



UNIVERSITETI POLITEKNIK TIRANË
FAKULTETI I INXHINIERISË MATEMATIKE DHE INXHINIERISË FIZIKE
DEPARTAMENTI I MATEMATIKËS

Sheshi “NËNË TEREZA”, Nr. 4, Tiranë

Tel: +355 4 2268757, Tel/fax: +355 4 2257294,

Tel/fax: +355 4 2227914

UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË MATEMATIKE DHE INXHINIERISË
FIZIKE
DEPARTAMENTI I MATEMATIKËS

DOKTORATURA ME TEMË:

“MODELIMI I AKSIDENTVE RRUGORE ME METODA
STATISTIKORE DHE GIS”

Punoi: MSc. Raimonda DERVISHI

Udhëheqës Shkencor: Prof. Asoc. Shkëlqim KUKA

TIRANË, 2016

Falenderime

Dëshiroj t'i shpreh falenderimet e mia më të ndjera e më të sinqerta kujt do që më ka inkurajuar, mbështetur, konsultuar dhe ndihmuar moralisht e intelektualisht për përfundimin e këtij studimi disertacioni doktoral.

Së pari falenderoj udhëheqësin shkencor të kësaj teze, Prof. Shkëlqim Kuka, i cili vazhdimisht më ka mbështetur, motivuar dhe orientuar metodologjikisht dhe konceptualisht për realizimin e saj.

Falenderime të veçanta u shpreh edhe kolegëve të mi në Departamentin e Matematikës të Fakultetit të Inxhinierisë Matematike dhe Inxhinierisë Fizike në Universitetin Politeknik të Tiranës, të cilët, për disa vite me radhë, drejtpërsëdrejti (me sugjerimet dhe kritikën e tyre), ose tërthorazi (përmes mbështetjes që më kanë ofruar), kanë krijuar një mjedis intelektual e njerëzor shumë të ngrohtë që, sa e ka bërë të mundur përfundimin e këtij disertacioni, aq edhe e ka bërë punën për realizimin e tij një proces dhe një përvojë krijuese mjaft të veçantë për mua.

Falenderoj, gjithashtu, të gjithë ata miq e dashamirës, brenda dhe jashtë këtij fakulteti, të cilët, me mençurinë dhe përvojën e tyre shumëvjeçare, më kanë ofruar vazhdimisht mbështetje profesionale e njerëzore për përfundimin e këtij studimi. Në mënyrë të veçantë dëshiroj të falenderoj zotin Artur Sulçe, për mbështetjen e pakursyer që më ka ofruar gjatë tërë procesit të hartimit të këtij disertacioni dhe informacionin e nevojshëm të të dhënave; si dhe mikeshën time Brunilda Avduli.

Së fundmi, falenderimet më të thella shkojnë për familjen time, veçanërisht për babain tim, të cilit i jam në borxh për gjithçka që ai ka bërë për mua. Mbështetja e përhershme tije, si prind dhe si mësues, shembulli i tij i modelit të një njeriu të përkushtuar punës së palodhur dhe arsimit të lartë, si dhe mbështetja e vazhdueshme që ai më ka dhënë gjatë tërë periudhës së studimit për këtë disertacion, kanë qenë një inspirim dhe një motivim shumë i madh për mua.

PËRMBAJTJA

LISTA E FIGURAVE.....	vi
------------------------------	-----------

LISTA E TABELAVE.....	ix
------------------------------	-----------

KAPITULLI I

HYRJE E PËRGJITHSHME

1.1 Vështrim i përgjithshëm.....	1
1.2 Qëllimi i punimit.....	1
1.3 Fusha e studimit.....	1
1.4 Kufizimet e studimit.....	2

KAPITULLI II

STATISTIKAT E AKSIDENTEVE DHE PROBLEMET E SIGURISË RRUGORE NË SHQIPËRI

Hyrje

2.1 Statistikat e aksidenteve në Shqipëri.....	4
2.2 Faktorët rrethues botërorë.....	8
2.3 Ndjekja e treguesve të performancës së sigurisë rrugore.....	11
2.4 Drejtimit e së ardhmes.....	19
2.5 Madhësisë së problemit.....	23

KAPITULLI III

PËRDORIMI I GIS NË TRANSPORT

Hyrje

3.1 GIS në inxhinierinë e transportit.....	24
3.2 Raste të veçanta studimi të GIS të përdorura në analizat e aksidenteve.....	25
3.3 Lloje analizash të kryera nga GIS.....	26
3.4 Metodologji e bazuar në GIS për identifikimin e fushave të mundshme të përmirësimit.....	30
3.5 Identifikimi i përqendrimit hapësinor të aksidenteve rrugore duke përdorur GIS.....	32

KAPITULLI IV

TEKNIKAT STATISTIKORE PËR MODELIMIN E AKSIDENTEVE

Hyrje

4.1 Analiza statistikore e të dhënave të frekuencës së aksidenteve.....	45
4.2 Modelet e të dhënave të numërueshme.....	51

4.2.1 Modeli Puasonian.....	51
4.2.2 Modeli Binomial Negativ.....	53
4.2.3 Modeli Puasonian dhe Binomial Negativ me Strukturë Zero.....	55
4.3 Regresioni Linear.....	56
4.3.1 Modelet lineare të regresit në analizën e aksidenteve.....	57
4.3.2 Lidhja ndërmjet variablave të regresit.....	57
4.3.3 Regresorët dhe gabimet e pakorreluara.....	58
4.3.4 Vlerësimi i gabimeve me shpërndarjen normale.....	59
4.3.5 Bazat e regresionit.....	60
4.3.6 Vlerësuesi i metodës së katrorëve më të vegjël.....	61
4.3.7 Funkzioni i përgjasisë maksimale.....	64
4.3.8 Vlerat karakteristike të vlerësuesve të metodës së katrorëve më të vegjël dhe përgjasisë maksimale.....	65

KAPITULLI V

METODAT STATISTIKORE BAYESIANE NË ANALIZËN E AKSIDENTEVE RRUGORE

Hyrje

5.1 Struktura teorike e metodave Bayesiane.....	67
5.2 Regresioni To-Mean.....	70
5.3 Avantazhet e metodave Bayesiane kundrejt metodave Konvencionale.....	71
5.4 Masa e sigurisë në metodën Bayesiane.....	71
5.5 Përdorimi i modeleve parashikuese.....	75
5.6 Identifikimi i vendndodhjeve të prirura për aksident.....	77
5.7 Vlerësimi i masave parandaluese.....	78

KAPITULLI VI

VLERËRIMI I PASIGURISË NË RINDËRTIMIN E AKSIDENTEVE RRUGORE NËPËRMJET METODAVE PROBABILITARE

Hyrje

6.1 Pasiguria në njehsimin e rindërtimit të aksidenteve rrugore.....	80
6.2 Metodat llogaritëse në analizën e aksidenteve.....	81
6.3 Metoda të përdorshme në vlerësimin e pasigurisë rrugore.....	82
6.3.1 Analizimi i një shtate aksident.....	84
6.3.2 Metodat deterministe.....	88
6.3.3 Metodat probabilitare.....	92
6.3.4 Interpretimi i rezultateve të metodave që përdoren në përcaktimin e pasigurisë.....	102

KAPITULLI VII

SIMULIMI MATEMATIK NË KRYQËZIM

Hyrje

7.1 Analizimi i një situate aksident në kryqëzim nga mungesa e respektimit të përparësisë.....	106
7.2 Modelimi kompjuterik i aksidentit rrugor.....	111
7.3 Konkluzione.....	122

KAPITULLI VIII

NDËRTIMI I NJË SISTEMI INFORMACIONI GJEOGRAFIK MBI AKSIDENTET RRUGURE DUKE U BAZUAR NË METODOLOGJITË ‘OPEN SOURCE’

Hyrje

8.1 Teknologjitë ‘Open Source’.....	123
8.2 WEB-GIS për Planifikim të Sigurisë.....	129
8.3 Përfundime dhe diskutime.....	131

BIBLIOGRAFI.....	133
-------------------------	------------

LISTA E FIGURAVE

<i>Figurë 2.1. Numri i vdekjeve në aksidentet e trafikut rrugor 2000 – 2013 dhe parashikimi deri në vitin 2020.....</i>	<i>6</i>
<i>Figurë 2.2. Numri i aksidenteve fatale të ndarë sipas kategorive të përdoruesve të rrugës për vitet 2009 – 2013.....</i>	<i>7</i>
<i>Figurë 2.3. Numri i aksidenteve me pasoja vdekjen, për fëmijët e moshave 0 – 15 vjeç, për vitet 2009 – 2013.....</i>	<i>7</i>
<i>Figurë 2.4. Numri i njerëzve të plagosur rëndë 2009 – 2013 dhe prirjet e kërkuara deri në vitin 2020.....</i>	<i>8</i>
<i>Figurë 2.5. Fluki i lëvizjes së mjeteve rrugore në akset kryesore kombëtare.....</i>	<i>9</i>
<i>Figurë 2.6. Numri i viktimave dhe ndryshimi vjetor i shprehur në përqindje.....</i>	<i>10</i>
<i>Figurë 2.7. Përqindja e popullsisë sipas grupeve të moshave dhe shkallës së rrezikut.....</i>	<i>11</i>
<i>Figurë 2.8. Përqindja e vëllimit të trafikut të mjeteve që udhëtojnë brenda kufirit shpejtësisë në rrjetin kombëtar dhe prirja dëshiruar për vitin 2020.....</i>	<i>12</i>
<i>Figurë 2.9. Përqindja aksidenteve rrugore gjatë vitit 2013 sipas përdoruesve të rripit të sigurimit në automjete dhe kaskave mbrojtëse në motoçikleta.....</i>	<i>14</i>
<i>Figurë 2.10. Numri i mjeteve rrugore për periudhën 2001 – 2013.....</i>	<i>15</i>
<i>Figurë 2.11. Numri i kontrolleve teknike të kryera gjatë viteve 2009 - 2013, për llojet e ndryshme të mjeteve rrugore.....</i>	<i>15</i>
<i>Figurë 2.12. Numri i drejtuesve të mjeteve rrugore për periudhën 2001 – 2013.....</i>	<i>16</i>
<i>Figurë 2.13. Klasifikimi i rrjetit rrugor.....</i>	<i>17</i>
<i>Figurë 2.14. Kontigjencë shpjeguese e parandalimit të aksidenteve në përputhje me nxitjen ndaj kujdesit shëndetësor.....</i>	<i>21</i>
<i>Figurë 3.1. Shembull i analizës Intersection/Spot.....</i>	<i>27</i>
<i>Figurë 3.2. Shembull i analizës Collison.....</i>	<i>28</i>
<i>Figurë 3.3. Shembull i analizës Area.....</i>	<i>29</i>
<i>Figurë 3.4. Shembull i analizës Cluster.....</i>	<i>30</i>
<i>Figurë 3.5. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve.....</i>	<i>38</i>
<i>Figurë 3.6. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve,Zona 1.....</i>	<i>39</i>
<i>Figurë 3.7. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve,Zona 2.....</i>	<i>40</i>
<i>Figurë 3.8. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve,Zona 3.....</i>	<i>41</i>

<i>Figurë 3.9. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve, Zona 4.....</i>	<i>42</i>
<i>Figurë 3.10. Grupimi i aksidenteve tek drejtuesit me moshë nën 24 vjeç sipas densitetit të popullimit afër shkollave dhe lokaleve.....</i>	<i>43</i>
<i>Figurë 3.11. Grupimi i aksidenteve tek drejtuesit me moshë mbi 65 vjeç sipas densitetit të popullimit afër lokaleve.....</i>	<i>44</i>
<i>Figurë 5.1. Efektet e Regresionit To-Mean.....</i>	<i>70</i>
<i>Figurë 6.1. Skema e një situatë aksidenti.....</i>	<i>85</i>
<i>Figurë 6.2. Funkzioni i thjeshtuar kohor për procesin e frenimit të automjetit në lëvizjen drejtvizore.....</i>	<i>86</i>
<i>Figurë 6.3. Historia kohore e frenimit duke konsideruar devijimin rastësor nga trendi i përcaktuar.....</i>	<i>95</i>
<i>Figurë 6.4. Historitë e zgjidhjeve në formën e vlerave mesatare të distancës së udhëtimit.....</i>	<i>98</i>
<i>Figurë 6.5. Histogramë për vlerësimin e gjatësisë së distancës së ndalimit përftuar nga metoda Monte-Carlo, të dhënat me shpërndarje normale.....</i>	<i>100</i>
<i>Figurë 6.6. Histogramë për vlerësimin e gjatësisë së distancës së ndalimit përftuar nga metoda Monte-Carlo, të dhënat me shpërndarje uniforme.....</i>	<i>100</i>
<i>Figurë 6.7. Tre variantet e vendndodhjes së zgjidhjeve të përftuara.....</i>	<i>103</i>
<i>Figurë 6.8. Skema e një situatë aksident nga metoda Monte-Carlo.....</i>	<i>104</i>
<i>Figurë 7.1. Pozicioni i dy automjeteve dhe këmbësorëve në simulim (2D).....</i>	<i>111</i>
<i>Figurë 7.2. Pozicionet fillestare të dy automjeteve dhe këmbësorëve në simulim (3D).....</i>	<i>112</i>
<i>Figurë 7.3. Skemë sipas drejtimit të lëvizjes së njërit nga automjetet si edhe gjendja e semaforit që lejon lëvizjen e tij (3D).....</i>	<i>112</i>
<i>Figurë 7.4. Skemë sipas drejtimit të lëvizjes së automjetit tjetër si edhe gjendja e semaforit që nuk lejon lëvizjen e tij (3D).....</i>	<i>113</i>
<i>Figurë 7.5. Skemë sipas drejtimit të lëvizjes së këmbësorëve dhe pozicionet e dy automjeteve që afrohen në kryqëzim (3D).....</i>	<i>113</i>
<i>Figurë 7.6. Pozicionet e dy automjeteve në kryqëzim duke u afruar pikës së mundshme të goditjes së tyre (3D).....</i>	<i>114</i>
<i>Figurë 7.7. Pozicionet e dy automjeteve pranë pikës së mundshme të goditjes (3D).....</i>	<i>115</i>
<i>Figurë 7.8. Faza e kontaktit dhe zhvillimi deformimit.....</i>	<i>115</i>
<i>Figurë 7.9. Faza e ngjeshjes maksimale.....</i>	<i>116</i>
<i>Figurë 7.10. Faza e shkëputjes së dy automjeteve.....</i>	<i>116</i>

<i>Figurë 7.11. Skema e trajektores së lëvizjes së dy automjeteve pas aksidentit deri në ndalimin përfundimtar.....</i>	<i>117</i>
<i>Figurë 7.12. Pozicioni i automjetit dhe këmbësorëve pas përplasjes.....</i>	<i>117</i>
<i>Figurë 7.13. Skema e kontaktit të pare të automjetit me njërin nga këmbësorët.....</i>	<i>118</i>
<i>Figurë 7.14. Skemë nga zhvillimi i aksidentit në përplasjen e automjetit me të dy këmbësorët.....</i>	<i>118</i>
<i>Figurë 7.15. Pozicioni i këmbësorëve pas kontaktit me automjetin.....</i>	<i>119</i>
<i>Figurë 7.16. Pozicionet përfundimtare të pjesëmarrësve të aksidentit në simulim.....</i>	<i>119</i>
<i>Figurë 7.17. Skema e aksidentit në kryqëzim pas përplasjes.....</i>	<i>120</i>
<i>Figurë 7.18. Grafiku i shpejtësisë së lëvizjes së mjeteve dhe këmbësorëve në funksion të kohës nga konstatimi i burimit të rrezikut deri në pozicionet fillestare.....</i>	<i>120</i>
<i>Figurë 7.19. Grafiku i rrugës së përshkruar nga mjetet dhe këmbësorët në funksion të kohës nga konstatimi i burimit të rrezikut deri në pozicionet përfundimtare.....</i>	<i>121</i>
<i>Figurë 7.20. Grafiku i përshpejtimit të mjeteve në funksion të rrugës së përshkruar.....</i>	<i>121</i>
<i>Figurë 8.1. Harta e pikave të zeza e ndarë sipas kategorive të rrugëve.....</i>	<i>127</i>
<i>Figurë 8.2. Harta satelitore e aksidenteve rrugore.....</i>	<i>128</i>

LISTA E TABELAVE

<i>Tabelë 4.1. Lidhja e të dhënave dhe çështjeve metodologjike me të dhënat e dëndurive të aksidenteve.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelë 4.2. Supozimet analitike të modelit të regresit.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabelë 4.3. Variablat e mbledhur për modelin e regresit.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabelë 4.4. Parametrat e vlerësuar nga metoda e katrorëve më të vegjël.....</i>	<i>64</i>

KAPITULLI I

HYRJE E PËRGJITHSHME

1.1 Vështrim i përgjithshëm

Në Shqipëri, një vend që po pëson transformim dhe modernizim ekonomik dhe social të shpejtë, me një rritje në numër të rrugëve që kryqëzojnë vendin, asnjë studim matematikor për parashikimin dhe parandalimin e aksidenteve rrugore që rriten në numër çdo vit që kalon, nuk është kryer. Ky studim shqyrton metoda kërkimore të përdorshme në analizimin e sigurisë rrugore në shtete të ndryshme si dhe propozon një model parashikues duke përdorur teknikat Bayesiane si pjesë e përpjekjeve për të rritur sigurinë rrugore në Shqipëri. Trajtohen çështje që lidhen me vlerësimin e pasigurisë në rindërtimin e aksidenteve rrugore në një zonë urbane, duke e finalizuar me një simulim matematik të një situatë aksident në kryqëzim. Gjithashtu sugjerojmë që GIS, i cili deri tani është përdorur për hartat e aksidenteve, përcaktimin visual të dukurive të aksidenteve dhe identifikimin e zonave me aksidente të larta, mund të përdoret efektivisht për të rritur aftësinë parashikuese të aksidenteve rrugore për tu konsideruar në të ardhmen përmirësim i sigurisë.

1.2 Qëllimi i studimit

Qëllimi i këtij punimi është të performojmë mjetet e GIS që identifikojnë zonat e rrezikshme duke përdorur analizën hapësinore të aksidenteve rrugore, të ndërtojmë një produkt që bën të mundur të shikohen të dhënat hapësinore mbi aksidentet rrugore për të krijuar kështu mundësinë e një vendim-marrje të shpejtë e të saktë mbi politikën e sigurisë në tërësi. Gjithashtu sistemi bën të mundur edhe lidhjen me shërbime të ndryshme prodhimi hartash që mund të gjenden pa pagesë në Internet. Më tej, të analizojmë dhe të krahasojmë modelet matematikore të sistemit njeri-automjet-mjedis në analizën e aksidenteve rrugore, duke i ilustruar me një simulim konkret në një kryqëzim.

1.3 Fusha e studimit

Fenomeni i aksidenteve rrugore është një ndër kontribuesit kryesor të vdekjeve në vendin tonë, ku sëfundmi është kthyer në një problem shqetësues për autoritetet përkatëse që menaxhojnë sistemet rrugore. Për efekt studimi jemi përqëndruar në çështje që lidhen me vlerësimin e pasigurisë në rindërtimin e aksidenteve rrugore gjatë një aksidenti në një zonë urbane, më ngushtë, në një kryqëzim. Analiza e lëvizjes së automjeteve në situatat aksident me anë të modeleve matematikore të sistemit njeri-automjet-mjedis mbetet metoda themelore e testimit. Zgjedhja e duhur e modelit përcakton në një masë të konsiderueshme cilësinë e llogaritjeve të kryera. Mungesa e marrjes në konsideratë e pasigurisë mund të çojë në hipotezë të gabuar të rrjedhës së një situatë të caktuar aksidenti, rrjedhimisht hipoteza e situatës mund të ketë pasoja për një pjesëmarrës të kësaj situatë. Për një aplikim të veçantë është e vështirë të tregohet metoda më e mirë. Zgjedhja e saj varet në një shkallë të konsiderueshme nga modeli i adaptuar për analizimin e një fenomeni (simulim apo model matematik) dhe mundësia për të përcaktuar të dhënat si për shembull parametrat e shpërndarjes së rastit. Jemi përqëndruar kryesisht në analizimin e një situatë aksident në tre fazat e tij nëpërmjet simulimit matematik dhe programit kompjuterik Virtual CRASH i cili performon përplasjet e makinave dhe trajektorët e simulimeve në 3D, gjithashtu paraqet shpejtësinë e automjeteve në pozicionet para kontaktit, në momentin e përplasjes dhe pas

përplasjes; domethënë zvogëlon masën e gabimit në llogaritje. Më tej, demonstrojmë një zgjidhje origjinale dhe efikase për vizualizimin e një sasie të madhe të dhënash hapësinore në web duke përdorur teknologjinë e burimeve të hapura, e cila kombinon harta raster të përpunuara si ‘tjegulla’ dhe të dhëna vektor WFS. Ky është dhe një tjetër kontribut i kësaj teme doktorature.

1.4 Kufizimet e studimit

Në një studim është pothuajse e pamundur të trajtohen të gjitha problemet që shtrohen. Edhe ky punim nuk përbën përjashtim. Gjatë periudhës për kryerjen e këtij punimi doktoral kufizimet e hasura ndesh kanë qenë të shumta. Së pari, në studim nuk qe e mundur të kryhej një modelim i plotë trafiku, për shkak të mungesës së të dhënave të plota statistikore. Në studim janë analizuar konkretisht, disa lloje analizash të kryera nga GIS por nuk qe e mundur ti aplikojë të gjitha ato. Studimi është kufizuar konkretisht në analizimin e një situatë aksident në një kryqëzim nga mungesa e respektimit të përparësisë në tre fazat e veta. Gjithsesi kufizimet nuk ndikojnë dukshëm në rezultatet e studimit, ato mund të përdoren nga studiues të interesuar në këtë fushë. Për vetë kompleksitetin e realizimit të fazës aplikative dhe të rezultateve të fituara, shtrohet nevoja për vazhdimësi dhe zgjerim të studimit në të ardhmen për analizimin e situatave të tjera aksident në një zonë urbane dhe modelim të plotë të aksidenteve rrugore. Së fundmi, punimi në fjalë është vetëm fillimi për të kuptuar modelimin e aksidenteve rrugore me metoda statistikore dhe GIS. Do të lypsen të realizohen edhe shumë punime të tjera kërkimore dhe aplikative në vendin tonë, për të konfiguruar metodat statistikore teorike në modelimin e aksidenteve rrugore.

KAPITULLI II

STATISTIKAT E AKSIDENTEVE DHE PROBLEMET E SIGURISË RRUGORE NË SHQIPËRI

Hyrje

Siguria rrugore është një shqetësim i madh shoqëror dhe aksidentet rrugore janë një problem i rëndësishëm shëndetësor dhe ekonomik me të cilin përballet vendi ynë. Në vitin 2009 rreth 274 persona kanë vdekur dhe mbi 383 janë raportuar si të plagosur ose gjymtuar, ku një pjesë e tyre do të jetë me aftësi të kufizuara për pjesën e mbetur të jetës, duke rezultuar në vështirësi financiare për familjet e tyre. Nga aksidentet automobilistike vëndi ynë ka humbur miliona euro çdo vit nëpërmjet dëmeve të pronës, shpenzimeve mjekësore dhe produktivitetin e humbur. Fatkeqësisht shumë nga viktimat e aksidenteve rrugore, janë të moshës 25 – 44 vjeç dhe janë anëtarët më produktiv të popullatës sonë dhe më aktiv që kontribuojnë drejt zhvillimit të vendit. Në qoftë se nuk do të ketë ndërhyrje, këto humbje të mëdha njerëzore dhe ekonomike do të vazhdojnë të rriten në vitet e ardhshme. Shpenzimet në lidhje me sigurinë rrugore, duhet të shihen si një prioritet i lartë dhe si një investim dhe jo kosto, kështu që të gjithë ne duhet të punojnë së bashku për të zgjidhur këtë çështje. Siguria rrugore është përgjegjësi e çdo personi dhe të gjithë duhet të shohim se çfarë ne vetë mund të bëjmë për të ndikuar në familjet tona, shokët dhe bashkëpuntorët për të adoptuar mënyra të sigurt të sjelljeve për sigurinë rrugore.

Shqipëria përballet me një sfidë të madhe sa i përket garantimit të sigurisë më të lartë të rrugëve në rajon. Kjo sfidë është veçanërisht e vështirë në një mjedis me zhvillim të shpejtë ekonomik, i cili do të çojë në rritjen e transportit rrugor. Në mënyrë që shtimi i udhëtimeve të mos çojë në rritjen e numrit të aksidenteve, duhen marrë masa efektive në lidhje me një sërë aspektesh të sigurisë rrugore siç janë: përgatitja/testimi i drejtuesve të mjeteve, kontrolli i mjeteve për drejtim të sigurtë, sjellja e përdoruesve të rrugës dhe siguria e infrastrukturës rrugore. Juridiksione të ndryshme nëpër botë kanë treguar se vdekjet nga aksidentet rrugore mund të ulen në 30 – 50 % me anë të zbatimit të planeve të veprimit të sigurisë rrugore me bashkërendim shumë sektorial brënda një strategjie të përgjithshme me shumë ambicie por njëkohësisht me objektiva të arritshëm.

Aksidentet rrugore i kanë kushtuar vendit rreth 106 milion euro (1% e GDP-së së vitit 2009). Këto humbje të njëpasnjëshme mund të kufizojnë aftësinë e Shqipërisë për të arritur rritjen vjetore ekonomike që duhet për arritjen e qëllimeve të Planit Strategjik Kombëtar të Sigurisë Rrugore për Shqipërinë deri në vitin 2020. Nëse nuk merren masat e duhura dhe lejohet vazhdimi i prirjeve të së shkuarës numri i vdekjeve nga aksidentet do të ketë tendencë rritje deri në 2020.

Nëse nuk merren masa të menjëherëshme, edhe mijëra qytetarë të tjerë do të vdesin ose do të mbeten me aftësi të kufizuara në rrugët tona. Për këtë të gjitha palët e interesuara, qeveritare dhe jo qeveritare, me përgjegjësi për sigurinë rrugore duhet të punojnë për të patur koordinimin dhe bashkëpunimin e duhur për të mundësuar zbatimin me efikasitet të Planit të

Veprimet dhe Strategjisë Kombëtare të Sigurisë Rrugore 2011–2020, që konsiston në zvogëlimin e vdekjeve në aksidentet rrugore në masën 30–50% deri në vitin 2020 krahasuar me vitin 2009. Kjo është ekuivalente me një maksimum prej rreth 250 viktima në 2020.

2.1 Statistikat e aksidenteve në Shqipëri

Të pasurit në dispozicion i të dhënave të aksidenteve rrugore, është një domosdoshmëri për çdo sistem të menaxhimit të sigurisë rrugore. Të dhënat e azhornuara të aksidenteve janë të nevojshme për identifikimin e problemeve të sigurisë rrugore dhe për ngritjen e informacionit publik. Të dhënat e aksidenteve janë një element vendimtar për çdo ndërhyrje të sigurisë rrugore, me qëllim parandalimin e aksidenteve rrugore. Por nuk janë vetëm përshkrimi i rrethanave të aksidentit të nevojshme. Ndihma e faktorëve të tillë si karakteristikat e rrugës dhe të trafikut, parametrat e mjeteve lëvizëse, informimi për personat e përfshirë në aksident duhet të jenë të regjistruara po aq mirë. Për të gjithë rrjetin rrugor shqiptar zbatohet Sistemi i Informimit të Aksidenteve (SIA). Programi bazohet në kompetencën e policisë rrugore, për të kryer një hetim të aksidentit si dhe një raport mbi rrethanat e aksidentit. Të dhënat e hedhura përpunohen dhe analizohen me qëllim që:

- të përdoren nga vetë policia për plane strategjike në marrjen e veprimeve për të përmirësuar sigurinë rrugore
- të përdoren nga organizma të tjera përgjegjëse për sigurinë rrugore për hartimin dhe zbatimin e strategjive gjithëpërfshirëse
- të përdoret nga entet pronare të rrugëve
- si dhe nga institucione të tjera të përfshira në sigurinë rrugore.

Në vitin 2013, numri i viktimave ka rënë, krahasuar me vitin 2009, nga 378 në 295, ndërsa numri i të plagosurve rëndë është në shifrën 478, që është në rritje në krahasim me vitin 2009 dhe nuk është në përputhje me tendencën e kërkuar nga strategjia kombëtare e sigurisë rrugore.

Nëse përqindja e drejtuesve të automjeteve që përdorin alkoolin është në rënie, e kundërta ndodh me drejtuesit që ngasin automjetin me shpejtësi mbi normat e lejuara, përqindje e cila rezulton në rritje dhe nuk është në përputhje me tendencat e kërkuara si objektiv për vitin 2020.

Treguesit e performancës së sigurisë rrugore që kanë potencialin më të madh për shpëtimin e jetëve në rrugë janë në përputhje me kufijtë e shpejtësisë, automjeteve të sigurta dhe rrugëve kombëtare të sigurta. Këta tregues të performancës së sigurisë rrugore janë zhvilluar edhe në një drejtim pozitiv deri tani. Shpejtësia është faktori më kryesor, kur është fjala për sigurinë rrugore dhe, në bazë të matjeve, shpejtësia mesatare e udhëtimit duhet të jetë ndryshimi në drejtimin e duhur.

Treguesi i performancës së sigurisë rrugore është rrugë kombëtare të sigurta. Këtu duhet t'i jepet një rëndësi e veçantë kompletimit të rrugëve me trafikndarësit, mbrojtëset metalike (guardarelat), përvijuesit anësor (delineatorët) dhe elemente të tjerë të sinjalistikës rrugore konformë standarteve, sidomos në rrugët kombëtare në mënyrë që të rritet ndjeshëm përqindja e trafikut të sigurt në këto rrugë.

Futja këto vitet e fundit e parkut të mjeteve me moshë relativisht më të re se sa periudha para 10 vjetëve dhe, kryerja e kontrollit teknik, është në përputhje me trendin e dëshiruar.

Treguesit e performancës së sigurisë rrugore janë ndjekur me nivelet e synuara të treguara në vijim:

- Pajtueshmëria me kufizimet e shpejtësisë, të rrjetit rrugor kombëtar;
- Pajtueshmëria me kufizimet e shpejtësisë, të rrjetit rrugor lokal;
- Trafik i qetë (pa ndikim alkooli)
- Përdorimi i rripave të sigurisë
- Përdorimi i helmetës
- Siguria e automjeteve
 - siguria e automjeteve të pasagjerëve
 - siguria e automjeteve të rënda
 - siguria e motoçikletave dhe motomjeteve
- Siguria e rrugëve kombëtare
- Siguria e rrugëve lokale
 - siguria e këmbësorëve, biçikletat dhe kalimet e çiklomotorëve në zonat urbane
 - kalime të sigurta në zonat urbane
- Ndihmë e shpejtë dhe cilësore
- Drejtues mjeti të çlodhur
- Vlerësimi i lartë i sigurisë rrugore

Tendencat e sigurisë rrugore përshkruhen në bazë të rezultateve të numrit të vdekjeve, të plagosurve rëndë, treguesve të caktuar të sigurisë rrugore dhe faktorëve rrethorë që ndikojnë në rezultat (për shembull, ndryshimet demografike dhe social-ekonomike).

Numri i të vdekurve dhe të plagosurve rëndë

Numri i aksidenteve fatale dhe viktimave në trafikun rrugor varet nga një numër faktorësh të ndryshëm, të tilla si fluksi i trafikut, faktorët rrethues të ambientit dhe masat e sigurisë rrugore.

Të pasurit në dispozicion i të dhënave të aksidentit rrugor është një domosdoshmëri. Identifikimi dhe përcaktimi i problemit të lidhur bashkë me njohuritë e të dhënave dhe parametrat e përshkrimit është thelbësor për vetë zgjidhjen e sukseshme të tij. Të dhënat e besueshme dhe të përshtatshme lejojnë identifikimin e faktorëve ndihmues në aksidente të veçanta, dhe një zbulim të sfondit të një sjellje të rrezikshme të përdoruesve të rrugës. Të dhënat ofrojnë mënyrën më të mirë për të eksploruar parandalimin e aksidenteve dhe mënyrat e zbatimit të masave për reduktimin e përmasave të rënda të aksidenteve. Të dhënat e aksidenteve janë një element vendimtar për çdo ndërhyrje të sigurisë rrugore por nuk është vetëm përshkrimi i rrethanave të aksidentit të nevojshme. Ndihmesa e faktorëve si karakteristikat e rrugës dhe të trafikut, parametrat e mjeteve lëvizëse, informimi për personat e përfshirë në aksident duhet të jenë të regjistruara po aq mirë.

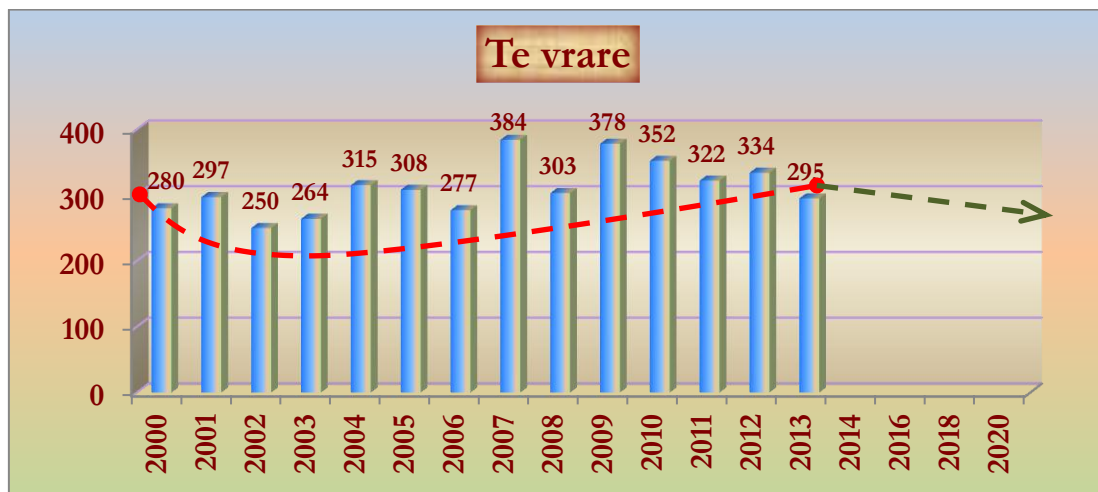
a) Vdekjet

Në vitin 2013 kanë ndodhur 2075 aksidente rrugore, ku 295 persona janë vrarë (nga këta 237 meshkuj e 58 femra), 478 persona janë plagosur rëndë (nga këta 388 meshkuj e 90 femra) dhe 2025 janë të plagosur lehtë, ku një pjesë prej tyre do të jetë me aftësi të kufizuara për pjesën tjetër të jetës së tyre, në disa raste, duke rezultuar në vështirësi financiare për familjet e tyre.

Arsyet kryesore të rritjes së numrit të aksidenteve janë:

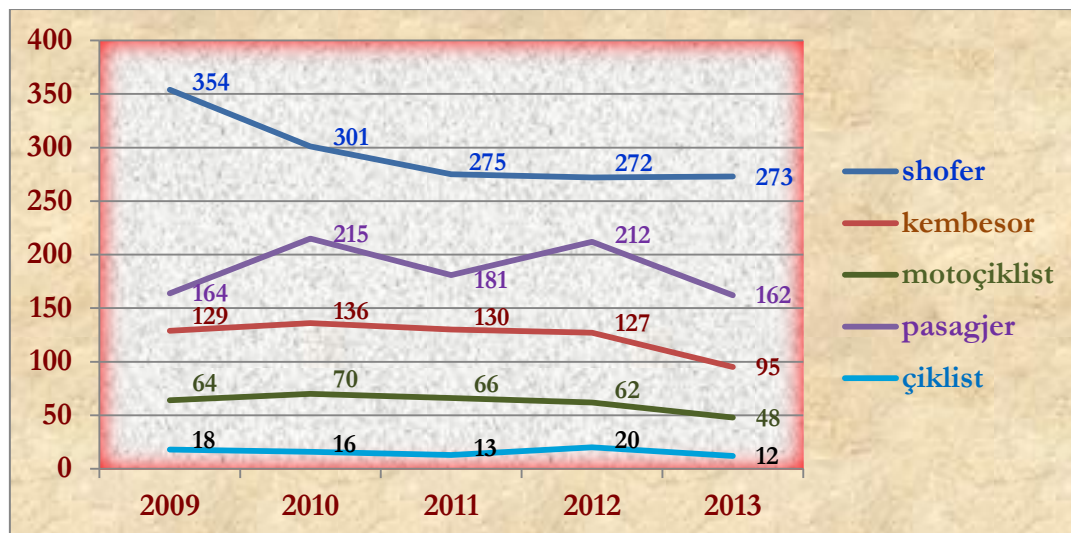
- Rritja e fluksit të lëvizjes së mjeteve në akset kryesore
- Rritja e shpejtësisë së lëvizjes mbi normat e lejuara
- Moszbatimi i rregullave të qarkullimit nga drejtuesit e mjeteve dhe përdoruesit e tjerë të rrugës

Nga analiza e aksidenteve me humbje jete, përqindjen më të lartë e përbëjnë shkelja e rregullave të qarkullimit nga drejtuesit e automjeteve, ndërsa vëndin e dytë moszbatimi i rregullave të qarkullimit nga këmbësorët. Numri i aksidenteve konsiderohet shqetësues përkundrejt numrit të vogël të popullsisë dhe nivelit të ulët të motorizimit.



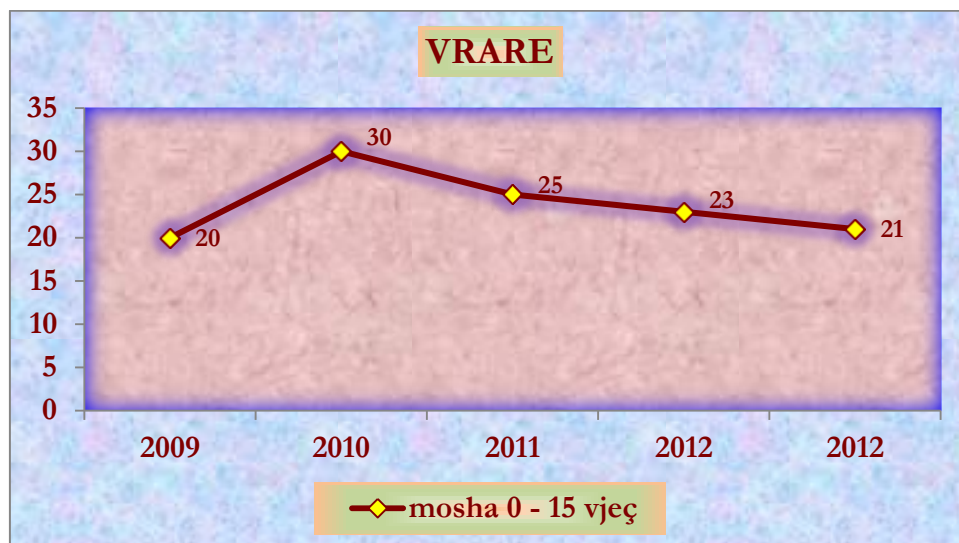
Figurë 2.1. Numri i vdekjeve në aksidentet e trafikut rrugor 2000 – 2013 dhe parashikimi deri në vitin 2020.

Në vitin 2013, numri i aksidenteve fatale me pasoja vdekje dhe plagosje të rënda për kategoritë e përdoruesve të rrugës si këmbësorë, motoçiklistë, pasagjerë dhe çiklistë ka një rënie prej 16% në krahasim me mesataren e viteve 2009 – 2012, ndërsa për drejtuesit e mjeteve kjo rënie është në masën 9%.



Figurë 2.2. Numri i aksidenteve fatale të ndarë sipas kategorive të përdoruesve të rrugës për vitet 2009 – 2013.

Në vitin 2013 janë vrarë 21 fëmijë të moshës 0-15 vjeç, që do të thotë një rënie prej 16% në krahasim me mesataren e katër viteve të fundit



Figurë 2.3. Numri i aksidenteve me pasoja vdekjen, për fëmijët e moshave 0 – 15 vjeç, për vitet 2009 – 2013.

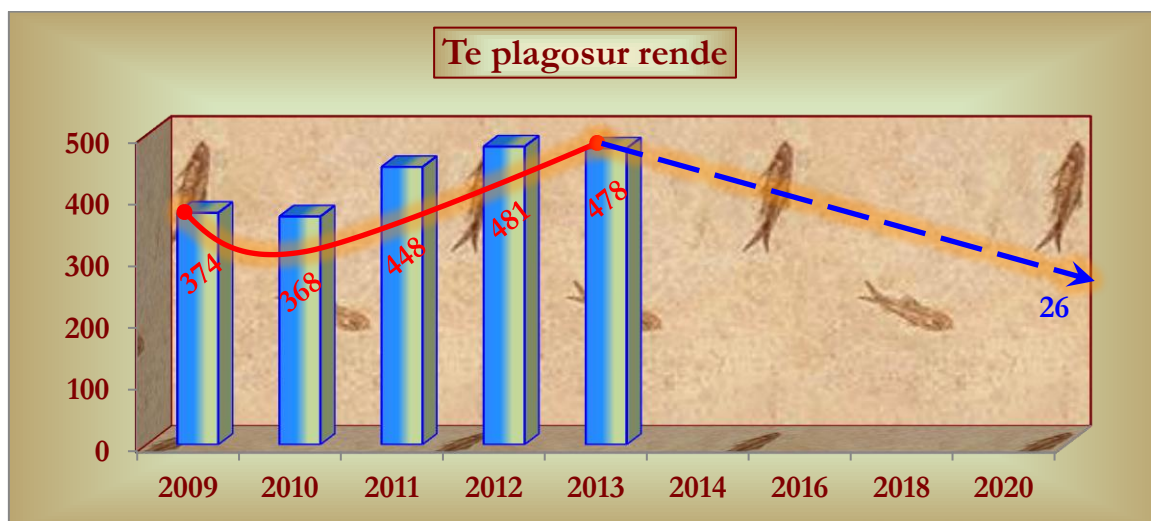
b) Plagosje të rënda

Përkufizimi i një personi të plagosur rëndë është dikush që ka pësuar një lëndim që çon në të paktën 1% invaliditeti mjekësor në lidhje me një aksident trafiku rrugor. Metoda për vlerësimin e numrit të personave të lënduar seriozisht, megjithatë, nuk është akoma plotësisht e zhvilluar dhe, për këtë arsye, nivelet për numrin e personave të lënduar seriozisht mund të ndryshojnë. Sipas Ministrisë së Transportit dhe Infrastrukturës, figura e mëposhtme paraqet

numrin e personave të plagosur rëndë gjatë periudhës 2009-2013 dhe prirjet e kërkuara deri në vitin 2020.

Objektivi afatgjatë thotë se numri i personave të plagosur rëndë mund të përbëjë një maksimum prej 260 në vitin 2020, e cila është ekuivalente me një normë prej 30 për qind rënie krahasuar me vitin 2009. Nga viti 2009, numri i personave të plagosur rëndë ka pësuar një ritje prej 27.8 %, e cila nuk është në përputhje me tendencën e kërkuar.

Në vitin 2013, janë plagosur rëndë 36 fëmijë të moshave ndërmjet 0 dhe 15 vjeç, e cila është rreth 22% më shumë se mesatarja e viteve 2009 – 2012.



Figurë 2.4. Numri i njerëzve të plagosur rëndë 2009 – 2013 dhe prirjet e kërkuara deri në vitin 2020.

Pasagjerët janë grupi i përdoruesve të rrugës që përbën një përqindje të lartë të atyre që janë plagosur rëndë dhe janë rreth 21% e totalit të njerëzve të plagosur rëndë.

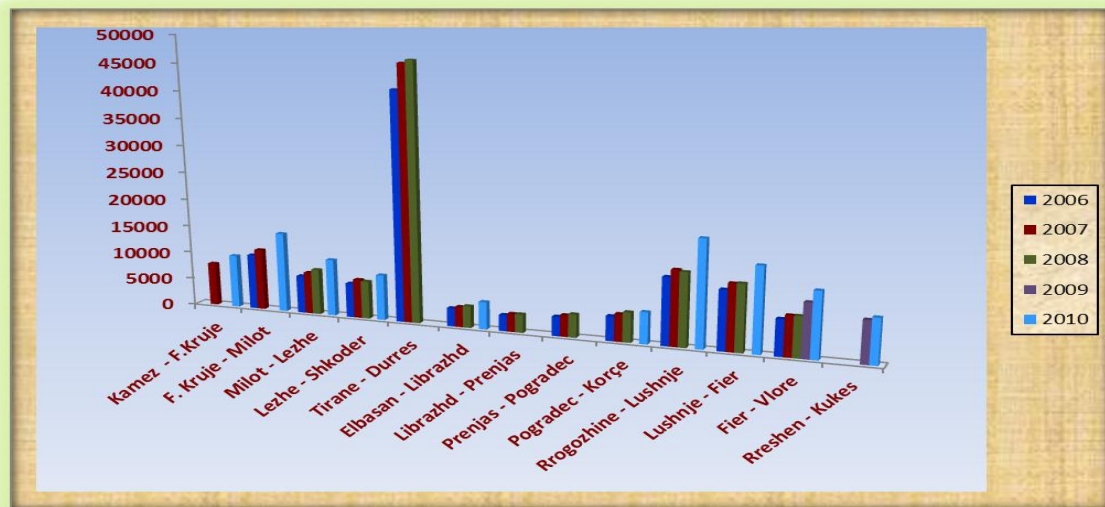
Motoçiklistët gjithashtu përbëjnë një pjesë të konsiderueshme të atyre që janë të plagosur rëndë dhe përbëjnë rreth 26.8% të personave të plagosur rëndë gjatë vitit 2013.

Si konkluzion gjatë viteve 2009 – 2013 ndër përdoruesit e rrugës që përbëjnë pjesën më të madhe të njerëzve që janë plagosur rëndë janë këmbësorët rreth 26.3% , pasagjerë rreth 25.2% dhe motoçiklistë rreth 23.8%.

2.2 Faktorët rrethues botërorë

Ka shumë faktorë në botën përreth që ndikojnë në shkallën dhe përbërjen e vëllimeve të trafikut dhe në këtë mënyrë në pozitën e sigurisë rrugore. Faktorët rrethues botërorë që janë të rëndësishme për sigurinë rrugore janë kryesisht ekonomia, demografia dhe klima e moti. Të tre këta faktorë ndikojnë në drejtuesin e mjetit, në mënyrën se si ky i drejton këto automjete. Nga ana tjetër, përbërja komplekse e vëllimeve të trafikut është e rëndësishme në lidhje me tendencat e numrit të viktimave dhe aksidenteve në trafikun rrugor.

Siç shihet nga grafiku në fig. 2.5 në vitin 2010, kemi një rritje shumë të ndjeshme të fluksit të lëvizjes së mjeteve në akset kryesore kombëtare, rritje e cila ka ardhur nga viti në vit duke u shtuar.



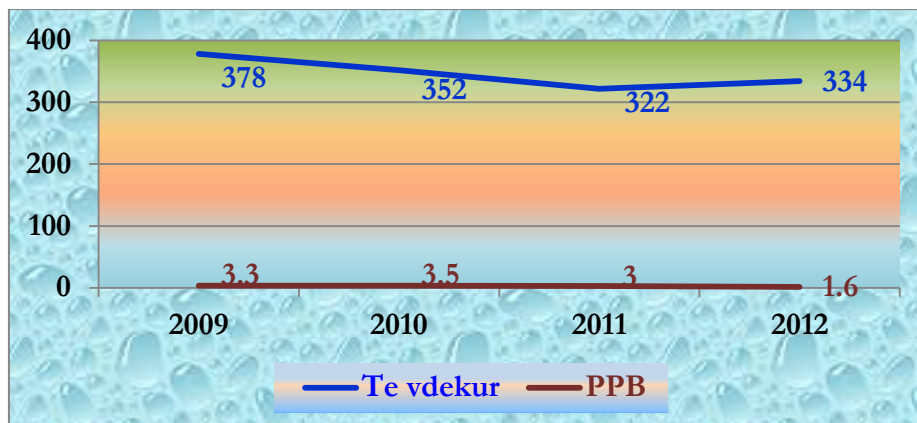
Figurë 2.5. Fluki i lëvizjes së mjeteve rrugore në akset kryesore kombëtare.

a) Ekonomia

Numri i aksidenteve rrugore ka pësuar ndryshime gjatë viteve dhe respektivisht një rritje prej 6.7 % në vitin 2010 krahasuar me vitin 2009, një rritje prej 19.9% gjatë vitit 2011 krahasuar me vitin 2010, ndërsa gjatë vitit 2012 kemi një rënie prej 0.3 % krahasuar me vitin 2011 dhe në vitin 2013 një rritje prej 11% krahasuar me vitin 2012. Për të njëjtën periudhë numri i të vdekurve nga këto aksidente rezulton me ulje dhe respektivisht në 7% gjatë vitit 2010 krahasuar me vitin 2009 dhe 8.5% gjatë vitit 2011 krahasuar me vitin 2010, një rritje prej 3.7 % gjatë vitit 2012 krahasuar me vitin 2011 dhe një rënie e ndjeshme prej 11.7% gjatë vitit 2013 në krahasim me vitin 2012.

Përvojat nga disa vende tregojnë se ekziston një lidhje midis aksidenteve rrugore dhe zhvillimeve ekonomike, ku një rënie ekonomike është shoqëruar shpesh me një rritje të numrit të aksidenteve rrugore. Megjithatë, nuk ka qenë e mundur për të sqaruar këtë lidhje më saktësisht. Është e pamundur të matet për individët efekti i faktorëve të ndryshëm që ndikojnë në sigurinë rrugore.

Nga viti 2009 deri në vitin 2011 kemi një rënie të numrit të të vdekurve nga aksidentet rrugore, në një kohë që rritja ekonomike ka pësuar rënie. Kjo ka ndodhur në të njëjtën kohë kur numri i automjeteve dhe vëllimi i trafikut kanë pësuar rritje.



Figurë 2.6. Numri i viktimave dhe ndryshimi vjetor i shprehur në përqindje për vitet 2009-2012.

b) Demografia

Grupmoshat e ndryshme kanë shkallë të ndryshme ekspozimi ndaj riskut. Luhatjet në vlera relative të grupmoshave të ndryshme kanë një efekt të fortë në dendësinë e trafikut rrugor. Është e evidente që në periudhën e verës, fluksi i lartë i turistëve, si dhe emigrantëve të ardhur për pushime, është periudha ku rreziku i përfshirjes në aksidente rrugore rritet. Kjo rritje është jo vetëm për efekt të shtimit të trafikut rrugor në akset kombëtare rrugore, por edhe i grupmoshës së re që përbëjnë kontigjentin e emigrantëve.

Çdo grupmoshë ka shumë faktorë që ndikojnë në rritjen e riskut të përfshirjes në aksidentet rrugore. Grupmoshat më të reja të të gjithë përdoruesve të rrugës, këmbësorë, drejtues automjesh dhe pasagjerë, motorçiklisë dhe biçiklistë, janë më të ndikuar nga këto faktorë.

E rëndësishme është që të kuptohet rreziku që përfshin këto grupmosha, për të implementuar programe të mirëfillta në reduktimin e përfshirjes së tyre në aksidente rrugore, aq më tepër në ato me pasojë fatale. Problemi universal i grupmoshave të reja është eksperiencia e pamjaftueshme. Si të gjithë që mësojnë të drejojnë automjetin kur janë të rinj, mungesa e eksperiencës, shpjegon mjaft mirë rrezikun. Eksperiencia jo e duhur e këtyre grupmoshave, sigurisht që është një tjetër faktor që i bën ato akoma më të ekspozuar ndaj rrezikut të përfshirjes në përplasje.

Eksperiencia e pamjaftueshme e tyre, i bën të paaftë për të vepruar në situatë të ndryshme të rrezikshme, kushdoqoftë përdoruesi i rrugës, këmbësor, drejtues automjeti, motorist apo çiklist. Për më tepër, adoleshentët të cilët reflektojnë energji fizike, dhe të prirur nga parimi “eksploro dhe luaj”, janë më të predispozuarit për t’u goditur nga automjetet.

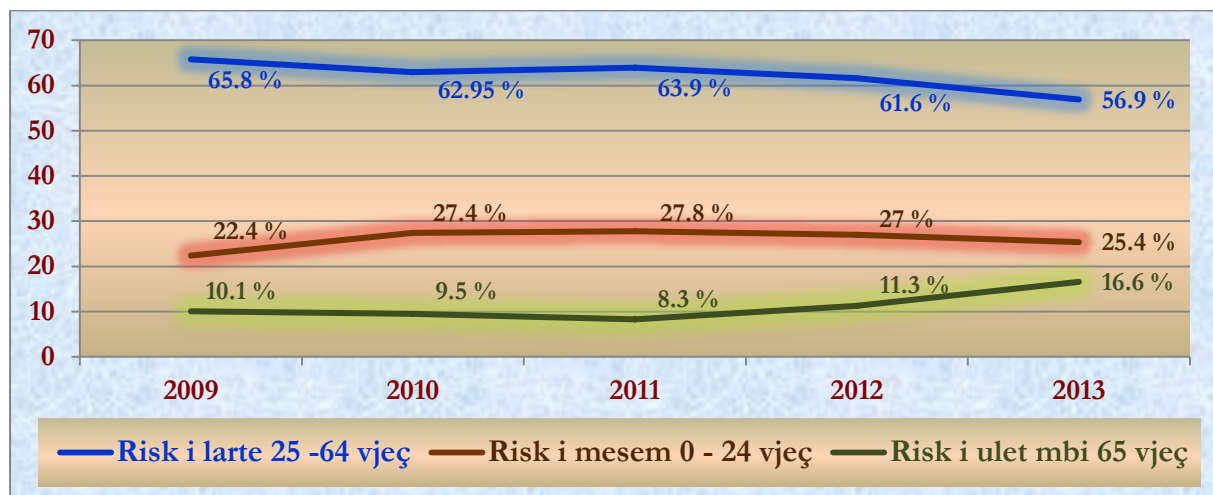
Numri më i madh i aksidenteve të realizuara nga të rinjtë është gjatë natës, ose në fundjava, me pasagjerë moshatarët e tyre, si rezultat i shpejtësisë së lartë dhe përdorimit të alkoolit, pa përdorur rripin e sigurimit, aksidente këto që në shumicën e rasteve përfundojnë në fatalitet. Fatalitetet e grupmoshave të reja, janë jo vetëm një humbje e madhe sociale, por edhe një kosto shumë e lartë ekonomike për shoqërinë.

Gjinia është një tjetër faktor, pasi djemtë janë më të ekspozuar se sa vajzat, sepse janë më të pakujdesshëm në rrugët urbane me trafik, si kur udhetojnë në këmbë apo me biçikletë. Drejtuesit meshkuj, të rinj në moshë gjithashtu janë shumë më të pakujdesshëm se sa femrat, dhe janë më të ekspozuar në përfshirje në aksidente.

Përbërja e popullsisë, përsa i përket gjinisë, moshës dhe cilësive të tjera, kryesisht përcakton përbërjen e përdoruesve të rrugës. Numri i viktimave në lidhje me distancat e përshkuara në

mjedisin e trafikut rrugor është më i madh për grup-moshat 25 - 44 vjeç dhe për drejtuesit me eksperiencë të pakët në drejtimin e mjetit, "shoferët e rinj".

Në figurën 2.7, mbështetur në të dhënat e aksidenteve me vdekje për vitet 2009 – 2013, sipas Ministrisë së Transportit dhe Infrastrukturës, përcaktohen grupet e njerëzve me rrezik të lartë nga 25 deri në 64 vjeç, grupet me rrezik të mesëm nga 0 deri në 24 vjeç dhe grupet me rrezik të ulët që janë ata mbi moshën 65 vjeç.



Figurë 2.7. Përqindja e popullsisë sipas grupeve të moshave dhe shkallës së rrezikut për vitet 2009 – 2013.

