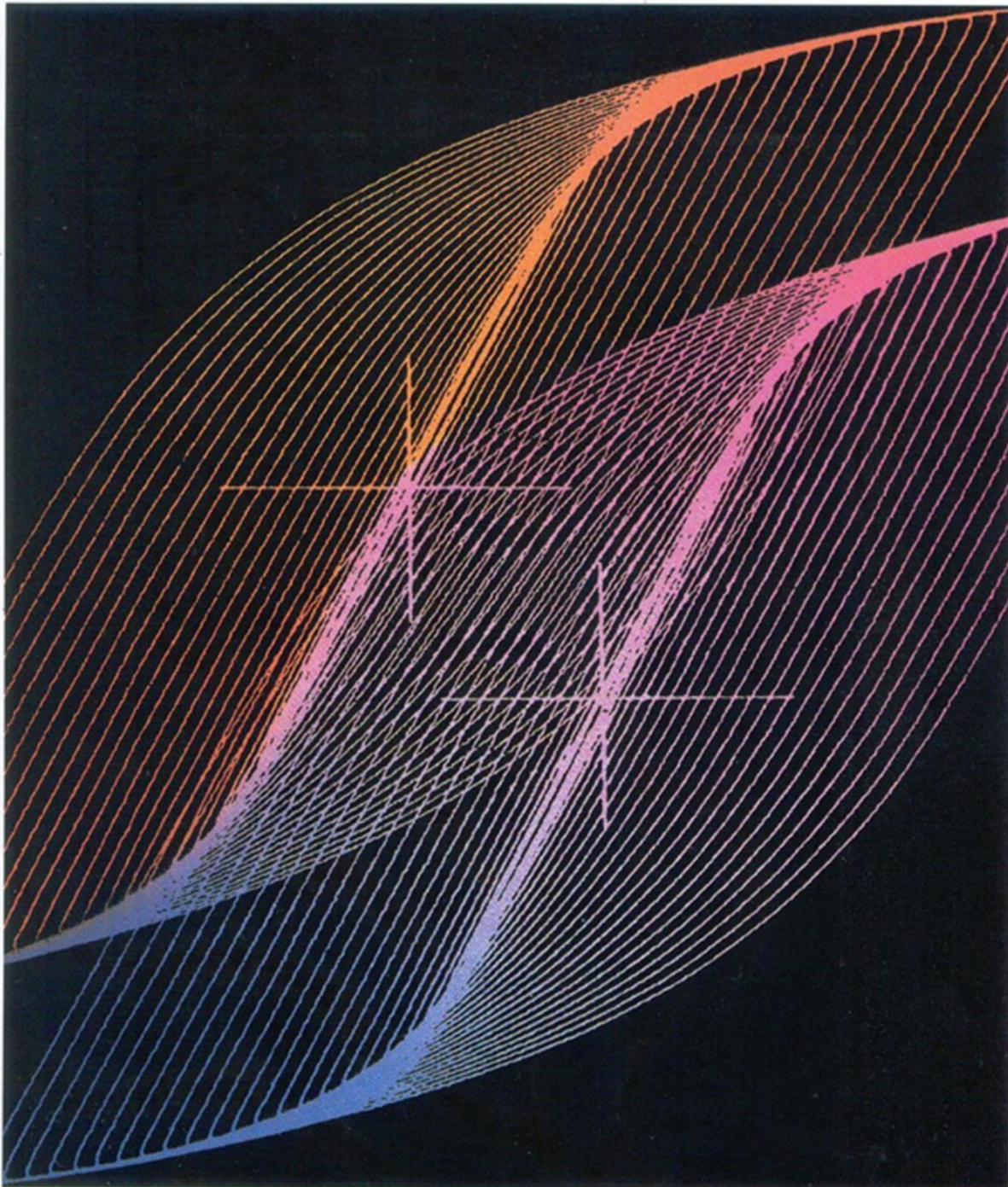




UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANES
POLYTECHNIC UNIVERSITY OF TIRANA

BULETINI I SHKENCAVE TEKNIKE
BULLETIN OF TECHNICAL SCIENCES



Nr. 1

TIRANË 2025



REPUBLIKA E SHQIPËRISË
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS

BULETINI

I

SHKENCAVE

TEKNIKE

Nr. 1 Viti 2025

REDAKSIA

1. Prof. Dr. Thoma KORINI	Kryetar
2. Prof. Dr. Bexhet KAMO	Anëtar
3. Prof. Dr. Elson AGASTRA	Anëtar
4. Prof. Dr. Florian NEPRAVISHTA	Anëtar
5. Prof. Dr. Lulëzim HANELLI	Anëtar
6. Prof. Dr. Marialis ÇELO	Anëtare
7. Prof. Dr. Neritan SHKODRANI	Anëtar
8. Prof. Dr. Odhisea KOÇA	Anëtar
9. Prof. Dr. Shkëlqim KUKA	Anëtar
10. Prof. Dr. Ylber MUCEKU	Anëtar

Sekretare teknike: Erjola SALI

Redaktore letrare: Erjola SALI, Rudina HILA

© Universiteti Politeknik i Tiranës,
Të gjitha të drejtat janë të rezervuara.

Nuk lejohet shumëfishimi me çdo mjet apo formë pa lejën me shkrim të botuesit.

BSHT, organ i Universitetit Politeknik të Tiranës bën pjesë në listën e periodikëve shkencorë, i rivlerësuar si i tillë me vendimin Nr. 1600, dt. 27.07.1999 të Drejtorisë së Kërkimit Shkencor në Ministrinë e Arsimit dhe Shkencës. Në të botohen artikuj origjinalë të specialistëve dhe punonjësve shkencorë e mësuesorë në fushat që mbulon Universiteti Politeknik dhe të tjera fusha teknike që lidhen me të. Në rubrika të veçanta botohen edhe materiale të tjera me karakter informativ. Artikujt për botim mund të dërgohen në adresën:

UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
BULETINI I SHKENCAVE TEKNIKE

Sheshi “Nënë Tereza”, Tiranë

Çdo artikull paraqitet sipas kërkesave të njehsuara. Ai duhet të jetë rreth 8 faqe përfshi skicat, grafikët, tabelat. Artikulli dorëzohet në 5 kopje në formën përfundimtare për shtyp. Struktura unike e artikullit është si më poshtë:

Titulli, Abstrakti, Qëllimi, Hyrja, Përmbajtja, Përfundimi, Literatura

Artikulli duhet të shoqërohet nga autori me një sqarues bashkangjitur, ku të theksohet koha dhe vendi ku është kryer puna, lidhjet që ka ai me punimet e mëparshme si dhe nëse elementë të veçanta të tij janë botuar në revista të tjera.

Del dy herë në vit. Dorëshkrimet e botuara nuk kthehen.

BULETINI I SHKENCAVE TEKNIKE

UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS

Përgatiti për botim Universiteti Politeknik i Tiranës

2025, Nr.1 – 80fq, 29cm

ISSN 05 62 B 945

1. Buletin

PËRMBAJTJA

		FAQE
Olsi BARKO Idlir LAMI	Vlerësimi i deformimeve mbetëse nga veprimet sizmike në digën me gur dhe ekran betoni “Ura e Fanit”	9 - 17
Gentian DUME Donard SHALIU Fatmir BRATI	Kombinimi i modeleve fizike me modelin në kohë reale në softin labview për qëllime edukimi.	18 - 23
Enkeleda KOKONA Helidon KOKONA	Riparimi dhe përforcimi i harqeve prej guri në qytetin e vjetër të Gjirokastrës, Shqipëri.	24 – 37
Alketa NDOJ Shpresa GASHI Neritan SHKODRANI	Analiza e uljeve të themeleve me metoda të ndryshme dhe krahasimi i tyre. Rast studimor.	38 - 47
Matilda MEMA Kejda KRISTO Emil XHUVANI	Ndikimi i rrezatimit diellor në aktivitetin fotosintetik të drurëve frutor.	48 - 54
Ditmira TAHIRI Medjon HYSENAJ	Nga deepfake te sim-swap: Matja e gatishmërisë kibernetike ndaj sulmeve të identitetit të fuqizuara nga inteligjenca artificiale.	55 - 64
Altin GJEVORI Artan LLOZANA Arbër ZEQUIRAJ Naim SYLA Fisnik ALIAJ	Zbatimi i rregullave të përzierjes së indeksit të thyerjes për sistemin tresh propan – 1 – OL + Cikloheksan + Toluen me sistemet përkatëse dyshe në temperaturën 298.15K në shtypje lokale atmosferike.	65 - 70
Erison BALLASHENI Ilir SHINKO Lutis PICORRI Vladi KOLICI Alban ZYLE Dritan NAÇE	Optimizim probabilistik dhe machine learning për vendosjen e kontrollorëve në rrjetet SDN.	71 - 79

VLERËSIMI I DEFORMIMEVE MBETËSE NGA VEPRIMET SIZMIKE NË DIGËN ME GUR DHE EKRAN BETONI “URA E FANIT”

Olsi BARKO¹, Ildir LAMI¹

¹Departamenti i Hidraulikës dhe Hidroteknikës, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit,
Universiteti Politeknik i Tiranës, Tiranë, Shqipëri, olsi.barko@fin.edu.al,
ildir.lami@fin.edu.al

ABSTRACT:

One of the main concerns for the rockfill dam designers is the prediction of seismic residual deformations and to consider them during the calculation of the freeboard. Using finite element method for a two-dimensional model of the highest section of the dam, based on current best practice for seismic evaluation in large dam safety, is attempting to provide a reliable assessment on these issues.

For these reason there was done a seismic evaluation that includes the dam seismic simulation drawing significant results as seismic accelerations and deformations, in the body of the dam.

Dam Safety was checked for Safety Earthquake Evaluation (SEE) with a maximum acceleration of the horizontal component based on terrain feature. Spectrum artificially created accelerograms used is determined based on an analysis of country-specific seismic hazard.

Keywords: Rockfill, Dam, Seismic, Deformation, Finite element.

QËLLIMI:

Një nga çështjet kryesore, për projektuesit e digave të mbushura me gurë, është parashikimi i deformimeve të mbetura sizmike dhe marrja në konsideratë e tyre gjatë llogaritjes së frankos. Duke përdorur metodën e elementeve të fundme për një model dy-dimensional për seksionit më të lartë të digës, dhe duke u bazuar në praktikën më të mira aktuale për vlerësimin sizmik në sigurinë e digave të mëdha, jemi munduar të sigurojmë një vlerësim të besueshëm për këtë çështje.

Për këtë arsye u bë një vlerësim sizmik që përfshin simulimin sizmik të digës duke nxjerrë si rezultate kryesore nxitimet dhe deformimet sizmike, në trupin e digës.

Siguria e digës u kontrollua për Vlerësimin e Sigurisë ndaj Tërmetit (SEE) me një nxitim maksimal të komponentit horizontal bazuar në veçorinë e terrenit. Spektri i nxitimit i përdorur gjatë llogaritjeve, u përcaktua bazuar në analizën e rrezikut sizmik për vendin ku ndodhet diga.

Fjalët kyçe: Mbushje me gurë, Digë, Sizmikë, Deformim, Element i fundëm.

I. HYRJJA

Në këtë punim janë vlerësuar deformimet mbetëse sizmike në digën "Ura e Fanit" bazuar në praktikën më të mirë inxhinierike për diga të mëdha. Deformimi i tipit të parë ka lidhje me rrëshqitjen e skarpatës nga humbja e qëndrueshmërisë dhe tipi i dytë janë deformime që lindin nga ringjeshja e materialit mbushës të digës nga vibrimet sizmike. Vlerësimi i këtyre deformimeve është shumë i rëndësishëm gjatë projektimit të digave sepse nga këto deformime varet dhe franko totale e kurorës së digës kundrejt nivelit normal dhe maksimal në rezervuar. Tipi i parë i deformimeve do të vlerësohet me metodën Newmark[1] e cila vlen për digat me material të shkrifët si në rastin tonë dhe tipi i dytë i deformimeve do të vlerësohet duke u bazuar në metodën Bureau. [2]

Diga Ura e Fanit[2] është një digë me gurë me ekran beton arme e pozicionuar mbi Lumin Fani i Madh. Më poshtë po japim parametrat kryesorë të digës:

- Digë e tipit me Gure me Ekrani b/a
- Lartësi rreth 95.0 m,
- Kuotë tabani rreth 74.0 m.
- Skarpatat e digës janë pranuar: sipër 1:1.5 dhe poshtë 1:1.5.
- Kurora ka një gjerësi prej 8m dhe kuota e kurorës është 169m.
- Gjatësia e digës në kurorë është rreth 460 m dhe në shtrat është rreth 50 m.

Zonimi i materialit në seksionin tërthor të digës ndjek rregullat e dhëna nga ICOLD për këtë lloj dige .

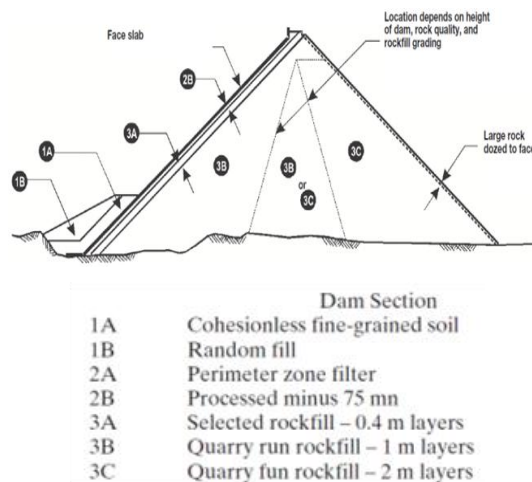


Fig. 1: Zonimi i materialit në seksionin tërthor të digës (sipas Bulletin 141 , ICOLDI 2010 [3])

II. METODOLOGJIA E PËRDORUR

Deformimet sizmike totale mbetëse janë shuma e deformimeve të tipit të parë dhe të tipit të dytë. Lloji i parë i deformimeve përfshin deformime të llogaritura me metodën Newmark. Kjo metodë vlerëson qëndrueshmërinë e një blloku kundrejt një sipërfaqe rrëshqitëse në çaste të ndryshme gjatë lëkundjeve sizmike. Për çdo çast kohor kur forcat inerciale tejkalojnë forcat rezistuese, ajo llogarit deformimin ose uljen e bllokut rrëshqitës bazuar në karakteristikat e materialit mbushës të digës. Deformimet do të vlerësohen me metodën e elementeve të fundme me modulet softuerike të GeoStudio si SIGMA/W, Quake/W, SLOPE / W. Vlerësimi i deformimeve në rrëshqitje do të bëhet me modulin SLOPE/W ku paraprakisht kërkohet vlerësimi e sforcimeve në gjendjen statike dhe dinamike për të cilat do të përdoren SIGMA/W, QUAKE/W. Ky

vlerësim do të bëhet në një seksion përfaqësues të digës dhe është zgjidhur seksioni tërthor me dimensione më të mëdha.

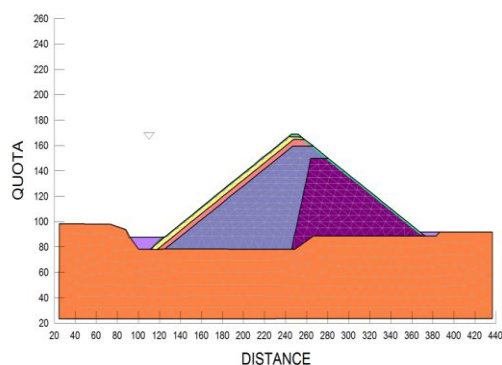


Fig. 2: Modeli i përdorur në metodën e elementëve të fundëm

Në analizën statike materiali mbushës i digës, i cili është mbushje me gurë, është konsideruar si material me veti elasto-plastike sipas modelit Mohr-Coulomb. Analiza dinamike do të bazohet në metodën ekuivalente lineare. Në vazhdim duke përdorur metodën Bureau (rekomanduar nga ICOLD Bulletine 98) mund të llogaritet ulja relative vertikale e kurorës kundrejt lartësisë së digës.

