



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 teorinë Fuzzy Logic dhe zbatime të saj në ndërtimin e
një modeli matematikor në hidrologji"**

Paraqitur nga
MSc. Zhifka Muka (Meço)

Udhëheqës Shkencor
Prof. Asoc. Dr: Shkëlqim Kuka

Tiranë, 2018



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

DISERTACION
Për marrjen e gradës shkencore

“DOKTOR”
Paraqitur nga
MSc. Zhifka Muka (Meço)

PROGRAMI I STUDIMIT: Statistikë dhe Kërkime Operacionale

Tema:
MBI TEORINË FUZZY LOGIC DHE ZBATIME TË SAJ NË NDËRTIMIN E NJË MODELI
MATEMATIKOR NË HIDROLOGJI

Udhëheqës Shkencor: Prof. Asoc. Dr. Shkëlqim Kuka

Mbrohet më datë 04. 05. 2018. para jurisë:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Prof. Asoc. Dr. Ligor Nikolla | Kryetar |
| 2. Prof. Asoc. Dr. Akli Fundo | Anëtar, Oponent |
| 3. Prof. Dr. Kostaq Hila | Anëtar, Oponent |
| 4. Prof. Dr. Shpëtim Leka | Anëtar |
| 5. Prof. Dr. Shpëtim Shehu | Anëtar |

*IA DEDIKOJ VÄJZAVË TË MIA
EMI DHE GREIS*

Falenderime!

*E falenderoj dhe i jam shumë mirënjohëse udhëheqësit shkencor Prof. Asoc. Dr. **Shkëlqim Kuka** për udhëheqjen, bashkëpunimin, mirëkuptimin dhe mbështetjen shkencore e miqësore gjatë të gjithë kohës së përgatitjes të këtij disertacioni!*

Falenderoj profesorët e Departamentit të Matematikës për nxitjen, këshillat dhe sugjerimet për të realizuar me sukses këtë studim.

Falenderoj kolegët e mi të departamentit të Inxhinierisë Matematike për mbështetjen dhe këshillat e tyre. Në veçanti falenderoj koleget Elda Maraj, Dr. Denisa Salillari, Dr. Raimonda Dervishi, Dr. Erjola Cenaj për ndihmën dhe bashkëpunimin në këtë studim.

I detyrohem shumë familjes: prindërve të mi dhe motrave të mia për sakrificat, dashurinë dhe ndihmën e gjithëanshme.

Motivim dhe mirënjohje e madhe është për bashkëshortin dhe vajzat e mia Emi dhe Greis.

Përmbledhje

Fuzzy Logic (FL) është një përgjithësim i logjikës klasike dhe prezanton konceptin e vërtetësisë së pjesshme. Ndërkohë që vlera e vërtetësisë e një pohimi në logjikën klasike mund të jetë 1 (i vërtetë) ose 0 (i gabuar), në FL shkalla e vërtetësisë e një pohimi mund të jetë çdo vlerë në segmentin $[0, 1]$. Ky ndryshim i “vogël” në përkufizim sjell një zhvillim të madh në aftësinë e FL për të paraqitur dhe trajtuar forma të ndryshme të informacionit dhe dijes.

Në këtë disertacion fillimisht do të trajtohen themelet teorike të FL, si bashkësitë Fuzzy, funksionet e anëtarësisë, relacionet Fuzzy, operatorët, procedurat e fazifikimit dhe defazifikimit. Gjithashtu trajtohet mënyra e krijimit të funksioneve të anëtarësimit input dhe output në toolbox-in e FL në Matlab. Më tej paraqiten aplikime të saj në modelimin e të dhënave hidrologjike.

Proces i rëndësishëm dhe me interes për hidrologët është transformimi i reshjeve në rrjedhje sipërfaqësore. Reshjet, të cilat janë të matshme në një shkallë të lartë të saktësisë, bëhen input dhe rrjedhjet sipërfaqësore, që gjithashtu mund të maten, por jo aq lehtë dhe jo me të njëjtën saktësi dhe besueshmëri, bëhen output korrespondues. Problemi është të parashikosh rrjedhjet sipërfaqësore si rezultat i një modeli hidrologjik që merr si input reshje shiu. Ky është fokusi i modelimit të sistemeve hidrologjike.

Masat strukturore të marra nga vendet e zhvilluara mund të mos jenë vënë në zbatim në vendet në zhvillim për shkak të investimeve të larta kapitale. Masat jo-strukturore siç janë sistemet e paralajmërimit të hershëm janë më tërheqëse për vendet në zhvillim. Një nga komponentët më të rëndësishëm të një sistemi të paralajmërimit të hershëm është një model matematik që lidh variablat input me variablat përkatës output. Kjo realizohet me anë të aplikimeve konkrete të paraqitura në kapitullin e fundit si : parashikimi i reshjeve, modeli reshje- rrjedhje sipërfaqësore si dhe parashikimi i konsumit të ujit të pijshëm. Modelimet janë realizuar në toolbox-in e FL në MATLAB.

Fjalë kyçe: Fuzzy logic; funksione anëtarësimi; fazifikimi; defazifikimi; reshje.

Abstract

Fuzzy Logic (FL) is a generalization of the classical logic introducing the concept of partial degree of truth. While the truth degree of a proposition in the classical logic is either 1 (true) or 0 (false), the degree of truth of a proposition in FL can be any value in the continuous segment $[0; 1]$. This “slight” change in the definition implies a great improvement in the capability of FL to represent and treat various forms of information and knowledge

In this dissertation firstly will be discussed the theoretical foundations of FL like fuzzy sets, membership degree, fuzzy relations, operators, fuzzification, defuzzification procedures.

Further, we will study applications of FL in modeling hydrologic data. Also is discussed how to create input and output membership functions in the FL toolbox of Matlab.

The most important and interest process for hydrologists is the transformation of rainfall into runoff. Rainfalls, which are measurable at a high degree of accuracy, becomes input and runoff, which can also be measured but not so easily and not with the same accuracy and reliability, becomes the corresponding output. The problem is to predict runoff of a hydrological model that receives rainfall as input. This is the focus of modeling hydrological systems.

Structural measures taken by developed countries may not have been implemented in developing countries due to high capital investment. Non-structural measures such as early warning systems are more attractive to developing countries. One of the most important components of an early warning system is a mathematical model that connects the input variables with the corresponding output variables.

This accomplished through the concrete applications presented in the last chapter: rainfalls predicted rainfall- runoff and drinking water consumption prediction. The models are implemented in the FL toolbox of MATLAB

Key words: *Fuzzy Logic; membership functions; fuzzification; defuzzification; rainfall.*

PËRMBAJTA E LËNDËS

<i>Përmbledhje</i>	v
<i>Abstract</i>	vi
PËRMBAJTA E LËNDËS	vii
Lista e figurave	ix
Lista e tabelave	xi
<i>Hyrje</i>	xii
Kapitulli I Teoria e Fuzzy Logic	1
<i>Hyrje</i>	1
1.1 Historiku i FL	1
1.2 Kuptimi i përgjithshëm i teorisë fuzzy	3
1.2.1 Përshkrimi i FL	3
1.2.2 Vlerat e përdorimit të FL	4
1.2.3 Kuptimi i përgjithshëm i sistemeve Fuzzy	5
1.2.4 Rëndësia e sistemeve fuzzy	5
1.2.5 FL hapat e të menduarit	5
1.2.6 Veprimet mbi bashkësitë Fuzzy	8
1.3 Funksionet e anëtarësimit	12
1.4 Fazifikimi.....	19
1.5 Procesi i vlerësimit Fuzzy	20
1.6 Variablat gjuhësorë.....	24
1.7 Defazifikimi	25
1.8 Sistemi i rregullave fuzzy.....	29
1.9 Metodat e vlerësimit (Inference) Fuzzy	30
1.10 Aplikimi i sistemeve fuzzy.....	34
<i>Përfundime</i>	36
Kapitulli II Hidrologjia dhe menaxhimi i burimeve ujore	37
<i>Hyrje</i>	37
2.1 Cikli hidrologjik	38
2.2 Hidrologjia, koncepte të përgjithshme	39

2.3 Faktorët klimatikë	39
2.3.1 Avullimi.....	40
2.3.2 Lagështia e ajrit	40
2.3.3 Temperatura.....	41
2.3.4 Reshjet atmosferike	41
2.4 Metodatat e përcaktimit të shtresës së reshjeve në një sipërfaqe të caktuar (pellg ujëmbledhës).....	42
2.4.1 Metoda e mesatares matematike.....	43
2.4.2 Metoda e kuadrateve.....	43
2.4.3 Metoda e mesatares së peshuar.....	44
2.4.4 Metoda e izohietave.....	47
2.5 Zbatimi i FL në hidrologji.....	49
2.6 Sfidat në modelimet hidrologjike.....	53
KAPITULLI III Fuzzy Logic në Matlab.....	55
Hyrje.....	55
3.1 Hyrje në Toolbox-in e FL	56
3.1.1 Toolbox-i i FL	56
3.1.2 Krijimi i Sistemeve me anë të Toolbox-it të FL	56
3.2 Ndërtimi dhe puna e sistemit të vlrësimit	63
Përfundime	64
Kapitulli IV Modele hidrologjike.....	65
Hyrje.....	65
4.1 Modelime të sistemeve hidrologjike	66
4.1.1 Modeli i pellgut ujëmbledhës Stanford (SWM)	66
4.1.2 Modeli rezervuar.....	66
4.1.3 Seri HEC [2]	66
4.2 Modelime me FL.....	68
4.2.1 Modeli i parashikimit të reshjeve	68
4.2.2 Modeli reshje- rrjedhje sipërfaqësore	73
4.2.3 Parashikimi i konsumit të ujit të pijshëm	77
Përfundime	83
Literatura.....	85

Lista e figurave

Figura 1.1:	Kuptimi praktik i Fuzzy.....	4
Figura 1.2:	Hapat e të menduarit.....	6
Figura 1.3:	Koncepti Fuzzy.....	7
Figura 1.4:	Krahasimi midis veprimeve mbi bashkësitë fuzzy (a) dhe mbi bashkësitë Boolean (b).....	11
Figura 1.5:	Operatorët logjikë.....	11
Figura 1.6:	Operatorët logjikë të ndryshuar.....	12
Figura 1.7:	Funksioni i anëtarësimit trekëndor.....	12
Figura 1.8:	Funksioni i anëtarësimit trapezoidal.....	13
Figura 1.9:	Funksion anëtarësimi trekëndor dhe trapezoidal.....	13
Figura 1.10:	Funksion anëtarësimi Gaussian.....	14
Figura 1.11:	Funksion anëtarësimi Gaussian dhe Gaussian josimetrik.....	14
Figura 1.12:	Funksioni i anëtarësimit Gaussian, forma bell.....	15
Figura 1.13:	Funksione të ndryshme anëtarësimi Gaussian.....	15
Figura 1.14:	Funksion anëtarësimi Sigmoid.....	16
Figura 1.5:	Funksione të ndryshme Sigoide.....	16
Figura 1.16:	Funksioni i anëtarësisë Singleton.....	17
Figura 1.17:	Funksione anëtarësimi Z, Pi, S.....	17
Figura 1.18:	Funksionet e anëtarësimit për variablat e gjuhësorë të ekuacioneve 1-5.....	19
Figura 1.19:	Shembulli me dy inpute, tri rregulla dhe një output.....	20
Figura 1.20:	Procesi i fazifikimit.....	21
Figura 1.21:	Procesi i fazifikimit dhe zbatimi i operatorit OR.....	21
Figura 1.22:	Zbatimi i procesit të implikimit.....	22
Figura 1.23:	Zbatimi i tri rregullave dhe procesi i mbledhjes.....	23
Figura 1.24:	Paraqitja grafike e metodës së lartësisë.....	25
Figura 1.25:	Paraqitja grafike e metodës qendra e sipërfaqes.....	26
Figura 1.26:	Paraqitja grafike e metodës mesatarja e peshuar.....	26
Figura 1.27:	Paraqitja grafike e metodës e mesmja e maksimumeve.....	27
Figura 1.28:	Metoda qendra e shumës: a) funksioni i parë i antarësimit, b) funksioni i dyti antarësimit, c) hapi i defazifikimit.....	28
Figura 1.29:	Metoda qendra e sipërfaqes më të madhe.....	28
Figura 1.30:	Metoda e para (e fundit) e maksimumeve.....	29
Figura 1.31:	Hapat e procesit FIS.....	31
Figura 1.32:	Funksionimi i një sistemi të tipit Mamdani.....	32
Figura 1.33:	Funksionimi i një sistemi të tipit Sugeno.....	33
Figura 2.1:	Cikli hidrologjik.....	38

Figura 2.2a:	Pellgu dhe vendodhja e stacioneve	45
Figura 2.2b:	Bashkimi i stacioneve shimatës	45
Figura 2.2c:	Skicimi i përgjysmoreve	46
Figura 2.2d:	Skicimi i shumëkëndshave	47
Figura 2.3:	a) Pellgu dhe stacionet e reshjeve b) Skicimi i izohietave.....	48
Figura 2.4:	Paraqitje grafike e metodës Thieseen.....	49
Figura 2.5:	Pellgu ujëmbledhës.....	50
Figura 2.6:	Shpërndarja hapësinore e reshjve sipas Sugeno FIS	51
Figura 2.7:	Funksionet e anëtarësimit lindje dhe veri	52
Figura 3.1:	Bashkëveprimi i mjeteve të sistemit me njëri tjetrin.....	57
Figura 3.2:	Ndërtimi i FIS editor	58
Figura 3.3:	Treguesi i sistemit fuzzy, metoda TDCG.....	58
Figura 3.4:	Treguesi i funksionit të anëtarësimit.....	59
Figura 3.5:	Treguesi i rregullave.....	60
Figura 3.6:	Vëzhguesi i rregullave.....	61
Figura 3.7:	Paraqitja grafike e “Surface Viewer”	62
Figura 3.8:	Diagrama e FL.....	64
Figura.4.1:	FIS Editor. Parashikimi i reshjeve	69
Figura.4.2:	Funksionet e anëtarësimit, Input dhe Output.....	71
Figura.4.3:	Dritarja e rregullave modelit parashikimi i reshjeve.....	71
Figura.4.4:	Paraqitja e rregullave (Rule Viewer Windows).....	72
Figura 4.5:	Sipërfaqja (Surface Viewer Windows).....	72
Figura.4.6:	FIS i modelit reshje-rjedhje sipërfaqësore.....	75
Figura.4.7:	Funksionet e anëtarësimit modeli reshje –rrjedhje sipërfaqësore...	75
Figura.4.8:	Dritarja e rregullave modeli reshje- rrjedhje sip.....	76
Figura 4.9:	Paraqitja e rregullave modeli reshje-rrjedhje sipërfaqësore.....	77
Figura. 4.10:	Sistemi Fuzzy i tipit Mamdani modeli- konsumi i ujit të pijshëm.....	78
Figura. 4.11:	Funksioni i antarësimit për variablin input “Temperatura”.....	79
Figura. 4.12:	Funksioni i antarësimit për variablin input “Niveli i aktivitetit fizik”	79
Figura. 4.13:	Funksioni i antarësimit për variablin output “Konsumi i ujit të pijshëm”	80
Figura. 4.14:	Sistemi i FL duke përdorur Rule Viewer.....	81
Figura. 4.15:	Sipërfaqja e modelit konsumi i ujit.....	81

Lista e tabelave

Tabela 1.1:	Ligjet në logjikën klasike.....	8
Tabela1.2:	Vlerat e funksionit të anëtarësimit për disa vlera specifike të prurjeve Q.....	19
Tabela 2.1:	Reshjet sipas vendodhjes.....	51
Tabela 2.2:	Matja e reshjeve me FIS.....	53
Tabela 4.1:	Rregullat fuzzy.....	80
Tabela 4.2:	Të dhëna nga anketat.....	82

Hyrje

Qëllimi i këtij studimi është zbatimi i Fuzzy Logic (FL) në hidrologji. Studimi është organizuar në katër kapituj.

Në **kapitullin e parë**, trajtohet së pari kuptimi i përgjithshëm i FL. Ideja kryesore në sistemet fuzzy është pranimi i një të vërtetë të pjesshme, e cila mund të përshkruhet numerikisht nga një funksion specifik, i referuar si një funksion anëtarësimi që merr vlera ndërmjet 0 dhe 1.

FL është projektuar për të zgjidhur problemet në të njëjtën mënyrë si logjika e njeriut, pra vendimmarrja me e mirë e mundshme duke marrë parasysh të gjithë informacionin që disponojmë.

Me ane të logjikës matematikore përpiqet të zgjidhë problemet e vlerave të një spektri të paqartë të dhënash në mënyrë që të arrijë në një përfundim më të saktë të mundshëm.

Bashkësitë fuzzy, rregullat “IF - THEN” dhe konceptet e arsytimit përbëjnë sistemet e vlerësimit fuzzy (FIS- fuzzy inference system).

Me ane të FL mund të përpunojmë informacionin e të dhënave kompjuterike kur këto informacione janë të paqarta ose pjesërisht të vërteta. Metodat e reja kompjuterike në bazë të FL mund të përdoren në zhvillimin e sistemeve inteligjente, identifikimin, modelimin, optimizimin, dhe kontrollin për vendimmarrje.

Në **kapitullin e dytë**, paraqiten së pari koncepte të përgjithshme teorikë mbi hidrologjinë, faktorët klimatikë, metodat e përcaktimit të shtresës së reshjeve në një sipërfaqe të caktuar. Sfidat në modelimet hidrologjike dhe pse sugjerohet FL në modelimet hidrologjike.

Në **kapitullin e tretë**, trajtohen funksionet e toolbox-ve FL në Matlab. Paraqiten të detajuara, krijimi i funksioneve të anëtarësimit, ndërtimi dhe puna e sistemit të vlerësimit.

Në **kapitullin e katërt**, paraqiten së pari disa modele hidrologjike të aplikuara gjërësisht nga shumë vende të botës si: modeli i pellgut ujëmbledhës Stanford (SWM), modeli Tank, HEC-HMS, HEC-FDA, HEC-ResSim.

Në pjesën e dytë të këtij kapitulli trajtohen aplikime konkrete duke zbatuar elementët teorikë të FL implementuar në toolbox-et e FL në Matlab: parashikimi i reshjeve, modeli reshje- rrjedhje sipërfaqësore si dhe parashikimi i konsumit të ujit të pijshëm.

Kapitulli I

Teoria e Fuzzy Logic

Hyrje

Fjalori anglisht i Oxford-it e përcakton termin "fuzzy" si: "i turbullt, i paqartë, i papërcaktuar, konfuzion, i mjegullt [32].

FL është një zgjerim i logjikës konvencionale (Boolean), e cila është zgjeruar për të trajtuar konceptin pjesor të së vërtetës midis 'plotësisht e vërtetë' dhe 'krejtësisht e gabuar'. Kjo është një logjikë e cila në themel ka mënyrat e arsytimit të cilat janë më tepër të përafërta.

Teoria e logjikës klasike përfshin arsytimin e bazuar në bashkësi binare, të cilat kanë dy vlera logjike, e vërtetë ose e rremë, po ose jo, 0 ose 1. Në jetën reale shumica e informacionit dhe proceseve që ne hasim nuk është aq i saktë dhe i thjeshtë, por përfshin një shkallë paqartësie (mjegulle). Vlera e vërtetë mund të rënditet në mes të vlerës plotësisht të vërtetë dhe vlerës plotësisht të rreme, duke çuar në një të vërtetë të pjesshme. FL ka tërhequr interesin e studiuesve të fushave të ndryshme shkencore dhe inxhinierike. Vitet e fundit kanë deshmuar një rritje të shpejtë të aplikimeve të FL. FL e gjejmë të aplikuar duke filluar nga produktet e konsumit si kamera, furrat, mikorvalat, makina larëse, në pajisjet mjekësore deri në industri në proceset e kontrollit të tyre.

1.1 Historiku i FL

Bashkësitë fuzzy u prezantuan nga Lotfi A. Zadeh në vitin 1965 për të paraqitur dhe për ti përpunuar të dhënat dhe informacionet që tregojnë pasiguri statistikore ([21] L. A. Zadeh "Fuzzy Sets").

Përpara se të punonte në teorinë fuzzy, Zadeh ishte një studiues i respektuar në teorinë e kontrollit. Ai zhvilloi konceptin e "state", i cili përbën bazën për teorinë e kontrollit modern. Më herët se 1965, Zadeh shkroi se "për të trajtuar sistemet biologjike ne kemi nevojë për një matematikë rrënjësisht të ndryshme, matematikën e fuzzy sepse këto sisteme nuk mund të përshkruhen me terma në teorinë e probabiliteteve. Më vonë, formalizoi idetë në studimin "Fuzzy Sets." Që nga lindja e saj, teoria fuzzy ka shkaktuar polemika. Disa studiues, si Richard Bellman, e mbështetën idenë dhe filluan të punonin në këtë fushë të re. Studiues të tjerë e kundërshtonin idenë dhe e shihnin fazifikimin (paragrafi 1.4) si kundër parimeve themelore shkencore. Ishte e vështirë për të mbrojtur teorinë fuzzy nga një pikëpamje thjesht filozofike për shkak se në fillim nuk kishte aplikime të vërteta reale. Pothuajse të gjitha institutet kryesore kërkimore në botë nuk arritën të shihnin teorinë fuzzy si një fushë kërkimi serioze. Pavarësisht polemikave të shumta për teorinë fuzzy, kishte shumë studiues anëmbanë botës që u përkushtuan në këtë fushë të re. Në fund të viteve 1960, u propozuan shumë metoda të reja fuzzy si:

algoritme fuzzy, sisteme fuzzy, etj. Në 1970 teoria vazhdoi të rritet dhe u shfaqën aplikimet reale.

Është e drejtë të thuhet se krijimi i teorisë fuzzy si një fushë e pavarur është kryesisht për shkak të përkushtimit dhe punës së jashtëzakonshme të Zadeh. Pjesa më e madhe e koncepteve kryesore në teorinë fuzzy u propozuan nga Zadeh në fund të viteve '60 dhe në fillim të viteve '70. Pas prezantimit të bashkësive fuzzy në vitin 1965, ai propozoi konceptet e algoritmeve fuzzy në vitin 1968 (Zadeh [1968]), vendimmarrjen fuzzy në 1970 (Bellman dhe Zadeh [1970]), dhe renditjet fuzzy në 1971 (Zadeh [1971]). Në vitin 1973, ai botoi një tjetër artikull, "Një qasjeje të re në analizën e sistemeve komplekse dhe proceseve të vendimmarrjes" (Zadeh [1973]), i cili krijoi bazat për sistemet fuzzy. Në këtë artikull, ai prezantoi konceptin e variablave gjuhësorë dhe propozoi përdorimin e rregullave fuzzy IF-THEN për të formuluar njohuritë që disponojmë.

Një ngjarje e madhe në vitet '70 ishte lindja e kontrollorëve fuzzy për sistemet reale. Në 1975, Mamdani dhe Assilian krijuan kuadrin bazë të kontrolluesit fuzzy (i cili është në thelb sistemi fuzzy) tek motorat me avull. Rezultatet e tyre u botuan në një artikull tjetër në teorinë fuzzy "Një eksperiment në sintezën gjuhësore me FL" (Mamdani dhe Assilian [1975]). Më vonë në vitin 1978, Holmblad dhe Bstergaard zhvilluan kontrolluesin e parë fuzzy për një proces të plotë industrial (kontrolluesi i furrës së çimentos).

Në përgjithësi, themelet e teorisë fuzzy u krijuan në 1970. Me futjen e shumë koncepteve të reja, teoria fuzzy nga një fushë e re u kthye në një fushë me interes. Aplikimet fillestare që përmendëm si kontrolluesi i motorit fuzzy me avull dhe kontrolli i fuzzy në furrat e çimentos gjithashtu treguan se kjo fushë ishte premtuese.

Historia e FL ka filluar shumë më herët. Aristoteli dhe filozofë të tjerë që e paraprinë kanë luajtur një rol të rëndësishëm në përpjekje të tyre për të hartuar një teori konçize të llogjikës e matematikës më të ashtuquajturat "Ligje të Mendimit "(Laws of Thought). Një nga këto ligje, ishte dhe "Ligji i të Mesmes së Përrjashtuar" i cili thotë që çdo propozim duhet të jetë i vërtetë ose jo i vërtetë. Kur Parmenides propozoi versionin e parë të këtij ligji (rreth 400 p.e.s) ka pasur kundërshtime të forta dhe të menjëhershme si për shembull Heraclitus propozoi që gjërat mund të jenë njëkohësisht të vërteta dhe jo të vërteta.

Por Platoni ishte ai i cili hodhi themelet për atë që më pas do të njihet si FL, duke treguar se ekziston një pjesë e tretë (përtej të vërtetës dhe jo të vërtetës), ku këto të kundërta "luhaten".

Në fillim të viteve 1900, Lukasiewicz përshkroi një logjikë tre-vlerash së bashku me matematikën që e shoqëron atë. Vlerën e tretë ai e propozoi se mund të përkthehet me termin "e mundshme"(possible) dhe ai e përcaktoi atë me një vlerë numerike në mes të asaj të vërtetë dhe të gabuar. Më vonë ai hulumtoi dhe llogjikën katër-vlerash dhe pesë-vlerash dhe më pas deklaroi se në parim nuk kishte asgjë për të parandaluar derivimin e një logjike të tillë në vlera të pafundme.

Suksesi i teorisë së bashkësive fuzzy është rritur më tepër në këto dy dekada të fundit. Është bërë një disiplinë akademike e themeluar mirë nga shumë e shumë publikime dhe qindra studiues aktivë dhe hulumtues, por kjo nuk e ndaloi Zadeh në punën e mëtejshme, roli i tij frymëzues për komunitetin shkencor botëror nuk u zvogëlua deri në fund të jetës (6.9.2017). Idetë e tij të cilat kanë ndikuar tek shumë njerëz, sollën kërkime të reja dhe drejtime shkencore të shumta.

FL është fushë studimi jashtëzakonisht e dobishme për shumë njerëz të përfshirë në hulumtim dhe zhvillim, duke përfshirë: matematicienë, zhvilluesit e programeve kompjuterike dhe studiuesve, shkencat e natyrës (biologji, kimi, matematikë dhe fizikë), mjekësi, shkencat sociale (ekonomia, menaxhimi, shkenca politike, dhe psikologjia), inxhinieri elektrike, inxhinieri mekanike, inxhinieri ndërtimi, kimistë, inxhinieri e aerodinamikës, bujqësi, informatikë, inxhinieri mjedisi, inxhinieri gjeologji, inxhinieri industriale dhe mekatronikë, analistët e politikave publike, analistët e biznesit dhe juristët.

FL është përdorur me sukses në fusha të shumta të tilla si: sistemet e kontrollit në inxhinieri, përpunimit të imazhit, automatizimin industrial, robotikë dhe elektronikë.

1.2 Kuptimi i përgjithshëm i teorisë fuzzy

1.2.1 Përshkrimi i FL

FL ka dy kuptime të ndryshme. Në një këndvështrim të ngushtë është një sistem logjik. Në një kuptim më të gjerë është sinonim i teorisë së grupeve fuzzy, e cila u referohet bashkësive të objekteve që kanë kufij të papërcaktuar, dhe të qenit pjesë e këtyre bashkësive përcaktohet në nivele sasiore në përqindje. Pra, një element mund të jetë pjesë e një bashkësie, pjesërisht mund të shmanget vlerësimi, është plotësisht apo s'është fare. Këtë e shpreh teoria fuzzy. Sistemet e bazuara në rregulla kanë gjetur përdorim të gjerë në Inteligjencën Artificiale, por ajo që u mungon këtyre sistemeve është një mekanizëm që bën lidhjen e shkakut me pasojën.

Arsyeja e përdorimit të FL qëndron në relativitetin e rëndësisë së një përgjigje ekzakte: Sa e rëndësishme është të marrësh një përgjigje ekzaktësisht të saktë, kur mund të nevojitet një përgjigje e përgjithshme? Edhe pse FL është metodë e re, koncepti i aplikimit të saj bazohet në arsyetimin e njeriut. Parë në këtë këndvështrim, FL mund të konsiderohet metodë e re dhe e vjetër. Në FL vihet në balancë saktësia dhe kuptimi i përgjithshëm i një përgjigje. Një ilustrim i thjeshtë i nocionit fuzzy në praktikë jepet si në figurë:

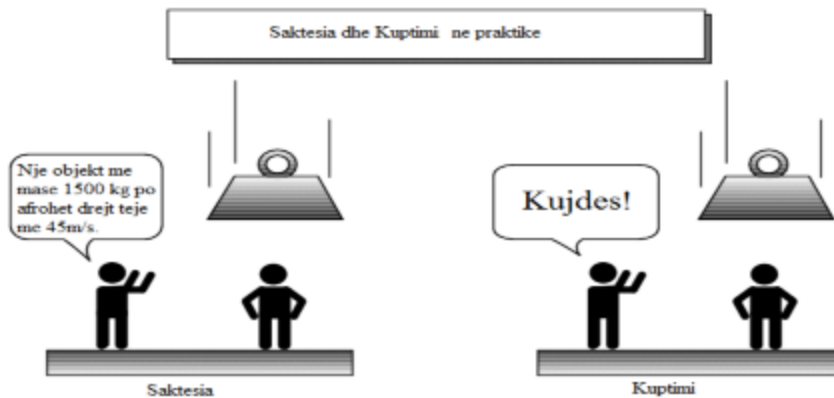


Figura 1.1. Kuptimi praktik i FL

1.2.2 Vlerat e përdorimit të FL

Bashkësitë e zakonshme janë një rast i veçantë i bashkësive fuzzy. Teoria e bashkësive fuzzy është një teori matematikisht rigoroze dhe gjithëpërfshirëse e dobishme në karakterizimin e koncepteve me paqartësi natyrore.

Më poshtë është renditur një listë me vlerësimet që i janë bërë FL [17]. Konceptet themelore të këtij sistemi janë të lehta për t'u kuptuar. Arsyeimi që ndjek kjo metodë bazohet në koncepte të thjeshta matematikore.

- FL është fleksibël si sistem. Mund të bashkëveprojë me lehtësi me sistemet e tjera.
- Është sistem tolerues ndaj të dhënave që kanë një shkallë pasaktësie.
- FL mund të modelojë funksione jolineare me shkallë të lartë kompleksiteti.
- Mund të ndërtohet një sistem fuzzy që mund të funksionojë me çdo lloj të dhënash si input-e dhe output-e.
- Një sistem fuzzy mund të ndërtohet duke u bazuar në njohuritë e ekspertit të fushës.
- FL mund të punojë në harmoni të plotë me teknikat tradicionale të kontrollit. Këto të fundit, duke u shtuar FL, bëhen më të lehta për tu zbatuar.
- Përdorimi i FL bazohet në gjuhën e thjeshtë të komunikimit. Kjo e bën këtë sistem të lehtë për t'u përdorur. Vlerësimi i fundit i bërë ndaj sistemit fuzzy është më i rëndësishmi. Gjuha natyrore, e cila përdoret nga njerëzit në komunikimin e përditshëm, është formuar nga mijëra vjet të historisë njerëzore për të qenë të përshtatshme dhe efikase. Fjalite e shkruara në gjuhën e zakonshme përfaqësojnë një triumf të komunikimit efikas.

1.2.3 Kuptimi i përgjithshëm i sistemeve Fuzzy

Principi kryesor i FL është përcaktimi i marrëdhënieve midis input-eve dhe output-eve, dhe kjo bëhet nëpërmjet rregullave të formës "Nëse-Atëherë". Të gjitha rregullat zbatohen në paralel në raport me njëra-tjetrën dhe renditja e tyre është e parëndësishme. Rregullat u referohen variableve dhe mbiemrave që përshkruajnë këto variabla. Përpara se të ndërtohet një sistem që bën interpretimin e rregullave, si fillim duhen përcaktuar termat që do të përdoren dhe mbiemrat që do t'i përshkruajnë ato. Për të thënë që uji është i nxehtë, duhet përcaktuar intervali i ndryshimit të temperaturës së ujit, si dhe duhet përcaktuar kuptimi i fjalës "i nxehtë". Diagramat e mëposhtme tregojnë procesin e vlerësimit të FL (figurat 1.2, 1.3).

Logjika [32] është një pjesë e vogël e aftësisë së njeriut për të zhvilluar në mënyrë sasiore një proces të arsyetimit që mund të përsëritet dhe të manipulohet me perceptimin matematikor. Interesi për logjikën është studimi i së vërtetës në propozicionet logjike. Në Logjikën Klasike kjo e vërtetë është binare pra një propozicion është ose i vërtetë ose i rremë.

Nga kjo perspektivë, FL është një metodë për formulizimin e arsyetimit të njeriut jo të qartë, jo të saktë ose të përafërt. Në FL të gjitha të vërtetat janë të pjesshme ose të përafërta. Në këtë kuptim, ky arsyetim është quajtur gjithashtu arsyetim interpolativ, ku procesi i interpolimit midis ekstremeve binare e vërtetë dhe e rreme është e përfaqësuar nga aftësia e FL për të treguar të vërteta të pjesshme.

1.2.4 Rëndësia e sistemeve fuzzy

Burime të ndryshme kanë paraqitur dhe kanë provuar se sistemet fuzzy janë përafrues universalë [9]. Këto prova rrjedhin nga izomorfizmi midis dy algjebrave: algjebërë abstrakte (në lidhje me grupet, fushat dhe unazat) dhe algjebërë lineare (në lidhje me hapësirën vektoriale, vektorët dhe transformimin e matricave) dhe struktura e sistemeve fuzzy, e cila krahasohet me një implikim midis veprimit dhe konkluzionit. Arsyeja e këtij izomorfizmi është se të dyja: si algjebra dhe sistemet fuzzy vendosin lidhje midis elementëve të dy ose më shumë fushave. Ashtu si një funksion algjebrik lidh (psh: x dhe y sipas një rregulli) dy variabla, një sistem fuzzy lidh dy grupe, më pas këto grupe mund të jenë propozicione gjuhësore ose forma të tjera të informacionit fuzzy.

1.2.5 FL hapat e të menduarit

Çdo mendim shkencor [32] ka tre hapa: imagjinatën, vizualizimin dhe gjenerimin e idesë. Figura 1.2 tregon hapat e nevojshëm në një proces të plotë të të menduarit. Secila nga hapat nuk mund të shpjegohet në mënyrë të thjeshtë (crisp) dhe secili individ, në varësi të aftësive mund të përfitojë nga kjo renditje.

