



KONFERENCË SHKENCORE

Scientific Conference

“Impaktet e rezevuarve dhe reshjeve atmosferike në dukuritë e thatësisë dhe përmbytjeve në kontekstin e ndryshimeve klimatike në hapësirën fiziko-gjeografike të lumenjve Vjosë dhe Seman”

“The impacts of reservoirs and atmospheric precipitation on phenomena of drought and floods in the context of climate change in the physical-geographic space of the Vjosë and Seman rivers”

Tiranë, 30 shtator 2024

Përmbledhje kumtesash / Summary of papers





**UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
INSTITUTI I GJEOSHKENCAVE
DEPARTAMENTI I METEOROLOGJISË**

**KONFERENCË SHKENCORE
SCIENTIFIC CONFERENCE**

**“Impaktet e rezervuarve dhe reshjeve atmosferike në dukuritë e thatësisë
dhe përmbytjeve në kontekstin e ndryshimeve klimatike në hapësirën fiziko-
gjeografike të
lumenjve Vjosë dhe Seman”**

**“The impacts of reservoirs and atmospheric precipitation on phenomena of
drought and floods in the context of climate change in the physical-
geographic space of the
Vjosë and Seman rivers”**

Përmbledhje kumtesash / Summary of papers

Tiranë, 2024

Konferencë shkencore: “Impaktet e rezevuarve dhe reshjeve atmosferike në dukuritë e thatësirës dhe përmbytjeve në kontekstin e ndryshimeve klimatike në hapësirën fiziko-gjeografike të lumenjve Vjosë dhe Seman”

Scientific Conference: “The impacts of reservoirs and atmospheric precipitation on phenomena of drought and floods in the context of climate change in the physical-geographic space of the Vjosë and Seman rivers”

Përgatiti botimin / Prepared the publication: Petrit Zorba
Redaktore teknike / Technical editor: Petrit Zorba

ISBN: 9789928482716

Shtypur në shtypshkronjën “ANI-Print” Tirane, 2024

Programi i Konferencës / Conference Program

09:30 -10:00 Regjistrimi / Registration

10:00 – 10:30 Seanca e hapjes / Opening session

- Fjala e hapjes / Opening speech: Dr. Azem Bardhi – Drejtues i projektit të mbështetur nga AKKSHI: *“Impaktet e rezervuarve dhe reshjeve atmosferike në dukuritë e thatësirës dhe përmbytjeve në kontekstin e ndryshimeve klimatike në hapësirën fiziko-geografike të lumenjve Vjosë dhe Seman”*
Head of the project supported by AKKSHI: "Impacts of reservoirs and atmospheric precipitation on the phenomena of drought and floods in the context of climate change in the physical-geographic space of the Vjosë and Seman rivers"
- Fjala e përshëndetjes / Salutation speech: Prof.Dr. Ylber Muceku – Drejtor i IGJEO
/
Director of IGJEO.
- Fjala e përshëndetjes / Salutation speech: Mirela MUÇA - Drejtoreshë e AKKSHI-t
/
Director of AKKSHI

10:30 – 11:30 Seanca e parë / First session

(Prezantime në lidhje me produktet e projektit / Presentations related to the outputs of project)

- o Dr. Azem Bardhi – “Qëllimi, objektivat dhe rezultatet e projektit sa i takon impaktit të rezervuarve dhe reshjeve atmosferike mbi thatësirën dhe përmbytjet në zonën e studimit Vjosë Seman”
“The purpose, objectives and results of the project regarding the impact of reservoirs and atmospheric precipitation on drought and floods in the study area of Vjose Seman”.
- o PhD. (c) Alban Doko – "Vlerësimi i depozitimit të sedimenteve në rezervuarët bujqësorë dhe ndikimi në rrezikun e thatësirave: Rasti Studimor Baseni i Lumit Seman"
“Assessment of sediment deposition in agricultural reservoirs and impact on the risk of droughts: Case Study Seman River Basin”.
- o PhD.(c) Gazmir Çela - "Vlerësim i thatësirave bujqësore në Fushën e Myzeqesë në pikëpamjen e ndryshimeve klimatike”
“Assessment of agricultural droughts in the Myzeqe Field from the point of view of climate change”.
- o PhD. (c) Anira Gjoni – “Situata e temperaturave maksimale të ajrit në pikëpamjen e valëve të nxehtësisë përgjatë viteve të fundit në hapësirën geografike të lumenjve Vjosë dhe Seman”

“The situation of maximum air temperatures in terms of heat waves during the last years in the geographical area of the Vjosë and Seman rivers”.

11:30 – 11:45 Pushim kafe / Coffee break

11:45 – 12:45 Seanca e dytë / Second session

(Prezantime në lidhje me meteorologjinë e aplikuar / Presentation related to applied meteorology)

- Prof.Dr. Petrit Zorba – “Përpunimi i të dhënave të reshjeve atmosferike dhe gabimet e përfshira në vlerësimet e TRS”
“Data processing of atmospheric precipitation and included errors on SPI evaluations”.
- Dr. Albana Hasimi - “Një vështrim i përgjithshëm mbi karakteristikat fiziko-kimike të ujërave të lumit Seman”
“An overview of the physico-chemical characteristics of the waters of the Seman River”
- Dr. Elvin Çomo - “Karakteristikat fiziko-kimike të ujërave të lumit Vjosë”
“Physico-chemical characteristics of the waters of the Vjosa River”.
- Ph.D. (c) Ariana Tollis - “Planning Integrated Intervention Strategies based on NWRM, for hydraulic risk mitigation”
“Planifikimi i Strategjive të Integruara të Ndërhyrjes bazuar në NWRM, për zbutjen e rrezikut hidraulik”.
- M.SC. Amarildo Shallas - “Analiza gjeohapësinore e shpërndarjes së ujëmbledhësave në rrjedhën e sipërme të basenit lumor Seman dhe ndryshimet kohore në pasqyrën ujore”
“Geospatial analysis of catchment distribution in the upper reaches of the Seman river basin and temporal changes in the water picture”.
- M.Sc. Gentiana Stafa – “Regjimi i reshjeve në një segment të luginës së Vjosës”
“Rainfall regime in a segment of Vjosa valley”

12:45 – 13:00 Përfundimet dhe Mbyllja e Konferencës

/ Conclusions and Closing of the Conference

**Departamenti i Meteorologjisë, IGJEO – UPT / Department of Meteorology,
IGEO – PUT**

Tirana, ALBANIA – Ora / Hour 9:30 – 13:00 Date: 30.IX.2024

Shënim / Note: Në këtë program janë shënuar vetëm autorët referues.

Only reference authors are listed in this program.

Parathënie

Në këtë botim përfshihen rezultatet e punës kërkimore shkencore, të realizuar nga Departamenti i Meteorologjisë dhe kolegëve të tjerë të Institutit të Gjeoshkencave (IGJEO), në kuadër të projektit:

“Impaktet e rezervuarve dhe reshjeve atmosferike në dukuritë e thatësirës dhe përmbytjeve në kontekstin e ndryshimeve klimatike në hapësirën fiziko-gjeografike të lumenjve Vjosë dhe Seman”, i cili u bë i mundur dhe në sajë të mbështetjes financiare të AKKSHI-t, gjatë vitit 2024.

Në këtë kontekst nga Departamenti i Meteorologjisë së IGJEO më datë 30 shtator 2024, në përputhje me objektivat e parashikuara në projekt u organizua dhe u realizua një konferencë shkencore në mjediset e IGJEO, ku morën pjesë jo vetëm pjesëtarët e grupit të punës së projektit në fjalë, por dhe kolegë të tjerë të IGJEO si dhe studiues të huaj, tv ftuar me këtë rast; të cilët gjithashtu paraqiten kumtesa në lidhje me tematikën kryesore të konferencës.

Në vijim janë paraqitur të grupuara punimet e plota të përgatitura nga autorët e projektit në seancën e parë dhe të ftuarit e tjerë në seancën e dytë. Kjo konferencë u hap nga drejtuesi i Departamentit të Meteorologjisë Dr. Azem Bardhi.

Në lidhje me rëndësinë e kësaj konference dhe çështjeve të trajtuara e përshëndetën këtë veprimtari drejtori i Institutit të Gjeoshkencave Prof.Dr. Ylber Muceku dhe Drejtoresha e Projekteve Kombëtare të AKKSHI-t Zonja Marsida Robo.

Nën drejtimin e Prof.Dr. Petrit Zorba, të Departamentit të Meteorologjisë, Komiteti Shkencor i ngritur për këtë qëllim i përbërë dhe nga Akad. Mimoza Hafizi, Prof.Dr. Elda Marku, Prof.Dr. Odise Koça, Prof.Dr. Lavdim Osmanaj, Prof.assoc.Dr. Enkelejda Kucaj dhe Prof.Assoc.Dr. Albana Hasimi shqyrtuan me vëmendje punimet e paraqitura.

Gjithsesi duhet theksuar se artikujt dhe kumtesat e publikuara në këtë botim shprehin rezultatet e punës së kryer nga autorët dhe çdo mendim i shprehur është përgjegjësi personale e tyre.

Preface

This publication includes the results of the scientific research work carried out by the Department of Meteorology and other colleagues of the Institute of Geosciences (IGJEO), within the framework of the project: *"Impacts of reservoirs and atmospheric precipitation on the occurrences of drought and floods in the context of climate change in the physical-geographic space of the Vjosë and Seman rivers"*, which was made possible thanks to the financial support of AKKSHI, during the year 2024.

In this context, on September 30, 2024, the Department of Meteorology of IGJEO, in accordance with the objectives foreseen in the project, organized and carried out a scientific conference in the premises of IGJEO, where not only the members of the working group of the project in question take part, but also other IGJEO colleagues as well as foreign researchers, invited on this occasion; which also present statements related to the main theme of the conference.

In the following, the works prepared by the authors of the project in the first session and the other guests in the second session are presented. The open speech is taken by the head of the Department of Meteorology, Dr. Azem Bardhi.

About the importance of this conference and the issues addressed during the activity, the Director of the Geosciences Institute, Prof.Dr. Ylber Muceku and the Director of National Projects of AKKSHI, Mrs. Marsida Robo greets the attendees.

Under the direction of Prof.Dr. Petrit Zorba, of the Department of Meteorology, the Scientific Committee set up for this purpose, composed of Acad. Mimoza Hafizi, Prof. Elda Marku, Prof.Dr. Odise Koça, Prof.Dr. Lavdim Osmanaj, Prof.Assoc.Dr. Enkelejda Kucaj and Prof.Assoc.Dr. Albana Hasimi carefully examined the papers presented.

It should be noted that the articles and statements published in this publication express the results of the work carried out by the authors and any opinion expressed is their personal responsibility.

Seanca e Parë / First Session

Vlerësim i thatësirave bujqësore në Fushën e Myzeqesë në pikëpamjen e ndryshimeve klimatike

Gazmir Çela^{*1}, Petrit Zorba², Anira Gjoni³ and Azem Bardhi⁴

^{1,2,3,4} Departamenti i Meteorologjisë, Instituti i Gjeoshkencave, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri.

(*1) Autori i kontaktit: gazmircela11@gmail.com

Abstrakt – Vlerësimi i kushteve klimatike të një hapësirë gjeografike luan një rol kyç në hartimin e politikave të zhvillimit të sektorit bujqësor, si në nivel kombëtar ashtu edhe lokal. Elementët kryesorë në analizën agrometeorologjike përfshijnë rrezatimin diellor, temperaturat e ajrit dhe tokës, reshjet atmosferike, lagështinë e ajrit si dhe drejtimin dhe shpejtësinë e erës. Ky studim shqyrton ndikimin e thatësirave bujqësore në Fushën e Myzeqesë, duke analizuar ndryshimet klimatike për periudhën 1961-2020, që përfshin dy norma klimatike.

Duke u bazuar në të dhënat e Sistemit Kombëtar të Monitorimit Meteorologjik dhe burimeve satelitore, janë kryer plotësime dhe vlerësime shkencore të serive të reshjeve. Në fokus të studimit janë ndryshimet në regjimin e reshjeve, veçanërisht gjatë muajve të verës, ku intensifikimi i thatësirave ndikon në rritjen e nevojave për vaditje, duke sjellë pasoja ekonomike për fermerët. Përmes analizës së treguesve agrometeorologjikë, koeficienteve hidrotermikë, etj., studimi eksploron ndryshueshmërinë e reshjeve dhe tendencat e thatësirave, duke sugjeruar nevojën për përshtatje të praktikave bujqësore dhe menaxhim të kujdesshëm të burimeve ujore. Paraqitja e rezultateve nëpërmjet Sistemeve të Informacionit Gjeografik paraqet në mënyrë më të thjeshtë rezultatet në kohë dhe hapësirë. Rezultatet theksojnë rëndësinë e hartimit të strategjive të qëndrueshme për sektorin bujqësor në përgjigje të sfidave klimatike në një nga rajonet më të rëndësishme bujqësore të Shqipërisë.

Fjalë kyçe: – Fusha e Myzeqesë, thatësira, reshjet atmosferike, koeficienti hidrometrik, ndryshimet klimatike

Abstract – The assessment of the climatic conditions of a geographical area plays a key role in designing development policies for the agricultural sector, both at the national and local levels. The key elements in agrometeorological analysis include solar radiation, air and soil temperatures, atmospheric precipitation, air humidity, as well as wind direction and speed. This study examines the impact of agricultural droughts in the Myzeqe Plain by analyzing climate changes over the period 1961-2020, which encompasses two climate norms.

Based on data from the National Meteorological Monitoring System and satellite sources, scientific completion and validation of rainfall series have been conducted. The study focuses on changes in the rainfall regime, particularly during the summer months, where the intensification of droughts increases irrigation needs, leading to economic consequences for farmers.

Through the analysis of agrometeorological indicators, hydrothermal coefficients, and others, the study explores rainfall variability and drought trends, suggesting the need for adaptation of agricultural practices and careful management of water resources. The presentation of results through Geographic Information Systems (GIS) simplifies the depiction of outcomes in time and space. The findings underscore the importance of developing sustainable strategies for the agricultural sector in response to climate challenges in one of Albania's most important agricultural regions.

Fjalë Kyçe – Fusha e Myzeqesë, thatësira, reshjet atmosferike, koeficienti hidrometrik, ndryshimet klimatike

I. HYRJE

Thatësira është një fenomen natyror që ndikon ndjeshëm në sektorin bujqësor. Në rajonet që mbështeten kryesisht tek reshjet për ujë, ndikimi i thatësirave kthehet në një shqetësim më të veçantë. Në kuptimin agroteknik thatësira është rezultat negativ i shpërpjestimit ndërmjet rezervës së ujit të ndodhur në tokë e të përdorshëm nga bimët dhe nevojës së tyre për ujëⁱ. Fusha e Myzeqesë është një nga zonat më pjellore të Shqipërisë, e cila preket nga periudha pa reshje, të cilat ndikojnë drejtpërdrejt në prodhimin bujqësor në këtë rajon.

Qëllimi i këtij studimi është të vlerësojë karakteristikat e reshjeve në Fushën e Myzeqesë duke analizuar disa tregues kryesor. Analizimi lartësisë mesatare vjetore, mujore të reshjeve, kohëzgjatjen e pandërprerë pa reshje edhe llogaritja e Koeficientit Hidrotermikⁱⁱ në një diapazon kohor prej 60 vitesh, si dhe i dy normave klimatike është thelbi i analizës shkencore dhe rezultateve në këtë studim.

Shpërndarja gjeografike në kohë dhe hapësirë nëpërmjet paraqitjeve grafike dhe nëpërmjet hartave është një nga mënyrat që synohet për të patur një paraqitje sa më të thjeshtë të rezultateve shkencore në këtë studim. Kjo do të kontribuojë në kuptimin më të mirë të ndikimit

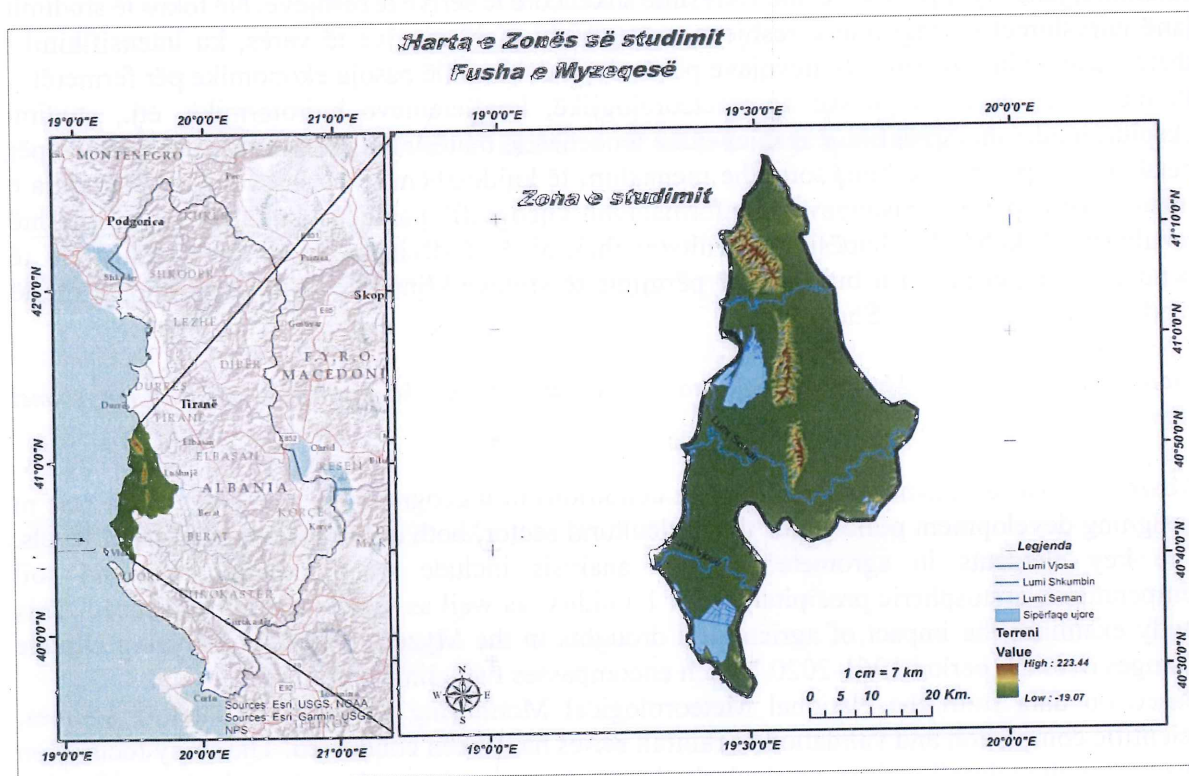


Figura Nr. 1 - Harta fiziko-gjeografike e Fushës së Myzeqesë

të thatësirave në këtë rajon dhe do të ndihmojë në zhvillimin e strategjive të përshtatjes për të zbutur pasojat e thatësirës në bujqësi.

II. BAZA E TË DHËNAVE DHE METODOLOGJIA

Në këtë studim zona e analizuar është Fusha e Myzeqesë, e cila ka një sipërfaqe prej 1586.8 Km² ose 15868 Ha. Ajo është e pozicionuar në Ultësirën Perëndimore të Shqipërisë, që si njësi gjeografike përbën në aspektin gjeo-morfologjik fushën më të madhe në vend; e gjatë 70 km veri-jug dhe 20 km lindje-perëndimⁱⁱⁱ. Në figurën Nr.1 paraqitet harta e zonës së studimit.

Baza e të dhënave e përdorur në këtë studim përbëhet nga seri kohore më të dhëna të 60 viteve 1961-2020. Të dhënat meteorologjike të përdorura i takojnë Sistemit Kombëtar të Monitorimit Meteorologjik të Institutit të Gjeoshkencave^{iv}. Ato janë të dhëna të reshjeve dhe temperaturave mesatare ditore. Vendmatjet meteorologjike përbëhen nga gjashtë vendmatje të monitorimit meteorologjik në zonën e studimit që janë paraqitur në tabelën Nr.1.

Tabla Nr. 1 - Vendmatjet meteorologjike të Fushës së Myzeqesë

Nr.	Vendmatja meteorologjike	Koordinatat		
		x	y	h
1	Divjakë	40.99676	19.52707	-1
2	Fier	40.7275	19.56276	15
3	Gorre	40.85724	19.63566	8
4	Kryevindh	41.09181	19.53152	129
5	Lushnjë	40.94195	19.69965	19
6	Vlorë	40.46774	19.48252	1

Duke qenë se në periudha të ndryshme kohore vendmatjet meteorologjike nuk kanë vrojtme të pandërprera për të plotësuar serinë me të dhëna janë përdorur të dhënat e rianalizuara nga produktet satelitore të Copernicus Climate Data Store (CDS)^v. Një nga sfidat kryesore në analizat klimatike është që shumica e serive kohore meteorologjike përmbajnë boshllëqe për shkak të ndërprerjeve në matjet nga stacionet lokale, qoftë për arsye të pajisjeve, mungesës së stafit, apo faktorëve të tjerë si dëmtimet teknike apo kushtet atmosferike të vështira^{vi}.

Të dhënat nga Climate Data Store (CDS) janë përdorur gjerësisht për të plotësuar boshllëqet në të dhënat e mbledhura nga vendmatjet meteorologjike klasike. Ato shërbejnë si burime të besueshme për analiza të thelluara klimatike dhe hidrologjike, duke ofruar besueshmëri dhe saktësi në periudha dhe rajone ku matjet manuale mungojnë. Këto përfshijnë të dhëna të rianalizuara klimatike si ERA5, të cilat ofrojnë një mbulim të detajuar hapësinor dhe kohor për elementë të rëndësishëm klimatikë si reshjet dhe temperaturat.

Në studimet klimatike, të dhënat nga CDS janë përdorur për të mbushur boshllëqet në seritë e të dhënave historike duke kombinuar burime manuale me ato satelitore dhe të modeleve atmosferike. Për shembull, të dhënat satelitore Global Precipitation Measurement (GPM) dhe ERA5 janë përdorur për të vlerësuar reshjet në raste kur stacionet meteorologjike manuale kanë pasur ndërprerje të matjeve, duke rritur kështu saktësinë e vlerësimeve të reshjeve në rajone të ndryshme. Përdorimi i të dhënave nga burimet satelitore dhe reanalizat, si ERA5 nga CDS, ofron një zgjidhje praktike për të mbushur këto boshllëqe. Për shembull, të dhënat satelitore kanë avantazhin e mbulimit të gjerë dhe pa ndërprerje, duke siguruar kështu vazhdimësi edhe kur të dhënat nga vendmatjet në tokë mungojnë^{vii}.

Të dhënat e produkteve e satelitore të ri-analizuara janë një shtesë e vlefshme për analizat shkencore meteorologjike. Megjithatë, këto produkte kërkojnë verifikim dhe përdorim të kujdesshëm^{viii}.

Si rrjedhojë për të kryer procesin e plotësimit të serive të të dhënave meteorologjike ditore dhe për plotësimin e vlerave që mungojnë në seritë kohore të reshjeve ditore janë aplikuar hapat e mëposhtëm:

- Mbledhja e të dhënave të vrojtuar: Të dhënat meteorologjike ditore mblidhen nga stacionet specifike, që përfshijnë një periudhë të gjatë kohore të ndryshme për çdo stacion. Këto të dhëna përfshijnë matje manuale të reshjeve, por mund të përmbajnë boshllëqe për shkak të ndërprerjeve të vrojtmeve ose gabimeve teknike.

- Mbledhja e të Dhënave Ndhmëse: Të dhënat ndihmëse mblidhen nga burime të jashtme si “Climate Data Store” (CDS), që ofrojnë të dhëna klimatike me mbulim të plotë hapësinor dhe kohor për të njëjtën periudhë dhe vendmatje. Metodologjia për bashkimin dhe harmonizimin e serive kaloi në hapat si më poshtë:

a. Bashkimi i të Dhënave

Për të mbushur mungesat në të dhënat e reshjeve ditore nga stacionet meteorologjike, përdoren të dhëna nga burime të jashtme, si “Climate Data Store” (CDS). Kjo metodë kombinon të dhënat origjinale nga stacionet meteorologjike me të dhëna satelitore ose të rianalizuara nga CCDS, duke u bazuar periudhën e caktuar për të krijuar një bazë të dhënash të plotë. Kjo qasje përmirëson saktësinë e analizave duke siguruar që boshllëqet të mbushen me vlera të besueshme^{ix}.

b. Plotësimi i të Dhënave të Munguara

Pasi baza e të dhënave është e plotë, boshllëqet në të dhënat e reshjeve mbushen duke përdorur një metodë të avancuar nëpërmjet programimit, si “Gradient Boosting Regressor”, e cila ndërton modele për të parashikuar vlerat e munguara. Ky proces kryhet në mënyrë bashkuese, duke përdorur të dhënat ekzistuese për të krijuar parashikime të sakta për ditët ku mungojnë të dhënat.

Kjo metodologji ndihmon në krijimin e një baze të dhënash të plotë dhe të saktë, që mund të përdoret për analiza të mëtejshme klimatike^x.

Në vijim pas ndërtimit të serive të plota më të dhëna për këtë studim shkencor, në kuadër të analizës së thatësirave në pikëpamjen e ndryshimeve klimatike janë llogaritur reshjet duke paraqitur analizën shkencore të mëposhtme:

- Analiza e lartësisë së reshjeve mesatare shumëvjeçare vjetore.
- Analiza e lartësisë së reshjeve mesatare shumëvjeçare mujore.
- Analiza shumëvjeçare të numrit të ditëve me reshje.
- Kohëzgjatja e pandërprerë pa reshje.
- Llogaritja e Koeficientit Hidrotermik.

Llogaritja e Koeficientit Hidrotermik është kryer duke pasur në konsideratë stinën e verës si muaji me nevojat më të theksuara për ujë në hapësirat bujqësore. Metodologjia e ndjekur është përdorur më parë në Shqipëri dhe analizimi i këtij treguesi shërben dhe si bazë krahasuese më ecurinë e këtij treguesi shkencor për këtë hapësirë gjeografike në të shkuarën. Koeficienti Hidrotermik është i aplikuar nëpërmjet formulës:

$$K = \frac{SR}{0.18 * (ST10^{\circ}C)}$$

ku K është Koeficienti Hidrotermik, SR është lartësia e reshjeve për periudhën e konsideruar dhe ST10°C është shuma mesatare shumëvjeçare e temperaturave aktive mbi ose baraz me 10°C. Kur llogaritjet me anë të formulës japin K=1 atëherë kemi të bëjmë më kushte lagështie dhe sa më i vogël të jetë ky koeficient, konkretisht nën 0.3 jemi në kufirin e shkretëtirës^{xi}.

Rezultatet shkencore paraqiten në të shtjelluara me përshkrimet përkatëse duke u ilustruar në formë tabelore dhe hartash në vijim. Për përpunimin e këtyre rezultateve janë përdorur programe të ndryshme Microsoft Office (Excel), llogaritje nëpërmjet gjuhës të programimit

Python dhe Rstudio, si dhe gjithashtu analiza gjeohapësinore nëpërmjet Sistemeve të Informacionit Gjeografik dhe programi ArcGIS Pro.

III. REZULTATE

Faktorët lokalë që ndikojnë në ecurinë e reshjeve atmosferike janë afërsia me vijën bregdetare, e cila në anën perëndimore të drejtimit veri-jug përshkon gjithë Fushën e Myzeqesë; ndërkohë që homogjeniteti nga pikëpamja gjeo-morfologjike e këtij territori dikton dhe uniformitetin e reshjeve. Fusha e Myzeqesë nga të gjitha drejtimet është e rrethuar me masive kodrinore, ndërsa prania e luginave tërthore, ku janë sektorët e poshtëm të lumenjve Shkumbin, Seman dhe Vjosë mundëson lidhjen me korridorët ajrorë të brendësisë së pjesës tjetër të territorit. Reshjet gjatë gjithë vitit janë në formën e shiut, sepse dëbora është një dukuri shumë e rrallë për këtë rajon gjeografik.

Situata e reshjeve mesatare shumëvjeçare vjetore në Fushën e Myzeqesë gjatë periudhës kohore 1961÷1990, që përkon me normën e parë klimatike, tregon një vlerë mediane prej 905 mm. Sa i takon periudhës së normës së dytë klimatike 1991÷2020 lartësia e reshjeve mesatare shumëvjeçare vjetore përkon me një medianë prej 874 mm. Këto rezultate janë më të ulta sesa mesatarja e Ultësirës Perëndimore e cila është 1300 mm^{xii}. Në figurën Nr.2 paraqiten vlerat e lartësisë mesatare shumëvjeçare të reshjeve në vendmatjet meteorologjike të Fushës së Myzeqesë për periudhat kohore të dy normave klimatike si dhe anomalitë e shprehura në %. Në pikëpamjen e ndryshimeve klimatike vërehet një trend i lehtë rënës i reshjeve me 2% më pak në periudhën 1991-2020 kundrejt periudhës së normës së parë klimatike.

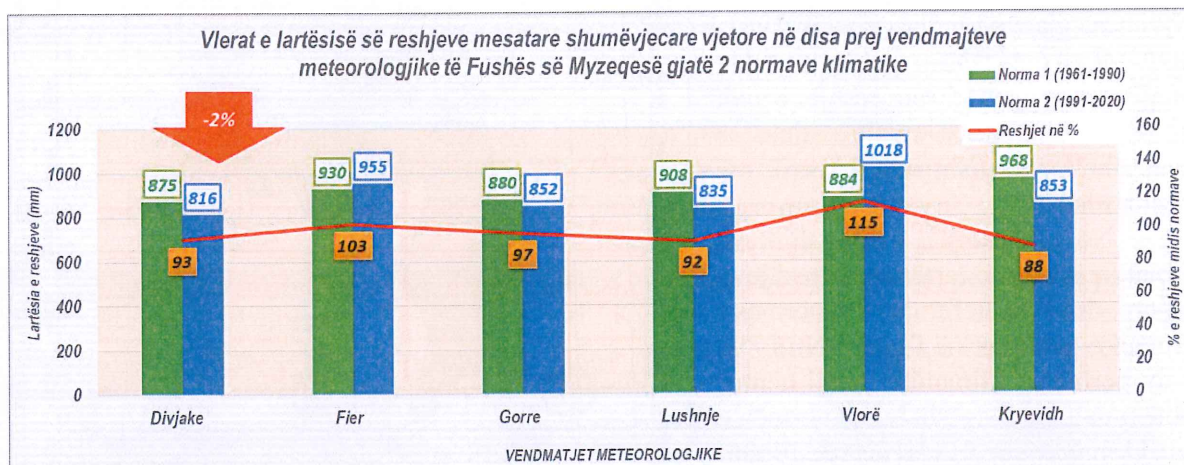


Figura Nr.2 – Vlerat e lartësisë së reshjeve mesatare shumëvjeçare vjetore në vendmatjet meteorologjike të Fushës së Myzeqesë gjatë periudhave të 2 normave klimatike

Në figurën Nr.3 paraqitet harta me shpërndarjet gjeografike të lartësisë mesatare shumëvjeçare të reshjeve në Fushën e Myzeqesë referuar periudhës kohore 60 vjeçare 1961-2020. Në këtë hartë janë të paraqitura gjithashtu dhe vend ndodhjet e gjashtë vendmatjeve meteorologjike prej ku janë përpunuar të dhënat. Në hartë vërehet uniformiteti i theksuar i shpërndarjes së reshjeve po ashtu dhe një trend rritës i reshjeve në drejtimin veri-jug me një ndryshim mesatar 25 mm. Rajoni me më pak reshje është hapësira gjeografike e zonës së Kavajës ku vendmatja meteorologjike Kryevidh regjistron sasinë më të pakët të reshjeve vjetore me 890 mm. Situata është e ngjashme, por me rreth 25 mm më tepër në hapësirën gjeografike të vendmatjes meteorologjike Vlorë në jug, ku reshjet janë në prapësi të 914 mm.

Në vazhdim të analizës shkencore të lartësisë së reshjeve shumëvjeçare vjetore është kryer edhe paraqitja gjeohapësinore e anomalive të këtij elementi.

Në pikëpamjen e ndryshimeve klimatike, nëpërmjet figurës Nr.4 paraqiten vlerat e anomalive të reshjeve të shprehura në përqindje të normës së dytë kundrejt normës së parë klimatike. Vlerat e anomalive janë shumë të vogla megjithatë sa i takon shpërndarjes gjeografike ecuria në hapësirë është e ndryshme. Anomalitë negative janë më të theksuara në rajonin ku reshjet ishin më të pakta, pra në pjesën veriore të Fushës së Myzeqesë. Në zonën Kavajë – Divjakë reshjet arrijnë nga 94 % deri në 95 %. Më tej në drejtim të zonës Lushnje – Fier ku anomalitë e reshjeve shkojnë në -2% që korrespondojnë me anomalitë e gjithë zonës. Në zonën e Vlorës reshjet nuk shprehin anomali dhe arrijnë vetëm në skajin më jugor të Fushës së Myzeqesë vlerën 101%.

Analiza gjeohapësinore e këtij treguesi shkencor paraqet larmi të anomalive të reshjeve dhe sjelljen e ndryshimeve klimatike që edhe pse në një zonë pothuajse uniforme gjeografike anomalitë janë të pranishme. Ky është një tjetër tregues i rëndësishëm që tregon për larminë klimatike të Shqipërisë dhe pasurinë që vendi ynë zotëron në këtë aspekt. Element i rëndësishëm është dhe ecuria e reshjeve gjatë vitit. Në figurën Nr.5 paraqiten lartësitë e reshjeve mujore në Fushën e Myzeqesë gjatë periudhës kohore 1961-2020. Muaji më i lagësht gjatë vitit është muaji nëntor me 135 mm reshje. Muajt më të thatë paraqiten muajt e stinës së verës dhe konkretisht muaji korrik me 19 mm reshje.

Në pikëpamjen e ndryshimeve klimatike situata e lartësisë së reshjeve mujore duke iu referuar dy normave klimatike paraqitet në figurën Nr.6. Në të dy periudhat klimatike muaji nëntor është muaji më i lagësht ku në normën e dytë klimatike shprehet rënie me 10 mm e lartësisë së reshjeve, ndërsa muaji korrik mbetet muaji më i thatë sërish. Ndryshimet më të ndjeshme janë në muajin gusht, ku lartësia e reshjeve ka pësuar reduktim me 30% më pak reshje.

Kjo situatë shton nevojat për ujë në pikëpamjen bujqësore për këtë rajon. Në vlerësim të përgjithshëm pothuajse në të gjithë muajt shprehin reduktim të situatës së reshjeve më përjashtim të muajve prill, maj dhe shtator, të cilët në 30 vjeçarin e dytë kanë pësuar anomali pozitive. Shkaqet e kësaj situatë lidhen dhe me ecurinë e situatës së numrit të ditëve me reshje.

Referuar figurës Nr. 7 ku paraqitet numri i ditëve me reshje për periudhën kohore 1960-2020, në vitet e fundit ka trend rënës të lehtë. Një situatë me më pak ditë me reshje në një kohë kur anomalitë e reshjeve janë shumë të vogla tregon se intensiteti i reshjeve 24 orarëshe është në rritje.

