

**REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK, TIRANË
FAKULTETI I INXHINIERISË MATEMATIKE DHE
INXHINIERISË FIZIKE
DEPARTAMENTI I INXHINIERISË MATEMATIKE**

DISERTACION

PËR MARRJEN E GRADËS SHKENCORE

DOKTOR

**“Mbi bashkësitë Fuzzy dhe zbatime të Fuzzy Logic në parashikimin e
aksidenteve të trafikut”**

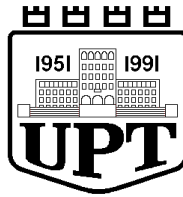
Paraqitur nga:

Msc. Elda Maraj

Udhëheqës shkencor:

Prof. Dr. Shkëlqim Kuka

Tiranë, 2020



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

Disertacion
i
Paraqitur nga

Msc. Elda Maraj

Për marrjen e gradës shkencore

DOKTOR

Programi i studimit : Analizë Numerike dhe Ekuacione Diferenciale

**Tema: “Mbi bashkësitë Fuzzy dhe zbatime të Fuzzy Logic në
parashikimin e aksidenteve të trafikut”**

Udhëheqës Shkencor: Prof. Dr. Shkëlqim Kuka

Mbrohet më datë 11.06.2020. para jurisë:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 1. Prof. Asoc. Ligor Nikolla | Kryetar |
| 2. Prof. Dr. Shpëtim Leka | Anëtar (oponent) |
| 3. Prof. Dr. Kostaq Hila | Anëtar (oponent) |
| 4. Prof. Dr. Akli Fundo | Anëtar |
| 5. Prof. Dr. Fatmir Hoxha | Anëtar |

FALËNDERIME

Udha që kam përshkruar për të përfunduar punimin e doktoraturës ka qenë aq e gjatë dhe po aq e vështirë, kështu që do të ishte një mision thuajse i pamundur nëse në këtë udhëtim nuk do të kisha, udhëzimet, këshillat dhe përkrahjen e disa njerëzve.

Së pari, dëshiroj të shpreh mirënjohjen dhe falënderimet e sinqerta për Drejtorinë e Përgjithshme të Policisë Rrugore, Autoritetin Rrugor Shqiptar dhe Drejtorinë e Transportit në Bashkinë e Tiranës, që më kanë mirëkuptuar, pranuar dhe ndihmuar me të dhëna reale për realizimin e studimit.

Së dyti, një falënderim i merituar shkon për udhëheqësin tim shkencor, profesorin e nderuar **Shkëlqim Kuka**, i cili me kontributin e tij shkencor dhe metodik, më ka nxitur, përkrahur, ndihmuar e këshilluar në realizimin e këtij punimi.

Së treti, falënderoj dhe shpreh mirënjohjen time për të gjithë profesorët në punën e palodhur dhe mbështetjen e fortë në formimin tim profesional. Vlerat njerëzore, intelektuale, shoqërore dhe ndihma e tyre kanë qenë të pakursyera gjatë gjithë studimit daktoral.

Falënderoj kolegët në Departamentin e Inxhinierisë Matematike dhe Inxhinierisë Fizike, që kanë kontribuar në formimin tim profesional.

Së fundmi, dua të falënderoj me shumë sinqeritet dhe dashuri familjen time për kujdesin ndaj meje në këtë rrugëtim, sa të vështirë, aq dhe dinjitoz, duke më përkrahur vazhdimisht me mbështetjen e tyre të pakushtëzuar, me këshillat dhe ndihmën e tyre më kanë qëndruar gjithmonë pranë.

PËRMBLEDHJE

Fuzzy Logic është një mjet matematikor që trajton paqartësitë. Ai siguron një teknikë për trajtimin e paqartësisë dhe cilësisë së informacionit. Teoria e Fuzzy Logic bazohet në nocionin e antarësimit relativ.

Në jetën reale shumica e informacionit nuk është i qartë. Vlera e vërtetë mund të variojë midis vlerës plotësisht të vërtetë dhe vlerës plotësisht të gabuar, duke marr një të vërtetë të pjesshme. Ideja bazë në sistemet fuzzy është të sigurojë një të vërtetë të pjesshme që mund të përshkruhet numerikisht nga një funksion antarësimi që merr vlera midis 0 dhe 1. Modelet e Fuzzy Logic përkthejnë informacionin gjuhësor të paqartë në gjuhën numerike të përdorshme të kompjuterit.

Në përgjithësi, sistemet e Fuzzy Logic kufizohen në fushat ku njohuritë e ekspertëve janë të disponueshme dhe numri i variablave hyrës është i vogël.

Në këtë disertacion fillimisht do të trajtohen koncepte teorike të Fuzzy Logic si: bashkësitë fuzzy, funksionet e antarësimit, relacionet fuzzy, fazifikimi dhe procedurat e defazifikimit.

Për më tepër, do të studiohen zbatime të Fuzzy Logic në sistemin e kontrollit të trafikut dhe në parashikimin e aksidenteve rrugore.

Disertacioni në thelb trajton një problem shqetësues në jetën e njeriut dhe shëndetin e tij, siç janë aksidentet rrugore.

Qëllimi i disertacionit është të zgjidh problemin e trafikut në kryqëzime dhe të ndalojë ose zvogëlojë sasinë e aksidenteve rrugore në një të ardhme në Shqipëri.

Në kapitullin e fundit janë paraqitur disa zbatime konkrete që janë implementuar në toolbox-in e Fuzzy Logic në MATLAB.

Fjalë kyçe: Fuzzy Logic; funksionet e antarësimit; fazifikimi; defazifikimi; sistemi i trafikut; aksidentet rrugore.

ABSTRACT

The Fuzzy Logic is a mathematical tool for dealing with uncertainty. It provides a technique for dealing with imprecision and information quality.

The theory of Fuzzy Logic is based in the notion of relative graded membership.

In real life, much of the information is not so crispy but involves some degree of fuzziness. The truth value can range between the completely true value and the completely false value, leading to a partial truth. The basic idea in fuzzy systems is to provide a partial truth that can be numerically described by a membership function that takes values between 0 and 1. Fuzzy Logic approaches translate imprecise linguistic information sets in computer usable numerical language. In general, Fuzzy Logic systems are limited to fields where expert knowledge is available and the number of input variables is small.

In this dissertation firstly will be discussed the theoretical concepts of Fuzzy Logic like fuzzy sets, membership degree, fuzzy relations, fuzzification, defuzzification procedures.

Further, we will study applications of Fuzzy Logic in traffic system and in prediction of road accidents.

Dissertation has deal with a major problem in peoples's lives and their health that is the road accidents.

The purpose of the dissertation is to solve the problem of traffic in intersection, and to prevent or decrease the amount of possible future road accidents in Albania.

In the last chapter are presented the concrete applications that are implemented in the Fuzzy Logic toolbox of MATLAB.

Keywords: Fuzzy Logic; membership functions; fuzzification; defuzzification; traffic system; road accidents.

PËRMBAJTJA E LËNDËS

FALËNDERIME	iii
PËRMBLEDHJE	iv
LISTA E FIGURAVE.....	ix
LISTA E TABELAVE.....	xii
HYRJE.....	xiii
KAPITULLI 1.....	1
Një vështrim i përgjithshëm në teorinë e Fuzzy Logic dhe bashkësive Fuzzy	1
1.1 Hyrje.....	1
1.2 Funksionet e antarësimit	1
1.3 Fazifikimi	3
1.4 Operatorët logjikë dhe rregullat IF-THEN.....	3
1.5 Sistemi i vlerësimit fuzzy (FIS)	5
1.6 Defazifikimi	8
1.7 Metodat e vlerësimit fuzzy.....	10
1.8 Përcaktimi dhe implementimi i një FIS-i.....	11
1.9 Bashkësitë fuzzy	12
1.9.1 Historia e bashkësive fuzzy	12
1.9.2 Përkufizime	13
1.9.3 Disa veti të bashkimit, prerjes dhe plotësit	15
1.9.4 Operatorët algjebrik në bashkësitë fuzzy	15
1.9.5 Konveksiteti	16
1.9.6 Numrat fuzzy.....	18
1.9.7 Koncepti i një variabli gjuhësor	20
1.9.8 Vetitë e bashkësive fuzzy	20
1.10 Relacionet fuzzy	22
1.10.1 Numri i relacioneve Fuzzy	22
1.10.2 Veprimet në relacionet Fuzzy	22

1.10.3 Vetë të relacioneve fuzzy	23
1.10.4 Prodhimi kartezian fuzzy dhe kompozimi	23
1.10.5 Relacionet e Tolerancës dhe Ekuivalencës Fuzzy	29
1.10.6 Renditjet fuzzy	31
1.10.6.1 Antisimetria	31
1.10.6.2 Renditjet e pjesshme fuzzy	31
1.10.7 Funksionet fuzzy	32
1.10.7.1 Funksionet e kufizuar fuzzy	32
1.10.8 Kategoritë e bashkësive fuzzy	33
KAPITULLI 2.....	36
Trafiku dhe Aksidentet rrugore.....	36
2.1 Kuptimi i fluksit të trafikut	36
2.2 Historia e fluksit të trafikut.....	36
2.3 Karakteristikat mikroskopike të fluksit të trafikut.....	37
2.4 Karakteristikat makroskopike të fluksit të trafikut	39
2.5 Treguesit e performancës	46
2.6 Faktori i rrugës në problemin e sigurimit të sigurisë së trafikut dhe analizës së tij.	48
2.7 Zhvillimi dhe justifikimi i masave për përmirësimin e kushteve të trafikut.....	49
2.8 Analiza lokale e aksidenteve në vendet ku ato ndodhin.	52
2.9 Karakteristikat e analizës së aksidenteve në qytetet e mëdha.....	53
2.10 Faktorët që ndikojnë në sigurinë rrugore	54
2.11 Vlerësimi i Performancës së Sigurisë Rrugore në Shqipëri	56
KAPITULLI 3.....	59
Fuzzy Logic në MATLAB.....	59
3.1. Çfarë është toolbox-i i Fuzzy Logic?	59
3.2 Çfarë mund të bëjë toolbox-i i Fuzzy Logic?	60
3.3 Ndërtimi i sistemeve me toolbox-in e Fuzzy Logic	60
3.4 Rrjetet neurale fuzzy	66

3.4.1 Çfarë janë rrjetet neurale fuzzy?	66
3.4.2 Pse studiohen rrjetet neurale fuzzy?.....	66
3.4.3 Klasifikimi i rrjeteve neurale fuzzy	67
3.5 ANFIS dhe Editori ANFIS GUI	69
3.5.1 Çfarë është ANFIS?	69
3.5.2 Miratimi (Validimi) i modelit duke përdorur kontrollin dhe testimin e bashkësive të të dhënave.....	69
3.5.3 Kufizimet e anfis.....	70
3.5.4 Editori ANFIS GUI	70
3.5.5 Formalitetet e të dhënave dhe editorin ANFIS GUI: Kontrolli dhe Trajnimi.	72
3.5.6 Editori ANFIS GUI, shembull: Kontrolli i të dhënave ndihmon miratimin e modelit	72
3.5.7 Më tepër për ANFIS dhe editorin ANFIS GUI.....	76
3.5.7.1 Trajnimi i të dhënave.....	76
3.5.7.2 Struktura FIS e inputeve.....	77
3.5.7.3 Struktura FIS e output-it për trajnimin e të dhënave.....	77
3.5.7.4 Gabimi i trajnimit	77
3.5.7.5 Kontrolli i të dhënave.....	77
3.5.7.6 Gabimi i kontrollit	78
KAPITULLI 4.....	79
Zbatime të Fuzzy Logic në parashikimin e aksidenteve të trafikut	79
4.1 Zbatim i Fuzzy Logic në sistemin e kontrollit të trafikut.	79
4.2 Parashikimi i aksidenteve rrugore duke përdorur Fuzzy Logic.	85
4.3 Modeli i parashikimit të aksidenteve të trafikut duke përdorur Fuzzy Logic: Rast studimi për autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë-Durrës.....	90
Bibliografia	99
ANEKSI A. Të dhëna mbi transportin në qytetin e Tiranës	103
ANEKSI B. Të dhëna mbi trafikun.....	106
ANEKSI C. Të dhëna mbi aksidentet rrugore	108

LISTA E FIGURAVE

Figura 1. 1 Funksionet e antarësimit <i>trimf</i> dhe <i>trapmf</i>	2
Figura 1. 2 Funksionet e antarësimit <i>gaussmf</i> , <i>gauss2mf</i> dhe <i>gbellmf</i>	2
Figura 1. 3 Funksionet e antarësimit <i>sigmf</i> , <i>dsigmf</i> dhe <i>psigmf</i>	2
Figura 1. 4 Funksionet e antarësimit <i>zmf</i> , <i>pimf</i> dhe <i>smf</i>	3
Figura 1. 5 Bllok diagrama e një FIS-i.	5
Figura 1. 6 Diagrama skematike e një FIS-i.	6
Figura 1. 7 Procesi i vlerësimit fuzzy	7
Figura 1. 8 Metoda e antarësimit maksimal	8
Figura 1. 9 Metoda Centroide	8
Figura 1. 10 Metoda e mesatares së ponderuar	9
Figura 1. 11 Metoda e antarësimit Mean-Max.....	9
Figura 1. 12 Metoda e qendrës së shumës: a) funksioni i parë i antarësimit, b) funksioni i dytë i antarësimit, c) hapi i defazifikimit.	9
Figura 1. 13 Metoda e qendrës së sipërfaqes më të madhe.....	10
Figura 1. 14 Metoda e para (e fundit) e maksimumeve.	10
Figura 1. 15 Ilustrimi i bashkimit dhe prerjes së bashkësive fuzzy në R^1	15
Figura 1. 16 Bashkësitë fuzzy konvekse dhe jokonvekse në E^1	17
Figura 1. 17 Numri fuzzy n	18
Figura 1. 18 Numri fuzzy trapezoidal n	19
Figura 1. 19 Grafi i Hesit	32
 Figura 2. 1 Diagrama kohë-hapësirë	36
Figura 2. 2 Dy automjete të njëpasnjëshëm në të njëjtën korsë në një fluks trafiku. ...	38
Figura 2. 3 Diagrama kohë-hapësirë për dy trajektore automjetesh i dhe $i+1$	39
Figura 2. 4 Diagrama kohë-hapësirë e paraqitur për trajektore të ndryshme të automjeteve dhe tri zona matëse R_t , R_s dhe $R_{t,s}$	40
Figura 2. 5 Shpërndarja e vendeve të aksidentit në rrugë	53
 Figura 3. 1 Mjetet primare GUI	60
Figura 3. 2 Editori FIS	61
Figura 3. 3 Editori i funksioneve të antarësimit	62
Figura 3. 4 Editori i rregullave	63

Figura 3. 5 Vëzhguesi i rregullave	64
Figura 3. 6 Vëzhguesi i sipërfaqes	65
Figura 3. 7 Editori i ANFIS	71
Figura 3. 8 Dritarja GUI ku vendoset emri i variablit.....	72
Figura 3. 9 Trajnimi i të dhënave.....	73
Figura 3. 10 Trajnimi dhe kontrolli i të dhënave	73
Figura 3. 11 Përcaktimi i numrit dhe tipit të funksioneve të antarësimit	74
Figura 3. 12 Struktura e Anfis.....	75
Figura 3. 13 Trajnimi dhe kontrolli i gabimit	76
Figura 3. 14 Testimi i të dhënave.....	76
Figura 4. 1 Kryqëzimi Rruga “Dritan Hoxha”-Rruga “Lord Bajron”.	80
Figura 4. 2 Kryqëzimi Rruga “Muhamet Gjollësja”-Rruga e “Kavajës”.....	81
Figura 4. 3 Modeli FIS Mamdani	81
Figura 4. 4 Funksioni i antarësimit i variablit input “Densiteti”.....	82
Figura 4. 5 Funksioni i antarësimit për variablin output “Koha e sinjalit”.....	82
Figura 4. 6 Editori i rregullave.....	83
Figura 4. 7 Vëzhguesi i rregullave	83
Figura 4. 8 Modeli FIS Mamdani	87
Figura 4. 9 Funksioni i antarësimit për variablin input AADT.....	87
Figura 4. 10 Funksioni i antarësimit për variablin input TL.	87
Figura 4. 11 Funksioni i antarësimit për variablin input V.....	88
Figura 4. 12 Funksioni i antarësimit për variablin input LW.	88
Figura 4. 13 Funksioni i antarësimit për variablin output AF.....	88
Figura 4. 14 Vëzhguesi i rregullave	88
Figura 4. 15 Vëzhguesi i sipërfaqes	89
Figura 4. 16 Modeli FIS Mamdani	92
Figura 4. 17 Funksioni i antarësimit për variablin input AADT.....	92
Figura 4. 18 Funksioni i antarësimit për variablin input “pm”.	92
Figura 4. 19 Funksioni i antarësimit për variablin input “sp”.....	93
Figura 4. 20 Funksioni i antarësimit për variablin input “ma”.	93
Figura 4. 21 Funksioni i antarësimit për variablin input “sj”.	93
Figura 4. 22 Funksioni i antarësimit për variablin input “rw”.	93
Figura 4. 23 Funksioni i antarësimit për variablin output AAA.....	94

Figura 4. 24 Vëzhguesi i rregullave	94
Figura 4. 25 Vëzhguesi i sipërfaqes	94

LISTA E TABELAVE

Tabela 1. 1 Vlerat e vërtetësisë për operatorët AND, OR dhe NOT.....	4
Tabela 4. 1 Korsia “Zogu i Zi”-Sheshi “Shqiponja”, kryqëzimi Rruga “Dritan Hoxha” – Rruga “Lord Bajron”.....	84
Tabela 4. 2 Korsia “Zogu i Zi”-Sheshi “21 Dhjetori”, kryqëzimi Rruga “Muhamet Gjolllesha” – Rruga e “Kavajës”.....	84
Tabela 4. 3 Autostrada Tiranë-Elbasan.....	89
Tabela 4. 4 Rruga Tiranë-Durrës	89
Tabela 4. 5 Autostrada Tiranë-Elbasan.....	95
Tabela 4. 6 Rruga Tiranë-Durrës	95

HYRJE

Ndërtimi i modeleve për parashikimin e aksidenteve rrugore mbështetur në teorinë e Fuzzy Logic, si mjete të rëndësishme për planifikimin e masave në përmirësimin e parametrave që kontribuojnë në trafik, menaxhimin dhe vlerësimin e sigurisë në çdo kohë, me synim uljen në sasi dhe cilësi të treguesve të aksidenteve rrugore në Shqipëri është qëllimi i këtij studimi.

Studimi ynë është organizuar në katër kapituj.

Në **kapitullin e parë**, trajtohet kuptimi i përgjithshëm i Fuzzy Logic.

Fuzzy Logic është një formë e logjikës së shumëvlerësuar në të cilën vlerat e vërtetësisë së variablave mund të jenë numra real midis 0 dhe 1. Kjo përdoret për të trajtuar konceptin e të vërtetës së pjesshme, ku vlera e vërtetësisë mund të klasifikohet midis vlerës plotësisht të vërtetë dhe vlerës plotësisht të gabuar, në kundërshtim me logjikën Boolean-e ku vlerat e vërtetësisë së variablave mund të jenë vetëm vlera të plota, 0 ose 1.

Fuzzy Logic lejon përfshirjen e vlerësimeve të paqarta njerëzore në probleme llogaritëse.

Metodat e reja llogaritëse që bazohen në Fuzzy Logic mund të përdoren në zhvillimin e sistemeve inteligjente, identifikimin, modelimin, optimizimin dhe kontrollin për vendimmarrje.

Fuzzy Logic përdoret nga njerëzit që merren me kërkim dhe zhvillim duke përfshirë inxhinierët (elektrik, mekanik, e ndërtimit, kimik, hapësinor, agrokulturor, informatik, e mjedisit, gjeolog, industrial dhe mekatronik), matematicienët, zhvilluesit dhe kërkuesit e programeve kompjuterike, shkencëtarët e natyrës (biologët, kimistët, shkencëtarët e tokës dhe fizikantët), kërkuesit mjekësor, kërkuesit social (ekonomistët, menaxherët, politikanët dhe psikologët), analistët e politikave publike, analistët e biznesit dhe juristët.

Në fakt, zbatimet e Fuzzy Logic që dikur mendohet të ishin një kuriozitet i paqartë matematikor, sot gjejnë zbatim në shumë vepra inxhinierike dhe shkencore. Fuzzy Logic është përdorur në zbatime numerike të tilla si, njohja e modelit të fytyrës, kondicionerët, lavatriçet, fshesat me korent, sistemet e frenimit, sistemet e

transmissionit, kontrolli i sistemeve të metrove, helikopterët pa pilot, sistemet e parashikimit të motit, modelet për vendosjen e çmimeve të reja të produkteve ose vlerësimin e riskut të projekteve, diagnozat mjekësore dhe planet e trajtimit, si dhe tregëtimi i aksioneve. Fuzzy Logic është përdorur me sukses në fusha numerike të tilla si, në inxhinierinë e sistemeve të kontrollit, procesimin e imazhit, robotik dhe optimizim.

Shumë studiues punojnë me Fuzzy Logic duke realizuar zbulime dhe artikuj kërkimor. Megjithatë Fuzzy Logic gjen zbatim në një numër të konsiderueshëm fushash të ndryshme, ende është i panjohur nga njerëz që nuk janë të familjarizuar me sistemet inteligjente se si mund të zbatohet në produkte të ndryshme që janë aktualisht në treg. Për ata, kuptimi inxhinierik dhe shkencor i fjalës *fuzzy* është akoma i paqartë. Është e rëndësishme që këta njerëz të kuptojnë se ku dhe si mund të përdoret Fuzzy Logic.

Në **kapitullin e dytë**, prezantohet kuptimi i fluksit të trafikut, karakteristikat mikroskopike dhe makroskopike të fluksit të trafikut, analiza lokale e aksidenteve në vendet ku ato ndodhin, karakteristikat e analizës së aksidenteve në qytetet e mëdha etj.

Në **kapitullin e tretë**, trajtohet toolbox-i i Fuzzy Logic në Matlab, rrjetet neurale fuzzy, ANFIS dhe Editori ANFIS GUI. Paraqiten me detaje krijimi i funksioneve të antarësimit, ndërtimi dhe puna e sistemit të vlerësimit.

Në **kapitullin e katërt**, trajtohen aplikime konkrete duke zbatuar elementët teorik të Fuzzy Logic implementuar në toolbox-in e Fuzzy Logic në Matlab; zbatim i Fuzzy Logic në sistemin e kontrollit të trafikut, parashikimi i aksidenteve rrugore duke përdorur Fuzzy Logic si dhe modeli i parashikimit të aksidenteve të trafikut duke përdorur Fuzzy Logic.

KAPITULLI 1

Një vështrim i përgjithshëm në teorinë e Fuzzy Logic dhe bashkësive Fuzzy

1.1 Hyrje

Koncepti *Fuzzy* i referohet gjërave të cilat nuk janë të qarta apo janë të mjegullta (të turbullta). Çdo ngjarje, proces ose funksion që ndryshon vazhdimisht nuk mund të përcaktohet gjithmonë si e vërtetë apo si e gabuar, gjë që nënkupton se duhet të përcaktojmë këto veprimtari në mënyrën Fuzzy [1].

Termi Fuzzy Logic hyri për herë të parë në vitin 1965 nga Dr. Lotfi Zadeh i Universitetit të Kalifornisë në Berkeley. Fuzzy Logic është një mjet matematikor që trajton paqartësitë. Gjuha natyrore nuk është e lehtë të përkthehet në terma absolut 0 dhe 1. Ajo mund të ndihmojë për të parë Fuzzy Logic si mënyrë arsyetimi që punon me vlera binare. Mirëpo, Fuzzy Logic i ka fillimet edhe më të hershme. Si koncept, është studiuar që në vitin 1920, si logjika e vlerës së pafundme nga Lukasiewicz dhe Tarski. Modelet fuzzy janë metoda matematikore të paraqitjes së informacionit të paqartë apo të mjegullt. Këto modele kanë aftësinë e njohjes, përfaqësimit, manipulimit, interpretimit dhe përdorimit të të dhënave dhe informacioneve që janë të paqarta e të pasigurta [2].

1.2 Funksionet e antarësimit

Një *funksion antarësimi* është një kurbë që përcakton se si çdo pike në hapësirën e variablave hyrës (input-eve) i vendoset në korrespondencë një vlerë e antarësimit midis 0 dhe 1. Funksionet e antarësimit kanë forma të ndryshme. Funksionet më të thjeshta të antarësimit janë formuar duke përdorur vija të drejta. Nga këto, më i thjeshti është funksioni i antarësimit trekëndësh, i cili ka marrë emrin funksioni *trimf*. Ky funksion antarësimi formohet nga bashkimi i tri pikave duke formuar një trekëndësh.

Funksioni i antarësimit trapezoidal *trapmf*, ka një majë të sheshtë dhe përcaktohet si një kurbë e prerë trekëndëshe.

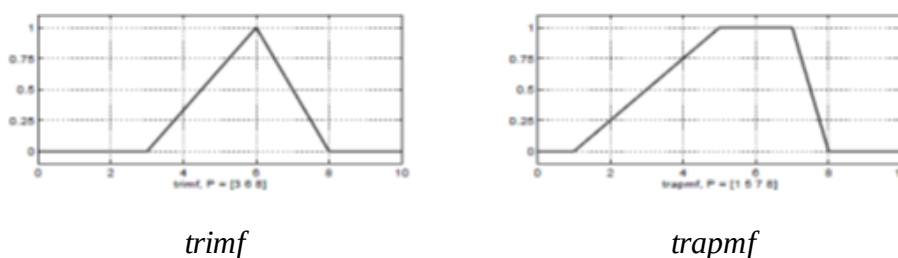


Figura 1. 1 Funksionet e antarësimit *trimf* dhe *trapmf*

Funksioni i antarësimit *gaussmf* ka formën e kurbës së shpërndarjes Gaussiane, ndërsa funksioni i antarësimit *gauss2mf* është një kombinim i dy kurbave të ndryshme Gaussiane. Funksioni i antarësimit zile e përgjithësuar *gbellmf* specifikohet nga tre parametra, pra ka një parametër më shumë se funksioni i antarësimit Gaussian.

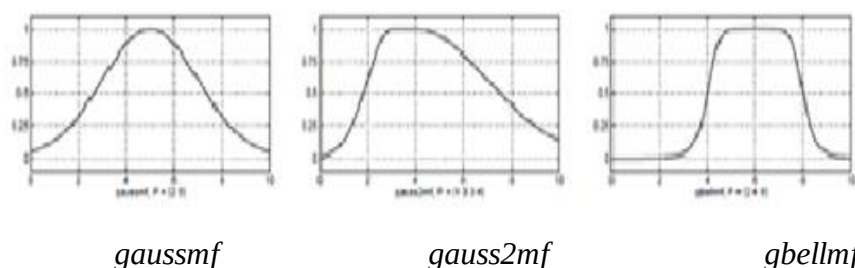


Figura 1. 2 Funksionet e antarësimit *gaussmf*, *gauss2mf* dhe *gbellmf*

Një funksion tjetër antarësimi është funksioni i antarësimit sigmoidal *sigmf*, i cili është i hapur ose në të majtë ose në të djathtë. Funksionet e antarësimit asimetrik dhe të mbyllur (për shembull, jo të hapur në të majtë apo në të djathtë), mund të sintetizohen duke përdorur dy funksione sigmoidale. Funksioni i antarësimit *dsigmf* përftohet nga diferenca e dy funksioneve sigmoidale, kurse funksioni i antarësimit *psigmf* përftohet nga prodhimi i dy funksioneve sigmoidale.

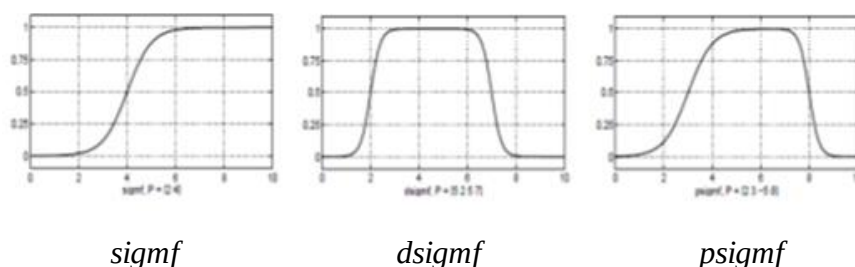


Figura 1. 3 Funksionet e antarësimit *sigmf*, *dsigmf* dhe *psigmf*

Tre funksione të tjera të antarësimit janë kurbat Z, S dhe Pi, të cilat quhen kështu për shkak të formës së tyre. Funksioni *zmf* është kurbë asimetrike polinomiale e hapur

në të majtë, smf është kurbë asimetrike polinomiale e hapur në të djathtë dhe $pimf$ është zero në të dy skajet, me një rritje në mes [3].

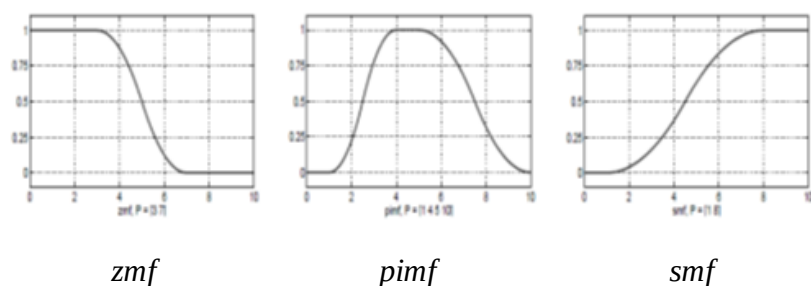


Figura 1. 4 Funksionet e antarësimit zmf , $pimf$ dhe smf

1.3 Fazifikimi

Fazifikimi është një koncept me rëndësi në teorinë e Fuzzy Logic. Fazifikimi është procesi ku vlerat numerike konvertohen në vlera gjuhësore. Konvertimi në vlera gjuhësore përfaqësohet nga funksionet e antarësimit, të cilët përdoren për t'i vendosur një shkallë antarësimi çdo variabli gjuhësorë.

Fazifikimi është hapi i parë për të aplikuar një sistem vlerësimi fuzzy, në mënyrë që të përftohet variabli dalës (output-i) i dëshiruar. Në përgjithësi, fazifikimi përfshin dy procese: ndërtimi i funksioneve të antarësimit për variablat input dhe output, si dhe prezantimi i tyre me variabla gjuhësorë [4].

1.4 Operatorët logjikë dhe rregullat IF-THEN

Operatorët e bashkësive fuzzy janë një përgjithësim i bashkësive të zakonshme. Me rëndësi në përcaktimin e operatorëve logjikë të bashkësive fuzzy është që, nëse mbajmë vlerat fuzzy në ekstremet 1 (e vërtetë) ose 0 (e gabuar), duhet të mbahen operatorët logjikë standard. Për të përcaktuar operatorët logjikë të bashkësive fuzzy, konsiderohen fillimisht operatorët e bashkësive të zakonshme. Operatorët e bashkësive të zakonshme më të rëndësishëm janë: bashkimi, prerja dhe plotësi, të cilët shënohen përkatësisht: OR, AND dhe NOT. Le të jenë A dhe B dy nënbashkësi të universit U. Bashkimi i A me B, shënohet $A \cup B$ dhe përmban të gjithë elementët që ndodhen në A ose B. Pra, $f_{A \cup B}(x) = 1$ nëse $x \in A$ ose $x \in B$. Prerja e A me B, shënohet $A \cap B$ dhe përmban të gjithë elementët që ndodhen njëherësh në A dhe në B. Pra, $f_{A \cap B}(x) = 1$ nëse

$x \in A$ dhe $x \in B$. Plotësi i A shënohet $\bar{A}$ ose A^C dhe përmban të gjithë elementët që

nuk janë në A. Pra, $f_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{nëse } x \notin A \\ 0 & \text{nëse } x \in A \end{cases}$.

Tabela e vërtetësisë për këta operatorë jepet si më poshtë:

AND			OR			NOT	
A	B	AUB	A	B	AUB	A	$\bar{A}$
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1		
1	1	1	1	1	1		

Tabela 1. 1 Vlerat e vërtetësisë për operatorët AND, OR dhe NOT.

Për të përcaktuar operatorët Fuzzy Logic, duhet të gjejmë operatorët korrespondues që ruajnë rezultatet e përdorimit të operatorëve AND, OR dhe NOT. Këta operatorë janë: min, max dhe plotësi, të cilët përcaktohen përkatësisht si:

$$\begin{aligned} f_{A \cup B}(x) &= \max[f_A(x), f_B(x)] \\ f_{A \cap B}(x) &= \min[f_A(x), f_B(x)] \\ f_{\bar{A}}(x) &= 1 - f_A(x) \end{aligned} \quad (1.1)$$

Formulat për operatorët AND, OR dhe NOT në ekuacionet (1.1) janë të nevojshme për të vërtetuar veti të tjera matematikore rreth bashkësive. Prandaj, min dhe max nuk janë të vetmet mënyra për të përshkruar prerjen dhe bashkimin e dy bashkësive. Zadeh (1965) përcaktoi bashkimin fuzzy dhe prerjen fuzzy si:

$$\begin{aligned} f_{A \cup B}(x) &= f_A(x) + f_B(x) - f_A(x) \cdot f_B(x) \\ f_{A \cap B}(x) &= f_A(x) \cdot f_B(x) \end{aligned} \quad (1.2)$$

Rregullat nëse – atëherë (if - then) specifikojnë një lidhje midis bashkësive fuzzy input dhe output. Fuzzy Logic përdor nocione nga logjika e zakonshme. Konceptet në logjikën e zakonshme mund të zgjerohen në Fuzzy Logic nëpërmjet zëvendësimit të vlerave 0 ose 1 me vlerat e antarësimit fuzzy. Një rregull fuzzy ka formën:

“Nëse $x \in A$, atëherë $y \in B$ ” dhe ka një funksion antarësimi $f_{A \rightarrow B}(x, y)$, ku $f_{A \rightarrow B}(x, y) \in [0, 1]$. Pjesa “Nëse $x \in A$ ”, e rregullit quhet kusht ose premisë, ndërsa pjesa “atëherë $y \in B$ ”, e rregullit quhet përfundim ose rrjedhim. Interpretimi i rregullit if – then përfshin dy hapa të ndryshëm. Hapi i parë është vlerësimi i kushtit, i cili përfshin fazifikimin e input-it dhe aplikimin e operatorëve fuzzy të nevojshëm. Hapi i

dytë është implikimi ose aplikimi i rezultatit të kushtit në përfundim, i cili vlerëson funksionin e antarësimit $f_{A \rightarrow B}(x, y)$.

Për shumicën e aplikimeve, funksioni i antarësimit fuzzy $f_{A \rightarrow B}(x, y)$ për një relacion të dhënë merret me implikimin minimum ose implikimin produkt të dhënë përkatësisht si vijon:

$$\begin{aligned} f_{A \cap B}(x) &= f_A(x) \cdot f_B(x) \\ f_{A \cap B}(x) &= \min[f_A(x), f_B(x)] \end{aligned} \quad (1.3)$$

Ishte Mamdani (1977) i cili fillimisht propozoi implikimin minimum dhe më vonë Larsen (1980) propozoi implikimin produkt [3].

1.5 Sistemi i vlerësimit fuzzy (FIS)

Një FIS përcakton një konvertim jolinear të vektorit të të dhënave input në një output skalar, duke përdorur rregullat fuzzy. Procesi i konvertimit përfshin funksionet e antarësimit input ose output, operatorët Fuzzy Logic, rregullat fuzzy if-then (nëse-atëherë), grumbullimin e bashkësive output dhe defazifikimin.

Një model i përgjithshëm i një FIS-i tregohet në **Figurën 1.5**:

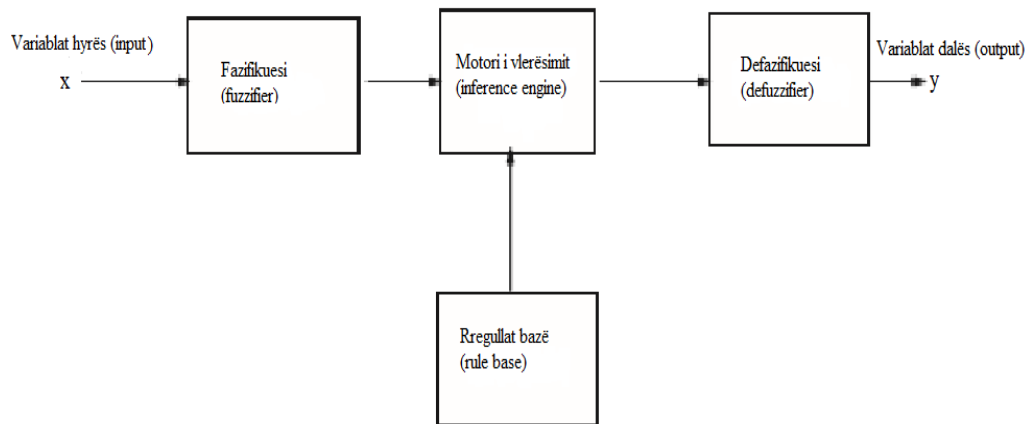


Figura 1. 5 Bllok diagrama e një FIS-i.

FIS konverton variabla hyrëse numerike (input-e crisp) në variabla dalëse numerike (output-e crisp). Mund të shihet nga **Figura 1.5** që FIS përmban katër komponentë: fazifikuesi, motori i vlerësimit, rregullat bazë dhe defazifikuesi. Rregulli bazë përmban rregulla gjuhësore që përcaktohen nga ekspertët. Është e mundur gjithashtu të përcaktohen rregulla nga të dhënat numerike. Pasi përcaktohen rregullat, FIS mund të shihet si një sistem që konverton një vektor input në një vektor output. Fazifikuesi merr vlerat input dhe përcakton shkallën në të cilën ato i përkasin çdo bashkësie fuzzy nëpërmjet funksioneve të antarësimit. Motori i vlerësimit përcakton

konvertimin nga bashkësitë fuzzy input në bashkësitë fuzzy output. Ai përcakton shkallën në të cilën plotësohet kushti për çdo rregull. Nëse kushti i një rregulli të dhënë ka më shumë se një fjali, operatorët fuzzy zbatohen për të marr një numër që paraqet rezultatin e kushtit për këtë rregull. Është e mundur që një ose më shumë rregulla mund të ekzekutohen në të njëjtën kohë. Më pas grumbullohen output-et për të gjitha rregullat. Gjatë grumbullimit, bashkësitë fuzzy që paraqesin output-in e çdo rregulli kombinohen në një bashkësi fuzzy të vetme. Rregullat fuzzy ekzekutohen paralelisht, gjë që përbën një nga aspektet më të rëndësishme të një FIS-i. Në një FIS radha në të cilën ekzekutohen rregullat nuk ndikon në output. Defazifikuesi konverton bashkësitë fuzzy output në një vlerë numerike.

Një skemë e përgjithshme e një FIS-i tregohet në **Figurën 1.6**.