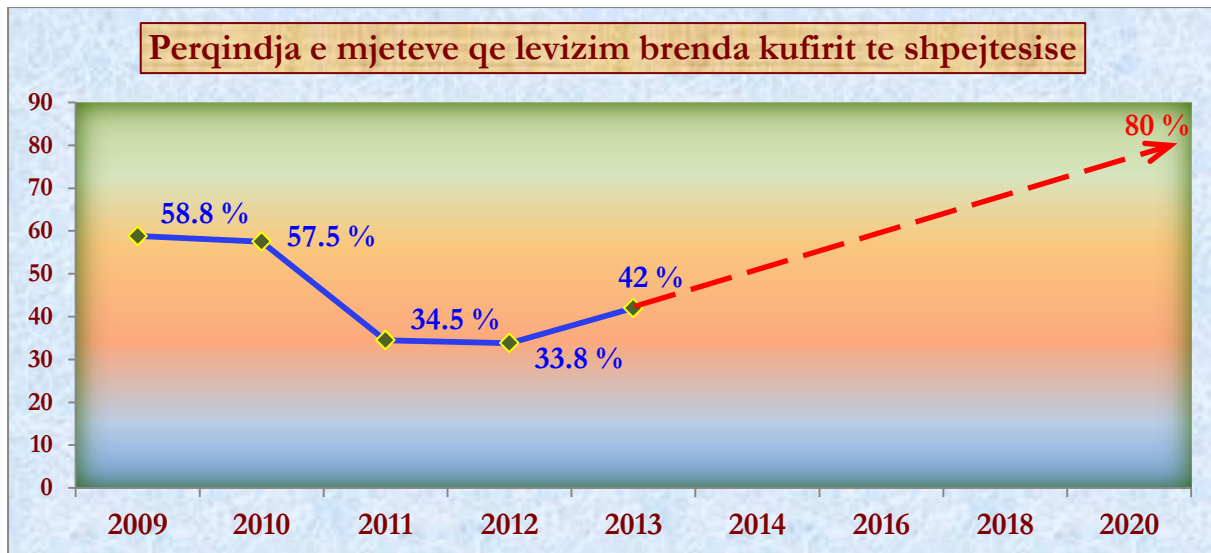
c) Moti dhe klima

Moti dhe klima në periudha të ndryshme të vitit janë të një rëndësie të veçantë për sigurinë në rrugë. Në Shqipëri meqenëse dimri është i butë, nuk ka ndonjë ndryshim thelbësor në flukset e lëvizjes së mjeteve, me përjashtim të muajve të verës ku për arsye turizmi rritet ndjeshëm fluksi i lëvizjes së mjeteve dhe shpejtësia e lëvizjes së tyre, rrjedhimisht dhe numri aksidenteve rrugore është më i madh. Nga të dhënat e aksidenteve rrugore të vitit 2013, gjatë muajve të verës ka një rritje prej 29.2% të viktimave dhe 10% të plagosjeve të rënda, përkundrejt mesatares së muajve të tjerë të vitit.

2.3 Ndjekja e treguesve të performancës së sigurisë rrugore

a) Pajtueshmëria me limitet e shpejtësisë - rrjeti rrugor kombëtar

Sipas të dhënave të policisë rrugore përqindja e vëllimit të trafikut që udhëtonte brenda kufinjve të shpejtësisë gjatë vitit 2013 ishte 42% në rrjetin kombëtar të rrugëve, dhe nga raportet e aksidenteve rrugore rezulton që nga viti 2009 deri në 2012 ka një përkeqësim të situatës, me përjashtim të vitit 2013 që ka një rritje prej 8.2%.



Figurë 2.8. Përqindja e vëllimit të trafikut të mjeteve që udhëtojnë brenda kufirit shpejtësisë në rrjetin kombëtar dhe prirja dëshiruar për vitin 2020.

b) Pajtueshmëria me limitet e shpejtësisë – rrjeti rrugor lokal

Në rrjetin rrugor lokal nuk janë kryer matje më parë, por janë bërë vetëm sondazhe të pjesëshme në rrugë kryesore urbane. Pra për të komentuar mbi parashikimet për vitin 2020 është e pamundur por objektivi është që 80% e vëllimit të trafikut të drejtohet brenda kufijve të shpejtësisë në fuqi. Potenciali i sigurisë së trafikut konsiderohet të jetë 30 viktima më pak.

c) Trafiku i kthjellët

Agresiviteti i drejtimit të mjetit rrugor (si, drejtimi i mjeteve me shpejtësi mbi limitet e vendosura në sinjalistikën rrugore dhe duke manovruar me tejkalim shpejtësie nëpër trafikun rrugor; injorimi i pikave të kontrollit të rregullave të qarkullimit, kryesisht duke rritur në maksimum shpejtësinë, apo ulur në minimum në prani të kontrollorëve; mosrespektimi i semaforëve, duke parakaluar në krah të kundërt apo duke lëvizur jashtë korsive të karrexhatës, e.t.j) është fenomeni më i rrezikshëm prezent në situatën aktuale, gjë që vihet re në të dhënat e aksidenteve për këto vitet e fundit, ku rreth 66.5% e aksidenteve, janë pasojë e sjelljes jo korrekte të drejtuesve të mjeteve.

Shumica e aksidenteve rrugore rezultojnë të jenë si pasojë e përplasjeve të dy (apo më shumë) mjeteve, apo e një mjeti të vetëm me mjedisin. Për këtë arsye, zgjidhja e problemit konsiston jo vetëm me ushtrimin konstant të forcës së ligjit nga policia rrugore, por edhe edukimi. Rreth 60% e drejtuesve të mjeteve rrugore e ndajnë veten të pasigurt në trafikun rrugor për shkak të sjelljes së drejtuesve të tjerë të mjeteve rrugore.

Lodhja apo përgjumja, identifikohet në tre kategori grupimesh:

- I. Të rinjtë, grupmosha 16 deri 29 vjeç;
- II. Punonjësit me turne, që bëjnë gjumë të çrregullt;
- III. Punonjësit që punojnë natën apo me orare të zgjatura dhe të çrregullta.

Është prezente dhe lodhja e drejtuesve të mjeteve që realizojnë udhëtime të gjata. Kompanitë tregtare të transportit si dhe kompanitë e transportit interurban ndërkombëtar, në mënyrë verbale kërkojnë nga drejtuesit e mjeteve që të udhëtojnë gjatë natës, me shpejtësi, dhe në një mënyrë të padrejtë të vazhdojnë punë me orare të zgjatura, edhe në gjëndje të lodhur.

Përdorimi i telefonave gjatë drejtimit të mjetit rrugor

Përdorimi i telefonave gjatë drejtimit të mjetit ndikon direkt në uljen e përqëndrimit të vëmendjes së tyre, duke ulur aftësinë e manovrimit në trafikun rrugor, mosmbajtjen e drejtimit, moskontrollin e shpejtësisë, moskontrollin e distancës ndërmjet dy mjeteve. Sipas studimeve të kryera nga ekspertet e huaj, drejtuesit e automjetit që përdorin telefonin gjatë drejtimit të tij, janë katër herë më të rrezikuar të përfshihen në aksidente se sa drejtuesit që nuk përdorin telefonin gjatë drejtimit të mjetit rrugor.

Përdorimi i alkoolit

Përdorimi i alkoolit është faktori më i rëndësishëm që influencon edhe në rrezikun e përfshirjes në aksident edhe në seriozitetin e pasojave. Drejtuesit e mjeteve dhe motorçiklistët që në përbërjen e gjakut të tyre kanë më shumë se “zero” nivelin e alkoolit, gjithmonë janë të rrezikuar dhe risku i përfshirjes në përplasje rritet ndjeshëm. Rreziku i përfshirjes në aksident kur një drejtues mjeti është nën efektin e alkoolit, varet dhe nga mosha e drejtuesit. Adoleshentët janë më shumë të rrezikuar të përfshihen në aksidente fatale se sa shoferët me përvojë, dhe pothuajse për çdo nivel alkoli në gjak, rreziku i aksidenteve fatale zbritet me rritjen e moshës dhe eksperiencës së drejtuesit të mjetit. Drejtuesit adoleshentë që përdorin alkool janë më të rrezikuar në përfshirje në aksident kur kanë pasagjerë në mjet se sa kur janë vetëm.

Faktikisht nuk është e njohur në vendin tonë se sa është frekuenca e drejtimit të mjeteve rrugore nën efektin e alkoolit, pasi nuk ka statistika të kontrolleve investigative të kryer nga policia rrugore, por sipas raporteve të aksidenteve, rezulton se është një përqindje shumë e ulët e rasteve kur drejtuesit, e përfshirë në aksidente, kanë qenë nën ndikimin e alkoolit.

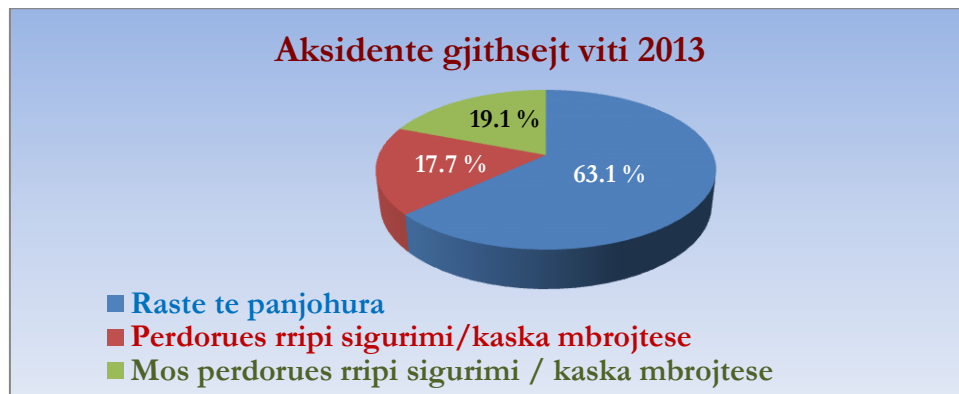
d) Përdorimi i rripave të sigurimit dhe kaskave mbrojtëse

Mospërdorimi i rripave të sigurimit dhe paisjeve mbrojtëse për fëmijët, është faktori më i rrezikshëm në rastet e aksidenteve rrugore me pasojë të dëmtimeve të rënda dhe fatale, që rezulton rreth 12.3% në vitin 2009 dhe arrin në masën 17.7% në vitin 2013.

Nuk është monitoruar korrektësisht shkalla e përdorimit të mjeteve mbrojtëse, dhe nuk ka të dhëna statistikore, por sigurisht që është shumë e ulët. Më të prirur për mospërdorimin e paisjeve mbrojtëse, janë grupmoshat e reja. Efekti i mjeteve mbrojtëse varet dhe nga shkalla dhe serioziteti i aksidentit, dhe pozicioni i sediljeve të pasagjerëve. Efektiviteti maksimal është në rastin e përplasjeve frontale, apo rrotullime në ajër dhe me shpejtësi jo shumë të lartë.

Studime të ndryshme tregojnë se mospërdorimi i kaskave mbrojtëse, rrit tre herë rrezikun e fataliteteve në rast aksidenti.

Sipas të dhënave rezulton që përdorimi i ripave të sigurimit tek automjetet dhe kaskave mbrojtëse tek motoçikletat, është në nivele shumë të ulta duke e krahasuar me vende të tjera të europës. Duke analizuar grafikun në figurën 2.9, megjithëse kemi një rritje të përqindjes së përdoruesve të rripit të sigurimit dhe kaskave mbrojtëse nga viti 2009 deri në vitin 2013, përsëri jemi shumë larg parashikimit të vitit 2020.



Figurë 2.9. Përqindja aksidenteve rrugore gjatë vitit 2013 sipas përdoruesve të rripit të sigurimit në automjete dhe kaskave mbrojtëse në motoçikleta.

e) Siguria e mjeteve

Pavarsisht se në vitet e fundit zhvillimi i teknologjisë dhe futja e normave të reja mbi sigurinë e mjeteve kanë përparësi në prodhimin e mjeteve të reja me qëllim rritjen e sigurisë për drejtuesit e mjeteve, parku i mjeteve ekzistues vazhdon që të dominohet nga mjetet e përdorura, të cilët nuk i përmbahen kushteve minimale të sigurisë.

Megjithatë sipas statistikave të aksidenteve me pasojë, mjeti është përbërësi që mund të quhet në më pak raste shkakëtar i aksidentit, siguria e mjetit është një faktor i rëndësishëm përse i takon seriozitetit të pasojave si për drejtuesin e tij, po ashtu dhe për përdoruesit e dobët të rrugës si këmbësorët apo çiklistët.

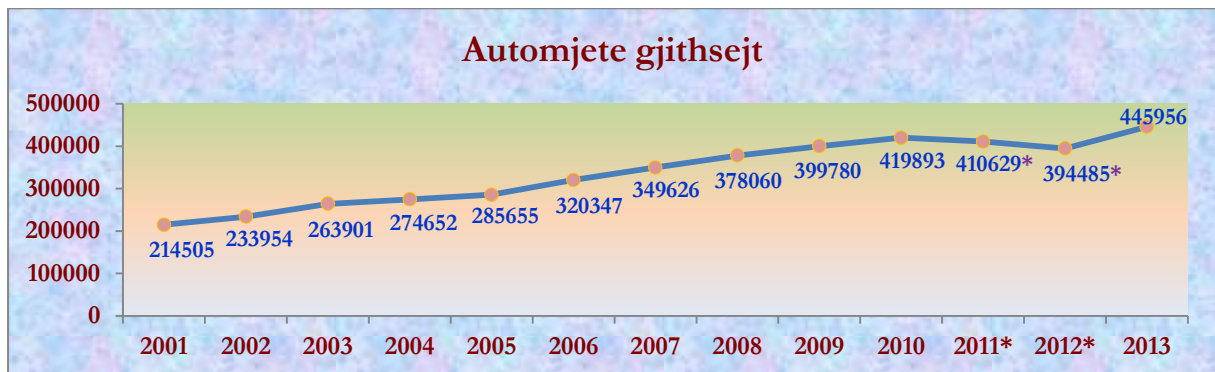
Teknologjitë e reja të bazuara edhe në evoluimin e elektronikës së aplikuar kanë realizuar sigurinë, si për komfortin për të menaxhuar më mirë situatën e rrezikut me të cilat drejtuesi përballë gjatë drejtimit –“sigurinë aktive” – si dhe zvoglimin e pasojave për përdoruesit e autoveturave kur ndodh një aksident – “siguria pasive”.

Rritja e numrit të mjeteve motorike

Rritja e numrit të mjeteve rrugore është një ndër faktorët kryesorë që ndikojnë në përfshirjen në aksidentet rrugore.

Problemi nuk është thjesht në rritjen e numrit të mjeteve rrugore, por në rritjen e numrit të personave të ekspozuar në rrezikun e përfshirjes në aksidente rrugore. Rritja e numrit të mjeteve rrugore pa u paraprirë nga planifikime të mirëfillta të zonave urbane, dhe në mungesë të faciliteteve për këmbësorët dhe biçiklistët, çon në rritjen e rrezikut të tyre në

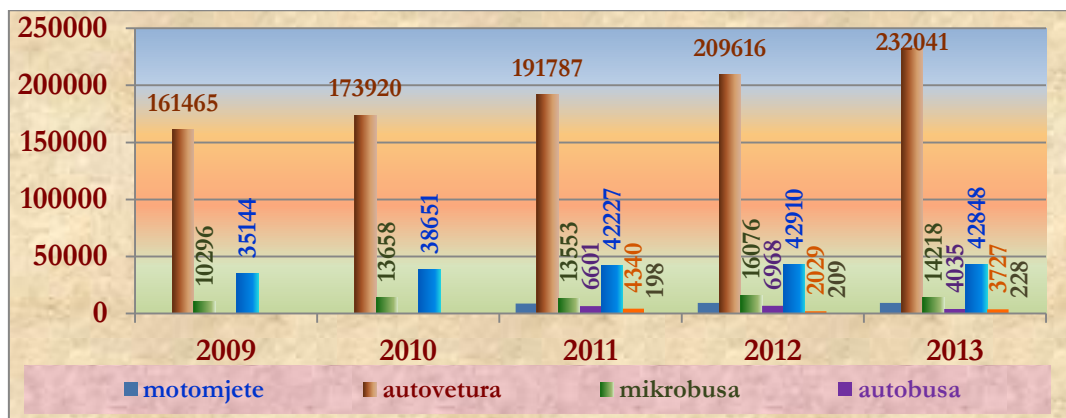
përfshirjen në aksidente rrugore, dhe uljen gjithnjë e më shumë të numrit të udhëtimeve të pamotorrizuara dhe të transportit publik.



Figurë 2.10. Numri i mjeteve rrugore për periudhën 2001 – 2013.

Mjetet rrugore që kryejnë kontroll teknik

Nga të dhënat, numri i mjeteve rrugore që kryejnë kontroll teknik të detyruar për çdo vit është shumë më i vogël se numri i mjeteve rrugore të regjistruara, që në çdo studim të kryer në fushën e transportit rrugor merret si bazë për analizat e gjendjes aktuale dhe parashikimet. Ministria e Transportit dhe Infrastrukturës, monitoron zbatimin e kushteve dhe aktivitetin e kontrollit teknik të mjeteve rrugore. Problematikat e verejtura në zbatimin e kësaj kontrate kërkojnë një rishikim të mundësive për liberalizimin e tregut në funksion të rritjes së cilësive të shërbimit duke garantuar sigurinë në qarkullim të mjeteve rrugore dhe ndotja nga mjetet të mos i kalojë kufijtë e përcaktuar.

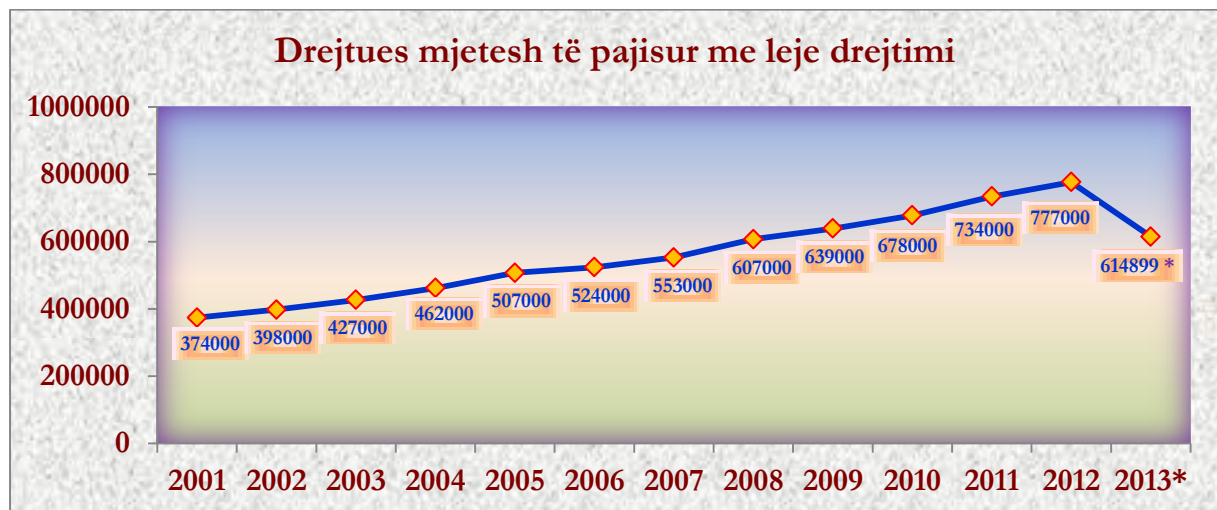


Figurë 2.11. Numri i kontrolleve teknike të kryera gjatë viteve 2009 - 2013, për llojet e ndryshme të mjeteve rrugore.

f) Drejtuesit e mjeteve

Numri i aksidenteve rrugore, konsiderohet shqetësues përkundërt numrit të vogël të popullsisë dhe nivelit të ulët të motorizimit. Sipas të dhënave mbi aksidentet e ndodhura në vendin tonë, rezulton që numri mesatar i aksidenteve fatale për 10.000 mjete është 10–12 persona, përkundërt 5.5 që e kanë vëndet e Evropës Qëndrore e Lindore, pra rreth 2 herë më i lartë.

Faktor mjaft i rëndësishëm, që ndikon në sigurinë e qarkullimit rrugor, është dhe kualifikimi dhe pajisja me leje drejtimi i drejtuesve të mjeteve. Aktualisht, sjellja e drejtuesve të mjeteve nuk është në nivelet që kërkohet. Kjo pjesërisht është si rezultat i kontrolleve jo të mjaftueshme, por ndikon dhe mënyrat e mësimin në autoshkolla.



Figurë 2.12. Numri i drejtuesve të mjeteve rrugore për periudhën 2001 – 2013.

Ka një rënie për arsye të krijimit të sistemit informatik gjatë vitit 2013, ku janë regjistruar të gjithë shtetasit e pajisur me leje drejtimi dixhitale, pra nuk janë ata të cilët kanë vdekur, janë larguar nga vëndi, apo nuk kanë aplikuar për leje sipas modelit të ri të miratuar.

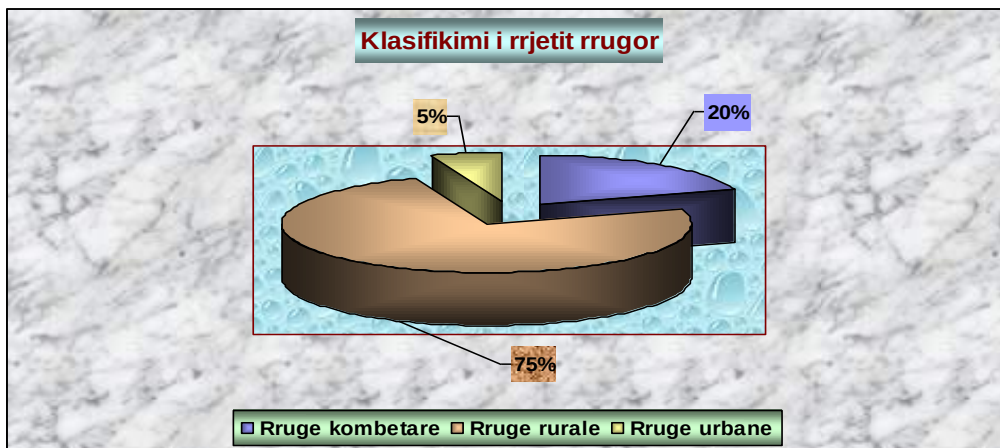
g) Siguria e rrugëve

Me gjithë punën që është bërë dhe vazhdon të bëhet për ndërtimin e rrugëve të reja, apo reabilitimin e atyre ekzistuese, nuk është realizuar në nivelin që kërkohet, konform dispozitave të Kodit Rrugor, plotësimi me të gjithë elementet e sigurisë rrugore.

Ky problem i rëndësishëm, duhet të konsiderohet prioritar për ndjekje, si në rrugë institucionale ashtu dhe me plane veprimi konkrete për përmirësimin e situatës rrugore, në rreth 3656 km rrugë kombëtare, ku rëndësi të veçantë, duhet t'i kushtohet përmirësimit të gjëndjes së sigurisë së qarkullimit, në njollat e zeza me risk të lartë për aksidente.

Një pjesë e rrjetit rrugor është e papërfunduar dhe duke qenë e tillë, mungojnë mbrojtja rrugore dhe sinjalizimi rrugor si dhe plotësimi me elementët e tjerë të sigurisë rrugore, si vendkalime këmbësorësh, guardrails, delineatorë, shevronë e.t.j. Prandaj del detyrë imediate

kompletimi i tyre me të gjitha elementet e sigurisë rrugore, si dhe ndërhyrja për përmirësimin e pikave të zeza në akset kombëtare.



Figurë 2.13. Klasifikimi i rrjetit rrugor.

- Faktori i rrugës me të gjithë elementët e saj

Siguria dhe qarkullimi rrugor është ngushtësisht i lidhur me raportin që ka drejtuesi i mjetit me rrugën, si rrjedhim dhe me informacionin që ai merr nga ambjenti që e rrethon. Këto informacione janë funksion i ushtrimit të aftësive pamore, të sensit kromatik të nevojshëm për të dalluar me shpejtësi dhe me siguri ngjyrat, në përdorim të sinjalistikës rrugore, dhe të thellësisë së mjaftueshme pamore, mbi të gjitha në kushtet e natës. Në një kontekst të tillë, sinjalet rrugore (horizontale, vertikale dhe plotësuese) duhet të ofrojnë një lexueshmëri të mirë të gjurmës në të gjitha kushtet atmosferike dhe të shikueshmërisë (ditë, natë, lagështirë, thatësi, mjergull) dhe të garantojnë informacion të plotë në drejtimin e automjetit. Një sinjalistikë e qartë dhe efikase është dhe elementi kyç për përmirësimin efektiv të sigurisë rrugore. Ajo karakterizohet nga forma, nga ngjyrat dhe nga simbolet, të gjitha karakteristika që duhet të ruajnë homogjenitetin e tyre si ditën dhe natën.

- Roli i ndriçimit në sigurinë rrugore

Megjithatë gjatë vitit 2013 rreth 27.6% e aksidenteve kanë ndodhur në kushtet e errësirës, pavarësisht se kilometrat e përshkruara natën janë shumë më pak se ato të përshkruara ditën, aksidentet e ndodhura natën krahasuar me ato që ndodhin gjatë orëve të ditës, janë përgjithësisht më të rënda, referuar vdekjeve dhe plagosjeve. Shkaku kryesor qëndron në faktin që errësira e zvogëlon cilësinë dhe sasinë e informacioneve vizive që i duhen drejtuesit të mjetit për një drejtim korrekt të mjetit. Reduktohet në fakt aftësia pamore, ndjeshmëria ndaj kontrastit, aftësia për të vlerësuar distancat e automjeteve, shpejtësia e perceptimit, dallimi i ngjyrave dhe toleranca ndaj dritave verbuese. Rezultati final është një reduktim drastik i shikueshmërisë gjatë natës. Feneret e automjeteve nuk mjaftojnë për t'i ofruar drejtuesit të mjetit informacione me siguri dhe efikasitet, sidomos kur rrugët janë shumë të trafikuar ose karakterizohen nga një gjeometri komplekse me prezencë të kryqëzimeve dhe ndërhyrjeve.

Është konfirmuar nga studime të shumta, të drejtuar nga vende të ndryshme mbi raportin midis ndriçimit dhe aksidenteve, sipas të cilave ndriçimi sjell në përgjithësi një reduktim të numrit të aksidenteve gjatë natës, përfshirë 13% deri në 75% sipas llojit të rrugës. Studime të tilla, përveç të tjerave, evidentojnë një zvogëlim mesatar të aksidenteve në kryqëzime jo më pak se 40%. Kuptohet ndërkaq si edhe në udhëtimin natën, kryqëzimet rrugore (në plan apo të sfazuar) dhe hyrjet në rrugët kryesore, janë pikat kyçe të një rrjeti rrugor.

Në kushte të një ndriçimi të dobët, syri është pak i ndjeshëm ndaj ngjyrave të objekteve prandaj shikueshmëria varet më shumë nga sasia e dritës që objektet dërgojnë drejt vëzhguesit se sa nga cilësia e saj. Objekti dallohet nga sfondi i vet dhe perceptohet nga syri kur ndriçimi i tij është më i madh ose më i vogël nga ai i sfondit. Në ndriçimin rrugor duhet të realizohet një ndriçim i dyshemesë në mënyrë që pengesa të mundshme të shfaqen si konture të errta në sfond të hapur. Ndriçimi i një trupi varet nga sasia e dritës që ai merr dhe nga karakteristikat e tij të reflektimit.

- Ndikimi i lagështirës mbi asfalt në sigurinë rrugore

Mbledhja dhe largimi i ujrave, si rezultat i ndryshimeve të motit (shirave) nga sipërfaqet rrugore n.q.se nuk përballohen në mënyrë korrekte, mund të çojnë në zvogëlimin e niveleve të sigurisë së ofruar nga infrastruktura rrugore. Mbledhja e ujrave dhe largimi i tyre i ngadaltë shkakton pengesa në trafikun rrugor dhe reduktimin e kushteve të fërkimit. Kjo e fundit mund të shkaktojë fenomenin e rrezikshëm të quajtur “aquaplaning” të përfaqësuar nga një humbje progresive të kontaktit midis rrotës (gomës) dhe dyshemesë së rrugës, shkaktohet nga një shtresë likuidi (lëngu) midis dy sipërfaqeve. Duhet konsideruar fakti që derdhja e ujrave në planin rrugor mund të gjenerojë vështirësi serioze në lëvizjen e këmbësorëve dhe për pasojë e reduktimit të shikueshmërisë shkaktohet nga një ngritje e nivelit të shtresës hidrike, prezente në planin rrugor. Nga statistikatat mbi aksidentet rrugore në vitin 2013, rreth 15.6% e aksidenteve bëhen në rrugë me sfond rrugor të lagur.

h) Edukimi dhe kultura në sigurinë rrugore

Termi “Kulturë dhe siguri rrugore” tregon një tërësi njohjesh dhe vlerash që orientojnë sjellje dhe zgjedhje drejt një tipi lëvizjeje të sigurtë dhe të qëndrueshme. Në mënyrë të veçantë i atribuohet mungesa e “kulturës së sigurisë rrugore” përdoruesve të rinj. Në realitet mangësitë në këtë front janë shumë të gjëra, i përkasin të gjitha moshave. Mungesa e kulturës së sigurisë nuk kufizohet vetëm në përdoruesit e rrugës.

Ndërtimi i një kulture të sigurisë rrugore i përket gjithë komponenteve të vëndit dhe përbën një detyrë të domosdoshme për të realizuar një reduktim stabël të numrit të viktimave të rrugës. Deri më sot tema e “kulturës rrugore” në fakt është identifikuar në edukimin rrugor dhe me atë të fushatave të sensibilizimit. Në realitet është e nevojshme të zhvillohet një aksion shumë më i gjërë që i përket përdoruesve në përgjithësi.

Është gjithashtu i nevojshëm diversifikimi i veprimeve të ndërtimit të një kulture të re të sigurisë rrugore në reformimin e katër tipeve bazë të subjekteve:

- mosha shkollore
- të pjekur
- teknikët
- përcaktuesit e organizmave me detyra të qeverisë dhe të drejtimit të mobilitetit dhe sigurisë rrugore.

Funksioni i edukatës rrugore duhet të interpretohet në një sens më të gjerë si edukata permanente, referuar jo vetëm studenteve, por duke filluar nga më të rinjtë, deri tek më të rriturit, që nuk ju mungon sjellja e një drejtimi të mjetit rrugor në mënyrë të rrezikshme. Tema e ndërtimit të një kulture të re, të sigurisë rrugore, nuk duhet në asnjë mënyrë të ngatërrohet me atë të përmirësimit të aftësive të drejtimit të mjetit.

2.4 Drejtimit e së Ardhmes

Ndryshimet në popullsi, udhëtime, kujdesi mjekësor, automjetet dhe roli e sjellja e qeverisë janë të gjithë faktorë që ndikojnë në sigurinë rrugore.

a) *Ndryshimet e Popullsisë:*

- Rritja e popullsisë: Rritja më e madhe e popullatës është ndryshimi demografik që do të influencojë në karakterin dhe qëllimin e transportimit dhe sigurisë së kërkuar në shekullin 21. Nga viti 1995 – 2020 popullsia e Shqipërisë parashikohet të rritet me rreth 18%. Shumë njerëz e shpjegojnë këtë me udhëtime shumë më të gjata dhe kjo i çon rezultatet e përplasjeve rrugore në një nivel më të lartë. Përveç ndëhyrjeve efektive për sigurinë, ne mund të presim më shumë përplasje dhe si rezultat nivele më të larta të fatkeqësive dhe plagosjeve rrugore.
- Plakja e popullatës së Shqipërisë: Popullsia Shqipëtare mbi moshën 65 vjeç do të rritet në krahasim me moshën që kemi sot. Shqiptarët e moshuar janë të përfshirë në fatkeqësitë rrugore (9% e popullsisë përfshihet në 13% të përplasjeve fatale dhe 17% në fatkeqësitë me këmbësorë). Norma e fatkeqësive të tyre është 17 herë më e lartë se e grupmoshës 25 – 45 vjeç (kjo nuk është plotësisht e saktë pasi nuk është mbajtur statistikë e saktë nga institucioni përkatës). Një siguri speciale për pasagjerët dhe këmbësorët kundër rreziqeve të lidhura me drejtuesit e vjetër, do të kërkojë një strategji të re.
- Numri i lartë i drejtuesve të rinj: Edhe pse në Shqipëri do të ketë kaluar kulmin, do të kemi një popullsi të madhe të drejtuesve të rinj të grupmoshës 18 – 24 vjeç se sa kemi sot. Sjelljet speciale me rrezik të lartë të shoqëruara nga drejtuesit e rinj shkaktojnë mbi rritje në përplasjet rrugore. Mund t'i paraprijmë problemit të njëjtë të sigurisë në 2020 vetëm nëse implementohen strategji efektive.
- Popullsia mikse e Metropolit dhe zonave të zhvilluara : Përsa i përket nivelit të lartë të zhvendosjeve pas viteve 1990, normave të ndryshme të lindjeve të lidhura me grupet mikse të popullsisë në Shqipëri filloi të ndryshojë nga fundi i shekullit 20 dhe do të vazhdojë të ndryshojë përgjatë shekullit 21. Normat e ndryshme kulturore do të ndikojnë në sigurinë rrugore.

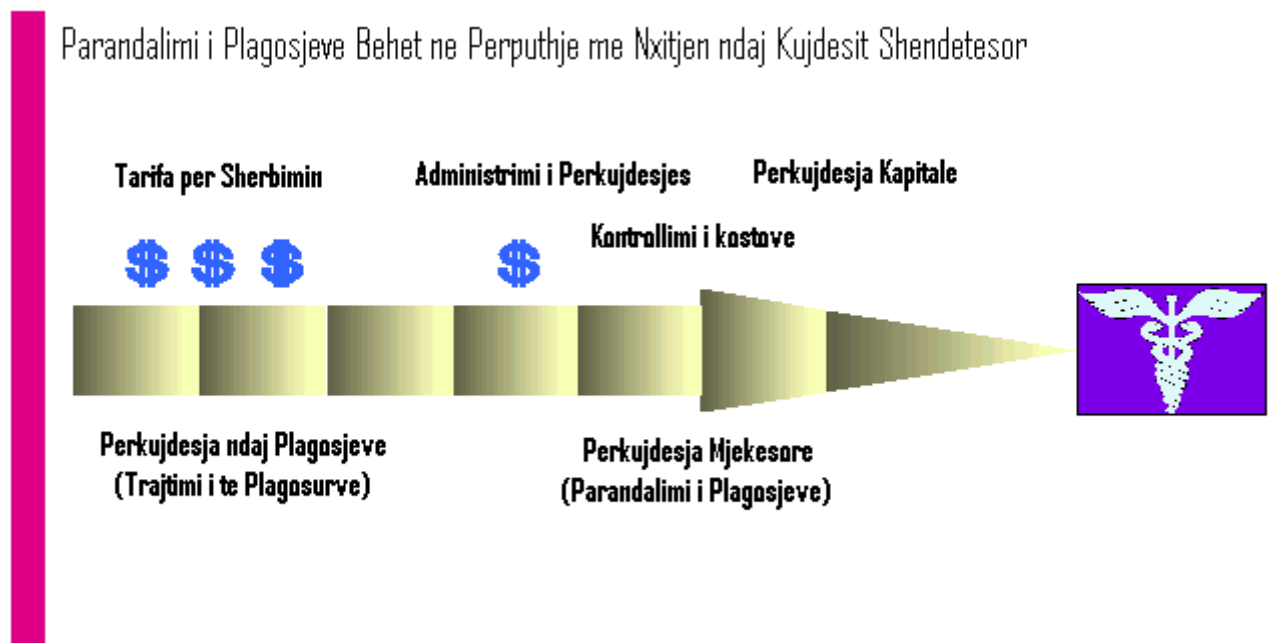
- Shpërndarja e popullsisë së Shqipërisë: Duke ditur se midis viteve 2000 – 2020 rreth 75% e rritjes së popullsisë së Shqipërisë do të jetë në Jug, Perëndim dhe në zonën bregdetare atëherë këto zona janë më të vetëdijshme për udhëtimet me automjete sesa Verilindasit. Përqëndrimi i rritur i popullsisë në zonat urbane i detyron njerëzit që të shpërngulen larg nga pjesa qendrore e qyteteve në mënyrë që të gjejnë strehim të arritshëm, duke e shkëmbyer me distanca më të gjata. Kompanitë gjithashtu lëvizin jashtë nga qendrat e qyteteve. Kjo zhvendosje e popullsisë do të rrisë distancat e udhëtimit të cilat rrisin ekspozimin dhe do të çojnë në rrezik më të madh të përplasjeve. Shumë udhetime mund të ndodhin në rrugët me shpejtësi të lartë në zonat jurbane të cilat ndihmojnë rritjen e ekspozimit ndaj përplasjeve.

b) Ndryshimet në Udhëtime:

- Modelet e udhëtimit: Pazaret me kataloget në shtëpi, shpërndarjet efiçente të pakove nëpër shtëpi janë ndryshime domethënëse në modelin e bërjes së pazarit në vitet në vijim. Ndonëse kjo redukton lëvizjen e udhëtimeve të shkurtëra, ndërkohë rrit ndjeshëm udhëtimin komercial me automjete. Më shumë kamiona të mëdhenj ndajnë rrugën me automjetet e tjera dhe kjo rrit rrezikun e përplasjeve duke përfshirë automjete të madhësive të papërshtatshme.
- Mbipopullimi: Afërsisht 1 bilion automjete në gjithë botën në vitin 2020 do të çojnë në mbyrtjen e niveleve të mbipopullimit. Nëqoftëse drejtuesit stresohen nga ky mbipopullim kjo do të çojë në një drejtim agresiv, Shqipëria do të mund të shikojë një rritje domethënëse të sjelljeve drejtuese të pasigurta.
- Tendencë ekonomike: Historikisht fatalitetet janë lidhur ngushtë me ciklet ekonomike. Kur ekonomia është e fortë dhe në rritje, njerëzit kanë tendencën të kryejnë me shumë udhëtime. Me këtë ekspozim të rritur, rriten edhe fatalitetet. Përgjatë rënies dhe periudhave të papunësisë së lartë matura në udhetime zvogëlohet, ekspozimi ulet dhe si pasojë fatalitetet në autostrada zvogëlohen.

c) Ndryshimet në Kujdesin Shëndetësor

- Parandalimi: Rritja e kuptimit publik për impaktin e vërtetë dhe kostot aksidentale të plagosurve (veçanërisht përplasjet e automjeteve si çështje kryesore) do të sigurojë një vëmendje më të madhe të publikut dhe burimeve që i dedikohen parandalimit. Shumë forca do të vijnë më tepër për të parandaluar plagosjet përveç reagimit dhe trajtimit. Edukimi publik do të luajë një rol kritik, në rëndësinë e rritur mbi veprimet pozitive dhe iniciativave për të parandaluar plagosjet dhe sëmundjet në një shkallë më të lartë se ç'është sot. Kjo është në linjë me zhvendosjen shqetësuese në drejtim të menaxhimit të kujdesit shëndetësor, e cila përkrah theksimin e fortë mbi parandalimin e sëmundjeve dhe plagosjeve.



Figurë 2.14. Kontigjencë shpjeguese e parandalimit të aksidenteve në përputhje me nxitjen ndaj kujdesit shëndetësor.

- d) Automjetet: Ndryshimet e pritura në makina për pasagjerët do të jenë aq të thella saqë kanë qenë përgjatë tërë historikut të automobilave. Mënyrat që drejtuesit të bashkëveprojnë me mjetin dhe se si mjeti bashkëvepron me rrugën dhe me mjetet më të afërta do të alternohen sa më mirë. Blerësit do të kërkojnë automjete më të mëdha dhe me hapësirë më të madhe pra dhe prodhuesit do të detyrohen të gjejnë mënyra të tjera për të zvogëluar peshën e automjetit ose të sigurojnë motorra eficientë dhe të ndeshen me Korporatën e Standarteve Ekonomike të Nivelit Mesatar të Lëndës Djegëse dhe synimeve më të larta për ekonominë e lëndës djegëse. Dhe kjo është paraprirë nga një përdorim i gjerë i aluminit dhe plastikës për komponentët e jashtëm.
- Kërkesa për siguri: Për syrin e publikut ka ndodhur një ndryshim thelbësor për sigurinë përgjatë dekadës së fundit. Shumë blerës tashme jo vetëm që duan të paguajnë para ekstra për sigurinë, por ata tani po zgjedhin automjetet në bazë të përmbajtjes së pjesëve të sigurisë. Kjo prirje pritët të rritet dhe intensifikohet në vitet në vazhdim.
 - Teknologjitë Inteligjente të Sistemit të Transportit: Me shfaqjen e teknologjisë inteligjente të sistemit të transportit mund të zvogëlohet dramatikisht numri i përplasjeve në autostradat kombëtare dhe rrugët e rehabilituara. Një analizë e kohëve të fundit sugjeron se një zvogëlim i më shumë se 50% përplasje për vit

është i mundshëm në 2020. Kjo do t'i korespondonte një sasi të konsiderueshme kursimesh ekonomike për një vit.

- Ngjashmëria e madhësisë së automjeteve: Rritja e vazhdueshme e shitjeve në kamionet e lehtë në krahasim me shitjet e automjeteve të vogla do të vazhdojnë të kenë një impakt negativ. Kjo në lidhje me diferencat në madhësitë, peshën dhe karakteristikat e manovrimit të automjetit. Çështja e sigurisë më kryesore dhe alarmuese është se profile më të mëdha automjetesh janë shumë të prirura të përmbysen përgjatë disa manovrave të drejtimit. Si përmbledhje, kur automjete me profileve të mëdha hyjnë në përplasje me automjete me profili të vogël, mospërputhja në madhësi dhe në peshë krijon rreziqe të rëndësishme për pasagjerët e automjetit të vogël.
 - Komponentët e jashtëm prej alumini e plastike: Automjetet e lehta të ndërtuara me alumin dhe plastikë mund të krijojnë probleme sigurie shtesë përsa i përket fizikës themelore të një objekti të rëndë që përplasjet me një objekt më të lehtë. Këto automjete të lehta do të kenë gjithashtu motorra me fuqi të lartë në dalje si dhe përmirësim të efikasitetit dhe uljes së peshës, pasi në këtë mënyrë shfrytëzohet performanca e ditëve të sotme me rritjen e ekonomisë së lëndës djegëse.
 - Tregu Botëror: Para disa dekadave, suksesi komercial për shumicën e produkteve kryesore ka kërkuar treg botëror dhe shpërndarje. Industria e automobilave në veçanti është bërë e varur nga tregu botëror me të cilin çdo prodhues makinash konkuron për rritjen e tregut të ndarë në të gjithë botën. Makinat tipike tashmë ndërtohen me përbërës dhe të prodhuara në gjashtë ose më shumë vende. Ky treg botëror i detyron prodhuesit e makinave të krijojnë projekte dhe tipare të pranueshme nga shumë vende. Harmonizimi: Tregu botëror ka ngritur kërkesën për kombet që të vendosin një rregullore dhe procedurë certifikimi të njëjta në mënyrë që të lehtësohet tregëtia. Dhe si rezultat agjensitë si Administrata Kombëtare e Sigurisë Rrugore në Autostrada dhe Agjensitë e Mbrojtjes së Mjedisit, misionet e së cilave janë të lidhura me sigurinë dhe mjedisin më shumë se me tregëtinë, nxitin gjetjen e rrugëve për harmonizimin e standarteve me ato të Komunitetit Europian.
- e) Roli i Qeverisë: Në vitet e fundit mirëqenia dhe programet e edukimit po transferohen në Shqipëri. Thirrjet për buxhet të balancuara, pagesat e përdorura dhe marrveshjet e financimeve të rinovuara po ndryshojnë mënyrën me të cilën Qeveria bashkëvepron me qeverisjen lokale.
- Përgjegjësi më e madhe personale: Me zvogëlimin e përfshirjes së qeverisë në jetën e qytetarëve, përgjegjësitë personale do të jenë më të larta. Me zhvendosjen nga zgjidhjet e qeverisë, individët do të mbajnë më shumë përgjegjësi për sjelljen dhe sigurinë e tyre. Kjo mund të ketë një efekt të veçantë mbi ligjet përgjegjëse dhe shoqëritë e sigurimeve. Nëqoftëse mbulimi nga shoqëritë e sigurimeve shëndetësore merr disa sjellje të pasigurta si pirja e duhanit, deha dhe drejtimi në gjendje të droguar ose mospërdorimi i pajisjeve përkatëse të sigurisë si rripat e sigurimit dhe kaskat e motorrave do të ndryshohet sjellja optimiste. Kjo mund të çojë në një ulje të përdorimit të alkoolit, duhanit dhe drogave ilegale.

- Marrja e Vendimeve Shtetërore dhe Lokale: Nëqoftëse programet e qeverisë vazhdojnë të zvogëlohen në vitet e para të shekullit 21, Shteti, Organizatat e Planifikimit Rajonal dhe Bashkitë mund të bëhen një nga pikat më të fuqishme të Shqipërisë. Programet e ndryshme mund të mbledhin pagesa të përdoruesve dhe taksa për konsumimin e kriterëve të gjera bazë Shtetërore ose Rajonale. Nëqoftëse qeveria vendos të konsolidojë të gjitha programet e saj të rimbursuara, siguria mund të rritet me mirëqënien, edukimin, strehimin dhe energjinë. Nën këtë skenar, Qeveria duhet të ketë influencë të vogël se si janë përdorur fondet. Qeveria duhet të drejtojë kërkimet për të përcaktuar programe efektive si dhe Organizatat e Planifikimit Rajonal, Bashkiat, Shtetëror duhet të përcaktojnë ku dhe si të përdoren burimet.

2.5 Madhësisë së problemit

Përmirësimi në mënyrë graduale i rrugëve dhe mjeteve dhe ulja e shpejtësisë është konsideruar si një faktor i rëndësishëm për zvogëlimin e numrit të aksidenteve. Shpejtësia mbi normat e lejuara akoma është problem në trafikun rrugor dhe nga të dhënat e vitit 2013 duket qartë se kemi një përmirësim të vogël krahasuar me vitin 2012, por nisur nga viti 2009 kemi një përkeqësim. Një ndër masat që duhet studiuar për të ardhmen është reduktimi i shpejtësisë së lëvizjes në akset rrugore problematike. Pavarësisht shpejtësive të reduktuara, vlerësimi i përgjithshëm është se përqindja e shoferëve që drejtojnë në shpejtësi të mëdha në rrjetin rrugor kombëtar nuk është në rënie në normën e kërkuar për të arritur objektivin. Ky vlerësim është bërë në bazë të matjeve të thjeshtuara të shpejtësisë të kryera në vit. Shpejtësia mesatare për volumin e trafikut të përgjithshëm, megjithatë, ka tendencë të jetë më në fazë me trendin e dëshiruar.

Trendi përse i përket drejtimit nën efektin e alkoolit duket se ka shkuar në drejtimin e duhur nga 2009 në 2013. Vlerësimi mbi bazën e të dhënave të aksidenteve rrugore është se trendi po ecën mjaft shpejt dhe prania e alkoolit në drejtuesit e mjeteve ka rënë që nga viti 2009.

Pavarësisht nga fakti se tendencat duken të mira për disa tregues të sigurisë rrugore, ka një numër problemesh që mund të lindin, nëse trendi deri në vitin 2020 do të jetë i qëndrueshëm. Do të jetë e nevojshme për efektet e sigurisë rrugore të treguesve të performancës së sigurisë rrugore, për të bashkëvepruar në mënyrë korrekte. Përdorimi i rripave është ende i ulët në aksidente fatale. Trendi afatgjatë pozitiv në drejtim të mbajtjes së rripit të sigurimit ndoshta do të vazhdojë, në sajë të rritjes së numrit të automjeteve me kujtesa rrip siguri.

Së bashku me shtimin e vazhdueshëm të barrierave të mesit, numri i goditjeve ballore me pasoja fatale, ndoshta do të ulet. Kjo rritje në sigurinë rrugore do të pësojë një ngadalësim kur shumica e rrugëve kryesore me një kufi shpejtësie 80 km/h do të kenë barrierë mesit. Pastaj do të mbeten aksidentet në rrjetin e rrugëve ku ka shumë qarkullim të mjeteve të rënda dhe pa barrierë. Me këto rrugë, do të jetë e nevojshme si për sjelljet e shoferëve dhe automjeteve aktuale të kompensohet rreziku i lartë. Nga perspektiva e përplasjes, atëherë do të jetë veçanërisht e rëndësishme për arritjen e objektivit që automjetet e rënda të reduktojnë shpejtësitë e lëvizjes së tyre. E njëjta gjë vlen edhe për trafikun e motoçikletave, i cili ndoshta do të vërejtur më shumë në statistikën e aksidenteve, nëse trafiku tjetër bëhet gjithnjë e më i sigurt. Kjo pastaj do të jetë e rëndësishme për të marrë masa në treguesit e performancës së sigurisë rrugore që kanë një ndikim të qartë në numrin e vdekjeve në aksidentet me motoçikleta.

KAPITULLI III

PËRDORIMI I GIS NË TRANSPORT

Hyrje

Qëllimi kryesor i sistemit të transportit është rritja e qarkullimit ndërsa aksidentet rrugore janë të padëshiruara dhe duhet të minimizohen pa çënuar qëllimin kryesor. Duke qenë se njerëzit e zakonshëm vlerësojnë më shumë kohën e udhëtimit sesa sistemet e tjera të transportit, atëherë aksidentet rrugore përbëjnë një barrë të madhe ekonomike në shoqëri. Në studimet e detajuara të statistikave të aksidenteve rrugore tregohen rezultate fatale apo lëndime, që lidhen me aksidentet e shkaktuara nga përdorimi i alkoolit, devijimet nga rruga, tejkalimi i normave të shpejtësisë në shumë vende. Ky kapitull ka qëllim të performojë disa lloje analizash të kryera nga GIS dhe të investigojë arsyet që çojnë në një rezultat të lartë të aksidenteve rrugore duke zhvilluar një metodologji për të identifikuar zonat më të rrezikshme ku ndodhin aksidentet dhe duke piketuar zonat e mundshme të sigurta nëpërmjet GIS. Rezultati i këtij kapitulli ka lidhje me rolin e rëndësishëm të varësisë hapësinore në analizat e dëmtimeve të shkaktuara nga aksidentet rrugore. Kjo hipotezë mbi varësinë hapësinore, llogaritet sipas autokorrelacionit hapësinor në zbulimin e grupimeve më të rëndësishme statistikore, përse i përket lëndimeve fatale, të mëdha dhe të vogla si dhe përplasjet e këmbësorëve. Këto grupime janë të lidhura me të dhënat demografike, faktorët socialo-ekonomik dhe rrjetet rrugore për të investiguar nëse variabla të caktuara hapësinore që lidhen me trafikun dhe faktorët socialo-ekonomik janë të pranishëm në grupimet me të mëdha statistikore të aksidenteve rrugore. Më tej, duke iu referuar statistikave në dispozicion të vendit tonë, i japim përdoruesit të rrugës nëpërmjet hartave të performuara në GIS, informacionin e nevojshëm në lidhje me riskun dhe rreziqet e udhëtimit ku ai duhet të jetë i kujdesshëm.

3.1 GIS në inxhinierinë e transportit

Përdorimi i GIS në transport përfshin një sferë të gjerë të transportit, si planifikimi i infrastrukturës, administrimi dhe dizenjimi, analizat e sigurisë së transportit, analizat e kërkesave për udhëtim, kontrolli dhe monitorimi i trafikut, planifikimi publik tranzit, ndikimi i vlerësimit të mjedisit, zvogëlimi i rreziqeve dhe sistemet inteligjente të transportit. Secili prej këtyre aplikimeve kërkon të dhëna specifike dhe nevojën e analizimeve. Një aplikim inxhinierik në trafik, sidoqoftë kërkon një paraqitje të detajuar individuale të korsive të trafikut. Aplikimet në transport janë fituar nga disa prej funksioneve standard të GIS (query, geocoding, buffer, overlay, e.t.j) për të ndihmuar administrimin e të dhënave, analizat dhe nevojat vizualizuese. Disa studiues kanë përfshirë disa nga mjetet më të fuqishme analitike që vë në dispozicion GIS të tilla si: metodën e fqinjësisë më të afërt, densitetin e thjeshtë dhe metodën e vlerësimit të densitetit thelbësor të evidentimit të mbledhjes së aksidenteve për të treguar shpërndarjen hapësinore të aksidenteve sipas nivelit të rrugës. Si shumë fusha të tjera, transporti ka krijuar modelet dhe metodat e tij analizuese të vetme. Shembujt përfshijnë algoritmet path dhe routing, modelet e bashkëveprimit hapësinor (p.sh modeli i gravitetit), problemet e zhvendosjes së rrjeteve (si përdorimi ekuilibrit optimal, sistemeve optimale të

ekulibrit, ekuilibrit dinamik), problemi i vendndodhjes së objektit (p.sh, problemi p-median, problemi i vendosjes së mbulesës, problemi i vendosjes maksimale, problemi p-center), modelet e kërkesës së udhëtimit (për shembull shpërndarja e udhëtimit, ndarja modale, dhe modelet e funksionit të trafikut), dhe pronës duke përdorur modelet bashkëvepruese në transport.

3.2 Raste të veçanta studimi të GIS të përdorura në analizat e aksidenteve

Agjensi të shumta kanë përdorur GIS për raportimin e analizave të aksidenteve. GIS është përdorur për të analizuar shpërndarjet dhe densitetet hapësinore të përplasjeve në trafik (Brose, 2001). Sun (2003) paraqiti mjetet e analizës së aksidenteve duke përdorur GIS. Sipas tij, në sistemet e mëparshme, ishte e vështirë të identifikojë një vendndodhje rrugore që kishte frekuencë të lartë të një tipi të veçantë aksidenti, përqindjen e aksidenteve të larta gjatë një periudhe të veçantë kohore, e.t.j. Sun (2003) gjithashtu zbuloi mjetet e GIS që kanë kapacitet të llogarisin aksidentet duke vënë theksin në:

- Trendi në kohë
- Trendi në hapësirë
- Shtresimin sipas llojit të aksidenteve
- Shtresimin sipas llojit të rrugës dhe dizajnit gjeometrik
- Shtresimin sipas kushteve rrethuese

Shumë përpjekje janë bërë nga studime të mëparshme për të identifikuar vendndodhjet e rrezikshme bazuar në shpërndarjen e aksidenteve gjatë vendndodhjeve gjeografike. Zegeer (1982) përcaktoi vendndodhjen e zonave të rrezikshme si pika zonash, kryqëzime, ose sektorë. Studimin e parë që përdor sistemet eksperte për identifikimin e zonave të rrezikshme e kanë raportuar Spring & Hummer (1995). Studimi përdori aftësitë e GIS nëpër detajet e hartave të disponueshme për qytetin Gilfort në North Carolina për të demonstruar njohuritë inxhinierike në lidhje me shkaktuesit e aksidenteve për identifikimin e vendndodhjes më të lartë të rrezikueshmërisë të tyre. Studimi siguron informacion të mjaftueshëm në lidhje me avantazhet dhe periudhën e parashikimit të përdorimit dhe aplikimit të GIS në sistemin e aksidenteve të regjistruara.

GIS parashikon një platformë që përdoret për paraqitjen e informacionit në forma të ndryshme duke përfshirë aksidentet në hartë. Në mënyrë që të performohen analiza të ndryshme janë krijuar module për të punuar në sfond. Për shembull GIS mund të përdoret në navigacion për të caktuar itinerarin më të mirë për disa kushte të dhëna. Kjo është e mundur për shkak të algoritmave që janë përdorur në GIS për optimizimin e një funksioni objektiv si kohë, kosto ose distancë. Gjithashtu një teknikë e përshtatshme është e nevojshme të përdoret në GIS që të parashikojë aksidentet. Në pjesët e mëposhtme diskutohen teknika të ndryshme që janë përdorur për parashikim aksidentesh.

3.3 Lloje analizash të kryera nga GIS

GIS ka aftësinë të performojë disa lloj analizash, disa prej të cilave janë të përdorshme në analizat e aksidenteve. Studime të mëparshme kanë raportuar analiza të ndryshme në GIS për analizën e aksidenteve. Llojet e analizave të publikuara për analizë aksidentesh janë përshkruar me detaj në çdo analizë të poshtëpërmendur.