Kjo metodë empirike e bazuar në një punë statistikore mbi digat jep uljen e digës si përqindje e lartësisë së digës, në funksion të Indeksit të Madhësisë së Tërmetit (ESI) dhe këndit të brendshëm të fërkimit të materialit kryesor që mbush digën. Vlerat ESI përcaktohen nga formula e mëposhtme duke përdorur vlerën e nxitimit maksimale PGA dhe vlerën e magnitudës M për tërmetin e projektues të nxjerrë nga studimi sizmik.

$$ESI = PGA (M - 4.5)^3$$

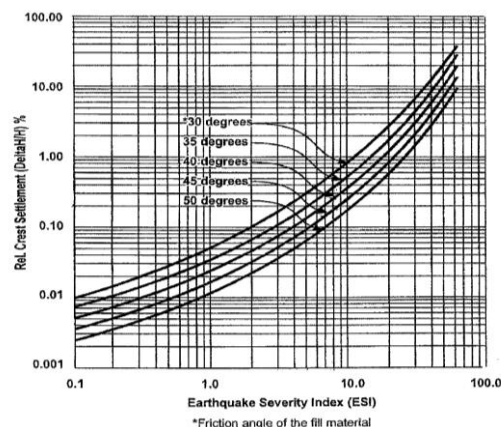


Fig. 3: Diagrama Bureau (Metoda e vlerësimit dhe pranueshmëria e deformimeve sizmike në digat me mbushje [4])

III. LLOGARITJET DHE ANALIZA E REZULTATEVE

3.1 Vlerësimi i sforcimit statik dhe deformimit me modulin SIGMA / W

Llogaritjet e deformimit janë bërë me modulin SIGMA/W duke marrë parasysh ndërtimin me faza të digës. Karakteristikat e materialit të digës janë paraqitur në tabelën e mëposhtme.

Tabela 1: Vetitë materialeve (Studimi gjeologjik dhe gjeoteknik ,2011[5]).

Material	Poisson's ratio, ν	E [Mpa]	g [KN/m ³]	c' [Kpa]	ϕ	Gmax [Mpa]
Basement	0.2	$8 \cdot 10^3$	27	0	45	$3.07 \cdot 10^3$
Concrete face	0.2	10'000	25	0	42	4166
Material 3A	0.3	45	24	0	42	16.9
Material 3B	0.3	32	25	0	44	12.3
Material 3C	0.3	30	26	0	46	11.53
Material 2B	0.3	46	23	0	45	17.6
Material K	0.3	46	23	0	45	17.6

VLERËSIMI I DEFORMIMEVE MBETËSE NGA VEPRIMET SIZMIKE NË DIGËN ME GUR DHE EKRAN BETONI “URA E FANIT”

Përmbledhja e rezultateve kryesore janë paraqitur më poshtë.

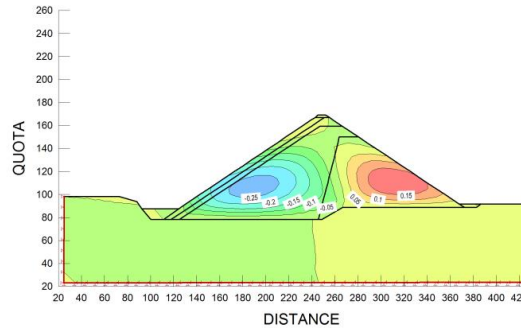


Fig. 4: Deformimi maksimale horizontale - 0,25 m (rasti me rezervuar të zbrazët)

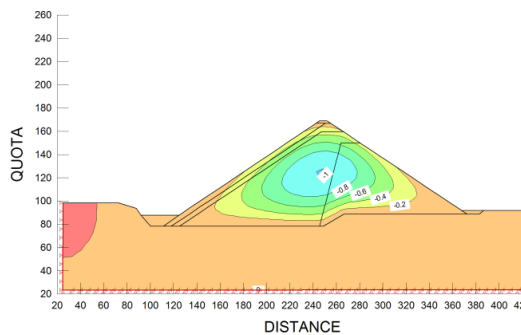


Fig. 5: Deformimi maksimale vertikale - 1,01 m (rasti me rezervuar të zbrazët)

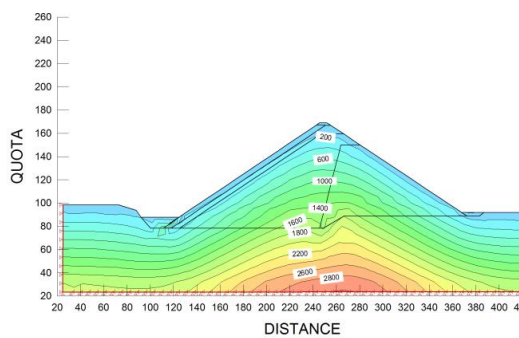


Fig. 6: Sforcimi maksimal vertikal 2800 kPa (rasti me rezervuar të zbrazët)

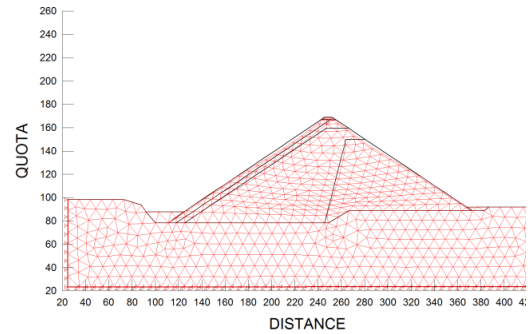


Fig. 7: Deformimi i digës në fund të ndërtimit. (rasti me rezervuar të zbrazët)

3.2 Vlerësimi i sforcimit dhe deformimit për mbushjen e parë të rezervuarit.

Përmbledhja e rezultateve kryesore janë paraqitur më poshtë.

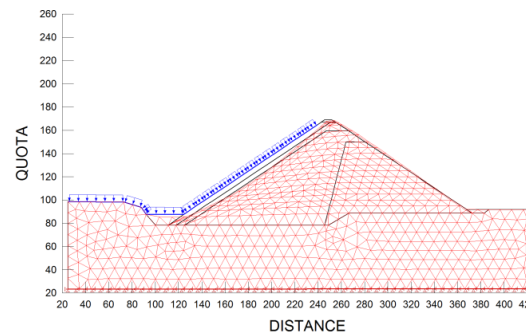


Fig. 8: Modeli i përdorur për përcaktimin e deformimit të ekranit të betonit gjatë mbushjes së parë

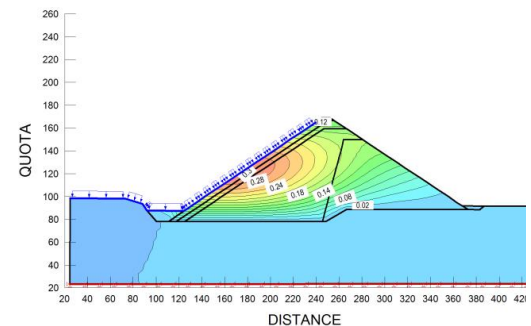


Fig. 9: Deformimi maksimale horizontale 0.3 m

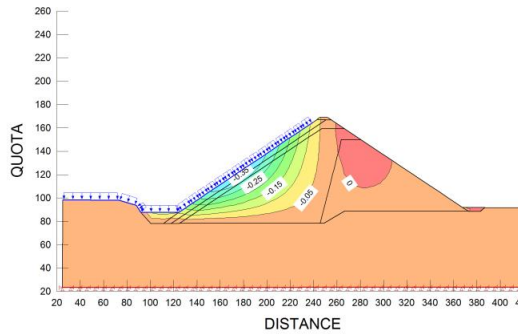


Fig. 10: Deformimi maksimale vertikale 0.35 m

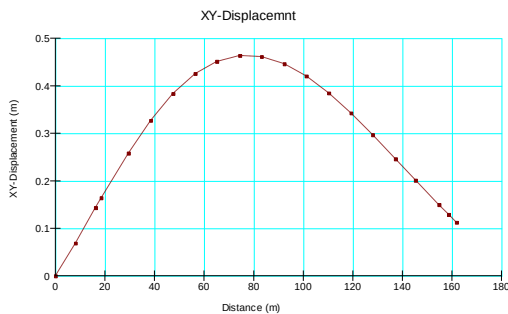


Fig. 11: Deformimi pingul me ekranin e betonit gjatë mbushjes së parë 0.45 m.

Nga vlerësimet e deformimit të digës për mbushjen e parë, gjejmë zhvendosje 0.45 m pingul me ekranin.

3.3. Vlerësimi i sforcimit dhe deformimit sizmik me modulën Quake/W

Vlerësimet dinamike janë bërë duke përdorur modulën Quake/W.

Vlera maksimale e modulit të prerjes dinamike për materialet kokrrizore përcaktohet me formulën (Seed dhe Idriss, 1970) [6]

$$G_{\max} = 220 k_{2\max} (\sigma'_m)^{0.5}$$

ku:

$k_{2\max}$ - është një koeficient që varet kryesisht nga poroziteti i materialit dhe, ose dendësia relative.

σ'_m - është sforcimi mesatar statik efektiv.

Është marrë në konsideratë ndikimi i sforcimeve tangenciale ciklike në shuarjen e energjisë dhe vlerën e modulit dinamik në prerje. Më poshtë jepen këto funksione.

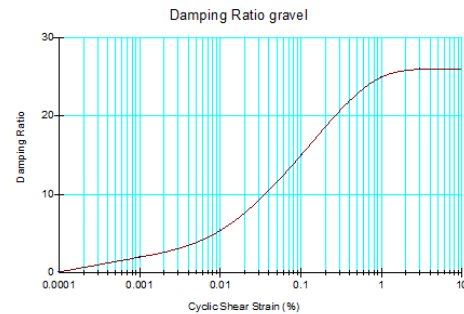


Fig. 12: Shkalla e shuarjes për zhavorret si funksion i sforcimit.

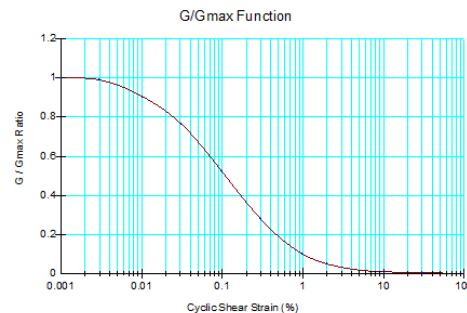


Fig. 13: Moduli në prerje si funksion i sforcimit.

Tërmeti është konsideruar bazuar në rekomandimet e ICOLD-it, buletini 72 viti 2010[7], në të cilin rekomandohet që për digat e klasit të parë me material vendi, tërmeti i vlerësimit të sigursisë (SEE) rekomandohet të pranohet me një periudhë rikthimi 10000 vjet me siguri 1% në 100 vjet. Të dhënat për tërmetin janë futur të tipit Time History ku vlera maksimale e përsheptimit është marrë nga studimi sizmik[8] dhe ka vlerën $PGA=0.432g$ për kohë përsëritje 1 herë në 10000 vjet. Nga studimi sizmik si kohëzgjatje për tërmetin SEE është pranuar kohëzgjatja $T=15$ s. Llogaritjet sizmike në modulën Quake/W kanë këto rezultate:

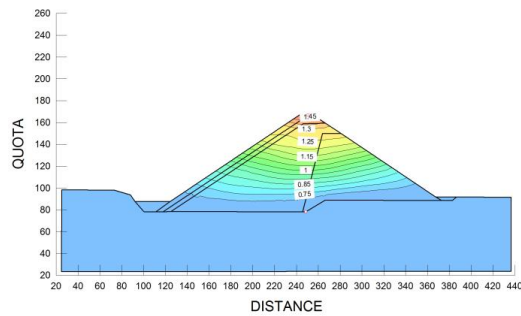


Fig. 14: Zhvendosja maksimal horizontale 1.45 m.

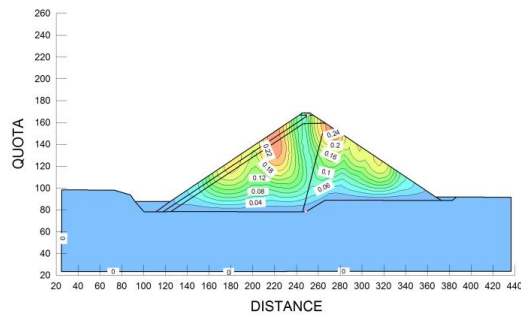


Fig. 15: Zhvendosja maksimal vertikale 0.24 m.

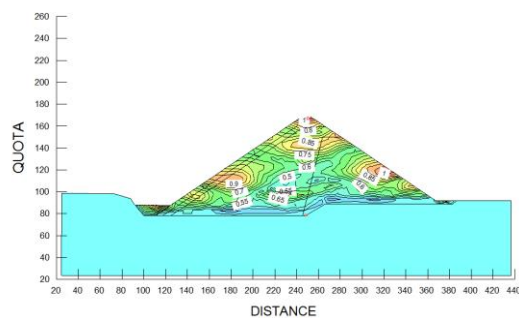


Fig. 16: Nxitimi maksimal horizontal 1.0g.

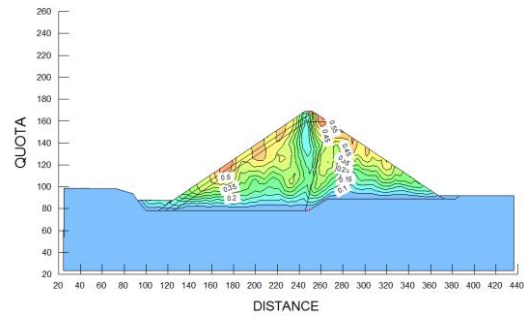


Fig. 17: Nxitimi maksimal vertikale 0.55 g.

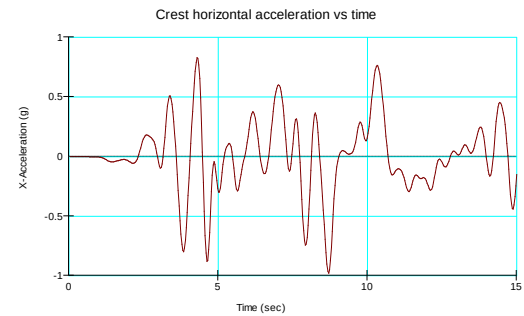


Fig. 18: Time histories të nxitimit horizontal të kreshtës, nxitimi maksimal horizontal: 1.0g (SEE).

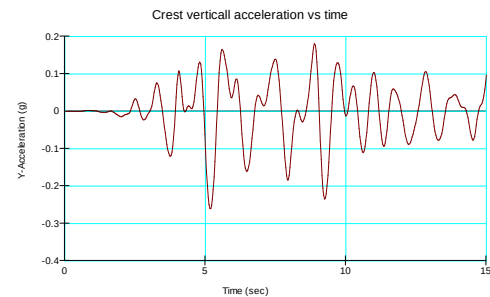


Fig. 19: Time histories të nxitimit vertikal të kreshtës, nxitimi maksimal vertikal: 0.55g (SEE).

3.4. Vlerësimi i deformimeve mbetëse me analizën e bllokut rrëshqitës të Newmark, me modulën SLOPE / W

Gjatë tërmetit ka çaste kohore kur forcat inerciale kapërcejnë forcat e rezistencës dhe blloku i një plani rrëshqitës fillon të lëvizë. Metoda Newmark vlerëson këtë efekt dhe rezultati është një deformim mbetës në trupin e digës. Zakonisht ky deformim ndodh në kursorin e digës dhe kjo e bën fenomenin më interesant për

inxhinierët që projektojnë diga të cilët kanë nevojë për informacion rreth këtij deformimi për t'u marrë parasysh gjatë projektimit. Deformimet ose zhvendosjet sipas planit të rrëshqitjes në skarpatën e sipërme dhe në skarpatën e poshtme të digës, të vlerësuara me modulën SLOPE / W, tregohen më poshtë:

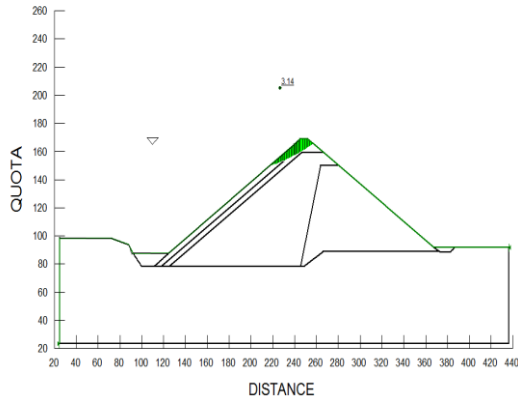


Fig. 20: Deformimet maksimale ne prerje në skarpaten e sipërme 4.1 cm.