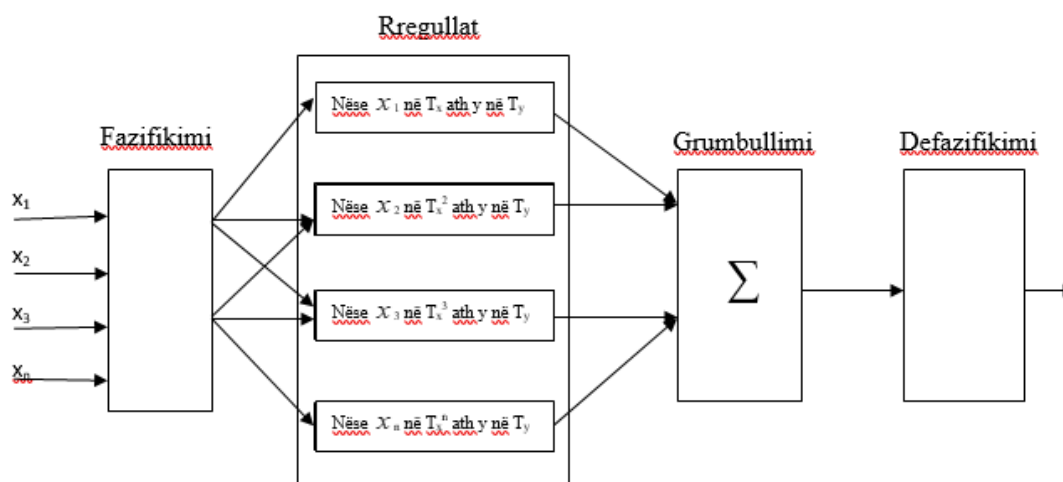


Figura 1. 6 Diagrama skematike e një FIS-i.

Konsiderojmë një sistem me shumë inpute dhe shumë outpute. Le të jetë $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ vektori input dhe $y = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$ vektori output. Variabli gjuhësor x_i në universin U karakterizohet nga $T(x) = \{T_x^1, T_x^2, \dots, T_x^k\}$ dhe $f(x) = \{f_x^1, f_x^2, \dots, f_x^k\}$, ku $T(x)$ është bashkësia e emrave të vlerave gjuhësore të x , dhe $f(x)$ është bashkësia e funksioneve të antarësisë përcaktuar në U . Në mënyrë të ngjashme, variabli gjuhësor y në universin V karakterizohet nga $T(y) = \{T_y^1, T_y^2, \dots, T_y^l\}$, ku $T(y)$ është bashkësia e emrave të vlerave gjuhësore të y dhe $f(y)$ është bashkësia e funksioneve të antarësisë përcaktuar në V .

Procesi i vlerësimit fuzzy mund të përshkruhet plotësisht në pesë hapa.

Hapi 1: Inputet fuzzy

Hapi i parë është marrja e inputeve dhe përcaktimi i shkallës në të cilën ato i përkasin çdo bashkësie fuzzy nëpërmjet funksioneve të antarësimit.

Hapi 2: Zbatimi i operatorëve fuzzy

Pas fazifikimit të inputeve, dihet shkalla në të cilën çdo pjesë e kushtit plotësohet për çdo rregull. Nëse një rregull i dhënë ka më shumë se një pjesë (fjali), operatorët logjikë fuzzy zbatohen për të vlerësuar fortësinë e rregullit.

Hapi 3: Zbatimi i metodës së implikimit

Input-i për procesin e implikimit është një numër i vetëm i dhënë nga kushti dhe output-i është një bashkësi fuzzy. Dy metodat më të përdorura të implikimit janë minimumi dhe prodhimi.

Hapi 4: Grumbullimi i të gjitha outputeve

Grumbullimi është një proces nëpërmjet të cilit unifikohen output-et e çdo rregulli. Grumbullimi ndodh vetëm një herë për çdo variabël output. Input-i i procesit të grumbullimit është output-i i bashkësive fuzzy marr nga procesi i implikimit për çdo rregull. Output-i i procesit të grumbullimit është output-i i kombinuar i bashkësive fuzzy.

Hapi 5: Defazifikimi

Input-i për procesin e defazifikimit është një bashkësi fuzzy (output-i i grumbulluar i bashkësive fuzzy) dhe output-i është një vlerë numerike marr nga përdorimi i disa metodave të defazifikimit [4].

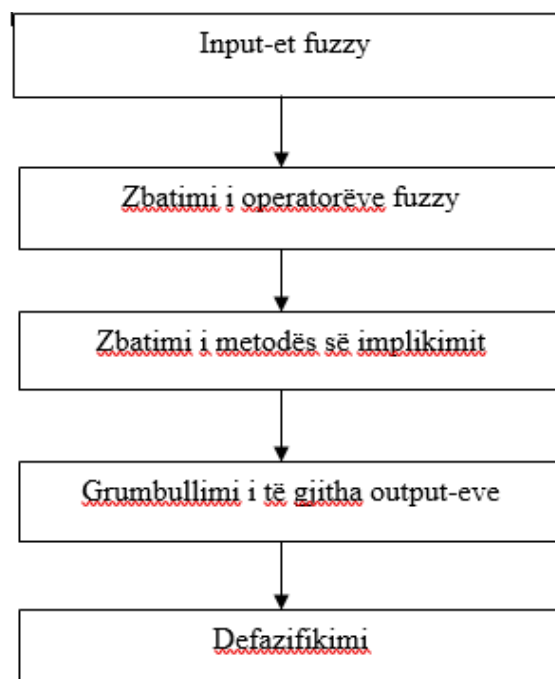


Figura 1. 7 Procesi i vlerësimit fuzzy

1.6 Defazifikimi

Defazifikimi është procesi ku një vlerë gjuhësore konvertohet në një vlerë numerike. Rezultatet gjuhësore nuk mund të përdoren si të tilla për aplikime, prandaj është e nevojshme për t'i kthyer vlerat gjuhësore në vlera numerike për përpunim të mëtejshëm. Kjo mund të arrihet duke përdorur procesin e defazifikimit. Ka disa metoda për procesin e defazifikimit, të cilat janë:

1. Metoda e antarësimit maksimal (njihet gjithashtu si metoda e lartësisë)

$$\mu_C(z^*) \geq \mu_C(z) \quad \forall z \in Z, \text{ ku } z^* \text{ është vlera e defazifikuar.}$$

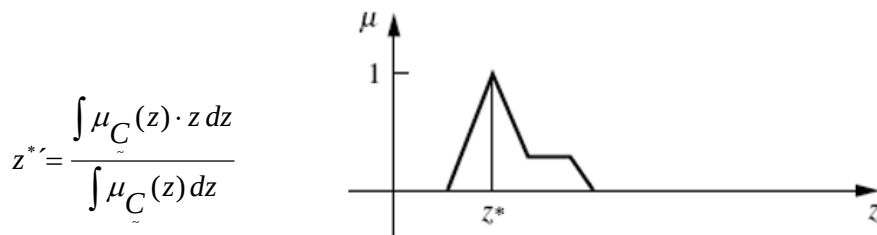


Figura 1. 8 Metoda e antarësimit maksimal

2. Metoda Centroide (qëndrore) (njihet gjithashtu si qendra e sipërfaqes ose qendra e gravitetit)



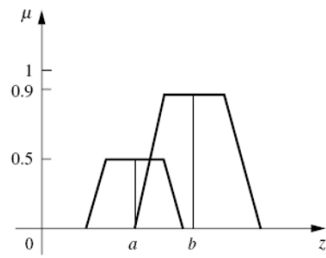
Figura 1. 9 Metoda Centroide

3. Metoda e mesatares së ponderuar

$$z^* = \frac{\sum \mu_C(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\sum \mu_C(\bar{z})}$$

ku $\bar{z}$ është qendra e çdo funksioni antarësimi simetrik.

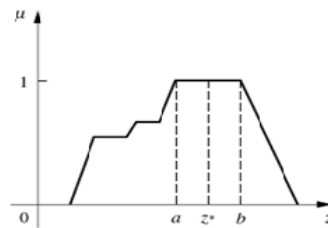
Për shembull:



$$z^* = \frac{a(0.5) + b(0.9)}{0.5 + 0.9}$$

Figura 1.10 Metoda e mesatares së ponderuar

4. Metoda e antarësimit Mean- Max



$$z^* = \frac{a+b}{2}$$

Figura 1.11 Metoda e antarësimit Mean-Max

5. Metoda e qendrës së shumës

Kjo metodë është më e shpejtë se çdo metodë tjetër defazifikimi.

$$z^* = \frac{\int_z \sum_{k=1}^n \mu_{C_k}(z) dz}{\int_z \sum_{k=1}^n \mu_{C_k}(z) dz}$$

ku $\bar{z}$ është distanca në qendrën e funksioneve të antarësimit përkatës.

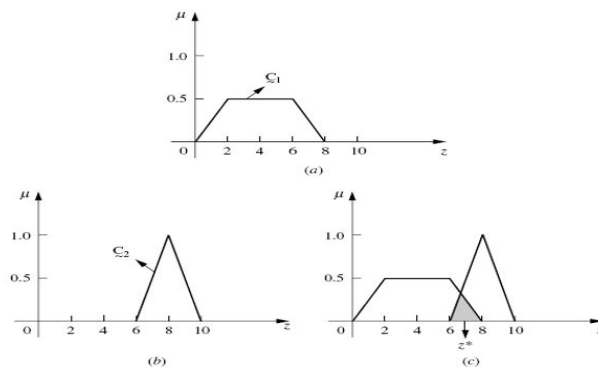


Figura 1.12 Metoda e qendrës së shumës: a) funksioni i parë i antarësimit, b) funksioni i dytë i antarësimit, c) hapi i defazifikimit.

6. Metoda e qendrës së sipërfaqes më të madhe

Në qoftë se bashkësia fuzzy output ka të paktën dy zona konvekse, atëherë qendra e gravitetit (e llogaritur me metodën centroide) e nënzonës fuzzy konvekse me sipërfaqe më të madhe përdoret për të vërtetuar vlerën e defazifikuar z^* të output-it.

$$z^* = \frac{\int \mu_{C_m}(z)zdz}{\int \mu_{C_m}(z)dz} \quad \text{ku } C_m \text{ është nënzona konvekse që ka sipërfaqen më të madhe.}$$

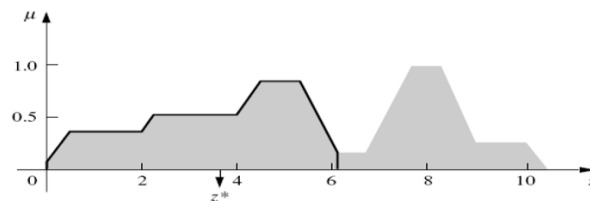


Figura 1.13 Metoda e qendrës së sipërfaqes më të madhe.

7. Metoda e quajtur e para (e fundit) e maksimumeve.

Kjo metodë përdor output-in e përgjithshëm ose bashkimin e të gjitha output-eve individuale të bashkësive fuzzy C_k për të përcaktuar vlerën më të vogël të fushës me shkallën e antarësimit të maksimizuar në C_k [5].

Formulat e njehsimit janë:

Le të jetë $l_{\max}(C_k)$ lartësia maksimale e bashkësive fuzzy C_k e cila gjendet me anë të barazimit:

$$l_{\max}(C_k) = \sup_{z \in Z} \mu_{C_k}(z)$$

E para e maksimumeve gjendet: $z^* = \inf_{z \in Z} \{z \in \bar{z} / \mu_{C_k}(\bar{z}) = l_{\max}(C_k)\}$

E fundit e maksimumeve gjendet: $z^* = \sup_{z \in Z} \{z \in \bar{z} / \mu_{C_k}(\bar{z}) = l_{\max}(C_k)\}$

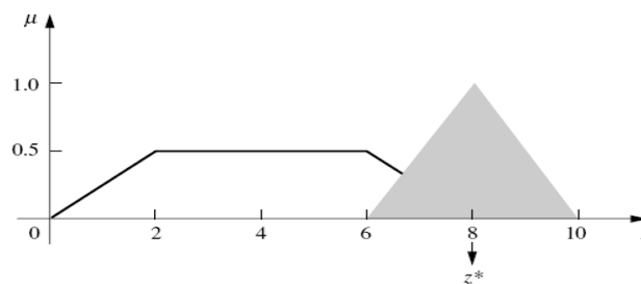


Figura 1.14 Metoda e para (e fundit) e maksimumeve.

1.7 Metodatat e vlerësimit fuzzy

Metoda më e rëndësishme e vlerësimit fuzzy është metoda Mamdani, e cila është edhe metoda më e përdorur. Kjo metodë u prezantua nga Mamdani dhe Assilian

(1975). Një tjetër metodë e njohur vlerësimi është ajo e “Sugeno ose Takagi-Sugeno-Kang”, që u prezantua nga Sugeno (1985) dhe është quajtur si metoda TS.

Dallimi kryesor në mes të dy metodave qëndron në rregullat e Fuzzy Logic.

Sistemet fuzzy Mamdani përdorin bashkësitë fuzzy si rregulla logjike, ndërsa sistemet fuzzy TS përdorin funksionet lineare të variablave input, si rregulla logjike.

Advantazhet e metodës Sugeno

- kryen llogaritje eficiente.
- punon mirë me teknikat lineare (për shembull, PID control).
- punon mirë me optimizimin dhe teknikat adaptive.
- garanton vazhdimësinë e sipërfaqes output.
- është e përshtatshme për analiza matematikore.

Advantazhet e metodës Mamdani

- Është intuitive.
- ka përdorim të gjerë.
- është e përshtatshme për të dhëna të ndryshme [4].

1.8 Përcaktimi dhe implementimi i një FIS-i

FIS konverton vektorët nga hapësira input në hapësirën output. Për këtë qëllim mund të përdoren edhe disa metoda të tjera si, për shembull: rrjetet neurale, funksionet matematikore dhe sistemet e kontrollit konvencional. Megjithatë, FIS ka disa avantazhe krahasuar me metodat e tjera si për shembull:

është fleksibël, ka aftësi për të modeluar ndonjë funksion jolinear për çdo shkallë të saktësisë, bazohet në rregulla që mund të specifikohen me një gjuhë natyrale, mund të ndërtohet nga njohuritë e ekspertëve dhe është tolerant për të dhënat e paqarta. Teknikat e Fuzzy Logic mund të përdoren për të plotësuar teknikat e tjera, të tilla si rrjetet neurale ose algoritmet gjenetike. Për të përcaktuar një FIS, fillimisht duhet të vendosim input-et, output-et dhe rregullat e vlerësimit fuzzy. Rregullat mund të përcaktohen nga të dhëna numerike ose nga njohuritë e ekspertëve. Po kështu duhet të përcaktohen funksionet e antarësimit të inputeve dhe outputeve, metodat e implikimit dhe grumbullimit, si dhe metoda e defazifikimit. Me zgjedhjen e këtyre parametrave, mund të përcaktojmë një shumëllojshmëri FIS-esh. Për të implementuar një FIS, mund të zgjedhim ndonjë metodë ose algoritëm, si edhe ndonjë mjedis programimi. Në ditët e

sotme shumë mjete software dhe hardware janë të disponueshme për përcaktimin dhe implementimin e sistemeve Fuzzy Logic. Shumica e mjeteve software sigurojnë rregullime gjithëpërfshirëse dhe tipare optimizimi, si edhe një mjedis graphical user interface (GUI) që e bën sistemin Fuzzy Logic të përcaktohet thjeshtë dhe lehtë. Një paketë e tillë është toolbox-i MATLAB i Fuzzy Logic, i cili lidh mjetet GUI që sigurojnë një mjedis për përcaktimin, analizën dhe implementimin e FIS. MATLAB siguron mjete primare GUI për ndërtimin, redaktimin dhe vëzhgimin e një FIS-i [4].

1.9 Bashkësitë fuzzy

1.9.1 Historia e bashkësive fuzzy

Nga fillimi i vitit 1965 e deri më sot teoria e bashkësive fuzzy ka avancuar shumë. Zbatime të kësaj teorie mund të gjenden për shembull, në inteligjencën artificiale, shkencat kompjuterike, mjekësi, inxhinieri, teorinë e vendimeve, sistemet eksperte, logjikë, shkencën e menaxhimit dhe robotikë.

Një rishikim i shkurtër historik mund të jetë i dobishëm për të kuptuar më mirë karakterin dhe motivimin e kësaj teorie. Publikimet e para në teorinë e bashkësive fuzzy nga Zadeh dhe Goguen tërhoqën vëmendjen e autorëve për të përgjithësuar nocionin e zakonshëm të një bashkësie dhe një propozicioni, si edhe për të përshtatur paqartësitë në gjuhën njerëzore. Këto paqartësi janë në gjykimin njerëzor, vlerësim dhe vendime. Zadeh shkruan: “Nocioni i një bashkësie fuzzy siguron një pikë të përshtatshme të fillimit për ndërtimin e një strukture konceptuale, e cila është e ngjashme me strukturën e përdorur në rastin e bashkësive të zakonshme, por është më e përgjithshme se kjo e fundit dhe potencialisht mund të provohet të ketë një fushë shumë më të gjerë të zbatueshmërisë, veçanërisht në fushat e klasifikimit të modelit dhe procesimin e informacionit. Në thelb, një strukturë e tillë siguron një mënyrë natyrale të trajtimit të problemeve në të cilët burimi i pasaktësisë është mungesë e kriterëve të përcaktuara të antarësimit”. “Pasaktësia” ka kuptimin e sensit të paqartësisë më tepër sesa mungesë e njohurive rreth vlerave të një parametri.

Teoria e bashkësive fuzzy siguron një strukturë matematikore në të cilën fenomeni i koncepteve të mjegullta mund të studiohet me saktësi dhe rigorozitet. Ajo mund të konsiderohet gjithashtu si një gjuhë modeli, e përshtatshme për situatat në të cilat ekzistojnë relacionet, kriteret dhe fenomenet fuzzy. Prania e kësaj teorie u rrit ndjeshëm në 1960-ën dhe 1970-ën. Në gjysmën e dytë të 1970-ës, zbatimet e para praktike të

suksesshme në kontrollin e proceseve teknologjike nëpërmjet sistemeve të rregullave fuzzy, i quajtur kontrolli fuzzy, rritën interesin në këtë fushë në mënyrë të konsiderueshme. Zbatime të suksesshme, veçanërisht në Japoni, në lavatriçet, vidiokamerat, vinçat, trenat e metros e kështu me radhë, ngjallën interes dhe kërkim të mëtejshëm në 1980-ën. Kështu që më 1984-ën ekzistonin përafërsisht 4000 publikime dhe në vitin 2000 ekzistonin më shumë se 30.000 publikime. Në thelb, teoria e bashkësive fuzzy gjatë dekadave të fundit është zhvilluar në dy linja:

1. Si një teori formale që bëhet më e sofistikuar dhe specializuar, e cila u zgjerua nëpërmjet ideve dhe koncepteve origjinale si edhe nga “përvetësimi” i fushave matematikore klasike si, algjebra, teoria e grafeve, topologjia, ashtu edhe nga përgjithësimi ose “fazifikimi” i tyre. Ky zhvillim është ende në vijimësi.
2. Si një zbatim i orientuar i “teknologjisë fuzzy”, që nënkupton, si një mjet për modelim, zgjidhjen e problemeve dhe nxjerrjen e të dhënave. Është provuar se ka qenë superiore ndaj metodave ekzistuese në shumë raste [6].

1.9.2 Përkufizime [7]

Përkufizim 1: Le të jetë X një bashkësi, elementët e së cilës shënohen me x . Pra, $X = \{x\}$. Një bashkësi fuzzy A në X karakterizohet nga një funksion antarësimi $f_A(x)$ që çdo elementi në X i shoqëron një numër real në segmentin $[0, 1]$. Pra, vlera e $f_A(x)$ paraqet “shkallën e antarësimit” të x në A .

Kur A është një bashkësi e zakonshme, funksioni i antarësimit mund të marr vetëm dy vlera 0 ose 1 si më poshtë:

$$f_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{kur } x \in A \\ 0 & \text{kur } x \notin A \end{cases}$$

Përkufizim 2: Një bashkësi fuzzy është *boshe* atëherë dhe vetëm atëherë kur funksioni i antarësimit të saj është identikisht i barabartë me zero në X .

Përkufizim 3: Dy bashkësi fuzzy A dhe B janë *të barabarta*, $A=B$, atëherë dhe vetëm atëherë kur $f_A(x) = f_B(x)$ për çdo x në X . (shkurtimisht mund të shkruajmë $f_A = f_B$).

Përkufizim 4: *Plotësi* (komplementi) i një bashkësie fuzzy A shënohet me A^C dhe përcaktohet si:

$$f_{A^C} = 1 - f_A \quad (1.4)$$

Përkufizim 5: A përfshihet në B (A është nënbashkësi e B) atëherë dhe vetëm atëherë kur $f_A \leq f_B$. Simbolikisht mund të shkruajmë:

$$A \subset B \Leftrightarrow f_A \leq f_B \quad (1.5)$$

Përkufizim 6: Bashkimi i dy bashkësive fuzzy A dhe B me funksione antarësimi përkatësisht $f_A(x)$ dhe $f_B(x)$, është një bashkësi fuzzy C, që shënohet $C = A \cup B$, funksioni i antarësimit të së cilës lidhet me ato të A dhe B si:

$$f_C(x) = \text{Max}[f_A(x), f_B(x)], \quad x \in X \quad (1.6)$$

ose shkurtimisht:

$$f_C = f_A \vee f_B \quad (1.7)$$

Shënim: Një mënyrë më intuitive e përcaktimit të bashkimit jepet si: Bashkimi i A dhe B është bashkësia fuzzy më e vogël që përmban A dhe B. Më saktësisht, nëse D është një bashkësi fuzzy që përmban A dhe B, atëherë ajo gjithashtu përmban edhe bashkimin e A me B.

Për të treguar që ky përkufizim është ekuivalent me (1.6), theksojmë fillimisht që C e përkufizuar nga (1.6) përmban dy bashkësitë A dhe B. Që nga

$$\text{Max}[f_A, f_B] \geq f_A \text{ dhe } \text{Max}[f_A, f_B] \geq f_B$$

Për më tepër, nëse D është një bashkësi që përmban dy bashkësitë A dhe B, atëherë

$$f_D \geq f_A \text{ dhe } f_D \geq f_B$$

Prandaj,

$$f_D \geq \text{Max}[f_A, f_B] = f_C$$

e cila sjell që $C \subset D$.

Përkufizim 7: Prerja e dy bashkësive fuzzy A dhe B me funksione antarësimi përkatësisht $f_A(x)$ dhe $f_B(x)$, është një bashkësi fuzzy C, që shënohet $C = A \cap B$, funksioni i antarësimit të së cilës lidhet me ato të A dhe B si:

$$f_C(x) = \text{Min}[f_A(x), f_B(x)], \quad x \in X, \quad (1.8)$$

ose shkurtimisht,

$$f_C = f_A \wedge f_B \quad (1.9)$$

Në mënyrë analoge si në rastin e bashkimit, lehtësisht mund të tregohet që prerja e bashkësive A dhe B është bashkësia fuzzy më e madhe që përfshihet në bashkësitë A dhe B.

Prerja dhe bashkimi i dy bashkësive fuzzy ilustrohen në **Figurën 1.15**. Funksioni i antarësimit i bashkimit përbëhet nga segmentet e kurbave 1 dhe 2, ndërsa funksioni i antarësimit i prerjes përbëhet nga segmentet e kurbave 3 dhe 4 (vijat më të theksuara).

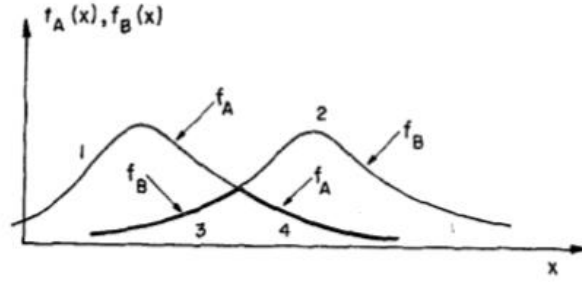


Figura 1.15 Ilustrimi i bashkimit dhe prerjes së bashkësive fuzzy në R^1

Përkufizim 8: Diferenca e dy bashkësive fuzzy A dhe B përcaktohet si: $A \setminus B = A \cap B^c = \text{Min}[f_A(x), f_{B^c}(x)] \quad x \in X$.

1.9.3 Disa veti të bashkimit, prerjes dhe plotësisë [7].

1. $(A \cup B)^c = A^c \cap B^c$ Ligjet e Morganit (1.10)
 $(A \cap B)^c = A^c \cup B^c$
2. $C \cap (A \cup B) = (C \cap A) \cup (C \cap B)$ Ligjet e përdasisë (1.11)
 $C \cup (A \cap B) = (C \cup A) \cap (C \cup B)$

Këto dhe barazime të tjera mund të krijohen lehtësisht duke treguar që relacionet korresponduese për funksionet e antarësimit të A, B dhe C janë identike. Për shembull, në rastin e barazimit (1.10) kemi:

$$1 - \text{Max}[f_A, f_B] = \text{Min}[1 - f_A, 1 - f_B] \quad (1.12)$$

i cili vërtetohet lehtë duke e kontrolluar atë për dy rastet e mundshme: $f_A(x) > f_B(x)$ dhe $f_A(x) < f_B(x)$. Në mënyrë të ngjashme në barazimin (1.11), relacioni korrespondues në termat e f_A, f_B dhe f_c është:

$$\text{Max}[f_c, \text{Min}[f_A, f_B]] = \text{Min}[\text{Max}[f_c, f_A], \text{Max}[f_c, f_B]] \quad (1.13)$$

i cili mund të vërtetohet duke konsideruar 6 raste:

$$\begin{aligned} f_A(x) > f_B(x) > f_C(x), f_A(x) > f_C(x) > f_B(x), f_B(x) > f_A(x) > f_C(x), \\ f_B(x) > f_C(x) > f_A(x), f_C(x) > f_A(x) > f_B(x), f_C(x) > f_B(x) > f_A(x). \end{aligned}$$

1.9.4 Operatorët algjebrik në bashkësitë fuzzy [7]

Prodhiimi algjebrik. Prodhiimi algjebrik i A me B shënohet AB dhe përcaktohet në termat e funksioneve të antarësimit të A dhe B nga relacioni:

$$f_{AB} = f_A f_B \quad (1.14)$$

Është e qartë se $AB \subset A \cap B$.

Shuma algjebrike. Shuma algjebrike e A me B shënohet A+B dhe përcaktohet si:

$$f_{A+B} = f_A + f_B \quad (1.15)$$

ku shuma $f_A + f_B$ është më e vogël ose e barabartë me 1. Prandaj, ndryshe nga prodhimi algjebrik, shuma algjebrike ka kuptim vetëm kur plotësohet kushti: $f_A(x) + f_B(x) \leq 1 \quad \forall x$.

Diferenca absolute. Diferenca absolute e A me B shënohet $|A - B|$ dhe përcaktohet si:

$$f_{|A-B|} = |f_A - f_B| \quad (1.16)$$

Kombinimi konveks. Me kombinim konveks të dy vektorëve f dhe g kuptojmë një kombinim linear të f me g në formën: $\lambda f + (1-\lambda)g$, ku $0 \leq \lambda \leq 1$. Kjo formë kombinimi e f me g mund të përgjithsohet për bashkësitë fuzzy si më poshtë:

Le të jenë A, B dhe Λ bashkësi fuzzy. Kombinimi konveks i A, B dhe Λ shënohet (A, B, Λ) dhe përcaktohet nga relacioni:

$$(A, B, \Lambda) = \Lambda A + \Lambda^c B \quad (1.17)$$

ku Λ^c është plotësi i Λ . Barazimi (1.17) mund të shkruhet në termat e funksioneve të antarësimit në trajtën:

$$f_{(A,B,\Lambda)} = f_\Lambda(x) f_A(x) + [1 - f_\Lambda(x)] f_B(x), \quad x \in X. \quad (1.18)$$

Një veti bazë e kombinimit konveks të A, B, Λ shprehet si:

$$A \cap B \subset (A, B, \Lambda) \subset A \cup B \quad \forall \Lambda \quad (1.19)$$

Kjo veti është një varg i menjëhershëm i inekuacioneve

$$\text{Min}[f_A(x), f_B(x)] \leq \lambda f_A(x) + (1-\lambda) f_B(x) \leq \text{Max}[f_A(x), f_B(x)], \quad x \in X \quad (1.20)$$

i cili ka kuptim $\forall \lambda \in [0,1]$.

Është me interes të studiojmë që, për një bashkësi fuzzy C të dhënë të tillë që: $A \cap B \subset C \subset A \cup B$, gjithmonë mund të gjendet një bashkësi fuzzy Λ e tillë që $C = (A, B, \Lambda)$. Funksioni i antarësimit i kësaj bashkësie jepet si:

$$f_\Lambda(x) = \frac{f_C(x) - f_B(x)}{f_A(x) - f_B(x)}, \quad x \in X.$$

1.9.5 Konveksiteti

Në përkufizimet e mëposhtme supozojmë se X është një hapësirë Euklidiane reale E^n .

Përkufizime:

Konveksiteti. Një bashkësi fuzzy A është konvekse atëherë dhe vetëm atëherë kur bashkësitë

$$\Gamma_\alpha = \{x \mid f_A(x) \geq \alpha\} \quad (1.21)$$

janë konvekse $\forall \alpha \in (0,1]$.

Një përkufizim tjetër, më i drejtpërdrejt i konveksitetit jepet si:

A është konvekse atëherë dhe vetëm atëherë kur

$$f_A[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] \geq \min[f_A(x_1), f_A(x_2)] \quad (1.22)$$

$\forall (x_1, x_2) \in X \times X$ dhe $\forall \lambda \in [0,1]$. Thëksohet se ky përkufizim nuk sjell që $f_A(x)$ duhet të jetë një funksion konveks i x . Kjo është ilustruar në **Figurën 1.16** për $n=1$.

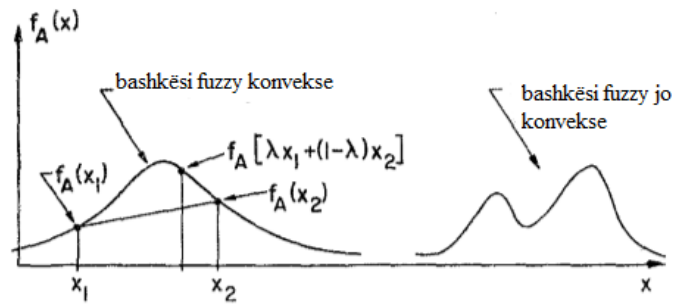


Figura 1. 16 Bashkësitë fuzzy konvekse dhe jokonvekse në E^1

Një veti bazë e bashkësive fuzzy konvekse shprehet nga teorema e mëposhtme:

Teoremë: Nëse A dhe B janë konvekse, atëherë edhe prerja e tyre është konvekse.

Prova: Le të jetë $C = A \cap B$. Atëherë

$$f_C[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] = \min[f_A[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2], f_B[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2]] \quad (1.23)$$

Meqë A dhe B janë konvekse

$$\begin{aligned} f_A[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] &\geq \min[f_A(x_1), f_A(x_2)] \\ f_B[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] &\geq \min[f_B(x_1), f_B(x_2)] \end{aligned} \quad (1.24)$$

dhe prandaj

$$f_C[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] \geq \min[\min[f_A(x_1), f_A(x_2)], \min[f_B(x_1), f_B(x_2)]] \quad (1.25)$$

ose në mënyrë ekuivalente

$$f_C[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] \geq \min[\min[f_A(x_1), f_B(x_1)], \min[f_A(x_2), f_B(x_2)]] \quad (1.26)$$

dhe prandaj

$$f_C[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] \geq \min[f_C(x_1), f_C(x_2)] \quad (1.27)$$

Kufizueshmëria. Një bashkësi fuzzy A është e kufizuar atëherë dhe vetëm atëherë kur bashkësitë $\Gamma_\alpha = \{x \mid f_A(x) \geq \alpha\}$ janë të kufizuara $\forall \alpha > 0$. Pra, $\forall \alpha > 0$ ekziston një $R(\alpha)$ e fundme e tillë që $\|x\| \leq R(\alpha)$, $\forall x \in \Gamma_\alpha$.

Konveksiteti i saktë (strict) dhe i fortë (strong). Një bashkësi fuzzy A është *saktësisht konvekse* nëse bashkësitë Γ_α , $0 < \alpha \leq 1$ janë saktësisht konvekse.

Një bashkësi fuzzy A është *fortësisht konvekse* nëse, për çdo dy pika të dallueshme x_1 dhe x_2 dhe për çdo $\lambda \in (0,1)$

$$f_A[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] > \text{Min}[f_A(x_1), f_A(x_2)].$$

Theksohet që konveksiviteti i fortë nuk sjell konveksitetin e saktë (strikt) dhe anasjelltas.

Theksohet gjithashtu se nëse A dhe B janë të kufizuara, të tilla janë edhe bashkimi dhe prerja e tyre. Në mënyrë të ngjashme, nëse A dhe B janë saktësisht (fortësisht) konvekse, edhe prerja e tyre është saktësisht (fortësisht) konvekse [7].

1.9.6 Numrat fuzzy

Në këtë paragraf jepen disa përkufizime bazë për bashkësitë fuzzy dhe numrat fuzzy.

Përkufizim 1: Lartësia e një bashkësie fuzzy është shkalla e antarësisë më e madhe e arritur nga një element i kësaj bashkësie. Një bashkësi fuzzy A në universin X quhet e normalizuar kur lartësia e A është e barabartë me 1 [8].

Përkufizim 2: Një numër fuzzy është një nënbashkësi fuzzy në universin X që është edhe konvekse edhe normale [9].

Figura 1.17 tregon një numër fuzzy n në universin X që përputhet me këtë përkufizim.

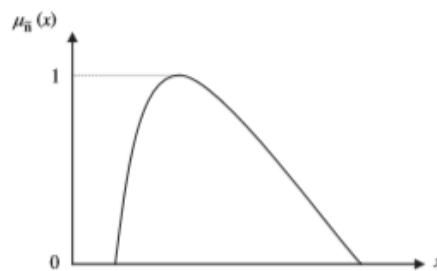


Figura 1. 17 Numri fuzzy n .

Përkufizim 3: α -cut e numrit fuzzy n përkufizohet si:

$$n^\alpha = \{x_i \mid f_n(x_i) \geq \alpha, x_i \in X\}, \text{ ku } \alpha \in [0,1].$$

Simboli n^α paraqet një interval të kufizuar jo bosh në X, që mund të përcaktohet si $n^\alpha = [n_u^\alpha, n_l^\alpha]$, n_u^α dhe n_l^α janë përkatësisht kufijtë më të ulët dhe më të lartë të segmentit [9], [10].

Për një numër fuzzy n , nëse $n_u^\alpha > 0$ dhe $n_l^\alpha \leq 1 \forall \alpha \in [0,1]$, atëherë n quhet një numër fuzzy pozitiv i standardizuar (normalizuar) [11].

Përkufizim 4: Një numër fuzzy trapezoidal pozitiv n mund të përcaktohet si (n_1, n_2, n_3, n_4) , i treguar në **Figurën 1.18**.

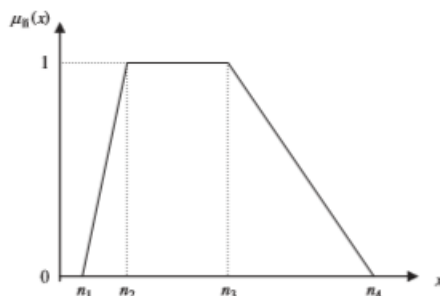


Figura 1. 18 Numri fuzzy trapezoidal n .

Funksioni i antarësimit $f_n(x)$ përcaktohet si:

$$f_n(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1, \\ \frac{x - n_1}{n_2 - n_1}, & n_1 \leq x \leq n_2, \\ 1, & n_2 \leq x \leq n_3, \\ \frac{x - n_4}{n_3 - n_4}, & n_3 \leq x \leq n_4, \\ 0, & x > n_4 \end{cases}$$

Për një numër fuzzy trapezoidal $n = (n_1, n_2, n_3, n_4)$, nëse $n_2 = n_3$, atëherë n quhet një numër fuzzy trekëndor [9].

Përkufizim 5: Një matricë D quhet një matricë fuzzy nëse të paktën një element i saj është një numër fuzzy [12].

Përkufizim 6: Kardinaliteti i një bashkësie fuzzy.

Kur X është një bashkësi e fundme, kardinaliteti $|A|$ i një bashkësie fuzzy A në X përcaktohet si: $|A| = \sum_{x \in X} f_A(x)$.

$|A|$ zakonisht quhet edhe fuqia e A [13].

Një shënim për bashkësitë fuzzy kur universi X është diskret dhe i fundëm jepet si:

$$A = \left\{ \frac{f_A(x_1)}{x_1} + \frac{f_A(x_2)}{x_2} + \dots \right\} = \left\{ \sum_i \frac{f_A(x_i)}{x_i} \right\}$$

Kur universi X është i vazhdueshëm dhe i pafundëm, bashkësia fuzzy A përcaktohet si:

[4]

$$A = \left\{ \int \frac{f_A(x)}{x} \right\}$$

1.9.7 Koncepti i një variabli gjuhësor

Variabël gjuhësor quhet një variabël vlerat e të cilit janë fjalë ose fjali në një gjuhë natyrale ose artificiale. Për shembull, *Mosha* është një variabël gjuhësor vlerat e së cilës janë gjuhësore, të cilat janë më të përshtatshme se vlerat numerike, për shembull, *i ri, jo i ri, shumë i ri, plotësisht i ri, i vjetër, jo shumë i vjetër dhe jo shumë i ri*, etj, më të përshtatshme se 20, 21, 22, 23,

Në terma më specifik, një variabël gjuhësor karakterizohet nga një pesë-she e radhitur $(\gamma, T(\gamma), U, G, M)$ në të cilën γ është emri i variablit, $T(\gamma)$ është term-bashkësia (term-set) e γ , që nënkupton vlerat gjuhësore të saj; U është bashkësia universale; G është rregulli sintaktik i cili gjeneron termat në $T(\gamma)$ dhe M është një rregull semantik i cili i shoqëron çdo vlerë gjuhësore X , kuptimin e saj $M(X)$, ku $M(X)$ paraqet një nënbashkësi fuzzy të U . Kuptimi i një vlerë gjuhësore X karakterizohet nga një funksion $c: U \rightarrow [0,1]$, i cili i shoqëron çdo elementi $u \in U$ shëmbëllimin e tij në $[0, 1]$. Kështu, shëmbëllimi i moshës 27 mund të jetë 0.7, ndërsa i moshës 35 mund të jetë 0.2. Funksioni i rregullit semantik lidh shëmbëllimin e të ashtuquajturve terma primar në një vlerë gjuhësore të përbërë, për shembull, *i ri* dhe *i vjetër* në shëmbëllimin e vlerës së përbërë *jo shumë i ri dhe jo shumë i vjetër*.

Për këtë qëllim, kufij të tillë si: *shumë, plotësisht, ekstremisht*, etj si edhe lidhëzat *and* dhe *or* trajtohen si operator jolinear të cilët modifikojnë kuptimin e madhësive të tyre në një mënyrë të specifikuar. Koncepti i një variabli gjuhësor siguron një mjet të karakterizimit të përafërt të fenomeneve të cilët janë shumë kompleks për të qenë të aftë në përshkrimin e termave sasiore [14].