- *Analiza Intersection/Spot*

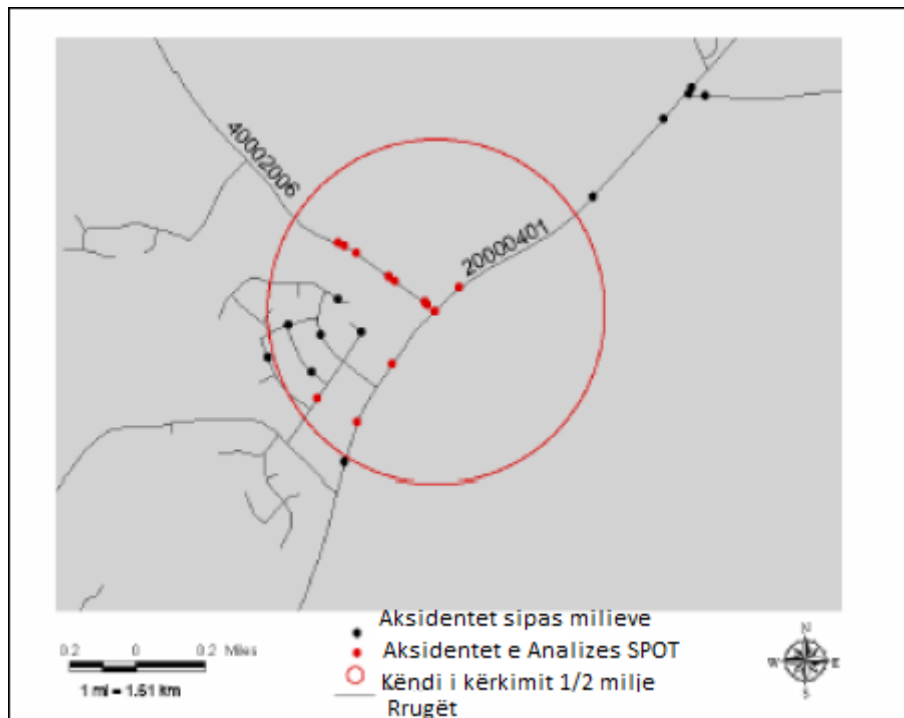
Një inxhinier i sigurt duhet të jetë i interesuar të njohë kryqëzimin me përqindjen më të lartë të aksidenteve në një zonë si qytet ose fshat. Një analizë intersection/spot mund të përdoret për këtë qëllim. GIS paraqet kryqëzimin si pikë në hartë. Për të asocuar përsëritjen e aksidenteve në kryqëzim, aksidentet brenda një distance të caktuar, zakonisht 100 feet, konsiderohen si aksidente në kryqëzim. Zakonisht krijohet një buffer (zbutës) për të lidhur të gjitha akset brenda një rrezeje nga një kryqëzim në interesin përkatës. Numri total i aksidenteve në çdo kryqëzim përmbledhet dhe rankohet për të përfituar kryqëzime me përqindje më të lartë aksidentesh. E njëjta analizë kryhet duke përdorur mjetet simbolike GIS duke asocuar simbolet dhe ngjyrat në kryqëzim brenda secilës zone të kategorive. Ky proces njihet edhe si Analiza Pikësore. Kjo analizë është paraqitur nga FHWA (2001), FHWA (1999) dhe KIM (1996). Figura 3.1 tregon një shembull të saj.

- *Analiza Segment/Strip*

Analiza segment/strip analizon ndodhjen e aksidenteve gjatë një segmenti rrugor, gjithashtu ndihmon të përcaktojmë segmente rrugore me kategori aksidente të rënda. GIS është në gjendje të llogarisë aksidentet dhe hartat e aksidenteve në çdo gjatësi segmenti të selektuar dhe të pajisë me simbole dhe ngjyra specifike aksidentet në segment të ndryshëm.

- *Analiza Slidin-Scale*

Analiza Slidin-Scale është trajtuar nga FHWA (2001), dhe është një modifikim i metodave të GIS që përdoret për identifikimin e segmenteve rrugore me shfaqje aksidenti më të lartë, duke ndryshuar gjatësinë e segmentit. Kjo analizë ndryshon nga analiza Segment/Strip pasi në këtë analizë segmenti nuk është i fiksuar. Përdoruesi përcakton gjatësinë e segmentit dhe gjatësinë e rritjes për analizim. Në fund rezultati analizës përmban një tabelë që tregon vendndodhjen më të lartë të aksidenteve që tejkalon vlerën e llogaritur, me larmi përmbledhje statistikash dhe një hartë që tregon këtë vendndodhje.



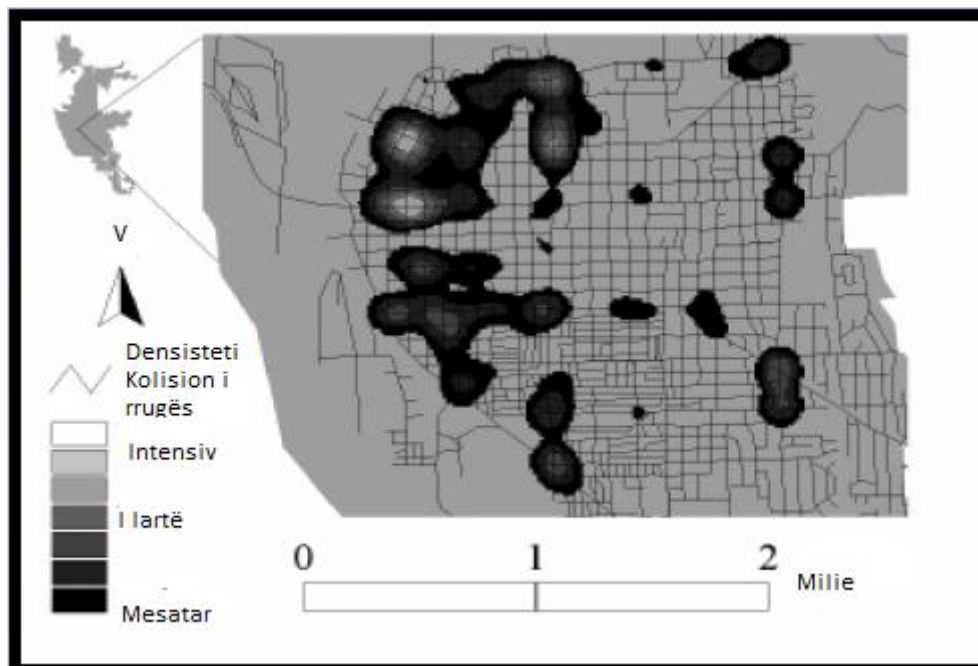
Figurë 3.1. Shembull i analizës Intersection/Spot (FHWA, 2001)

- Analiza Corridor

Një variant tjetër i analizave Segment është analiza Corridor. Ajo ndryshon nga të dyja analizat segment dhe slidin-scale pasi ajo merr në studim gjithë korridorin. Ajo paraqet një mesatare vizuale të vendndodhjes së aksidenteve më të larta koncentruar brenda një korridori. Përdorimi i metodave tradicionale, mund të kontrollojë segmente gjatë një rruge specifike (për shembull duke përdorur analizën Slidin-Scale), por rrugët e shumëfishta brenda një korridori nuk është e lehtë të analizohen dhe bashkohen si grup siç vepron kjo analizë.

- Analiza Collision Density

Duke përdorur analizën collision density, densiteti i aksidenteve mund të paraqitet në një hartë për të përcaktuar shpërndarjen e aksidentit për sipërfaqe ose gjatësi. Termi densitet collision mund të quhet si numër aksidentesh për hapësirë katrore ose për gjatësi rruge. Diferencat në densitet mund të përfaqësohen me ngjyra të errëta dhe të lehta, që tregojnë respektivisht densitet të lartë dhe të ulët. Një shembull i kësaj analize jepet në figurën 3.2.



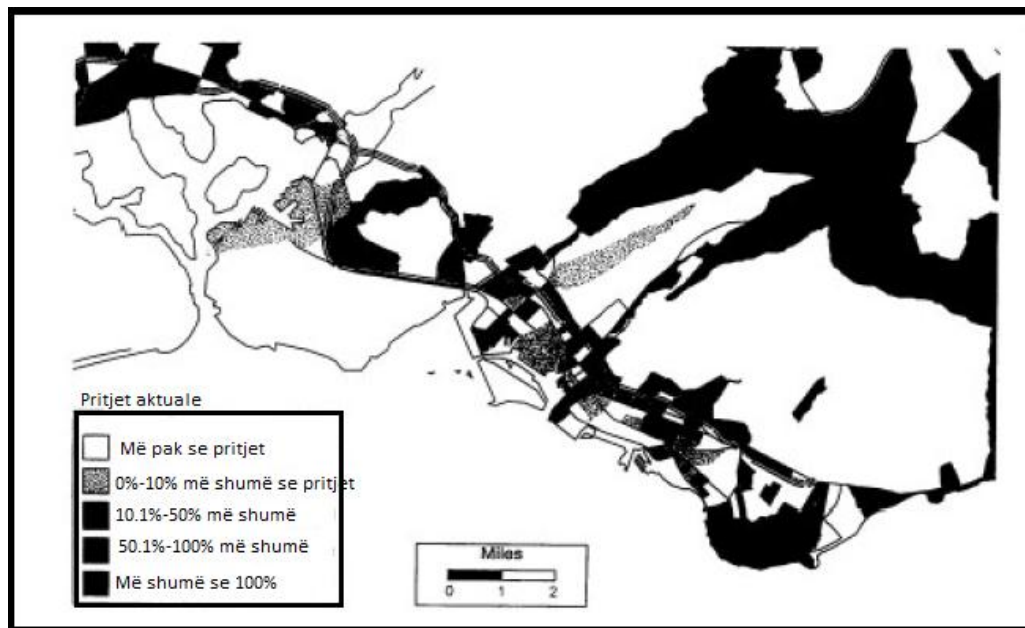
Figurë 3.2. Shembull i analizës Collision (Brose, 2001)

- Analiza Area

Analiza area bazohet në sektorë të ndryshëm si: krahinë, qark, zonë, e.t.j dhe përdoret për të parashikuar me zona kritike identifikuese ose fqinjësi ku probleme të ndryshme të sigurisë rrugore ekzistojnë siç është ilustruar nga KIM (1996) në figurën 3.3 . Kjo analizë është në gjendje të japë zgjidhjen e aksidenteve në lidhje me faktorët e popullimit, karakteristikat e banimit dhe veçori të tjera gjeografike.

- Analiza Pattern

GIS mund të përdoret për të vëzhguar modelet e aksidenteve në kohë, gjithashtu lejon analizën e ndryshimeve të përqindjeve të aksidenteve me ndryshimin e faktorëve të tjerë duke përfshirë si vendpërdorimin, popullimin, ndryshimin në klasat e funksioneve rrugore, e.t.j. Skicat dhe grafikët atashohen në një hartë për të plotësuar rezultatin final të GIS, në mënyrë që të kuptojmë modelet e aksidenteve dhe shkaqet e tyre.



Figurë 3.3. Shembull i analizës Area (Kim, 1996)

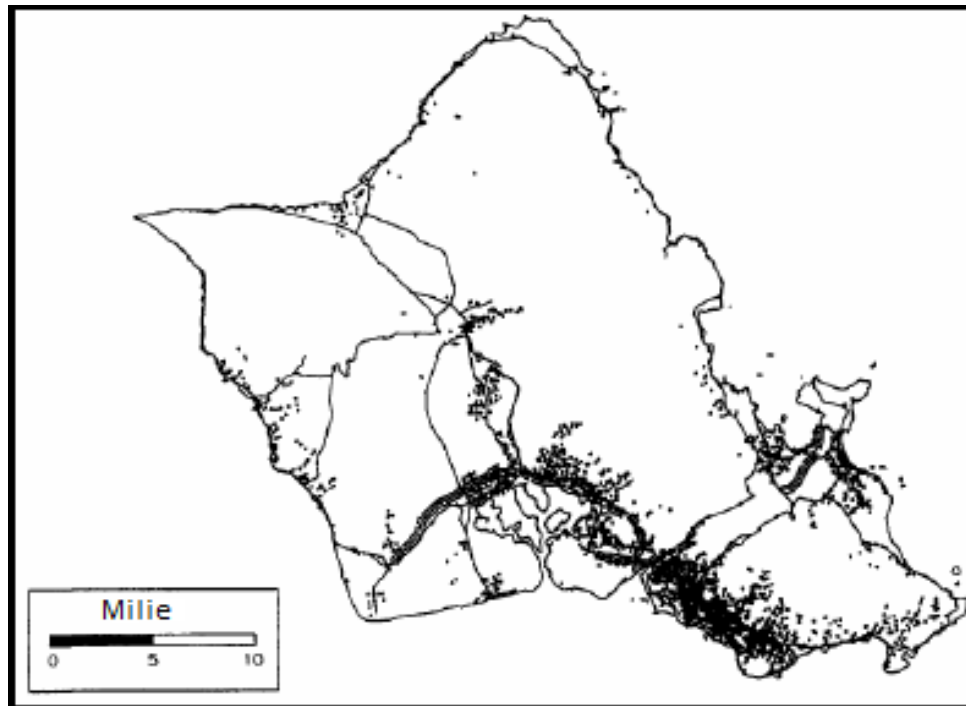
- Analiza Hapësinore

Teknikat analitike, të grupuara me titullin "analiza overlay", janë të nevojshme në GIS për analizë hapësirë dhe integrim të dhënash. GIS trajton mjete për të kombinuar të dhëna, identifikon mbivendosje nëpër të dhëna dhe bashkon atributet e të dhënave sëbashku duke vendosur vendndodhjen dhe hapësirën si një kriter selektimi. Teknikat overlay kombinojnë të dhënat hapësirë në mënyra të ndryshme, si tiparet që mund të kombinohen thjesht duke i shtuar një bashkësi tjetër të dhënash hapësirë, ose duke adaptuar apo zëvendësuar pjesë të një bashkësie të dhënash me një tjetër bashkësi të dhënash. Kjo analizë mund të përdoret gjithashtu për të bashkuar të dhënat hapësirë nëpërmjet kombinimit të dy ose më shumë bashkësi të dhënash hapësirë, duke përfshirë kështu një bashkësi të re të dhënash hapësirë ku vetitë e tiparit janë të njëjta me bashkësinë e të dhënave hyrëse. Inxhinierët e sigurisë mund të përdorin këto teknika hapësirë për të kombinuar të dhënat demografike, numri i familjeve tregon numrin mesatar të moshës së fëmijëve në shkollë, me segmentet rrugore ku kanë të dhëna aksidentesh tregojnë aksidentet lidhur me këmbësorët, në mënyrë që të përfshijnë faktorin e riskut për numër total të aksidenteve për këmbësorë në krahasim me numrin total të moshës së fëmijëve në shkollë për segment rrugë, për analizë sigurie për këmbësorë në shkollë.

- Analiza Cluster

Analiza Cluster përdoret për të studjuar aksidentet e grupuara rreth një rruge me tipare specifike, si një urë ose rrugë hekurudhore. Figura 3.4 tregon një shembull të analizës cluster. Aksidentet janë identifikuar se bien brenda një distance të dhënë në të gjitha rrugët e selektuara përsëri, rezultati i të dhënave është një raport që liston statistikën përmbledhëse të selektuara nga përdoruesi dhe një hartë përshkruese të vendndodhjeve me aksidente të larta.

Kjo analizë mund të përdoret gjithashtu për të treguar shpërndarjen e aksidenteve brenda një zone të caktuar të interesit si përgjatë vijës bregdetare, në qendra të qyteteve etj.



Figurë 3.4. Shembull i analizës Cluster (Kim, 1996)

3.4 Metodologji e bazuar në GIS për identifikimin e fushave të mundshme të përmirësimit

Identifikimi i aksidenteve "zona të nxehta", "zona të zeza", "rrezikshmëri e lartë" ose "zona me përqindje të lartë përplasjesh" është një praktikë standarde në departamentet e transportit për të siguruar ndarjet efikase të sigurisë me qëllim reduktimin në frekuencat e aksidenteve dhe penalizimeve për shkak të tyre.

Ka një numër mjaft të madh të literaturës së fokusuar në metodat për identifikimin e "zonave të nxehta" duke shfrytëzuar metoda të avancuara statistikore të tilla si teknika empirike Bayesiane, metodologjia e plotë Bayesiane, metodologjia e simulimit dhe metoda të tjera inovative që do trajtohen në kapitujt në vazhdim. Në kërkimet për sigurinë është pranuar që teknika e parë tejkalon çdo metodë tjetër të thjeshtuar të gjetjes së "zonave të nxehta" të aksidenteve veçanërisht metodologjisë së numërimit dhe renditjes së aksidenteve. Megjithatë në shumë qytete dhe departamente të transportit përdorin teknika të thjeshtuara për të renditur segmentet me aksidente rrugore të larta, devijimet dhe kryqëzimet me qëllim përmirësimet e tyre të mëtejshme. Një shpjegim i mundshëm i kësaj gjendje egzistuese mund të jetë kompleksiteti i këtyre teknikave matematikore, që kërkojnë trajnim dhe aftësi të veçanta në analiza statistikore që shpesh parandalojnë zbatimin e këtyre metodologjive superiore në praktikë.

Përveç kësaj, këto përafrime nuk janë të kombinuara me mjete vizuale ose software hartash të cilat mund të ndihmojnë për të dhënë rezultatin e këtyre teknikave. Si përfundim, këto metodologji, edhe pse të mira dhe të përshtatshme, shpesh kanë qenë të nënvlerësuar dhe ende përdoren mjete dhe metoda lokale (nuk mund të jenë shumë të sakta dhe të sofistikuar) për të ndarë resurset e tyre të limituara me qëllim marrjen e vendimeve të rëndësishme për sa i përket renditjes dhe përmisimit të zonave të larta të aksidenteve. Një tjetër pengesë e vënë re është se shumë departamente të transportit nuk kanë një database në GIS për aksidentet, që do të thotë se ata nuk janë në gjendje për të realizuar harta të bazuar në GIS për të evidentuar zonat me përplasje më të larta në rrjetin e tyre rrugor.

Metodat e bazuara në GIS mund ose nuk mund të jenë aq superiore sa metodat empirike Bayesiane (të cilat do i trajtojmë gjerësisht në kapitullin e pestë), por të paktën ato janë më efikase se metoda e numërimit apo renditjes së aksidenteve rrugore . Përveç kësaj nëse e plotësuar me aplikacione të tjera metodat e bazuara në GIS mund të ndihmojnë për të lidhur zonat me aksidente të larta me faktorët rastësorë të ndodhjes së aksidenteve, sidomos me faktorët hapësinorë në natyrë. Gjithashtu ka një rritje të madhe të interesit për të gjetur ndikimin që kanë faktorët hapësinorë në aksidentet rrugore, sidomos ato fatale dhe lëndimet si pasojë e aksidenteve. Një arsye kryesore për këtë rritje të interesit është fakti se faktorët hapësinorë të tilla si përdorimi i terrenit, dendësia e popullsisë, shpërndarja e popullsisë, faktorët socialo-ekonomike, si dhe faktorët e mjedisit kanë ndikime të forta në ndodhjen e aksidenteve përveç elementëve gjeometrike të projektimit të rrugëve.

Ndërsa GIS është përdorur për studime jo vetëm për përfaqësim pamor, por dhe për të rritur integritetin e të dhënave dhe trajtimin efikas të informacionit nga burime të ndryshme; disa nga mjetet hapësinore më të fuqishme të analizës statistikore shpesh janë nënvlerësuar në analizën e sigurtisë të transportit. Siç u përmend më lart, pavarësisht avancimit të shpejtë të GIS në dekadat e fundit, disa agjenci publike nuk kanë baza të të dhënave për aksidentet në platformën GIS, dhe si rezultat, ata nuk janë në gjendje të përdorin disa nga këto mjete të fuqishme por të drejtpërdrejta të analizës statistikore në dispozicion nga GIS. Një tjetër pengesë e mospërdorimit të GIS në gjetjen e zonave të rrezikuara të aksidenteve është mundësia e humbjes së informacionit për lokalizimin e hapësirave specifike të rëndësishme të cilat mund të kenë ndikim të madh në shkaktimin e aksidentit. Për shembull, karakteristikat hapësinore pranë një rrjeti rrugor mund të ndikojnë në aksidente të larta në një zonë të caktuar, e cila do të jetë shumë e vështirë për tu zbuluar në mungesë të një mjeti si GIS. Megjithatë, ka interes në shfrytëzimin e mjeteve të ndryshme të avancuara analitike në dispozicion të Software-it komercial GIS për të investiguar mbi lidhjen që egzon ndërmjet aksidentit dhe karakteristikave hapësinore në interes të rrjetit të transportit rrugor. Për shembull, Flahaut et al. (2003) përdori dy teknika të ndryshme statistikore hapësinore: indeksin global autokorrelacion dhe vlerësimin thelbësor për të identifikuar grumbullimet e aksidenteve rrugore në Belgjikë; Xiao Qin-et al. (2007) përdori mjetet e analizës së zonave të rrezikuara që vë në dispozicion GIS për të gjetur zonat e ndodhjes së aksidenteve të shkaktuara nga dëbora; Bejleri et al. (2007) përdori metodologji të përshtatur në GIS për të lokalizuar segmente dhe kryqëzimet me aksidente të larta të shkaktuara nga këmbësorë dhe ciklistë. Në vazhdim të çështjes së anashkalimit të lidhjes midis faktorëve fizik hapësinorë dhe atyre të mjedisit duke mos përdorur GIS, është gjithashtu e rëndësishme të përmendet se ka shumë pak studime që e marrin në konsideratë efektin e faktorëve hapësinor të veçantë në zbulimin e vendndodhjeve të rrezikshme. Ndërsa metoda empirike Bayesiane konsiderohet të jetë efikase në zbulimin e zonave të rrezikut, studiuesit shpesh i studiojnë tiparet e një zonë,

kryesisht me anë të vëllimeve të trafikut dhe deri diku nëpërmjet të dhënave të projektimit gjeometrik. Edhe pse vëllimi i trafikut është konsideruar të jetë variabli i vetëm më i rëndësishëm, ai gjithashtu është i njohur si faktori specifik hapësinor që ndihmon për të shpjeguar heterogjenitetin e aksidenteve rrugore.

Në një studim, Bauer & Harwood (1996) treguan se variablat që lidhen me vëllimin e trafikut mund të arrinin 16% deri 38% të variabilitetit të aksidenteve, duke lënë një përqindje të vogël (5% deri në 14%) të variablave gjeometrike të projektimit. Megjithatë, variabiliteti i pashpjeguar (rreth 40% në këtë rast) do të mund t'i atribuohet të dy strukturave si teoria e termave të gabimit. Në një tjetër studim, Greibe (2003) zhvilloi modele parashikuese për lidhjet rrugore dhe kryqëzimet, gjithashtu tregoi se modeli i lidhjes rrugore mund të arrijë më shumë se 60% të variacionit sistematik, por modeli i kryqëzimeve kishte fuqi të ulët shpjeguese. Chin & Quddus (2003) konfirmuan si të tjerët se vëllimet e trafikut janë faktori më i rëndësishëm, ose kryesor për të parashikuar aksidentet rrugore. Ndërkohë që këto studime çuan në konkluzionin që vëllimi i trafikut është variabël tregues parësor, studiues të tjerë investiguan efektet e modeleve demografike dhe të motit në nivelin e aksidenteve rrugore në lokalitete. Megjithatë, asnjë nga këto studime nuk janë zbatuar në kryqëzime për të testuar nëse faktorët hapësinorë kanë ndikim të rëndësishëm në gjetjen e zonave me aksidente më të larta. Mosveprimi i karakteristikave hapësinore të veçanta mund të çojë në identifikimin e gabuar të zonave të nxehta të aksidenteve ose të zonave të zeza për shkak të faktit se autokorrelacioni hapësinor nuk është marrë në konsideratë. Koncepti i autokorrelacionit hapësinor është i rëndësishëm atëherë kur ndikimi i një variabli specifik është i pavarur ndaj hapsirës. Kjo dukuri është e vërtetë në rastin e të ashtuquajturave zona të nxehta dhe zona të zeza, ku nuk ka vetëm frekuenca të larta aksidentesh por gjithashtu ka përqëndrim të lartë të disa tipareve ose attribute të tjera specifike të aksidenteve dhe prirjen të ripërsëriten. Në raste të tilla, informacione të rëndësishme mund të humbasin nëse varësia hapësinore nuk merret parasysh.

3.5 Identifikimi i përqëndrimit hapësinor të aksidenteve rrugore duke përdorur GIS

Ka disa opsione analitike që vë në dispozicion GIS për të analizuar tipare pikash siç janë ndodhjet e aksidenteve rrugore nga trafiku. Dy nga opsionet më të zakonshme që vë në dispozicion GIS për të dhënë karakteristikat e pikës janë: a) analiza kuadratike ose opsioni i analizës së densitetit dhe b) opsioni analitik sipas fqinjësisë më të afërt. Kim & Levine (1996) përdorën metodën analitike të rastit të fqinjësisë më të afërt për të analizuar aksidentet e ndodhura nga këmbësorët. Ata krijuan një standart eliptik devijimesh për secilin nga rastet e fqinjësisë dhe numri i pikave të këtij elipsi shërben për të matur shpërndarjen dhe orientimin e pikave rreth qendrës mesatare të grupimeve. Pulugurtha et al. (2007) përdori analizën kudratike ose të rrjetëzuar për të llogaritur densitetin/përqëndrimin e masës së aksidenteve rrugore për të zbuluar zonat e nxehta të ndodhjes së aksidenteve. Domethënë, ata përdorën dy teknika të ndryshme të vlerësimit të densitetit: teknikën e thjeshtë dhe opsionin e vlerësimit të densitetit thelbësor që vë në dispozicion Arc GIS Toolbox. Siç pritej, metodologjia e densitetit thelbësor siguroi një saktësi më të lartë të zbulimit të zonave të nxehta për shkak të algoritmit matematik të sofistikuar në krahasim me metodën e llogaritjes së densitetit të thjeshtë. Pas llogaritjes së densiteteve, këto studiuesit zhvilluan një rezultat të përbërë të renditjes së zonave me aksidente më të larta duke kombinuar tre metoda të ndryshme: frekuencën e përplasjeve, dendësinë e përplasjeve dhe metodën e normave të përplasjeve. Sando et al. (2005) përdori algoritmin e fqinjësisë më të afërt për të zbuluar modelin e përplasjes, duke krahasuar avantazhet e kësaj metodologjie me teknika të tjera statistikore të tilla si analiza e regresionit, rrjetet neurale dhe teknikat Bayesian. Këta autorë

sugjeruan që në mungesë të një njohurie prior (paraprake) rreth shpërndarjes së modeleve me të dhëna të numërueshme, rasti fqinjësisë më të afërt është shumë efektive.

Ndërsa analiza e densitetit dhe analiza e fqinjësisë më të afërt janë përdorur shpesh në gjetjen e karakteristikës së pikës, si densiteti ashtu dhe analiza e rastit të fqinjësisë më të afërt i trajtojnë të gjitha pikat e aksidenteve rrugore si të ngjashme. Domethënë këto dy metoda analizojnë vetëm vendndodhjen e pikës, por jo atributet e tyre. Nga ana tjetër statistikën hapësinore marrin në konsideratë dhe vendndodhjen e aksidentit dhe atributet e tyre gjatë vlerësimit. Si rezultat konsiderohet të jetë më e fuqishme marrja në konsideratë jo vetëm e vendndodhjes së aksidenteve rrugor, por edhe aktivitetet që ndodhin në një zonë të caktuar. Në mënyrë të veçantë, analiza hapësinore autokorrelacionit vlerëson masën sipas të cilës vlera e një ndryshoreje X për një vend të caktuar i , është e lidhur me vlerën e kësaj ndryshoreje në vende të afërta/fqinje. Prandaj koncepti themelor i autokorrelacionit hapësinor lidhet me ndërvarësinë e një atributi specifik ndaj hapësirës. Në mënyrë të qartë, kjo është ideja kryesore për investigimin e zonave më përqendrim më të lartë të aksidenteve rrugore, domethënë për të identifikuar vendet me një numër jashtëzakonisht të lartë të llojeve të veçanta të aksidenteve rrugore. Vlerësimi i korrelacionit hapësinor përfshin analizimin e shkallës në të cilën vlera e një variabli për çdo zonë ndryshon njëkohësisht me vlerën e atij variabli në zonën më të afërt. Kur niveli i kovariancës është më i lartë se sa pritej, vende ngjitur kanë vlera të ngjashme dhe autokorrelacioni është pozitiv. Kur niveli i kovariancës së vëzhguar është negativ, vlerat e larta të ndryshoreve janë afër me vlerat e ulëta dhe autokorrelacioni është negativ. Mungesa e kovariancës pozitive apo negative tregon mungesë të autokorrelacionit hapësinor. Për të përcaktuar korrelacion hapësinor, në përgjithësi përdoren dy tregues të njohur: raporti Geary dhe Moran's I . Këto janë të njohura si metoda globale të vlerësimit të autokorrelacionit hapësinor, që masin dhe testojnë nëse shpërndarjet e karakteristikave të pikave janë të grumbulluara ose të shpërndara në hapësirë në lidhje me vlerat e tyre atribuese. Në këtë kontekst, është e rëndësishme të përmendet se të dy raportet Geary-së dhe Moran I masin autokorrelacionin për të dhëna intervale ose në klasa. Shumë studime favorizojnë Moran I pasi karakteristikat e shpërndarjes së tij janë më të dëshirueshme dhe ky tregues ka stabilitet dhe fleksibilitet më të madh. Indeksi Moran I përcaktohet në këtë mënyrë:

$$I = \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_i \sum_j w_{ij}}$$

ku w_{ij} është pesha që përfaqësojnë marrëdhënien e afërsisë ndërmjet vendndodhjes i dhe vendndodhjes fqinje j , x_i është vlera e intervalit ose raportit të ndryshores X në vendndodhjen i , $\bar{x}$ mesatarja e të gjithë x_i -ve, n numri i përgjithshëm i vendndodhjeve, $i = 1, 2, \dots, n$ dhe $j = 1, 2, \dots, n$ dhe S^2 jep masën e shpërhapjes së kampionit. Në rastin e gjetjes së karakteristikës të pikës, në përgjithësi pesha w_{ij} përdoret si e anasjellta e distancës midis dy pikave i dhe j . Kjo rrjedh nga ligji i parë i gjeografisë që sugjeron peshat më të mëdha për pikat që janë afër dhe pesha më të vogla për pikat që janë larg njëra tjetrës. Prandaj w_{ij} është përkufizuar në përgjithësi si $\frac{1}{d_{ij}^\delta}$, ku δ mund të marrë çdo vlerë të mundshme të tillë si 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 ose

ndonjë numër tjetër në bazë të karakteristikave të veçanta ose provave empirike lidhur me dukuritë gjeografike në fjalë. Shumë studime empirike të autokorrelacionit hapësinor kanë treguar se një vlerë δ prej 2.0 për eksponentin e distancës mund të japë një reduktim të

ndjeshëm të rëndësisë së pikave në distancë të largët, duke bërë hapësirën më të lidhur me pikat e fqinjësisë. Prandaj një vlerë gjerësisht e pranueshme e $\delta = 2.0$ merret në konsideratë.

Në kushtet e zgjedhjes midis raportit Geary dhe indeksit Moran I , dallimi më i madh midis tyre është se numëruesi në raportin Geary-së konsiston në katrorin e differencës së vlerave të pikës i dhe pikës j , $(x_i - x_j)^2$ dhe konsiderohet në vend të matjes $(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})$ në rastin e statistikës Morans. Ndërkohë që kjo metodë globale e vlerësimit të autokorrelacionit hapësinor ka ekzistuar për një kohë të gjatë, ka edhe tregues lokal hapësinor, siç është dhe versioni I - i indeksit Moran. Indeksi është përdorur për të treguar nivelin hapësinor të autokorrelacionit në shkallë lokale, pra një vlerë e indeksit llogaritet për çdo njësi hapësinore i . Statistika lokale Moran për njësi i është përcaktuar si:

$$I_i = (x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

Një vlerë e lartë lokale e indeksit Moran I tregon grumbullim vlerash të ngjashme dhe një vlerë e ulët do tregon një grumbullim vlerash të ndryshme të një variabli. Analizat grumbulluese (cluster) të bëna në dispozicion nga GIS parashikojnë vlerësimin e vlerës lokale Moran dhe vlerat Z të lidhura me të gjitha pikat e zonës së studiuar. Rezultati Z përfaqëson rëndësinë statistikore të vlerës së indeksit, d.m.th nëse ngjashmëria e dukshme (ose pangjashmerinë) në vlera midis pikës në fjalë dhe fqinjes së saj është më e madhe se ajo që do të presim thjesht rastësisht. Një vlerë e lartë pozitive Z për një tipar tregon se karakteristikat përreth kanë vlera të ngjashme dhe ndihmojnë për të gjetur zona me lloje specifike të përqëndrimit të aksidenteve. Një rezultat i ulët negativ Z për një tipar tregon që zona është e rrethuar nga vlera të ndryshme. Pasi këto vlera Z janë llogaritur, është e mundur për të identifikuar statistikisht vende të rëndësishme hapësinore me përqëndrim të lartë aksidentesh rrugore.

Shembull

Aplikimi i metodologjisë për të zbuluar kryqëzimet me aksidente më të larta.

Metodologjia e përshkruar në seksionet e mëparshme është aplikuar për të zbuluar përqëndrimin e aksidenteve rrugore në qytetin Inland Empire në SHBA. Ndërsa fokusi i këtij studimi është që të zbulojë vende me aksidente të larta, përplasje fatale, lëndime të rënda dhe aksidente me lëndime të vogla, metodologjia mund të aplikohet për të zbuluar gjithashtu lloje të tjera aksidentesh. Më poshtë diskutohet mbi përshkrimin e të dhënave, e ndjekur kjo nga aplikimi i teknikave hapësinore statistikore në GIS për të zbuluar përqëndrimin e vendndodhjes së aksidenteve, dhe diskutohen rezultatet e fituara.

Të dhënat e përdorura janë marrë nga tre burime të ndryshme, duke përfshirë: të dhëna aksidentesh, karakteristikat hapësinore, dhe të dhënat demografike. Terreni i ekzaminuar në këtë studim janë kryqëzimet sinjalizuese përfshirë kryqëzimet në formë “+” dhe në formë “T”.

- Të dhënat e përplasjeve

Të dhënat e aksidenteve janë marrë nga një database i Sistemit të Identifikimit të Vendndodhjes së Aksidentit të qytetit në shqyrtim. Baza e të dhënave përmban informacion rreth aksidenteve, siç ëshë lloji i aksidentit, mprehtësia, koha e ndodhjes, vendndodhja e aksidentit dhe përshkrimi i vendit, manovrat e automjeteve para një aksidenti, drejtimi i lëvizjes së automjeteve përpara përplasjes, informacion në lidhje me njerëzit e përfshirë në aksident (informacion për të dy shoferin dhe pasagjerin), si dhe informacione për automjetet. Për këtë studim janë mbledhur dhe analizuar të dhëna aksidentesh për periudhën 2001-2004 në kryqëzimet e sinjalizuara. Hulumtimet e mëparshme në identifikimin e zonave të rrezikshme të aksidenteve sugjerojnë se një mesatare e të dhënave të aksidenteve gjatë tre viteve duhet të përdoret për të zbuluar vendndodhjen me përqendrim të lartë aksidentesh. Kjo minimizon luhatjen jonormale të aksidenteve për një vit të caktuar po aq mirë sa edhe regresioni i faktorit kryesor (To-Mean Regression, i përshkruar në kapitullin e pestë). Si rezultat një kombinim i të dhënave të kësaj periudhe tre vjecare është përdorur në këtë studim dhe të dhënat janë kategorizuar si aksidente të lidhura me kryqëzimet në qoftë se një aksident ka ndodhur brenda kufijve të vijës së frenimit të kryqëzimit, ose në qoftë se ajo ka ndodhur brenda zonës së kryqëzimit (nga pika e qendrës së kryqëzimit).

- Të dhënat demografike dhe social-ekonomike

Për të gjetur lidhjen midis të dhënave hapësinore të ndodhjes së aksidentit, është e nevojshme të investigojmë mbi shpërndarjen demografike të një vendi. Në rastin e një aksidenti të ndodhur nga një këmbësor apo një biçiklist supozohet në përgjithësi se njerëzit e përfshirë në atë aksident jetojnë ose punojnë në atë vend. Ndërkohë që asnjë supozim i tillë nuk mund të bëhet në rastin e llojeve të tjera të aksidentit, densiteti i popullsisë dhe shpërndarja demografike mund të shoqërohen me atributet specifike të aksidentit. Për shembull, në qoftë se rajone të caktuara kanë përqindje të lartë të popullsisë së re themi që statistikisht personat e përfshirë në aksidente janë drejtues automjesh të rinj pa eksperiencë, për këto zona duhet të behën investigime të veçanta. Gjithashtu, është nxjerrë nga kërkimet e mëparshme që aksidentet priren të ndodhin më shumë në rajonet me nivele të larta varfërie. Përdoren të dhënat e regjistrimit të dendësisë së popullsisë, të dhënat social-ekonomike si përqindja e popullsisë së varfër dhe të dhënat e shpërndarjes së moshës për të krijuar të dhënat sipërfaqësore në rrjetin GIS. Këto faktorë më pas lidhen me grupimet e aksidenteve për të zbuluar ndonjë grupim të veçantë.

- Variablat hapësinore

Përveç të dhënave të aksidenteve, shpërndarjes demografike dhe të dhënave social-ekonomike, disa ndryshore hapësinore që përdoren në këtë shembull janë vendndodhjet e shkollave dhe të lokaleve. Janë marrë në konsideratë këto dy variabla të veçantë hapësinore sepse këto dy variabla mund të japin të dhëna rastësore dhe mund të përdoren si zëvendësues të variablave hapësinorë për sigurinë e trafikut. Është me interes për të shqyrtuar nëse tiparet hapësinore të tilla si shkolla apo lokalet (si baret dhe pub-et) kanë ndikim të madh në

aksidentet e ndodhura nga këmbësorët. Ndërsa, nuk pretendohet se variablat hapësinore të jenë matës të përsosur për mekanizmat themelor shkakësor, por besohet se të gjithë variablat kapin efektin e mekanizmave themelore shkakësor edhe në qoftë se nuk janë drejtpërdrejtë shkakësorë. Ndërsa të dhënat që lidhen me zonat e shkollave janë marrë direkt në zonë, gjetja e vendndodhjeve të lokaleve nuk është e drejtpërdrejtë. Së pari, GIS nuk disponon një opsion të drejtpërdrejtë që të përfaqësojë të gjitha vendndodhjet e lokaleve. Së dyti, fotografitë e disponueshme nga GIS tregojnë vetëm vendndodhjen e objekteve të licencuara; megjithatë, këto nuk mund të jenë vende ku njerëzit shkojnë dhe shpenzojnë kohë duke pirë alkool. Për shembull, shumë supermarkete kanë marrë licensë të pijeve, megjithatë nuk ka gjasa që alkooli që blihet në këto vende të konsumohet poatje. Për t'u marrë me këtë problem, adresat e bareve dhe pub-eve u identifikuan nga faqet e verdha. Më pas shërbimi gjeo-kodim në GIS është përdorur për të gjetur ato adresa në hartat e rrugëve dhe është krijuar një skemë e re për të treguar vendndodhjen e bareve dhe pub-eve si një pikë. Këto dy skema janë vënë njëra mbi tjetrën duke përfshirë skemën e aksidenteve dhe atë të shpërndarjes demografike për të zbuluar grumbullimin e aksidenteve në zonat e nxehta.

- Metoda hapësinore statistikore në GIS

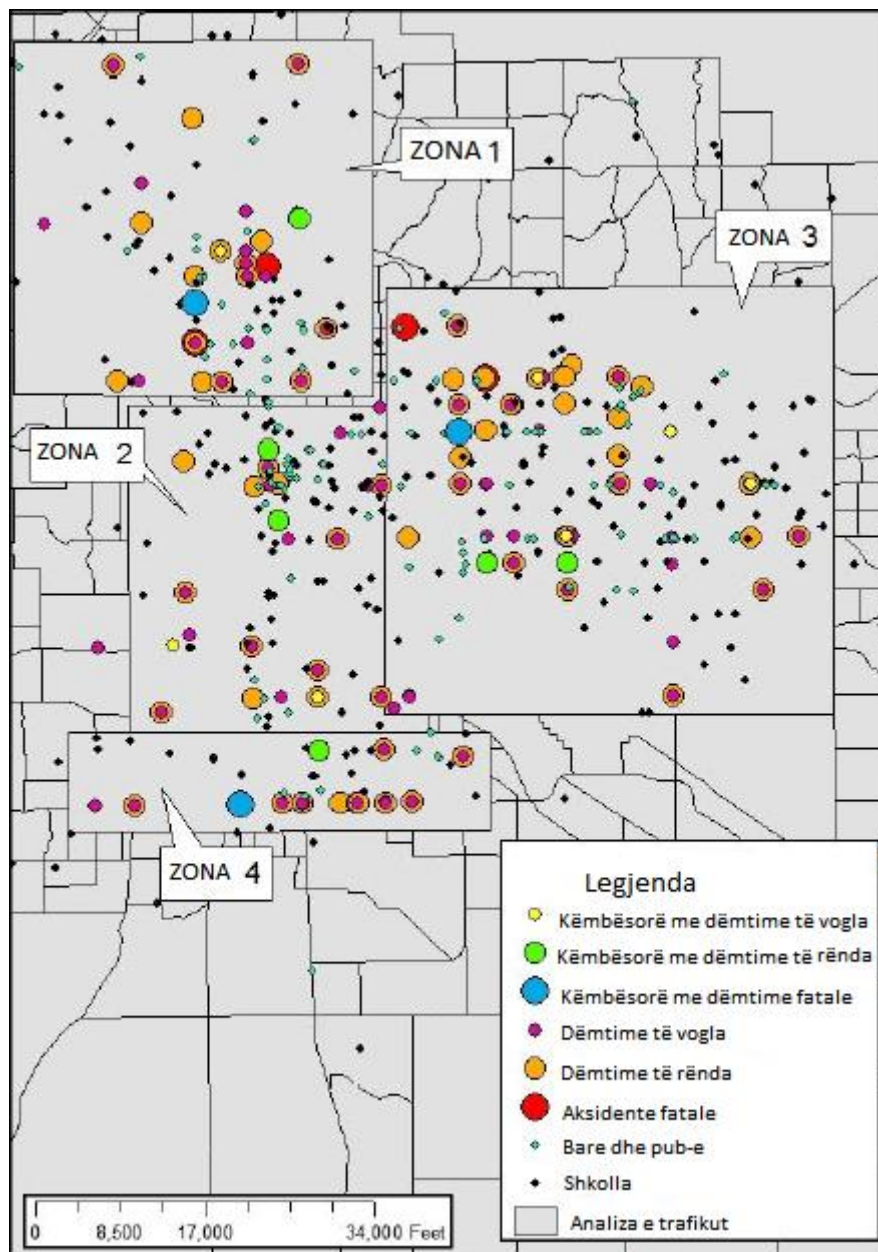
Për të shqyrtuar modelin hapësinor të aksidenteve në këtë studim u fokusua në aksidentet fatale, të rënda dhe përplasjet e vogla më tepër se tek numri i përgjithshëm i aksidenteve. Gjithashtu aksidentet e shkaktuara nga këmbësorët ekzaminohen për të parë modelet e tyre. Siç u përmend më lart, metoda e autokorrelacionit hapësinor është më e avancuar për të investiguar modelin hapësinor sesa metodat kuadratike ose e fqinjësisë më të afërt pasi ajo merr parasysh jo vetëm vendndodhjen e pikës por edhe atributet e pozicionit. Si rezultat, kjo është një teknikë e dobishme për të zbuluar vendndodhjet me probabilitet më të lartë se mesatarja e ndodhjes së aksidenteve me pasojë lëndime duke përfshirë një dëm të madh ekonomik për çdo juridiksion. Koeficienti hapësinor i autokorrelacionit duke përdorur indeksin I - Moran dhe bashkëlidhur me vlerën Z llogariten për aksidente me pasoja fatale. Siç u përmend, një rezultat i lartë pozitiv Z për një tipar tregon se karakteristikat përreth kanë vlera të ngjashme. Prandaj vendndodhjet ku aksidentet fatale dhe lëndimet kanë vlera të Z më të madhe ose baraz me 2 janë vendndodhje me aksidente të grupuara statistikiisht për nivelin e rëndësisë $\alpha = 0.05$.

Këto kryqëzime janë nxjerrë nga analiza origjinale dhe janë shfaqur në figurën 3.5. Nga kjo figurë, është e qartë se ekzistojnë katër rajone kryesore të qytetit, domethënë pjesa veriore, lindore, e mesme dhe jugore ku janë të përqëndruara zonat me aksidente fatale. Pasi janë investiguar mirë rajone, është identifikuar se në të gjitha këto katër zona, aksidentet fatale të shkaktuara nga këmbësorët janë të vendosura brenda rrezes prej katër milje nga shkolla pranë kryqëzimit. Megjithatë, asnjë lidhje e tillë nuk është vërejtur në rastin aksidenteve të rënda apo të vogla nga këmbësorët. Gjithashtu figurat 3.6, 3.7, 3.8 dhe 3.9 tregojnë se automjetet që shkaktojnë aksidente fatale nuk janë shumë afër shkollave apo bareve ose pubeve. Ndërsa, aksidente të rënda dhe të vogla të cilat nuk janë të lidhura me këmbësorë kanë tendencë të jenë të grumbulluara pranë bareve dhe pubeve. Nga këto harta vihet re gjithashtu se në secilën nga zonat 1 dhe 2 ndodhet të paktën një kryqëzim që ka grumbullim të aksidenteve

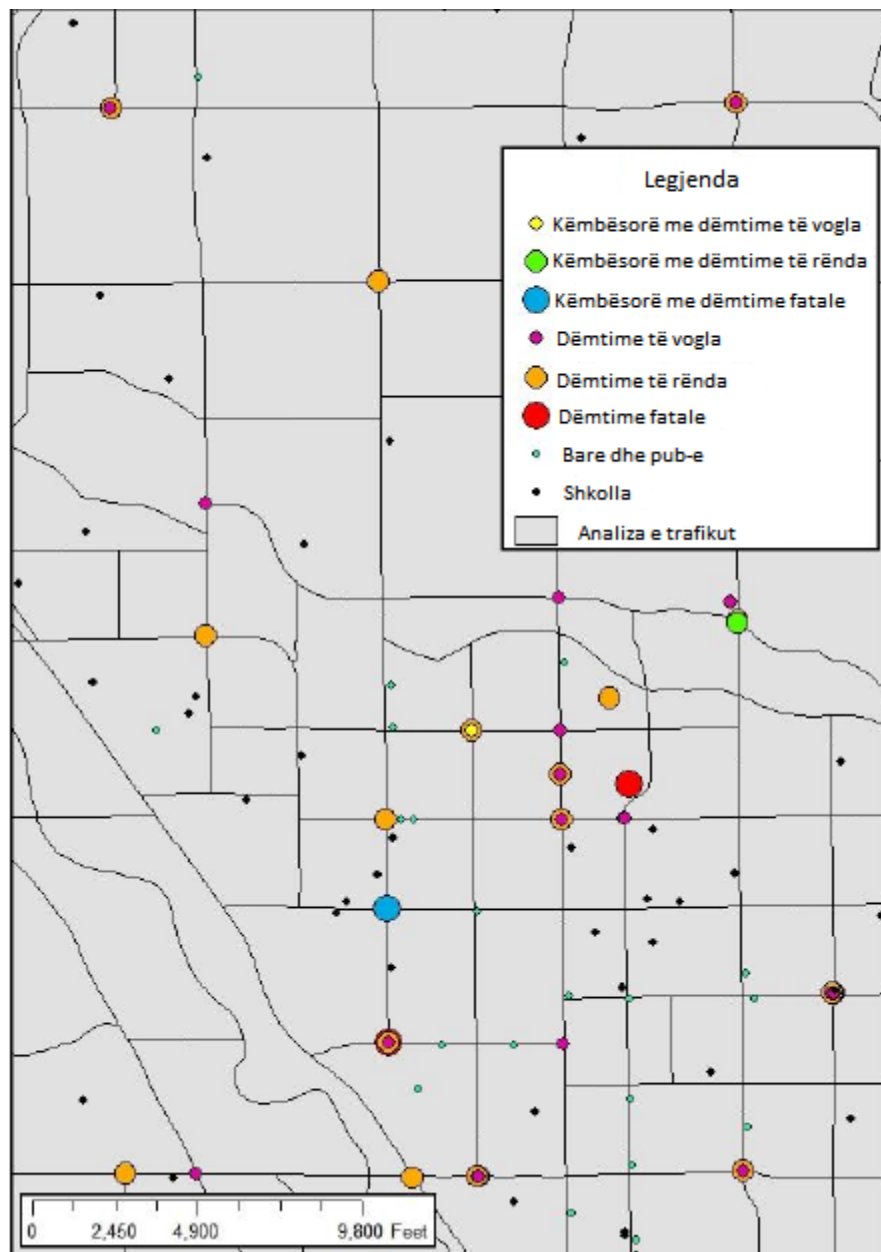
fatale, të rënda si dhe me lëndime të vogla, dhe ata janë pothuajse të afërt me zonën e bareve dhe pub-eve.

Së fundmi, grupet e aksidenteve janë të lidhura me dy shpërndarje të ndryshme të moshës, mosha 15-24 (figura 3.10) dhe mosha 65 e lart (figura 3.11). Ndërsa figura 3.10 nuk tregon ndonjë korrelacion pozitiv me popullsinë e re dhe grupimeve të aksidenteve, figura 3.11 tregon se të moshuarit janë përfshirë në aksidente në vende me popullsi mesatarisht të moshuar. Ashtu si drejtuesit e rinj kanë tendencë të jenë të përfshirë në të dhënat e ndodhjes së aksidenteve ashtu dhe të moshuarit kanë shkallën më të lartë të popullsisë së përfshirë në aksidentet rrugorë të shënuar në një segment të caktuar, këto dy shpërndarje moshe janë investiguar më gjatë.

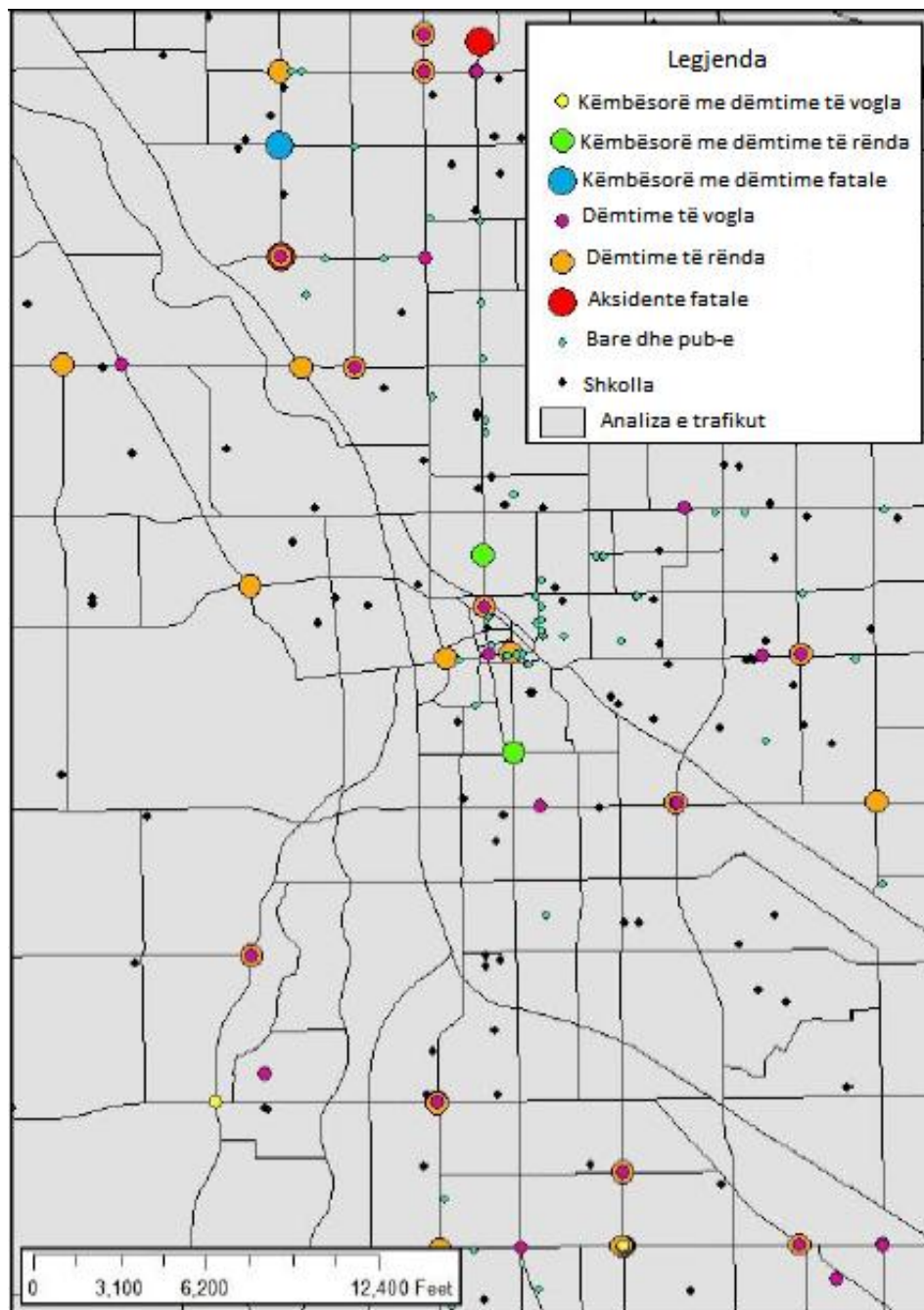
Rezultatet e analizës së këtyre hartave tregojnë se përfshirjet e shoferëve të rinj në aksidente janë disi sporadike, por shpesh janë të përqëndruara afër hapësirave të tilla si shkolla dhe pub-e. Megjithatë, studime të mëtejshme në vende të veçanta janë të nevojshme para krijimit të ndonjë korrelacioni me grup aksidentesh dhe grup moshash specifike.



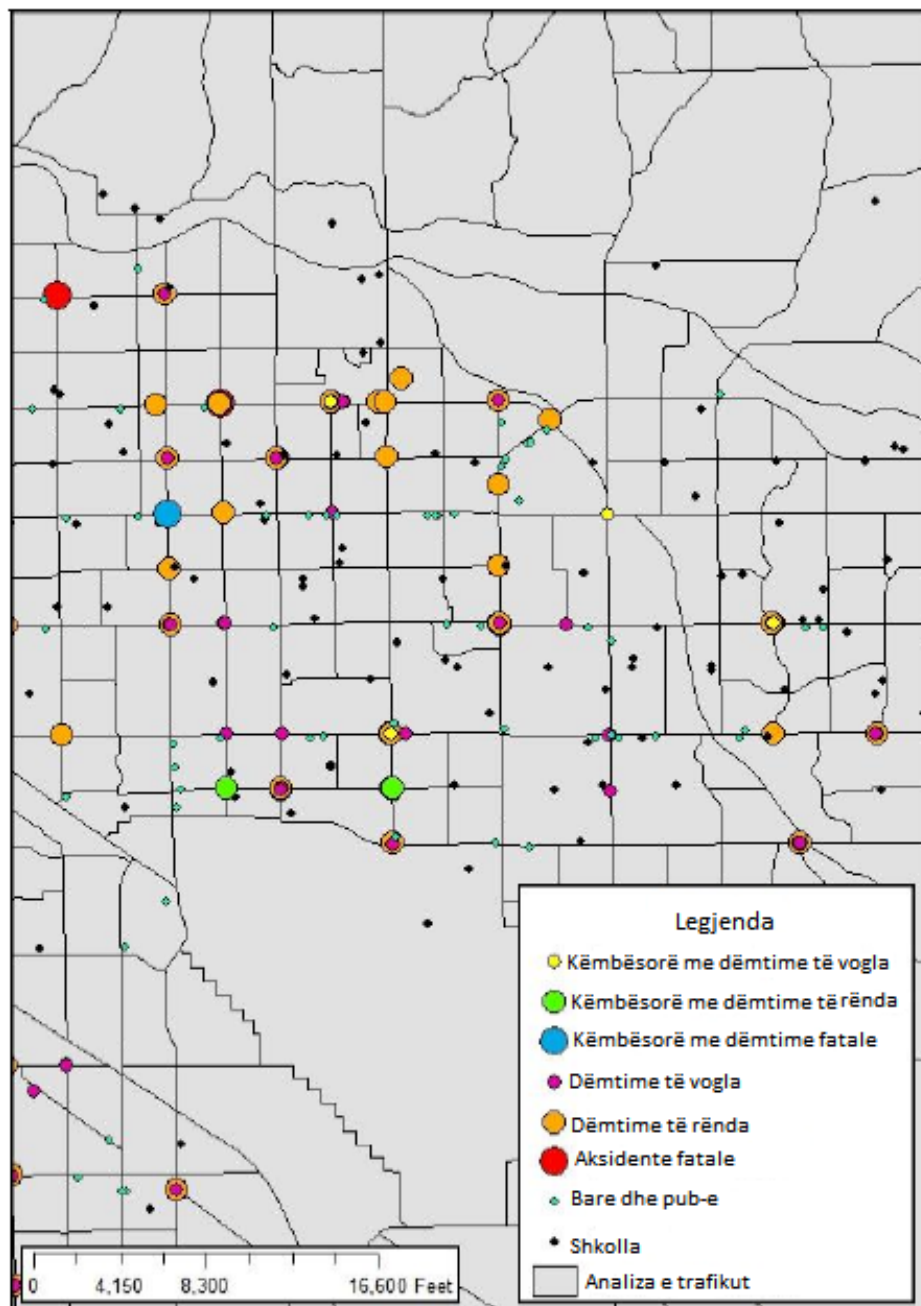
Figurë 3.5. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve.