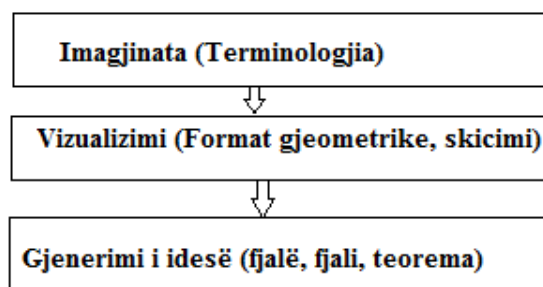


Figura 1. 2. Hapat e të menduarit

Hapi i imagjinatës përfshin krijimin e hipotezave të përshtatshme për problemin. Në të njëjtën kohë dhe qëllimi i hapat të vizualizimit është të mbrojë hipotezat përfaqësuese.

Shkencëtarët zakonisht përdorin një sërë përfaqësimesh, duke përfshirë lloje të ndryshme të figurave (gjeometria), për të përfaqësuar dhe mbrojtur hipotezat. Në hipotezat shkencore justifikimi është i mundur vetëm përmes kuptimit të përfaqësimit vizual dhe nëse është e nevojshme, modifikimi i hipotezës duhet të jetë në progres. Në bazë të hipotezave, shkencëtarët sillen si filozofë duke gjeneruar ide të rëndësishme dhe shpërndarjen e tyre të mëvonshme, të cilat duhet të përfshijnë ide të reja dhe madje të diskutueshme, kështu që shkencëtarët e tjerë mund të tejkalojnë dhe të përpunojnë më tej hipotezat themelore.

Cilado qoftë mënyra e të menduarit, argumentet shkencore shprehen me shprehje gjuhësore para çdo simbolike dhe abstraksioni matematikor.

Në veçanti, në shkencat hidrologjike, faza e vizualizimit përfaqësohen nga algoritme, diagrama, grafikë dhe figura, të cilat përfshijnë një sasi të jashtëzakonshme të informacionit.

Të gjitha modelet konceptuale merren me pjesë të diçkaje që perceptohet nga mendja e njeriut. Natyrisht, midis fragmenteve kuptimplotë të fenomenit, ekzistojnë lidhje të qarta ose të fshehura, të cilat janë atje për eksplorimin e mendimit intelektual të njeriut. Marrëdhënie të tilla të mundshme mund të shpjegohen nga rregullat e vendosura të bashkësisë fuzzy. Fragmente të të menduarit, arsytimeve dhe perceptimet shërbejnë kolektivisht për të ofruar modele konceptuale të pjesshme dhe të shtrembëruara të realitetit që përfaqësojnë perceptimin e botës nga mendja e njeriut.

Konceptet fuzzy në kuptimin e problemeve komplekse varen nga vëzhgimet, përvojat dhe pikëpamjet e ekspertëve. Gjithashtu këto koncepte fuzzy përqendrohen në studimin e mundësive të njeriut për të njohur objekte të jashtme duke mbledhur informacion nëpërmjet vëzhgimeve ose leximeve. Sapo të mbledhet një informacion i tillë fuzzy gjuhësor, atëherë arsyetimi i njeriut mund të zgjerojë fushën e të kuptuarit në drejtime të ndryshme dhe, në mendje, objektet dhe qëllimet e tyre të ndryshme të dukshme shprehen së pari me fjalë.

Përshkrimi i një procesi hidrologjik me anë të FL është i lehtë për t'u kuptuar dhe mund të ndërtohet në mënyrë intuitive duke ndjekur hapat si vijon (Figura 1.3):

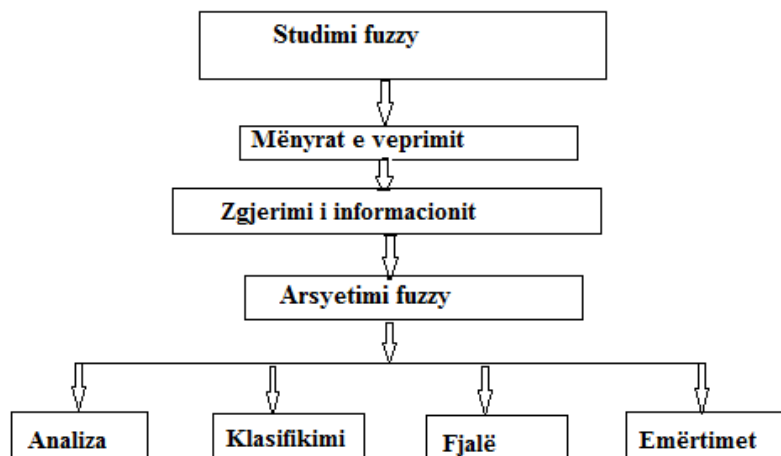


Figura 1. 3. Koncepti Fuzzy

Njerëzit janë të shumë të sigurt në perceptimin e asaj që shohin, por kompjuterat janë më të mirë në numërim dhe llogaritje. Atributet e botës reale njihen nga perceptimet e njeriut përmes vlerësimeve të cilësisë dhe sasisë në mënyrë gjuhësore dhe /ose sipas matjeve. Pyetje të ndryshme mund të parashtrohen për sjelljet individuale ose të përbashkëta të këtyre attributeve. Njerëzit vazhdojnë të fitojnë njohuri nga perceptimi, që është një proces i pafund. Paqartësia, turbullimi (fuzziness) është një karakteristikë kryesore e perceptimit të njeriut që sfidon njerëzimin dhe shtyn kërkimin për të vërtetën dhe kuptimin e sekreteve të realitetit. Përshtypjet dhe konceptet fuzzy gjenerohen nga mendja e njeriut dhe ndajnë realitetin e dukshëm hidrologjik, mjedisor ose inxhinierik në fragmente dhe kategori, të cilat janë përbërës themelor në klasifikimin, analizën dhe konkluzionin pas etiketimit të çdo fragmenti me një fjalë si "emër", "përemër" ose "mbiemër". Etiketimi fillestar sipas fjalëve është pa ndërlidhje ndërmjet kategorive të ndryshme. Këto fjalë kanë shumë pak të bëjnë me tërësinë e realitetit. Prandaj, fjalë të përbashkëta gjuhësore na ndihmojnë të përfytyrojmë të njëjtat ose shumë gjëra të ngjashme në mendje në një mënyrë fuzzy.

Arsyetimi është operacioni më i rëndësishëm i trurit të njeriut që çon në krijimin e ideve, metodologjive, algoritmeve dhe përfundimeve, përveç një procesi të vazhdueshëm kërkimi dhe zhvillimi. Të menduarit si një fenomen vjen me efektet fizike ose mendore që kontrollojnë një ngjarje shqetësuese.

Zbatimi FL nuk do të bëjë vetëm njohuritë më të kuptueshme, por gjithashtu do të lejojë që programet të justifikojnë rezultate më të mira.

Arsyetimi i fuzzy në hidrologji ekziston gjithmonë, por në qasjet klasike dhe mekanike fshihet artificialisht nga idealizimet, izolimet, thjeshtimet dhe supozimet.

1.2.6 Veprimet mbi bashkësitë Fuzzy

Perkufizim 1.

Le të jetë $X \neq \emptyset$, $A \subset X$, ku A bashkësi klasike. Funksioni i anëtarësimit përcaktohet si:

$$f_A(x): X \rightarrow [0;1] \quad \text{ku} \quad f_A(x) = 0 \text{ nëse } x \notin A, \quad f_A(x) = 1 \text{ nëse } x \in A,$$

Përkufizim 2

Bashkësia $B \subset X$ quhet bashkësi fuzzy, nëse funksioni i anëtarësimit $f_B(x): X \rightarrow [0; 1]$

ku $f_B(x) = 0$ nëse $x \notin B$, $f_B(x) = 1$ nëse $x \in B$ dhe $0 < f_B(x) < 1$ nëse x është pjesërisht në bashkësinë B .

Në logjikën klasike disa nga ligjet janë paraqitur në tabelën 1.1:

Ligjet në logjikën klasike

Tabla 1.1 Ligjet në logjikën klasike

- $A \cup \emptyset = A$; $A \cup X = X$	
- $A \cap \emptyset = \emptyset$; $A \cap U = A$	ligji i identitetit
- $A \cup A = A$, $A \cap A = A$	ligji i idempotencës
- $A \cup B = B \cup A$	ligji i ndërrimit
- $A \cap B = B \cap A$	
- $A^- = A$	ligji i mohimit
- $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$	ligji i shoqërimit
- $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$	ligji i shpërndarjes
- $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$	
- $A \cup A^- = X$,	ligji i përjashtimit të së tretës
- $A \cap A^- = \emptyset$	
- $\overline{(A \cap B)} = (\bar{A} \cup \bar{B})$	ligjet e Morgan-it
- $\overline{(A \cup B)} = \bar{A} \cap \bar{B}$	

....

Veprimet e mësipërme bazohen në dy principe jokontradiktore të logjikës klasike. Principi i parë pranon që një element x nuk mund t'i përkasë njëkohësisht një bashkësie A dhe plotësit të saj $\bar{A}$, pra prerja e A dhe $\bar{A}$ është zero dhe jep bashkësi boshe:

$$A \cap \bar{A} = \emptyset \quad (1.1)$$

Ndërsa i dyti pranon që bashkimi i një bashkësie A me plotësit të saj $\bar{A}$ jep universin e diskutimit X :

$$A \cup \bar{A} = X \quad (1.2)$$

Në mënyrë të ngjashme veprimet me bashkësitë fuzzy jepen:

Prodhimi kartezian:

$$A \otimes B = \{(x, y), x \in A, y \in B\} \quad f_{A \otimes B}(x, y) = f_A(x) f_B(y) \quad (x \in A, y \in B) \quad (1.3)$$

Plotësi i bashkësisë fuzzy A:

$$\bar{A} = \{x, x \notin A\} \quad f_{\bar{A}}(x) = 1 - f_A(x) \quad (x \in A) \quad (1.4)$$

Prerja (AND logjik):

$$A \cap B = \{(x, y), x \in A \text{ dhe } y \in B\} \quad f_{A \cap B}(x, y) = \min[f_A(x), f_B(y)], \quad (x \in A, y \in B) \quad (1.5)$$

Bashkimi (OR logjik):

$$A \cup B = \{(x, x \in A \text{ ose } y \in B\} \quad f_{A \cup B}(x, y) = \max[f_A(x), f_B(y)], \quad (x \in A, y \in B) \quad (1.6)$$

Ashtu si në logjikën klasike, propozicionet logjike merren nga bashkësia e përgjithshme (universale U). Propozicionet fuzzy bëjnë pjesë në bashkësinë fuzzy. Supozojmë se propozicioni P bën pjesë në bashkësinë fuzzy A, atëherë vlera e vërtetësisë së propozicionit e përcaktuar nga T (P) jepet si vijon:

$$T(P) = f_A(x), \quad \text{ku } 0 \leq f_A \leq 1 \quad (1.7)$$

Ligjet si në llogjikën klasike përcaktohen dhe në FL.

Le të jetë propozicioni P i përcaktuar në bashkësinë A dhe propozicioni Q në bashkësinë fuzzy B kemi:

Mohimi

$$T(\bar{P}) = 1 - T(P) \quad (1.8)$$

Disnjuksioni

$$P \vee Q : x \in A \cup B, \quad T(P \vee Q) = \max(T(P), T(Q)) \quad (1.9)$$

Konjuksioni

$$P \wedge Q : x \in A \cap B, \quad T(P \wedge Q) = \min(T(P), T(Q)) \quad (1.10)$$

Implikimi (Zadeh, 1973)

$$P \rightarrow Q : x \in \bar{A} \cup B, \quad T(\bar{P} \vee Q) = \max(T(\bar{P}), T(Q)) \quad (1.11)$$

Në llogjikën klasike, implikimi modelohet në bazë të rregullave IF-THEN në këtë mënyrë:

$P \rightarrow Q$, IF $x \in A$, THEN $y \in B$

dhe kjo është ekuivalente në relacionet fuzzy

$R = (A \times B) \cup (X \times Y)$ (ku IF $x \in X$ dhe $A \subset X$, THEN $y \in B$, $B \subset Y$)

Funksionet e anëtarësimit në R shprehen nga formula:

$$f_R(x, y) = \max[(f_A(x) \wedge f_B(x)), (1 - f_A(x))] \quad (1.12)$$

Le të jenë p, q propozicione dhe përkatësisht FP, FQ propozicionet fuzzy, ku FP është e përcaktuar në $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ dhe FQ në $Y = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_n$. Nëse jepet relacioni fuzzy R, atëherë implikimet sipas Zadeh, Lukasiewics, Gödel dhe Dienes- Rester [32] respektivisht jepen:

$$\text{Zadeh } f_{RZ}(x, y) = \max\{\min[f_{FP}(x), f_{FQ}(y)], 1 - f_{FP}(x)\} \quad (1.13)$$

$$\text{Prerja e Lukasiewics } f_{RZ}(x, y) = \min[1 - f_{FP}(x) + f_{FQ}(y)] \quad (1.14)$$

$$\text{Gödel: } f_{RG}(x) = \begin{cases} 1 & \text{nëse } f_{FP}(x) \leq f_{FQ}(y) \\ f_{FQ}(y) & \text{përndryshe} \end{cases} \quad (1.15)$$

$$\text{Dienes-Rester: } f_{RD}(x, y) = \max\{1 - f_{FP}(x), f_{FQ}(y)\} \quad (1.16)$$

Veprimet me bashkësitë fuzzy janë të gjitha analoge me ato të bashkësive klasike dhe japin të njëjtat rezultate nëse vlerat e funksioneve të anëtarësisë janë vetëm 0 ose 1. Pra, FL përfshin logjikën klasike dhe ngre një përgjithësim.

Për të sqaruar më tej veprimet mbi bashkësitë fuzzy, në figurën 1.4 paraqiten disa shembuj të veprimeve midis bashkësive klasike dhe bashkësive fuzzy. Për veprime ndërmjet bashkësive fuzzy është përdorur operatori “maksimum” për bashkimin (OR fuzzy) dhe operatori “minimum” për prerjen (AND fuzzy).

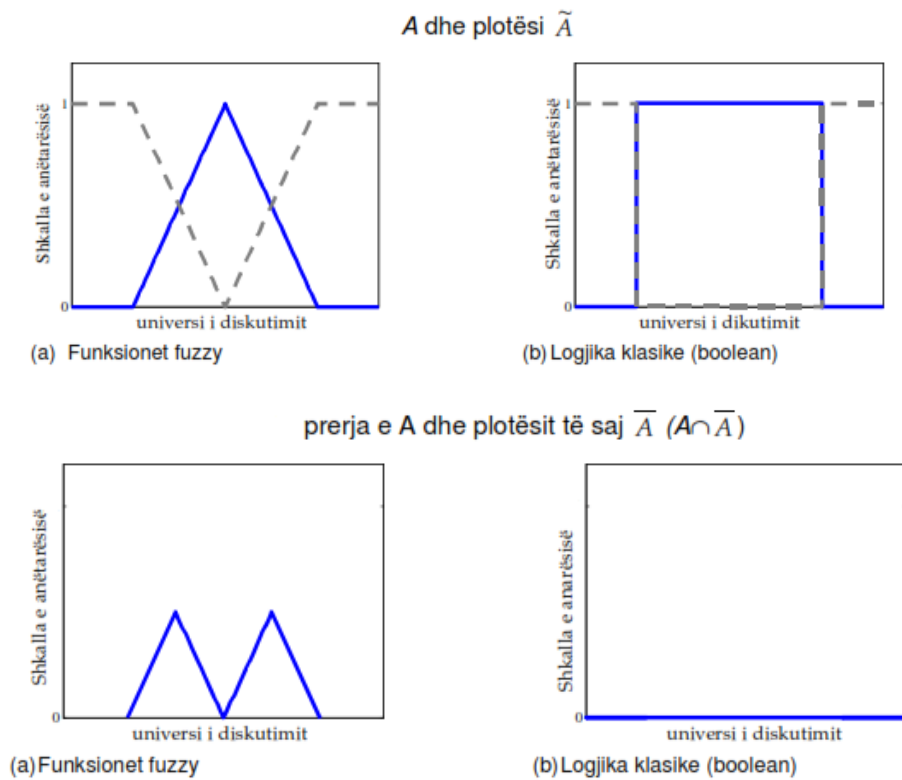


Figura 1. 4. Krahاسimi midis veprimeve mbi bashkësitë fuzzy (a) dhe mbi bashkësitë Boolean (b)

Operatorët logjikë në CL dhe FL përkatësisht figurat 1.5 dhe 1.6:

A	B	A and B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND

A	B	A or B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR

A	not A
0	1
1	0

NOT

Figura 1. 5. Operatorët logjikë

A	B	$\min(A,B)$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND

A	B	$\max(A,B)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR

A	$1 - A$
0	1
1	0

NOT

Figura 1. 6. Operatorët logjikë të ndryshuar

1.3 Funksionet e anëtarësimi

Shënojmë $\mathcal{F}(X)$ familjen e bashkësive fuzzy në X .

Nëse $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ është një bashkësi e fundme dhe A është bashkësia fuzzy në X Funksionet më të përdorur të funksioneve të anëtarësimi janë si më poshtë:

- **Funksioni i anëtarësimi trekëndor** ([2], [32])

Funksioni i anëtarësisë i formës trekëndore ka tre parametra a, b, c të tilla që $a \leq b \leq c$ dhe shprehet me formulën:

$$f(x: a, b, c) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b < x \leq c \\ 0 & c < x \end{cases} \quad (1.17)$$

Grafiku i funksionit të anëtarësimi trekëndor si në figurën 1.7:

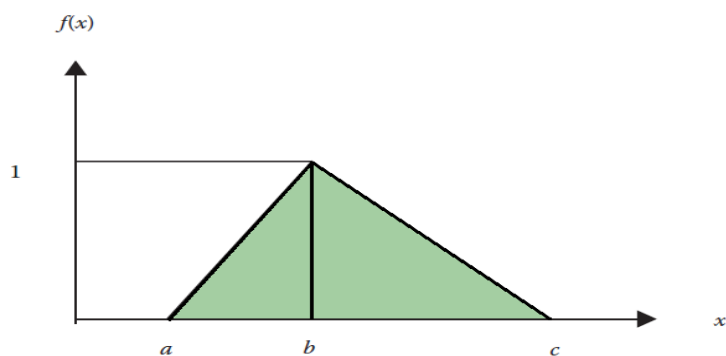


Figura 1. 7. Funksioni i anëtarësimi trekëndor

- **Funksioni i anëtarësimit trapezoidal**

Bashkësia fuzzy A quhet trapezoidal në intervalin (a, d) nëse funksioni i anëtarësimit ka trajtën:

$$f(x: a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0 & d < x \end{cases} \quad (1.18)$$

$$f(x) = \max \left[\min \left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right] \quad (1.19)$$

- Për bashkësitë fuzzy trapezoidal do përdorim shënmin A (a, b, c, d). Grafiku i funksionit të anëtarësimit trapezoidal:

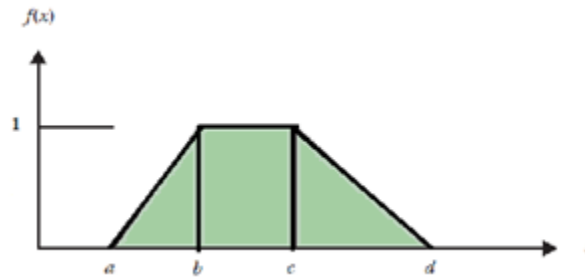


Figura 1. 8. Funksioni i anëtarësimit trapezoidal

Funksionet më të thjeshta të anëtarësimit janë formuar duke përdorur vija të drejta. Nga këto, më i thjeshti është funksioni i anëtarësimit trekëndor, i cili ka marrë emrin funksioni trimf dhe funksioni tjetër i anëtarësimit funksioni trapezoidal të paraqitur grafikisht si në fgiurë 1.9:

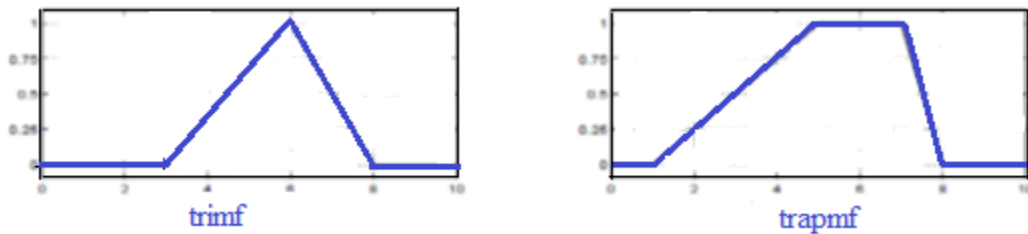


Figura 1. 9. Funksione anëtarësimi trekëndor dhe trapezoidal

- **Funksioni i anëtarësimit Gaussian**

Funksioni i anëtarësimit Gaussian është i përdorur gjërësisht në transformime të ndryshme. Ky funksion është simetrik dhe ka dy parametra, mesataren μ dhe shmangien mesatare (devijmi standart) σ dhe është i përcaktuar me anë të formulës (1.20) dhe i paraqitur grafikisht si më poshtë figura 1.10:

$$f(x; \mu, \sigma) = \exp\left[-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (1.20)$$

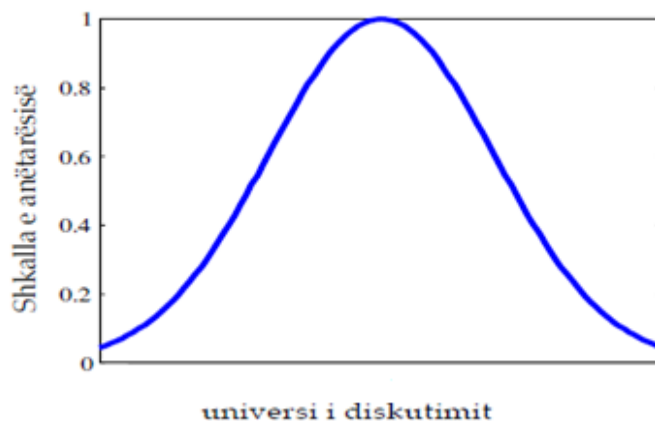


Figura 1.10. Funksion anëtarësimi Gaussian

- **Funksioni i anëtarësimit Gaussian josimetrik**

Funksioni i anëtarësimit Gaussian josimetrik është kompozim i dy funksioneve të ndryshme Gaussians.

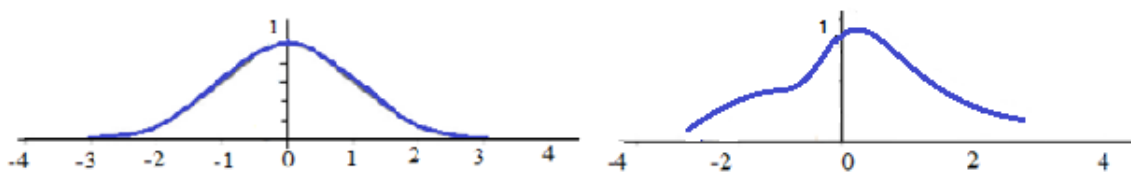


Figura 1. 11. Funksion anëtarësimi Gaussian dhe Gaussian josimetrik

- **Funksioni i anëtarësimit Gaussian forma bell (zile, kembane)**

Grafiku i funksionit të anëtarësimit forma bell Gaussian është simetrik në varësi të tre parametrave. Përcaktohet nga ekuacioni

$$f(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x - c}{a}\right|^{2b}} \quad (1.21)$$

Grafiku paraqitet më poshtë:

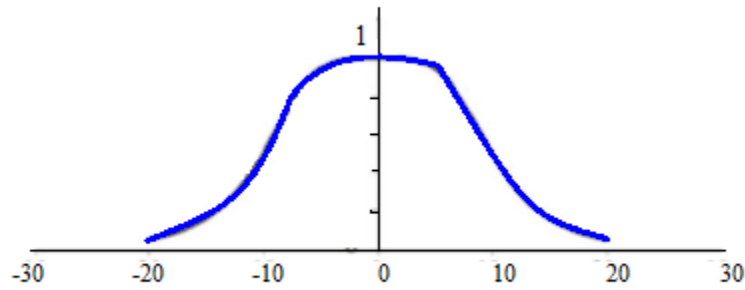


Figura 1. 12. Funkcioni i anëtarësimit Gaussian forma bell

Dy funksionet e mëposhtme të anëtarësimit janë ndërtuar në kurbën e shpërndarjes Gaussiane: një kurbë e thjeshtë Gaussiane dhe një përzierje e dyanshme të dy kurbave të ndryshme Gaussiane. Të dy funksionet janë gaussmf dhe gauss2mf ndërsa grafiku i tretë paraqet kurbën gbellmf.

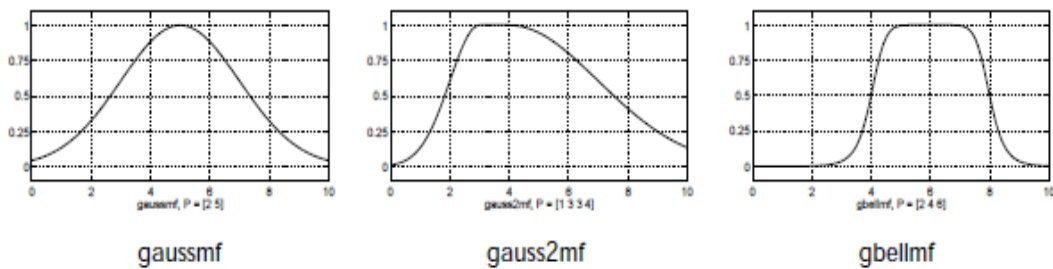


Figura 1. 13. Funksione të ndryshme anëtarësimi Gaussian

- **Funksion anëtarësimi Sigmoidal** (Sigmoide)

Funksioni i anëtarësisë sigmoidale varet nga dy parametra, a dhe b dhe jepet sipas formulës:

$$f(x:a,b) = \frac{1}{1 + \exp[-a(x-b)]} \quad (1.22)$$

ku a përcakton pjerrësinë në pikën e përkuljes së abshisës b.

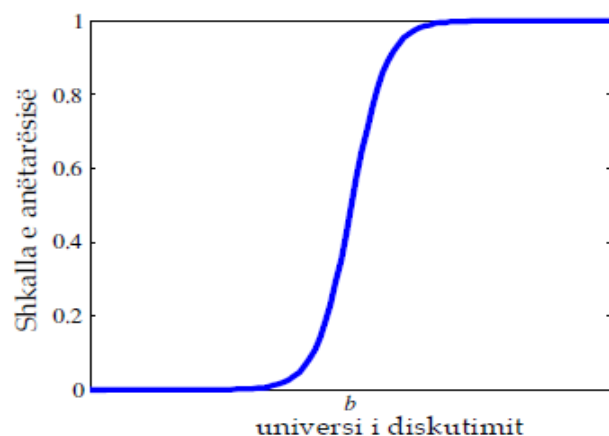


Figura 1. 14. Funkcion anëtarësimi Sigmoid

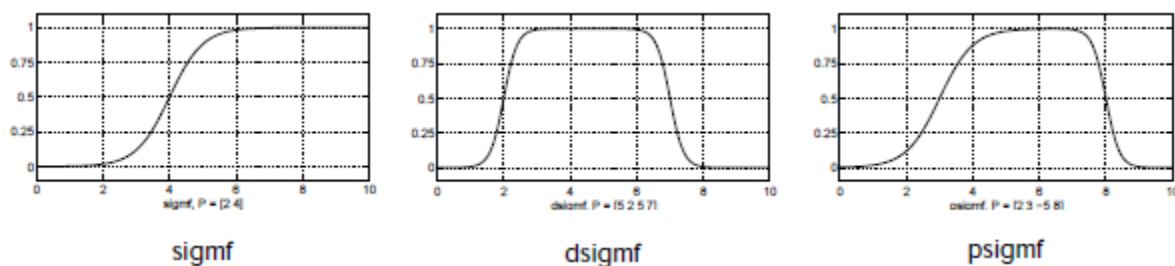


Figura 1. 15. Funksione të ndryshme Sigoide

Funksioni sigmoidal i anëtarësimi është ose majtas ose djathtas i hapur, asimetrik dhe i mbyllur (p.sh. jo i hapur në të majtë apo të djathtë). Funksionet e anëtarësimi mund të sintetizohen duke përdorur dy funksione sigmoidal, kështu që përveç baze sigmf, gjithashtu kemi dallime në mes të dy funksioneve sigmoidal, dsigmoid dhe prodhimit të dy funksioneve sigmoidal psigmoid.

- **Funksion anëtarësimi Singleton**

Ky funksion është shumë i përdorur për bashkësitë fuzzy output për arsye të thjeshtësisë së llogaritjes së vijave qendrore në veprimin e defazifikimit, siç do të ilustruhet në vijim

në 1.7. Funksioni Singleton jepet me anë të formulës:
$$F = \left\{ \frac{\lambda}{x} \right\} \quad (1.23)$$

ku λ - është shkalla e anëtarësisë së x (x element i vetëm). Figura 1.16 paraqet grafikun e funksionit të anëtarësisë Singleton:

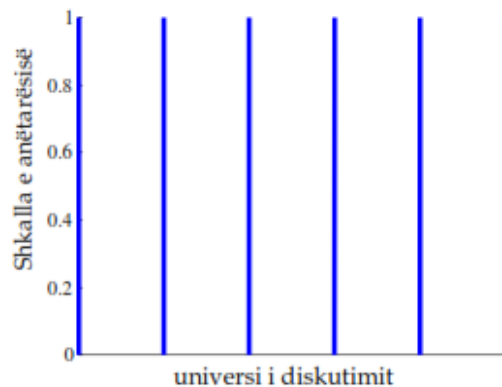


Figura 1. 16. Funksioni i anëtarësisë Singleton

Tri funksione të tjera të anëtarësisë janë të Z, S dhe kurba Pi, të cilat quhen kështu për shkak të formës së tyre. Funksioni zmf është kurbë asimetrike polinomiale e hapur në të majtë, smf është funksioni i imazhit të pasqyruar që hapet në të djathtë dhe pimf është zero në të dy ekstremet, me një rritje në mes.

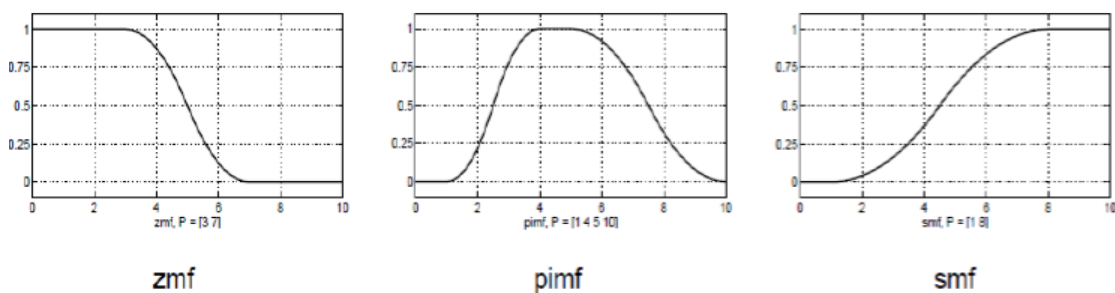


Figura 1. 17. Funksioni anëtarësimi Z, Pi, S

Ka një gamë shumë të gjerë ku mund të zgjedhim funksionin e preferuar të anëtarësisë. Toolbox-i i FL (kap 3) gjithashtu na lejon të krijojmë funksionet tona të anëtarësisë në qoftë se ndihemi shumë të kufizuar nga kjo listë.

- Në bazë të funksioneve të anëtarësisë, konceptet themelore në lidhje me bashkësitë klasike si bashkësia boshe, barazia, nënbashkësitë, kardinaliteti etj mund t'i përkufizojmë edhe për bashkësitë e fuzzy:
 - Një bashkësi e fuzzy A quhet boshe nëse $\mu_A(x) = 0, \forall x \in X$
 - Dy bashkësi fuzzy A dhe B janë të barabarta nëse $\mu_A(x) = \mu_B(x), \forall x \in X$
 - Një bashkësi e fuzzy A është nënbashkësi e një bashkësie të fuzzy B nëse

$$\mu_A(x) \leq \mu_B(x), \forall x \in X$$

- Një bashkësi e fuzzy A quhet normale nëse $\exists x \in X$, e tillë që $\mu_A(x) = 1$.

- Kardinaliteti (numri i elementëve) për një bashkësi fuzzy shprehet si shuma e vlerave të anëtarësisë së elementëve të saj. Pra, për

$$A = \left\{ \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_A(x_n)}{x_n} \right\}, \text{ kemi } card A = \mu_A(x_1) + \mu_A(x_2) + \dots + \mu_A(x_n).$$

- **Një shembull i krijimit të funksioneve të anëtarësimi[2]**

Për të përshkruar prurjen që varion nga 0 në 50 m³/s, mund të përdoren terma gjuhësore si prurje e thatë e motit, prurje e ulët, prurje normale, prurje e lartë dhe prurje e përmbytjeve dhe të caktohen në vlera ekuivalente prurjet si më poshtë:

$$1. \quad f_D(Q) = \begin{cases} 1 - \frac{Q}{10} & 0 \leq Q \leq 10 \\ 0 & Q \geq 10 \end{cases} \quad \text{Prurje shume e paktë (thatësirë)} \quad (1.24)$$

$$2. \quad f_L(Q) = \begin{cases} \frac{Q}{10} & 0 \leq Q \leq 10 \\ 2 - \frac{Q}{10} & 10 \leq Q \leq 20 \end{cases} \quad \text{Prurje e paktë} \quad (1.25)$$

$$3. \quad f_N(Q) = \begin{cases} \frac{Q}{10} - 1 & 10 \leq Q \leq 20 \\ 3 - \frac{Q}{10} & 20 \leq Q \leq 30 \end{cases} \quad \text{Prurje normale} \quad (1.26)$$

$$4. \quad f_H(Q) = \begin{cases} \frac{Q}{10} - 2 & 20 \leq Q \leq 30 \\ 4 - \frac{Q}{10} & 30 \leq Q \leq 40 \end{cases} \quad \text{Prurje e madhe} \quad (1.27)$$

$$5. \quad f_P(Q) = \begin{cases} \frac{Q}{10} - 3 & 30 \leq Q \leq 40 \\ 1 & Q > 40 \end{cases} \quad \text{Prurje me rrezik përmbytje} \quad (1.28)$$

Ekuacionet 1 deri 5 përfaqësojnë pesë funksione anëtarësimi. Në figurën 1.18 dhe në tabelën 1.3 më poshtë jepen vlerat përkatëse të funksioneve të anëtarësimi për disa vlera specifike të prurjeve Q.

