova, «Urban transportation in Chinese cities: An efficiency assessment,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vëll. i 23, pp. 20-24, 2013.
- [51] B. Ubbels dhe P. Nijkamp, «Unconventional funding of urban public transport,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vëll. i 7, nr. 5, pp. 317-329, 2002.
- [52] Z. Fuhao dhe L. Jiping, «An algorithm of shortest path based on Dijkstra for huge data,» në *Sixth International Conference on Fuzzy Systems and*

Knowledge Discovery, 2009 .

- [53] Z. Huang, Y. Ding dhe J. Li, «A GIS-Based Accessibility Modeling Process for Estimating Transit Travel Demand,» në 2009 International Conference on Management and Service Science, 2009.
- [54] M. Alterkawi, «Application of GIS in Transportation Planning:The Case of Riyadh, the Kingdom of Saudi Arabia,» Global Business and Economics Review, vëll. i 1, nr. 2, pp. 38-46, 2001.
- [55] Sunita dhe D. Garg, «Dynamizing Dijkstra: A solution to dynamic shortest path problem through retroactive priority queue,» Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 2018.
- [56] R. L. A SALLAUKA, PERFORMANCE OF DIJKSTRA, FLOYD AND ASTAR ALGORITHMS FOR URBAN TRANSPORT LINES, DAAAM International Scientific Book, 2019.

## APPENDICES A

Kodi i algoritmit Dijkstra i implementuar në Python

```
1. """
2. Algoritmi Dijkstra i implementuar në Python është marrë nga:
3. http://benalexkeen.com/implementing-djikstras-shortest-path-algorithm-with-python/
4. """
5. from collections import defaultdict
6. import csv
7.
8.
9. def dijkstra(graph, initial, end):
10.     shortest_paths = {initial: (None, 0)}
11.     current_node = initial
12.     visited = set()
13.
14.     while current_node != end:
15.         visited.add(current_node)
16.         destinations = graph.edges[current_node]
17.         weight_to_current_node = shortest_paths[current_node][1]
18.
19.         for next_node in destinations:
20.             weight = graph.weights[(current_node, next_node)] + weight_to_current_node
21.             if next_node not in shortest_paths:
22.                 shortest_paths[next_node] = (current_node, weight)
23.             else:
24.                 current_shortest_weight = shortest_paths[next_node][1]
25.                 if current_shortest_weight > weight:
26.                     shortest_paths[next_node] = (current_node, weight)
27.
28.         next_destinations = {node: shortest_paths[node] for node in shortest_paths if node not in visited}
29.         if not next_destinations:
30.             return "Route Not Possible"
31.         current_node = min(next_destinations, key=lambda k: next_destinations[k][1])
32.
33.     path = []
34.     while current_node is not None:
35.         path.append(current_node)
36.         next_node = shortest_paths[current_node][0]
37.         current_node = next_node
38.     path = path[::-1]
39.     return path
40.
41.
42. class Graph:
43.     def __init__(self):
44.         self.edges = defaultdict(list)
45.         self.weights = {}
46.
47.     def add_edge(self, from_node, to_node, weight):
48.         self.edges[from_node].append(to_node)
49.         self.edges[to_node].append(from_node)
```

```
50.     self.weights[(from_node, to_node)] = weight
51.     self.weights[(to_node, from_node)] = weight
52.
53.
54. graph = Graph()
55.
56. with open('distance_matrix_algo.csv') as csvfile:
57.     reader = csv.reader(csvfile, delimiter=',')
58.     for row in reader:
59.         graph.add_edge(str(row[0]), str(row[1]), float(row[2]))
60. print(dijkstra(graph, '4436375390', '4461986290'))
```