1.9.8 Vetitë e bashkësive fuzzy [4]

Bashkësitë fuzzy kanë të njëjtat veti si bashkësitë e zakonshme. Për këtë arsye, por edhe për faktin se vlerat e antarësimit të një bashkësie të zakonshme janë një nënbashkësi e segmentit $[0,1]$, bashkësitë e zakonshme mund të mendohen si një rast i veçantë i bashkësive fuzzy. Vetitë e përdorura më shpesh të bashkësive fuzzy jepen si më poshtë:

- Vetitë e ndërrimit

b) $A \cap B = B \cap A$

- a) $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap C$; b) $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup C$

- a) $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$; b) $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$

- a) $A \cup A = A$; b) $A \cap A = A$

- a) $A \cup \emptyset = A$; b) $A \cap X = A$; c) $A \cap \emptyset = \emptyset$; d) $A \cup X = X$

- Nëse $A \subseteq B$ dhe $B \subseteq C$, atëherë $A \subseteq C$

- $$(A^c)^c = A$$

$$A = \left\{ \frac{1}{2} + \frac{0.5}{3} + \frac{0.6}{4} + \frac{0.2}{5} + \frac{0.6}{6} \right\} \text{ dhe } B = \left\{ \frac{0.5}{2} + \frac{0.8}{3} + \frac{0.4}{4} + \frac{0.7}{5} + \frac{0.3}{6} \right\}$$

Të llogariten: $A^c, B^c, A \cup B, A \cap B, A|B, (A \cup B)^c, (A \cap B)^c$.

$$\begin{aligned}
A^c &= \left\{ \frac{1-1}{2} + \frac{1-0.5}{3} + \frac{1-0.6}{4} + \frac{1-0.2}{5} + \frac{1-0.6}{6} \right\} = \left\{ \frac{0}{2} + \frac{0.5}{3} + \frac{0.4}{4} + \frac{0.8}{5} + \frac{0.4}{6} \right\} \\
B^c &= \left\{ \frac{1-0.5}{2} + \frac{1-0.8}{3} + \frac{1-0.4}{4} + \frac{1-0.7}{5} + \frac{1-0.3}{6} \right\} = \left\{ \frac{0.5}{2} + \frac{0.2}{3} + \frac{0.6}{4} + \frac{0.3}{5} + \frac{0.7}{6} \right\} \\
A \cup B &= \left\{ \max \left\{ \frac{1}{2}; \frac{0.5}{2} \right\} + \max \left\{ \frac{0.5}{3}; \frac{0.8}{3} \right\} + \max \left\{ \frac{0.6}{4}; \frac{0.4}{4} \right\} + \max \left\{ \frac{0.2}{5}; \frac{0.7}{5} \right\} + \max \left\{ \frac{0.6}{6}; \frac{0.3}{6} \right\} \right\} = \\
&\left\{ \frac{1}{2} + \frac{0.8}{3} + \frac{0.6}{4} + \frac{0.7}{5} + \frac{0.6}{6} \right\} \\
A \cap B &= \left\{ \min \left\{ \frac{1}{2}; \frac{0.5}{2} \right\} + \min \left\{ \frac{0.5}{3}; \frac{0.8}{3} \right\} + \min \left\{ \frac{0.6}{4}; \frac{0.4}{4} \right\} + \min \left\{ \frac{0.2}{5}; \frac{0.7}{5} \right\} + \min \left\{ \frac{0.6}{6}; \frac{0.3}{6} \right\} \right\} = \\
&\left\{ \frac{0.5}{2} + \frac{0.5}{3} + \frac{0.4}{4} + \frac{0.2}{5} + \frac{0.3}{6} \right\} \\
A|B &= A \cap B^c = \left\{ \min \left\{ \frac{1}{2}; \frac{0.5}{2} \right\} + \min \left\{ \frac{0.5}{3}; \frac{0.2}{3} \right\} + \min \left\{ \frac{0.6}{4}; \frac{0.6}{4} \right\} + \min \left\{ \frac{0.2}{5}; \frac{0.3}{5} \right\} + \min \left\{ \frac{0.6}{6}; \frac{0.7}{6} \right\} \right\} = \\
&\left\{ \frac{0.5}{2} + \frac{0.2}{3} + \frac{0.6}{4} + \frac{0.2}{5} + \frac{0.6}{6} \right\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(A \cup B)^c &= A^c \cap B^c = \left\{ \min \left\{ \frac{0}{2}; \frac{0.5}{2} \right\} + \min \left\{ \frac{0.5}{3}; \frac{0.2}{3} \right\} + \min \left\{ \frac{0.4}{4}; \frac{0.6}{4} \right\} + \min \left\{ \frac{0.8}{5}; \frac{0.3}{5} \right\} + \min \left\{ \frac{0.4}{6}; \frac{0.7}{6} \right\} \right\} = \\
&\left\{ \frac{0}{2} + \frac{0.2}{3} + \frac{0.4}{4} + \frac{0.3}{5} + \frac{0.4}{6} \right\} \\
(A \cap B)^c &= A^c \cup B^c = \left\{ \max \left\{ \frac{0}{2}; \frac{0.5}{2} \right\} + \max \left\{ \frac{0.5}{3}; \frac{0.2}{3} \right\} + \max \left\{ \frac{0.4}{4}; \frac{0.6}{4} \right\} + \max \left\{ \frac{0.8}{5}; \frac{0.3}{5} \right\} + \max \left\{ \frac{0.4}{6}; \frac{0.7}{6} \right\} \right\} = \\
&\left\{ \frac{0.5}{2} + \frac{0.5}{3} + \frac{0.6}{4} + \frac{0.8}{5} + \frac{0.7}{6} \right\}
\end{aligned}$$

1.10 Relacionet fuzzy [4]

Relacionet fuzzy lidhin elementët e një universi, të quajtur X , me ato të një universi tjetër, të quajtur Y , nëpërmjet prodhimit kartezian të dy universeve. Megjithatë, “forca” e lidhjes midis dy elementeve të dy universeve nuk matet me funksionin karakteristik, por me një funksion të antarësimit që shpreh "shkallë" të ndryshme të forcës së lidhjes në segmentin $[0,1]$. Prandaj, një relacion fuzzy R është një pasqyrim nga hapësira karteziane $X \times Y$ në segmentin $[0,1]$, ku fortësia e pasqyrimin shprehet nga funksioni i antarësimit të lidhjes për çifte të formuara nga dy universet, $f_R(x, y)$.

Relacioni fuzzy R mund të shprehet si:

$$R = \{(x, y), f_R(x, y) \mid (x, y) \in X \times Y\}$$

1.10.1 Numri i relacioneve Fuzzy

Meqënëse numri i bashkësive fuzzy në çdo univers është i pafundëm, numri i relacioneve fuzzy midis dy ose më shumë universeve është gjithashtu i pafundëm.

1.10.2 Veprimet në relacionet Fuzzy [4]

Le të jenë R dhe S dy relacione fuzzy në hapësirën karteziane $X \times Y$. Veprimet e mëposhtme zbatohen për vlerat e antarësimit për veprime të ndryshme të bashkësive:

$$\text{Bashkimi} \quad f_{R \cup S}(x, y) = \max(f_R(x, y), f_S(x, y)) \quad (1.28)$$

$$\text{Prerja} \quad f_{R \cap S}(x, y) = \min(f_R(x, y), f_S(x, y)) \quad (1.29)$$

$$\text{Komplementi} \quad f_{R^c}(x, y) = 1 - f_R(x, y) \quad (1.30)$$

$$\text{Përfshirja} \quad R \subset S \Rightarrow f_R(x, y) \leq f_S(x, y) \quad (1.31)$$

1.10.3 Vetia të relacioneve fuzzy [4]

Ashtu si për relacionet e bashkësive të zakonshme, vetitë e ndërrimit, shoqërimit, përdasisë, involutive dhe idempotencës, vlejné edhe për relacionet fuzzy.

Vetia e ndërrimit: $f_{R \cup S}(x, y) = f_{S \cup R}(x, y)$

Vetia e shoqërimit: $f_{(R \cup S) \cup T}(x, y) = f_{R \cup (S \cup T)}(x, y)$

Vetia e përdasisë: $f_{(R \cup S) \cap T}(x, y) = f_{R \cup (S \cap T)}(x, y)$

Vetia involutive: $f_{(R^c)^c}(x, y) = f_R(x, y)$

Vetia e idempotencës: $f_{R \cup R}(x, y) = f_R(x, y)$

Për më tepër, vetitë e De Morganit vazhdojnë të jenë të njëjtat edhe për relacionet fuzzy, ashtu siç janë për relacionet e zakonshme. Relacioni bosh **O** dhe relacioni i plotë **E**, janë analog përkatësisht me bashkësinë boshe dhe bashkësinë universale. Meqenëse një relacion fuzzy R është gjithashtu një bashkësi fuzzy kemi:

$$R \cup R^c \neq E$$

$$R \cap R^c \neq O$$

Siç shihet në shprehjet e mësipërme, vetitë e komplementimit nuk vlejné për relacionet fuzzy.

1.10.4 Prodhimi kartezian fuzzy dhe kompozimi [4]

Meqenëse relacionet fuzzy në përgjithësi janë bashkësi fuzzy, mund të përcaktojmë prodhimin kartezian midis dy ose më shumë bashkësive fuzzy. Le të jetë A një bashkësi fuzzy në universin X dhe le të jetë B një bashkësi fuzzy në universin Y . Atëherë prodhimi kartezian midis bashkësive fuzzy A dhe B do të rezultojë në një relacion fuzzy R , i cili gjendet brenda hapësirës së plotë të prodhimit kartezian, ose

$$A \times B = R \subset X \times Y \quad (1.32)$$

ku relacioni fuzzy R ka funksion antarësimi:

$$f_R(x, y) = f_{A \times B}(x, y) = \min(f_A(x), f_B(y)) \quad (1.33)$$

Prodhimi kartezian nuk është i njëjtë me prodhimin aritmetik. Secila prej bashkësive fuzzy mund të mendohet si një vektor i vlerave të antarësimi; çdo vlerë lidhet me një element të veçantë në secilën bashkësi. Për shembull, për një bashkësi (vektor) fuzzy A që ka katër elemente, pra vektor kolon me përmasa 4×1 dhe për një bashkësi (vektor) fuzzy B që ka pesë elemente, pra një vektor rresht me përmasa 1×5 , relacioni fuzzy që rezulton R , do të përfaqësohet nga një matricë me përmasa 4×5 , pra, R do të ketë katër rreshta dhe pesë kolona. Ky rezultat ilustron në shembullin e mëposhtëm.

Shembull 1.2 Konsiderojmë dy bashkësi fuzzy A dhe B. Universi A paraqet tre temperatura diskrete $x = \{x_1, x_2, x_3\}$ dhe universi B paraqet dy shpejtësi diskrete $y = \{y_1, y_2\}$. Gjej prodhimin kartezian fuzzy midis tyre.

$$A = \frac{0.4}{x_1} + \frac{0.7}{x_2} + \frac{0.1}{x_3} \text{ dhe } B = \frac{0.5}{y_1} + \frac{0.8}{y_2}$$

Zgjidhje: A paraqet vektorin kolon me 3x1 përmasa dhe B paraqet vektorin rresht me 1x2 përmasa. Prodhimi kartezian fuzzy rezulton në një lidhje fuzzy R me 3x2 përmasa:

$$A \times B = R = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 \\ 0.5 & 0.7 \\ 0.1 & 0.1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

ku $0.4 = \min\{0.4; 0.5\}$, $0.4 = \min\{0.4; 0.8\}$

$0.5 = \min\{0.7; 0.5\}$, $0.7 = \min\{0.7; 0.8\}$

$0.1 = \min\{0.1; 0.5\}$, $0.1 = \min\{0.1; 0.8\}$

Kompozimi fuzzy mund të përcaktohet ashtu si në relacionet e zakonshme. Supozojmë se R është një relacion fuzzy në hapësirën karteziane $X \times Y$, S është një relacion fuzzy në $Y \times Z$ dhe T është një relacion fuzzy në $X \times Z$; atëherë kompozimi fuzzy max-min përcaktohet si:

$$T = R \circ S$$

$$f_T(x, z) = \bigvee_{y \in Y} (f_R(x, y) \wedge f_S(y, z))$$

dhe kompozimi fuzzy max-product përcaktohet si:

$$f_T(x, z) = \bigvee_{y \in Y} (f_R(x, y) \bullet f_S(y, z))$$

Kompozimi fuzzy max-average përcaktohet si:

$$S \circ R(x, z) = \left\{ (x, z), \frac{1}{2} \max(f_R(x, y) + f_S(y, z)) \mid x \in X, y \in Y, z \in Z \right\}$$

Duhet të theksohet se as kompozimet e zakonshme dhe as kompozimet fuzzy nuk e gëzojnë vetinë e ndërrimit. Pra, $R \circ S \neq S \circ R$.

Shembull 1.3: Konsiderojmë relacionet fuzzy:

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.7 & 0.6 \\ 0.8 & 0.3 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad S = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.8 & 0.5 & 0.4 \\ 0.1 & 0.6 & 0.7 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Gjeni relacionin $T = R \circ S$ duke përdorur kompozimin max-min dhe kompozimin max-product.

Zgjidhje:

Kompozimi max-min:

$$f_T(x_1, z_1) = \max[\min(0.7, 0.8), \min(0.6, 0.1)] = \max[0.7, 0.1] = 0.7$$

$$f_T(x_1, z_2) = \max[\min(0.7, 0.5), \min(0.6, 0.6)] = \max[0.5, 0.6] = 0.6$$

$$f_T(x_1, z_3) = \max[\min(0.7, 0.4), \min(0.6, 0.7)] = \max[0.4, 0.7] = 0.7$$

$$f_T(x_2, z_1) = \max[\min(0.8, 0.8), \min(0.3, 0.1)] = \max[0.8, 0.1] = 0.8$$

$$f_T(x_2, z_2) = \max[\min(0.8, 0.5), \min(0.3, 0.6)] = \max[0.5, 0.3] = 0.5$$

$$f_T(x_2, z_3) = \max[\min(0.8, 0.4), \min(0.3, 0.7)] = \max[0.4, 0.3] = 0.4$$

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.7 & 0.6 & 0.7 \\ 0.8 & 0.5 & 0.4 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Kompozimi Max-Product:

$$f_T(x_1, z_1) = \max[(0.7 \times 0.8), (0.6 \times 0.1)] = \max[0.56, 0.06] = 0.56$$

$$f_T(x_1, z_2) = \max[0.7 \times 0.5, 0.6 \times 0.6] = \max[0.35, 0.36] = 0.36$$

$$f_T(x_1, z_3) = \max[0.7 \times 0.4, 0.6 \times 0.7] = \max[0.28, 0.42] = 0.42$$

$$f_T(x_2, z_1) = \max[0.8 \times 0.8, 0.3 \times 0.1] = \max[0.64, 0.03] = 0.64$$

$$f_T(x_2, z_2) = \max[0.8 \times 0.5, 0.3 \times 0.6] = \max[0.4, 0.18] = 0.4$$

$$f_T(x_2, z_3) = \max[0.8 \times 0.4, 0.3 \times 0.7] = \max[0.32, 0.21] = 0.32$$

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.56 & 0.36 & 0.42 \\ 0.64 & 0.40 & 0.32 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Shembull 1.4: Gjeni kompozimin max-average për $R(x,y)$ dhe $S(y,z)$, përcaktuar nga matricat:

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0 & 1 & 0.7 \\ 0.3 & 0.5 & 0 & 0.2 & 1 \\ 0.8 & 0 & 1 & 0.4 & 0.3 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad S = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.9 & 0 & 0.3 & 0.4 \\ 0.2 & 1 & 0.8 & 0 \\ 0.8 & 0 & 0.7 & 1 \\ 0.4 & 0.2 & 0.3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0.8 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Zgjidhje: Kompozimi max-average jepet nga:

$$T(x_1, z_1) = R \circ S = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_1, y_i) + f_S(y_i, z_1) \}$$

i	$f(x_1, y_i) + f(y_i, z_1)$
1	1
2	0.4
3	0.8
4	1.4
5	0.7

$$\max(1, 0.4, 0.8, 1.4, 0.7) = 1.4$$

$$R \circ S = \frac{1}{2}(1.4) = 0.7$$

$$T(x_1, z_2) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_1, y_i) + f_S(y_i, z_2) \} = \frac{1}{2}(1.7) = 0.85$$

i	$f(x_1, y_i) + f(y_i, z_2)$
1	0.1
2	1.2
3	0
4	1.2
5	1.7

$$\max(0.1, 1.2, 0, 1.2, 1.7) = 1.7$$

$$T(x_1, z_3) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_1, y_i) + f_S(y_i, z_3) \} = \frac{1}{2}(1.3) = 0.65$$

i	$f(x_1, y_i) + f(y_i, z_3)$
1	0.4
2	1.0
3	0.7
4	1.3
5	0.7

$$\max(0.4, 1.0, 0.7, 1.3, 0.7) = 1.3$$

$$T(x_1, z_4) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_1, y_i) + f_S(y_i, z_4) \} = \frac{1}{2}(1.5) = 0.75$$

i	$f(x_1, y_i) + f(y_i, z_4)$
1	0.5
2	0.2
3	1
4	1
5	1.5

$$\max(0.5, 0.2, 1, 1, 1.5)=1.5$$

$$T(x_2, z_1) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_2, y_i) + f_R(y_i, z_1) \} = \frac{1}{2}(1.2) = 0.6$$

i	$f(x_2, y_i) + f(y_i, z_1)$
1	1.2
2	0.4
3	0.8
4	0.6
5	1

$$\max(1.2, 0.4, 0.8, 0.6, 1)=1.2$$

$$T(x_2, z_2) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_2, y_i) + f_S(y_i, z_2) \} = \frac{1}{2}(2) = 1$$

i	$f(x_2, y_i) + f(y_i, z_2)$
1	0.3
2	1.5
3	0
4	0.4
5	2

$$\max(0.3, 1.5, 0, 0.4, 2)=2$$

$$T(x_2, z_3) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_2, y_i) + f_S(y_i, z_3) \} = \frac{1}{2}(1.3) = 0.65$$

i	$f(x_2, y_i) + f(y_i, z_3)$
1	0.6
2	1.3
3	0.7

4	0.5
5	1

$$\max(0.6, 1.3, 0.7, 0.5, 1) = 1.3$$

$$T(x_2, z_4) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_2, y_i) + f_S(y_i, z_4) \} = \frac{1}{2}(1.8) = 0.9$$

i	$f(x_2, y_i) + f(y_i, z_4)$
1	0.7
2	0.5
3	1
4	0.2
5	1.8

$$\max(0.7, 0.5, 1, 0.2, 1.8) = 1.8$$

$$T(x_3, z_1) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_3, y_i) + f_S(y_i, z_1) \} = \frac{1}{2}(1.8) = 0.9$$

i	$f(x_3, y_i) + f(y_i, z_1)$
1	1.7
2	0.2
3	1.8
4	0.8
5	0.3

$$\max(1.7, 0.2, 1.8, 0.8, 0.3) = 1.8$$

$$T(x_3, z_2) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_3, y_i) + f_S(y_i, z_2) \} = \frac{1}{2}(1.3) = 0.65$$

i	$f(x_3, y_i) + f(y_i, z_2)$
1	0.8
2	1
3	1
4	0.6
5	1.3

$$\max(0.8, 1, 0.6, 1.3) = 1.3$$

$$T(x_3, z_3) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_3, y_i) + f_S(y_i, z_3) \} = \frac{1}{2}(1.7) = 0.85$$

i	$f(x_3, y_i) + f(y_i, z_3)$
1	1.1
2	0.8
3	1.7
4	0.7
5	0.3

$$\max(1.1, 0.8, 1.7, 0.7, 0.3) = 1.7$$

$$T(x_3, z_4) = \frac{1}{2} \max \{ f_R(x_3, y_i) + f_S(y_i, z_4) \} = \frac{1}{2}(2) = 1$$

i	$f(x_3, y_i) + f(y_i, z_4)$
1	1.2
2	0
3	2
4	0.4
5	1.1

$$\max(1.2, 0, 2, 0.4, 1.1) = 2$$

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.7 & 0.85 & 0.65 & 0.75 \\ 0.6 & 1 & 0.65 & 0.9 \\ 0.9 & 0.65 & 0.85 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

1.10.5 Relacionet e Tolerancës dhe Ekuivalencës Fuzzy

Një relacion fuzzy R , në një univers X është gjithashtu një lidhje nga X në X . Një relacion fuzzy R është një lidhje ekuivalence fuzzy nëse duke u nisur nga matrica e lidhjes janë të vërteta vetitë e mëposhtme:

$$\text{Vetia refleksive} \quad f_R(x_i, x_i) = 1 \quad (1.34)$$

$$\text{Vetia simetrike} \quad f_R(x_i, x_j) = f_R(x_j, x_i) \quad (1.35)$$

$$\text{Vetia kalimtare} \quad f_R(x_i, x_j) = \lambda_1 \quad \text{dhe} \quad f_R(x_j, x_k) = \lambda_2 \Rightarrow f_R(x_i, x_k) = \lambda \quad (1.36)$$

ku $\lambda \geq \min[\lambda_1, \lambda_2]$.

Në qoftë se relacioni fuzzy R_1 kënaq dy vetitë refleksive dhe simetrike, atëherë ai quhet relacion fuzzy i tolerancës R_1 .

Një relacion fuzzy i tolerancës mund të shndërrohet në relacion fuzzy ekuivalence me të shumtën $(n - 1)$ kompozime. Kjo mund të jepet si:

$$\tilde{R}_1^{n-1} = \tilde{R}_1 \circ \tilde{R}_1 \dots \circ \tilde{R}_1 = \tilde{R} \quad (1.37)$$

Shembull 2.3: Konsiderojmë relacionin fuzzy:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.6 & 0 & 0.2 & 0.3 \\ 0.6 & 1 & 0.4 & 0 & 0.8 \\ 0 & 0.4 & 1 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0 & 1 & 0.5 \\ 0.3 & 0.8 & 0 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

Ky relacion është refleksiv dhe simetrik, por nuk është kalimtar. Kundërshembull:

$$\begin{aligned} f_R(x_1, x_2) &= 0.6, & f_R(x_2, x_5) &= 0.8 \\ f_R(x_1, x_5) &= 0.3 \leq \min(0.8, 0.6) \end{aligned}$$

$$R^2 = R \circ R = \begin{bmatrix} 1 & 0.6 & 0.4 & 0.3 & 0.6 \\ 0.6 & 1 & 0.4 & 0.5 & 0.8 \\ 0.4 & 0.4 & 1 & 0 & 0.4 \\ 0.3 & 0.5 & 0 & 1 & 0.5 \\ 0.6 & 0.8 & 0.4 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

Sërish nuk është kalimtar. Kundërshembull:

$$\begin{aligned} f_{R^2}(x_1, x_2) &= 0.6, & f_{R^2}(x_2, x_4) &= 0.8 \\ f_{R^2}(x_1, x_4) &= 0.3 \leq \min(0.6, 0.5) \end{aligned}$$

Përfundimisht, pas 1 ose 2 kompozimeve, rezulton vetia kalimtare:

$$R^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0.6 & 0.4 & 0.5 & 0.6 \\ 0.6 & 1 & 0.4 & 0.5 & 0.8 \\ 0.4 & 0.4 & 1 & 0.4 & 0.4 \\ 0.5 & 0.5 & 0.4 & 1 & 0.5 \\ 0.6 & 0.8 & 0.4 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$f_{R^3}(x_1, x_2) = 0.6 \geq 0.5$$

$$f_{R^3}(x_2, x_4) = 0.5 \geq 0.5.$$

$$f_{R^3}(x_1, x_4) = 0.5 \geq 0.5$$

Pra, lidhja shndërrohet në një lidhje ekuivalence [4].

1.10.6 Renditjet fuzzy

1.10.6.1 Antisimetria

Për relacionin e zakonshëm R , antisimetria përkufizohet si: $\forall (x, y) \in X^2$, nëse kemi xRy dhe yRx , atëherë $x=y$, i cili është ekuivalent me:

$$\forall (x, y) \in X^2, \text{ nëse } x \neq y, \text{ atëherë } f_R(x, y) = 0 \text{ ose } f_R(y, x) = 0.$$

Antisimetria perfekte [15]: Një relacion fuzzy R është antisimetrik perfekt nëse:

$$\forall (x, y) \in X^2, \text{ nëse } x \neq y \text{ dhe } f_R(x, y) > 0, \text{ atëherë } f_R(y, x) = 0.$$

Antisimetria [16]: Një relacion fuzzy R është antisimetrik nëse:

$$\forall (x, y) \in X^2, \text{ nëse } x \neq y, \text{ atëherë } f_R(x, y) \neq f_R(y, x) \text{ ose } f_R(x, y) = f_R(y, x) = 0.$$

Shënojmë që antisimetria perfekte sjell antisimetrinë.

1.10.6.2 Renditjet e pjesshme fuzzy [15]

Përkufizim 1: Le të jetë R një relacion fuzzy në $X \times X$. R është tranzitive max-min nëse $R \circ R \subseteq R$, ose më qartë

$$\forall (x, y, z) \in X^3, f_R(x, z) > \min(f_R(x, y), f_R(y, z)).$$

Përkufizim 2: Një relacion fuzzy P në X është një *renditje e pjesshme fuzzy* nëse është refleksive, tranzitive max-min dhe antisimetrike perfekte.

Kur X është një bashkësi e fundme është e mundur të paraqesim relacionin fuzzy P me anë të një matrice ose nëpërmjet diagramës së Hesit. Një diagram Hesi fuzzy është një graf i orientuar kulmet e të cilit janë element të X -it. Dy kulme lidhen midis tyre nëse $f_P(x, y) > 0$. Çdo lidhje vlerësohet nga $f_P(x, y)$. Për shkak të antisimetrisë perfekte dhe tranzitivitetit, grafi nuk ka laqe. Një shembull jepet në figurën e mëposhtme:

$$\mu_P = \begin{bmatrix} 1 & 0.8 & 0.2 & 0.6 & 0.6 & 0.4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0.6 & 0.4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

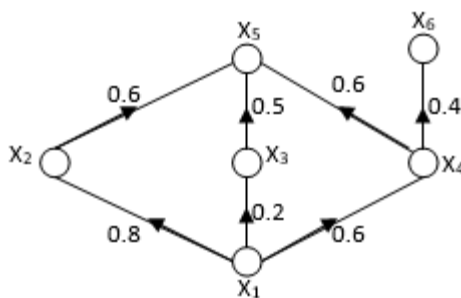


Figura 1. 19 Grafi i Hesit

Përkufizim 3: Renditja lineare

Një renditje lineare fuzzy L është një renditje e pjesshme fuzzy e tillë që $\forall x, \forall y$ nëse $x \neq y$, atëherë $f_L(x, y) > 0$ ose $f_L(y, x) > 0$.

1.10.7 Funksionet fuzzy

Funksionet fuzzy janë funksione të zakonshme që kanë vetitë fuzzy ose plotësojnë kushtet fuzzy.

1.10.7.1 Funksionet e kufizuar fuzzy

a) *Domini fuzzy – Rangu (hapësira) fuzzy* [17]

Le të jenë X dhe Y dy universe dhe f një funksion i zakonshëm nga X në Y : $\forall x \in X \mapsto f(x) \in Y$. Le të jenë A dhe B dy bashkësi fuzzy përkatësisht në X dhe Y . f thuhet se ka një domin fuzzy A dhe një rang (hapësirë) fuzzy B nëse:

$$\forall x \in X, f_B(f(x)) \geq f_A(x) \quad (1.38)$$

Shembull: “Kamionët e mëdhenj duhet të ecin ngadalë”: X është bashkësia e kamionëve, Y është shkalla e shpejtësisë, f cakton një kufi të shpejtësisë $f(x)$ për çdo kamion x . A është bashkësia fuzzy e kamionëve të mëdhenj; B është bashkësia fuzzy e shpejtësive të ulëta. Kushti (1.38) nënkupton, “Sa më i madh kamioni, aq më i ulët është kufiri i shpejtësisë”.

Tani, konsiderohet një funksion g nga Y në Z me një domin fuzzy B dhe një rang(hapësirë) fuzzy C . $g \circ f$ është një funksion nga X në Z me një domin fuzzy A dhe një rang (hapësirë) fuzzy C që prej $f_B(f(x)) \geq f_A(x)$, $f_C(g(y)) \geq f_B(y)$ dhe $y=f(x)$ sjell $f_C(g(f(x))) \geq f_A(x)$.

b) *Injeksioni fuzzy, Vazhdimësia fuzzy, Syrjeksioni fuzzy*

Le të jetë f një funksion i zakonshëm nga X në Y . f thuhet se është injektiv nëse $\forall (x_1, x_2) \in X^2, f(x_1) = f(x_2) \Rightarrow x_1 = x_2$. Le të jetë P një relacion tolerance fuzzy në X^2 . f është një funksion fuzzy injektiv nëse:

$$\forall (x_1, x_2) \in X^2, f_p(x_1, x_2) \geq f_Q(f(x_1), f(x_2)) \quad (1.39)$$

ku Q është një relacion tolerance fuzzy në Y^2 .

Kompozimi i funksioneve injektiv fuzzy është funksion injektiv.

f është një funksion fuzzy i vazhdueshëm nëse:

$$\forall (x_1, x_2) \in X^2, f_Q(f(x_1), f(x_2)) \geq f_p(x_1, x_2) \quad (1.40)$$

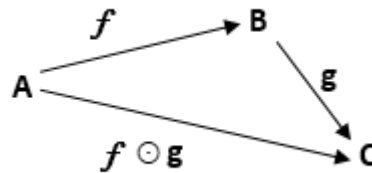
Kompozimi i funksioneve fuzzy të vazhdueshëm është funksion fuzzy i vazhdueshëm. f është një funksion fuzzy syrjektiv në bashkësinë fuzzy B nëse:

$$\forall y \in Y, \exists x \in X, f_Q(y, f(x)) \geq f_B(y) \quad (1.41)$$

1.10.8 Kategoritë e bashkësive fuzzy

Teoria e kategorive është një teori shumë e përgjithshme, nga ku qëllimi i së cilës është "Prezantimi i disa parimeve themelore të përbashkëta në fusha të ndryshme në shkencat matematikore". Ajo është përdorur nga autorë të ndryshëm [21], [22], [20], [17], që u përpoqën të siguronin një bazë për teorinë e bashkësive fuzzy, të pavarur nga teoria e bashkësive të zakonshme.

Një kategori K është një grumbull *objektesh* që shënohet $\text{obj}(K)$. Për çdo pjesë (A, B) të objekteve, një grumbull i entiteteve është quajtur *morfizëm*. Bashkësia e morfizmave f midis A dhe B shënohet $K(A, B)$. Mund të shkruhet $f : A \rightarrow B$. Morfizmat f dhe g përkatësisht në $K(A, B)$ dhe $K(B, C)$ mund të kompozohen për të bërë një morfizëm unik $g \circ f$ në $K(A, C)$. Simbolikisht, kemi:



Që K të jetë një kategori, duhet të plotësohen vetitë e mëposhtme:

1. Kompozimi i morfizmave është shoqërues.
2. $\forall A \in \text{obj}(K)$, ekziston një morfizëm unik $I_A \in K(A, A)$ i tillë që:

$$\forall f : A \rightarrow B, \quad f \odot 1_A = 1_A \odot f = f.$$

1_A quhet morfizëm identik.

Një funktor F është një funksion midis dy kategorive K dhe K' , duke planifikuar objekte mbi objekte dhe morfizma mbi morfizma, të tillë që:

$$\begin{aligned} \forall f \in K(A, B), \quad F(f) \in K'(F(A), F(B)); \\ \forall f : A \rightarrow B, \quad g : B \rightarrow C, F(g \odot f) = F(g) \odot F(f); \\ \forall A \in \text{obj}(K), \quad F(1_A) = 1_{(F)A} \end{aligned}$$

Prandaj, një funktor është një lloj i homeomorfizmit midis kategorive.

Goguen, J. A. [21] prezantoi kategorinë e parë të bashkësive fuzzy, e shënuar $\text{Set}(L)$, ku L është një laticë e plotë. Objektet e $\text{Set}(L)$ janë bashkësitë fuzzy L , për shembull, çiftet (X, μ) , ku X është një bashkësi e zakonshme dhe μ është një funksion nga X në L .

Morfizmat janë funksione të zakonshme $f : X \rightarrow Y$ të tillë që $\mu \circ f \geq \chi$, ku $(X, \mu), (Y, \chi)$ janë objekte të $\text{set}(L)$. Kjo kategori është përdorur gjithashtu në [20]. Një prezantim gjithëpërfshirës i $\text{Set}(L)$, vetitë e tij dhe aftësia e tij për të prezantuar koncepte, mund të gjenden në artikullin [22].

Kategori të tjera të bashkësive fuzzy përfshijnë: $\text{Set}_f(L)$, kategori objektet e së cilës janë çiftet (X, μ) , $\mu : X \rightarrow L$ dhe morfizmat e së cilës janë relacionet fuzzy $X \times Y \rightarrow L$ të tillë që:

$$\forall x \in X, \forall y \in Y, f_R(x, y) \leq \inf(f(x), \chi(y))$$

me $(X, \mu), (Y, \chi) \in \text{obj}(\text{Set}_f(L))$.

Ekziston gjithashtu $\text{Set}_g(L)$, e cila ka të njëjtin përkufizim si $\text{Set}_f(L)$ përveç kushtit të relacioneve fuzzy; për $\text{Set}_g(L)$, $\sup_{x \in X} \inf(f_R(x, y), f(x)) \leq \chi(y) \quad \forall y \in Y$.

Një diskutim i $\text{Set}_f(L)$ dhe $\text{Set}_g(L)$ mund të gjendet në [17]; janë ndërtuar përkatësisht dy funksione midis $\text{Set}(L)$ dhe $\text{Set}_f(L)$, dhe midis $\text{Set}_f(L)$ dhe $\text{Set}_g(L)$. Jepet një

kategori K . Ndërtohet $\tilde{K}$ mbi K e tillë që:

$$\text{obj}(\tilde{K}) = \text{obj}(K).$$

$\forall A, B \in \text{obj}(\tilde{K})$, një morfizëm i $\tilde{K}$ është një bashkësi fuzzy L e $K(A, B)$ [17]. Mund të provohet që $\tilde{K}$ është një kategori.

Një teori fuzzy është një treshe $\mathcal{F} = \{F, o, i\}$, ku F është një funksion nga $\text{obj}(K)$ në $\text{obj}(K)$, o është një funksion $K(A, F(B)) \times K(B, F(C)) \rightarrow (K(A, F(C)))$ dhe i është një grumbull i morfizmave $A \rightarrow F(A), A \in \text{obj}(K)$. Është e mundur të paraqitet $\mathcal{F}$ me veti në mënyrë që të gjendet një kategori $\mathcal{A}(K)$ me $\text{obj}(\mathcal{A}(K)) = \text{obj}(K)$, $\mathcal{A}(K)(A, B) = K(A, F(B)) \forall A, B$ në $\text{obj}(K)$. Roli i luajtur nga segmenti $[0, 1]$ në përkufizimin e koncepteve fuzzy është diskutuar nën emrin “karakteret fuzzy” në një strukturë kategorike nga [17]. Autorë të mëvonshëm studiojnë një përgjithësim fuzzy të shënimit të nënobjekteve në një kategori [26].

Poston, T. [25] përcaktoi një kategori të quajtur “Fuz” objektet e së cilës janë bashkësi të pajisura me një relacion tolerance jo fuzzy. Dodson, C. T. J. [18], [19] përgjithëson Fuz duke konsideruar bashkësitë X me një relacion tolerance jo fuzzy në $X \times P(X)$, të quajtur *hapësira hazy*. Dodson, C. T. J. [19] tregon me një shembull si hapësirat hazy janë një mjet i mirë për modelim, nocioni i një grimce elementare, në përputhje me një parim të paqartë të ngjashëm me atë të Heisenbergut.

KAPITULLI 2

Trafiku dhe Aksidentet rrugore

2.1 Kuptimi i fluksit të trafikut

Në matematikë dhe inxhinierinë e transportit, fluksi i trafikut është studimi i bashkëveprimeve midis udhëtarëve (duke përfshirë këmbësorët, çiklistët, shoferët dhe automjetet e tyre) dhe infrastrukturës (duke përfshirë autostradat, shenjat dhe pajisjet e kontrollit të trafikut) me qëllim kuptimin dhe zhvillimin e një rrjeti transporti me lëvizje efikase dhe ngarkesë minimale të trafikut.

Në përgjithësi, fluksi i trafikut është i kufizuar përgjatë një korsie. Diagrama kohë-hapësirë e mëposhtme tregon grafikisht fluksin e automjeteve përgjatë një ruge me kalimin e kohës. Koha ndodhet në boshtin horizontal dhe distanca ndodhet në boshtin vertikal. Fluksi i trafikut në diagram paraqitet nga trajektoret e automjeteve. Automjetet që ndjekin njëri-tjetrin përgjatë një korsie të caktuar të udhëtimit do të kenë trajektore paralele dhe trajektoret do të priten kur një automjet do të kalojë një tjetër. Diagramat kohë-hapësirë janë mjete të rëndësishme për të shfaqur dhe analizuar karakteristikat e fluksit të trafikut të një segmenti rrugor të caktuar me kalimin e kohës (për shembull analizimi i ngarkesës së fluksit të trafikut) [27].

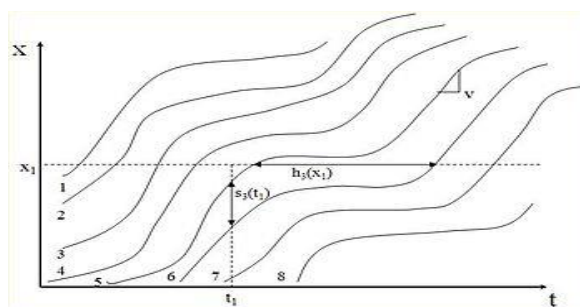


Figura 2.1 Diagrama kohë-hapësirë

2.2 Historia e fluksit të trafikut

Historikisht, inxhinieria e trafikut i ka fillimet e saj si një disiplinë mjaft praktike, duke nxitur shumicën e kohës shumë praktikues për të zgjidhur probleme të veçanta trafiku. Megjithatë, e gjithë kjo ndryshoi në fillim të vitit 1950, kur John Glen Wardrop nxiti disiplinën e njohur si; teoria e fluksit të trafikut, duke përshkruar fluksin e trafikut me anë të ideve matematikore dhe statistikore [28].

Nga 1960, kjo fushë u zhvillua edhe më tej me ardhjen e kompjuterave personal (edhe pse në atë kohë ato mund të konsideroheshin vetëm si njësi informacionesh të thjeshta). Më shumë metoda të orientuara drejt kontrollit janë ndjekur nga inxhinierët, si një mjet për zvogëlimin e mbingarkesës në tunele dhe kryqëzime, për shembull, duke përshtatur drejtpërsëdrejti kohën e sinjalit të trafikut. Në ditët e sotme, kjo fushë zbatohet gjerësisht në industri, duke rezultuar në ato që quhen *sistemet inteligjente të transportit (SIT)*, duke mbuluar pothuajse të gjitha aspektet e transportit.

Pavarësisht nga suksesi i madh gjatë viteve 1950 dhe 1960, i gjithë progresi u ndal papritur, pasi nuk pati rezultate të rëndësishme për dy dekadat e ardhshme (edhe pse ka disa përjashtime, siç është puna e rëndësishme e Ilya Prigogine dhe Robert Herman, të cilët zhvilluan një model të fluksit të trafikut bazuar në analogjinë e gazit kinetik) [29]. Një nga arsyt kryesore për këtë, rrjedh nga fakti se shumë nga studiuesit më në zë të fushës u rikthyen në disiplinat e tyre origjinale shkencore [30]. Në fillim të viteve 1990, studiuesit gjetën interes në fushën e modelimit të fluksit të trafikut. Fizikantët u përpoqën të modelonin shumë sisteme të grimcave duke përdorur rregulla të thjeshta dhe interesante të sjelljes.

Kërkimi dhe zbatimi i teorisë së fluksit të trafikut dhe sistemeve inteligjente të transportit vazhdon të implementohet edhe në ditët e sotme.

2.3 Karakteristikat mikroskopike të fluksit të trafikut

Flukset e trafikut rrugor përbëhen nga shoferë me automjete individuale, ku secili prej tyre ka karakteristikat e veta. Këto karakteristika quhen mikroskopike kur një rrjedh trafiku konsiderohet të jetë e përbërë nga një rrymë automjete. Aspektet dinamike të këtyre flukseve të trafikut formohen nga ndërveprimet kryesore midis shoferëve të automjeteve. Kjo përcaktohet kryesisht nga sjellja e secilit shofer dhe karakteristikat fizike të automjeteve.