Rezultati nga procesi i fuzzifikimit (paragrafi në vijim 1.4) është një numër fuzzy në intervalin (0,1) që përfaqëson shkallën e anëtarësimi të variablave input. Ky numër fuzzy pastaj aplikohet në funksion output, i cili duhet të jetë një vlerë e vetme.

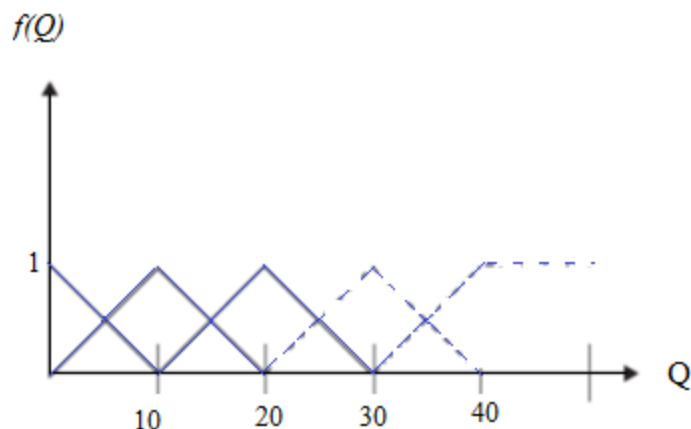


Figura 1. 18. Funkzionet e anëtarësimit për variablat e gjuhësorë të ekuacioneve 1-5

Tabela1.2. Vlerat e funksionit të anëtarësimit për disa vlera specifike të prurjeve Q

Vlerat e funksionit të anëtarësimit					
Q(m ³ /s)	Prurje shume e pakte	Prurje e pakte	Prurje normale	Prurje e madhe	Prurje me rrezik përmbytje
0	1	0	0	0	0
5	0.5	0.5	0	0	0
10	0	1	0	0	0
15	0	0.5	0.5	0	0
20	0	0	1	0	0
25	0	0	0.5	0.5	0
30	0	0	0	1	0
35	0	0	0	0.5	0.5
40	0	0	0	0	1
>40	0	0	0	0	1

1.4 Fazifikimi

Fazifikimi është një koncept i rëndësishëm në teorinë e FL. Fazifikimi është procesi ku vlerat binare konvertohen në vlera fuzzy. Konvertimi në vlera fuzzy përfaqësohet nga funksionet e anëtarësimit. Fazifikimi është hapi i parë për të aplikuar një sistem vlerësimi fuzzy. Shumica e variablave ekzistues në botën reale janë klasik. Lind problemi për të konvertuar këto variabla klasik (input-e dhe output-e) në variabla fuzzy dhe më pas aplikohet procesi i vlerësimit fuzzy për procesimin e këtyre të dhënave që të përftohet output-i i kërkuar. Në përgjithësi, fazifikimi përfshin dy procese: ndërtimi i funksioneve

të antarësimit për variablat input dhe output, si dhe prezantimi i tyre me variabla gjuhësorë.

1.5 Procesi i vlerësimit Fuzzy

Ky paragraf përshkruan procesin e vlerësimit fuzzy dhe e ilustron këtë me një shembull me dy inpute, tri rregulla dhe një output.

Struktura bazë e këtij shembulli tregohet në diagramën e figurës 1.19.

Informacioni rrjedh nga e majta në të djathtë, nga dy inpute drejt një outputi. Një aspekt i rëndësishëm i FL është zbatimi i rregullave paralel me njëri-tjetrin.

Procesi i vlerësimit [17]fuzzy përbëhet nga 5 pjesë: procesi i fazifikimit, zbatimi i operatorit fuzzy (AND ose OR) në pjesën e shkakt, procesi i implikimit nga shkaku te pasoja, mbledhja e pasojave përmes rregullave fuzzy dhe procesi i defazifikimit (paraqitet në paragrafin 1.7).

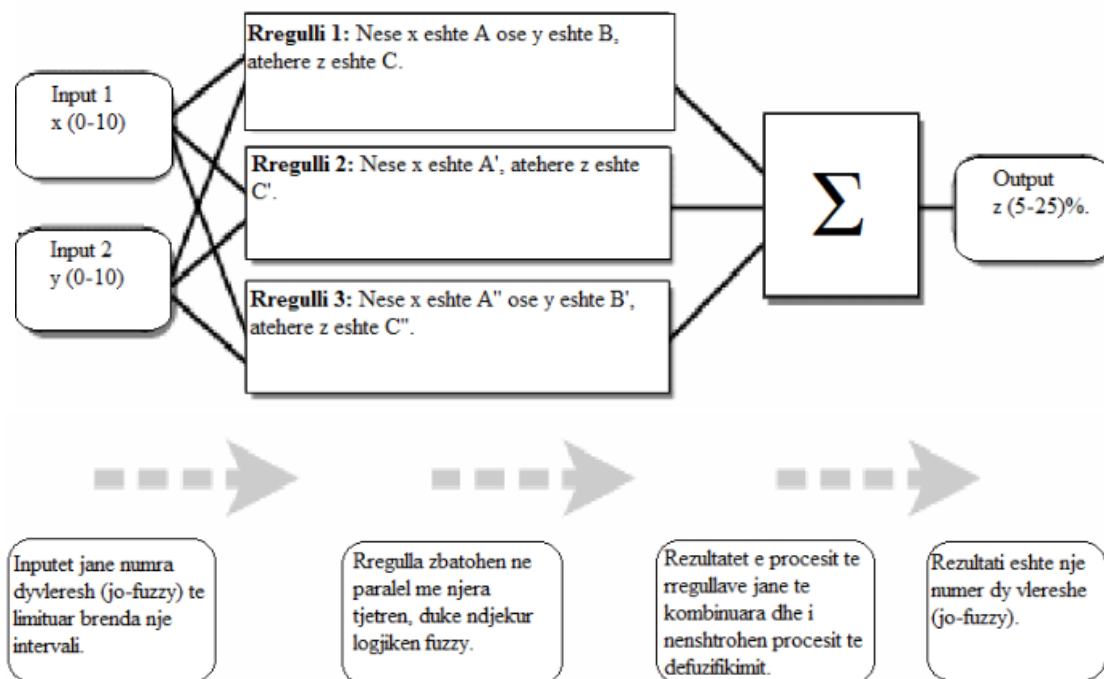


Figura 1. 19. Shembulli me dy inpute, tri rregulla dhe një output

Hapi i parë, procesi i fuzzifikimit

Hapi i parë qëndron në marrjen e input-eve dhe përcaktimi i sasisë së përkatësisë së këtyre input-eve ndaj bashkësive përkatëse fuzzy. Kjo realizohet nëpërmjet funksioneve të antarësimit. Inputi është një numër dyvlerësh i limituar brenda një intervali (në këtë rast intervali $[0, 10]$) dhe outputi është një shkallë e përkatësisë fuzzy në bashkësinë gjuhësore (shtrihet gjithmonë në intervalin $[0, 1]$). Procesi i fazifikimit tregohet nëpërmjet një funksion antarësimi.

Shembulli teorik i mësipërm funksionon në bazë të tri rregullave dhe çdonjëri prej rregullave vlerëson vlerat numerike të inputeve dhe i vendos në një prej bashkësive gjuhësore fuzzy: x është A , x është A' , x është A'' , y është B , y është B' . Përpara se të zbatohen rregullat, bëhet procesi i vlerësimit të vlerave numerike të input-eve ndaj bashkësive fuzzy. P.sh. në çfarë shkallë y i përket bashkësisë B ? Figura 1.20 tregon shkallën e përkatësisë së y ndaj bashkësisë fuzzy, që është një variabël gjuhësor (shkalla e vlerësimit shtrihet në intervalin $[0, 10]$). Në këtë rast y barazohet me 8 dhe në sajë të funksionit të anëtarësimit $\mu=0,7$. Në këtë mënyrë realizohet procesi i fazifikimit për cdo input numerik.

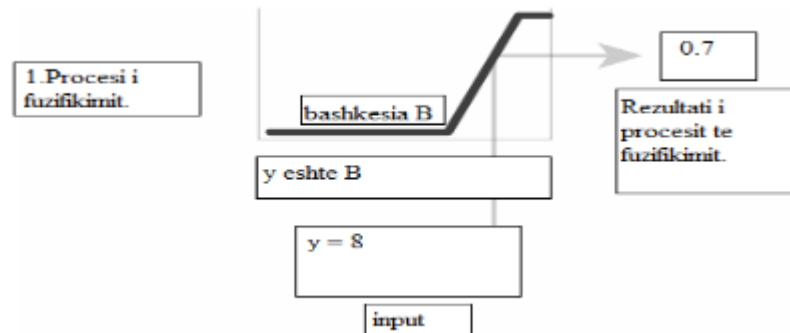


Figura 1. 20. Procesi i fazifikimit

Hapi i dytë, aplikimi i operatorëve logjik

Nëse shkaku i një rregulli fuzzy ka më shumë se një element, aplikohet operatori logjik për të përfutur një numër që përfaqëson rezultatin e shkakut të atij rregulli. Ky numër i përfutur gjen zbatim ndaj funksionit të anëtarësisë output. Numri i vlerave të inputeve ku aplikohet dhe operatori logjik mund të jetë më shumë se një, ndërsa numri i vlerës së një outputi nuk është më shumë se një.

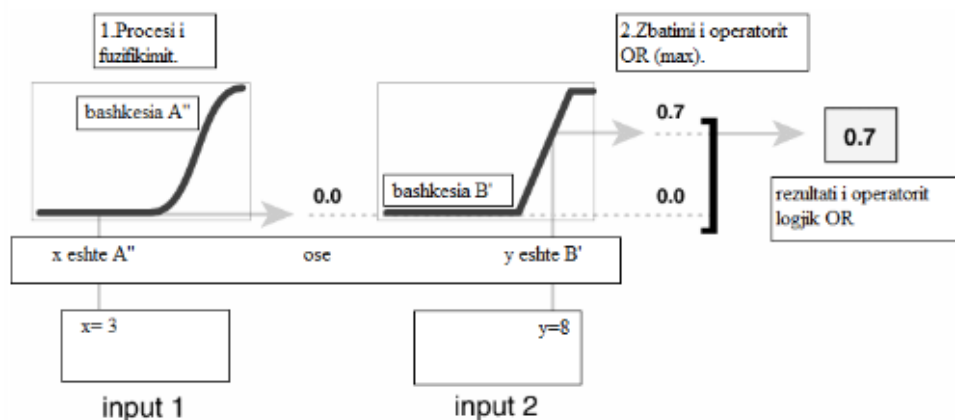


Figura 1. 21. Procesi i fazifikimit dhe zbatimi i operatorit OR

Figura 1.20 tregon zbatimin e operatorit OR (max), duke bërë vlerësimin e shkakut të rregullit numër 3. Prej vlerësimit të dy pjesëve të shkakut të rregullit numër 3 (x është A" dhe y është B'), nxirren vlerat 0.0 dhe 0.7 respektivisht për të dy pjesët. Operatori logjik zgjedh vlerën maksimale prej këtyre të dyjave që është 0.7. Në paragrafin ku studiuam operatorët logjikë, operatorin OR e ekuivalentuam me funksionin maximum. Në këtë mënyrë është kompletuar zbatimi i rregullit numër 3 në sistemin fuzzy.

Hapi i tretë, zbatimi i metodës së implikimit

Si fillim, duhet të përcaktojmë peshën që zë një rregull fuzzy. Çdo rregull ka një peshë në sistem (është një numër ndërmjet 0 dhe 1), që zbatohet ndaj vlerës numerike që del nga vlerësimi i shkakut të rregullit. Në përgjithësi, pesha që zë rregulli është 1, çka bën të mos ndikojë në procesin e implikimit. Shpeshherë në dobi të efikasitës së sistemit mund të lindë nevoja e vlerësimit të një rregulli me një numër të ndryshëm nga 1.

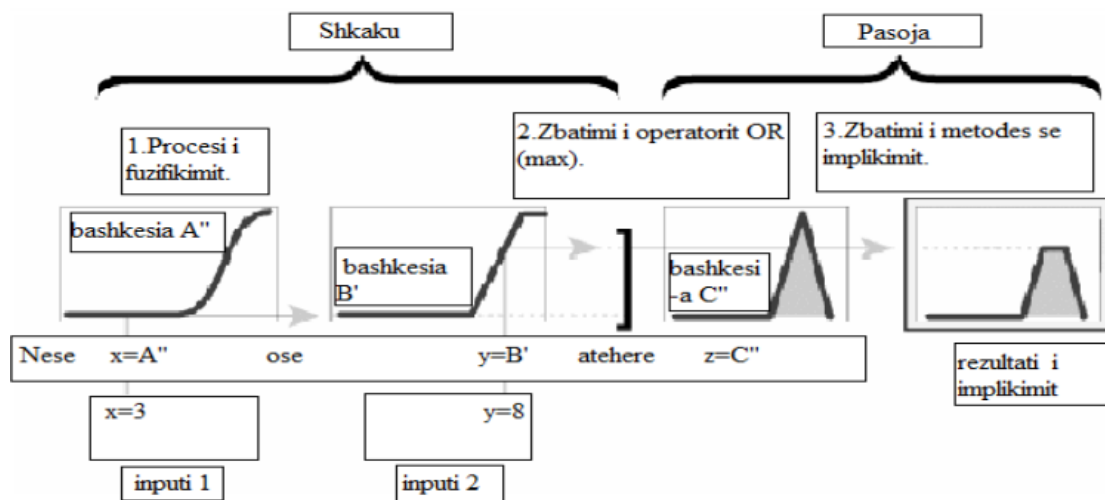


Figura 1.22. Zbatimi i procesit të implikimit

Pasi përcaktohet pesha e çdo rregulli, zbatohet procesi i implikimit. Pasoja është një bashkësi fuzzy e përfaqësuar nga një funksion anëtarësie, i cili peshon në mënyrën e duhur karakteristikat gjuhësore që i atribuohen këtij funksioni. Funksioni i anëtarësisë që përfaqëson pasojën, rimodelohet nga vlera numerike që del nga shkak. Pra, inputi për procesin e implikimit është një numër i përpunuar nga shkak, dhe outputi është një bashkësi fuzzy e përfaqësuar nga një funksion anëtarësie. Implikimi zbatohet për çdo rregull. Përdoren dy metoda: min (minimumi), që pret dhe rimodelon funksionin e outputit; metoda e dytë që përdoret është prod (prodhimi), i cili shkallëzon bashkësinë output.

Hapi i katërt, mbledhja e të gjithë outputeve

Në logjikën fuzzy vendimet merren në bazë të zbatimit të rregullave fuzzy, kështu që rregullat duhen kombinuar për të marrë një vendim. Mbledhja është procesi, në të cilin bashkësitë fuzzy që përfaqësojnë outputin e çdo rregulli kombinohen për të dhënë një bashkësi fuzzy të vetme. Procesi i mbledhjes ndodh vetëm një herë për çdo variabël të inputit dhe ndodh përpara procesit të fundit, që është defazifikimi. Inputi për procesin e mbledhjes është lista e funksioneve të outputeve, të rimodeluara nga procesi i implikimit i zbatuar në çdo rregull. Outputi i procesit të mbledhjes është një funksion që përfaqëson një bashkësi fuzzy.

Sic e thamë dhe më lart, rendi sipas të cilit zbatohen rregullat nuk ka rëndësi. Në procesin e mbledhjes mund të zbatohet njëra prej tri metodave:

- max (maksimumi)
- probor (metoda probabilitare e shoqëruar me operatorin OR)
- sum (shuma e bashkësive që del nga output)

Në diagramën e mëposhtme ilustrohet zbatimi i tri rregullave të sistemit teorik të ndërtuar më sipër. Në këtë ilustrim tregohet mbledhja e outputeve të tri rregullave në një bashkësi fuzzy, ku funksioni anëtarësisë i të cilit përcakton peshën e çdo output të dalë nga tri rregullat.

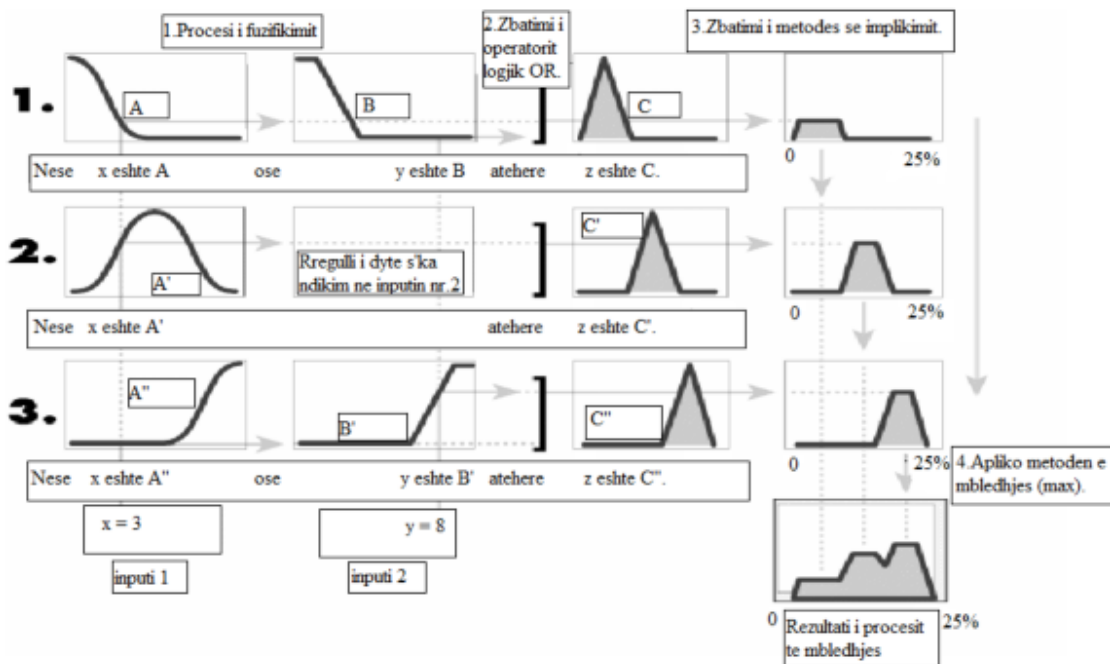


Figura 1.23. Zbatimi i tri rregullave dhe procesi i mbledhjes

- Problemet kryesore në ndërtimin e sistemeve fuzzy përfshijnë përzgjedhjen e variablave përkatës të inputeve dhe outputeve, zgjedhjen e përcaktimeve të termave të mundshëm për çdo ndryshore gjuhësore, zgjedhjen e llojit të funksioneve të anëtarësimit, fuzzifikimin e variablave input dhe variablat e output, përcaktimi i rregullave, bashkimi i rezultateve të rregullave dhe defazifikimi. Duhet të theksohet se zgjedhja e funksioneve të anëtarësimit është mjaft subjektive, por nuk është për shkak të rastësisë.

Rregullat fuzzy [2] mund të specifikohen duke përdorur njohuritë e ekspertëve direkt dhe / ose të plotësuara nga të dhënat e disponueshme, ose mund të mos jetë e njohur në mënyrë eksplicite, por variablat janë specifikuar nga ekspertët, ose, mund të duhet të ndërtohen thjesht nga të dhënat. Një rregull fuzzy përfshin deklaratën si 'IF-THEN' me dy pjesë. Pjesa e parë që fillon me IF dhe përfundon me 'THEN' trajtohet si një tregues, i cili kombinon në mënyrë harmonike nënbashkësi të variablave input. Pas 'THEN' vjen pjesa pasuese, e cila përfshin nënbashkësinë fuzzy të përshtatshme të output-ve bazuar në pjesën e mëparshme. Ndonjëherë, nënbashkësitë input brenda pjesëve të mëparshme janë të kombinuara më shpesh me operatorin logjik 'AND', ndërsa rregullat zakonisht kombinohen me operatorin logjik 'OR'. Kur pjesa e mëparshme e një rregulli të caktuar ka më shumë se një pjesë (si për shembull, NËSE (IF) reshjet janë të larta DHE (AND) lagështia e tokës është e lartë, ATËHERË (THEN) rrjedhjet sipërfaqësore janë të larta), aplikohet operatori fuzzy për të marrë një numër i cili do përfaqësojë rezultatin për pjesën e mëparshme për atë rregull. Më pas ky numër aplikohet në funksionin output. Operatorët "AND", "OR", min (minimale), max(maksimum), prod (prodhimi) dhe probor (probabilitet) realizohen në Matlab nëpërmjet toolbox Matlab Fuzzy Logic. Aktivizimi i veprimit prod përshkallëzon funksionet e anëtarësimit, duke ruajtur kështu formën fillestare, në vend që t'i shkurtojë ato si veprimi min.

Interpretimi i rregullit IF-THEN bazohet në vlerësimin e pjesës së mëparshme pas fuzzifikimit të inputit dhe duke aplikuar operatorët fuzzy dhe më pas duke aplikuar rezultatin për pjesën e mëparshme, i cili duhet të jetë një numër i vetëm. Procesi pasues njihet si procesi i implikimit. Në një sistem me shumë rregulla, mund të ketë disa rezultate fuzzy të cilat duhet të kombinohen për të marrë një output të vetëm, duke përdorur shumë shpesh metodën qendrore e cila paraqitet në paragrafin 1.7.

1.6 Variablat gjuhësorë

Në jetën e përditshme, një objekt mund të përshkruhet në shumë mënyra duke përdorur mbiemra dhe/ ose ndajfolje për të përshkruar një karakteristikë të objektit ose objektit në vetvete. Përshkrime të tilla që përdorin gjuhët natyrore përcjellin kuptime të pasakta.

Për shembull, për shpejtësi, çdo gjë më pak se 50 km / h mund të perceptohet si e ngadaltë, rreth 60 km / orë si normale, rreth 70 km / h si shpejtësi në rritje, 80 km / h më

shpejt dhe më shumë se 100 km / h si shumë shpejt. Bashkësia e vlerave në këtë rast është [0,150], 150-është vlerë e caktuar për shpejtësinë maksimale të mundshme.

Lidhja e vlerave numerike me variablat gjuhësore është subjektive dhe problematike. Variablat gjuhësor përdoren për të përshkruar konceptet e paqarta për t'i bërë ato më të sakta (ose të pasakta) duke caktuar vlera në rritje (ose në rënie) të funksioneve të anëtarësimit.

1.7 Defazifikimi

Defazifikimi ([2], [28]) është procesi i konvertimit nga vlera fuzzy në binare. Rezultatet fuzzy të gjeneruara nuk mund të përdoren si të tilla për aplikime, prandaj është e nevojshme për t'i kthyer vlerat fuzzy në vlera binare për përpunim të mëtejshëm. Kjo mund të arrihet duke përdorur procesin e defazifikimit. Defazifikimi ka aftësinë për të reduktuar një vlerë fuzzy në një vlerë të vetme binare të vlerësuar. Ky proces mund të quhet edhe si “Metoda e Rrumbullakimit”. Defazifikimi konverton vlerat e grumbulluara të funksioneve të anëtarësimit në një sasi të vetme të përqëndruar. Output-i i një procesi fuzzy mund të jetë bashkim logjik i dy ose më shumë funksioneve të antarësimit të përcaktuar në bashkësinë e variablave output. Më pas ky output defazifikohet duke përdorur disa metoda:

1. Metoda e lartësisë (Parimi i antarësimit maksimal)

$\mu_c(z^*) \geq \mu_c(z), \forall z \in Z$, ku z^* është vlera e defazifikuar

$$z^* = \frac{\int z \mu_c(z) dz}{\int \mu_c(z) dz} \quad (1.29)$$

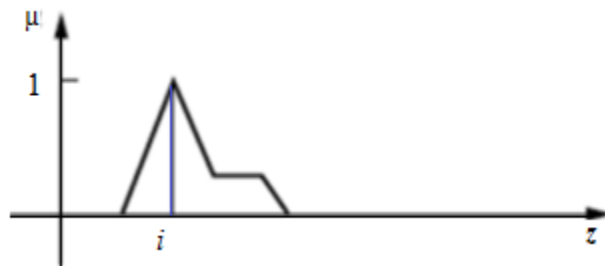


Figura 1. 24. Paraqitja grafike e metodës së lartësisë

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

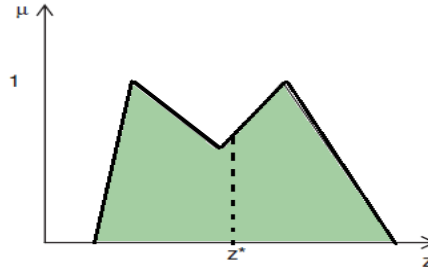


Figura 1. 25. Paraqitja grafike e metodës qendra e sipërfaqes

Defazifikimi është hapi i fundit në procesin e vlerësimit fuzzy që nga output përfundimtar i një sistemi fuzzy duhet të jetë një numër. Input në procesin e defazifikimit është output fuzzy nga procesi i grumbullimit, dhe output është një numër i vetëm.

Metoda centroide është metoda më e përdorur për procesin e defazifikimit. Për funksione të anëtarësimit diskrete formula e njehsimit jepet me anë të ek 1.30:

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^k z_i C(z_i)}{\sum_{i=1}^k C(z_i)} \quad (1.30)$$

ku z_0 është vlera e output e defazifikimit, $C(z)$ është funksioni i anëtarësimit të ndryshores së output, dhe k është numri i rregullave. Për funksionet e anëtarësimit të vazhdueshëm, shprehet me anë të raportit:

$$z_0 = \frac{\int z_i C(z_i) dz}{\int_w C(z_i) dz} \quad (1.31)$$

3. Metoda mesatare e peshuar. Kjo metodë është e kufizuar për funksionet e antarësimit output simetrike.

$$z^* = \frac{\sum \bar{z} \mu_c(\bar{z})}{\sum \mu_c(\bar{z})} \quad (1.32)$$

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

Për shembull:

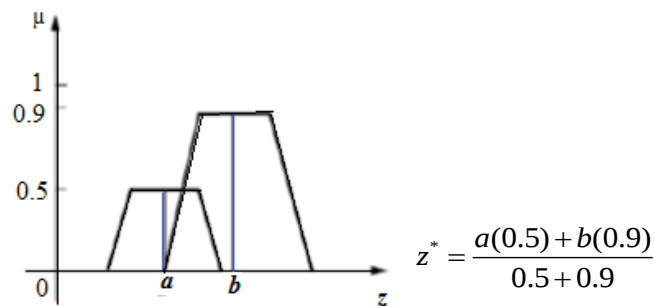


Figura 1.26. Praqitja grafike e metodës mesatarja e peshuar

4. Metoda e mesmja e maksimumeve (Antarësimi Mean max)

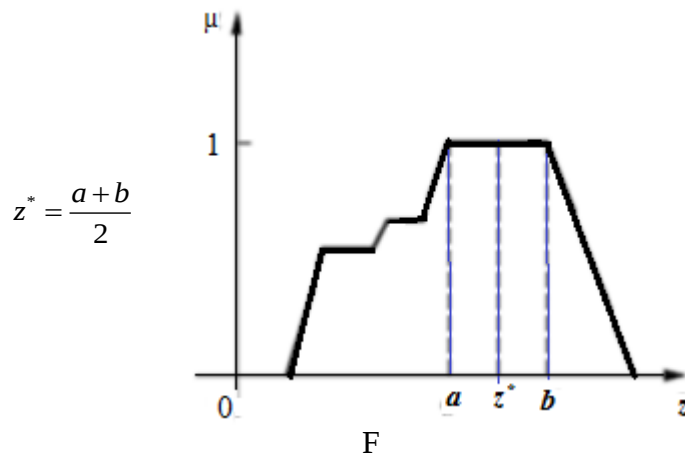


Figura 1.27. Praqitja grafike e metodës e mesmja e maksimumeve

5. Metoda qendra e shumës

Kjo metodë:

- Është më e shpejtë se çdo metodë tjetër dhe nuk është e kufizuar për funksionet simetrike të antarësimit.
- Përfshin shumën algjebrike të bashkësive fuzzy output, në vend të bashkimit të tyre.
- Zonat e prerjes shtohen dy herë dhe metoda përfshin gjetjen e qendrave të funksioneve të veçanta të antarësimit.

Formula për gjetjen e qendrës së shumës jepet nga ek 1.33:

$$z^* = \frac{\int_z \bar{z} \sum_{k=1}^n \mu_{C_k}(z) dz}{\int_z \sum_{k=1}^n \mu_{C_k}(z) dz} \quad (1.33)$$

ku $\bar{z}$ është distanca midis qendrave të funksioneve të antarësimit përkatëse.

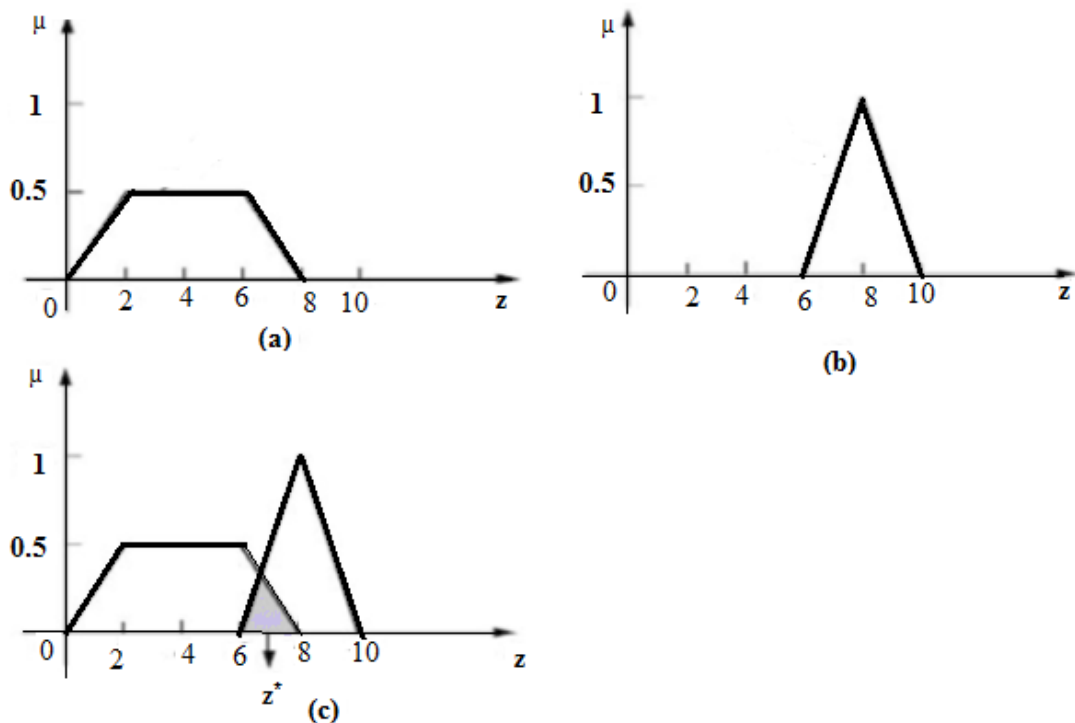


Figura 1.28. Metoda qendra e shumës: a) funksioni i parë i antarësimit, b) funksioni i dytë i antarësimit, c) hapi i defazifikimit.

6. Metoda qendra e 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 vrojtuar vlerën e defazifikuar të output-it. Formula për njehsimin e qendrës së sipërfaqes më të madhe jepet:

$$z^* = \frac{\int z \mu_{C_M}(z) dz}{\int \mu_{C_M}(z) dz} \quad (1.34)$$

ku C_m është nënzona konvekse që ka sipërfaqen më të madhe

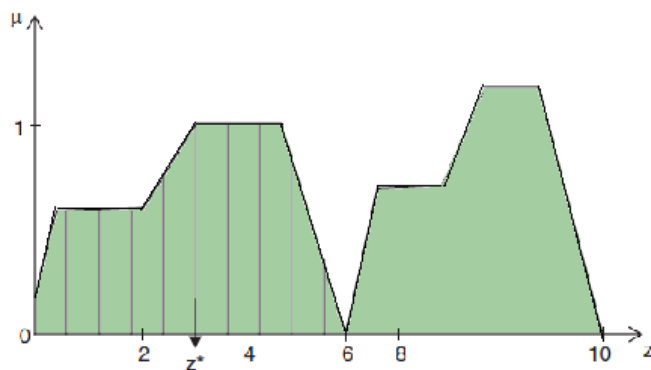


Figura 1.29. Metoda qendra e sipërfaqes më të madhe

7. E para (e fundit) e maksimumeve.

Kjo metodë përdor output-in ose bashkimin e të gjitha bashkësive fuzzy output përkatëse C_k për të përcaktuar vlerën më të vogël të fushës me shkallën e anëtarësimit të maksimizuar në C_k .

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:

$$l_{\max}(C_k) = \sup_{z \in Z} \mu_{C_k}(z) \quad (1.35)$$

E para e maksimumeve gjendet: $z^* = \inf_{z \in Z} \{z \in \bar{Z} / \mu_{C_k}(\bar{z}) = l_{\max}(C_k)\}$ (1.36)

E fundit e maksimumeve gjendet: $z^* = \sup_{z \in Z} \{z \in \bar{Z} / \mu_{C_k}(\bar{z}) = l_{\max}(C_k)\}$ (1.37)

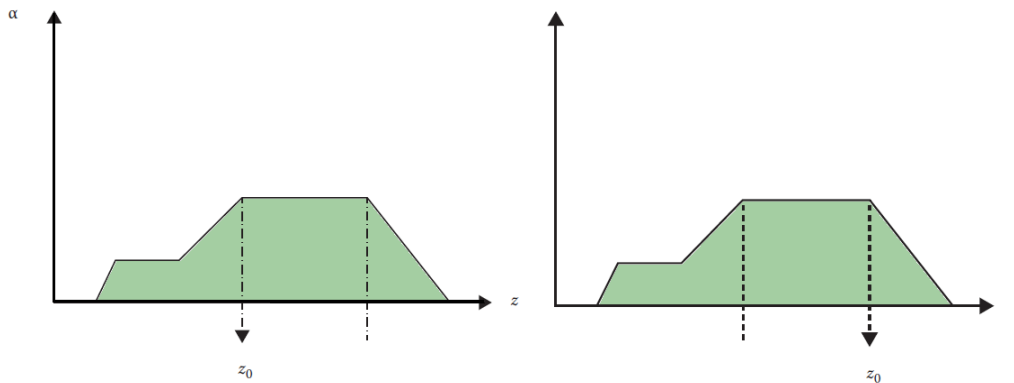


Figura 1.30. Metoda e para (e fundit) e maksimumeve

1.8 Sistemi i rregullave fuzzy

Rregullat formojnë bazën e FL për të marrë output-in fuzzy. Kjo formë e bazuar në rregulla përdor pikërisht variabla gjuhësorë si: variabli i parë (kushti) dhe variabli i dytë (përfundimi). Sistemi fuzzy i bazuar në rregulla përdor sistemin bazë IF-THEN, të dhënë nga: IF-kushti THEN- përfundimi.