## APPENDICES B

### Kodi i algoritmit Dijkstra i implementuar në MatLAB

```
1. function XB_GUI()
2. % Figure
3. Figure = ...
4. figure('Name', 'XB GUI v1.0',...
5. 'Color', 'w',...
6. 'NumberTitle', 'off',...
7. 'Menubar', 'none',...
8. 'ToolBar', 'none',...
9. 'KeyPressFcn', @KeyPressFcn,...
10. 'ResizeFcn', @ResizeFcn)
11. % Creation of logo
12. function Creation_logo(Figure)
13. % Logo
14. SS = get(0,'screensize');
15. Logo = Resources('Logo');
16. [~,L,~] = size(Logo);
17. SS(4) = SS(4)-L;
18. H = size(Logo,1);
19. W = size(Logo,2);
20. axes('Parent', Figure,...
21. 'Visible', 'on',...
22. 'Position', [1-W/SS(3) 0 W/SS(3) H/SS(4)]);
23. imshow(Logo);
24. end
25. % Extract graph
26. function ExtractGraph(~,~)
27. % Handles
28. Handles = guidata(gcf);
29. if isempty(findall(Handles.Axes,'Type','Line'))
30. return
31. end
32. % Full screen detection
33. warning('off','all');
34. jFrame = get(Figure,'JavaFrame');
35. IsMaximized = jFrame.isMaximized;
36. warning('on','all');
37. NewFigure = ...
38. figure('Color', 'w',...
39. 'Name', get(gcf,'Name'),...
40. 'Numbertitle', 'off');
41. copyobj(Handles.Axes,NewFigure)
42. % Full screen
43. drawnow;
44. warning('off','all');
45. jFrame = get(NewFigure,'JavaFrame');
46. jFrame.setMaximized(true);
47. warning('on','all');
48. % Full screen
49. if IsMaximized
50. drawnow;
51. warning('off','all');
52. jFrame = get(Figure,'JavaFrame');
53. jFrame.setMaximized(true);
54. warning('on','all');
55. end
56. end
57. % Extract graph
58. function ExtractSolution(~,~)
59. % Handles
60. Handles = guidata(gcf);
```

```

61.     if ~isfield(Handles,'MatrixNodes')
62.         msgbox('No solution was calculated.','Error','custom',Resources('Icon'))
63.         return
64.     elseif isempty(Handles.MatrixNodes)
65.         msgbox('No solution was calculated.','Error','custom',Resources('Icon'))
66.         return
67.     end
68.     % Vector data
69.     MatrixNodes = Handles.MatrixNodes;
70.     MatrixDistances = Handles.MatrixDistances;
71.     FixedNodes = Handles.FixedNodes;
72.     ShortestPath = Handles.ShortestPath;
73.     MinimumDistance = Handles.MinimumDistance;
74.     Nodes = arrayfun(@(n){get(Handles.ListNodes{n}{2},'String')},1:numel(Handles.ListNodes));
75.     % Dimensions
76.     N = size(MatrixDistances,1);
77.     M = size(MatrixDistances,2);
78.     P = numel(Handles.ListPaths);
79.     % Connectivity matrix
80.     ConnectivityMatrix = nan(M,M);
81.     for m = 1:M
82.         ConnectivityMatrix(m,m) = 0;
83.         for p = 1:P
84.             [b,n] = ismember(m,Handles.ListPaths{p}{2});
85.             if b
86.                 Node = Handles.ListPaths{p}{2}(mod(n,2)+1);
87.                 if Node > m
88.                     Distance = str2double(get(Handles.ListPaths{p}{3},'String'));
89.                     ConnectivityMatrix(m,Node) = Distance;
90.                 end
91.             end
92.         end
93.     end
94.     % Solution matrix
95.     Solution = cell(N,M);
96.     for n = 1:N
97.         for m = 1:M
98.             if isinf(MatrixDistances(n,m))
99.                 Solution{n,m} = 'inf';
100.            elseif isnan(MatrixNodes(n,m))
101.                Solution{n,m} = '';
102.            else
103.                Solution{n,m} = sprintf('%g (%s)',MatrixDistances(n,m),Nodes{MatrixNodes(n,m)});
104.            end
105.        end
106.    end
107.    % ActiveX Excel
108.    Excel = actxserver('excel.Application');
109.    Excel.SheetsInNewWorkbook = 3;
110.    Excel.Visible = 1;
111.    Excel.DisplayAlerts = 0;
112.    Excel.DisplayFullScreen = 1;
113.
114.    % Sheet 'Graph'
115.    Excel.Workbooks.Add;
116.    Sheets = Excel.ActiveWorkbook.Sheets;
117.    Sheet = Sheets.get('Item',1);
118.    Sheet.Activate();
119.    Excel.ActiveWorkbook.ActiveSheet.Name = 'Graph';
120.    Range = Excel.ActiveSheet.Range('A:A');
121.    Range.ColumnWidth = 3;
122.    % Distance
123.    Range = Excel.ActiveSheet.Range('B2:C3');
124.    Range.Value = 'Distance';
125.    Range.Merge;
126.    Range.HorizontalAlignment = 3;

```

```

127. Range.VerticalAlignment = 2;
128. Range.Borders.value = 1;
129. Range.Font.Size = 8;
130. Range.Font.Name = 'arial';
131. % Column 'Nodes'
132. Range = Write_column([4 4-1+numel(Nodes)],2,'Nodes',[],'0');
133. Range.Cells.Orientation = 90;
134. Write_column(4,3,"Nodes",'0');
135. % Line 'Nodes'
136. c0 = 4;
137. Write_line(2,[c0 c0-1+numel(Nodes)],'Nodes',[],'0');
138. Write_line(3, c0,"Nodes",'0');
139. for l = 1:size(ConnectivityMatrix,2)
140.     Write_line(3+l,c0,"ConnectivityMatrix(l,:),'@'");
141. end
142. % Column width setting
143. Range = Excel.ActiveSheet.Range(sprintf('%s1:%s1',Column(2),Column(3+numel(Nodes))));
144. Range.Cells.EntireColumn.ColumnWidth = 7
145. % Sheet 'Matrix'
146. Sheets = Excel.ActiveWorkbook.Sheets;
147. Sheet = Sheets.get('Item',2);
148. Sheet.Activate();
149. Excel.ActiveWorkbook.ActiveSheet.Name = 'Matrix';
150. Range = Excel.ActiveSheet.Range('A:A');
151. Range.ColumnWidth = 3;
152. % 'Iteration'
153. Write_column([2 3],2,'Iteration',[],'0');
154. Write_column(3,2,'Iteration',(1:size(Solution,2)),'0');
155. % 'Nodes'
156. Write_line(2,[3 2+numel(Nodes)],'Nodes',[],'0');
157. Write_line(3, 3,"Nodes",'0');
158. for l = 1:size(Solution,2)
159.     Write_line(3+l,3,"Solution(l,:),'@'");
160. end
161. % Fixed node
162. Range0 = Write_column([2 3],3+numel(Nodes),'Fixed node',[],'0');
163. Write_column(3,3+numel(Nodes),"Nodes(FixedNodes),'0'");
164. % Column width setting
165. Range = Excel.ActiveSheet.Range(sprintf('%s1:%s1',Column(2),Column(3+numel(Nodes))));
166. Range.Cells.EntireColumn.ColumnWidth = 7;
167. Range0.WrapText = 1;
168. % Shortest path
169. Sheets = Excel.ActiveWorkbook.Sheets;
170. Sheet = Sheets.get('Item',3);
171. Sheet.Activate();
172. Excel.ActiveWorkbook.Sheets.Item(3).Name = 'Shortest path';
173. Range = Excel.ActiveSheet.Range('A:A');
174. Range.ColumnWidth = 3;
175. Write_line(2,2,'Nodes',Nodes(ShortestPath),'0');
176. Write_line(3,2,'Distances',[0 diff(MinimumDistance)],'0');
177. Range0 = Write_line(4,2,'Cumulated distance',MinimumDistance,'0');
178. % Column width setting
179. Range = Excel.ActiveSheet.Range(sprintf('%s1:%s1',Column(2),Column(3+numel(MinimumDistance))));
180. Range.Cells.EntireColumn.ColumnWidth = 7;
181. Range0.WrapText = 1;
182. Range = Excel.ActiveSheet.Range('B4');
183. Range.Cells.EntireColumn.AutoFit();
184. % Writing function
185. function varargout = Write_column(Line,Column,Name,Vector,Format)
186.     % Line(s)
187.     if isscalar(Line), Line1 = 0;
188.     else Line1 = Line(2);
189.     end
190.     Line = Line(1);
191.     % Column
192.     n0 = Column;