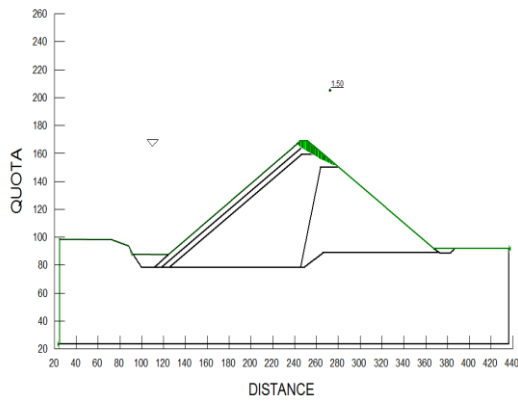


Fig. 21: Spostimet maksimale në prerje në skarpatën e poshtme 3.1 cm.

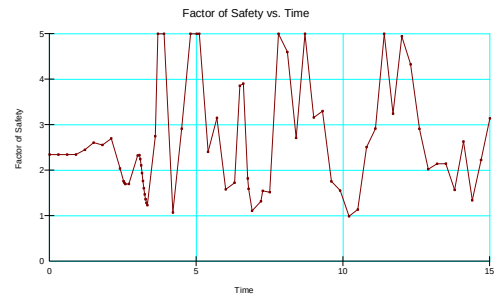


Fig. 22: Koeficienti i sigurisë gjatë tërmetit, skarpata e sipërme.

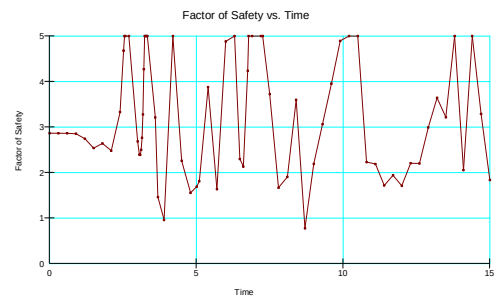


Fig. 23: Koeficienti i sigurisë gjatë tërmetit skarpata e poshtme..

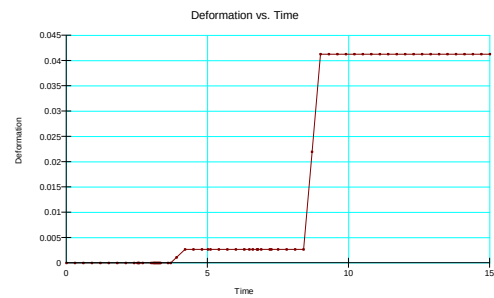


Fig. 24: Deformimet në rrëshkitje gjatë tërmetit skarpata e sipërme.

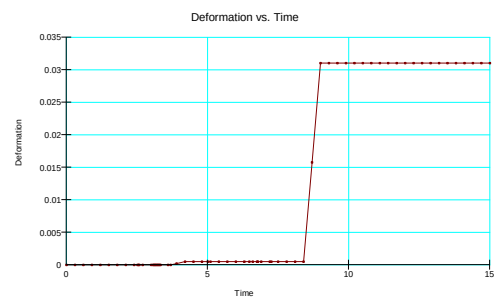


Fig. 25: Deformimet në rrëshkitje gjatë tërmetit skarpata e poshtme.

3.5. Vlerësimi i deformimit mbetës për shkak të ringjeshjes së materialit gjatë lëkundjeve të forta të tokës.

Tipi i dytë i deformimeve mbetëse do të vlerësohet në bazë të metodës Bureau. Kjo metodë empirike e bazuar në një punë statistikore mbi digat jep vendosjen e kreshtës së digës si përqindje e lartësisë së digës, në varësi të madhësisë së Indeksit të tërmetit (ESI) dhe këndit të fërkimit të brendshëm të materialit kryesor që mbush digën. Nga studimi sizmik kemi një $PGA = 0.432$ dhe $M = 3.45$ dhe ESI e llogaritur si më poshtë:

$$ESI = PGA (M - 4.5)^3 = 0.432 (3.45 - 4.5)^3 = 12$$

Duke iu referuar grafikut të metodës Bureau, për këndin e brendshëm të fërkimit $\phi = 45^\circ$ kemi ulje relative të kreshtës $= 0.3\%$ e lartësisë së digës, ose ulja e kreshtës do të jetë

$$\Delta d = 0.3\% \cdot 95 = 28.5 \text{ cm}$$

IV. KONKLUSIONE

Vlerësimet e mësipërme lidhur me deformimet mbetëse të digës gjatë tërmetit janë një nga informacionet apo të dhënat më të rëndësishme për inxhinierët që projektojnë diga. Duke marrë parasysh këto deformime mbetëse, inxhinieri mund të vlerësojë reduktimin e frankos për shkak të efektit sizmik.

Siç mund të vihet re nga analiza, uljet nga rrëshqitja ndodhin në skarpatën e sipërm dhe në shpatin e poshtëm. Pra mund të pranohet se kemi një efekt kumulativ uljeve në zonën e kreshtës së digës. Reduktimi total i frankos për shkak të uljeve në rrëshqitje nga tërmeti gjëndet si më poshtë:

$$\Delta_{\text{slide}} = \Delta_{\text{us}} + \Delta_{\text{ds}} = 41 + 31 = 72 \text{ mm}$$

Ku:

Δ_{slide} - uljet totale për shkak të rrëshqitjes së skarpatës nga tërmeti

Δ_{us} - uljet në skarpates e sipërme për shkak të rrëshqitjes nga tërmeti

Δ_{ds} - uljet në skarpates e poshtme për shkak të rrëshqitjes nga tërmeti

Uljet për shkak të ringjeshjes së materialit gjatë lëkundjeve të forta të tokës është konstatuar të jetë:

$$\Delta d = 0.3\% \cdot 95 = 28.5 \text{ cm}$$

Zvogëlimi total i frankos nën tërmetin SEE është shumatorja e uljet rrëshqitëse me uljet për shkak të ringjeshjes së materialit gjatë lëkundjeve të forta të tokës.

$$\Delta_{\text{total}} = \Delta_{\text{slide}} + \Delta d = 7.2 + 28.5 = 35.7 \text{ cm}$$

Si përfundim vlera e uljes së kurorës nga deformimet sizmike e gjetur si më sipër, jep informacion më të detajuar për deformimet e pritshme të digës gjatë jetës së saj. Ky informacion duhet marrë parasysh gjatë përcaktimit të vlerës së frankos së sigurisë nga projektuesi, bazuar në standartet dhe rekomandimet e projektimit.

V. REFERENCA

[1] Newmark, N.M. [1965]. “Effects of Earthquakes on Dams and Embankments”, Geotechnique, Vol. 15, No. 2, pp. 139-160.

[2] Shfrytezimi hidroenergjitik dhe Projekt-ideja e H/C te Fanit te Madh dhe Fanit te Vogel, 2012.

[3] Bulletin 141 , ICOLDI 2010.

[4] Bureau, G., “Evaluation Methods and Acceptability of Seismic Deformations in Embankment Dams”, Proceedings of the 19th Congress on Large Dams, Florence, Italy, 1997.

[5] Studimi gjeologjik dhe gjeoteknik ,2011.

[6] Seed, H.B. and I.M. Idriss [1970]. “Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analysis”, Report No. EERC 70-10, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, USA.

[7] ICOLD's recommendations, bulletin 72, 2010.

[8] Studimi i rezikut sizmik në vendin e ndërtimit të digës Ura e Fanit, 2012.

KOMBINIMI I MODELEVE FIZIKE ME MODELIN NË KOHË REALE NË SOFTIN LABVIEW PËR QËLLIME EDUKIMI

Gentian DUME¹, Donard SHALI², Fatmir BRATI³

¹Departamenti i Automatikës, Fakulteti i Inxhinierisë Elektrike, Universiteti Politeknik i Tiranës, email: gentian.dume@gmail.com

²Departamenti i Sistemeve Elektrike të Fuqisë, Fakulteti i Inxhinierisë Elektrike, Universiteti Politeknik i Tiranës, email: donard.shaliu@gmail.com

³Departamenti i Sistemeve Elektrike të Fuqisë, Fakulteti i Inxhinierisë Elektrike, Universiteti Politeknik i Tiranës, email: fatmir_brati@yahoo.com

ABSTRACT:

Today, Virtual Instruments play a significant role in addressing engineering challenges, especially in the field of automatic control of industrial processes. The growing performance and adaptability of personal computers, along with their decreasing costs, have allowed virtual instruments to effectively compete with traditional ones. This paper presents a real-time control system where a LabVIEW-based virtual controller interacts with an analog representation of a real-world process. The process, built using electronic components, is treated as a "black box," while the controller settings are configured using the Hardware-in-the-Loop (HIL) approach within LabVIEW. The experimental outcomes are both encouraging and practically viable.

QËLLIMI:

Instrumentet Virtuale po luajnë, gjithnjë e më shumë, një rol të rëndësishëm në zgjidhjen e sfidave inxhinierike, veçanërisht në fushën e kontrollit automatik të proceseve industriale. Performanca në rritje dhe përshtatshmëria e kompjuterëve personalë, së bashku me uljen e kostove të tyre, kanë bërë të mundur që instrumentet virtuale të konkurrojnë me sukses ato tradicionale. Ky punim paraqet një sistem kontrolli në kohë reale, ku rregullatori është një model virtual i ndërtuar në ambientin LabVIEW dhe procesi është një model fizik analog i një procesi real. Procesi, i ndërtuar me komponentë elektronikë, trajtohet si një “kuti e zezë”, ndërsa koeficientët e rregullatorit përcaktohen përmes teknikës HIL (Hardware-in-the-Loop) duke përdorur një instrument virtual të programuar në softin LabVIEW. Rezultatet eksperimentale janë premtuese dhe të kënaqshme nga një këndvështrim praktik.

I. HYRJE

Përparimet në teknologji kanë rritur ndjeshëm mundësitë për përmirësimin e metodave të mësimdhënies dhe rezultateve të të nxëniet të studentëve. Megjithatë, ritmi i shpejtë i inovacionit teknologjik në disa disiplina shkencore paraqet sfida të vazhdueshme për institucionet akademike, veçanërisht në fushën e edukimit inxhinierik. Ky ambient, që ndryshon shpejt, kërkon përditësim të vazhdueshme të materialeve didaktike - një detyrë që është veçanërisht komplekse në inxhinieri, ku përvoja praktike, e bazuar në eksperimente të drejtpërdrejta, luan një rol kyç.

Një sfidë kryesore dhe e vazhdueshme në këtë fushë është ofrimi i një përvoje praktike të nevojshme për studentët, shpesh të kufizuar në pamundësi të aksesit në pajisje dhe infrastrukturë laboratorike. Një zgjidhje e mundshme është integrimi i simulimeve dhe mjediseve virtuale të bazuara në kompjuter, që riprodhojnë

skenarë të botës reale. Këto mjete digjitale ofrojnë fleksibilitet dhe performancë të përmirësuar, pasi lejojnë që materialet didaktike të adaptohen ose të zgjerohen pa pasur nevojë për infrastrukturë të shtrenjtë fizike [1], [2].

Nga pikëpamja e mësimdhënies, për të ndërtuar aplikacionet në laborator, të gjitha problemet inxhinierike lidhen me disa madhësi fizike siç janë diferenca e potencialeve, rryma elektrike, temperatura, presioni, shpejtësia, pozicioni, momenti mekanik, niveli i lagështirës, etj. Ne mund të ofrojmë një pamje të këtyre madhësive duke përdorur një kompjuter të lidhur me qarqe përshatës, mbledhës të dhënash, dhënës dhe një softuer të specializuar. Për më tepër, këto të dhëna mund të përpunohen më tej, të ruhen dhe madje të shpërndahen përmes internetit. Në figurën 1 paraqitet një modul eksperimental i mbështetur nga kompjuteri, që operon në kohë reale [3], [8].

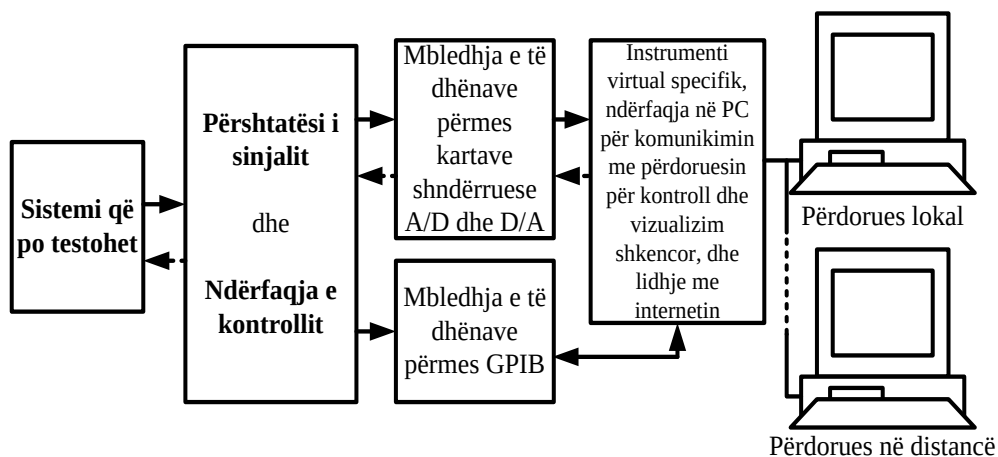


Fig. 1: Blllokskema e një sistemi laboratorik me bazë PC

II. PROJEKTIMI I SISTEMIT TË KONTROLLIT

Për të kontrolluar daljen e dëshiruar të një sistemi real, është e nevojshme të disponohet modeli i tij matematikor. Më

pas, kryhet analiza e qëndrueshmërisë për të verifikuar nëse sistemi real, i përfaqësuar me modelin matematikor, është i qëndrueshëm apo jo. Gjithashtu, shqyrtohet nëse dalja e sistemit (pa rregullator) mbetet brenda kufijve të dëshiruar dhe nëse

performon siç duhet kur ndryshojmë hyrjen e sistemit (zakonisht vlera e referencës) me sinjale të njohura.

Në shumicën e rasteve, sistemi mund të jetë i qëndrueshëm, por rrallë herë mbetet brenda kufijve të kërkuar në lidhje me kohën e dëshiruar të stabilizimit dhe gabimin në gjendjen të stabilizuar. Prandaj, është e nevojshme futja e rregullatorit në konturin e mbyllur dhe përcaktimi i koeficientëve të tij, në mënyrë që sistemi i kontrollit në lak të mbyllur të detyrojë daljen e sistemit real, të qëndrojë brenda kufijve të dëshiruar. Bllokskema klasike e sistemit të kontrollit në lak të mbyllur është paraqitur në Figurën 2.

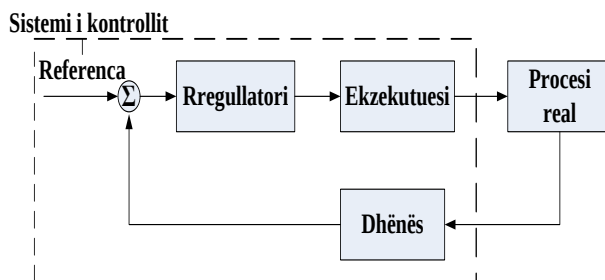


Fig. 2: Sistemi i kontrollit në lak të mbyllur

Ndonjëherë është e vështirë të kemi të gjitha parametrat në formë eksplicite për modelin. Në këto raste, është më mirë të identifikojmë funksionin transmetues (modelin matematikor) për hyrjen dhe daljen e dëshiruar dhe më pas të projektojmë rregullatorin, për të mbajtur daljen e sistemit brenda kufijve dhe performancës së kërkuar [4].

Një tjetër mënyrë për të projektuar rregullatorin është të identifikojmë fillimisht modelin matematikor të procesit real duke e trajtuar procesin si një kuti të zezë, pasi kjo qasje ka avantazhin e vlerësimit të strukturave të ndryshme të modeleve. Më tej, modeli matematikor i përshtatshëm zgjidhet përmes krahasimit të modeleve të identifikuara [5].

Në mënyrë të përmbledhur mund të vihet re se: në metodat e ndryshme të projektimit të sistemit të kontrollit, pothuajse gjithmonë ne mbështetemi në modelin matematikor të procesit real. Natyrisht lind pyetja: -“Po nëse procesi real është i vështirë për t’u modeluar matematikisht?” Sigurisht, mund të themi: -“Le ta vendosim në konturin e mbyllur dhe të provojmë drejtpërdrejt të përcaktojmë se cili është rregullatori i duhur. Për shembull, mund të vendosim një rregullator PID dhe të provojmë të gjejmë koeficientët më të përshtatshëm duke përdorur ndonjë teknikë të njohur si p.sh. *rregullin empirik të përcaktimit të koeficientëve të rregullatorit PID me metodën Ziegler-Nichols* [6].