Relacionet gjuhësore [1] janë rregulla logjike që përdoren për të kryer veprime dhe për të lidhur elementët e ndryshëm të bashkësive fuzzy, për të arritur në një gjykim final.

nëse x është A, atëherë y është B

ku x dhe y janë dy elemente të bashkësive fuzzy X dhe Y respektivisht, ndërsa A dhe B janë vlerat gjuhësore me anë të cilave u referohemi dy bashkësive fuzzy në X dhe Y respektivisht. Pjesa e majtë e relacionit është quajtur paraardhësja ose premisa, ajo e djathta konsekuenca ose konkluzioni. Ato mund të quhen gjithashtu shkaku dhe pasoja.

Një relacion gjuhësor nuk është gjë tjetër veçse bashkim i një shprehje gjuhësore input me një shprehje gjuhësore output. Në përgjithësi, input-i i një relacioni gjuhësor është

vlera aktuale e një variabli të input-it, ndërsa output është një bashkësi e plotë fuzzy. Kjo bashkësi fuzzy do të jetë kthyer në një vlerë numerike të vetme, me anë të ashtuquajturit defazifikim.

Interpretimi i një rregulle përfshin dy pjesë të dallueshme: vlerësimin e premisë, që përfshin fazifikimin e input-eve dhe aplikimin e operatorëve fuzzy, si dhe marrjen e rezultatit si konkluzion, veprim i shënuar si implikim. Në logjikën binare, aplikimi i një rregulle nuk paraqet ndonjë vështirësi: nëse premisa është e vërtetë, konkluzioni është i vërtetë. Aplikimi i së njëjtës rregull, tek FL, nënkupton që nëse premisa është e vërtetë sipas një shkalle përcaktuese të vërtetësisë, atëherë konkluzioni është i vërtetë me të njëjtën shkallë vërtetësie.

Premisa e një rregulle (kështu dhe konsekuentja) mund të jetë përbërë nga më shumë pjesë:

- nëse x është A dhe y është B, atëherë z është C, (2 premisa dhe 1 konsekuencë)
- nëse x është A, atëherë y është B dhe z është C (1 premise dhe 2 konsekuenca)

Në një rast të tillë, secila pjesë e premisë është vlerësuar në mënyrë individuale.

1.9 Metodat e vlerësimit (Inference) Fuzzy

FIS pasqyron një input të dhënë në një output korresponduese duke përdorur FL. FIS kombinon komponentë të tillë si funksionet e anëtarësimit, operatorët e FL dhe rregullat. Gjithashtu mund të mendohet si rregull vlerësimi i një sistemi fuzzy. Në fazën e input (e hyrjes), variablat input (hyrës) janë planifikuar për funksione të duhura anëtarësimi. Në fazën e përpunimit, rregullat përdoren për të gjeneruar output (rezultatet) për secilën rregull, të cilat më pas janë të kombinuara në njëfarë mënyre për të marrë një rezultat të përgjithshëm për të gjitha rregullat. Në fazën e output rezultati i kombinuar konvertohet në vlerat e output të cilat bëhen produkti përfundimtar.

Hapat[32] kryesorë të zbatimit të FIS në praktikë janë si në figurë:

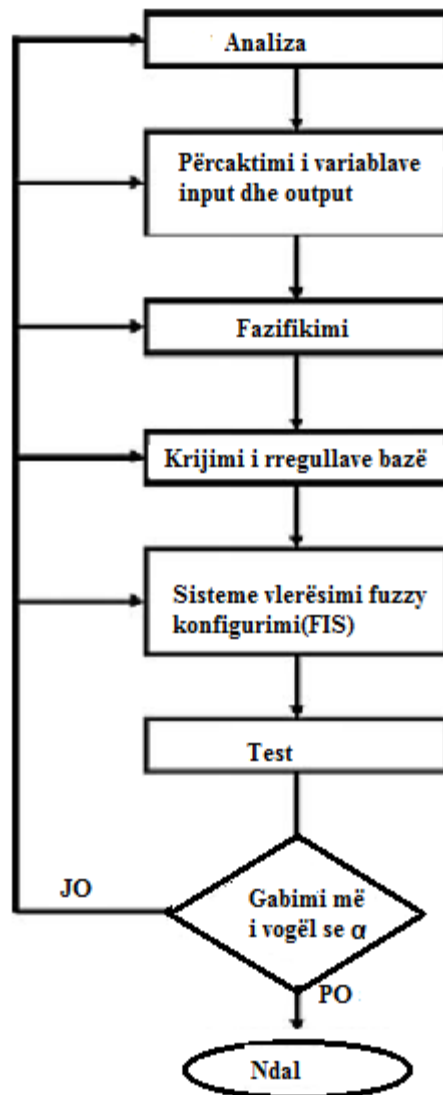


Figura. 1.31. Hapat e procesit FIS

Struktura themelore e FIS përfshin tre komponentë ndërlidhës: të dhënat, bazën e rregullave dhe mekanizmin e arsyetimit. Me mekanizëm arsyetimi kuptojmë procedurën e vlerësimit bazuar në arsyetimin fuzzy që janë rregulla dhe fakte të problemit, gjithashtu outpute dhe përfundime të interpretuara.

Ka katër mekanizma vlerësimi të njohura në sistemet e FL: Mamdani, Takagi-Sugeno-Kang (TSK), Tsukamoto, dhe Larsen. Nga këto, ato të përdorura gjerësisht janë lloji Mamdani dhe lloji TSK, të cilat të dyja janë të integruara në Matlab-Fuzzy Logic Toolbox.

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 metoda “Sugeno ose Takagi-Sugeno-Kang”, e cila u prezantua nga Sugeno (1985) dhe është quajtur edhe si metoda TS.

Dallimi kryesor i të dy metodave qëndron në rregullat e FL.

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

Për të ilustruar më qartë sistemet me vlerësime të tipit Mamdani dhe Sugeno (të rendit zero), është bërë një paraqitje grafike respektivisht në figurat 1.32 dhe 1.33. Siç shihet në shembullin e paraqitur, të dyja output-et, në rastin Mamdani e Sugeno, ndryshojnë. Në veçanti vlera y e përfutur nga vlerësimi me metodën Mamdani është e spostuar më shumë nga e djathta. Kjo ndodh sepse sipërfaqja e trapezit dybrinjëshëm, e përcaktuar nga vlerësimi, nuk ndryshon proporcionalisht me lartësinë e saj. Nga ana tjetër, në rastin e vlerësimit të tipit Sugeno, çdo singleton ka influencë mbi output proporcionalisht me shkallën e tij të aktivizimit.

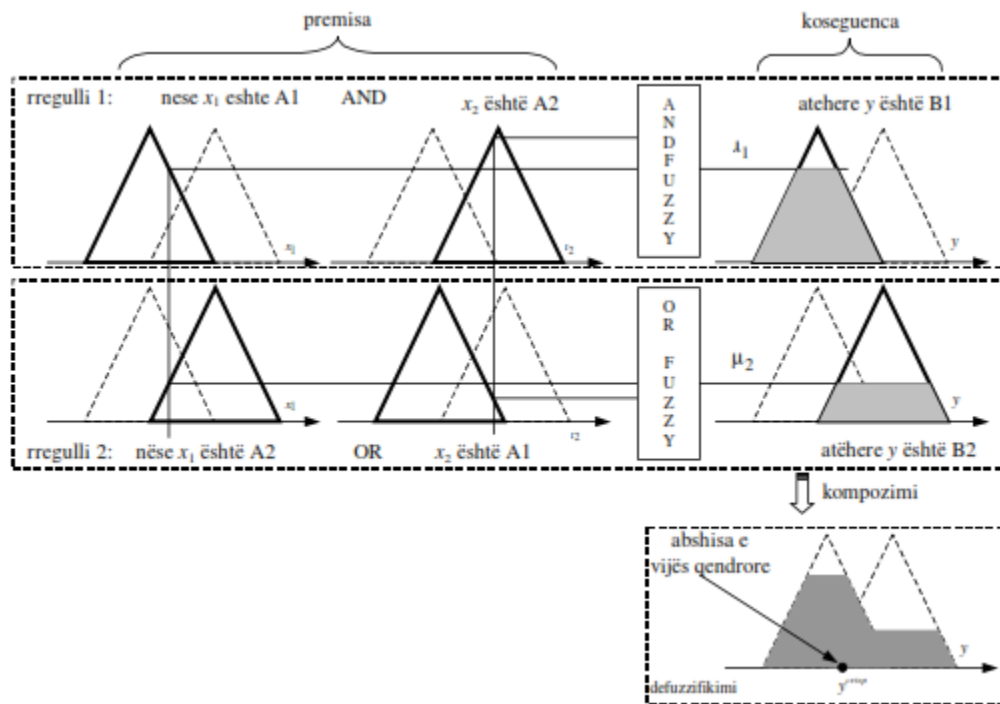


Figura 1.32. Funksionimi i një sistemi të tipit Mamdani

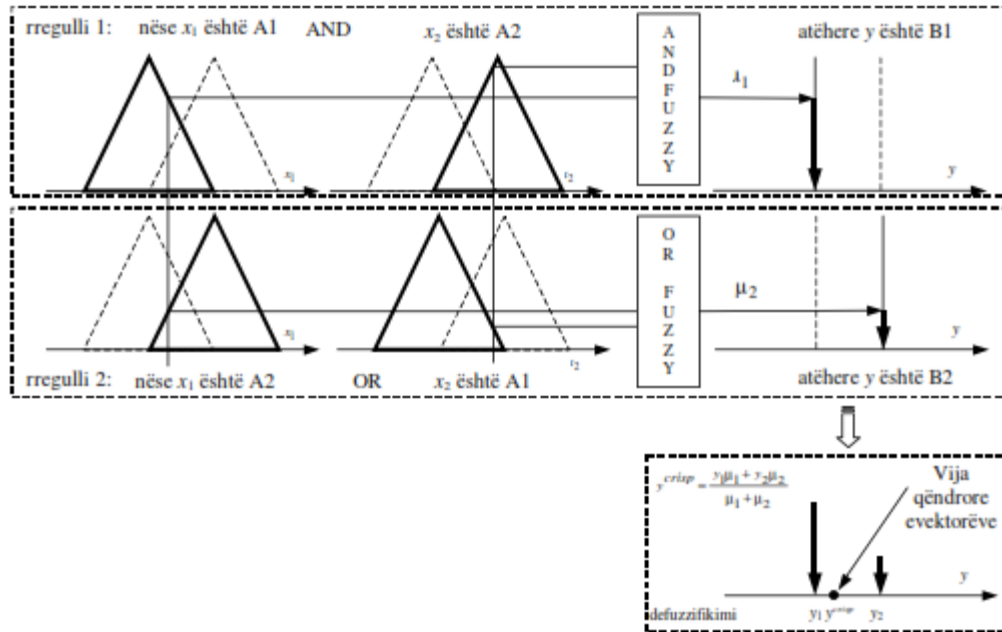


Figura 1.33. Funksionimi i një sistemi të tipit Sugeno

Përparësitë e metodës Sugeno [28]

- Kryen llogaritje efikase
- Punon mirë me teknikat lineare (p.sh. PID control).
- Punon mirë me optimizimin dhe teknikat adaptive.
- Garanton vazhdimësinë e sipërfaqes output.
- Është e përshtatshme për analizën matematike.

Përparësitë e metodës Mamdani

- Është intuitive.
- Ka pranim të gjerë.
- Është e përshtatshme për të dhëna të ndryshme

Krahasimi midis metodës Sugeno dhe Mamdani [28]

- Dallimi kryesor midis Mamdani dhe Sugeno është se funksionet e anëtarësimit output Sugeno janë ose lineare ose konstante.
- Gjithashtu, dallimi qëndron në rezultatet pasuese të rregullave të tyre fuzzy dhe procedurat e tyre të grumbullimit dhe defazifikimit ndryshojnë.
- Numri inputeve në bashkësitë fuzzy dhe rregullat fuzzy të nevojshme nga sistemet fuzzy Sugeno varen nga numri dhe pozicionet e ekstremumeve të funksionit që duhet të përafrohet.
- Në metodën Sugeno një numër i madh i rregullave fuzzy duhet të përdoren për të përafëruar funksionet periodike.

- Konfigurimi minimal i sistemeve fuzzy Sugeno mund të zvogëlohet dhe të bëhet më i vogël se ai i sistemeve fuzzy Mamdani nëse përdoren grupe fuzzy input jotrapezoidal ose jotrekëndor.
- Shumë më pak rezultate matematikore ekzistojnë për kontrollorët fuzzy Sugeno se sa për kontrolluesit fuzzy Mamdani, sidomos ato në stabilitetin e sistemit të kontrollit fuzzy Sugeno.
- Mamdani është më i lehtë për t'u formuar në krahasim me metodën Sugeno.

Sistemi i vlerësimit Tsukamoto

Një tjetër sistem inference është dhe sistemi Tsukamoto. Në sistemet Tsukamoto output i secilit rregull është një vlerë e re që i korrespondon rregullit kryesor. Mesatarja e peshuar e secilit rregull jep rezultatin e përgjithshëm. Nuk ka nevojë për defazifikim. Rregullat jepen si më poshtë:

$$\alpha_i = \min(A_i(x_0), B_i(x_0)) \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (1.38)$$

ku k është numri i rregullave. Rezultati i secilit rregull është një output z_i i dhënë:

$$\alpha_i = C_i(z_i) \quad (1.39)$$

Meqenëse $C_i(z_i)$ është monoton, ekziston vetëm një vlerë e z që korrespondon vlerës së dhënë α_i të α , dhe rezultati i llogaritur sipas metodës COG, jepet si vijon:

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^k \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^k \alpha_i} \quad (1.40)$$

1.10 Aplikimi i sistemeve fuzzy

Studiues të industrisë parashikojnë se teknologjia fuzzy po vijon drejt një biznesi multibillion dollarësh

Aplikimi konkret i FL në botën e Inxhinierisë filloi në vitet 1990. Disa nga këto aplikime janë:

- FL lejon mikrokontrolluesit me kosto të ulët për të kryer funksione (të cilat tradicionalisht janë kryer nga makina më të fuqishme dhe shumë të shtrenjta) që mundësojnë produkte me kosto më të ulët për të ekzekutuar veçori të avancuara.
- Në qytetin e **Sendai në Japoni**, një sistem metroje prej 16 stacionesh kontrollohet nga një kompjuter fuzzy (**Seiji Yasunobu dhe Soji Miyamoto nga Hitachi**) - udhëtimi është aq i qetë sa nuk ka nevojë për mbajtës të rripave
- **Nissan** - transmissiion automatik fuzzy, sistemi fuzzy anti-skid të frenimit.
- **CSK, Hitachi** - Identifikimi i shkrimit me dorë
- **Sony** - Identifikimi i karakterit të shkruar me dorë
- **Ricoh, Hitachi** - Identifikimi i zërit

- Tregu i aksioneve të **Tokios** ka pasur të paktën një portofol të tregtimit të aksioneve të bazuar në FL që tejkaloi mesataren e këmbimit **Nikkei**
- **NASA** ka studiuar kontrollin fuzzy për hapjen e hapësirës automatike: simulimet tregojnë se një sistem kontrolli fuzzy mund të reduktojë ndjeshëm konsumin e karburantit
- **Canon** ka zhvilluar një kamerë auto-fokusuese. Gjithashtu gjurmon shkallën e ndryshimit të lëvizjes së lenteve gjatë fokusimit dhe kontrollon shpejtësinë e saj për të parandaluar mbivendosjen.
- Sistemi i kontrollit fuzzy të kamerës përdor 12 inpute nga të cilat 6 për të marrë qartësinë që kërkon 1.1 kilobajt memorie.
- Për makinat larëse (lavatriçe) kontrolli fuzzy është bërë pjesë e përhershme, për shume marka si: LG WD14121 Front Load Washer, Miele WT945 Front Load All-in-One Washer Dryer, AEG LL1610 Front Load Washer, Zanussi ZWF1430W Front Load Washer
- Në fushën e hidrologjisë (A.W. Jayawardena), aplikimet: mbi parashikimin e nivelit të ujit (See dhe Openshaw, 1999, Alvisi, 2005), parashikimi i përmbytjeve (Tareghian dhe Kashefipour, 2007, Nayak, 2005), modelimi i infiltrimit (Bardossy dhe Disse ,1993), modelim reshje- rrjedhje sipërfaqësore (Hundecha, 2001, Xiong, 2001) etj

Përfundime

FL nënkupton arsyetimin e përafërt, algoritmim me fjalë [23]

Zbatimi i teorisë fuzzy është rritur shpejt në fusha të shumta shkencore.

Në këtë kapitull u trajtuan bazat teorike të FL, nocionet themelore, bashkësitë fuzzy dhe veprimet me to, pohime dhe rregulla të këtyre bashkësive.

Teoria e FL mund të shihet si një përgjithësim i teorisë së logjikës klasike, prandaj fillimisht jepen njohuritë themelore të logjikës klasike (Boolean), si një reference për zhvillimin e teorisë së FL.

Pse janë të rëndësishëm sistemet fuzzy dhe kur gjejnë zbatim u trajtuan në këtë kapitull.

U ilustruan funksionimi i sistemeve fuzzy dhe u përshkruan karakteristikat e dy sistemeve themelore fuzzy: Sugeno dhe Mamdani. Metoda Mamdani është e më e lehte për tu pështatur për probleme të ndryshme në krahasim me metodën Sugeno, por nga ana tjetër metoda Sugeno është e përshtatshme për analizë matmatikore.

Ka disa funksione anëtarësimi nga të cilët më të përdorurit janë: funksioni i anëtarësimit trekëndor dhe trapezoidal. Ndërsa për procesin e defazifikimit metoda më e përdorur është metoda centroide.

Kapitulli II

Hidrologjia dhe menaxhimi i burimeve ujore

Hyrje

Uji është substanca më jetike në Tokë dhe përbërësi kryesor i të gjitha gjallesave. Gjatë dekadave të fundit, menaxhimi i burimeve ujore është ndarë si një disiplinë relativisht e veçantë, e cila merret me gjetjen e zgjidhjeve të përgjithshme optimale të problemeve që lindin prej kërkesës së shoqërisë për ujë, në raport me sasinë e ujit që ofron natyra [6]. Ndërmjet hidrologjisë dhe menaxhimit të burimeve ujore ekziston një lidhje e ngushtë, si rezultat i së cilës gjendja dhe ndryshimet në njërën disiplinë kanë sjellë ndikim të thellë mbi tjetrën. Megjithatë duhet theksuar se burimi i forcës lëvizëse ka qenë gjithmonë fusha e menaxhimit të burimeve ujore. Zhvillimi i saj ka sjellë gjithmonë nevojën e futjes dhe aplikimit të metodave e teknikave moderne në hidrologji, në mënyrë që informacioni që jep ajo, për një menaxhim integral dhe të qëndrueshëm të burimeve ujore, të jetë sa më i plotë dhe më i saktë.

Menaxhimi i burimeve ujore po bëhet temë më tërheqëse për shkak të rritjes së popullsisë dhe përkatësisht rritjes së kërkesës për ujë dhe energji.

2.1 Cikli hidrologjik

Cikli hidrologjik është një system i mbyllur në kuptimin që uji, i cili qarkullon në system, mbetet brënda sistemit [6]. Forca lëvizëse e ciklit hidrologjik është diferenca pozitive ndërmjet rrezatimit diellor që vjen në tokë dhe atij që largohet, pra fakti se në tokë më tepër hyn rrezatim diellor se sa largohet. Cikli ujqor përbëhet prej këtyre nënsistemeve: nënsistemi atmosferik, rrjedhja mbitokësore, rrjedhja nën sipërfaqësore, uji nëntokësor, rrjedhja në rrjetin lumor dhe nënsistemi oqeanik.

Hidrologjia sipërfaqësore merret me atë pjesë të ciklit hidrologjik që ndodh në tokë, ndërsa hidrologjia nën sipërfaqësore që njihet me emrin hidrogeologji merret me ujqrat në mjedisin nëntokësor poroz.

Dy janë ligjet fizike bazë që zbatohen në secilën dukuri të ciklit hidrologjik:

- Ligji i ruajtjes së masës së ujit
- Ligji i ruajtjes së energjisë së ujit

Hidrologjia sipërfaqësore merret me komponentët tokësore të ekuacionit të përgjithshëm të bilancit ujqor. Ky ekuacion është një formë e ligjit të ruajtjes së masës. Si rrjedhim kushtet kufitare duhet të përcaktohen në lidhje me nënsistemit kufitare atmosferike dhe nëntokësorë të ciklit hidrologjik.

Ligji i ruajtjes së masës mund të shprehet me anë të ekuacionit të bilancit ujqor, i cili përshkruan ciklin hidrologjik për një interval të kohës Δt dhe për një sipërfaqe të caktuar të tokës:

$$P + I + Q_h + U_h - E - Q_d - U_d = \pm \Delta W \quad (2.1)$$

Ku P - janë reshjet në sipërfaqen e tokës e caktuar të tokës, I - Lagështia egzistuese, Q_h - prurja hyrëse sipërfaqësore, U_h - prurja hyrëse nëntokësore, ΔW - ndryshimi i rezervës ujqore në këtë sipërfaqe, E – avullimi, Q_d - prurja dalëse sipërfaqësore dhe U_d - prurja dalëse nëntokësore.

Cikli nuk ka fillim apo fund. Figura 2.1 ilustron ciklin hidrologjik:

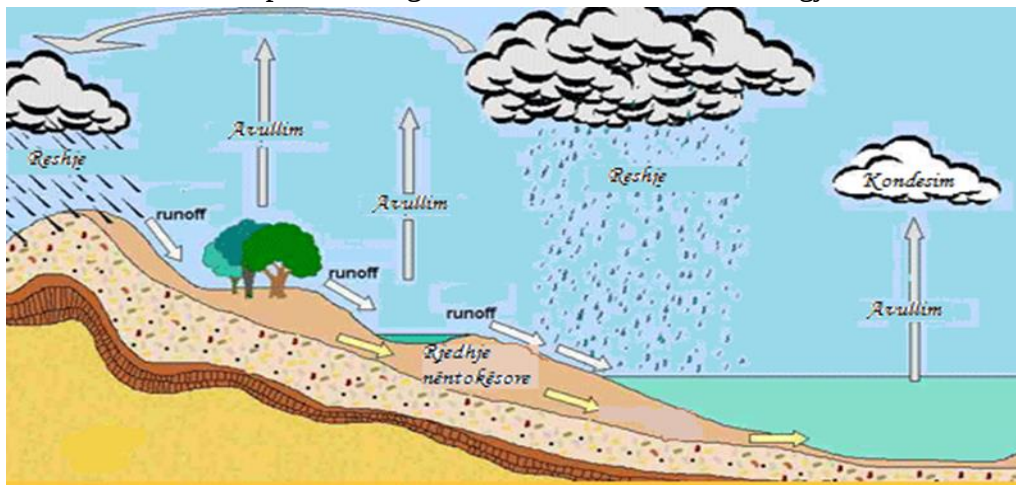


Figura 2. 1. Cikli hidrologjik

2.2 Hidrologjia, koncepte të përgjithshme

Hidrologjia është shkenca që merret me ujin në Tokë [6], me ndodhjen dhe shpërndarjen e tij, lëvizjen në sipërfaqen e tokës, me ndryshimin e veçorive të tij në kohë dhe hapësirë, si dhe me lidhjet e tij me mjedisin.

Hidrologjia ka lidhje të ngushta me shkenca të tjera të tokës si meteorologjia, klimatologjia, gjeologjia, oqeanologjia etj. Hidrologjia e ujrave të kontinenetit për shkak të informacionit të madh dhe subjekteve që trajton është ndarë në:

- Hidrologji lumore apo potamologji
- Hidrologji e liqeneve apo limnologji
- Hidrologji e ujrave nëntokësirë apo hidrogeologji
- Hidrologji e akullnajave

Uji është domosdoshëmeri jetike për të gjitha gjallesat, për bujqësinë, për industrinë, për prodhimin e energjisë elektrike dhe për shumë përdorime të tjera. Jeta në tokë lindi pikërisht në ujë. Por uji mund të jetë dhe një faktor shkatërrimtar. Përmblytjet janë katastrofat natyrore më të dëmshme, ato shkaktojnë dëme në jetë njerëzish dhe në ekonomi më tepër se tërmetet, vullkanet apo dukuri të tjera. Uji i ndotur shkakton sëmundje dhe vdekje.

Uji është përbërësi kryesor i trupit të njeriut rreth 80% të të gjithë trupit e zë uji.

Shumica e ujit në planetin tonë është pak i dobishëm për njeriun: nga i gjithë uji 97.5% e tij është i kripur dhe ndodhet në dete dhe oqeanë. Vetëm 2.5% e tij është ujë i ëmbël, ku kryesisht është në gjëndje të ngrirë në thellësitë e Atlantikut dhe Groenlandës. Njeriu shfrytëzon vetëm 0.26% të sasisë së ujit të ëmbël që ndodhet në lumenj, liqene në tokë e akuifere (sasira të mëdha uji në thellësi të tokës).

Por sa është sasia e ujit që mund të shfrytëzohet nga njeriu?

Duke u mbështetur mbi të dhënat egzistuese hidrologët janë përpjekur të vlerësojnë prurjen mesatare të të gjithë lumenjëve të planetit tonë. Kjo prurje mund të konsiderohet si një tregues i burimeve ujore sipërfaqësore të tokës, pra edhe si një vlerë kufitare e këtyre burimeve.

Për studimin e regjimit hidrologjik të lumenjeve dhe për shfrytëzimin e tyre në dobi të ekonomisë është i domosdoshëm përcaktimi sasior i karakteristikave hidrologjike, si për të analizuar ndryshimin e tyre në kohë e në hapësirë dhe marrëdhëniet me mjedisin fiziko-gjeografik ashtu dhe për të projektuar e përmasuar veprat hidroteknike.

2.3 Faktorët klimatikë

Shqipëria ka një klimë mesdhetare e cila në çdo sezon ofron mot të këndshëm. Disa tipare të klimës ndryshojnë sipas rajonit: Zonat bregdetare kanë një klimë Mesdhetare Qëndrore me dimër të butë e të lagësht dhe verë të nxehtë e të thatë. Zonat alpine kanë një klimë kontinentale qëndrore të ftohtë, me dimër me dëborë dhe verë të butë. Zonat e ulëta kanë

dimër të butë, mesatarisht rreth 7°C, dhe temperaturat verore mesatare 24°C. Reshjet në zonat e ulëta variojnë nga 1.000mm në më shumë se 1.500mm në vit, me reshje më të mëdha në veri. Gati 95% e reshjeve ndodh në dimër dhe sasia e reshjeve në vargjet malore është më e madhe. Pavarësisht shiut, në vendin tonë gëzojmë një kohë të mirë në pjesën më të madhe të vitit. Mesatarisht, shqiptarët gëzojnë një pjesë të madhe të vitit ditë me diell, në vend të dytë mbas Spanjës e llogaritur në ditët mesatare vjetore me diell. Faktorët klimatikë [8] ndikojnë dhe kushtëzojnë regjimin hidrologjik të objekteve ujore në kohë dhe në hapësisë. Ndikimi i tyre kryesisht i reshjeve dhe i temperaturës së ajrit, gjen shprehjen e vet në ekuacionin e bilancit ujqor, që përdoret gjerësisht në kërkimet dhe studimet hidrologjike. Këta faktorë luajnë rolin vendimtar në formimin e ujshmërisë së një zone të dhënë, d.m.th të rezervave të mundshme të ujit. Por këta faktorë nuk ndikojnë veçmas nga faktorët e tjerë fiziko-gjeografikë të sipërfaqes së tokës. Më poshtë jepen metodat e përcaktimit sasior të karakteristikave kryesore klimatike që përdoren në llogaritjet e ndryshme hidrologjike, siç janë shtresa shumëvjeçare e reshjeve, defiçiti i lagështirës së ajrit dhe avullimi nga sipërfaqja e ujit dhe sipërfaqja e pellgut ujëmbledhës.

2.3.1 Avullimi

Procesi i kalimit të ujit nga gjendja e lëngët në gjendje të gaztë quhet avullim. Avullimi është proces që ndodh kudo në sipërfaqen e tokës, por intensiteti i tij është në varësi nga kushtet klimatike të një rajoni të caktuar. Avullimi në mënyrë direkte varet nga temperatura e sipërfaqes së tokës, nga lagështia e ajrit, shpejtësia e erës, shtypja atmosferike, sasia e reshjeve, relievi, pozita gjeografike, afërsia me ujrat nëntokësorë, mbulesa pedologjike, vegjetacioni etj[13]. Sa më e madhe të jetë sipërfaqja aq më i madh është avullimi. Nëse temperatura e sipërfaqes nga ku avullohet uji është e lartë atëherë avullimi është më i madh dhe rritet me rritjen e shpejtësisë së erës dhe zvogëlimin e presionit atmosferik. Nëse ajri është i ngopur me ujë, avullimi do të jetë i vogël, po ashtu me rritjen e presionit atmosferik zvogëlohet avullimi. Avullimi në terrenet e mbuluara me vegjetacion është më i madh se në terrenet pa vegjetacion. Me avullim të përgjithshëm kuptohet avullimi nga sipërfaqja e pellgjeve ujëmbledhëse, që përfshin avullimin nga sipërfaqja e tokës, borës e bimëve. Kur sipërfaqet e ujit zënë pjesë të madhe të pellgut ujëmbledhës (për kushtet tona klimatike në masën mbi 10%), atëherë avullimi nga këto sipërfaqe llogaritet veçuar.

2.3.2 Lagështia e ajrit

Lagështia e ajrit [8] si një komponent i regjimit hidrik të atmosferës është një nga elementët kryesore meteorologjikë. Për vlerësimin e lagështirës përdoren parametra dhe tregues të ndryshëm ku vlen të përmenden lagështira absolute, lagështira relative në nivele të ndryshme të atmosferës, pika e vesës, uji i precipitueshëm sipas vertikales, etj. Përdorim praktik ka gjetur lagështira relative, e cila tregon raportin e presionit të avujve të ujit në një masë ajri me presionin e avujve të ngopur për të njëjtën temperaturë të ajrit.

Për temperatura të larta të ajrit, nevojiten shumë avuj uji që ajri të arrijë ngopjen kështu që rritja e temperaturës shoqërohet me zvogëlimin e lagështirës relative për të njëjtën sasi avujsh uji. Lagështira relative tregon se sa afër nivelit të ngopjes me avuj uji është një shtresë e caktuar e atmosferës ku sa më e lartë lagështira relative aq më pranë nivelit të kondensimit ndodhet një masë ajri.

Ndryshimi në kohë dhe hapësirë i lagështisë së ajrit kushtëzohet nga disa faktorë të cilët, në mënyrë dhe masë të ndryshme, ndikojnë në formimin e lagështisë ajrit. Ndër faktorët më të rëndësishëm mund të veçohen forma e relievit, rrjeti hidrorafik, akumulacionet sipërfaqësore, lloji i bimësisë etj. Avujt e ujit ndodhen në atmosferë afërsisht deri në lartësinë 6000 m mbi Tokë. Lagështia e ajrit përcakton pikërisht sasisë e këtyre avujve në ajër. Me rritjen e distancës nga Toka temperatura e ajrit dhe përmbajtja e avujve të ujit zvogëlohen. Në rastin kur hapësira përmban sasinë maksimale të avujve për një temperaturë të dhënë, hapësira quhet e ngopur. Presioni që ushtrohet nga avujt e ujit në një hapësirë të ngopur quhet presion i avujve të ngopur në një temperaturë të dhënë. Presioni i avujve të ujit gjendet me anë të formulës:

$$e = e_s - 0.00066P(t_a - t_h)(1 + \frac{t_u}{873}) \quad (2.2)$$

Ku: e- presioni i avujve në mb (1mm zhivë=1.33 mb), e_s - presioni i avujve të ngopur në mb që i korespondon temperaturës së ajrit të lagët t_u , P- presioni atmosferik në mb dhe t_a dhe t_h janë respektivisht temperatura e termometrit të thatë dhe atij të lagët në °C.

2.3.3 Temperatura

Temperatura përcaktohet si masë e nxehtësisë së ndjeshme, dhe është shumë e rëndësishme sepse ajo ndikon mbi intesitetin e avullimit, transpirimit dhe borëshkrirjes si dhe mbi formën e reshjeve. Vrojtimi i temperaturës behet me anë të termometrave normalë, maksimalë dhe minimalë. Temperatura pëson ndryshime në hapësirë dhe me lartësinë, megjithatë kushtet mesatare duhet të përcaktohen në një kohë dhe vënd të caktuar. Për këtë qëllim përdoren temperaturat normale. Ato përfaqësojnë vlerat mesatare për një ditë, muaj, stinë, vit apo për një periudhë shumë vjeçare.

2.3.4 Reshjet atmosferike

Me sasi reshjesh atmosferike kuptohet lartësia e shtresës së ujit që formohet mbi një sipërfaqe horizontale, duke pranuar që i gjithë uji të mbetet në këtë sipërfaqe. Kjo sasi uji shprehet në mm.