```

```

193.     a = 64;
194.     N = 26;
195.     q = floor((n0-1)/N);
196.     r = mod(n0-1,N)+1;
197.     if ~q, Column = char(a+r);
198.     else Column = [char(a+q) char(a+r)];
199.     end
200.     % Header
201.     if ~isempty(Name)
202.         Cell = sprintf('%s%u',Column,Line);
203.         Cell = sprintf('%s:%s',Cell,Cell);
204.         Range = Excel.ActiveSheet.Range(Cell);
205.         Range.Value = Name;
206.         Range.WrapText = 1;
207.         Range.Borders.value = 1;
208.         Range.HorizontalAlignment = 3;
209.         Range.VerticalAlignment = 3;
210.         Range.Cells.Orientation = 0;
211.         Range.Font.Size = 8;
212.         Range.Font.Name = 'arial';
213.         Line = Line+1;
214.     end
215.     % Merge
216.     if Line1
217.         Cell = sprintf('%s%u:%s%u',Column,Line-1,Column,Line1);
218.         Range = Excel.ActiveSheet.Range(Cell);
219.         Range.Merge;
220.         Range.VerticalAlignment = 2;
221.         Range.Borders.value = 1;
222.     end
223.     % Vector
224.     if ~isempty(Vector)
225.
226.         Cells = sprintf('%s%u:%s%u',Column,Line,Column,Line-1+length(Vector));
227.         Range = Excel.ActiveSheet.Range(Cells);
228.         if iscell(Vector), Range.Value = Vector;
229.         else Range.Value = arrayfun(@(x){x},Vector);
230.         end
231.         Range.NumberFormat = strrep(Format, '.',Excel.DecimalSeparator);
232.         Range.Borders.value = 1;
233.         Range.HorizontalAlignment = 3;
234.         Range.VerticalAlignment = 2;
235.         Range.Font.Size = 8;
236.         Range.Font.Name = 'arial';
237.         % General setting
238.         Range.cells.EntireColumn.HorizontalAlignment = 3;
239.         Range.cells.EntireColumn.VerticalAlignment = 2;
240.         Range.cells.EntireColumn.WrapText = 0;
241.         Range.cells.EntireColumn.ColumnWidth = 15;
242.     end
243.
244.     if nargout
245.         varargout{1} = Range;
246.     end
247.
248. end
249. % Writing function
250. function varargout = Write_line(Line,Column,Name,Vector,Format)
251.     % Column(s)
252.     if isscalar(Column), n1 = 0;
253.     else n1 = Column(2);
254.     end
255.     n0 = Column(1);
256.     % Column
257.     a = 64;
258.     N = 26;

```

```

259.     q = floor((n0-1)/N);
260.     r = mod(n0-1,N)+1;
261.     if ~q, Column = char(a+r);
262.     else Column = [char(a+q) char(a+r)];
263.     end
264.     % Header
265.     Cell = sprintf('%s%u',Column,Line);
266.     Cell = sprintf('%s:%s',Cell,Cell);
267.     if isempty(Name)
268.         Range = Excel.ActiveSheet.Range(Cell);
269.         Range.Value = Name;
270.         Range.WrapText = 0;
271.         Range.Borders.value = 1;
272.         Range.HorizontalAlignment = 3;
273.         Range.VerticalAlignment = 3;
274.         Range.Cells.Orientation = 0;
275.         Range.Font.Size = 8;
276.         Range.Font.Name = 'arial';
277.         Column = Column+1;
278.     end
279.     % Merge
280.     if n1
281.         q = floor((n1-1)/N);
282.         r = mod(n1-1,N)+1;
283.         if ~q, Column1 = char(a+r);
284.         else Column1 = [char(a+q) char(a+r)];
285.         end
286.         Cell = sprintf('%s%u:%s%u',Column-1,Line,Column1,Line);
287.         Range = Excel.ActiveSheet.Range(Cell);
288.         Range.Merge;
289.         Range.HorizontalAlignment = 3;
290.         Range.Borders.value = 1;
291.     end
292.     % Vector
293.     if isempty(Vector)
294.         Cells = sprintf('%s%u:%s%u',Column,Line,Column-1+numel(Vector),Line);
295.         Range = Excel.ActiveSheet.Range(Cells);
296.         if iscell(Vector), Range.Value = Vector;
297.         else Range.Value = arrayfun(@(x) {x},Vector);
298.         end
299.         Range.NumberFormat = strep(Format, ',',Excel.DecimalSeparator);
300.         Range.Borders.value = 1;
301.         Range.HorizontalAlignment = 3;
302.         Range.VerticalAlignment = 2;
303.         Range.Font.Size = 8;
304.         Range.Font.Name = 'arial';
305.         % General setting
306.         Range.cells.EntireColumn.HorizontalAlignment = 3;
307.         Range.cells.EntireColumn.VerticalAlignment = 2;
308.         Range.cells.EntireColumn.WrapText = 0;
309.         Range.cells.EntireColumn.ColumnWidth = 15;
310.     end
311.     if nargout
312.         varargout{1} = Range;
313.     end
314. end
315. % Column wrt index
316. function Column = Column(n)
317.     % Column
318.     a = 64;
319.     N = 26;
320.     q = floor((n-1)/N);
321.     r = mod(n-1,N)+1;
322.     if ~q, Column = char(a+r);
323.     else Column = [char(a+q) char(a+r)];
324.     end