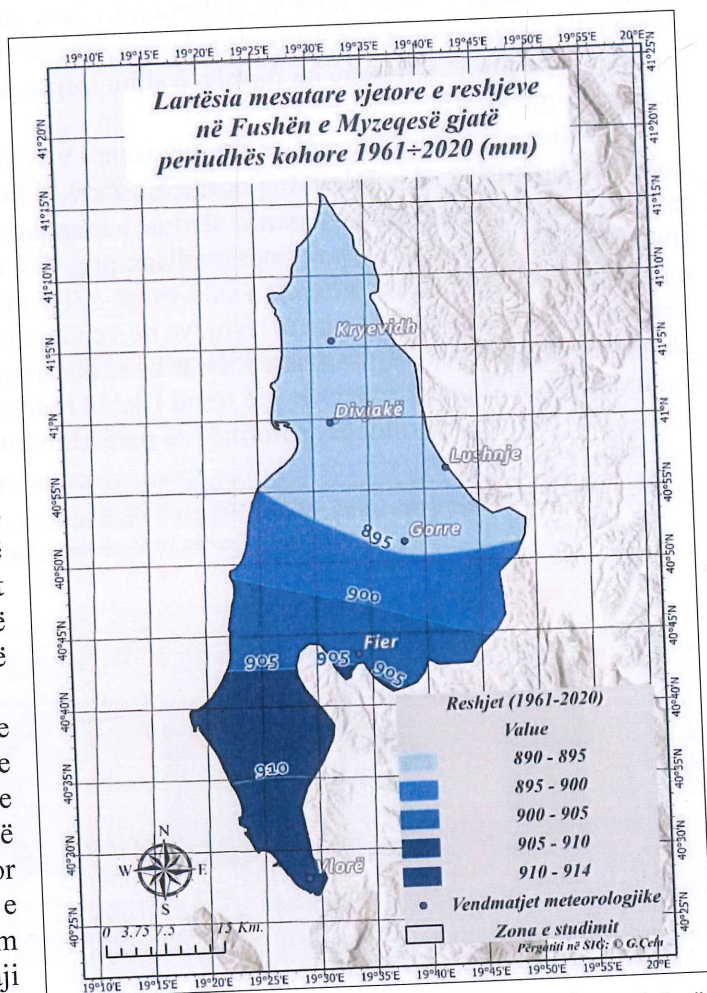


Figura Nr.3 – Shpërndarja gjeografike e lartësisë së reshjeve vjetore në Fushën e Myzeqesë gjatë periudhës kohore 1961-2020.

Muajt e pranverës si prilli dhe maji apo shtatori në vjeshtë janë më të predispozuar për të qenë nën ndikimin, më të tepër kushteve të orografike, të cilat sjellin më shumë mundësi për rritje të intensiteve, ndërkohë që nga ana tjetër statistikisht konfirmojnë dhe lejojnë të pranohet ideja se këto dukuri se po bëhen gjithnjë e më të shpeshta.

Thatësitrat meteorologjike, të cilat kanë ndikim të konsiderueshëm në thatësitrat bujqësore janë më të pranishme sidomos në stinën e verës. Kohëzgjatja e periudhave pa reshje është ndër treguesit kryesorë të thatësirave. Në figurën Nr.8 paraqitet kohëzgjatja mesatare shumëvjeçare e periudhave me ditë pa reshje në fushën e Myzeqesë përgjatë periudhave kohore të dy normave klimatike gjatë stinës së verës, kur është dhe periudha me nevojat më të shumta për ujtitje.

Në pikëpamjen e ndryshimeve klimatike gjatë normës së dytë vërehet një trend rritës me 2 ditë më shumë pa reshje se sa në periudhën 1961-1990. Kjo anomali është tregues evident i thatësirave më të theksuara meteorologjike, që zgjasin mbi një muaj, të cilat kanë ndikim të theksuar dhe kushtëzojnë në nevojat për ujtitje.

Sa i takon analizës vjetore të kohëzgjatjes mesatare shumëvjeçare të periudhave pa reshje këto statistika përbëjnë 90.7 % të rasteve vitit. Ky është një tregues mjaft i rëndësishëm sepse tregon në mënyrë të qartë se përqendrimi i kohës pa reshje është në stinën e verës dhe vetëm më pas vetëm 10% gjen shtrirje në pjesën tjetër të vitit.

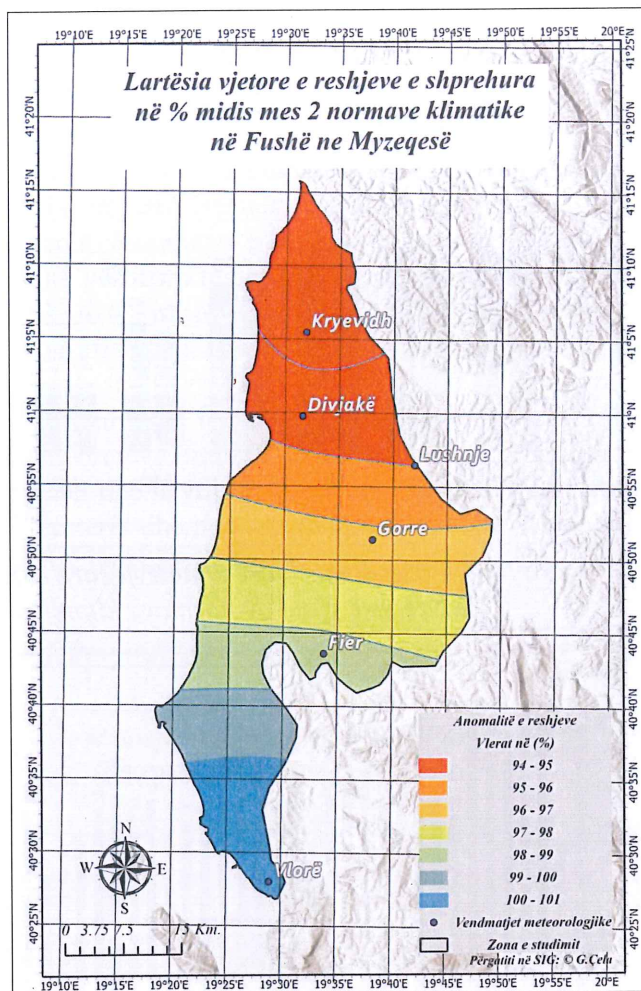


Figura Nr.4 – Vlerat e anomalive të reshjeve të shprehura në përqindje të normës së dytë kundrejt normës së parë klimatike.

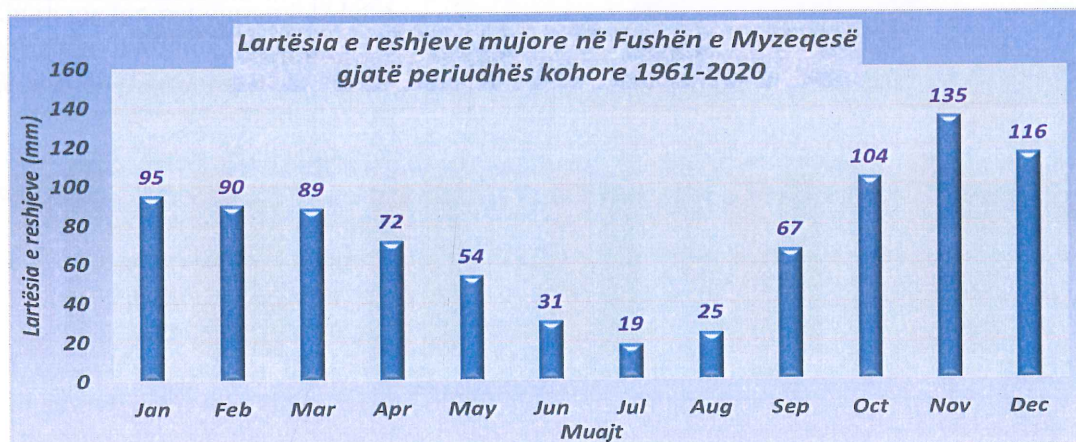


Figura Nr.5 – Vlerat e lartësisë së reshjeve mujore (në mm) në Fushën e Myzeqesë gjatë periudhës kohore 1961-2020

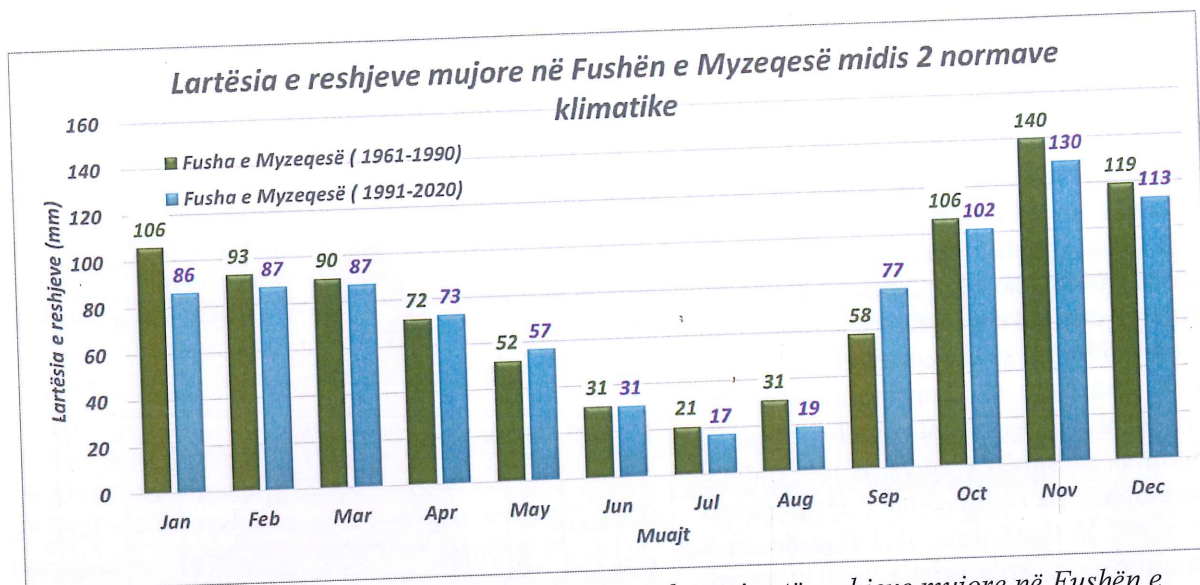


Figura Nr.6 – Vlerat mesatare shumëvjeçare të lartësive të reshjeve mujore në Fushën e Myzeqesë gjatë dy normave klimatike 1961-1990 dhe 1991-2020.

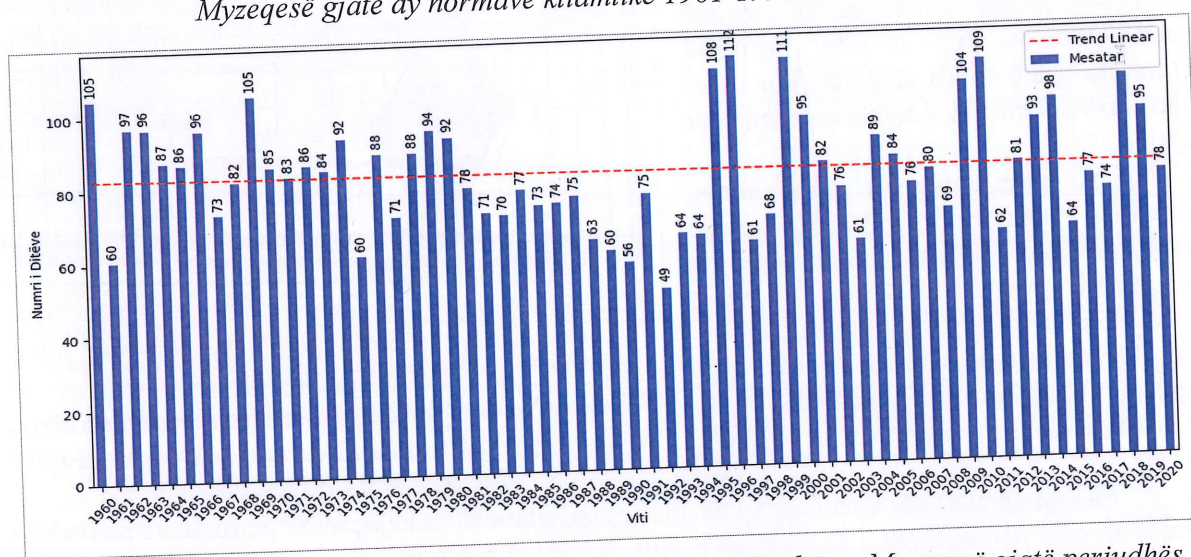


Figura Nr.7 – Numri i ditëve me reshje sipas çdo viti në Fushën e Myzeqesë gjatë periudhës 1960-2020.

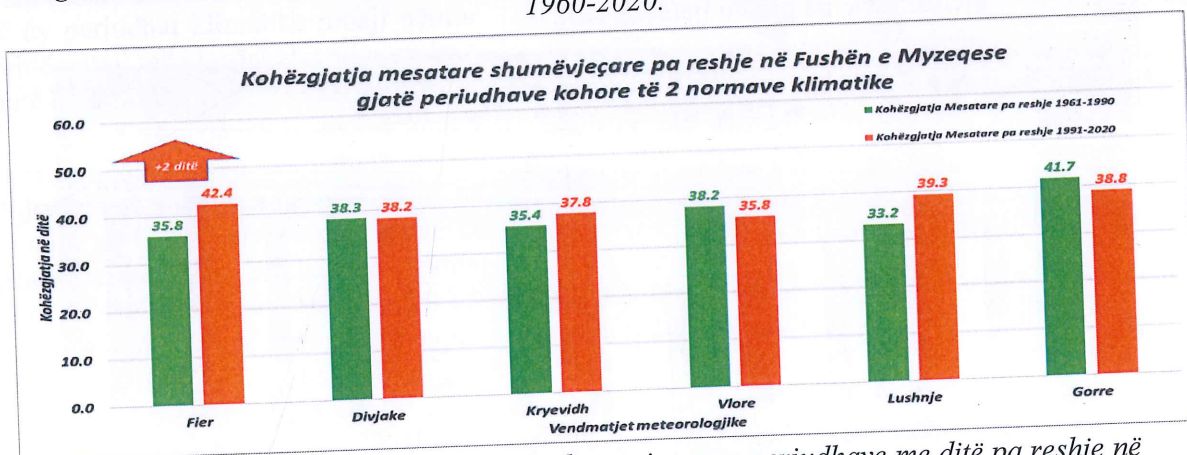


Figura Nr.8 – Kohëzgjatja mesatare shumëvjeçare e periudhave me ditë pa reshje në Fushën e Myzeqesë përgjatë periudhave kohore të dy normave klimatike.

Vlerësimi i thatësirave në Fushën e Myzeqesë ka kaluar nëpërmjet analizës së Koeficientit

Hidrotermik. Ky tregues është një hap i rëndësishëm në vlerësimin shkencor të thatësirave bujqësore. Llogaritja e koeficientit hidrotermik në vendin tonë është kryer në kohë të ndryshme dhe botime me analiza, të tilla shkencore mund të hasen shpesh para viteve 1990. Në këtë studim vlerësimi i këtij treguesi i takon periudhës kohore të 60 viteve, 1961-2020. Duhet theksuar se sa më e gjatë të jetë periudha me seri të dhënash aq më e lartë është saktësia shkencore e rezultateve dhe aq më shumë rritet besueshmëria e saktësisë së këtij treguesi. Periudha kohore në të cilën është llogaritur ky tregues i takon stinës së verës. Rezultatet e koeficientit hidrotermik janë të paraqitura në figurën Nr.9. Fusha e Myzeqesë në vështrim të përgjithshëm paraqitet gjatë stinës së verës nga kushtet e gjysmë shkretëtirës deri në ato të kushtet e shkretëtirës. Ndonëse, një territor homogjen në pikëpamjen morfologjike të gjeografisë sërish janë të pranishme ndryshimet. Në hapësirën rreth vendmatjeve gjeografike Kryevidh dhe Gorre vlerat shkojnë deri në 0.06, pra në kufijtë e shkretëtirës, ndërsa me rezultate më të larta është vendmatja meteorologjike Lushnjë, e cila shkon deri në 0.3. Nga këto rezultate shkencore evidentohet prania e theksuar e thatësirave bujqësore në këtë territor dhe si rrjedhojë shprehet dhe nevoja e shtuar për ujë gjatë gjithë stinës së verës. Kjo situatë është kosto e shtuar për fermerët dhe nga ana tjetër rrit nevojat për politika të mirë-menaxhimit të burimeve ujore nga institucionet përkatëse.

IV. DISKUTIME

Rezultatet në studim tregojnë një shtim të thatësirave bujqësore në fushën e Myzeqesë. Këto rezultate shkojnë në përputhje me trendin botëror të shtimit të thatësirave që sipas FAO (2023), ndikimi i thatësirave është gjithnjë e më i ndjeshëm, veçanërisht në vendet me të ardhura të ulëta dhe të mesme, ku 85% e njerëzve preken nga thatësirat. Kjo situatë është e lidhur ngushtë me ndryshimet në ecurinë e reshjeve dhe humbjen e lagështisë së tokës^{xiii}. Analiza tregon se vitet me intensitet të lartë të thatësirave janë të lidhura me temperatura më të larta mesatare dhe periudha më të gjata pa reshje, një fenomen që është raportuar edhe në studime të ngjashme me zonat bregdetare të Mesdheut^{xiv}.

Në aspektin bujqësor, rezulton pakësimi i reshjeve dhe shtimi i intensitetit në kohë duke patur një trend ulës të numrit të ditëve me reshje, që sjell çrregullime në kohën dhe në sasinë e ujit për ujitje. Këto gjetje janë në përputhje me studimet e bëra nga Instituti i Gjeoshkencave të Shqipërisë, të paraqitura

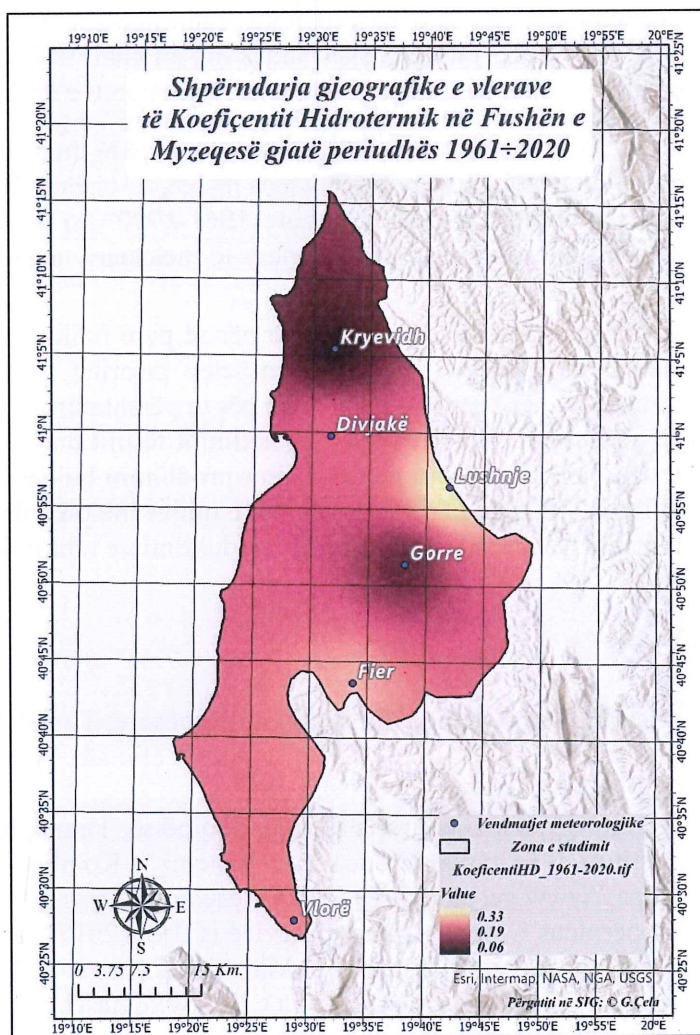


Figura Nr.9 – Shpërndarja gjeografike e vlerave të Koefficientit Hidrotermik në Fushën e Myzeqesë për stinën e verës gjatë periudhës kohore 1961-2020.

periodikisht në Buletin Mujor Klimatik, ku thatësitrat janë identifikuar si një ndër sfidat e kohës sidomos gjatë stinës së verës, që fermerët duhet të përshtaten^{xv}.

Në këtë studim rëndësia kryesore i është kushtuar analizimit të elementëve bazë klimatik si reshjet dhe temperaturat e përdorura për të llogaritur Koefficientin Hidrotermik. Baza e të dhënave përfshin jo vetëm të dhënat e matura nga vendmatjet meteorologjike, por edhe të dhënat e gjeneruara nga burimet satelitore që janë vlerë e shtuar e këtij studimi. Gjithashtu dhe periudha kohore e serisë së të dhënave që janë përdorur është 60 vjet, gjë që shton besueshmërinë e rezultateve.

Si përfundim, ky studim sugjeron nevojën për studime të mëtejshme mbi kushtet klimatike dhe thatësitrat në Fushën e Myzeqesë, po ashtu sugjeron dhe nevojën për vëmendje të shtuar të vendimmarrësve në hartimin e politikave më të kujdesshme mbi menaxhimin e ujit në sektorin e bujqësisë.

V. PËRFUNDIME

Studimi për vlerësimin e thatësirave bujqësore në Fushën e Myzeqesë ka nxjerrë në pah disa prirje të rëndësishme që lidhen ngushtë me ndryshimet klimatike. Së pari të dhënat tregojnë se në periudhën e normës së dytë klimatike rezultojnë 2% më pak reshje vjetore. Sa i takon reshjeve mujore kanë trend përgjithësisht rënës me anomali të lehta pozitive vetëm në muajt e stinës së pranverës, të cilat janë më të lidhura me fenomenin e ndikimit orografik të reshjeve.

Në kontekstin e thatësirave të lidhura në mënyrë të drejtpërdrejtë me to, rëndësi parësore paraqet treguesi i kohëzgjatja së periudhave pa reshje, që tashmë është rreth dy ditë më shumë gjatë stinës së verës, kundrejt periudhës kohore 1961-1990. Po në këtë stinë llogaritjet kanë tregojnë se Koefficienti Hidrotermik është në vlera të theksuara negative duke shtuar ndjeshëm nevojat për ujitje.

Nevoja për studime të mëtejshme për të parë ndikimit dhe pasojat afatgjata të ndryshimeve klimatike në Fushën e Myzeqesë mbeten prioritet, për të siguruar zgjidhje efektive dhe të qëndrueshme për fermerët lokalë dhe për tu përshtatur më mirë kundrejt thatësirave të ardhshme.

Në përfundim, përmirësimi i menaxhimit të ujit dhe zhvillimi i strategjive të përshtatjes për thatësitrat janë thelbësore për të ruajtur prodhimin bujqësor. Në Fushën e Myzeqesë përdorimi i teknologjive të reja, përfshirë sistemet e ujitjes me pika dhe kultivimi i varieteteve më rezistente ndaj thatësirës, mund të ndihmojë në reduktimin e ndikimit të thatësirave në sektorin bujqësor.

REFERENCA

1. Mandili Temo, Klima dhe Kulturat Bujqësore, Tiranë, SHPB, 1975
2. Selyaninov, G.T. (1928). On agricultural climate. Proceedings on Agricultural Meteorology, 20, 165-177
3. Perikli Qiriaz, Gjeografia fizike e Shqipërisë, Tiranë, Ideart, ISBN 978-99956-29-80-9, 2012
4. Instituti i Gjeoshkencave, Sistemi Kombëtar i Monitorimit meteorologjik, https://www.geo.edu.al/Research/Research_Infrastructure/Meteorology_Network/
5. Copernicus Climate Change Service (C3S). (2017). ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present [Data set]. Marrë më [mars 2023], nga Climate Data Store (CDS): <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview>
6. Longman, R. J., Newman, A. J., Giambelluca, T. W., & Lucas, M. (2020). Characterizing the Uncertainty and Assessing the Value of Gap-Filled Daily Rainfall Data in Hawaii. Journal of

Applied Meteorology and Climatology, 59(7), 1261–1276. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-20-0007.1>

7. Duarte, L. V., Formiga, K. T. M., & Costa, V. A. F. (2022). Comparison of Methods for Filling Daily and Monthly Rainfall Missing Data: Statistical Models or Imputation of Satellite Retrievals? *Water*, 14(19), 3144. <https://doi.org/10.3390/w14193144>
8. G.Çela, E.Hoxha, P.Zorba. (2024). Comparative analysis of observed and reanalyzed precipitation from satellite products. Në SCfSD '24: Book of Proceedings - Scientific Challenges for Sustainable Development (fq. 288-297). Eleventh International Scientific Conference, Struga, 31 Maj. ISBN: 978-608-4573-50-0.
9. Longman, R. J., Newman, A. J., Giambelluca, T. W., & Lucas, M. (2020). Characterizing the Uncertainty and Assessing the Value of Gap-Filled Daily Rainfall Data in Hawaii. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 59(7), 1261–1276. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-20-0007.1>
10. Al-Ansari, N., & Yaseen, Z. M. (2020). Cross Assessment of Twenty-One Different Methods for Missing Precipitation Data Estimation. *Atmosphere*, 11(4), 389. <https://doi.org/10.3390/atmos11040389>
11. Mandili Temo, Klima dhe Kulturat Bujqësore, Tiranë, SHPB, 1975.
12. IHM, Veçoritë klimatike dhe Hidrologjike të Ultësirës Perëndimore, Tiranë, Hidmet, 1985.
13. “ION” (UNCCD), 2023. *Global Drought Snapshot 2023: The need for immediate action*.
14. Giorgi, F., Lionello, P., & Bi, X. (2018). *Climate change projections for the Mediterranean region*. *Earth's Future*, 6(8), 1097–1111. <https://doi.org/10.1029/2018EF000947>
15. Instituti i Gjeoshkencave, (IGJEO). (2023). Buletini Mujor Klimatik (Gusht). Marrë nga Instituti i Gjeoshkencave. ISSN 2521-831X, DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10890015>

Vlerësimi i depozitimit të sedimenteve në rezervuarët bujqësorë dhe ndikimi në rrezikun e thatësirave: Rasti Studimor Baseni i Lumit Seman

Alban Doko

Departamenti i Hidrologjisë, Instituti i Gjeoshkencave, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri.

Autori i kontaktit: alban_doko@hotmail.com

Abstrakt – Rreziqet hidrologjike, të tilla si thatësitat dhe përmbytjet, ndikojnë ndjeshëm në disponueshmërinë dhe ruajtjen e burimeve ujore. Në pellgun e lumit Seman, i vendosur në pjesën qendrore të Shqipërisë këto rreziqe paraqesin sfida të rëndësishme. Ky studim përdor teknika modelimi për të analizuar dinamikën e sedimenteve brenda pellgut, duke u fokusuar në depozitimin dhe grumbullimin e sedimenteve në rezervuare. Për më tepër, studimi hulumton lidhjen midis proceseve të sedimentimit dhe mungesës së furnizimit me ujë, veçanërisht gjatë periudhave të thatësirës. Klima Mesdhetare e rajonit i shton kompleksitetin këtyre dinamikave, duke kërkuar një kuptim gjithëpërfshirës të transportit dhe mekanizmave të depozitimit të sedimentit. Nëpërmjet integritit të modelimit hidrologjik dhe të dhënave klimatike, ky hulumtim ofron njohuri mbi ndërveprimin midis rreziqeve hidrologjike dhe proceseve të sedimentimit në pellgun e lumit Seman. Gjetjet kontribuojnë në përmirësimin e strategjive të menaxhimit të burimeve ujore të përshtatura ndaj sfidave të paraqitura nga klima mesdhetare, duke rritur qëndrueshmërinë ndaj ndikimeve të thatësirës dhe përmbytjeve.

Abstract – Hydrological hazards, such as droughts and floods, significantly affect the availability and conservation of water resources. In the basin of the Seman River, located in the central part of Albania, these risks represent important challenges. This study uses modeling techniques to analyze sediment dynamics within the basin, focusing on sediment deposition and accumulation in reservoirs. Furthermore, the study investigates the relationship between sedimentation processes and the lack of water supply, especially during periods of drought. The Mediterranean climate of the region adds complexity to these dynamics, requiring a comprehensive understanding of sediment transport and deposition mechanisms. Through the integration of hydrological modeling and climate data, this research provides insights into the interaction between hydrological hazards and sedimentation processes in the Seman River basin. The findings contribute to the improvement of water resource management strategies adapted to the challenges presented by the Mediterranean climate, increasing resilience to the impacts of drought and floods.

Fjalë kyçe: Thatësira, Sedimente, Rezervuar

I. HYRJE

Pellgu ujëmbledhës i lumit Seman në Shqipërinë qendrore është një zonë kritike bujqësore, ku depozitimi i ujit në rezervuarë mbështet ujitjen e sipërfaqeve të gjera të tokës bujqësore. Megjithatë, erozioni nga peizazhet përreth, ndryshimet e përdorimit të tokës dhe ngjarjet ekstreme të motit kontribuojnë në depozitimin e sedimenteve në rezervuarë, duke reduktuar kapacitetin e tyre efektiv (Verstraeten & Poesen, 2000).

Disa studime kanë treguar se sedimentimi mund të zvogëlojë ndjeshëm vëllimin e rezervuarit me kalimin e kohës. Për shembull, Kondolf et al. (2014) tregoi se depozitimi i sedimentit në rezervuarët e Mesdheut mund të shkaktojë një humbje deri në 30% të kapacitetit të tyre të ruajtjes

gjatë 50 viteve. Ky reduktim i disponueshmërisë së ujit ka implikime të drejtpërdrejta për produktivitetin bujqësor dhe sigurinë lokale të ujit, veçanërisht pasi ndryshimet klimatike përkeqësojnë kushtet e thatësisë (IPCC, 2021).

II. ZONA NË STUDIM

Pellgu i lumit Seman ndodhet në pjesën qendrore dhe juglindore të Shqipërisë, duke mbuluar një sipërfaqe të konsiderueshme pellgu ujëmbledhës prej rreth 5,649 km². Ky pellg lumor luan një rol kritik në menaxhimin e burimeve ujore të Shqipërisë për shkak të rrjetit të tij të gjerë hidrologjik dhe infrastrukturës së rezervuarëve, duke mbështetur kërkesat bujqësore dhe energjitike.

Dega kryesore e zonës së modeluar të pellgut është lumi Devoll, me një sipërfaqe kullimi prej 3,139 km². Stacionet kryesore hidrometrike, të pozicionuara në mënyrë strategjike përgjatë lumit Devoll, ofrojnë të dhëna thelbësore të shkarkimit për monitorimin dhe modelimin e rrjedhës së ujit në të gjithë pellgun. Këto stacione përfshijnë Devolli – Miras (89,1 km²), Devolli – Sheqeras (431 km²), Devolli – Gjinkas (1,355 km²), Devolli – Kokel (1,884 km²), dhe Devolli – Kozare (3,122 km²), duke mbuluar nën ujëmbledhës të ndryshëm brenda pellgut ujëmbledhës dhe duke mundësuar vlerësime të sakta hidrologjike.

Përsa i përket infrastrukturës së depozitimit të ujit, pellgu përfshin rreth 30 rezervuarë bujqësorë përgjatë lumit Devoll me një kapacitet të kombinuar depozitues prej 26 milionë metra kub. Këto rezervuarë janë jetike për mbështetjen e nevojave lokale për ujitje, veçanërisht gjatë stinëve të thata, dhe luajnë një rol kyç në produktivitetin bujqësor të rajonit. Përveç rezervuarëve bujqësore, pellgu i lumit Seman strehon objekte të mëdha hidroenergjetike me kapacitete të konsiderueshme depozituese. Rezervuari i Banjovë të HEC-it ka një kapacitet depozitues prej 400 milionë metër kub, ndërsa rezervuari i HEC-it të Moglicës mund të ruajë deri në 380 milionë metër kub. Këto rezervuare hidroenergjetike janë integrale për furnizimin me energji të Shqipërisë, duke ofruar energji të rinovueshme dhe duke rritur aftësitë e menaxhimit të ujit brenda rajonit.

Ky rrjet i larmishëm dhe i gjerë i stacioneve hidrometrike, rezervuarëve bujqësorë dhe hidrocentraleve e bën pellgun e lumit Seman një zonë studimi shumë të vlefshme. Ai ofron mundësi të rëndësishme për analiza të thelluara të dinamikës hidrologjike, menaxhimin e

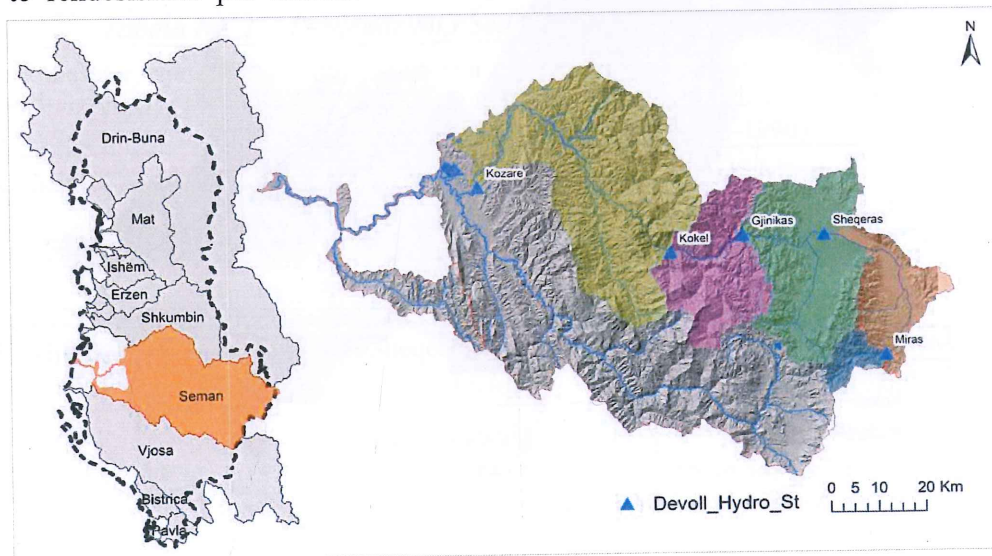


Figura Nr. 1 – Zona në Studim – Baseni i Lumit Seman

sedimenteve dhe përdorimin e qëndrueshëm të burimeve ujore mes ndryshimit të kushteve klimatike dhe rritjes së kërkesës për ujë.

III. BAZA E TË DHËNAVE DHE METODOLOGJIA

Për Basenin e Lumit Seman (Dega Devoll) është ndërtuar dhe procesuar modeli hidrologjik WASA-SED, ku për periudhën 1975-1990 është zhvilluar dhe kalibruar modeli hidrologjik. Një aspekt i veçantë i këtij modeli është dhe vlerësimi i vazhdueshëm (të dhëna ditore) i sedimenteve pezull mbas kalibrimit të modelit me të dhënat e matura të sedimenteve.