Shuma e reshjeve ditore gjate muajit përbën shtresën mujore të reshjeve, ndërsa shuma e reshjeve të 12 muajve të vitit përbën shtresën vjetore të reshjeve dhe kjo shumë gjatë një periudhe të caktuar n vitesh, pjestuar për numrin e viteve përbën normën e reshjeve ose shtresën mesatare shumëvjeçare (që shënohet zakonisht me X_0) si vijon:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.3)$$

Ku:

X_i - shtresa e reshjeve të çdo viti në mm

n - numri i viteve të përiudhës së marrë për llogaritje

Në ndryshimin e reshjeve në hapësirë ndikojnë mjaft faktorë lokalë. Nga më kryesorët mund të përmenden: largësia nga deti, relievi me lartësinë dhe format e tij, orientimi i shpateve, prania e pyjeve etj. Në kushtet e vendit tonë, më i ndryshëm dhe më i përcaktueshëm nga ana sasiore, paraqitet ndikimi i lartësisë së vendit mbi nivelin e detit, që në disa raste mund të merret dhe i kombinuar dhe me largësinë nga deti. Shprehja e mardhënieve reshje vjetore – lartësi mbi det është e ndryshme për pika të ndryshme të territorit. Me rritjen e lartësisë së vendit rritet shtresa e reshjeve vjetore, por intesiteti i kësaj rritje ose gradienti vertikal i reshjeve është i ndryshëm për çdo zonë konkrete. Kështu p.sh. për pellgun e Drinit, gradient i normës së reshjeve pra ndryshimi i sasisë së reshjeve në çdo 100 m lartësi ndryshon nga 45mm, 100mm deri në 240mm.

Ndikimi i faktorëve të tjerë mund të merret parasysht vetëm nga ana cilësore. Kështu shpatet e orientuara nga perëndimi dhe jugu janë më të pasura me reshje se ato të orientuara nga lindja e veriu. Faktor tjetër është pyllëzimi, mund të themi se pyjet e rrisin pak sasinë e reshjeve vjetore.

Në territorin e vendit tonë shtresa e reshjeve vjetore pëson luhatje të mëdha. Kështu shtresa vjetore ndryshon nga nja vit në tjetrin, zakonisht në raportin 1 m³, por në disa raste edhe më shumë. Ndërsa norma e reshjeve në fushën e Korçës është në raport 1 me 2 me shtresën mesatare për të gjithë territorin e vendit tonë dhe në raport 1 me 4.5 me sasinë e reshjeve që bien në Alpet e Veriut.

2.4 Metodat e përcaktimit të shtresës së reshjeve në një sipërfaqe të caktuar (pellg ujëmbledhës)

Për të llogaritur reshjet mesatare të reshjeve mbi një zonë apo pellg ujëmbledhës, shiu matet në një numër matësish sipas llojit të përshtatshëm të mjeteve matëse. Një ide e përafërt e numrit të matësve të nevojshëm të shiut për t'u instaluar në një zonë praktike është në varësi të përvojës së hidrologut edhe pse kjo është përcaktuar nga rregullat e Organizatës Botërore Meteorologjike (WMO).

Meqënëse reshjet atmosferike maten në pika të caktuara të territorit, ato janë reale për ato vende ku maten, pra janë vlera pikësore. Pranohet se këto vlera mund të jenë përfaqësuese për një sipërfaqe deri 50km² në zonat fushore e 10km² në zonat malore. Por pellgjet ujëmbledhës zënë sipërfaqe shumë më të mëdha. Për këtë arsye lind nevoja e përcaktimit të shtresës së reshjeve për të gjithë sipërfaqen e pellgut, pra merret një vlerë mesatare pavarësisht nga ndryshimet, të sasisë së reshjeve në pika të veçanta të pellgut.

Kur sipërfaqja e pellgut është e vogël dhe në të ose në afërsi të tij ndodhet vetëm një stacion shmatës, atëherë të dhënat e reshjeve të këtij stacioni pranohen si shtresë mesatare për pellgun. Në rast se pellgu ka shtrirje të madhe në lartësi, atëherë duhet

marrë parasysh vendodhja e stacionit shimatës për ndonjë korigjim të mundshëm të shtresës së reshjeve për efekt të lartësisë së relievit.

Kur sipërfaqja e pellgut është e madhe dhe në të ka disa stacione shimatës, atëherë shtresa mesatare për të gjithë pellgun mund të llogaritet me metodat e mëposhtme:

- a) Metoda e mesatares aritmetike;
- b) Metoda e kuadrateve;
- c) Metoda e mesatares së peshuar;
- d) Metoda e izohietave.

2.4.1 Metoda e mesatares matematike

Kjo metodë është mjaft e thjeshtë prandaj përdoret gjerësisht, sidomos në llogaritjet me karakter të përafërt. Kjo metodë jep rezultata të mirë në pellgje me reliev të sheshtë, ku ndryshimet e reshjeve vjetore nga një pikë në tjetrën nuk janë të mëdha ose ndryshimi është i njëtrajtshëm. Në pellgjet malore, ku për shkak të relievit të pellgut, dendësia e rrjetit shimatës nuk është e njëtrajtshme kjo metodë mund të çojë në gabime deri 20-30%

Në këtë rast norma e shtresës së reshjeve për pellgun llogaritet me formulën e mëposhtme:

$$X_{mes} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.4)$$

Ku:

X_i - shtresa e reshjeve të çdo stacion shimatës në mm

n - numri i stacioneve që janë marrë për llogaritje

2.4.2 Metoda e kuadrateve

Për llogaritjen e shtresës mesatare të reshjeve sipas kësaj metode në kuadrate, numri dhe madhësia e të cilave varet nga madhësia e pellgut ujëmbledhës dhe numri i stacioneve shimatëse. Për çdo kuadrat llogaritet veç shtresa e reshjeve. Kur në një kuadrat ka vetëm një stacion shimatës, atëherë sasia e reshjeve të tij mbetet përfaqësues për atë kuadrat. Kur ka më shumë se një stacion, atëherë vlera në kuadrat llogaritet si mesatare aritmetike e tyre. Kur në kuadrat nuk ka asnjë stacion, atëherë vlera në atë kuadrat llogaritet me interpolim nga stacionet fqinjë. Kur një stacion shimatës ndodhet në kufirin midis dy kuadrateve, atëherë vlerat e tij i përkasin të dy kuadrateve. Për të gjithë pellgun norma e reshjeve është si formula (2.4):

$$X_{mes} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Ku: X_i — shtresa e reshjeve të çdo kuadrati në mm

n — Numri kuadrateve të marra për llogaritje

2.4.3 Metoda e mesatares së peshuar

Sipas kësaj metode [8] përcaktohet se çfarë sipërfaqe ose peshë zë çdo stacion shimatës në shtrirje të tij, në hapësirë në gjithë sipërfaqen e pellgut. Shtresa mesatare për të gjithë pellgun llogaritet sipas formulës:

$$X_{mes} = \frac{\sum_1^n x_i f_i}{\sum_1^n f_i} \quad (2.5)$$

Ku x_i - Shtresa e reshjeve në stacionin konkret në mm;

f_i – Sipërfaqja që zë stacioni në kufijtë e pellgut të dhënë në km²;

$\sum f_i$ – Sipërfaqja e tërë pellgut ujëmbledhës, në km²,

Sipërfaqja që zë çdo stacion shimatës llogaritet në këtë mënyrë:

Të gjitha stacionet bashkohen ndërmjet tyre me vija të drejta duke krijuar mbi sipërfaqen e pellgut, në hartë, një rrjet trekëndëshash. Nga mesi i çdo brinje të trekëndëshave hiqen normalet, të cilat për çdo trekëndësh takohen në një pikë. Këto pika duke i bashkuar midis tyre formojnë shumëkëndësh që ka në brendësi një stacion shimatës. Sipas madhësisë së sipërfaqes që ka çdo shumëkëndësh përcaktohet dhe <<pesha>> që ka çdo stacion në nxjerrjen e mesatares për të gjithë pellgun. Kur stacionet ndodhen në afërsi të vijës ujëndarëse të pellgut ose jashtë tij, shumëkëndëshat mund të mos jenë të plotë. Meqënëse pozicioni i stacioneve në një pellg zakonisht nuk ndryshon, metoda e së mesmes së peshuar ka një përparësi ndaj metodave të tjera. Kjo qëndron në faktin se, pasi të jetë përcaktuar sipërfaqja që përfaqëson çdo stacion shimatës, ajo shprehet në një përqindje të sipërfaqes së tërë pellgut, vlerë kjo që mbetet konstante gjatë gjithë kohës. Atëherë nuk ka më nevojë që për çdo rast të ndërtohet rrishtas rrjeti i trekëndëshave, por duke patur vlerat e normës së reshjeve mujore, ditore etj dhe duke i shumëzuar me përqindjen e çdo stacioni, gjendet vlera mesatare e peshuar e shtresës për pellgun.

Metoda e mesatares së peshuar njihet dhe si metoda e shumëkëndëshave Thiessen (Poligon Thiessen). Reshjet kurrë nuk janë uniforme mbi të gjithë zonën e pellgut ose ujëmbledhësit, por ndryshon në intensitet dhe kohëzgjatje nga vendi në vend. Kështu reshjet e regjistruara nga çdo stacion shimatës duhet të maten sipas zonës që përfaqëson. Kjo metodë është më të përshtatshme në kushtet e mëposhtme:

- Për zonat me madhësi të moderuar.
- Kur stacionet e reshjeve janë të pakta në krahasim me madhësinë e pellgut.
- Në zona e thyera (mesatarisht)

Në figurat 2.2 a, b, c, d jepen hap pas hapi mënyra e matjes së reshjeve nga çdo stacion me metodën e mesatares së peshuar (ose Thiessen Poligon)

Hapi 1. Vizatimi i zonës duhet bërë në një shkallë zvogëlimi të përshtatshme që të paraqiten kufijtë, stacionet shimatë brënda dhe jashtë kufijve:

1. Pellgu dhe vendodhja e stacioneve

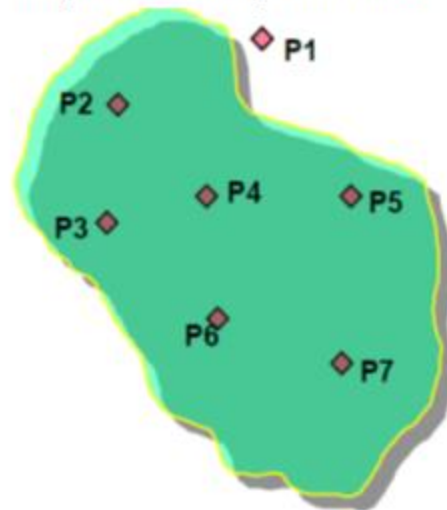


Figura 2.2 a, Pellgu dhe vendodhja e stacioneve

Hapi 2. Bashkimi i stacioneve shimatës (raingauges) në formën e një rrjeti trekëndshash

2. Skicimi i trekëndshave

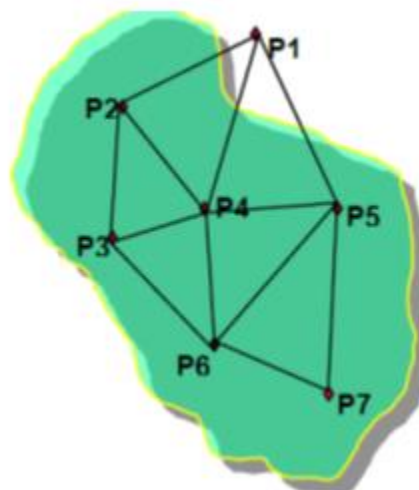


Figura 2.2 b, Bashkimi i stacioneve shimatës

Hapi 3. Vizatimi i përgjysmoreve mbi çdo brinjë të trekëndshave. Nga bashkimi i prerjeve të përgjysmoreve formohen shumëkëndsha rreth stacioneve:

3. Vizatimi i përgjysmoreve të trekëndshave

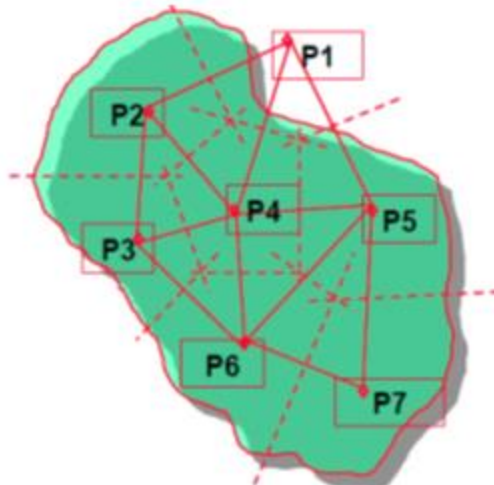


Figura 2.2 c. Skicimi i përgjysmoreve

Hapi 4. Për shumëkëndshat e formuar masim sipërfaqen e tyre duke përdorur një planimetër.

Skicimi i shumëkëndshave

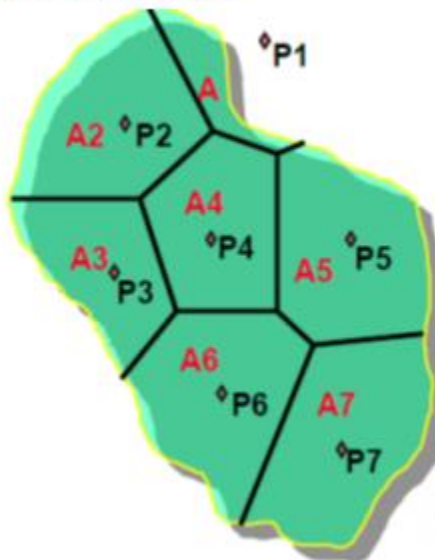


Figura 2.2 d. Skicimi i shumëkëndshave

Hapi 5. Gjejmë reshjet mesatare duke përdorur formulën:

$$Q_{mes} = \frac{Q_1 \times S_1 + Q_2 \times S_2 + \dots + Q_n \times S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (2.6)$$

2.4.4 Metoda e izohietave

Izohietat janë vija që bashkojnë pikat e sipërfaqes, në të cilat kanë rënë sasi të barabarta reshjesh.

Metoda e izohietave është metoda më e mirë për llogaritjen e shtresës së reshjeve në një sipërfaqe të caktuar. Ajo merr parasysh si shpërndarjen jo të njëtrajtshme të stacioneve nëpër territor, ashtu dhe ndryshimin e reshjeve në hapësirë (në plan dhe në lartësi)

Ndikimi i lartësisë së relievit në heqjen e saktë të izohietave merret parasysh nëpërmjet ndërtimit të varësisë së reshjeve nga lartësia e territorit $X_0 = f(H_s)$. Në bazë të gradientit vertikal të reshjeve dhe të reilevit të pellgut hiqen izohietat, të cilat duhet të jenë më shumë të afuara në rajonet malore dhe më pak në rajonet kodrinore dhe fushore. Për këtë arsye izohietat është më mirë të ndërtohen mbi hartat fizike. Heqja e izohietave bëhet sipas metodikës së përgjithshme të heqjes së izolinjave, d.m.th duke lënë në një rënë anë vlerat më të mëdha dhe në anën tjetër ato më të vogla se sa vlera e izolinjës. Pas heqjes së izohietave planimetohen sipërfaqet midis çdo dy izohietave në kufijtë e pellgut. Matja me planimeteër bëhet tri herë dhe merret mesatarja midis tyre. Shtresa mesatare e reshjeve për të gjithë pellgun llogaritet sipas formulës:

$$X_0 = \frac{\frac{X_1 + X_2}{2} f_1 + \frac{X_2 + X_3}{2} f_2 + \dots + \frac{X_n + X_{n+1}}{2} f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} \quad (2.7)$$

Ku:

X_i – vlerat e reshjeve për izohietat përkatëse në mm;

f_i – sipërfaqet ndërmjet dy izohietave fqinjë, në km²;

$f_1 + f_2 + \dots + f_n = F$ – Sipërfaqja e pellgut ujëmbledhës në km².

Një izohietë është një vijë që bashkon vendet ku sasia e reshjeve është e barabartë në një hartë të reshjeve të një baseni. Një hartë izohietave që tregon konturet e reshjeve të barabarta është një pamje më e saktë e reshjeve mbi pellgun. Kjo metodë është më e përshtatshme në kushtet e mëposhtme:

- Për zonat kodrinore dhe të thyer.

- Për zona të mëdha mbi 5000 km².

- Për zonat ku rrjeti i stacioneve të reshjeve brenda zonës së stuhisë është mjaft i dendur, metoda izohite lejon shpërndarje më të saktë të reshjeve.

Për shpjegimin e nxjerrjes së një hartë izohite për një pellg, zbatohet procedura e mëposhtme:

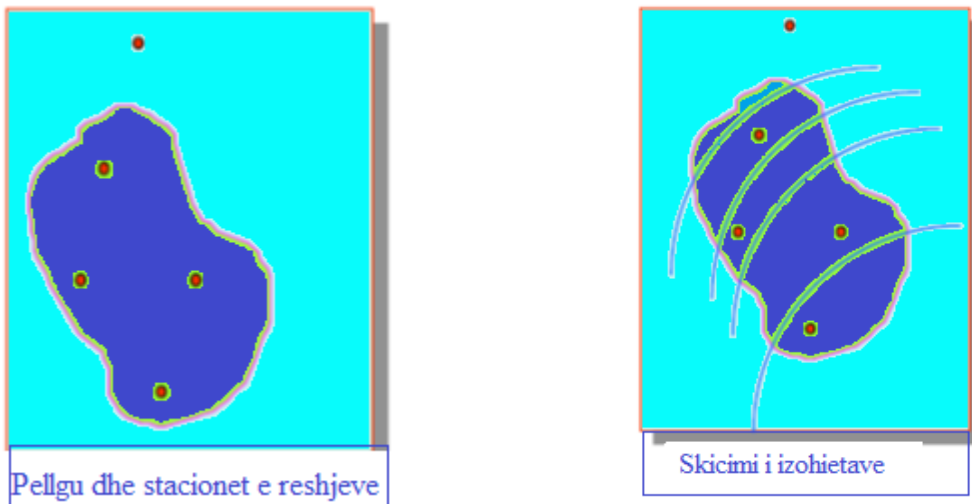


Figura. 2.3 a) Pellgu dhe stacionet e reshjeve b) Skicimi i izohietave

Hapi 1. Vizatimi i zonës në studim për të shkallëzuar dhe shënuar stacionet mbi të. Vendosi në secilën prej stacioneve shmatës vlerat e regjistruara të reshjeve në stacion, për periudhën kur kërkohet përcaktimi i mesatares.

Hapi 2. Vizatojmë izohietat për vlera të ndryshme duke marrë parasysh të dhënat e reshjeve.

Krahasimi i tre nga metodat:

Metoda e mesatares matematike.

1. Kjo është metoda më e thjeshtë dhe më e lehtë për të llogaritur reshjet mesatare.
2. Në këtë metodë çdo stacion ka peshë të barabartë pavarësisht vendndodhjes së tij.
3. Nëse stacionet e regjistrimit dhe reshjet shpërndahen në mënyrë të njëtrajtshme përgjatë të gjithë ujëmbledhësit, atëherë kjo metodë është me e saktë.

Metoda Thiessen

1. Kjo metodë është gjithashtu mekanike.
2. Në këtë metodë, stacionet e reshjeve të vendosura në një distancë të shkurtër përtej kufirit të kullimit përdoren gjithashtu për të përcaktuar reshjet mesatare të pellgut, por ndikimi i tyre zvogëlohet me rritjen e distancës nga kufiri.
3. Përdoret zakonisht për sipërfaqe të sheshta dhe të ulëta.

Metoda Izohietave.

1. Është metoda më e mirë për zonat e thara dhe zonat kodrinore.
2. Është metoda më e saktë nëse konturet janë ndërtuar në mënyrë korrekte. Megjithatë, për të marrë rezultatet më të mira, gjykimi i mirë në nxjerrjen e izohietave dhe në caktimin e vlerave të duhura të reshjeve në zonën ndërmjet tyre është e nevojshme
3. Pika të tjera janë si për metodën Thiessen.

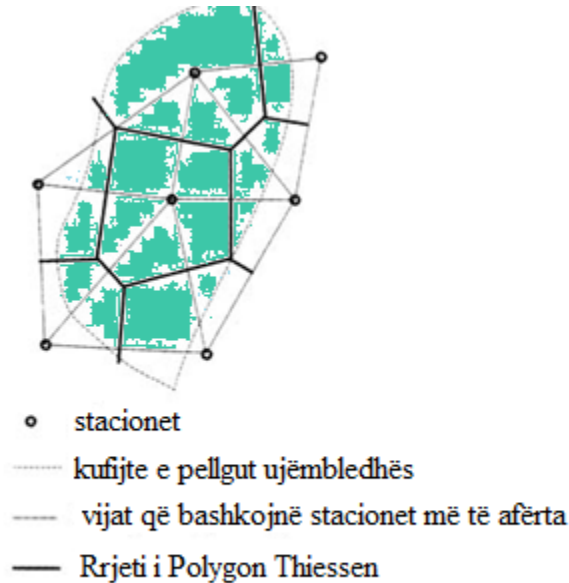


Figura 2.4 Paraqitje grafike e metodës Thiessen

2.5 Zbatimi i FL në hidrologji

Pyetja thelbësore është “Kur është e përshtatshme të përdoret FL”, përgjigja është:

“- Kur procesi ka të bëjë me fenomene të vazhdueshme (një ose më shumë variabla janë të vazhdueshme)” të cilat nuk mund të ndahen (coptohen) në pjesë diskrete;

- Kur modeli matematikor i procesit nuk ekziston, ose ekziston por është e vështirë të kodohet, ose është shumë e komplikuar që të arrihet funksionimi në kohe reale;
- Kur procesi përfshin ndërhyrjen e njeriut (kur duhet përshkrimi i njeriut ose të menduarit intuitiv);
- Kur një ekspert është në gjendje të specifikojë rregullat e sjelljes së sistemit dhe bashkësitë fuzzy të cilat paraqesin karakteristikat për secilin variabël.

FL gjen aplikim në shume fusha si:

- 1.Parashikimi i proceseve mekanike
- 2.Vlerësimi i ngjarjeve të ardhshme

3.Kontrolli i proçeseve

4.Percaktimi i modelit, klassifikimin dhe përpunimin e imazhit

5.Operimi dhe menaxhimi i sistemeve të ndryshme siç janë dhe burimet e sistemeve ujore

Në veçanti, në shkencat hidrologjike, studimi i çdo terreni është mjaft i ndryshëm nga terrenet e tjera edhe pse mund të jenë nga ana gjeografike shumë afër. Prandaj CL ose sistemet e përcaktuar të informacionit nuk mund të jenë plotësisht të vlefshme për përshkrimin e një fenomeni hidrologjik që i referohemi.

Shkencat hidrologjike janë plot me paqartësi, pasaktësi dhe në përgjithësi burimet jo të sakta të informacionit mund të trajtohen me konceptet e FL për të qartësuar idetë dhe zgjidhjen.

Modelet hidrologjike nga ana matematikore janë të bazuara në dy alternativa të logjikës klasike si ligji i përjashtimit të së tretës. Prandaj ekuacionet matematikore, algoritmet dhe formulimet janë baza e modelimit për vlerësimin, parashikimin, filtrimin apo identifikimin e modelit.

Një vlerësim i reshjeve [32]

Aplikimi i modelimit fuzzy për vlerësimin e reshjeve hapësinore është paraqitur për zonën hipotetike të kullimit siç tregohet në Figurën 2.5 me vendet lindore dhe veriore të gjashtë stacioneve matëse, ku katër stacione janë brënda pellgut (zonës).

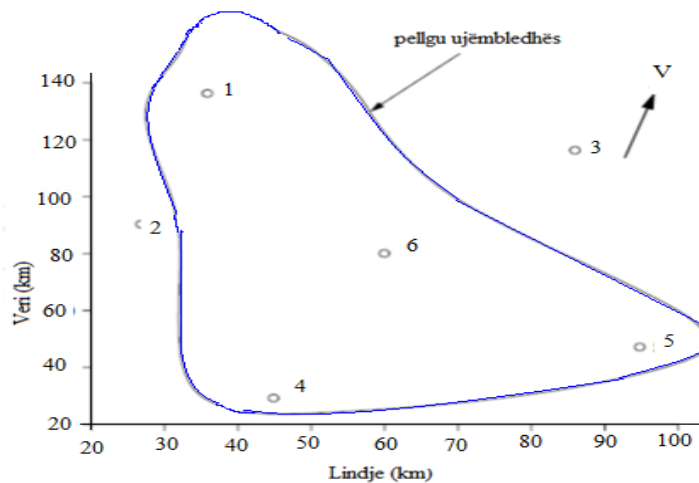


Figura 2.5. Pellgu ujëmbledhës

Vlerësimi vjetor i reshjeve në çdo stacion matës (raingauge) dhe informacioni përkatës sipas vendodhjes (distancat lindore dhe veriore, DL dhe DV) jepen në Tabelën 2.1:

Tabela 2.1 Reshjet sipas vendodhjes

Stacionet	Distanca Lindje(km)	Distanca Veri(km)	Reshje(cm)
1	36	136	63
2	27	90	172
3	86	116	97
4	45	29	200
5	95	47	118
6	60	80	55

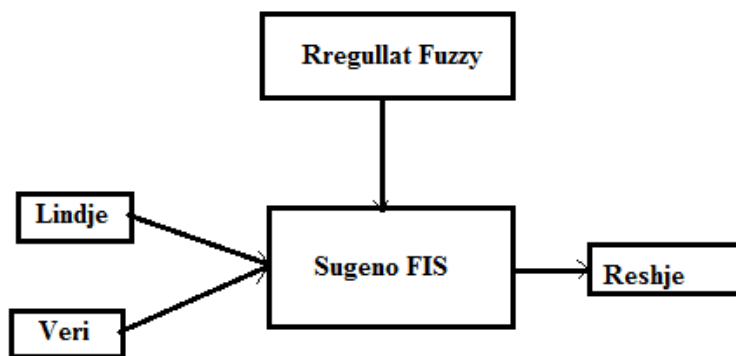


Figura 2.6. Shpërndarja hapësinore e reshjeve sipas Sugeno FIS

Metoda Sugeno mund të vizualizohet si në Figurën 2.6. Hapi kryesor i një sistemi të tillë është caktimi i rregullave fuzzy, të cilat lidhin funksionet e anëtarësimit fuzzy lindore dhe veriore me sasinë e reshjeve si funksione anëtarësimi.

Për shkak se ka gjashtë stacione, do të ketë gjashtë funksione anëtarësimi për drejtimet lindje dhe veri. Megjithatë funksionet e anëtarësimit mund të adoptohen si çdo bashkësi normale fuzzy, këtu janë përdorur bashkësitë fuzzy Gaussian për shkak të ndodhjes së reshjeve në formë stuhie. Në praktikë, parametri i shkallës m me parametrat e dispersionit s mund të llogaritet sipas problemit në fjalë. Parametri i shpërndarjes mund të jetë llogaritur si devijimi standard i një serie të dhenash të reshjeve. Përndryshe, ajo është zgjedhur në një mënyrë eksperte të tillë që gabimi i përgjithshëm i vlerësimit të sasisë së reshjeve të bëhet minimale.

Figura 2.7a dhe Figura 2.7b tregojnë funksionet e anëtarësimit fuzzy për lindje dhe veri, respektivisht. Në drejtimin lindor, gjashtë grupe fuzzy janë "distance të afërt" ("S"), "mesatare" ("M"), "mesatare të madhe" ("ML"), "distanca të madhe" ("L") dhe "shumë distance e largët" ("VL"). Emërtime të njëjta janë të vlefshme për variablin në distancë në veri.

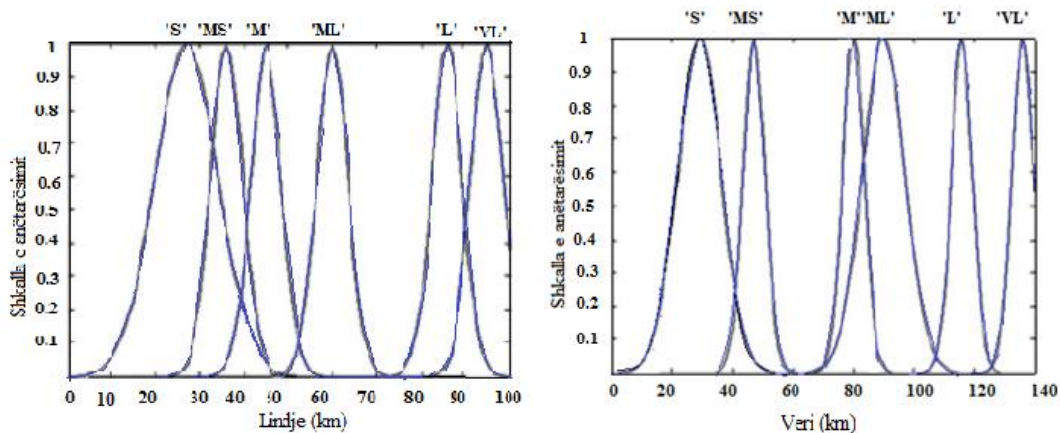


Figura 2.7. Funksionet e anëtarësimit lindje dhe veri

Për ndërtimin e funksioneve të anëtarësimit merren parasysh:

1. Çdo bashkësi fuzzy ka kulmin e saj me shkallën e anëtarësimit të barabartë me 1 në vendndodhjen e stacionit shimatës.

2. Koeficienti i shpërndarjes së secilës bashkësi fuzzy është përshtatur sipas dy kriterëve:

- a. Nëse ka të dhëna historike të reshjeve në çdo stacion, atëherë devijimi standart i të dhënave të reshjeve të kaluara është marrë si koeficienti i shpërndarjes (s) të secilit funksion anëtarësimi.

- b. Duke formuar sistemin fuzzy në mënyrë që të marrë shumën më të vogël të devijimit nga vlerat e vrojtuar të reshjeve në vendet e matjeve.

3. Përmbledhja e rregullave bazë fuzzy arrihet duke marrë parasysh konfigurimin e stacionit, të dhënat e reshjeve, dhe faktet meteorologjike rreth mjedisit.

Rregullat bazë mund të përmbliidhen si më poshtë (të dhënat e reshjeve për të gjitha kombinimet logjike të vendodhjes së stacionit lindje dhe veri):

R1: “NËSE distanca lindje është ‘S’ DHE distanca veri ‘ML’ Atëherë reshjet janë 172.”

R2: “NËSE distanca lindje është ‘MS’ DHE distanca veri ‘VL’ Atëherë reshjet janë 63.”

R3: “NËSE distanca lindje është ‘M’ DHE distanca veri ‘S’ Atëherë reshjet janë 200.”

R4: “NËSE distanca lindje është ‘ML’ DHE distanca veri ‘M’ Atëherë reshjet janë 55.”

R5: “NËSE distanca lindje është ‘L’ DHE distanca veri ‘L’ Atëherë reshjet janë 97.”

R6: “NËSE distanca lindje është ‘VL’ DHE distanca veri ‘MS’ Atëherë reshjet janë 118.”

Funksionet e anëtarësimit fuzzy lindje dhe veri janë të kombinuara nga procedura e shumezimit nëpërmjet Sugeno FIS. Arsyeja për këtë adoptim të Sugeno FIS është për faktin se rezultatet e sistemit paraqiten si një mesatare e peshuar (ekuacioni 2.8):

$$P(x_i, y_i) = \frac{\sum_{i=1}^N r_i \prod_{j=1}^n \left\{ \exp \left[- \left(\frac{x - x_i}{s_{x_i}} \right)^2 \right] \exp \left[- \left(\frac{y - y_j}{s_{y_j}} \right)^2 \right] \right\}}{\sum_{i=1}^N \prod_{j=1}^n \left\{ \exp \left[- \left(\frac{x - x_i}{s_{x_i}} \right)^2 \right] \exp \left[- \left(\frac{y - y_j}{s_{y_j}} \right)^2 \right] \right\}} \quad (2.8)$$

Ku $P(x_i, y_i)$ është vlerësimi hapësinor i reshjeve në një pikë duke pasur parasysh x_i lindje dhe y_i veri të distancave. Në këtë mënyrë, koeficientët jepen sipas formulës:

$$w_{i,j} = \sum_{i=1}^N \prod_{j=1}^n \left\{ \exp \left[- \left(\frac{x - x_i}{s_{x_i}} \right)^2 \right] \exp \left[- \left(\frac{y - y_j}{s_{y_j}} \right)^2 \right] \right\} \quad (2.9)$$

Zëvendësimi i vlerave lindore dhe veriore në këtë ekuacion, së bashku me vlerat nga Tabela 2.1 përftohen vlerat e reshjeve. Vlen të përmendet se ky sistem i përfundimit fuzzy dhe procedura e vlerësimit të reshjeve hapësinore japin shifrat e sakta të sasisë së reshjeve në stacionet ekzistuese.

Më poshtë në tabelën 2.2 jepen matja e sasisë së reshjeve joreale në disa stacione:

Tabela 2.2 Matja e reshjeve me FIS

Matja e reshjeve me FIS			
Nr i stacioneve	Lindje(km)	Veri(km)	Reshje(cm)
(i)	(x_i)	(y_i)	(r_i)
1	36	136	63
2	27	90	172
3	86	116	97
4	45	29	200
5	95	47	118
6	60	80	55
7	52	60	55.1
8	50	120	63.2
9	80	60	118
10	70	140	97

2.6 Sfidat në modelimet hidrologjike

Sfidat kryesore [1] në modelimin hidrologjik përfshijnë zgjedhjen midis qasjeve të rastit dhe jo të rastit, qasjeve të grumbullimit dhe të shpërndarjeve, qasjeve lineare dhe jo-

lineare, dhe supozimeve stacionare dhe jo-stacionare. Supozimi linear bën analizën pasuese dhe aplikimin e thjeshtë; megjithatë, në shumë raste, është larg realitetit. Supozimi jo-linear e bën problemin më real, por me një kosto dhe mungon përgjithësimi. Në mënyrë të ngjashme, supozimi i stacionaritetit e bën analizën dhe aplikacionin më të thjeshtë; megjithatë, me ndikimin e njeriut në sistemin hidrologjik, supozimi i stacionaritetit nuk qëndron më në shumë situata.

Si rezultat, shumë modele hidrologjike përdorin bashkësi vlerash të paracaktuara nga zhvilluesit e modelit dhe të dhëna në dispozicion në sferat publike.

Sfidat në modelimin hidrologjik lindin si rezultat i pamjaftueshmërisë së burimeve për hulumtim, mungesë ose pamjaftueshmëri të të dhënave, mungesa ose pamjaftueshmëria e ekspertizës.