Në paragrafët vijues, do të tregohet si mund të përdoren mundësitë që ofron softueri LabVIEW për të bashkëvepruar me botën reale, duke krijuar një aplikacion për të gjetur në kohë reale koeficientët e një rregullatorit PID, duke lidhur instrumentin virtual me një model fizik të procesit real përmes një karte shumëfunksionale të marrjes së të dhënave (DAQ) dhe duke përdorur rregullin empirik me metodën Ziegler-Nichols.

III. NJË APLIKACION NË AMBIENTIN LABVIEW PËR PROJEKTIMIN E SISTEMIT TË KONTROLLIT ME METODËN HIL

Meqenëse është e nevojshme të testohet saktësia e aplikacionit, fillimisht duhet të ndërtojmë një model fizik të procesit real [7], [9], [10]. Skema e qarkut të ndërtuar me Përforcues Operacional paraqitet në Figurën 3.

Duke bërë disa llogaritje, mund të gjejmë modelin matematikor (funksionin transmetues) të qarkut. Ai paraqitet me shprehjen (1).

Siç shihet, ai është një model i rendit të parë, por ne nuk do të ndjekim mënyrën klasike të projektimit të rregullatorit. Ky model shërben vetëm për testimin e Instrumentit Virtual gjatë provës me rezultate të njohura teorike.

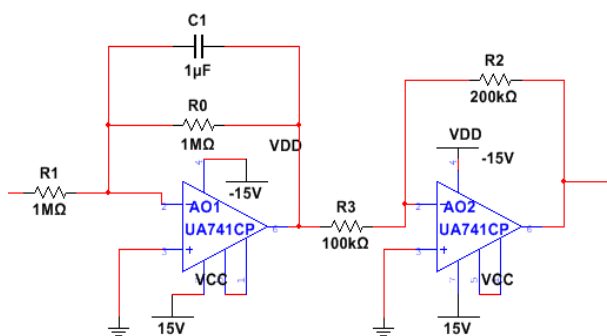


Fig. 3: Skema elektrike e modelit fizik të procesit real

$$G(s) = -\frac{R_0}{R_1} \frac{1}{R_0 C_1 s + 1} \left(-\frac{R_2}{R_3} \right) = \frac{2}{s+1} \quad (1)$$

Më tej ndërtohet qarku, por natyrisht elementët e tij elektronikë nuk mund të jenë aq të saktë sa ata të paraqitur në Fig. 3.

Skema me vlerat reale të matura të komponenteve elektronikë një nga një me instrumente të kalibruar me saktësi të lartë paraqitet në Figurën 4, ndërsa qarku real përkatës paraqitet në Figurën 5.

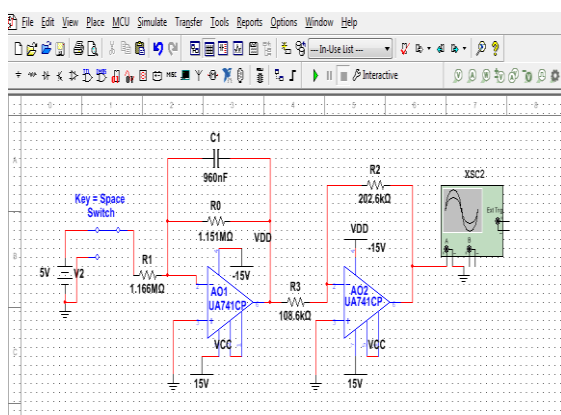


Fig. 4: Skema elektrike me vlerat reale të komponenteve të modelit fizik të procesit real

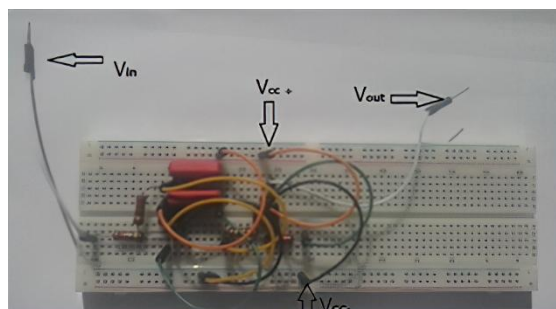


Fig. 5: Modeli fizik i procesit real i ndërtuar me komponente elektronikë

Qarku i Figurës 4 u lidh me aplikacionin e krijuar në LabVIEW, me qëllim gjetjen e koeficientëve të rregullatorit PID përmes kartës shndërruese NI DAQ 6008. Figura 6 paraqet eksperimentin e gjetjes së koeficientëve të rregullatorit PID përmes ndërveprimit në kohë reale midis modelit të rregullatorit të ndërtuar në ambientin LabVIEW dhe modelit fizik të objektit real.

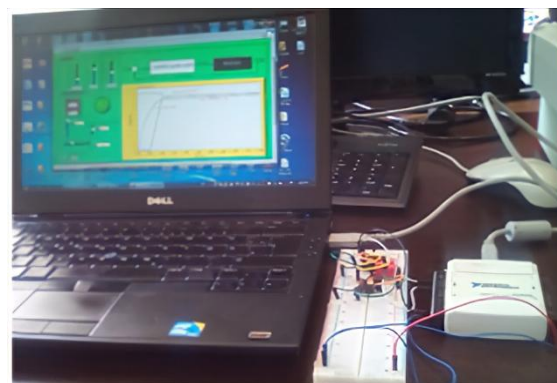


Fig. 6: Eksperimenti i testimit të rregullatorit të ndërtuar në ambientin LabVIEW

Koeficientët e rregullatorit PID gjenden duke përdorur rregullin empirik të përcaktimit të koeficientëve me metodën Ziegler-Nichols. Fillimisht, në aplikacion vendosim vlerën e mbirregullimit - m_r , kohën e stabilizimit - t_s , gabimin në gjendje të stabilizuar - ε_s , etj. Më pas ndryshuam koeficientin proporcional, konstanten integrale dhe konstanten derivate derisa përfthuam përgjigjen kalimtare të dëshiruar, ilustruar në Figurën 7.

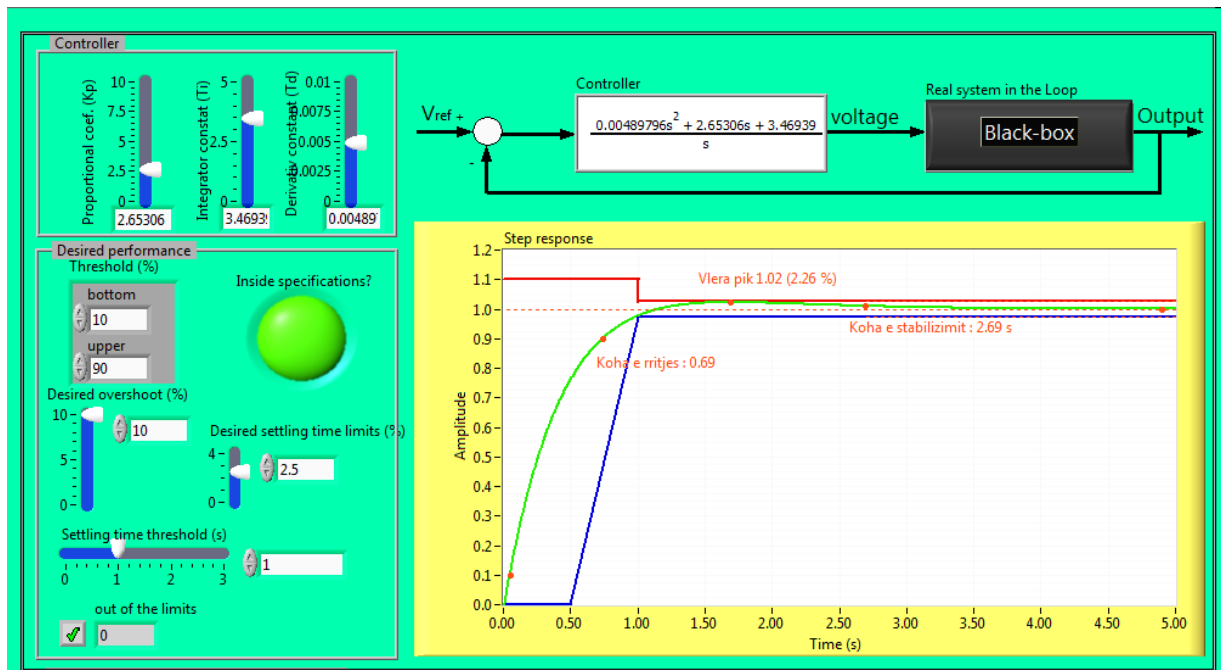


Fig. 7: Instrument Virtual për projektimin e rregullatorit PID duke përdorur teknikën (HIL)

Gjatë ekzekutimit të programit kompjuterik (instrumenti virtual) skicohet në rrafshin e kohës, hyrja analoge e konfiguruar nr. 1 (AI1) e kartës shndërruese NI DAQ 6008 (lidhur me daljen V_{out} të qarkut fizik) dhe ndryshohet në formë shkalle tensioni në daljen analoge të konfiguruar (AO0) të të njëjtës kartë shndërruese e lidhur me hyrjen V_{in} të të njëjtës qark (fig. 5).

Duke ndërvepruar me sistemin fizik tarohet rregullatori, modeli i të cilit ndodhet në brendësi të aplikacionit të ndërtuar në softin LabVIEW.

Për rastin konkret shihet se koeficientet e rregullatorit janë: $K_p=2.653$, $T_{integ.}=3.469s$ dhe $T_{deriv.}=0.0489s$

Modeli i rregullatorit PID paraqitet në pjesën e sipërme të aplikacionit, tek bllokskema strukturore (fig. 7)

IV. PËRFUNDIME

Duke qenë një gjuhë programimi grafike, LabVIEW u mundëson inxhinierëve dhe

shkencëtarëve të zhvillojnë instrumente virtuale personale pa pasur nevojë për njohuri të thelluara në gjuhët e programimit.

Aplikacioni për tarimin e rregullatorit PID (Fig. 7) është universal. Pra, nëse dëshirojmë të projektojmë çdo lloj rregullatori në kohë reale, për një numër të madh modelesh fizike, mjafton të vendosim modelin e rregullatorit në kodin grafik të aplikacionit dhe të ndjekim procedurën e rekomanduar për projektimin e atij rregullatori.

Nga këndvështrimi i mësimdhënies, duke përdorur këtë qasje është e mundur të ndihmohen disa nga laboratorët në Fakultetin e Inxhinierisë Elektrike dhe jo vetëm, të cilat nuk kanë infrastrukturën e nevojshme për realizimin e punëve laboratorike specifike, në mënyrë që studentët të ngushtojnë hendekun midis teorisë dhe praktikës.

Duke qenë një program kompjuterik aplikacioni për tarimin e rregullatorëve në

LabVIEW mund të konfigurohet për tu aksesuar online dhe për t'i projektuar rregullatorët drejtpërdrejt mbi objektin real.

Realizimi i disa punëve laboratorike në distancë duke përdorur këtë aplikacion është gjithashtu e mundur.

V. LITERATURA

- [1] Virtual Instrumentation in Education, Conference Proceedings, Massachusetts Institute of Technology and University of California at Berkley, National Instruments Corporation, Nr: 350357A-01 (Qershor 1997).
- [2] McKee, G. dhe Barson, R., Using the Internet to share a robotics laboratory, Int. J. Eng. Educ., (1996) faqe 115-122.
- [3] Dume, G. Metalla, J. Revolutionizing engineering education: Leveraging LabVIEW virtual instrumentation in electrical machines real-time control for distance learning, Engineering Applications - ENAP, vol. 3 Nr. 1, 2024, faqe 36-44.
- [4] Dume, G. Real-Time Control of Synchronous Generator in Island Mode Based on LabVIEW Software for Education Purpose, WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education, vol. 13, 2016, faqe 50-63.
- [5] GIURGIU, L. dhe POPA, M. On Parametric Model Estimation. In: Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on Computers, 2007, faqe 608-612.
- [6] ELLIS, G. Control System Design Guide 3rd edition, USA, Elseiver Inc., 2004.
- [7] Dume, G. Synchronous Generator Model Based on LabVIEW Software, WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education, issue 2, vol. 10, 2013, faqe 101-112.
- [8] Dume, G. Metalla, J. Empowering remote education: Harnessing LabVIEW software to create an immersive virtual electrical measurement bridge for distance learning, Engineering Applications - ENAP, vol. 2 Nr. 3, 2023, faqe 304-310.
- [9] Pătrășcoiu, N., Rus, C., Negru, N. dhe Roșulescu, Cecilia. Using virtual instrumentation in the application study of electronic devices, 10th edition of the International Multidisciplinary Symposium "UNIVERSITARIA SIMPRO 2022", vol. 373, 2022, faqe 1-8.
- [10] Rodriguez-Quiñonez, J. dhe Real-Moreno, O., Graphical Programming Using LabVIEWTM: Fundamentals and advanced techniques, The Institution of Engineering and Technology - IET, 2022.

RIPARIMI DHE PËRFORCIMI I HARQEVE PREJ GURI NË QYTETIN E VJETËR TË GJIROKASTRËS, SHQIPËRI

Enkeleda KOKONA¹, Helidon KOKONA²

¹Departamenti i Mekanikës së Strukturave, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit,
Universiteti Politeknik i Tiranës, enkeledakokona@gmail.com

²CEO- “Henars - Engineering” shpk

ABSTRACT:

This paper presents technical recommendations for the stabilization, repair, and reinforcement methods used for the structural restoration of stone arches through the use of structural iron, wrought iron, stone, and concrete. It has been taken into account that the repair or reinforcement is based on the correct diagnosis of the problem by determining the real cause of the observed defect and its elimination if it is still active. Otherwise, the repair will be short-lived.

Masonry, as one of the oldest construction techniques, has been used in all the building blocks of the Gjirokastra Bazaar. Structural conservation and restoration is a multidisciplinary undertaking that involves the architect, the engineer, and the historian. Following a methodology that includes research, diagnosis, safety analysis and the determination of effective techniques for reinforcing intervention must be done in respect of the historical values and the original conception of the building. The diagnosis of buildings is based mainly on historical information, qualitative and quantitative methodology.

The qualitative methodology is based mainly on direct observation of building damage and degradation of building materials.

The quantitative methodology is based on data from material and structural testing, monitoring, and structural analysis.

Without a clear idea of the mechanism of destruction or damage of these objects, the conservation possibilities for increasing their lifespan remain limited. Although there is a variety of materials and intervention techniques, the philosophy of structural restoration is to meet the criteria for minimal intervention, ensuring compatibility with the original structure to achieve maximum performance.

QËLLIMI:

Ky punim paraqet rekomandime teknike për mënyrën e stabilizimit, riparimit dhe përforcimit të përdorur për restaurimin strukturor të harqeve prej guri nëpërmjet përdorimit të hekurit të ndërtimit, hekurit të punuar, gurit dhe betonit. Është patur në vëmendje që riparimi ose përforcimi të bazohet në diagnostikimin korrekt të problemit duke përcaktuar shkaktuesin real të defektit të vërejtur dhe eliminimin e tij në rast se është ende aktiv. Në të kundërt riparimi do të jetë jetëshkurtër.

Muratura si një nga teknikat ndërtimore më të vjetra është përdorur në të gjitha blloqet ndërtimore të pazarit të Gjirokastrës. Konservimi dhe restaurimi strukturor është një sipërmarrje shumëdisiplinore që përfshin arkitektin, inxhinierin dhe historianin. Ndjekja

e një metodologjie që përfshin kërkimin, diagnostikimin, analizën e sigurisë dhe përcaktimin e teknikave efektive të ndërhyrjes përforcuese duhet bërë në respekt të vlerave historike konceptimit origjinal të godinës. Diagnostikimi i objekteve bazohet kryesisht në informacionin historik, metodikën cilësore dhe sasiore.

Metodika cilësore bazohet kryesisht në observimin direkt të dëmtimeve të objektit dhe degradimit të materialit ndërtimor.

Metodika sasiore bazohet në të dhënat nga testimet e materialeve dhe strukturës, monitorimet dhe analizat strukturore.