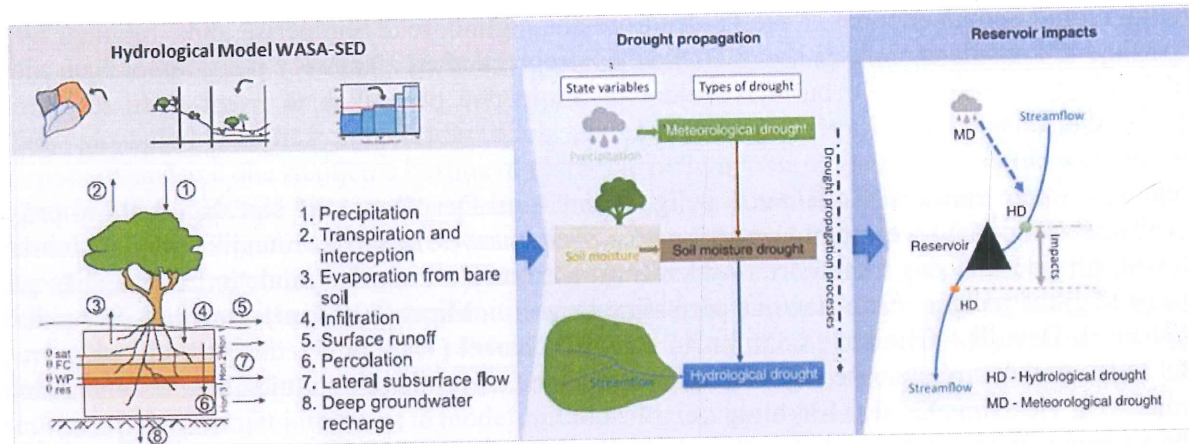


Figura Nr. 2 – Metodologjia

Stacionet Hidrometrike me të dhëna sedimentesh: Devolli – Miras 89.1 km²; Devolli – Sheqeras 431 km²; Devolli – Gjinikas 1355 km²; Devolli – Kokel 1884 km²; Devolli – Kozare 3122 km².

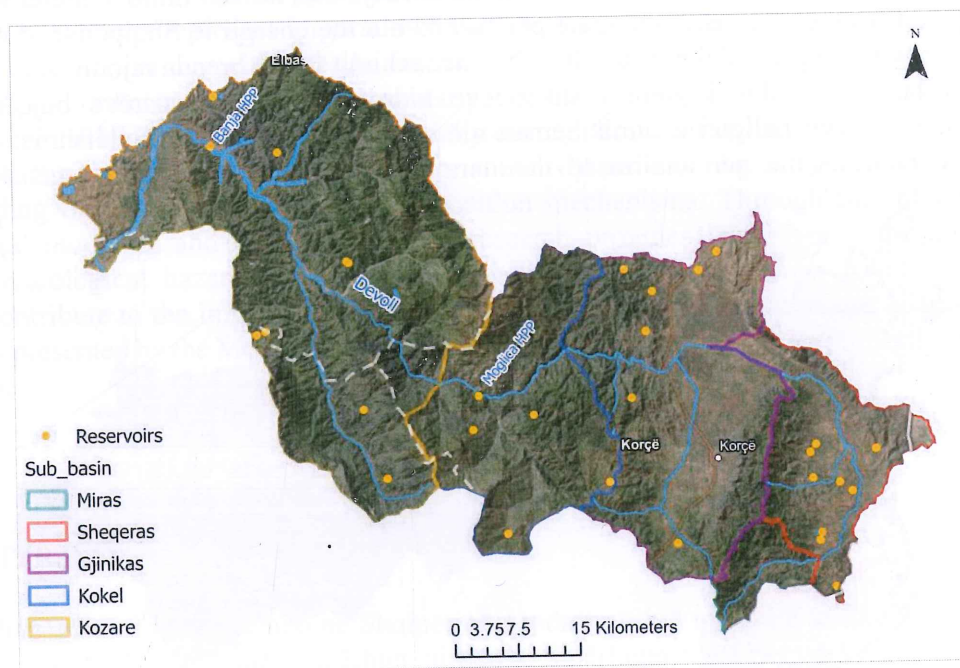


Figura Nr. 3 – Lumi Devoll dhe Nenbasenet tek Stacionet Hidrometrike

Vlerësimi i sedimenteve ka një rol të rëndësishëm pasi kontribuon në zvogëlimin e volumit ujëmbajtës të rezervuareve. Me anë të këtij modeli janë vlerësuar sasi të ditore të përqëndrimit të sedimenteve (gr/m³) (shih figurën më poshtë) dhe sasi të mujore të sedimenteve (T/muaj).

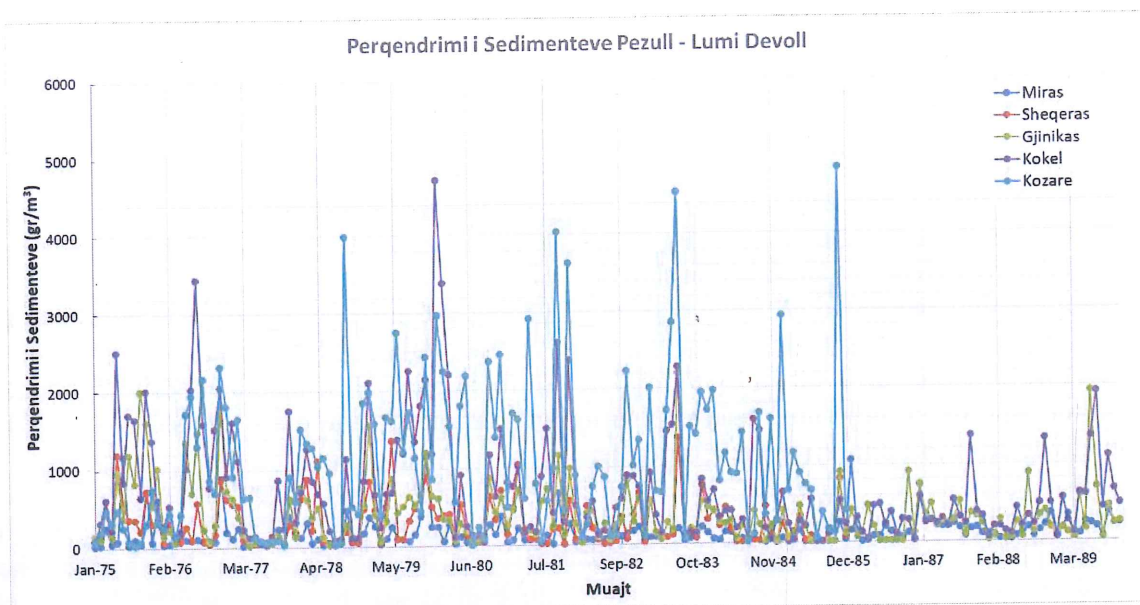


Figura Nr. 4 – Perqëndrimi i Sedimenteve Pezull – Lumi Devoll

Për të vlerësuar deficitin e ujit në Basenin e Semanit gjatë periudhës së ujitjes (prill-shtator), modeli CROPWAT u përdor për të llogaritur kërkesat për ujë specifike për bimët dhe deficitet përkatëse. CROPWAT, i zhvilluar nga Organizata e Ushqimit dhe Bujqësisë (FAO), mundëson një vlerësim të saktë të nevojave për ujë të bimëve bazuar në karakteristikat e klimës, tokës dhe të bimëve.

IV. REZULTATE

Duke përdorur raportin e volumit mesatar shumëvjeçar të sedimenteve dhe sipërfaqen kontribuese është përcaktuar moduli i sedimenteve për njësi sipërfaqe për secilin nga pellgjet.

Tabela Nr. 1 – Perqëndrimi i Sedimenteve Pezull – Lumi Devoll

Vëllimi mesatar vjetor i sedimenteve pezull (1975-1990)	Moduli mesatar vjetor i sedimenteve pezull (1975-1990)	Moduli mesatar vjetor i volumit të sedimenteve pezull (1975-1990)
Devolli Miras TSS=8191 T/vit	Devolli Miras Sediment=92 T/vit/km ²	Devolli Miras TSS= 61 m ³ /vit/km ²
Devolli Sheqeras TSS=48645 T/vit	Devolli Miras-Sheqeras Sediment=113 T/vit/km ²	Devolli Gjinikas-Kokel TSS= 51.85 m ³ /vit/km ²
Devolli Gjinikas TSS=147599 T/vit	Devolli Sheqeras-Gjinikas Sediment=109 T/vit/km ²	Devolli Sheqeras-Gjinikas TSS= 71.4 m ³ /vit/km ²
Devolli Kokel TSS=598243 T/year	Devolli Gjinikas-Kokel Sediment=318 T/vit/km ²	Devolli Gjinikas-Kokel TSS= 568 m ³ /vit/km ²
Devolli Kozare TSS=1.723 · [10] ^6 T/vit	Devolli Kokel-Kozare Sediment=552 T/vit/km ²	Devolli Kokel-Kozare TSS= 605 m ³ /vit/km ²

Volumi i sedimentit u analizua për stacionet hidrometrike përgjatë lumit Devoll, duke treguar një rritje progresive në totalin e lëndëve të ngurta të pezull (TSS) në drejtim të rrjedhës. Për shembull,

në stacionin Devolli Miras, TSS vlerësohet në 8,191 ton/vit, ndërsa në Devolli Kozare, arrin në 1,723,000 ton/vit. Kjo rritje nxjerr në pah kontributet e rëndësishme të sedimentit nga çdo nën pellg ujëmbledhës pasi lumi përshkon peizazhe dhe përdorime të ndryshme të tokës. Volumi mesatar i sedimentit për njësi sipërfaqe (ton në vit për km²) pasqyron gjithashtu këtë prirje, duke filluar nga 92 T/km²/vit në Devolli Miras dhe duke u rritur në 552 T/km²/vit në seksionin Devolli Kokel-Kozare. Këto vlera tregojnë procese të konsiderueshme të erozionit dhe transportit të sedimenteve, të cilat mund të ndikohen si nga faktorët natyrorë ashtu edhe nga aktivitetet antropogjene, si bujqësia dhe shpyllëzimi. Ngarkesa e sedimentit mund të shprehet edhe në vëllim, duke treguar një rritje të ngjashme në rrjedhën e poshtme. Për shembull, Devolli Miras ka një vëllim sedimenti prej 61 m³/vit/km², ndërsa Devolli Kozare arrin 605 m³/vit/km². Këto shifra sugjerojnë se ujëmbledhësit në rrjedhën e poshtme janë më të ndjeshme ndaj depozitimit të sedimentit, me gjasë për shkak të efektit kumulativ të erozionit dhe rrjedhjes së sipërme.

Kërkesa për ujitje në pellgun e Semanit është rreth 4000 mm në vit për të mbështetur prodhimin bimor. Megjithatë, për shkak të sedimentimit në rezervuarë, kjo kërkesë nuk mund të plotësohet plotësisht në të gjithë zonën fillestare të ujitur. Reduktimi i kapacitetit të rezervuarit ka çuar në një mbështetje më të madhe në burime alternative ose rregullime në praktikat e ujitjes për të kompensuar deficitin e ujit.

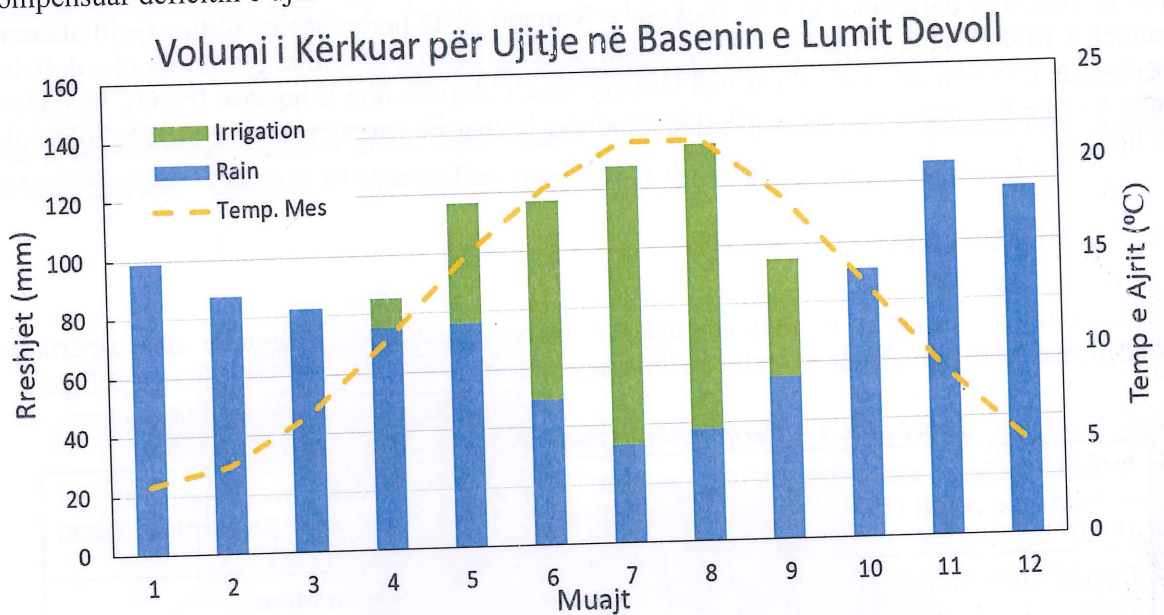


Figura Nr. 5 – Volumi i Ujit i Nevojshëm për Ujitje

Për të adresuar ndikimin e sedimentimit në ruajtjen e ujit, u vlerësua kapaciteti i grumbullimit të sedimenteve të rreth 30 rezervuarëve bujqësorë në pellgun ujëmbledhës të lumit Devoll. Akumulimi i sedimentit në këto rezervuarë zvogëlon kapacitetin e tyre të depozitimit efektiv, duke kufizuar ujin e disponueshëm për ujitje. Rezervuarët grumbullojnë sasi të ndryshme sedimenti në varësi të vendndodhjes së tyre dhe karakteristikave të ngarkesës së sedimentit që vjen nga çdo nën ujëmbledhës.

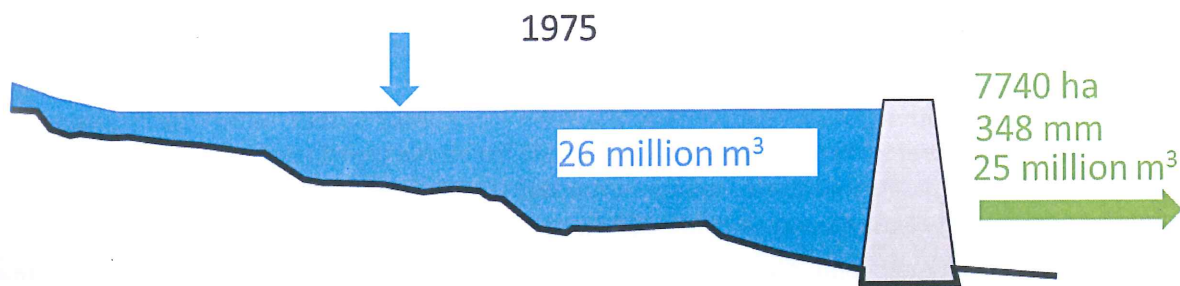


Figura Nr. 6 – Volumit të Rezervuareve në Vitin 1975

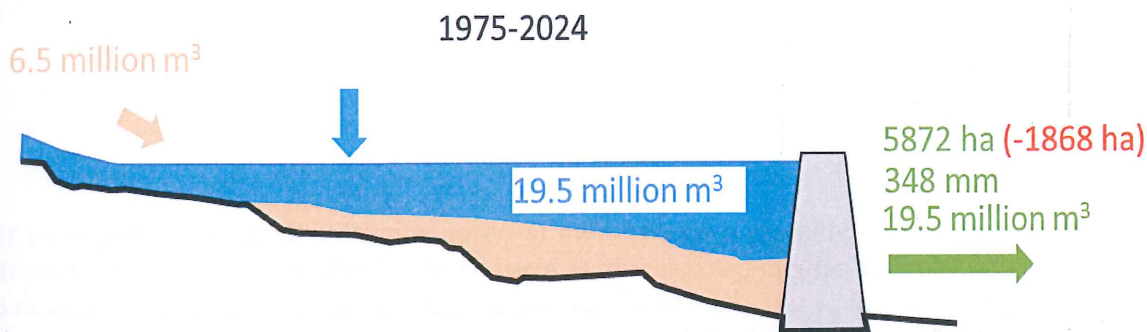


Figura Nr. 7 – Reduktimi i Volumit të Rezervuareve për Periudhën 1975-2024

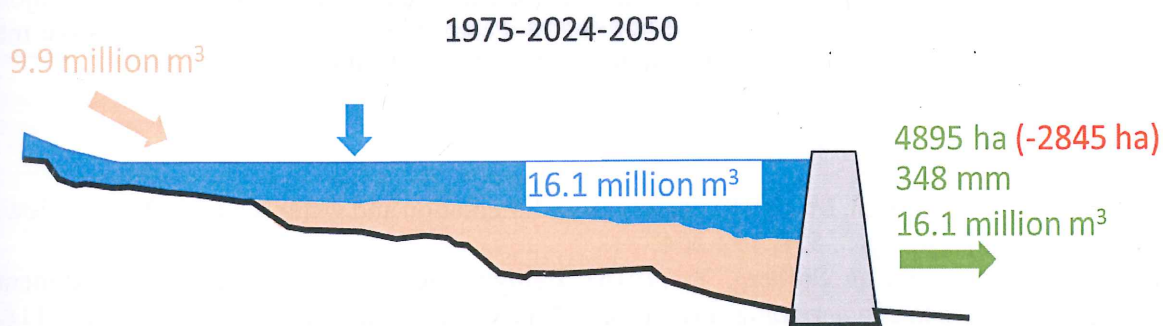


Figura Nr. 8 – Reduktimi i Volumit të Rezervuareve për Periudhën 1975-2050

Me kalimin e kohës, depozitimi i sedimentit ka çuar në një reduktim të ndjeshëm të sipërfaqes që mund të ujitet. Nga sipërfaqja fillestare e ujitur prej 7,740 hektarësh, grumbullimi i sedimenteve ka reduktuar sipërfaqen e ujitur efektive me 1,868 hektarë ndërmjet viteve 1975 dhe 2024. Për periudhën, midis 1975 dhe 2050, reduktimi do të jetë edhe më i madh, duke arritur në 2,845 hektarë. Ky ndikim kumulativ i sedimentimit thekson rëndësinë e ruajtjes së kapacitetit të depozitimit të rezervuarëve për të mbështetur produktivitetin bujqësor.

V. DISKUTIME

Rëndësia e rezervuarëve bujqësore: Rezervuarët bujqësore në pellgun ujëmbledhës të lumit Seman janë jetike për ruajtjen e disponueshmërisë së ujit gjatë stinëve të thata. Megjithatë, gjetjet e këtij studimi tregojnë se sedimentimi po redukton ndjeshëm kapacitetin e depozitimit të këtyre rezervuarëve. Si rezultat, fermerët janë gjithnjë e më vulnerabël ndaj mungesës së ujit, veçanërisht gjatë periudhave të thatësirës (Lazaj et al., 2019).

Reduktimi i disponueshmërisë së ujit për shkak të sedimentimit përbën një kërcënim serioz për produktivitetin bujqësor dhe sigurinë ushqimore. Për më tepër, ndërsa ndryshimet klimatike

intensifikohen, me rritje të parashikuar të temperaturës dhe ndryshueshmërisë në modelet e reshjeve, presioni mbi këto rezervuarë vetëm do të rritet (IPCC, 2021).

Pasojat në të ardhmen: Nëse sedimentimi vazhdon me ritmin aktual, rezervuarët priten të humbasin një shtesë prej 15% të kapacitetit të tij brenda 20 viteve të ardhshme, duke përkeqësuar më tej mungesën e ujit. Pa ndërhyrje, mungesa e ujit do të përkeqësohet, duke çuar në thatësira më të shpeshta dhe të rënda (Kondolf et al., 2014).

Për të zbutur këto rreziqe, është thelbësore të zbatohen strategjitë e menaxhimit të sedimentit, të tilla si pastrimi periodik, masat e kontrollit të erozionit dhe praktikatat e menaxhimit të përdorimit të tokës për të reduktuar fluksin e sedimentit (Schleiss et al., 2016). Masat proaktive mund të ndihmojnë në rivendosjen e kapacitetit të ruajtjes së këtyre rezervuarëve dhe ruajtjen e burimeve ujore për brezat e ardhshëm.

VI. PËRFUNDIME

Ky studim nxjerr në pah ndikimin e rëndësishëm të sedimentimit në kapacitetin depozitues të rezervuarëve bujqësorë në pellgun ujëmbledhës të lumit Seman. Të dhënat zbulojnë reduktime të konsiderueshme në vëllimin e ujit, duke kërcënuar kapacitetin e ujitjes dhe duke rritur rrezikun e mungesës së ujit në të ardhmen. Menaxhimi i sedimentit nevojitet urgjentisht për të parandaluar humbjet e mëtejshme dhe për të siguruar qëndrueshmërinë afatgjatë të burimeve ujore në rajon (García et al., 2013). Gjithashtu me rëndësi është dhe shqyrtimi dhe përdorimi i teknikave më efektive të ujitjes, ndryshe nga ato tradicionale (me brazd ose përmytje).

REFERENCA

1. Bashfield, R., & Keogh, M. (2018). Reservoir sedimentation and water security: An overview. **Journal of Hydrology**, 558, 192-204.
2. Cox, J., Spence, C., & Sjöberg, Y. (2016). Bathymetric survey techniques and sediment volume assessments in agricultural reservoirs. **Water Resources Research**, 52(1), 103–118.
3. Fan, J., & Morris, G. L. (1992). Reservoir sedimentation. **Journal of Hydraulic Engineering**, 118(3), 354-369.
4. Fan, Z., Zhang, Y., & Qian, Y. (2000). Impact of sediment accumulation on reservoir operation. **Water Science and Technology**, 42(7), 95-101.
5. FAO (Food and Agriculture Organization). (2015). Irrigation in Southern and Eastern Europe. Rome: FAO Publications.
6. García, A., Smith, P., & Torres, M. (2013). Sedimentation management in agricultural reservoirs. **Agricultural Water Management**, 118, 55-62.
7. IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
8. Kondolf, G. M., & Podolak, K. (2014). Sustainable sediment management in reservoirs. **Water Resources Research**, 50(6), 5155–5170.
9. Lazaj, R., Gjokgji, A., & Duro, G. (2019). The role of reservoirs in agricultural water supply: A case study of Semani River Catchment. **Environmental Monitoring and Assessment**, 191(11), 702.
10. Ritchie, A., Baker, M., & Hooper, J. (2018). Climate change and irrigation in Albania. **Journal of Climate**, 31(4), 223-234.

11. Schleiss, A. J., Franca, M. J., Juez, C., & De Cesare, G. (2016). Reservoir sedimentation. *Journal of Hydraulic Research*, 54(6), 595-614.
12. Smith, T. E., & Wren, D. G. (2020). Advances in bathymetric surveying techniques for sediment accumulation studies. *Journal of Hydraulic Engineering*, 146(6), 04020025.
13. Vercruyssen, K., Grabowski, R. C., & Rickson, R. J. (2017). Suspended sediment transport dynamics in agricultural catchments. *Science of The Total Environment*, 598, 1249-1261.
14. Verstraeten, G., & Poesen, J. (2000). Estimating trap efficiency of small reservoirs and ponds: Methods and implications. *Progress in Physical Geography*, 24(2), 219-251.
15. Zhou, Y., Li, J., & Huang, Q. (2019). Water storage and sedimentation analysis in reservoirs of agricultural regions. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 145(3), 04019003.

Situata e temperaturave maksimale të ajrit në pikëpamjen e valëve të nxehtit përgjatë viteve të fundit në hapësirën gjeografike të lumenjve Vjosë dhe Seman

Anira Gjoni^{*1}, Alban Doko², Gazmir Çela³, Enkelejda Kucaj⁴ and Azem Bardhi⁵

^{1,3,4,5} Departamenti i Meteorologjisë, Instituti i Gjeoshkencave, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri.

²Departamenti i Hidrologjisë, Instituti i Gjeoshkencave, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri.

(*1) Autori i kontaktit: gjoni.anira@yahoo.com

Abstract – Në nivel global, modelet e temperaturës janë ndikuar ndjeshëm nga ndryshimet klimatike, të cilat gjithashtu kanë rritur frekuencën dhe ashpërsinë e valëve të nxehtit. Në këtë studim shkencor paraqiten rezultatet e një analize të thelluar mbi ecurinë e temperaturave maksimale të ajrit në pikëpamjen e valëve të nxehtit gjatë periudhës kohore 2020-2023 në hapësirën gjeografike të lumenjve Vjosë dhe Seman. Valët e nxehtit në disa rajone të botës përfshirë, Mesdheun dhe territorin e vendit tonë shkaktojnë pasoja të ndryshme në paraqitjen klimatike të një hapësire gjeografike po ashtu dhe pasojë në mjedisin social të atij vendi. Sipas përcaktimit zyrtar nga Organizata Botërore e Meteorologjisë, valët e nxehta janë ato periudha kohore kur temperatura maksimale ditore tejkalon me 5 ditë temperaturën maksimale të normës me 5°C.

Ne gjejmë një rritje të dukshme në frekuencën dhe intensitetin e periudhave të nxehta ekstreme përmes analizave të serive të dhënave klimatike dhe modeleve të simulimit. Analiza shkencore është bazuar tek të dhënat e Sistemi Kombëtar i Monitorimit Meteorologjik si burimi i vetëm kombëtar i ngarkuar me ligj për monitorimin e atmosferës dhe në Shqipëri në funksion të kërkimit të thelluar shkencor dhe operacionalitetit vendas. Gjithashtu në këtë studim shkencor janë përdorur produktet e përpunuara nga imazhet satelitore, kryesisht nga Copernicus si bazë e të dhënave plotësuese për arritjen e rezultateve më të mira shkencore. Plotësimi, harmonizimi dhe validimi i serive të dhënave dhe aplikimi i metodologjive për arritjen e rezultateve është zhvilluar nëpërmjet mjeteve të programimit dhe Sistemeve të Informacionit Gjeografik (GIS).

Valët e nxehtit në Shqipëri sidomos në hapësirën gjeografike të marrë në studim janë një proces i pranishëm dhe pasojat shfaqen jo vetëm nëpërmjet anomalive klimatike por dhe në rezervat ujore, nevojat për energji, etj. Parashikimet e ndryshimeve klimatike tregojnë se frekuenca dhe intensiteti i këtyre valëve ka të ngjarë të rritet në të ardhmen e afërt. Kontributi shkencor në njohjen më tej të kushteve klimatike të Shqipërisë kontribuon në zhvillimin e qëndrueshëm të një hapësire të caktuar. Sa më shumë të studiohen fenomenet meteorologjike siç janë valët e nxehtit aq më të përgatitur jemi në shfrytëzimin në të mira ekonomike të këtyre fenomeneve po ashtu dhe në mbrojtjen kundrejt tyre. Ky studim thekson rëndësinë e përshtatshmërisë dhe ndërtimit të elasticitetit.

Fjalë kyçe: – Valët e nxehtit, Sistemi Kombëtar i Monitorimit Meteorologjik, temperature ekstreme, periudha kohor.

Abstract – At the global level, temperature patterns have been significantly affected by climate change, which has also increased the frequency and severity of heat waves. This scientific study presents the results of an in-depth analysis on the progress of maximum air temperatures in terms of heat waves during the time period 2020-2023 in the geographical space of the Vjosë and Seman rivers. Heat waves in several regions of the world, including the Mediterranean and the territory

of our country, cause different consequences in the climatic presentation of a geographical space as well as consequences in the social environment of that country. According to the official definition by the World Meteorological Organization, heat waves are those time periods when the maximum daily temperature exceeds the maximum temperature of the norm by 5°C for 5 days.

We find a marked increase in the frequency and intensity of extreme hot spells through analyzes of climate data series and simulation models. The scientific analysis is based on the data of the National Meteorological Monitoring System as the only national source charged by law for monitoring the atmosphere and in Albania in function of in-depth scientific research and local operability. Also, in this scientific study, the processed products from satellite images, mainly from Copernicus, were used as a supplementary data base for achieving the best scientific results. Completion, harmonization and validation of data series and the application of methodologies for achieving results is developed through programming tools and Geographic Information Systems (GIS).

Heat waves in Albania, especially in the geographical area studied, are a present process and the consequences appear not only through climate anomalies but also in water reserves, energy needs, etc. Climate change projections indicate that the frequency and intensity of these waves are likely to increase in the near future. The scientific contribution to the further knowledge of the climatic conditions of Albania contributes to the sustainable development of a certain space. The more meteorological phenomena such as heat waves are studied, the more prepared we are in the economic use of these phenomena as well as in the protection against them. This study highlights the importance of adaptability and building resilience.

Keywords – Heat Waves, National Meteorological Monitoring System, extreme temperatures, time period

I. HYRJE

Valët e të nxehtit janë një fenomen meteorologjik që karakterizohet nga rritja e temperaturave të ajrit mbi mesataren për një periudhë të zgjatur. Ky fenomen, i cili ka ndodhur me rritje frekuence në vitet e fundit për shkak të ndryshimeve klimatike, ka një ndikim të thellë në shëndetin e njerëzve, mjedisin dhe ekonominë. Në shumë rajone, veçanërisht ato me klimë të ngrohtë, valët e të nxehtit kanë rezultuar në rritje të incidenteve të problemeve shëndetësore, dëme në kultivim dhe efekte negative në biodiversitetin lokal (Smith et al., 2020). Pellgjet lumore Vjosë dhe Seman përballen me ndryshime të konsiderueshme klimatike, të cilat ndihen veçanërisht në rritjen e temperaturave maksimale dhe frekuencën e valëve të të nxehtit. Kjo analizë do të shqyrtojë karakteristikat e valëve të të nxehtit, ndikimet e tyre në mjedis dhe shëndet, dhe do të ofrojë rekomandime për menaxhimin e tyre.

Valët e të nxehtit përbëjnë një aspekt të rëndësishëm të ndryshimeve klimatike dhe mund të kenë pasoja të rënda për shëndetin dhe mjedisin.

Temperaturat e larta shpesh arrijnë ose kalojnë 30°C, ndonjëherë duke arritur nivele edhe më të larta, varësisht nga konteksti klimatologjik. Një valë e të nxehtit mund të zgjasë disa ditë ose javë, duke sjellë ndikime të mëdha në shëndetin e njerëzve, biodiversitetin dhe infrastrukturën. Valët e të nxehtit rrisin rrezikun e problemeve shëndetësore, si dehidratimi dhe goditjet nga nxehtësia, duke përkeqësuar gjithashtu kushtet e ekzistuar shëndetësore. Ato mund të shkaktojnë thatësira, të dëmtojnë kulturat bujqësore dhe të ndikojnë negativisht në ekosistemet natyrore. Shkaktohen shpesh nga ndryshime atmosferike, si presioni i ulët që ndihmon në kapjen e ajrit të nxehtë mbi një rajon të caktuar.

Përkufizimi i valëve të të nxehtit ndryshon në varësi të rajonit dhe organizatës meteorologjike. Sipas Organizatës Botërore Meteorologjike (WMO), një valë e të nxehtit

përkufizohet si një periudhë e caktuar (zakonisht të paktën 3 deri në 5 ditë të njëpasnjëshme) me temperatura ndjeshëm më të larta se mesatarja klimatologjike për një rajon të caktuar. Organizata përkufizon një valë të të nxehtit si një periudhë me temperatura që kalojnë një prag të caktuar, të përcaktuar sipas kontekstit lokal.¹

Zyrat kombëtare të meteorologjisë përdorin pragje të ndryshme për të përkufizuar valët e të nxehtit. Për shembull, Met Office në Mbretërinë e Bashkuar e përkufizon: “Vala e të nxehtit është një periudhë e zgjatur e motit të nxehtë në krahasim me kushtet e pritshme të zonës në atë periudhë të vitit, e cila mund të shoqërohet me lagështi të lartë”². Në SHBA, NOAA e përkufizon si një periudhë të paktën 3 ditë rresht me temperatura maksimale mbi një prag të caktuar, zakonisht mbi 32.2°C (90°F).³ Në përkufizimet më specifike rajonale, këto kritere mund të ndryshojnë në varësi të klimës lokale. Kjo analizë thekson rëndësinë e njohjes dhe menaxhimit të valëve të të nxehtit për të minimizuar ndikimet negative në shëndetin e njerëzve dhe mjedisin.

Valët e të nxehtit krijohen si rezultat i një kombinimi faktorësh atmosferikë dhe klimatologjikë. Një nga faktorët kryesorë është ndarja e presionit atmosferik, ku sistemet e presionit të lartë krijojnë kushte stabiliteti atmosferik, duke lejuar akumulimin e ajrit të ngrohtë mbi një rajon të caktuar (Smith et al., 2020). Gjatë periudhave të ngrohta, dielli ndihmon në ngrohjen e sipërfaqes së tokës dhe të ajrit. Kur nuk ka reshje ose re që mbulojnë diellin, energjia e tij absorbohet direkt nga toka, duke rritur temperaturat e ajrit (Jones & Roberts, 2019).

Mungesa e lagështisë është një tjetër faktor i rëndësishëm; në kushte të thata, nxehtësia e akumuluar në tokë nuk çlirohet aq shpejt, pasi lagështia e ulët redukton efektin e ftohjes përmes avullimit (Kumar et al., 2021). Ciklet e ajrit gjithashtu ndikojnë në shpërndarjen e nxehtësisë. Në një valë të të nxehtit, këto cikle mund të jenë të dobëta, duke shkaktuar akumulimin e ajrit të ngrohtë në nivele të ulëta.

Rajonet gjeografike, siç janë fushat dhe shkretëtirat, ndihmojnë në krijimin e kushteve ideale për valët e të nxehtit. Disa zona janë më të prirura për të mbajtur temperaturat e larta, duke kontribuar në intensifikimin e valëve (Smith et al., 2020). Ndryshimet klimatike gjithashtu kanë një ndikim të rëndësishëm, duke bërë që valët e të nxehtit të ndodhin më shpesh dhe të jenë më intensive (Kumar et al., 2021).

Këto mekanizma bashkëveprojnë për të krijuar kushte që lejojnë akumulimin dhe mbajtjen e ajrit të ngrohtë, duke rezultuar në periudha të gjata me temperatura të larta.

1.1. Valët e të Nxehtit si Rrezik Natyror

Valët e të nxehtit përbëjnë një rrezik natyror të rëndësishëm për shkak të ndikimeve të tyre në shëndetin e njerëzve, ekonominë dhe mjedisin. Ato rrisin rrezikun e problemeve shëndetësore, si dehidratimi, që ndodh kur temperatura e lartë rrit nevojën për ujë; mungesa e ujit mund të çojë në gjendje kritike, si goditjet nga nxehtësia, që janë potencialisht vdekjeprurëse. Individët me sëmundje kronike, si sëmundjet kardiovaskulare, janë më të rrezikuar gjatë këtyre periudhave (Smith et al., 2020).