Duke qenë se procesi i përfshirjes në një fluks trafiku bazohet në sjelljen e drejtuesve të automjeteve [31], është e rëndësishme të përfshihen këta faktorë në ekuacionet modeluese. Megjithatë, kjo çon në një rritje të ndjeshme të kompleksitetit, që jo gjithmonë është objekt i dëshiruar [32].

1) Karakteristikat që lidhen me automjetin

Duke konsideruar automjetet individuale, mund të themi që çdo automjet i në një korsi të një fluksi trafiku, karakterizohet nga variablat e mëposhtëm:

- *gjatësia*, që shënohet me l_i ,
- *distanca*, që shënohet me x_i ,
- *shpejtësia*, që përcaktohet si: $v_i = \frac{dx_i}{dt}$,
- *nxitimi*, që përcaktohet si: $a_i = \frac{dv_i}{dt} = \frac{d^2x_i}{dt^2}$.

Distanca x_i e një automjeti është pozicioni i pjesës së pasme, kurse karakteristikat e tjera hapësinore të një automjeti (për shembull, gjerësia, lartësia dhe numri i korsisë) nuk merren parasysh. Listës së mësipërme të variablave i shtohet edhe koha e reagimit të shoferit, që shënohet τ_i . Për sa i përket karakteristikave të përshpejtimit, duhet të theksohet se në të vërtetë nuk varen vetëm nga motori i automjetit, por edhe nga pjerrësia e rrugës, duke qenë një faktor jo i neglizhueshëm dhe që luan një rol të rëndësishëm në formimin e ngarkesës në ura dhe tunele. Përveç nxitimit të një automjeti, nuk merren parasysh forcat fizike që veprojnë në një automjet, për shembull forca gravitacionale e tokës, forcat e fërkimit të rrugës dhe erës, forcat centrifugale etj [33].

2) Karakteristikat e fluksit të trafikut

Duke ju referuar **Figurës 2.2**, konsiderohen dy automjete të njëpasnjëshme në të njëjtën korsi në një fluks trafiku: një ndjekës i dhe drejtuesi i tij $i+1$. Siç shihet nga figura, automjeti i ka një distancë hapësinore të caktuar h_{si} nga paraardhësi (e shprehur në metra), e përbërë nga distanca g_{si} nga drejtuesi i tij dhe gjatësia e tij l_i .

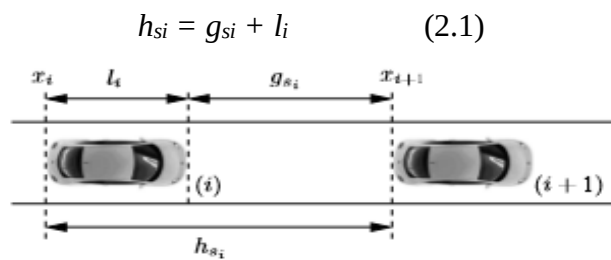


Figura 2. 2 Dy automjete të njëpasnjëshëm në të njëjtën korsi në një fluks trafiku.

Duke marr, siç u përmend më sipër, pjesën e pasme të automjetit si pozicion i tij, hapësira $h_{si} = x_{i+1} - x_i$. Hapësira g_{si} matet kështu nga pjesa e përparme e automjetit të dytë tek pjesa e pasme e automjetit të parë.

Në mënyrë analoge me ekuacionin (2.1), çdo automjet ka gjithashtu një hapësirë kohe h_{ti} (e shprehur në sekonda), duke konsistuar në një hapësirë kohe gap g_{ti} dhe një kohë zotërimi (vetjake) ρ_i .

$$h_{ti} = g_{ti} + \rho_i \quad (2.2)$$

Distanca hapësinore dhe hapësira e kohës mund të paraqiten në një diagram *kohë-hapësirë*, si në **Figurën 2.3**. Këtu janë paraqitur dy automjete i dhe $i+1$. Pozicionet e tyre x_i dhe x_{i+1} mund të ndërtohen në lidhje me kohën, duke mbuluar dy trajektore të automjeteve. Meqë drejtimi i kohës është horizontal dhe drejtimi i hapësirës është vertikal, shpejtësitë përkatëse të automjeteve mund të përcaktohen duke marr tangentet e trajektoreve (për thjeshtësi supozohet se automjetet udhëtojnë me të njëjtën shpejtësi konstante, duke rezultuar në trajektore lineare paralele)

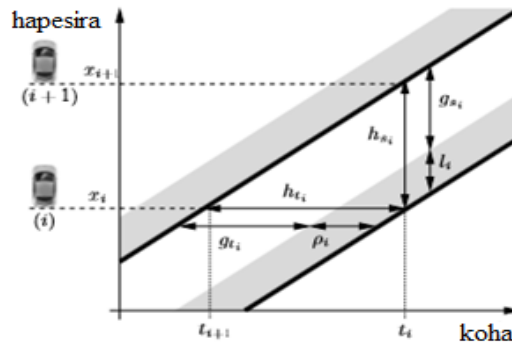


Figura 2.3 Diagrama kohë-hapësirë për dy trajektore automjete i dhe $i+1$.

Automjetet që janë në lëvizje kanë trajektore të pjerrta, ndërsa ato të ndaluara kanë trajektore horizontale. Kur shpejtësia e automjetit është konstante, hapësira e kohës është koha e nevojshme për të arritur pozicionin aktual të drejtuesit kur udhëton me shpejtësinë aktuale (pra, është koha që një vëzhgues nga një vend i caktuar mund të masë ndërmjet kalimit të dy automjete të njëpasnjëshme). Në mënyrë të ngjashme, koha e zotërimit (vetjake) mund të interpretohet si koha e nevojshme për të kaluar një distancë të barabartë me gjatësinë vetjake të automjetit në shpejtësinë aktuale, pra $\rho_i = \frac{l_i}{v_i}$. Kjo korrespondon me kohën kur automjeti ka nevojë të kalojë vendndodhjen e vëzhguesit. Ekuacionet (2.1) dhe (2.2) lidhen me shpejtësinë e automjetit v_i si më poshtë: [33]

$$\frac{h_{si}}{h_{ti}} = \frac{g_{si}}{g_{ti}} = \frac{l_i}{\rho_i} = v_i$$

2.4 Karakteristikat makroskopike të fluksit të trafikut

Kur merren në konsideratë shumë automjete njëkohësisht, diagrami kohë-hapësirë mund të përdoret për të përfaqësuar të gjithë trafikun. Në **Figurën 2.4** paraqitet

evolimi i sistemit, pasi janë studiuar trajektoret e të gjitha lëvizjeve individuale të automjeteve. Prandaj, diagrami kohë-hapësirë ofron një pamje të plotë të të gjitha veprimeve të trafikut që ndodhin (përshejtime, ngadalësime).

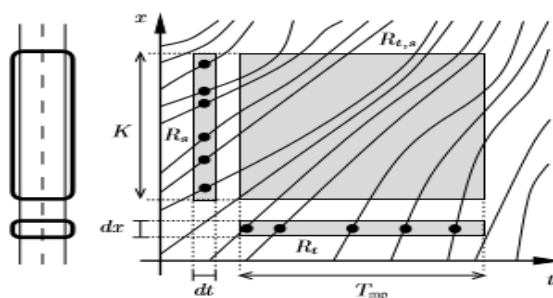


Figura 2. 4 Diagrama kohë-hapësirë e paraqitur për trajektoret të ndryshme të automjeteve dhe tri zona matëse R_t , R_s dhe $R_{t,s}$.

Zonat drejtkëndëshe R_t , R_s dhe $R_{t,s}$ zgjerohen në kohë dhe hapësirë nëpërmjet një kohe matëse T_{mp} dhe një sektori rrugor me gjatësi K . Pikat e zeza paraqesin matjet individuale.

Matja e disa karakteristikave makroskopike të fluksit të trafikut bazohet në diagramin e treguar kohë-hapësirë. Për këtë përcaktohen tri zona matëse:

- R_t korrespondon me matjen e një vendodhje të vetme të fiksuar në hapësirë (dx) përgjatë një kohe të caktuar T_{mp} .
- R_s korrespondon me matjet në një çast të vetëm kohe (dt), mbi një sektor rrugor të caktuar me gjatësi K .
- $R_{t,s}$ korrespondon me një zonë matëse të përgjithshme.

Katër karakteristika makroskopike të rëndësishme të fluksit të trafikut janë: densiteti, fluksi, zotërimi dhe shpejtësia mesatare.

1) Densiteti

Karakteristika makroskopike e quajtur densiteti, lejon të merret një ide për mbipopullimin e një sektori qëndror të një rruge. Kjo shprehet si numri i automjeteve për kilometra. Theksohet që, koncepti i densitetit neglizhon totalisht efektet e përbërjes së trafikut dhe gjatësitë e automjeteve, pasi merr në konsideratë vetëm “numrin e automjeteve”.

Duke përdorur zonën R_s , densiteti k për trafikun me një kors përcaktohet si:

$$k = \frac{N}{K}, \quad (2.3)$$

ku N është numri i automjeteve prezente në një segment rrugor. Nëse konsiderohet trafiku me shumë korsë, duhet të mblidhen densitetet e pjesshme k_l të çdo korsie L si vijon:

$$k = \sum_{l=1}^L k_l = \frac{1}{K} \sum_{l=1}^L N_l \quad (2.4)$$

në të cilën N_l përcakton numrin e automjeteve prezente në korsinë L [34].

Në përgjithësi, densiteti mund të përcaktohet si koha totale e shpenzuar nga të gjithë automjetet në zonën e matjes, pjesuar me sipërfaqen e kësaj zone [33], [35]. Ky përgjithësim lejon të llogaritet densiteti në një pikë duke përdorur zonën e matjes R_t :

$$k = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{T_{mp} dx} = \frac{1}{T_{mp} dx} \sum_{i=1}^N \frac{dx}{v_i} = \frac{1}{T_{mp}} \sum_{i=1}^N \frac{1}{v_i} \quad (2.5)$$

ku T_i është koha e udhëtimit dhe v_i është shpejtësia e automjetit të i -të.

Në trafikun me shumë korsë densiteti përcaktohet nga formula:

$$k = \frac{1}{T_{mp}} \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^{N_l} \frac{1}{v_{i,l}} \quad (2.6)$$

ku $v_{i,l}$ përcakton shpejtësinë e automjetit të i -të në korsinë L .

Për të përcaktuar densitetin në zonën $R_{t,s}$ duhet të njihen kohët e udhëtimit T_i të automjeteve individuale, siç shihet në barazimin (2.5). Për shkak se ky informacion nuk është gjithmonë i disponueshëm dhe në shumicën e rasteve i vështirë për t'u matur, përdoret një trajtim ndryshe, duke korresponduar në mesataren e përkohshme të densitetit. Duke supozuar që në çdo hap kohe t , përgjatë një periudhe kohore T_{mp} , densiteti $k(t)$ njihet në zonat e njëpasnjëshme R_s , përkufizimi i përgjithësuar çon në formulimin e mëposhtëm:

$$k = \begin{cases} \frac{1}{T_{mp}} \int_{t=0}^{T_{mp}} k(t) dt & (e \text{ vazhdueshme}) \\ \frac{1}{T_{mp}} \sum_{t=1}^{T_{mp}} k(t) & (diskrete) \end{cases} \quad (2.7)$$

Për trafikun me shumë korsë, duke kombinuar ekuacionet (2.4) dhe (2.7), merret formula e mëposhtme për llogaritjen e densitetit në zonën $R_{t,s}$, duke përdorur matjet në kohë diskrete:

$$k = \frac{1}{T_{mp} K} \sum_{t=1}^{T_{mp}} \sum_{l=1}^L N_l(t) \quad (2.8)$$

ku $N_l(t)$ përcakton numrin e automjeteve prezente në korsin l gjatë kohës t .

Ekziston një lidhje midis karakteristikave makroskopike të fluksit të trafikut dhe atyre mikroskopike. Për densitetin k , ky relacion bazohet në mesataren e distancës hapësinore $\bar{h}_s$ [33], [28].

$$k = \frac{N}{K} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N h_{si}} = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_{si}} = \frac{1}{\bar{h}_s} \quad (2.9)$$

2) Fluksi

Ndërsa densiteti është një matje hapësinore, fluksi mund të konsiderohet si një matje e përkohshme. Matja e fluksit q në një zonë R_t për trafikun me një kors, bëhet duke përdorur formulën e mëposhtme:

$$q = \frac{N}{T_{mp}} \quad (2.10)$$

ku N është numri i automjeteve që kalojnë vendodhjen e dedektorit.

Për trafikun me shumë kors, mbliidhen flukset e pjesshme të çdo korsie L .

$$q = \sum_{l=1}^L q_l = \frac{1}{T_{mp}} \sum_{l=1}^L N_l \quad (2.11)$$

ku N_l është numri i automjeteve që kalojnë vendodhjen e dedektorit në korsin l .

Supozohet që çdo kors ka dedektorin e vet, përndryshe do të merrej mesatarja e flukseve të të gjitha korsive.

Në përgjithësi, fluksi përcaktohet si distanca totale e udhëtuar nga të gjitha automjetet në zonën e matjes, pjesuar me sipërfaqen e kësaj zone.

Në analogji me formulën (2.5), ky përgjithësim lejon të llogaritet fluksi duke përdorur zonën e matjes hapësinore R_s :

$$q = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{K dt} = \frac{1}{K dt} \sum_{i=1}^N v_i dt = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^N v_i \quad (2.12)$$

ku X_i është distanca e udhëtuar nga automjeti i gjatë intervalit kohor pambarimisht të vogël dt . Për trafikun me shumë kors kemi:

$$q = \frac{1}{K} \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^{N_l} v_{i,l} \quad (2.13)$$

Duke konsideruar matje të fluksit të njëpasnjëshme në zonën $R_{t,s}$, mund të merret një formulim korrespondues në mesataren e përkohshme të fluksit, i ngjashëm me formulën (2.7). Duke supozuar që në çdo hap kohe t , përgjatë një periudhe kohore T_{mp} , njihet fluksi $q(t)$ në zonat e njëpasnjëshme R_s , përkufizimi i përgjithshëm jepet nga barazimet e mëposhtme:

$$q = \begin{cases} \frac{1}{T_{mp}} \int_{t=0}^{T_{mp}} q(t) dt & (e \text{ vazhdueshme}) \\ \frac{1}{T_{mp}} \sum_{t=1}^{T_{mp}} q(t) & (diskrete) \end{cases} \quad (2.14)$$

Për trafikun me shumë korsi, duke kombinuar ekuacionet (2.13) dhe (2.14), merret formula e mëposhtme për llogaritjen e fluksit në zonën $R_{t,s}$, duke përdorur matje në kohë diskrete:

$$q = \frac{1}{T_{mp} K} \sum_{t=1}^{T_{mp}} \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^{N_l(t)} v_{i,l}(t) \quad (2.15)$$

ku $v_{i,l}(t)$ përcakton shpejtësinë e automjetit të i -të në korsinë l gjatë kohës t .

Në analogji me formulën (2.9) ekziston një lidhje midis fluksit q dhe hapësirës mesatare të kohës $\bar{h}_t$ [33], [28]:

$$q = \frac{N}{T_{mp}} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N h_{ti}} = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_{ti}} = \frac{1}{\bar{h}_t} \quad (2.16)$$

3) Zotërimi

Pavarësisht nga rëndësia e matjes së densitetit të trafikut, shumica e stacioneve ekzistues të dedektorëve në rrugë janë të aftë vetëm për matjet e përkohshme (për shembull, zona R_t). Nëse mund të maten shpejtësitë individuale të automjeteve, për shembull, nga detektorë të dyfishtë induktivë (DLD), atëherë densiteti duhet të llogaritet duke përdorur formulën (2.5). Megjithatë, në shumë raste këto shpejtësi të automjeteve nuk janë në dispozicion, për shembull, kur përdoren detektorë të vetëm induktiv. Prandaj, logjika e dedektorit i referohet një matjeje të përkohshme që quhet zotërimi ρ , i cili korrespondon me një pjesë të kohës kur vendodhja e matjes zihet nga një automjet:

$$\rho = \frac{1}{T_{mp}} \sum_{i=1}^N o_{ti} \quad (2.17)$$

ku o_{ti} përcakton periudhën kohore gjatë së cilës automjeti i i -të është prezent sipër dedektorit. Theksohet se kjo kohë korrespondon me gjatësinë efektive të automjetit të parë nga dedektori, pjestuar me shpejtësinë e automjetit [36]:

$$o_{ti} = \frac{l_i + K_{ld}}{v_i} \quad (2.18)$$

ku l_i është gjatësia reale e automjetit dhe $K_{ld} > dx$ është gjatësia jo-përfundimtare e zonës së dedektimit (mbulimit). Nëse përcaktohet mesatarja e periudhës kohore (bazuar në automjetet që kanë kaluar dedektorin gjatë periudhës së vrojtimit), atëherë mund të vendoset një lidhje midis zotërimit dhe fluksit [33] duke përdorur formulat (2.10) dhe (2.17):

$$\rho = \left(\frac{N}{T_{mp}} \right) \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N o_{ti} \right) = q \bar{o}_t \quad (2.19)$$

Për më tepër, është e mundur të përcaktohet zotërimi për zonat e matjes së përgjithësuara, duke përdorur hapësirën totale të zënë nga sipërfaqet e automjeteve në një diagram kohë-hapësirë, pjestuar me sipërfaqen e zonës së matjes. Supozohet që gjatësitë e automjeteve dhe shpejtësitë janë të palidhura midis tyre. Kështu mund të shkruhet që [36], [33]:

$$\rho = \bar{l} k \Rightarrow k = \frac{\rho}{\bar{l}} \quad (2.20)$$

ku $\bar{l}$ është gjatësia mesatare e automjetit. Duke shumëzuar ekuacionin (2.20) me 100, mund të shprehet zotërimi në përqindje. Për trafikun me shumë kors, zotërimi përcaktohet në analogji me formulën (2.6):

$$\rho = \sum_{i=1}^L \rho_i = \frac{1}{T_{mp}} \sum_{l=1}^L \sum_{i=1}^{N_l} o_{ti,l} \quad (2.21)$$

ku $o_{ti,l}$ është periudha e kohës së automjetit të i -të në korsinë l . Zotërimi total i përcaktuar në këtë mënyrë, mund të tejkalojë 1 (por kufizohet nga L). Nëse nevojitet, mund të normalizohet nëpërmjet pjestimit me L për të përcaktuar *zotërimin mesatar*.

Theksohet që, nëse zbatohet ekuacioni (2.20) në zonën e matjes R_s bazuar në densitetin e ekuacionit (2.3), atëherë zotërimi ρ mund të përcaktohet si:

$$\rho = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N l_i \right) \frac{N}{K} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^N l_i \quad (2.22)$$

Kështu, zotërimi paraqet “densitetin real” të rrugës, pra, hapësirën fizike që zotërojnë të gjitha automjetet.

4) Shpejtësia mesatare

Shpejtësia mesatare e një rryme trafiku shprehet në kilometra (milje) për orë. Nëse bazohemi në matje direkte të shpejtësive të automjeteve individuale, mund të përcaktohet shpejtësia mesatare si: *distanca totale e udhëtuar nga automjetet në zonën e matjes, pjestuar me kohën totale të shpenzuar në këtë zonë*. Kjo jepet nga barazimet e mëposhtme:

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{\sum_{i=1}^N T_i} = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^N v_i dt}{N dt} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i & (\text{zona } R_s) \\ \frac{N dx}{\sum_{i=1}^N \frac{dx}{v_i}} = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{v_i}} & (\text{zona } R_t) \end{cases} \quad (2.23)$$

ku X_i dhe T_i janë përkatësisht distanca dhe koha e udhëtuar nga automjeti i i -të, kurse N është numri i automjeteve prezente gjatë matjes.

Shpejtësia mesatare e llogaritur nga barazimet e mësipërme, quhet *shpejtësia mesatare e udhëtimit*, e cila zakonisht njihet edhe si *shpejtësia mesatare e hapësirës*.

Është e rëndësishme të theksohet që, matjet hapësinore bazohen në mesataren aritmetike të shpejtësive të çastit të automjeteve, ndërsa matjet e përkohshme bazohen në mesataren harmonike të shpejtësive lokale të automjeteve. Nëse në vend të saj, do të merret mesatarja aritmetike e shpejtësive lokale të automjeteve në zonën e përkohshme të matjes R_t , atëherë kjo çon në atë që quhet *shpejtësia mesatare e kohës* që përcaktohet si më poshtë:

$$\bar{v}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \quad (\text{zona } R_t) \quad (2.24)$$

Në mënyrë të ngjashme, mund të llogaritet shpejtësia mesatare e kohës për zonën e matjes R_s , nëpërmjet mesatares harmonike të shpejtësive të çastit të automjeteve.

Shpejtësia mesatare e kohës dhe shpejtësia mesatare e hapësirës lidhen midis tyre me anë të barazimit [33]:

$$\bar{v}_t = \bar{v}_s + \frac{\sigma_s^2}{\bar{v}_s} \quad (2.25)$$

ku σ_s^2 është varianca e përcaktuar si:

$$\sigma_s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v}_s)^2 \quad (2.26)$$

ku v_i është shpejtësia e çastit e automjetit të i -të.

2.5 Treguesit e performancës

Disa tregues të performancës që përdoren nga inxhinierët e trafikut kur vlerësojnë cilësinë e veprimeve të trafikut janë: faktori i orës pikë, siguria e kohës së udhëtimit, nivelet e shërbimit dhe matja e rendimentit të një rruge.

1) Faktori i orës pikë

Faktori i orës pikë llogaritet për një ditë si mesatare e fluksit përgjatë orës me fluks maksimal, pjestuar me normën e fluksit pikë përgjatë një çerek të kësaj ore [37]:

$$\text{Faktori i orës pikë} = \frac{\overline{q}|_{60}}{\overline{q}|_{15}}.$$

Për shembull, supozojmë se maten flukset në një rrugë kryesore me tre korsi, përgjatë orës pikë të mëngjesit: nga ora 7:00 deri në orën 8:00. Maten përkatësisht flukset: 3500, 6600, 6200 dhe 4500 automjete/orë përgjatë çdo çereku të orës pikë. Fluksi mesatar total $\overline{q}|_{60}$ është 5200 automjete/orë, me një normë fluksi pikë për 15 minuta $\overline{q}|_{15} = 6600$ automjete/orë. Pra, faktori i orës pikë = $5200/6600 = 0.78$.

2) Kohët e udhëtimit dhe siguria e tyre

Koha e udhëtimit të një shoferi gjatë një udhëtimi mund të përcaktohet si “koha e nevojshme për të kaluar një rrugë midis çdo dy pikave me interes” [38]. Në këtë kuptim, *koha dinamike e udhëtimit*, duke filluar në një kohë t_0 , mbi një sektor rrugor me gjatësi K , përcaktohet si vijon [39]:

$$T(t_0) = \int_0^K \frac{1}{v(t, x)} dx \quad \forall t \geq t_0 \quad (2.27)$$

për të cilin supozohet që të gjitha shpejtësitë e çastit lokale $v(t, x)$, njihen në të gjitha pikat e rrugës dhe në të gjitha kohët e çastit.

Në përgjithësi, mund të përcaktohet koha e udhëtimit si distanca totale e udhëtuar nga të gjitha automjetet, pjestuar me shpejtësinë mesatare të hapësirës:

$$T(t_0) = \frac{K}{v_s(t_0)} \quad (2.28)$$

Njerëzit arsyetojnë për kohën e pritur të udhëtimit të tyre bazuar në *siguri*. Thelbësore për këtë është koncepti i kohës mesatare të udhëtimit. Siguria e një kohe të tillë udhëtimi karakterizohet nga devijimi standard i saj. Shoferët zakonisht pranojnë (dhe ndonjëherë presin) një vonesë të vogël në kohën e udhëtimit. Lidhur direkt me sigurinë e një kohe të caktuar të udhëtimit, është dhe ndryshueshmëria e tij. Thuhet se udhëtimet nuk janë

të besueshëm kur kohët e pritura dhe ato me përvojë të udhëtimit ndryshojnë shumë. Një karakterizim tipik i sigurisë përfshin variancën, e cila është një masë e ndryshueshmërisë të një shpërndarjeje të kohës së udhëtimit.

3) Niveli i shërbimit

Historikisht, një nga treguesit kryesor të performancës për të vlerësuar cilësinë e veprimeve të trafikut është *niveli i shërbimit*, që i ka fillimet e veta në vitin 1960. Ai paraqitet si një sistem gradimi duke përdorur një nga gjashtë shkronjat (A-F) me anë të cilit *niveli i shërbimit A* përcakton kushtet më të mira operative dhe *niveli i shërbimit F* kushtet më të këqija operative. Matjet e nivelit të shërbimit bazohen në karakteristika të rrugëve si; shpejtësia, koha e udhëtimit dhe perceptimet e shoferëve për rehatinë dhe komoditetin.

Nivelet nga A në D janë përfaqësuese për kushtet e fluksit të lirë, ku niveli i shërbimit A korrespondon në fluksin e lirë, niveli i shërbimit B në fluksin e lirë të pranueshëm, niveli i shërbimit C në veprimet e trafikut stabël dhe niveli i shërbimit D në veprimet e trafikut jostabël. Niveli i shërbimit E korrespondon në kushtet e fluksit afër kapacitetit që janë ekstremisht jo stabël, ndërsa niveli i shërbimit F korrespondon në kushtet e fluksit të mbingarkuar [37].

4) Rendimenti

Rendimenti η bazohet në raportin e totalit të kilometrave të udhëtuara nga automjeti, pjestuar me totalin e orëve të udhëtuara nga automjeti.

Distanca totale e udhëtuar nga automjeti = $q K$,

Orët totale të udhëtuara nga automjeti = *Distanca totale e udhëtuar nga automjeti* / $\bar{v}_s$.

ku q është fluksi, K është gjatësia e sektorit rrugor dhe $\bar{v}_s$ është shpejtësia mesatare e hapësirës.

Duke përdorur këto përkufizime rendimenti në një sektor rrugor paraqitet si:

$$\eta = \frac{\text{Distanca totale e udhëtuar nga automjeti} / \text{orët totale të udhëtuara nga automjeti}}{\text{shpejtësia mesatare e qëndrueshme}}$$

Rendimenti shprehet në përqindje dhe mund të kalojë mbi 100% kur shpejtësia mesatare e regjistruar tejkalon shpejtësinë e qëndrueshme [40].

2.6 Faktori i rrugës në problemin e sigurimit të sigurisë së trafikut dhe analizës së tij.

Në literaturën shkencore jepen vlerësime kontradiktore të rolit të faktorit të rrugës në ndodhjen e aksidenteve. Nga njëra anë, gjendja e pakënaqshme e rrugëve nuk duket të jetë shkaku më masiv i ndodhjes së një aksidenti. Gjë që konfirmohet nga të dhëna statistikore. Për këtë arsye, në rajone të ndryshme të vendit, ndodhin pak aksidente, ndërsa shoferët dhe këmbësorët janë shkaku kryesor në ndodhjen e aksidenteve. Nga ana tjetër, duket intuitive se shumë aksidente mund të shmangen, pavarësisht nga gabimet e shoferëve dhe këmbësorëve, nëse kushtet e rrugës plotësojnë standardet dhe kërkesat më të larta. Një numër studimesh të bëra enkas në vende të ndryshme, dëshmojnë se kushtet e pakënaqshme të rrugëve janë shkaku ose kanë kontribuar në ndodhjen e shumë aksidenteve rrugore.

Natyrisht, një përhapje e tillë e rëndësishme në vlerësimin e ndikimit të kushteve jo të kënaqshme të rrugës për ndodhjen e aksidenteve krijon vështirësi të mëdha në analizimin e aksidenteve, zhvillimin e masave për përmirësimin e kushteve të trafikut dhe marrjen e vendimeve përfundimtare për kryerjen e çfarëdo aktiviteti. Analiza efektive e aksidenteve në këto kushte është e pamundur pa një kuptim të qartë të arsyeve për mospërputhjet ekzistuese në lidhje me rolin e faktorit të rrugës.

Numri më i madh i aksidenteve të trafikut është i lidhur me ndikimin e kushteve jo të kënaqshme të rrugëve në matjen e saktë të parametrave dhe karakteristikave të rrugëve në vendin e aksidentit me ndihmën e pajisjeve speciale të regjistrimit.

Kontradikta ekzistuese në vlerësimin e rolit të faktorit të rrugës në ndodhjen e një aksidenti shpjegohet kryesisht nga ndryshimi në metodat dhe kriteret për vlerësimin e shkallës së ndikimit të kushteve jo të kënaqshme të rrugës. Zgjedhja e një kriteri ose një tjetër varet nga qëllimi specifik i analizës.

Rregullat për regjistrimin e aksidenteve parashikojnë që analiza e aksidenteve rrugore për shkak të kushteve jo të kënaqshme të rrugëve duhet të kryhet nga: institucionet rrugore - në pjesët e shërbimeve të rrugëve; organizatat komunale - në territoret e shërbimeve të qyteteve dhe vendbanimeve; Drejtoria e Përgjithshme e Policisë Rrugore dhe Autoriteti Rrugor Shqiptar - në të gjithë zonën e shërbimit.

Procesi i analizimit dhe zhvillimit të masave për përmirësimin e kushteve të rrugës duhet të përbëhet nga katër faza të ndërlidhura: mbledhja e informacionit mbi aksidentet rrugore; shpërndarja e vendeve në rrjetin rrugor, i cili paraqet një rrezik në rritje për përdoruesit e rrugës; përcaktimi i shkaqeve të rritjes së rrezikut të seksioneve

individuale të rrjetit si dhe zhvillimi i masave për përmirësimin e kushteve të trafikut për të eliminuar shkaqet e rrezikut në rritje.

Në fazën e parë - mbledhjen e informacionit, dallohen dy lloje informacionesh, të përdorura zakonisht në praktikën e analizës së aksidenteve për shkak të kushteve jo të kënaqshme të rrugës:

1. të dhënat statistikore për aksidentet, të paraqitura në formën e treguesve sasiorë;
2. informacioni cilësor mbi shkaqet dhe kushtet e ndodhjes së aksidenteve, të përfshira në materialet e hetimit të një aksidenti.

Dallimet midis këtyre llojeve të informacionit nuk janë vetëm në formën e paraqitjes së tyre - digjitale dhe përmbajtësore, por edhe për qëllimin e përdorimit.

Statistikat përdoren për të përcaktuar vendet dhe seksionet e një rrjeti rrugor me rrezikun më të lartë të një aksidenti, domethënë në fazën e dytë të procesit të analizës të përshkruar më sipër. Në të njëjtën kohë, informacioni kuptimplotë është i nevojshëm kryesisht në fazën e identifikimit të shkaqeve të rritjes së rrezikut të vendeve individuale dhe pjesëve të rrjetit rrugor - fazën e tretë të procesit të analizës.

Disavantazhi kryesor dhe më i zakonshëm i fazës së grumbullimit të të dhënave statistikore është përdorimi i të dhënave vetëm për raportimin e aksidenteve. Disa nga këto të dhëna, si rregull, nuk janë të mjaftueshme për të marrë përfundime të besueshme dhe arsyetim të masave të propozuara për të përmirësuar kushtet e rrugës. Në shumë raste, shkaqet e aksidenteve me dëm material dhe me viktima janë shkaktuar nga të njëjtat mangësi në rregullimin e rrugëve dhe organizimin e trafikut. Ashpërsia e pasojave shpjegohet zakonisht nga faktorë që nuk ndikojnë drejtpërdrejt në shkaqet e ndodhjes së aksidentit [41].

2.7 Zhvillimi dhe justifikimi i masave për përmirësimin e kushteve të trafikut.

Arsyet për përqendrimin e aksidenteve në një vend ose në një tjetër mund të jenë të ndryshme. Praktika ka zhvilluar disa teknika dhe kërkesa për organizimin e punës për analizën e shkaqeve të aksidenteve:

1. Studimi i arsyeve për ekzistencën e fokusit emergjent duhet të bëhet nga një grup specialistësh nga përfaqësuesit e institucioneve përkatëse, organizatave rrugore dhe komunale përgjegjëse për mirëmbajtjen, riparimin dhe rindërtimin e rrugëve. Ky studim lejon jo vetëm që të sigurojë një shqyrtim të gjithanshëm dhe objektiv të

çështjes, por gjithashtu të shkurtojë kohën për fazën tjetër - arsyetimin e listës dhe renditjen e ngjarjeve për të diagnostikuar pikën qendrore të aksidentit.

2. Studimi i shkaqeve të ekzistencës së fokusit emergjent duhet të fillojë duke analizuar të dhënat në kartelën e llogarisë së aksidentit rrugor. Kështu, duhet të kihet parasysh se pika të tilla janë të mbushura vetëm për aksidentet rrugore me viktimat dhe këto informacione nuk japin gjithmonë përfundime të sakta dhe të besueshme. Është e nevojshme të maksimizohet përdorimi i të dhënave për të gjitha aksidentet, të përfshihen materialet për hetimin e fakteve të aksidenteve rrugore të kryera nga agjencitë e zbatimit të ligjit ose shërbimet e departamenteve të sigurisë.

3. Kur studiohet fokusi i aksidenteve, është e dëshirueshme të përdoret një skemë në shkallë të gjerë me vendet e aksidenteve.

Disa aktivitete kryesore për të përmirësuar kushtet e rrugës:

A) Aktivitete të përgjithshme.

- 1) Ndërtimi i rrethrotullimit dhe rrugëve rrethuese rreth qyteteve dhe vendbanimeve. Drejtimi i trafikut tranzit dhe kamionëve.
- 2) Kontrolli i saktësisë së sinjalistikës rrugore (horizontale, vertikale). Zhvillimi i zhvendosjes së shenjave rrugore.
- 3) Organizimi i mirëmbajtjes së rrugëve kryesisht në mbrëmje.
- 4) Organizimi i transportit publik prioritar. Përmirësimi i skemës së rrugës dhe orareve të transportit publik. Sqarimi, ndryshimi i vendodhjeve të ndalimeve të transportit publik.
- 5) Organizimi i një skeme trafiku në rrugë e në vendbanime. Mbyllja e gjithë trafikut në rrugë (krijimi i zonave për këmbësorë) ose për kategori të caktuara automjeteve në kohë të caktuara të ditës.
- 6) Ndërtimi i ndalesave e parkingjeve.
- 7) Krijimi i sistemeve të automatizuara të kontrollit të shpejtësisë.
- 8) Ndërtimi i linjave të komunikimit përgjatë rrugëve. Vendosja e shenjave për vendndodhjen e pikave më të afërta të kujdesit mjekësor.

B) Përmirësimi i kushteve të trafikut në udhëkryqet e rrugëve dhe rrethërrotullimeve, në kalimet hekurudhore etj.

- 1) Rrjedha e trafikut në kryqëzimet e rrugëve dhe rrugëve në nivele të ndryshme (ndërtimi i urave, rrugëve, vijave, mbikalimeve, tuneleve). Ndërtimi i kryqëzimeve të tipit të unazës.

- 2) Studimi i intensitetit të lëvizjes në kryqëzime dhe rregullimi i sinjalizimit të trafikut. Instalimi i semaforëve me sinjal ndezjeje.
- 3) Ndërtimi i sistemeve të menaxhimit të trafikut dhe sistemeve të automatizuara të kontrollit para rrugës.
- 4) Ndërtimi i ishujve udhëzues dhe organizimi i trafikut. Ndërtimi i shiritave paralel të kthesës.
- 5) Rregullimi i kryqëzimeve të rrugëve. Zgjerimi i karrexhatës në afërsi të kryqëzimeve.
- 6) Organizimi i transportit publik me prioritet në kryqëzimet e rrugëve.
- 7) Instalimi ose përditësimi i paralajmërimit dhe indikacioneve në kryqëzime.
- 8) Ndalimi i kthesave të majta ose (dhe) të drejta në kryqëzime. Organizimi i brezit për kthesa majtas pa semaforë ose me semaforë.
- 9) Rindërtimi dhe përmirësimi i kryqëzimeve të rrugëve për të siguruar "treëndëshin e dukshmërisë" të nevojshëm në zonën e kryqëzimit.
- 10) Sigurimi i dukshmërisë së sinjaleve të trafikut (instalimi i dritave të trafikut për makina, instalimi i ekraneve të bardha në semaforë, vendosja e dritave të trafikut mbi xhade, prerja e pemëve dhe shkurreve).
- 11) Ndërtimi dhe rindërtimi i kalimeve hekurudhore. Ndërtimi i mbikalimeve në kryqëzimet me hekurudhën.

C) Masat për përmirësimin e kushteve të trafikut në rrugët.

- 1) Përmirësimi i planit dhe profilit të rrugës. Instalimi i pajisjeve udhëzuese. Përmirësimi i dukshmërisë në aspektin dhe profilin gjatësor të rrugës.
- 2) Zgjerimi i rrugës.
- 3) Sigurimi i dukshmërisë së shenjave të trafikut gjatë ditës dhe gjatë natës (prerja e shkurreve dhe degëve të pemëve, instalimi i shenjave mbi shtyllat e harkuara dhe të konsoliduara, ndriçimi i shenjave dhe xhades gjatë natës).
- 4) Rregullimi i barrierave të llojit të pengesave.
- 5) Përputhja e dimensioneve të urës dhe gjerësisë së rrugës. Vendosja e gardheve pranë urave.
- 6) Instalimi i shenjave që informojnë për ngushtimin e rrugës dhe realizimin e punimeve.
- 7) Marrja e masave në rastin e ngricave në rrugë.
- 8) Ndërtimi i shiritit të ndarjes.

- 9) Ndalimi ose kufizimi i kohës së parkimit. Ndalimi i ndërprerjeve të makinave. Instalimi i shenjave rrugore në vendndodhjen e parkingjeve më të afërt dhe pikave të kujdesit mjekësor.
- 10) Vendosja e kufizimeve të shpejtësisë së lëvizjes, që varet nga llojet e automjeteve, kushtet e motit, kategoria teknike e rrugës dhe korsisë.
- 11) Kufizimi i vazhdueshëm ose i përkohshëm i masës së automjeteve të lejuara në rrugë.
- 12) Organizimi i kontrollit të lëvizjes së kundërt në vendet e nevojshme. Instalimi i semaforëve, rregullimi i trafikut në korsi.
- 13) Ndalimi i parakalimit. Vendosja e shenjave të duhura ndaluese.
- 14) Rregullimi i daljeve nga rruga kryesore. Reduktimi i numrit të kryqëzimeve me rrugët dytësore dhe hyrjet lokale.

D) Aktivitete që përmirësojnë kushtet për këmbësorë dhe çiklistë.

- 1) Qartësimi dhe ndryshimi i vendndodhjes së kalimeve të këmbësorëve. Ndërtimi i një kalimi nëntokësor të këmbësorëve.
- 2) Rregullimi i kalimeve të këmbësorëve. Ndërtimi i "ishujve të siguriës". Instalimi i dritave të trafikut për këmbësorë.
- 3) Instalimi i pajisjeve penguese që qëndrojnë në rrugët e makinave.
- 4) Ndërtimi i trotuareve për këmbësorët.
- 5) Ndërtimi dhe organizimi i korsive për biçikleta. Ndarja e parkimit të biçikletave. Ndalimi i lëvizjes së çiklistëve në rrugë [41].

2.8 Analiza lokale e aksidenteve në vendet ku ato ndodhin.

Nisur nga të dhënat, vendodhjet e aksidenteve rrugore janë të shpërndara në mënyrë të pabarabartë në autostradat e transportit, në rrugët dhe rrugët e qyteteve. Kur studiohet harta në të cilën tregohen vendodhjet e aksidenteve, vëmendja merret në zonat ku aksidentet ndodhin më shpesh. Këto vende quhen ndryshe zona të rrezikshme.