KAPITULLI III

Fuzzy Logic në Matlab

Hyrje

Bota në të cilën jetojmë është duke u mbështetur gjithnjë e më shumë në përdorimin e elektronikës dhe kompjuterave për të kontrolluar procese të ndryshme. Një nga softet më të përdorura për një game të madhe aplikimesh është Matlab. FL është i integruar në këtë soft.

Në këtë kapitull paraqiten funksionalitetet e toolbox-it të FL të Matlab.

Fuzzy Logic Toolbox është i lehtë për t'u zotëruar dhe i përshtatshëm për t'u përdorur. Gjithashtu ofron një përmbledhje për metodologjinë e FL dhe aplikacioneve të saj të gjera.

Në këtë kapitull gjithashtu trajtojmë karakteristikat dhe metodat e ndryshme të krijimit të funksioneve të anëtarësimit.

3.1 Hyrje në Toolbox-in e FL

3.1.1 Toolbox-i i FL

Toolbox-i i FL [17] është një grumbullim i funksioneve të ndërtuara në mjedisin kompjuterik MATLAB. Ai siguron tool-se për të krijuar dhe për të modifikuar sistemet e vlerësimit fuzzy (FIS) në MATLAB.

- Toolbox-i i FL për përdorim me MATLAB është një mjet për zgjidhjen e problemeve të FL.
- Toolbox-i i FL na lejon të realizojmë dhe të modifikojmë sistemet e vlerësimit fuzzy (FIS).

3.1.2 Krijimi i Sistemeve me anë të Toolbox-it të FL

Janë pesë dritare kryesore GUI tool-s (Graphical User Interface Editors (GUI tools)), për krijimin, edit-imin dhe vëzhgimin e sistemeve të vlerësimit fuzzy (FIS) në toolbox-in e FL:

- Sistemet e vlerësimit fuzzy (FIS ose FIS Editor)
- krijimi i funksioneve të anëtarësimit
- krijimi i rregullave (Rule Editor)
- paraqitja e rregullave (Rule Viewer)
- paraqitja e grafike (Surface Viewer)

Ne mund të krijojmë një nga këto tool-se GUI ose mund ti kemi të gjitha për një sistem të dhënë.

Toolbox-i i FL nuk e kufizon numrin e input-ve. Megjithatë, numri i input-ve mund të kufizohet nga hapësira e kujtesës së programit.

Nëse numri i input-ve është shumë i madh, ose numri i funksioneve të anëtarësimit është shumë i madh, atëherë mund të jetë e vështirë për të analizuar FIS duke përdorur mjete të tjera GUI. Treguesi i funksionit të anëtarësimit përdoret për të përcaktuar format e të gjitha funksioneve të anëtarësimit lidhur me secilin variabël. Treguesi i rregullave është për redaktimin e listës së rregullave që përcaktojnë sjelljen e sistemit. Rule Viewer dhe Surface Viewer përdoren për të parë krahasimin me FIS.

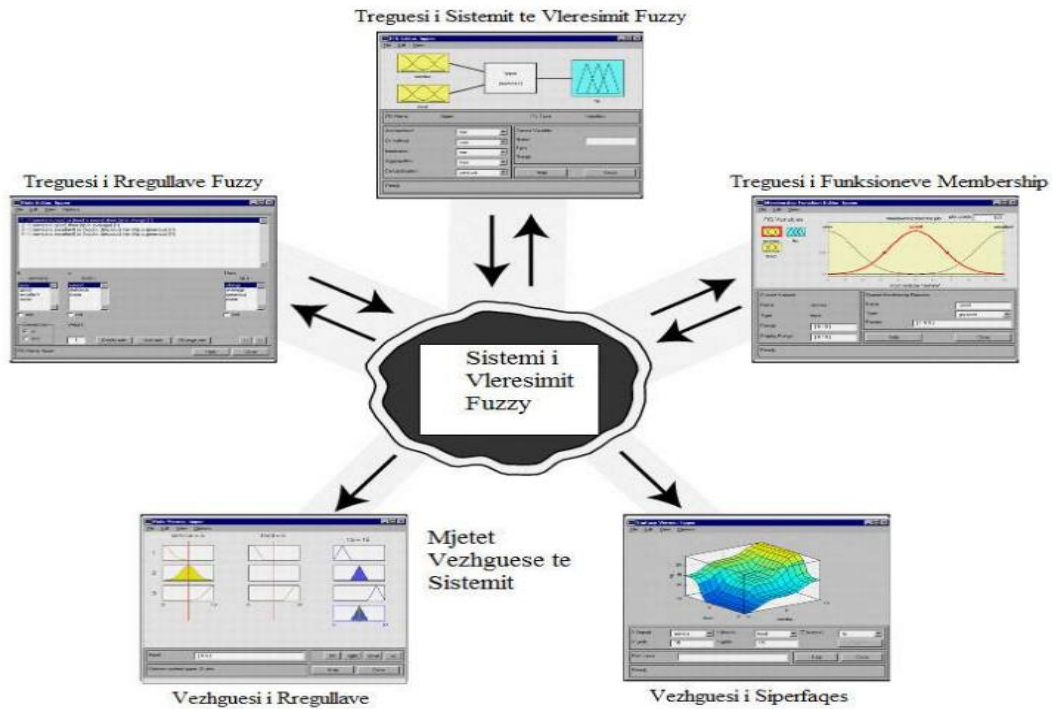


Fig 3.1. Bashkëveprimi i mjeteve të sistemit me njëri- tjetrin

Rule Viewer shfaq diagramën e vlerësimit fuzzy të pjesa e fundit. Përdoret si një diagnostikues, pra mund të tregojë (për shembull) cilat rregulla janë aktive. Surface Viewer përdoret për të shfaqur varësinë e një output-i për çdo një ose dy input-e. Treguesi FIS, treguesi i funksionit të anëtarësimit dhe treguesi i rregullave, mund të lexojnë dhe të modifikojnë të dhënat e FIS, por Rule Viewer dhe Surface Viewer nuk modifikojnë të dhënat FIS në asnjë mënyrë [16].

The FIS Editor

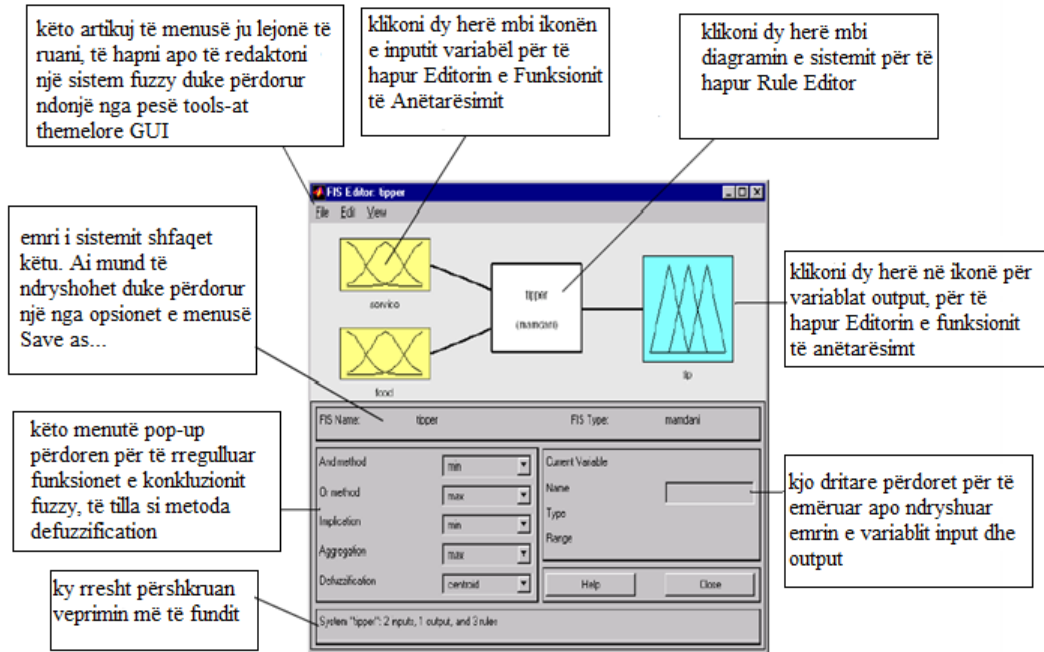


Figura 3.2. Ndërtimi i FIS editor

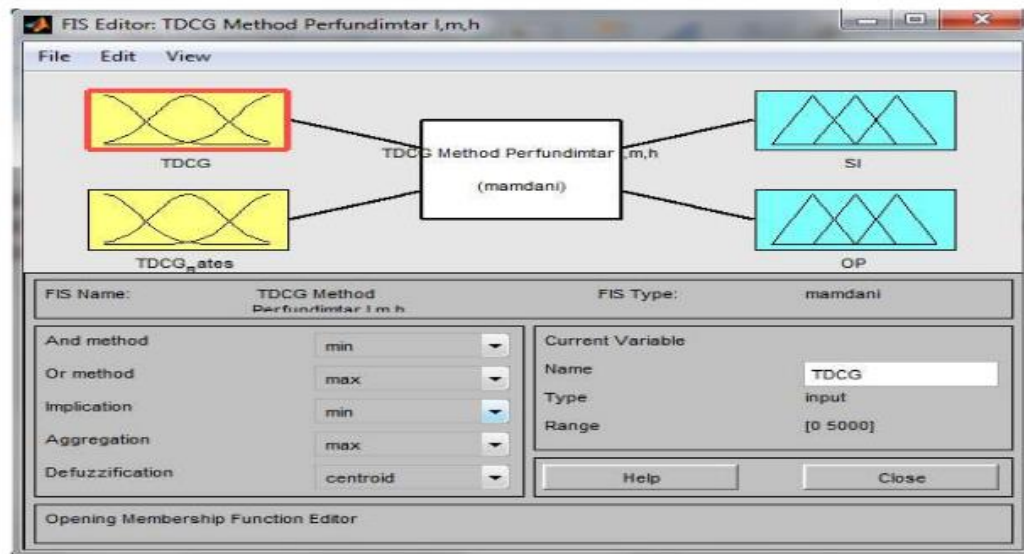


Figura 3.3. Treguesi i sistemit fuzzy, metoda TDCG

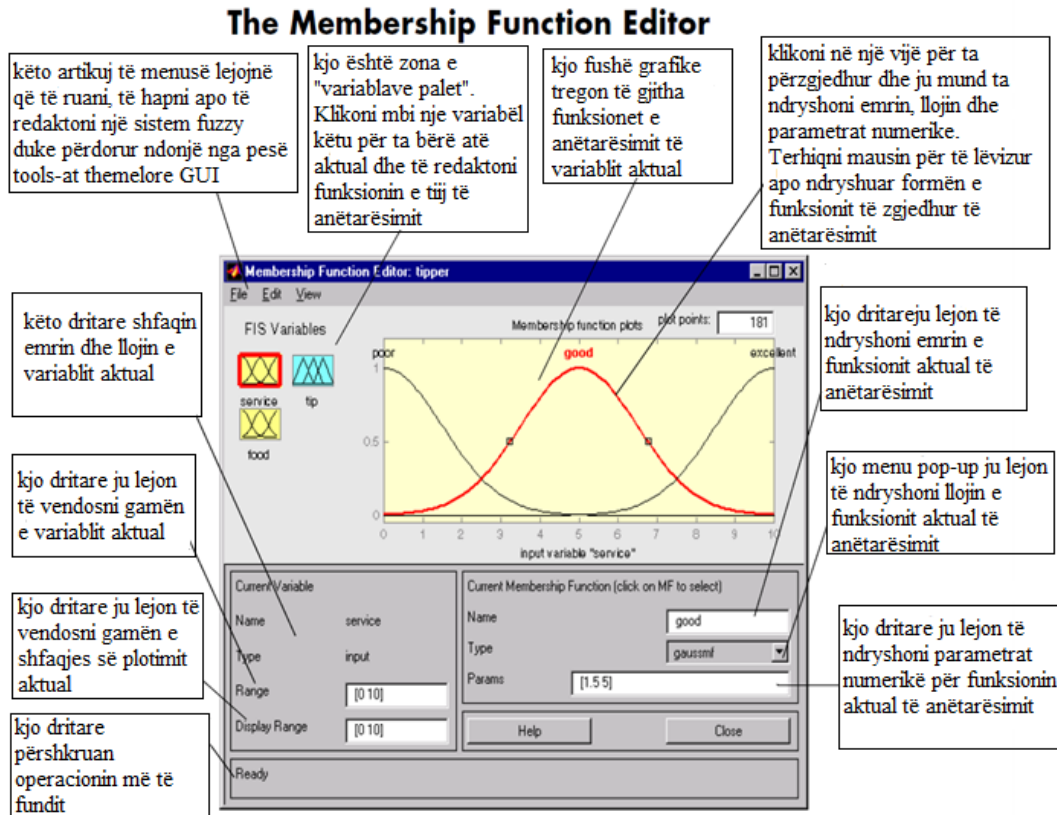


Figura 3.4. Treguesi i funksionit membership

Treguesi i funksionit të anëtarësimit ndan disa karakteristika me treguesin FIS. Në fakt, të pesë tools-et themelore të GUI kanë opsione të ngjashme në menu, linjat e statusit dhe komandat Help dhe close. Treguesi i funksionit të anëtarësimit është një mjet që na lejon të shfaqim dhe të redaktojmë të gjitha funksionet e anëtarësimit të lidhura me të gjitha variablat input dhe output për të gjithë sistemin e vlerësimit fuzzy. Kur hapim editorin e funksionit të anëtarësimit për të punuar me një sistem të vlerësimit fuzzy që nuk ekziston në Workspace, nuk ka ende asnjë funksion anëtarësimi të lidhur me variablat që ne kemi përcaktuar në Editorin FIS.

The Rule Editor

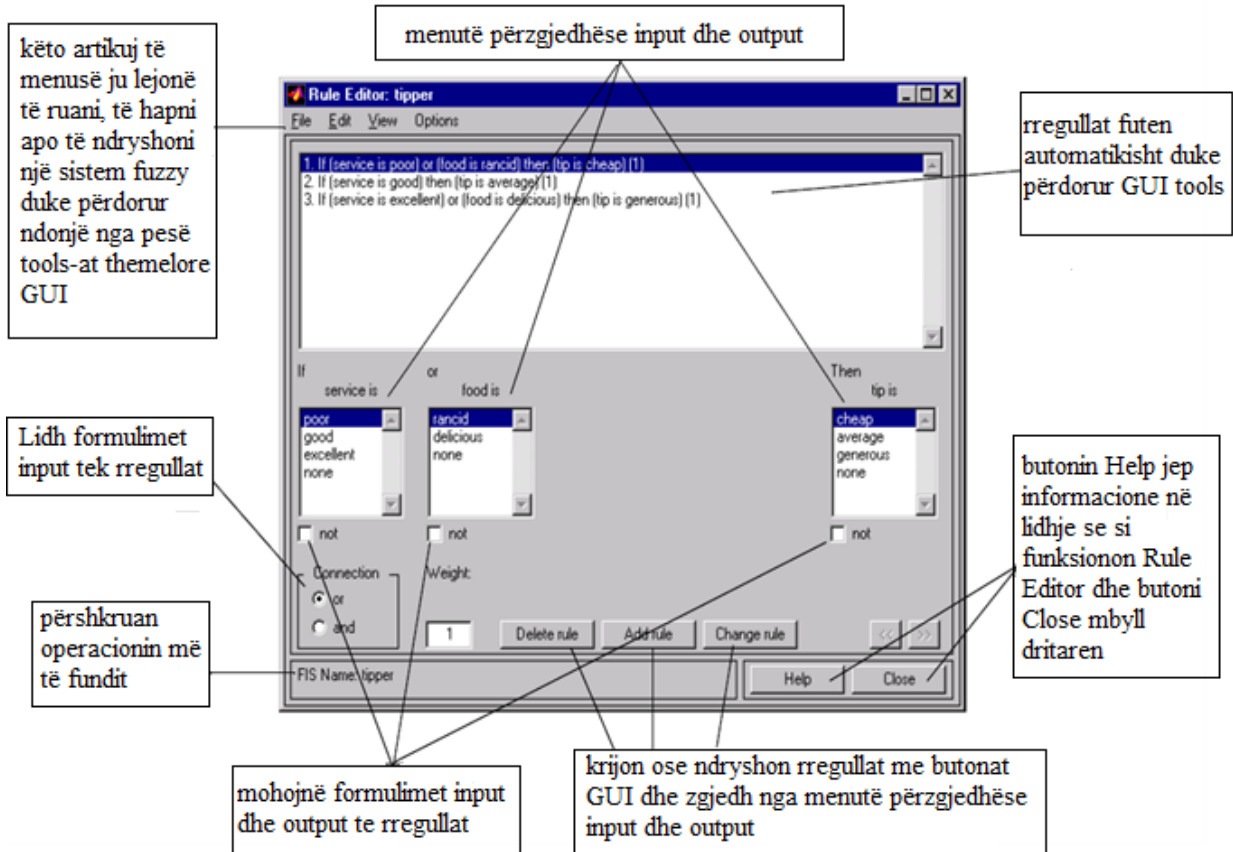


Figura 3.5. Treguesi i rregullave

Krijimi i rregullave duke përdorur ndërfaqen grafike Rule Editor është mjaft e qartë. Bazuar në përshkrimet e variablave input dhe output të përcaktuara me Editorin FIS, Rule Editor na lejon të ndërtojmë pasqyrimin e rregullit, automatikisht duke klikuar mbi të dhe duke zgjedhur një artikull në çdo kuti të variablave input, një artikull në çdo kuti output, dhe një artikull lidhës. Zgjedhja "none" si një nga variablat e cilësisë do të përjashtojë atë variabël nga një rregull i caktuar. Zgjedhja e "not" nën një emër të variablit do të mohojë cilësinë lidhur me të.

Rregullat mund të ndryshohen, fshihen, ose shtohen, duke klikuar në butonin përkatës.

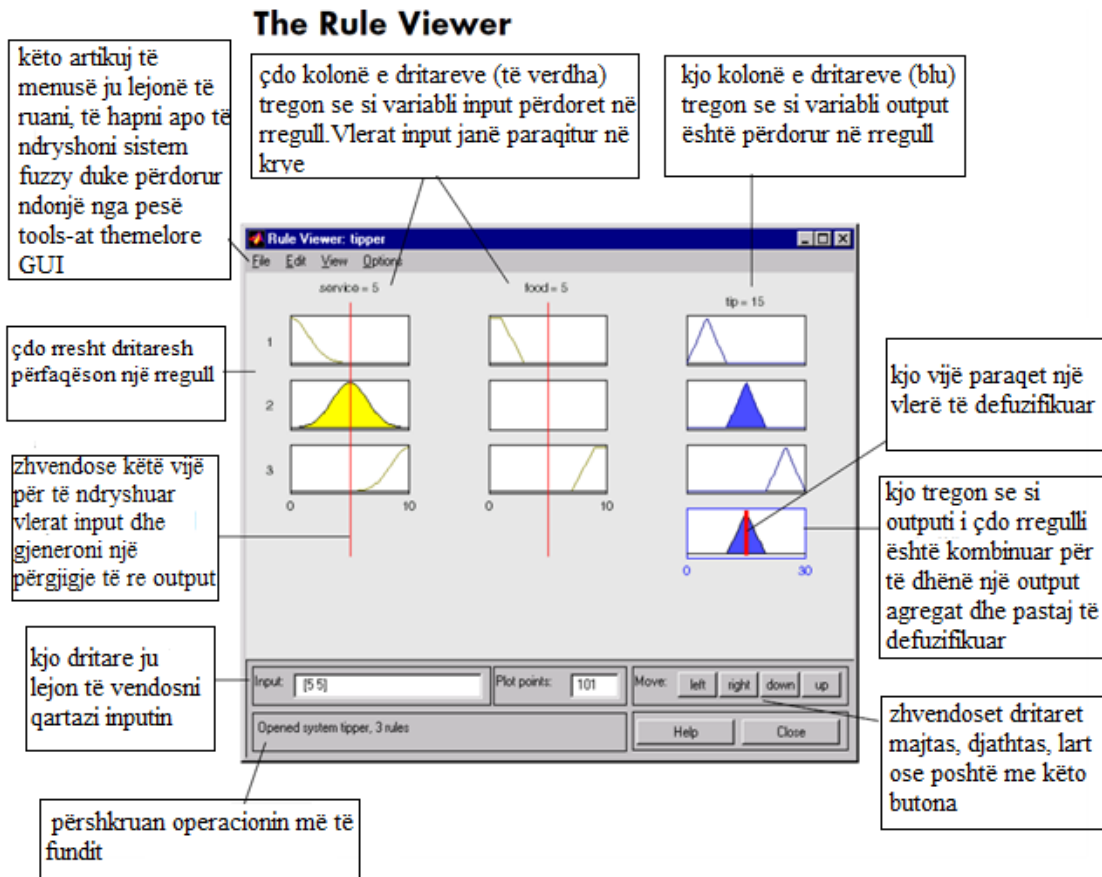


Figura 3.6 Vëzhguesi i rregullave

Rule Viewer paraqet të gjithë procesin e vlerësimit fuzzy. Është i bazuar në diagramën e vlerësimit fuzzy të përshkruar në seksionin e mëparshëm. Ne shikojmë një dritare të vetme me 10 dritare të vogla të mbivendosura në të. Të tre dritaret e vogla në të gjithë pjesën e sipërme të figurës përfaqësojnë ngjarje të mëparshme dhe pasojën e rregullit të parë. Çdo rregull është një rresht i dritareve të vogla dhe secila kolonë është një variabël. Dy kolonat e para të dritareve të vogla (tre dritaret e verdha) tregojnë funksionet e anëtarësimit që u referohen rregullave input pra pjesa-IF e çdo rregulli. Kolona e tretë e dritareve të vogla (tri dritaret blu) tregon funksionet e anëtarësimit që i referohen rregullave pasues ose pjesa-THEN e çdo rregulli. Nëse klikojmë një herë në një numër rregulli, rregulli përkatës do të shfaqet në fund të figurës.

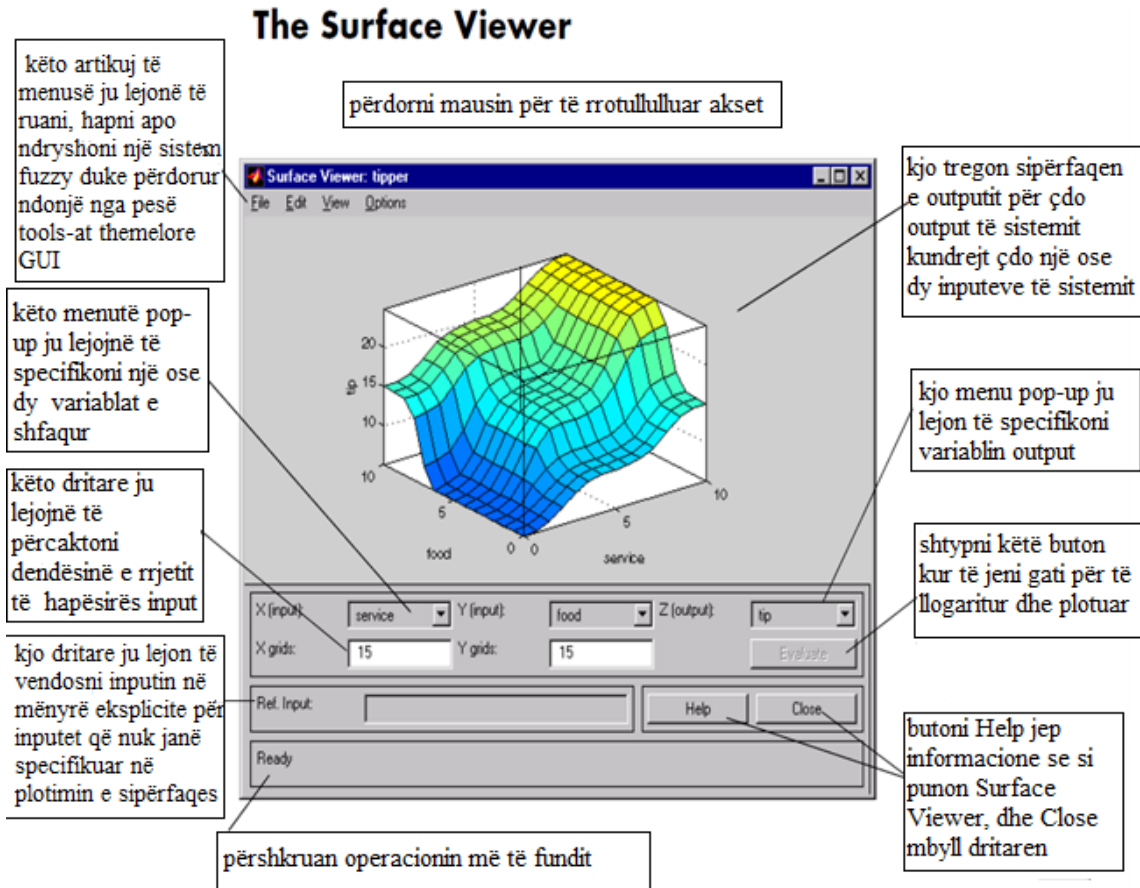


Fig 3.7 Paraqitja grafike e “surface viewer”

Me hapjen e Surface Viewer, 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-dimensionale, të cilat MATLAB i zotëron në mënyrë perfekte. Kur shkojmë përtej dimensioneve 3D të përgjithësuara, fillojmë të ndeshim probleme në shfaqjen e rezultateve. Prandaj Viewer Surface është e pajisur me një menu pop-up, që na lejon të zgjidhim çdo dy inpute dhe çdo një-output për grafikun. Poshtë menisë pop-up janë dy dritare të vogla të futjes së tekstit që na lejojnë të përcaktojmë se sa vija të rrjetës së boshtit x dhe boshtit y dëshirojmë të përfshijmë. Kjo na lejon të kemi një kohë 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, thjesht ndryshojmë tekstin në dritaren e duhur dhe klikojmë ose **X-grids** ose **Y-grids**, sipas tekstit të dritares që duam të ndryshojmë.

Surface Viewer ka një aftësi të veçantë që është shumë e dobishme në rastet me dy (ose më shumë) inpute dhe një output. Me të vërtetë ne mund të marrim akset dhe t'i rivendosim ato për të marrë një pamje tjetër tre-dimensionale të të dhënave.

Dritarja e vogël **Ref.Input** përdoret në situata kur ka më shumë inpute të kërkuara nga sistemi se sa sipërfaqja e hartuar. Supozojmë se kemi një sistem me katër-inpute dhe një-output dhe do të donim të shikonim sipërfaqjen e outputit. Surface Viewer mund të gjenerojë një sipërfaqe tre-dimensionale të output-it, ku dy nga inpute-t janë variabël, por dy prej inputeve duhet të mbahen me patjetër konstant duke qenë se kompjuteri nuk mund të shfaqë një formë pesë-dimensionale. Në këtë rast inputi do të jetë një vektor katër-dimensional me NaNs që mban vendin e inputeve variabël, ndërsa vlerat numerike do të tregojnë ato vlera që mbeten fikse. NaN është një simbol IEEE për të thënë "jo një numër". Kjo përfundon kalimin e shpejtë të secilit prej tools-eve kryesore të GUI.

Nëse jemi të interesuar në zgjidhjen e një klase të tërë problemeve të ngjashme vendimmarrëse, FL mund të sigurojë një mjet mjaft të përshtatshëm për zgjidhjen, duke pasur parasysh lehtësinë me të cilën një sistem mund të ndryshohet mjaft shpejt.

3.2 Ndërtimi dhe puna e sistemit të vlerësimit

Sistemi vlerësimi fuzzy përbëhet nga një ndërfaqe fazifikimi, një rregull bazë, një bazë e të dhënave, një njësi vendimmarrje dhe një ndërfaqe defazifikimi. Një FIS me pesë blloqe funksionale përshkruhet në figurën 3.9 e mëposhtme. Funkcioni i çdo blloku është si më poshtë:

1. Një rregull bazë përmban një numër të rregullave fuzzy IF-THEN;
2. Një bazë të dhënash e cila përcakton funksionet e anëtarësimit të bashkësive fuzzy përdoret në rregullat fuzzy;
3. Një vendimmarrje performon veprimet e vlerësimit mbi rregullat;
4. Një ndërfaqe fuzzification, transformon input-in crisp në vlera gjuhësore;
5. Një ndërfaqe defazifikimi, transformon rezultatet e vlerësimit fuzzy në një output

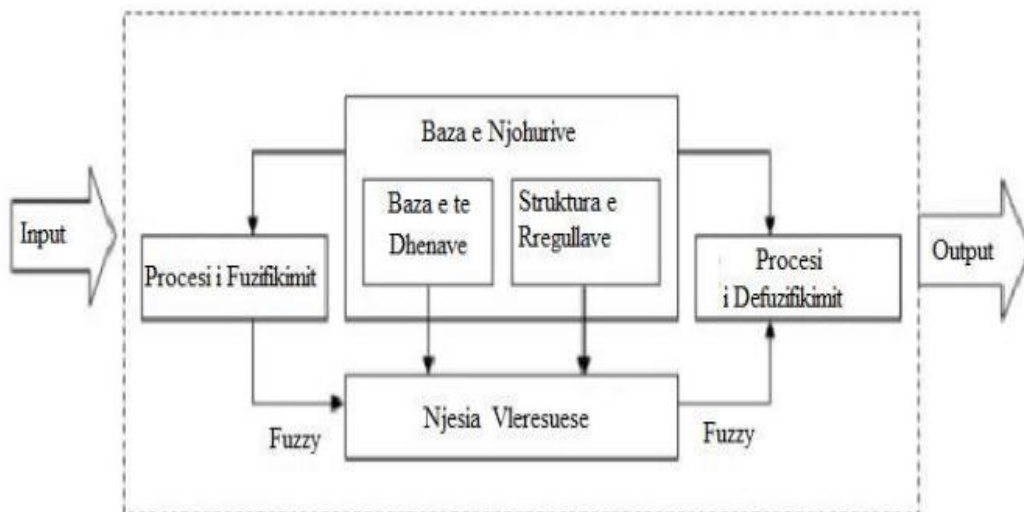


Figura 3.8 Diagrama e FL

Përfundime

Në këtë kapitull u trajtuan metodat më të përdorura të FL në faqen e Matlab. Mënyrën e ndërtimit të funksioneve të anëtarësimit, toolbox-i i FL, FIS etj Toolbox-i i FL, në MATLAB, jep projektimin e një numri funksionesh anëtarësimi.

Janë paraqitur të detajuara dritaret në Matlab mbi mënyrën e krijimit të funksioneve të anëtarësimit dhe krijimin e rregullave të modelit.

Kapitulli IV

Modele hidrologjike

Hyrje

Në këtë kapitull paraqiten së pari disa modele hidrologjike të aplikuara më shumë deri tani nga vënde të ndryshme në botë.

Në pjesën e dytë të këtij kapitulli trajtohen aplikime konkrete si: parashikimi i reshjeve, modeli reshje- rrjedhje sipërfaqësore si dhe parashikimi i konsumit të ujit të pijshëm.

Një sistem i paralajmërimit të hershëm është një grup procedurash të ndërtuara për të mbrojtur jetën e njeriut dhe për të minimizuar dëmet që priten të ndodhin nga një fatkeqësi që tejkalon një nivel të caktuar kritik. Ky sistem përbëhet nga një numër që i referohet disa pjesëve: parashikimit, transformimit të parashikimit në një paralajmërim dhe transmetimi i paralajmërimit tek vendimmarresit vendore.

Parashikimi i një ngjarjeje të afërt kërkon një shpjegim të shkaqeve dhe efekteve në terma sasiorë dhe formulimin e një modeli matematik që lidh shkakun dhe pasojën.

Komponentët teknikë bazë të një sistemi të paralajmërimit të hershëm përfshijnë një grup të dhënash të matshme që shkaktojnë një fatkeqësi, një sasi të dhënash të matshme të output që përcakton sasinë e katastrofës dhe një model matematik të përshtatshëm që transformon të dhënat fillestare në një bashkësi të dhënash korresponduese. Në kontekstin e përmbajtjeve, shkaktari i një përmbajtje natyrore janë reshjet dhe output është rrjedha sipërfaqësore (runoff). Ka shumë lloje të modeleve matematikore që mund të përdoren për të transformuar të dhënat e hyrjes (input) në të dhënat përkatëse të daljes (output).

Modelimet janë shumë të rëndësishme për shumë faktorë. Konkretisht pellgjet ujëmbledhëse janë të kushtezuara prej rreziqeve të ndryshimeve klimatike në menyrë të veçantë nga thatësira dhe përmbajtjet. Praktikantët e gabuara për menaxhimin e tokave kanë ndikuar negativisht në ekosistemet natyrore, jetesën e komunitetit dhe infrastrukturën. Studimet e ndryshme që kryhen kanë për qëllim të zvogëlojnë cënueshmërinë e ekosistemeve dhe komuniteteve lokale ndaj efekteve të shkaktuara nga veprimtaria e njeriut, praktikave jo të duhura të menaxhimit ose kushteve të motit.

Ambjentet përreth pellgeve ujore janë të përbërë prej ekosistemesh të ndryshëm (pyjet, ekosisteme rezervuarësh, burime ujrash dhe lumenj, kullota dhe toka bujqësore). Ekosistemet sigurojnë shërbime të tilla si cikle natyrore ushqyese, formimin e tokave dhe prodhimin parësor, por ato ndodhen nën presion të konsiderueshëm të njeriut. Ato luajnë një rol të rëndësishëm në drejtim të përthithjes së karbonit, cilesisë së ujit, vlerave të biodiversitetit, etj. Gjithashtu sigurohen shërbimet direkte të tilla si uji i pijshëm, druret e zjarrit, bimët mjekësore, mbrojtja e tokës, peshkut, etj

4.1 Modelime të sistemeve hidrologjike

Disa nga modelet hidrologjike që janë përdorur gjërësisht veçojmë [2]:

4.1.1 Modeli i pellgut ujëmbledhës Stanford (SWM)

Ideuar në Universitetin Stanford (Crawford and Linsley, 1966), modeli i pellgut ujëmbledhës Stanford është i përshtatshëm për simulim të të dhënave orare ose ditore. Përdor metodën e bashkimit të parametrave. Inputet përbëhen nga të dhënat e reshjeve orare ose ditore, të dhënat e avullimit dhe parametrat ujëmbledhës. Modeli mund të kryejë simulim në kohë të vazhdueshme dhe bazohet në ekuacionin e vazhdimësisë:

$$P = E + R + \Delta S \quad (4.1)$$

ku P janë reshjet, E është avullim-transpirim, R rrjedha sipërfaqësore dhe ΔS është ndryshim i përgjithshëm i akumuluar në secilën zonë. Në çdo hap, të gjitha aktivitetet hidrologjike (reshjet, infiltrimi, filtrimi, rrjedha e sipërfaqes, rrjedha e ujërave nëntokësore etj.) simulohen dhe balancohen përpara se të kalojnë në hapin tjetër.