Në aspektin ekonomik, valët e të nxehtit shkaktojnë pasoja të konsiderueshme, përfshirë dëmtimin e kulturave bujqësore dhe humbjen në prodhim, si dhe rritjen e kërkesës për energji për klimatisimin e ambienteve, që ngarkon rrjetet energjitike dhe mund të çojë në ndërprerje të energjisë (Kumar et al., 2021). Në mjedis, ato shkaktojnë efekte negative si thatësitrat, të cilat ndihen veçanërisht në burimet e ujit, duke vënë në rrezik ekosistemet natyrore, përfshirë pyjet

¹ WMO (<https://wmo.int/>)

² MET Office (<https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/types-of-weather/temperature/heatwave>)

³ NOAA (<https://www.noaa.gov/>)

dhe pellgjet, si dhe biodiversitetin (Jones & Roberts, 2019). Ndryshimet klimatike po kontribuojnë në rritjen e frekuencës dhe intensitetit të valëve të të nxehtit, duke e bërë menaxhimin e efekteve negative më të vështirë dhe duke rritur rrezikun për popullatën, ndërsa mungesa e përshtatjes, veçanërisht në zonat me klimë të butë, e bën situatën më të komplikuar.

Për këto arsye, valët e të nxehtit konsiderohen një rrezik natyror që kërkon vëmendje dhe masa të përshtatshme për të minimizuar pasojat e tyre.

II. METODOLOGJIA

Qëllimi i këtij studimi është të analizohet situata e temperaturave maksimale të ajrit dhe frekuenca e valëve të të nxehtit në hapësirën gjeografike të lumenjve Vjosë dhe Seman, me fokus në identifikimin e trendeve dhe ndikimeve eventuale negative që ato kanë. Analiza e të dhënave klimatike është një hap i rëndësishëm për këtë studim, i cili do të grumbullohet nga stacionet meteorologjike lokale që ofrojnë informacion të detajuar mbi kushtet atmosferike në rajonin e lumenjve.

Këto stacione regjistrojnë temperatura, lagështinë, presionin atmosferik dhe faktorë të tjerë klimatikë në kohë reale. Analiza do të përfshijë një periudhë 4-vjeçare nga viti 2020 deri në vitin 2023, e zgjedhur për të identifikuar tendencat dhe ndryshimet në temperaturat maksimale të ajrit dhe frekuencën e valëve të të nxehtit gjatë viteve të fundit në vendin tonë.

Duke analizuar një periudhë më të gjatë, do të jetë e mundur të vlerësohen jo vetëm ngjarjet e veçanta të valëve të nxehtit, por edhe ndryshimet sezonale dhe vit pas viti që mund të tregojnë efektet e ndryshimeve klimatike.

Në këtë studim, do të vlerësohet temperatura maksimale si treguesi kyç për identifikimin e valëve të të nxehtit, si dhe frekuenca e valëve të të nxehtit për të përcaktuar numrin e rasteve që ndodhin brenda periudhës së studimit, për të vlerësuar tendencat në rritjen e tyre.

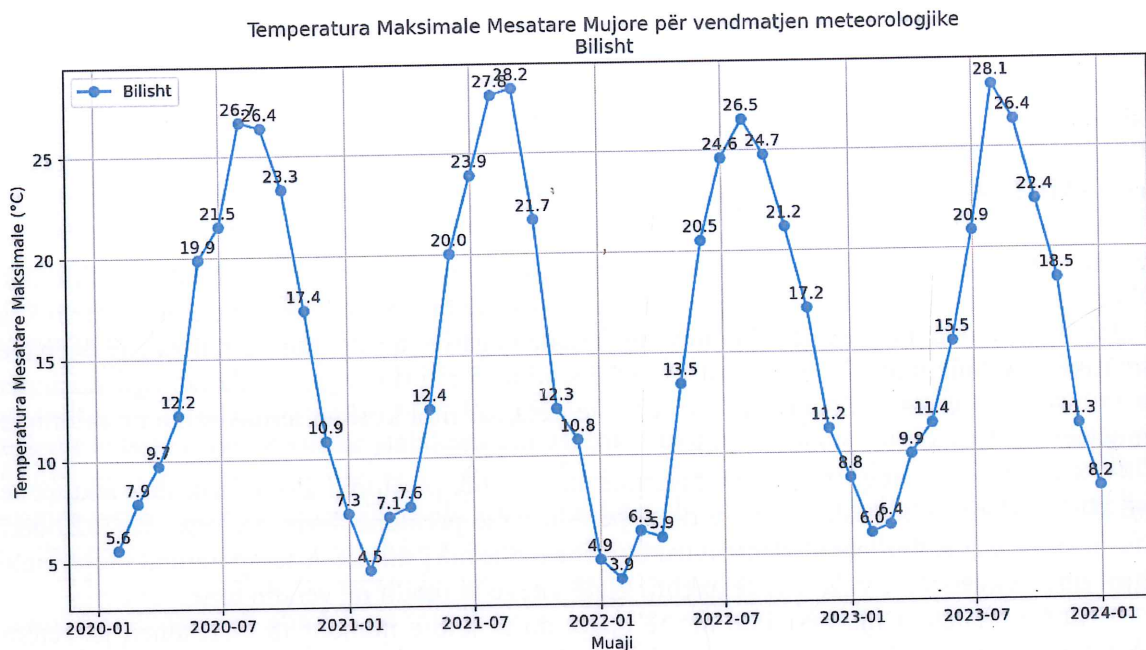
Për të identifikuar trendet dhe modelet e temperaturave maksimale, do të përdoren statistikatat përshkruese, të cilat përfshijnë llogaritjen e mesatareve vjetore të temperaturave maksimale për të parë ndryshimet në periudha të ndryshme dhe përdorimin e anomalive për të vlerësuar variabilitetin e temperaturave dhe për të identifikuar periudhat me rritje të papritur.

Duke integruar të dhënat klimatike me metodat statistikore, ky hulumtim ofron një pasqyrë të thellë mbi situatën e temperaturave maksimale të ajrit dhe frekuencën e valëve të të nxehtit, duke kontribuar në një kuptim më të mirë të sfidave klimatike që përballen lumenjtë dhe rajonet përreth tyre.

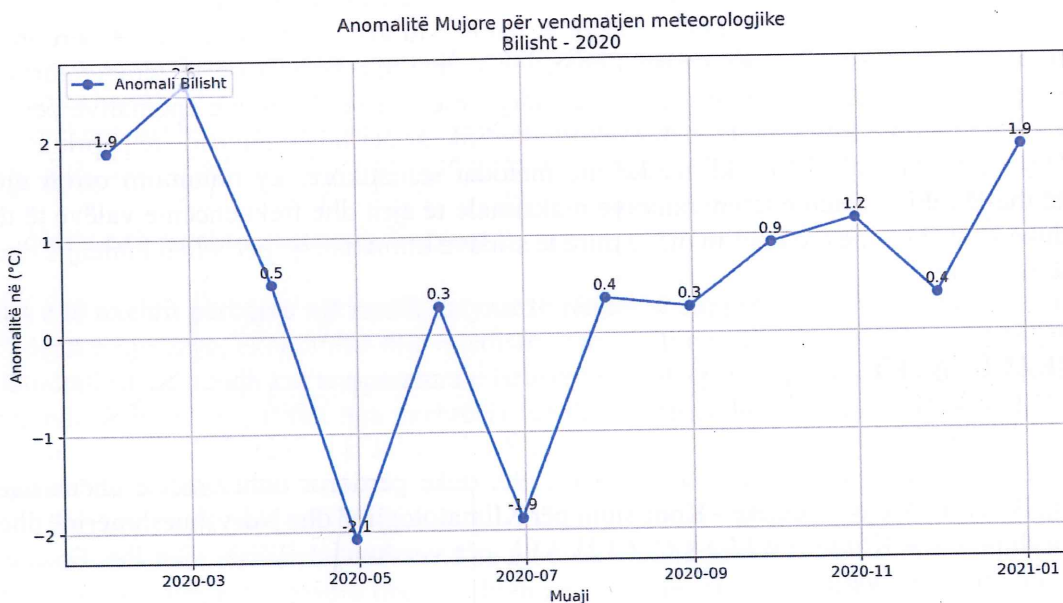
III. REZULTATET

Analizimi i të dhënave ditore të temperaturës së ajrit për periudhën 2020-2023 krahasuar me standardet dhe normën referuese të viteve 1961-1990, duke përdorur udhëzimet e dhëna nga Organizata Botërore Meteorologjike - Komisioni për Klimatologjinë dhe Ndryshueshmërinë dhe Parashikueshmërinë e Klimës (WMO-CCI/CLIVAR), për vendmatjet Bilisht, Dardhë, Ersekë, Korçë, Vlorë dhe Voskopojë.

Për vendmatjen Bilisht sipas analizës së të dhënave na rezulton se temperatura mesatare maksimale ka ardhur në rritje në 4 vitet e fundit.

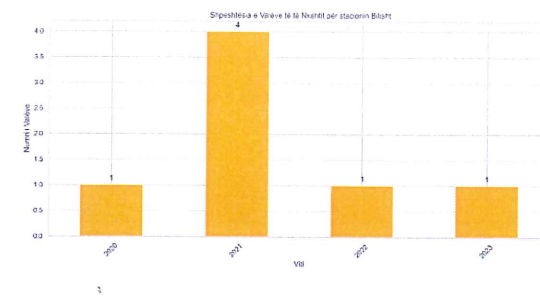
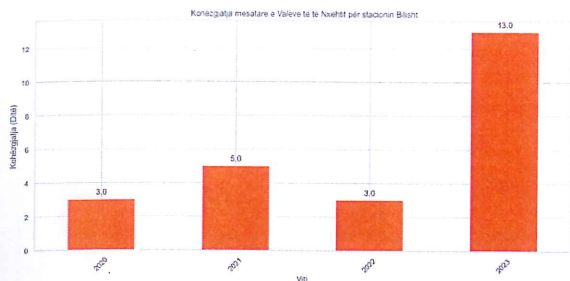


Sipas analizës së anomalive na rezultojnë muaj me anomali përgjatë gjithë katërvjecarit të marrë në studim, për të gjitha vendmatjet:

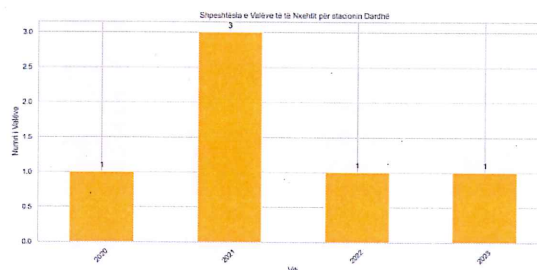
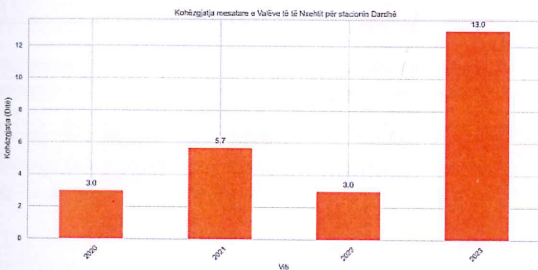
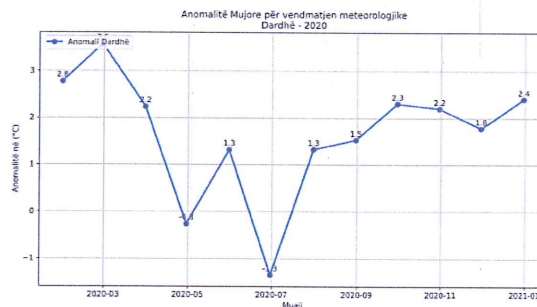
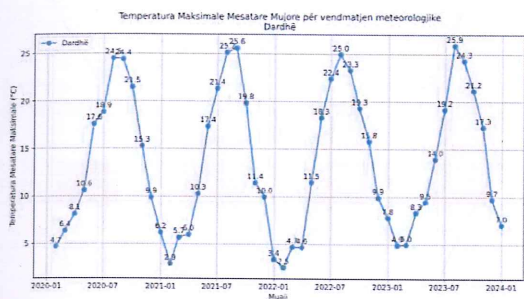


Kohëzgjatja mesatare e Valëve të të nxehtit ka ardhur në rritje ashtu si dhe shpeshtësia e ndihisë së këtyre valëve të të nxehtit.

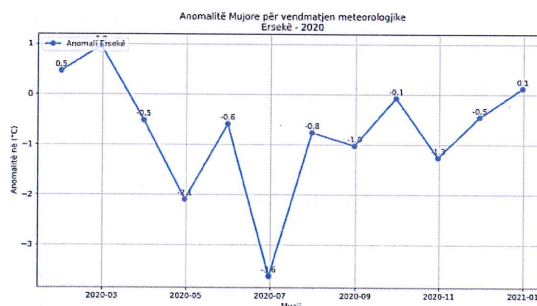
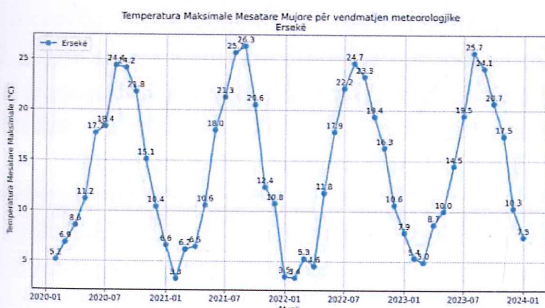
atare



Vendmatja meteorologjike Dardhë

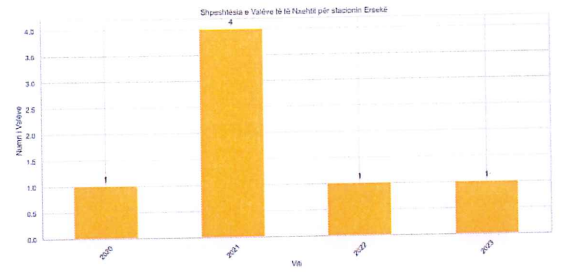
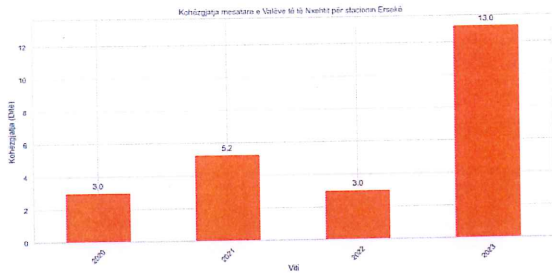


Vendmatja meteorologjike Ersekë

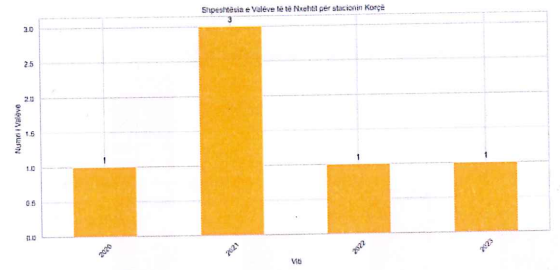
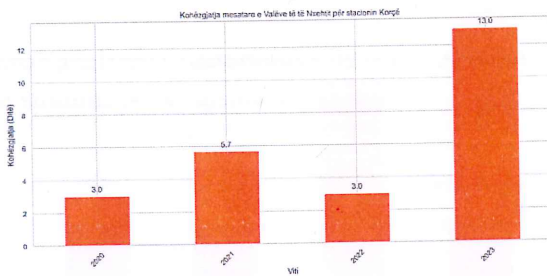
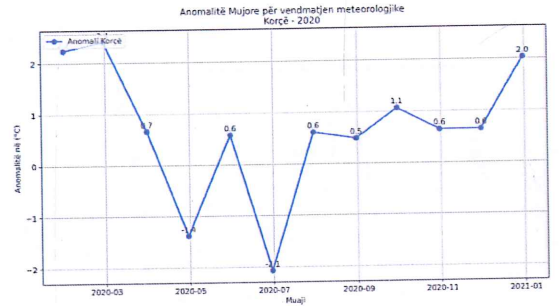
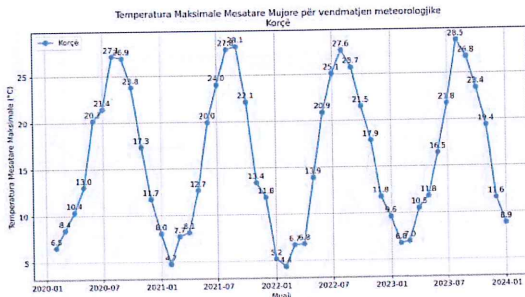


marrë

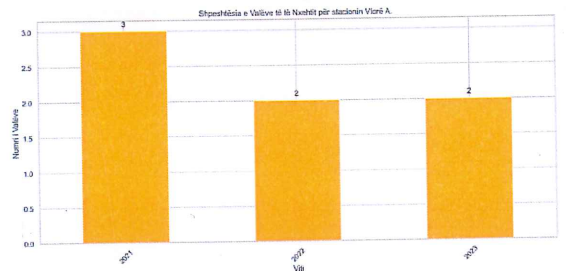
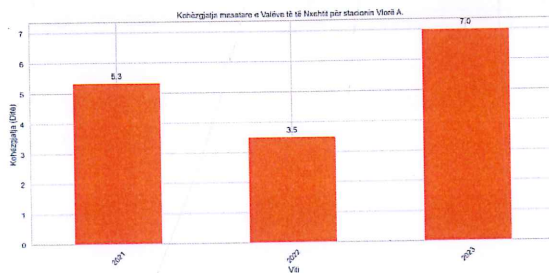
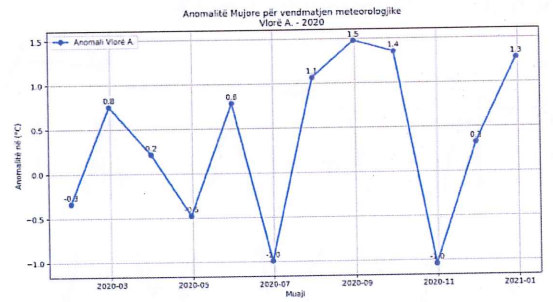
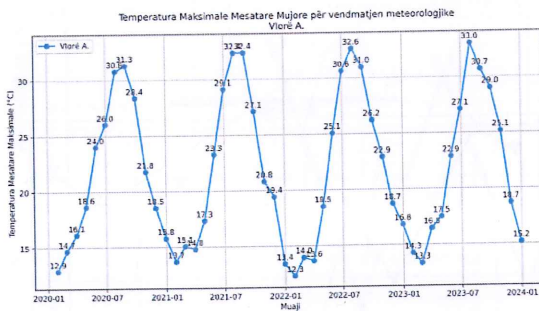
didhisë



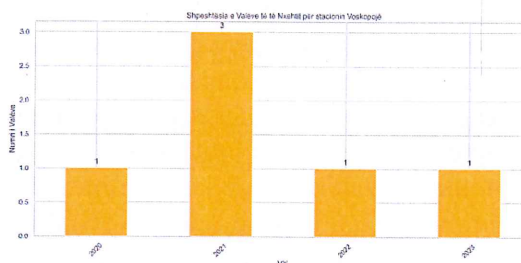
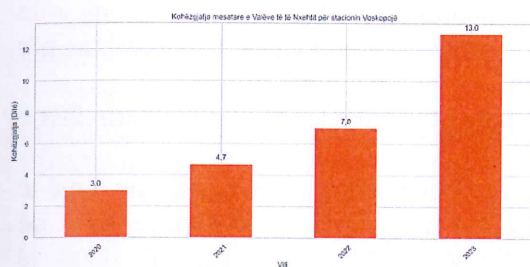
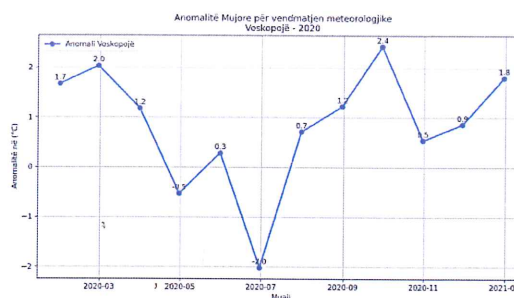
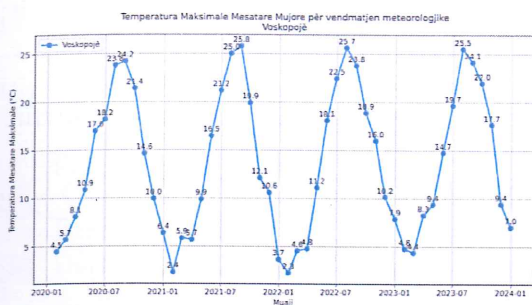
Vendmatja meteorologjike Korçë



Vendmatja meteorologjike Vlorë



Vendmatja meteorologjike Voskopojë



IV. DISKUTIME

Ndikimet në mjedis nga temperaturat ekstreme janë shumë të theksuara dhe ndihen në disa aspekte kryesore. Në bujqësi, temperaturat e larta ndikojnë drejtpërdrejt në prodhimin bujqësor, duke ulur rendimentet e kulturave si gruri dhe misri dhe duke rritur kërkesën për ujë. Kjo është veçanërisht problematike në zona që tashmë kanë burime të kufizuara uji.

Ekosistemet ujore gjithashtu përballen me sfida të mëdha, pasi rritja e temperaturave ndikon në cilësinë e ujit. Kjo shkakton rritjen e algave, që dëmton biodiversitetin dhe jetën akvatike, duke penguar ushqimin dhe habitet e shumë specieve. Biodiversiteti në përgjithësi është nën kërcënim nga ndryshimet klimatike dhe valët e të nxehtë, duke rrezikuar habitatet e shumtë të specieve lokale. Kjo çon në zhdukjen e disa llojeve dhe shkatërrimin e ekosistemeve të ndjeshme, që janë të rëndësishme për ekuilibrin ekologjik. Për më tepër, nxehtësia ekstreme rrit rrezikun e fatkeqësive të tjera si thatësitat dhe zjarret, duke kontribuar në një rritje të vdekjeve të lidhura me motin dhe duke prekur më shumë grupet e cënueshme si të moshuarit dhe punëtorët që punojnë në natyrë. Këto ndikime të shumta tregojnë se temperaturat ekstreme janë një sfidë serioze për mjedisin dhe shëndetin e ekosistemeve globale.

Temperaturat e larta të ajrit kanë një ndikim të rëndësishëm në shëndetin e njeriut, duke përkeqësuar sëmundjet si ato të frymëmarrjes, kardiovaskulare, diabetin dhe problemet e veshkave. Valët e të nxehtë, varësisht nga intensiteti dhe kohëzgjatja, mund të shkaktojnë sëmundje si ngërçe dhe goditje nga nxehtësia. Edhe ndryshimet e vogla në temperatura mund të rrisin shkallën e sëmundjeve dhe vdekshmërisë, sidomos për ata me kushte shëndetësore ekzistuese.

Nga ana ekonomike, valët e të nxehtë sjellin pasoja të mëdha, duke shkaktuar emergjencë shëndetësore dhe humbje të kapacitetit të punës. Mungesa e energjisë elektrike, e shoqëruar shpesh nga këto valë, dëmton infrastrukturën shëndetësore, transportin dhe sistemin e ujit. Në aspektin mjedisor, nxehtësia ekstreme rrit rrezikun e fatkeqësive si thatësitat dhe zjarret, duke ndikuar më shumë në grupet e cënueshme si të moshuarit dhe punëtorët në natyrë.

Cilësia e ajrit gjithashtu përkeqësohet gjatë ditëve të nxehta për shkak të ndotjes dhe prodhimit të ozonit në nivelin e tokës. Bujqësia ndjen pasojat e temperaturave të larta, duke ulur rendimentet e kulturave që kanë nevojë për kushte më të freskëta. Gjithashtu, valët e të nxehtit ndikojnë negativisht në blegtori, duke shkaktuar stres në bagëtinë dhe reduktuar prodhimin e qumështit dhe normat e konceptimit.

Shto disa diskutime se pse ka ndryshime në numrin e ditëve – frekuencën apo intensitetin e valëve të të nxehtit në zonën e hulumtuar.

V. PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME

Situata e temperaturave maksimale të ajrit dhe frekuencës së valëve të të nxehtit në zonën e lumenjve Vjosë dhe Seman paraqet një sfidë të madhe për mjedisin, bujqësinë dhe biodiversitetin. Njohja e këtyre ndikimeve dhe zbatimi i masave të duhura janë të nevojshme për të siguruar një të ardhme të qëndrueshme për këtë rajon.

Vendos disa nga rezultatet e nxjerra për analizën e paraqitur duke krahasuar me periudhat e mëparshme. Sa është numri i ditëve

Politikat e qëndrueshme janë thelbësore për adaptimin ndaj klimës dhe zhvillimin e një të ardhmeje më të sigurt. Këto politika përfshijnë strategji të menaxhimit të burimeve ujore që synojnë të optimizojnë përdorimin e ujit në bujqësi dhe të reduktojnë humbjet për shkak të thatësirave dhe valëve të nxehtit. Promovimi i praktikave bujqësore të qëndrueshme, si përdorimi i teknikave të kulturave që përmirësojnë strukturën e tokës dhe rrisin efikasitetin e ujit, është gjithashtu i rëndësishëm për të siguruar rendimente të qëndrueshme në kushte ekstreme klimatike.

Investimi në monitorimin e klimës dhe hulumtimin për ndikimet e saj në mjedis është kyç për të parashikuar dhe menaxhuar efektet e ardhshme. Kjo përfshin mbledhjen e të dhënave në kohë reale për temperaturat, lagështinë dhe cilësinë e ujit, si dhe studimin e ndryshimeve në biodiversitet dhe ekosisteme. Informacioni i saktë dhe i përditësuar ndihmon në krijimin e politikave të përshtatshme dhe reaktive ndaj kushteve të reja klimatike.

Planifikimi urban luan një rol të rëndësishëm në ndërtimin e infrastrukturës që është e qëndrueshme ndaj klimës. Kjo përfshin krijimin e hapësirave të gjelbra dhe zonave ftohjeje që ndihmojnë në uljen e temperaturave urbane dhe përmirësimin e cilësisë së ajrit. Një infrastrukturë e tillë kontribuon në adaptimin ndaj kushteve të nxehta dhe rrit qëndrueshmërinë e qyteteve përballë ndryshimeve klimatike.

Kritja e ndërgjegjësimit në nivel lokal mbi ndikimet e valëve të të nxehtit dhe masat e mundshme për adaptim është thelbësore për ruajtjen e ekosistemeve. Edukimi i komuniteteve për mënyrat se si mund të reagojnë ndaj kushteve ekstreme dhe të minimizojnë efektet negative është një komponent i rëndësishëm i strategjive të adaptimit. Kjo përfshin organizimin e trajnimeve dhe workshop-eve që ndihmojnë njerëzit të kuptojnë rreziqet dhe të zhvillojnë praktika të përshtatshme për menaxhimin e burimeve natyrore dhe ruajtjen e shëndetit të ekosistemeve..

REFERENCA

- [1] Kumar, A., et al. (2021). Impact of Climate Change on Health and Environment. Environmental Studies Journal.
- [2] Smith, J., et al. (2020). Heatwaves: A Global Perspective. Journal of Climate Research.
- [3] Jones, A., & Roberts, B. (2019). Statistical Modeling of Heatwaves and Their Impacts. Environmental Research Letters.

- [4] Jones, A., & Roberts, B. (2019). Statistical Modeling of Heatwaves and Their Impacts. Environmental Research Letters.
- [5] Gjoni, A., (2023). "Impacts of climate change in the meteorological conditions during the period 2022 in Albania", ICED2023, DOI:10.1051/e3sconf/202343602008
- [6] Kovats, R.S., B. Mennie, A.J. McMichael, C. Corvalan and R. Bertollini, 2000, Climate change and human health: Impact and adaptation, World Health Organization (WHO), 47 pp.
- [7] Clarke, J.F. 1972, Some effects of the urban structure on heat mortality, Environmental Research, 5: 93-104.
- [8] Darling, A, 2000, Heat Wave: A Major Summer Killer, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce
- [9] Ellis, F.P. 1976, Heat wave deaths and drugs affecting temperature regulation, British Medical Journal, 2(6033):474.
- [10] EEA Report / No.1, 2017, Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 An indicator-based report
- [11] The environmental, economic and social impacts of climate change in Greece, June 2011
- [12] Albania (2018). National Strategy of Water Resources Integrated Management 2018– 2027. URL: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/alb181221.pdf>
- [13] UNDP (2016). Risk-Proofing the Western Balkans. URL: http://hdr.undp.org/sites/default/files/risk_proofing_the_western_balkans.pdf
- [14] IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems, 2021.
- [15] Alfieri, L., Burek, P., Feyen, L., and Forzieri, G.: Global warming increases the frequency of river floods in Europe, Hydrol. Earth Syst. Sci., 19, 2247–2260, <https://doi.org/10.5194/hess-19-2247-2015>, 2015.
- [16] Gago et al. 2013; Taha 1997; Kovats and Akhtar (2008); RomeroLankao (2010); Ranger et al. (2010); Zimmerman and Faris (2010); Brundrit and Cartwright (2012); Harris et al. (2012).
- [17] Douglas et al. (2008); Dodman and Satterthwaite (2008); Wilhelmi and Hayden (2010); Romero-Lankao (2010); Kabisch et al. (2015); Qin et al. (2015); Roy et al. (2016).
- [18] Lindley et al. (2006); Grunthal et al. (2006); Hallegatte et al. (2007); Hunt and Watkiss (2011); Hallegatte et al. (2011a); Hallegatte et al. (2011b); Walsh et al. (2013); Hallegatte et al. (2013); Revi et al. (2014).
- [19] MET Office (<https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/types-of-weather/temperature/heatwave>)
- [20] NOAA (<https://www.noaa.gov/>)
- [21] WMO (<https://wmo.int/>)

Seanca e Dytë / Second Session

Data Processing of Monthly Precipitation and Related Errors Impact on SPI Final Outputs

Petrit Zorba^{*1}, Elsuida Hoxha²

¹ Department of Meteorology, Institute of Geoscience, Polytechnic University of Tirana, Tirana, Albania

² Grove School of Engineering, The City College of New York, NY 10031, United States of America

(*1) Corresponding author: p.zorba@geo.edu.al

Abstract – In this paper, the main objective is to present the impact of different time frames caused by non-equal month day number that influences the base series of data precipitation and consequently the final output of SPI index values provided by applying different models used for such purposes. Considering the climate characteristics of the Mediterranean Climate and the Continental Humid Climate by using different meteorological station data is attempted to find out the differences that exist between different length of month based to the Gregorian calendar and the new approach by using data referring to the same 31 days length for all months by doing the appropriate modification. The problem is analyzed not only in the context of time differences but also in the values of amount of precipitation that are modified when time frame changes. The main objective is related with the fact that the final SPI index values processed by the new methodology applied on data base jumps up and down by one category the SPI values, by getting such change on 5% to 7% of the whole data outputs. Those significates change impact the right evaluation of wet or drought periods and has to be take in consideration. In other side the conclusion, lead to necessity for further modification in the SPI assessment methodology for drought or wet periods.

Keywords – Drought, SPI index, SPI errors, meteorology, Albania.

Abstrakt - Në këtë punim, objektivi kryesor është të paraqesë ndikimin e dritareve të ndryshme kohore të shkaktuara nga numri jo i barabartë i ditëve të muajve, që ndikojnë në serinë bazë të të dhënave të reshjeve dhe rrjedhimisht në produktet përfundimtare të vlerave të treguesit të TRS (SPI) të ofruara, duke aplikuar modele të ndryshme që përdoren për qëllime të tilla. Duke marrë parasysh karakteristikat e klimës mesdhetare dhe klimës së lagësht kontinentale si dhe duke përdorur të dhëna të ndryshme të stacioneve meteorologjike është bërë një përpjekje për të zbuluar ndryshimet që ekzistojnë si pasojë e gjatësive të ndryshme të muajve bazuar në kalendarin Gregorian dhe një qasje të re duke përdorur të dhëna që i referohen të njëjtës kohëzgjatje me 31 ditë për të gjithë muajt, natyrisht pasi janë bërë modifikimet e duhura. Problemi analizohet jo vetëm në kontekstin e diferencave kohore, por edhe në vlerat e lartësisë së reshjeve që modifikohen kur ndryshon periudha kohore. Objektivi kryesor lidhet me faktin që vlerat përfundimtare të indeksit TRS (SPI) të përpunuara nga metodologjia e re e aplikuar në bazën e të dhënave me vlerat e reshjeve mujore kërcejnë lart e poshtë me nga një kategori në vlerat e SPI. Në tërësi merret një ndryshim nga 5% deri në 7% të të gjithë të dhënave përfundimtare. Këto ndryshime të rëndësishme ndikojnë në vlerësimin e drejtë të periudhave të lagështa ose të thatësirës dhe ndaj duhet të merren parasysh. Nga ana tjetër, këto përfundime të drejtojnë drejt domosdoshmërisë së modifikimit të mëtejshëm të metodologjisë së vlerësimit të TRS (SPI) për periudhat e lagështa ose ato me thatësi.

Fjalë kyçe: Thatësi, Treguesi TRS, gabimet e TRS, meteorologji, Shqipëria.

I. INTRODUCTION

Different types of errors are analyzed in scientific papers^{10,11,12,14} related to the final SPI output values provided by using different models (software), different length of data series, change suggested in the methodology, etc., but only one fundamental aspect is never checked and analyzed in the literature as published until nowadays; that related to data base series of precipitation provided by months with different time frame. Of course, all studies use the Gregorian calendar as base of analysis for any type of statistical analysis or other purpose, but let's say forget that different time length of the different months which incorporate also different values of analyzed element whatever it is. In such context this paper is focused on the field of meteorology and especially how the difference of such time frame between various months is reflected on the amount of precipitation and consequently further in the final SPI values.

II. MATERIALS AND METHOD

Methodology and Data base elaboration consist in analyzing the monthly and daily data of meteorological stations part of different type of climate, in Albania characterized by Mediterranean Climate and Central Park of NY in USA, part of Continental Humid Climate, observed in conformity with WMO standards. Other than that, the lengthiest data series of monthly precipitation of 154 years for Central Park station (1869-2022) is processed for a deep analysis related to the main objective of this study – impact of different length of the various months in precipitation amount and SPI final output. For the SPI evaluation is used the RDIT model⁵.

III. RESULTS

Mediterranean Climate - It should be taken into consideration the fact that during a year in the conditions of the "Mediterranean Climate" of Albania, but not only, a number of days with precipitation above the 0.1 mm threshold of 90 to 140 days or about 25 to 38% of the time are recorded yearly (according to the Climatic Atlas of Albania¹⁵). As for days with precipitation over ≥ 10.0 mm, these values range from 30 to 80 days per year, or expressed as a percentage from 9% to 22% of the annual time.

Moreover, this number of rainy days has a non-homogeneous distribution during the year. In the following, table No.1 shows the distribution by month of the indicator of the number of days with rain over the territory of Albania, where it is evident that the months of the cold period have higher values, while those of the warm period have lower values. So, in a month with 31 days such as December or January, there is a possibility of rainy days on 10-11 days or 30% of the monthly time, while in July and August this is recorded in 3 to 4 days or around 10% of the monthly time.