```

```

325.     end
326. end
327. % About
328. function About(~,~)
329.     persistent Figure_about
330.     % Full screen detection
331.     warning('off','all');
332.     jFrame = get(Figure,'JavaFrame');
333.     IsMaximized = jFrame.isMaximized;
334.     warning('on','all');
335.     if ~isempty(Figure_about)
336.         delete(Figure_about);
337.     end
338.     Image = Resources('About');
339.     Color = [1 1 1];
340.     P = [0 0 size(Image,2) size(Image,1)];
341.     h = 45;
342.     Figure_about = ...
343.         figure('Name',      get(gcf,'Name'),...
344.             'NumberTitle', 'off',...
345.             'ToolBar',     'none',...
346.             'Menubar',     'none',...
347.             'Resize',      'off',...
348.             'Visible',     'off',...
349.             'Units',       'Pixels',...
350.             'Color',       Color,...
351.             'Position',    P + [0 0 0 h]-[0 0 3 0]);
352.     movegui(Figure_about,'center');
353.     axes('Units', 'Pixels',...
354.         'Position', P+ [0 h 0 0],...
355.         'Visible', 'Off');
356.     imshow(Resources('About'));
357.     L = 80;
358.     uicontrol('Callback',    @(~,~)close(Figure_about),...
359.         'String',          'OK',...
360.         'FontSize',        9,...
361.         'FontWeight',      'Bold',...
362.         'ForegroundColor', [25 90 150]/255,...
363.         'Units',           'Pixels',...
364.         'BackgroundColor', Color,...
365.         'Position',        [P(3)/2-L/2 12 L 30]);
366.     set(Figure_about, 'Visible', 'on');
367.     % Full screen
368.     if IsMaximized
369.         drawnow;
370.         warning('off','all');
371.         jFrame = get(Figure,'JavaFrame');
372.         jFrame.setMaximized(true);
373.         warning('on','all');
374.     end
375. end
376. % Help
377. function Help(~,~)
378.     F = dir('Help.*');
379.     if isempty(F)
380.         msgbox('No help file titled "Help.*" in application folder.','Error','custom',Resources('Icon'))
381.     else
382.         winopen(F(1).name);
383.     end
384. end
385. end
386. % Toggle buttons callback
387. function ToggleCallback1(src,evnt) %#ok<INUSD,INUSD>
388. % Handles
389. Handles = guidata(gcf);
390. % Commutation

```

```

391. switch get(src,'Tag')
392.     case 'Step', ToggleButton = 'ToggleBarAddPath';
393.     case 'Path', ToggleButton = 'ToggleBarAddNode';
394. end
395. set(handles.ToggleButton, 'State','off');
396. set(handles.ToggleBarFirstNode,'State','Off');
397. set(handles.ToggleBarLastNode, 'State','Off');
398. zoom('off');
399. pan('off');
400. set(handles.ZoomIn,'State','Off');
401. set(handles.Pan, 'State','Off');
402. % Click
403. switch get(src,'State')
404.     case 'on'
405.         switch get(src,'Tag')
406.             case 'Step', set(gcf,'pointer','circle','WindowButtonDownFcn',@ClickNode);
407.             case 'Path', set(gcf,'pointer','cross', 'WindowButtonDownFcn',@ClickPath);
408.         end
409.     case 'off', set(gcf,'Pointer','arrow','WindowButtonDownFcn',[]);
410. end
411. % Click for node
412. function ClickNode(src,evnt) %#ok<INUSD>
413.     switch get(src,'SelectionType')
414.         case 'normal'
415.             % Cursor current position
416.             P = get(gca,'CurrentPoint');
417.             x0 = round(P(1,1));
418.             y0 = round(P(1,2));
419.             % Filtering
420.             for Node = 1:numel(handles.ListNodes)
421.                 x = get(handles.ListNodes{Node}{1},'Xdata');
422.                 y = get(handles.ListNodes{Node}{1},'Ydata');
423.                 if norm([x0-x y0-y]) < 1
424.                     return
425.                 end
426.             end
427.             % New node index
428.             n = numel(handles.ListNodes)+1;
429.             % Nodes names update
430.             NodesNames = arrayfun(@(n){get(handles.ListNodes{n}{2},'string')},1:numel(handles.ListNodes));

431.             % New node name
432.             Index0 = 0;
433.             Index = 1;
434.             NodeName = char(64+Index);
435.             Prefix = "";
436.             while ismember(NodeName,NodesNames)
437.                 Index = Index+1;
438.                 NodeName = [Prefix char(64+Index)];
439.                 if Index == 26
440.                     Index0 = Index0+1;
441.                     Index = 0;
442.                     Prefix = char(64+Index0);
443.                 end
444.             end
445.             % New node
446.             handles.ListNodes{n} = ...
447.                 {plot(x0,y0,'ko','MarkerSize',30,'MarkerFaceColor',[0.5 1]),...
448. text(x0,y0,NodeName,'HorizontalAlignment','Center','Color','k')};
449.             % Context menu
450.             Menu = uicontextmenu;
451.             uimenu(Menu,'Label','Move', 'Callback',{@MoveNode, n});
452.             uimenu(Menu,'Label','Rename','Callback',{@RenameNode,n});
453.             uimenu(Menu,'Label','Delete','Callback',{@DeleteNode,n},'Separator','on');
454.             set(handles.ListNodes{n}{1},'uicontextmenu',Menu);
455.             set(handles.ListNodes{n}{2},'uicontextmenu',Menu);