4.1.2 Modeli rezervuar

Modeli rezervuar (Tank), propozuar dhe zhvilluar nga Sugawara dhe kolegët e tij në fund të viteve 1950, është modeli më i përdorur gjërësisht në Japoni [2]. Publikimi i detajeve të këtij modeli në gjuhën angleze erdhi shumë më vonë (Sugawara et al, 1984) dhe aplikimi i tij që atëherë është përhapur në rajonet jashtë Japonisë (Jayawardena, 1988). Është një model jo i rastit, jolinear, i vazhdueshëm, i pandryshueshëm që transformon reshjet e matura në rrjedhje sipërfaqësore korresponduese pa pasur nevojë të vlerësojë në mënyrë të ndarë humbjet dhe prurjet. Modeli përbëhet nga rezervuare (zakonisht katër) të rregulluar vertikalisht në seri.

Parimi themelor i modelit Tank është proporcionaliteti i shkarkimit me akumulimin e ujit. Ujëmbledhësi konsiderohet si një rezervuar që përkohësisht ruan reshjet dhe i shkarkon më pas si rrjedhje sipërfaqësore (runoff). Shkarkimi konsiderohet si i përbërë nga runoffi sipërfaqësor, runoff nëntokësor dhe ujërat nëntokësore, secili komponent ka kohën e vet korresponduese. Inputet në modelin rezervuar janë reshjet dhe avullimi i mundshëm.

$$CRHY = \frac{1}{2} (MSEQ + MSELQ) \quad (4.2)$$

ku $MSEQ = \frac{\text{Gabimi mesatar kuadratik}}{\text{mesatarja e shkarkimit}}$

dhe $MSELQ = \text{gabimi mesatar kuadratik i log } Q$.

Modeli Rezervuar mund të përdoret për simulim të vazhdueshëm nësoj si për simulimin e ngjarjeve.

4.1.3 Seri HEC [2]

Qendra Inxhinierike Hidrologjike (HEC) është degë e teknikës së Korpusit të Inxhinierëve të Ushtrisë së Shteteve të Bashkuara (USACE) që merret me inxhinieri

hidrologjike. Qendra HEC u krijua në vitin 1964 dhe filloi me softueret hidrologjike që përfshinte HEC-1 (Hidrologjia e Ujërave të Zeza), HEC-2 (Hidraulika e Lumit), HEC-3 (Analiza dhe Ruajtja e Rezervuarëve) dhe HEC-4 (Stochastic Streamflow Generation). Më pas, kjo seri e software-ve është zëvendësuar me një paketë më të përditësuar, e cila përfshin të njëjtat koncepte bazë si seria e parë, por me procedura numerike të përmirësuara. Familja e re e softuerit përfshin HEC-HMS (Sistemi i Modelimit Hidrologjik), HEC-RAS (Sistemi i Analizës së Lumenjve), HEC-FDA (Analiza e Reduktimit të Dëmtimit nga Përmbytjet), dhe HEC-ResSim (Simulimi i Sistemit të Rezervuarëve).

- HEC-HMS

HEC-HMS (USACE, 2000) është një sistem i përgjithësuar modelimi, i zhvilluar në vitin 1992 për të zëvendësuar HEC-1 dhe është modeli standard që përdoret në sektorin privat në Shtetet e Bashkuara.

Çdo fluks në masë ose energji në ciklin hidrologjik mund të përfaqësohet me një model matematik. Në shumicën e rasteve, disa zgjedhje model janë të disponueshme për përfaqësimin e secilit fluks. Çdo model matematikor i përfshirë në program është i përshtatshëm në mjedise të ndryshme dhe në kushte të ndryshme. Marrja e zgjedhjes korrekte kërkon njohjen e ujëmbledhësit, qëllimet e studimit hidrologjik dhe gjykimin inxhinierik.

HEC-HMS ofron një numër mundësish për simulimin e procesit reshje- rrjedhje sipërfaqësore. Këto përfshijnë modele të reshjeve: duke përdorur ose ngjarjet aktuale të vlerësuara ose stuhitë hipotetike të bazuara në frekuenca. Humbjet e reshjeve të shiut përfaqësohen në mënyrë empirike (SCS-CN) ose me algoritme të bazuara fizikisht (Green dhe Ampt, 1911); rrjedhjet sipërfaqësore të gjeneruar nga hidrografet njësi ose metoda kinematike; rryma e shpërbërë nga Muskingum, Muskingum-Cunge, dhe metodat e valës kinematike; dhe kursimi i rezervuarit, rrjedha bazë dhe modelimi i devijimeve.

Inpute për HEC-HMS përbëhen nga tre komponentë:

- Një përbërës i basenit, i cili është një përshkrim i elementeve të ndryshme të sistemit hidrologjik (nënbasenet, kanalet, nyjet, burimet, rezervuarët dhe diversionet), duke përfshirë parametrat e tyre hidrologjik dhe topologjikë.
- Komponenti i reshjeve, që është një përshkrim në kohë dhe hapësirë i reshjeve për modelim (Shpërndarja e reshjeve mund të jetë matur me metodën mesatares aritmetike ose metodën e shumëkëndashve Thiessen)
- Një komponent kontrolli, i cili përcakton kohëzgjatjen e reshjeve dhe llogaritjen e hidrografike të rrjedhës

Parametrat janë vlerësuar nga optimizimi me software-in GIS.

- HEC-FDA

HEC-FDA paraqet mundësinë e bashkëpunimit të një hidrologu me një analist ekonomie për të menaxhuar dhe vlerësuar rezikun e një përmbytje.

- HEC-ResSim

HEC-ResSim është projektuar që të përdoret për të modeluar veprimet e rezervuarit në një ose më shumë rezervuarë, veprimet të cilat janë përcaktuar nga qëllime dhe kufizime të shumëfishta.

4.2 Modelime me FL

Në vendin tonë janë të domosdoshme modele hidrologjike. Kjo domosdoshmëri vjen si shkak i përmbytjeve të ndodhura çdo vit në zona të ndryshme si zona e Shkodrës, zona e Vlorës, Fier dhe Durrës. Nje tjetër kërkesë është dhe menaxhimi i duhur i ujëmbledhësve të ujit të pijshëm apo të vaditjeve të tokave bujqësore në sezonin e verës ku ka dhe thatësira.

Në vijim japim modelet e aplikuar me FL përkatësisht: modeli i parashikimit të reshjeve, modeli reshje- rrjedhje sipërfaqësore (rainfall- runoff) dhe modeli i parashikimit të ujit të pijshëm. Këto aplikime janë ndërtuar me anë të modeleve të ndryshme të paraqitura më sipër në paragrafin 4.1, në vijim paraqesim aplikimin e tyre me FL në Matlab.

4.2.1 Modeli i parashikimit të reshjeve

Në ditët e sotme si rezultat i ndryshimeve klimatike, katastrofa natyrore si përmbytje, thatësira etj po ndodhin gjithnjë e më shumë. Është më shumë interes ti përgjigjemi një pyetjeje: A jemi në gjendje të parashikojmë fenomene natyrore si : sa reshje mund të bien në orët e ardhshme ?

Më poshtë shtjellohet aplikimi i ndërtuar që lejon parashikimin e sasisë së reshjeve që bien në një territor të caktuar, duke u mbështetur në pesë parametra kryesorë si: lagështia relative, mbulimi total i reve, drejtimi i erës, temperatura dhe presioni. Elementë të FL, të cilët teorikisht janë shpjeguar në kapitujt e mësipërm shfrytëzohen në implementimin e këtij aplikimi.

Inputet e modelit tonë fuzzy janë:

- *lagështia relative,*
- *mbulimi total i reve,*
- *drejtimi i erës,*
- *temperatura*
- *presioni*

Secili input ka tre funksione anëtarësimi. Kurse si output është:

- *Sasia e Reshjeve*

Bashkësitë fuzzy janë zgjedhur në mënyrë të përshtatshme.

Për bashkësitë fuzzy të ndërtuara të variablave input: lagështia relative, mbulimi total i reve, drejtimi i erës, temperatura përdoren variablat gjuhësor të tilla si: keq(poor), mesatar(medium), shkëlqyer(excellent) , ndërsa për variablin input të presionit përdorim si variabla input: e ulët(low), mesatare (medium), e lartë (high). Për variablin output përdorim variablat gjuhësor të tilla si: keq(poor), e ulët(low), mesatar(medium), e lartë (high).

Shfrytëzohet Matlab si dhe toolbox-i i FL i MATLAB-it, për implementimin e modeleve të ndërtuara [28]. Gjithashtu është shkruar programi në Matlab (pjesë e aplikimit) i cili në mënyrë interaktive të lejon që në bazë të të dhënave që fut përdoruesi nxjerr rezultatin përfundimtar të parashikimit të sasisë së reshjeve.

Në figurat: 4.1, 4.2, 4.3, paraqiten përkatesit pamjet e dritareve të programit Matlab (integruar në Fuzzy Logic Design Toolbox) ku krijohet mundësia e implementimit të funksioneve të anëtarësimit dhe rregullave përkatëse të ndërtuara..

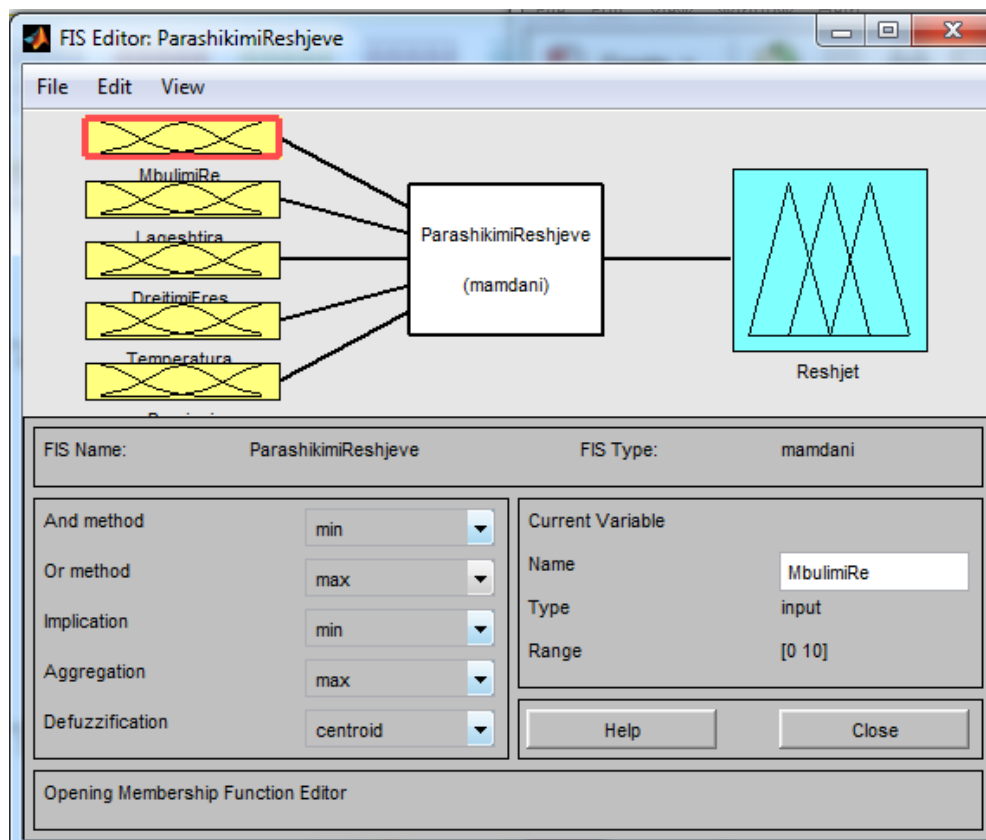
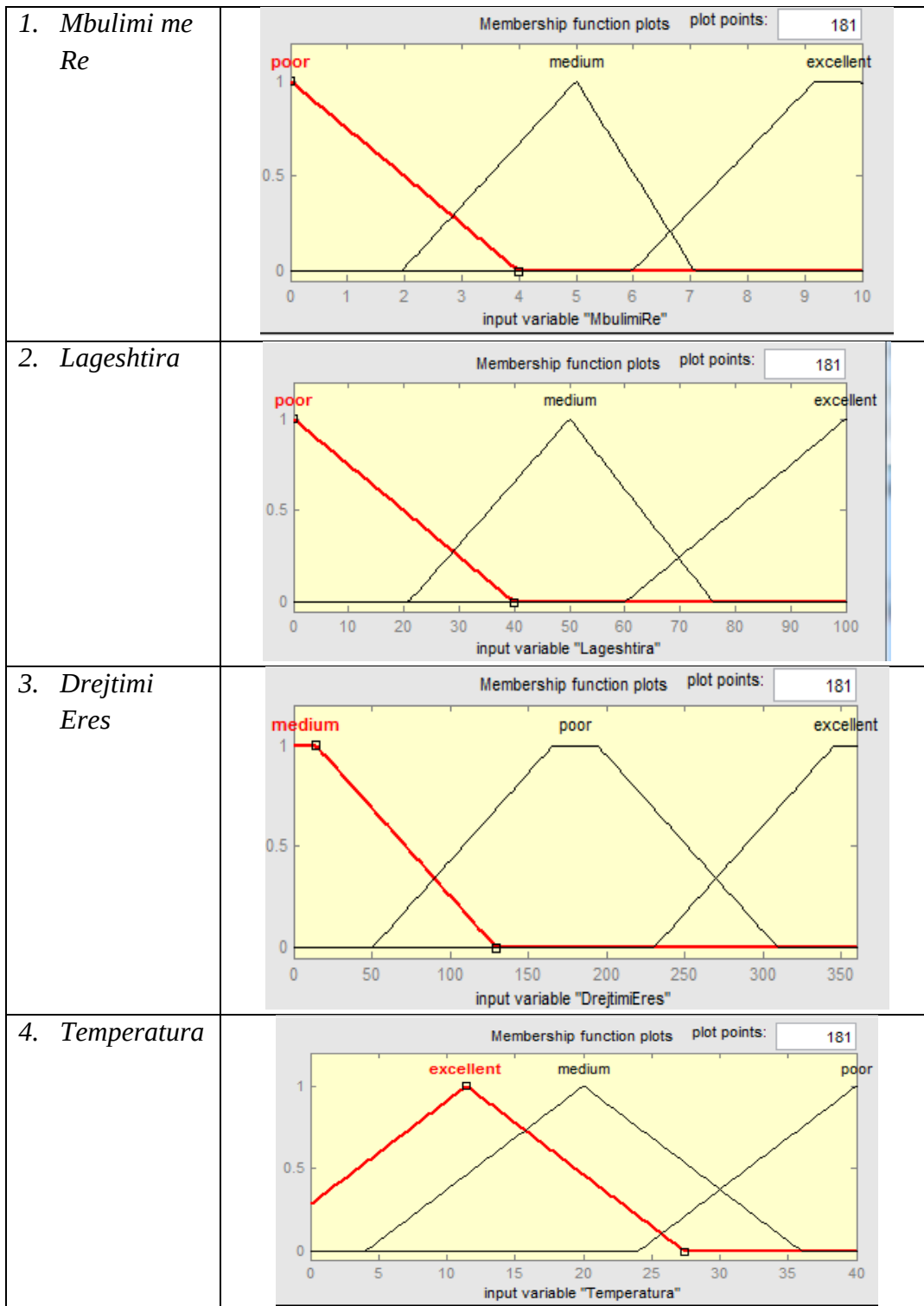


Figura.4.1. FIS Editor. Parashikimi i reshjeve



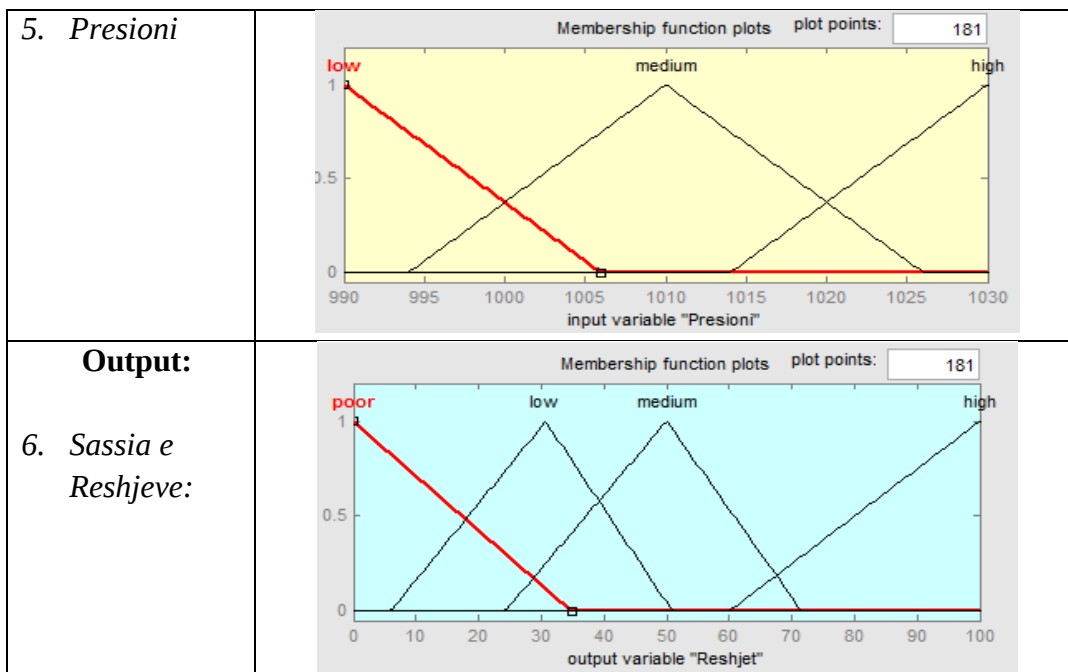


Figura.4.2. Funksionet e anëtarësimit :Input dhe Output

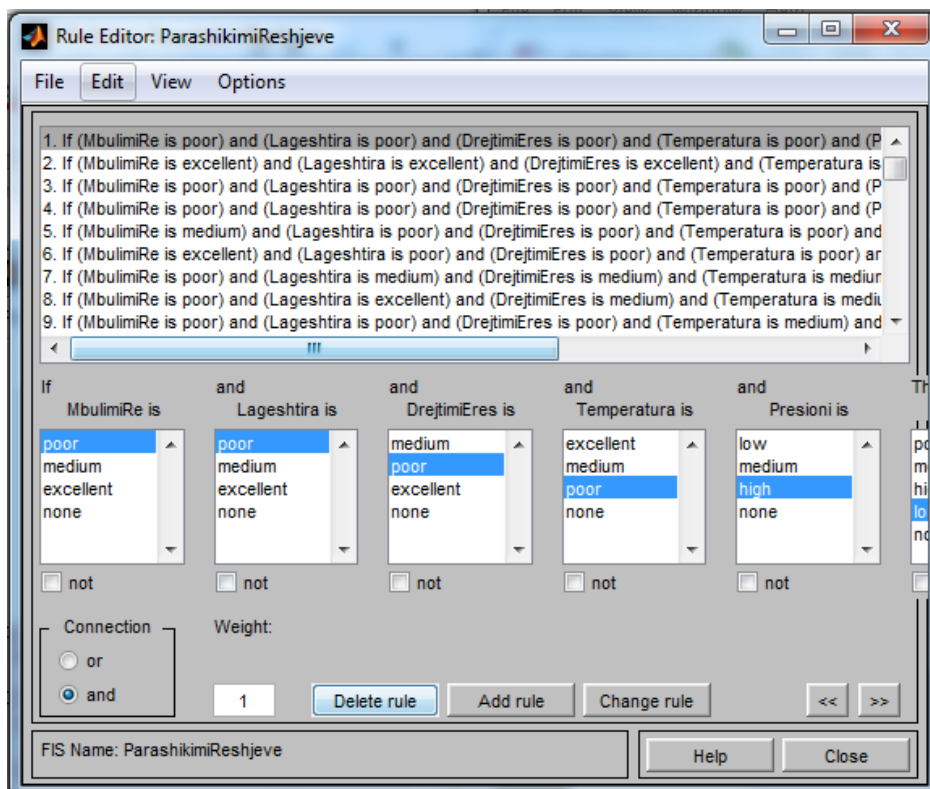


Figura.4.3. Dritarja e rregullave (Rule editor)

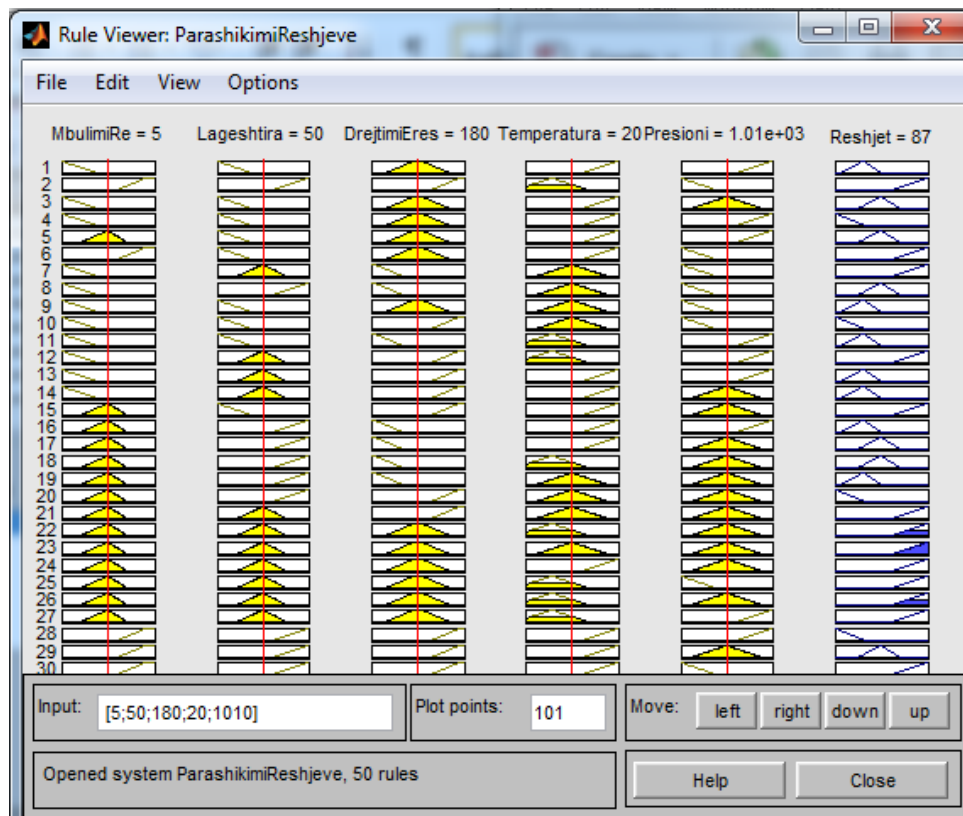


Figura.4.4. Paraqitja e rregullave (Rule Viewer Windows)

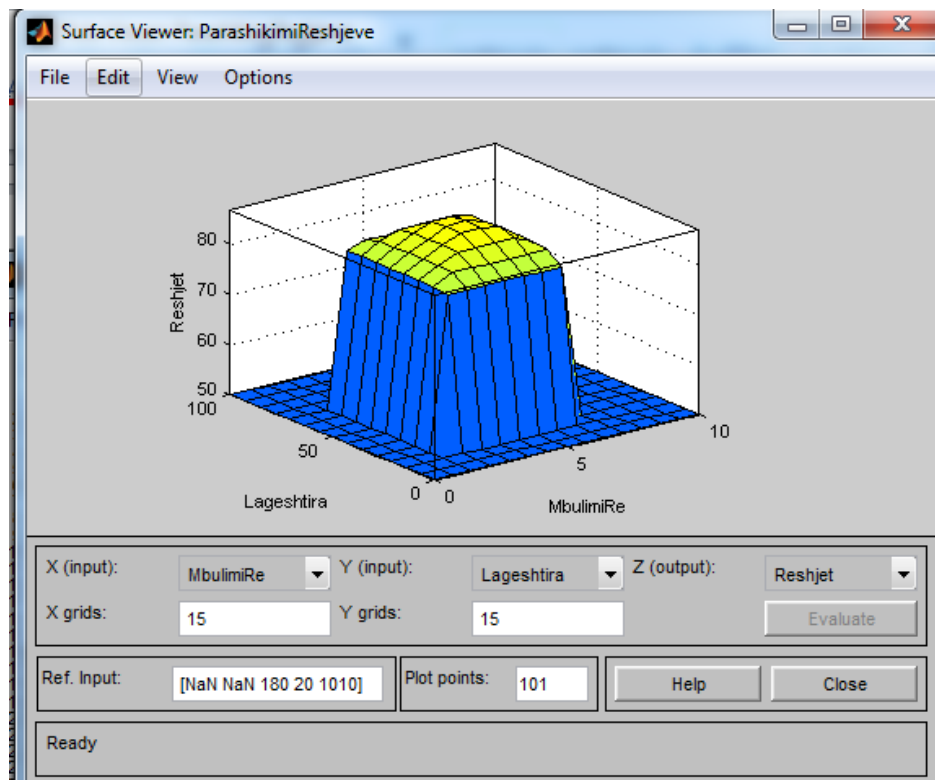


Figura 4.5. Sipërfaqja (Surface Viewer Windows)

Aplikimi i ndërtuar mundëson parashikimin e sasisë së reshjeve që bien në një territor të caktuar, duke u mbështetur në pesë input-e kryesorë si: lagështia relative, mbulimi total i reve, drejtimi i erës, temperatura dhe presioni. Funksionet e anëtarësimit trekëndor dhe trapezoidal u zgjodhën për inputet e dhënë. Për hapin e defazifikimit u përdor metoda qëndrore (centroide)

4.2.2 Modeli reshje- rrjedhje sipërfaqësore

Cikli hidrologjik [2] në një kuptim më të gjerë është një sistem i mbyllur pasi nuk ka transferim neto të ujit nga toka. Megjithatë, hidrologët janë të shqetësuar për atë që ndodh brenda kufijve të një fushe të caktuar hapësinore, të tilla si, për shembull, një ujëmbledhës. Ka shumë procese që kontribuojnë në ciklin e përgjithshëm hidrologjik dhe secila prej këtyre proceseve mund të konsiderohet si një sistem ose si komponent i një sistemi shumë më të madh. Sidoqoftë, shqetësimi kryesor i hidrologëve është shkalla e mbulimit në të cilën kërkohet një raport mes reshjeve si input dhe rrjedhjeve korresponduese si output.

Proceset kryesore në ciklin hidrologjik janë reshjet, avullimi, infiltrimi, rrjedha në dhe /nën sipërfaqe të tokës.

Efekti i reshjeve në ciklin hidrologjik është i menjëhershëm, ndërsa ai i reshjeve të ngurta është i ngadalshëm dhe i zbutur. Avullimi, i cili është procesi i konvertimit të ujit të lëngshëm në ujë të gaztë ose avull uji, kthen ujin e depozituar në sipërfaqen e tokës përsëri në atmosferë. Këto dy janë proceset e shkëmbimit të ujit ndërmjet sipërfaqes së tokës dhe atmosferës dhe formojnë një urë midis hidrologjisë dhe meteorologjisë.

Avullimi është një proces absorbues energjie, ndërsa kondensimi, i cili është proces i ndryshimit nga një gjëndje e gaztë në gjëndje të lëngshme, është lëshimi i energjisë. Shumë nga ngjarjet ekstreme që ndodhin në atmosferë nxiten nga energjia, dielli dhe nxehtësia latente e kondensimit lëshohet kur avujt e ujit bëhen ujë të lëngshëm.

Procesi tjetër i rëndësishëm në ciklin hidrologjik është infiltrimi, i cili e transferon ujin e sipërfaqes së tokës në sipërfaqen nëntokësore. Uji i infiltruar rishfaqet si rrjedhë bazë, derdhet në shtresa më të thella të nëntokës dhe formon ujërat nëntokësore, ose rrit përmbajtjen e ujit të ruajtur në tokë.

Informacioni sasior për këto tre procese zakonisht merret nga matja, dhe si e tillë, ato bëhen të dhëna input në çdo sistem modelimi hidrologjik. Megjithatë, ato mund të vlerësohen në mënyrë empirike duke përdorur matjet e faktorëve mbizotërues ku ndikojnë ato.

Procesi më i rëndësishëm dhe me interes për hidrologët është transformimi i reshjeve në rrjedhje sipërfaqësore (runoff). Reshjet, të cilat janë të matshme në një shkallë të lartë të saktësisë, bëhen input dhe rrjedhjet sipërfaqësore, që gjithashtu mund të maten, por jo aq lehtë dhe jo me të njëjtën saktësi dhe besueshmëri, bëhen output korrespondues. Prandaj,

problemi është të parashikosh rrjedhjet sipërfaqësore si rezultat i një modeli hidrologjik që merr si input reshje shiu. Ky është fokusi i modelimit të sistemeve hidrologjike. Marrëdhënia midis reshjeve në një periudhë dhe rrjedhjeve sipërfaqësore përkatëse është mjaft komplekse.

Qëllimi është të ndërtohet një model për parashikimin e rrjedhjeve sipërfaqësore (Runoff) duke u bazuar në të dhënat e regjistruara të reshjeve në një rajon të caktuar, duke u mbështetur në teorinë e FL.

Inputet e modelit tonë fuzzy janë:

- *Reshjet ditore ne momentin kohor t (P_t),*
- *Reshjet ditore ne ditën paraardhese (P_{t-1}), si dhe*
- *Rrjedhjet ne ditën paraardhese (Q_{t-1}),*
kurse si output është:
 - *Rrjedhja sipërfaqësore ne momentin kohor t , (Q_t).*

Bashkësitë fuzzy janë zgjedhur në mënyrë të përshtatshme [12]

Për bashkësitë fuzzy të ndërtuara përdoren variablat gjuhësor të tilla si: ekstremisht e ulët(EL), shumë shumë e ulët(VVL), shumë e ulët(VL), e ulët(L), mesatare (M), e moderuar e lartë (MH), e lartë (H), shumë e lartë(VH), ekstremisht e lartë(EH). Shfrytëzohet Matlab si dhe toolbox-i i FL i MATLAB-it, për implementimin e modeleve të ndërtuara.[17], [28].

Si funksione anëtarësimi për variablat gjuhësor shumë shumë e ulët(VVL), shumë e ulët(VL), e ulët(L), mesatare (M), e moderuar e lartë (MH), e lartë (H), shumë e lartë(VH), janë përdorur funksione trekëndore, ndërsa për variablat gjuhësor ekstremisht e ulët(EL), dhe ekstremisht e lartë(EH) janë përdorur funksione trapezoidale.

Si metodë defazifikimi është përdorur metoda centroid.

Ne figurat 4.6, 4.7, 4.6, paraqiten përkatesitë pamjet e dritareve të programit Matlab (integruar në Fuzzy Logic Design Toolbox) ku krijohet mundësia e implementimit të funksioneve të anëtarësimit dhe rregullave përkatëse të ndërtuara.