Table 1. The index of rainy days number over the threshold 0.1mm in Albanian territory.

Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Average of rainy days number	10.2	9.9	10.3	10.2	8.0	6.0	3.9	4.2	5.5	7.8	11.0	11.2

Without further ado, we also take into consideration the amount of observed rainfall, which is also different from month to month. However, if we take into consideration the absolute maximum values of 24-hour (daily) precipitation, they in themselves mark a size that, compared to the annual values on a national scale, constitutes a value from 13 to 31% in certain cases, or compared to the month where they occurred constitute values that fluctuate in quite wide limits from 61% as an average of all cases (220 measurement sites) to 607% as a special case, as this is reflected below in table No.2.

Table 2. Presentation of the cases with the maximum absolute 24-hour rainfall values (referred to 220 meteorological measurement sites) for the period 1961-1990 in (mm) and in (%), for the territory of Albania, their average values for each month on a national scale, as well as average values of maximum absolute precipitation for all measurement sites by month and year given in (mm) and in (%).

Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Annual
R. Max. Abs. ²⁴ (mm)	278.6	272.8	214	228.7	232.3	183.5	136.5	312.5	330.5	382	332.3	420.4	420.4
R. Max. Abs. ²⁴ (% / month)	177%	198%	169%	203%	261%	302%	363%	607%	391%	287%	170%	231%	31%
R. ave. Monthly (mm)	157.3	137.5	126.7	112.6	88.9	60.7	37.6	51.5	84.5	133	195.6	181.7	1362.9
Ave. R. Max. Abs. ²⁴ . (mm)	106.1	95.4	85.5	78.6	80.8	70.9	56.7	77.3	100.8	141.2	134.9	110.3	171.9
Ave. R. Max. Abs. ²⁴ . (% / mon.)	67%	69%	67%	70%	91%	117%	151%	150%	119%	106%	69%	61%	13%

This information regarding the importance that a day can have as a duration or a value in itself of a day's rainfall, of course directly or indirectly shows the weight that a duration of a day (24 hours) with rainfall has, which with the value it carries, it can be decisive in quite a few cases in the monthly total of precipitation, which will then serve as an "input" in the calculation of the SPI indicator. Of course, when the difference is more than one day i.e. 2 or 3 days then it is understandable that the importance and weight of the impact is magnified by doubling or tripling. This is even more so when it comes to the month of February, which coincides with the winter season and the period with more precipitation in reference to the Albanian or Mediterranean Climate.

For a general idea how is the ongoing of atmospheric precipitation during the months for Albania and CPNY meteorological station in the figure No.1 are presented graphically all the respective data, showing a clear change during the summer time for Albania - Mediterranean Climate, where are observed less rain and in other side the maximum amount of precipitation for that of CP NY, USA part of Continental Humid Climate.

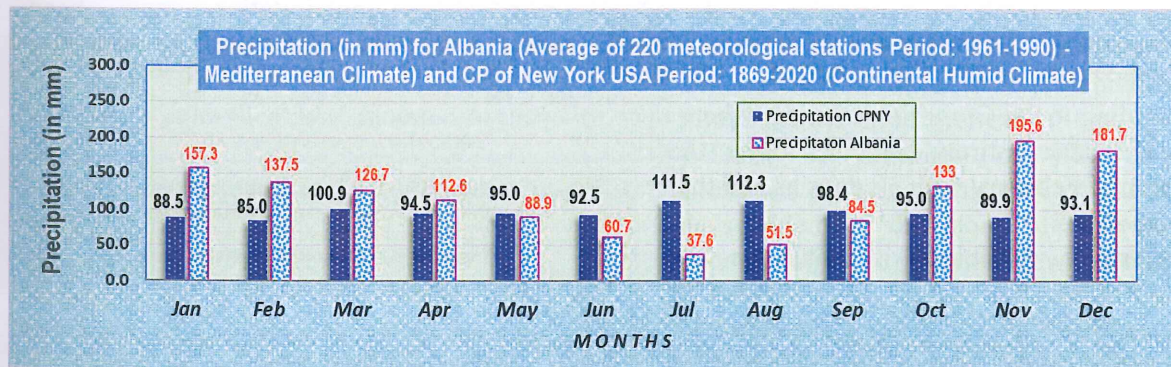


Fig. 1 Monthly Precipitation (in mm) Comparison: Albania (1961-1990) vs. Central Park, New York (1869-2020)

Continental Humid Climate - As for February 29 of the leap year, it is good to consider a station with a long series of meteorological observations. Therefore, in a detailed analysis of the data of the meteorological station "Central Park", NY, it was found that for a long period of observations of 154 years (1869-2022), 37 years turn out to be leap years, where 13 of them have rainfall values registered, or 35% of cases. Actually, there should have been 38, but the year 1900 which should have been a leap year (the month of February with 29 days) due to a correction provided by a rule (where any year that is fully divisible by 4 is a leap year, except of years that are divisible by 100, but these century years are leap years in that they are divisible by

400. For example, the years 1700, 1800 and 1900 are not leap years, but the years 1600 and 2000 are leap years) that is a normal year with the month of February having 28 days.

It should also be said, based on an analysis of the entirety of a series of 154 years of data from the said meteorological station "Central Park", NY, that if we would add to 28 days of the month of February the 3 following days, which correspond to the month of March, to make it a month with 31 days, a different situation of monthly rainfall values will result for February. We must know and say that these days, each separately, are characterized by precipitation in about 36% of cases (referred to the 154-year series), so then for 3 additional days of time there would almost certainly be an average of one day plus with precipitation for every year, for this "new month" of February, composed by 31 days.

Three days with or without rain, added to a month of February with 28 days, to make it 31 days, can of course be associated with a certain probability; or if we assume 50 to 50, but of course we must know that there are also cases when rainfall can have quite high values and then the situation changes. However, the judgment should not be limited only to this element, since three "added" or "missing" days, in the series with data according to months, are also associated with certain values of air and soil temperatures, wind, solar radiation, evaporation, etc., which obviously cannot fail to have their influence on the humidity or drought situation and the respective indicators calculated afterward. Although to a lesser extent than the case when we treat the month of February with two or three days difference with other months with 31 days, even months with 30 days have a direct or indirect impact due to a change with a duration of one day versus months with 31 days, due to the prevailing weather situations in these days

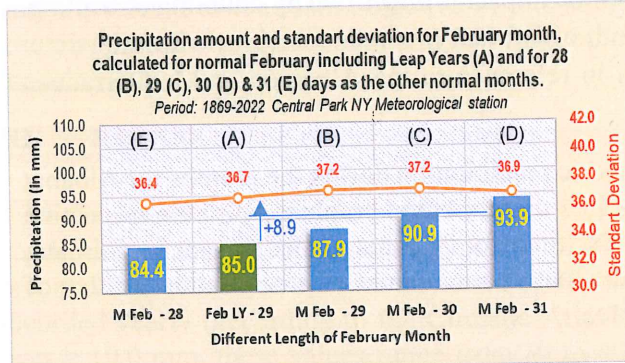


Fig. 2 Precipitation and Standard Deviation for February with Varying Lengths (Central Park, NY: 1869-2022)

according to the Gregorian calendar where once in 4 years the month is with 29 days, the month of February entirely with 29 days, the month of February with 30 days as and that on 31 days.

A small variability is noted in the standard deviation values. Even the day 29 February for the leap year reflect an impact in the quantity of precipitation when is compared a February with only 28 days and the normal February with one day plus for the cases of leap years, as presented on the graph of figure Nr.2.

An increase of +8.9 mm in the value of precipitation can be clearly distinguished when going from a month of February with 28 days (considering the leap years when it has 29 days once in 4 years), to that with 31 days or expressed in %, this change amounts to about +10.5%, as shown in the graph given in figure No.3.

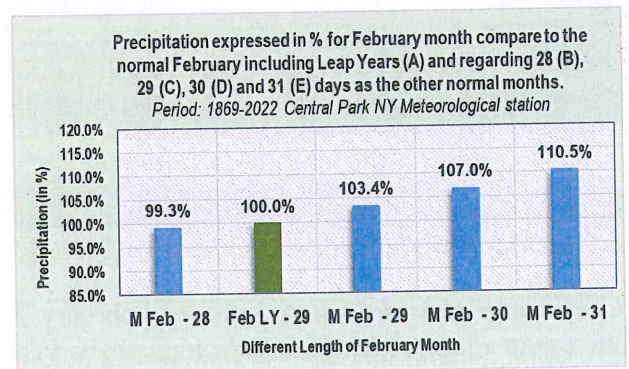


Fig. 3 Precipitation Percentage Comparison for February with Varying Lengths (Central Park, NY: 1869-2022)

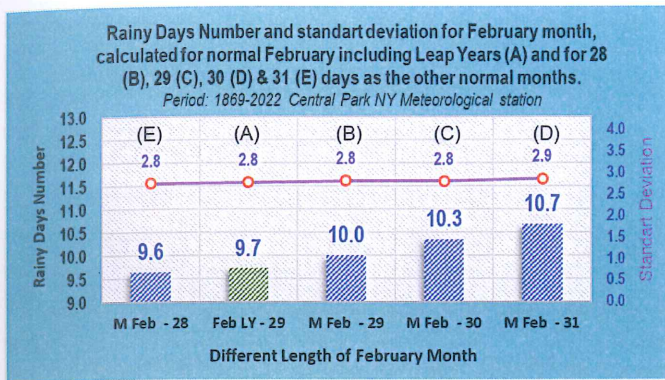


Fig. 4 Rainy Days and Standard Deviation for February with Varying Lengths (Central Park, NY: 1869-2022)

about +9.9%, as shown graphically in figure No.5.

Meanwhile, a smaller variability of course compared to those of February is also preserved for other months with 30 days, such as the months of April, June, September, and November, when they are calculated by adding only one following day and converting them into months with 31 days. In the graphic representations given in figure No.6, the data show the values of these changes both in relation to the height of the precipitation and the

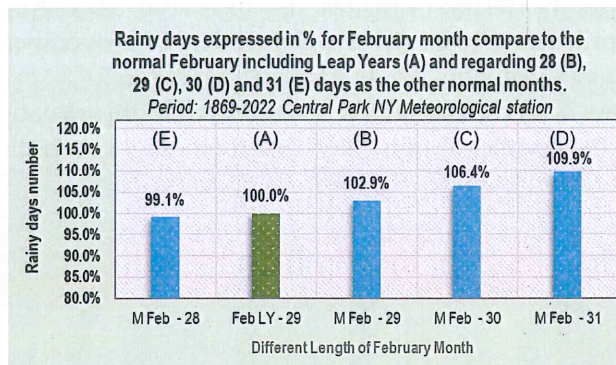


Fig. 5 Percentage of Rainy Days for February with Varying Lengths (Central Park, NY: 1869-2022)

values of the standard deviation.

The values of these changes for the height of precipitation expressed as a percentage are presented in figure No.7, while in figure No.8 the changes are presented in relation to the indicator of the number of days with precipitation above the 0.1 mm threshold.

Thus, in summary of what was presented above, all this means that the days added for the month of February from the climatic point of view are more

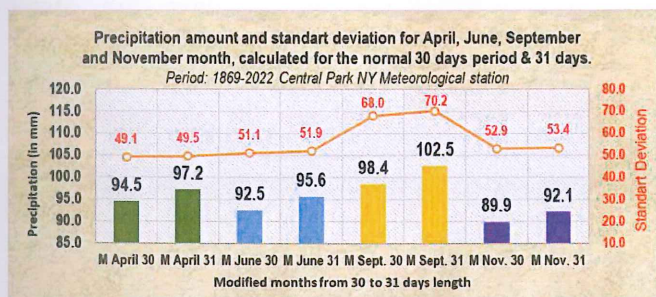


Fig. 6 Precipitation and Standard Deviation for April, June, September, and November with 30 and 31 Days (Central Park, NY: 1869-2022)

likely to resemble the month of March than the month of January. Likewise, one-day increments at the end of April, June, September, and November are more likely to be more similar to the following months of May, July, October, and December. In this context, looking at the annual progress of precipitation from one month to another for the Humid Continental Climate of the Central Park station of NY, it is not that there is any marked variability in precipitation from one month to another, while in the Mediterranean Climate the

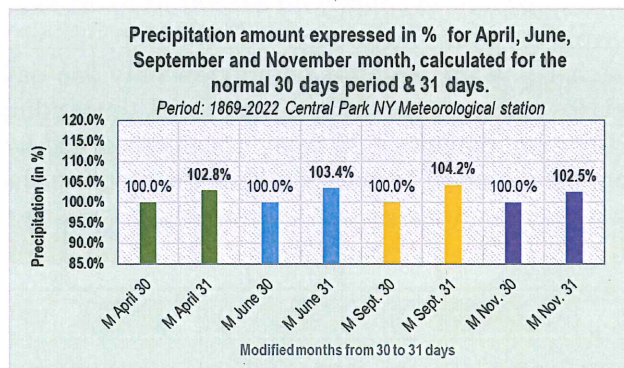


Fig. 7 Percentage of Precipitation for April, June, September, and November with 30 and 31 Days

transition from June to July is more likely to offer a drier month with less rainfall than June. So, the added day is more likely to be rainless than rainy. Despite this, an additional day from December to the end of November is more likely to be rainy.

In all cases, the addition of days for the month of February with +1, +2, or +3 days or for months with 30 days with only +1 days, naturally referred to the first day or days of the following month.

Of course, the change and addition could also be made by referring to the previous values of the beginning of February, that is, the last 3 days of January, or the last day of March, May, August, and October, adding it to the months of April, June, respectively, September or November where the dominant characteristics of the previous months would gain an advantage.

As it can be thought in advance and in this situation, we would have an increase in the values of the number of rainy days and their height according to the respective months, after converting and making them 31 days.

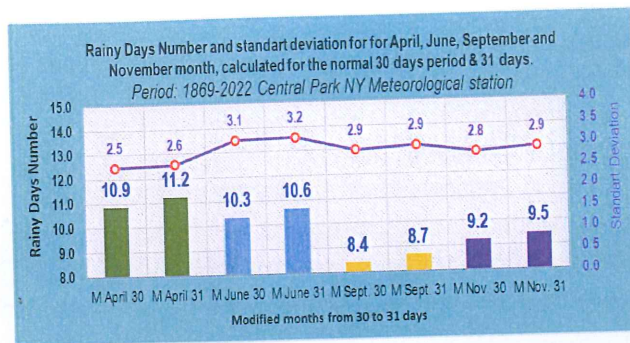


Fig. 8 Rainy Days and Standard Deviation for April, June, September, and November with 30 and 31 Days

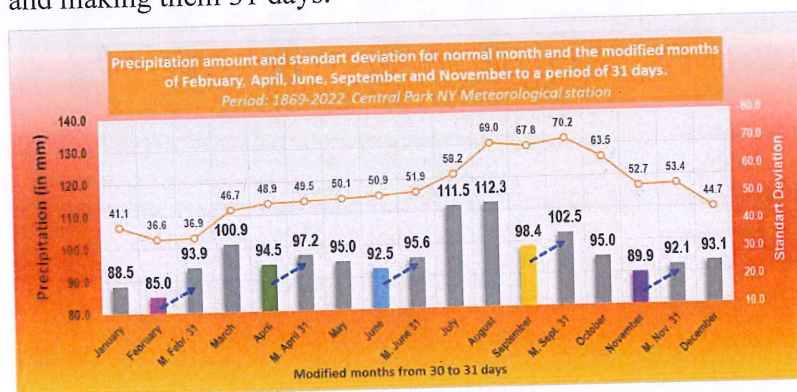


Fig. 9 Precipitation and Standard Deviation for Normal and Modified Months with 31 Days

The presentation together of all the months calculated with 31 days as well as those that are normally 31 days (gray color) are given graphically in figure No.9, where the corresponding months with 28 or 30 days are also presented in different colors from those with 31 days as well as the corresponding values of standard deviations.

However, it should be noted that during this modification by adding 2 or 3 days to the month of February from those of March and one day to the months of April, June, September, and November from the following months of May, July, October and December, of course, the corresponding rainfall values of these days belong to these months themselves, having a duplication, let's say.

A new approach to convert all months to equal 31 days length with less time shifting. - In order to avoid the above-mentioned problem (duplication), the procedure was carried out starting from March 1 onwards with the addition of only one day for the months of April, June, September and November, as shown in figure No.10, thus ending the year with +4 days, while for the month of February to make it 31 days, it was proceeded by going back in time and taking 2 or 3 days from the month of January and then the month of January by supplementing it with 2 or 3 days

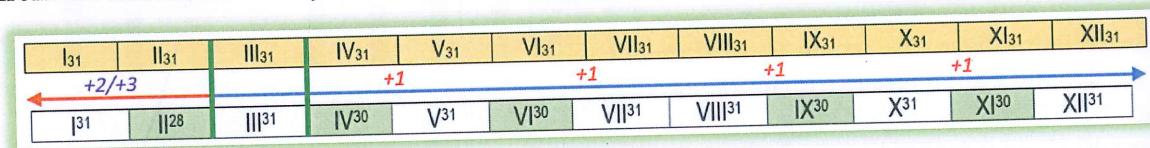


Fig.10 Schematic view of duration of various month of the year by converting them from 28, 29, and 30 days to 31 days, maintaining as reference point the date March 1.

of the previous month of December of a year before. This way we have a more balanced annual stretch starting 2 or 3 days earlier (this in relation to the leap year) and ending the year 4 days later. This enables March to be stored as the base reference month (as well as 31 days), while all other months (less than 31) are converted to 31 days.

The month of March (with 31 days) remain a solid column and the same for both series of data. During this month the spring equinox occurs between March 19 and 21. This month generally marks the beginning of vegetation (growing season) in most countries (north hemisphere). The increase in the duration of the day compared to the night is also noted as well in this month. Thus, the changes with +1 day of the following months, April and then June and September, do not shift much in time: only +1, +2 and +3 days respectively, but also is shifting of -2/-3 days for January. However, the only one month of December, which is characterized still by an interference of data from one year to another, and which is generally the months of the winter season, with low temperatures, high precipitation including snow sometimes and somewhere, low levels of evaporation, although do not present any drought problems will be treated separately.

In the graph given below in figure No. 11, the precipitation data for the New York Central Park meteorological station are presented, referring to the multi-year period 1869 - 2022. The graph clearly shows an increase in the precipitation values for the month of February with +5.8mm. The data of precipitation differences expressed in % of these changes comparing the "new months" with the basic ones given in figure No.12 show the value of 106.8% for the month of February with 31 days,

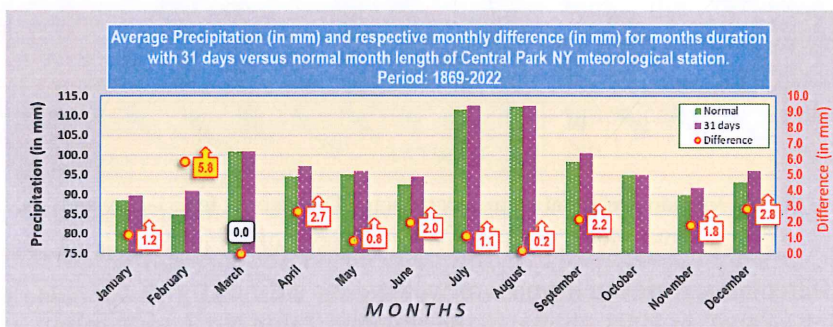


Fig. 11 Average Precipitation and Monthly Differences for 31-Day and Normal Month Lengths (Central Park, NY: 1869-2022)

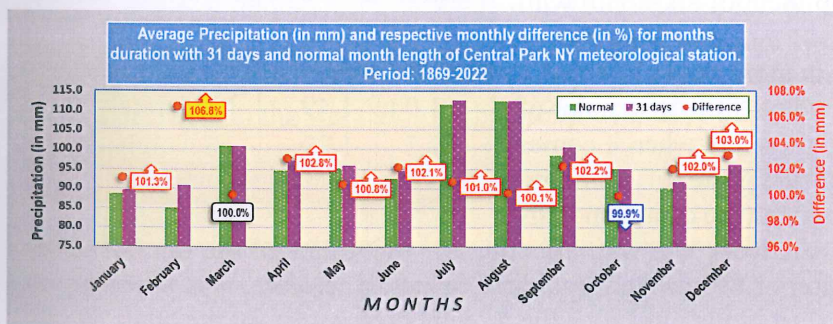


Fig. 12 Average Precipitation and Monthly Percentage Differences for 31-Day and Normal Month Lengths (Central Park, NY: 1869-2022)

square deviation, the values referring to the median were also calculated for these series, which are presented in the graph of figure No.13, where an increase of +8.0 mm for the month of February stands out.

The data of changes expressed in % presented in the graph of figure No.14 highlight a change of +10.3% for the month of February and +2.7% for the month of April, +5.4% for the month of June, +4.0% for the month of September as and a decrease of -1.2% for the month of November.

Meanwhile, the months of May with -0.4%, August with -3.0% and October with -2.6% have suffered a slight decrease.

while the other 4 months (out of 30 done with 31 days) April, June, September and November were characterized by an increase that reached the figures of 102.0% to 102.8%.

In addition to the data referring to the multi-year average value of precipitation and the mean

Of course, the increase in the values of the months of December and January is understandable, since their time span includes additional days between each other as well as corresponding to a rainy period such as the winter season for the northern hemisphere.

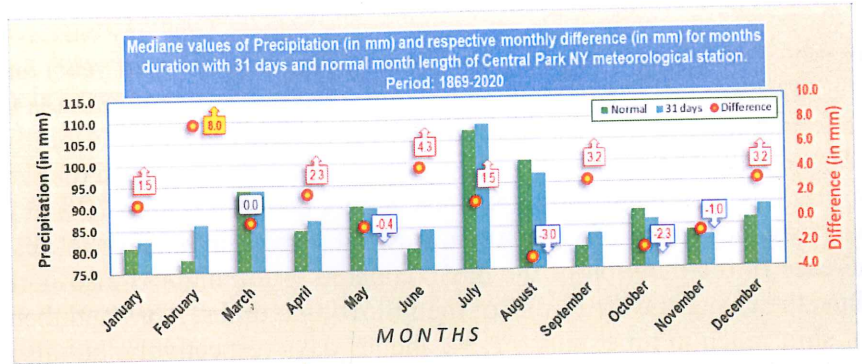


Fig. 13 Median Precipitation and Monthly Differences for 31-Day and Normal Month Lengths (Central Park, NY: 1869-2020)

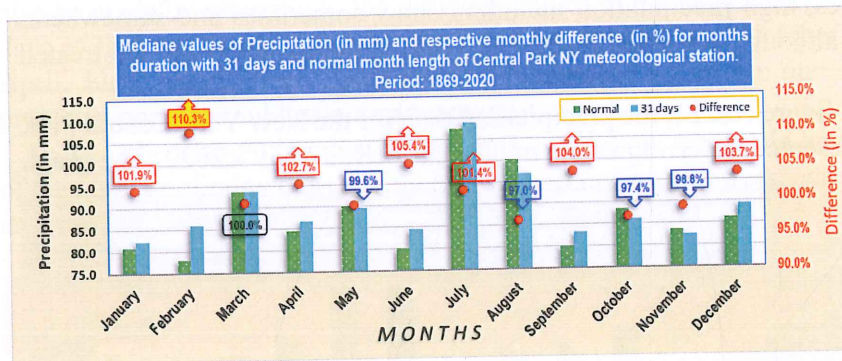


Fig. 14 Median Precipitation and Percentage Differences for 31-Day and Normal Month Lengths (Central Park, NY: 1869-2020)

SPI calculation and difference between the 2-month types

Using the RDIT software for SPI calculation and the reference data of the SPI index according to the classification into

different categories of dryness or wetness, as defined by McKee et al. in 1993, shown in the attached Table No.3, are processed various option to see and find out the difference provided by this time frame modification of data base from classical one to them of all month with 31 days length.

SPI values	Classification
+2.0 and more	Extreme wet
+1.5 to +1.99	Severe wet
+1.0 to +1.49	Moderately wet
-0.99 to +0.99	Near normal
-1.0 to -1.49	Moderately dry
-1.5 to -1.99	Severely dry
-2 and less	Extremely dry

Concluding this analysis, it is more than clear that a month of February with fewer days from any point of view has less precipitation and therefore when it comes to evaluating the drought or the state of humidity theoretically but also practically with the data of months

with 28 days, this will result relatively less wet, affecting the other data of the rainfall series when it comes to the calculation of SPI drought indicator values. Therefore, it is necessary to keep this fact in consideration, just as the impact on the drought assessment for the other 30-day months April, June, September and November cannot be avoided, since when converted to 31-day months they are more likely to have a more rainfall value within them, and therefore this cannot be without influence on the evaluation of the SPI drought indicator for these months.

The trend of the change of the calculated values of the SPI indicator with the RDIT program for the moisture-biased categories (with only SPI values >0.0 changing) showed that there is a predominance with more cases of increased values of this indicator (i.e. higher SPI values) for periods (or "new months") with 31 days (in blue), compared to the values of the classic months: October, November and December; while the number of cases with decreasing values of the SPI indicator is always higher for the wet categories (with SPI >0) (light blue in the graph) for all other months. This situation is also illustrated with the graphic view in figure No.15.

The trend of change of SPI values for drought (for drought-leaning categories with $SPI < 0$) shows that there are more cases with increased or accentuated drought for the periods "new months" with 31 days, against the values of classic months, for almost all months of the year (red in the graph) except for July,

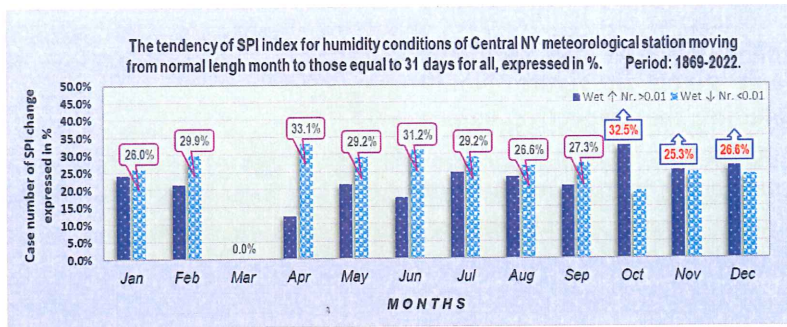


Fig. 15 Tendency of SPI Index for Humidity Conditions with 31-Day and Normal Month Lengths (Central NY: 1869-2022)

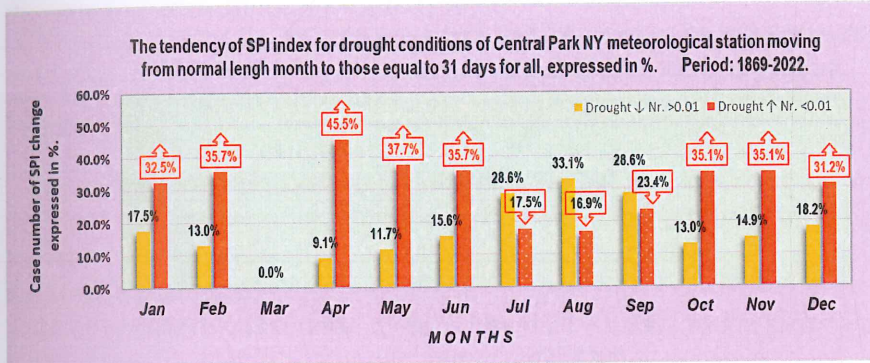


Fig. 16 Tendency of SPI Index for Drought Conditions with 31-Day and Normal Month Lengths (Central Park, NY: 1869-2022)

August and September, where the number of cases (changes) with SPI values for drought with the downward trend is lower than the upward ones, given graphically in figure No.16.

In this analysis are processed also the SPI data, that are part of the category near normal ($-0.9 / +0.9$), just to see the tendency of all data.

In this analysis, the values of the frequency of the SPI indicator by categories were treated and calculated, based on the 154-year period for the basic/classic months as a time duration given in figure No.17, as well as those calculated for the new series with data based on months with the same duration of 31 days, presented in figure No.18. The differences between the cases according to the two products obtained are presented in the graph given in figure No.19, where a decrease in the wet cases of the group with $SPI = 1.5 / 1.99$ and an increase of the group

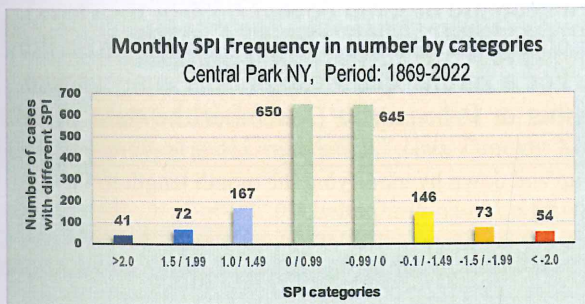


Fig. 17 Monthly SPI Frequency by Categories (Normal Month Length: Central Park, NY: 1869-2022)

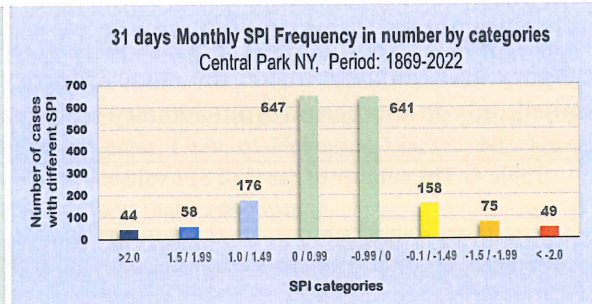


Fig. 18 31-Day Monthly SPI Frequency by Categories (Central Park, NY: 1869-2022)

with the drought indicator with $SPI = -0.1 / -1.49$ is noted clearly and expressed in number of cases and in percent values.

An estimate for skips from one category to another or more when switching from applying the methodology in a standard way to that referring to new months with all 31 days, resulted in the number of SPI estimates in a given category crossed or skipped in a category level above or

below according to the degree of separation of SPI as in the graph given in figure No.20 including the respective values in percent.

Considering that the months of January and December, depending on how you look at the situation, have interfered data if taken together; then it is best to analyze the month of December or January separately.

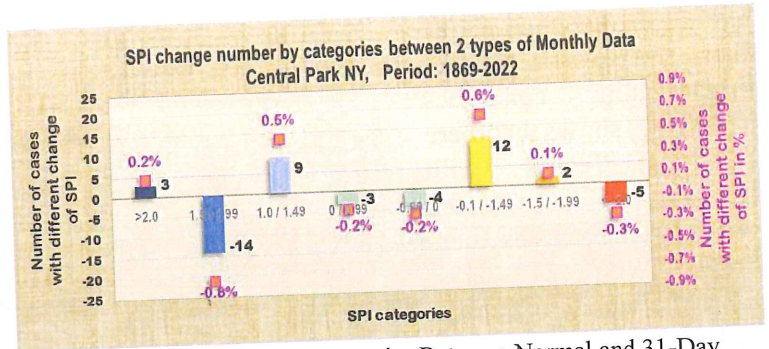


Fig. 19 SPI Change by Categories Between Normal and 31-Day Monthly Data (Central Park, NY: 1869-2022)

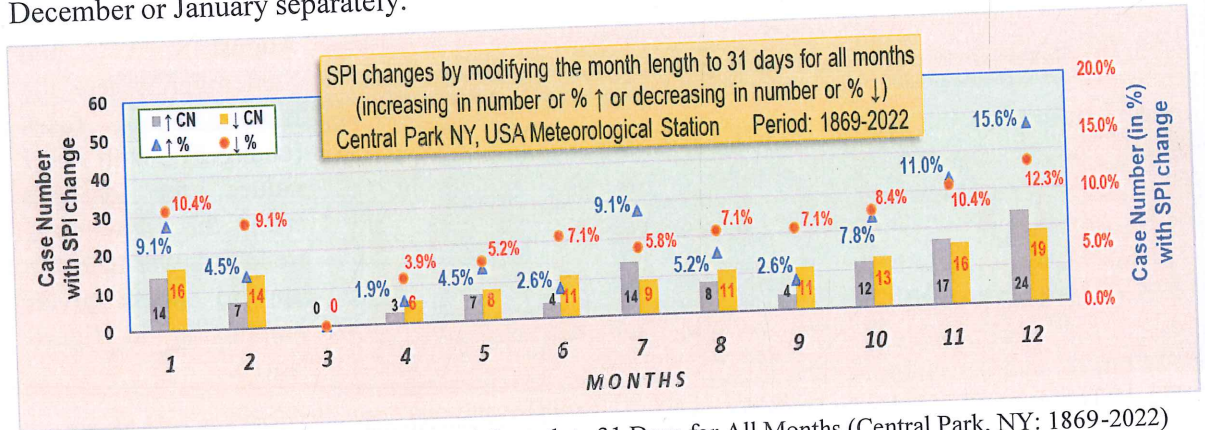


Fig. 20 SPI Changes by Modifying Month Length to 31 Days for All Months (Central Park, NY: 1869-2022)

Thus, from January to November, of course, except for the month of March, which has the same series of 31-day rainfall data and the same start and end date in both analyzed cases and does not present any difference in values of SPIs obtained, the other months show cases with changes in the values of SPIs obtained when looking from the basic methodology to the one referred to a series where the months are all equal in duration to 31 days.

From the total of 1848 data of Central Park NY meteorological station, it turned out that are 114 cases with exceeding the category referring to the table No.4 and increasing the SPI value or (6.2% of the cases), while in 134 cases there is a decrease or jump down (7.3% of the cases), while in the rest of the cases 1600 or 86.6%, the changes are small, but they do not cross the category and fluctuate inside the same category. For a further clarification, this analysis was limited only to the period from January to November or February to December the data show

Year period			Period: January - November			Period: February - December		
In Number of cases	Jump up or down	In %	In Number of cases	Jump up or down	In %	In Number of cases	Jump up or down	In %
114	↑	6.2 %	90	↑	4.9 %	100	↑	5.4 %
134	↓	7.3 %	115	↓	6.2 %	118	↓	6.4 %
1600	0	86.6 %	1489	0	80.6 %	1476	0	79.9 %
1848	Total	100 %	1694	Total	91.7 %	1694	Total	91.7 %

values of 4.9% increase and 6.4% decrease in cases where it was verified that the categories of values obtained according to the methodology were exceeded by month with 31 days against that base, as shown in the table No.4.

The changes or anomalies in certain cases mark extreme values that are from +1.8 to -1.2 for SPI categories related to humidity compared to SPI values normally calculated according to classic months and also fluctuate from 2.6 to -2.3 for SPI values that have to do with the assessment of drought. These deviations of the calculated SPI values clearly show a high error, when it comes to the evaluation of both drought and wet periods, simply as a result of using rainfall data that refer to months with different durations (time frame). At the end has to be noted that also few cases only 11 in total or 0.6 % of the whole data are observed with jumps even by 2 categories on the values of SPI outputs, by comparing the outputs data of the 2 analysis, so moving from the classical use of atmospheric precipitation data of the normal month calendar to the new one with all month with 31 days.