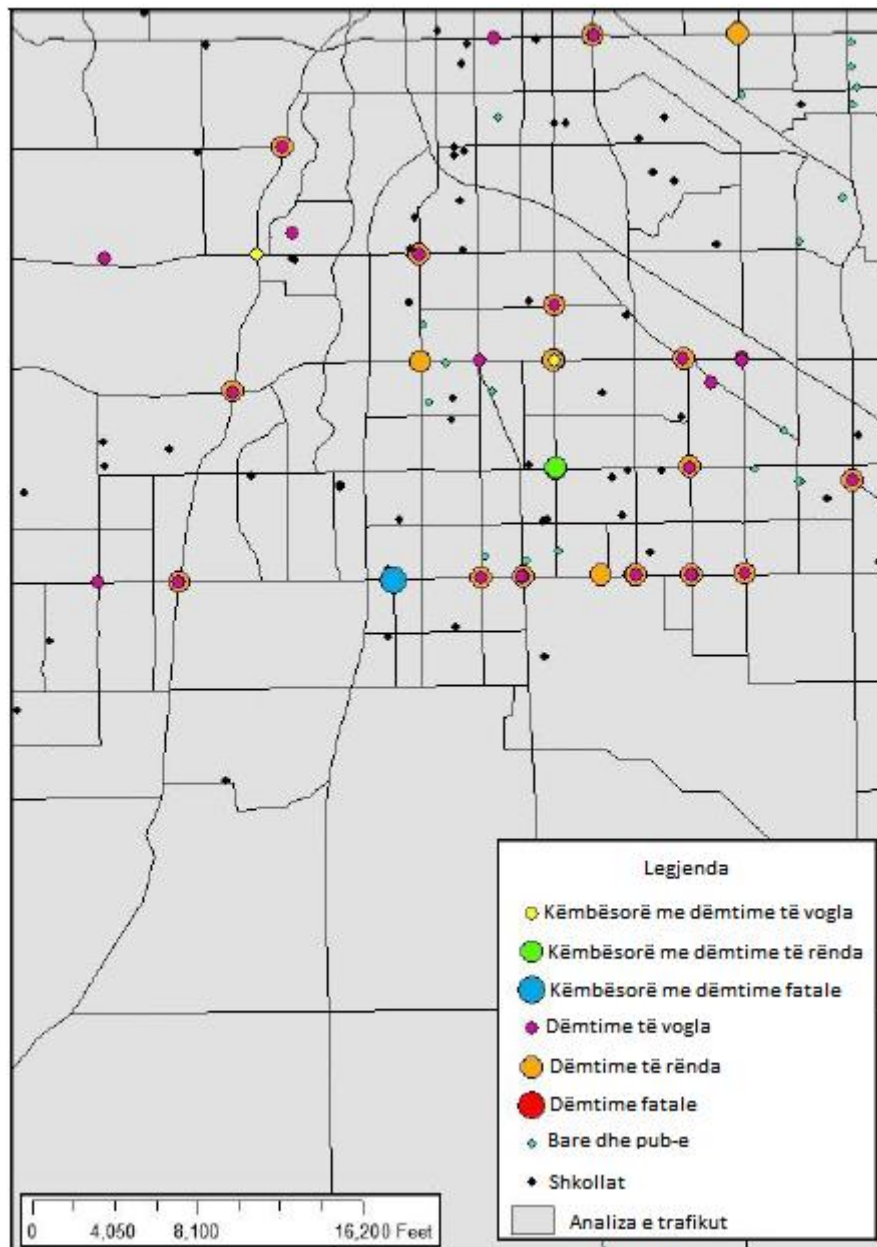
Figurë 3.6. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve, Zona 1.



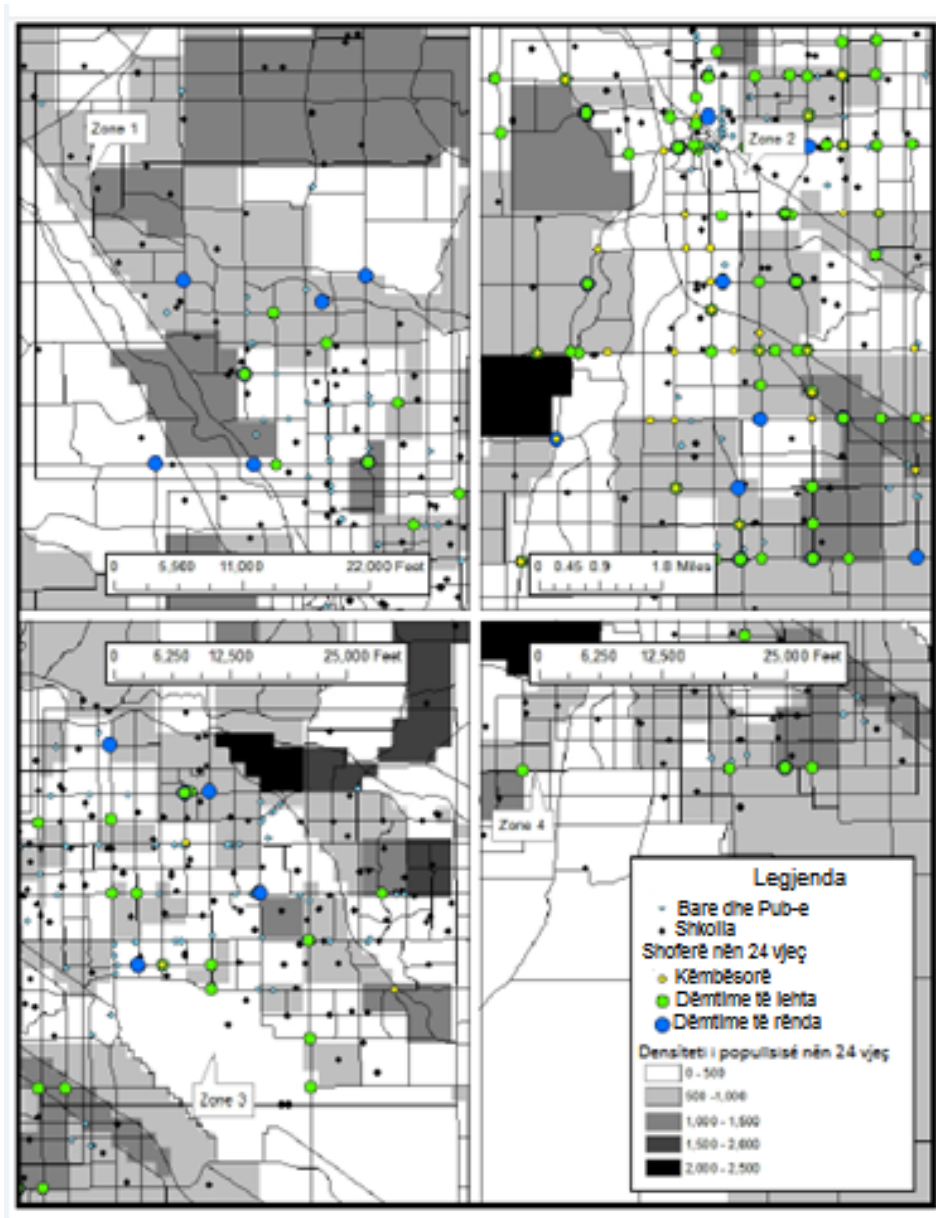
Figurë 3.7. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve, Zona 2.



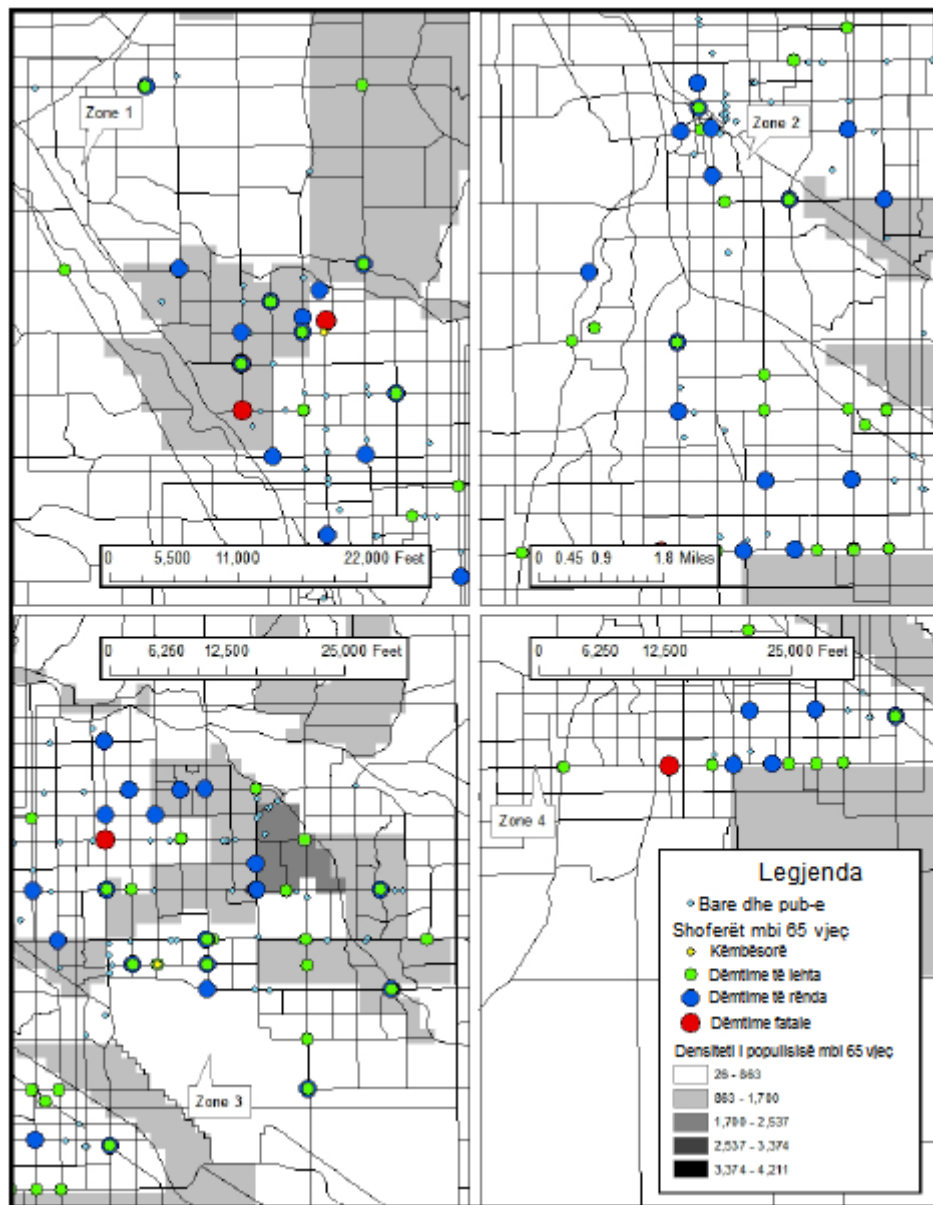
Figurë 3.8. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve, Zona 3.



Figurë 3.9. Shpërndarja e grupimeve të aksidenteve afër shkollave dhe lokaleve, Zona 4.



Figurë 3.10. Grupimi i aksidenteve tek drejtuesit me moshë nën 24 vjeç sipas densitetit të popullimit me moshë nën 24 vjeç afër shkollave dhe lokaleve.



Figurë 3.11. Grupimi i aksidenteve tek drejtuesit me moshë mbi 65 vjeç sipas densitetit të popullimit me moshë mbi 65 vjeç afër lokaleve.

KAPITULLI IV

TEKNIKAT STATISTIKORE PËR MODELIMIN E AKSIDENTIVE

Hyrje

Dëshira për të fituar një kuptim më të mirë të faktorëve që ndikojnë në arsyet e ndodhjes së një aksidenti automobilistik ka qenë në fokus për shumë studiues për dekada me radhë. Megjithatë, në mungesë të të dhënave të hollësishme të lëvizjes së mjeteve që do të na ndihmonin në përmirësimin e identifikimit të shkakut dhe pasojës dhe marrëdhëniet me aksidentet automobilistike individuale, shumica e studiuesve e kanë adresuar këtë problem duke e inkadruar atë në drejtim të kuptimit të faktorëve që ndikojnë në frekuencën e aksidenteve rrugore - numri i aksidenteve që ndodhin në një hapësirë gjeografike (zakonisht një segment rrugor ose kryqëzim) gjatë një periudhe kohe të caktuar. Ky kapitull ofron shqyrtim të detajuar nga çështje kyçe që lidhen me të dhënat e frekuencës së aksidenteve, si dhe pikat e forta dhe të dobëta të trajtimeve të ndryshme metodologjike që kërkuesit kanë përdorur kundrejt këtyre problemeve. Ndërsa zhvillimi i vazhdueshëm i inovacionit të metodologjive (duke përfshirë aplikacionet bashkëkohore të parametrave-rastësor dhe përzierje modelesh të caktuara) kanë përmirësuar në mënyrë thelbësore të kuptuarit e faktorëve që ndikojnë në frekuencat e aksidenteve, kjo është perspektiva e kombinimit të metodologjive evoluese me të dhëna më të detajuara të aksidenteve rrugore që premtonte shumë në të ardhmen. Më tej do përqëndrohemi në disa metoda konvencionale që përdoren për të analizuar aksidentet rrugore. Ky kapitull fokusohet në dy tipe modelesh, në modelet e të dhënave të numërueshme dhe ato të regresit, duke synuar kryesisht vlerësimin e tyre.

4.1 Analiza statistikore e të dhënave të frekuencës së aksidenteve

Duke u nisur nga humbjet e mëdha të shoqërisë që vijnë si rezultat i aksidenteve automobilistike, vazhdimisht kërkohen mënyra për të fituar një kuptim më të mirë të faktorëve që ndikojnë në mundësinë e ndodhjes së aksidenteve me qëllim që të parashikohen më mirë mundësitë për aksident dhe të sigurohen politika drejtuese dhe kundërmasat që kanë për qëllim zvogëlimin e numrit të aksidenteve rrugore. Për fat të keq, të dhënat e detajeve të drejtimit të makinës (nxitimit, frenimit dhe informacione mbi drejtimin, reagimi i shoferit ndaj goditjes, e.t.j) dhe të dhëna të përplasjes (për shembull i asaj që mund të jetë në dispozicion nga kutia e zezë e automjeteve), që do të mundësojë më mirë identifikimin e shkak-pasojës për sa i përket probabiliteteve të aksidentit nuk janë zakonisht të mundshme. Si rezultat, studjuesit i kanë përshtatur teoritë e tyre analitike për të studiuar faktorët që ndikojnë në numrin e aksidenteve që ndodhin në një hapësirë gjeografike (zakonisht një segment rrugor apo kryqëzim) gjatë një periudhe kohe të caktuar (javë, muaj, vit, numri i viteve). Një teori e tillë merret me elementët hapësinor dhe kohor të cilët janë të lidhur me aksidentet, dhe siguron që të vërë në dispozicion të dhëna adekuate për vlerësimin e modeleve statistikore (në kuptimin e variablave të matshëm shpjegues). Kjo nxjerr që të dhënat e frekuencës së aksidenteve të jenë numra të plotë jo negativ, dhe sugjeron aplikimin e metodave të regresit, modelet e të dhënave të numërueshme apo përafrime të tjera që mund të llogarisin në mënyrën e duhur natyrën e plotë të të dhënave.

- Të dhënat dhe çështjet metodologjike

Të dhëna të rëndësishme dhe çështjet metodologjike janë identifikuar në literaturën e frekuencës së aksidenteve gjatë viteve. Këto çështje kanë treguar se mund të jenë një burim potencial gabimi që mund të japin modele statistikore specifike të gabuara të cilat na çojnë në parashikime të gabuara të frekuencës së aksidenteve dhe konkluzione të pasakta në lidhje me faktorët që përcaktojnë frekuencat e aksidenteve. Këto çështje janë përmbledhur në tabelën e mëposhtme dhe janë diskutuar më poshtë:

Të dhënat/Metodologjia	Problemet
Mbishpërndarja	Mund të shkelë disa supozime themelore të modelit me të dhëna të numërueshme të disa vlerësimeve të modelimit.
Nënshpërndarja	Ashtu si mbishpërndarja edhe nënshpërndarja mund të shkelë disa supozime themelore të modelit me të dhëna të numërueshme të disa vlerësimeve të modelimit.
Variablat shpjegues në funksion të periudhës kohore	Mesatarja e variablave gjatë intervaleve kohore të studimit, nuk përfshin variacione të rëndësishme brenda intervaleve kohore të cilat mund të çojnë në vlerësime të gabuara të parametrave
Korrelacioni kohor dhe hapësinor	Korrelacioni kohor dhe hapësinor shkakton humbje në efikasitetin e vlerësimit.
Mesatarja e ulët dhe madhësia e vogël e kampionit	Shkakton një çrregullim në numrin e vëzhgimeve , ku "aksidentet zero" të cilat vërehen mund të shkaktojnë gabime në vlerësimet e parametrave
Korrelacioni midis shkallës së lëndimeve dhe llojeve të aksidenteve	Korrelacioni ndërmjet ashpërsisë dhe llojeve të aksidenteve shkakton humbje në vlerësimin e efikasitetit kur modele të veçanta të numërueshme vlerësohen
Nënvlerësimi (i raportimit të aksidenteve)	Sipas nënvlerësimit të raportimit mund të shtrembërohen parashikimet e modelit dhe të çojë në konkluzione të gabuara në lidhje me ndikimin e variablave shpjegues
Ndikimi i variablave të përjashtuar	Nëse variabla të rëndësishme janë lënë jashtë nga modeli, parametrat e vlerësuar do të jetë të përjashtuar dhe ndoshta të gabuara në lidhje me vlerësimin e rezultateve të variablave shpjegues.
Variablat endogjen	Nëse variablat endogjen përfshihen pa vlerësimet statistikore, korrigjimet e parametrave të vlerësuar do të jenë të zhvendosur dhe konkluzionet do të jenë të gabuara në lidhje me vlerësimin e rezultateve të variablave shpjegues.
Format funksionale	Nëse përdoret funksion i gabuar, rezultati do të jetë i njëanshëm dhe konkluzionet do të jenë të gabuara në lidhje me vlerësimin e rezultateve të variablave shpjegues.

Parametrat fikse	Nëse parametrat janë vlerësuar si të fiksuara, kur në fakt ata ndryshojnë në të gjithë vëzhgimet, rezultati do të jetë i njëanshëm dhe konkluzionet do të jenë të gabuara në lidhje me vlerësimin e rezultateve të variablave shpjegues.
------------------	--

Tabelë 4.1. Lidhja e të dhënave dhe çështjeve metodologjike me të dhënat e frekuencave të aksidenteve.

- Mbishpërndarja

Një karakteristikë e dukshme e të dhënave të frekuencës së aksidenteve është se varianca mund të tejkalojë mesataren e numrit të aksidenteve. Kjo është problematike pasi karakteristikat e teorive më të përdorshme të vlerësimit të modelimit të të dhënave të numërueshme (modeli regresiv Puasonian i cili është diskutuar më poshtë) kufizojnë mesataren dhe dispersionin për të qenë të barabarta. Kur të dhëna me mbishpërndarje janë prezente, vlerësimi i një modeli të përgjithshëm Puasonian mund të bëjë vlerësimin e parametrave të gabuar duke e lidhur me faktorin që përcakton frekuencën e aksidenteve. Në modelet e të dhënave të numërueshme, vlerësimet aktuale të mbishpërndarjes mund të ndikohen nga një sërë faktorësh, si grupimet e të dhënave (lagje, rajone, e.t.j), korrelacioni i përkohshëm i pallogaritur, dhe modeli i humbjes së specifikimit. Ndërsa vlerësuesit e modelit të mbishpërndarjes mund t'i atribuohen këtyre faktorëve, Lord et al. (2005) argumenton se ka një shpjegim themelor për mbishpërndarjen që mund të tregohet duke parë të dhënat e aksidenteve si produkt i provave të Bernulit me një probabilitet jo të barabartë të ngjarjeve (kjo është e njohur edhe si prova e Puasonit). Kohët e fundit, disa studiues kanë raportuar se modeli i vlerësimit të mbishpërndarjes mund të minimizohet në masë të madhe duke përmirësuar specifikimin e modelit (Miaou & Song, 2005; Mitra & Washington, 2007).

- Nënshpërndarja

Edhe pse të rralla, të dhënat e aksidenteve nganjëherë karakterizohen nga nënshpërndarje, ku mesatarja e numrit të aksidenteve në zona rrugore është më e madhe se varianca, sidomos kur vlera mesatare e modelit është shumë e ulët. Më parë është treguar se shumë modele tradicionale me të dhëna të numërueshme prodhojnë vlerësime jo korrekte për parametrat në prezencën e të dhënave me nënshpërndarje (Oh et al, 2006; Lord et al, 2009.).

- Variablat shpjegues në funksion të periudhës kohore

Për shkak se të dhënat e frekuencës së aksidenteve merren në konsideratë për një periudhë kohore, fakti që variablat shpjegues mund të ndryshojnë në mënyrë të konsiderueshme gjatë kësaj periudhe kohore nuk merret në konsideratë, zakonisht për shkak të mungesës së të dhënave të detajuara brenda periudhës kohore. Injorimi që i bëhet brenda periudhës së ndryshimit të variablave shpjegues mund të çojë në humbje të mëdha të informacionit shpjegues. Për shembull, në qoftë se jemi duke modeluar numrin e aksidenteve në muaj dhe sasia e reshjeve është një nga variablat shpjegues, shpërndarja e reshjeve gjatë muajit (me orë apo edhe minutë) ka të ngjarë të ketë një influencë të lartë në ndodhjen e aksidenteve, por në përgjithësi përdoren të dhënat e reshjeve që janë shumë më të grumbulluara dhe kështu

informacioni i rëndësishëm është humbur duke përdorur intervale kohore diskrete - me intervale më të mëdha që rezultojnë në humbje më të mëdha të informacionit. Kjo mund të japë gabime në vlerësimin e modelit, si rezultat i heterogjenitetit të pakonstatuar (Washingtoni et al., 2010). Përveç kësaj, grumbullimi i të dhënave për periudha kohore mund të çojë në njëanësim, veçanërisht në modelet jolineare. Ky njëanësim i grumbullimit është një problem i njohur edhe në analizën statistikore të të dhënave diskrete (Washington et al., 2003, 2010).

- Korrelacioni kohor dhe hapësinor

Për të shmangur informacion e humbur të variablave shpjegues në varësi të kohës, të dhënat shpesh merren për intervale të vogla kohore. Për shembull, në qoftë se disponojmë një vlerë vjetore të aksidenteve dhe mund ti ndajmë këto të dhëna në 12 vëzhgimet mujore dhe të marrim parasysh numrin e aksidenteve në muaj. Megjithatë, kjo tani do të thotë se e njëjta njësi rrugore (segment rrugor, kryqëzim) do të gjenerojë vëzhgime të shumëfishta, dhe këto vëzhgime do të jenë të korreluara përgjatë kohës për shkak se shumë prej efekteve të pa vëzhguara që janë të lidhura me njësinë rrugore do të mbeten të njëjta gjatë kohës. Nga një perspektivë statistikore, kjo vendos një korrelacion në gabimet e vlerësimit të modelit, i cili ndikon negativisht në saktësinë e vlerësimit të parametrave. Në mënyrë të ngjashme, mund të jetë dhe korrelacioni në hapësirë, sepse subjektet e rrugës që janë në afërsi mund të ndajnë efektet e pa vëzhguara. Kjo përsëri krijon një korrelacion të gabimeve midis vëzhgimeve dhe rezultateve në problemet që lidhen me parametrat e vlerësimit. Aspekti kohor i këtyre modeleve ngrre mundësinë e një teorie modifikimi të metodologjisë së serive kohore me variabla të varur të vazhdueshëm të tilla si modelet heteroskedastike të varura nga autoregresiviteti dhe modelet e kushtëzuara heteroskedastike të varura nga autoregresiviteti. Sidoqoftë, shtrirja e këtyre metodave me variabla të varur të vazhdueshëm në kontekstin e të dhënave të numërueshme është e kufizuar.

- Mesatarja e ulët dhe madhësia e vogël e kampionit

Për shkak të shpenzimeve të mëdha që lidhen me procesin e mbledhjes së të dhënave, për të dhënat e aksidenteve shpesh bëhen një numër i vogël vëzhgimesh. Përveç kësaj, të dhënat e aksidenteve për disa njësi rrugore mund të kenë një sasi të vogël të aksidenteve që rezultojnë deri në zero. Të dhënat që karakterizohen nga madhësia e vogël dhe mesatare të ulët të kampionit mund të shkaktojnë problemet në vlerësimin e modeleve tradicionale me frekuencave të numërueshme të aksidenteve. Për shembull, me një përmasë të vogël të kampionit, vlerat karakteristike të dëshirueshme të disa teknikave të vlerësimeve të parametrave (si vlerësimi i përgjasisë maksimale) nuk mund të realizohen. Me mesatare të ulët të kampionit (dhe me mbizotërim zerosh) shpërndarja e aksidenteve me të dhëna të numërueshme mund të anojë drejt zeros, gjë e cila çon në vlerësime të gabuara të parametrave të aksidenteve dhe jep konkluzione të gabuara. Gjithashtu, Lord (2006) tregoi se parametri i dispersionit të shpërndarjes binomiale negative mund të vlerësohet gabimisht kur përdoren të dhëna nga madhësi të vogla të kampionit dhe vlera mesatare të ulët të kampionit. Vlerësimi i gabuar i parametrave të dispersionit gjithashtu ndikon negativisht në vlerësime që lidhen me parametrat e modelit.

- Korrelacioni i shkallës së lëndimeve dhe llojeve të aksidenteve

Të dhënat e aksidenteve shpesh janë klasifikuar në bazë të shkallës së lëndimeve prej tyre apo llojit të aksidentit. Për shembull, duke e klasifikuar një aksident nga personi i plagosur më rëndë mund të rezultojë në një aksident të klasifikuar si fatal, lëndime deri në humbje të aftësive, dëmtim jo shumë të rënda, dëmtime të mundshme dhe pa dëmtime. Klasifikimi i aksidenteve sipas llojit të goditjes mund të përfshijë rezultate të tilla si mbyllje të rrugës, një automjet të dalë nga rruga, devijim kënd drejtë, dhe rrëshkitje anësore. Përafrimi më i drejtë i modelit është që të marrim në konsideratë të gjitha frekuencat e ndodhjes së aksidenteve (duke përfshirë të gjitha shkallët e lëndimeve dhe llojet e aksidenteve), dhe të merremi më shkallën e lëndimeve dhe llojin e aksidentit veçmas kur numri total i aksidenteve të jetë vendosur përfundimisht. Megjithatë, disa studiues kanë kërkuar të zhvillojnë modele të veçanta të frekuencave së aksidenteve për shkallë të ndryshme të lëndimeve dhe llojeve të aksidenteve por nëse realizohen modele të tilla në këtë mënyrë, rezultojnë një problem i madh statistikor për shkak se ka një numërim përgjatë shkallës së lëndimeve dhe llojit të aksidenteve. Për shembull, një rritje në numrin e aksidenteve të cilat janë klasifikuar si plagosje deri në humbje të aftësive gjithashtu do të shoqërohet me një ndryshim në numër të aksidenteve të cilat janë klasifikuar me lëndime të llojeve të tjera, gjithashtu do të shoqërohet me disa ndryshime në numrin e aksidenteve të cilat janë klasifikuar nga lloje të tjera plagosje, gjë e cila krijon një korrelacion midis modeleve të gjetjes së rezultateve të aksidenteve rrugore dhe modeleve të frekuencës. Kjo kërkon nevojën për një strukturë më të ndërlikuar të modelit për të llogaritur korrelacionin e modelit të kryqëzimit.

- Nënvlërësimi (i raportimit të aksidenteve)

Për shkak se aksidentet me pasoja të rënda kanë më pak të ngjarë të ndodhin në të dhënat e aksidenteve, ka një problem serioz në lidhje me nënvlerësimin e raportimit të aksidenteve. Edhe pse shkalla e nënvlerësimit të raportimit të aksidenteve për çdo nivel të aksidenteve të rënda nuk njihet saktësisht, kohët e fundit kërkimet kanë treguar se modelet e vlerësimit të të dhënave të numërueshme mund të prodhojnë vlerësime të zhvendosura atëherë kur nuk merret parasysh raportimi jo i plotë i aksidenteve në procesin e vlerësimit të modelit. Raportim jo i plotë i të dhënave të aksidenteve ka qenë një problem i madh në analizën e sigurisë për shumë vite dhe në autostrada (Elvik & Mysen, 1999). Kërkimet në këtë temë kanë treguar se aksidentet me të dhëna fatale nuk kanë shumë gjasa për tu raportuar, ndërsa aksidentet me plagosje të lehta janë ato që kanë gjasa të raportohen (Aptel et al., 1999). Hauer & Hakkert (1988) dhe James (1991) kanë treguar se probabiliteti nëse një aksident do të raportohet nuk varet vetëm nga fakti i shkallës së lëndimeve në aksidente por edhe nga raportimi i agjensive funksionale (qytete, rajone, e.t.j.).

- Ndikimi i variablave të përjashtuar

Ndodh shpesh që të kërkohej të zhvillohet një model i thjeshtuar me pak variabla shpjegues (për shembull, duke përdorur volumnin e trafikut si i vetmi variabël shpjegues në model). Megjithatë, si me të gjitha metodat tradicionale të vlerësimit statistikor, duke lënë jashtë variabla shpjegues shumë të rëndësishëm përftojmë vlerësime të gabuara të pazhvendosura dhe parashikime të gabuara të frekuencës së aksidenteve (Washington et al., 2003, 2010). Ky është rasti kur variabli i përjashtuar është i korreluar me variablat e përfshirë në specifikim.

- Variablat endogjen

Ka raste kur variabla shpjegues në model mund të jenë endogjen, prandaj vlerat e tyre mund të varen nga frekuenca e aksidenteve. Një shembull i këtij problemi është frekuenca e aksidenteve të lidhura me rrëshkitjet në akull dhe efektiviteti i shenjave akull-paralajmëruese në reduktimin e kësaj frekuencave (ky është problemi endogjenitetit studiuar nga Carson & Mannering, 2001). Duke zhvilluar një model të frekuencës së aksidenteve, një tregues për praninë e një shenjë paralajmëruese akulli do të ishte një mënyrë e të kuptuarit të ndikimit të shenjave paralajmëruese. Megjithatë, shenjat akull-paralajmëruese ka më shumë mundësi të vendosen në ato vende më numër të lartë aksidentesh të shkaktuara nga akulli, dhe për këtë arsye janë endogjen (variabli shpjegues do të ndryshojë në varësi të ndryshimit të variablit të varur).

Nëse ky endogjenitet do të injorohet, vlerësimet e parametrave do të jenë të njëanshëm. Në rastin e treguesit të shenjës akull-paralajmëruese, duke injoruar endogjenitetin mund të arrihet në përfundimin e gabuar për arsye se shenja akull-paralajmëruese në fakt rrit frekuencën e aksidenteve të lidhura me praninë e akullit sepse shenja do të jetë e lidhur me zona me frekuencë të lartë të rrëzimeve nga akulli (sepse këto janë vende ku ka shumë mundësi të jenë të vendosura shenjat). Kim dhe Washington (2006) studiojnë një rast të ngjashme të problemit kur bënë studimin e efektivitetit të kthimit në anën e majtë të korsisë në kryqëzime. Kjo është një rast endogjen, sepse kthimet në anën e majtë kanë më shumë të ngjarë të jenë të vendosura në kryqëzimet me një numër të lartë të aksidenteve në rastin e kalimit në të njëjtin krah.

Llogaritja e variabla endogjenë me metodën tradicionale të katrorëve më të vegjël të modeleve të regresit është relativisht e drejtë (Washington et al. 2003, 2010). Megjithatë, për modelet me të dhëna të numërueshme, proceset e modelimit të aplikuar nuk kanë varësi nga teknikat tradicionale të korrigjimit me variabla endogjenë (të tilla si variablat instrumentale). Si pasojë, llogaritja e variabla endogjenë shton një kompleksitet të konsiderueshëm në procesin e modelimit të të dhënave të numërueshme (Kim & Washingtonin, 2006)

- Format Funksionale

Forma funksionale e modelit përcakton marrëdhënien midis variablit të varur dhe variablave shpjegues dhe është një pjesë e rëndësishme e procesit të modelimit. Shumica e modeleve me të dhëna të numërueshme supozojnë se variabla shpjegues ndikojnë në variablat e varur në disa forma lineare. Megjithatë, sugjerohet se funksionet jo-lineare karakterizojnë më së miri marrëdhëniet midis frekuencës së aksidenteve dhe variablave shpjegues. Këto funksione jolineare mund të jenë mjaft komplekse dhe kërkojnë procedurat e përfshira të vlerësimit (Miaou & Lord, 2003).

- Parametrat fikse

Modelimi tradicional statistikor nuk lejon vlerësimet e parametrave të ndryshojnë përgjatë vëzhgimeve. Kjo nënkupton se efekti i variablit shpjegues mbi shpeshtësinë e aksidenteve është i detyrueshëm të jetë i njëjtë për të gjitha vëzhgimet (për shembull, efektet e një variabli të caktuar si numri i miljeve të kryera nga automjeti gjatë një periudhe kohore është i njëjtë në të gjitha segmentet e rrugës). Megjithatë, për shkak të variacioneve të pavëzhguara nga një

segment rrugor në tjetrin (heterogjeniteti i pavëzhguar) mund të presim që parametrat e vlerësuar të disa variablave shpjegues të ndryshojnë në segmente të ndryshme rruge. Nëse disa parametra do të ndryshojnë përgjatë vrojtimeve dhe modeli është vlerësuar sikur ata të ishin të fiksuar, rezultatet e parametrave të vlerësuar do të jenë të zhvendosur dhe mund të nxirren konkluzione të gabuara. Teknikat e vlerësimit ekzistojnë për parametrat e lejuar që ndryshojnë përgjatë vëzhgimeve, por procesi vlerësimit të modelit bëhet në mënyrë më komplekse (Washington et al., 2010).

4.2 Modelet e të dhënave të numërueshme

Të dhënat e numërueshme konsistojnë në vlera të plota jo negative dhe janë hasur shpesh në fenomenet e modelimit – riprezantim i thjeshtëzuar sesi diçka ndodh ose funksionon në botën reale (në analizën e sigurisë, modelimi përdoret si mjet analitik për të ndihmuar në kryerjen e parashikimeve të dukurive të aksidenteve). Shembuj të variablave me të dhëna të numërueshme në transport përfshijnë numrin e itinerarit të drejtimit që ndryshon gjatë javës, numrin e shmangieve të udhëtimit që ndyshon gjatë javës, frekuencën e përdoruesve të mjeteve që përdorin sistemet inteligjente të transportit gjatë disa periudhave kohore, numrin e automjeteve që presin në rradhë, dhe numrin e aksidenteve të vëzhguara në një segment rrugor për vit. Një gabim i përgjithshëm është modelimi i të dhënave të numërueshme si të dhëna të vazhduara duke aplikuar metodën e katrorëve më të vegjël të regresit. Ky trajtim nuk është korrekt pasi modelet e regresit japin vlera parashikuese të cilat nuk janë të plota dhe gjithashtu parashikojnë vlera negative, të dyja sëbashku janë të papajtueshme me të dhënat e numërueshme. Ky kufizim bën analizën e regresionit standart të papërshtatshëm në modelimin e të dhënave të numërueshme pa modifikuar variablat e varur.

Të dhënat e numërueshme janë modeluar siç duhet nga disa metoda, më të përdorshmet e të cilave janë:

- Modeli Puasonian
- Modeli Binomial Negativ
- Modeli Puasonian dhe Binomial Negativ me Strukturë Zero

Këto modele përshkruhen në pjesët e mëposhtme në mënyrë më të detajuar.

4.2.1 Modeli Puasonian

Modeli Puasonian është më i përdorshmi dhe më i aplikuari në një hapësirë të gjerë të të dhënave të numërueshme në transport, e cila përafron ngjarjet e pazakonta të të dhënave të numërueshme, si dukuria e aksidenteve, mospjekësia në prodhim ose përpunim, dhe numri i automjeteve që presin në një rradhë. Një kërkesë e shpërndarjes Puasoniane është që pritja matematike barazon variancën e të dhënave.

Duke konsideruar numrin e aksidenteve të ndodhura për vit në seksione të ndryshme rrugësh, probabiliteti i një seksioni rruge i me y_i numër aksidentesh për vit (ku y_i është numër i plotë, jo negativ) shprehet si më poshtë:

$$P(y_i) = \frac{EXP(-\lambda_i)\lambda_i^{y_i}}{y_i!}, \quad y_i=0, 1, 2, 3, \dots \quad (4.1)$$

$P(y_i)$ - probabiliteti i një seksione rruge i me y_i numri i aksidenteve për vit
 y_i - numri i aksidenteve për vit për një seksion të dhënë i
 λ_i - parametri i Puasonit për seksionin i

Modelet Puasoniane janë llogaritur duke specifikuar parametrin Puasonian λ_i (numri i pritshëm i aksidenteve për vit) si një funksion i variablave shpjegues. Marrëdhënia e zakonshme ndërmjet variablave shpjegues dhe parametrin Puasonian është modeli log-linear,

$$\lambda_i = EXP(\beta X_i) \text{ ose } LN(\lambda_i) = \beta X_i \quad (4.2)$$

ku X_i është vektori i variablave shpjegues dhe β vektori i parametrave të vlerësuar. Në këtë formulim, numri mesatar i aksidenteve për periudhë jepet nga formula $E(y_i)=\lambda_i=EXP(\beta x_i)$. Ky model është vlerësuar nga metoda e përgjasisë maksimale, me funksion përgjasie

$$L(\beta) = \prod \frac{EXP[-EXP(\beta X_i)][EXP(\beta X_i)]^{y_i}}{y_i!} \quad (4.3)$$

Logaritmi i funksionit të mësipërm është i thjeshtë për tu vlerësuar, dhe jepet si më poshtë:

$$LL(\beta) = \sum_{i=1}^n [-EXP(\beta X_i) + y_i \beta X_i - LN(y_i!)] \quad (4.4)$$

Si shumica e modeleve statistikore, parametrat e vlerësuar përdoren për vlerësimet e karakteristikave të popullimit të panjohur që mendohet të ndikojë në procesin e numërueshëm. Vlerësuesit e përgjasisë maksimale përftojnë parametra Puasonian të qëndrueshëm, asimptodikisht normal dhe asimptodikisht eficient.

Për të përtuar njohuri në rezultatet e vlerësimit të parametrave, njehsohet elasticiteti për të përcaktuar efektet e variablave të pavarur. Elasticitetet japin një vlerësim të ndikimit të një variabli në frekuencën e pritur dhe janë interpretuar si efekte që masin ndryshueshmërinë në 1% të variablit në frekuencën e pritshme λ_i . Për shembull, një elasticitet -1,32 është interpretuar si një rritje prej 1% në variablin që zvogëlon frekuencën e pritur me 1.32 % . Elasticitetet janë mënyrë e saktë e vlerësimit relativ të ndikimit të secilit variabël në model. Elasticiteti i frekuencave λ_i është përcaktuar si:

$$E_{x_{ik}}^{\lambda_i} = \frac{\partial \lambda_i}{\partial x_{ik}} \times \frac{x_{ik}}{\lambda_i} = \beta_k x_{ik} \quad (4.5)$$

ku E përfaqëson elasticitetin, x_{ik} është vlera e variablit të pavarur k për vëzhgimin i , β_k është parametri i vlerësuar për variablin e pavarur k , dhe λ_i është frekuenca për vëzhgimin i . Elasticitetet llogariten për çdo vëzhgim i . Është e zakonshme për të raportuar një elasticitet të vetë si mesatare e elasticiteteve për të gjitha i .

Elasticiteti në ekuacion e mësipërm është i përshtatshëm vetëm për variablat e vazhdueshëm, të tilla si gjerësia e korsisë së autostradës apo gjatësia vertikale e kurbës. Kjo nuk është e vlefshme për variablat jo të vazhdueshëm të tilla si variabla tregues që marrin vlerat zero ose një. Për variablat tregues, njehsohet një pseudoelasticitet për të vlerësuar një elasticitet të

përafërt të variablave. Pseudoelasticiteti jep ndryshimin në rritje në frekuenca e shkaktuar nga ndryshimet në variablat tregues. Pseudoelasticiteti, për variablat tregues, llogaritet si më poshtë:

$$E_{x_{ik}}^{\lambda_i} = \frac{EXP(\beta_k)-1}{EXP(\beta_k)} \quad (4.6)$$

Një tjetër rrugë për interpretimin e efektit të variablave specifik është të llogarisim efektet minimale, të cilat matin efektin e ndryshueshmërisë në 1% të një variabli x në variablat e varur. Ato llogariten nëpërmjet formulës:

$$ME_{x_{ik}}^{\lambda_i} = \frac{\partial \lambda_i}{\partial x_{ik}} = \beta_k EXP(\beta X_i) \quad (4.7)$$

Efektet minimale shpesh interpretohen më lehtë se ato të elasticitetit, veçanërisht tek variablat me vlera zero ose një dhe variablat e plotë. Sidoqoftë, meqenëse efektet e elasticitetit dhe minimale përcaktojnë sëbashku impaktin e variablave specifik, është e domosdoshme të aplikojmë njërën ose tjetrën – por jo të dyja sëbashku pasi është e panevojshme.

Theksojmë se probabilitetet Puasoniane për vëzhgimin i llogariten duke përdorur formulat:

$$P_{0,1} = EXP(-\lambda_i) \quad (4.8)$$

$$P_{j,i} = \left(\frac{\lambda_i}{i}\right) P_{j-1,i}, \quad j = 1, 2, 3 \dots; i = 1, 2, \dots, n \quad (4.9)$$

Ku $P_{0,1}$ është probabiliteti i vëzhgimit i të ngjarjeve me probabilitet 0 gjatë një periudhe specifike vëzhgimi.

4.2.2 Modeli Binomial Negativ

Kur varianca e të dhënave është më e madhe se pritja matematike, thuhet se të dhënat kanë mbishpërndarje ($E[y_i] < VAR[y_i]$) dhe vektori i parametrave është i pazhvendosur në qoftë se nuk janë marrë masat korrigjuese. Mbishpërndarja lind për disa arsye, varet nga fenomeni gjatë studimit. Në disa studime arsyeja primare është se variablat që ndikojnë gjatë vëzhgimeve në shpërndarjen Puasoniane janë lënë mënjanë nga regresioni. Në raste tilla, të dhënat e numërueshme me mbishpërndarje modelohen me shpërndarjen binomiale negative, e cila është përfutur nga ekuacioni 4.2 e tillë që, për çdo vëzhgim i :

$$\lambda_i = EXP(\beta X_i + \varepsilon_i) \quad (4.10)$$

ku $EXP(\varepsilon_i)$ është termi i gabimit me shpërndarje-gamma me pritje matematike 1 dhe variancë α . Futja e këtij termi lejon variancën të ndryshojë nga pritja matematike si më poshtë:

$$VAR[y_i] = E[y_i][1 + \alpha E[y_i]] = E[E[y_i] + \alpha E[y_i]]^2$$

Modeli i Puasonit konsiderohet si model i limituar i modelit binomial negativ me α afër 0, që do të thotë se selektimi ndërmjet këtyre dy modeleve varet nga vlera α . Parametri α shpesh referohet si parametri i mbishpërndarjes.

Shpërndarja Negative Binomiale ka trajtën:

$$P(y_i) = \frac{\Gamma((1/\alpha)+y_i)}{\Gamma(1/\alpha)y_i!} \left(\frac{(1/\alpha)}{(1/\alpha)+\lambda_i}\right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_i}{(1/\alpha)+\lambda_i}\right)^{y_i} \quad (4.11)$$

ku $\Gamma(\bullet)$ është funksioni gamma.

Ky formulim rezulton me funksion përgjasie maksimale

$$L(\lambda_i) = \prod_i \frac{\Gamma((1/\alpha)+y_i)}{\Gamma(1/\alpha)y_i!} \left(\frac{(1/\alpha)}{(1/\alpha)+\lambda_i}\right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_i}{(1/\alpha)+\lambda_i}\right)^{y_i} \quad (4.12)$$

Kur të dhënat janë me mbishpërndarje, pranuar se termi variaciones është më i madh se ai që presim gjatë një procesi Puasonian. Ndërsa mbishpërndarja rritet, e njëjta gjë ndodh dhe me variancën e vlerësuar, dhe si pasojë të gjitha gabimet standarte të parametrave të vlerësuar bëhen të rëndësishëm.

Një test për mbishpërndarjen është trajtuar nga Cameron&Trivedi (1990) bazuar në supozimin se gjatë modelit Puasonian, $(y_i - E[y_i])^2 - E[y_i]$ ka pritje matematike zero, ku $E[y_i]$ është vlerësimi pikësor i λ_i . Kështu, hipotezat bazë dhe alternative janë:

$$H_0: \text{VAR}[y_i] = E[y_i]$$

$$H_A: \text{VAR}[y_i] = E[y_i] + \alpha g(E[y_i])$$

ku $g(E[y_i])$ është një funksion i vlerësimeve pikësore, vlera e të cilit merret nga barazimi $g(E[y_i]) = E[y_i]$ ose $g(E[y_i]) = E[y_i]^2$. Për të kontrolluar këtë hipotezë, vlerësohet një regresion i thjeshtë linear ku:

$$Z_i = \frac{(y_i - E[y_i])^2 - y_i}{E[y_i]\sqrt{2}} \quad (4.13)$$

$$W_i = \frac{g(E[y_i])}{\sqrt{2}}$$

Pasi përftojmë $Z_i = bW_i$ me $g(E[y_i]) = E[y_i]$ dhe $g(E[y_i]) = E[y_i]^2$, në qoftë se b është statistikisht sinjifikant në të dy rastet, atëherë H_0 nuk pranohet për funksionin e posaçëm g .

4.2.3 Modeli Puasonian dhe Binomial Negativ me Strukturë Zero

Washington *et al.* (2003) përshkroi fenomenin e ngjarjeve zero. Një vëzhgim i ngjarjeve zero gjatë një periudhe vëzhgimi mund të rrjedhë nga dy kushte të ndryshme kualitative (cilësore). Njëri kusht mund të rezultojë nga dështimi i vëzhgimit të një ngjarje gjatë një periudhe vëzhgimi, kushti tjetër kualitativ mund të rezultojë ndonjëherë nga një pamundësi e përvojës (eksperiencës) së ngjarjes. Seksione autostradash mund të konsiderohen si një strukturë me aksidente zero pasi mundësia e aksidenteve është shumë e vogël (ndoshta numri i pritshëm i raportimit të aksidenteve shfaqet në periudhën një herë në 100 vjet). Kështu që struktura zero me të dhëna të numërueshme i referohet situata ku mundësia që një ngjarje të shfaqet është e rrallë krahasimisht me strukturë normale të të dhënave të numërueshme ku dukuria e shfaqjes së ngjarjeve është e pashmangshme dhe ndjek disa procese të njohura.

Dy aspekte të kësaj dukurie jo kualitative me strukturë zero janë të rëndësishme. Së pari, është një mbizotërim zerosh tek të dhënat- më shumë seç parashikohet gjatë një procesi Puasonian. Së dyti, një kampion i zgjedhur që nuk është i nevojshëm të jetë zero ose afër strukturës zero reflekton probabilitet të papërfillshëm krahasuar me gjëndjen normale. Janë trajtuar modelet Puasoniane dhe Binomial Negativ me strukturë zero.

Modeli i parë supozon që ngjarjet, $Y=(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ janë të pavarura dhe modeli është:

$$y_i = 0 \text{ me probabilitet } p_i + (1-p_i)EXP(-\lambda_i) \quad (4.14)$$

$$y_i = y \text{ me probabilitet } \frac{(1-p_i)EXP(-\lambda_i)\lambda_i^y}{y!}$$

$$\text{ku } VAR[y_i] = E[y_i] + \left[1 + \frac{p_i}{1-p_i} E[y_i]\right] \quad (4.15)$$

Modeli i dytë ndjek një formulim të ngjajshëm me ngjarjet, $Y=(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ të pavarura dhe me trajtë:

$$y_i = 0 \text{ me probabilitet } p_i + (1-p_i) \left(\frac{(1/\alpha)}{(1/\alpha) + \lambda_i} \right)^{1/\alpha} \quad (4.16)$$

$$y_i = y \text{ me probabilitet } (1-p_i) \left[\frac{\Gamma((1/\alpha) + y) u_i^{1/\alpha} (1-u_i)^y}{\Gamma(1/\alpha) y_i!} \right], \quad y_i = 1, 2, 3, \dots$$

ku

$$u_i = \frac{(1/\alpha)}{[(1/\alpha) + \lambda_i]}$$

Metoda e përgjasisë maksimale përdoret gjithashtu për të vlerësuar këto lloje modelesh.

Testimin për përshtatshmërinë e përdorimit të modeleve me strukturë zero më mire se modelet tradicionale e kryejmë nëpërmjet testit Vuong (Vuong, 1989). Ky test është i përshtatshëm për situatat kur shpërndarjet (Puasoniane ose Binomial Negative) janë specifikuar. Kjo statistikë, për çdo vëzhgim i njehsohet si më poshtë:

$$V = \frac{\sqrt{n}[(1/n)\sum_{i=1}^n m_i]}{\sqrt{(1/n)\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}} = \frac{\sqrt{n}(\bar{m})}{S_m} \quad (4.17)$$

$$m_i = LN\left(\frac{f_1(y_i / X_i)}{f_2(y_i / X_i)}\right)$$

dhe $f_1(y_i / X_i)$ është densiteti probabilitar i modelit të parë, $f_2(y_i / X_i)$ është densiteti probabilitar i modelit të dytë, $\bar{m}$ mesatarja, S_m devijimi standart dhe n përmasa e kampionit. Kjo statistikë ka shpërndarje asimptotikisht normale, dhe në qoftë se $|V|$ është më e vogël se vlera kritike $V_{kritike}$ që gjendet në tabelën e shpërndarjes normale, atëherë testi nuk për zgjedh asnjë nga modelet e propozuara. Për vlera positive të V më të mëdha se $V_{kritike}$ atëherë favorizohet modeli i parë, ndërsa për vlera negative favorizohet modeli i dytë. Për shembull, nëse shënojmë $f_1(\cdot)$ densitetin e modelit binomial negative me strukturë zero dhe $f_2(\cdot)$ densitetin e modelit binomial negative, duke supozuar nivelin e besueshmërisë 95% (rrjedhimisht, $V_{kritike}=1.96$), në qoftë se $V>1.96$ favorizohet modeli binomial negative me strukture zero ndërsa një vlerë $V<-1.96$ favorizon modelin binomial negative. Vlerat ndërmjet tregojnë se testi nuk është vendimtar. Testi Vuong aplikohet në të njëjtën mënyrë për të testuar modelet Puasoniane dhe Puasoniane me strukturë zero.

4.3 Regresioni Linear

Në analizën e aksidenteve rrugore modelet e regresit janë metodat më të vjetra që janë përdorur për modelimin e aksidenteve. Në këtë pjesë do merremi gjerësisht me trajtimin e tyre dhe zbatimin në modelimin e aksidenteve rrugore. Regresioni linear është një nga metodat më të studjuara gjerësisht dhe i aplikuar statiskisht. Së pari, është i përshtatshëm për të modeluar një shumëllojshmëri të marrëdhënieve midis variablave. Veç kësaj supozimet për modelet e regresionit linear janë zakonisht të kënaqshme në shumë aplikime praktike. Gjithashtu, rezultatet finale të modeleve të regresionit janë relativisht të thjeshta për tu interpretuar dhe për tu përcjellë tek të tjerët, vlerësimi numerik i tyre është relativisht i thjeshtë dhe programi për vlerësimin e modeleve është i lexueshëm në disa “paketa programesh”. Regresioni linar mundet gjithashtu të mbipërdoret më shumë ose të përdoret më pak seç duhet. Në disa raste supozimet janë të përafërta dhe përcaktimi i alternativave nuk

dihet, nuk kuptohet, apo nuk aplikohet. Për më tepër, teknika më shumë të avancuara kërkojnë programe të specializuara dhe njohuri për të bërë vlerësimin e tyre.

Regresioni linear shërben si një pikënisje e shkëlqyer për të ilustruar procedurat e vlerësimit të modeleve statistikore. Megjithatë është një model fleksibël dhe i dobishëm, aplikimi i regresionit linear kur metodat e tjera janë më të përshtatshme duhet të shmanget.

Më poshtë do ilustrojmë vlerësimin e modeleve të regresionit linear, kur këto modele janë të përshtatshme, si të interpretohen rezultatet e modelit të regresionit linear dhe si të përzgjedhim ndërmjet modeleve konkurruese të regresionit linear. Trajtohet dhe algjebra e matricave për të ilustruar konceptet por vetëm ato më të nevojshmet dhe më të rëndësishmet në aspektin analitik.

4.3.1 Modelet lineare të regresit në analizën e aksidenteve

Regresioni linear përdoret për të modeluar marrëdhëniet lineare midis variablave të varur të vazhdueshëm dhe një ose më shumë variablave të pavarur. Shumë aplikime të regresionit kërkojnë identifikimin e një sërë variablash shpjeguese që kanë si qëllim të mbulohen nëpërmjet variablave të varur. Në përgjithësi shpjegimi i modeleve të rastësishme bazohet në të dhënat e përfituara nga eksperimentet e mirëkontrolluara, modelet cilësore janë të bazuara në të dhënat e përfituara nga vëzhgimet e studimeve, dhe cilësia e kontrollit të modeleve bazohet në të dhënat e përfituara nga një proces ose sistem që është nën kontroll. Nëse variablat e pavarur janë të lidhur me ndryshimet e variablave të varur, kjo varet nga një sërë faktorësh dhe nuk mund të përcaktohet si bazë e një modeli statistikor të vetëm.

Ka shumë supozime (ose kërkesa) mbi modelet e regresionit linear. Kur ndonjë prej tyre nuk përputhen, veprimet duhet të merren në konsideratë, dhe në disa raste adaptohen modele alternative.

Një supozim në regresion është që: variabli i varur y është i vazhdueshëm, që do të thotë se, mund të marrë çdo vlerë brenda hapësirës së vlerave. Një variabël i vazhdueshëm matet nga një interval ose ndarje klasash. Pavarësisht, edhe pasi përftohet, regresioni me variabla të varur të renditur në një shkallë rendore është problematik.

Për shembull, variablat e numërshëm (të plotë dhe jo negativë) duhet të modelohen nëpërmjet modeleve me të dhëna të numërshme. Modelimi variablave të varur nominal (variabla diskret që nuk janë të renditur) kërkon rezultate diskrete për vlerësimin e modelimit.