Problemet që lidhen me përcaktimin e pjesëve më të rrezikshme të autostradave dhe zhvillimin e masave për eliminimin e shkaqeve të ndodhjes së tyre filluan të zhvillohen gjerësisht në vitet 1960-të. Aktualisht, ka shumë kritere dhe metoda të ndryshme për identifikimin dhe izolimin e vendeve të tilla. Më të përdorurat janë metodat e përcaktimit të nivelit të shkallës së aksidentit nga faktorët e siguriës.

Faktori i sigurisë i referohet raportit të shpejtësisë të lejuar të automjeteve për të udhëtuar përmes seksionit të rrezikshëm v_1 deri në shpejtësinë e zhvilluar në fund të seksionit të mëparshëm para se të hyjnë në seksionin e rrezikshëm v_2 : $k = v_1 / v_2$.

Zonat e rrugëve me koeficient të ulët (më pak se 0.5) të sigurisë konsiderohen të rrezikshme ose shumë të rrezikshme.

Në punimet e mëvonshme propozohen përmirësime dhe modernizime të ndryshme të metodës së koeficientëve, shumica e të cilave mund të ndahen në dy grupe kryesore sipas ideve që i nënshtrojnë ato.

1. Identifikimi i burimit të aksidentit sipas madhësisë së dëmit nga aksidenti.
2. Duke përdorur parimin e analogjisë.

Ky parim duhet të përdoret në fazën e projektimit, ndërtimit, rindërtimit ose riparimit të rrugëve, kur nuk ka informacion aktual mbi shpërndarjen e aksidenteve.

Praktika ka zhvilluar një kriter empirik për përcaktimin e një vendndodhje aksidenti sipas të dhënave aktuale. Ky kriter përdoret gjerësisht në planifikimin dhe zbatimin e masave për të përmirësuar kushtet e rrugëve.

Konsiderojmë skemën e dizajnit në **Figurën 2.5**.



Figura 2.5 Shpërndarja e vendeve të aksidentit në rrugë

Supozohet se n aksidente rrugore janë fikse në një segment me gjatësi L gjatë periudhës së vëzhgimit. Distanca minimale midis aksidenteve të njëpasnjëshme shënohet me ΔL dhe ndahet segmenti në nënsegmente me këtë gjatësi, numri i përgjithshëm i të cilëve është $N = L / \Delta L$. Meqenëse marrim distancën minimale, atëherë në secilin nënsegment të tillë mund të merret vetëm një aksident. Numri i nënsegmenteve në të cilët do të regjistrohet një aksident do të jetë i barabartë me numrin e aksidenteve n . Si pasojë, probabiliteti që një aksident do të ndodhë në një segment me gjatësi ΔL është: [41]

$$p = n / N = n \Delta L / L$$

2.9 Karakteristikat e analizës së aksidenteve në qytetet e mëdha.

Sikurse dihet, karakteri i zhvendosjes së banorëve përgjatë territorit të vendit tonë përcakton kryesisht strukturën dhe parametrat e sistemit të transportit në tërësi.

Evolucioni socio-ekonomik dhe demografik i vendit karakterizohet nga zhvillimi i mëtejshëm i vendbanimeve urbane, rritja e përqindjes së popullsisë urbane, rritja e numrit dhe madhësisë së qyteteve kryesore dhe të mëdha.

Në qytetet moderne, tendenca në zhvillimin e proceseve të trafikut rrugor përcaktohet kryesisht nga dendësia në rritje e flukseve të trafikut.

Këto arsye objektive, veçanërisht, përmendim faktin se gjatë 20 viteve të fundit, më shumë se gjysma e të gjitha aksidenteve dhe pjesa më e madhe e të gjithë të lënduarve si pasojë e aksidenteve rrugore bien në qytete. Pra, në rrugët e automjeteve pjesa më e madhe e të gjitha aksidenteve fatale janë të lidhura me ndikimin e këmbësorëve. Si rezultat, këmbësorët përbëjnë shumicën e të vrarëve në aksidente rrugore. Kështu, çështjet e sigurimit të trafikut të këmbësorëve në qytete (sidomos në ato të mëdha) janë ndër më të rëndësishmet në problemin e parandalimit të aksidenteve dhe reduktimin e ashpërsisë së pasojave të tyre.

Ideja kryesore për të rritur sigurinë e rrugëve të këmbësorëve është organizimi i një ndarje të efektshme në kohë dhe hapësirë të flukseve të trafikut dhe këmbësorëve. Tashmë është vërejtur se një mënyrë për identifikimin e shkaqeve dhe faktorëve të ndodhjes së një aksidenti me pjesëmarrjen e këmbësorëve është analiza hapësinore e zonave individuale, pra e vendeve të përqendrimit të aksidenteve [41].

2.10 Faktorët që ndikojnë në sigurinë rrugore [42]

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. Ndërkëta faktorë mund të përmendim kryesisht ekonominë, demografinë dhe klimën e motin. 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.

1. Ekonomia

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, mirëpo, 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.

2. 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 dukshme që në periudhën e verës, meqë fluksi i turistëve dhe emigrantëve të ardhur për pushime rritet, rreziku i përfshirjes në aksidente rrugore shtohet. 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.

Për 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 përvoja e pamjaftueshme. Si të gjithë që mësojnë të drejtojnë automjetin kur janë të rinj, mungesa e përvojës, shpjegon mjaft mirë rrezikun.

Përvoja e pamjaftueshme e të rinjëve, i bën ata të paaftë për të vepruar në situata 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 udhëtojnë 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 socio-kulturore, 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 përvojë të pamjaftueshme në drejtimin e mjetit, "shoferët e rinj".

3. Moti dhe klima

Moti dhe klima në periudha të ndryshme të vitit janë të një rëndësie të veçantë për sigurinë në rrugë. Në Europën perëndimore për arsye të dimrit të fortë dhe me ngrica, kemi një rënie të fluksit të trafikut dhe shpejtësi më të ulta, ndërsa gjatë periudhës nga muaji mars deri në tetor, ka më shumë trafik dhe shpejtësitë janë më të larta, si rrjedhojë ka më shumë aksidente rrugore.

Në Shqipëri meqënëse dimri është i butë, nuk kemi ndonjë ndryshim thelbësor në flukset e lëvizjes së mjeteve, me përjashtim të muajve të verës ku për arsye të turizmit rriten ndjeshëm flukset e lëvizjes së mjeteve dhe shpejtësitë e lëvizjes së tyre dhe për rrjedhojë dhe numri i aksidenteve rrugore është më i madh.

2.11 Vlerësimi i Performancës së Sigurisë Rrugore në Shqipëri

Shqipëria ka përjetuar në periudhën e tranzicionit një numër të madh aksidentesh rrugore dhe vdekjesh si pasojë e tyre. Lëvizjet e mëdha demografike drejt qendrave kryesore urbane, urbanizimi i çrregullt, menaxhimi i dobët i territorit dhe mungesa e planeve urbane, rritja e motorizimit dhe niveli i ulët i kulturës së sigurisë rrugore kanë kontribuar në numrin e madh të aksidenteve. Treguesit e sigurisë rrugore dëshmojnë një tendencë përmirësuese nga viti 2009 të shoqëruar me një rënie të numrit të vdekjeve. Sidoqoftë, siguria është ende larg objektivave të përcaktuara në Strategjinë Shqiptare të Sigurisë Rrugore.

Parku i automjeteve shqiptare është rritur ndjeshëm gjatë 10 viteve të fundit dhe megjithëse numri i aksidenteve me pasojë vdekjen në dy vitet e fundit ka rënë, Shqipëria ka ende numrin më të lartë të vdekjeve për njëqind mijë mjete në rajonin e Evropës Juglindore.

Sistemi i menaxhimit të sigurisë rrugore është jetik për të sjellë përmirësime të sigurisë rrugore. Funksionet e koordinimit dhe të sekretariatit duhet të sigurohen nga personeli që ka përvojën përkatëse në Ministrinë e Infrastrukturës dhe Energjisë.

Financimi i sigurisë rrugore është një nga çështjet e rëndësishme. Fondet e buxhetit qëndror përdoren për përmirësimin e rrjetit kryesor rrugor kombëtar dhe për funksionet e rregullta të Ministrisë. Përqindja e financimit të buxhetit të shtetit dhe e qeverisë vendore për sigurinë rrugore është shumë e ulët. Dhënia e fondeve të dedikuara për sigurinë ka rëndësi vendimtare për përmirësimin e situatës së sigurisë rrugore në Shqipëri.

Duke ndjekur metodën e përshtatjes së sistemit ekzistues dhe strukturës institucionale të sigurisë rrugore me gjendjen e praktikave ndërkombëtare, vlerësimi përfshin një identifikim të detajuar të nevojave dhe boshllëqeve të përafrimit të legjislacionit shqiptar me direktivat e BE-së, si dhe të praktikave ekzistuese të menaxhimit në fushën e sigurisë rrugore.

Pavarësisht faktit se në Shqipëri infrastruktura rrugore është ndërtuar kohët e fundit, e drejta e kalimit as nuk respektohet dhe as nuk mbrohet nga komunitetet që jetojnë përgjatë korridoreve kryesore rrugore, duke rezultuar në seksione rrugore me rrezik të lartë e më shumë aksidente rrugore. Kuadri ligjor duhet të përditësohet për të zgjidhur kontradiktat midis enteve pronare të rrugëve dhe njësive të qeverisë vendore dhe për të mbrojtur të drejtën e kalimit.

Shqipëria nuk prodhon automjete. Automjetet importohen nga rajone të tjera, kryesisht nga Evropa, më pak nga Azia dhe Shtetet e Bashkuara të Amerikës. Vlerësohet se automjetet e reja përbëjnë vetëm 5% të flotës së automjeteve. Kontrollat teknike të automjeteve kryhen çdo vit, ndërkohë që kontrollat në rrugë konsistojnë kryesisht në kontrollin vizual të automjetit dhe dokumenteve. Rekomandimet për automjete më të sigurta janë të përqëndruara në përmirësimin e kontrolleve në rrugë dhe në transportin e mallrave të rrezikshme.

Një pjesë e madhe e aksidenteve rrugore mund t'i atribuohet sjelljes së rrezikshme të përdoruesve të rrugës, të demonstruar si dhe nga drejtuesit e mjeteve ashtu edhe nga përdoruesit vulnerabël të rrugës. Drejtimi i automjetit me shpejtësi tej normave të lejuara është një ndër sjelljet më të rrezikshme që kanë kontribuar në aksidentet rrugore në vitet e fundit, pavarësisht përpjekjeve për të forcuar zbatimin e masave shtrënguese dhe të pasojave ligjore.

Edukimi për sigurinë rrugore shihet si element thelbësor për përmirësimin e sigurisë rrugore në Shqipëri. Vlerësimi thekson përpjekjet që duhet të bëhen për të përmirësuar sistemin e autoshkollave në përputhje me Direktivat e BE-së, duke e shtrirë edukimin për qarkullimin rrugor në kurrikulat e sistemit shkollor para-universitar, duke

zbatuar projektet e sigurisë rrugore dhe duke organizuar fushata të ndërgjegjësimit publik. Mbetet ende shumë për t'u bërë për të kuptuar më mirë kulturën shqiptare të sigurisë rrugore dhe për të përdorur të dhënat për aksidentet, në mënyrë që të monitorohet rregullisht Strategjia e Sigurisë Rrugore dhe të bëhen studime në mbështetje të politikave të mbështetura në statistika reale.

Bazuar në metodën e sistemit të sigurtë, Shqipëria mund të përmirësojë menaxhimin e sigurisë rrugore duke forcuar koordinimin ndërmjet aktorëve të interesit të sigurisë rrugore dhe ekspertëve në nivel kombëtar dhe vendor [43].

KAPITULLI 3

Fuzzy Logic në MATLAB

3.1. Çfarë është toolbox-i i Fuzzy Logic?

Toolbox-i i Fuzzy Logic është një bashkësi komandash të ndërtuara në MATLAB. Nëpërmjet këtyre komandave krijohen dhe ndryshohen sistemet e vlerësimit fuzzy brenda strukturës së MATLAB, mund të integrohen sistemet fuzzy në simulime me Simulink, si edhe mund të ndërtohen programe C të pavarura që mund të thirren nga sistemet fuzzy të ndërtuara me MATLAB. Ky toolbox mbështetet në një ndërfaqe grafike të përdoruesit (GUI), megjithëse mund të punohet plotësisht edhe nga linja e komandës (command line).

Toolbox-i siguron tri kategori të mjeteve:

- Funksionet e command line
- Mjetet grafike interaktive
- Blloqet simulink dhe shembuj.

Kategoria e parë e mjeteve përbëhet nga funksione që mund të thirren në command line. Shumica e këtyre funksioneve janë M-files MATLAB, bashkësi komandash në MATLAB që implementojnë algoritmet e specializuara të Fuzzy Logic.

Mund të krijohen funksione të reja në MATLAB duke kopjuar dhe riemërtuar file-in M. Gjithashtu, mund të zgjerohet toolbox-i duke shtuar M-files.

Së dyti, toolbox-i siguron një numër mjesh interaktive, që na lejojnë të përdorim shumë funksione nëpërmjet një GUI. Mjetet GUI së bashku sigurojnë një mjedis për dizenjimin, analizën dhe implementimin e sistemit të vlerësimit fuzzy.

Kategoria e tretë e mjeteve është një bashkësi e blloqeve për përdorim me programin simulues Simulink. Ato janë të dizenuara specifikisht për vlerësimin me shpejtësi të lartë të fuzzy logic në mjedisin Simulink.

Toolbox-i i Fuzzy Logic është i fuqishëm për faktin se arsyetimi njerëzor dhe formimi i konceptit lidhen me përdorimin e rregullave fuzzy. Duke siguruar një strukturë sistematike për llogaritjen me rregulla fuzzy, toolbox-i i Fuzzy Logic plotëson fuqinë e arsyetimit njerëzor.

Toolbox-i i Fuzzy Logic është shumë i rëndësishëm në të gjitha aspektet. Ai e bën Fuzzy Logic një mjet efektiv për konceptimin dhe dizenjimin e sistemeve inteligjente.

Toolbox-i i Fuzzy Logic është i lehtë për t'u zotëruar dhe i përshtatshëm për t'u përdorur [3].

3.2 Çfarë mund të bëj toolbox-i i Fuzzy Logic?

Toolbox-i i Fuzzy Logic na lejon të bëjmë gjëra të ndryshme, por gjëja më e rëndësishme është krijimi dhe ndryshimi i sistemeve të vlerësimit fuzzy. Mund të krijohen këto sisteme duke përdorur mjete grafike ose funksionet e command-line. Gjithashtu, ato mund të përgjithësohen automatikisht duke përdorur teknikat adaptive neuro-fuzzy.

Toolbox-i lejon gjithashtu të drejtohen programet C direkt, pa qenë nevoja për Simulink. Kjo realizohet nga motori i vlerësimit fuzzy që lexon sistemet fuzzy të ruajtura në MATLAB. Për shkak të natyrës integruese të mjedisit MATLAB, mund të krijohen mjete për të përdorur toolbox-in e Fuzzy Logic, me toolbox-e të tjera të tilla si: sistemi i kontrollit, rrjetet neurale, toolbox-i i optimizimit etj [3].

3.3 Ndërtimi i sistemeve me toolbox-in e Fuzzy Logic [3], [44]

Ekzistojnë pesë mjete primare GUI për ndërtimin, ndryshimin dhe vrojtimin e sistemeve të vlerësimit fuzzy në toolbox-in e Fuzzy Logic: sistemi i vlerësimit fuzzy ose editorin FIS, editorin i funksioneve të antarësimit, editorin i rregullave, vëzhguesin i rregullave (Rule Viewer) dhe vëzhguesin i sipërfaqes (Surface Viewer). Këto mjete GUI janë të lidhura në mënyrë dinamike. Nëse bëhet një ndryshim në njërin prej tyre, kjo do të ndikojë tek të tjerat. Përveç këtyre pesë mjeteve primare GUI, toolbox-i përfshin editorin grafik ANFIS GUI, i cili përdoret për ndërtimin dhe analizimin e sistemeve neurale adaptive të vlerësimit fuzzy të tipit – Sugeno.



Figura 3. 1 Mjetet primare GUI

Editori FIS trajton numrin e variablave hyrës dhe dalës për sistemin, emrat e tyre etj. Toolbox-i i Fuzzy Logic nuk e kufizon numrin e inputeve. Megjithatë, nëse numri i inputeve është shumë i madh, ose numri i funksioneve të antarësimit është shumë i madh, atëherë mund të jetë e vështirë të analizohet FIS.

Editori i funksioneve të antarësimit përdoret për të përcaktuar format e të gjitha funksioneve të antarësimit shoqëruar me çdo variabël.

Editori i rregullave përdoret për ndryshimin e listës së rregullave që përcaktojnë sjelljen e sistemit.

Vëzhguesi i rregullave përdoret për të shfaqur se cilat rregulla janë aktive, ose si ndikojnë format e funksioneve të antarësimit në rezultatet.

Vëzhguesi i sipërfaqes përdoret për të shfaqur varësinë e një outputi nga një ose dy inpute. Ajo përgjithëson dhe ndërton një sipërfaqe output për sistemin.

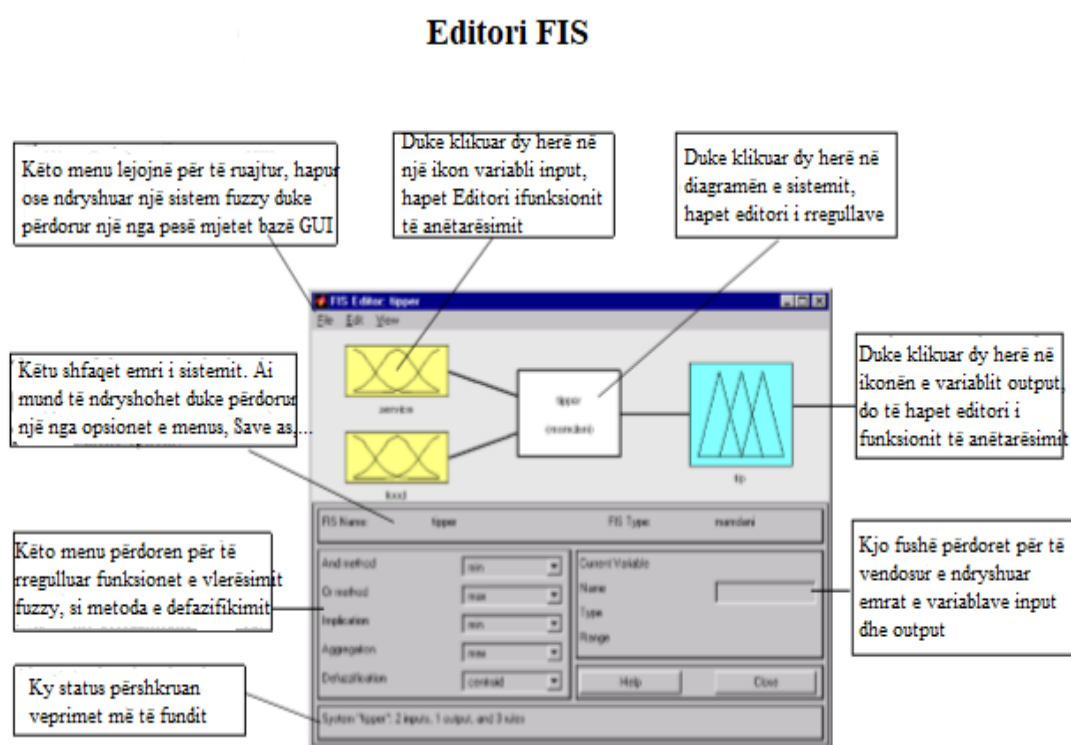


Figura 3. 2 Editori FIS

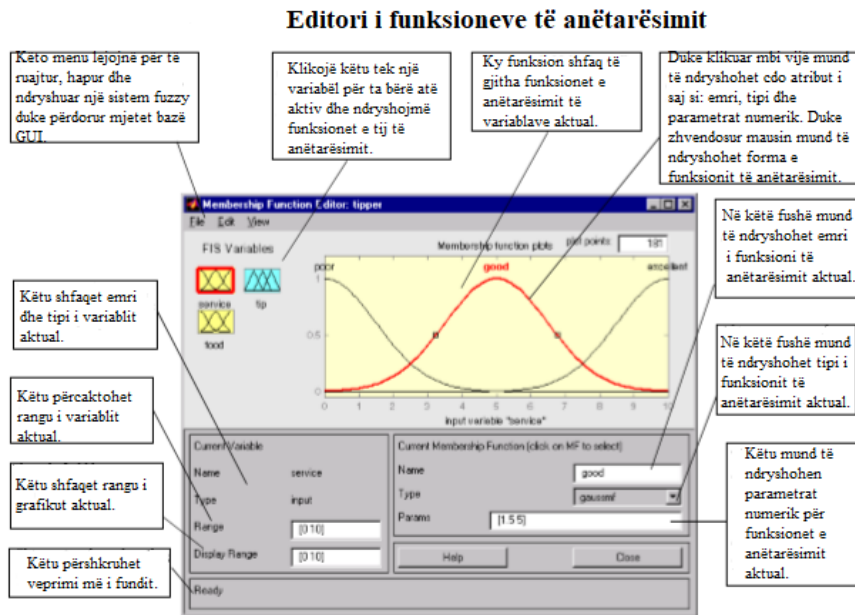


Figura 3. 3 Editori i funksioneve të antarësimit

Editori i funksioneve të antarësimit ka disa tipare të ngjashme me editorin FIS. Në fakt, të gjitha mjetet bazë GUI kanë menu të ngjashme si: vija statusi (status line) dhe butonat **Help** e **Close**. Editori i funksioneve të antarësimit është mjeti që shfaq dhe ndryshon të gjitha funksionet e antarësimit shoqëruar me të gjitha variablat hyrëse (input) dhe dalëse (output) për gjithë sistemin e vlerësimit fuzzy. Në skajin majtas lartë të sipërfaqes së grafikut në editorin e funksioneve të antarësimit, ndodhet një variabël, ku mund të vendosen funksionet e antarësimit për një variabël të dhënë. Për të vendosur funksionet e antarësimit shoqëruar me një variabël hyrës ose dalës për FIS, zgjedhim një variabël FIS në këtë zonë duke klikuar mbi të. Më pas selektohet menuja Edit dhe zgjidhet Add MFs....Do të shfaqet një dritare e re, që lejon të përcaktohet tipi dhe numri i funksioneve të antarësimit shoqëruar me variablin e selektuar. Në të djathtën poshtë të dritares mund të ndryshohet emri, tipi dhe parametrat e funksionit të antarësimit.

Funksionet e antarësimit mund të manipulohen në dy mënyra. Fillimisht me anë të maus-it selektohet një funksion antarësimi i veçantë shoqëruar me një variabël cilësor dhe më pas zhvendoset funksioni i antarësimit nga njëra anë në tjetrën.

Editori i rregullave

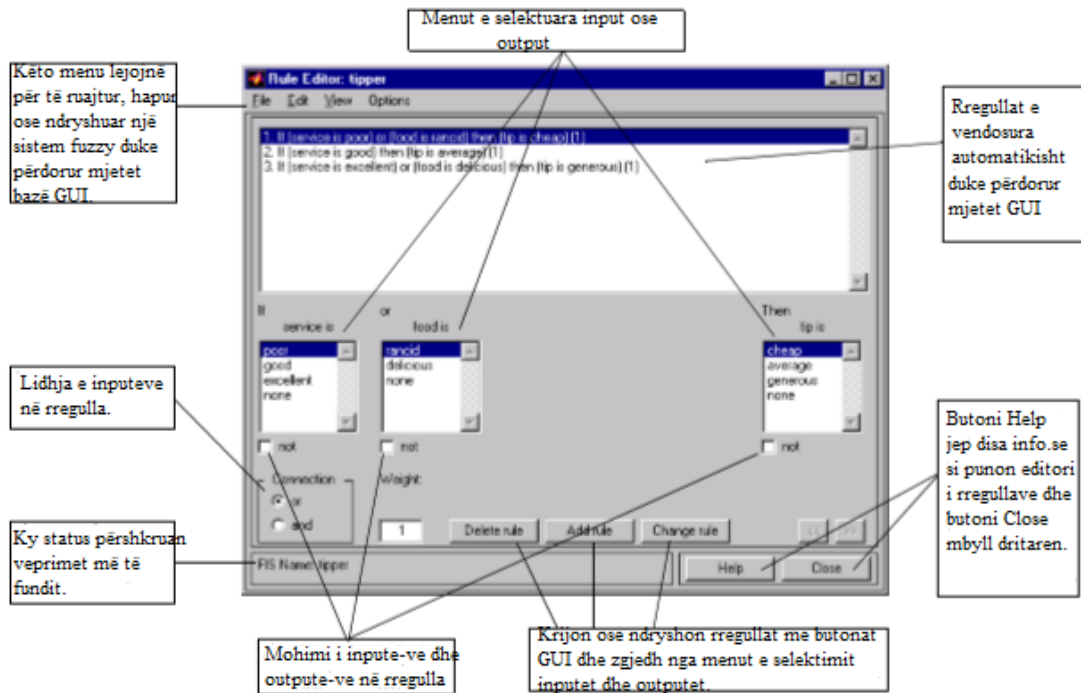


Figura 3. 4 Editori i rregullave

Bazuar në përshkrimet e variablave input dhe output të përcaktuara me Editorin FIS, editorin e rregullave lejon automatikisht ndërtimin e rregullave, duke klikuar dhe selektuar një artikull në çdo kuti variabli input, një artikull në çdo kuti variabli output dhe një artikull lidhje. Duke zgjedhur *none* përjashtohet variabli nga rregulli i dhënë. Duke zgjedhur *not* poshtë çdo emri variabli do të mohohet cilësia e shoqëruar. Rregullat mund të ndryshohen, fshihen ose shtohen duke klikuar në butonin e përshtatshëm. Editori i rregullave ka gjithashtu disa pika referimi familjare, të ngjashme me editorin FIS dhe editorin e funksioneve të antarësimit, duke përfshirë *menu bar* dhe *status line*.

Vëzhguesi i rregullave

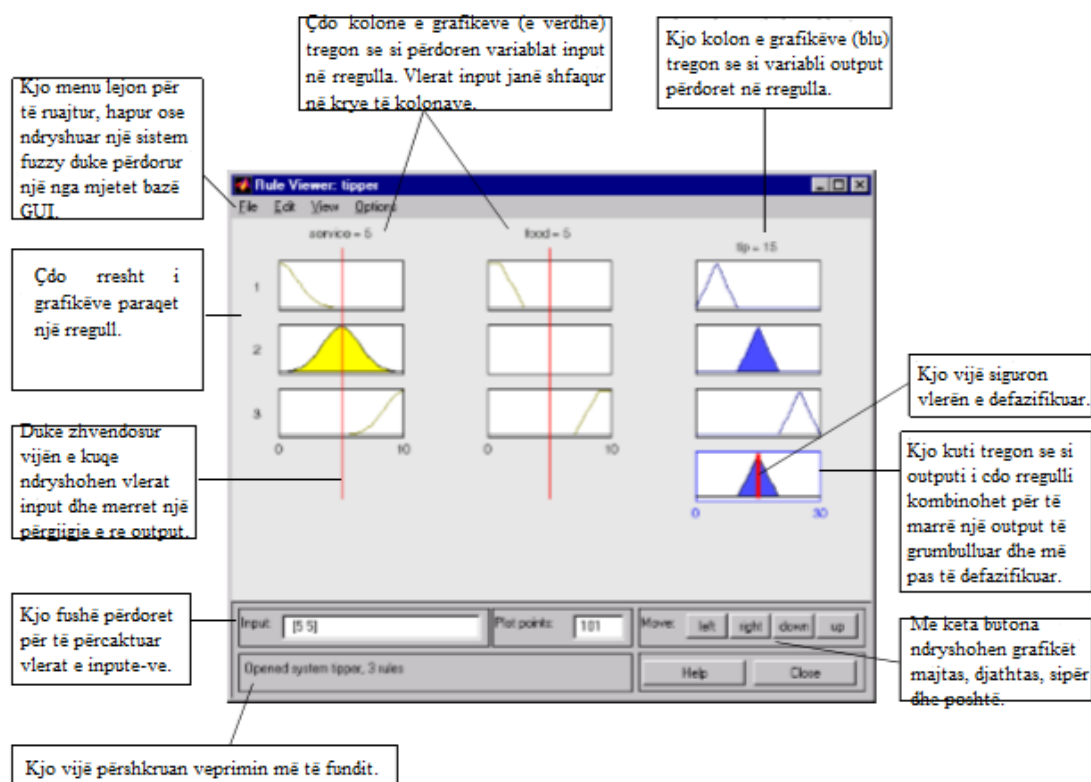


Figura 3. 5 Vëzhguesi i rregullave

Vëzhguesi i rregullave paraqet një udhëzues të gjithë procesit të vlerësimit fuzzy. Ai paraqitet si një dritare e vetme me 10 grafikë të vegjël të mbivendosur në të. Tri grafikët e vegjël në krye të figurës paraqesin kushtin dhe përfundimin e rregullit të parë. Dy kolonat e para të grafikëve (gjashtë grafikët e verdhë) tregojnë funksionet e antarësimit të cituara nga kushti, ose pjesa *if* (nëse) e çdo rregulli. Kolona e tretë e grafikëve (tre grafikët blu) tregon funksionet e antarësimit të cituara nga përfundimi, ose pjesa *then* (atëherë) e çdo rregulli. Nëse klikohet njëherë në numrin e një rregulli, rregulli korrespondues do të shfaqet në butonin e figurës.

Vëzhguesi i rregullave përmban dhe funksione të njohura si: *status line* dhe *menu bar*. Poshtë djathtas ndodhet një fushë tekst në të cilën mund të futen vlera specifike të input-it. Për sistemin me dy inpute, për shembull mund të përcaktohet vektori input [7, 8], dhe më pas klikohet në **Input**. Gjithashtu, këto vlera input mund të përshtaten duke klikuar kudo në ndonjë nga tre grafikët e çdo inputi. Kjo do të lëviz vijën e kuqe horizontalisht, në pikën ku klikohet. Po ashtu, mund të klikohet dhe zhvendoset vija e kuqe për të ndryshuar vlerat e variablave input.

Vëzhguesi e rregullave lejon të interpretohet procesi i vlerësimit fuzzy në tërësi. Ai tregon se si forma e funksioneve të antarësimit ndikon në rezultatin e përgjithshëm. Vëzhguesi i rregullave paraqet një llogaritje në kohë dhe në detaje të mëdha. Në këtë kuptim, ai paraqet një renditje të pamjes së sistemit të vlerësimit fuzzy.

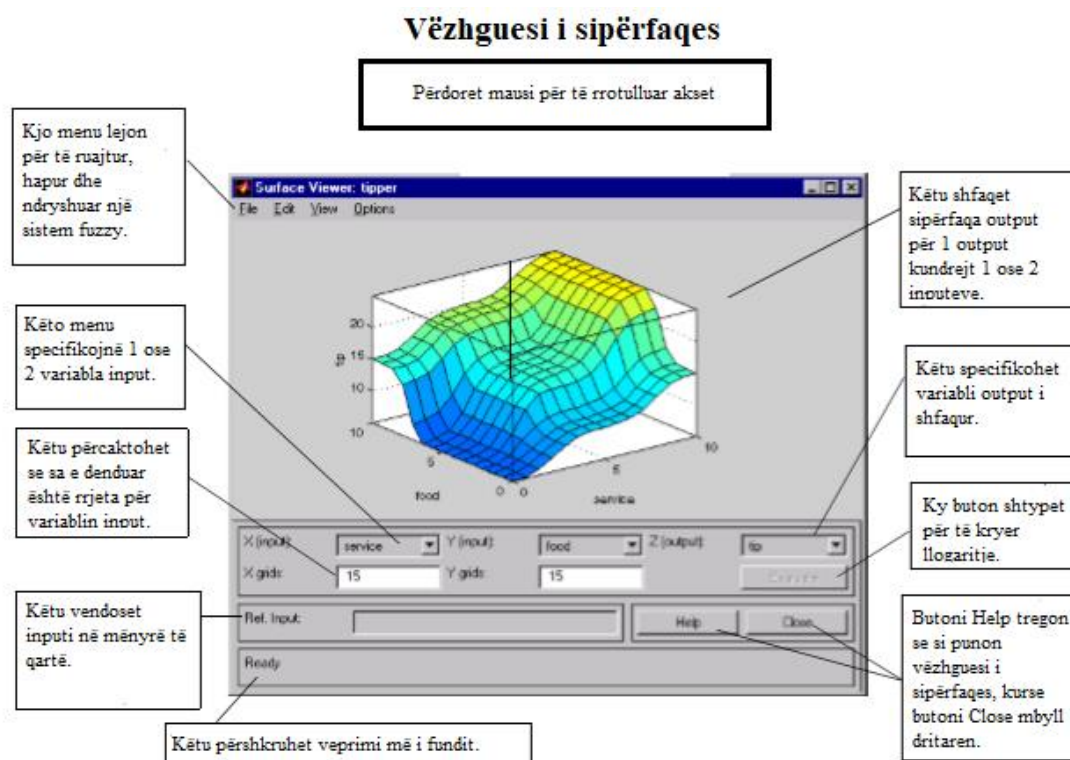


Figura 3. 6 Vëzhguesi i sipërfaqes

Me hapjen e vëzhguesit të sipërfaqes, prezantohemi kështu me një kurbë dy-dimensionale që përfaqëson pasqyrimin nga inputi tek outputi. Kur kemi të bëjmë me rastin e një-inputi dhe një-outputi, mund të shohim të gjithë hartën në një grafik të vetëm. Sistemet dy-input dhe një-output funksionojnë gjithashtu më së miri, pasi ata gjenerojnë grafikë tre-dimensional, për të cilët MATLAB është perfekt. Kur shkohet përtej dimensioneve 3D të përgjithësuara, fillohet të ndeshen probleme në shfaqjen e rezultateve. Prandaj vëzhguesi i sipërfaqes është i pajisur me një menu pop-up, që lejon të zgjidhen çdo dy inpute dhe çdo një-output për grafikun. Poshtë menuse pop-up janë dy dritare të vogla të futjes së tekstit që lejojnë të përcaktohen se sa vija të rrjetës së boshtit x dhe boshtit y dëshirohen të përfshihen. Kjo lejon prezencën e një llogaritjeje të arsyeshme për problemet komplekse. Klikimi i butonit **Evaluate** fillon llogaritjen dhe grafiku ndërtohet menjëherë pasi është bërë llogaritja. Për të ndryshuar boshtin x ose y në boshtin koordinativ, pasi është shfaqur sipërfaqja, thjeshtë ndryshohet teksti

në dritaren e duhur dhe klikohet ose **X-grids** ose **Y-grids**, sipas tekstit të dritares që nevojitet të ndryshohet. Vëzhguesi i sipërfaqes ka një aftësi speciale që është shumë ndihmuese në rastet me dy (më shumë) inpute dhe një output: mund të selektohen boshtet dhe të ripozicionohen ato për të marrë një pamje tre dimensionale të të dhënave. Fusha **Ref.Input** përdoret në situatat kur ka më shumë inpute të kërkuara nga sistemi sesa sipërfaqja prezente. Supozohet se kemi një sistem me katër inpute e një output dhe dëshirohet të shihet sipërfaqja output. Vëzhguesi i sipërfaqes mund të gjenerojë një sipërfaqe output tre-dimensionale ku ndonjë nga dy inputet ndryshon, por dy inpute duhet të mbahen konstant sepse kompjuteri nuk mund të shfaq një formë pesë-dimensionale. Në një rast të tillë inputi do të jetë një vektor katër-dimensional me NaNs, i cili përmban inputet që ndryshojnë ndërsa vlerat numerike janë vlerat që mbeten të fiksuara.

3.4 Rrjetet neurale fuzzy

3.4.1 Çfarë janë rrjetet neurale fuzzy?

Rrjeti neural fuzzy (Fuzzy Neural Network FNN) është një sistem inteligjent hibrid që zotëron aftësitë e rregullimit dhe përpunimit të informacionit. Modelet FNN kanë shumë aplikime, për shembull: në modelimin e sistemit, analizat e besueshmërisë së sistemit, njohjen e modelit, inxhinieri etj [45].

3.4.2 Pse studiohen rrjetet neurale fuzzy?

Rrjetet neurale përdoren shpesh për analiza statistikore dhe modelimin e të dhënave, ku roli i tyre perceptohet si një alternativë për të standardizuar regresionin jolinear ose teknikat e analizës grumbull (cluster). Prandaj, ato përdoren në problemet që merren me klasifikimin dhe parashikimin. Disa shembuj përfshijnë imazhin, njohjen e të folurit, njohjen e karakterit tekst dhe fushat e studimeve njerëzore si: diagnoza mjekësore, studime gjeologjike dhe parashikimi i treguesve financiar të marketeve.

Neuroshkencëtarët dhe psikologët i përdorin rrjetet neurale fuzzy si modele llogaritëse për trurin e kafshëve. Neuronet artificiale që përdorin modelet lidhëse, shpesh specifikojnë versionet e homologëve biologjikë të tyre dhe shumë neuroshkencëtarë janë mosbesues rreth fuqisë themelore të këtyre modeleve, duke insistuar që duhen më tepër detaje për të shpjeguar funksionin e trurit.

Shkencëtarët dhe matematicienët janë tërhequr drejt studimit të rrjeteve neurale duke pasur interes në sistemet dinamike jolineare, mekanikat statistikore dhe teorinë automatike. Është detyrë e matematikanëve të aplikuar për të zbuluar dhe formalizuar vetitë e sistemeve të reja duke përdorur mjete të zbatuara më parë në fusha të tjera të shkencës.

Rrjetet neurale artificiale mund të mendohen si modele të specifikuara të rrjeteve të neuroneve që ndodhen natyrshëm në trurin e kafshëve. Nga pikëpamja biologjike kërkesa bazë për një rrjet neural është që duhet përpjekje për të kuptuar se cilat janë tiparet themelore të procesimit të informacionit të “rrjetit” real korrespondues. Për një inxhinier, kjo korrespondencë nuk është shumë e rëndësishme dhe rrjetet ofrojnë një formë alternative të llogaritjes paralele që mund të jetë më e përshtatshme për zgjidhjen e detyrave me dorë [46].

3.4.3 Klasifikimi i rrjeteve neurale fuzzy [45]

Modelet FNN klasifikohen në tre tipe kryesore:

1. FNN-të e bazuara në operatorët fuzzy
2. Rrjetet neurale të fazifikuara
3. Rrjetet e vlerësimit fuzzy.

1. Rrjetet neurale fuzzy me operatorë fuzzy

FNN-të e bazuara në operatorët fuzzy janë studiuar fillimisht nga Lee në vitin 1970. Këto FNN u bënë fokusi i kërkimit në rrjetet neurale që kur Kosko futi operatorët fuzzy ' $\vee$ ' dhe ' $\wedge$ ' në kujtesën shoqëruese për të përcaktuar kujtesën shoqëruese fuzzy (fuzzy associative memory FAM) në 1987. Një FAM është një FNN e modifikuar, informacioni i të cilës rrjedh nga shtresa input në shtresën output. Ai zotëron aftësinë e renditjes dhe kujtesës së informacionit fuzzy dhe modeleve fuzzy. Kërkimi në FAM-et, duke përfshirë dizenjimin topologjik të arkitekturës së tyre, për zgjidhjen e operatorëve fuzzy për përcaktimin e operatorëve të brendshëm, algoritmet e mësimi etj, tërheqin shumë vëmendje. Arritjet e lidhura me FAM-et kanë gjetur shumë zbatime për shembull, në njohjen e modelit, klasifikimin e tij, analizat e sistemit, procesimin e sinjalit etj.