IV. CONCLUSION

SPI index based on the methodology proposed by McKee et al., in 1993 and calculated by different models incorporate an important error related to the difference in month length that accompanies the precipitation amount, which after the change as well as consequently impact the final SPI outputs.

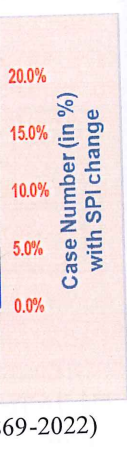
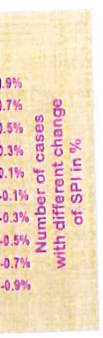
An approach to convert the months less than 31 days to the same length of 31 days for all the months provided other SPI output that of course leads to values more realistic and easier to judge and compare between different months.

Comparing the errors provided by other factors analyzed by different authors and our previous papers shows that this type of error provides the highest level of deviation or let's say anomalies.

This analysis confirms the necessity to undertake other ways and get a new approach for a more correct methodology for the evaluation of the SPI index.

REFERENCES

- [1] "Standardized Precipitation Index User Guide," WMO-No. 1090, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2012.
- [2] N. C. Sabău, "Comparative study regarding performance of some software for the calculations of the standardized precipitation index (SPI)," University of Oradea, Faculty of Environmental Protection, Romania, 2014.
- [3] H. Wu, M. J. Hayes, D. A. Wilhite, and M. D. Svoboda, "The effect of the length of record on the standardized precipitation index calculation," Natl. Drought Mitigation Center, Univ. of Nebraska, Lincoln, NE, USA, 2014.
- [4] "Guide to Instruments and Methods of Observation," vol. V, WMO-No. 8, World Meteorological Organization, 2018.
- [5] AGRIMETSOFT homepage. [Online]. Available: https://agrimetsoft.com/calculators/Index_of_Agreement. [Accessed: Sep. 18, 2023].
- [6] P. Zorba, "Vlerësimi i gabimit në matjen e reshjeve atmosferike dhe i koeficientit të korrektimit për shkak të avullimit," Buletin Mujor Klimatik, no. 79, pp. 39–47, 2023, ISSN: 2521-831X.
- [7] P. Zorba and E. Hoxha, "A new approach for drought evaluation by using the SPI methodology," in *Proc. Conf. Climatic Sci.*, Cham, Switzerland, Jan. 2024, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48933-4_29.
- [8] DrinC homepage. [Online]. Available: <https://drought-software.com>. [Accessed: Sep. 18, 2023].
- [9] SPI Generator homepage. [Online]. Available: <https://drought.unl.edu/monitoring/SPI/SPIProgram.aspx>. [Accessed: Sep. 18, 2023].
- [10] P. Zorba and E. Hoxha, "Comparative analysis of SPI errors generated by software tools using data series of different lengths for meteorological stations in Mediterranean and Humid Continental climates," Buletin Mujor Klimatik, vol. 7, no. 73, pp. 24–30, Jan. 2023.



Length to the	In %
ary -	
r	
	5.4 %
	6.4 %
	79.9 %
1	91.7 %

- [11] P. Zorba and E. Hoxha, "A novel model for Standardized Precipitation Index (SPI) analysis and the calculation of errors produced by various software programs using meteorological data from stations of diverse climate types," *Buletin Mujor Klimatik*, vol. 7, no. 75, pp. 22–31, Mar. 2023.
- [12] P. Zorba and E. Hoxha, "Drought SPI index, highly impacted by precipitation measurement errors, especially in extreme weather event," *Buletin Mujor Klimatik*, vol. 7, no. 81, Sep. 2023.
- [13] R. Arléry, H. Grisollet, and B. Guilmet, *Climatologie – Méthodes et Pratiques*, Gauthier-Vilars Éditeur, Paris, France, 1973.
- [14] P. Zorba and E. Hoxha, "Impact of methodological variations on the Standard Precipitation Index: A focus on rainfall-deficient scenarios," *J. Integr. Eng. Appl. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 48–57, 2024, DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10884229>.
- [15] "Climatic Atlas of Albania," IHM, Acad. Sci. Albania, Tirana, Albania, 1988.

“The physical-chemical characteristics of the waters of the Vjosa River”

Elvin Çomo^{1*}, Albana Hasimi¹, Gazmir Çela¹, Amarildo Shallas¹, Azem Bardhi¹

(*1) Department of Meteorology, GeoSciences Institute, Polytechnic University of Tirana, Albania.

Corresponding author: elvincomo1@gmail.com

Abstrakt

The Vjosa River the largest in Southern Albania and the second largest in the country stretches in the south with a total area of 6710 km² and a length of 272 km. Approximately 1/3 of its riverbed lies within Greek territory. The origin of the Vjosa River is in the Pindus Mountains in Greece, where it flows through a deep and straight valley before entering Albanian territory. In Albania, the valley widens and narrows alternately until it meets its branch, the Shushica River, where it forms meanders. The Vjosa River is one of the largest in our country and the most important in the Southern Mountain Region. The average annual flow of the Vjosa River is 195 m³/s with a water flow module of 29 l/s.km². The most important branches of this river are the Drino, Sarandoporo, and Shushica. The Vjosa River has been declared a National Park by decision No. 155 dated 13.03.2023, encompassing all its branches, and it is offered full national and cross-border protection. The assessment of the water quality of the Vjosa River is determined based on the analysis of physico-chemical parameters, comparing them with the permissible standards set in the EU Water Framework Directive (WFD 75/440/EEC). Based on this assessment, it can be said that the waters of the Vjosa River maintain a good to very good physical-chemical quality, despite various urban, industrial, and agricultural discharges. The waters of this river mainly have diffuse sources of discharge, but also have a high self-purification capacity. This phenomenon is clearly evident in the values of these physical-chemical parameters, which do not reach concerning levels.

Keywords: *Vjosa River, Water Framework Directive, Physical-chemical parameters, Water quality.*

Abstrakt – Lumi Vjosë, më i madhi në Shqipërinë e Jugut dhe i dyti në shkallë vendi, shtrihet në jug të vendit me një sipërfaqe të pellgut ujëmbledhës prej 6710 km² dhe gjatësi 272 km. Rreth 1/3 e pellgut të tij ndodhet në territorin grek. Origjina e lumit Vjosë është në malet e Pindit në Greqi ku ai përshkuan një luginë të thellë dhe të drejtë duke hyrë kështu në territorin shqiptar ku lugina zgjerohet dhe ngushtohet në mënyre alternative deri në takimin me degën e tij Shushica ku lugina e tij zgjerohet dhe krijon meandra. Lugina e Vjosës është nga më të mëdhatë e vendit tonë dhe më kryesorja në Krahinën Malore Jugore. Prurja mesatare vjetore e lumit Vjosa është 195 m³/s me një modul të rrjedhjes ujore prej 29 l/s.km². Degët më të rëndësishme të këtij lumi janë Drino, Sarandoporo dhe Shushica. Lumi Vjosa është shpallur Park Kombëtar me vendimin Nr. 155 dt 13.03.2023, duke përfshirë të gjitha degët, i ofrohet mbrojtje e plotë kombëtare dhe ndërkufitare. Vlerësimi i cilësisë së ujërave të lumit Vjosë është përcaktuar në bazë të analizimit të parametrave fiziko-kimikë duke i krahasuar me normat e lejuara të përcaktuara në Direktivën Kuadër të Ujit të BE (DKU 75/440/EEC). Duke u bazuar në këtë vlerësim mund të thuhet se ujërat e lumit Vjosë ruajnë gjendjen fiziko-kimike të cilësisë të mirë dhe shumë të mirë, megjithëse në të derdhen shkarkime të ndryshme urbane, industriale dhe bujqësore. Ujërat e këtij lumi kanë kryesisht burime difuze të shkarkimeve, por kanë aftësi vetpastruese të lartë. Ky fenomen duket qartë tek vlerat e parametrave fiziko-kimikë të cilët nuk kanë vlera në nivele shqetësuese.

Fjalë kyçe: *Lumi Vjosë, Direktiva Kuadër e Ujit, Parametrat fiziko-kimikë, Cilësia e ujërave.*

I. INTRODUCTION

1.1 General features of the Vjosa River

The Vjosa River, the largest in southern Albania and second in the country, lies in the south with a watershed of 6710 km² and a length of 272 km. The most important branches of this river are Drino, Sarandoporo and Shushica. Drino has an area of 1320 km², where 256 km² belongs to Greece; The average annual rate of Drino is 42.5 m³/s, [8], [9]. Geologically, the Vjosa River basin is built from sacrificial, sashoidal, molassic, carbonate (about 25%), and magmatic (with about 0.7% and quaternary deposits). About 74% of the basin's formations consist of sacrificial, sashoidal, molassic and quaternary deposits. The main elements of hydrometeorology of the watershed are the regime of atmospheric rainfall, air temperature, wind, and surface flow with indicators such as maximum flow, minimum flow and solid flow. The watershed of the Vjosa River is spread over a wide urban area. It includes on its surface the prefecture of Gjirokastra and Vlora, which are two of the largest and most important prefectures in the southern part of our country. Vjosa with an active development of both erosion and accumulation, throughout its bed, especially in the upper flow, which is witnessed by numerous and quite potent terraces at different levels of development. While up to Dragot (before joining Drinos), the upper flow retains a corrosive character with exposures of the five terrace levels (in contrast to the early quaternary where sediment accumulated), further up to Mifol, and in its mouth accumulates inert sediment along the bed and in the inner parts of the meanders, which then in the coastal area, this sediment becomes of the scum character, [11], [12], [13], [14], [16].

1.2 Climate conditions

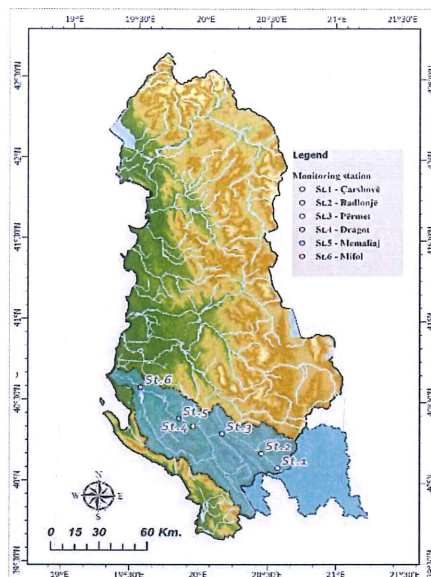
The Vjosa River, describing the Albanian territory with a main direction from the southeast to the northwest, passes into areas that differ greatly from each other about the values that take the climatic elements that characterize them. Relying on the climatic division of Albania, the upper part of the flow of this river passes into the Mediterranean Hilly Area South-East, the middle flow in the Mediterranean Hill Area South-West and the lower flow in the Central Mediterranean Area. The annual amount of total solar radiation this basin receives is quite different depending on the area where the river passes. In the lower flow of the Vjosa River during a year the amount of this radiation reaches the value of 1540 kWh/m², which consists of one of the highest values observed in Albanian territory, while with the introduction to the interior where the valley is narrower, this amount is smaller. The average temperature range varies significantly from one area to another. Most pronounced this change is observed during the colder months of the year reaching up to 4 °C in December, while in the summer months, the average temperatures are almost equal. As for extreme temperature values, the highest temperatures are observed at the bottom of the valley (near the water flow) without reaching large differences between the coastal and inland areas. The amounts of precipitations in different parts of the basin of this river have a Mediterranean character, where within a year, about 2500 – 3000 mm precipitations, [9], [15].

VI. MATERIALS AND METHOD

In this study, physicochemical parameters are considered to be important indicators for assessing the quality and condition of surface waters. The main parameters for assessing the surface water situation are recommendations from the European Community Water Main Directive (WFD) and the Water Framework Directive, [3], [5], [6]. The results obtained during the analysis for the period in the study are presented through graphs. The study was carried out

in the period of 2018-2022 in the watershed of Vjosa and 6 monitoring stations, representative of the area, were selected for monitoring. The monitoring stations are shown in Fig. 1: Çarshovë (St. 1), Badlonjë (St. 2), Përmet (St. 3), Dragot (St. 4), Memaliaj (St. 5) and Mifol (St. 6). The sampling procedure was carried out according sampling methods described in the "Standard Methods for the Examination of water and wastewater", APHA, [1], [2]. As indicators of the quality of the surface waters of the Vjosa River, the average values of the physiochemical parameters resulting from the processing and analysis of the information collected in selected monitoring stations as shown in Figure no. 1.

Fig. 1 Vjosa watershed and monitoring stations



VII. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Temperature

Based on the processing of information on the temperature of water it turns out that this physical parameter undergoes a slight increase by passing from the upper flow of the river (border with Greece) to its mouth. As seen in Figure 2, the average water temperature values represent an almost linear flow during the river course with a not very large change from station to station, have a performance the same as the air temperature, [7].

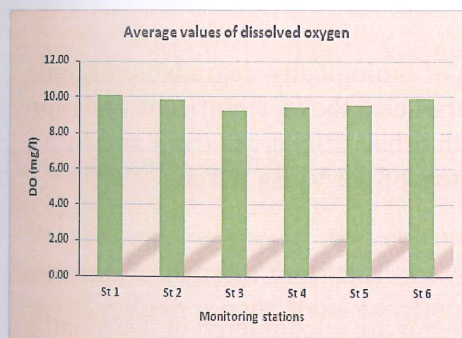
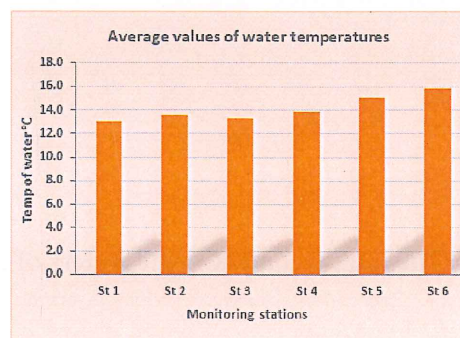


Fig. 2 Average values of water temperatures

3.2 The conductivity of water.

The smallest values of this parameter are found in St 1. Moving from the upper flow to the middle and lower flow of the river, the values of this parameter increase, as the amount of organic and inorganic substances entering the river water from various discharges and solid inputs increases. Figure No. 3 presents the average values of water conductivity.

Fig. 3 Average values of conductivity



3.3 The dissolved oxygen content

The dissolved oxygen content is a very important parameter for assessing the quality of natural waters. Figure No. 4 shows the variation of DO content in water as the temperature increases; the dissolved oxygen content in the Vjosa River waters decreases, and vice versa. The maximum average values are observed during the cold months of the year, when temperatures are relatively low, increasing the solubility of oxygen in water, [10].

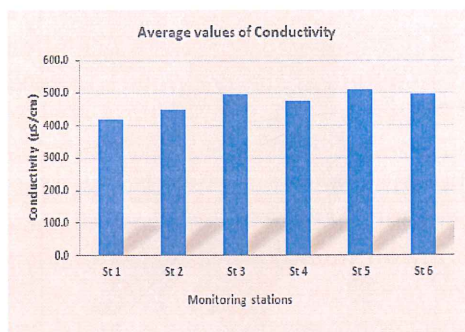


Fig 4. Average values of dissolved oxygen

3.4. Chemical Oxygen Demand

The chemical oxygen demand (COD) is a parameter that assesses the quantity of organic and reducing substances present in water. From the processing of all collected information, a nearly identical trend is observed in all stations. Low values indicate small amounts of organic and reducing substances present in water, which come from urban, industrial, or agricultural discharges that flow into the Vjosa River waters, [7].

3.5 The biochemical oxygen demand (BOD)

BOD is used as an approximate indicator of the presence of biologically degradable organic matter in a sample. Analysis of the data collected for this parameter shows significant variation along the flow. Mainly high values are found at stations with urban discharges (St 3 and St 5). This trend is almost identical to the content of DO in the waters of the Vjosa River.

3.6 The ammonia content

As seen from Figure No. 5, the highest values of this parameter are encountered in the months related to the period of increased biological activity of aquatic organisms, as well as due to the use of chemical fertilizers by farmers. The highest values of this parameter are observed at stations where there are urban, industrial, and agricultural discharges, specifically in the middle flow and at its downstream point.

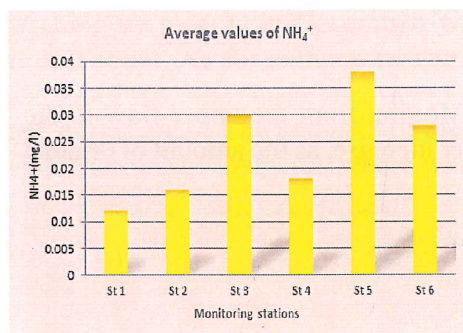


Fig. 5 Average values of ammonium

3.7 The nitrate content in the waters of the Vjosa River

In Figure No. 6, different values of this parameter are observed from station to station. Station 3 is the most affected by this pollutant, as it also has the highest amount of urban and industrial discharges. The period with higher rainfall is associated with erosion in the river basin, leading to the washing of fields near the river or the scouring of the riverbed and banks. The nitrate content in the samples collected at the designated stations along the river flow varies within a wide range.

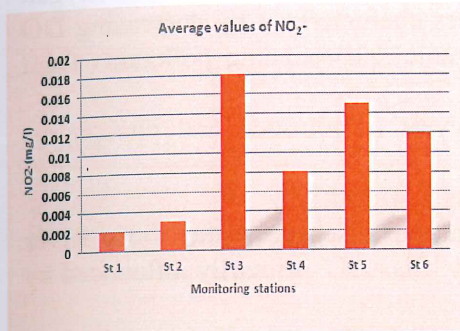


Fig. 6 Average values of nitrates

3.8 Nitrite content

As seen in Figure No. 7, have an annual trend where the highest values of this parameter are encountered in Stations 3, 4, and 5, during the months related to the biological activity growth period of aquatic organisms, as well as due to the chemical fertilizer use by farmers to increase plant productivity.

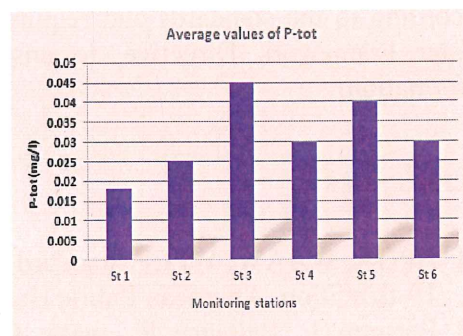
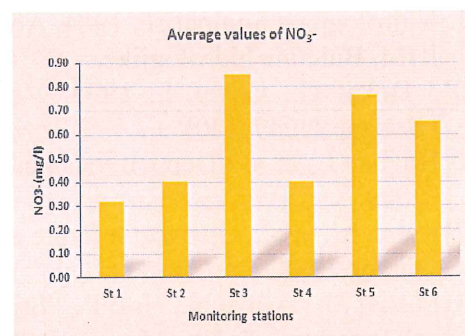


Fig. 7 Average values of nitrites

3.9 Phosphorus content

Phosphorus is one of the essential nutrients for plants in aquatic environments. As a fundamental nutrient for plants, it can be a limiting factor for their growth. In Figure No. 8, it is clear that there is consistent variation of this parameter from one station to another. High values are mainly found in stations with urban and industrial discharges (St 3 and St 5). Increased discharge of liquid waste and erosion from riverbanks are other factors contributing to higher values of this parameter, especially in sampling sites near urban and agricultural areas.

Fig. 8 Average values of total phosphorous



VIII. CONCLUSION

- The oxygen content values in the waters of the Vjosa River are relatively high, except in areas near urban spaces.
- There is a good correlation between the levels of dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), and nitrogen compounds in the river zones characterized by decreasing DO concentrations. This is dependent on the presence of organic and reducing pollutants from various discharges and erosion.
- Near cities and agricultural areas, relatively high levels of nitrogen and phosphorus compounds are evident.
- The most sensitive water quality indicators are at Stations 3, 4, and 5.
- Despite receiving various urban, industrial, and agricultural discharges, the Vjosa River maintains a physico-chemical quality status of "Class I" and "Class II," primarily influenced by diffuse sources of pollution.
- Considering that the physical-chemical parameters of the Vjosa River do not have values at concerning levels, these waters demonstrate high self-purification abilities.
- It is recommended to continue monitoring the quality and quantity of the Vjosa River waters according to the standards and requirements of the EU Water Framework Directive and the Water Framework Directive, to ensure comprehensive, diverse, and above all, integral information.

REFERENCES

- [1] APHA, WAAW, WPCF Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 19-th edition. American Public Health Association., Washington D.C. 1998.
- [2] Bartram J., Ballance R., water Quality monitoring, "A practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes", UNEP, HO, 1996; 160-177.
- [3] Council Directive 2000/60/EC of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal L 327/1, 22.12.2000., p.1-72. 2000.
- [4] Cullaj A., et al Environmental state of some rivers of Albania Adriatic lowland, Tiranë 2005.
- [5] Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. Official Journal of European Union, 04.03.2006. www.oecd.org/env/outreach/38205662.pdf
- [6] Direktiva Kuadër e Ujit, AMBU 2019.
- [7] E.Adhami Disertacion "Karakteristikat fiziko-kimike dhe limnologjike te lumit Vjose" 2008.
- [8] Hidrologjia e Shqipërisë, 1984, ASH.
- [9] IHM, Buletine hidrologjike.
- [10] Jolánkai G., Gayer J., 1997; Vituki Training, water related environmental problems, Budapest, 217-220).
- [11] Hoxhaj J., et al "Depozitimet kuaternare pergjate struktures gjeologjike te Albanideve", 2009.
- [12] Kabo, M. et al., Gjeografia fizike e Shqipërisë, vol. 1-2, Botim i Akademisë së Shkencave, Tiranë, 1991.
- [13] Lushaj Sh., Alikaj N., Nasi P., "Studim për Deltat e Lumenjve Shkumbin e Vjosë përfshirë në Projektin për Vlerësimin e Pellgjeve Ujëmbledhës", Tiranë, 2000.

- [14] MATCOM Albanian watershed Assessment C.A. Troendle Project Manager MATCOM Corporation 2629 Reding Road Fort Collins, Colorado 80526, 2005.
- [15] Pano, N. 2008. Pasuritë ujore të Shqipërisë, ASH.
- [16] Xhemalaj Xh., Daja Sh., Lipo S., Mukeli P., Vleresimi i pellgut ujembajtes te Vjoses (studimet gjeomorfologjike), Buletini i Fakultetit të Gjeologjisë, Tiranë, 2004.

in areas

oxygen
ng DO
ts from

sphorus

a River
nced by

alues at

waters
and the
integral

ewater,

gn and
P, HO,

munity
000.

ë 2005.
y 2006
0/EEC.
3.2006.

” 2008.

blems,

ideve”,

encave,

ërfshirë

55 of 85

Planning Integrated Intervention Strategies based on NWRM, for hydraulic risk mitigation

Arianna Tollis^{*1}, Gianmichele Panarelli², Nicola Sciarra³, Giulia Cellitti⁴

^{1,2}INGEO, Ingegneria e Geologia, Università degli studi G. d'Annunzio Chieti Pescara, Italia

³DiSPuTer (Scienze Psicologiche, della Salute e del Territorio), Università degli studi G. d'Annunzio Chieti Pescara, Italia

⁴PhD student at the Urban Planning Faculty and Architecture- Università degli studi G. d'Annunzio Chieti Pescara, Italia

(*1)Corresponding author: Arianna Tollis, ariannatollis@hotmail.it/ arianna.tollis@unich.it

Abstract – This document presents the formatting instructions for the Proceedings of Conference on Scientific and Academic Research. This document can serve as the base template for a Microsoft Word based typesetting system. The abstract should state briefly the purpose of the research, the approach used, the principal results and major conclusions. The abstract of 200-250 words is required.

Geo-hydrological risks derive from the interaction between meteorological and geomorphological processes, which affect both the natural and built elements of the landscape. Among the most frequent are floods, which in terms of frequency and intensity can significantly impact urban areas, causing casualties and economic and social losses in highly vulnerable contexts. The proposed case, based on an analytical/critical approach, focuses on the study and analysis of the punctual and widespread effects over time, of '*integrative solutions*' to hydraulic mitigation works. A focus was dedicated to the Mediterranean area of *Central-South Italy*, characterised by natural, climatic and geological conditions similar to those of the catchment areas of the Vjose and Seman rivers in Albania. The results show that in the adaptation process, the extreme phenomena induced by climate change require greater attention to the management of water resources, traditionally focused on hydraulic engineering principles (*gray*), calling for the integration of solutions that also consider the aspects of ecosystem conservation and protection of peri-urban river habitats. NWRM (*Natural Water Retention Measures*) solutions, inspired by natural processes (filtration- infiltration- evapotranspiration), have proven to be effective in this respect, improving urban water management and ensuring attention to aspects of sustainability and resilience to extreme events. It can be demonstrated that an integrated approach to urban design based on BGI (*blue and green infrastructure*), has enhanced the water supply capacity and prevented flooding of river cities through NBS '*integrative actions*', and brought public health benefits by improving the quality of life in urban areas.

Astratto - I rischi geo-idrologici derivano dall'interazione tra processi meteorologici e geomorfologici, che influenzano sia gli elementi naturali che quelli costruiti del paesaggio. Tra i più frequenti spiccano le alluvioni che per frequenza e intensità possono impattare significativamente le aree urbane, provocando vittime e perdite economico sociali in contesti ad alta vulnerabilità. Il caso proposto, basato su un approccio analitico/ critico, è incentrato sullo studio e sull'analisi degli effetti puntuali e diffusi nel tempo, delle "soluzioni integrative" alle opere di mitigazione idraulica. E' stato dedicato un focus sull'area mediterranea del Centro-Sud dell'Italia, caratterizzata da condizioni naturali, climatiche e geologiche similari a quelle delle aree dei bacini idrografici dei fiumi Vjose e Seman in Albania.

I risultati dimostrano che nel processo di adattamento, i fenomeni estremi indotti dalle mutazioni climatiche, richiedono una maggiore attenzione alla gestione della risorsa idrica, tradizionalmente incentrata su principi di ingegneria idraulica (*gray*), reclamando l'integrazione

di soluzioni che considerino anche gli aspetti della conservazione degli ecosistemi e della protezione degli habitat fluviali periurbani.

Le soluzioni NWRM (Natural Water Retention Measures), ispirate ai processi naturali (filtrazione- infiltrazione- evapotraspirazione), si sono rivelate efficaci in tal senso, migliorando la gestione delle acque urbane e garantendo attenzione agli aspetti di sostenibilità e resilienza agli eventi estremi.

E' possibile dimostrare che un approccio integrato alla progettazione urbana basato su BGI (Blue and green infrastructure), ha potenziato la capacità di rifornimento idrico e prevenuto inondazioni di città fluviali attraverso "azioni integrative" NBS, ed apportato benefici alla salute pubblica migliorando la qualità della vita nelle aree urbane.

I. INTRODUCTION

CLIMATE CHANGE AND EXTREME PHENOMENA: THE EUROPEAN CHALLENGE

Climate change is causing an increase in the frequency and intensity of extreme weather events, such as floods and droughts, with serious consequences for ecosystems and urban areas (*IPCC, 2014(1); IPCC, 2018 (2); EEA, 2020 (3)*).

These phenomena have and will have varying impacts among the seven biogeographic regions of the European continent: *Arctic, Atlantic, mountainous, coastal, boreal, continental and Mediterranean*.

Among these, the Mediterranean region has been defined as one of the most vulnerable, and will therefore face several related risks, including the most frequent one of floods today.

European climate policies, such as the Green Deal and the Climate Change Adaptation Strategy, have assumed a strategic importance with respect to the issue of adaptation to climate change.

Italy, following EU guidelines, launched the National Climate Change Adaptation Plan (*PNACC (4)*) in 2022, focusing on specific mitigation, protection and adaptation measures. (*Caption Table 1*).

Despite numerous initiatives taken by governments and institutions, Europe has suffered catastrophic damage in recent decades. Globally, in 2020 there were 23% more floods causing fatalities, an increase in deaths of 18% compared to the annual average calculated for the period 2000-2019 (*Munich Re (5)*).

In this context, cities represent the main critical area for 'climate risk', serving as the predominant habitat for the human population (*Wilby, R. L., & Perry, G. L. W (6)*).

Indeed, in Europe, about 75% of the population resides in urban areas, with a projected growth to 80% by 2050 (*Eurostat, 2016 (7)- UN, 2020 (8)*).

In order to address the issue of adaptation of territories, the starting point for researchers and practitioners in risk management is the collection and analysis of data with a high level of detail, preparatory to the prediction of climate trends.

Several scientific reports and data have been disseminated by research bodies and institutions involved both at European (*EEA, JRC, EUMETSAT, ECMWF, C3S, ESA*) and national level (*in Italy ISPRA, CNR, ENEA, CMCC, ARPA, SNPA, RSE*).

The meteorological data observed in Italy are in line with the annual measurements measured in non-European Mediterranean areas such as Albania (*INCA, AEE*), where the Meteorology Department (Basic Research Unit of the Institute of Geosciences at the Polytechnic University of Tirana) manages a modern National Meteorological Monitoring System, in accordance with international standards (*B.K. (9)*).

Both countries (Italy and Albania) fall within the Mediterranean biogeographical region, which has been characterised in recent years by extreme and isolated weather events, with annual

rainfall varying from moderate to low up to 400-500 mm in a single day (*Snpa Report 2023 (10)*). (*Image no. 1*)

WATER RISK AND IMPACTS ON URBAN AND NATURAL LANDSCAPES

With an annual volume of about 282 billion cubic metres of precipitation, Italy ranks among the European nations with the highest rainfall, surpassing countries such as Germany and France. If we analyse the distribution of rainfall from 1901 to 2023, and compare the average annual precipitation with the events of excessive rainfall (floods) or insufficient rainfall (droughts), we will observe a high and regular frequency of such events over time, with significant statistical variability in specific periods, i.e. in excess or deficiency with respect to the average of 200 and 300 mm.

The strong inhomogeneity in the distribution of rainfall on a seasonal basis means that some areas of the country are subject to prolonged periods of drought, particularly during the summer season, while others record phenomena of rainfall excess, with rainfall concentrated in brief but intense episodes, highlighting a picture of irregularity that has significant implications for the territory in terms of hydrogeological risk.

Flood phenomena have shown a significant impact on small and medium-sized catchment areas, as well as on urban settlements concentrated along coasts and rivers.

Italian examples of this are the urban realities of Emilia-Romagna (2023), Sardinia (2020), Veneto (2010), Piedmont (2008), Liguria (2014), Sicily (2020) and Lombardy (1995), which have suffered devastating floods in recent years. (*Image no. 2*)

The cost of dealing with the consequences of these events has been considerable, as highlighted by the ISPRA 2021 Report, which noted the need for significant sums to restore infrastructures and for territorial redevelopment in Italy.

The responsibility for these situations is not to be sought in climate change, but is the result of a lack of prevention, incorrect planning choices, and inadequate assessment of the territory and the dynamics of the 'slope-river-sea' systems (*Image no. 3-4*).

During the 20th century, in order to facilitate urban expansion and maximise land use, watercourses were subjected to heavy artificialization.

The construction of embankments and canals to control and divert river flows has increased the risk of flooding, with serious repercussions on environmental hydrogeological and landscape systems (*Brown et al., 2009 (11)*).

River cities are particularly vulnerable in this respect, considering that the sealing of urban soils prevents the absorption of rainwater, and the increase in volume and velocity of surface runoff leads to an increase in surface water runoff to rivers (*Dunnett and Kingsbury, 2008 (12)*).

These situations inevitably generate urban flooding phenomena but could also lead to hydrogeological disruptions such as landslides in mountainous areas and flooding of watercourses in river territories (*Shuster et al., 2005 (13)*).

A close relationship has been found between the increase of risks in frequency and severity, with changes in land use, and scientific studies have shown that the interaction between meteorological and geomorphological processes affects not only the built elements of the landscape but also the natural ones.

In the specific case of highly anthropised riverine metropolitan areas, flooding phenomena have also led to profound alterations of natural ecosystems and ecosystem services, with consequent impairment of the ecological functions and environmental resilience of such contexts (*Commission of the European Communities, 2005 (14)* ; *Nelson et al., 2013 (15)*).

As rainwater interacts with artificial surfaces, it collects toxic pollutants contaminated by industrial discharges, vehicular emissions, and residential and commercial wastewater, with deleterious effects on native river and coastal ecosystems by reducing the capacity of watercourses to support a balanced biodiversity.

If the process of water self-regeneration is compromised, this results in the invasion of non-native plant species that may further exacerbate the degradation of riparian habitats (Carpenter, SR, and Bennett, EM (2011) .BH Walker, et al. (16)).

The increase in flooding phenomena in recent years has highlighted that most cities are not adequately prepared to cope with extreme phenomena induced by climate change (IPCC 2014 (17)).

At the same time, examples emerge of virtuous cities that have instead tackled hydraulic prevention within the framework of planning processes centred on BGI (blue and green infrastructure), which include 'integrated solutions' (DPCM 27-09-2021 (18) ; art. 7, c. 2, D.L. n. 133/2014 (19)) based on NBS (Nature Based Solution), i.e. capable of collaborating with traditional or grey infrastructure in reducing the risks associated with flooding, using or imitating natural processes to conserve, recover and develop natural ecosystems, even in modified or artificial environments.

In the contemporary context, the issue of 'water resource management' is of central importance. Faced with the challenge of climate adaptation, land planning and management call for a multidisciplinary approach involving distinct professional figures such as geologists, land planners, administrators, meteorologists, climatologists and other technical subjects (IPCC 2018 (20)).

Indeed, the territory is a complex entity, the management of which requires the synergy between different scientific, technical and administrative skills, in order to ensure its sustainable use and compliance with the principles of environmental protection enshrined in EU legal systems.

The water resource, while representing a risk factor, can, if managed in an integrated and prudent manner, turn into a precious resource for the sustainable development of the territory (Zaccaria, D., & Tóth, G (21)).

In Italy, annual atmospheric precipitation clearly exceeds the country's water needs, which are around 20 billion cubic metres. It would be desirable to exploit the excess of this resource starting from an effective land management approach that integrates innovative solutions inspired by 'green' and 'gray' nature (rainwater harvesting systems).

Managing the water resource by ensuring its optimal use will make it possible to address potential shortages during drought periods, in line with the principles of environmental sustainability and territorial resilience that aim to ensure a sustainable future for our environment and our communities.

II. MATERIALS AND METHOD

The article is based on research currently conducted with the INGEO Department of the University of Chieti-Pescara (UNICH) and the Polytechnic of Tirana, focusing on Modelling of BGI (Blue and Green infrastructure) and measuring the geological effects in resilient cities in the face of climate change.

The focus is that extreme weather phenomena are significantly impacting territorial landscapes, with negative and complex consequences for the most vulnerable cities.

Therefore, a major revision of approaches to urban planning and design (Mather, J. R.(22))/(Crozier, M. J (23)) is required, with greater emphasis on the interaction between climatic and geological factors and the introduction of ecosystem infrastructures BGI (Blue-Green Infrastructure) at both regional and local levels.

This talk will focus specifically on "water risks", with particular attention to the influence of these phenomena on the vulnerability of urban areas.

However, the discussion was not based on an engineering or sectoral approach but rather a multidisciplinary one.