4.3.2 Lidhja ndërmjet variablave të regresit

Forma e modelit të regresionit kërkon që marrëdhëniet ndërmjet variablave në thelb të jetë lineare – një marrëdhënie e drejtpërdrejtë midis variablit të varur Y dhe variablave shpjegues. Modeli i thjeshtë i regresionit linear jepet nëpërmjet:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \varepsilon_i \quad (4.18)$$

Në këtë shprehje algjebrike të modeleve të thjeshta të regresionit linear, variabli i varur Y_i është funksion i një konstanteje β_0 (pika ku vija pret aksin e Y) dhe konstantes β_1 shumëzohet me vlerën x_1 të variablit të pavarur X për vëzhgimin i , plus termin e gabimit ε_i .

Simbolit i i korrespondon një vëzhgimi ku $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Në shumë zbatime variabli varur Y_i është funksion i shumë variablave shpjegues. Në këto raste të shumëllojshme është më efikase të shprehësh një model regresioni linear në një formë matricore, ku:

$$Y_{n \times 1} = X_{n \times p} \beta_{p \times 1} + \varepsilon_{n \times 1} \quad (4.19)$$

Ekuacioni 4.19 është model i një forme matricore, ku indeksi përshkruan përmasën e matricës. Për shembull, matrica X është me përmasë $n \times p$, ku n numri i vëzhgimeve dhe p numri i variablave të matur për çdo vëzhgim.

Kërkesa linearitetit nuk është aq kufizuese sa dukej në fillim sepse shkallët e të dy variablave të varur dhe të pavarur janë transformuar, zakonisht gjendet një varësi e përshtatshme lineare. Ka edhe disa raste kur transformimi nuk është i përshtatshëm, duke kërkuar një model të ndryshëm të strukturës siç është regresioni logjistik, metoda Puasoniane, e.t.j.

Një supozim i nevojshëm për të kryer vlerësime rreth popullimit që interesohemi kërkon që të dhënat të jenë të rastësishme dhe krahasimisht të pavarura nga popullimi. Pavarësia kërkon që probabiliteti i një vëzhgimi të përzgjedhur të mos ndikohet nga vëzhgimet e selektuara më parë. Në disa raste përzgjedhja e rastësishme përdoret në vend të një vëzhgimi të rastësishëm dhe skemat apo rastet e tjera të vëzhgimeve si vëzhgimet e shtresuara dhe të grumbulluara janë përshtatur në strukturën e modelit të regresionit me matje të korigjuara.

Ndërsa dallimi midis ekuacionit të një regresioni në vijë të drejtë dhe modelit të regresionit linear është në hasjen e termit të gabimit ε_i , vetë termi i gabimit konsiston në disa komponent të ndryshëm. Fillimisht, ai mund të përmbajë variabla të ndikuar që lihen jashtë modelit- duke supozuar të jenë shumë e disa efekteve të vogla dhe të parëndësishme, disa pozitive dhe të tjerët negativ. Së dyti, ai përmban gabime të matshme në variablat e varur, ose jo përpikmëri në matshmërinë e Y , duke supozuar përsëri të jetë i rastësishëm. Si përfundim, ai përmban variacione të rastit të cilat ekzistojnë në procesin e përpunimit të të dhënave të marra. Për termin e gabimit ε_i kemi:

$$E[\varepsilon_i] = 0 \text{ dhe } \text{VAR}[\varepsilon_i] = \sigma^2 \quad (4.20)$$

Ekuacioni mësipërm tregon se mesatarja e gabimeve të modelit është zero, varianca σ^2 është e pavarur gjatë vëzhgimeve. Kjo karakteristikë i referohet supozimit të homoskedasticitetit që nënkupton efektin e pasigurisë së modelit, duke përfshirë këtu edhe efektet e pashqyrtuara, gabimin në matje, dhe variacionin rastësor. Kur gabimet janë heteroskedastike (sistematike gjatë vëzhgimeve), atëherë përdoren modele të tjera alternative.

4.3.3 Regresorët dhe gabimet e pakorreluara

Termet e gabimit në një regresion linear kanë varësinë e mëposhtme:

$$\text{COV}[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = 0 \quad \text{për } i \neq j \quad (4.21)$$

Ky ekuacion specifikon se gabimet janë të pavarura nga vëzhgimet. Kur vëzhgimet përseriten ky supozim çënohet, kështu që heterogjeniteti i pavëzhguar i termit të gabimit ε_i është i korreluar brenda individëve. Të dhënat hapësinore mund të shfaqin varësi nga vëzhgimet e lidhura me vendndodhjen. Vëzhgimet gjatë kohës, gjithsesi, janë situatat më të zakonshme në të cilat termet e gabimit janë të korreluar. Kur këto gabimet kanë korrelacion, metodat e serive kohore janë më të përdorshmet për këtë situatë.

Regresorët dhe gabimet e pakorreluara njihen si ekzogjeniteti i regresit. Kur regresorët janë ekzogjene, ato nuk kanë korrelacion me termat e gabimit. Ekzogjeniteti nënkupton se vlerat e regresit përcaktohen nga faktorët që ndikojnë “jashtë modelit”. Kështu Y nuk ndikon direkt vlerën e një regresori ekzogjen. Në terma matematikorë, do të thotë:

$$COV[X_i, \varepsilon_j] = 0 \quad \forall i \text{ dhe } j \quad (4.22)$$

Kur një variabël i rëndësishëm është endogjen (gjë e cila varet nga Y), atëherë përdoren metoda alternative, siç është ajo e variablave instrumental (shih, Dervishi & Kuka, 2012), ose modelet e ekuacioneve strukturore.

4.3.4 Vlerësimi i gabimeve me shpërndarjen normale

Edhe pse nuk ka një kërkesë për vlerësimin e modeleve të regresionit linear, termat e gabimit kërkojnë të jenë me shpërndarje normale për të nxjerrë konkluzione mbi paramtrat e modelit. Në këtë vështrim teorema qendrore limite lejon nxjerrjen e një konkluzioni ekzakt mbi të dhënat e parametrave statistikor. Të kombinuara me një supozim të pavarur, ky supozim rezulton gabime që janë të pavarura dhe me shpërndarje të njëjtë normale dhe kërkon:

$$\varepsilon_i \approx N(0, \sigma^2) \quad (4.23)$$

Ky përafrim është i vlefshëm sepse gabimet për çdo kampion nuk priten që të jenë ekzaktësisht me shpërndarje normale kjo si rezultat i variacioneve të vëzhgimeve.

Tabela mëposhtme paraqet një përmbledhje të supozimeve të modelit të regresit.

Supozimet Statistikore	Shprehjet Matematikore
1. Forma funksionale	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + e_i$
2. Pritja e matematike e gabimeve	$E[\varepsilon_i] = 0$
3. Homoskedasticiteti i gabimeve	$VAR[\varepsilon_i] = \sigma^2$
4. Autokorrelacioni i gabimeve	$COV[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = 0 \text{ n.q.s } i \neq j$
5. Jokorrelacioni i regresionit dhe gabimit	$COV[X_i, \varepsilon_j] = 0 \quad \forall i \text{ dhe } j$
6. Shpërndarja e gabimit	$\varepsilon_i \approx N(0, \sigma^2)$

Tabelë 4.2. Supozimet analitike të modelit të regresit.

4.3.5 Bazat e regresionit

Objekti i regresionit ideal është të modelojë marrëdhënien midis variablit të varur Y me një ose më shumë variabla të pavarur X . Aftësia për të treguar diçka mbi mënyrën sesi X ndikon tek Y ndeshet tek parametrat β të modelit të regresionit. Regresioni përpiket të kërkojë informacionin dhe karakteristika rreth parametrave të modelit të popullimit duke marrë të dhëna nga vlerësimet e kampionit β , sesi ato sillen dhe çfarë mund të na tregojnë ato mbi kampionin dhe rrjedhimisht rreth popullimit.

Modeli i regresionit linear ekziston për gjithë popullimin e interesuar dhe është:

$$E[Y_i|X_i] = E[\beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \dots + \beta_{p-1} X_{p-1,i}] \quad (4.24)$$

Modeli i vërtetë i popullimit është formuluar teorikisht, vlera e pritur e Y_i me kusht vektorin X_i është pritja matematike me kusht. Në disa tekste simbolet e pritjes matematike të kushtëzuar hidhen poshtë, por duhet kuptuar që mesatarja ose vlera e pritur e Y_i kushtëzohet nga vektorët kovariant për vëzhgimin i . Modeli i popullimit paraqet një model postulat teorik, vlerat e parametrave të cilëve nuk njihen, janë konstant dhe shënohen me β siç tregohet në ekuacionin 4.24. Parametrat janë të panjohur sepse ky ekuacion bazohet në të gjithë karakteristikat e popullimit. Gjithashtu parametrat β janë terma konstant që pasqyrojnë marrëdhënien e vërtetë thelbësore midis variablave të pavarur $X_1, X_2, \dots, X_{p-1}$ dhe variablit të varur Y_i , sepse popullimi N konsiderohet i fundëm në një kohë të caktuar. Modeli i popullimit përmban p parametra dhe janë përfshirë n vëzhgime.

Termat e panjohur të gabimit për modelin regresion të popullimit (ekuacioni 4.23) jepen nëpërmjet ekuacionit:

$$\varepsilon = Y_i - \hat{Y}_i = Y - E[\beta_0 + \beta_1 X_{1,i} + \beta_2 X_{2,i} + \dots + \beta_{p-1} X_{p-1,i}] \quad (4.25)$$

Shprehjet ekuivalente të modeleve të popullimit (ekuacionet 4.24 dhe 4.25) në formë matricore jepen:

$$\hat{Y} = X\beta + \varepsilon \quad (4.26)$$

dhe

$$\varepsilon = Y - \hat{Y} = Y - X\beta \quad (4.27)$$

Regresioni ndërtohet me qëllimin që informacioni rreth parametrave të panjohur dhe konstanteve β -ta të popullimit përftohet duke përdorur informacionin e përfituar nga kampioni. Kampioni përdoret për të vlerësuar variablat rastësor β - që luhaten nga kampioni në kampion - dhe karakteristikat e këtyre përdoren për vlerësimet rreth parametrave β - të popullimit. Ka shumë procedura që vlerësojnë parametrat e modelit të popullimit të bazuar në të dhënat e kampionit, duke përfshirë metodën e katrorëve më të vegjël dhe funksionin e përgjasisë maksimale.

4.3.6 Vlerësuesi i katrorëve më të vegjël

Vlerësimi i katrorëve më të vegjël është metoda më e zakonshme e vlerësimit e përdorur në aplikimet e regresit. Ky vlerësim përdor sëbashku algjebren standarte dhe matricore e cila tregohet duke përdorur ekuacionin 4.26 dhe 4.27 për rastet e modelit të regresit të thjeshtë si një pikënisje.

Së pari, marrim në konsideratë shprehjen algjebrike të metodës së katrorëve më të vegjël të modelit të regresit në ekuacionin 4.24. Ashtu siç mund të pritët, kjo metodë kërkon një zgjidhje minimale për katrorët e gabimeve, pra një zgjidhje që minimizon funksionin Q të paraqitur si më poshtë:

$$Q_{\min} = \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_j)_{\min}^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - [\beta_0 + \beta_1 X_i])_{\min}^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)_{\min}^2 \quad (4.28)$$

Vlerat e β_0 dhe β_1 që minimizojnë funksionin Q janë vlerësimet e parametrave të metodës së katrorëve më të vegjël. Padiskutim që β_0 dhe β_1 janë parametrat e panjohur të popullimit, kështu që këto dy vlerësues të përfutur, që janë variabla rasti që ndryshojnë nga kampioni në kampion. Duke barazuar derivatet e pjesshme të Q në lidhje me β_0 dhe β_1 me zero, përfitojmë vlerësuesit e metodës së katrorëve më të vegjël:

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_0} = 2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i) = 0 \quad (4.29)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta_1} = 2 \sum_{i=1}^n X_i (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i) = 0 \quad (4.30)$$

Zgjidhim ekuacionet e mësipërme duke përdorur β_0 dhe β_1 për të treguar respektivisht vlerësimet e β_0 dhe β_1 , nga rivendosja e këtyre termave përfitojmë:

$$\sum_{i=1}^n Y_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_i \quad (4.31)$$

dhe

$$\sum_{i=1}^n X_i Y_i = \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n X_i + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_i^2 \quad (4.32)$$

Siç mund të pritët, ekziston një ekuacion normal i metodës së katrorëve më të vegjël i gjeneruar për çdo parametër në model, p.sh një model regresioni linear me $p=5$ gjeneron pesë ekuacione normale. Ekuacionet 4.31 dhe 4.32 janë ekuacionet normale të katrorëve më të vegjël për modelin e thjeshtë të regresit. Nga zgjidhja e ekuacioneve 4.31 dhe 4.32 në lidhje me parametrat β përfitojmë:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (4.33)$$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n Y_i - \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n X_i \right) = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X} \quad (4.34)$$

Derivati i matricës algjebrike, ekuivalenti i ekuacioneve normal për regresin e thjeshtë $Y = X\beta$ është i drejtpërdrejtë dhe konsiston në matricën e mëposhtme:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = X\beta = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} \quad (4.35)$$

Veprimet e mëposhtme matricore përdoren për zgjidhjen e β -ve:

Hapi 1: $Y = X\beta$

Hapi 2: $X^T Y = X^T X B$ (4.36)

Hapi 3: $(X^T X)^{-1} X^T Y = (X^T X)^{-1} X^T X B = B$

Vektori β paraqitet si $\hat{\beta}$, meqë është vektori i vlerësuar i β -ve. Hapi i dytë i këtij ekuacioni përdoret për të treguar ekuivalencën e ekuacioneve normale (ekuacionet 4.31 dhe 4.32) të përfutuara nga përdorimi i zgjidhjeve algjebrike dhe matricore. Hapin e dytë mund ta rishkruajmë si mëposhtë:

$$\begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & \vdots \\ 1 & x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} \quad (4.37)$$

Produkti matricor i të cilit jepet në trajtën:

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n Y_i \\ \sum_{i=1}^n Y_i X_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n X_i \\ \sum_{i=1}^n X_i & \sum_{i=1}^n X_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \end{bmatrix} \quad (4.38)$$

Hapi i tretë i ekuacioneve 4.36 përdoret për të përfutur parametrat e metodës së katrorëve më të vegjël për një model regresioni me parametër p .

Shembull

Studimi i trafikut ditor mesatar vjetor (AADT) në Minnesota.

Ky shembull konsiston në 121 vëzhgime të disponueshme. Variablat e mbledhur dhe shkurtime të tyre paraqiten në tabelën 4.3. Një model regresi është vlerësuar duke përdorur parametrat e vlerësuar nga metoda e katrorëve më vegjël si një pikënisje. Specifikimi fillestar bazohet në një model që përmban AADT si funksion të CNTYPOP, NUMLANES, dhe FUNCTIONALCLASS:

$$AADT = \beta_0 + \beta_1(CNTYPOP) + \beta_2(NUMLANES) + \beta_3(FUNCTIONALCLASS) + \text{gabimet.}$$

Nr. Variablave	Përshkrimi i Variablave
1	AADT: Mesatarja vjetore e trafikut ditor të automjeteve
2	CNTYPOP: Popullimi i qytetit ku ndodhet seksioni rrugor (përfaqësues për densitetin e popullimit)
3	NUMLANES: Numri i korsive në seksionin rrugor
4	WIDTHLANES: Gjerësia e seksionit rrugor në feet
5	ACCESSCONTROL: 1 për hyrjet e kontrolluara lehtësisht; 2 për hyrjet e pakontrolluara
6	FUNCTIONALCLASS: Klasifikimi rrugor sektorial; 1=autostradë rurale, 2=jo autostradë rurale, 3=autostradë urbane, 4=jo autostradë urbane
7	TRUCKROUTE: Kushtet e kufizimit të tregtisë; 1=jo kufizime tregtie, 2=kufizimet e tonazhit, 3=koha e kufizimeve ditore, 4=tonazhet dhe koha e kufizimeve ditore, 5=jo tregti
8	LOCALE: Përcaktimi i terrenit të përdorur; 1=rural, 2=urban me popullim ≤ 50 000, 3=urban me popullim > 50 000

Tabelë 4.3. Variablat e mbledhur për modelin e regresit.

Modeli i ndërtuar nuk është determinist pasi luhatjet e shumta rastësore në AADT ekzistojnë nga dita në ditë si rezultat i luhatjeve të numrit të banorëve, udhëtarëve pushues, trafiku i zonës, etj.

Modeli regresionit fillestar është vlerësuar. Matricat e përdorura në metodën e katrorëve më të vegjël paraqiten më poshtë. Variabli i pavarur X_1 është CNTYPOP, X_2 është NUMLANES, dhe variablat X_3 , X_4 , X_5 i referohen klasifikimeve funksionale (të diskutuara në fillim të këtij kapitulli), me $X_3=1$ për autostradat rurale, $X_4=1$ për jo autostradat rurale, dhe $X_5=1$ për autostradat urbane; ndryshe këto variabla janë zero. Për shembull, vëzhgimi i parë ka një mesatare vjetore të trafikut ditor 1616 automjete në ditë, me popullimin e qytetit 13404, dy kors, dhe është jo autostradë rurale.

$$Y = \begin{bmatrix} 1616 \\ 1329 \\ 3933 \\ \vdots \\ 14.905 \\ 15.408 \\ 1.266 \end{bmatrix} = X \beta = \begin{bmatrix} 1 & 13.404 & 2 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 52.314 & 2 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 30.982 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 459.784 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 459.784 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 43.784 & 2 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \beta_5 \end{bmatrix}$$

Parametrat e vlerësuar të regresit nga metoda e katrorëve më të vegjël tregohen në tabelën 4.4. Vlerat e parametrave të vlerësuar beta japin të dhëna për vlerat e parametrave të popullimit në qoftë se modeli supozuar është korrekt. Për shembull, për çdo 1 000 njerëz të shtuar në qytet, ka një vlerësim 29 në AADT.

Variablat	Parametrat e vlerësuar
Kryqëzim	-2,6234.490
CNTYPOP	0.029
NUMLANES	9,953.676
FUNCLASS1	885.384
FUNCLASS2	4,127.560
FUNCLASS3	35,453.679

Tabelë 4.4. Parametrat e vlerësuar nga metoda e katrorëve më të vegjël.

Autostradat urbane janë vlerësuar 35,454 në AADT më shumë se klasifikimet funksionale që nuk janë përfshirë në model (jo autostradat urbane). Në mënyrë të ngjashme, jo autostradat rurale janë vlerësuar 4,128 më shumë në AADT, dhe autostradat rurale janë vlerësuar me 886 në AADT më shumë se mesatarja. Duke përdorur këtë vlerë, është konkluduar që autostradat urbane janë vlerësuar me 31,326 (35,454 minus 4,128) në AADT më shumë në mesatare se jo autostradat rurale.

4.3.7 Funksioni i përgjasisë maksimale

Një tjetër vlerësim statistikor i përdorshëm në analizën e regresit është metoda e përgjasisë maksimale. Trajta e përgjithshme e funksionit të përgjasisë maksimale si prodhim i densiteteve të vëzhgimeve të të dhënave të kampionit nga një shpërndarje statistikore me parametër vektorin β është:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n, \beta) = \prod_{i=1}^n f(x_i, \beta) = L(\beta|X)$$

Për modelin e regresit, funksioni i përgjasisë maksimale për zgjedhjen me vëllim n dhe shpërndarje normale gabimesh jepet nga formula 4.39:

$$L = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (Y_i - X_i^T \beta)^2\right] = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (Y_i - X\beta)^T (Y - X\beta)\right]$$

Logaritmi i këtij ekuacionit është më i thjeshtë për tu zgjidhur se funksioni i tij i përgjasisë maksimale, kështu duke llogaritur logaritmin e L kemi

$$LN(L) = LL = -\frac{n}{2} LN(2\pi) - \frac{n}{2} LN(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (Y - X\beta)^T (Y - X\beta) \quad (4.40)$$

Maksimizimi i funksionit logaritmik përfton një zgjidhje për vlerësuesit beta, i cili është $\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y$. Kështu që, metoda e përgjasisë maksimale dhe metoda e katrorëve më të vegjël janë ekuivalente për modelet e regresit me supozimet e listuara në tabelën 4.2.

Në përgjithësi, kur variabli i varur dhe gabimet nuk janë me shpërndarje normale, metoda e përgjasisë maksimale është më e përdorshme për vlerësim.

4.3.8 Vlerat karakteristike të vlerësuesve të metodës së katrorëve më të vegjël dhe përgjasisë maksimale

Siç e dimë, vlerësimet statistikore më efikase janë ato me variancë të vogël të kampionit dhe të pazhvendosur. Më lart treguam se vlerësuesit e metodës së katrorëve më të vegjël dhe atij të përgjasisë maksimale në modelet e regresit (me supozimet e listuara në tabelën 4.2) janë ekuivalent. Pritja matematike e vlerësuesve të të dyja metodave përftohet si më poshtë:

$$E\left[(X^T X)^{-1} X^T Y\right] = (X^T X)^{-1} X^T E(Y) = (X^T X)^{-1} (X^T X) \beta = \beta \quad (4.41)$$

Kështu që, këto vlerësime të këtyre metodave janë vlerësime të pazhvendosura të parametrave beta.

Varianca e vlerësuesve të metodës së katrorëve më të vegjël dhe përgjasisë maksimale të parametrave beta në modelet lineare të regresit (pa supozimin e normalitetit) përftohet nga teorema Gauss-Markov, e cila konstaton që këto vlerësues kanë variancë minimale në klasën e vlerësuesve linear të pazhvendosur. Kjo do të thotë që vetëm nëpërmjet përdorimit të vlerësuesve të pazhvendosur mund të përftohet variancë e vogël. Nëqoftëse supozimi i normalitetit nuk hiqet, atëherë këta vlerësues kanë variance minimale ndër gjithë vlerësuesit e pazhvendosur. Fillimisht gjejmë lidhjen midis β dhe ε që të njehsojmë variancën e vlerësuesve,

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y = (X^T X)^{-1} X^T (X\beta + \varepsilon) = \beta + (X^T X)^{-1} X^T \varepsilon \quad (4.42)$$

Duke përdorur përkufizimin e variancës $VAR[X] = E[(X - \mu)^2]$, vetitë $(AB)^T = B^T A^T$, $(A^{-1})^T = (A^T)^{-1}$, dhe $E[\varepsilon \varepsilon^T] = \sigma^2 I$, atëherë varianca e vlerësuesve të metodës së katrorëve më të vegjël dhe përgjasisë maksimale është

$$\begin{aligned} VAR[\hat{\beta}] &= E\left[(\hat{\beta} - \beta)(\hat{\beta} - \beta)^T\right] \\ &= E\left[\left((X^T X)^{-1} X^T \varepsilon\right)\left((X^T X)^{-1} X^T \varepsilon\right)^T\right] \\ &= E\left[\left((X^T X)^{-1} X^T \varepsilon \varepsilon^T X\right)\left((X^T X)^{-1}\right)^T\right] \quad (4.42) \\ &= E\left[\left((X^T X)^{-1} X^T \varepsilon \varepsilon^T X\right)\left((X^T X)^T\right)^{-1}\right] \\ &= (X^T X)^{-1} X^T E(\varepsilon \varepsilon^T) X (X^T X)^{-1} \end{aligned}$$

Vlerësuesit e të dyja metodave, të cilët janë ekuivalentë me supozimin e normalitetit, janë vlerësuesit më të mire linear të pazhvendosur të parametrave themelor të popullimit.

KAPITULLI V

METODAT STATISTIKORE BAYESIANE NË ANALIZËN E AKSIDENTEVE RRUGORE

Hyrje

Modelet Bayesiane janë integrim i teoremës Bayes me modelet klasike statistikore. Statistikat Bayesiane përdorin informacionin paraprak në vlerat e parametrave të të dhënave të vëzhguara në mënyrë që të përftojë vlerësues të mëpasshëm (posterior) të parametrave. Domethënë këto metoda statistikore fillojnë nga një këndvështrim filozofik alternativ, që kërkon analizim për të rimodeluar problemet në termat e arsyetimit Bayesian. Ky arsyetim kombinon njohuritë “subjektive” ose prior, në mënyrë tipike në formën e shpërndarjeve statistikore, me të dhënat aktuale “objektive”, që të përftohen shpërndarje kuptimplote “posterior”. Shpesh na duhet të analizojmë aksidentet për të vlerësuar nivelin e sigurisë në elementë të ndryshëm të infrastrukturës rrugore (segmente ose kryqëzim) në mënyrë që të identifikojmë vendndodhje të rrezikshme (të pasigurta) dhe të vlerësojmë efektivitetin e masave parandaluese ndaj aksidenteve në rrugë. Me “siguri” kuptohet ose shkalla e vërtetë e aksidenteve në një vendndodhje ose frekuenca e vërtetë e aksidenteve në një vendndodhje. Më poshtë do tregojmë sesi këto metoda Bayesiane përdoren për të vlerësuar sigurinë (përqindjen/frekuncën e aksidenteve) në një vendndodhje (segment ose kryqëzim) ose në një grup vendndodhjesh, dhe sesi këto vlerësues përdoren për të identifikuar vendet e prirura për aksidente dhe për të vlerësuar efikasitetin e masave parandaluese. Ky kapitull përqendrohet në ato pjesë që kanë të bëjnë me vlerësimin e sigurisë, identifikimin e zonave të rrezikshme dhe njehsimin e masave parandaluese të sigurisë rrugore.

5.1 Struktura teorike e metodave Bayesiane

Si në disiplina të tjera të statistikës, analiza e aksidenteve rrugore ka interes në përcaktimin e parametrave dhe konstanteve që kanë rëndësi të madhe praktike - si për shembull frekuenca/përqindja reale e aksidenteve në një vendndodhje- vlerat e të cilave janë dhe nuk mund të njihen në mënyrë precize. Metodat Bayesiane janë modele probabilitare të cilat përdorin probabilitetin prior dhe posterior me funksionet e mundshme për të parashikuar dukuritë e aksidenteve bazuar në të dhëna reale.

Përdorimi i metodave Bayesiane në identifikimin e një seksioni aksidentesh bazohet në zgjedhjen $(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$, që i koresponduan seksionit i ($i=1, 2, \dots, n$) në studim, kur një raport aktual i aksidenteve λ_i shfaqet gjatë një periudhe kohore. Supozohet se λ_i ka shpërndarje në përpunje me ligjet probabilitare me densitet $f(\lambda_i/\theta_i)$, ku θ_i paraqet numrin mesatar të aksidenteve në seksionin i (parametri që interesohemi). Vlerësimi Bayesian, supozon një shpërndarje me densitet $\pi(\theta_i)$ për θ_i , që lejon përfshirjen e njohurive paraprake në lidhje me θ_i . Informacioni paraprak kombinohet me informacionin e paraqitur nga kampioni në shpërndarjen pasuese, e cila shënohet $p(\theta_i/\lambda_i)$. Shpërndarja e θ_i , përftohet nga teorema Bayes e cila tregon se probabilitetet subjektive paraprake (prior) luajnë një rol në vlerësimin e modeleve statistikore dhe ka trajtën e mëposhtme:

$$p(\theta_i / \lambda_i) = \frac{f(\lambda_i / \theta_i) \pi(\theta_i)}{m(\lambda_i)} = \frac{f(\lambda_i / \theta_i) \pi(\theta_i)}{\int f(\lambda_i / \theta_i) \pi(\theta_i) d\theta_i} \quad (5.1)$$

ku $m(\lambda_i)$ paraqet densitetin e veçantë të λ_i dhe $f(\lambda_i / \theta_i)$ është probabiliteti i të dhënave të vëzhguara.

Metoda Bayesiane grupon këtë vlerësues në dy procese të njëpasnjëshme: në hapin e parë, vlerëson historinë e aksidenteve për çdo vendndodhje i në mënyrë që të përcaktojë shpërndarjen probabilitare të raportit të aksidenteve në çdo seksion të caktuar studimi. Hapi i dytë konsiston në përdorimin e këtij densiteti lokal dhe raportit të aksidenteve për çdo vendndodhje i në mënyrë që të përftojme më shumë vlerësues të saktë me shpërndarje probabilitare të asocuar me shkallën e aksidenteve në një vendndodhje të veçantë i . Në këtë mënyrë është e mundur gjetja e probabilitetit të një seksioni të rrezikshëm.

Funksioni i shpërndarjes që lidhet me raportin e aksidenteve λ_i , jepet nga ekuacioni:

$$P(\lambda_0 \leq \lambda) = \int_0^{\lambda} f_i(\lambda / X_i, V_i) d\lambda \quad (5.2)$$

Ku V_i numri i automjeteve që kalojnë në seksionin i gjatë periudhës së studimit, X_i numri i aksidenteve që ndodhin në seksionin i të studimit gjatë kohës së analizuar, dhe $f_i(\lambda / X_i, V_i)$ është funksioni i shpërndarjes që lidhet me raportin e aksidenteve në seksionin i .

Këto metoda, bazohen në dy supozime themelore.

Supozimi parë: Ndërsa në metodat konvencionale aksidenti i vëzhguar x në një vendndodhje konsiderohet një vlerësues i pazhvendosur me nivel sigurie në një vendndodhje, metoda Bayesiane supozon që aksidenti i vëzhguar x është variabël me shpërndarje Puasoni me λ -nivel sigurie dhe probabiliteti i ndodhjes së aksidenteve x ($x=1,2,\dots$) jepet nga ekuacioni:

$$P(X_i = \frac{x}{\lambda_i} = \lambda, V_i) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad (5.3)$$

Supozimi dytë: Gjithashtu supozohet se λ është një konstante në kohë dhe aksidentet e vëzhguara në vite të ndryshme janë ndryshore rasti me shpërndarje Puasoniane me parametër λ . Metoda Bayesiane supozon gjithashtu se λ ndryshon për vendndodhje të ndryshme dhe vlera e vërtetë për ndonjë vend të veçantë është e panjohur dhe konsiderohet si një variabël Gamma me densitet probabilitar funksionin:

$$F_r(\lambda) = \frac{\alpha^\beta m^{\beta-1} e^{-\alpha m}}{\Gamma(\beta)} \quad (5.4)$$

ku α dhe β janë parametrat e shpërndarjes gamma.

$$E(\lambda) = \frac{\alpha}{\beta} \quad (5.5)$$

$$VAR(\lambda) = \frac{\alpha}{\beta^2} = \frac{E(\lambda)^2}{\beta} \quad (5.6)$$

Shpërndarja e x ndërmjet vendndodhjeve të ndryshme është shpërndarje Binomiale Negative rreth $\bar{x}$ si më poshtë:

$$P(x_i) = \frac{\Gamma(x_i + k)}{x_i! \Gamma(k)} \left(\frac{k^{-1} \bar{x}}{1 + k^{-1} \bar{x}} \right)^{x_i} \left(\frac{1}{1 + k^{-1} \bar{x}} \right)^k \quad (5.7)$$

ku k është parametri i dispersionit dhe

$$E(x_i) = \bar{x} \quad (5.8)$$

$$Var(x_i) = \bar{x} + \frac{(\bar{x})^2}{k} \quad (5.9)$$

Sa më të mëdha vlerat e k , aq më i vogël është dispersioni dhe $VAR(\bar{x}) \rightarrow \bar{x}$. Në këtë rast

$E(x_i) = VAR(x_i)$ dhe variacioni ndërmjet vendndodhjeve përshkruhet nga shpërndarja Puasoniane. Në mënyrë më të përgjithshme, vendndodhjet ndodhen brenda një grupi me nivel dispersioni më të vogël se frekuencat e aksidenteve, të vlerësuara nga k .

Vlerësimi Bayesian është një metodë probabilitare që argumenton përqindjen më të lartë të informacionit të të dhënave në dispozicion dhe njohuritë më të mira për zbulimin e vlerësuesve më të mirë (AL-Masaeid, 1993).

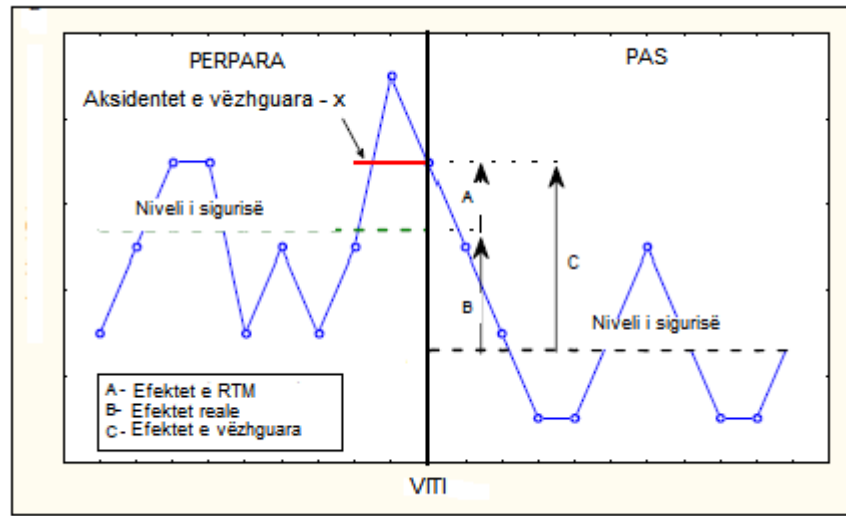
Metoda Bayesian supozon që shpërndarja probabilitare gjendet përpara se të dhënat të jenë në dispozicion- kjo shpërndarje quhet shpërndarje paraprake (prior) e parametrut. Kur të dhënat janë të mundshme përdoret teorema Bayes për të konvertuar shpërndarjen paraprake (prior) në një shpërndarje të mëpasshme (posterior). Kur më shumë të dhëna janë të disponueshme shpërndarja posterior, duke përdorur teoremën Bayes, apdetohet për të përfutur më shumë vlerësues të saktë të parametrut. Në analizën e aksidenteve rrugore, objektivi primar është vlerësimi i nivelit të vërtetë të sigurisë në një vendndodhje të veçantë apo grup vendndodhjesh. Hapi i parë në aplikimin e metodës Bayesian në përcaktimin e nivelit të sigurisë është të supozojmë që nivelet e sigurisë në të gjitha vendndodhjet e studimit janë të njëjta dhe të vlerësuara nga $E(\lambda)$. Shpërndarja prior e nivelit të sigurisë jepet nga ekuacioni 5.4.

Hapi tjetër është përdorimi i aksidenteve të vëzhguara x në një vendndodhje për të konvertuar shpërndarjen prior në një shpërndarje posterior. Kjo lejon vlerësuesit prior të apdetohen në vlerësues të saktë sigurie që shënohen $E(\lambda/x)$.

5.2 Regresioni To-Mean

Çdo vëzhgim konsiston në tre komponentë : vlerën e tij reale (T), një komponent gabimi rastësor (R) dhe një komponent gabimi sistematik (S) të tilla që $X=T+R+S$.

Efektet e këtij regresioni (RTM) janë të lidhura me komponentët e gabimeve rastësore (R). Duke supozuar që $S=0$ atëherë $RTM=X-T$. Ky regresion është efikas kur vendndodhjet janë selektuar në bazë të vëzhgimeve të larta të përqindjes/frekuencës së aksidenteve.



Figurë 5.1. Efektet e Regresionit To-Mean

Metodat konvencionale supozojnë që aksidenti i vëzhguar X është një vlerësues mase i përshtatshëm i nivelit të vërtetë të sigurisë T , domethënë $X=T$. Ky është një supozim i vlefshëm n.q.s gabimi i rastit është zero. Metodat Bayesian-e përdorin aksidentet e vëzhguara për të vlerësuar nivelin e sigurisë ($T=\lambda/x$). Komponenti i gabimeve R është rrjedhimisht i eliminuar në procesin e vlerësimit. Metodat konvencionale përpiqen të bashkëveprojnë me efektet e RTM-së (a) duke përdorur të dhënat e aksidenteve gjatë një periudhe të gjatë kohore - mbi 5 ose më shumë vite, (b) duke përdorur grupet e kontrollit. Vlerësuesi i sigurisë duke përdorur aksidentet gjatë një periudhe kaq të gjatë kohore është i diskutueshëm duke konsideruar disa vendndodhje-faktorë të jashtëm specifik që mund të ndikojnë në nivelin e sigurisë në kohë. Faktorët e jashtëm nuk do të llogariten në përdorimin e një grupi reference të vendndodhjes, ndërsa metoda “para dhe pas grupeve të kontrollit teorikisht parashikon që grupet krahasuese kanë karakteristika gjeometrike, operacionale dhe nivele sigurie të ngjajshme me atë të vendndodhjeve të trajtuara (Al-Masaied, 1997).

Përdorimi i metodës Bayesian për të llogaritur efektet e regresionit to-mean dhe më pas kombinimi i tyre me rezultatet e analizave konvencionale, është bazuar në supozimin që rezultati i regresionit to-mean është i njëjtë në të gjitha vendndodhjet e konsideruara.

5.3 Avantazhet e metodave Bayesiane kundrejt metodave Konvencionale

Të dyja së bashku metodat Bayesiane dhe Konvencionale kërkojnë një grup reference që përfshijnë një kampion sufiçient të vendndodhjeve të ngjashëm me vendndodhjet e studimit. Në disa raste trajtimi Bayesian aplikohet për të përfutur vlerësues sigurie të besueshëm pa përdorur një grup reference. Metodatat klasike kërkojnë një grup reference për të llogaritur trendin në varësi të kohës në shkallën e aksidenteve dhe të eliminojnë rezultatet e regresionit to-mean, në mënyrë që rezultatet e tij të eliminojnë vendndodhjet e grupit të referencës duhet të kenë nivelet e sigurisë të ngjashme me ato të vendndodhjeve të studimit. Dështimi i zgjedhjes së vendndodhjeve të kontrolluara që kanë të njëjtin nivel sigurie nuk mund të llogaritet për rezultatet e regresit to-mean, vetëm nëse vendndodhjet janë të njëjta me vendndodhjet e studimit. Kjo paraqet problem praktik në kampione sufiçiente të mëdha të vendndodhjeve të kontrolluara.

Trajtimi Bayesian përdor një grup reference për të përcaktuar shpërndarjen prior të λ . Në përzgjedhjen e grupit të referencës për trajtimin Bayesian vendndodhjet duhet të kenë vetëm karakteristika të ngjashme gjeometrike dhe operacionale. Aksidentet e kaluara nuk do të merret parasysh në këtë proces përzgjedhjeje, në rast të kundërt përfitohet një vlerësues i pazhvendosur për λ . Meqënëse rezultatet e shpërndarjes prior zvogëlohen gjatë updetimit për të përfutur shpërndarjen posterior, kriteri selektues për vendndodhjen e grupit të referencës duhet të zbutet disi në mënyrë që të sigurohet një përmasë e kampionit sufiçient të vendndodhjeve.

Trajtimi Bayesian lejon përdorimin e modeleve të aksidenteve të përcaktojnë parametrat paraprak (prior).

Për të përfutur vlerësues të besueshëm sigurie, metodat konvencionale kërkojnë një minimum prej 3 vitesh, më mirë 5 vite të vlefshme për të dhënat e aksidenteve. Në mënyrë që të transmetojë një analizë të besueshme përpara dhe pas kërkojnë të paktën 6-10 vite të vlefshme për të dhënat e aksidenteve.

Me trajtimin Bayesian, vlerësues të besueshëm sigurie përftohen edhe duke përdorur 1 vit të dhënat e aksidenteve duke siguruar një përmasë të lartë sufiçiente të grupit të referencës. Kjo ka avantazhin e vetëm që të dhënat e porsabëra, të cënuara nga rezultatet e influencave të jashtme janë përdorur në vlerësimin e sigurisë në një vendndodhje. Çdo shtesë viti e të dhënave të aksidenteve do të thotë një shpërndarje posterior të re e apdetuar në një rritje të saktësisë dhe sigurisë së vlerësuesve.

Meqë produkti final i metodës Bayesiane është:

- a) Vlerësimi i nivelit të vërtetë të sigurisë në një vendndodhje ose grup vendndodhjesh $[E(\lambda/x)]$ dhe varianca e tij $[Var(\lambda/x)]$
- b) Vlerësimi i parametrave të densitetit probabilitar të $E(\lambda/x)$,

kjo lejon vlerësuesit statistikore të $E(\lambda/x)$ të testojnë intervale besimi dhe kontrole hipotezash që nuk janë të disponueshme nga metodat konvencionale në analizën e aksidenteve, dhe rrjedhimisht favorizon metodat Bayesiane kundrejt atyre konvencionale.

5.4 Masa e sigurisë në metodat Bayesiane

Pjesët e mëposhtme përshkruajnë me detaje metodat Bayesiane për të përcaktuar nivelin e sigurisë për një vendndodhje dhe grup vendndodhjesh me ose pa përdorimin e informacionit të ekspozuar (vëllimin e trafikut). Përdorimi i të dhënave të aksit pa përdorimin e informacionit të disponueshëm kërkon trajtim maksimal dhe nuk është i rekomanduar.

5.4.1 Metodologjia e numrit të aksidenteve: Me një nivel vendndodhje

Parametrat e funksionit $Gama(\alpha, \beta)$ vlerësohen nga të dhënat e grupuara si më poshtë:

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{x}}{\left(\bar{S^2} - \bar{x} \right)} \quad (5.10)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x^2}}{\left(\bar{S^2} - \bar{x} \right)} \quad (5.11)$$

Vlerat e $E(\lambda)$ dhe $Var(\lambda)$ përcaktohen nga ekuacionet (5.5) dhe (5.6).

Nëse x është numri i aksidenteve në një vendndodhje, atëherë shpërndarja e mëpasshme e λ është shpërndarje gamma me parametra

$$\beta' = x + \hat{\beta} \quad (5.12)$$

$$\alpha' = 1 + \hat{\alpha} \quad (5.13)$$

ku:

$$E(\lambda / x) = \frac{\beta'}{\alpha'} \quad (5.14)$$

$$Var(\lambda / x) = \frac{E(\lambda / x)^2}{\beta'} \quad (5.15)$$

Hauer et al. (1988) ka propozuar ekuacionet e mëposhtëme për të përcaktuar $E(\lambda/x)$ dhe $Var(\lambda/x)$:

$$E(\lambda/x) = aE(\lambda) + (1-a)x \quad (5.16)$$

$$VAR(\lambda|x) = a(1-a)E(\lambda) + (1-a)^2x \quad (5.17)$$

ku:

$$a = \frac{E(\lambda)}{E(\lambda) + VAR(\lambda)} \quad (5.18)$$

5.4.2 Metodologjia e numrit të aksidenteve: Me nivel të grupuar vendndodhjesh

Numri i pritur i aksidenteve në një grup me n vendndodhje të ngjajshme përftohet duke përdorur formulën e mëposhtme :

$$\lambda_t = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (5.19)$$

Ku λ_t ka densitet probabilitar gamma me parametra $\sum \beta_i'$ dhe α'

$$\sum \beta_i' = \lambda\beta + \sum x_i \quad (5.20)$$

Pritja matematike dhe varianca e λ_t janë:

$$E(\lambda_t) = \left(\frac{\sum \beta_i'}{\alpha'} \right) \quad (5.21)$$

$$VAR(\lambda_t) = \frac{\sum \beta_i'}{(\alpha')^2} \quad (5.22)$$

5.4.3 Metodologjia e përqindjes së aksidenteve: Me një nivel vendndodhje

Le të jetë r përqindja e aksidenteve në një vendndodhje dhe x frekuenca e aksidentit të vëzhguar:

$$r = \frac{x}{V} \quad (5.23)$$

Ku V = trafiku mesatar vjetor në milion i automjeteve ($AADT \cdot 365 / 10^6$)

Parametrat paraprak të vlerësuar me shpërndarje gamma jepen si më poshtë:

$$\hat{\alpha} = \frac{V^* \bar{r}}{V^* \bar{s}^2 - \bar{r}} \quad (5.24)$$

$$\hat{\beta} = \bar{r} \hat{\alpha} \quad (5.25)$$

Ku V^* është mesatarja harmonike e gjithë volumit të trafikut të normalizuar dhe përcaktohet si më poshtë :

$$\frac{1}{V^*} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{V_i} \quad (5.26)$$

Pasi përcaktohen parametrat e shpërndarjes Prior, hapi tjetër është të kombinojmë informacionin paraprak me të dhënat specifike të vendndodhjes për të përfutur shpërndarjen posterior

$$\alpha' = \alpha + V \quad (5.27)$$

$$\beta' = \beta + X \quad (5.28)$$

5.4.4 Metodologjia e përqindjes së aksidenteve: Me nivel të grupuar vendndodhjes

Në një grup nivelesh vendndodhjes, totali përqindjes së aksidenteve jepet nga shuma e përqindjes individuale të aksidenteve. Përqindja totale e aksidenteve r_t e një grupi prej n vendndodhjes jepet nga

$$r_t = \sum_{i=1}^n r_i \quad (5.29)$$

Vlera mesatare dhe varianca e r_t jepen nga formulat:

$$E(r_t) = \sum_{i=1}^n \frac{\beta'_i}{\alpha'_i} \quad (5.30)$$

$$VAR(r_t) = \sum_{i=1}^n \frac{\beta'_i}{\alpha'^2_i} \quad (5.31)$$

Parametrat gamma të r_t vlerësohen si më poshtë:

$$\alpha_t = \frac{E(r_t)}{VAR(r_t)} \quad (5.32)$$

$$\beta_t = \frac{[E(r_t)]^2}{VAR(r_t)} \quad (5.33)$$

Densiteti probabilitar i r_t jepet nga formula:

$$f(r_t) = \frac{\alpha_t^{\beta_t} r_t^{\beta_t-1} e^{-\alpha_t r_t}}{\Gamma(\beta_t)} \quad (5.34)$$

5.5 Përdorimi i modeleve parashikuese

Një metodë alternative për të vlerësuar sigurinë është të përdorim modelet parashikuese të aksidenteve për vendndodhje të ngjashme me vendndodhjen në fjalë. Tipet më të thjeshta të këtyre modeleve lidhin frekuencën e aksidenteve me fluksin e trafikut për çdo kategori vendndodhjesh përderisa në shumicën e modeleve të sofistikuara frekuenca e aksidenteve mund të lidhet me fluksin e trafikut si variabla gjeometrik. Forma e përgjithshme e modeleve zakonisht përdoret për segmente dhe kryqëzime dhe jepet si më poshtë :

Për segmentet :

$$y = b_0 F^{b_1}$$

Për kryqëzimet:

$$y = b_0 F_1^{b_1} F_2^{b_2}$$

Ku:

F – ADT (trafiku mesatar ditor)

F₁ – trafiku mesatar ditor më i lartë në kryqëzim

F₂ – trafiku mesatar ditor më i ulët në kryqëzim

Për shembull, Bonneson dhe McCoy (1993) zbuluan modelin e mëposhtëm në një kryqëzim me dy rrugë.

$$E(\lambda) = 0.6 \left(\frac{F_1}{1000} \right)^{0.256} \left(\frac{F_2}{1000} \right)^{0.381} \quad (5.35)$$

E(λ) – numri i pritshëm i aksidenteve për një periudhë tre vjeçare.

Përdorimi i një modeli parashikues si ekuacioni (5.33) siguron që rezultati i vlerësuesve pasqyron efektin e fluksit të trafikut në një vendndodhje të veçantë.

Frekuenca e aksidenteve dhe varianca e tij jepen si më poshtë:

$$E(\lambda | x) = aE(\lambda) + (1-a)x \quad (5.36)$$

$$VAR(\lambda | x) = a(1-a)E(\lambda) + (1-a)^2 x \quad (5.37)$$

Ku:

$$a = \frac{E(\lambda)}{E(\lambda) + VAR(\lambda)} \quad (5.38)$$

$$VAR(\lambda) = \frac{[E(\lambda)]^2}{k} \quad (5.39)$$

N.q.s të dhënat e nevojshme janë të përshtatshme për të zbuluar një model të përshtatshëm parashikues atëherë k vlerësohet duke përdorur këtë model. Kjo kërkon të përshtatet një model Binomial Negativ me shumë ndryshore në të dhënat e vëzhguara. Procesi i përcaktimit të koeficientëve përsëritet. Fillimisht një vlerë e k është supozuar për raundin e parë të regresionit. Nga rezultati i raundit të parë përcaktohet një vlerë e re për k . Kjo vlerë e re më pas futet në raundin e dytë të regresionit dhe kështu vazhdon deri sa vlera k konvergjon.

Shembull

Vlera e k në modelin e Bonneson dhe McCoy (1993) e llogaritur sipas ekuacionit 5.35 është 4. Supozojmë se një ndër kryqëzimet në studimin e tyre ka detajet e mëposhtme:

- $F1 = 4000$ and $F2 = 2200$
- Frekuenca e aksidenteve të vëzhguara në kryqëzim gjatë një periudhe 3 vjeçare (x)=4

$$\text{Nga ek. 5.35: } E(\lambda) = 0.692 \left(\frac{4000}{1000} \right)^{0.256} \left(\frac{2200}{1000} \right)^{0.831} = 2.3$$

$$\text{Nga ek. 5.39: } Var(\lambda) = \frac{2.3^2}{4} = 1.32$$

$$\text{Nga ek. 5.38: } a = \frac{2.3}{2.3 + 1.32} = 0.64$$

$$\text{Nga ek. 5.36: } E(\lambda | x) = 0.64(2.3) * 4(1 - 0.64) = 2.9$$

$$\text{Nga ek. 5.37: } VAR(\lambda | x) = 0.64(1-0.64)2.3 + (1-0.64)^2 4 = 1.05$$

Ekzistojnë modele në të cilët k mund të vlerësohet në mënyrë të drejtpërdrejtë. Në raste të tilla i referohemi dy procedurave të mëposhtme:

- Supozohet një shtrirje të përshtatshme për vlerat e k . Kjo mënyrë nuk kërkon një grup vendndodhjesh për të përcaktuar $E(\lambda)$. Sipas Mountain et al. (1991) disa autorë kanë përshtatur shpërndarjen binomiale negative për vëzhgimin e frekuencave të aksidenteve dhe përftohen vlerat e $k \in (0.5, 2.8)$
- N.q.s ekzistojnë të dhëna insuficiente për të përfutur një k të sigurtë për vendndodhjet e ngjashme me vendndodhjen e studimit atëherë një grupim i gjerë vendndodhjesh përdoret për të gjeneruar një numër suficient vendndodhjesh. Sipas Mountain et al. (1991) n.q.s përdoret një grupim i gjerë vendndodhjesh atëherë k vlerësohet si më poshtë:

$$K = \phi \left(1 + \frac{1}{\theta} \right) \quad (5.40)$$

Ku ϕ përcaktohet nga shpërndarja binomial negative në frekuencat e aksidenteve të vëzhguara në çdo vendndodhje në grupin e referuar. Vlera e ϕ vlerësohet nga metoda e momenteve si më poshtë:

$$\phi = \frac{\bar{x}^2}{S_x^2 - \bar{x}} \quad (5.41)$$

Ndërsa vlera e θ përcaktohet nga shpërndarja Gamma e vlerës y për çdo vendndodhje, ku y është numri parashikues i aksidenteve në një vendndodhje në modelin parashikues.

$$\theta = \frac{\bar{y}^2}{S_y^2 - \bar{y}} \quad (5.42)$$

5.6 Identifikimi i vendndodhjeve të prirura për aksidente

Për identifikimin e vendndodhjeve të prirura për aksidentet filimisht përcaktohet vlera e $E(\lambda/x)$ dhe parametrat posterior të çdo vendndodhje në studim duke përdorur njërin nga metodologjitë e përshkruara më lart. Më pas përcaktohet probabiliteti

$$P(\lambda / x > \lambda) = 1 - \int_0^{E(\lambda)} \frac{\alpha^\beta (\lambda)^{\beta-1} e^{-\alpha(\lambda)}}{\Gamma(\beta)} d(\lambda) \quad (5.43)$$

N.q.s $P(\lambda/x > \lambda) > \delta$, ku δ është niveli i zgjedhur i sigurisë (zakonisht merret 95%), atëherë vendndodhja konsiderohet e rrezikshme.

$P(\lambda/x > \lambda)$ mund të përcaktohet duke përdoruar funksionin GAMMADIST (x,alpha,beta, cumulative) në Microsoft Excel 97. Ku: $x=E(\lambda)$, $\alpha=\beta$, $\beta=\alpha$ dhe $\text{cumulative}=\text{True}$.

Shembull

Statistikat e grupit të referencave: $r=2.0 \text{ acc/mvkm}$; $s^2=14$; $V^=1.20 \text{ mvkm}$*

Statistikat e vendndodhjes: $x=4 \text{ km/vit}$, $AADT=3850$; $V=1.4 \text{ mvkm}$

Hapi 1: Përcaktojmë parametrat paraprak nga ekuacionet 5.24 dhe 5.25

$$\hat{\alpha} = 0.16 \qquad \hat{\beta} = 0.32$$

Hapi 2: Përcaktojmë parametrat posterior nga ekuacionet 5.27 dhe 5.28

$$\begin{aligned} \alpha' &= 0.16 + 1.4 = 1.56 & \beta' &= 0.32 + 4 = 4.32 \\ E(\lambda/x) &= 4.32 / 1.55 = 2.77 & VAR(\lambda/x) &= 2.77^2 / 4.32 = 1.77 \end{aligned}$$

Hapi 3: Përcaktojmë $P(\lambda/x > \lambda)$

$$P(\lambda/x > \lambda) = 1 - \text{GAMMADIST}(2.0, 4.32, 1.56, \text{TRUE}) = 0.97$$

Meqë $P(\lambda/x > \lambda) > 0.95$ vendndodhja konsiderohet e rrezikshme.

5.7 Vlerësimi i masave parandaluese

Llogaritja e efektivitetit të masave në përmirësimin e sigurisë në një vendndodhje kërkon krahasim të nivelit të sigurisë pas trajtimit me nivelin e pritshëm të sigurisë.

- a) Përcaktojmë përqindjen/frekuencën e vërtetë të aksidenteve - $E(\lambda_b/x_a)$ - për periudhën përpara dhe parametrat posterior sipas ndonjërës nga metodologjitë e përshkruara më lart.
- b) Përcaktojmë përqindjen/frekuencën e vërtetë të aksidenteve - $E(\lambda_b/x_b)$ - për periudhën e pasme dhe parametrat posterior sipas ndonjërës nga metodologjitë e përshkruara më lart.
- c) Përcaktojmë faktorin reduktues të aksidenteve si më poshtë:

$$E = \frac{100(\lambda_b / x_b - \lambda_a / x_a)}{\lambda_b / x_b} \quad (5.44)$$

- d) Përcaktojmë funksionin probabilitar të λ_a dhe λ_b

$$f(\lambda_b, \lambda_a) = \frac{\alpha_a^{\beta_a} \lambda_a^{\beta_a-1} e^{-\alpha_a \lambda_a}}{\Gamma(\beta_a)} \cdot \frac{\alpha_b^{\beta_b} \lambda_b^{\beta_b-1} e^{-\alpha_b \lambda_b}}{\Gamma(\beta_b)} \quad (5.45)$$

Ky funksion probabilitar është bazuar në supozimin që λ_a dhe λ_b janë të pavaruara nga njëra tjetra.

- e) Llogarisim probabilitetin të tillë që niveli i sigurisë në periudhën e mëpasme (λ_a) është më i vogël se niveli i sigurisë në periudhën e mëparme (λ_b)

Sipas Al-Masaeid (1997), $p(\lambda_a < \lambda_b)$ llogaritet si më poshtë:

$$p(\lambda_a < \lambda_b) = 1 - \sum_{j=0}^{\beta_a-1} \left[\frac{\alpha_a}{\alpha_b} \right] \left[\frac{\alpha_b}{\alpha_a + \alpha_b} \right]^{\beta_b+j} \cdot \frac{\Gamma(\beta_b + j)}{\Gamma(j+1)\Gamma(\beta_b)} \quad (5.46)$$

Ekuacioni mund të zgjidhet duke përdorur funksionin gamma $\Gamma(\beta_b)$ që zgjidhet duke kombinuar funksionet EXP dhe GAMMALN në Microsoft Excel.

$$\Gamma(\beta_b) = \text{EXP}(\text{GAMMALN}(\beta_b))$$

Shembull

Një vendndodhje ka parametrat e mëposhtëm:

Përpara: $\alpha_b = 3.4$, $\beta_b = 1.2$, $E(\lambda_b/\lambda_a) = 2.80$

$\alpha_a = 4.0$, $\beta_a = 1.9$, $E(\lambda_a/\lambda_b) = 2.10$

ARF=25%

$$\text{N.q.s } D_j = \left[\frac{\alpha_a}{\alpha_b} \right] \left[\frac{\alpha_b}{\alpha_a + \alpha_b} \right]^{\beta_b+j} \cdot \frac{\Gamma(\beta_b + j)}{\Gamma(j+1)\Gamma(\beta_b)}$$

Atëherë $D_0 = 0.46$ dhe $D_1 = 0.25$

$$\sum_{j=1}^{0.9} D_j = D_0 + 0.9D_1 = 0.46 + 0.9(0.25) = 0.685$$

$$P(\lambda_a < \lambda_b) = 1 - 0.685 = 0.315$$

Konkluzioni për këtë vendndodhje është se nuk ka përmirësim në siguri.