```

```

456.     case 'alt'
457.     end
458.     guidata(gcbf,Handles);
459. end
460. % Click for path
461. function ClickPath(src,evnt) %#ok<INUSD>
462. % Handles
463. Handles = guidata(gcbf);
464. % Node number
465. if isempty(Handles.ListPaths)
466.     Node = 1;
467. else
468.     switch numel(Handles.ListPaths{end})
469.         case 2, Node = 2;
470.         case 3, Node = 1;
471.     end
472. end
473. % Cancellation
474. switch get(src,'SelectionType')
475.     case 'alt'
476.         delete(Handles.ListPaths{end}{1});
477.         Handles.ListPaths(end) = [];
478.         guidata(gcbf,Handles);
479.         return
480.     end
481. % Cursor current position
482. P = get(gca,'CurrentPoint');
483. x0 = round(P(1,1));
484. y0 = round(P(1,2));
485. switch Node
486.     case 1
487.         for FirstNode = 1:numel(Handles.ListNodes)
488.             x = get(Handles.ListNodes{FirstNode}{1},'Xdata');
489.             y = get(Handles.ListNodes{FirstNode}{1},'Ydata');
490.             if x0 == x && y0 == y
491.                 Path = numel(Handles.ListPaths)+1;
492.                 Line = line('XData',x0,'YData',y0,'Color','k');
493.                 Menu = uicontextmenu;          uimenu(Menu,'Label','Weight','Callback',{@WeightPath,Path});
494.                 uimenu(Menu,'Label','Delete','Callback',{@DeletePath,Path},'Separator','on');
495.                 set(Line,'uicontextmenu',Menu);
496.                 Handles.ListPaths{Path} = {Line,FirstNode};
497.                 guidata(gcbf,Handles);
498.                 uistack(Handles.ListPaths{Path}{1},'bottom');
499.                 set(src,'WindowButtonMotionFcn',{@MovePath,Path});
500.             end
501.         end
502.     case 2
503.         for SecondNode = 1:numel(Handles.ListNodes)
504.             x = get(Handles.ListNodes{SecondNode}{1},'Xdata');
505.             y = get(Handles.ListNodes{SecondNode}{1},'Ydata');
506.             if x0 == x && y0 == y
507.                 Path = numel(Handles.ListPaths);
508.                 X = round(get(Handles.ListPaths{Path}{1},'XData'));
509.                 Y = round(get(Handles.ListPaths{Path}{1},'YData'));
510.                 set(Handles.ListPaths{Path}{1},'X
Data',X,'YData',Y);
511.                 Handles.ListPaths{Path}{2} = [Handles.ListPaths{Path}{2} SecondNode];
512.                 Angle = 180/pi*atan(diff(Y)/diff(X));
513.                 Weight = text(mean(X),mean(Y),'1','Rotation',Angle,'HorizontalAlignment','Center','Color','k','BackGrou
ndColor','w');
514.                 Menu = uicontextmenu;          uimenu(Menu,'Label','Weight','Callback',{@WeightPath,Path});
515.                 uimenu(Menu,'Label','Delete','Callback',{@DeletePath,Path},'Separator','on');
516.                 set(Weight,'uicontextmenu',Menu);
517.                 Handles.ListPaths{Path}{3} = Weight;
518.                 guidata(gcbf,Handles);
519.                 set(src,'WindowButtonMotionFcn',[]);