This has allowed to identify multiple strategic assets that could contribute simultaneously and synergistically to the reduction of water risk and the creation of resilient territories (*Blue, green and grey resilient infrastructures; Innovative and digital technologies; Governance and spatial planning tools; Education and public awareness; Sustainable management of natural resources; Sustainable management of natural resources*)

One of these concerns the implementation of BGI (green and blue infrastructures) with NWRM (Natural Water Retention Measures) techniques, as complementary and supplementary tools to traditional risk mitigation measures.

These solutions, ranging from the creation of urban parks, green zones and natural drainage areas to the promotion of roofs and green facades, play a key role in water resource management by promoting soil permeability, Reducing surface runoff' and increasing the capacity to absorb precipitation.

In this sense, however, it is essential to promote upstream an integrated approach inspired by the legal principles of national and European legislation on climate adaptation and sustainable land management, such as the "Floods Directive" (2007/60/EC (24)) and the The European Union's "Strategy for adaptation to climate change", which highlight the need for spatial planning that not only includes traditional structural solutions but also complementary interventions inspired by nature. (*Image no. 5*)

In this the BGI based on "natural solution" are put as implementing tools that, respecting the principles of precaution and sustainable development (*art. 3-ter of the Code of the Environment-Law No. 152/2006 (25)*), they enable efficient and sustainable management of natural resources and territorial security.

Based on a systematic analysis of the scientific and technical literature on natural infrastructure solutions (NBS) of type NWRW (Natural Water Retention Measures), it is then focused on the study of virtuous cases applied in the Mediterranean area, in order to understand and evaluate the effectiveness of solutions in different contexts.

The focus was mainly on the central-southern Mediterranean Italy, with geographical and climatic characteristics similar to those of western Albania.

Evaluation criteria based on success indicators for effectiveness, sustainability and replicability were used.

The methodological approach also included a critical comparative analysis with the current regulatory technical framework in Italy and the principles of integrated planning practices.

Finally, it was possible to identify the conditions under which NBSs are most successful and what are the conditioning factors.

This process has led to the development of a "theoretical reference model", which serves as a dynamic tool for the analysis and evaluation of design solutions, and which may evolve progressively on the basis of the acquisition of new information and observation of concrete results.

Given the geographical and climatic similarities between central-southern Italy and western Albania, it would be reasonable to treat many territorial situations in a similar way. Therefore the theoretical reference model, although developed for a precise Italian context, is also applicable in Albania, thanks to its flexibility and adaptability to different specificities and local conditions in the challenge of climate change, Becoming a fundamental support for sustainable and resilient spatial planning also in non-European areas.

Sharing scientific advances in the field of sustainable management of territorial resources is essential to promote an integrated approach and in this sense, the model is a virtuous example of good Mediterranean practice.

III. RESULTS

FACTORS AFFECTING THE SUCCESS OF NBS

The study found that while natural infrastructure solutions can offer significant benefits in terms of hydrogeological support, environmental protection, improved ecosystems and adaptive capacity to climate change, they are not always successful.

The comparative approach adopted has made it possible to identify the three main factors which affect the effectiveness of these solutions, namely: 1) *Regulatory and administrative framework* 2) *Integrated spatial planning* 3) *Adaptation to local specificities*.

In this context, a virtuous regulatory and administrative framework is the first key to addressing future territorial and climate challenges in a systemic way, since it is essential that the timeliness and effectiveness of actions undertaken are not undermined. (Caption Table 2)

In this sense, it is always desirable to rationalise decision-making and authorisation processes at all institutional/decision-making levels and to exploit legal support instruments such as programmes, Contracts, governance instruments and strategic agreements between various actors (public bodies, local communities).

In this respect it is essential that upstream there is an integrated spatial planning of strategic type, oriented to the hydrogeographical specificities of the places and focused on the management of river and urban territories on a large scale. Taking into account the whole reference river basin in planning would ensure that resources *are used to the best possible extent and results maximised* (2000/60/EC(26)).

Quantifying the distribution of "water resources" at "basin" level in relation to land use conditions and climate change forecasts can help identify the most vulnerable areas and thus ensure adequate adaptation-oriented planning.

To carry out such assessments, a large amount of data is required, and pre-processing of the same is necessary, so that it is possible to have a wider spatial representation of the possible effects, and therefore the adoption of strategies to support the decision-making process.

The final phase of the urban project must include a correct location of interventions, as well as their typological diversification, including technological solutions based on nature in addition to those of hydraulic engineering (Collins, *AE and DB- 2016 (27)*).

Adaptation to local specificities presupposes that any intervention based on natural solutions cannot be replicated indiscriminately or implemented without a careful assessment of the local geological and climatic characteristics. Any action of land change, even if it is green, must always be contextualized and adapted through a design calibrated to the specificities, as well as oriented to the forecasts of future climate changes.

It is essential in this sense that the local project is consistent with a vision of the whole, being part of an integrated system of interventions that interact synergistically and are able to influence each other positively.

It is therefore *possible* to show that a basin macro planning has produced more results in the contexts which have integrated NWRM (Sustainable urban drainage systems, Artificial wetlands, Revitalization of watercourses, Protection and restoration of riparian areas, Vegetation cover and urban afforestation, Rainwater collectors, Natural barriers and coastal defences, Retention and infiltration infrastructure, Flood plain reconstruction, Natural filtration systems, Integrated water resources management techniques, Grey and black water recovery, Restoration of river habitats, Natural treatment of waste water through sand beds and vegetation, Rain gardens), because in particular conditions of fragility they have reduced the peak of floods up to 40% improving the capacity of water absorption, With a positive impact on local biodiversity and water quality.

The results obtained show that the introduction of BGI basatesu NBS in the planning phase can be effective and sustainable for the long-term management of geo-hydrological risks in vulnerable contexts such as those of the Mediterranean area of central southern Italy.

IV. DISCUSSION

Today, one of the main challenges in urban water management is to adopt effective "misure" for risk prediction, their recovery and ensuring that they achieve and maintain an optimal ecological status (European Parliament, 2000) both surface and underground.

In the European context, "measures" refers to the tools and strategies implemented to achieve risk planning and management objectives.

They are mainly divided into two categories: preventive measures and protective measures. If the preventive measures are aimed at reducing vulnerability and improving resilience of exposed risk elements through proactive planning and management, the protective measures focus on reducing the likelihood of events, By intervening in the physical processes that cause them.

In the case of water hazards, the traditional approach has been based exclusively on protection measures of hydraulic engineering, with provision for physical infrastructures such as dams, dams, drainage systems which change the flow and flow of water, Rolling basins, infiltration areas and phyto-purification systems, which reduce the possibility of flooding events by reducing flow peaks during extreme weather events.

Among other things, some of these solutions such as rolling basins, accumulating and conserving water, are revealed to be fundamental in some experimental projects to deal with the problem of disenteriticity (*Basin of the Middle Verdura in Sicily- Montaldo Roero Basin in Piedmont- Basin of the Cuga Dam in Sardinia*)

In recent years, the European project guidelines have shown a strong sensitivity to the integration of integrative mitigation technologies inspired by natural processes (filtration, infiltration and evapotranspiration) and related to the conservation of ecosystems and the protection and restoration of threatened periurban river habitats (Furlong *et al.*, 2016).

This context is the concept of Nature-Based Solutions (NBS), which are building technologies that play an integrative role in water risk mitigation with the additional ability to offer multiple functions and ecological benefits, social and economic.

Case studies of BGI with NBS technologies have delivered innovative and sustainable results in vulnerable contexts such as the Mediterranean area of central-southern Italy.

The European Commission defines Green and Blue Infrastructures (BGI), a planned network of natural and semi-natural areas integrated with other environmental elements, designed and managed to provide a wide range of ecosystem services, and the ability to respond to the need to protect and improve nature and natural processes, with benefits for society.

These technologies play a complementary role and can enhance the results of traditional engineering works in flood risk management, as well as reduce urban flooding.

The specific natural solutions in water resources management are called "Natural Water Retention Measures (NWRM)" and are in line with the Floods Directive 2007/60/EC for the objectives of conservation and recovery of environmental quality, as laid down in the Water Framework Directive (2000/60/EC).

These solutions in Italy have been recognized and treated in Annex 1 to the DPCM 27 September 2021, as technologies in addition to traditional measures.

The current legislation establishes how the "integrated interventions", provided for in article 7, paragraph 2, of DL 133/2014, should be included in the construction of "green infrastructures" (Green Infrastructure - GI).

The NWRM (Natural Water Retention Measures) analysed, although not all technically "natural", have reduced the ability to slow and reduce the surface flow of water from the city to

the waterways, thus contributing to the management of flooding, Flood events and improved water quality.

Some concrete examples were explored mainly in the Mediterranean area of central-southern Italy, with a subsequent analysis of the advantages obtained compared to the specificities of the places.

COMPARATIVE CASE STUDIES

Artificial wetlands are among the solutions that have demonstrated the possibility of reducing flood risk by creating wetland areas designed to retain and filter water. In Italy, we have had relevant examples such as the "Parco delle Valli in Rome" and the "Oasi di Focognano in Toscana", which recorded a reduction of floods by 30% and 40% respectively. By creating artificial reservoirs capable of accumulating excess water and retaining it during heavy rains, while helping to restore biodiversity (EU funds LIFE programme/ regional funds).

While the intervention in Rome also included the redevelopment of the area as a multifunctional urban park, combining water management with public green spaces, Focognano's focus was on increasing biodiversity and improving water quality through phyto-purification.

Sustainable urban drainage systems (SUDS) are solutions that reduce the risk of flooding in cities. In Italy, projects such as "The Japigia district in Bari" and "The city of Catania" have led to significant reductions in flooding, by 30% and 40% respectively. Both were based on the construction of permeable pavements and rainwater collection systems to relieve urban sewerage, with funding from both regional and European funds. However, while in Bari the intervention also included the creation of green spaces to improve air quality, in Catania the main focus was on improving the drainage capacity of the sewer system, Being a city with major problems related to water runoff.

As regards the revitalization of watercourses, successful examples were the projects of "Torrente Bisagno in Genoa" and the "Sarno river in Campania", where the restoration of flood areas has reduced the risk of flooding by 40% and 50%, respectively. In both cases, natural river corridors have been created to better manage flood peaks.

Other examples include the construction of rainwater collectors such as those in Turin and Bari, which have shown a 40% and 30% reduction in the risk of flooding. While rainwater is collected in Turin mainly to relieve the sewerage system, in Bari it is also used for urban irrigation, contributing to the reduction of drinking water consumption and counteracting the effects of drought (Horizon 2020 funds- regional funding)

The Rain Gardens are a solution designed to facilitate water infiltration into the ground, reducing the risk of urban flooding.

In the "Dora Park in Turin", they were included within an urban regeneration plan that transformed a former industrial area into a multifunctional green space, with a 20% reduction in flooding risk (Horizon 2020 fund). In the "Parco del Vallato in Ancona" not only was it possible to reduce the risk of flooding by 25%, but also the landscape aspect of the district was improved (national and regional funds).

Garden roofs are a sustainable solution for managing rainwater in urban areas, as they help to reduce the risk of flooding and improve the thermal insulation of buildings.

The "Le Albere District in Trento", designed by architect Renzo Piano, has integrated garden roofs in almost all new buildings and recorded a 30% reduction in rainwater runoff. Thus relieving the burden on the sewage infrastructure during heavy rains. The local microclimate was also improved, with a reduction in surface temperature of buildings during the summer and an improvement in overall energy efficiency. In Milan, in the "Porta Nuova" district, green roofs have been used on various buildings, including the famous skyscrapers of the Bosco Verticale, helping to reduce the runoff of rainwater by 35%, also improving urban biodiversity.

Other natural solutions such as the *revitalization of watercourses*, the *reconstruction of flood plains* and the protection of riparian areas have been shown to significantly reduce the risk of flooding in Italy.

An example is the "*Renaturalization* project of the river Arno in Tuscany", known for its tendency to overflow due to the alteration of its natural course and the inability to manage large quantities of water during floods. The project involved widening sections of the river, removing artificial dams that were too rigid and planting riparian vegetation, with a 40% reduction in flood risk recorded in the areas concerned, and a significant improvement in water quality and biodiversity (LIFE programme)

In the "*Redevelopment* project of the river Tiber in Rome" instead, an intervention has been carried out to restore the alluvial plains and to renaturalize the mouth due to the previous and frequent floods, The increasing urbanization of the river banks and the reduced absorption capacity of surrounding natural areas. By creating natural expansion basins and replanting of native species along the banks, it was possible to reduce the peak of floods by 30%, with the further increase in the resilience of the river ecosystem (Ministry of Environment- Lazio Region).

Case studies show how the adoption of green infrastructure can lead to concrete results in flood mitigation, integrating water management with ecological upgrading. They also stress the importance of collaboration between local, national and European authorities in funding and promoting these actions.

A THEORETICAL MODEL FOR THE EVALUATION AND IMPLEMENTATION OF URBAN WATER SYSTEMS

This paper proposes a theoretical model for the preliminary assessment of Nature-based Solutions (SBN) in urban contexts as an operational tool for local planners and administrators, aiming to select sustainable interventions, Effective and adaptable, in line with the specific characteristics of the territory.

The methodological framework is divided into four distinct phases, each of which represents a key step in the design and implementation of interventions.

Through a structured process, it is possible to integrate technical-scientific and economic social assessments, making the potential solutions adaptable and capable of evolving over time.

The "data collection and context analysis" is the first step of fundamental importance for understanding the territorial and environmental conditions on which action will be taken. Data on the hydrogeological, climatic and urban characteristics of the site are collected and analysed. Hydrogeological analysis allows the identification of soil absorption capacity, whether surface or deep aquifers are present and how they interact with the local water system. At the same time, urban data analysis allows to assess the natural and artificial drainage capacity of the area, highlighting the critical points of the urban water network and the potential impact of extreme weather events. The integration of future climate projections and historical data also allows modelling of risk dynamics related to heavy rainfall events, providing an overall view of the vulnerability of the context. The outcome of this phase is the creation of a local scale "water hazard critical area map" as an essential tool to guide the design and adaptation of nature-inspired solutions to specific contexts.

The second phase, "SBN solution selection", involves choosing the most appropriate intervention for the specific urban context. This selection is made by using a decision matrix that evaluates the effectiveness of the various solutions according to the characteristics of the territory and the risk mitigation objectives. The different solutions - such as sustainable urban drainage systems, artificial wetlands and green roofs, etc. - are analysed for their ability to reduce surface runoff, improve water infiltration and increase urban resilience. The use of hydrological

simulations is key in this phase, as they allow the selected solutions to be tested in different weather scenarios, Mimicking extreme precipitation events and predicting the behaviour of urban plumbing with and without SBN.

It is possible to provide an empirical basis for quantifying the reduction of runoff and water retention capacity of the proposed solutions, providing concrete data to guide design choices.

This approach ensures that solutions are flexible and able to adapt to the geological and urban features of the site, while maximising environmental and social benefits.

The third stage, "cost-benefit assessment and integration", consists of the economic evaluation of the chosen solution and its possible integration with existing infrastructures, whether grey or natural. The cost-benefit analysis is not limited to the assessment of initial investments, but considers long term benefits such as reduced flood damage, improved water quality, Increasing biodiversity and the overall resilience of the urban ecosystem. An important aspect of this phase is the possibility of integrating SBN with other technical solutions already present in the area, such as rolling tanks or conventional drainage systems, to strengthen the overall effectiveness of the intervention.

This phase also includes the verification of compatibility with existing urban planning and management tools, such as municipal zoning plans and water resource management plans.

The fourth phase, "monitoring and adaptation", ensures that the solutions identified remain effective in the long term. The dynamic approach involves continuous performance monitoring based on specific performance indicators, such as reduction of runoff or frequency of post-floodingAction, to assess the effectiveness of solutions adopted and identify any critical issues.

However, the contribution of SBNs goes beyond the simple management of local flooding as many cases can play a key role in flood prevention. Although the total elimination of this risk is complex and should be mainly left to hydraulic engineering, their integration into a wider risk management plan certainly offers the possibility of significantly reducing the scope and frequency of such events, Thus mitigating the devastating effects, ensuring greater security for vulnerable territories.

V. CONCLUSION

However, the analyses carried out revealed that the effectiveness of NBS interventions couldn't be adequately assessed in the absence of a preliminary and integrated urban planning context, and without optimal regulatory and administrative conditions.

Comparisons between the case studies highlighted the need to implement diversified strategies in each territory, in order to achieve positive outcomes in heterogeneous territorial and administrative contexts. In this respect, local political and administrative conditions and administrative procedures for the implementation of interventions-in some cases excessively complex and obstructive-are a determining variable to promote the process of building resilient cities.

Case studies showed that both top-down and bottom-up approaches, when aligned with common objectives and adapted to local specificities, can be equally effective.

Understanding and monitoring medium/long-term climate change trends is impossible, therefore, the implementation of an adaptation strategy supported by a theoretical model of preliminary assessment can help to counter potential geomorphological responses dictated by extreme phenomena.

Effectiveness will depend on the involvement of different levels of government: at local level, municipalities could play a key role by including it in their PRG or planning regulations; Regions could support the model through the evaluation of NBSs against Hydrogeological Planning Plans (PAI); At national level, the integration of a theoretical model into the guidelines for water risk

management could promote its wider adoption, ensuring consistency between local and supranational policies.

Our model could be a valid strategic tool for Albania, given the geographical and climatic similarity with southern Italy.

One application scenario could be the preliminary simulation in two similar contexts in Italy and Albania to test its validity, and the subsequent promotion of a pilot project.

Attribution, acknowledgements, copyrights

- *Arianna Tollis, architect and PhD student at the Faculty of Geosciences: conceptualisation, data curation, analytical insights, methodological aspects, graphical processing, photographic shots, conception and drafting of the article;*
- *Gianmichele Panarelli, associate professor at the INGEO department: supervision, visualisation of results, assistance in correcting the article, economic data research on PNR missions and explanatory graphs;*
- *Nicola Sciarra, full professor at the DISPUTER department: supervision and collaboration on the indications for geotechnical aspects, validation of the article;*
- *Giulia Cellitti, architect and doctoral student at the Faculty of Architecture: collaboration on the provision of data on how tourism-recreational activities in protected areas can enhance cultural ecosystem services (SEC), promote environmental protection and cultural heritage, and demonstrate how sustainable tourism can integrate land protection with local economic development and spatial planning*

A. Figures and Tables

Figures and tables must be centered in the column. Large figures and tables may span across both columns. Any table or figure that takes up more than 1 column width must be positioned either at the top or at the bottom of the page.

Image no. 2: Map of Italy with location of the events catalogued, showing an immediate location of the sites with the highest occurrence of phenomena in the period 2000-2022. The cities most affected are Milan, Genoa and Rome (ISPRA DATA)

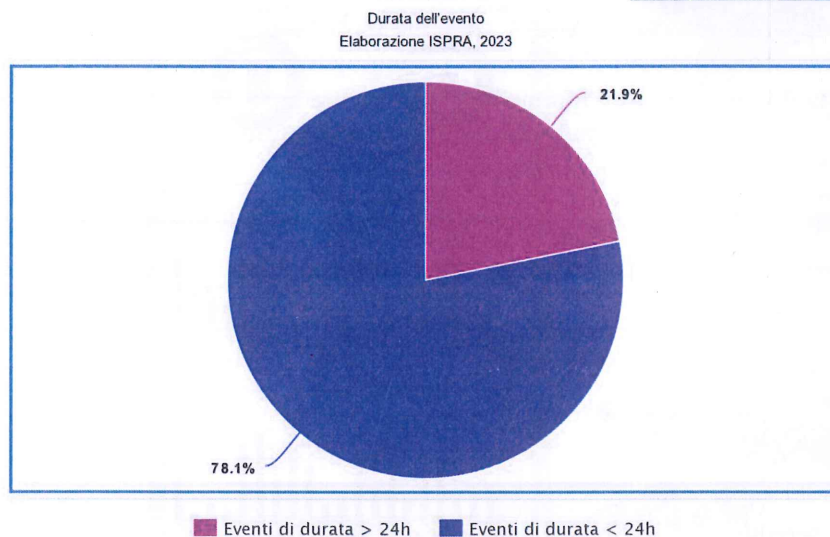
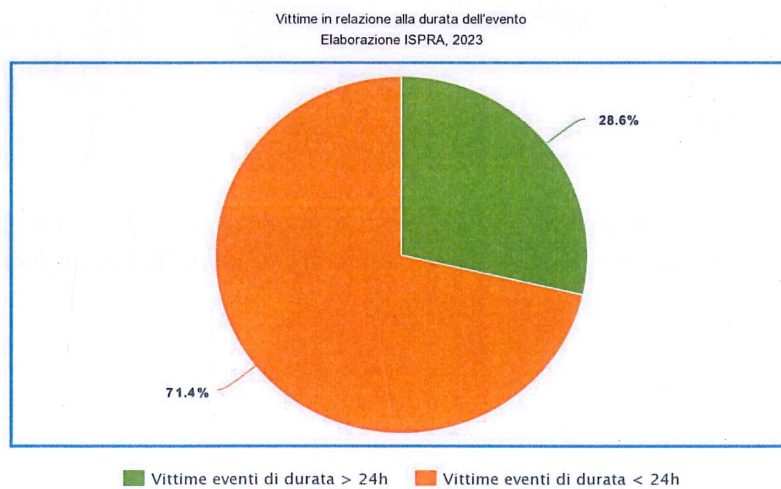


Image no. 3

Image no. 4

Image caption No. 2 and No. 3: A comparison of the geo-hydrological characteristics, the duration of the event and the detection of the effects on the ground in the urban fabric revealed numerous hydraulic criticalities, especially in those areas where anthropic intervention has altered pre-existing balances to a greater extent. Among the most evident problems were those caused by narrowing of runoff sections, culverts, subways, and unmaintained canals. It is evident from the pie charts (Fig. 3 and 4) that



short-lived events prevail and that it is precisely this type of event that causes the majority of victims.

Image no. 5

Image caption 5: Modelling of a schematic reservoir in which 8 NVRM (Nature-Based Solutions and Risk Management) solutions coexist, designed to synergistically address the problem of urban flooding. These solutions integrate different types of interventions, covering a wide range of sectors and measures.

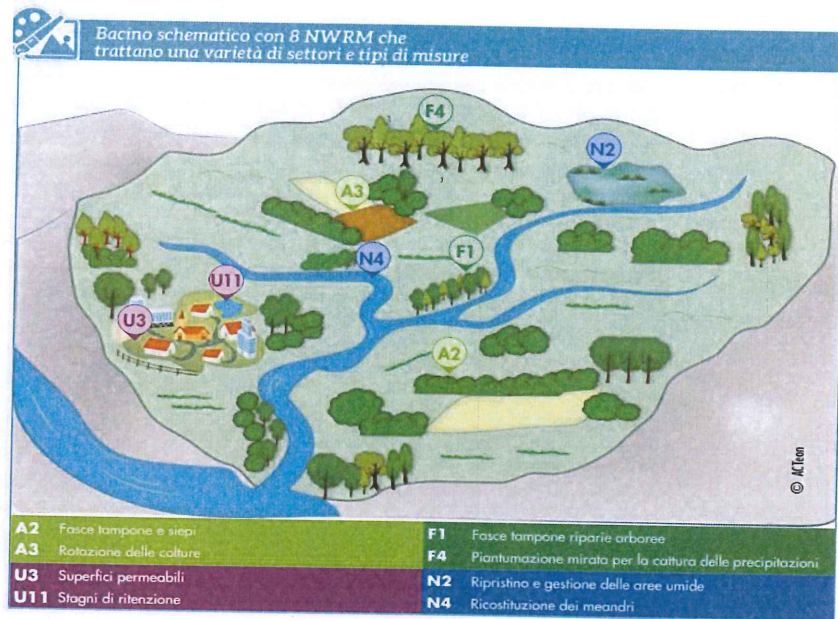


Tabella 1 - Illustrazione di come le iniziative di politiche della UE selezionate riconoscano il ruolo potenziale delle NVRM nella contribuzione al raggiungimento dei propri obiettivi

Politica UE	Obiettivi complessivi della politica	Collegamenti espliciti e impliciti alle NVRM o simili	Fonte
Direttiva quadro sulle acque	Ottenere un buono stato di tutte le acque in Europa.	L'allegato VI della WFD fornisce un elenco di misure che possono essere prese in considerazione nei programmi di misure. Queste includono, fra l'altro, la ricreazione e il ripristino delle aree umide.	DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO E DEL CONSIGLIO EUROPEO del 23 ottobre 2000 che stabilisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo delle politiche idriche
Direttiva sulle alluvioni	Ridurre e gestire i rischi causati dalle alluvioni per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche	L'articolo 7 della direttiva sulle alluvioni specifica che i piani di gestione dei rischi di alluvione possono anche includere la promozione di pratiche di utilizzo del paesaggio sostenibili, il miglioramento della conservazione idrica nonché l'installazione controllata di determinate aree in caso di un evento alluvionale.	DIRETTIVA 2007/60/CE DEL PARLAMENTO E DEL CONSIGLIO EUROPEO del 23 ottobre 2007 sulla valutazione e gestione dei rischi da alluvione
Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici	Rendere l'Europa più resistente al clima e migliorare la preparazione e la capacità di tutti di rispondere agli impatti dei cambiamenti climatici	La strategia di adattamento della UE richiede una forte enfasi sull'incorporazione di opzioni di adattamento a basso costo, senza rimpianti e positive per tutti. Queste includono una gestione delle acque sostenibile e sistemi di allarme precoce. Gli approcci basati sugli ecosistemi sono in genere convenienti in diversi settori. Sono facilmente accessibili e forniscono molteplici benefici, come rischi di alluvione ridotti, minore erosione del suolo, migliore qualità delle acque e dell'aria e un effetto "tappa di calore" ridotto	COMUNICAZIONE DALLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Una strategia della UE sull'adattamento ai cambiamenti climatici
Infrastrutture naturali	Promuovere lo sviluppo di infrastrutture naturali (Green Infrastructure), gli creando un quadro che consenta di incoraggiare e facilitare i progetti GI all'interno degli strumenti legali, politici e finanziari esistenti per sfruttare i loro benefici per uno sviluppo sostenibile.	Le soluzioni con infrastrutture naturali che migliorano la resistenza ai disastri sono parte integrante anche della politica della UE sulla gestione dei rischi da disastri. [...] Gli impatti di tali eventi sulla società umana e sull'ambiente possono spesso essere ridotti utilizzando soluzioni GI, come pianure alluvionali funzionali, boschi ripari, foreste di protezione in aree montagnose, spiagge di barriera e aree umide costali che possono essere realizzate in combinazione con le opere di protezione fluviale.	COMUNICAZIONE DALLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Infrastrutture naturali (GI) - Miglioramento del capitale naturale dell'Europa

Politica UE	Obiettivi complessivi della politica	Collegamenti espliciti e impliciti alle NVRM o simili	Fonte
Blueprint per la salvaguardia delle acque della UE	Assicurare che vi sia una quantità sufficiente di acqua di buona qualità per le esigenze delle persone, dell'economia e per la UE.	Il Blueprint per la salvaguardia delle acque della UE propone pratiche di utilizzo del paesaggio alternative per contribuire al raggiungimento di un buono stato ecologico come delineato dalla WFD, basando specifico riferimento alle NVRM. In particolare afferma quanto segue: fra le misure che possono contribuire in gran parte a limitare gli effetti negativi delle alluvioni e della siccità vi sono le infrastrutture naturali, in particolare le NVRM. Queste includono il ripristino delle pianure alluvionali e delle aree umide, che possono trattare l'acqua durante periodi di precipitazioni abbondanti o eccessive per l'utilizzo nei periodi di carenza. Le infrastrutture naturali possono aiutare ad assicurare la fornitura di servizi degli ecosistemi, in linea con la strategia dell'UE sulla biodiversità. La riduzione dell'impermeabilizzazione del suolo è un'altra misura che può diminuire i rischi di alluvione. Tali misure devono essere incluse sia nelle RISP che nelle FMP e, come citato in molte RISP, dovrebbero diventare una priorità per il finanziamento derivante dal FBC, dai fondi strutturali e dai fondi di coesione.	COMUNICAZIONE DALLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI. Un blueprint per la salvaguardia delle acque dell'Europa
Politica agricola comune (PAC)	Miglioramento delle prestazioni ambientali tramite una componente obbligatoria dei pagamenti diretti finalizzata all'aumento delle componenti ecologiche che supporta le pratiche agricole vantaggiose per il clima e l'ambiente.	Le misure di incentivazione ecologica della PAC, tra cui la diversificazione delle colture, il mantenimento di prati permanenti e di aree di attenzione ecologica, rappresentano il 10% dei pagamenti di una singola azienda agricola.	COMUNICAZIONE DALLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI La PAC verso il 2020: rispondere alle sfide alimentari, territoriali e delle risorse naturali del futuro
Regolamento sullo sviluppo rurale (RSR)	Ripristino, conservazione e miglioramento degli ecosistemi relativi all'agricoltura e alla silvicoltura	La conservazione idrica è un obiettivo implicito delle priorità della UE per lo sviluppo rurale. L'articolo 5 della normativa 1305/2013 fa riferimento al ripristino, alla conservazione e al miglioramento degli ecosistemi relativi alla biodiversità, tra cui le aree Natura 2000 e le aree soggette a limiti naturali o altri limiti specifici e all'agricoltura con elevati valori naturali, oltre che allo stato dei pascoli europei; a) ripristino, conservazione e miglioramento della biodiversità, tra cui le aree Natura 2000 e le aree soggette a limiti naturali o altri limiti specifici e all'agricoltura con elevati valori naturali, oltre che allo stato dei pascoli europei; b) miglioramento della gestione agricola, inclusa la gestione di fertilizzanti e pesticidi; c) prevenzione dell'erosione del suolo e miglioramento della gestione del suolo.	REGOLAMENTO (UE) N. 1305/2013 DEL PARLAMENTO E DEL CONSIGLIO EUROPEO del 17 dicembre 2013 sul supporto allo sviluppo rurale da parte del Fondo Agricolo Europeo per lo Sviluppo Rurale (FEASR) e abrogazione del regolamento del Consiglio (CE) N. 1698/2005

Caption Table 1: Table 1 illustrates how initiatives promoted by the European Community recognise the potential of NVRM (Nature-Based Solutions and Risk Management) solutions in contributing to the achievement of several objectives related to hydraulic emergency management.



Tabella 2 - Coordinamento delle politiche, un prerequisito alla realizzazione delle politiche integrato nelle politiche della UE

Politica	Base per assicurare il coordinamento e le sinergie con altre politiche e strategie della UE
Direttiva quadro sulle acque	La WFD richiede un'ulteriore integrazione della protezione e della gestione sostenibile delle acque nelle altre aree delle politiche comunitarie, come il settore energetico, i trasporti, l'agricoltura, la piscicoltura, le politiche regionali e il turismo [...]. Inoltre la WFD dovrebbe fornire una base di dialogo continuo e per lo sviluppo di strategie verso un'ulteriore integrazione delle aree delle politiche. Nello specifico, ciascun piano di gestione del bacino fluviale (RBMP) dovrebbe essere il punto focale di un 'controllo climatico' per assicurare che l'adattamento ai cambiamenti climatici sia pienamente incluso nei RBMP.
Direttiva sulle alluvioni	A causa del loro 'punto focale sull'acqua' e dell'unità di pianificazione comune (bacini fluviali), è essenziale stabilire sinergie fra l'ottenimento di un buono stato delle acque (WFD) e la gestione del rischio di alluvioni (direttiva sulle alluvioni). L'articolo 9 della direttiva sulle alluvioni è molto specifico nel determinare che gli Stati membri debbano prendere le misure necessarie a coordinare l'applicazione della direttiva e della direttiva 2000/60/CE concentrandosi sulle opportunità per il miglioramento dell'efficienza, lo scambio delle informazioni e per ottenere sinergie comuni e benefici pertinenti agli obiettivi ambientali determinati dall'articolo 4 della direttiva 2000/60/CE.
Strategia sulla biodiversità	Il coordinamento delle politiche è essenziale al raggiungimento degli obiettivi della strategia dell'UE sulla biodiversità. La strategia specifica che per raggiungere l'obiettivo del 2020 sarà necessaria la completa realizzazione della legislazione ambientale esistente della UE oltre che azioni a livello nazionale, regionale e locale. Diverse iniziative di politiche esistenti pianificate sosterranno gli obiettivi della biodiversità. Ad esempio il cambiamento climatico, che è una pressione notevole e crescente sulla biodiversità che cambierà gli habitat degli ecosistemi, è affrontato tramite un pacchetto di politiche della UE esaustivo adottato nel 2009. [...] La strategia inoltre sottolinea l'importanza di una direttiva quadro futura per la protezione del suolo, necessaria a consentire alla UE di raggiungere i propri obiettivi di biodiversità. La necessità dell'impegno della UE nella promozione di una maggiore cooperazione fra le diverse convenzioni sulla biodiversità, sul cambiamento climatico e sulla desertificazione viene sottolineata in ragione dei reciproci benefici che può fornire.
Politica agricola comune	L'integrazione delle politiche è resa esplicita negli obiettivi della futura PAC che includono: (a) intraprendere azioni di adattamento e di mitigazione dei cambiamenti climatici, consentendo pertanto all'agricoltura di rispondere ai cambiamenti climatici stessi e (b) garantire pratiche produttive sostenibili e assicurare una migliore fornitura di beni pubblici ambientali poiché molti dei benefici pubblici generati dall'agricoltura sono compensati tramite i normali meccanismi di mercato. I pagamenti diretti della futura PAC ora includono la WFD nell'ambito della conformità incrociata. La futura PAC sottolinea la necessità di rafforzare la coerenza fra politiche di sviluppo rurale e altre politiche europee in particolare stabilendo un quadro strategico comune per i fondi europei. Inoltre che richiede che gli Stati membri designino aree di interesse ecologico con l'obiettivo di sostenere la realizzazione delle politiche dell'Unione sull'ambiente, sul clima e sulla biodiversità.
Infrastrutture naturali	La strategia europea per le infrastrutture naturali (GI) sottolinea il fatto che le GI possono apportare un contributo significativo nelle aree dello sviluppo regionale, del cambiamento climatico, della gestione dei rischi dei disastri naturali, nell'agricoltura/silvicoltura e nell'ambiente. Specifica inoltre che le GI devono diventare uno standard nella pianificazione spaziale e nello sviluppo territoriale che sia completamente integrato nella realizzazione di tali politiche.
Blueprint per la salvaguardia delle acque della UE	Riconoscendo le difficoltà nell'ottenere lo stato di buona qualità delle acque come richiesto dalla WFD, il Blueprint per la salvaguardia delle acque della UE evidenzia la necessità di una migliore realizzazione e una maggiore integrazione degli obiettivi delle politiche idriche nelle altre aree di politica, come la politica agricola comune (PAC), i fondi di coesione e strutturali e le politiche relative all'energia rinnovabile, ai trasporti e alla gestione integrata dei disastri. Questo sottolinea ulteriormente la necessità di una maggiore integrazione delle politiche che sosterrà lo sviluppo di infrastrutture naturali. Inoltre enfatizza la necessità di utilizzare appieno i RBMP che richiedono un approccio integrato alla gestione delle risorse idriche in aree di politica diverse quali l'agricoltura, la cultura, l'energia, i trasporti e la gestione integrata dei disastri.