KAPITULLI VI

VLERËSIMI I PASIGURISË NË RINDËRTIMIN E AKSIDENTEVE RRUGORE NËPËRMJET METODAVE PROBABILITARE

Hyrje

Ky kapitull trajton çështje që lidhen me vlerësimin e pasigurisë në rindërtimin e lëvizjes së një automjeti gjatë një aksidenti në një zonë urbane, kryqëzim apo rrethrrrotullim. Rindërtimi fitohet duke përdorur një sërë modelesh të adoptuar me vlera të parametrave hyrëse, të cilat përshkruajnë sjelljen e personit, automjetit dhe mjedisit përreth. Përshkruhen pesë metoda: dy metoda deterministe dhe tre metoda probabilitare që në parim përdoren për zgjidhjen e probleme me interpretim probabilitar. Shumica e tyre janë të njohura për zbatimin në vlerësimin e pasigurisë. Metodatat janë krahasuar në bazë të një shembulli të aplikuar në rastin e procesit të ndalimit të një automjeti në lëvizjen drejtvizore. Gjithashtu për rastin e lartpërmendur, rezultatet e fituara me anë të metodave të ndryshme llogaritëse të lëvizjes së automjeteve (modelet analitike dhe simuluese) janë krahasuar me të dhënat eksperimentale.

6.1 Pasiguria në njehsimin e rindërtimit të aksidenteve rrugore

Një nga qëllimet themelore të rindërtimit të një aksidenti rrugor është të përcaktojmë veprimet e pjesëmarrësve në ngjarje. Kjo bëhet përmes kombinimit të provave të aksidentit me metodat mekanike dhe modelet për rindërtimin e ngjarjeve të aksidentit. Faji i sjelljes së përdoruesve në rrugë vlerësohet mbi bazën e rindërtimit. Rindërtimi arrihet duke përdorur një sërë modelesh të adoptuar me vlera të parametrave hyrëse, të cilat përshkruajnë sjelljen e personit, automjetit dhe mjedisit përreth (për shembull gjatë frenimit të një automjeti: koha e reagimit të shoferit dhe e sistemit të vënies së frenave në veprim, rritja e kohës së ngadalësimit, ngadalësimi frenimit, distanca e frenimit ose shpejtësia fillestare). Në analizën e rindërtimit të aksidenteve variablat hyrës nuk mund të jetë të njohur me besueshmëri të plotë. Variacionet në vlerat e tyre gjatë analizimit të një situate ndikojnë në vlerat e rezultatit të dinamikës së aksidentit (p.sh distanca e ndalimit). Për shkak se të dhënat për analizim mund të kenë variacione, çështja që shtrohet është se deri në çfarë mase rezultatet e marra për analizimin e ngjarjes janë të besueshme, që është, dhe saktësia e rezultateve. Kjo çështje trajtohet me ndihmën e teknikave të analizës së pasigurisë, të cilat do i trajtojmë më gjerësisht në seksionet e mëposhtme. Nëse nuk marrim në konsideratë variacionet në vlerësimin e parametrave, atëherë me të dhënat e bashkësisë $\mathbf{z}$ (vlera të numërueshme, grupe të ndryshme të të dhënave mund të ekzistojnë për një situatë të caktuar, p.sh $\mathbf{z}^1, \mathbf{z}^2$), dhe me përdorimin e mjeteve në dispozicion A (operatorët logjike, modelet matematikore, regjistrimet e parametrave të lëvizjes) ne pëftojmë rezultatet $\mathbf{E}_j$ (gjithashtu vlera të numërueshme të dobishme në vlerësim). Rezultati mund të ndryshojë në varësi të të dhënave $\mathbf{z}$ dhe metodave të aplikuara për analizim A .

Futja e variacioneve në vlerësimet e parametrave fillestarë të një ngjarje çon në transformimin e saj në një varg të pafundëm (por të kufizuar) të vlerave të parametrave fillestarë $\mathbf{z}_A$. Ajo mund të

paraqitet në formën e një vargu zgjidhjesh të përshtatshme për përdorimin e analizimit të metodave dhe vargun e parametrave fillestarë.

Për saktësi teknike, vargu më thelbësor i zgjidhjeve mund të jetë një nënbashkësi e shumës së vargut të zgjidhjes. Ajo mund të përcaktohet në bazë të shumë testeve eksperimentuese shumë të shtrenjta dhe të mundimshëm, në qoftë se do të ishte e mundur. Me supozimin e trajtimit të barabartë të të gjithë rezultateve: vargu më i besueshëm i zgjidhjeve mund të jetë prerja (si produkt logjik) i gjithë vargut të zgjidhjes. Vargu më i besueshëm i zgjidhjeve në lidhje me analizën e metodës A_j dhe A_k dhe vlerësimin e parametrave fillestare z_{Δ}^1 dhe z_{Δ}^m është prerja e zgjidhjeve të tyre përkatëse, domethënë:

$$\{E_j(z_{\Delta}^1)\} \cap \{E_j(z_{\Delta}^m)\} \cap \{E_k(z_{\Delta}^1)\} \cap \{E_k(z_{\Delta}^m)\} \quad (6.1)$$

Kjo mund ti referohet veçanërisht një metode A dhe dy vlerësimeve z_{Δ}^1 dhe z_{Δ}^2 ose një vlerësimi z_{Δ} dhe dy metoda A_1, A_2 . Në rastin më të thjeshtë, është një vlerësim i parametrave fillestare z_{Δ} (duke marrë në konsideratë gabimet e vlerësimit) dhe një metodë e analizës.

Në përgjithësi, rezultatet e marra (nën variacione tek të dhënat hyrëse) quhet pasiguri e analizës.

6.2 Metodatat llogaritëse në analizën e aksidenteve

Në analizën e situatave para-aksident, modelet matematikore të sistemit njeri-automjet-mjedis dhe të dhënat e pajisjeve (tahografe, pajisje EDR / ADR / UDS) janë dy grupe themelore të aplikimit praktik.

Në rastin e modeleve matematikore, pasiguria në një analizë rezulton kryesisht (me përjashtim për përdorimin pa pervojë të modeleve) nga (a) saktësia e përcaktimit të parametrave të modeleve (ata përcaktohen me një përafrim të caktuar) dhe (b) struktura e modelit të adoptuar (modelet në strukturën e tyre janë vetëm përafrim i realitetit).

Në rastin e pajisjeve të regjistrimit të parametrave të lëvizjes ("kutia e zezë" e makinës e tipit ADR, inçizuesi i të dhënave të aksidentit), falsifikimi i rezultateve mund të rezultojë nga gabimi i matjeve të vlerave që karakterizojnë lëvizjen e automjetit dhe gabimet që rezultojnë nga përpunimi i vëllimeve të regjistruara. Për shkak të kompleksitetit të temës, përqëndrohemi në metodën e parë procedurale (aktualisht metoda themelore e analizës): analizë me anë të modeleve matematikore të sistemit njeri-automjet-mjedis, të cilat përfshijnë:

- modele analitike
- modele simuluese.

Simulimi është përcaktuar si procesi i krijimit të një modeli të një sistemi ekzistues ose të propozuar për të identifikuar dhe kuptuar ato faktorë që kontrollojnë sistemin dhe/ose për të parashikuar sjelljen e ardhshme të sistemit. Pothuajse çdo sistem i cili mund të përshkruhet në mënyrë sasiore duke përdorur ekuacione dhe/ose rregulla mund të simulohet.

Qëllimi themelor i simulimit është të hedhë dritë mbi mekanizmat themelore që kontrollojnë sjelljen e një sistemi. Më praktikisht, simulimi mund të përdoret për të parashikuar sjelljen e ardhshme të sistemit, dhe të përcaktojë se çfarë mund të bëhet për të ndikuar në këtë sjellje në të ardhmen. Domethënë, simulimi mund të përdoret për të parashikuar mënyrën në të cilën sistemi do të zhvillohet dhe për t'iu përgjigjur mjedisit rrethues të tij, në mënyrë që ne të identifikojmë çdo ndryshim të nevojshme që ta ndihmojë sistemin të kryejnë rrugën që ne dëshirojmë.

Edhe pse simulimi mund të jetë një mjet i vlefshëm për të kuptuar më mirë mekanizmat themelore që kontrollojnë sjelljen e një sistemi, duke përdorur simulim për të bërë parashikimet e sjelljes në të ardhmen e një sistemi mund të jetë e vështirë. Kjo, për shkak se, për shumicën e sistemeve real të botës, të paktën disa nga parametrat kontrollues, proceset dhe ngjarjet janë shpesh *stokastik*, të *pasigurt* dhe /ose të *pakuptuar* sa duhet. Objektivi i shumë simulimeve është për të identifikuar dhe kuantifikuar rreziqet që lidhen me një opsion të veçantë, planifikim apo projektim. Simulimi i një sistemi në shkallën e pasigurisë dhe njehsimit të risqeve të tilla kërkon që pasiguritë të bëhen sasiore kur të përfshihen në njehsim.

Shumë mjete simulimi dhe përafrime janë deterministe. Në një simulim determinist, parametrat hyrës në një model përfaqësohen duke përdorur vlera të vetme. Për fat të keq, ky lloj simulimi, për aq kohë sa mund të japë disa njohuri për mekanizmat themelore, nuk është i përshtatshëm për të bërë parashikime për tu mbështetur në vendimmarrje, meqë nuk mund të drejtojë në mënyrë sasiore rreziqet dhe pasiguritë që janë natyrshëm të pranishëm.

Megjithatë, është e mundur për të përfaqësuar në mënyrë sasiore pasigurinë në simulim. Simulimi probabilitar është procesi që përfaqëson në mënyrë të qartë këto pasiguri duke specifikuar të dhënat hyrëse si shpërndarje probabilitare. Në qoftë se inputet që përshkruajnë një sistem janë të pasigurt, parashikimi i performancës në të ardhmen është domosdoshmërisht i pasigurt. Domethënë, rezultati i çdo analize bazuar në të dhënat e përfaqësuar nga shpërndarjet probabilitare është në vetvete një shpërndarje probabilitare. Kështu, ndërsa rezultati i një simulimi determinist të një sistemi të pasigurt është një formulim i përshtatshëm, rezultati i një simulimi probabilitar të një sistemi të tillë është një probabilitet sasior. Një rezultat i tillë është zakonisht shumë i dobishëm për vendimmarrësit të cilët mund të shfrytëzojnë rezultatet e simulimit. Me qëllim që të llogaritet shpërndarja probabilitare e performancës së parashikuar, është e nevojshme për të rindërtuar pasigurinë e të dhënave hyrëse në pasigurinë e rezultateve. Niveli i kompleksitetit mund të ndikojë në pasigurinë e rezultateve të analizave.

6.3 Metoda të përdorshme në vlerësimin e pasigurisë rrugore

Metoda themelore e vlerësimit të besueshmërisë është verifikimi eksperimental i modeleve. Kjo lejon për vlerësimin e një pasigurie që rezulton nga thjeshtëzimet në strukturën e modelit. Në këtë kapitull, është kushtuar një vëmendje e veçantë metodave të simulimit. Në rastin e pasigurisë që rezulton nga pasaktësia (variacionet) e të dhënave hyrëse, modelet në metodat e simulimit shprehen si më poshtë:

Parametrat e kërkuar $\mathbf{y}$ me anë të një funksioni implicit f në metodat e simulimit, me parametra të njohur $\mathbf{x}$ janë:

$$\mathbf{y} = \mathbf{f}(\mathbf{x}) \quad (6.2)$$

ku

$\mathbf{y} = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_n]^T$ - vektori i rezultateve të rindërtimit të aksidenteve, i cili përgjithësisht paraqet shpejtësinë përpara përplasjes

$\mathbf{x} = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_m]^T$ - vektori i parametrave të pavarur të njohur

$\mathbf{f} = [f_1, f_2, f_3, \dots, f_n]^T$ - vektor funksioni që përshkruan varësinë ndërmjet $\mathbf{x}$ dhe $\mathbf{y}$

Gjithashtu variacionet e parametrave të njohur $\mathbf{x}$ jepen si më poshtë:

$\Delta \mathbf{x} = [\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_m]^T$ - vektori i variacioneve të elementëve të vektorit $\mathbf{x}$.

Vektorët e kërkuar:

$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_n]^T$$

dhe

$\Delta \mathbf{y} = [\Delta y_1, \Delta y_2, \Delta y_3, \dots, \Delta y_n]^T$ - vektori i pasigurisë i elementëve të vektorit $\mathbf{y}$

Një ndër çështjet më të rëndësishme në rindërtimin e aksidenteve është të njehsojmë pasigurinë e $\mathbf{y}$ shkaktuar nga pasiguria lidhur me $\mathbf{x}$. Për shembull, nëse analizojmë procesin e frenimit të automjetit dhe distanca e ndalimit të automjetit është madhësia e kërkuar, atëherë:

Të njohur:

vektori $\mathbf{x}$: koha e reagimi t_0 , koha e rritjes së ngadalësimit t_n , ngadalësimi i automjetit a_b (ose koeficienti fërkimit të automjetit në rrugë μ), shpejtësia fillestare V_0 ;

$$\mathbf{x} = [t_0, t_n, a_b \text{ (ose } \mu), V_0]^T$$

vektori $\Delta \mathbf{x}$: variacionet e t_0 , t_n , a_b (ose μ), V_0 ;

$$\Delta \mathbf{x} = [\Delta t_0, \Delta t_n, \Delta a_b \text{ (ose } \Delta \mu), \Delta V_0]^T$$

Kërkuar:

vektori $\mathbf{y}$: distanca e ndalimit d_{stop} ; $\mathbf{y} = [d_{stop}]$

vektori $\Delta\mathbf{y}$: pasiguria e distancës së ndalimit d_{stop} ; $\Delta\mathbf{y} = [\Delta d_{stop}]$

Metodat, të cilat lejojnë vlerësimin e një pasigurie të analizës ndahen në:

- Metoda deterministe:
 - metoda e vlerave ekstreme
 - metoda me diferencial të plotë
- Metoda probabilitare:
 - metoda e Gausit
 - metodat e bazuara në përshkrimin e procesit stokastik
 - metoda Monte-Carlo

Metodat deterministe aplikohen lehtë për të vlerësuar pasigurinë e rezultateve të simulimit. Rezultati i simulimit me nivel të zgjedhur besimi mund të përftohet me këto metoda, por shpërndarja e rezultatit të simulimit nuk mund të merret. Si një metodë e përdorur gjerësisht dhe e dobishme në analizën e pasigurisë, metoda Monte-Carlo mund të përdoret për të marrë shpërndarjen e rezultateve të simulimit.

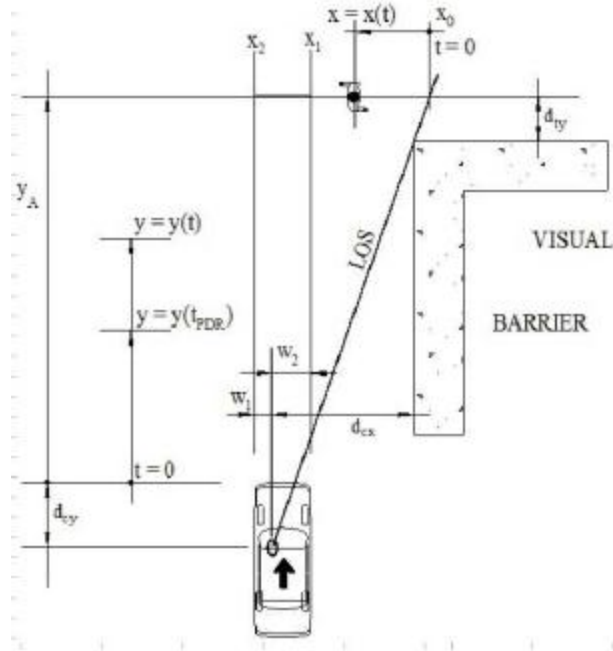
Më poshtë janë paraqitur supozimet themelore të këtyre metodave. Ato do të ilustrohen me një shembull llogaritës që paraqet një situatë para-aksident. Përshkrimi i gjendjes dhe modeli matematikor që janë përdorur janë përfshirë në të.

6.3.1. Analizimi i një situatë aksident

Marrim shembull një situatë aksident të para-caktuar, që përfshin një hyrje të papritur të një këmbësori në rrugë, për të ilustruar metodat e vlerësimit të pasigurisë. Kjo situatë është paraqitur në figurën 6.1. Bëhet supozimi që në një moment të caktuar kohe këmbësori hyn në rrugë dhe shoferi i automjetit që lëviz në këtë rrugë është në gjendje të pikasë këmbësorin, duke iu afruar rrugës me një kufi distance shikimi për shkak të kufizimeve të shikimit.

Shtrohet çështja: në qoftë se shoferi ishte duke lëvizur me një shpejtësi të lejuar në kushte të caktuara, a mundet ai të shmangë aksidentin? Këtu është bërë supozimi se ngjarja ka ndodhur në një zonë urbane ku kufiri i shpejtësisë së lejuar deri në 50 km/h është i detyrueshëm.

Ky shembull është kufizuar vetëm për analizën e lëvizjes së automjetit duke thjeshtuar kohën dhe marrëdhëniet hapësinore të këmbësorëve dhe automjeteve në lëvizje të ndërsjelltë. Prandaj, çështja që shtrohet është e njëjtë me çështjen nëse në kushte të caktuara shoferi është në gjendje të ndalë automjetin para se pjesa e parë e automjetit të ketë kaluar vijën e rrugës së këmbësorëve (pavarësisht shpejtësisë së lëvizjes së këmbësorëve). Në këtë rast, çështja është e kufizuar në vlerësimin e distancës së ndalimit të automjetit.



Figurë 6.1. Skema e një situatë aksidenti.

Për qëllime të shembullit është bërë supozimi se procesi i ndalimit të automjetit mund të përshkruhet nga një proces standard ngadalësim frenimi që është i njohur nga bazat e teorisë së lëvizjes së automjeteve (figura 6.2).

Në këto kushte, distanca e ndalimit të automjetit shprehet nga varësia e mëposhtme:

$$d_{stop} = d_r + d_b \cong V_0 \cdot \left(t_r + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{V_0^2}{2a_{bm}} \quad (6.3)$$

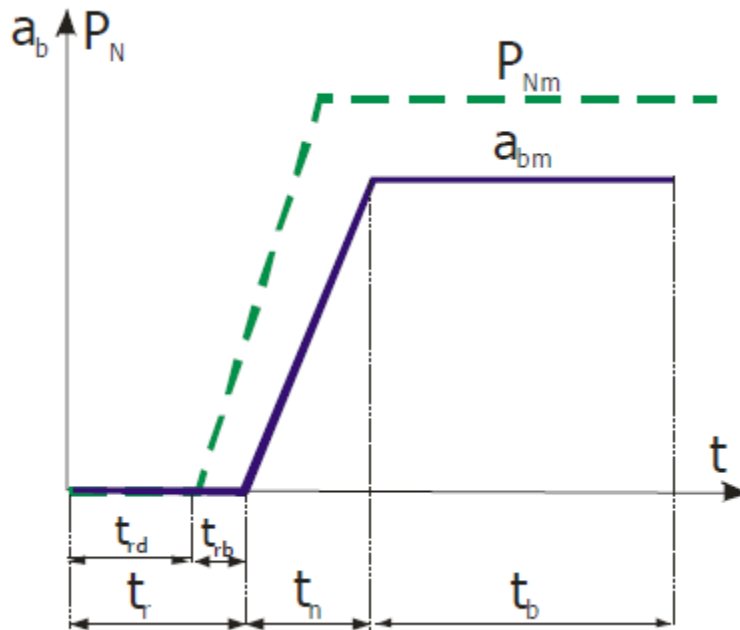
Ku

$d_r = V_0 t_r$ - distanca e udhëtimit gjatë kohës së reagimit të shoferit dhe sistemit të frenave në veprim,

$d_b \cong V_0 \cdot \frac{t_n}{2} + \frac{V_0^2}{2a_{bm}}$ - distanca e udhëtimit gjatë procesit të frenimit

(një komponent, i lidhur me fazën e vënies së frenave në veprim është lënë pa marrë në shqyrtim për shkak se vlerat reale të parametrave nuk janë më të mëdha se disa centimetra),

V_0 – shpejtësia fillestare e automjetit.



Figurë 6.2. Funkzioni i thjeshtuar kohor për procesin e frenimit të automjetit në lëvizjen drejtvizore.

- P_N – forca e ushtruar nën pedalën e frenimit, N;
- P_{Nm} – vlera maksimale e forcë së ushtruar nën pedalën e frenimit, N;
- a_b – nxitimi, m/s^2 ;
- a_{bm} – vlera maksimale e nxitimit, m/s^2 ;
- t_r – koha e vonësës së sistemit, $t_r = t_{rd} + t_{rb}$;
- t_{rd} – koha e reagimit të shoferit, s;
- t_{rb} – koha aktuale e reagimit të sistemit, s;
- t_n – koha e rritjes së ngadalësimit, s;
- t_b – koha e frenimit, s;

Duke supozuar se frenat e automjetit pëdorin tërheqje të plotë të rrotave, nxitimi i automjetit shprehet si vijon:

$$a_{bm} = \mu \cdot g \quad (6.4)$$

μ - koeficienti i fërkimit
 g - forca gravitacionale.

Rrjedhimisht, distanca e ndalimit jepet nga formula:

$$d_{stop} \cong V_0 \cdot \left(t_r + \frac{t_n}{2} \right) + \frac{V_0^2}{2\mu g} \quad (6.5)$$

Kushti për shmangien e drejtimit pranë këmbësorit formulohet si më poshtë (shih figurën 6.1):

$$d_{stop} \leq Y_A \quad (6.6)$$

Të dhënat e mëposhtme që karakterizojnë situatën janë marrë në konsideratë për një shembull llogaritës:

- $V_0 = 50 \text{ km/h}$ shpejtësia fillestare e automjetit
- $\mu = 0.70$ koeficienti i fërkimit
- $t_{rb} = 0.3 \text{ s}$ koha aktuale e reagimit të sistemit
- $t_{rd} = 1 \text{ s}$ koha e reagimit të shoferit
- $t_n = 0.3 \text{ s}$ koha e rritjes së ngadalësimit

Në një pjesë të mëtejshme të këtij kapitulli, koha totale e frenimit të shoferit dhe sistemit që vë në veprim frenat trajtohen së bashku dhe i referohemi si koha e frenimit t_r .

- $t_r = 1.3 \text{ s}$ koha e frenimit

Variacionet e mëposhtme të të dhënave të mësipërme janë marrë parasysh:

- $\Delta V_0 = \pm 5 \text{ km/h}$ shpejtësia fillestare e automjetit

(vlera e arritur duke marrë parasysh saktësinë e vërtetë të indikacioneve dhe leximit të matësit të shpejtësisë së makinës);

- $\Delta \mu = \pm 0.05$ koeficienti i fërkimit

(duke konsideruar të dhënat e literaturës)

- $\Delta t_n = \pm 0.1 \text{ s}$ koha e rritjes së ngadalësimit

(duke konsideruar të dhënat e literaturës)

- $\Delta t_r = \pm 0.3s$ koha e frenimit

(një vlerë mjaft e vogël ndryshimi, duke pasur parasysh që të dhënat e literaturës janë marrë së bashku për shoferin dhe kohën e frenimit të sistemit që vë në veprim frenat).

6.3.2 Metodatat deterministe

a) Metoda e vlerave ekstreme

Metoda e vlerave ekstreme shpesh referohet si parim i gabimit maksimal. Supozohet se vlera e kërkuar - një element i vektorit y , ndodhet midis vlerave maksimale dhe minimale të fituara me anë të zëvendësimit në relacionin $y = f(x)$ vlerat e elementeve të vektorit x që shkaktojnë vlerën më të lartë ose më të ulët të y :

$$y_{\min/y\max} = f(x_{\min/\max} \text{ ose } x_{\max/\min}) \quad (6.7)$$

ku

$$x_{\min} = [x_{1\min}, x_{2\min}, x_{3\min}, \dots, x_{m\min}]^T$$

$$x_{\max} = [x_{1\max}, x_{2\max}, x_{3\max}, \dots, x_{m\max}]^T$$

$$(x_{j\min} = x_j - \Delta x_j, \quad x_{j\max} = x_j + \Delta x_j, \quad j = 1, m)$$

Masa e pasigurisë së vlerës së kërkuar y është diferenca:

$$\Delta y = |y_{\max} - y_{\min}| \text{ ose } \Delta y = |y_{\max} - y_{\min}|/2 \quad (6.8)$$

Një supozim themelor i kësaj metode është monotonia e funksionit $y_i = f_i(x_j)$ në një gamë të konsiderueshme të vlerave të elementeve të vektorit x . Në varësi të llojit të monotonisë, përcaktohen $y_{i\min/\max}$ si funksione të $x_{j\min}$ ose $x_{j\max}$:

$$\frac{\partial y_i}{\partial x_j} > 0 \Rightarrow y_{i\min/\max} = f_i(x_{j\min/\max}) \quad 6.9(a)$$

$$\frac{\partial y_i}{\partial x_j} < 0 \Rightarrow y_{i\min/\max} = f_i(x_{j\max/\min}) \quad 6.9(b)$$

Shembull

Sipas barazimeve (6.5) dhe (6.7) duke marrë në konsideratë (6.9):

$$d_{stop\ min} = V_{0\ min} \left(t_{r\ min} + \frac{t_{n\ min}}{2} \right) + \frac{V_{0\ min}}{2\mu_{\max}g} \quad (6.10(a))$$

$$d_{stop\ max} = V_{0\ max} \left(t_{r\ max} + \frac{t_{n\ max}}{2} \right) + \frac{V_{0\ max}}{2\mu_{\min}g} \quad (6.10(b))$$

Për një gabim, në mënyrë që të ruajmë krahasueshmërinë me metodat e tjera supozohet gjysma e diferencës midis $d_{stop\ max}$ dhe $d_{stop\ min}$:

$$\Delta d_{stop} = (d_{stop\ max} - d_{stop\ min}) / 2 \quad (6.11)$$

dhe, si një gabim relativ, relacionin (6.11) në vlera aritmetike $d_{stop\ max}$ dhe $d_{stop\ min}$, jepet si më poshtë:

$$\frac{\Delta d_{stop}}{d_{stop}} = \frac{\Delta d_{stop}}{\frac{1}{2}(d_{stop\ max} + d_{stop\ min})} = \frac{(d_{stop\ max} - d_{stop\ min})}{(d_{stop\ max} + d_{stop\ min})} \quad (6.12)$$

Për të dhënat hyrëse:

$$V_{0\ min} = 45 \text{ km/h}, \quad V_{0\ max} = 55 \text{ km/h}$$

$$\mu_{\min} = 0.65, \quad \mu_{\max} = 0.75$$

$$t_{n\ min} = 0.2\text{s}, \quad t_{n\ max} = 0.4\text{s}$$

$$t_{r\ min} = 1.0\text{s}, \quad t_{r\ max} = 1.6\text{s}$$

përftojme:

$$d_{stop\ min} = 24.4 \text{ m}, \quad d_{stop\ max} = 45.8\text{m}$$

$$\Delta d_{stop} = 10.7\text{m}, \quad \Delta d_{stop} / d_{stop} = 30.5\%.$$

b) Metoda me diferencial të plotë

Vlerat nominale për elementet e vektorit $\mathbf{x}$ dhe vlerat e gabimeve $\Delta \mathbf{x}$ janë të njohura:

$$\mathbf{x}_{(0)} = [x_{1(0)}, x_{2(0)}, x_{3(0)}, \dots, x_{m(0)}]^T,$$

$$\Delta \mathbf{x} = [\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_m]^T$$

Vlera e kërkuar $\mathbf{y} = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_n]^T$ gjendet direkt nga relacioni (6.2) për bashkësinë nominale të vlerave të parametrave $\mathbf{x}_{(0)}$. Vlerësimi i një pasigurie në përcaktimin e elementeve të vektorit $\mathbf{y}$ është e mundur për shkak të përdorimit të koeficientit të ndjeshmërisë të gradës së parë dhe diferencialit të plotë:

$$\Delta y_i = \sum_{j=1}^m |W_{ij} \cdot \Delta x_j|$$

ku

$$W_{ij} = \left. \frac{\partial y_i}{\partial x_j} \right|_{x_j = x_{j(0)}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.13)$$

Elementët e vektorit $\Delta \mathbf{y}$ në trajtë matricore jepen si më poshtë:

$$\Delta \mathbf{y} = \mathbf{W} \Delta \mathbf{x} = \begin{bmatrix} |W_{11}| & \dots & |W_{1m}| \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ |W_{n1}| & \dots & |W_{nm}| \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \vdots \\ \Delta x_m \end{bmatrix} \quad (6.14)$$

Gabimi në një formë relative jo-dimensionale është si në vijim:

$$\frac{\Delta y_i}{y_i} = \sum_{j=1}^m \left| W_{ij} \cdot \frac{\Delta x_j}{x_{j(0)}} \right|$$

ku

$$W_{wij} = \frac{\partial(\ln y_i)}{\partial \ln(x_j)} \bigg|_{x_j = x_{j(0)}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.15)$$

dhe në formë matricore:

$$\Delta \mathbf{y}_w = \begin{bmatrix} \Delta y_{1w} \\ \Delta y_{2w} \\ \vdots \\ \Delta y_{nw} \end{bmatrix} = \mathbf{W}_w \Delta \mathbf{x}_w = \begin{bmatrix} |W_{w11}| & \dots & |W_{w1m}| \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ |W_{wn1}| & \dots & |W_{wnm}| \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\Delta x_1}{x_{1(0)}} \\ x_{1(0)} \\ \vdots \\ \frac{\Delta x_m}{x_{m(0)}} \\ x_{m(0)} \end{bmatrix} \quad (6.16)$$

Metoda është e përshtatshme, por ajo jep rezultate të mira kur relacionet $f_i(x_j)$ karakterizohen me ndryshime relativisht të vogla të koeficientit të ndjeshmërisë W_{ij} në intervalin e marrë në konsideratë $x_j \pm \Delta x_j$.

Për një sistem linear ose jolineare (domethënë për shmangie të vogla nga vendndodhja nominale) kjo metodë është identike me metodën e vlerave ekstreme.

Shembull

Sipas ekuacioneve (6.5), (6.13) dhe (6.15):

$$d_{stop(0)} = V_{0(0)} \cdot \left(t_{r(0)} + \frac{t_{n(0)}}{2} \right) + \frac{V_{0(0)}^2}{2\mu_{(0)}g} \quad (6.17)$$

$$\Delta d_{stop} = \left| \frac{\partial d_{stop}}{\partial t_r} \Delta t_r \right| + \left| \frac{\partial d_{stop}}{\partial t_n} \Delta t_n \right| + \left| \frac{\partial d_{stop}}{\partial V_0} \Delta V_0 \right| + \left| \frac{\partial d_{stop}}{\partial \mu} \Delta \mu \right| \quad (6.18)$$

$$\frac{\Delta d_{stop}}{d_{stop(0)}} = \left| \frac{\partial(\ln d_{stop})}{\partial(\ln t_r)} \frac{\Delta t_r}{t_{r(0)}} \right| + \left| \frac{\partial(\ln d_{stop})}{\partial(\ln t_n)} \frac{\Delta t_n}{t_{n(0)}} \right| + \left| \frac{\partial(\ln d_{stop})}{\partial(\ln V_0)} \frac{\Delta V_0}{V_{0(0)}} \right| + \left| \frac{\partial(\ln d_{stop})}{\partial(\ln \mu)} \frac{\Delta \mu}{\mu_{(0)}} \right| \quad (6.19)$$

Vlera në kufi e distancës së ndalimit gjendet nga barazimet e mëposhtme:

$$\begin{aligned} d_{stop \min} &= d_{stop(0)} - \Delta d_{stop} \\ d_{stop \max} &= d_{stop(0)} + \Delta d_{stop} \end{aligned} \quad (6.20)$$

Për të dhënat hyrëse:

$$\begin{aligned} V_{0(0)} &= 50 \text{ km/h} & \Delta V_{0x} &= 5 \text{ km/h} \\ \mu_{\min} &= 0.7 & \Delta \mu_x &= 0.05 \\ t_{n\min} &= 0.3 \text{ s} & \Delta t_n &= 0.1 \text{ s} \\ t_{\min} &= 1.3 \text{ s} & \Delta t_r &= 0.3 \text{ s} \end{aligned}$$

përftojme këto rezultate:

$$\begin{aligned} d_{\text{stop}(0)} &= 34.2 \text{ m} \\ \Delta d_{\text{stop}} &= 10.7 \text{ m} & \Delta d_{\text{stop}} / d_{\text{stop}} &= 31.3\% \\ d_{\text{stop min}} &= 23.5 \text{ m} & d_{\text{stop max}} &= 44.9 \text{ m} \end{aligned}$$

6.3.3 Metodat probabilitare

Supozohet se elementet e vektorit x : $x_j, j = 1, 2, \dots, m$ janë variabla të rastit të funksioneve të shpërndarjes. Prandaj, elementet e vektorit y : $y_i, i = 1, 2, \dots, n$ përshkruar nga varësia funksionale $y=f(x)$ janë po ashtu variabla të rastit; ndërsa shpërndarja e vektorit x përcakton shpërndarjen e vektorit y .

Megjithatë përcaktimi i saj analitik, me masën e komponenteve të vektorëve x dhe y më të lartë se 2 dhe jolinearitetit me vektor funksionit f bëhet një detyrë komplekse, zgjidhja e të cilit është e mundur vetëm në raste të veçanta. Prandaj, për këtë çështje, është e arsyeshme të përdoret metoda thjeshtuar, e përmendur në njehsimin e gabimeve si metoda e Gausit.

a) Metoda e Gausit

Nëse vlera e kërkuar është një funksion i vektorit x : $y=f(x)$, dhe elementet e vektorit x : $x_j, j=1, 2, \dots, m$ përshkruhen si variabla të rastit me shpërndarje Gausiane (normale) $N_{x_i}(\bar{x}_i, \sigma_{x_j})$ ($\bar{x}$ - vlera mesatare, σ_x - devijimi standart) atëherë vlera $y_i, i=1, 2, \dots, n$ është një variabël rasti me shpërndarje Gausiane (normale) $N_{y_i}(\bar{y}_i, \sigma_{y_j})$. Mesatarja $\bar{y}_i$ është funksion i vlerave mesatare të elementëve të vektorit x :

$$\bar{y}_i = f_1(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.21)$$

Devijimi standard σ_{y_j} shprehet me formulën e mëposhtme (e vërtetë vetëm për variablat e pakorreluar):

$$\sigma_{y_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^m \left(\frac{\partial y_i}{\partial x_j} \right)^2 \cdot \sigma_{x_j}^2} \quad \text{për} \quad x_j = \bar{x}_j \quad (6.22)$$

Një gabim i vlerës së kërkuar mund të përcaktohet në çdo nivel të besueshmërisë. Duke marrë në konsideratë normalitetin e variablave x_j , $j=1,2,\dots, m$ dhe y_i , $i= 1,2,\dots,n$ përftojmë:

$$\Delta y_i = \pm \sigma_{y_i} \quad \text{me nivel besueshmërie } 68.3\%$$

$$\Delta y_i = \pm 2\sigma_{y_i} \quad \text{me nivel besueshmërie } 95.4\%$$

$$\Delta y_i = \pm 3\sigma_{y_i} \quad \text{me nivel besueshmërie } 99.7\%$$

Shembull

Sipas relacioneve (6.5), (6.21) dhe (6.22):

$$\overline{d_{stop}} = \overline{V_0} \cdot \left(\overline{t_r} + \frac{\overline{t_n}}{2} \right) + \frac{\overline{V_0^2}}{2\mu g} \quad (6.23)$$

$$\sigma_{d_{stop}} = \sqrt{\left(\frac{\partial d_{stop}}{\partial t_r} \right)^2 \sigma_{t_r}^2 + \left(\frac{\partial d_{stop}}{\partial t_n} \right)^2 \sigma_{t_n}^2 + \left(\frac{\partial d_{stop}}{\partial V_0} \right)^2 \sigma_{V_0}^2 + \left(\frac{\partial d_{stop}}{\partial \mu} \right)^2 \sigma_{\mu}^2} \quad (6.24)$$

me gabim absolut dhe relativ besueshmërie 99,7%:

$$\Delta d_{stop} = 3 \cdot \sigma_{d_{stop}} \quad (6.25)$$

$$\frac{\Delta d_{stop}}{d_{stop}} = \frac{\Delta d_{stop}}{\overline{d_{stop}}} \quad (6.26)$$

Vlerat në kufi të distancës së ndalimit (në nivel të adoptuar besueshmërie):

$$\begin{aligned} d_{stop \min} &= d_{stop} - \Delta d_{stop} \\ d_{stop \max} &= d_{stop} + \Delta d_{stop} \end{aligned} \quad (6.27)$$

Për të dhënat hyrëse:

$$\overline{V_0} = 50 \text{ km/h}, \quad \sigma_{V_0} = 1.7 \text{ km/h}$$

$$\overline{\mu} = 0.7, \quad \sigma_{\mu} = 0.017$$

$$\overline{t_n} = 0.3 \text{ s}, \quad \sigma_{t_n} = 0.033 \text{ s}$$

$$\bar{t}_r = 1.3 \text{ s}, \quad \sigma_{t_r} = 0.100 \text{ s}$$

(sasitë e devijimeve standarde σ_x janë përcaktuar si $\Delta x/3$)

përftojme:

$$\bar{d}_{stop} = 34.2 \text{ m}, \quad \sigma_{d_{stop}} = 2.16 \text{ m}$$

$$\Delta d_{stop} = 6.5 \text{ m}, \quad \Delta d_{stop}/d_{stop} = 19.0 \%$$

$$d_{stopmin} = 27.7 \text{ m}, \quad d_{stopmax} = 40.7 \text{ m}$$

b) Metoda bazuar në përshkrimin e proceseve stokastike

Kjo metodë përbën një përgjithësim të metodave probabilitare. Ajo mund të përdoret kur modeli matematikor varet në kohë.

Në përgjithësi, një model i tillë përbën një bashkësi ekuacionesh diferenciale me trajtë të përgjithshme:

$$\dot{\mathbf{y}} = \mathbf{F}(\mathbf{y}, t) \quad (6.28)$$

$\mathbf{y} = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_n]^T$ - vektori i koordinatave kushtëzuese,

$\mathbf{F} = [f_1, f_2, f_3, \dots, f_n]^T$ - vektor funksioni.

Me futjen e proceseve stokastike në model, ekuacioni i mësipërm merr këtë formë të përgjithshme:

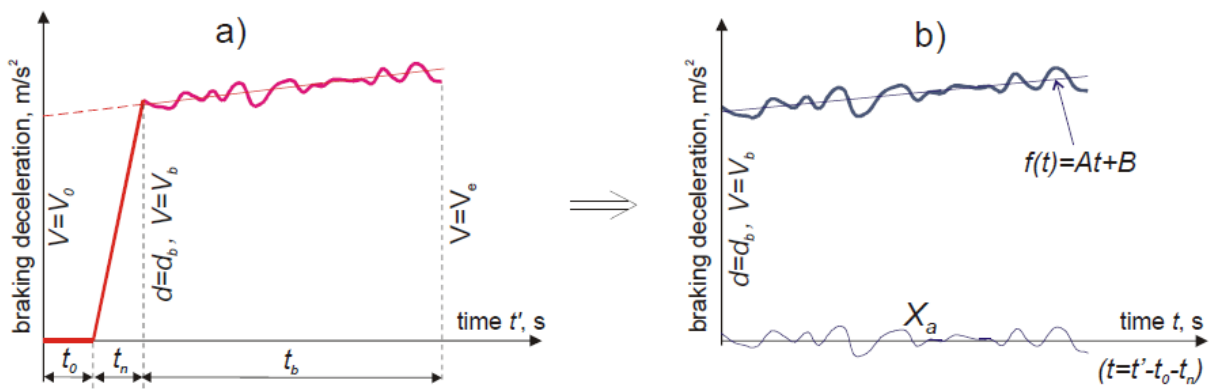
$$\dot{\mathbf{y}} = \mathbf{F}(\mathbf{y}, t) + \mathbf{G}(\mathbf{y}, t) \mathbf{X}_t \quad (6.29)$$

$$\text{ku: } \mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & \cdots & g_{nm} \end{bmatrix}, \quad g_{ij} = g_i(y_j, t)$$

$\mathbf{X}_t = [X_{t1}, X_{t2}, X_{t3}, \dots, X_{tm}]^T$ - vektori m dimensional i procesit stokastik

Duhet të marrim në konsideratë se gabimet (duke qenë një pjesë e funksioneve hyrëse) dhe parametrat përbëjnë proceset stokastike.

Metodologjia e zgjidhjeve varet nga forma e ekuacionit, dhe gjithashtu nga natyra e proceseve stokastike. Avantazhi i qasjes së lartpërmendur është fakti i marrjes së rezultateve në formën e karakteristikave të plota probabilitare të parametrave të kërkuar në çdo kohë. Mundësia e përfutimit të një zgjidhje është kufizim serioz. Kjo ndodh shpesh, madje edhe në rastin e modeleve jo shumë komplekse ku duhen thjeshtëzime të konsiderueshme për të përfutur një zgjidhje (metoda e linearizimit, thjeshtëzimet që i referohen natyrës së proceseve stokastike). Është gjithashtu e nevojshme të përcaktohen karakteristikat e procesit stokastik. Në rastin e proceseve që zbatohen në teorinë e korrelacionit, duhet të dimë funksionin që përshkruan vlerën mesatare të procesit dhe funksionin e korrelacionit. Zakonisht përcaktimi i pikës së dytë është shumë i vështirë.



Figurë 6.3. Historia kohore e frenimit duke konsideruar devijimin rastësor nga trendi i përcaktuar.

Shembull

Forma e adoptuar e serive kohore në vonesën së frenimit të makinës është analoge me një aplikim të zbatuar më lart (shih figurën 6.2). Dallohen tri faza karakteristike, përshkruar në intervale të gjatësisë: t_r , t_n dhe t_b . Faza t_b është koha e frenimit me të ashtuquajturën forca e frenimit "e zhvilluar plotësisht". Supozohet se në fazën e tretë, frenimi përbën shumën e kohës së funksionit të përcaktuar $f(t)$ (trendi) dhe procesi stokastik $X_a(t)$ (shih figurën 6.3b):

$$\ddot{X} = F(t) \quad \text{ku} \quad F(t) = f(t) + X_a(t) \quad (6.30)$$

Për më tepër, supozohet se:

- $X_a(t)$ - është e palëvizshme në kuptim të përgjithshëm, proces stokastik normal (Gaussian) me mesatare m_{X_a} , variancë $V_{X_a} = \sigma_{X_a}$ dhe korrelacion të njohur $K_{X_a}(\tau)$;
- trendi është funksion i formës së mëposhtme:

$$f(t) = At + B \quad (6.31)$$

ku A dhe B janë koeficientë – në përgjithësi variabla të rastit me shpërndarje normale $A \sim N(m_A, \sigma_A^2)$, $B \sim N(m_B, \sigma_B^2)$; m - mesatarja, σ - devijimi standart;

- kushtet fillestare për ekuacionin (6.30) janë si më poshtë:

$$\dot{x}(t=0) = V_b, \quad x(t=0) = d_b \quad (6.32)$$

ku V_b , d_b janë variabla të rastit me shpërndarje normale

$$V_b \sim N(m_{V_b}, \sigma_{V_b}^2), \quad d_b \sim N(m_{d_b}, \sigma_{d_b}^2)$$

Duke marrë parasysh fazat e frenimit t_r dhe përshkallëzimin e ngadalësimit t_n : $0 \leq t' < t_r + t_n$, variablat V_b dhe d_b bëhen variabla të rastit të varur. Në përgjithësi, është e mundur të tregohet se në rastin në diskutim zgjidhjet janë procese normale rasti (Gausiane).

Figura 6.4 paraqet historitë e kohës së zgjidhjeve në formën e vlerave mesatare të distancës së udhëtimit (d), shpejtësisë (V) dhe përshpejtimit të automjetit (a), dhe historitë përkatëse të devijimeve standarde σ_d , σ_V , σ_a . Ato janë fituara për vlerat e parametrave që i korrespondojnë të dhënave në seksionin 6.3.1:

$$\begin{aligned} m_A &= 0 & \sigma_A &= 0 \\ m_B &= -6.87m/s^2 & \sigma_B &= 0.164m/s^2 \\ m_{V_b} &= 46.3km/h & \sigma_{V_b} &= 1.72km/h \\ m_{d_b} &= 22.1m & \sigma_{d_b} &= 1.63m \end{aligned}$$

koeficienti i korrelacionit të variablave të rastit d_b dhe V_b : $k_{Vd} = 0.276$

(vlerat përshkruajnë variablat e rastit d_b dhe V_b të përcaktuar me anë të modelit analitik të frenimit në lëvizjen drejtvizore për periudhën $t_r + t_n$ - shih figurat 6.2, 6.3a, dhe metodën e Gausit përshkruar më lart).

Parametrat e procesit të rastit $X_a(t)$ janë:

- $m_{X_a} = 0$;
- korrelacioni ka formën e mëposhtme:

$$K_{X_s}(\tau) = v \cdot e^{-u|\tau|} \cos \omega \tau$$

ku: τ – diferenca në kohë,

$$v = 0.01 \text{ m}^2/\text{s}^4, \quad u = 4.4 \text{ s}^{-1}, \quad \omega = 20 \text{ s}^{-1}$$

(forma e funksionit dhe vlerat janë përzgjedhur në bazë të rezultateve të testeve eksperimentale).

Për të dhënat hyrëse:

$$\bar{V}_0 = 50 \text{ km/h} \quad \sigma_{V_0} = 1.7 \text{ km/h}$$

$$\bar{\mu} = 0.7 \quad \sigma_{\mu} = 0.017$$

$$\bar{t}_n = 0.3 \text{ s} \quad \sigma_{t_n} = 0.033 \text{ s}$$

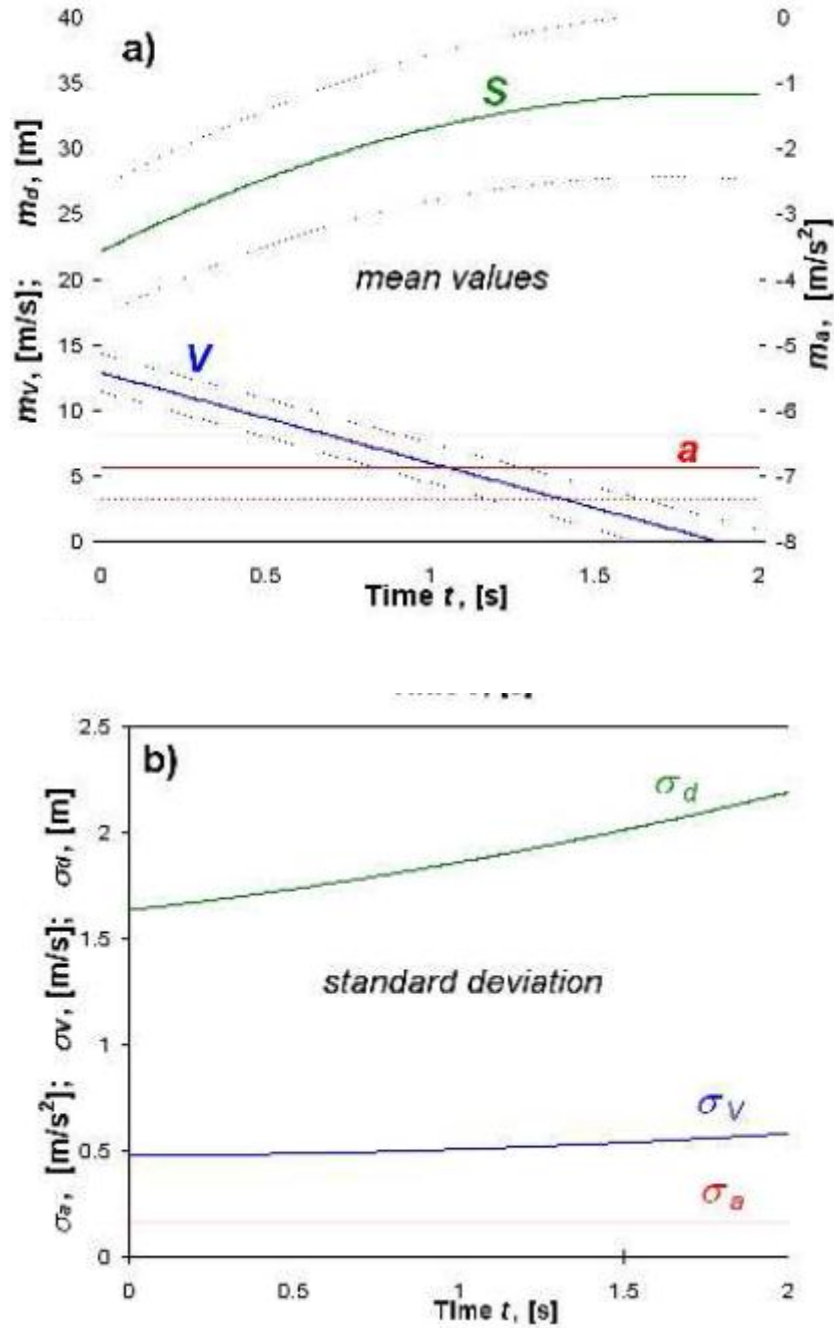
$$\bar{t}_r = 1.3 \text{ s} \quad \sigma_{t_r} = 0.100 \text{ s}$$

dhe parametrat e tjerë të cilët përshkruajnë procesin stokastik X_a që përftohen janë:

$$\bar{d}_{stop} = 34.2 \text{ m} \quad \sigma_{d_{stop}} = 2.14 \text{ m}$$

$$\Delta d_{stop} = 6.43 \text{ m} \quad \Delta d_{stop} / d_{stop} = 18.8\%$$

$$d_{stop \min} = 27.7 \text{ m} \quad d_{stop \max} = 40.6 \text{ m}$$



Figurë 6.4. Historitë e zgjidhjeve në formën e vlerave mesatare të distancës së udhëtimit (d), shpejtësisë (V) dhe përsheptimit të automjetit (a)- fig. a, dhe historitë koresponduese të devijimit standart – fig. b.

c) Metoda Monte-Carlo

Metoda Monte Carlo ofron zgjidhje të përafërta për një sërë problemesh matematikore duke kryer eksperimente të vëzhgimeve statistikore. Simulimi Monte Carlo është përdorur më shumë në mënyrë specifike për të përshkruar një metodë që përkthen pasigurinë e të dhënave hyrëse (inputet) të modelit në pasigurinë e rezultateve (output) të modelit. Prandaj, ky është një lloj simulimi që në mënyrë të qartë dhe sasiore paraqet pasiguri. Gjithashtu mbështetet në procesin e paraqitjes në mënyrë të qartë të pasigurisë duke specifikuar inputet si shpërndarje probabilitare. Në qoftë se inputet që përshkruajnë një sistem janë të pasigurtë, parashikimi i performancës në të ardhmen është domosdoshmërisht i pasigurtë. Kjo ndodh pasi çdo analizë bazuar në të dhënat e përfaqësuar nga shpërndarjet probabilitare është në vetvete një shpërndarje probabilitare. Saktësia e këtij simulimi është funksion i numrit të realizimeve. Domethënë, kufinjte e besimit në rezultate mund të llogariten lehtë të bazuar në numrin e realizimeve. Në parim, metoda Monte Carlo përdoret për të zgjidhur probleme që kanë interpretim probabilitar dhe përafrojnë zgjidhje për problemet sasiore përmes mostrimit statistikor. Gjithashtu është një teknikë stokastike - do të thotë se është e bazuar në përdorimin e numrave të rastit dhe statistikave probabilitare për të shqyrtuar problemet e dëshiruara. Kjo metodë mundëson përcaktimin e funksionit të shpërndarjes së kërkuar me përdorimin e një modeli të caktuar.

Kjo metodë në fushën e sigurisë rrugore mundëson përcaktimin e funksioneve të kërkuara të shpërndarjes me përdorimin e një modeli determinist. Supozohet se elementet e vektorit $\mathbf{x}$: x_j , $j=1,2,\dots, m$ janë variabla të rastit me karakteristika të njohura. Variablat e rastit y_i , $i=1,2,\dots,n$ përcaktohen me anë të mesatares sipas varësisë së përcaktuar $y=f(\mathbf{x})$ për pseudo- numra-rastësor x_j të gjeneruar sipas shpërndarjeve adekuatë të këtyre vlerave. Vlen të përmendet se në formën e llogaritjeve vetëm për vlerat kufizuese të shpërndarjeve x_j , me supozimin e monotonisë $y_i=f(x_j)$, kjo metodë është ekuivalente me metodën e vlerave ekstreme. Variablat e pavarur supozohet të jenë me shpërndarje normale ose uniforme. Shumica e matjeve tipike të marra nga oficerët e policisë në skenat e aksidenteve supozohet të kenë shpërndarje normale ndërsa parametrat empirikë supozohet zakonisht të kenë shpërndarje uniforme në qoftë se nuk është dhënë asnjë informacion. Për shembull, koeficienti i fërkimit ndërmjet automjetit dhe rrugës së thatë konsiderohet me shpërndarje uniforme në $[0.7, 0.9]$.

Shembull

Figura 6.5 tregon histogramën e përftuar për vlerësimin e distancës së ndalimit d_{stop} . Të dhënat e marra për llogaritje korrespondojnë me ato të shembullit të metodës Gausiane.

Të gjitha të dhënat (V_0 , t_r , t_n , $a_{bm} = \mu \cdot g$) janë trajtuar si variabla të rastit me shpërndarje reduktuar normale.

Figura 6.6 tregon histogramën e përftuar për vlerësimin e distancës së ndalimit d_{stop} , kur të gjitha të dhënat (V_0 , t_r , t_n , $a_{bm} = \mu \cdot g$) janë trajtuar si ndryshore me shpërndarje uniforme.

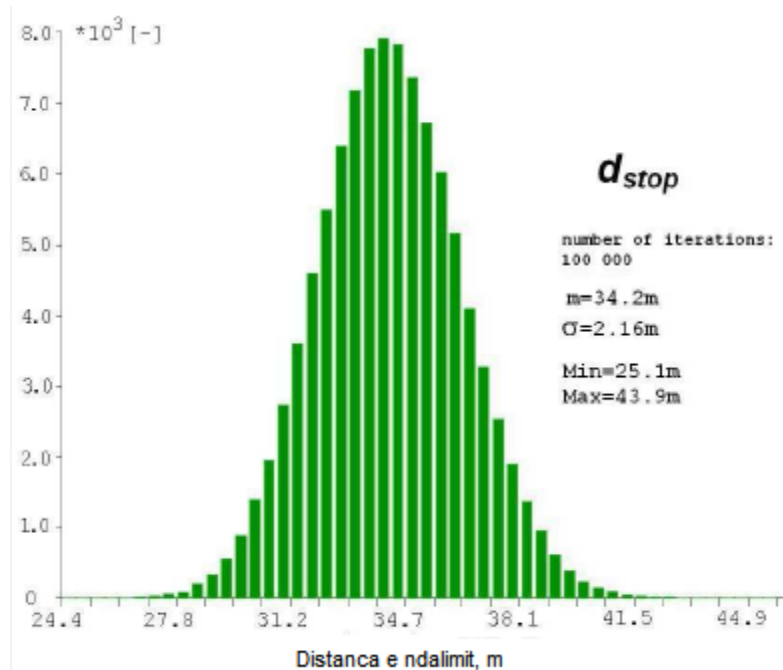


Figura 6.5. Histogramë për vlerësimin e gjatësisë së distancës së ndalimit përftuar nga metoda Monte-Carlo, të dhënat me shpërndarje normale.