Pa patur një ide të qartë të mekanizmit të shkatërrimit apo dëmtimit të këtyre objekteve, mundësitë konservuese për rritjen e jetëgjatësisë së tyre mbeten të reduktuara. Ndonëse janë një shumëllojshmëri materialeesh dhe teknikash të ndërhyrjes, filozofia e restaurimit strukturor është: plotësimi i kriterëve për ndërhyrje minimale në pajtueshmëri me strukturën origjinale për të arritur maksimumin e performancës.

Fjalët kyçe: muraturë guri, hark, riparim, përforcim, rezistencë.

I. HYRJA

1.1 Vlerësimi strukturor

Vlerësimi strukturor i një godine ekzistuese bashkë me të dhënat nga vizatimet është bazuar në:

- Gjendjen fizike të godinës; dëmtimet gjatë funksionimit të saj, shenja të dukshme ose jo të gjendjes së mbisforcuar.
- Përcaktimin me kujdes në sistemin strukturor të rrugëve të kalimit të sforcimeve.
- Verifikimin e dimensioneve të elementëve strukturorë. [1]



Fig. 1: Shtëpi karakteristike gjirokastrite me përdorim të harqeve prej guri

1.2 Shkaqet e dëmtimeve

Muratura e gurit përgjithësisht i reziston mirë shtypjes, ka një rezistencë të moderuar ndaj rrëshqitjes dhe të dobët ndaj tërheqjes [1]. Si rrjedhim ajo projektohet të punojë në shtypje dhe ngandonjëhere në rrëshqitje apo prerje. Dëmtimet në strukturën e muraturës marrin formën e çarjeve në tërheqje ose prerje, të shkaktuara nga:

- deformimet prej ngarkesave p.sh; uljet jouniforme,
- ngarkesat horizontale tej kufijve të kapacitetit mbajtës të elementit strukturor p.sh; spintat e harqeve.
- deformimet e gurit apo zgjerimi i mbushjes, në strukturat e muraturës të përbëra prej guri në faqet e jashtme e të brendshme respektivisht, dhe brenda prej llaçi të përzier me mbeturina gurësh të thyer në dimensione më të vogla.

Hapësirat e krijuara në muraturë referohen me termin "çarje" të cilat dallohen në:

- copëtimin e njësive strukturore të godinës (pjesë të muraturës të shkëputura) që përbejnë rrezik

potencial për kolaps të pjesshëm apo të plotë

- hapja e fugave horizontale apo vertikale.

Shkaqet e dëmtimeve apo çarjeve të muraturës janë:

- Deformimet jouniforme
- Ngarkesat horizontale të rritura
- Ngarkesat jashtëqëndrore
- Ngarkesat lokale në nyjet e bashkimit të tirantave prej hekuri
- Defektet e mundshme gjatë punës për realizimin e muraturës, veshjeve etj.

Teknika e përdorur për riparim ose përforsim varet nëse çarjet janë aktive ose joaktive [1,2]. Nëse ato janë aktive, duhet doemos të trajtohen me përparësi ndaj të tjerave.

1.3 Përputhshmëria

Për të gjitha tipet e ndërtimit, materiali riparues duhet të jetë i përputhshëm me materialin origjinal. Kjo aplikohet për gurin, tullën apo llaçin lidhës të muraturës.

Cilësia e llaçit riparues ndikon në performancën e muraturës ndaj ambjentit dhe ndryshimeve atmosferike. Nëse ai është i dobët dhe poroz do të errdohet shpejt. Nëse është i fortë, do të mbetet thuajse i pandryshuar dhe i padepërtueshëm nga lagështia etj.

Duhet treguar kujdes në raportin midis çimentos portland dhe gëlqeres pasi siç dihet shtimi sasisë së çimentos duke zëvendësuar gëlqeren rrit rezistencën ndërsa ul ndjeshëm depërtueshmërinë në fugat e muraturës. Fugat e muraturës në këtë rast krijojnë gracka për ujin e shiut, i cili pengohet të drenojë poshtë duke mbetur në fuga. Uji i fugave në temperatura të ulëta ngrin duke shkaktuar tensione në gurët e muraturës që çojnë në

thërmimin e anëve të muraturës së gurit apo tullës duke dëmtuar dukshëm atë në fasadat e jashtme.

Objektiv tjetër i përdorimit të llaçit me rezistencë të lartë $M \geq 30$ (raporti çimento: gëlqere; 1:0.5)

është parandalimi i rrëshqitjes së mundshme të gurëve, sipas fugave horizontale. Kjo rrëshqitje ndodh kur muratura i nënshtrohet uljeve diferenciale të cilat çojnë në shfaqjen e të çarave në fugat horizontale si pasojë e veprimit të ngarkesave të mëdha në prerje. Këto çarje të krijuara sipas fugave horizontale duhen shmangur pasi janë më të vështira në riparim se çarjet në nyje apo gjetkë, pasi çbalancojnë plotësisht gjeometrinë e mureve.

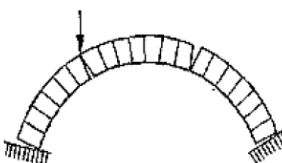
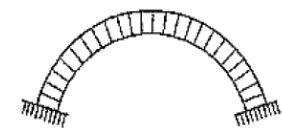
Megjithatë konsensusi mbetet tek përdormimi i llaçit lidhës të muraturës me karakteristika sa me afër origjinalit.

1.4 Riparimi i strukturave të harqeve, qemereve & kubeve

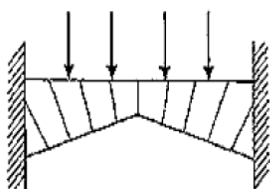
Qemeri është çati ose tavan guri, betoni apo materiali tjetër, ndërtuar sipas parimit të harkut, Fig.2. Ai mund të jetë gjysëm rrethor, segmental ose kombinim i harqeve dhe segmenteve harkore. Qemeri përbëhet nga gure ose blloqe, të vendosur në formë koncentrike në mënyrë që të mbajnë njëri-tjetrin duke punuar në shtypje. Si element arkitektonik dhe strukturor i përket simbolikës romake të demonstrimit të fuqisë ekonomike.

Qemeri si element është i përdorur kryesisht në katet e sipërme të objekteve. Në pjesën më të madhe të tyre integriteti strukturor është ruajtur relativisht mirë, ndërkohë që në një pjesë tjetër ndërhyrja strukturore për riparimin e pjesëve të dëmtuara është e nevojshme.

a)



b)



c)

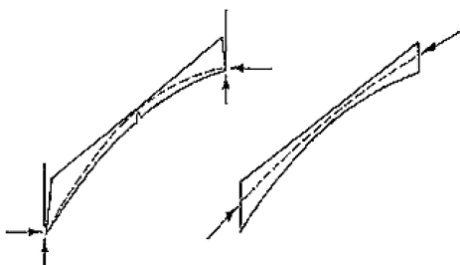


Fig. 2: Harqet e muraturës [3]:

(a) (nga lart poshtë): realizim i saktë midis mbështetjejeve; çarje e harkut për të mbuluar hapësirë më të madhe; shkatërrim nga formimi i katër çernierave.

(b) hark i rrafshët.

(c) mbështetje rigjide vertikale: (majtas) gjendje pasive; (djathtas) gjendje pune

II. SJELLJA STRUKTURE E HARQEVE DHE KUBEVE PREJ GURI

2.1 Teorema e sigurisë

Korda e varur, korresponduese e kurbës së presionit, paraqet në mënyrë të thjeshtuar sjelljen e strukturës hark. Teorema e sigurisë apo e mjeshtrit të muraturës e cila aplikohet për çdo lloj asambrazhi sado kompleks është paraqitur më poshtë për një hark të thjeshtë. Sistemi i forcave shtypëse në strukturë, ekuilibruese dhe përcjellëse në bazament të: ngarkesave prej peshës vetjake, ngarkesës së erës, ngarkesave të shfrytëzimit të strukturës etj, duhet të mbetet plotësisht brenda kufijve të muraturës [2,3]. Tre supozimet që janë (mungesë e plotë e rezistencës në tërheqje, rezistencë maksimale në shtypje, eliminim i rrëshqitjes) bëjnë të mundur sjelljen e muraturës brenda kufizimeve të teorisë moderne të plasticitetit. Teoritë e plasticitetit bëhen të vlefshme prej të cilave rrjedh teorema e sigurisë apo e mjeshtrit.

Pohimi i thjeshtë i kësaj teoreme është që nëse kurba e presionit shtrihet brenda muraturës, struktura nuk mund të shkatërrohet prej ngarkesave vepruese, Fig.3.

Nga eksperiencia e ndërtimeve me murature guri që janë ndërtuar duke respektuar pohimin e teoremës së sigurisë, janë shumë të vogla mundësitë që uljet e paparashikuara të objekteve apo avaritë strukturore të shumëllojshme të çojnë në zhvendosje të vijës (kurbës) së presionit jashtë muraturës.

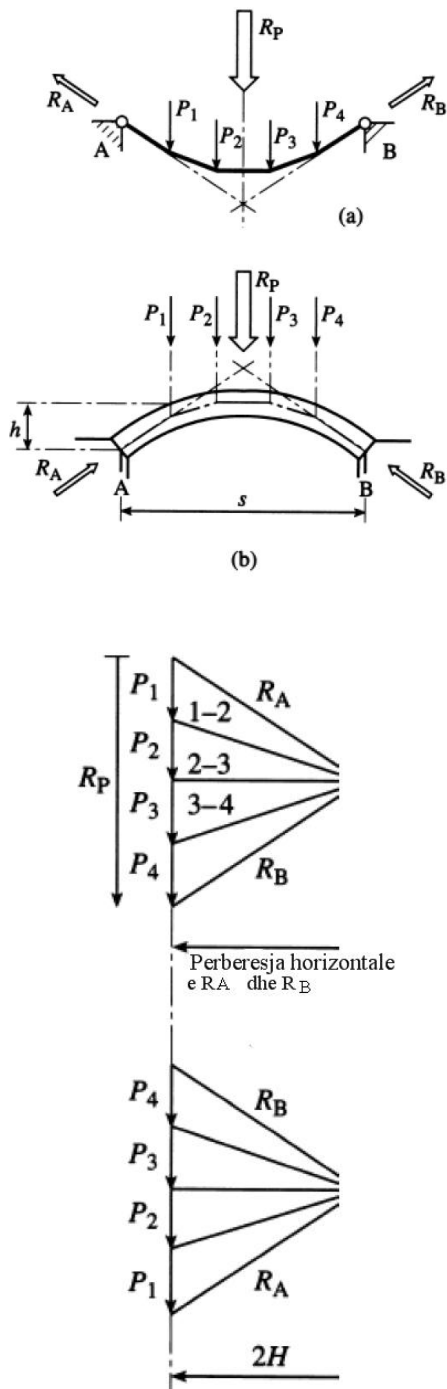


Fig. 3: Poligoni i spangos dhe kurba e presionit [2]

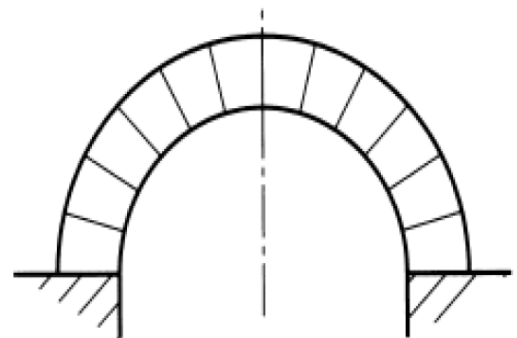
Mungesa e balancimit të plotë të forcave horizontale të transmetuara nga qemeret në muret vertikale është një nga shkaqet

kryesore të shkatërrimit të strukturave me qemere, Fig.4.

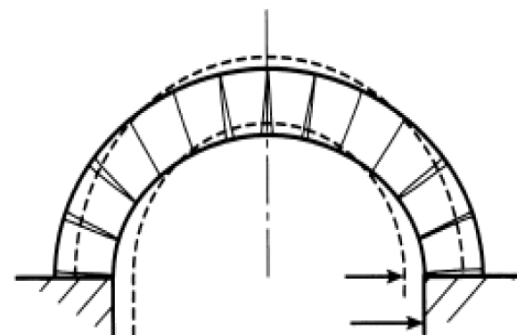
Degradimi i materialit, çarjet në muret vertikale të shkaktuara nga uljet diferenciale të bazamentit, rritja e lokalizuar e ngarkesave vepruese janë shkaqe potenciale dëmtimi apo shkatërrimi të strukturës. Megjithatë, reaksionet horizontale të pamjaftueshme mbeten shkaku kryesor, i cili duhet studiuar rast pas rasti për të shmangur problemet statike.

Zëvendësimi i reaksioneve të munguara horizontale me tiranta, mbështetje të padeformueshme dhe mure perimetrale rrigjide sipas kontureve të mbyllura e të vazhduara janë disa nga zgjidhjet që duhen përdorur.

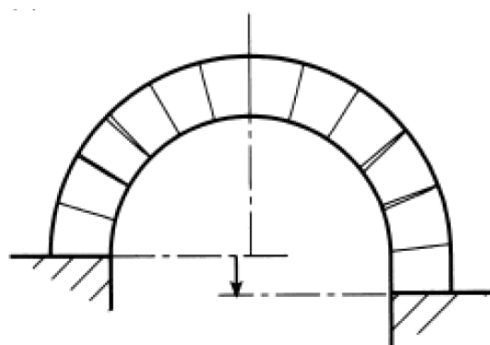
Tirantat e vendosura në nivelin e mbështetjeve të qemerit (harkut) mund të realizohen prej druri ose metalike.



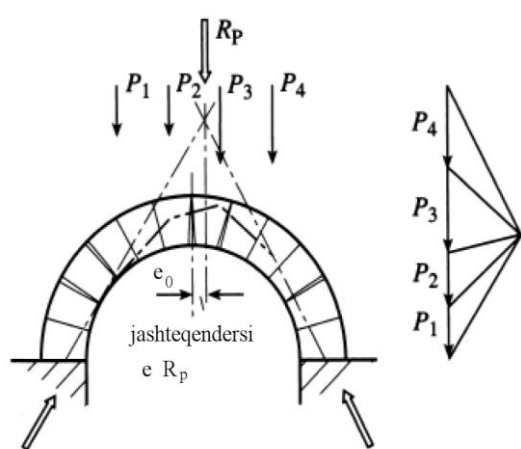
(a) hark i padëmtuar



(b) hapje e mbështetjeve



(c) ulje diferenciale



(d) shpërndarje jouniforme e ngarkesave

Fig. 4: Shkaqet e çarjeve në qemeret (harqet). [3]

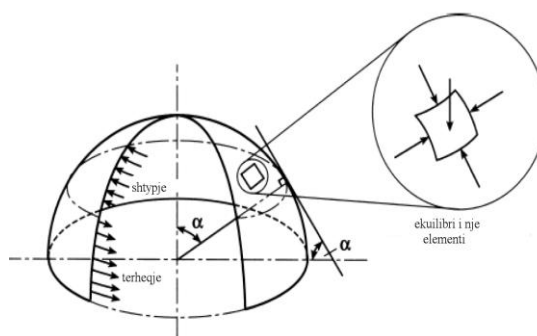
2.2 Strukturat e qemereve & kubeve

Kubetë, Fig.5, janë struktura komplekse sjellja e të cilave mund të shpjegohet bazuar ne dy parime të thjeshta:

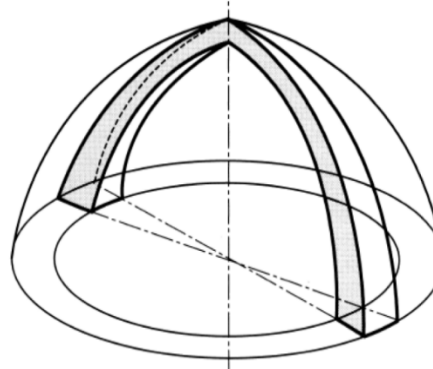
- Kubetë janë struktura guaskore (membrana) me trashësi shumë të vogël në raport me dimensionet në plan. Ekuacionet diferenciale bazohen në kushtet e ekuilibrit të elementit duke neglizhuar rezistencën në përkulje (trashësi e vogël). Zgjidhja e ekuacioneve pasqyron forcat e brendshme në të gjithë elementet përbërës. Nga zgjidhja rezulton

që shtypja sipas meridianëve në pjesën e sipërme të kubesë në afërsi të kulmit, kthehet në tërheqje sipas meridianëve në afërsi të mbështetjes.