Caption Table 2: Table 2 lists all existing policy actions and regulations, both at the Italian and European level, comparing the existing regulatory framework with the necessary basis to ensure coordination and synergies with other strategic policies of the European Community.

B. References

The heading of the References section must not be numbered. All reference items must be in 10 pt font. Please use Regular and Italic styles to distinguish different fields as shown in the References section. Number the reference items consecutively in square brackets (e.g. [1]).

When referring to a reference item, please simply use the reference number, as in [2]. Do not use "Ref. [3]" or "Reference [3]" except at the beginning of a sentence, e.g. "Reference [3] shows ...". Multiple references are each numbered with separate brackets (e.g. [2], [3], [4]–[6]).

Examples of reference items of different categories shown in the References section include:

1. Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC), *Cambiamenti climatici 2014: rapporto di sintesi* ;
2. Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC), *Riscaldamento globale di 1,5°C: rapporto speciale dell'IPCC sugli impatti del riscaldamento globale di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali e sui relativi percorsi di emissione globale di gas serra* , Ginevra, Svizzera, 2018;
3. Agenzia europea dell'ambiente (AEA), *Stato della natura nell'UE: risultati delle relazioni ai sensi delle direttive sulla natura 2013-2018* , Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2020.
4. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), *Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)*;
5. Munich Re. *Rischi da inondazioni, mareggiate e inondazioni improvvise. Rischio naturale sottovalutato. Munich Re 1 (2021)*;
6. Wilby, R. L., & Perry, G. L. W. (2006). *Climate Change and Urban Areas: Impacts, Implications and Responses*. Routledge;
7. Eurostat, *Europa urbana — Statistiche su città, paesi e periferie* , Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, 2016;
8. Nazioni Unite (ONU), *Rapporto sociale mondiale 2020: Disuguaglianze in un mondo in rapido cambiamento* , New York: Nazioni Unite, 2020;
9. *Bollettino mensile sul clima-Albania*;
10. Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), *Rapporto sullo stato dell'ambiente 2023* ;
11. Brown, K., Adger, WN, Devine-Wright, P., et al. , *Cambiamenti climatici, strategie di mitigazione e adattamento* , Cambridge: Cambridge University Press, 2009;
12. Dunnett, N., Kingsbury, N., *Piantare tetti verdi e muri verdi* , Portland: Timber Press, 2008;
13. Shuster, WD, Bonta, J., Thurston, H., Warnemuende, E., Smith, DR, *Impatti della superficie impermeabile sull'idrologia del bacino idrografico: una revisione* , *Rivista sull'acqua urbana* , 2005;
14. Commissione delle Comunità europee, *Libro verde sull'ambiente urbano* , Bruxelles, 2005;
15. Nelson, E., Daily, GC, Sandhu, H., et al., *Modellazione di molteplici servizi ecosistemici: compromessi e sinergie tra uso del suolo e fornitura di servizi ecosistemici* , *Applicazioni ecologiche* , vol. 23, n. 1, pp. 11-24, 2013;
16. Carpenter, SR, e Bennett, EM (2011). BH Walker, et al. , **Ecosistema seI servizi ecosistemici nel contesto della sostenibilità: un approccio interdisciplinare* ;
17. L'IPCC (2014) Gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici (IPCC) ;
18. DPCM 27 settembre 2021 , *Criteri e modalità per l'attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)* , *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n. 239, 4 ottobre 2021;
19. Decreto-Legge n. 133 del 12 settembre 2014 , *Disposizioni urgenti in materia di infrastrutture e trasporti* , convertito con modifiche nella Legge n. 164 del 11 novembre 2014, *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n. 215, 15 settembre 2014;
20. IPCC (2018) . "Riscaldamento globale di 1,5°C: un rapporto speciale dell'IPCC";
21. Zaccaria, D., & Tóth, G. (2016) . "La gestione delle risorse idriche in Italia: situazione attuale e sfide future." In *Gestione delle risorse idriche* , vol. 30, pp. 1477-1495;
22. Mather, J. R. (2020). *The Influence of Climate Change on Urban Planning*. Routledge;

23. Crozier, M. J. (2010). *The Climate in Urban Areas: A Study of Climatic Changes and Their Effects on the Urban Environment*. Springer;
24. Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e gestione del rischio di alluvioni. *Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea*;
25. Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152- Norme in materia ambientale (*Gazzetta Ufficiale* n. 88 del 14 aprile 2006).
26. Direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE).
27. Collins, AE e DB (2016). "Il ruolo delle infrastrutture verdi nella gestione delle acque urbane". In *Journal of Environmental Management*, 176, 1-9;

other bibliographical references:

- Amorim-Maia, A.T., Anguelovski, I., Connolly, J. Chu, E. (2023) Seeking refuge? The potential of urban climate shelters to address intersecting vulnerabilities, *Landscape and Urban Planning* 238. 104836.
- Baró, F., Camacho, D. A., Perez del Pulgar, C., Ruiz-Mallén, I. and Pablo García-Serrano. (2022). Nature-Based Climate Solutions in European Schools: A Pioneering Co designed Strategy Towards Urban Resilience. In I. Ruiz-Mallén et al. (eds.), *Urban Resilience to the Climate Emergency, The Urban Book Series*, https://doi.org/10.1007/978-3-031-07301-4_6.
- Berisha, V., Hondula, D., Roach, M., White, J. R., McKinney, B., Bentz, D., Mohamed, A., Uebelherr, J., Goodin, K. (2017). Assessing Adaptation Strategies for Extreme Heat: A Public Health, Evaluation of Cooling Centers in Maricopa County, Arizona. *Weather, Climate, and Society*, 9(1), 71–80.
- Castellari S. e Filpa A., 2020. L'adattamento climatico nel governo urbano in Focus su: cambiamenti climatici, ambiente e salute, città circolari del XV Rapporto sulla Qualità dell'Ambiente Urbano, Ed. 2019. Report SNPA, 14/2020.
- Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, 2021. Spano D., Mereu V., Bacciu V., Barbato G., Casartelli V., Ellena M., Lamesso E., Ledda A., Marras S., Mercogliano P., Monteleone L., Mysiak J., Padulano R., Raffa M., Ruiu M.G.G., Serra V., Villani V., 2021. "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in sei città italiane", doi: 10.25424/cmcc/analisi_del_rischio_2021.
- Ciriminna, D.; Ferreri, G.B.; Noto, L.V.; Celauro, C., 2022. Numerical Comparison of the Hydrological Response of Different Permeable Pavements in Urban Area. *Sustainability* 2022, 14, 5704. <https://doi.org/10.3390/su14095704>.
- Cohen-Shacham E., Walters G., Janzen C. and Maginnis S. (eds.), 2016. *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp. Comune di Torino, Piano di resilienza climatica (2020). Comune di Udine, Piano Integrato di Attività e Organizzazione (PIAO) 2023-2025, Sottosezione 2.2 Performance, Allegato 1 (2023)
- Desiato F., Fioravanti G., Frascchetti P., Perconti W., Piervitali E., 2012. Elaborazione delle serie temporali per la stima delle tendenze climatiche, Rapporto ISPRA/Stato dell'Ambiente 32/201
- MiTE, 2021. Decreto Direttoriale n. 117 del 15.04.2021 di istituzione del Programma sperimentale di interventi per l'adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano e Allegato 1, 2 e 3.
- MiTE, 2022. Decreto Direttoriale n. 93 del 07.07.2022 di ammissione delle istanze al finanziamento di cui al D. D. n. 117 del 15.04.2021.

- ISPRA, 2023. Braca G., Mariani S., Lastoria B., Piva F., Archi F., Botto A., Casaioli M., Forte T., Marchetti G., Peruzzi C., Tropeano R., Vendetti C. e Bussetini M.: Bilancio idrologico nazionale: focus su siccità e disponibilità naturale della risorsa idrica rinnovabile. Aggiornamento al 2022. Rapporti n. 388/2023, ISPRA, Roma
- MASE, 2022. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Versione pubblicata sul sito del MASE nel Dicembre 2022.
- MATTM, 2015. Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici.
- MATTM, 2018. Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Versione di Giugno 2018.
- Liverman, D.M., Smith, I.C.C. (2021) *Nature-Based Solutions for Resilient Ecosystems and Societies*. Cambridge University Press.
- Green, J.R., Miller, K.J. (2020) *Urban Resilience and Climate Change: A Guide for Practitioners*. Routledge.
- Williams, J.L., Young, M.P. (2019) *Building Resilience in Urban Environments: Nature-Based Solutions for Flood Risk Management*. Elsevier.
- Rouse, D.C., Bunster-Ossa, I.J. (2013) *Green Infrastructure: Planning and Design*. John Wiley & Sons
- Bulkeley, H., Smith, D.F.D. (2022) *The Role of Nature-Based Solutions in Climate Change Adaptation*. Routledge.
- Smith, R.M., Casey, L.J. (2021) *Integrating Nature-Based Solutions into Urban Planning and Policy: Theory and Practice*. Springer.
- Thompson, E.E., Harris, S.D. (2020) *Managing Urban Flood Risks with Nature-Based Solutions: A Guide for Practitioners*. Wiley-Blackwell.

Geospatial analysis of catchment distribution in the upper reaches of the Seman river basin and temporal changes in the water table

Amarildo Shallas

Department of Meteorology, GeoSciences Institute, Polytechnic University of Tirana, Albania.

Corresponding author: a.shallas@geo.edu.al

Abstract

The Seman River Basin is one of the river basins with a considerable geographical extent, namely 5,649 km² or 19.65% of the territory of the Republic of Albania. The upper course of the basin is represented by the Devoll and Osum rivers, which, after joining, form the Seman River. Catchments play an important role during the irrigation season of various agricultural crops. These range from large-sized reservoirs that serve for irrigation and electricity generation to smaller ones that consist of water pits or water ponds of a temporary nature. In this paper, the spatial extent of watersheds and their temporal changes will be treated by means of comparative analyzes in GIS. Their impact in terms of time is evidenced, as well as the impact of the creation of new artificial watersheds will be analyzed. Their placement in relation to the placement of settlements is analyzed.

Abstrakt

Pellgu i lumit Seman është një nga pellgjet lumore me një shtrirje të konsiderueshme gjeografike, përkatesisht 5649 km² ose 19.65% e territorit të Republikës së Shqipërisë. Rrjedha e sipërme e pellgut përfaqësohet nga lumenjtë Devoll dhe Osum, të cilët pasi bashkohen formojnë lumin Seman. Ujëmbledhësit luajnë një rol të rëndësishëm gjatë sezonit të ujitjes të kulturave të ndryshme bujqësore. Këto variojnë nga rezervuarët me përmasa të mëdha që shërbejnë për ujitje dhe prodhimin e energjisë elektrike deri tek ato më të vegjël që përbëhen nga gropa uji ose pellgje uji të një natyre të përkohshme. Në këtë punim, shtrirja hapësinore e pellgjeve ujëmbledhëse dhe ndryshimet kohore të tyre do të trajtohen me anë të analizave krahasuese në GIS. Është evidentuar ndikimi i tyre në aspektin kohor, si dhe do të analizohet ndikimi i krijimit të pellgjeve të reja ujëmbledhëse artificiale. Është analizuar vendosja e tyre në raport me vendosjen e vendbanimeve.

Keywords – catchment, basin, climate change, water table, GIS

IX. INTRODUCTION

The Seman river basin lies in the southern part of the Republic of Albania. In the north it is bordered by the river basin of Shkumbin and in the south by the river basin of Vjosa. The basin has an area of 5649 km² [1] and has as its main rivers Devoll and Osum, which join and form the Seman river. In the upper part, in the course of the Devoll and Osum rivers, it is characterized by mainly mountainous relief, while in the lower part, in the course of the Seman river, it is characterized by plain relief. This diverse landscape influences the river's hydrology and the types of ecosystems it supports.

Historically, the Seman was known as the Apsus River, mentioned by ancient writers such as Julius Caesar in his accounts of the Roman Civil Wars. [2]

X. MATERIALS AND METHOD

In terms of the materials and methodology used, it is mainly focused on 2 aspects: firstly, on the collection and evaluation of existing literature and secondly on the use of geographic information systems to perform the temporal and spatial analysis of the watersheds in this basin.

The methodology of data collection from previous sources, such as books or research papers, involves a systematic review and synthesis of existing literature to gather relevant information. This process begins with identifying credible and authoritative sources that align with the research topic or objectives. Then critically analyze and extract key data points, theories, and findings from these materials. This involves organizing the data into themes or categories that address specific aspects of the research question. Proper citation and documentation are essential during this stage to ensure the integrity and traceability of the sources used. By reviewing previous literature, we not only build on established knowledge but also identify gaps or inconsistencies in the field, which can guide further investigation or provide context for new studies.

Secondly, Geographic Information Systems (GIS) are powerful tools used to collect, manage, analyze, and visualize spatial or geographical data. These systems allow users to understand patterns, relationships, and trends within geographic contexts by layering various types of data, such as topographic maps, satellite imagery, and demographic statistics. Through GIS, users can create detailed, interactive maps that provide insights into how specific variables like population density, land use, or natural resources vary across different regions. One of the key advantages of GIS is its ability to integrate data from various sources and formats, offering a holistic view of spatial information that can be tailored to specific research needs or real-world applications. The use of GIS in research methodology often involves several steps, including data collection from satellites, surveys, or databases, followed by data processing, which transforms raw data into usable formats. Once processed, the data is inputted into GIS software, where it can be analyzed using spatial analysis techniques such as overlaying different data layers or conducting proximity analysis. This allows us to assess relationships between geographic features and phenomena. For instance, GIS can help in urban planning by mapping land use and transportation networks or in environmental studies by tracking changes in natural habitats. The visual representation of this data, often through interactive maps, enables stakeholders and researchers to make informed decisions based on real-world geographic conditions.

XI. RESULTS

The river basin of Seman is easily distinguishable from other basins in terms of the relevant characteristics, but also, like other river basins in the Republic of Albania, it is characterized by the same peculiarity of relief features where the upper course is mountainous and hilly while in the lower course lies the plains.

In this paper, the focus or study area is represented by the upper course of the Osum River, which is also the upper course of the Seman River. This study area lies from the source of Osum River to the vicinity of the town of Poliçan, where the Osum River joins the Vokopola River. The surface of the study area is 1,257.96 km² or 22.27% of the total area of administrative water basin of Seman River.

This study area extends partially in 5 municipalities, respectively in the municipalities of Kolonja, Korça, Përmet, Skrapar and Poliçan. During the analysis using GIS systems as well as during the cumulative research in the national geoportal of ASIG, a total of 85 objects were identified in the study area, of which 55 Reservoirs, 17 Catchments, 12 Water Pits and 1 Lake. Total surface of the water catchments is 2.93 km².

Here I want to emphasize that this surface corresponds to the surface of polygon objects in the national geoportal and does not represent the real surface but the surface at the moment of digitization of geospatial information.

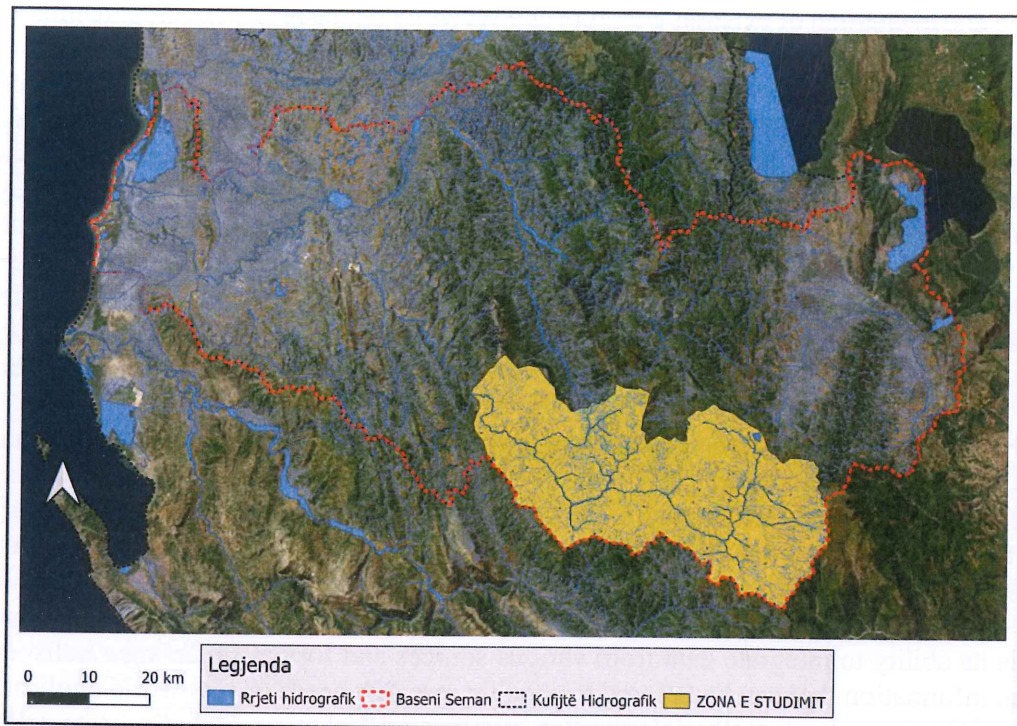


Figure.1 Study Area

The administration of water resources in Albania has taken on a special importance due to the increase in water demands and the challenges related to climate change. One of the main strategies of the country is to improve the integrated management of water resources, which includes the rational and sustainable use of water for population supply, agriculture and energy production. Increasing the demand for water and improving the supply infrastructure are the main goals for the coming years.

One of the main priorities of the Albanian government is to improve the quality and quantity of surface and underground water. Government has approved specific plans for the management of river basins, to ensure the protection of rivers and their sustainable use. We face serious challenges such as the reduction of water flows and mismanagement, which have serious consequences for local communities. Hydropower plants and the diversion of water flows have caused conflicts with residents who depend on these sources for their livelihood.

Residents of some areas such as Puka and Mirdita have protested against the construction of hydropower plants, which affect local hydrology and ecosystems. [5]

Apart from the challenges, important steps are taken to protect and preserve water resources. New laws on water resources and the protection of the marine environment have been adopted to ensure a more sustainable and integrated approach to the management of these resources. The aim is to improve the ecological situation and increase the accessibility of clean water for all areas.

The climate upstream of the Osum River is characterized by a modified Mediterranean climate, with pronounced mountain influences. This area experiences cold winters with heavy snowfall at high altitudes, while summers are warm and relatively dry. In the last years due to climate change there are less frequent cold winters with heavy snowfall. Due to the rugged mountain topography and deep valleys, variations in temperature and rainfall are frequent. The upper reaches of the Osum are also affected by local winds, which contribute to specific microclimates

in the region, affecting the area's biodiversity and ecosystems. Precipitation is higher in the winter and spring months, ensuring a continuous supply of water for the river, while dry summers can affect the reduction of water levels.

The geology of the upper reaches of the Osum River is characterized by a complex terrain, with rock formations created by river erosion over millions of years. In the Osum Canyon, one of the most visible features is the carbonate rocks, mainly limestone, which were formed mainly during the Paleogene and Neogene geological periods. The continuous erosion of the river has created numerous canyons and caves, some of which are still unexplored.

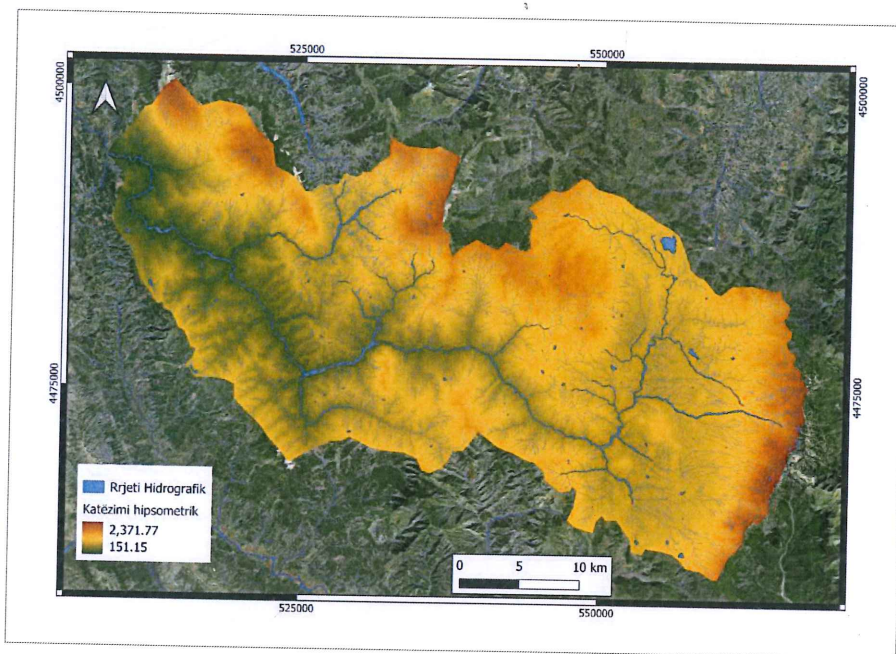


Figure .2 Hypsometry of study area

The relief of this study area is mainly mountainous and hilly. To the east of this study area lies the Gramozi mountain range with the highest point 2523m above sea level. Passing to the west is the pit of Kolonje. Further west we see again mountainous terrain represented by Ostrovica mountain and Tomorri mountain. The lowest relief point in the study area is located in the western part, while the highest point is in the eastern part, with a hypsometric difference of 2372 m.

Hydrography is represented by many streams and rivers. The main river is that of Osum, but we can also mention other rivers such as the Konopishta River, the Selenice River, the Kallavesh River, the Treska River, the Stravecka River, the Malindi River and the Çorovoda River. These rivers are mainly fed by rainfall and snowmelt and are mostly dry during the summer season. Regarding the study of watersheds, 3 main features are noted. **The first case** is that of catchments with controlled discharges. Human-controlled catchments are engineered structures built to store and manage water for various purposes, such as water supply, agriculture, hydroelectric power, and flood prevention. In these systems, the water level and its flow can be adjusted as needed, using sophisticated mechanisms such as gates and valves, which can be opened or closed to control the flow of water from the tank. This technology allows for more sustainable use of water resources and minimizes the risk of natural disasters, such as floods.

One of the main benefits of such catchments is the conservation of water reserves during periods of heavy rainfall and their controlled discharge during drought or when water demand increases. This precise control of water flow is important for improving hydroelectric power production, where the water level must be kept within certain limits to ensure maximum efficiency. In

addition, for the agricultural sector, the catchments help to guarantee a regular supply of water to irrigate the land in dry periods.

Catchment systems with controlled discharges are also important for flood prevention in urban and rural areas. During heavy rainfall, water can be diverted from dams and reservoirs to prevent flooding in areas below them. These systems require constant monitoring and precise management by experts to ensure proper functioning, as well as to balance different water needs in a sustainable manner. The Gjanci reservoir was taken as an example for the study area.

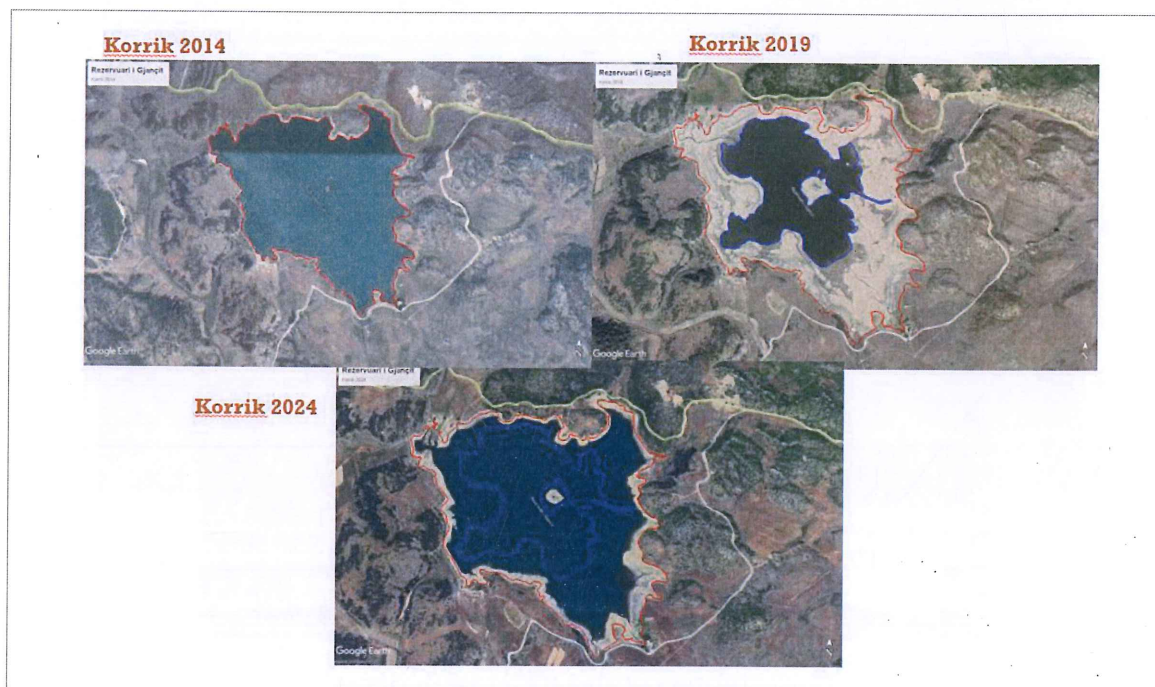


Figure .3 Gjanci reservoir during the period 2014-2019-2024

The second case is the case of the creation of new watersheds. The creation of new watersheds is an important engineering process, involving the construction of reservoirs and dams to manage and store water. The main purpose of this process is to increase the supply of water for agricultural, industrial and urban purposes, as well as for the production of hydroelectric energy. While the need for water resources increases with the rapid development of society and the climate changes that are taking place, the creation of new catchments offers solutions to provide the necessary water in the future. However, these new structures have major environmental and climate impacts that must be carefully considered.

One of the main impacts of new catchments on the climate is the change of microclimate in the areas where they are located. Large reservoirs create large bodies of water that can affect local temperatures and humidity, causing changes in the climate of surrounding areas. For example, the amount of evaporation from the catchment's surface may increase, contributing to increased humidity and changing rainfall patterns in surrounding regions. [6] These changes can have unpredictable consequences on local ecosystems and affect the livelihoods of communities that depend on agriculture and nature.

Also, the construction of new catchments affects natural ecosystems due to the displacement of habitats and the interruption of natural river flows. Many species that depend on rivers for food and shelter may lose their natural habitats, leading to irreversible biodiversity loss. Furthermore, the creation of a reservoir can cause changes in sediment transport, which can affect the shape of rivers and water quality in areas downstream of the catchment.

In addition to local impacts, large watersheds can also have a global impact on climate due to the release of greenhouse gases, such as methane and carbon dioxide. Biological processes

occurring in bodies of water, especially in deep and stagnant areas of reservoirs, can release greenhouse gases as a result of the decomposition of organic materials underwater. This may contribute to increased global greenhouse gas emissions, exacerbating the problem of global warming and climate change. Thus, the creation of new watersheds requires careful balancing between economic benefits and negative environmental impacts.

As an example, in the study area, the Qarri watershed, which serves for the production of electricity, was taken.



Figure .4 Study case of creation of a new water catchment (Qarri reservoir)

The third case is the transformation of watersheds. The transformation and disappearance of watersheds is a process that occurs when they lose their functionality or become unnecessary. In some cases, large catchment reservoirs may gradually dry up due to changes in water needs or due to excessive sedimentation, which reduces their storage capacity. As a result, some of these dry areas can be turned into agricultural land, providing opportunities for agricultural development in previously waterlogged territories. This transformation requires planned and sustainable interventions to restore these areas to productive ecosystems.

Returning watersheds to agricultural land often involves the process of draining the soil and repairing its structure. Large catchments that have been in use for a long time can have an impact on soil composition, causing acidic or highly saline soils. To revitalize this land and make it suitable for agriculture, advanced techniques of soil processing and remediation are used. This process is complicated and time-consuming, but it can result in very fertile soils that support successful agriculture.

Meanwhile, the elimination of small or older catchments that have become unnecessary can serve to restore rivers to their natural course. This process is called the ecological restoration of rivers and aims to return water ecosystems to their previous state. Restoring natural river flows can improve habitats for aquatic species and regenerate the biodiversity of surrounding areas. Such ecological interventions can have long-term positive effects on the natural environment and improve water quality.

In addition, the conversion of catchments into new agricultural areas brings advantages for the local population. Agriculture provides more food and can boost economic growth in regions where agricultural land is limited. However, these transformations must be done carefully in order not to damage natural ecosystems or create unwanted consequences, such as soil erosion or pollution of remaining water sources.

The transformation of watersheds and their disappearance has significant impacts on climate and the environment. In some cases, large reservoirs containing large amounts of water contribute to the creation of specific microclimates that influence local temperature and humidity. With their disappearance, these climate changes could be neutralized, but could also result in greater

drought in regions that were protected by the watershed. The loss of large bodies of water can affect local rainfall patterns, particularly in arid areas that depend on stored water resources. On the other hand, restoring natural ecosystems and returning rivers to their former course can have a positive impact on the environment. It helps regenerate biodiversity and improves water quality, restoring the natural balance of the area. This process also reduces the greenhouse gas



emissions that are created by the reservoirs, making the transformation of old catchments contribute to the reduction of climate change. [7]

Figure. 5 Transformation of water catchments, case of Bejkova reservoir in Municipality of Kolonja

XII. DISCUSSION

In watershed studies, the traditional methodology is focused on the analysis of physical and hydrological parameters, such as water storage capacity, water flow and its quality. However, this approach often does not consider the long-term environmental and social impacts of these structures, such as climate change and the needs of local communities. To improve the methodology, it is necessary to integrate more factors, such as social and ecological analysis. For example, the impact of catchment management on biodiversity and water cycles in surrounding regions should be considered.

The use of modern technology, such as computer modeling and field sensors, can help collect real-time data and simulate different situations. With the help of technologies such as "Internet of Things" (IoT) and Big Data analysis, it is possible to monitor various parameters, such as soil moisture content, river flow and temperature changes. This would provide a broader and more dynamic picture of the functioning of the watersheds and enable preventive measures to be taken in case of droughts or floods. [8]

Another important aspect that should be included is the assessment of the ecological health of the catchment system. While the focus of studies has been mainly on water conservation for agriculture and population water supply, it is essential to consider the impacts on local flora and fauna. An ecological approach would help to include detailed analyzes of water quality, sediment levels and potential impacts on surrounding ecosystems. This approach would allow the development of sustainable strategies to maintain the ecological balance.

The participation of local communities in the process of studying and managing watersheds can bring significant benefits. Residents of affected areas often have deep knowledge of natural resources and how water is used, providing valuable data that may not be captured by scientific analysis. Their involvement would also facilitate the acceptance and implementation of new water management policies, avoiding conflicts and reinforcing environmental sensitivity.

An improved methodology should include a data-driven approach and shared models for decision-making. This means developing decision-making systems supported by technology,

using multicriteria analysis that includes ecological, social and economic variables. Through this approach, different scenarios can be analyzed and more sophisticated and sustainable policies can be created for the management of water resources, keeping in mind climate change and the needs of future generations.

XIII. CONCLUSION

Sustainable sediment management to avoid erosion

The upper course of the Osum River is an area that often faces soil erosion, which negatively affects the catchment capacity. One of the most effective ways to manage watersheds is sediment control, which involves controlling the flow of sediment from the land to the river. Interventions such as reforestation of surrounding areas and construction of protective structures can help prevent erosion and maintain the river's natural capacity to transport and filter water. The area of Qarri hills is highly affected by this phenomenon.

Improving infrastructure for water storage in dry periods

In the upper reaches of the Osum River, there are pronounced periods of drought, affecting the water supply for agriculture and municipal uses. A good watershed management in this area includes the construction of efficient water storage systems, such as reservoirs or dams with increased capacity. These structures will not only conserve water during periods of rainfall, but will ensure that communities and agriculture are not left without supplies during prolonged droughts.

Continuous monitoring to guarantee water quality

Water quality upstream of the Osum River is affected by agricultural pollution and erosion. An important measure for the effective management of watersheds is the implementation of a continuous monitoring system for water quality, which will help identify the main pollutants and implement measures to improve quality. Sensors installed at key points in the river can monitor water quality parameters such as pH, nitrate concentration and the presence of chemical pollutants, enabling rapid intervention in case of pollution.

Reduction of hydropower interventions to preserve the ecosystem

The construction of hydropower plants in the upper reaches of the Osum River has caused discussions about their impact on the area's ecosystem. To better manage watersheds and protect biodiversity, a balance must be struck between hydropower development and the preservation of natural ecosystems. Creating strategic plans to limit interventions in the most ecologically sensitive areas and establishing strict norms for the use of water resources will help protect rivers and surrounding areas.

Involvement of local communities and stakeholders in resource management

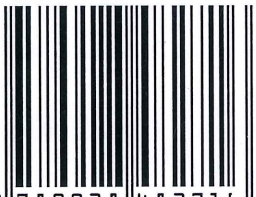
Effective and sustainable management of the Osum River catchment requires the involvement of local stakeholders, including farmers and communities that directly depend on this water resource. Their involvement in decision-making and strategic planning processes will ensure that management policies are tailored to local needs and will increase awareness of natural resource conservation. Educational programs and awareness campaigns can help create a culture of responsible water conservation.

REFERENCES

- [1] P. Reynolds and H. Kamberi, *Plani i Menaxhimit të Basenit Ujor Seman*, Tirana, Albania, June 2019.
- [1] The DBpedia website. [Online]. Available: [https://dbpedia.org/resource/Seman_\(river\)](https://dbpedia.org/resource/Seman_(river))
- [2] Wikipedia website. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Seman_\(river\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Seman_(river))
- [3] World Rivers website. [Online]. Available: <https://worldrivers.net/2019/05/19/rivers-of-albania/>

- [4] Voice of America. [Online]. Available: <https://www.zeriamerikes.com/a/7531282.html>
- [5] Iakunin, M., Salgado, R., and Potes, M.: Breeze effects at a large artificial lake: summer case study, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22, 5191–5210, <https://doi.org/10.5194/hess-22-5191-2018>, 2018. [Online]. Available: <https://hess.copernicus.org/articles/22/5191/2018/>
- [6] Washington State University. [Online]. Available: <https://cas.wsu.edu/2021/06/07/measuring-greenhouse-gas-emissions-from-water-reservoirs/>
- [7] Zulkifli, C.Z.; Garfan, S.; Talal, M.; Alamoodi, A.H.; Alamleh, A.; Ahmaro, I.Y.Y.; Sulaiman, S.; Ibrahim, A.B.; Zaidan, B.B.; Ismail, A.R.; et al. IoT-Based Water Monitoring Systems: A Systematic Review. *Water* 2022, 14, 3621. <https://doi.org/10.3390/w14223621>

ISBN 992848271-3



9 789928 482716