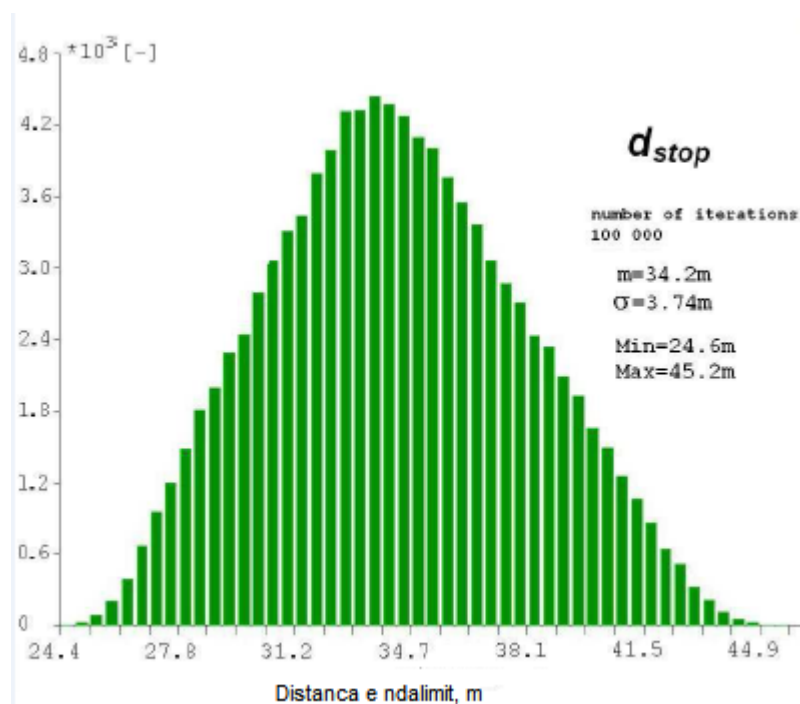


Figura 6.6. Histogramë për vlerësimin e gjatësisë së distancës së ndalimit përftuar nga metoda Monte-Carlo, të dhënat me shpërndarje uniforme.

Siç mund të shohim, në të dyja rastet forma rezulton një kurbë e shpërndarjes normale (Gausiane), por me devijim të ndryshëm standard (paraqitur në figurën 6.6). Megjithatë, këto nuk janë shpërndarje të reduktuara normale. Në të dyja rastet shohim një asimetri "të vogël" të formës, që konsiston në zhvendosjen e pikës korresponduese në vlera maksimale në drejtimin e vlerave të ulëta të d_{stop} . Ky është efekti i jolinearitetit i përshkruar nga formula (6.5).

Rezultatet e llogaritjes sipas metodës Monte-Carlo janë si më poshtë:

- në rast, kur të gjitha të dhënat trajtohen me shpërndarje normale (Gausiane):

$$\begin{aligned}\overline{d_{stop}} &= 34.2m & \sigma_{d_{stop}} &= 2.14m \\ \Delta d_{stop} &= 9.4m & \Delta d_{stop} / d_{stop} &= 27.2\% \\ d_{stop\ min} &= 25.1m & d_{stop\ max} &= 43.9m\end{aligned}$$

- në rast, kur të gjitha të dhënat trajtohen me shpërndarje uniforme:

$$\begin{aligned}\overline{d_{stop}} &= 34.2m & \sigma_{d_{stop}} &= 3.74m \\ \Delta d_{stop} &= 10.3m & \Delta d_{stop} / d_{stop} &= 29.5\% \\ d_{stop\ min} &= 24.6m & d_{stop\ max} &= 45.2m\end{aligned}$$

(Për të dy rastet, pasiguria Δd_{stop} dhe $\Delta d_{stop} / d_{stop}$ llogariten në të njëjtën mënyrë si në metodën e vlerave ekstreme).

Metoda Monte-Carlo lejon përcaktimin e probabilitetit të gjatësisë së distancës së ndalimit në intervalin e dhënë, si rrjedhim i shpërndarjes së densitetit probabilitar të gjatësisë së distancës së ndalimit. Në qoftë se përdorim histogramën d_{stop} (Figura 6.5 ose 6.6), kjo varësi mund të shprehet në formën e mëposhtme:

$$P(d_{stop} \in < d_{stop\ i}, d_{stop\ j} >) = \frac{1}{L} \sum_{k=i+1}^j L_k, \quad i, j = 0, 1, 2, \dots, n \quad (6.33)$$

ku:

n – numri i intervaleve të histogramës (në shembull $n=50$),

L – numri i iterimeve (në shembull $L=100\ 000$),

L_k – numrin e iterimeve (përsëritje procesit), rezultat i së cilës ndodhet në intervalin k ,

$d_{stop\ i}$ – kufiri më i ulët i intervalit të distancës së ndalimit i ,

$d_{stop\ j}$ – kufiri më i lartë i intervalit të distancës së ndalimit j .

Nëse marrim parasysh shembullin e paraqitur në figurën 6.5, kemi:

$$P(d_{stop} \in <27.0 \text{ m}, 39.4 \text{ m}>) \approx 99.0 \quad (6.34a)$$

$$P(d_{stop} \in <32.1 \text{ m}, 36.4\text{m}>) \approx 68.0 \quad (6.34b)$$

6.3.4 Interpretimi i rezultateve të metodave që përdoren në vlerësimin e pasigurisë

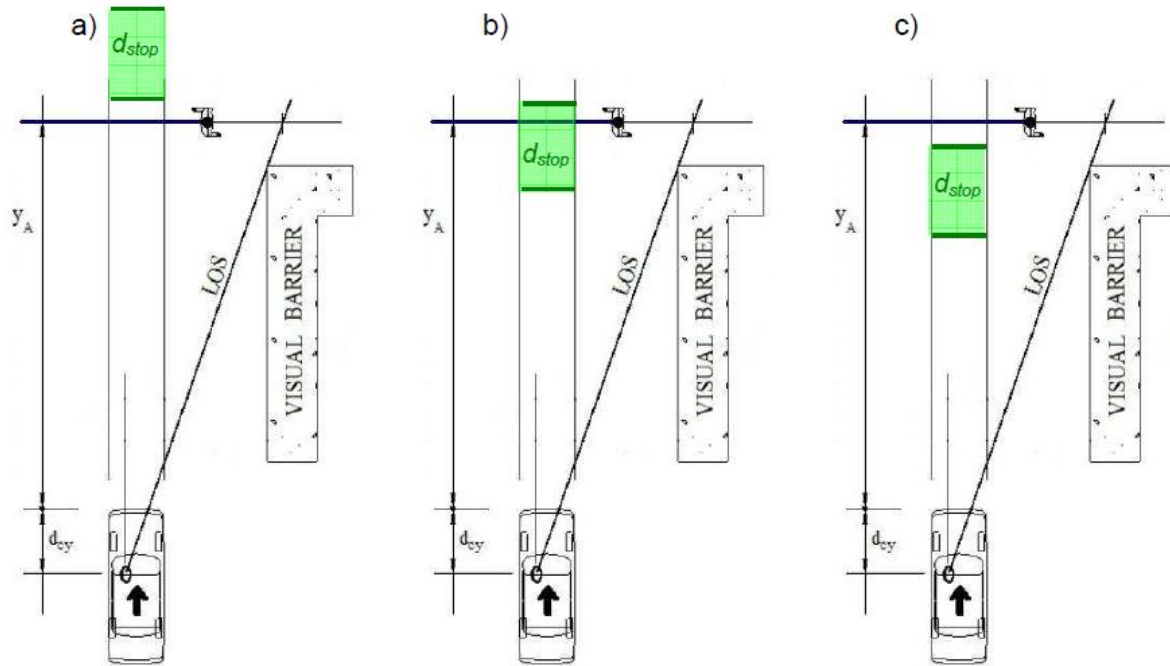
Duke përdorur shembullin e konsideruar të analizës së situatës para-aksident, duhet të kemi parasysh tre variante të rezultateve të arritura dhe të mbushura me pasiguri. Skema e tyre paraqitet në figurën 6.7.

Në rastet e shënuara a dhe c, është i mundur interpretimi unik i çështjes së mundësisë për shmangie përplasjeje:

- a: kufiri i sipërm dhe i poshtëm i distancës së ndalimit të automjetit d_{stop} ndikuar nga pasiguria e caktuar është mbi distancën y_a që përcakton vendin e përplasjes, rrjedhimisht shoferi nuk është në gjendje të shmangë përplasjen,
- c: kufiri i sipërm dhe i poshtëm i distancës së ndalimit të mjetit d_{stop} ndikuar nga pasiguria e caktuar është poshtë distancës y_a që përcakton vendin e përplasjes, rrjedhimisht shoferi është në gjendje të shmangë përplasjen.

Në situatën e shënuar si b, kufiri i sipërm i distancës së ndalimit d_{stop} ndikuar nga pasiguria e caktuar është poshtë distancës y_a që përcakton vendin e përplasjes, ndërsa kufiri i ulët-është poshtë tij. Në këtë rast, nuk është i realizueshëm vlerësimi unik i çështjes (këtu është një mundësi për shmangie përplasjeje).

Sa më sipër tregon se është e favorshme situata për pasiguri mundësisht më të vogël. "Vlera" e pasigurisë në një masë të madhe (që është treguar me shembujt kompjuterik të paraqitura më lart) varet nga metoda e zgjedhur për të përcaktuar vlerën dhe nga pasiguria e të dhënave të supozuara.



Figurë 6.7. Tre variantet e vendndodhjes së zgjidhjeve të përfthuara.

Metodat e përshkruara më lart nuk përdoren gjithmonë për një model specifik matematikor të një fenomeni për analizim. Ato gjithashtu ndryshojnë në vlerësimin e tyre. Në përgjithësi, ato janë metoda, në supozimin e të cilave është përcaktimi i vlerave ekstreme të parametrave të kërkuar (metodat deterministe: metoda e vlerave ekstreme, metoda me diferencial të plotë) dhe metoda të cilat lejojnë përcaktimin e këtyre parametrave në sensin probabilitar; zgjidhjet me vlera probabilitare (metodat probabilitare: metoda e Gausit, metoda e bazuar në përshkrimin e proceseve stokastike, dhe metoda Monte-Carlo).

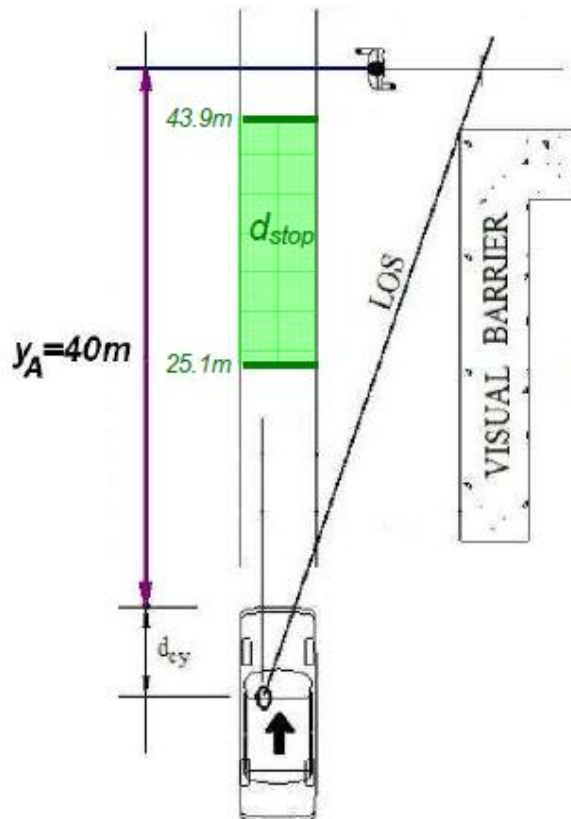
Të gjitha këto metoda janë të përshtatshme për përdorim (përveç metodës bazuar në përshkrimin e proceseve stokastike), kur modeli matematik ka një zgjidhje analitike. Në rastin e modeleve simuluese, metodat që gjejnë aplikim praktik janë metodat e vlerave ekstreme dhe metoda Monte-Carlo. Gjatë aplikimit të dytë të tyre, koha e nevojshme për të përfutur zgjidhje është e gjatë; shpesh kryhen disa simulime. Rrjedhimisht, më e përdorshme është metoda e vlerave ekstreme. Aplikimi i metodave probabilitare me përdorimin e proceseve stokastike, has vështirësi dhe në modelet e thjeshta (edhe tek ato veç me një zgjidhje analitike). Për modelet komplekse, është e nevojshme të aplikohen thjeshtime të konsiderueshme.

Duke krahasuar rezultatet e përfthuara nga metodat e sipërpërmendura themi se:

- shkalla e zgjidhjeve për metodat determinuese, nuk janë shumë të ndryshme.
- rezultatet e fituara me anë të metodave probabilitare janë dukshëm të ndryshme nga ato të përfthuara me anë të metodave deterministe. Shkalla e gjatësisë së distancës së ndalimit është shumë më e "kufizuar" që përbën një efekt të favorshëm.

- zgjidhjet e përcaktuara nga metoda probabilitare e Gausit dhe metoda e proceseve stokastike janë të ngjashme. Kjo do të thotë se në rastet e diskutuara dhe të ngjashme, për përcaktimin e shpërndarjes së probabilitetit të një vlere të kërkuar, metoda e thjeshtuar e Gausit (në krahasim me metodën e bazuar në përshkrimin e proceseve stokastike) është e suficiente.

- shkallët e zgjidhjeve të përcaktuara me metodën Monte-Carlo varen nga llojet e shpërndarjes probabilitare të të dhënave. Në përgjithësi, ato janë më të plota se sa metodat e tjera probabilitare. Në rast të trajtimit të të dhënave me variacione rastësore të shpërndarjes uniforme, përftojme zgjidhje të ngjashme me ato të metodave deterministe, metodën e vlerave ekstreme dhe metodën me diferencial të plotë. Në rast të trajtimit të të dhënave me variacione rastësore të shpërndarjes normale (Gausiane), përftojme një hapësirë "të ngushtë" të zgjidhjeve, e cila mund të interpretohet ndërsa i afrohem metodës së Gausit dhe metodës bazuar në përshkrimin e proceseve stokastike.



Figurë 6.8. Skema e një situatë aksidenti e konsideruar me zonë pasigurie nga metoda Monte-Carlo.

Metodat probabilitare kanë edhe një tjetër avantazh në lidhje me ato deterministe (përveçse për pasiguri të ulëta). Në rast se pasiguria e përftuar pamundëson një interpretim unik të rezultatit (shih figurën 6.7/b), është e mundur të përcaktohet probabiliteti i një interpretimi të caktuar. Për shembull, që një distancë y_A duke përcaktuar vendin e përplasjes është 40 m, nëse vlerësojmë distancën e ndalimit duke përdorur metodën Monte-Carlo në një variant ku të gjitha të dhënat trajtohen si variabla të rastit me shpërndarje normale, atëherë do të përftojmë: $d_{stop} \in <25.1m, 43.9m>$. Sidoqoftë, jemi një situatë jo të veçantë. Megjithatë, mund të përcaktojmë - duke përdorur relacionin 6.33 dhe histogramën e paraqitur në figurën 6.6 – me çfarë probabiliteti distanca e ndalimit është më e shkurtër se 40 m: $P(d_{stop} \in <25.1m, 40m>) = 0.994$. Interpretimi grafik është paraqitur në figurën 6.8.

Kështu, në raste të tilla me probabilitet afër njëshit, themi se shoferi mund të shmangë përplasjen. Konkluzioni analog i procesit të dizenjimit ("eliminimi" i zonave të zgjidhjeve me një probabilitet të vogël të ndodhjes) mund të kryhet me anë të përdorimit të metodave të tjera probabilitare. Kjo është e pamundur në rastin e metodave deterministe, ku në zonën e pasigurisë duhet të trajtojmë çdo rezultat "njësoj" me rezultatet e tjera. Në shembullin e mësipërm, në rast të dy metodave deterministe, ka pasiguri që pamundëson një kualifikim të veçantë për të gjitha metodat. Mund të përftojmë kualifikime të tilla unike me një probabilitet të madh (afër me një) në rastet e metodave probabilitare.

Megjithatë, disavantazhi kryesor i metodave probabilitare duhet të rikujtohet në këtë rast: një karakter dhe parametrat e shpërndarjes probabilitare duhet të jenë të njohura, edhe pse mund të mos jenë të lehta në praktikë. Supozimi i shpërndarjes normale është një thjeshtëzim i madh. Shpesh shpërndarjet reale kanë një karakter asimetric, psh. koha e reagimit – e trajtuar më lart. Megjithatë, nëse kufijtë e variacionit të vlerësimit të parametrave janë vendosur si duhet dhe nëse shpërndarja dhe parametrat e saj janë krahasuar si duhet, atëherë zona pasigurise së përftuar do të jetë më e vogël se në rastin e metodave deterministe.

KAPITULLI VII

SIMULIMI MATEMATIK NË KRYQËZIM

Hyrje

Në analizën e situatave para-aksident, modelet matematikore të sistemit njeri-automjet-mjedis dhe paisjet e të dhënave janë dy grupet më të përdorshme të metodave procedurale. Ky kapitull përqëndrohet në modelet matematikore të cilat përfshijnë metodat analitike dhe metodat e simulimit. Do analizojmë një situatë aksident në tre fazat e veta nëpërmjet simulimit matematik dhe modelimin e tij nëpërmjet programit kompjuterik Virtual CRASH i cili performon përplasjet e makinave dhe trajektoret e simulimeve në 3D, gjithashtu paraqet shpejtësinë e automjeteve në pozicionet para kontaktit, në momentin e përplasjes dhe pas përplasjes. Më ngushtë, do analizojmë një situatë përplasje nga mungesa e respektimit të përparësisë në një kryqëzim ku në përplasje hyjnë dy mjete dhe dy këmbësorë të cilët po kalonin vijat e bardha dhe si rezultat i përplasjes së këtyre dy automjeteve, njëri nga mjetet e përplasur godet dhe dy këmbësorët.

7.1 Analizimi i një situatë aksident në kryqëzim nga mungesa e respektimit të përparësisë

Do analizojmë një situatë aksident në një kryqëzim në tre fazat e veta kur në përplasje hyjnë dy automjete të cilët më pas zhvendosen përgjatë një lëvizje rrotulluese. Si rezultat i përplasjes së këtyre dy automjeteve, njëri nga mjetet e përplasur godet dhe dy këmbësorë që po kalonin vijat e bardha në kryqëzim. Në aksident u dëmtuan rëndë drejtuesi dhe pasagjeri i automjetit A_1 , si dhe u dëmtuan rëndë dy këmbësorët. Nga studimi që do të bëjmë do të mjaftohemi me llogaritjen e shpejtësisë së lëvizjes së automjeteve të përfshirë në aksident duke përdorur një nga mënyrat për të zgjidhur këtë problem, në mënyrë që të gjejmë fajtorin dhe nëse shmanget apo jo ky aksident.

Shtrimi i problemit

Në rastet si ky në shqyrtim, puna e parë për tu bërë është ajo e pajisjes me një planimetri mundësisht sa më të saktë dhe pastaj të nxjerrim vendndodhjet e kontaktit të parë të cilat duhet të jenë të përputhshme si në gjurmët e lëna në rrugë nga dy mjetet ashtu dhe me gjendjen deformuese të tyre. Me anë të këtyre ndërtimeve është e mundur të vlerësojmë pastaj rrotullimet dhe zhvendosjet vijëdrejta të cilave dy automjeteve i janë nënshtruar në zhvendosjen nga vendndodhja e kontaktit të parë në vendndodhjen përfundimtare.

Rrotullimet dhe zhvendosjet (nga qendra e rëndesës) i japim si më poshtë:

$\alpha_1 = 137^\circ = 2.4 \text{ rad}$ - rrotullimi i A_2 (në drejtimin orar)

$\alpha_2 = 107^\circ = 1.9 \text{ rad}$ - rrotullimi i A_2 (në drejtimin antiorar)

$S_1 = 7.90 \text{ metra}$ - zhvendosja vijëdrejtë e qendrës së rëndesës së A_2

$S_2 = 7.40 \text{ metra}$ - zhvendosja vijëdrejtë e qendrës së rëndesës së A_1

Për llogaritjen e shpejtësisë zbatojmë parimin e qëndrueshmërisë së sasisë së lëvizjes, parim që fizikisht rregullon në mekanikë fenomenin e përplasjes. Shënojmë

m_1 - masa e A_2 me dy persona në bord

m_2 - masa e A_1 me dy persona në bord

v_1 - shpejtësia e A_2 përpara përplasjes

v_2 - shpejtësia e A_1 përpara përplasjes

v_1' - shpejtësia e A_2 pas përplasjes

v_2' - shpejtësia e A_1 pas përplasjes

θ_1 - këndi i formuar nga vektori v_1 me një vijë të referimit (drejtimi i lëvizjes së automjetit A_2 përpara përplasjes)

θ_2 - këndi i formuar nga vektori v_2 me një vijë të referimit (drejtimi i lëvizjes së automjetit A_1 përpara përplasjes)

θ_1' - këndi i formuar nga vektori v_1' me një vijë të referimit (drejtimi i lëvizjes së automjetit A_2 pas përplasjes)

θ_2' - këndi i formuar nga vektori v_2' me një vijë të referimit (drejtimi i lëvizjes së automjetit A_1 pas përplasjes)

Shkruajmë tani në formë vektoriale parimin e qëndrueshmërisë së sasisë të lëvizjes

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

dhe duke i pjestuar të dyja anët me m_1 kemi:

$$\vec{v}_1 + \frac{m_2}{m_1} \vec{v}_2 = \vec{v}_1' + \frac{m_2}{m_1} \vec{v}_2'$$

më pas duke i projektuar në drejtimin e lëvizjes origjinale të A_2 — të marrë si “vijë të referimit” orientimin e shpejtësisë v_1 - rezulton të kemi në formë shkallare

$$v_1 \cos \theta_1 + \frac{m_2}{m_1} v_2 \cos \theta_2 = v_1' \cos \theta_1' + \frac{m_2}{m_1} v_2' \cos \theta_2' \quad (1)$$

Duke qenë se m_1 - masa e A_2 me dy persona në bord, m_2 - masa e A_1 me dy persona në bord

$$m_1 = \frac{2080 + 140}{9.81} = \frac{2220}{9.81} = 226 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^2$$

$$m_2 = \frac{890 + 140}{9.81} = \frac{1030}{9.81} = 105 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{105}{226} = 0.46$$

duke rezultuar gjithashtu:

$$\theta_1 = 0 \text{ dhe } \cos \theta_1 = + 1.00$$

$$\theta_2 = 111^\circ \text{ dhe } \cos \theta_2 = - \cos (180^\circ - 111^\circ) = - \cos 69^\circ = - 0.36$$

$$\theta_1' = 4^\circ \text{ dhe } \cos \theta_1' = + 0.99$$

$$\theta_2' = 16^\circ \text{ dhe } \cos \theta_2' = + 0.96$$

ekuacioni (1) bëhet:

$$v_1 + 0.46 v_2 (-0.36) = v_1' + 0.46 v_2' (+0.96)$$

$$v_1 - 0.17 v_2 = v_1' + 0.46 v_2' \quad (2)$$

Shikojmë që shpejtësitë pas përplasjes – të shënuara me v_1' dhe v_2' - mund të përcaktohen në rradhë të parë në rrugë teorike duke shqyrtuar vetëm zhvendosjet vijëdrejta S_1 dhe S_2 me anë të formulave:

Për automjetin A_2

$$v_{1_0}' = \sqrt{2 g \mu S_1} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.40 \times 7.90} = \sqrt{62} = 7.9 \text{ m/s} = 7.9 \times 3.6 = 28 \text{ km/h}$$

Për automjetin A_1

$$v_{2_0}' = \sqrt{2 g \mu S_2} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.40 \times 7.40} = \sqrt{58} = 7.6 \text{ m/s} = 7.6 \times 3.6 = 27 \text{ km/h} .$$

Këtyre vlerave të shpejtësisë, duhet tu shtohen shpejtësitë përkatëse të barazvlefshme dhe të derivuara nga energjitë e humbura në rrotullim, duke përfutur në këtë mënyrë:

Për automjetin A_2

$$v'_{1*} = \sqrt{g \mu p \alpha_1} = \sqrt{9.81 \times 0.45 \times 2.54 \times 2.4} = \sqrt{27} = 5.2 \text{ m/s} = 5.2 \times 3.6 = 19 \text{ km/h}$$

Për automjetin A_1

$$v'_{2*} = \sqrt{g \mu p \alpha_2} = \sqrt{9.81 \times 0.45 \times 2.39 \times 1.9} = \sqrt{20} = 4.5 \text{ m/s} = 4.5 \times 3.6 = 16 \text{ km/h}$$

Nga të cilat mund të nxirren shpejtësitë në dalje të përplasjes:

Për automjetin A_2

$$v'_1 = v'_{1_0} + v'_{1*} = 28 + 19 = 47 \text{ km/h} = 47/3.6 = 13.1 \text{ m/s}$$

Për automjetin A_1

$$v'_2 = v'_{2_0} + v'_{2*} = 27 + 16 = 43 \text{ km/h} = 43/3.6 = 11.9 \text{ m/s}$$

Por në fakt për shkak të përplasjes me murin e vogël A_1 (deri në atë pikë sa të shembi një pjesë të trashë) vlera e përfutur prej 11.9 m/s duhet rritur të paktën me 40%, prandaj për shpejtësinë do merret vlera përfundimtare prej $v_2 = 1.40 \times 11.9 = 16.7 \text{ m/s}$. Pasi përcaktohen shpejtësitë në dalje të përplasjes v'_1 dhe v'_2 mund të zëvendësohen vlerat e tyre në formulën e mëposhtme:

$$v_1 - 0.17 v_2 = v'_1 + 0.46 v'_2 \quad (2)$$

$$v_1 - 0.17 v_2 = 13.1 + 0.46 \times 16.7$$

$$v_1 - 0.17 v_2 = 20.8 \quad (3)$$

Meqë (3) përmban dy të panjohura v_1 dhe v_2 duhet vendosur përkrah një ekuacioni të dytë, i cili është ai që fitohet duke shqyrtuar ε - koeficienti i përplasjes i përcaktuar sipas barazimit

$$\varepsilon = \frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - v_2} \quad \text{dhe kjo në mënyrë shkallare} \quad \varepsilon = \frac{v'_2 \cos \theta'_2 - v'_1 \cos \theta'_1}{v_1 \cos \theta_1 - v_2 \cos \theta_2}$$

Domethënë

$$\varepsilon = \frac{v'_2 (+0.96) - v'_1 (+1.00)}{v_1 (+1.00) - v_2 (-0.36)} = \frac{0.96 v'_2 - v'_1}{v_1 + 0.36 v_2}$$

nga ku

$$v_1 + 0.36 v_2 = \frac{0.96 v_2' - v_1'}{\varepsilon}$$

dhe duke zëvendësuar në formulën e v_1' dhe v_2' të gjetura kemi

$$v_1 + 0.36 v_2 = \frac{2.9}{\varepsilon} \quad (4)$$

Duke kombinuar (3) dhe (4) kemi sistemin e zgjidhjes së problemit të llogaritjes së shpejtësive të kontaktit të parë v_1 dhe v_2 të dy automjeteve:

$$\begin{cases} v_1 - 0.17 v_2 = 20.8 \\ v_1 + 0.36 v_2 = \frac{2.9}{\varepsilon} \end{cases}$$

Nga zgjidhja e të cilit marrim $v_2 = - \frac{20.8 \varepsilon - 2.9}{0.53 \varepsilon}$

Duke i dhënë ε një vlerë të pranueshme me karakteristikat e përplasjes, për shkak të deformimeve të mëdha të qëndrueshme të gjetura mbi dy mjetet ($\varepsilon \in (0.1-0.3)$), marrim mesatarisht $\varepsilon=0.25$ dhe gjejmë $|v_2|=17.4 \text{ m/s} = 17.4 \times 3.6 = 63 \text{ km/h}$.

Duke zëvendësuar vlerën e gjetur të v_2 në formulën (3) kemi:

$$v_1 = 17.8 \text{ m/s} = 17.8 \times 3.6 = 64 \text{ km/h}$$

Kështu në thelb llogaritja sjell vlerësimet pasuese për shpejtësitë e dy automjeteve në momentin e përplasjes:

$$v_1 = 64 \text{ km/h} = 17.8 \text{ m/s} - \text{shpejtësia e automjetit } A_2$$

$$v_2 = 63 \text{ km/h} = 17.4 \text{ m/s} - \text{shpejtësia e automjetit } A_1$$

Shpejtësia e lëvizjes V_i arrihet duke shqyrtuar distancën e frenimit para kontaktit që ka qenë:

- për automjetin A_2 : $d_1 = 10.80 \text{ m}$

$$\text{- për automjetin } A_1: d_2 = \frac{3.50 + 6.00}{2} = \frac{9.50}{2} = 4.75 \text{ m} .$$

Kështu që për shpejtësitë e lëvizjes V_1 dhe V_2 kemi:

-për automjetin A_2 :

$$V_1 = \sqrt{v_1^2 + 2 g \mu d_1} = \sqrt{17.8^2 + 2 \times 9.81 \times 0.80 \times 10.80} = 22.1 \text{ m/s} = 22.1 \times 3.6 = 80 \text{ km/h}$$

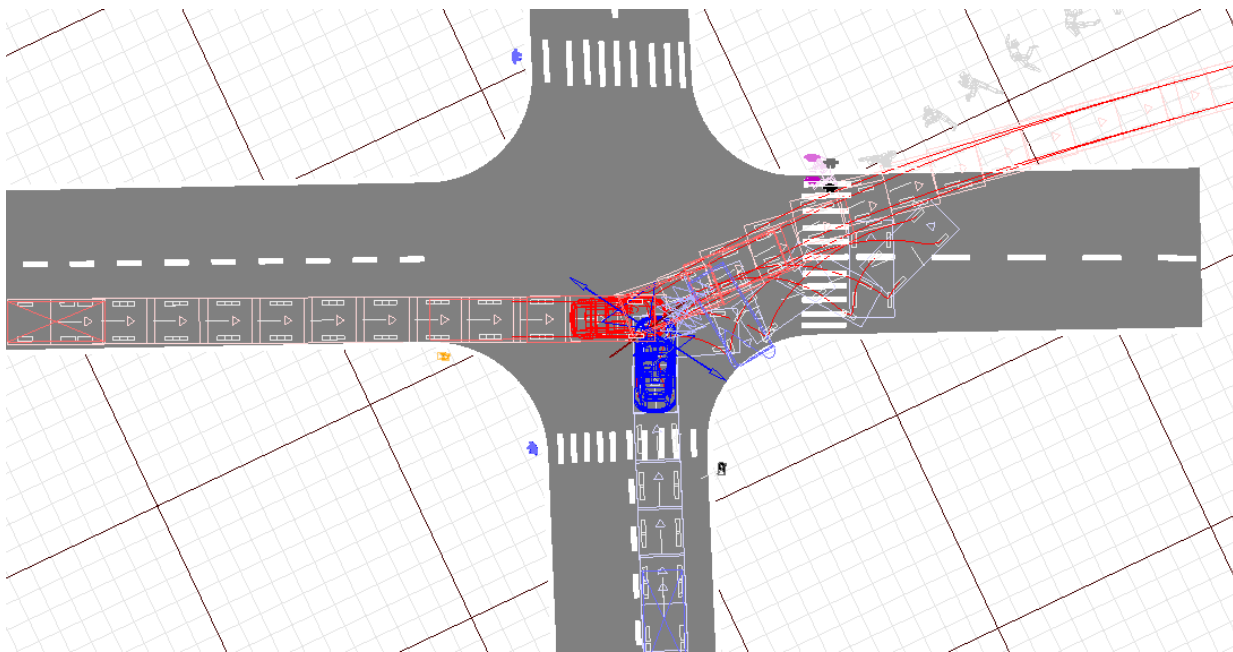
- për automjetin A_1 :

$$V_2 = \sqrt{v_2^2 + 2 g \mu d_2} = \sqrt{17.4^2 + 2 \times 9.81 \times 0.90 \times 4.75} = 19.4 \text{ m/s} = 19.4 \times 3.6 = 70 \text{ km/h}$$

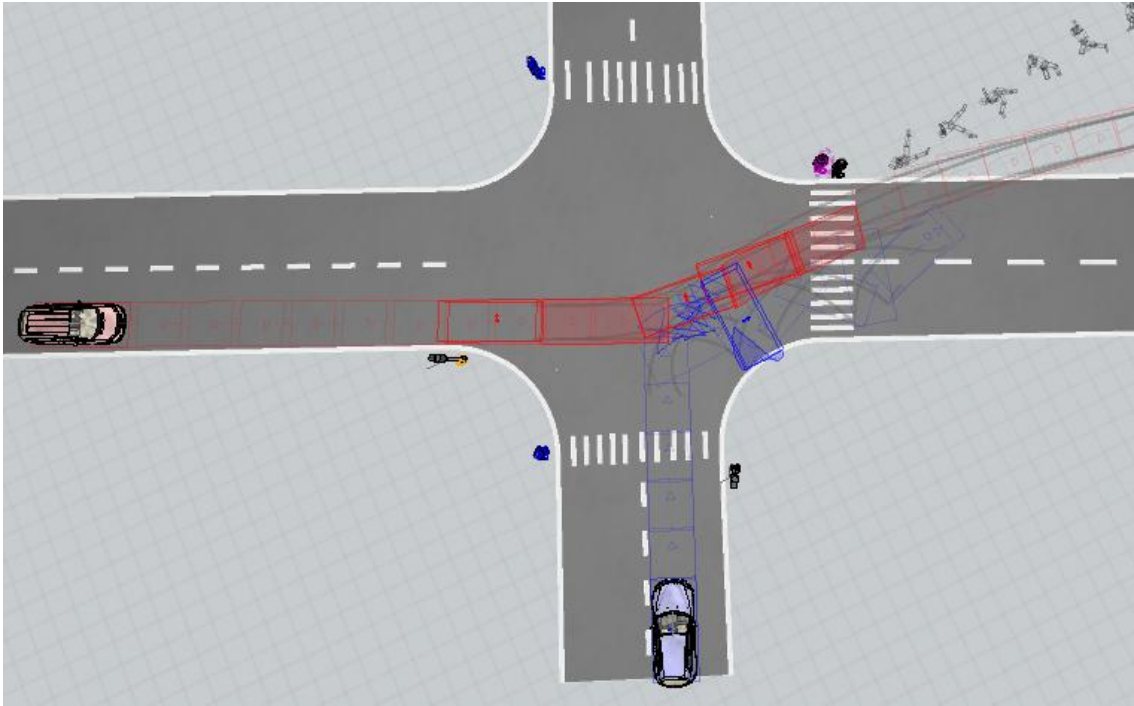
7.2 Modelimi kompjuterik i aksidentit rrugor

Me ndihmën e programit kompjuterik Virtual CRASH kemi ndërtuar dinamikën e ngjarjes së aksidentit rrugor të ndodhur në kryqëzim ndërmjet dy automjeteve nga ku mbetën të lënduar dhe dy këmbësorë.

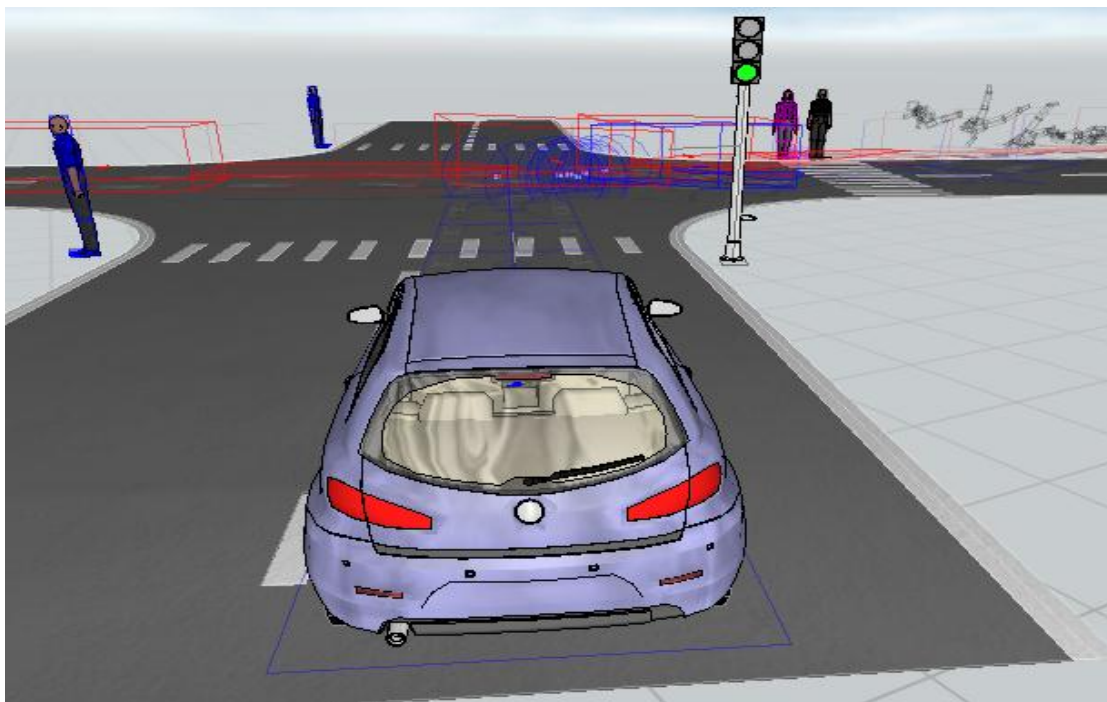
Sipas figurave 7.1 dhe 7.2, konkludojmë se rezultatet e simulimit barazohen me fushën e të dhënave. Gjithashtu figurat 7.3, 7.4, dhe 7.5 tregojnë plotësisht drejtimet e lëvizjes së automjeteve si dhe gjendjen e semaforit që lejon ose jo lëvizjen e tyre kur afrohen në kryqëzim.



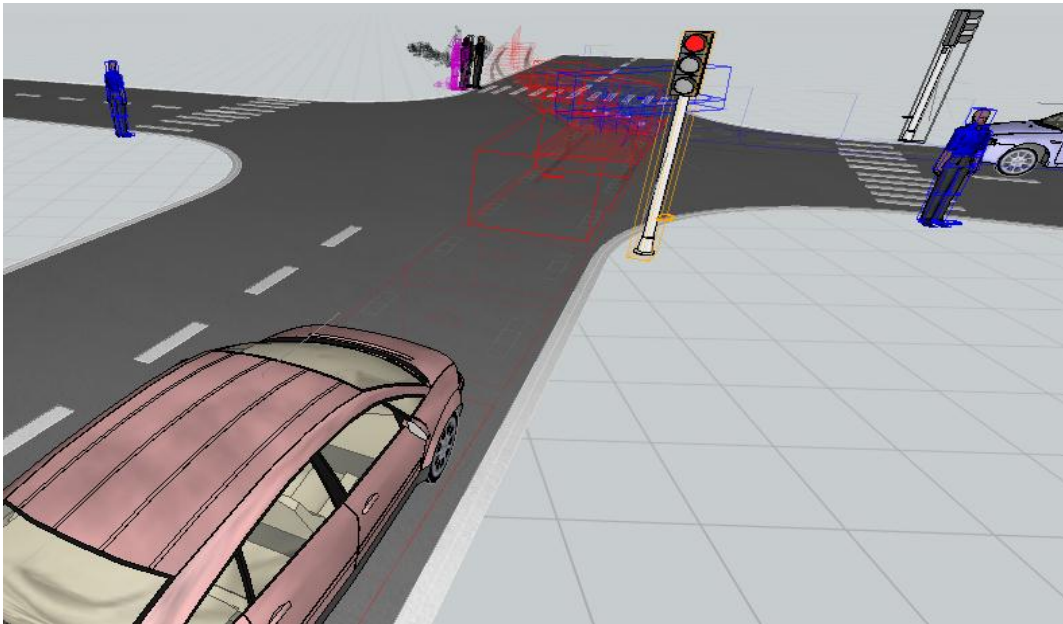
Figurë 7.1. Pozicioni i dy automjeteve dhe këmbësorëve në simulim (2D).



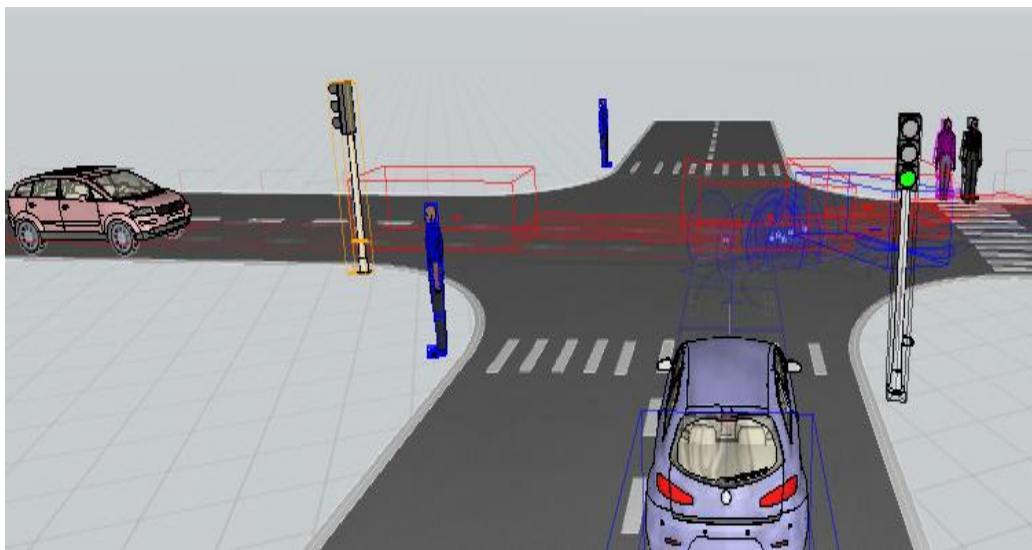
Figurë 7.2. Pozicionet fillestare të dy automjeteve dhe këmbësorëve në simulim (3D).



Figurë 7.3. Skemë sipas drejtimit të lëvizjes së njërit nga automjetet si edhe gjendja e semaforit që lejon lëvizjen e tij (3D).



Figurë 7.4. Skemë sipas drejtimit të lëvizjes së automjetit tjetër si edhe gjendja e semaforit që nuk lejon lëvizjen e tij (3D).

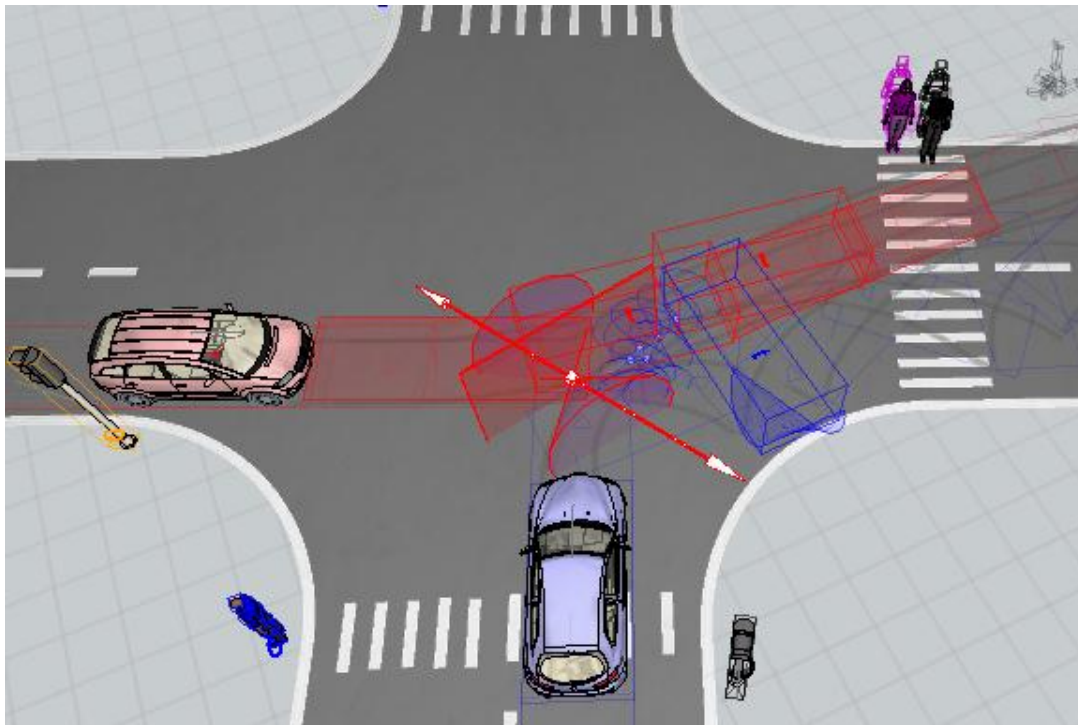


Figurë 7.5. Skemë sipas drejtimit të lëvizjes së këmbësorëve dhe pozicionet e dy automjeteve që afrohen në kryqëzim (3D).

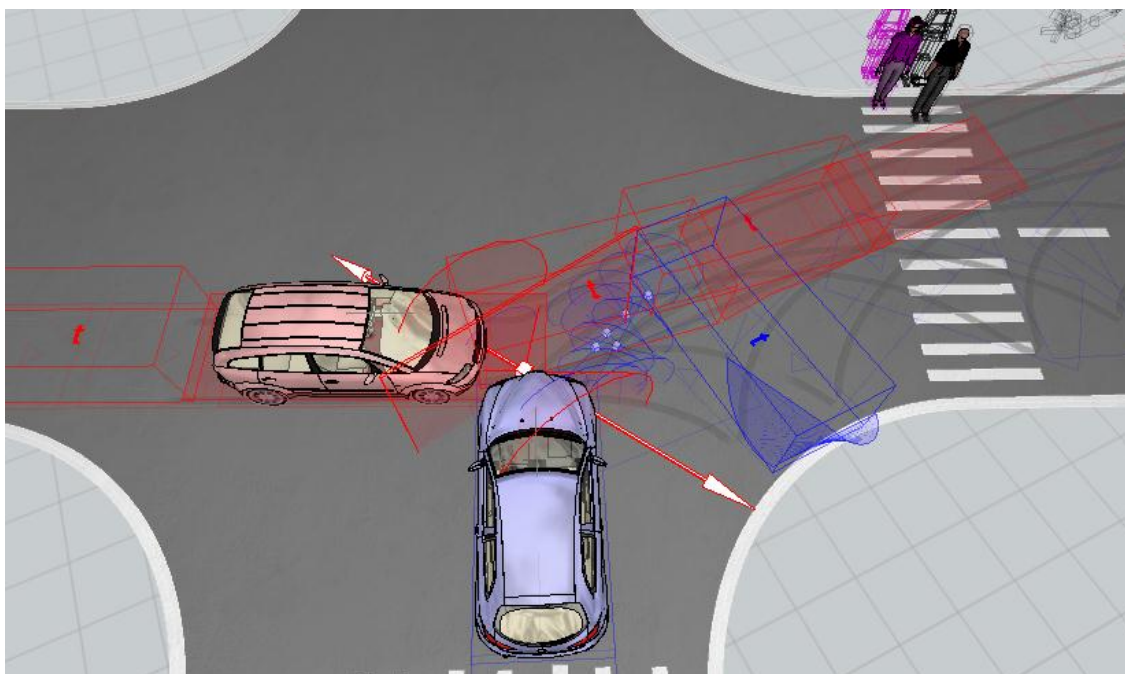
Pamjet në figurat 7.6 dhe 7.7 janë me fokus më të madh që tregojnë pozicionet e dy automjeteve që kane hyrë në kryqëzim dhe po i afrohen pikës së mundshme të goditjes së tyre si rezultat i ndryshimit të shpejtësive të lëvizjeve dhe mos respektimit të sinjalistikës rrugore semaforike si edhe vazhdimin e lëvizjes dhe ndalimin e këmbësorëve në vijat e bardha.

Më tej jepen pika e mundshme e goditjes, plani i përplasjes së dy automjeteve në studim, si edhe ndërfutja e të dy mjeteve tek njeri tjetri (faza e parë e kontaktit dhe zhvillimi deformimit, figura 7.8); zhvillimi i kontaktit midis dy automjeteve deri në deformimin maksimal ku më pas fillon ndarja e tyre (faza e dytë e ngjeshjes maksimale, figura 7.9); zhvillimi i shkëputjes së dy automjeteve dhe pozicioni i këmbësorëve i cili përputhet me trajektoren e automjetit që hyri në kryqëzim me semafor të kuq dhe më pas godet këmbësorët (faza e tretë e shkëputjes, figura 7.10).

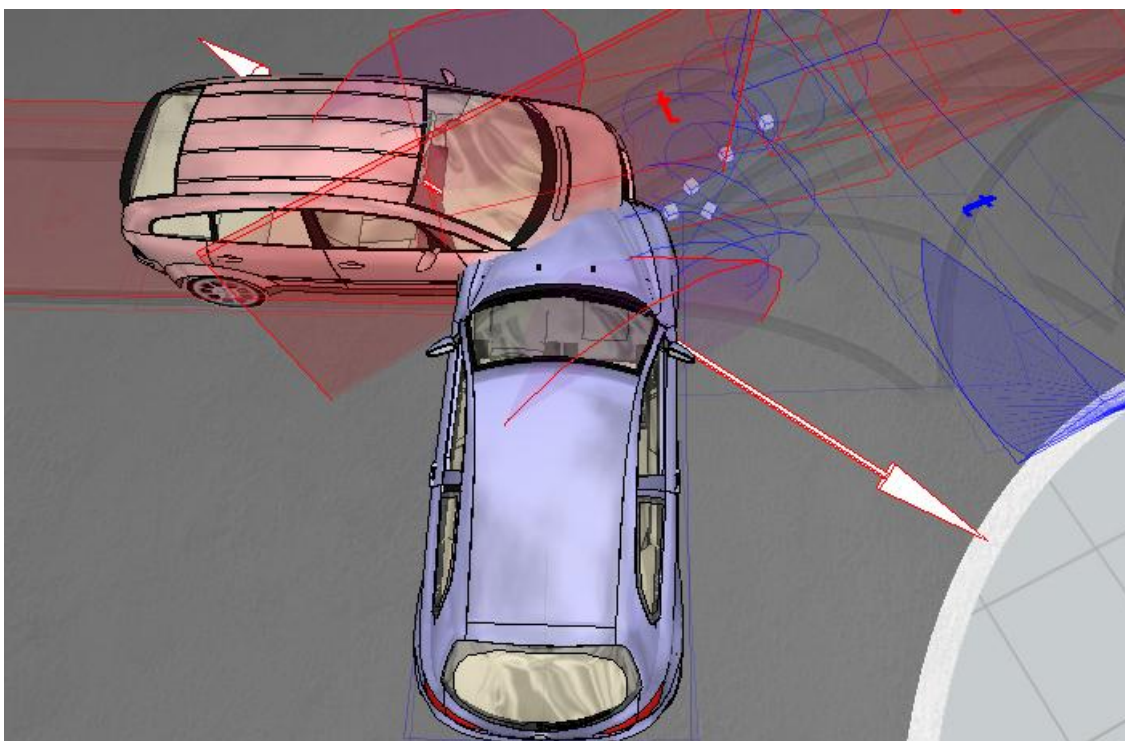
Për shkak të këndit të goditjes dhe shpejtësive të zotëruara para aksidentit secili automjet ka trajektoren e tij të lëvizjes pas aksidentit deri në ndalimin përfundimtar, e paraqitur kjo në figurën 7.11.



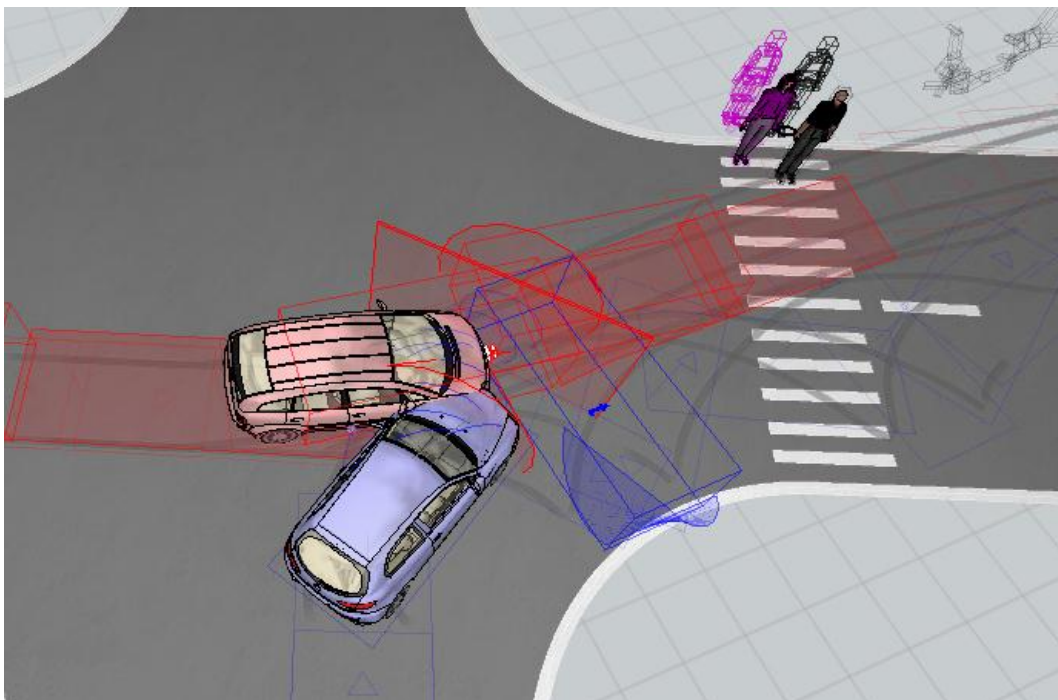
Figurë 7.6. Pozicionet e dy automjeteve në kryqëzim duke u afruar pikës së mundshme të goditjes së tyre (3D).



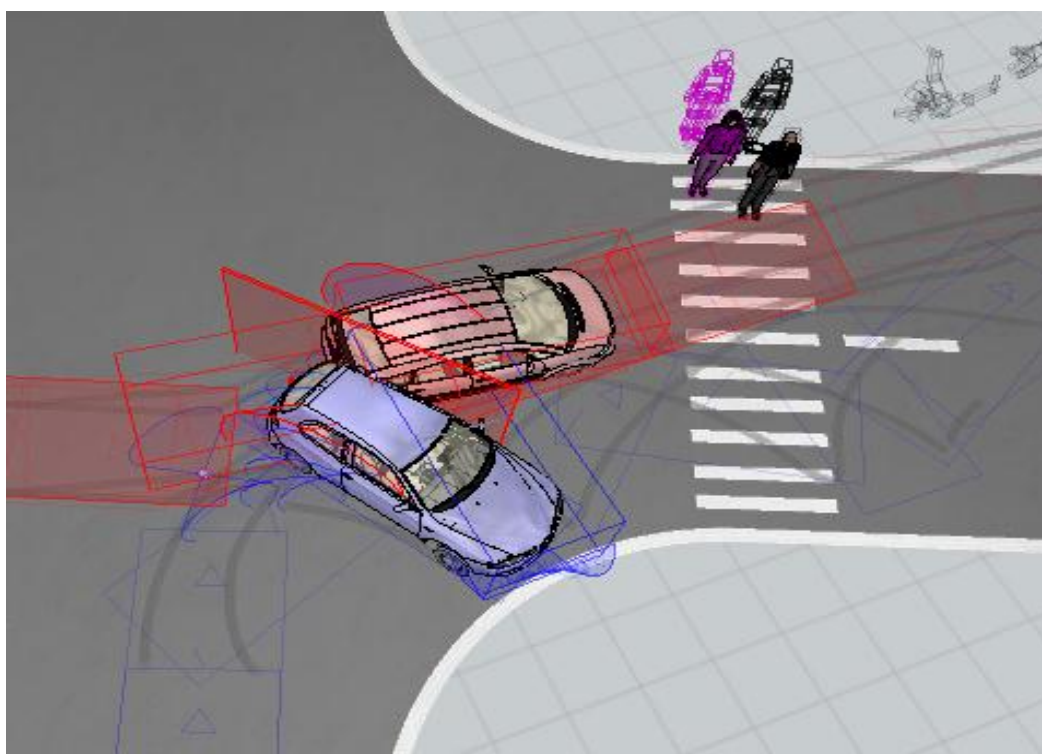
Figurë 7.7. Pozicionet e dy automjeteve pranë pikës së mundshme të goditjes (3D).