```

```

518.         end
519.     end
520. end
521. function MovePath(src,evnt,Path) %#ok<INUSL>
522.     if ~ishandle(Handles.ListPaths{Path}{1})
523.         return
524.     end
525.     P = get(gca,'CurrentPoint');
526.     X = get(Handles.ListPaths{Path}{1},'XData');
527.     Y = get(Handles.ListPaths{Path}{1},'YData');
528.     X = [X(1) P(1,1)];
529.     Y = [Y(1) P(1,2)];
530.     set(Handles.ListPaths{Path}{1},'XData',X,'YData',Y);
531. end
532. end
533. end
534. % Toggle buttons callback
535. function ToggleCallback2(src,evnt,NodeType) %#ok<INUSL>
536. Handles = guidata(gcbf);
537. switch get(src,'State')
538. case 'off'
539.     set(gcf,'Pointer','arrow','WindowButtonDownFcn',[]);
540.     return
541. case 'on'
542.     set(Handles.ToggleBarAddNode,'State','off');
543.     set(Handles.ToggleBarAddPath,'State','off');
544.     zoom('off');
545.     pan('off');
546.     set(Handles.ZoomIn,'State','Off');
547.     set(Handles.Pan,'State','Off');
548.     switch NodeType
549.     case 'First', set(Handles.ToggleBarLastNode,'State','off');
550.     case 'Last', set(Handles.ToggleBarFirstNode,'State','off');
551.     end     set(gcf,'Pointer','cross','WindowButtonDownFcn',{@DefineNode,NodeType});
552. end
553. function DefineNode(src,evnt,NodeType) %#ok<INUSL>
554.     Handles = guidata(gcbf);
555.     % Cursor current position
556.     P = get(gca,'CurrentPoint');
557.     x0 = round(P(1,1));
558.     y0 = round(P(1,2));
559.     for Node = 1:numel(Handles.ListNodes)
560.         x = get(Handles.ListNodes{Node}{1},'Xdata');
561.         y = get(Handles.ListNodes{Node}{1},'Ydata');
562.         if x0 == x && y0 == y
563.             switch NodeType
564.             case 'First', Color = [0 1 0];
565.             case 'Last', Color = [1 1 0];
566.             end
567.             DefaultColor = [0.5 1 1]
568.             for Node2 = 1:numel(Handles.ListNodes)
569.                 if get(Handles.ListNodes{Node2}{1},'MarkerFaceColor') == Color          set(Handles.ListNodes{
Node2}{1},'MarkerFaceColor',DefaultColor);
570.             end
571.         end
572.         set(Handles.ListNodes{Node}{1},'MarkerFaceColor',Color);
573.         break
574.     end
575. end
576. guidata(gcbf,Handles);
577. end
578. end
579. % Function 'MoveNode'
580. function MoveNode(src,evnt,Node) %#ok<INUSL>
581. Handles = guidata(gcbf);
582. set(gcf,'pointer','fleur','WindowButtonDownFcn',{@Move,Node});

```

```

583. set(gcf,'WindowButtonDownFcn','set(gcf,"WindowButtonMotionFcn",[],"pointer","arrow")');
584. guidata(gcbf,Handles);
585. function Move(src,evnt,Node) %#ok<INUSL>
586.     P = get(gca,'CurrentPoint');
587.     x = round(P(1,1));
588.     y = round(P(1,2));
589.     set(Handles.ListNodes{Node}{1},'XData',x,'YData',y);
590.     set(Handles.ListNodes{Node}{2},'Position',[x y 0]);
591.     for Path = 1:numel(Handles.ListPaths)
592.         [b,i] = ismember(Node,Handles.ListPaths{Path}{2});
593.         if b
594.             Y = get(Handles.ListPaths{Path}{1},'YData');
595.             X(i) = x;
596.             Y(i) = y;
597.             Angle = 180/pi*atan(diff(Y)/diff(X));
598.             set(Handles.ListPaths{Path}{1},'XData',X,'YData',Y);
599.             set(Handles.ListPaths{Path}{3},'Position',[mean(X) mean(Y) 0],'Rotation',Angle);
600.         end
601.     end
602. end
603. end
604. % Function 'RenameNode'
605. function RenameNode(src,evnt,Node) %#ok<INUSL>
606. Handles = guidata(gcbf);
607. NodeName0 = get(Handles.ListNodes{Node}{2},'String');
608. NodeName = inputdlg('Node name :',[1 20],[NodeName0]);
609. if strcmp(NodeName,NodeName0)
610.     return
611. end
612. if ~isempty(NodeName)
613.     Nodes = arrayfun(@(n){get(Handles.ListNodes{n}{2},'String')},1:numel(Handles.ListNodes));
614.     if ismember(NodeName,Nodes)
615.         uiwait(msgbox(sprintf('A node named "%s" already exists.',cell2mat(NodeName)),'Error','custom',Resources('Icon'
        )));
616.         return
617.     end
618.     NodeName = cell2mat(NodeName);
619.     NodeName = NodeName(1:min(3,numel(NodeName)));
620.     set(Handles.ListNodes{Node}{2},'String',NodeName);
621. end
622. guidata(gcbf,Handles);
623. end
624. % Function 'DeleteNode'
625. function DeleteNode(src,evnt,Node) %#ok<INUSL>
626. Handles = guidata(gcbf);
627. delete(Handles.ListNodes{Node}{1});
628. delete(Handles.ListNodes{Node}{2});
629. Handles.ListNodes(Node) = [];
630. List = [];
631. for Path = 1:numel(Handles.ListPaths)
632.     Nodes = Handles.ListPaths{Path}{2};
633.     if ismember(Node,Nodes)
634.         delete(Handles.ListPaths{Path}{1});
635.         delete(Handles.ListPaths{Path}{3});
636.         List = [List Path]; %#ok<AGROW>
637.     end
638.     % Nodes indices update
639.     if Nodes(1) >= Node
640.         Nodes(1) = Nodes(1)-1;
641.     end
642.     if Nodes(2) >= Node
643.         Nodes(2) = Nodes(2)-1;
644.     end
645.     Handles.ListPaths{Path}{2} = Nodes;
646. end
647. % Suppression of the Paths connected to the suppressed node