Teoria e rezonancës adaptive (Adaptive resonance theory ART) është një model neural efektiv i procesimit të informacionit njerëzor.

Kërkimi i lidhur me ART fuzzy fokusohet në karakteristikat e klasifikimit dhe zbatimet për të modeluar njohjen e të gjitha llojeve të fushave të aplikuara.

Një tjetër rast i rëndësishëm i FNN i bazuar në operatorët fuzzy është një përgjigje (feed-back) e FNN-së. Ajo imiton trurin njerëzor në kuptimin e botës objektive, që është një procedurë e vetpërmirësimit të vazhdueshëm.

2. Rrjetet neurale të fazifikuar

Një rrjet neural i fazifikuar nënkupton që input-et, output-et dhe peshat e lidhjes të FNN-ve janë të gjitha bashkësi fuzzy, të cilat mund të shihen si një sistem fuzzy. Nëpërmjet lidhjeve të brendshme midis bashkësive fuzzy të një rrjeti neural të fazifikuar, një input fuzzy mund të përcaktojë një output fuzzy. Një nga klasat më të rëndësishme të rrjeteve neurale të fazifikuar është klasa e rregullt FNN. Për një FNN të rregullt, arkitektura topologjike është identike me një nga rrjetet neurale të zakonshme korresponduese dhe veprimet e brendshme bazohen në matematikën fuzzy.

3. Rrjetet e vlerësimit fuzzy

Sistemi i vlerësimit fuzzy mund të simulojë dhe realizojë gjuhën natyrale dhe mekanikën e vlerësimit logjik. Një rrjet vlerësimi fuzzy është një rrjet shumështrësor, nëpërmjet të cilit një sistem fuzzy mund të shprehet si një lidhje input-output e një sistemi neural. Kështu, një sistem fuzzy dhe rrjeti i tij i vlerësimit fuzzy korrespondues janë funksionalisht ekuivalente. Rrjetet e vlerësimit fuzzy mund të trajtojnë të gjitha llojet e informacionit, duke përfshirë informacionin gjuhësor dhe informacionin e të dhënave. Prandaj, ato mund të zbatohen me sukses në përpunimin e zhurmës së imazhit, klasifikimin dhe dedektimin e zhurmës, modelimin e sistemit në mjedisin e zhurmave etj. Teorikisht kërkimi në rrjetet e vlerësimit fuzzy fokusohet kryesisht në tri pjesë:

Së pari, dizajnohet një rrjet neural për të realizuar një sistem fuzzy, kështu që arkitektura e rrjetit duhet të jetë sa më e thjeshtë të jetë e mundur.

Së dyti, ndërtohen disa algoritme mësimi të përshtatshme, kështu që peshat lidhëse rregullohen në mënyrë të rastësishme për të vendosur kushtet dhe përfundimet e përshtatshme të bashkësive fuzzy.

Së treti, brenda një strukture të përgjithshme studiohen rrjetet e vlerësimit fuzzy, të cilët bazohen në disa defazifikues të përgjithshëm. Defazifikimi konsiston në objektin më të rëndësishëm për të studiuar rrjetet e vlerësimit fuzzy.

3.5 ANFIS dhe Editori ANFIS GUI

3.5.1 Çfarë është ANFIS?

Funksioni *anfis* dhe editori ANFIS GUI në toolbox-in e Fuzzy Logic zbatojnë teknikat e vlerësimit fuzzy për modelimin e të dhënave.

Akronimi ANFIS rrjedh nga emri i tij *adaptive neuro-fuzzy inference system*. Duke përdorur një bashkësi të dhënash input/output funksioni *anfis* i toolbox-it ndërton një sistem vlerësimi fuzzy (FIS), parametrat e funksioneve të antarësimit të të cilit rregullohen duke përdorur një algoritëm të vetëm. Modeli i përdorur nga *anfis* është i ngjashëm me shumë teknika identifikimi të sistemeve.

Së pari, supozohet një strukturë modeli e parametrizuar (duke lidhur input-et dhe output-et me funksionet e antarësimit përkatëse me anë të rregullave). Më pas, mbledhen të dhënat input/output në një formë që të jenë të përdorshme nga *anfis* për t'u trajnuar. Në vijim, mund të përdoret *anfis* për të trajnuar modelin FIS, duke eliminuar të dhënat që merren nëpërmjet modifikimit të parametrave sipas një kriteri të zgjedhur gabimisht.

Në përgjithësi, ky tip modelimi punon mirë nëse të dhënat e paraqitura në *anfis* për trajnimin (vlerësimin) e parametrave të funksioneve të antarësimit janë plotësisht përfaqësues të tipareve të të dhënave që FIS ka për qëllim të modelojë. Në disa raste, të dhënat e mbledhura përdorin matjet e zhurmave dhe trajnimi i tyre nuk mund të jetë përfaqësues i të gjitha tipareve të të dhënave që paraqiten nga modeli. Kjo ndodh kur hyn në lojë *miratimi i modelit* [3].

3.5.2 Miratimi (Validimi) i modelit duke përdorur kontrollin dhe testimin e bashkësive të të dhënave.

Miratimi i modelit është procesi me anë të cilit vektorët input nga bashkësitë e të dhënave input/output, paraqiten në modelin e trajnuar FIS, për të parë sesa mirë modeli FIS parashikon vlerat e output-ve të bashkësive të të dhënave korresponduese. Kjo realizohet me editorin ANFIS GUI duke përdorur të ashtuquajturin *testimi i bashkësisë së të dhënave*. Mund të përdoret gjithashtu një tjetër tip i bashkësisë së të dhënave për miratimin e modelit në *anfis*. Ky tip i referohet *kontrollit të bashkësisë së të dhënave*. Kur kontrolli i të dhënave paraqitet në *anfis* si edhe trajnimi i të dhënave,

modeli FIS përzgjidhet për të pasur parametrat e shoqëruar me gabimin minimal të modelit të kontrollit të të dhënave.

Një problem me miratimin e modelit për modelet e ndërtuara duke përdorur teknikat adaptive është selektimi i bashkësisë së të dhënave. Nëse numri i të dhënave të mbledhura është i madh, mund të përmbahen të gjitha tiparet e nevojshme përfaqësuese, kështu që procesi i përzgjedhjes së bashkësisë së të dhënave për kontrollin dhe testimin bëhet më lehtë. Megjithatë, nëse bëhet edhe paraqitja e matjeve të zhurmave të modelit, është e mundur që trajnimi i bashkësisë së të dhënave nuk do të përfshijë të gjitha tiparet përfaqësuese të modelit që duam [3].

3.5.3 Kufizimet e *anfis*

Anfis është më kompleks sesa sistemet e vlerësimit fuzzy të diskutuara më parë dhe nuk është i përshtatshëm për të gjitha opsionet e sistemit të vlerësimit fuzzy.

Specifikisht, *anfis* mbështet vetëm sistemet e tipit Sugeno të cilët gëzojnë vetitë e mëposhtme:

- Janë sisteme të tipit Sugeno të rendit zero ose të parë.
- Kanë vetëm një output, që merret duke përdorur defazifikimin mesatar të peshuar. Të gjitha funksionet e antarësimit për output-in duhet të kenë të njëjtën formë dhe duhet të jenë linear ose konstant.
- Asnjë rregull nuk shfaqet. Numri i funksioneve të antarësimit për output-in duhet të jetë i njëjtë me numrin e rregullave.
- Kanë peshë njësi për çdo rregull [3].

3.5.4 Editori ANFIS GUI [3]

Për të hapur editorin ANFIS GUI, shtypim *anfisedit*.

GUI e mëposhtme do të shfaqet në ekran.

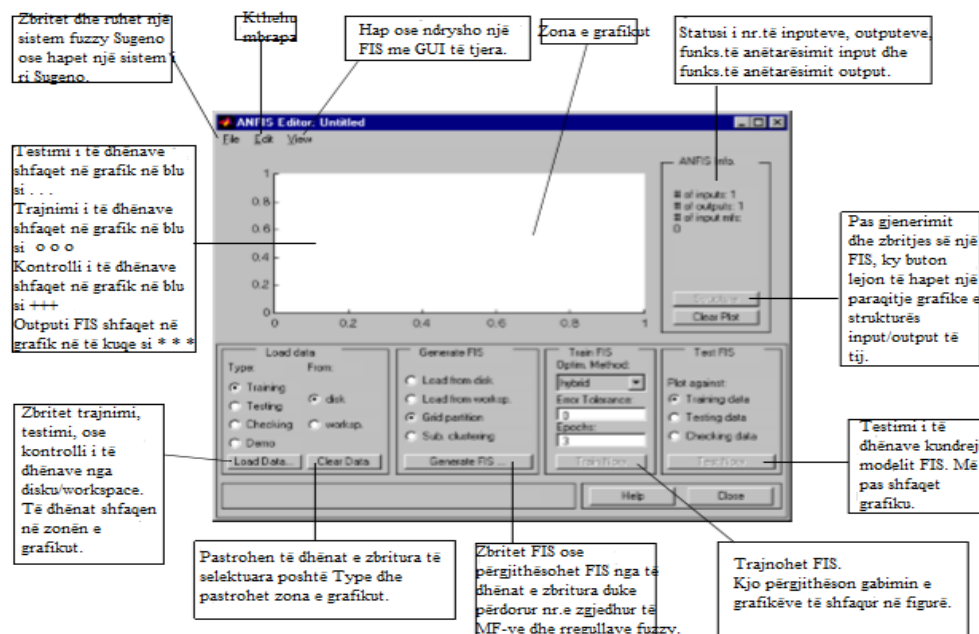


Figura 3. 7 Editori i ANFIS

Nga kjo GUI mund të realizohen:

- Zbritja e të dhënave (trajnimi, testimi dhe kontrolli) duke selektuar butonat e përshtatshëm në **Load data** të GUI. Të dhënat e zbritura paraqiten në zonën e grafikut.
- Gjenerohet një model FIS fillestar ose zbritet një model FIS fillestar duke përdorur optionet në **Generate FIS** të GUI.
- Struktura e modelit FIS mund të gjenerohet ose zbritet duke klikuar në butonin **Structure**.
- Zgjidhet metoda e optimizimit për parametrat e modelit FIS.
- Zgjidhet numri i periudhave të trajnimit dhe toleranca e gabimit të trajnimit.
- Trajnohet modeli FIS duke klikuar në butonin **Train**.

Ky trajnim rregullon parametrat e funksioneve të antarësimit dhe ndërton grafikun e gabimit të trajnimit në zonën e grafikut.

- Paraqitet output-i i modelit FIS kundrejt trajnimit, kontrollit ose testimit të të dhënave output, duke klikuar në butonin **Test Now**.

Ky funksion ndërton të dhënat e testuara kundrejt output-it FIS në zonën e grafikut.

Gjithashtu, mund të përdoret *menu bar* e editorit ANFIS GUI për të zbritur e ruajtur një FIS të trajnuar, për të hapur një sistem të ri Sugeno ose për të hapur ndonjë GUI tjetër për interpretimin e modelit FIS të trajnuar.

3.5.5 Formalitetet e të dhënave dhe editorin ANFIS GUI: Kontrolli dhe Trajnimi.

Për të filluar trajnimin e një FIS-i duke përdorur anfis ose editorin ANFIS GUI, fillimisht nevojitet një bashkësi të dhënash të trajnimit që përmbajnë të dhënat input/output të dëshiruara. Ndonjëherë nevojitet ndonjë bashkësi të dhënash opsionale të testimit që mund të kontrollojë aftësinë e përgjithësimit të sistemit të vlerësimit fuzzy që rezulton, ose një bashkësi të dhënash të kontrollit që ndihmon me përshtatshmërinë e modelit gjatë trajnimit. Përshtatshmëria llogaritet nga testimi i FIS-it të trajnuar në të dhënat e trajnimit kundrejt të dhënave të kontrollit dhe zgjedhjes së parametrave të funksioneve të antarësimit të shoqëruara me një gabim minimal të kontrollit [3].

3.5.6 Editori ANFIS GUI, shembull: Kontrolli i të dhënave ndihmon miratimin e modelit [3]

- **Zbritja e të dhënave**

Zbritten bashkësitë e të dhënave të trajnimit (*fuzex1trnData* dhe *fuzex2trnData*) dhe bashkësitë e të dhënave të kontrollit (*fuzex1chkData* dhe *fuzex2chkData*) në editorin ANFIS GUI nga hapësira e punës (workspace). Gjithashtu, mund të përdoren bashkësitë tona në vend të tyre.

Për të zbritur këto bashkësi të dhënash nga direktoria *fuzzydemos* në MATLAB, përzgjedhim:

```
load fuzex1trnData.dat
```

```
load fuzex2trnData.dat
```

```
load fuzex1chkData.dat
```

```
load fuzex2chkData.dat
```

nga linja e komandave (Command line).

Hapet editorin ANFIS GUI duke shtypur *anfisedit*. Për të zbritur bashkësinë e të dhënave të trajnimit, klikojmë **Training, worksp.** dhe më pas klikojmë *Load data...*

Shfaqet dritarja e vogël GUI ku vendoset emri i variablit nga workspace.

Pasi zgjedhet *fuzex1trnData*, shfaqet dritarja e mëposhtme:



Figura 3. 8 Dritarja GUI ku vendoset emri i variablit

Të dhënat e trajnimit shfaqen si një bashkësi rrathësh në GUI.

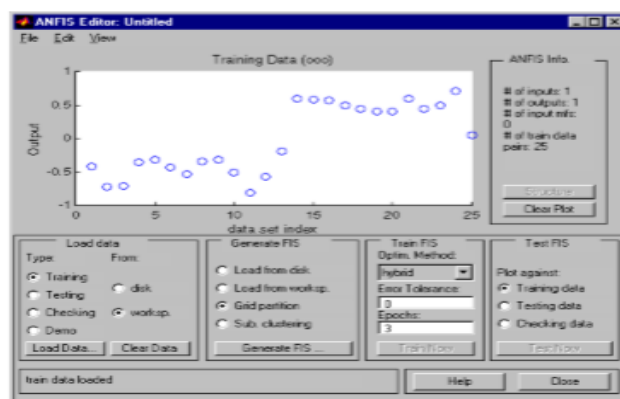


Figura 3. 9 Trajnimi i të dhënave

Në boshtin horizontal vendoset indeksi i **bashkësisë së të dhënave**. Ky indeks tregon rreshtin nga i cili vrojtohen vlerat e të dhënave input. Më pas klikohet **Checking** në kolonën **Type** të **Load data** për të zbritur *fuzex1chkData* nga workspace. Këto të dhëna shfaqen në grafikun GUI si *pluse* të mbivendosur në të dhënat e trajnimit.

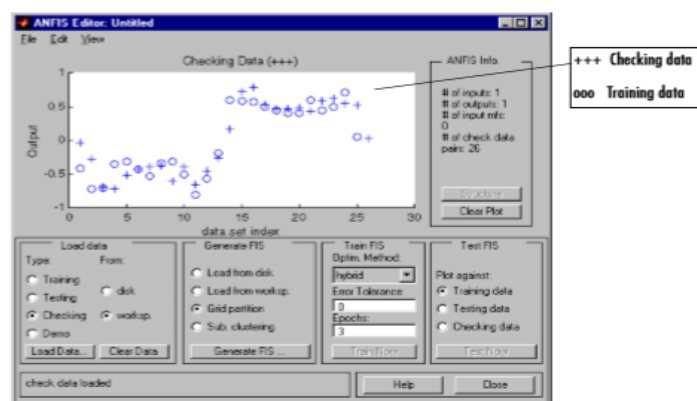


Figura 3. 10 Trajnimi dhe kontrolli i të dhënave

Kjo bashkësi të dhënash përdoret për të trajnuar një sistem fuzzy duke rregulluar parametrat e funksioneve të antarësimit që modelojnë më mirë këto të dhëna.

- **Inicializimi dhe përgjithësimi i FIS**

Për të inicializuar një FIS duke përdorur *anfis* vepronhet:

1. Zgjidhet **Grid partition**, metodat e pacaktuara të ndarjes.
2. Klikohet në butonin **Generate FIS**. Do të shfaqet një menu ku mund të përcaktohet numri i funksioneve të antarësimit dhe tipi i funksioneve të antarësimit input ose output. Theksohet se janë vetëm dy zgjedhje për funksionet e antarësimit output: konstant dhe linear. Ky kufizim është sepse *anfis* vepron vetëm me sistemet e tipit Sugeno.

Përcaktohet numri dhe tipi i funksioneve të antarësimit dhe klikohet **OK**.

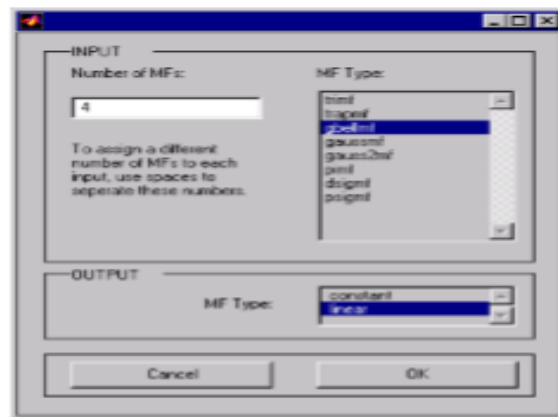


Figura 3. 11 Përcaktimi i numrit dhe tipit të funksioneve të antarësimit

Gjithashtu, mund të implementohet ky përgjithësim i FIS nga Command line duke përdorur komandën *genfis1* ose *genfis2*.

- **Specifikimi i funksioneve tona të antarësimit për ANFIS**

Mund të zgjedhim funksionet tona të preferuara të antarësimit me parametra specifik të përdorura nga *anfis* si një FIS fillestar për trajnim.

Për të përcaktuar strukturën e FIS-it tonë dhe parametrat veprohet:

1. Hapet menu-ja **Edit membership functions** nga menu-ja **View**.
2. Shtohen funksionet e antarësimit që duam.
3. Selektohet **Edit rules** në menun **View**. Përdoret editor i rregullave për t'i përgjithësuar ato.
4. Selektohet **Edit FIS Properties** nga menu-ja **View**. I vendoset emri FIS-it dhe ruhet në workspace ose disk.
5. Përdoret menu-ja **View** për t'u kthyer në editorin ANFIS GUI për të trajnuar FIS.

- **Struktura e FIS**

Pas përgjithësimit të FIS, mund të shihet struktura e modelit duke klikuar në butonin **Structure** në mes të anës së djathtë të GUI. Një GUI e re shfaqet si më poshtë:

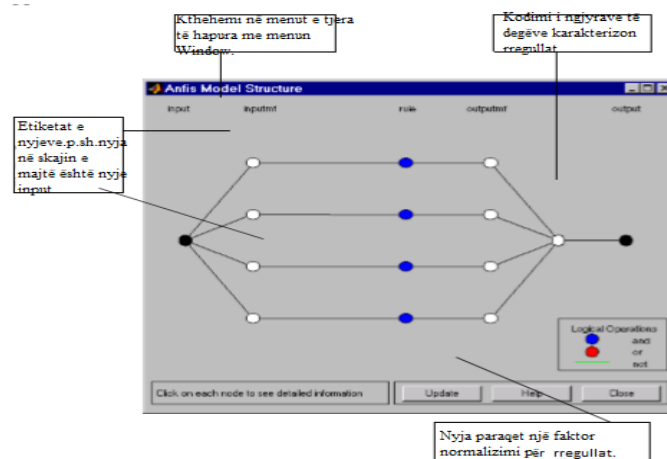


Figura 3. 12 Struktura e Anfis

Degët në këtë grafik nyjesh kodohen me ngjyra nëse përdoren ose jo (*and*, *not*, *or*) në rregulla. Duke klikuar në nyje shfaqet informacioni rreth strukturës. Mund të shihen funksionet e antarësimit ose rregullat duke hapur editorin e funksioneve të antarësimit ose editorin e rregullave nga menu-ja **View**.

- **Trajnimi ANFIS**

Dy metodat e optimizimit të parametrave *anfis* të disponueshme për trajnimin FIS janë: **hybrid** dhe **backpropa**. Toleranca e gabimit përdoret për të përcaktuar një kriter ndalimi për trajnimin, i cili lidhet me përmasat e gabimit. Trajnimi ndalohet kur gabimi i të dhënave të trajnuara mbetet brenda kësaj tolerance.

Për trajnimin *anfis* ndiqen këto hapa:

1. Zgjidhet metoda e optimizimit, për shembull **hybrid**.
2. Zgjidhet bashkësia e numrit të periudhave të trainimit, për shembull 40, poshtë listës **Epochs** në GUI.
3. Selektohet **Train Now**.

Do të përftohet figura e mëposhtme:

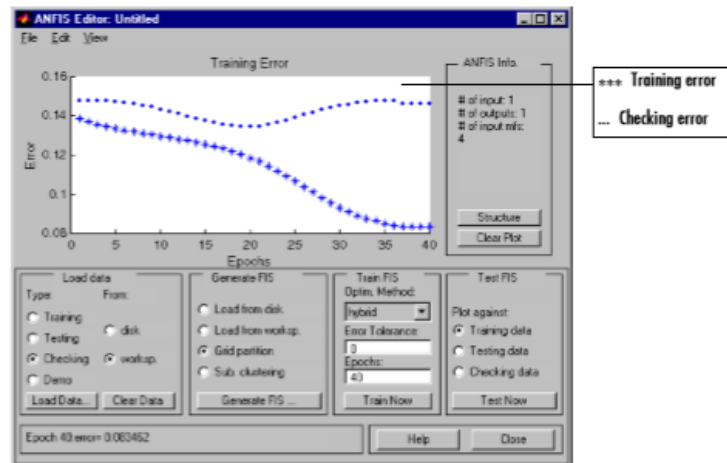


Figura 3. 13 Trajnimi dhe kontrolli i gabimit

Theksohet që gabimi i kontrollit zvogëlohet deri në një pikë qendrore gjatë trajnimit dhe më pas rritet. *Anfis* zgjedh parametrat e modelit shoqëruar me gabimin minimal të kontrollit.

- **Testimi i të dhënave kundrejt FIS-it të trajnuar**

Për të testuar FIS-in kundrejt të dhënave të kontrollit, klikohet në **Checking data** në **Test FIS** të GUI dhe klikohet **Test Now**.

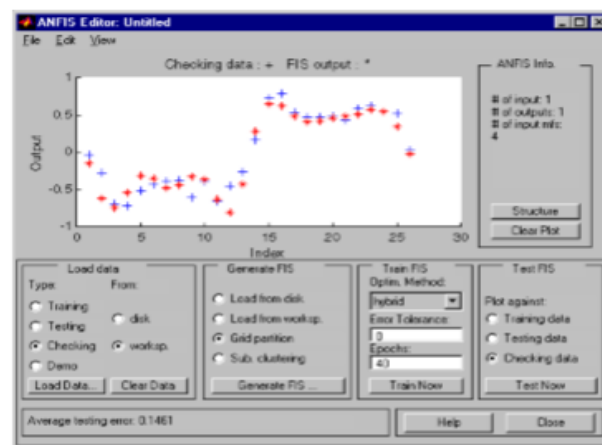


Figura 3. 14 Testimi i të dhënave

3.5.7 Më tepër për ANFIS dhe editorin ANFIS GUI [3]

3.5.7.1 Trajnimi i të dhënave

Trajnimi i të dhënave, *trnData*, është një argument i kërkuar në *anfis*, sa edhe në editorin ANFIS GUI. Çdo resht i *trnData* fillon me një vektor input dhe ndiqet nga një vlerë output. Prandaj, numri i reshtave i *trnData* është i barabartë me numrin e të dhënave

të trajnuara dhe meqë është vetëm një output, numri i kolonave i *trnData* është i barabartë me numrin e inpute-ve +një.

3.5.7.2 Struktura FIS e inputeve

Struktura FIS e inpute-ve, *fismat*, mund të vrojtohet edhe nga një editor fuzzy: editor i FIS, editor i funksioneve të antarësimit dhe editor i rregullave nga editor i ANFIS GUI (i cili lejon një strukturë FIS të zbritet nga disku ose workspace), ose nga funksioni i command line, *genfis1* (për të cilin nevojitet vetëm numri dhe tipi i funksioneve të antarësimit). Struktura FIS përmban strukturën e modelit (e cila specifikon numrin e rregullave në FIS, numrin e funksioneve të antarësimit për çdo input etj) dhe parametrat e tij (të cilët specifikojnë formën e funksioneve të antarësimit). Ekzistojnë dy metoda që *anfis* i përdor për përcaktimin e parametrave të funksioneve të antarësimit: *backpropagation* që përdoret për të gjithë parametrat dhe një metod *hybrid* që konsiston në *backpropagation* për parametrat e shoqëruar me funksionet e antarësimit të inpute-ve dhe vlerësimin e katrorëve më të vegjël për parametrat e shoqëruar me funksionet e antarësimit të output-it.

Theksohet që *genfis1* siguron një strukturë FIS që bazohet në një numër të fiksuar të funksioneve të antarësimit.

3.5.7.3 Struktura FIS e output-it për trajnimin e të dhënave

fismat1 është struktura FIS e output-it që korrespondon me një gabim minimal trajnimi. Kjo është struktura FIS që përdoret për të paraqitur sistemin fuzzy kur nuk ka asnjë të dhënë të kontrolluar të përdorur për mosmiratimin e modelit. Këto të dhëna paraqesin gjithashtu strukturën FIS që ruhet në editorin ANFIS GUI kur nuk përdoret kontrolli i të dhënave. Kur përdoret kontrolli i të dhënave, output-i i ruajtur shoqërohet me gabim minimal të kontrollit.

3.5.7.4 Gabimi i trajnimit

Gabimi i trajnimit është diferenca midis vlerës së output-it të të dhënave të trajnimit dhe output-it të sistemit të vlerësimit fuzzy që korrespondon me vlerën e input-it të të dhënave të trajnimit. *fismat1* është struktura FIS kur gabimi i trajnimit është minimal.

3.5.7.5 Kontrolli i të dhënave

Kontrolli i të dhënave, *chkData*, përdoret për testimin e aftësive përgjithësuese të sistemit të vlerësimit fuzzy në çdo periudhë. Kontrolli i të dhënave ka të njëjtin format

me trajnimin e të dhënave dhe elementët e tij janë përgjithësisht të ndryshëm nga të dhënat e trajnimit.

Kontrolli i të dhënave është i rëndësishëm kur numri i inpute-ve është i madh.

Përdorimi i gabimit minimal të kontrollit të të dhënave për të përcaktuar parametrat e funksioneve të antarësimit supozon:

- Kontrolli i të dhënave është i ngjashëm mjaftueshëm me trajnimin e të dhënave, kështu që gabimi i kontrollit të të dhënave do të zvogëlohet kur fillon trajnimi.
- Gabimi i kontrollit të të dhënave rritet në disa pika gjatë trajnimit, pas të cilit ndodh përshtatja e të dhënave.

3.5.7.6 Gabimi i kontrollit

Gabimi i kontrollit është diferenca midis vlerës së output-it të të dhënave të kontrollit dhe output-it të sistemit të vlerësimit fuzzy që korrespondon me të njëjtën vlerë të input-it të të dhënave të kontrollit. Gabimi i kontrollit *chkError* regjistron RMSE për të dhënat e kontrollit në çdo periudhë. *fismat2* është struktura FIS kur gabimi i kontrollit është minimal. Editori ANFIS GUI ndërton gabimin e kontrollit në varësi të kurbës së periudhave kur sistemi trajnohet.

KAPITULLI 4

Zbatime të Fuzzy Logic në parashikimin e aksidenteve të trafikut

4.1 Zbatim i Fuzzy Logic në sistemin e kontrollit të trafikut.

Kontrolli i trafikut rrugor është bërë një problem madhor në shumë vende. Numri në rritje i automjeteve ka çuar në problemin e ngarkesës së trafikut, që ka shumë efekte negative. Ajo çon në humbje të panevojshme të kohës, si për shembull vonesa në takime të rëndësishme, provime etj. Ajo shkakton gjithashtu harxhim të panevojshëm të karburantit, gjë që sjell rritje të ndotjes së ajrit. Ngarkesa e trafikut shkakton stres dhe mërzitje tek motoristët dhe shoferët, duke rritur kështu mundësinë e ndodhjes së aksidenteve. Sistemi i kontrollit të trafikut është nevojë për ditët e sotme. Ai ndihmon për të menaxhuar efijencën e trafikut pa ndryshuar rrugët e automjeteve.

Problemi i ngarkesës së trafikut gjatë orës pikë mund të zgjidhet duke vendosur policët e trafikut çdo ditë në kryqëzimet e trafikut. Me kontrollin efektiv të kryqëzimeve kapaciteti i përgjithshëm dhe performanca e rrjetit të trafikut urban mund të zgjidhen. Ka shumë mënyra për të zgjidhur ngarkesën e trafikut. Një prej tyre është përdorimi i sensorve. Sensorë të tillë si vidiot dhe radarët përdoren shpesh. Përdorimi i këtyre sistemeve ka kosto të lartë.

Metoda konvencionale për kontrollin e sinjalit të trafikut bazuar në modele të sakta kanë dështuar në situatat komplekse dhe të ndryshueshme të trafikut. Këto sisteme janë zakonisht me kohë të fiksuar dhe nuk konsiderojnë që kur kryqëzimi ka shumë trafik, duhet të zgjatet koha e sinjalit jeshil të semaforit.

Fuzzy Logic është provuar të jetë një udhëheqës i mirë i sistemit të kontrollit të trafikut në situata të tilla. Ai mund të imitojë aftësitë e inteligjencës njerëzore dhe mund të përdoret si një zëvendësues për kontrolluesin e kohës fikse [47].

Pappis dhe Mamdani [48] simuluan një model kryqëzimi trafiku me dy drejtime, ku secili drejtim ka një korsi të vetme të rrjedhës së trafikut. Më vonë në 2005, modelet e bazuara në Fuzzy Logic u simuluan për një kryqëzim me katër drejtime në të cilin u përdorën funksionet e antarësimit trekëndor [49]. Një sistem për monitorimin e ngarkesës së trafikut në një kryqëzim u dizajnua duke përdorur Visual Basic 6 dhe MATLAB. Kryqëzimi i trafikut u simulua në Visual Basic 6 dhe të dhënat statistikore

të densitetit të trafikut të marra nga Visual Basic 6 u hodhën në MATLAB për të përcaktuar kohën e zgjatjes së sinjalit [50].

Problemi i aksidenteve në kryqëzime u zgjidh duke përdorur Fuzzy Logic nga Zaied [51], i cili zhvilloi një sistem trafiku Fuzzy Logic për kryqëzimet e sinjalizuar dhe që është i aftë të ndryshojë kohën e sinjalit sipas nivelit të situatës. Ai gjeti që sistemi i propozuar ishte i zbatueshëm dhe siguronte performancë të mirë në termat e kohës së pritjes mesatare, kohës së lëvizjes totale dhe kohës së automjeteve që janë në pritje.

Kohët e fundit, një krahasim i simulatorit të semaforit bazuar në Fuzzy Logic me kontrolluesin konvencional të semaforit, tregoi se kontrolluesi i trafikut bazuar në Fuzzy Logic redukton kohën e pritjes së automjeteve që janë pranë dritës së kuqe të semaforit [52]. Askerzade dhe Mahmood [53] llogaritën kohën e zgjatjes optimale për një kryqëzim trafiku bazuar në Fuzzy Logic në të cilën ata krahasuan algoritme kontrolluese të ndryshme bazuar në Fuzzy Logic me kontrolluesin e kohës së fiksuar. Ata gjetën se kontrolluesi Sugeno siguron kohë pritje më të ulët në rrjedhën e trafikut.

Aplikimi ynë rezulton në ndërtimin e një modeli trafiku (i cili përfshin një sistem trafiku të dizenuar) që implementohet në toolbox-in FIS të MATLAB. Në këtë zbatim merret në konsideratë një input dhe një output. Densiteti i automjeteve në një korsi të veçantë është input-i. Mund të matet densiteti i automjeteve duke përdorur sensorët.

Modeli është zbatuar për dy kryqëzime të rëndësishme në qytetin e Tiranës, pozicionet gjeografike të të cilave paraqiten në figurat e mëposhtme [47]:

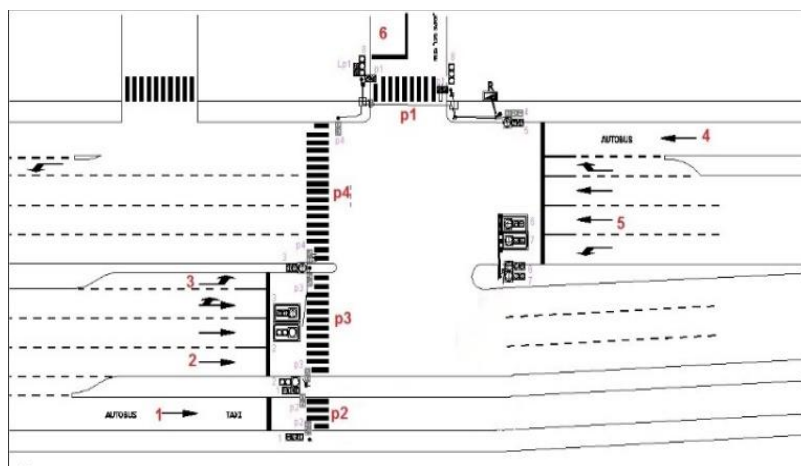


Figura 4. 1 Kryqëzimi Rruga “Dritan Hoxha”-Rruga “Lord Bajron”.

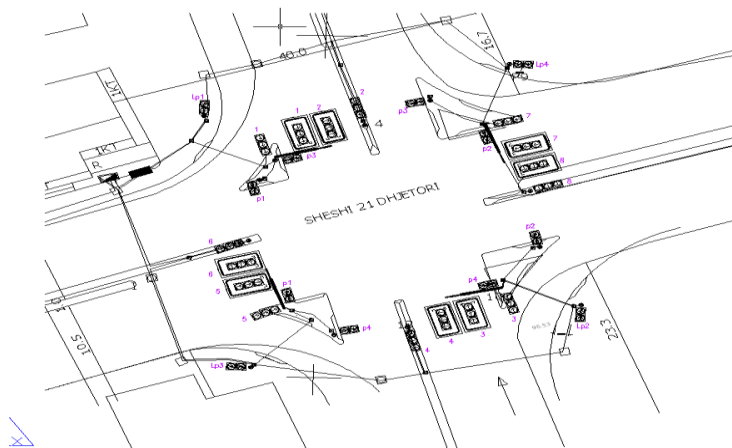


Figura 4. 2 Kryqëzimi Rruga “Muhamet Gjollesha”-Rruga e “Kavajës”.

➤ Hapat e dizenjimit të modelit [47].

- Sistemi i vlerësimit fuzzy

Për modelin tonë përdoret Sistemi i vlerësimit fuzzy Mamdani.

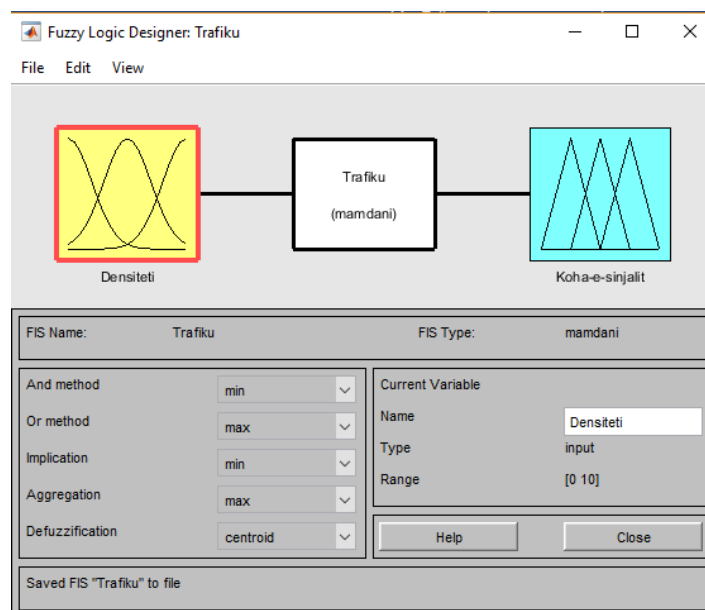


Figura 4. 3 Modeli FIS Mamdani

Në figurën e mësipërme paraqitet input-i dhe output-i i sistemit tonë, të cilët shpjegohen më poshtë me detaje.

- Input-i

Është aplikuar densiteti i automjeteve si input i modelit.

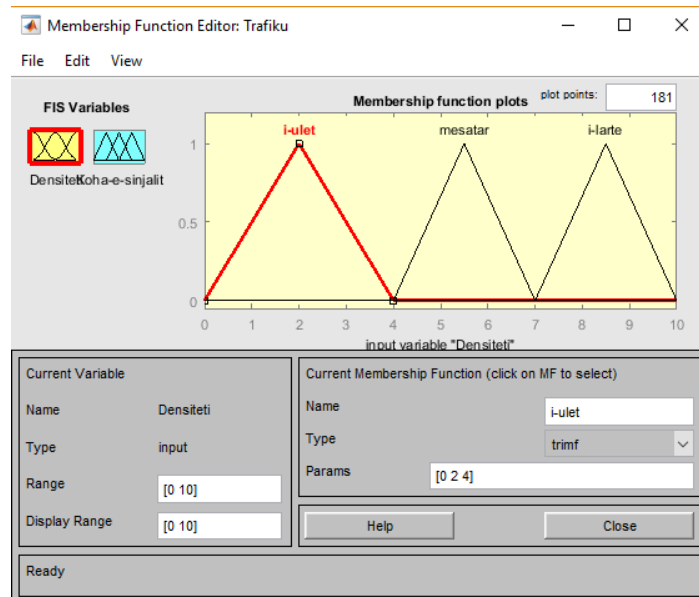


Figura 4. 4 Funksioni i antarësimit i variablit input “Densiteti”

- Output-i

Outputi i sistemit tonë është koha e sinjalit ose koha për të cilën sinjali jeshil do të jetë ON.

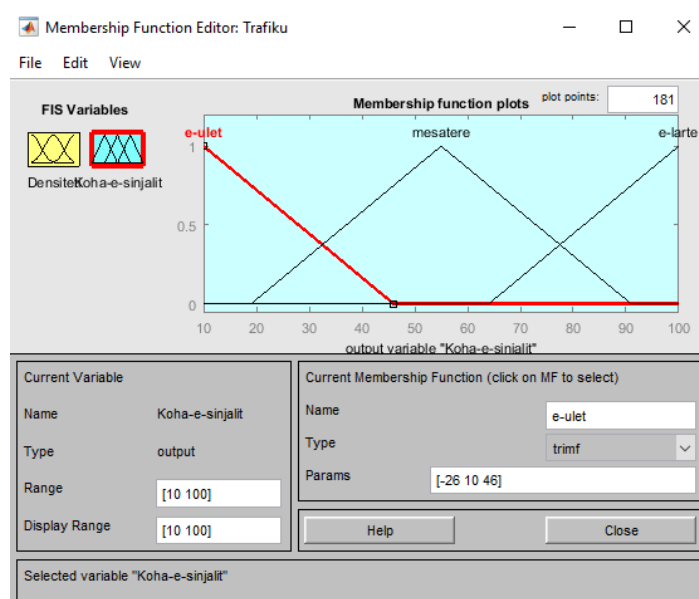


Figura 4. 5 Funksioni i antarësimit për variablin output “Koha e sinjalit”.