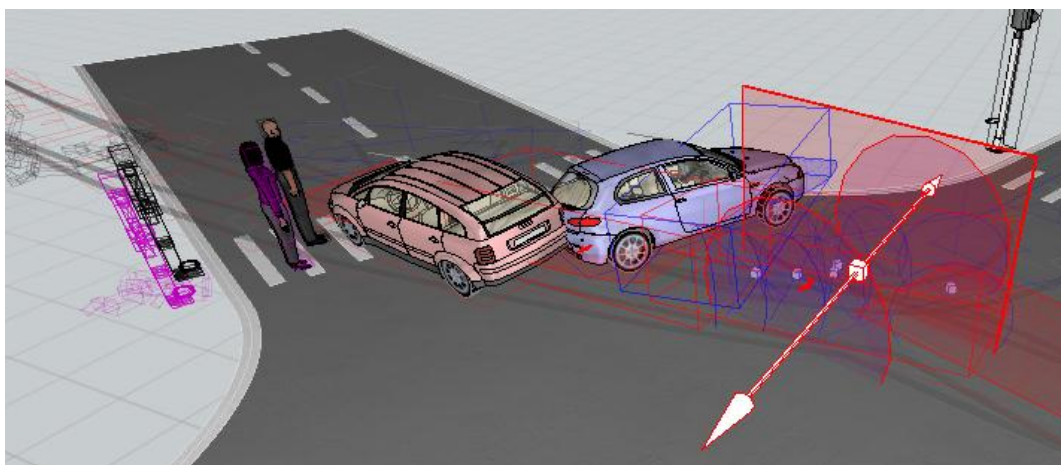
Figurë 7.8. Faza e kontaktit dhe zhvillimi deformimit.



Figurë 7.9. Faza e ngjeshjes maksimale.

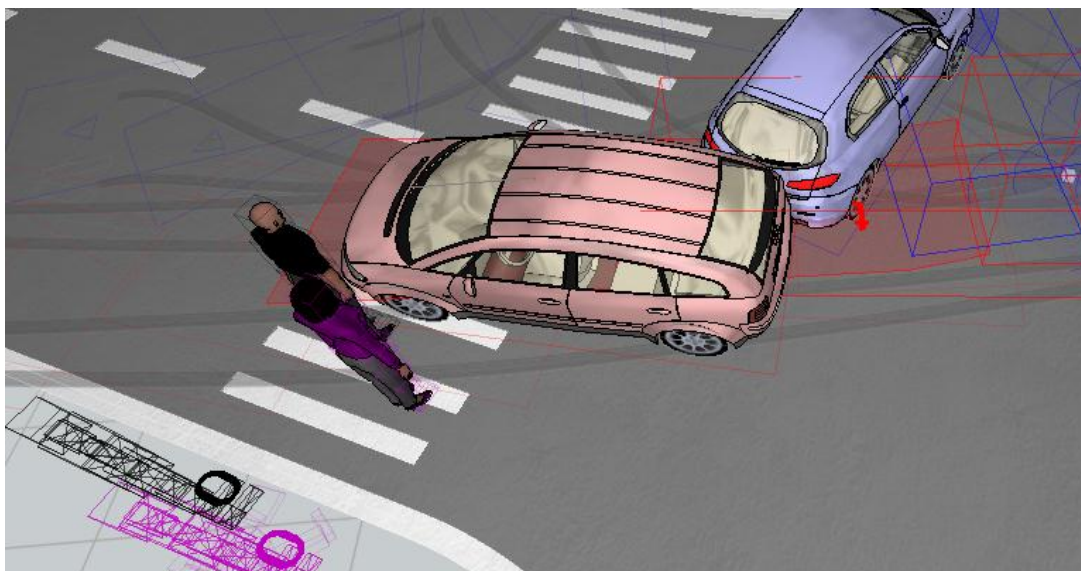


Figurë 7.10. Faza e shkëputjes së dy automjeteve.



Figurë 7.11. Skema e trajektores së lëvizjes së dy automjeteve pas aksidentit deri në ndalimin përfundimtar.

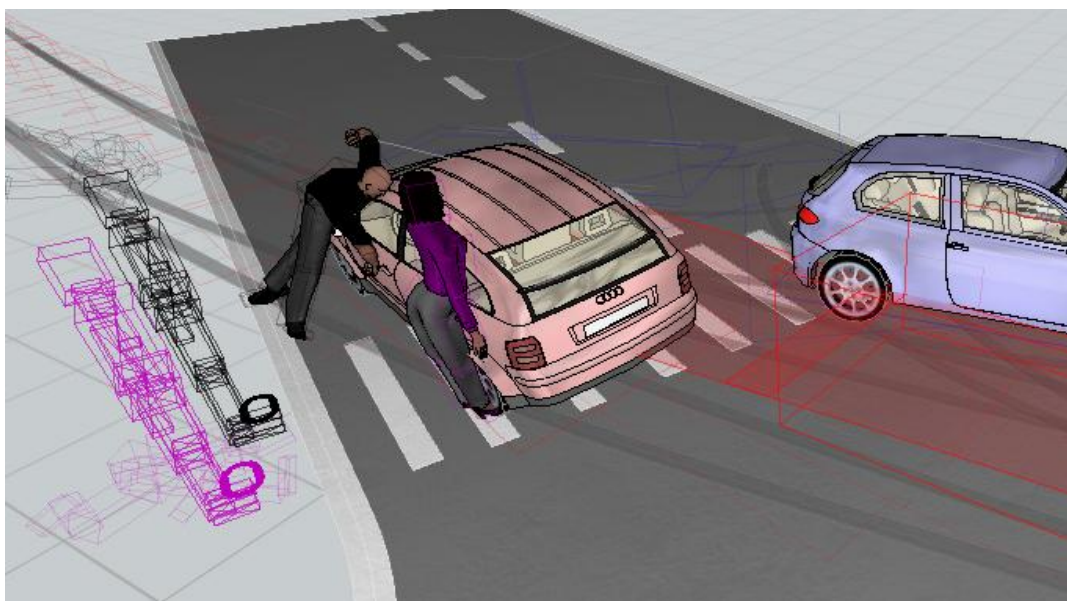
Figurat 7.12, 7.13 dhe 7.14 tregojnë zhvillimin e pamjes së mësipërme ku njëri automjet i afrohet këmbësorëve dhe referuar trajektores së përshkruar prej tij tregohet qartë kontakti i parë me njërin nga këmbësorët që lëvizte në vijat e bardha duke pasuar dhe me këmbësorin tjetër.



Figurë 7.12. Pozicioni i automjetit dhe këmbësorëve pas përplasjes.

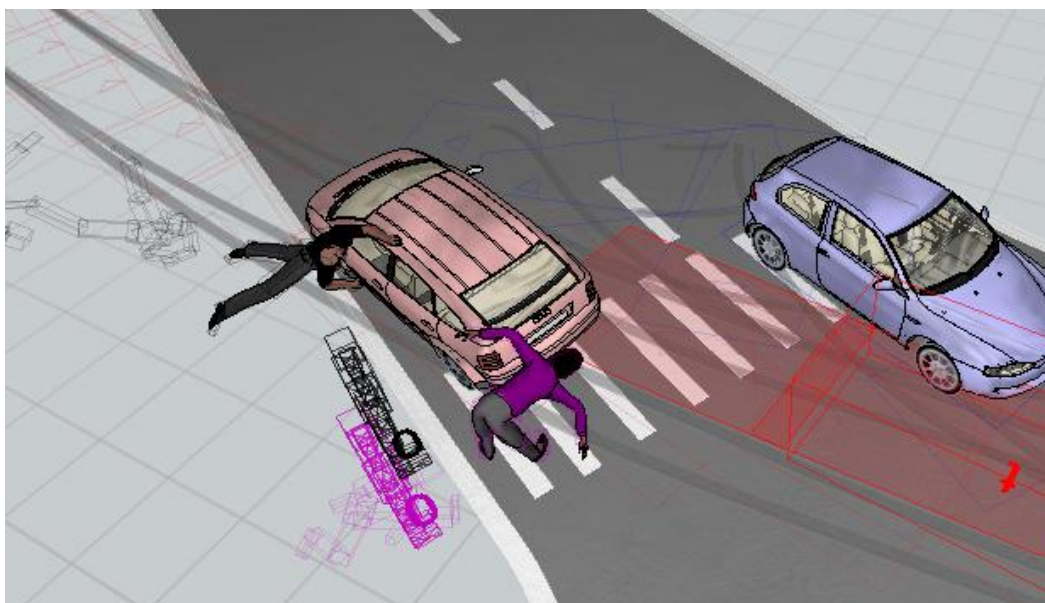


Figurë 7.13. Skema e kontaktit të parë të automjetit me njërin nga këmbësorët.

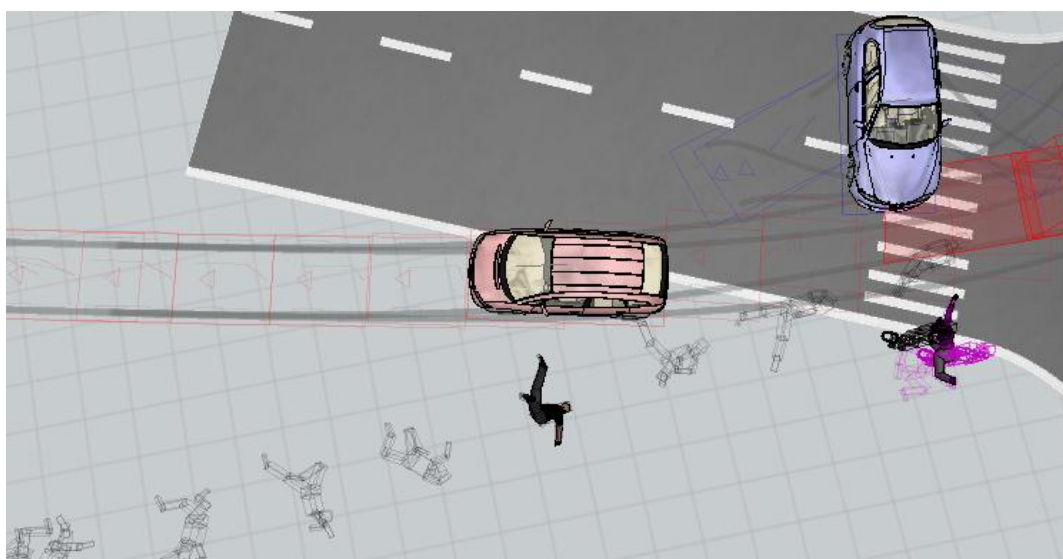


Figurë 7.14. Skemë nga zhvillimi i aksidentit në përplasjen e automjetit me të dy këmbësorët.

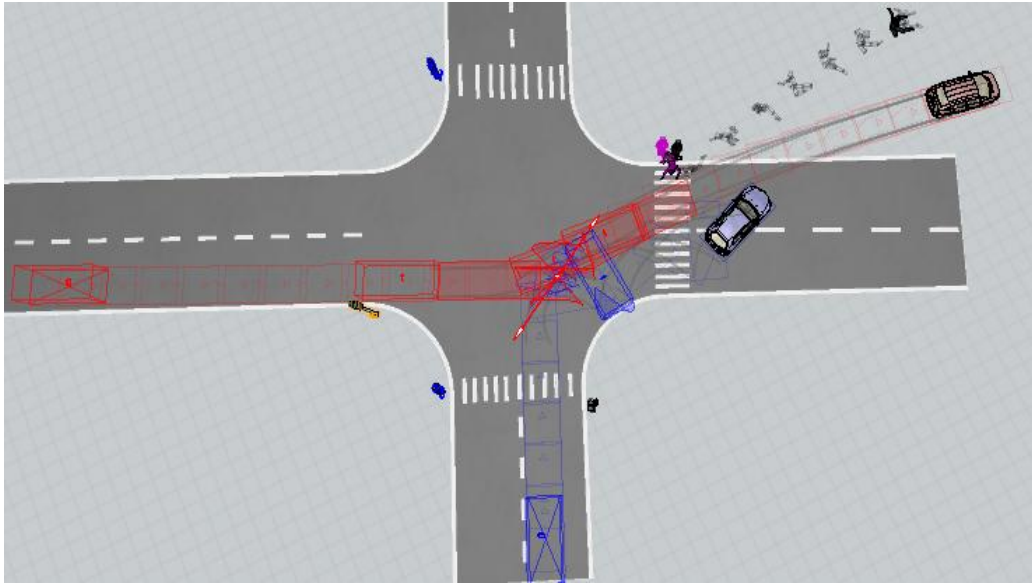
Në pamjet e paraqitura në figurat 7.15 dhe 7.16 duket qartë hedhja e këmbësorëve pas kontaktit me automjetin ngjyrë të kuq shoqëruar me pozicionin e ndaluar të automjetit blu dhe pozicioni i rënies së dy këmbësorëve të goditur nga mjeti i cili hyri në kryqëzim me semafor të kuq. Gjithashtu skema përfundimtare e aksidentit në kryqëzim pas përplasjes jepet në figurën 7.17.



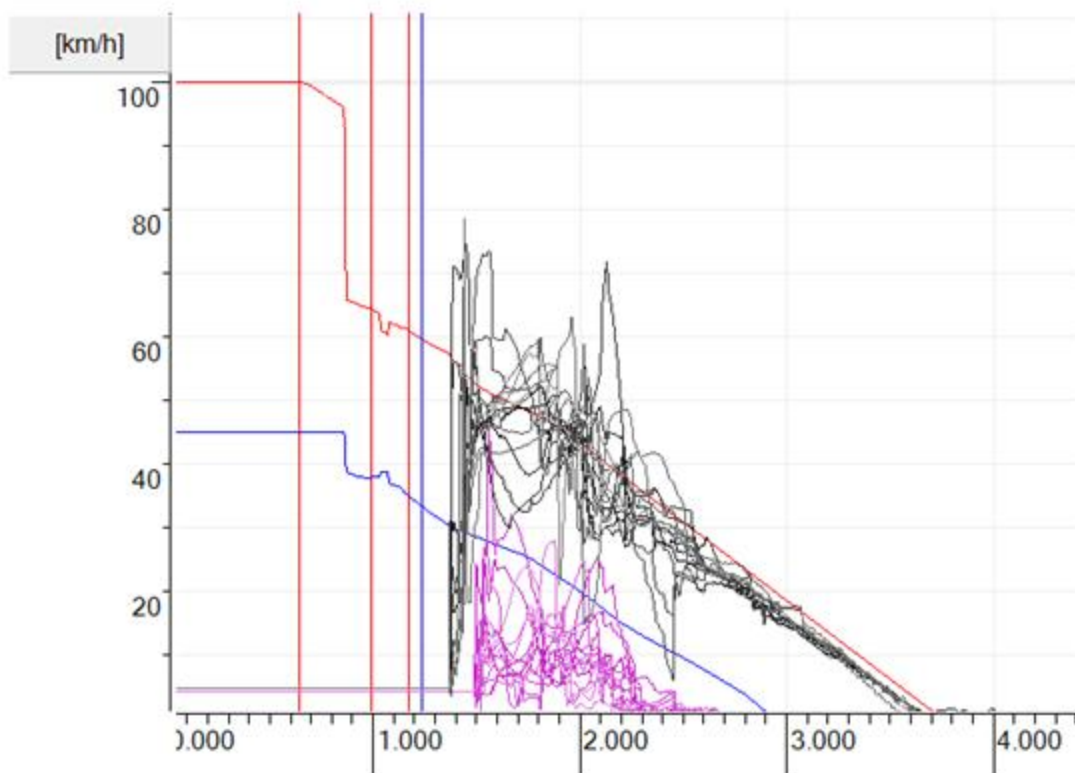
Figurë 7.15. Pozicioni i këmbësorëve pas kontaktit me automjetin.



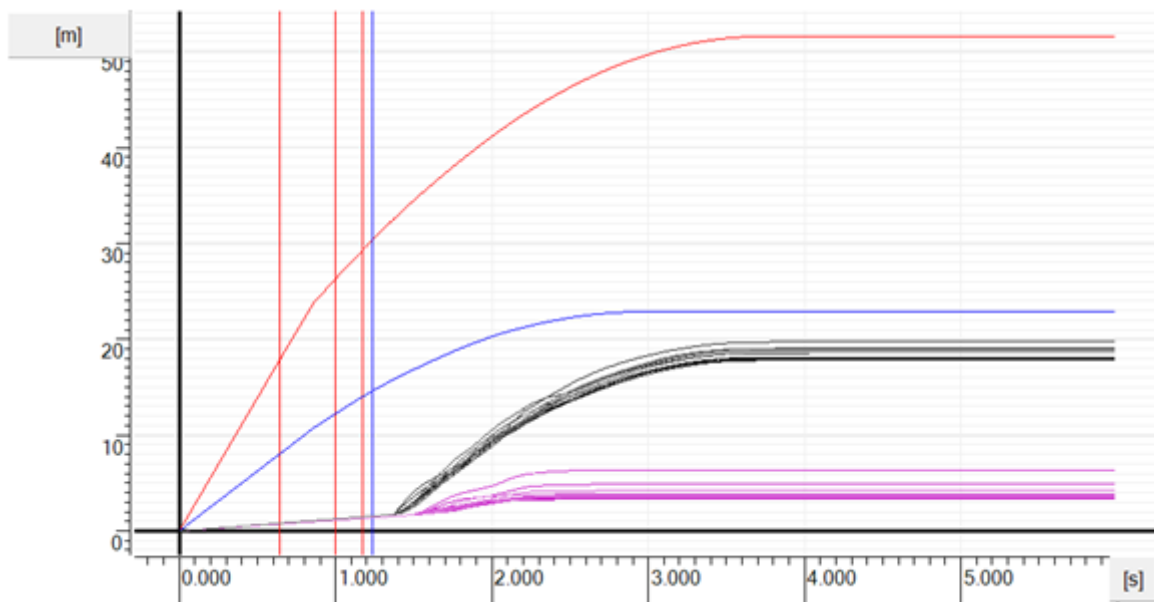
Figurë 7.16. Pozicionet përfundimtare të pjesëmarrësve të aksidentit në simulim.



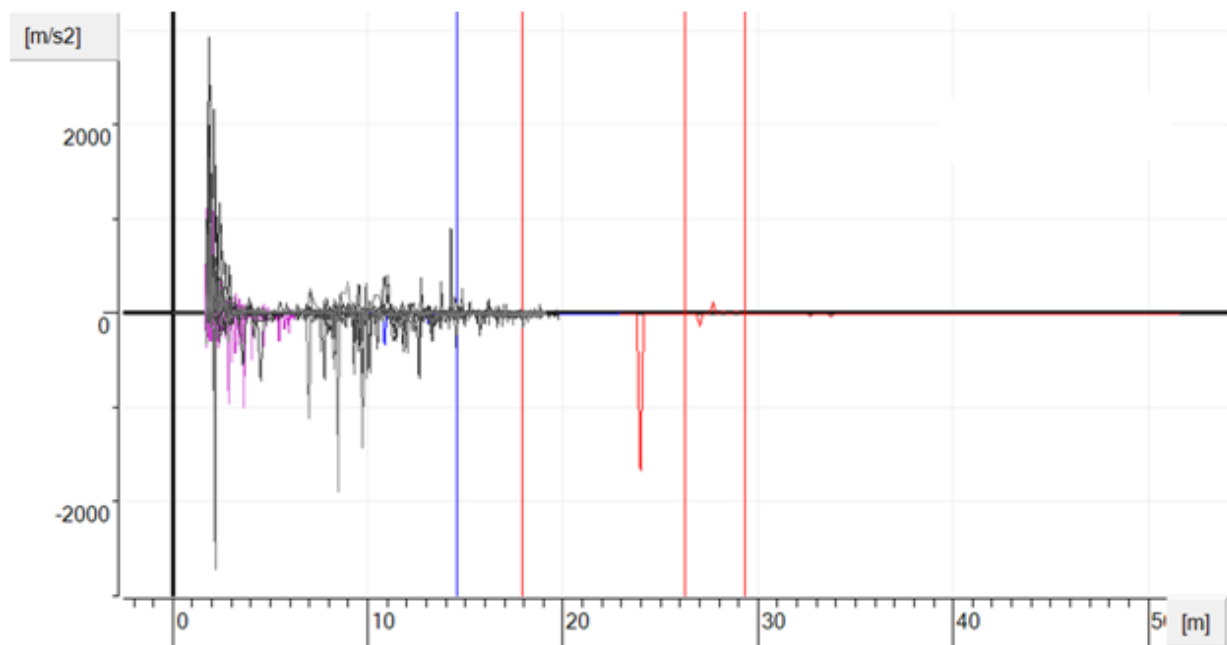
Figurë 7.17. Skema e aksidentit në kryqëzim pas përplasjes.



Figurë 7.18. Grafiku i shpejtësisë së lëvizjes së mjeteve dhe këmbësorëve në funksion të kohës nga konstatimi i burimit të rrezikut deri në pozicionet fillestare.



Figurë 7.19. Grafiku i rrugës së përshkruar nga mjetet dhe këmbësorët në funksion të kohës nga konstatimi i burimit të rrezikut deri në pozicionet përfundimtare.



Figurë 7.20. Grafiku i përshpejtimit të mjeteve në funksion të rrugës së përshkruar.

Në grafikun e mësipërm 7.18 tregohen shpejtësitë e lëvizjes së automjeteve me gjyrë të kuqe dhe blu, e këmbësorës me ngjyrë roze dhe e këmbësorit me ngjyrë të zezë në funksion të kohës nga konstatimi i burimit të rrezikut deri në pozicionet fillestare. Figura 7.19 paraqet grafikun e rrugës së përshkruar nga automjetet dhe këmbësorët në funksion të kohës nga konstatimi i burimit të rrezikut deri në pozicionet përfundimtare, ndërsa në figurën 7.20 tregohet përshpejtimin e automjeteve në funksion të rrugës së përshkruar.

7.3 Konkluzione

Vlerat e gjetura për shpejtësitë e lëvizjes së dy automjeteve tregojnë për automjetin A_2 , një tejkalim të shpejtësisë lidhur me kufirin (merret i barabartë me atë ekzistues në drejtimin e mjetit A_1 d.m.th 50 km/h) që mund të njihet në zonën e pritur nga rrezikshmëria gjerësisht e paralajmëruar dhe gjendja e vendeve (Neni 41 dhe 139 i Kodit Rrugor).

$$\text{Tejkalimi} = \frac{80 - 50}{50} = \frac{30}{50} = +60\%$$

Për automjetin A_1 , mosndalimi në Stopin e vendosur në daljen nga rruga që përshkonte, (shkelje e nenit 40 të Kodit Rrugor), sepse nëse ishte nisur nga pushimi që të arrijë përplasjen me një shpejtësi prej 70 km/h = 19.4 m/s në hapësirën e kufizuar prej $S = 6.50$ metra duhej të kishte fituar një përshpejtim:

$$a = \frac{v^2}{2S} = \frac{19.4^2}{2 \times 6.5} = \frac{376}{13} = 29 \text{ m/s}^2$$

Në një kohë prej $t = v/a = 19.4/29 = 0.7\text{s}$ duke shkelur nenin 40, 139 dhe 143 të Kodit Rrugor. Ndërsa duke mos ndaluar në Stop dhe përkundrazi duke mbajtur një shpejtësi të kalimit prej 19.4m/s që të arrijë nga Stop në përplasje duke përshkruar 6.50 metra ka zënë një kohë $t = s/v = 6.5/19.4 = 0.3$ s. Vlerë kjo që jep një ide të shpejtësisë shumë të madhe të ngjarjes.

KAPITULLI VIII

NDËRTIMI I NJË SISTEMI INFORMACIONI GJEOGRAFIK MBI AKSIDENTET RRUGURE DUKE U BAZUAR NË METODOLOGJITË ‘OPEN SOURCE’

Hyrje

Sistemet e Informacionit Gjeografik (GIS) sigurojnë përpunim të shpejtë dhe integrim kompleks të bashkësive të mëdha të të dhënave të ndryshme, duke mundësuar kështu një planifikim adekuat, vlerësim të saktë dhe të shpejtë të situatave, dhe vendim-marrje sa më të bazuar. Ata krijojnë mundësitë për identifikimin e shpejtë të problemeve dhe planifikimin në kohë të masave parandaluese e përgatitore, si dhe për vlerësimin e kapaciteteve dhe burimeve të nevojshme për përballimin e situatave të ndryshme. Agjensitë e ndryshme shtetërore, njësitë e Pushtetit Vendor, kompani dhe biznese private të ndryshme, shpesh për realizimin e detyrave të tyre prodhojnë të dhëna hapësinore, por paraqitja e tyre për publikim dhe menaxhimi i këtyre të dhënave has vështirësi që lidhen me shumë faktorë, ndër të cilat edhe ekspertiza e duhur për ndërtimin e aplikimeve GIS dhe mirëmbajtjen e tyre. Qëllimi ynë në këtë kapitull është të ndërtojmë një produkt që bën të mundur të shikohen të dhënat hapësinore mbi aksidentet rrugore, për të krijuar kështu mundësinë e një vendim-marrje të shpejtë e të saktë mbi politikat e sigurisë në tërësi. Gjithashtu sistemi bën të mundur edhe lidhjen me shërbime të ndryshme prodhimi hartash që mund të gjenden pa pagesë në Internet.

8.1 Teknologjitë ‘Open Source’

Një sistem GIS përfaqëson një sistem të integruar të mbështetur në dy elementë themelorë:

- a) Bazën elektronike alfanumerike të të dhënave, ku ruhen informacionet mbi aksidentet rrugore me të gjithë elementët përkatëse.
- b) Bazën topografike digjitale, që përmban hartat dhe planet topografike të shkallëve të ndryshme, si dhe modelet numerike të terrenit (DTM). Baza topografike duhet të pasqyrojë vendosjen dhe marrëdhëniet hapësinore (topologjinë) të elementëve të bazës alfanumerike (atributeve).

Në ndërtimin e sistemit mbështetemi mbi teknologjitë ‘Open Source’.

Më poshtë do të përshkruajmë teknologjinë 'FREE Open Source Software' dhe zhvillimin e shpejtë të tyre gjatë këtyre viteve, duke u ndalur më shumë në ata produkte që kemi përdorur për ndërtimin e aplikimit tonë.

- *FLOSS – Njohuri të përgjithshme*

Free/Libre/Sopen Source Software (FLOSS) është software me licensë përdorimi falas, i cili u garanton përdoruesve të tij të drejtën për t'a përdorur, studjuar, ndryshuar dhe rishpërndarë këtë software në formë të modifikuar ose jo. OGC u themelua në vitin 1994 si Open Gis Consortium (Open GeoSpatial Consortium (OGC)), dhe në vitin 1997 përfshihet në standartet për zhvillimin e aplikacioneve mbi baza Web-Mapping.

Në vitin 2006 OGC hodhi në treg versionin WMS-C (Tiled Maps). Pikërisht një gjë e tillë lejoi zhvillimin e aplikimeve shumë interesante që ishin shumë më të shpejta sesa versionet e mëparshme WMS për paraqitjen e hartave.

- *Historia e zhvillimit të WEB-GIS-it*

Në vitin 1994 World Wide Web Consortium (W3C) zhvilloi standartet e para në tregun e aplikimeve në Web. Sot kemi në treg një shumëllojshmëri produktesh për hartografinë në WEB. Disa prej tyre janë komerciale, por shumica e tyre janë pa pagesë dhe të hapura për publikun. Produktet më popullore sot në treg janë Google Maps, i zhvilluar dhe mirëmbajtur nga Google Inc. dhe Bing Maps zhvilluar dhe mirëmbajtur nga Microsoft Inc por ekzistojnë mundësi shumë të kufizuara për paraqitjen e të dhënave tona hapësinore nëpërmjet aplikacioneve të tyre.

- *Materiali dhe metodat*

Sistemi ynë ka këto karakteristika:

Shfrytëzon programe jokomerciale (Open Source GIS software) për map server dhe për map client.

Map Client nuk kërkon instalim dhe është i integruar brenda një shfletuesi web si Javascript i pastër.

Shumica e shfletuesve të njohur në botë suportohen nga sistemi. Kemi zgjedhur GeoServer si Map Server, OpenLayers si Map client dhe Apache HTTP Server si HTTP server.

- *Map Servers*

Dy produktet Map Server-ash Open Source më popullore në treg sot janë: MapServer dhe GeoServer.

MapServer u zhvillua nga universiteti i Minesotta-s në mesin e viteve 1990 dhe tani është projekt i OsGeo.

GeoServer është ndërtuar në JavaScript dhe mirëmbahet e zhvillohet prej një grupi individësh dhe organizatash nga vende të ndryshme të botës.

GeoServer është implementim i OGC, WFS dhe i standarteve WCS, si dhe një WMS me performancë shumë të mirë. Për sistemin tonë kemi zgjedhur GeoServer-in si map server (<http://geoserver.org>)

Nga eksperiencia jonë, dhe nga disa publikime (KEN BUNZEL, ALAN AGER Operations, CHARLIE SCHRADER-Patton, 2010), rezulton që GeoServer është mjaft efikas, i shpejtë, pa kosto. Ai ka një mjet (tool) administrimi i cili lejon që të kontrollohen të gjitha aspektet e Mapserver-it dhe konfigurimit të shtresave të informacionit (data layers).

Për të bërë të mundur integrimin brenda aplikacionit tonë të hartave dhe shtresave të ndryshme të informacionit të ofruara nga shërbime të ndryshme, shfrytëzuam edhe transformimet e të dhënave.

Sistemi hartografik shqiptar mbështetet në elipsoidin Krassowski, projeksioni Gaus-Kruger, ndërsa shumica e informacionit sot, duke përfshirë edhe Ortofoto-t e vendit tonë (në mbështetje të ALUIZNI) janë në sistemin ndërkombëtar WGS-84, projeksioni UTM.

Patëm parasysh që brenda aplikacionit të integrohej edhe shërbimi Google Earth si dhe shërbime të tjera pa pagesë.

Duke patur parasysh që madhësitë e imazheve (raster-ave) janë të mëdha, ndërtuam paraprakisht në server të ashtuquajturat Map Tiles.

Për gjenerimin e Map Tiles shfrytëzuam programin MapTiler (www.maptiler.org) i cili në të vërtetë është paraqitje grafike e programit GDAL2Tiles, që është pjesë e librisë GDAL.

Teknologjia TMS e përdorur eliminon nevojën e gjenerimit të imazheve të reja pas çdo kërkesë të bërë nga map-client , pasi ‘tiles’ janë paraprakisht të përgatitura në server.

- *Client Applications*

Ekzistojnë në treg shumë software map-clients, si: Open Layers, GeoExt, GeoExplorer, MapBender, Ka-Map, Mapfish, Cartoweb, GeoMOOSE, MapBuilder e.t.j.

- *OpenLayers*

Kemi zgjedhur për të përdorur OpenLayers (www.openlayers.org) për shkak të popullaritetit të madh, zhvillimit dhe përmirësimit me hapa shumë të shpejtë të tij.

OpenLayers është një librari e pastër JavaScript për paraqitjen e të dhënave të hartave në shumicën e shfletuesve (browsers) si Internet Explorer, Mozilla Firefox, etj., dhe nuk ka varësi nga map server-i i zgjedhur.

OpenLayers implementon standartet e njohura për kapjen e të dhënave gjeografike, të tilla si OpenGis (WMS).

Përveç OpenLayers shfrytëzuam edhe libraritë ExtJS, GeoExt.

- *ExtJS*

ExtJS është një strukture JavaScript për klientin, që përdoret në ndërtimin e aplikimeve të pasura për Internet. Struktura JavaScript ExtJS lejon zhvilluesit që të implementojnë lehtësisht zbatimin e funksionaliteteve ‘desktop’ në web. Ajo siguron një strukture bazë për të manipuluar elementet e Modelit të Objekteve Dokument (DOM), duke e bërë kërkesa AJAX, menaxhimin e ngjarjeve dhe dëgjuesit, dhe mbi të gjitha, krijimin e objekteve që janë të njohura vetëm në ndërfaqet e përdoruesit desktop, si ndërfaqja pemë, funksionalitetin ‘drag and drop’, rrjetat dhe listat e të dhënave interaktive, dhe të tjera. ExtJS u ndërtua fillimisht në sistemin YUI të Yahoo!, por tashmë ka nxjerrë libraritë e saj bazë (www.extJS.org).

- *GeoExt*

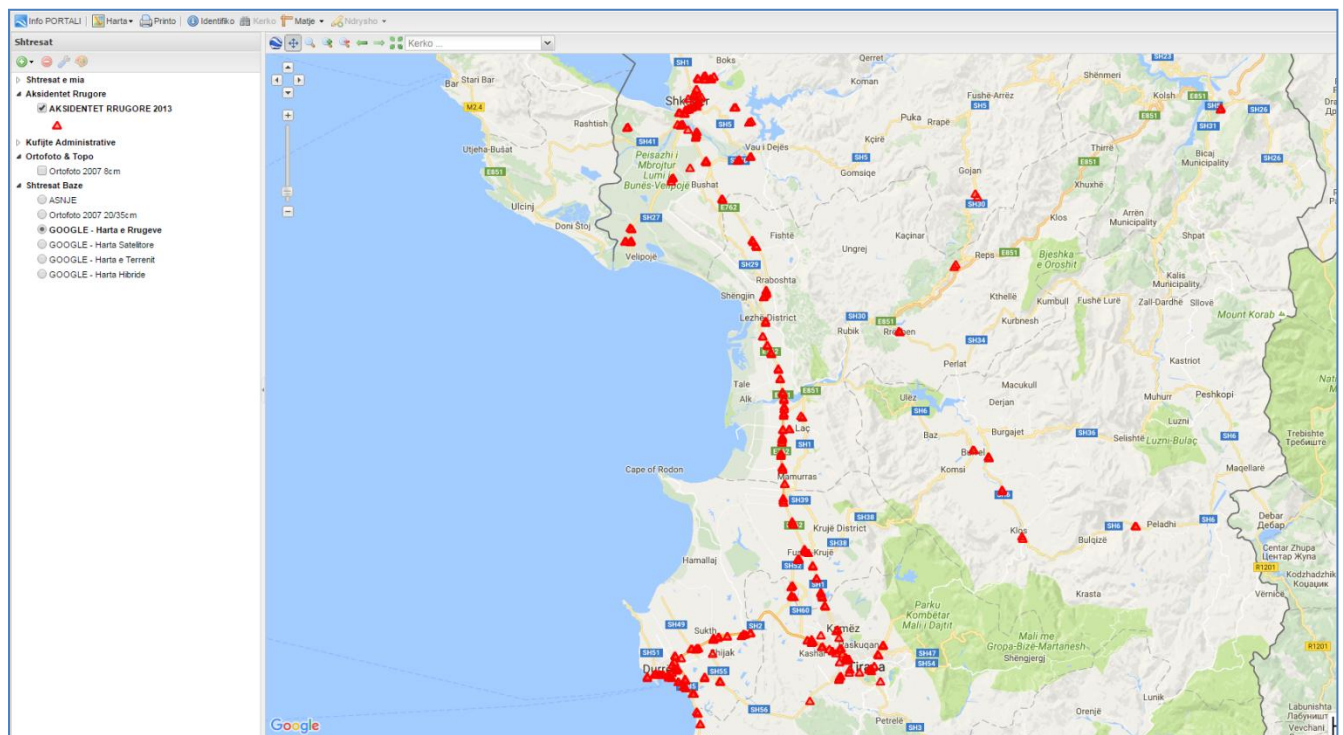
GeoExt është një shtesë e ExtJS që lidh komponentët themelore të ExtJS me karakteristikat hapësinore të OpenLayers, e cila ofron një mjedis për krijimin e aplikacioneve të hartave për web. GeoExt bashkon aftësitë gjeo-hapësinore të OpenLayers me ndërfaqen e përdoruesit të ExtJS për të realizuar ndërtimin e stilit të fuqishëm GIS desktop për aplikacione web me JavaScript. Për shembull, ajo lidh së bashku komponentët e ndërfaqes së përdoruesit (buton, rrjeta, tabela, listat pemë, etj) të ExtJS me komponentët e hartës së OpenLayers në mënyrë që

ata të bashkëveprojnë me njëra-tjetren (www.geoext.org).

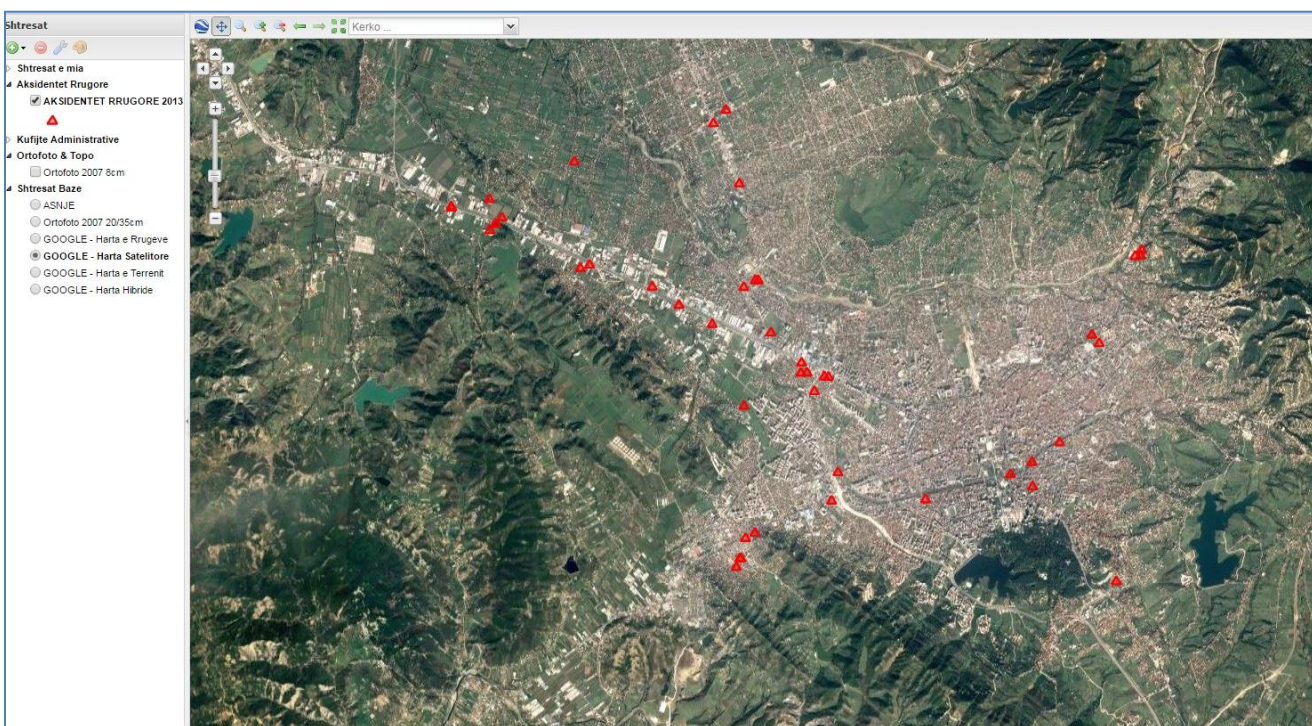
- GeoExplorer OpenGeo

GeoExplorer është një prej aplikimeve të kompanisë OpenGeo (www.opengeo.org), që në vetvete integron funksionalitete të GeoExt, ExtJS.

Duke shfrytëzuar GeoExplorer (OpenLayers, GeoExt dhe ExtJS të integruar) është ndërtuar një hartë e klientit me një ndërfaqe të pasur përdoruesi që suportohet nga të gjithë shfletuesit kryesorë (Figura 1). Harta e klientit nuk kërkon asnjë instalim dhe suportohet nga të gjithë shfletuesit kryesorë.



Figurë 8.1. Harta e pikave të zeza e ndarë sipas kategorive të rrugëve.



Figurë 8.2. Harta satelitore e aksidenteve rrugore.

Sistemi ynë gjithashtu përfshin një opsion që lejon përshtatjen e hartës në mënyrat e mëposhtme:

- Shtimin e shtresave nga shërbimet e përshtatshme OGC.
- Kërkimin e server-ave të hartave web dhe të shtresave të specifikuara nga kërkesat e përdoruesit.
- Parapamje të shtresës përpara se ajo të shtohet në hartë.
- Heqjen e shtresave nga harta.
- Renditjen e shtresave.
- Specifikimin e vizualitetit fillestar të shtresave.

Meqë shumica e sistemeve koordinative që suportohet nga server-at jokomerciale është EPSG 4326 (latitude/longitude.bazuar në sistemin WGS84), kemi zgjedhur këtë si referencë hapësinore të hartës.

- *Apache HTTP Server*

Kemi zgjedhur Apache HTTP Server si HTTP server. Apache HTTP është një ndër Web Server-at më popullore në Internet që prej vitit 1996 dhe është projekt [Apache Software Foundation](http://www.apache.org) (www.apache.org)

8.2 WEB-GIS për Planifikim të Sigurisë

Ky seksion përshkruan burimin e të dhënave (data-sources), çështjet e modelimit dhe vizualizimit të rezultateve në WEB-GIS.

a) *Burimet e të dhënave*

Të dhënat hapësinore mund të kategorizohen në dy grupe: të dhëna raster dhe të dhëna vektor. Burimet e të dhënave janë imazhe digjitale ortofoto, dhe harta topografike të shkallës 1:25000. Të dhënat ‘raster’ përdoren për shtresa bazë të cilat mund të zgjidhen nga përdoruesi. Burimet e të dhënave ‘vektor’ janë të dhënat e aksidenteve rrugore sipas viteve përkatëse, kadastrale, modele numerike terreni (DEM) të cilat përdoren për të krijuar harta 3D me ngjyra.

Imazhet ortofoto digjitale janë përdorur si shtresa bazë, duke lejuar përdoruesin që të ketë një pamje të mirë me detaje të mjaftueshme në nivelin maksimal të zmadhimit. Imazhet ortofoto digjitale ruhen në skedarë të formatit grafik TIFF. Hartat topografike, të njohura gjithashtu si harta bazë, janë në shkallën 1:10000 dhe 1:25000. Gjithashtu edhe hartat topografike ruhen në skedarë të formatit TIFF.

b) *Modelimi i të dhënave*

Fillimisht, burimet e të dhënave i konvertojmë në një sistem të vetëm koordinativ. Konvertimi lejon një integrim më të lehtë të të dhënave për produktin final.

Formatet e skedarëve imazh u përpunuan me programin MapTiler, ndërfaqës grafik i GDAL. Për të rritur performancën u krijuan indekse hapësinore për skedaret shpx.

Për çdo shtresë përcaktohet një stil i caktuar dhe çdo stil përmban një ose më shumë rregulla për përpunimin e tipareve. Stilet përmbajnë rregulla të cilat përcaktojnë sesi procesohet tipari. Për përgatitjen e stileve shrytëzuan programet Udig dhe Styles të GeoServer-it.

Kemi simbolizues të Poligonit, simbolizues të Vijës dhe simbolizues të Pikës për procesimin

përkatës të Poligonit, Vijës dhe Pikës, si dhe simbolizues të Tekstit për procesim të Tekstit. Filtrat përdoren për të përzgjedhur një nënbashkësi të dhënash që nevojitet të procesohet në një mënyrë specifike, p.sh. përdorimi i ngjyrës së sfondit të përparme për një sipërfaqe specifike në planin e përgjithshëm urban.

c) Vizualizimi

Me zhvillimin e shpejtë të hartave për web po zhvillohen teknologji të reja dhe GeoExt (ExtJS) është njëra prej tyre. Duke përdorur fuqinë e OpenLayers, GeoExt përdor AJAX (Asynchronous JavaScript dhe XML) për të shfaqur përmbajtje të hartave dinamike në web. Me fuqinë e teknologjisë AJAX, aplikimet web sot mund të duken dhe të ndjehen si çdo aplikim tjetër 'desktop' pa përdorur shtojca specifike të shfletuesve të Internetit. Më parë aplikimet web që nuk zhvilloheshin me AJAX duhej të rifreskoheshin për çdo ndryshim të përmbajtjes, gjë që e bënte eksplorimin shumë të ngadaltë kur krahasohej me produkte të tjera. Teknologjitë si JavaScript dhe CSS (Cascading Style Sheets) kanë evoluar në atë pikë ku përdoruesi mund të krijojë çfarëdo përmbajtje dinamike që mund të shfaqet në çdo shfletues kryesor në treg. Për shembull, Google Maps gjithashtu përdor teknologjinë AJAX për të shfaqur hartat në web. Google Maps ofron edhe ndërfaqe programimi për aplikime të fuqishme (API) për të shfaqur hartat e tij në faqet web të përdoruesve, por nëse përdoruesi kërkon që të shtojë të dhënat e tij ose të ndryshojë disa elementë apo komponentë të ndërfaqes së përdoruesit, kjo mund të realizohet lehtë duke përdorur ndërfaqës të tjerë programimi (API). Komuniteti i Burimit të Hapur (Open Source) ka zhvilluar shumë mjete të tilla, si GeoExt i krijuar kohët e fundit. Ajo që e bën GeoExt unik është se ai ka fuqinë të integrojë komponentët e hartës OpenLayers me ndërfaqe të bukura të ExtJS. Kjo është arsyeja që përdorëm këtë teknologji për projektimin e sipërpërmendur. Në krahasim me sisteme të tjera hartash ku tjegullat (tiles) krijohen me 'cache' që në momentin e parë që përdoruesi shfaq hartën, kemi përpunuar paraprakisht të gjithë tile-at duke krijuar një bazë të madhe të dhënash të imazheve të parapërpunuar.

Në aplikimin tonë implementuam disa tipare të familjarizuara në aplikacione të ngjashme desktop, si zmadhim me mouse, matje të distancës dhe sipërfaqes, zhvendosje, shkallë shirit, shirit të ngarkimit etj. Gjithashtu implementojmë një tipar kërkimi që kërkon shembuj (instance) WFS dhe shfaq përmbajtjen e gjetur në hartë, për shembull kërkimin e parcelave kadastrale të veçanta duke futur numrin e parcelës dhe duke bërë zmadhimin e saj ose

zmadhimin e një numri rruge të caktuar. Të gjitha këto operacione kërkimi nuk do të ishin të mundura vetëm me shërbimin WMS. Në këtë mënyrë arritëm shpejtësinë e shërbimit WMS-C të hartave dhe funksionalitetin e shërbimit WFS të tyre.

8.3 Përfundime dhe diskutime

Vitet e fundit vihet re një zhvillim i vrullshëm i Sistemeve të Informacionit Gjeografik (GIS) dhe i teknologjive mbi baza WEB, duke bërë të mundur publikimin dhe shfrytëzimin e të dhënave hapësinore në Web.

Në tregun e sotëm gjenden shumë produkte komerciale që shërbejnë të dhëna hapësinore mbi Web, por përveç kostove të larta dhe implementimeve të tyre të ndërlikuara disa herë ofrojnë shumë më tepër mundësi se sa është e nevojshme në ndërtimin e aplikacioneve reale për klientë të caktuar.

Mendojmë se kur nevojat janë thjesht që të shërbehen harta në web, kjo mund të realizohet pa liçensa të kushtueshme dhe me një minimum instalimesh dhe përpjekjesh.

FLOSS (Free/Libre/Open Source Software) mund të përdoret në mënyrë efikase për aplikacione hapësinore. Mjete të tilla janë të përdorshme për kompani të vogla e të mesme dhe klientët e tyre në sektorin publik të cilët nuk mund të paguajnë liçensa të shtrenjta të paketave komerciale GIS. Shërbimi i hartave si Google Maps përdoret si një përgjigje e shpejtë. Arritja e një efikasiteti të tillë në aplikime praktike, e cila shpesh mikson të dhëna hapësinore Raster dhe Vektor, përbën një sfidë në aplikimet Web-GIS. Zgjidhja kërkon jo vetëm paketat e duhura FLOSS, por plot punë kërkuese për të bashkuar të gjitha pjesët në një të vetme. Demonstruam një zgjidhje origjinale dhe efikase për vizualizimin e një sasive të madhe të dhënash hapësinore në web duke përdorur teknologjinë e burimeve të hapura, e cila kombinon harta raster të përpunuara si ‘tjegulla’ dhe të dhëna vektor WFS. Ky është dhe një tjetër kontribut i kësaj teme doktorature.

Ndërtuam një prototip për vizualizimin e një sasive të madhe të dhënash hapësinore mbi Web pikërisht duke përdorur GeoExplorer OpenGeo.

Aplikimi i ndërtuar konfirmon se FLOSS mund të rezultojë në të njëjtin përdorim dhe efikasitet po aq sa një produkt apo paketë komerciale. Ky trajtim përfaqëson një hap në menaxhimin e informacionit hapësinor dhe rritjen e kapaciteteve për të zhvilluar aplikime të ngjashme

hapësinore për web, me kosto të ulëta financiare. Për më tepër ka një performancë të mirë të software-ve me kod të hapur.

Ndërkohë që ka kufizime në suportimin e tipeve të të dhënave apo simbolizimeve në GeoServer, studiuesit janë duke u përpjekur që me versionet e reja të përmirësojnë këtë program.

Nga ana e klientit, OpenLayers ofron një ndërfaqe efikase që përdor teknologjinë AJAX për të ngarkuar shtresat në panelin e hartës pa ngrirë ndërfaqen e përdoruesit. Kontrolli i legjendës GeoExt është në gjendje të krijojë një legjendë dinamike duke shkarkuar imazhe legjendash të publikuara nga server-at e hartave. Këto teknologji janë konceptuar për të punuar bashkë, për të prodhuar një sistem të plotë hartash për web.

BIBLIOGRAFI

- Affum, J. K., and M. A. P. Taylor. Technology tools for transportation professionals – moving into the 21st century: Resource papers for International conference, *Integrated GIS database for road safety management*. Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C., 1995, pp.189-193.
- Aguero-Valverde, J., and P. P. Jovanis. Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 38, No. 3, 2006, pp. 618-625.
- Al-Masaeid, H.R., *Bayesian Approach to the Estimation of Expected Number of Accidents*, Ph.D. Dissertation, Purdue University, 1990.
- Al-Masaeid HR , *Performance of safety evaluation methods*, Journal of Transportation Engineering ,1997, pp 364 – 369.
- Al-Masaeid HR, Sinha KC, *Analysis of accident reduction potentials of pavement markings*, Journal of Transportation Engineering, 1994, pp 723 – 735.
- Austin, K., M. Tight, and H. Kirby. The use of geographical information systems to enhance road safety analysis, *Transportation Planning and Technology*, Vol. 20, No. 4, 1997, pp. 249-266.
- Bauer, K. M., and Harwood, D. W. Statistical Models of At-Grade Intersection Accidents. Federal Highway Administration, 1996.
- Bejleri, I., R. Steiner, and D. Kim. GIS Methods for Bicycle and Pedestrian Crash Mapping and Analysis, *TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM*, 2007.
- Boundeess web page, <http://www.boundless.com/>, 2010.
- Brach R., Brach M. *Vehicle accident analysis and reconstruction Methods*, SAE International, Warrendale, Pennsylvania USA, 2005.
- Brach, R., Guzek,M., & Lozia, Z., *Uncertainty of road accident reconstruction computations*, EVU, 2007.
- Brose, C.A. *Geographic Information Systems for Spatial Analysis of Traffic Collision Locations in La Crosse*, Wisconsin, 2001, Saint Mary's University of Minnesota.
- Cai, M., *Evaluation of simulation uncertainty in accident reconstruction via combining Response Surface Methodology and Monte Carlo Method*, Transportation Research Part C 48, 2014, pp 241–243.
- Daily, J., and Shigemura, N. *Conservation of Linear Momentum & Occupant Kinematics*, Created for Use in IPTM Training Programs, 2008.

Department of Transportation, U.S. *Implementation of GIS-Based Highway Safety Analyses: Bridging the Gap*. Federal Highway Administration PUBLICATION NO. FHWA-RD-01-039 January 2001.

Dervishi, R. *Using Bayesian Belief Network Techniques and Geographical Information Systems to Predict Highway Crashes in Albania*, Spaces and Flows: An International Journal of Urban and Extra Urban Studies, Vol. 4, No. 2, 2014, ff. 11-17.

Flahaut, B., M. Mouchart, E. San Martin, and I. Thomas. *The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones, A comparative approach*, Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, No. 6, 2003, pp. 991-1004.

Geoext - JavaScript Toolkit for Rich Web Mapping, <http://www.geoext.org/>, 2010.

Geoserver. [http://geoserver.org/display/GEOS/What is Geoserver.](http://geoserver.org/display/GEOS/What+is+Geoserver.), 2010.

Griebe, P. Accident Prediction Models for Urban Roads. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 35, No. 2, pp. 273-285.

Guerrero, Th., and Castro, G. *Application of Bayesian techniques for the identification of accident-prone road sections*, Dyna rev. vol.81 no.187, 2014.

Higle JL & Witkowski JM , *Bayesian identification of hazardous locations*, Transportation Research Record 1185, 1988, pp 24 – 31.

Ivan, J. N., C. Wang, and N. R. Bernardo. Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 32, No. 6, 2000, pp. 787-795.

Kim, K., and Levine, N. *Using GIS to Improve Highway Safety Computer, Environmental and Urban Systems*, Vol. 20, No. 4/5, 1996, pp. 289-302.

Kodi rrugor i Republikës së Shqipërisë dhe aktet në zbatim të tij, ligji 8378 i apdetuar në vitin 2015, Tiranë.

Levine, N., K. Kim, and L. Nitz. Spatial analysis of Honolulu motor vehicle crashes: part I: spatial patterns, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 27, No. 5, 1995, pp. 663-674.

Lord, D & Mannering, F., *The Statistical Analysis of Crash-Frequency Data: A Review and Assessment of Methodological Alternatives*, Transportation Research, 2010, pp. 4-11.

Miller, J. S. *What value may geographic information systems add to the art of identifying crash countermeasures*, Report VTRC 99-R13, 1999.

Ministria e Transportit dhe Infrastrukturës (2013), *Raport i Sigurisë rrugore për vitin 2013*.

Mollett, C. J. and Bester, C. J. 2000. “*An Introductory Guideline for the Use of Bayesian Statistical Methods in the Analysis of Road Traffic Accident Data.*” Paper presented to the South African Transport Conference on Action in Transport for the New Millennium, South Africa: Document Transformation Technologies.

Mountain, L., Fawaz, B., & Sineng, L., *The assessment of changes in accident frequencies at treated intersections: a comparison of four methods*, Traffic Engineering and Control, Vol 33, Number 2, 1992, pp 85 – 87.

Open Geospatial Consortium – Open GIS Standards. <http://www.opengeospatial.org/standards>, 2010.

Openlayers: Free Maps for the Web, <http://openlayers.org/>, 2010.

Ossenbruggen, P. J., J. Pendherker. and J. N. Ivan. Roadway safety in rural and small urbanized areas. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 33, No. 4, 2001, pp. 485-498.

Pulugurtha, S. S., V. K. Krishnakumar, and S. S. Nambisan. New methods to identify and rank high pedestrian crash zones: An illustration, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 39, No. 4, 2007, pp. 800-811.

Sando, T., R. Mussa, J. Sobanjo, and L. Spainhour. *Advantages and disadvantages of different crash modeling techniques*, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36, No. 5, 2005, pp. 485-487.

Spring, C. and Hummer, J. Identification of Hazardous Highway Locations Using Knowledge-Based GIS: A Case Study. In *Transportation Research Record 1497*, TRB National Research Council, Washington, D.C., 1995.

Sudeshna, M., *Enhancing Road Traffic Safety: A GIS Based Methodology to Identify Potential Areas of Improvement*.

Sun, X., *Identifying Highway Safety Patterns and Trends with a Crash Data Analysis Program*, Traffic Records Forum, Denver CO, July 2003.

Using WMS Servers, <http://code.google.com/p/gpsvp/wiki/UsingWMSServers>. How to find the right URL for the configuration file, 2010.

Washington, S., Karlaftis, M. & Mannering, F., *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*, CRC Press, 2011, pp 63-75.

Washington, S., Karlaftis, M. & Mannering, F., *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis*, CRC Press, 2011, pp 283-292.

Zegeer, C. NCHRP *Synthesis of Highway Practice 91: Highway Accident Analysis Systems*. TRB National Research Council, Washington, D.C., 1982.