```

```

648. Handles.ListPaths(List) = [];
649. for Node = 1:numel(Handles.ListNodes)
650.     Menu = uicontextmenu;
651.     uimenu(Menu,'Label','Move','Callback',{@MoveNode, Node});
652.     uimenu(Menu,'Label','Rename','Callback',{@RenameNode,Node}); uimenu(Menu,'Label','Delete','Callback',{@DeleteNode,Node},'Separator','on');
653.     set(Handles.ListNodes{Node}{1},'uicontextmenu',Menu);
654.     set(Handles.ListNodes{Node}{2},'uicontextmenu',Menu);
655. end
656. for Path = 1:numel(Handles.ListPaths)
657.     Menu = uicontextmenu;
658.     uimenu(Menu,'Label','Weight','Callback',{@WeightPath,Path}); uimenu(Menu,'Label','Delete','Callback',{@DeletePath,Path},'Separator','on');
659.     set(Handles.ListPaths{Path}{1},'uicontextmenu',Menu);
660.     set(Handles.ListPaths{Path}{3},'uicontextmenu',Menu);
661. end
662. guidata(gcbf,Handles);
663. end
664. % Function 'WeightPath'
665. function WeightPath(src,evnt,Path) %#ok<INUSL>
666. Handles = guidata(gcbf);
667. PathWeight = get(Handles.ListPaths{Path}{3},'String');
668. PathWeight = inputdlg('Path weight :',[1 20],[1 20],{PathWeight});
669. if ~isempty(PathWeight)
670.     PathWeight = cell2mat(PathWeight);
671.     PathWeight = str2double(PathWeight);
672.     if ~isnumeric(PathWeight)
673.         return
674.     end
675.     set(Handles.ListPaths{Path}{3},'String',PathWeight);
676. end
677. guidata(gcbf,Handles);
678. end
679. % Function 'DeletePath'
680. function DeletePath(src,evnt,Path) %#ok<INUSL>
681. Handles = guidata(gcbf);
682. delete(Handles.ListPaths{Path}{1});
683. delete(Handles.ListPaths{Path}{3});
684. Handles.ListPaths(Path) = [];
685. for Path = 1:numel(Handles.ListPaths)
686.
687.     Menu = uicontextmenu;
688.     uimenu(Menu,'Label','Weight','Callback',{@WeightPath,Path}); uimenu(Menu,'Label','Delete','Callback',{@DeletePath,Path},'Separator','on');
689.     set(Handles.ListPaths{Path}{1},'uicontextmenu',Menu);
690.     set(Handles.ListPaths{Path}{3},'uicontextmenu',Menu);
691. end
692. guidata(gcbf,Handles);
693. end
694. % Function 'Solve'
695. function Solve(src,evnt) %#ok<INUSD>
696. % Handles
697. Handles = guidata(gcbf);
698. % Reset of toolbar
699. ResetToolBar(Handles)
700. % Dimensions
701. N = numel(Handles.ListNodes);
702. P = numel(Handles.ListPaths);
703. % First and last nodes
704. [FirstNode, LastNode] = FirstLastNodes(Handles);
705. if FirstNode == 0
706.     uiwait(msgbox('First node is undefined.','Error','custom',Resources('Icon')));
707.     return
708. end
709. if LastNode == 0
710.     uiwait(msgbox('Last node is undefined.','Error','custom',Resources('Icon')));

```

```

711. return
712. end
713. % Graph reset
714. Reset();
715. % First step
716. Step = 1;
717. % Default matrices
718. MatrixNodes = nan(1,N);
719. MatrixDistances = nan(1,N);
720. % Initialization
721. MatrixNodes(Step,FirstNode) = FirstNode;
722. MatrixDistances(Step,:) = inf;
723. MatrixDistances(Step,FirstNode) = 0;
724. FixedNodes = FirstNode;
725. % Beginning test
726. [ConnectedNodes, ~] = Connectivity(FirstNode);
727. if isempty(ConnectedNodes)
728.     uiwait(msgbox('First node is isolated.','Error','custom',Resources('Icon')));
729.     return
730. end
731. while numel(FixedNodes) < N
732.     % Iteration index increment
733.     Step = Step+1;
734.     % Nodes connected to the node whose distance is the shortest
735.     [ConnectedNodes, ConnectedPathsDistances] = Connectivity(FixedNodes(end));
736.     % New step initialization
737.     MatrixNodes(Step,:) = nan;
738.     MatrixDistances(Step,:) = nan;
739.     for Node = 1:N
740.
741.         if ~ismember(Node,FixedNodes)
742.             [Indicator,Index] = ismember(Node,ConnectedNodes);
743.             if Indicator
744.                 % Distance to previous node
745.                 Distance = MatrixDistances(Step-1,FixedNodes(end)) + ...
746.                     ConnectedPathsDistances(Index);
747.                 if isinf(MatrixDistances(Step,Node)) || ...
748.                     Distance < MatrixDistances(Step-1,Node)
749.                     % Definition of a new shortest path to current node
750.                     MatrixNodes(Step,Node) = FixedNodes(end);
751.                     MatrixDistances(Step,Node) = Distance;
752.                 else
753.                     % Memorization of the last shortest distance
754.                     MatrixNodes(Step,Node) = MatrixNodes(Step-1,Node);
755.                     MatrixDistances(Step,Node) = MatrixDistances(Step-1,Node);
756.                 end
757.             else
758.                 % Memorization of the last shortest distance
759.                 MatrixNodes(Step,Node) = MatrixNodes(Step-1,Node);
760.                 MatrixDistances(Step,Node) = MatrixDistances(Step-1,Node);
761.             end
762.         end
763.     end
764.     % Ending test
765.     if isinf(min(MatrixDistances(end,:))) && isinf(MatrixDistances(end,LastNode))
766.         uiwait(msgbox('Last node is isolated.','Error','custom',Resources('Icon')));
767.         return
768.     end
769.     % Shortest distance at current step
770.     FixedNodes(end+1) = find(MatrixDistances(Step,:) == min(MatrixDistances(Step,:),1,'first')); %#ok<AGROW>
771. end
772. % Extraction of the shortest path
773. [ShortestPath,MinimumDistance] = ExtractionShortestPath(FirstNode,LastNode,MatrixNodes,MatrixDistances);
774. % Shortest path display
775. ShortestPathDisplay(ShortestPath);