- Kubetë janë struktura të përbëra nga segmente harkore. Çdo segment harkor ka dy pjesë të krijuara nga prerja e kubesë prej dy planeve vertikale që intersektohen në kulm. Nëse në segmentin harkor kurba e presionit të ngarkesave vepruese nuk i afrohet anëve (brenda, jashtë) atëhere segmenti harkor mbetet i qëndrueshëm dhe solid. Nëse segmenti harkor është i qëndrueshëm dhe solid, atëhere kubeja mbetet e tillë edhe pse mund të dallohen çarje lokale sipas meridianeve.



(a) Membrana; meridianet (unazat) në



shtypje dhe tërheqje.

(b) Segmenti harkor.

Fig. 5: Membrana dhe Segmenti harkor i kubesë [2]

Realisht, sjellja e kubeve është kombinim i dy parimeve:

- në pjesën e kubesë me pjerrësi të vogël (afër kulmit) ku sforcimet unazore mbeten vetëm shtypëse, struktura sillet si membranë;
- në pjesën e kubesë ku pjerrësia rritet (afër mbështetjes) ku sforcimet unazore bëhen tërheqëse, struktura sillet si segment harkor. Këtu, vendosja e unazave metalike bëhet e domosdoshme për të balancuar sforcimet tërheqëse të cilat nuk është në gjendje t'i përballojë muratura e gurit.

Sa më sipër në pjesët e poshtme të strukturës së kubesë çarjet unazore janë dëmtim strukturor më i rëndësishëm në raport me ato radiale.

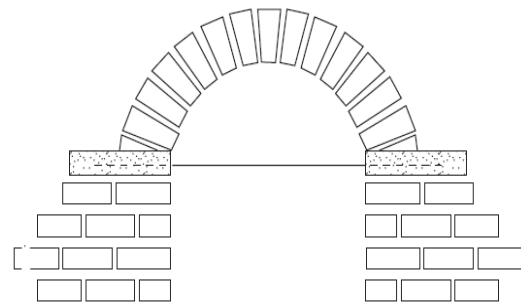
III. TEKNIKAT E RIPARIMIT E TË PËRFORCIMIT TË HARQEVE, QEMEREVE & KUBEVE

3.1 Ndërhryjet riparuese

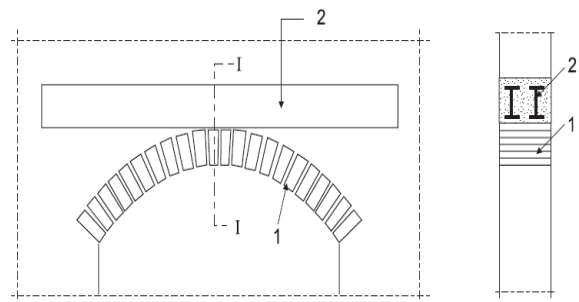
Kapërcimi i sforcimeve kufitare në strukturat e harqeve (qemereve, kubeve) shfaqet nëpërmjet çarjeve apo hapjes së nyjeve të bashkimit. Ndërhryja strukturore bëhet vetëm pasi të vlerësohet çarja nëse është progresive apo statike. Nëse ajo është statike dhe shkaku vlerësohet i papërsëritshëm ndërhryja bëhet vizuale, “kozmetike”. [3]

Zmadhimi i çarjeve (çarjet progresive), inklinimi i mureve si pasojë e shtytjes prej harqeve, mund të jetë pasojë e gjeometrisë së pasaktë, të dhënave të pamjaftueshme për kushtet e bazamentit nga ndërtuesit e kohës, ndërhryjeve në strukturë ose pranë saj nga gjeneratat pasardhëse etj.

Në rastin e harqeve ku mbështetjet janë zhvendosur (rritje e hapësirës së harkut), rrigjidimi i mbështetjeve është një zgjidhje; zgjidhja tjetër është realizimi i tirantave që pengon mbështetjet e harkut të zhvendosen kundrejt njëra-tjetrës, Fig.6. Meqënëse vendosja e tirantave në nivelin e mbështetjeve në këndvështrimin vizual (arkitektonik) nuk preferohet, vendosja e tirantit në nivel më të lartë konsiderohet zgjidhje strukturore e pranueshme.

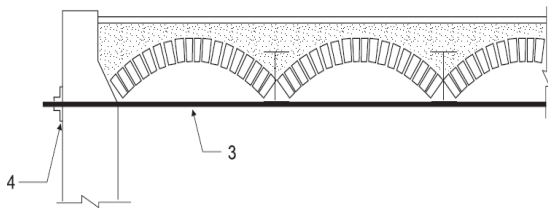


(a) përforcim me tirant [4]



(b) shmangja e presioneve në hark me vendosjen e trareve metalike mbi të Prerje I-I.

Vendosja e trarëve metalike “2” bëhet njëri pas tjetrit (jo njëkohësisht) [4].



(c) vendosje e tiranteve në harqe me disa hapësira [4]

Fig. 6: Përforcimi i harqeve;

1-harku,

2-trarë metalike (profile dopio T),

3-hekur pletë ose shufër,

4-pllakë ankoruese

Teknika e vendosjes së trarëve metalike apo beton- arme direkt mbi hark përdoret sidomos kur rrigjiditeti i mbështetjeve të harkut është i vogël. Në këtë rast harku nuk është më strukturor, por kthehet në dekorativ pasi trau mbi të çliron mbështetjet ekzistuese të harkut nga shtytja horizontale.

Vendosja e shufrave metalike ose kavove sipas drejtimit unazor në zonën afër mbështetjeve të kubeve, ku sforcimet tërheqëse kanë shkaktuar çarje, bëhet nga sipër duke ruajtur të paprekur faqen e poshtme të dukshme. Në këtë rast duhet mbrojtur hekuri nga korrodimi i mundshëm prej shirave në pjesën e sipërme të çative. Nëse përforcimi do të bëhet me membranë beton-arme me trashësi 6~8cm për të lehtësuar përforcimet apo zëvendësimin në të ardhmen, rekomandohet vendosja shtresës ndarëse plastike midis muraturës ekzistuese dhe betonit të ri.

Duhet theksuar që përpjekja për mbylljen e çarjeve nëpërmjet rritjes së terheqjes së tirantave është e pajustificuar. Kjo duhet shmangur për dy arsye:

- zhvendosja e copave të llaçit brenda çarjes dhe veprimi i tyre si pykë që kundërshton mbylljen e tyre gjatë shtrëngimit të tirantit.

- Kur shkaqet e çarjeve janë spostimi i mbështetjeve, struktura e harkut si pasojë e modifikimit të gjeometrisë fillestare është deformuar duke ndjekur pozicionin e ri të mbështetjeve. Mbyllja e çarjeve nëpërmjet tirantimit do të mbledhë harkun duke shkaktuar çarje të reja në bashkimin e harkut me mbështetjen.

Në vijim të këtij argumenti është efikas shtrëngimi (paratensionimi) i tirantit përforcues në mënyrë të moderuar për të penguar spostimet apo çarjet e mëtejshme të strukturës. Paratensionimi në vlera të larta të ngarkesës është i gabuar pasi shkakton çarje të mëtejshme.

Përforcimi me tiranta në dukje rezulton i suksesshëm në rast se ngarkesat vertikale në mbështetje të harkut janë të konsiderueshme, pra kur harqet mbulojnë katin e poshtëm të godinave me muraturë guri, ose kur katet mbi hark janë dy ose më tepër.

Në përgjithësi, kur harqet vendosen në katet e nënçative, ngarkesat vertikale në muret mbështetëse janë të vogla e të pamjaftueshme për të balancuar spintën horizontale të harkut. Balancimi arrihet duke rritur sforcimet shtypëse në mbështetje nëpërmjet vendosjes së tirantave vertikale në brendësi të muraturës (vrimave me seksion 1.2~1.4 herë më të madh se shufra e tirantit), ose simetrikisht në dy faqet e brendshme dhe të jashtme të saj.

Për kubetë një shkak dëmtimi që nuk duhet anashkaluar është mbrojtja nga ujrat e shiut duke realizuar sistemin e kullimit për largimin e plotë të ujrave nga çatitë, pasi në të kundërt shpëlarja prej ujit e llaçit lidhës bëhet faktor i rëndësishëm për humbjen e qëndrueshmërisë dhe të soliditetit të strukturës së harkut (qemerit), apo gjithë muraturës mbajtëse.

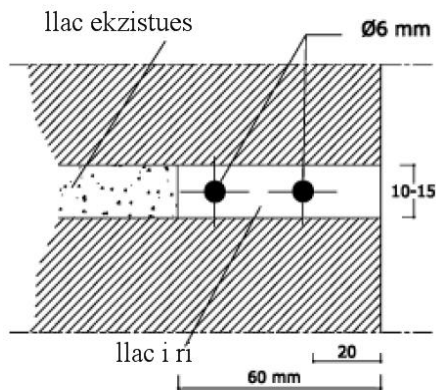


Fig. 7: Vendosja e armaturës në fugat horizontale të muraturës sipas dy drejtimeve gjatësore e tërthore.

3.2 Ndërrhyrjet përforcuese

Performanca e godinave ndaj lekundjeve sizmike në kuptimin e përgjithshëm varet si nga ndërlidhja midis elementëve përbërës ashtu dhe nga rezistenca, shtangësia dhe duktiliteti i elementëve të veçantë. Kur elementët e veçantë të sistemit strukturor janë përforcuar kujdes duhet treguar për të siguruar shpërndarje uniforme të shtangësisë sipas dy drejtimeve në plan.

Në rastin e përforcimit me elemente shtesë strukturorë, p.sh kollona apo mure beton arme duhet treguar vëmendje në shpërndarjen uniforme të ngurtësisë në lartësi, për të mos lejuar ndryshime të menjëhershme të saj nga njëri kat në tjetrin.

Më poshtë jepen disa rekomandime që duhen ndjekur për të patur riparim efikas të strukturës së dëmtuar [6,7,8]:

- Muret strukturore duhet të jenë të shpërndarë në mënyrë uniforme sipas dy drejtimeve në plan.
- Muret strukturore të bashkëveprojnë gjatë veprimit të ngarkesave nëpërmjet realizimit të diafragmave rrigjide të ndërkatit.
- Dyshemetë e ndërkatit duhet të jenë të lidhura me muret e strukturës

nëpërmjet tiranteve të cilat kufizojnë muret të punojë jashtë planit të tyre, gjatë tërmetit.

- Themelet përforcohen për të siguruar transferim të përshtatshëm të ngarkesave në bazament.

Qëllimi i ndërhyrjes përforcuese është:

- Sigurimi i sjelljes monolite tre-dimensionale të stukturës pas përforcimit, ndaj veprimit të forcave sizmike, nëpërmjet lidhjes së përshtatshme të mureve me njëri-tjetrin dhe të mureve me dyshemetë.
- Sigurimi i rrugës sa më të butë të kalimit të ngarkesave sizmike prej çatave e dyshemeve të ndërkateve në muraturën e gurit e më tej në themele.

Sjellja tre-dimensionale është një minimum i kërkuar për aplikimin e metodave analitike të analizës sizmike të objekteve në tërësi. Kjo analizë kërkon aplikimin e mekanizmit të kufizimit të punës së mureve jashtë planit që arrihet prej:

- Tirantave metalike
- Shufrave rrethore që krijojnë konture të mbyllura e të vazhduara.
- Nyjeve të përshtatshme të bashkimit
- Brezave apo trarëve unazore

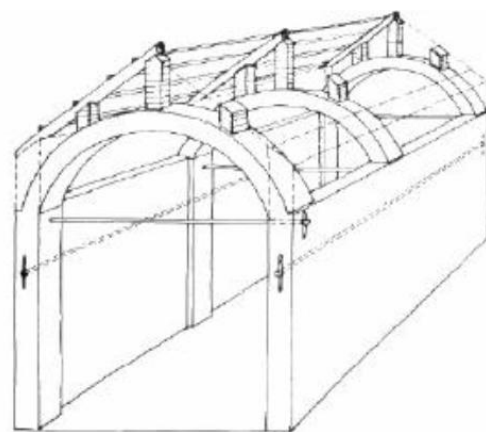


Fig. 8: Vendosja e tiranteve (tërheqësve) sipas dy drejtimeve kryesore në planin horizontal [3,4]

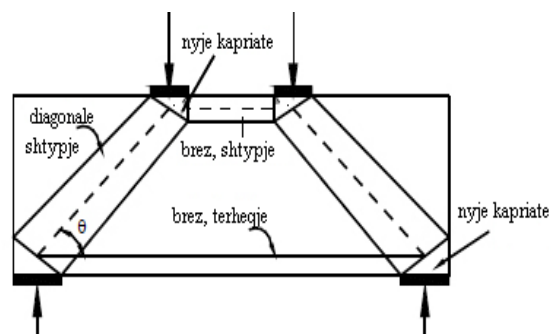
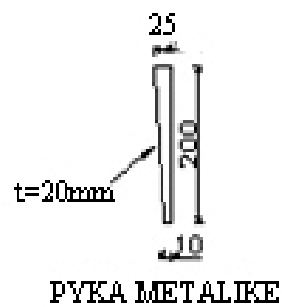
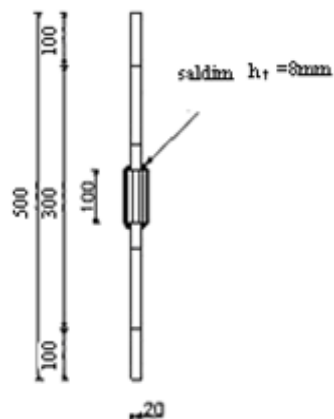
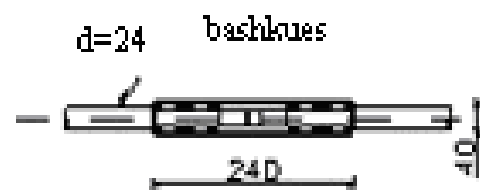
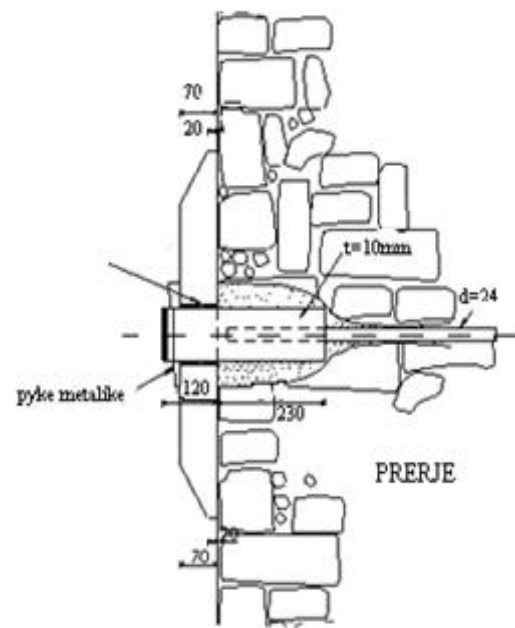
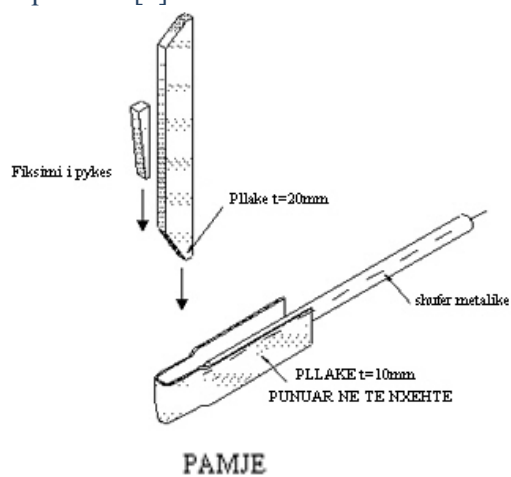


Fig. 9: Mekanizmi i kapriatës ekuivalente në zonën e muraturës midis kapriatave [4]



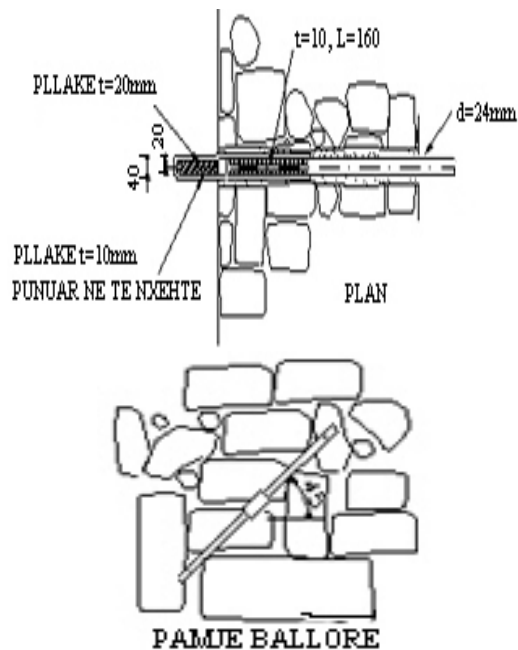


Fig. 10: Detaje të nyjeve të fiksimit të tiranteve

Tirantet metalike vendosen në nivelin e katit sipas dy drejtimeve kryesore në plan duke u fiksuar me pllaka dhe pyka metalike (Fig.7, Fig.8).