➤ Ndërtimi i rregullave

Duke konsideruar input-in dhe output-in, ndërtohen tre rregulla sipas të cilave do të punojë sistemi. Ato përcaktohen si më poshtë:

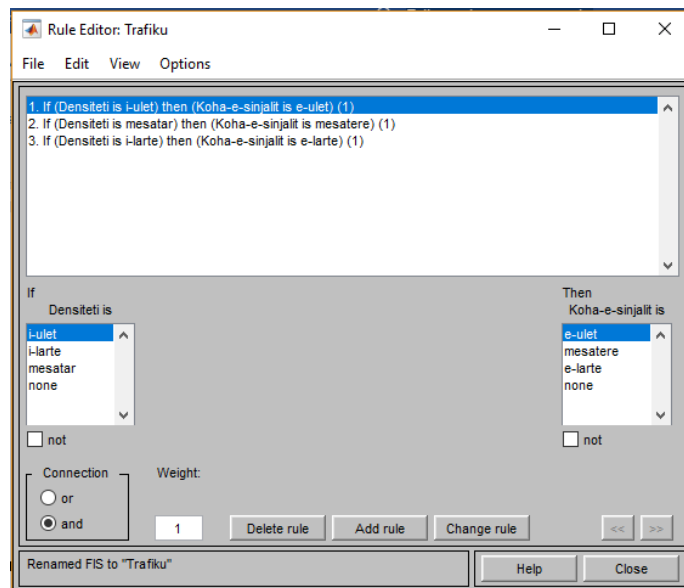


Figura 4. 6 Editori i rregullave

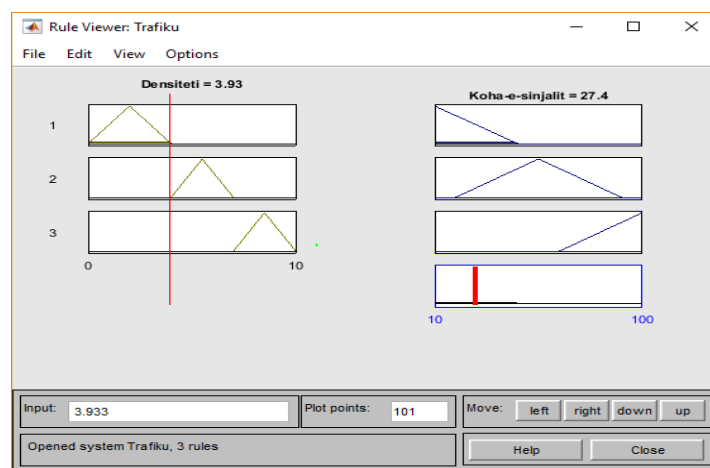


Figura 4. 7 Vëzhguesi i rregullave

➤ Rezultate

Në këtë zbatim densiteti i automjeteve në një korsi të veçantë dhe koha e sinjalit jeshil janë përdorur për të ndërtuar modelin fuzzy. Këto të dhëna janë marr për dy kryqëzime në qytetin e Tiranës, disa nga të cilat janë paraqitur në **Tabelën 4.1** dhe **Tabelën 4.2**. Modeli fuzzy u ndërtua sipas tipit Mamdani. Për të ndërtuar modelin Mamdani FIS për sistemin e trafikut, densiteti i automjeteve përbën variablin input me tre nënbashkësi fuzzy. Kjo sjell, në përgjithësi se ekzistojnë tre rregulla mekanike. Bazuar në input-in e vlerësuar, densiteti i automjeteve, modeli parashikon output-in, koha e sinjalit jeshil. Llogaritjet e modelit fuzzy kryhen duke përdorur toolbox-in fuzzy në MATLAB [47].

Tabela 4. 1 Korsia “Zogu i Zi”-Sheshi “Shqiponja”, kryqëzimi Rruga “Dritan Hoxha” – Rruga “Lord Bajron”.

Ora pikë	Nr.i automjeteve	Densiteti	Koha e sinjalit jeshil ON (sekonda)	Koha e sinjalit jeshil ON nga modeli fuzzy (sekonda)	Gabimi relativ (%)
00:00	1356	1.27	22	22.9	4.1
00:05	1584	1.49	22	22.4	1.8
00:10	1440	1.35	22	22.7	3.2
00:15	1848	1.73	22	21.9	0.45
00:20	1476	1.39	22	22.6	2.73
00:25	1908	1.79	22	21.8	0.91
00:30	1716	1.61	22	22.1	0.45
00:35	1320	1.24	22	23	4.54
00:40	1752	1.64	22	22.1	0.45
00:45	1176	1.10	22	23.4	6.36
00:50	1416	1.33	22	22.8	3.64
00:55	1344	1.26	22	23	4.54

Mesatare 2.76

Tabela 4. 2 Korsia “Zogu i Zi”-Sheshi “21 Dhjetori”, kryqëzimi Rruga “Muhamet Gjollesha” – Rruga e “Kavajës”.

Ora pikë	Nr.i automjeteve	Densiteti	Koha e sinjalit jeshil ON (sekonda)	Koha e sinjalit jeshil ON nga modeli fuzzy (sekonda)	Gabimi relativ (%)
00:00	1680	3.8	26	26.9	3.4
00:05	1608	3.65	26	26.2	0.8
00:10	1464	3.33	26	25	3.8
00:15	1476	3.35	26	25	3.8
00:20	1308	3.97	26	27.5	5.8
00:25	1176	2.67	26	22.8	12.3
00:30	1092	2.48	26	22.3	14.2
00:35	1128	2.56	26	22.5	13.4
00:40	1332	3.03	26	23.9	8

00:45	1356	3.08	26	24	7.7
00:50	1392	3.16	26	24.3	6.5
00:55	1272	2.89	26	23.4	10

Mesatare 7.47

➤ Përfundime

Kemi gjetur një zgjidhje efikase për problemin e ngarkesës së trafikut duke përdorur Fuzzy Logic. Me anë të këtij zbatimi është arritur qëllimi për të reduktuar trafikun duke shfaqur kohën e sinjalit jeshil bazuar në densitetin e automjeteve në rrugë.

Problemi i ngarkesës së trafikut në kryqëzime është bërë një nga problemet më serioze në qytete. Nuk është vetëm humbje kohe dhe parash, por edhe një problem mjedisor. Kohët e sinjaleve të semaforëve llogariten nga kontrolluesit.

Qëllimi kryesor i ndërtimit të një sistemi Fuzzy Logic për të kontrolluar semaforët është minimizimi i ngarkesës në kryqëzime. Fuzzy Logic mundëson vendosjen e intuitës njerëzore në sistemet kompjuterike. Kjo është e ngjashme me kontrollin e trafikut në kryqëzime nga një njeri. Sistemi përcakton kohët për sinjalet e semaforëve. Kontrolluesi fuzzy llogarit rritjen e këtyre kohëve.

Teknika inteligjente e kontrolluesit fuzzy kur integrohet në sistemet e kontrollit të semaforëve, provohet të jetë më efektive dhe inteligjente sesa sistemet ekzistuese të kontrollit të trafikut [47].

4.2 Parashikimi i aksidenteve rrugore duke përdorur Fuzzy Logic.

Parashikimi i aksidenteve rrugore luan një rol të rëndësishëm në jetën njerëzore dhe përmirësimin e sigurisë rrugore. Aksidentet rrugore përbëjnë një problem madhor në jetët e njerëzve dhe shëndetin e tyre. Modelet e parashikimit të aksidenteve rrugore mund të ndihmojnë në reduktimin e numrit të tyre.

Aksidentet shkaktojnë plagosje dhe vdekje për shumë njerëz në mbarë botën duke shkaktuar shumë probleme sociale dhe ekonomike.

Metodat tradicionale të parashikimit të aksidenteve të trafikut kanë avantazhet dhe disavantazhet e tyre. Metoda e serive kohore shfrytëzon të dhënat e mëparshme të aksidenteve të trafikut për të përgjithësuar të ardhmen, e cila është e përshtatshme për rrugë të vazhdueshme, por problemi është që nevojiten të dhëna të aksidenteve rrugore për një kohë të gjatë. Modeli empirik është një model parashikimi i bazuar në një rrugë të dhënë në një zonë të dhënë, prandaj ky model ka një afërsi dhe zbatueshmëri më të mirë. Analiza e regresit vendos një lidhje me anë të një funksioni midis aksidenteve të

trafikut dhe faktorëve ndikues nëpërmjet teorisë së statistikave dhe më pas parashikon aksidentet e trafikut nga funksioni. Kjo metodë përdoret zakonisht, megjithatë për shkak të varjes plotësisht nga historia e të dhënave, përgjithësimi nuk është shumë i mirë [54].

Në vitet e fundit, disa studiues gjetën që modelet lineare të përgjithësuara të tilla si, shpërndarja Binomiale dhe shpërndarja e Puasonit akordohen më mirë me kushtet aktuale [55], [56]. Më pas GIS u përdor gjithmonë e më shumë në parashikimin e aksidenteve të trafikut.

Në thelb, aksidentet e trafikut janë të rastësishme. Në të njëjtën kohë, faktorët ndikues të aksidenteve kanë paqartësi të dukshme dhe për të trajtuar të gjitha këto është gjithmonë e vështirë duke përdorur metodat tradicionale të parashikimit të aksidenteve. Prandaj, në ditët e sotme po përdoret metoda e parashikimit të aksidenteve bazuar në Fuzzy Logic.

Në këtë zbatim kemi ndërtuar një model Fuzzy Logic për parashikimin e aksidenteve rrugore në Shqipëri. Modeli i ndërtuar përfshin katër inpute dhe një output. Trafiku mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësia e korsisë (LW), limiti i shpejtësisë së lejuar (V) dhe ngarkesa e trafikut (TL, llogaritur si vëllim/kapacitet) janë input-et e modelit. Aksidentet për kilometra për vit (AF) është output-i.

Modeli i ndërtuar është zbatuar duke u mbështetur në të dhënat e grumbulluara për tre vite (2015, 2016 dhe 2017) në autostradën Tiranë-Elbasan, gjatësia totale e së cilës është 27 kilometra. Rruga përbëhet nga dy karrexhata të pavarura me nga dy korsi lëvizje (me gjerësi 3.75 m) dhe me nga një korsi emergjence (me gjerësi 3 m) secila. Tuneli i Krrabës është pjesë e kësaj rruge, i cili përbëhet nga dy Tuba (me dy korsi lëvizje secili). Tubi i majtë (drejtimi Elbasan-Tiranë) ka një gjatësi prej rreth 2.32 km dhe Tubi i djathtë (drejtimi Tiranë-Elbasan) ka një gjatësi prej rreth 2.58 km.

Rruga është e ndarë në tre segmente:

- Segmenti i parë (Tiranë-Hyrje e Tunelit të Krrabës)
- Segmenti i dytë (Tuneli i Krrabës)
- Segmenti i tretë (Dalje e Tunelit-Elbasan)

Modeli i ndërtuar u zbatua gjithashtu duke u mbështetur në të dhënat e grumbulluara për një vit (për vitin 2018) edhe për rrugën Tiranë-Durrës, gjatësia totale e së cilës është 28.17 kilometra. Rruga përbëhet nga katër korsi lëvizje me gjerësi 3.56 metra [54].

➤ Hapat e dizenjimit [54].

- Sistemi i vlerësimit fuzzy

Është përdorur Sistemi i vlerësimit fuzzy Mamdani për sistemin tonë.

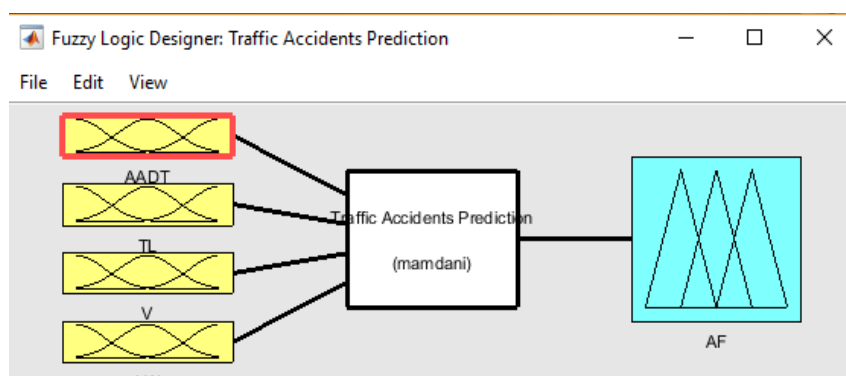


Figura 4.8 Modeli FIS Mamdani

Figura e mësipërme tregon input-et dhe output-in e sistemit tonë, të cilët shpjegohen më poshtë me detaje.

- Input-et

Ne kemi aplikuar trafikun mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësinë e korsisë (LW), limitin e shpejtësisë së lejuar (V) dhe ngarkesën e trafikut (TL) si variabla input të modelit. AADT është fazifikuar në tre bashkësi fuzzy: e ulët, mesatare dhe e lartë. Gjerësia e korsisë është fazifikuar në tre bashkësi: e ngushtë, mesatare dhe e gjerë. Limiti i shpejtësisë së lejuar ka dy bashkësi fuzzy: e ulët dhe e lartë. Ngarkesa e trafikut (TL) është fazifikuar në e ulët, mesatare, e lartë dhe shumë e lartë. Funkcionet e antarësimit të inpute-ve janë paraqitur në **Figurat 4.9, 4.10, 4.11** dhe **4.12**.

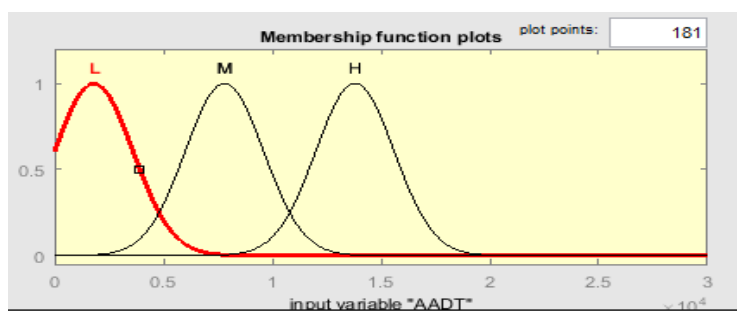


Figura 4.9 Funkcioni i antarësimit për variablin input AADT.

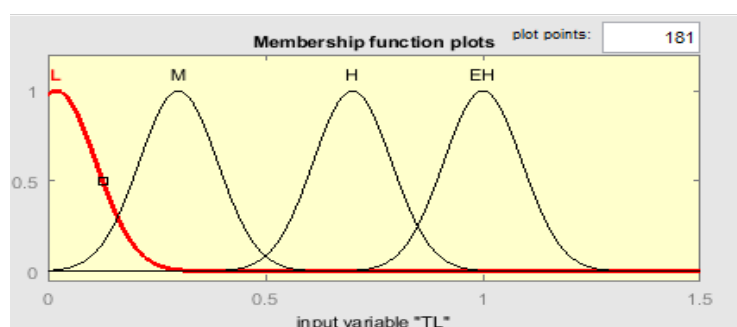


Figura 4.10 Funkcioni i antarësimit për variablin input TL.

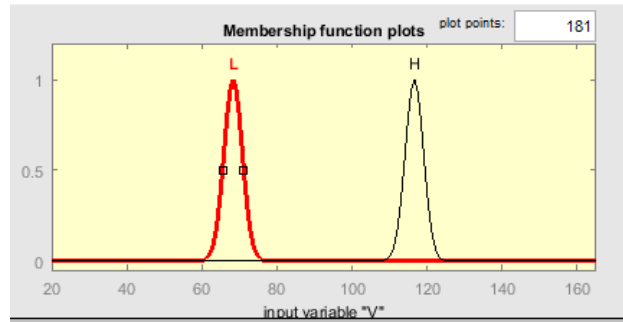


Figura 4. 11 Funkzioni i antarësimit për variablin input V.

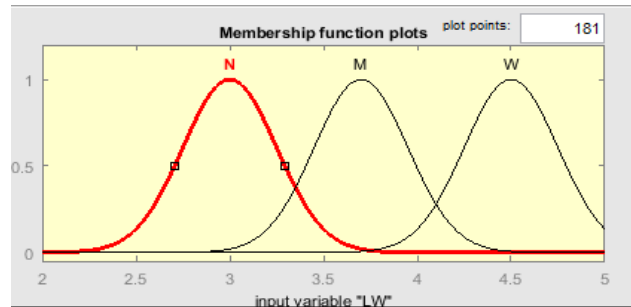


Figura 4. 12 Funkzioni i antarësimit për variablin input LW.

- Output-i

Output-i i sistemit tonë është aksidentet për kilometra për vit (AF). Variabli output është fazifikuar në pesë bashkësi: pak (few), më pak (less), mesatar (medium), më shumë (more) dhe shumë (many).

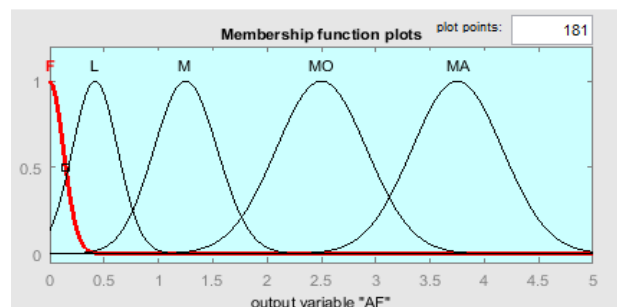


Figura 4. 13 Funkzioni i antarësimit për variablin output AF.

- Rregullat e dizenuara

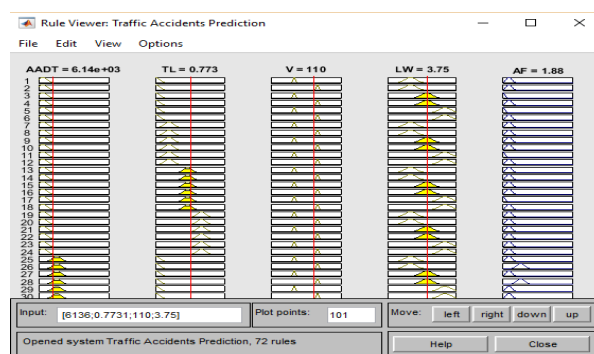


Figura 4. 14 Vëzhguesi i rregullave

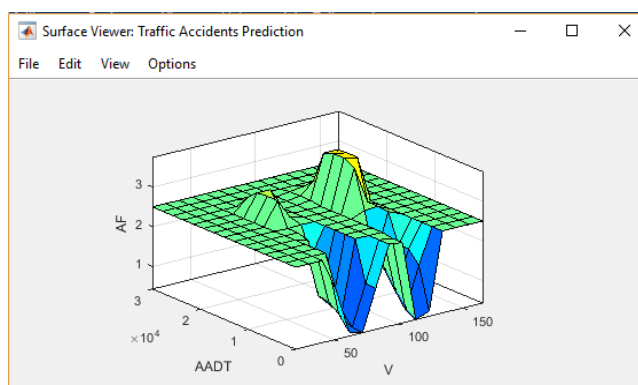


Figura 4. 15 Vëzhguesi i sipërfaqes

➤ Rezultate

Në këtë zbatim, trafiku mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësia e korsisë (LW), limiti i shpejtësisë së lejuar (V), ngarkesa e trafikut (TL) dhe aksidentet për kilometra për vit (AF) janë përdorur për të ndërtuar modelin fuzzy. Këto të dhëna janë marr për autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë-Durrës, të cilat janë paraqitur përkatësisht në **Tabelat 4.3** dhe **4.4**. Modeli fuzzy është ndërtuar sipas tipit Mamdani. Për të zhvilluar modelin FIS Mamdani janë përdorur $3 \times 4 \times 2 \times 3 = 72$ rregulla mekanike, ku një pjesë e tyre janë eliminuar intuitivisht. Përfundimisht janë përdorur 41 rregulla efektive për të ndërtuar modelin FIS. Llogaritjet e modelit fuzzy kryhen duke përdorur toolbox-in fuzzy në MATLAB [54].

Tabela 4. 3 Autostrada Tiranë-Elbasan

Viti	2015	2016	2017
AADT	6075	6968	8785
TL	0.732	0.754	0.835
V (km/h)	110	110	110
LW (m)	3.75	3.75	3.75
Aksidentet e parashikuar për km	1.61	1.96	2.6
Aksidentet e vrojtuar për km	1.15	1.52	1.7
Gabimi absolut	0.46	0.44	0.9

Gabimi absolut mesatar = 0.6

Tabela 4. 4 Rruga Tiranë-Durrës

Viti	2018
AADT	470
TL	0.033
V (km/h)	90

LW (m)	3.56
Aksidentet e parashikuar për km	1.01
Aksidentet e vrojtuar për km	1.21
Gabimi absolut	0.2

➤ Përfundime

Aksidente rrugore ndodhin në çdo vend të botës. Çdo vit ata marrin jetët e më shumë se një milion njerëzve. Grupmosha të ndryshme si, të moshuarit, fëmijët dhe njerëzit me aftësi të kufizuara janë veçanërisht më të prekurit.

Siguria rrugore nuk ka vëmendjen e duhur si në nivele kombëtare ashtu edhe ndërkombëtare. Arsyet përfshijnë mungesën e vlerësimit të përgjithshëm. Objektivi bazë i këtij zbatimi është ndërtimi i një modeli që mund të parashikojë aksidentet e trafikut. Për shkak të karakterit të rastit të aksidenteve rrugore, metodologjia e zhvilluar nuk mund të jetë efektive në parashikimin ekzakt të numrit të aksidenteve të trafikut. Modeli i Fuzzy Logic është praktik në parashikimin e aksidenteve të trafikut. Faktorët, e përcaktuar nga modeli, që ndikojnë në uljen e aksidenteve janë trafiku mesatar ditor vjetor (AADT) dhe ngarkesa e trafikut (TL).

Megjithatë, në të ardhmen duhet të bëhen kërkime të reja për të përmirësuar efikasitetin e modelit Fuzzy Logic. Kërkimet duhet të mbështeten edhe në pasurimin e mëtejshëm të të dhënave duke bashkëpunuar me autoritetet përkatëse ligjzbatuese mbi baza institucionale dhe projektsh shumëpaleshe [54].

4.3 Modeli i parashikimit të aksidenteve të trafikut duke përdorur Fuzzy Logic: Rast studimi për autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë-Durrës.

Në këtë zbatim, kemi ndërtuar një model Fuzzy Logic për parashikimin e aksidenteve të trafikut. Fuzzy Logic zbatohet për parashikimin efektiv të tyre. Modeli i Fuzzy Logic është provuar të jetë i përshtatshëm për trajtimin e fenomeneve të paqarta. Shumë faktorë si: trafiku, njerëzit dhe kushtet mjedisore shkaktojnë aksidente. Disa nga këta faktorë mund të jenë dinamik (trafiku) dhe disa mund të jenë statik (gjeometria e rrugëve). Qëllimi kryesor i këtij zbatimi është të vërë në dukje faktorët mjedisor në

aksidentet e trafikut. Faktorët më efektiv janë paraqitur si “variabla hyrës” në modelin Fuzzy Logic.

Kushtet e rrugëve dhe të trafikut janë dy faktorë madhorë që ndikojnë në aksidentet e trafikut. Duke analizuar këta faktorë, numri i aksidenteve mund të reduktohet [57].

Wahaballa et al. [58] në studimin e tyre për analizën e aksidenteve të trafikut dhe modelimin për rrugët rurale të Egjiptit të sipërm përdorën analizën e regresit të shumëfishtë. Ata identifikuan variablat më ndikues në aksidentet rrugore. Rezultatet e tyre treguan që përqindja e aksidenteve është e lidhur në mënyrë të zhdrejtë me gjerësinë e rrugës dhe është e lidhur në mënyrë të drejtë me numrin e hyrjeve dytësore në rrugë dhe përqindjen e kamionëve.

Regarasu et al. [59] studioi efektet e gjeometrisë së rrugëve dhe ndryshimet sezonale në përplasjen e automjeteve në një zonë rurale me dy korsi. Ata zhvilluan një bazë të dhënash të aksidenteve bazuar në sistemin e analizës së aksidenteve të trafikut duke përdorur modelet e regresit Puason.

Rokade et al. [60] zhvilloi një model parashikimi të aksidenteve duke përdorur regresin linear të shumëfishtë, variablat input të përdorura ishin: dimensionet e zonës së kryqëzimit rrugor, vëllimi i trafikut, shpejtësia, gjerësia e rrugës, kushtet e ndriçimit, shenjat e trafikut dhe sinjalet e trafikut. Output-i i modelit të tyre ishte numri i aksidenteve. Ata gjetën që modeli dha rezultate të mira.

Problemi i aksidenteve të trafikut u zgjidh duke përdorur Fuzzy Logic nga Driss et al. [61], i cili identifikoi shkallën e ekspozimit të riskut të aksidentit rrugor nëpërmjet përdorimit të sistemit të parashikimit të aksidenteve të trafikut bazuar në Fuzzy Logic, që lejon gjithashtu analizën e nivelit të kompleksitetit të faktorëve të përfshirë. Faktorët e riskut të lidhur me karakteristikat e rrugëve u identifikuan nga sistemi i zhvilluar.

Në këtë zbatim, trafiku mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësia e rrugës (rw), shpejtësia (sp), numri i hyrjeve dytësore përgjatë rrugës (ma) përmbi gjatësinë e rrugës në kilometra, kushtet e sipërfaqes së rrugës në përqindje (pm) dhe përqindja e shenjave për kilometra të rrugës (sj) janë marr si variabla hyrës (input) të modelit. Të gjitha aksidentet vjetore (AAA), përcaktuar si numri i të gjitha aksidenteve të ndodhura në rrugë për një interval kohe të përcaktuar të një dite përmbi gjatësinë e rrugës në kilometra është variabli dalës (output) [57].

Modeli i ndërtuar është zbatuar duke u mbështetur në të dhënat e grumbulluara për tre vite (2015, 2016 dhe 2017) në autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë- Durrës për një vit (2018).

➤ Hapat e dizenjimit [57].

- Sistemi i vlerësimit fuzzy

Është përdorur Sistemi i vlerësimit fuzzy Mamdani për sistemin tonë.

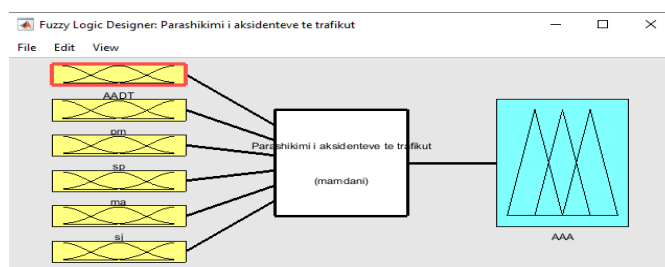


Figura 4. 16 Modeli FIS Mamdani

Figura e mësipërme tregon input-et dhe output-in e sistemit tonë, të cilët shpjegohen më poshtë me detaje.

- Input-et

Ne kemi aplikuar trafikun mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësinë e rrugës (rw), shpejtësinë (sp), numrin e hyrjeve dytësore përgjatë rrugës (ma) përmbi gjatësinë e rrugës në kilometra, kushtet e sipërfaqes së rrugës në përqindje (pm) dhe përqindjen e shenjave për kilometra të rrugës (sj) si variabla hyrës (input) të modelit. Funkcionet e antarësimit të inpute-ve janë paraqitur në **Figurat 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21** dhe **4.22**.

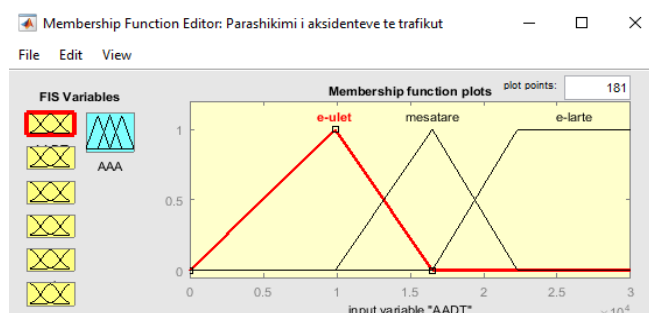


Figura 4. 17 Funkzioni i antarësimit për variablin input AADT.

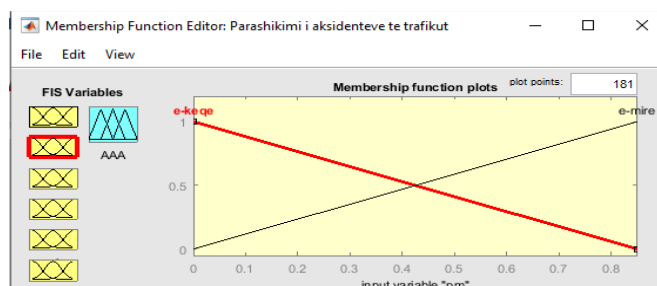


Figura 4. 18 Funkzioni i antarësimit për variablin input “pm”.

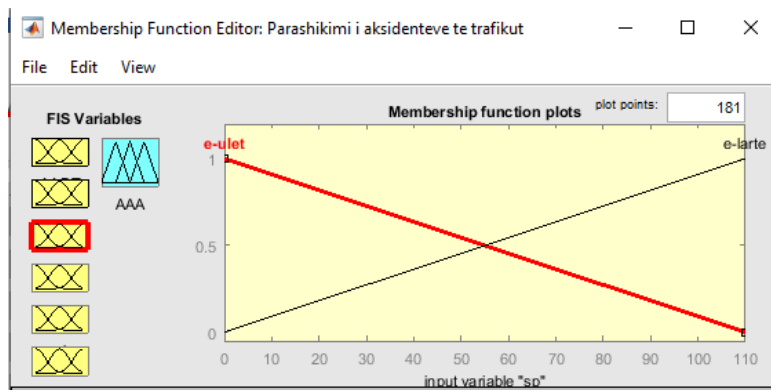


Figura 4. 19 Funksioni i antarësimit për variablin input “sp”.

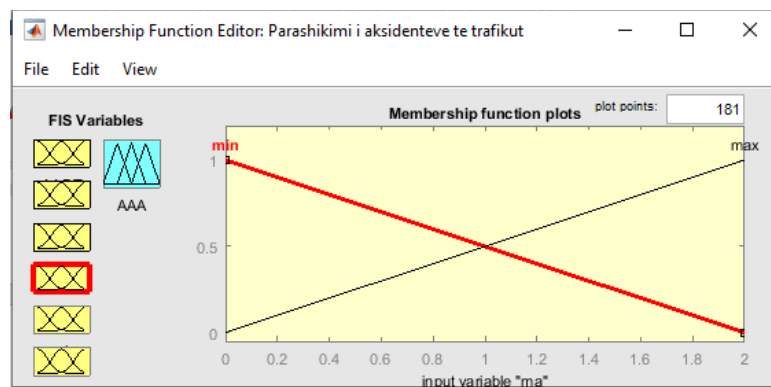


Figura 4. 20 Funksioni i antarësimit për variablin input “ma”.

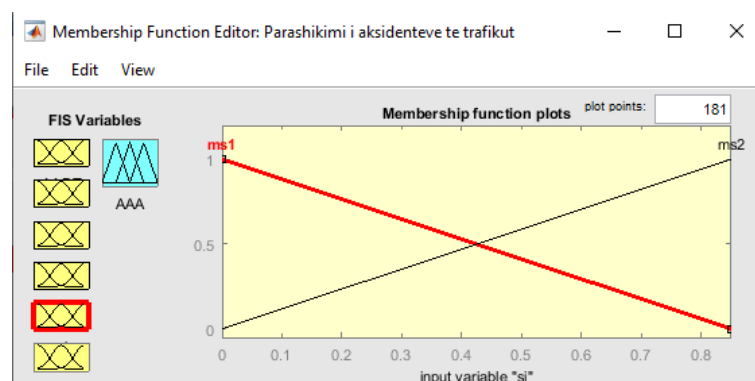


Figura 4. 21 Funksioni i antarësimit për variablin input “sj”.

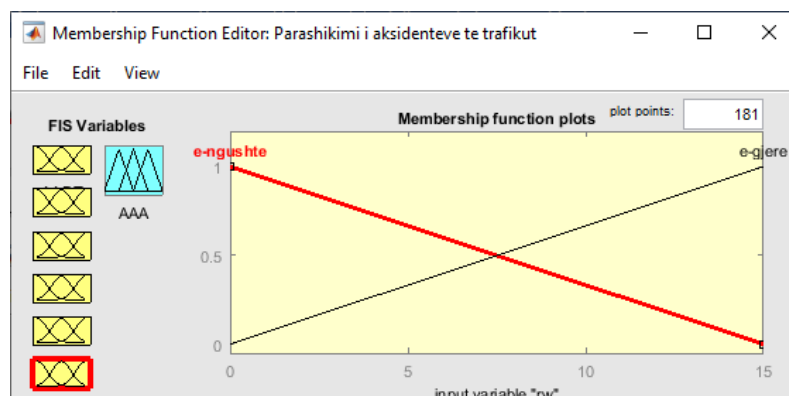


Figura 4. 22 Funksioni i antarësimit për variablin input “rw”.

- Output-i

Output-i i sistemit tonë është aksidentet për kilometra për vit (AAA).

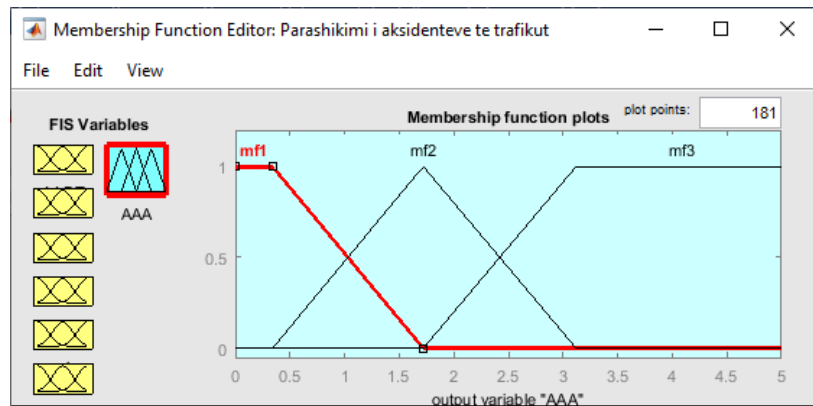


Figura 4. 23 Funksioni i antarësimit për variablin output AAA.

- Rregullat e dizenuara

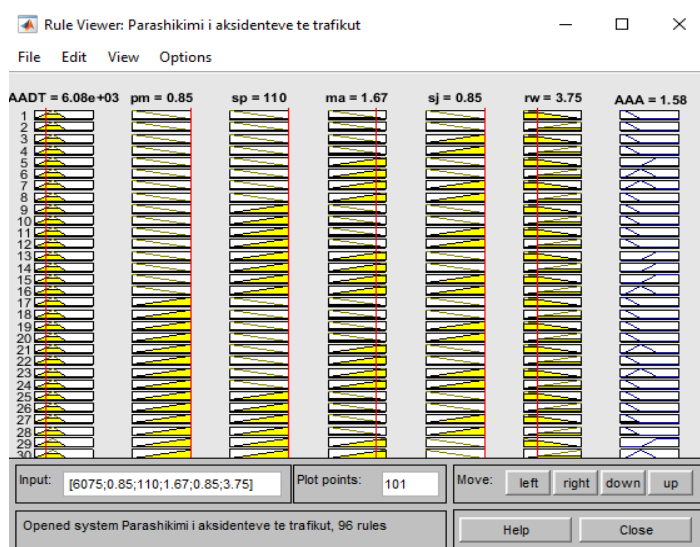


Figura 4. 24 Vëzhguesi i rregullave

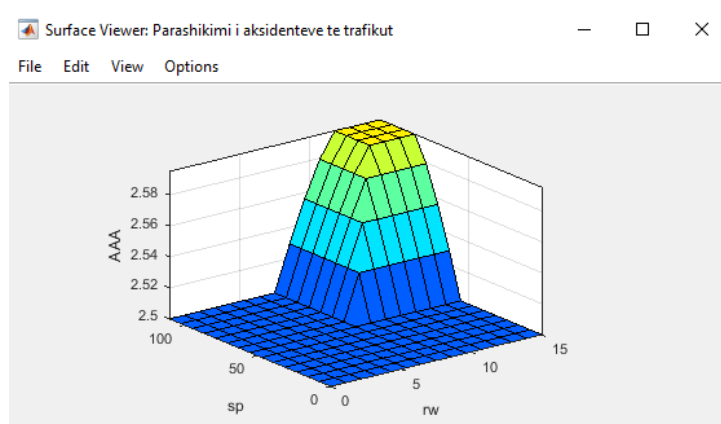


Figura 4. 25 Vëzhguesi i sipërfaqes

➤ Rezultate

Në këtë zbatim, trafiku mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësia e rrugës (rw), shpejtësia (sp), numri i hyrjeve dytësore përgjatë rrugës (ma) përmbi gjatësinë e rrugës në kilometra, kushtet e sipërfaqes së rrugës në përqindje (pm), përqindja e shenjave për kilometra të rrugës (sj) dhe të gjitha aksidentet vjetore (AAA), janë përdorur për të ndërtuar modelin fuzzy. Këto të dhëna janë marr për autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë-Durrës, të cilat janë paraqitur përkatësisht në **Tabelat 4.5** dhe **4.6**. Modeli fuzzy është ndërtuar sipas tipit Mamdani. Për të zhvilluar modelin FIS Mamdani janë përdorur $3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 96$ rregulla mekanike. Llogaritjet e modelit fuzzy kryhen duke përdorur toolbox-in fuzzy në MATLAB.

Tabela 4.5 Autostrada Tiranë-Elbasan

Viti	2015	2016	2017
AADT	6075	6968	8785
rw (m)	3.75	3.75	3.75
sp (km/h)	110	110	110
ma	1.67	1.67	1.67
pm	0.85	0.85	0.85
sj	0.85	0.85	0.85
AAA e parashikuar	1.58	1.59	1.59
AAA e vrojtuar	1.15	1.52	1.7
Gabimi absolut	0.43	0.07	0.11

Gabimi absolut mesatar = 0.2

Tabela 4.6 Rruga Tiranë-Durrës

Viti	2018
AADT	470
rw (m)	3.56
sp (km/h)	90
ma	1.7
pm	0.85
sj	0.85

AAA e parashikuar	1.53
AAA e vrojtuar	1.21
Gabimi absolut	0.32

➤ Përfundime

Ky zbatim paraqet një model për parashikimin e aksidenteve të trafikut i cili mund të përdoret efektivisht për planifikimin e transportit, menaxhimin dhe vlerësimin e sigurisë në çdo kohë. Qëllimi i analizës është zhvillimi i një modeli parashikimi të aksidenteve dhe shqyrtimi i faktorëve që kontribuojnë në ndodhjen e aksidenteve rrugore duke përdorur të dhëna për autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë-Durrës.

Është zbatuar sistemi i vlerësimit fuzzy bazuar në algoritmin e parashikimit të aksidenteve të trafikut. Ky model u ndërtua duke përdorur AADT, rw, ma, sj, sp dhe pm si variabla input dhe AAA si variabël output.

Duke u nisur nga modeli që kemi ndërtuar faktorët që ndikojnë në rritjen e sigurisë dhe reduktimin e fenomenit të aksidenteve të trafikut duke u renditur sipas rëndësisë së tyre janë: ma (duhet të kontrollohen plotësisht hyrjet dytësore), AADT (duhet të reduktohet trafiku mesatar ditor vjetor), rw (duhet të rritet gjerësia e rrugës), sp (duhet të ulet shpejtësia në rrugë), sj (duhet të rritet efektiviteti i shenjave të trafikut) dhe pm (duhet të rregullohen defektet e sipërfaqes së rrugëve).

PËRFUNDIME

Disertacioni ka trajtuar një nga ngjarjet më kaotike të një jete urbane, që janë aksidentet rrugore. Në këtë studim, u tentua të zgjidhet problemi i trafikut në kryqëzime dhe të parashikohen aksidentet rrugore duke përdorur Fuzzy Logic.