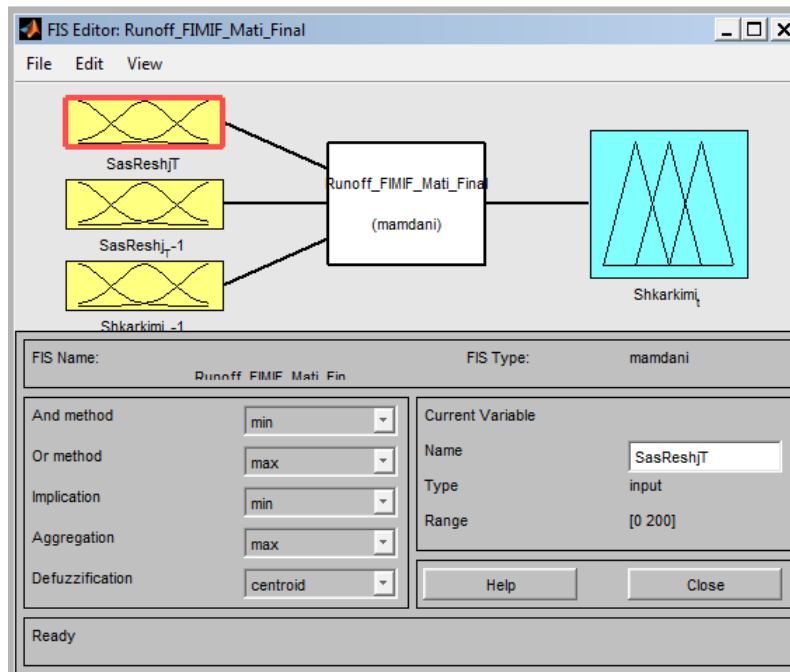


Figura.4.6. FIS i modelit reshje-rjedhje sipërfaqësore

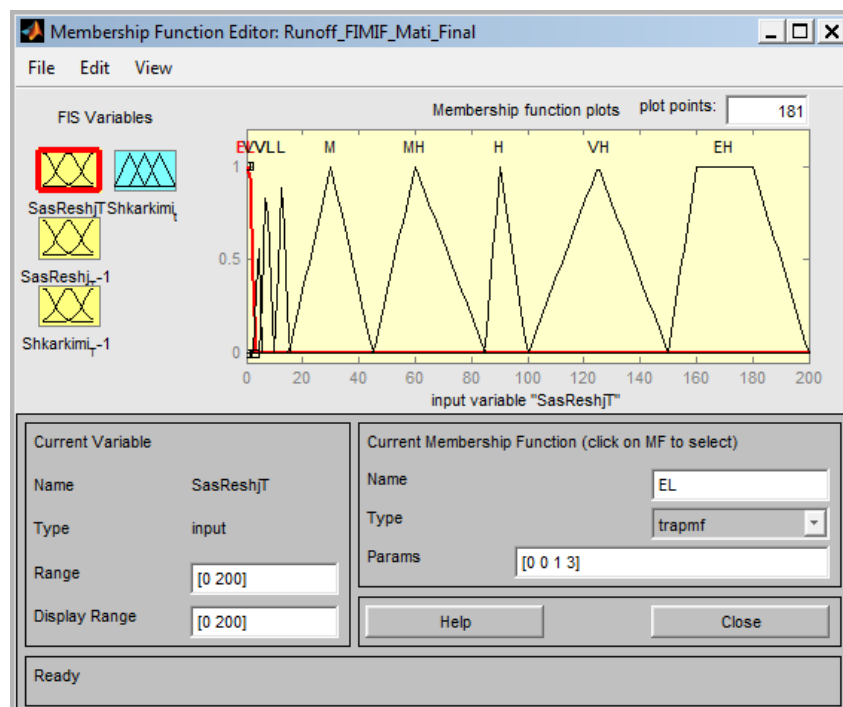


Figura.4.7 Funkzionet e anëtarësimit modeli reshje –rrjedhje sipërfaqësore

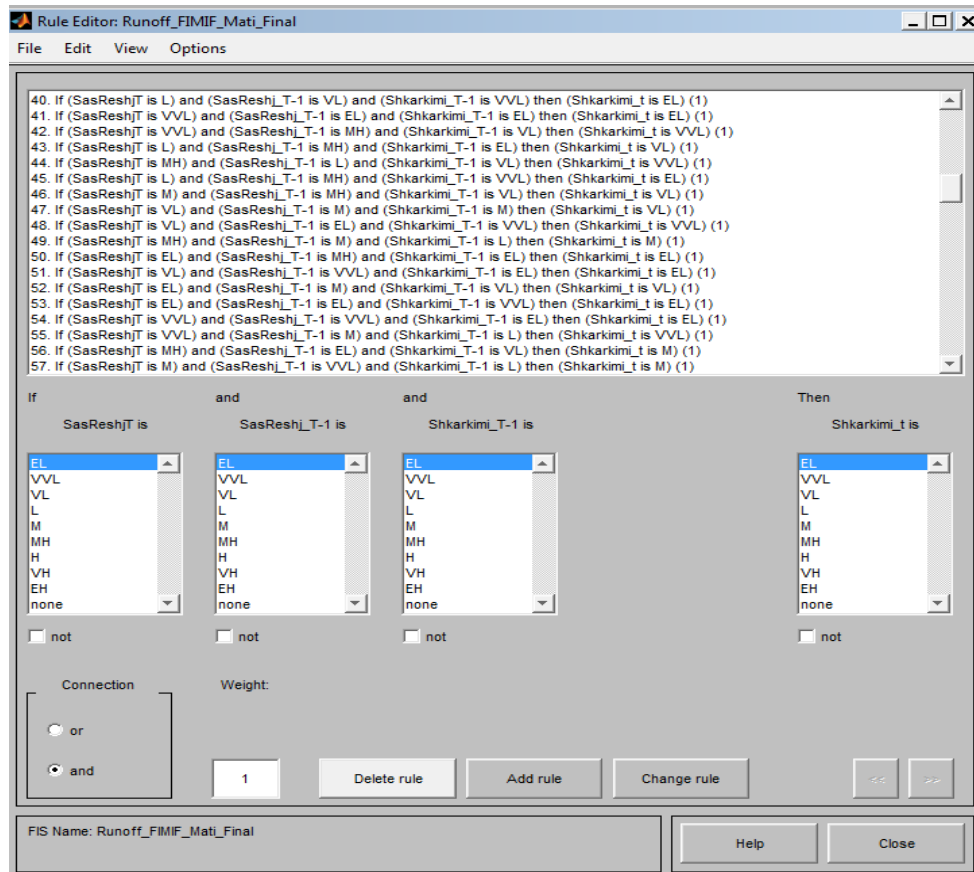


Figura.4.8 Dritarja e rregullave modeli reshje- rrjedhje sipëfaqësore

Figura 4.9 paraqet të ashtuquajturën Rule Viewer Window të modelit të implementuar.

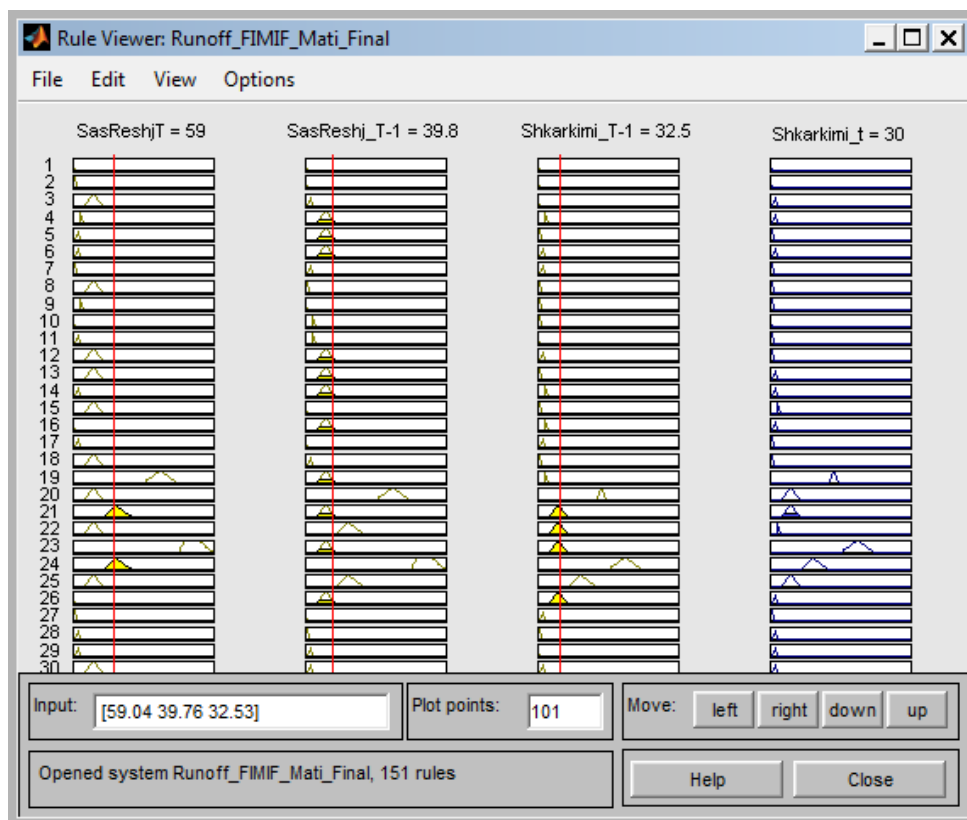


Figura 4.9 Paraqitja e rregullave modeli reshje-rrjedhje sipërfaqësore (Rule Viewer Windows)

Ky model për parashikimin e rrjedhjeve sipërfaqësore (Runoff) u bazua në të dhënat e regjistruara të reshjeve në një rajon të caktuar.

Modeli fuzzy është ndërtuar sipas tipit Mamdani. Si metodë defazifikimi është përdorur metoda centroid. Implementimi i modelit është realizuar duke u mbështetur në funksionalitetet e Fuzzy Logic Design Toolbox (Matlab R2013a Software).

Analiza kryhet duke përdorur funksione trekëndore dhe trapezoidalë anëtarësimi.

Nga dritarja Rule viewer e përftuar e modelit mund të ndërtojmë tabela rezultatesh për parashikim e sasisë reshjeve në varësi të të dhënave input. P.sh siç shihet dhe nga figura 4.9 për sasinë e reshjeve në ditën T=59, sasinë e reshjeve në ditën T-1=39.8 dhe nga të dhënat e rrjedhjeve në ditën T-1=32.5 atëherë me FL kemi parashikuar se në ditën T rrjedhjet sipërfaqësore do kenë vlerën 30.

4.2.3 Parashikimi i konsumit të ujit të pijshëm

Është e rëndësishme të përcaktohet sasia e kërkesës ditore të ujit të pijshëm për një person jo vetëm për shëndetin e njerëzve, por gjithashtu për planifikimin dhe menaxhimin e burimeve ujore. Aktiviteti fizik, pesha e trupit dhe temperatura e ajrit luajnë një rol të rëndësishëm në konsumin e ujit të pijshëm. Qëllimi është ndërtimi i një

model fuzzy për parashikimin e konsumit të ujit të pijshëm bazuar në të dhënat e grumbulluara. Inputet e modelit fuzzy janë: aktiviteti fizik, pesha e trupit dhe temperatura e ajrit, kurse output-i është niveli i konsumit të ujit të pijshëm. Bashkësitë fuzzy janë zgjedhur në mënyrë të përshtatshme dhe modeli i parashikimit të konsumit të ujit të pijshëm është krahasuar me sasinë aktuale të konsumit.

Uji trajtohet si burim i vlefshëm për të gjitha aktivitetet e zhvillimit urban. Në përgjithësi, aktiviteti fizik, pesha e trupit dhe temperatura e ajrit luajnë një rol të rëndësishëm në konsumin e ujit të pijshëm.

Ndryshueshmëria dhe pasiguria në konsumin e ujit të pijshëm përfshijnë një shumëllojshmëri të koncepteve dhe kuptimi i saktë i këtyre termave ndryshon në të gjitha disiplinat. Në veçanti, variablat e konsumit të ujit të pijshëm janë shumica gjuhësorë dhe prandaj modelet e regresionit nuk mund të përdoren lehtë në trajtimin e tyre. Kjo hap një rrugë për aplikimin e modelit fuzzy në vend të teknikave probabilitare, statistikore ose stokastike, sepse këto të fundit kërkojnë vetëm të dhëna numerike. Kjo është arsyeja pse sugjerohet, zhvillohet dhe zbatohet modeli fuzzy për variacionet e cilësisë së ujit të pijshëm në këtë model [32].

- Editori FIS

Figura 4.10 paraqet sistemin Fuzzy të tipit Mamdani.

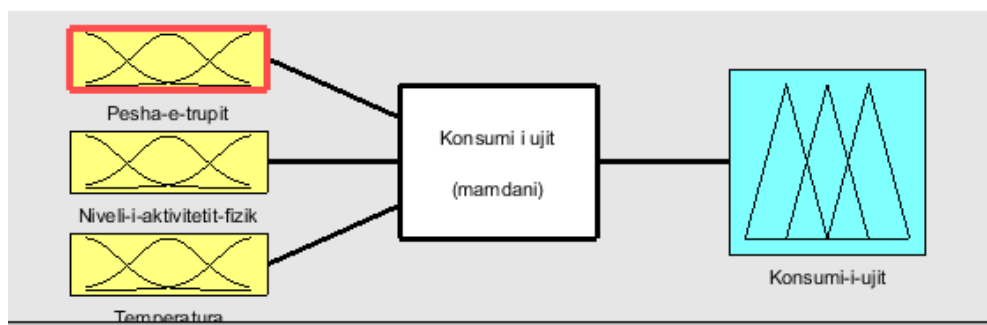


Figura. 4.10 Sistemi Fuzzy i tipit Mamdani modeli-uji i pijshëm

- Editori i Funksioneve të Antarësimit:

Figura 4.11 paraqet funksionin e antarësimit për variablin input “Temperatura”.

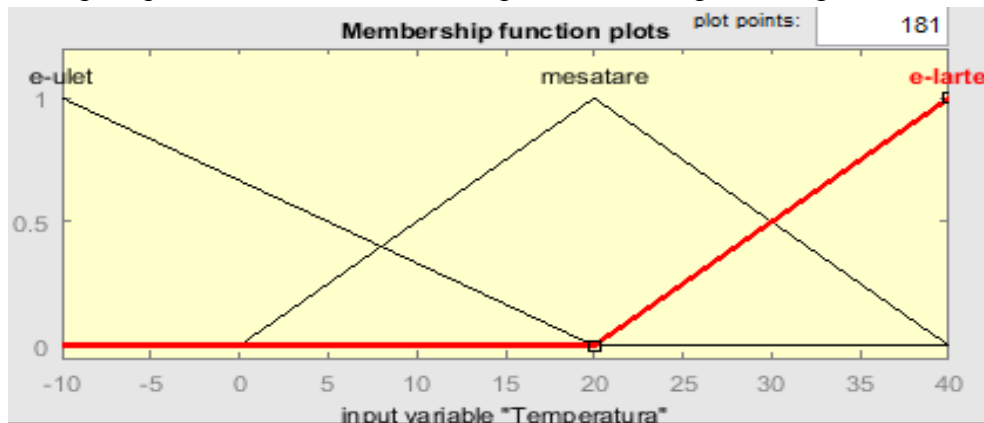


Figura. 4.11. Funksioni i antarësimit për variablin input “Temperatura”

Figura 4.12 paraqet funksionin e antarësimit trekëndor për variablin input “Niveli i aktivitetit fizik”.

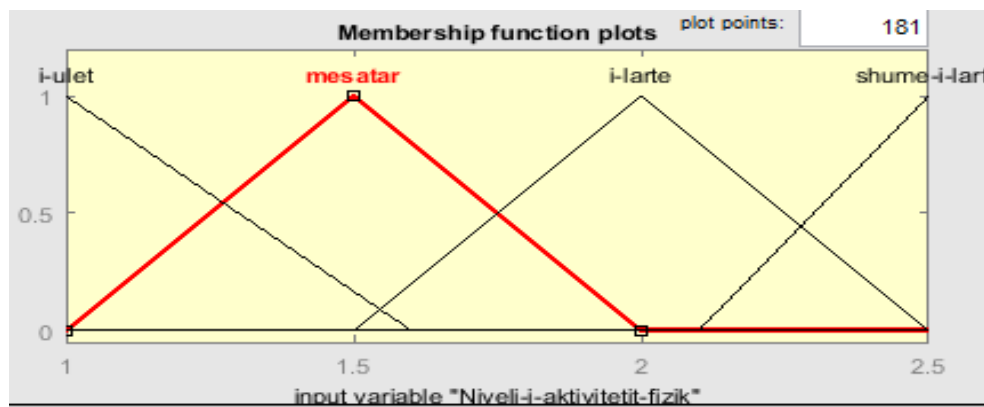


Figura. 4.12. Funksioni i antarësimit për variablin input “Niveli i aktivitetit fizik”

Figura 4.13 paraqet funksionin e antarësimit trekëndor për variablin output “Konsumi i ujit të pijshëm”.

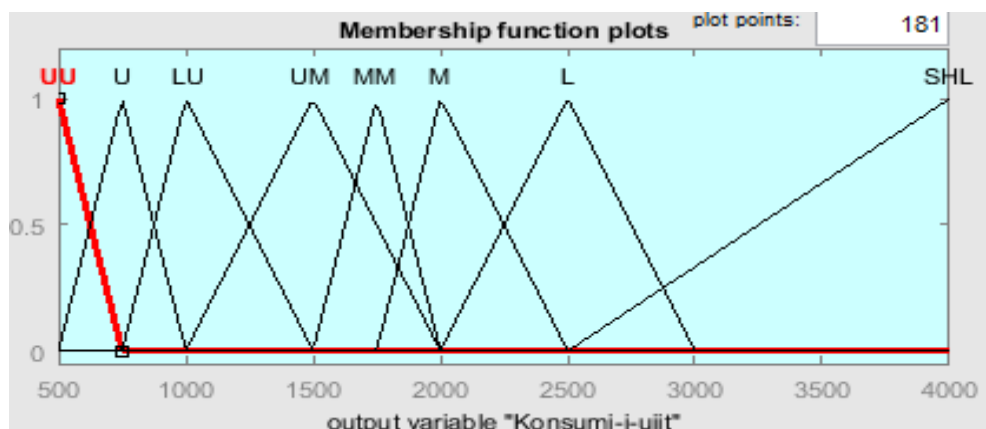


Figura. 4.13. Funkzioni i antarësimit për variablin output “Konsumi i ujit të pijshëm”

- Rregullat Fuzzy paraqiten si në tabelën mëposhtë:

Tabela 4.1. Rregullat fuzzy

1. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is UU) (1)
2. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is UU) (1)
3. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is U) (1)
4. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is LU) (1)
5. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is LU) (1)
6. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is LU) (1)
7. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
8. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
9. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is M) (1)
10. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is L) (1)
11. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is L) (1)
12. If (Pesha-e-trupit is i-ulet) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is SHL) (1)
13. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is U) (1)
14. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is U) (1)
15. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is SHL) (1)
16. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
17. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
18. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
19. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is MM) (1)
20. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is MM) (1)
21. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is M) (1)
22. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is L) (1)
23. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is SHL) (1)
24. If (Pesha-e-trupit is mesatar) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is SHL) (1)
25. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is U) (1)
26. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is U) (1)
27. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is LU) (1)
28. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is e-ulet) then (Konsumi-i-ujit is SHL) (1)
29. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
30. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
31. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
32. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is mesatare) then (Konsumi-i-ujit is UM) (1)
33. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-ulet) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is MM) (1)
34. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is mesatar) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is L) (1)
35. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is i-larte) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is L) (1)
36. If (Pesha-e-trupit is i-larte) and (Niveli-i-aktivitetit-fizik is shume-i-larte) and (Temperatura is e-larte) then (Konsumi-i-ujit is L) (1)

- Rezultatet e sistemit të FL duke përdorur të ashtuquajturën Rule Viewer.

Kur vlera e peshës së trupit është 70 kg, niveli i aktivitetit fizik është 1.75 dhe temperatura e ajrit është 15°C, atëherë vlera e konsumit të ujit të pijshëm është 2030 ml/ditë ky është parashikimi që arrihet me FL siç shihet dhe nga dritarja Rule Viewer 4.14. më poshtë:

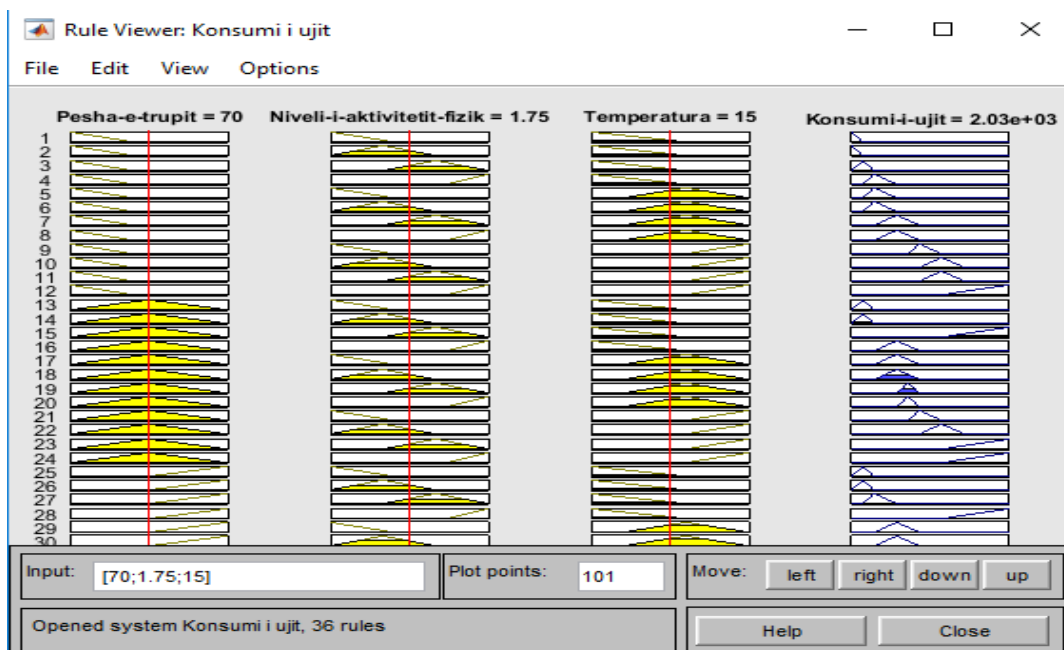


Figura. 4.14 Sistemi i fuzzy logic duke përdorur Rule Viewer

Figura 4.15 paraqet sistemin e fuzzy logic duke përdorur të ashtuquajturën Surface Viewer:

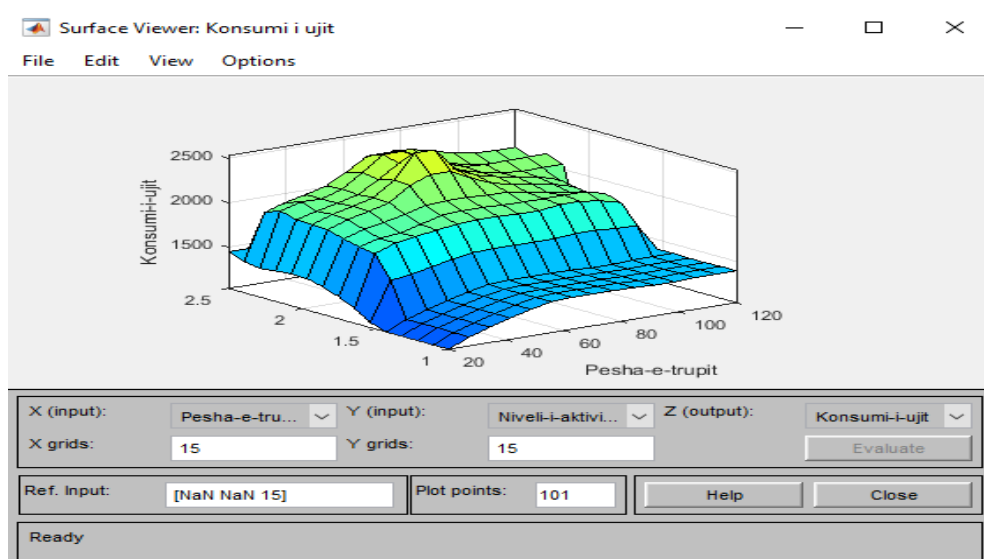


Figura. 4.15. Sipërfaqja e modelit konsumi i ujit

- Në këtë aplikim të dhënat merren nga anketat e realizuara ku disa prej tyre paraqiten në tabelën 4.3. Modeli fuzzy është ndërtuar sipas tipit Mamdani. Për të zhvilluar modelin FIS Mamdani, për parashikimin e konsumit të ujit të pijshëm, pesha e trupit, aktiviteti fizik dhe temperatura kanë përkatësisht tre, tre dhe katër bashkësi fuzzy. Për rrjedhojë kemi përgjithësisht $3 \times 3 \times 4 = 36$ rregulla. Bazuar në këto tri inpute, pesha e trupit, aktiviteti fizik dhe temperatura e ajrit, modeli parashikon output-in, konsumin e ujit të pijshëm. Llogaritjet e modelit fuzzy janë kryer duke përdorur toolbox-in e FL në MATLAB të paraqitura në dritaret e mësipërme.

Tabela. 4.2 Të dhëna nga anketat

Nr	Pesha e trupit (kg)	Niveli i aktivitetit fizik	Temperatura e ajrit (°C)	Konsumi (ml/dite)	Parashikimi (ml/dite)	Gabimi relativ (%)
1	46	1.95	18	1800	1820	1.10
2	51.5	1.7	30	2500	2450	2.00
3	92	2.5	35	3000	2800	6.70
4	20	1.5	19	1000	1070	7.00
5	25	1.1	25	1500	1620	8.00
6	50	2.45	37	2500	3050	22.0
7	100	1.67	21	1500	1790	19.3
8	67	2.4	40	3500	3480	0.6
9	71	1.67	27	2100	2420	15.2
10	55	1.68	17	2000	1840	8.00
11	55.1	1.67	25	2500	2260	9.6
12	54.05	1.7	40	3000	3000	0.00
13	71	1.89	30	2500	2750	10.0
14	71.5	1.9	38	3000	3150	5.00
15	92	2.45	40	3000	3130	4.3
						Mesatarja 7.92

Në këtë aplikim u parashikua konsumi i ujit të pijshëm duke përdorur modelin FL. Analiza kryhet duke përdorur funksionin e anëtarësimit trekëndor dhe kriteret e ndryshme të rregullave. Realizimi i modelit fuzzy mund të përmirësohet duke përdorur rregulla dhe funksione anëtarësimi më të mira të përcaktuara nga përdoruesit që mund të përdoren në mënyrë efektive për modelimin e konsumit të ujit të pijshëm.

Përfundime

Modeli matematikor është bërë një mjet i domosdoshëm për inxhinierët, shkencëtarët, planifikuesit, vendimmarrësit dhe shumë profesionistë të tjerë për të bërë parashikime për skenarët e ardhshëm, si dhe për ngjarjet e aktuale. Asnjë model nuk mund të përdoret për të zgjidhur të gjitha problemet dhe ekzistojnë kufizime në çdo situatë. Modeluesit, duhet të kenë një zgjidhje kur ballafaqohen me kufizime të tilla si mungesa e të dhënave, burimeve, ekspertizës dhe kohës së mjaftueshme.

Një sistem hidrologjik është një sistem i lidhur me ujin dhe ndërlidhjet e tij.

Aplikimi i ndërtuar që bën parashikimin e sasisë së reshjeve që bien në një territor të caktuar, u mbështet në pesë parametra kryesore si: lagështia relative, mbulimi total i reve, drejtimi i erës, temperatura dhe presioni. Ndërsa si output sasia e reshjeve.

Modelet e ndërtuar janë tepër të saktë që mund të përshtaten për të dhëna reale dhe të besueshme të rajoneve të ndryshme.

Siç është theksuar dhe më lart menaxhimi i burimeve ujore po bëhet temë më tërheqëse për shkak të rritjes së popullsisë dhe përkatësisht rritjes së kërkesës për ujë dhe energji. Modeli reshje – rrjedhje sipërfaqësore (i njohur si rainfall- runoff) është një nga interesat kryesore e të gjithë hidrologëve. Me anë të studimit të modeleve të kësaj natyre bëhet e mundur studimi dhe parashikimi i nivelit të ujit në lumenj, liqene, rezervuare etj. Parashikime të cilat janë të domosdoshme në raste përmytjesh aq aktuale për vëndin tone. Por nga ana tjetër dhe për rastet kur parashikohet mungesë reshjesh si rrjedhim problemet dalin direkt në prodhimin e energjisë apo dhe në furnizim me ujë të pijshëm qytetet dhe fshatrat.

Modeli për parashikimin e rrjedhjeve sipërfaqësore (Runoff) u bazua në të dhënat e regjistruara të reshjeve në një rajon të caktuar. Modeli fuzzy është ndërtuar sipas tipit Mamdani. Si metodë defazifikimi është përdorur metoda centroid. Analiza kryhet duke përdorur funksione anëtarësimi trekëndore dhe trapezoidale.

Të gjitha studimet mbi të dhënat e konsumit të ujit të pijshëm janë në dispozicion në formën e anketave që paraqesin pasiguri. Nuk është e mundur të kemi të dhëna të mjaftueshme numerike nga këto anketa, por të shumtat e të dhënave janë gjuhësore siç është opinioni i konsumatorit. Prandaj nuk ka qasje tjetër përveç modelimit me anë të FL për të trajtuar burime të tilla gjuhësore. Kjo qasje është realizuar më lart me anë të modelimit të të dhënave input: aktiviteti fizik, pesha e trupit dhe temperatura e ajrit, kurse output-i është niveli i konsumit të ujit të pijshëm. Gjithashtu theksojmë që qëllimi është të vlerësojmë efektivitetin e modelit FL në parashikimin e konsumit të ujit të pijshëm. Ky aplikim i siguron lexuesit një model praktik që mund të përdoret në parashikimin e konsumit të ujit të pijshëm.

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

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. Fatkeqesisht mungojnë të dhëna të plota.

Përmirësimi i aplikimeve duke u konsultuar edhe 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.

Nga aplikimet e përdorura na rezulton që për modelimin e modelit reshje- rjedhje sipërfaqësore modeli FL paraqet një zgjidhje më të mirë se modeli SCS-CN (model të cilin e kemi aplikuar në studime të mëparshme me të dhëna konkrete), kjo mbështetur në treguesat statistikore si RMSE, MAE etj Ky konkluzion është arritur dhe nga shumë publikime të studiuesve të tjerë.

Modelet e bazuara në FL kanë avantazhin e fleksibilitetit dhe thjeshtësisë sepse variblat dhe parametrat mund të përshkruhen me anë të variablave gjuhësorë.

Vihet re që FL është shumë e përshtatshme dhe në situata ku vihet re një mungesë e theksuar të dhënash ose kur ato janë jo të qarta.

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

Literatura

- [1] A.W. Jayawardena, “*Hydro-meteorological disasters: Causes, effects and mitigation measures with special reference to early warning with data driven approaches of forecasting*”, IUTAM Symposium on the Dynamics of Extreme Events Influenced by Climate Change, 2015
- [2] A. W. Jayawardena, “*Environmental and Hydrological Systems Modelling*”, CRC Press Taylor & Francis Group, 2014
- [3] A. Bardossy, L. Duckstein, I. Bogardi, “*Fuzzy rule-based classification of atmospheric circulation patterns*”: Int. J. Climatol., 15: 1087-1097, 1995
- [4] A. Barua, L. S. Mudunuri, O. Kosheleva, “*Why Trapezoidal and Triangular Membership Functions Work So Well: Towards a Theoretical Explanation*” University of Texas, USA, 2013
- [5] A. Debebe, A. W. Bauwens. “*Real Time Flow Prediction using Fuzzy Logic Models.*” Journal of Water Management Modeling, JWMM.R206-10, 2000
- [6] A. Selenica, “*Hidrologjia Inxhinierike*”, Tirane 2009
- [7] A. Somia, K. Elhelow, I.K. Youssef, M. A. El-wahab, “*Rainfall events prediction using rule-based fuzzy inference system*”, Atmospheric Research, pp228–236, 2011
- [8] B. Shehu, Z. Skendaj “*Llogaritje Hidrologjike*”, 1982
- [9] B. Kosko, “*Fuzzy Thinking*” The new science of Fuzzy Logic. New York. 1993
- [10] E.H Mamdani, S. Assilian “*An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller*” International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 7, No. 1, pp. 1-13. 1975
- [11] G. J. Klir, B. Yuan “*Fuzzy sets and Fuzzy Logic theory and applications*”, 1995
- [12] G. Sujatha, J. Sinha, N. Jangre, A. Patel “*Development of Fuzzy Logic Based Rainfall-Runoff Model for Kelo River Macro Watershed of Mahanadi Basin*”, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences Vol 6, 2017, pp.2736-2748
- [13] H. Çadraku, “*Karakterizimi Sasior dhe Cilësor i Resurseve Hidrike ne Basenin e Dukagjinit, Kosove*”, punim disertacioni, 2014
- [14] H. J. Surendra, P. Ch. Deka, “*Development of a Fuzzy Logic Based Model using different Membership and Rules criteria for predicting water consumption using Climatic variables*”, IJSER, ISSN 2229-5518 August-2014.
- [15] H. L. Larsen Aalborg University Esbjerg, “*Fundamentals of fuzzy sets and fuzzy logic* “. AAUE Computer Science / Course in Fuzzy Logic, 2005
- [16] H. T. Nguyen, E. A. Walker “*A First Course in Fuzzy Logic*”, Department of Mathematical Sciences New Mexico State University 2006
- [17] J. S. R. Jang, N. Gulley “*MATLAB Fuzzy Logic Toolbox*”, Version 1, The MathWorks, Inc, 1995
- [18] J. M. Mendel, “*Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial*”, Proceedings of the IEEE, pdf, Volume: 83, Issue: 3, March 1995

- [19] K. Anusree, K.O. Vargheseb, “*Streamflow Prediction of Karuvannur River Basin Using ANFIS*”, International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technology, 2015
- [20] K. H. Lee “*First Course on Fuzzy Theory and Applications*” SpringerVerlag, 2004
- [21] L. A. Zadeh “*Fuzzy Sets*” Information and Control, Vol. 8, pp. 338-353, 1965
- [22] L.A. Zadeh. “*Knowledge representation in Fuzzy Logic*”, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering archive, Vol 1 Issue 1, 1989 , pp 89-100
- [23] L. A. Zadeh “*Computing With Words*” Principal Concepts and Ideas, University of California Berkeley USA, 2012
- [24] L. Londo, “*Vlerësimi i gjendjes së transformatorëve mbi bazën e gazeve të tretura në vaj dhe interpretimi me ndihmën e logjikës fuzzy*”, punim disertacioni, Universiteti Politeknik Tirane, 2015
- [25] L-X. Wang “*A Course in Fuzzy Systems and Control*”, Prentice-Hall press, USA, pp. 238-248, 1999.
- [26] M. Hasan, S. M. Khan, Ch. Putcha, A. Al-Hamdan, Ch. M. Glenn: “*Predicting Rainfall Using the Principles of Fuzzy Set Theory and Reliability Analysis*” American Journal of Computational Mathematics, 2013
- [27] P. Nayak, K. Sudheer, K. Ramasastri, “*Fuzzy computing based rainfall-runoff model for real time flood forecasting*” Hydrological Processes, 2005
- [28] S. N. Sivanandam, S. Sumathi, S. N. Deepa “*Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007
- [29] Sh. Kuka, Zh. Muka, E. Maraj, “*Zhvillimi i nje modeli reshje-rrjedhje siperfaqesore, mbeshtetur ne teorine Fuzzy Logic*”, ICEAS Konferenca II Nderkombetare e Shkencaave te aplikuar dhe Inxhinerise, 16-17 Nentor 2017
- [30] T. J. Ross, “*Fuzzy Logic with Engineering Applications*”, Third Edition University of New Mexico, USA, Wiley, A John Wiley and Sons, 2010
- [31] Th. Th. EAung, M. Maung, H. M. Tun, “*Desing and Development of Fuzzy Logic Controller for Liquid Flow Control*”, International Journal of Electronics and Computer Science Engineering, pp.208-218.2011.
- [32] Z. Sen, “*Fuzzy Logic and Hydrological Modeling*”, CRC Press, 2010
- [33] Zh. Muka, E. Cenaj, R. Dervishi “*Application of Geogebra and Fuzzy Logic*” Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, ISSN: 2458-9403 Vol. 4 Issue 2, February – 2017
- [34] Zh. Muka, E. Maraj, Sh. Kuka, “*Modeling the Amount of Rainfall Using Fuzzy Logic*”, IJISSET- International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 4 Issue 5, May 2017
- [35] Zh. Muka, E. Maraj, Sh. Kuka “*Rainfall prediction using fuzzy logic*” International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, Vol. 4 Issue 12, 2017