```

```

776. % Handles
777. Handles.MatrixNodes = MatrixNodes;
778. Handles.MatrixDistances = MatrixDistances;
779. Handles.FixedNodes = [FirstNode FixedNodes];
780. Handles.ShortestPath = ShortestPath;
781. Handles.MinimumDistance = MinimumDistance;
782. guidata(gcbf,Handles);
783. % Reset of toolbar
784. function ResetToolBar(Handles)
785.     set(gcf,'Pointer','arrow','WindowButtonDownFcn',[]);
786.     set(Handles.ToggleBarAddNode,'State','off');
787.     set(Handles.ToggleBarAddPath,'State','off');
788.     set(Handles.ToggleBarLastNode,'State','off');
789.     set(Handles.ToggleBarFirstNode,'State','off');
790.     set(Handles.ZoomIn,'State','Off');
791.     set(Handles.Pan,'State','Off');
792.     zoom('off');
793.     pan('off');
794. end
795. % Graph reset
796. function Reset()
797.     Handles = guidata(gcbf);
798.     % Nodes reset
799.     for n = 1:N         set(Handles.ListNodes{n}{1},'MarkerEdgeColor','k','LineWidth',0.5);
800.         set(Handles.ListNodes{n}{2},'Color','k','FontWeight','Light');
801.     end
802.     % Paths reset
803.     for p = 1:P
804.         set(Handles.ListPaths{p}{1},'Color','k','LineWidth',0.5);
805.         set(Handles.ListPaths{p}{3},'Color','k','FontWeight','Light');
806.     end
807.     guidata(gcbf,Handles);
808. end
809. % First and last nodes
810. function [FirstNode, LastNode] = FirstLastNodes(Handles)
811.     FirstNode = 0;
812.     LastNode = 0;
813.     for c = 1:numel(Handles.ListNodes)
814.         Color = get(Handles.ListNodes{c}{1},'MarkerFaceColor');
815.         if Color == [0 1 0] %#ok<BDSCA>
816.             FirstNode = c;
817.         elseif Color == [1 1 0] %#ok<BDSCA>
818.             LastNode = c;
819.         end
820.         if FirstNode ~= 0 && LastNode ~= 0
821.             break
822.         end
823.     end
824. end
825. % Connectivity to the current node
826. function [ConnectedNodes, ConnectedPathsDistances] = Connectivity(CurrentNode)
827.     ConnectedNodes = [];
828.     ConnectedPathsDistances = [];
829.     for p = 1:P
830.         [b,n] = ismember(CurrentNode,Handles.ListPaths{p}{2});
831.         if b
832.             ConnectedNodes(end+1) = Handles.ListPaths{p}{2}(mod(n,2)+1); %#ok<AGROW>
833.             ConnectedPathsDistances(end+1) = str2double(get(Handles.ListPaths{p}{3},'String')); %#ok<AGROW>
834.         end
835.     end
836. end
837. % Extraction of the shortest path
838. function [ShortestPath,MinimumDistance] = ExtractionShortestPath(FirstNode,LastNode,MatrixNodes,MatrixDistances)
839.     % Minimum distance
840.     Distance = min(MatrixDistances(:,LastNode));

```

```

841. % Index of shortest path
842. L = find(MatrixDistances(:,LastNode) == Distance,1,'last')
843. % Shortest path
844. List1 = LastNode;
845. List2 = Distance;
846. while List1(end) ~= FirstNode
847.     l = L;
848.     while isnan(MatrixNodes(l,List1(end)))
849.         l = l-1;
850.     end
851.     List2(end+1) = MatrixDistances(l,List1(end)); %#ok<AGROW>
852.     List1(end+1) = MatrixNodes(l,List1(end)); %#ok<AGROW>
853. end
854. % Shortest path
855. ShortestPath = fliplr(List1);
856. MinimumDistance = [0 fliplr(List2(2:end))];
857. en
858. % Shortest path display
859. function ShortestPathDisplay(ShortestPath)
860.     for l = 1:numel(ShortestPath)
861.         if l > 1
862.             Node1 = ShortestPath(l-1);
863.             Node2 = ShortestPath(l);
864.             for Path = 1:P
865.                 if ismember(Node1,Handles.ListPaths{Path}{2}) && ...
866.                     ismember(Node2,Handles.ListPaths{Path}{2})
867.                     break
868.                 end
869.             end
870.             set(Handles.ListPaths{Path}{1},'Color','b','LineWidth',2);
871. set(Handles.ListPaths{Path}{3},'Color','b','FontWeight','Bold');
872.         end
            set(Handles.ListNodes{ShortestPath(l)}{1},'MarkerEdgeColor','b','LineWidth',2);
            set(Handles.ListNodes{ShortestPath(l)}{2},'Color','b','FontWeight','Bold');
873.         pause(0.1);
874.     end
875. end
876. end

```