Ato ndihmojnë në sjelljen tre dimensionale të strukturës duke lidhur muret e dy drejtimeve dhe duke kufizuar mekanizmin e punës së mureve jashtë planit të tyre [6]. Vendosja e tyre ndihmon muret me hapësira të krijojnë mekanizmin e punës ekuivalent të kapriatës në zonën mbi dhe nën hapësirat e dritareve, dyerve etj.

Funksionin e brezit të poshtëm në tërheqje e plotëson tiranti ndërsa muri, diagonalet dhe brezin e sipërm në shtypje (Fig.9)

Tirantat duhet të kenë ngurtësi të caktuar për të patur efikasitet (p.sh tiranta me diametër të madh e gjatësi të vogël) në përforsimet e muraturës. Gjithashtu forca e parangarkimit të tyre (paratensionimi) duhet të jetë e kontrolluar në vlera të

moderuar për shmangien e dëmtimeve lokale në zonat e ankorimit.

Në fig. 10 paraqiten detajet e fiksimit të tiranteve në murin e gurit.

3.3 Parimet dhe teknikat e riparimit & përforsimit me hekur

Tirantat prej hekuri të dukshëm apo të padukshëm, në këto objekte janë karakteristike universale e tyre, pasi sheshi i ndërtimit klasifikohet me intensitet mesatar deri të lartë të lëkundjeve sizmike. Në këto godina, në një pjesë të tyre në katet nënçati është përdorur struktura e harkut prej guri.

Në këtë rast tirantat kryejnë funksion të dyfishtë si në përballimin e sforcimeve tërheqëse prej ngarkesave statike, spintës së harkut, ashtu edhe sforcimeve të shkaktuara prej ngarkesave horizontale të tërmeteve [7], [8].

Sa më sipër vendosja e shtrënguesve kryesisht prej hekuri në nivelet e kateve është domosdoshmëri strukturore që nuk mund të anashkalohet.

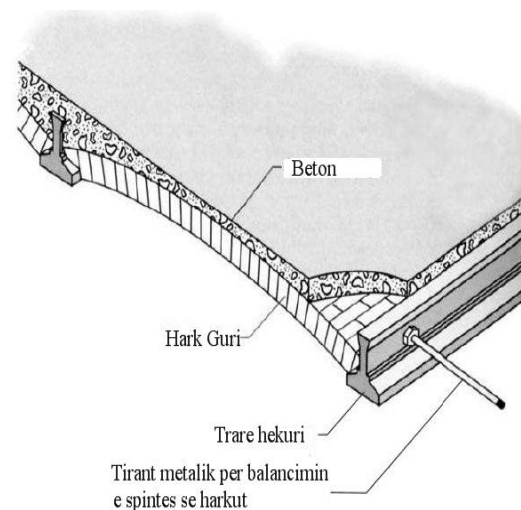


Fig. 11: Pamje e përgjithshme e vendosjes së tirantave në dyshemetë me strukturë hark

IV. PËRFUNDIME

Godinat e pazarit të Gjirokastrës përfaqësojnë një teknikë e mjeshtëri të caktuar ndërtimi të strukturave tradicionale me muraturë prej guri gëlqeror të vendit, me karakteristika të mira rezistuese, jetëgjatësi të lartë e kosto të përballueshme për kohën.

Gjatë kohërave tërmetet kanë kërcënuar ndjeshëm këto struktura duke patur parasysh morfologjinë e kodrës ku godinat janë realizuar, që nuk mund të konsiderohet e përshtatshme ndaj lëkundjeve sizmike.

Nga ana tjetër vulnerabiliteti sizmik i godinave me muraturë guri është i lartë për shkak të peshës së madhe të gurit si materiali kryesor ndërtimor me të cilin janë realizuar dhe kufizimeve të mjeshtërisë së kohës për mbrojtjen e ndërtimeve nga tërmetet. Duke patur në vëmendje performancën relativisht të ulët të objekteve me muraturë guri ndaj tërmeteve më sipër janë paraqitur disa mënyra të thjeshta riparimi e përforcimi që kanë si qëllim rritjen e performancës së tyre.

Rritja e shkallës së performancës së tyre është bazuar në këto kritere bazë:

- Përmirësimi i cilësisë së materialit të dëmtuar dhe i teknikës së përdorur atje ku është e mundur.
- Sigurimi i integritetit strukturor të objekteve nëpërmjet krijimit të efektit “box” gjatë lëkundjeve sizmike.
- Realizimi i brezave rrigjidues lidhës sipas tre drejtimeve ortogonale në hapësirë.

Megjithatë është i njohur tashmë fakti që mënyrat e përforcimit duhet të jenë në pajtueshmëri të plotë me mekanizmin e realizimit të strukturës origjinale për të

mos cënuar karakterin dhe vlerat historike të këtyre godinave.

Në këtë aspekt kompromisi mes inxhinierit të strukturës dhe arkitektit apo restauratorit duhet të mbështetet në parimin që, nëse godina nuk është solide dhe e qëndrueshme, vlerat arkitektonike apo historike të saj janë në rrezik. Ligjet e gravitetit, Njutonit apo të mekanikës së strukturave aplikohen njëllë në të gjitha objektet ndërtimore pavarësisht nëse janë apo jo me rëndësi arkitektonike, historike etj.

Nga ana tjetër inxhinieri i strukturës në zgjidhjet e tij duhet të respektojë karakteristikat unike të këtyre godinave të përcaktuara nga koha në të cilën janë realizuar, për të patur ndërhyrje me efikase dhe të suksesshme.

V. REFERENCAT

[1] Kushti Teknik ne Projektim KTP-N.2-89, Tiranë, Shqipëri 1989.

[2] A.W.Hendry, B.P.Sinha and S.R.Davies, "Design of Masonry Structures", Third edition of Load Bearing, University of Edinburgh, UK, 2004.

[3] Penazzi, D., Valuzzi, M. R., Ssisi, A., Bbinda, L., & Modena, C. Repair and strengthening of historic masonry buildings in seismic areas.

[4] International Building Code (IBC), USA 2006.

[5] Eurocode 6: Design of masonry structures- Part 1-1: Common rules of reinforced and unreinforced masonry structures.

[6] T. Paulay and M.J.N. Priestley, "Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings", San Diego, USA, 1981.

[7] V. Sendova and R. Apostolska, "Steel, Masonry and Timber Structures", Skopje, North Macedonia 2010.

[8] Z. Bozinovski, "Repair and Strengthening of Masonry Building Structures", Skopje, North Macedonia 2010.

ANALIZA E ULJEVE TË THEMELEVE ME METODA TË NDRYSHME DHE KRAHASIMI I TYRE. RAST STUDIMOR

Alketa NDOJ¹, Shpresa GASHI¹, Neritan SHKODRANI¹

¹ Departamenti i Konstruksioneve të Ndërtimit dhe Infrastrukturës së Transportit, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, Universiteti Politeknik i Tiranës, Tiranë, Shqipëri.
alketa.ndoj@fin.edu.al, shpresa.gashi@fin.edu.al, neritan.shkodrani@fin.edu.al

ABSTRACT:

The foundation settlements assessment and keeping them within the allowed values is the most important foundation serviceability requirement. The aim of this study is to evaluate the total settlement of shallow foundations for a residential complex that will be built on a construction site where weak soils are encountered. The geotechnical investigation of the site includes two boreholes and six Cone Penetration (CPTU) tests, which were conducted between June and August 2024. The settlement analysis is based on soil compression parameters, obtained from laboratory tests, carried out into soil samples taken from the boreholes, as well as on data directly from the CPTU tests. The methods of consolidation settlement calculation use elasticity theory to evaluate stress distribution and the constrained modulus for different soil types. The constrained modulus is assessed by oedometer test results and empirically using CPTU test data. Secondary compression settlement, also known as secondary consolidation settlement, is very important in organic soils or in very highly compressible fine-grained soils. This settlement is evaluated using the method proposed by Messi (1994), based on oedometer test data as well as on CPTU test data.

Calculations show that the settlement values determined based on the parameters obtained from the oedometer test are similar to the settlement values calculated with the CPTU test data. The paper presents the results of calculations at the positions of the drillings carried out, as well as conclusions and recommendations regarding the selection of suitable foundations for this construction site.

Keywords: Foundation, Consolidation settlement, Cone penetration test, Constrained modulus, Cone resistance.

QËLLIMI:

Vlerësimi i uljeve të themeleve dhe mbajtja e tyre brenda vlerave të lejuara është kërkesa më e rëndësishme e shërbimit për themelet. Qëllimi i këtij studimi është të vlerësojë uljen totale të themeleve të cekëta për një kompleks banimi i cili do të ndërtohet në një shesh ndërtimi me dhëra të dobët. Investigimi gjeoteknik i sheshit të ndërtimit përfshin dy shpime me sondë dhe 6 teste të penetrimit të konit (CPTU), të realizuara në periudhën Qershor 2024 - Gusht 2024. Analiza e uljeve është bazuar në parametrat e ngjeshjes së

dherave të përfutuara nga provat laboratorike të kryera me kampione të marra nga shpimet dhe ato të përfutuara nga të dhënat direkte të provës së CPTU-së. Metodat e llogaritjes së uljes së konsolidimit përdorin teorinë e elasticitetit për të vlerësuar shpërndarjen e sforcimeve dhe modulën e ngjeshjes për tipe të ndryshme të dherave. Moduli i ngjeshjes është vlerësuar me anë të provës oedometrike dhe në mënyrë empirike duke përdorur të dhënat e testit CPTU. Ulja sekondare ose ulja e konsolidimit të dytë është shumë e rëndësishme në dhera organike ose dhera kokërrimët me ngjeshmëri shumë të lartë. Kjo ulje është vlerësuar me anë të metodës së sugjeruar nga Messi (1994) në bazë të të dhënave të provës oedometrike si edhe në bazë të të dhënave të provës CPTU.

Llogaritjet tregojnë se vlerat e uljeve të përcaktuara në bazë të parametrave të marrë nga prova oedometrike janë të ngjashme me vlerat e uljeve të llogaritura me të dhënat e testeve CPTU. Artikulli prezanton rezultatet e llogaritjeve në pozicionet e shpimeve të realizuara, si dhe konkluzione e rekomandime në lidhje me zgjedhjen e themeleve të përshtatshme për këtë shesh ndërtimi.

Fjalët kyçe: Themel, Ulje konsolidimi, Testi i penetrimit të konit, Moduli i ngjeshjes, Rezistenca e konit.

I. HYRJA

Themelet nën veprimin e ngarkesave të strukturës pësojnë një lëvizje për poshtë, të cilën e përcaktojmë si ulje. Në literaturë theksohet se llogaritjet mbi bazën e kapacitetit mbajtës dhe uljes nuk zëvendësojnë njëra - tjetrën. Për këtë arsye është shumë e rëndësishme që gjatë projektimit të themeleve të kryhet analiza e uljeve. Pra, themeli do të pësojë ulje dhe detyra e inxhinierit është përcaktimi i madhësisë së uljeve dhe krahasimi i tyre me vlerat e lejuara. Mbajtja e uljeve brenda vlerave të lejuara është kërkesa më e rëndësishme e shërbimit për themelet. [1]

Qëllimi i këtij studimi është të vlerësojë dhe krahasojë rezultatet e llogaritjeve të uljeve të themeleve të cekëta duke përdorur metodat klasike dhe metodat që bazohen në të dhënat e marra nga testet CPTU. Zona në studim është një shesh ndërtimi ku parashikohet të ndërtohet një kompleks banimi me objekte 2 dhe 3 kat, me një kat nën tokë. Ajo ndodhet në lindje të qytetit të Tiranës, në Mjull Bathore, Bashkia Tiranë. Investigimi gjeoteknik i sheshit të ndërtimit, është realizuar në periudhën qershor 2024 - gusht 2024 dhe përfshin 6 teste të Penetrimit Statik të Konit (CPTU), me thellësi që varion nga 13.54 m deri në 20.84 m, si edhe dy shpime me sondë, BH 02 dhe BH 06 të realizuara përkatësisht deri në thellësinë 20.00m dhe 15.00m. Pozicioni i kryerjes së testeve CPTU dhe shpimeve me sondë është treguar në Figurën 1.



Fig 1: Pozicioni i kryerjes shpimeve dhe testeve CPTU

Sipas studimit gjeologo- inxhinierik [2] [3], në zonë janë prezente disa fenomene gjeologjike dhe gjeodinamike si fenomeni i përjarrimit dhe fenomeni i lëvizjes së mbulesës deluviale në drejtim të rënies së relievit. Zona në të cilën bën pjesë sheshi në studim ndërtohet nga depozitimet e kuaternarit (Q4 al) dhe depozitimet Molasike të Neogenit (N31 t). Nga vrojtimet e kryera në punimet e shpimit konstatohet se niveli i ujërave nëntokësore përgjithësisht është poshtë 10.0 m nga sipërfaqja e tokës. Por, për të krahasuar uljet e llogaritura me të dhënat e marra nga investigimet dhe testimet në laborator me vlerat korresponduese të përcaktuara në bazë të të dhënave të testeve CPTU, nivelet e ujërave nëntokësore në llogaritje janë mbajtur në nivelin e raportuar nga testet CPTU. 6 (gjashtë) testet e Penetrimit Statik të Konit CPTU 01, CPTU 02, CPTU 03, CPTU 04, CPTU 05 dhe CPTU 06 u realizuan me thellësi përkatësisht 15.11 m, 19.15 m, 20.84 m, 19.10 m, 13.54 m dhe 13.68 m. Gjatë realizimit të punimeve fushore (15 dhe 23 Qershor 2024) në sheshin e ndërtimit u takua nivel ujërash nëntokësore në thellësi 2.70 m për CPTU 01, në thellësi 8.10 m për CPTU 02, në thellësi 4.30 m për CPTU 03, në thellësi 10.80 m për CPTU 04, në

thellësi 3.75 m për CPTU 05 dhe në thellësi 2.10 m për CPTU 06 nën nivelin e tokës. Niveli i ujërave nëntokësore u mat nga sipërfaqja e tokës, ku u pozicionua makineria e testit CPT. Në çdo test CPTU është matur rezistenca e konit (q_c), fërkimi anësor (f_s) dhe presioni i ujit të poreve në pozicionin anësor (u_2). Të dhënat e testimit u përdorën për të përcaktuar profilin gjeologjik, emërtimin si dhe parametrat gjeoteknikë të shtresave të ndryshme të dherave në pozicionin e çdo testi CPTU. Për të gjykuar mbi kushtet gjeologo-inxhinierike të sheshit të ndërtimit janë kryer gjithashtu edhe 2 shpime me thellësi 15.00 m dhe 20.00 m. Nga këto shpime janë marrë kampione me strukturë të paprishur, të cilët janë analizuar në laborator për të përcaktuar tipin e dherave (klasifikimin e dherave) dhe vetitë fiziko-mekanike të tyre. Në shpimin BH-02 janë marrë 4 kampione dheu në thellësitë (2.50-3.0)m, (5.00-5.50)m, (10.50-11.00)m, (15.00-15.50)m, kurse në shpimin BH-06 janë marrë 3 kampione në thellësitë (4.50-5.00)m, (7.50-8.00)m dhe (11.50-12.00). Me këto kampione janë kryer në laborator provat për përcaktimin e peshës vëllimore, gravitetit specifik dhe lagështisë natyrore, provat e granulometrisë, provat për përcaktimin e kufijve të Atterberg-ut, provat e rezistencës në prerje, provat e konsolidimit (me oedometër), analizat me hidrometër, si dhe provat treaksiale UU. Me të dhënat e provave të analizës granulometrike dhe treguesve të Atterberg-ut, kampionet e analizuar janë klasifikuar si, CI (argjila me plasticitet mesatar) dhe MI (pluhura me plasticitet mesatar) sipas Sistemit të unifikuar të klasifikimit të dherave (USCS). Bazuar në rezultatet e klasifikimit, si dhe në përpunimin e materialeve fushore është

ndërtuar modeli gjeoteknik i sheshit të ndërtimit për BH 02 dhe BH 06, i cili është paraqitur në Figurën 2 dhe 3.