Çdo përpjekje në zvogëlimin e sasisë së aksidenteve rrugore do të shkaktojë mjedis urban të sigurtë dhe nga ana tjetër do të sigurojë kursime të mëdha për shoqërinë.

Aplikimi i ndërtuar më anë të së cilit parashikohet koha e sinjalit jeshil ON të semaforit u mbështet në një parametër kryesor si: densiteti i automjeteve në një kors të veçantë. Ndërsa si output koha për të cilën sinjali jeshil do të jetë ON.

Modeli është zbatuar për dy kryqëzime në qytetin e Tiranës dhe janë marr rezultate më të sakta se ato aktuale. Të dhënat për të realizuar këtë zbatim janë marr nga Drejtoria e Transportit në Bashkinë e Tiranës.

Aplikimi i ndërtuar që bën parashikimin e aksidenteve rrugore u mbështet në katër parametra kryesorë si: trafiku mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësia e korsisë (LW), limiti i shpejtësisë së lejuar (V), ngarkesa e trafikut (TL).

Ndërsa si output aksidentet për kilometra për vit (AF).

Modeli është zbatuar për autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë-Durrës. Rezultatet e marra janë më të sakta se ato aktuale. Të dhënat për fluksin e trafikut janë marr nga Autoriteti Rrugor Shqiptar (ARRSH), ndërsa të dhënat për aksidentet rrugore janë marr nga Drejtoria e Përgjithshme e Policisë Rrugore.

Modeli i parashikimit të aksidenteve të trafikut duke përdorur Fuzzy Logic u mbështet në gjashtë parametra kryesor: trafiku mesatar ditor vjetor (AADT), gjerësia e rrugës (rw), shpejtësia (sp), numri i hyrjeve dytësore përgjatë rrugës (ma) përmbi gjatësinë e rrugës në kilometra, kushtet e sipërfaqes së rrugës në përqindje (pm) dhe përqindja e shenjave për kilometra të rrugës (sj). Të gjitha aksidentet vjetore (AAA), përcaktuar si numri i të gjitha aksidenteve të ndodhura në rrugë për një interval kohe të përcaktuar të një dite përmbi gjatësinë e rrugës në kilometra është variabli dalës (output).

Ky model është zbatuar për autostradën Tiranë-Elbasan dhe rrugën Tiranë- Durrës.

Këto modele janë një mjet i dobishëm që mund të përditësohen dhe përmirësohen me kalimin e kohës.

Nëpërmjet aplikimeve të ndërtuara paraqitet edhe një renditje e rëndësisë së faktorëve të ndryshëm që ndikojnë në rritjen e sigurisë dhe reduktimin e aksidenteve të trafikut.

Qëllimi kryesor i ndërtimit të një sistemi Fuzzy Logic për të kontrolluar semaforët është minimizimi i ngarkesës në kryqëzime, e cila nuk është vetëm humbje kohe dhe parash, por edhe një problem mjedisor. Fuzzy Logic mundëson vendosjen e intuitës njerëzore në sistemet kompjuterike. Sistemi përcakton kohët për sinjalet e semaforëve. Kontrolluesi fuzzy llogarit rritjen e këtyre kohëve. Pra, për të zgjidhur problemin e trafikut në kryqëzime duhet të rregullohet koha e semaforit, e cila duhet të ndryshojë në varësi të trafikut. Kur ka shumë trafik duhet të zgjatet koha e sinjalit jeshil të semaforit dhe anasjelltas, kur ka pak trafik koha e sinjalit jeshil të semaforit duhet të zvogëlohet. Teknika inteligjente e kontrolluesit fuzzy kur integrohet në sistemet e kontrollit të semaforëve, provohet të jetë më efektive dhe inteligjente sesa sistemet ekzistuese të kontrollit të trafikut.

Për të rritur saktësinë e parashikimit të aksidenteve rrugore në një të ardhme është mirë që për përmirësimin e aplikimeve duhet të merren parasysh më shumë parametra, faktorë se sa janë marr në rastet në studim.

Sa më i madh të jetë intervali i matjeve historike të cilat merren në shqyrtim, aq më i besueshëm dhe më i saktë bëhet parashikimi i rezultateve.

Grumbullimi i të dhënave është pika fillestare e çdo studimi dhe vetëm me të dhëna të sakta dhe të besueshme mund të merren rezultate të besueshme. Duke shpresuar që në të ardhmen do të rritet efikasiteti i organeve kompetente në sigurimin e të dhënave sa më të plota dhe të besueshme edhe rritja e cilësisë së rezultateve të studimeve do të sigurohet.

Përmirësimi i aplikimeve duke u konsultuar ngushtë me literaturën bashkëkohore, në rritjen e bashkëpunimit me ekspertët e fushës përkatëse si dhe përmirësimin e cilësisë së të dhënave të grumbulluara të shumta që duhet të sigurohen mbetet synimi i punës në të ardhmen.

Rritja e bashkëpunimit me autoritetet përkatëse ligjzbatuese mbi baza institucionale dhe projektsh shumëpalëshe mbetet një synim tjetër i rëndësishëm në mënyrë që studimet të gjejnë aplikimin në jetën reale.

Në të ardhmen do shikohet mundësia që teknika Fuzzy Logic mund të përmirësohet duke e kombinuar atë me metoda si: metoda e rrjetave neurale artificiale (ANFIS) dhe algoritmi gjenetik.

Bibliografia

- [1] Fuzzy Logic - Quick Guide,
https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_quick_guide.htm.
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logic.
- [3] Ned Gulley: “Fuzzy logic toolbox for use with MATLAB”, 1996.
- [4] S. N. Sivanandam, S. Sumathi and S. N. Deepa, “Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB”, 2006-2007.
- [5] Timothy J. Ross, “Fuzzy logic with engineering applications”, 2010.
- [6] https://www.researchgate.net/publication/226636095_Fuzzy_set_theory.
- [7] L.A.ZADEH, “Information and Control 8, 338-353 (1965).
- [8] Klir, G.J., Yuan, B., 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Prentice-Hall Inc., USA.
- [9] Kaufmann, A., Gupta, 1991, M.M., 1991. Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. Van Nostrand Reinhold, New York.
- [10] Zimmermann, H.J., 1991. Fuzzy Set Theory and its Applications, second ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
- [11] Negi, D.S., 1989. Fuzzy analysis and optimization. Ph.D. Dissertation, Department of Industrial Engineering, Kansas State University.
- [12] Buckley, J. J., 1985. Fuzzy hierarchical analysis. Fuzzy Sets and Systems 17, 233–247.
- [13] Didier Dubois and Henri Prade 1978. Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications.
- [14] L.A.ZADEH, 1975. Information Sciences 8, 199-200.
- [15] Zadeh, L. A. (1971). Similarity relations and fuzzy orderings. Inf. Sci. 3, 177–200.
- [16] Kaufmann, A. (1975). “Introduction to the Theory of Fuzzy Subsets. Vol. 1: Fundamental Theoretical Elements,” Academic Press, New York.
- [17] Negoita, C. V., and Ralescu, D. A. (1975). “Applications of Fuzzy Sets to Systems Analysis.” Chap. 1, pp. 18–24. Birkhaeuser, Basel.
- [18] Dodson, C. T. J. (1974). Hazy spaces and fuzzy spaces. Bull, London Math. Soc. 6, 191–197.
- [19] Dodson, C. T. J. (1975). Tangent structures for hazy spaces. J. London Math Soc. 2, No. 11, 465–473.
- [20] Eytan, M. (1977). Sémantique préordonnée des ensembles flous. Cong. AFCET

- Model. Maitrise Syst., Versailles, pp. 601–608.
- [21] Goguen, J. A. (1969). Categories of V-sets. *Bull Am. Math. Soc.* 75, 622–624.
- [22] Goguen, J. A. (1974). Concept representation in natural and artificial languages: Axioms, extension, and applications for fuzzy sets. *Int. J. Man-Mach. Stud.* 6, 513–561.
- [23] Goguen, J. A. (1975). Objects. *Int. J. Gen. Syst.* 1, 237–243.
- [24] Negoita, C. V., and Ralescu, D. A. (1975). “Applications of Fuzzy Sets to Systems Analysis, ” Chaps. 1 and 2. Birkhaeuser, Basel. (Reference from I.)
- [25] Poston, T. (1971). “Fuzzy Geometry.” Ph.D. Thesis, Univ. of Warëick, Warëick, England.
- [26] Ralescu, D. A. (1978). Fuzzy subobjects in a category and the theory of C–sets. *Int. J. Fuzzy Sets Syst.* 1, No. 3, 193–202.
- [27] https://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_flow
- [28] J.G. Wardrop. Some theoretical aspects of road traffic research. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, volume 1 of 2, 1952.
- [29] Gordon F. Newell. Memoirs on highway traffic flow theory in the 1950s. *Operations Research*, 50(1):173–178, January 2002.
- [30] Ilya Prigogine and Robert Herman. *Kinetic Theory of Vehicular Traffic*. Elsevier, New York, 1971.
- [31] Nathan Gartner, Hani Mahmassani, Carroll J. Messer, Henry Lieu, Richard Cunard, and Ajay K. Rathi. *Traffic Flow Theory: A State-of-the-Art Report*. Technical report, Transportation Research Board, December 1997.
- [32] Sven Maerivoet. Het gebruik van microscopische verkeerssimulatie bij een onderzoek naar de fileproblematiek op de antwerpse ring. Master’s thesis, Universitaire Instelling Antwerpen, June 2001. Promotor: prof. dr. Serge Demeyer.
- [33] Carlos F. Daganzo. *Fundamentals of Transportation and Traffic Operations*. Elsevier Science Ltd., 2 edition, 1997. ISBN 0-08-042785-5.
- [34] Note that when calculating the total density using equation (5), the partial densities can also correspond without loss of generality to different vehicle classes instead of just different lanes.
- [35] L.C. Edie. Discussion on traffic stream measurements and definitions. In J. Almond, editor, *Proceedings of the 2nd International Symposium on the Theory of Traffic Flow*, pages 139–154, OECD, Paris, France, 1965.
- [36] B. Coifman. Improved velocity estimation using single loop detectors.

- Transportation Research A, 35A(10):863–880, 2001.
- [37] Adolf D. May. Traffic Flow Fundamentals. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1990. ISBN 0-13926072-2.
- [38] Shawn M. Turner, William L. Eisele, Robert J. Benz, and Douglas J. Holdener. Travel Time Data Collection Handbook. Report FHWA-PL-98-035, Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, March 1998.
- [39] Piet L. Bovy and Remmelt Thijs, editors. Estimators of Travel Time for Road Networks – New developments, evaluation results, and applications. Delft University Press, 2000. ISBN 90-407-2048-7.
- [40] Chao Chen, Zhanfeng Jia, and Pravin Varaiya. Causes and cures of highway congestion. IEEE Control Systems Magazine, pages 26–32, December 2001.
- [41] им. С. Торайгырова. МЕТОДИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПО ЭКСПЕРТИЗЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ УЧЕТ И АНАЛИЗ ДТП, Павлодар, Кереку, 2008.
- [42] Raport i sigurisë rrugore për vitin 2013, Monitorimi i Planit të Veprimit 2011 – 2015 në zbatim të Strategjisë Kombëtare të Sigurisë Rrugore 2011 – 2020, Tiranë, Albania.
- [43] Vlerësimi i performancës së sigurisë rrugore në Shqipëri, Tiranë 2018.
- [44] Bimal K. Bose, “Modern Power Electronics and AC Drives”, 2014.
- [45] Puyin Liu, Hongxing Li, “Fuzzy Neural Network Theory and Application”, 2004.
- [46] Kevin Gurney, “An introduction to neural networks”, 2004.
- [47] E.Maraj, Sh.Kuka, Zh.Muka, “Application of fuzzy logic in traffic system”, International Journal of Innovative Research in Engineering & Management (IJIREM), ISSN: 2350-0557, Volume-6, Issue-4, July 2019.
- [48] C. Pappis, E. H. Mamdani, A fuzzy logic controller for a traffic junction, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics (SMC), 7, 1977, pp. 707–717.
- [49] Y. S. Murat, E. Gedizlioglu, A fuzzy logic multi-phased signal control model for isolated junctions, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 13, 1, 2005, pp. 19–36.
- [50] G. H. Kulkarni, P. G. Waingankar, Fuzzy Logic Based Traffic Light Controller, in Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), 8 – 11 August, 2007, Sri Lanka, pp. 107-110.
- [51] Zaied, A. N. H., & Al Othman, W. (2011). Development of a fuzzy logic traffic

- system for isolated signalized intersections in the State of Kuwait. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9434-9441.
- [52] C. Karakuzu, O. Demirci, Fuzzy logic based smart traffic light simulator design and hardware implementation, *App. Soft Comp. (ASC)*, 10, 1, 2010, pp. 66-73.
- [53] I. N. Askerzade, M. Mahmood, Control the Extension Time of Traffic Light in Single Junction by using Fuzzy Logic, *Int. J. Elec. & Comp. Sci. (IJENS)*, 10, 2, 2010, pp. 52-59.
- [54] Elda Maraj, Shkelqim Kuka, “Prediction of Road Accidents using Fuzzy Logic”, *JMEST, Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, Volume 6, Issue 12 December-2019, ISSN (online): 2458-9403.
- [55] Milton, J., Mannering, F.: The relationship among highway geometrics, traffic-related elements and motor-vehicle accident frequencies. *Transportation* 25, 395-413 (1998).
- [56] Mountain, L., Fawaz, B., Jarrett, D,: Accident prediction models for roads with minor junctions. *Accid. Anal. And Prev.* 28, 695-707 (1996).
- [57] Mohammed Gaber, Amor Mohamed Wahaballa, Ayman Mahmoud Othman, Aboelkasim Diab, “Traffic Accidents Prediction Model Using Fuzzy Logic: Aswan Desert Road Case Study”, *Journal of Engineering Sciences, Assiut University, Faculty of Engineering*, Volume 45, NO. 1 January 2017, PP.28-44.
- [58] Wahaballa, M., A., Othman, M., A., and Ahmed, H., (2006) ,Traffic Accident Analysis & Modeling for Upper Egypt Rural Roads, *Mansoura engineering journal*.
- [59] RENGARASU, T. M., HAGIWARA, T., & HIRASAWA, M. (2007). Effects of road geometry and season on head-on and single-vehicle collisions on rural two lane roads in Hokkaido, Japan. In *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* (Vol. 2007, No. 0, pp. 2860-2872). Eastern Asia Society for Transportation Studies.
- [60] Rokade, S., Singh, K., Katiyar, S. K., & Gupta, S. (2010). Development of accident prediction model. *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 1(3), 25-40.
- [61] Driss, M., Saint-Gerand, T., Bensaid, A., Benabdeli, K., & Hamadouche, M. A. (2013, May). A fuzzy logic model for identifying spatial degrees of exposure to the risk of road accidents (Case study of the Wilaya of Mascara, Northwest of Algeria). In *Advanced Logistics and Transport (ICALT), 2013 International Conference on* (pp. 69-74). IEEE.

ANEKSIA

Të dhëna mbi transportin në qytetin e Tiranës

3. Kryqëzimi Rr. “Dritan Hoxha” – Rr. “Lord Bajron”
8. Kryqëzimi Rr. “Muhamet Gjollesha” – Rr. “Kavajës” (21 Dhjetori)

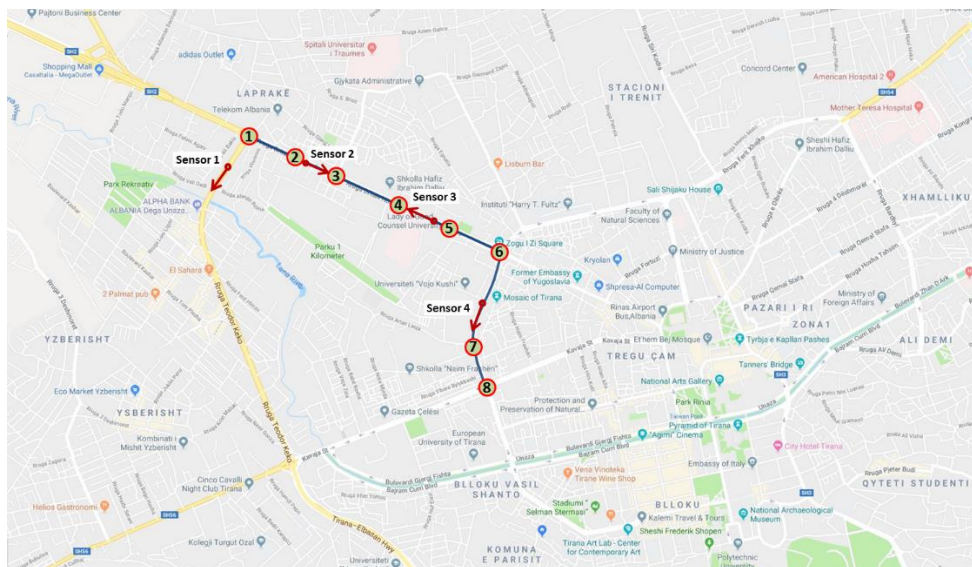


Figura A.1. Harta me vendodhjen e kryqëzimeve

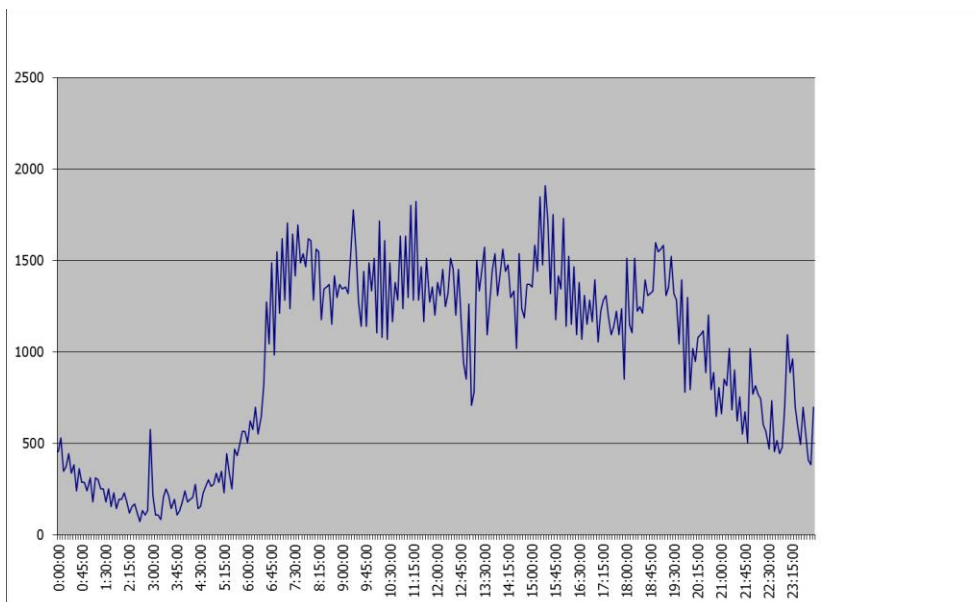


Figura A.2. Grafiku i sensorit 3 me drejtim Zogu i Zi - Sheshi “Shqiponja”

Tabela A.1. Tabela e sensorit 3 me drejtim Zogu i Zi - Sheshi “Shqiponja”

	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
00	456	528	348	372	444	336	384	240	360	288	288	240
01	312	180	312	300	252	252	180	252	156	228	144	192
02	192	228	180	120	156	168	120	72	132	108	132	576
03	216	108	108	84	204	252	216	144	192	108	132	180
04	240	180	192	204	276	144	156	228	264	300	264	276
05	336	288	348	228	444	336	252	468	432	492	564	564
06	504	624	576	696	552	648	828	1272	1044	1488	984	1548
07	1212	1620	1284	1704	1236	1644	1416	1692	1488	1536	1464	1620
08	1608	1284	1560	1548	1176	1344	1356	1368	1152	1416	1296	1368
09	1344	1356	1320	1536	1776	1560	1272	1140	1440	1140	1488	1332
10	1512	1104	1716	1080	1608	1068	1488	1164	1380	1284	1632	1236
11	1632	1296	1800	1284	1824	1284	1464	1164	1512	1272	1356	1200
12	1380	1308	1452	1248	1320	1512	1452	1200	1452	1188	936	852
13	1260	708	780	1500	1332	1452	1572	1092	1272	1452	1536	1308
14	1428	1560	1440	1476	1296	1332	1020	1536	1236	1188	1368	1368
15	1356	1584	1440	1848	1476	1908	1716	1320	1752	1176	1416	1344
16	1728	1140	1524	1152	1464	1092	1380	1068	1308	1152	1284	1164
17	1392	1056	1224	1284	1308	1188	1092	1140	1224	1092	1236	852
18	1512	1152	1104	1512	1224	1248	1212	1392	1308	1320	1332	1596
19	1548	1560	1584	1308	1356	1524	1320	1284	1044	1392	780	1296
20	792	1020	948	1080	1092	1116	888	1200	792	888	648	804
21	660	852	816	1020	684	900	624	756	552	672	504	1020
22	768	816	768	744	600	564	468	732	456	516	444	480
23	708	1092	888	960	696	588	492	696	552	408	384	696

Tabela A.2. Cikli semaforik tip ne oren pikë , Kryqezimi Rr. “Dritan Hoxha” – Rr. “Lord Bajron”

PHASES		1				2			3				OUTPUT			
STEP		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	G	Y	R	GR
Traffic Light	Vehicles	1-2											G1	Y1	R1	1
		4											G2	Y2	R2	2
		5											G3	Y3	R3	3
		3											G4	Y4	R4	4
		6											G5	Y5	R5	5
	Pedestrian	p1											G6		R6	6
		p2-p3-p4											G7		R7	7
		Lp1												Y6		41
TIME		28	4	4	2	18	4	2	18	4	4	2				
MANUAL STOP		X				X			X							

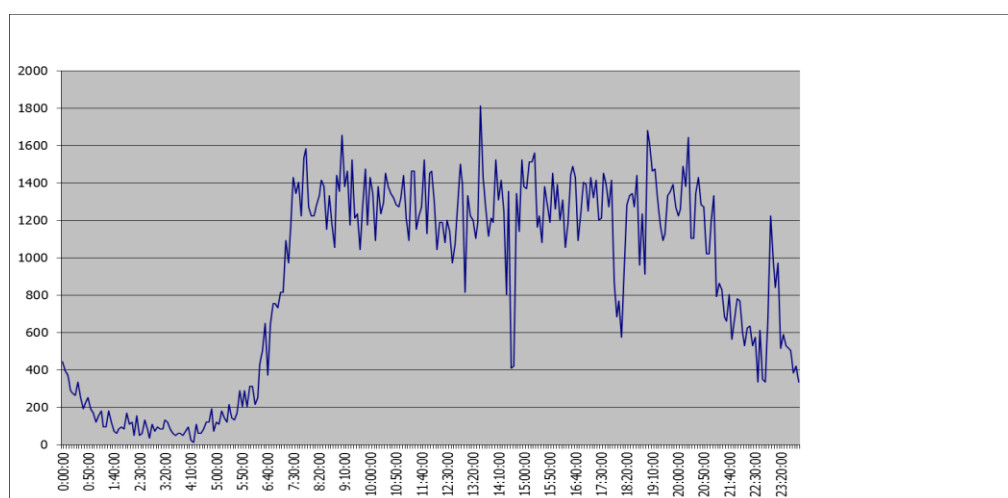


Figura A.3. Grafiku i sensorit 4 me drejtim Zogu i Zi – “21 Dhjetori”

Tabela A.3. Tabela e sensorit 4 me drejtim Zogu i Zi – “21 Dhjetori”

	00	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
00	444	396	372	288	276	264	336	252	192	228	252	192
01	168	120	156	180	96	96	180	120	72	60	84	96
02	84	168	108	120	48	156	48	60	132	84	36	108
03	72	96	84	84	132	120	84	60	48	60	60	48
04	72	96	24	12	108	60	60	84	120	120	192	72
05	120	108	180	144	120	216	144	132	168	288	204	288
06	204	312	312	216	252	432	504	648	372	648	756	756
07	732	816	816	1092	972	1152	1428	1344	1404	1224	1536	1584
08	1272	1224	1224	1284	1332	1416	1380	1152	1332	1176	1056	1440
09	1356	1656	1380	1464	1176	1524	1212	1236	1044	1284	1476	1176
10	1428	1344	1092	1380	1236	1296	1452	1380	1344	1320	1284	1272
11	1320	1440	1212	1092	1464	1464	1152	1224	1272	1524	1128	1452
12	1464	1296	1044	1188	1188	1080	1200	1140	972	1068	1284	1500
13	1392	816	1332	1224	1200	1104	1188	1812	1428	1260	1116	1212
14	1188	1524	1308	1416	1248	804	1356	408	420	1344	1140	1524
15	1380	1368	1512	1512	1560	1164	1224	1080	1380	1284	1188	1452
16	1260	1392	1200	1308	1056	1188	1440	1488	1428	1092	1236	1404
17	1392	1248	1428	1320	1416	1200	1212	1452	1392	1272	1416	876
18	684	768	576	936	1284	1332	1344	1272	1440	960	1236	912
19	1680	1608	1464	1476	1308	1176	1092	1128	1332	1356	1392	1272
20	1224	1260	1488	1380	1644	1104	1104	1344	1428	1284	1272	1020
21	1020	1188	1332	792	864	828	684	660	804	564	672	780
22	768	600	528	624	636	528	576	336	612	348	336	684
23	1224	984	840	972	516	588	528	516	504	384	420	336

Tabela A.4. Cikli semaforik tip në orën pikë, Kryqezimi Rr. “Muhamet Gjollës” – Rr. “Kavajës” (21 Dhjetori)

PHASES							2			3								OUTPUT			
STEP			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	G	Y	R	GR
Traffic Light	Vehicles	1-3																G1	Y1	R1	1
		2-4																G2	Y2	R2	2
		5-7																G3	Y3	R3	3
		6-8																G4	Y4	R4	4
	Pedestrian	p1-p2																G5		R5	5
		p3-p4																G6		R6	6
		b1																G7			7
		Lp1-Lp2-Lp3-Lp4																			41
TIME			23	4	4	2	18	4	2	26	4	4	2	20	4	4	2				
MANUAL STOP			X				X			X				X							

ANEKSIB

Të dhëna mbi trafikun

Tabela B.1. Raport Trafiku Vjetor 2018 për rrugën Tiranë-Durrës

MONTH	Motor	Car	Car with Trailer	Van	Bus	Truck	Lorry	Lorry with Trailer	Other	TOTAL
Jan	4	3406	0	261	52	100	132	12	109	4076
Feb	70	44566	0	3058	598	1104	1640	134	1100	52270
Mar	24	18284	0	1310	247	535	725	73	481	21679
Apr	43	18236	0	1244	273	554	749	74	405	21578
May	1	3	0	1	0	1	1	0	1	8
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul	118	32297	0	1967	479	710	1014	98	740	37423
Aug	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Sep	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oct	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov	9	6342	0	426	89	154	215	22	143	7400
Dec	27	20230	0	1433	282	578	762	81	471	23864
Total	296	143365	0	9700	2020	3736	5238	494	3450	168299

Tabela B.2. Raport Trafiku Vjetor 2015 për autostradën Tiranë-Elbasan

Month	Motor	Car	Car with trailer	Van	bus	Truck	Lorry	Lorry with trailer	Other	Total	Average
Jan	136	134641	54	19444	1838	716	4575	19	130	161564	5212
Feb	173	119308	71	18330	1542	240	4167	9	115	143956	5141
Mar	517	162905	68	23526	2262	230	6003	26	131	195168	6296
Apr	469	153581	96	23140	2284	313	5943	22	183	186031	6201
May	831	159857	116	24611	2927	379	6178	24	308	195231	6298
Jun	1140	159772	159	24762	2289	327	6194	32	285	194960	6499
Jul	836	169865	155	24610	2257	316	7077	55	133	205301	6623
Aug	1135	197276	205	24624	2443	322	7113	47	465	237318	7655
Sep	877	182219	99	23796	2733	337	6437	44	235	216777	7226
Oct	537	177079	97	24312	2605	334	6964	39	153	212120	6843
Nov	309	169933	103	27038	2608	358	6659	43	104	203581	6786
Dec	89	54430	40	7894	797	152	2288	18	42	65750	2121

Tabela B.3. Raport Trafiku Vjetor 2016 për autostradën Tiranë-Elbasan

Month	Motor	Car	Car with trailer	Van	bus	Truck	Lorry	Lorry with trailer	Other	Total	Average
Jan	160	160866	73	19977	2470	233	5042	196	2166	191085	6164
Feb	180	154959	76	20447	2347	366	5674	70	7220	191383	6599
Mar	332	177714	99	22871	2940	423	6806	48	9547	220780	7122
Apr	464	175110	138	22765	2986	615	7087	40	9845	219049	7302
May	1220	186231	177	23717	3916	617	6971	76	10819	233744	7540
Jun	992	178492	151	23525	3085	607	6746	78	11232	224908	7497
Jul	1015	197177	190	23323	2972	672	6781	73	10616	242819	7833
Aug	1189	223838	203	24864	2862	633	7401	44	12035	273069	8809
Sep	793	208560	181	24045	3394	1089	7216	105	12445	257830	8594
Oct	515	209933	160	24302	3349	962	7091	152	12987	259451	8369
Nov	275	181649	173	21148	2918	1142	6465	258	12820	226848	7562
Dec	3	5610	3	731	88	55	206	3	420	7119	230

Tabela B.4. Raport Trafiku Vjetor 2017 për autostradën Tiranë-Elbasan

Month	Motor	Car	Car with trailer	Van	bus	Truck	Lorry	Lorry with trailer	Other	Total	Average
Jan	156	173197	117	18638	2612	545	5595	47	11195	212102	6842
Feb	238	170950	135	18804	2920	591	5770	52	11814	211274	7285
Mar	492	204063	189	22561	3448	605	6801	51	13670	251880	8125
Apr	673	204412	192	21973	3804	1354	6497	129	12930	251966	8399
May	957	210109	298	23446	4439	1838	7398	187	14207	262879	8480
Jun	1212	210420	270	24266	3687	1542	7182	129	13185	261893	8730
Jul	1090	233612	274	24346	3462	2099	7805	72	13296	286056	9535
Aug	1266	260838	287	25839	3503	1726	8670	115	14143	316387	10206
Sep	1056	243449	294	24927	4213	1662	8519	144	15018	298282	9943
Oct	732	242119	244	24820	4015	1552	9214	153	14153	297002	9581
Nov	276	227754	251	24442	3652	1255	8685	150	14851	281215	9374
Dec	192	224884	262	23852	3126	1190	8106	68	14847	276507	8920

ANEKSI C

Të dhëna mbi aksidentet rrugore

Tabela C.1. Aksidentet rrugore për rrugën Tiranë-Durrës

Nr. i aksidentit	data	vendodhja	Gjeometria e rrugës	Tipi i sipërfaqes
DU/01/001/2018	1/2/2018	TIRANE-DURRES	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/002/2018	1/3/2018	TIRANE-DURRES	C-Kthesë	Prej bitumi
DU/01/004/2018	1/10/2018	DURRES-TIRANE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/008/2018	1/19/2018	DURRES-TIRANE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/020/2018	2/21/2018	DURRES-TIRANE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/022/2018	3/4/2018	MBIKALIMI I SERAVE Dr-tirane	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/036/2018	3/29/2018	Autostrada Tirane Durres	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/068/2018	7/10/2018	Autis Tr - Dr Maminas	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/079/2018	7/23/2018	Autos Dr - Tr mbikal Sh.Vlash	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/095/2018	8/14/2018	Tiran - Durres Maminas	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/107/2018	10/2/2018	Aut Tr Dr Firma Billa Sukth	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
DU/01/134/2018	12/30/2018	AUT TR - DR KRYQ RRUG DRENICA	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/005/2018	1/4/2018	TIRANE-DURRES	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/008/2018	1/5/2018	VORE-TIRANE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/041/2018	1/23/2018	TIRANE-VORE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/043/2018	1/23/2018	VORE,TIRANE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/072/2018	2/10/2018	TIRANE-DURRES	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/080/2018	2/14/2018	TIRANE-DURRES	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/092/2018	2/20/2018	DURRES-TIRANE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/105/2018	2/25/2018	DURRES-TIRANE, INT.KRYESORE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/120/2018	3/8/2018	AUTOSTRAD TR-DR,AUTO CETI	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/159/2018	3/30/2018	AUTOS.DURRES-TIRANE ROYAL	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/165/2018	4/5/2018	Autostrada Tirane - Durres	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/169/2018	4/8/2018	Autostrada Tirane Durres	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/354/2018	7/5/2018	TR-DR Firma Lesnja	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/413/2018	8/1/2018	Dures Tirane Lok Ceti	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/454/2018	8/23/2018	Dures Tirane dalje Vore	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/475/2018	9/6/2018	Tiran Dures Hyrshek	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/483/2018	9/10/2018	Autostrada TR-DR Yrshek	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/621/2018	11/20/2018	AUTOSTRD TR-VOR NE VORE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/649/2018	12/7/2018	Autostrada Tr - Dr	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/665/2018	12/14/2018	DURES - TIRANE MBIKALOM CASA	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/676/2018	12/20/2018	Autostrad DU-TR KASTRATI	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/690/2018	12/25/2018	RR TIRAN - DURRES	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi

Tabela C.2. Aksidentet rrugore për rrugën Tiranë-Elbasan

Nr.i aksidentit	data	vendodhja	Gjeometria e rrugës	Tipi i sipërfaqes
TR/01/066/2015	2/18/2015	TIRANE-MULLET,MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/068/2015	2/19/2015	TIRANE-MULLET, MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/074/2015	2/26/2015	TIRANE-MULLET,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/075/2015	2/26/2015	TIRANE-MULLET, MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/114/2015	3/24/2015	TIRANE-ELBASAN, IBE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/157/2015	4/21/2015	TIRANE-SAUK,PALLATI BRIGADAVE,	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/185/2015	5/14/2015	TIRANE-ELBASAN,EKLIPSI	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/212/2015	5/31/2015	TIRANE-ELBASAN, KERRABE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/243/2015	6/21/2015	TIRANE-ELBASAN,DALJE TUNELIT	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/283/2015	7/18/2015	TIRANE-ELBASAN,URA FARKE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/286/2015	7/20/2015	TIRANE- ELBASAN,MUSHQETA	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/305/2015	8/8/2015	ELBASAN-TIRANE,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/313/2015	8/15/2015	TIRANE-ELBASAN,URA E FARKES	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/349/2015	9/11/2015	TIRANE-ELBASAN,BERZHITE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/362/2015	9/16/2015	ELBASAN-TIRANE,URA E FARKES	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/403/2015	10/13/2015	LUNDER - TIRANE,'TEG'	Y-kryqëzim	Me zhavorr
TR/01/441/2015	10/31/2015	ELBASAN-TIRANE,URA E FARKES	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/459/2015	11/10/2015	ELBASAN-TIRANE,MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/464/2015	11/12/2015	TIRANE-ELBASAN,SAUK I VJETER	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/514/2015	12/10/2015	TIRANE-MULLET,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/520/2015	12/14/2015	TIRANE-SAUK,SAUK	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/539/2015	12/21/2015	TIRANE-ELBASAN,IBE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/546/2015	12/27/2015	ELBASAN-TIRANE,MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/027/2016	1/16/2016	TIRANE-SAUK,SAUK	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/039/2016	1/23/2016	SAUK-'TEG', TIRANE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/070/2016	2/9/2016	TIRANE-ELBASAN,FARKE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/091/2016	2/24/2016	TIRANE-ELBASAN,IBE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/100/2016	2/29/2016	TIRANE-ELBASAN,IBE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/114/2016	3/7/2016	TIRANE-SAUK,SAUK	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi

TR/01/138/2016	3/20/2016	TIRANE-ELBASAN,LUNDER	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/164/2016	4/8/2016	TIRANE-ELBASAN, 'TEG'	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/167/2016	4/8/2016	TIRANE-ELBASAN, IBE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/207/2016	5/2/2016	TIRANE- ELBASAN,AUTOSTRADË	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/216/2016	5/6/2016	ELBASAN-TIRANE,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/254/2016	6/1/2016	TIRANE-ELBASAN,BERZHITE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/267/2016	6/8/2016	TIRANE-ELBASAN,SAUK	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/278/2016	6/12/2016	TIRANE-ELBASAN,KRRAB	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/285/2016	6/15/2016	TIRAN-SAUK,SAUK I VJETER	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/296/2016	6/23/2016	TIRANE-ELBASAN,AFER 'TEG'	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/298/2016	6/24/2016	TIRANE-SAUK,SAUK	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/338/2016	7/11/2016	TIRANE- ELBASAN,PALMANOVA	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/362/2016	8/1/2016	TIRANE-SAUK,SAUK	+ junction	Prej bitumi
TR/01/363/2016	8/2/2016	TIRANE-ELBASAN,TEGU	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/475/2016	9/28/2016	TIRANE-ELBASAN,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/478/2016	9/29/2016	TIRANE-ELBASAN,MULLET	+ junction	Prej bitumi
TR/01/495/2016	10/4/2016	TIRANE-ELBASAN,KERRABE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/498/2016	10/4/2016	TIRANE-MULLET,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/505/2016	10/7/2016	TIRANE-ELBASAN,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/511/2016	10/12/2016	TIRANE-ELBASAN,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/559/2016	10/31/2016	TIRANE-MULLET,MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/599/2016	11/20/2016	TIRANE-ELBASAN,KAFE XHAFES	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/641/2016	12/10/2016	TIRANE-ELBASAN,MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/647/2016	12/12/2016	TIRANE-MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/676/2016	12/22/2016	TIRANE-ELBASANIT,TYNELI	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/005/2017	1/3/2017	TIRANE-ELBASAN,TUNELI	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/027/2017	1/17/2017	TIRANE-ELBASAN,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/034/2017	1/21/2017	TIRANE-ELBASAN,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/044/2017	1/29/2017	TIRANE-ELBASAN,IBE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/056/2017	2/4/2017	TIRANE- MUSHQETA,MUSHQETA	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/075/2017	2/18/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/132/2017	3/19/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/133/2017	3/19/2017	TIRANE-ELBASAN,IBE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/153/2017	3/30/2017	TIRANE-ELBASAN,IBE	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/155/2017	3/31/2017	TIRANE-ELBASAN,MULLET	-- Rrugë e drejtë	Prej bitumi

TR/01/195/2017	4/25/2017	RR.TIRANE-ELBASAN	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/196/2017	4/26/2017	TIRANE-ELBASAN	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/225/2017	5/8/2017	ELBASAN-TIRANE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/235/2017	5/13/2017	TIRANE-ELBASAN,MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/248/2017	5/19/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/249/2017	5/19/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/323/2017	6/20/2017	MBIKAL.SAUKUT,TIRANE	T-kryqëzim	Prej bitumi
TR/01/351/2017	7/3/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/368/2017	7/13/2017	UNAZA E RE,SAUK	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/370/2017	7/14/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/416/2017	8/6/2017	TIRANE-MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/457/2017	8/30/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/480/2017	9/7/2017	TIRANE-MULLET	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/487/2017	9/9/2017	TIRANE-MULLET	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/616/2017	11/7/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/627/2017	11/11/2017	TIRANE-SAUK	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/630/2017	11/11/2017	ELBASAN-TIRANE	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/635/2017	11/15/2017	ELBASAN-TIRANE	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/637/2017	11/16/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/656/2017	11/23/2017	TIRANE-ELBASAN	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/686/2017	12/1/2017	TIRANE-SAUK	-- Rugë e drejtë	Prej bitumi
TR/01/700/2017	12/13/2017	TIRANE-ELBASAN	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/721/2017	12/26/2017	TIRAN-ELBASAN	C-Kthesë	Prej bitumi
TR/01/726/2017	12/28/2017	TIRANE-SAUK	O-rreth	Prej bitumi