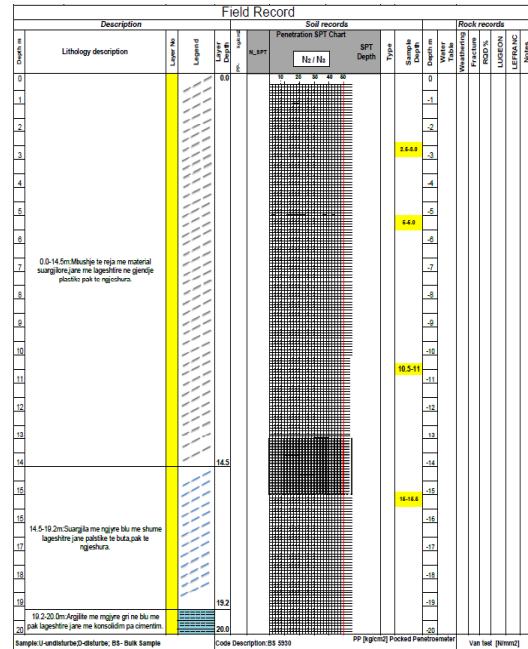


Fig. 2: Modeli gjeoteknik i sheshit të ndërtimit BH-02

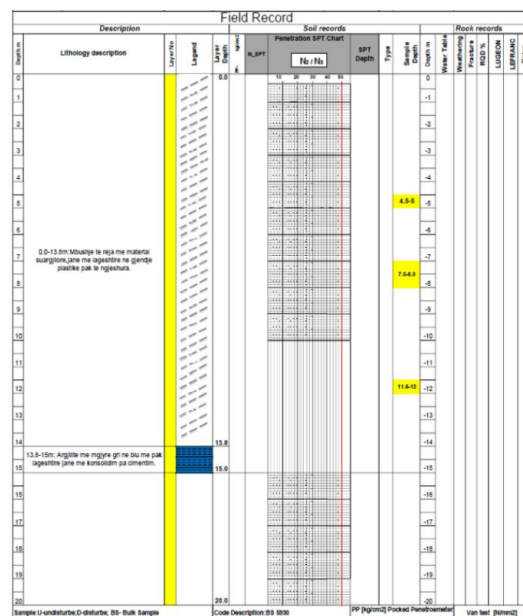


Fig. 3: Modeli gjeoteknik i sheshit të ndërtimit BH-06

Në bazë të profileve të dherave të përcaktuara për çdo provë CPTU si edhe modelit gjeoteknik të sheshit të ndërtimit, vihet re se dherat që hasen janë kryesisht dhera kokërrimët të përfaqësuar nga argjila dhe argjila pluhurore. Në Figurat 4 dhe 5 janë treguar profilet gjeologjike në pozicionin e CPTU 02 dhe CPTU 06. Sipas modelit gjeoteknik të sheshit të ndërtimit për BH 02 dhe BH 06, mbushje të reja me materiale suargjilore, me lagështirë në gjendje plastike dhe pak të ngjeshura, takohen nga sipërfaqja e tokës deri në thellësinë 14.50 m.

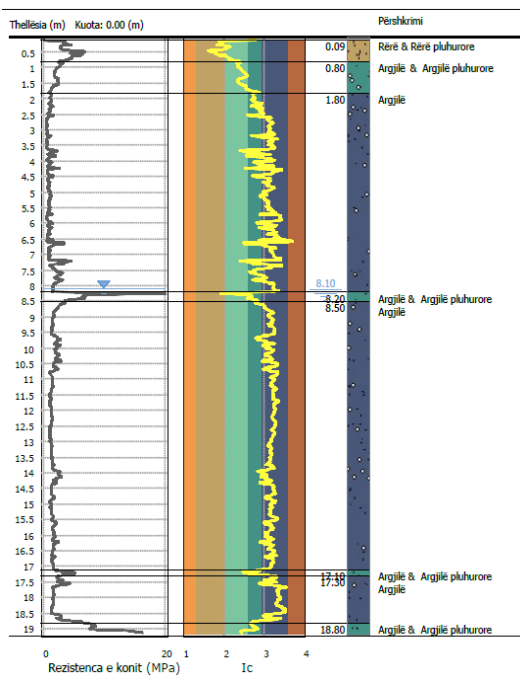


Fig. 4: Profili gjeologjik në pozicionin e CPTU 02

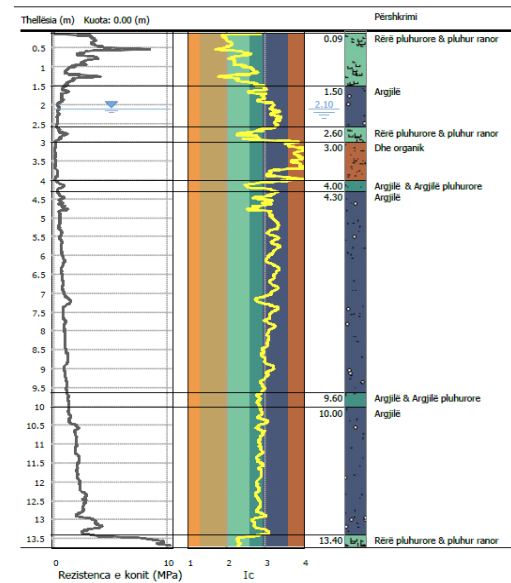


Fig. 5: Profili gjeologjik në pozicionin e CPTU 06

Kushtet gjeologo-inxhinierike të përcaktuara nga studimi [2] [3], tregojnë se sheshi i ndërtimit paraqet kushte jo të mira për ndërtim, po të kemi parasysh vetitë fiziko-mekanike të nxjerra nga provat laboratorike. Parametrat e ngjeshjes së dheut të përcaktuara me të dhënat e testeve CPTU si edhe nga provat e konsolidimit janë përdorur për vlerësimin e uljeve të themeleve të cekëta në këtë studim.

II. METODOLOGJIA E PËRDORUR

Analizat e uljeve bazohen në rezultatet e provave në laborator ose në terren. Provat në laborator janë provat e konsolidimit të cilat kryhen në rastet kur është e mundur marrja e kampioneve të dheut me strukturë të paprishur. Kjo provë është shumë e përshtatshme për dherat kokërrimët. Provat në terren janë Prova e Penetrimit Standart, Prova e Penetrimit të Konit, etj të aplikueshme në të gjitha tipet

e dherave. Në këtë studim analiza e uljeve është bazuar në parametrat e ngjeshjes së dherave të përftuara nga provat laboratorike me kampione të marra nga shpimet dhe ato të përftuara nga të dhënat direkte të provës së CPTU. Metodatat e llogaritjes së uljes së konsolidimit përdorin teorinë e elasticitetit për të vlerësuar shpërndarjen e forcimeve dhe modulin e ngjeshjes për tipe të ndryshme të dherave. Moduli i ngjeshjes është vlerësuar me anë të provës oedometrike dhe në mënyrë empirike duke përdorur të dhënat e testit CPTU. Ulja sekondare ose ulja e konsolidimit të dytë është shumë e rëndësishme në dhera organike ose dhera kokërrimë me ngjeshmëri shumë të lartë. Kjo ulje është vlerësuar me anë të metodës së sugjeruar nga Messi (1994) në bazë të të dhënave të provës oedometrike si edhe në bazë të të dhënave të provës CPTU.

2.1 Vlerësimi i uljes së konsolidimit bazuar në rezultatet e testit CPTU

Vlerësimet të sakta të modulit në ngjeshje të dherave, nga argjilat deri në rërat kompakte, duke përdorur të dhënat e testit CPT, bazohen në teorinë e elasticitetit dhe bëjnë të mundur llogaritjen e uljeve në funksion të ngarkesës.[4] Uljet e konsolidimit mund të vlerësohen duke përdorur Modulin 1-D të ngjeshjes, M_{CPT} , i cili llogaritet me anë të formulës së dhënë më poshtë [5]:

$$M_{CPT} = \frac{1}{m_v} \quad (1)$$

ku: $m_v \rightarrow$ koeficienti i reduktuar i ngjeshjes (moduli oedometrik). Moduli një-dimensional i ngjeshjes, M_{CPT} , mund të vlerësohet duke përdorur të dhënat e testit CPT me anë të ekuacionit të dhënë më poshtë [6]:

$$M_{CPT} = \alpha_M (q_t - \sigma_{v0}) \quad (2)$$

ku: $\alpha_M \rightarrow$ një koeficient, i cili ndryshon në funksion të plasticitetit dhe përmbajtjes së ujit në dhera.

$q_t \rightarrow$ rezistenca e konit e korrigjuar për efekt të presionit në ujin e poreve.

$\sigma_{v0} \rightarrow$ sforcimet totale vertikale.

Vlera e uljes së konsolidimit llogaritet duke përdorur formulën e dhënë më poshtë:

$$S = \sum \frac{\Delta \sigma_v}{M_{CPT}} \Delta z \quad (3)$$

ku: $\Delta \sigma_v \rightarrow$ ndryshimi në vlerën e sforcimit vertikal për shkak të ngarkesës, përgjithësisht e llogaritur sipas teorisë së Boussinesq-ut.

$M_{CPT} \rightarrow$ moduli i ngjeshjes që mund të vlerësohet me anë të testit CPT.

$\Delta z \rightarrow$ intervalet ndërmjet leximeve.

2.2 Vlerësimi i uljes së konsolidimit bazuar në rezultatet e testit të konsolidimit (metoda klasike)

Uljet në dherat kohezive janë funksion i kohës dhe mund të llogariten me metodën klasike, e cila bazohet në teorinë e konsolidimit të Terzaghi-it, dhe është e aplikueshme kryesisht në dherat ku mund të merren kampione dhe të provohen pa pësuar prishje të ndjeshme. Kjo teori pranon që ulja është një proces një-dimensional, ku të gjitha deformimet janë vertikale. Për të aplikuar teorinë e konsolidimit të Terzaghi-it, duhet të njohim si sforcimet fillestare efektive, σ'_{z0} , edhe sforcimet përfundimtare efektive σ'_{zf} në thellësi të ndryshme poshtë themelit. Sforcimet përfundimtare efektive llogariten:

$$\sigma'_{zf} = \sigma'_{z0} + \Delta \sigma_z \quad (4)$$

ku $\Delta\sigma_z \rightarrow$ sforcimet vertikale të induktuara nga forca e jashtme.

Për të llogaritur uljet e konsolidimit e ndajmë masivin e dheut nën themel në shtresa më të vogla (shtresa elementare), llogarisim uljen për çdo shtresë elementare dhe pastaj bëjmë shumën e tyre. Fillimi i shtresës së parë duhet të jetë nën fundin e themelit dhe mbarimi i shtresës së fundit duhet të jetë në një thellësi të tillë ku plotësohet kushti, $\Delta\sigma_z < 0.1\sigma'_{z0}$. Deformimet poshtë kësaj thellësie mund të neglizhohen, me përjashtim të rasteve kur dherat janë jashtëzakonisht të deformueshëm. Ulja kufitare e konsolidimit mund të llogaritet nëpërmjet formulave të mëposhtme:

Për dherat e konsoliduar normalisht $\sigma'_{z0} \approx \sigma'_c$

$$\delta_c = r \sum \frac{c_c}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}} \right) \quad (5)$$

Për dherat e mbikonsoliduar – Rasti I

$$\sigma'_{z0} < \sigma'_{zf} < \sigma'_c$$

$$\delta_c = r \sum \frac{c_r}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_{z0}} \right) \quad (6)$$

Per dherat e mbikonsoliduar – Rasti II

$$\sigma'_{z0} < \sigma'_c < \sigma'_{zf}$$

$$\delta_c = r \sum \left[\frac{c_r}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_{z0}} \right) + \frac{c_c}{1+e_0} H \log \left(\frac{\sigma'_{zf}}{\sigma'_c} \right) \right] \quad (7)$$

Ku :

δ_c = ulja kufitare e konsolidimit.

r = faktori i shtangësisë së themelit (për themele me shtangësi të ndërmjetme pranojmë $r = 0.9$)

C_c = indeksi i ngjeshjes.

C_r = indeksi i ringjeshjes.

e_0 = koeficienti fillestar i porozitetit.

H = trashësia e shtresës së tokës.

σ'_{z0} = sforcimet vertikale fillestare efektive në mesin e shtresës së tokës.

σ'_{zf} = sforcimet vertikale përfundimtare efektive në mesin e shtresës së tokës.

σ'_c = presioni i konsolidimit në mesin e shtresës së tokës.

Ulja totale e konsolidimit, δ_c duhet të krahasohet me uljen e lejuar δ_a që jepet në kushtet teknike lokale të projektimit.

2.3 Vlerësimi i uljes sekondare bazuar në rezultatet e testit të konsolidimit dhe testit CPTU

Ulja që vihet re në përfundim të uljes së konsolidimit (të konsolidimit të parë) quhet ulje sekondare (e konsolidimit të dytë) dhe shkaktohet nga rivendosja e përbërësve të dheut. Ulja e konsolidimit të dytë mund të përcaktohet me anë të formulës së mëposhtme të sugjeruar nga Messi (1994):

$$S = C_\alpha \Delta z \log(t) \quad (8)$$

ku: $C_\alpha \rightarrow$ raporti i ngjeshjes sekondare dhe mund të llogaritet si më poshtë:

$$C_\alpha = 0.04 \left(\frac{C_c}{1+e_0} \right) \cong 0.1 \frac{\sigma'_v}{M_{CPT}} \quad (9)$$

ku: $M_{CPT} \rightarrow$ moduli i ngjeshjes që mund të vlerësohet me anë të testit CPT.

Uljet sekondare varen nga raporti midis sforcimeve të induktuara dhe sforcimeve fillestare gjeologjike. Për vlera të vogla të këtij raporti, shkalla e ngjeshjes së dherave, sidomos atyre organike është më e lartë.

III. LLOGARITJET DHE ANALIZA E REZULTAVEVE

Në këtë pjesë paraqiten rezultatet e llogaritjeve sipas të dy metodave të

përdorura. Moduli një-dimensional i ngjeshjes, M_{cpt} , i përcaktuar me të dhënat e testeve CPTU është përdorur për vlerësimin e uljeve të themeleve të cekëta bazuar në metodën e testit CPT. Parametrat e ngjeshjes së dheut të përcaktuara nga provat e konsolidimit janë përdorur për vlerësimin e uljeve të themeleve të cekëta bazuar në metodën klasike. Uljet e konsolidimit, S_c dhe sekondare, S_s janë llogaritur për themele të cekëta tip pllakë në të gjitha pozicionet e testeve CPTU.

Janë vlerësuar uljet e konsolidimit dhe uljet sekondare për themele të cekëta tip pllakë (me faktor të formës $L/B = 2.0$ dhe $L/B = 3.0$), sipas rasteve të marra në konsideratë, si më poshtë:

1. Për CPTU 01, CPTU 02 dhe CPTU 03, për gjerësinë e themelit $B = 18.00m$, thellësinë e zhytjes në tokë $D = 4.80m$ dhe vlerat e presionit në taban $q = 100kPa$ dhe $q = 150kPa$, uljet totale (të konsolidimit + sekondare) variojnë nga 1.25 cm deri në 10.09 cm.
2. Për CPTU 04, CPTU 05 dhe CPTU 06, për gjerësinë e themelit $B = 11.00m$, thellësinë e zhytjes në tokë $D = 2.35m$ dhe vlerat e presionit në taban $q = 50kPa$ dhe $q = 100kPa$ uljet totale (të konsolidimit + sekondare) variojnë nga 0.61cm deri në 30.21cm.

Rezultatet e llogaritjeve janë treguar në Tabelat 1 dhe 2.

Tabela 1: Vlerat e uljeve për themelet e cekëta tip pllakë, me presion në taban $q = 100kPa/150kPa$.

Testi CPTU	Uljet B=18.00 m D=4.80 m		
	S_c (cm)	S_s (cm)	Uljet totale, S (cm)
CPTU 01	0.88/5.91	0.36/0.36	1.25/6.27
CPTU 02	1.33/8.90	1.19/1.19	2.52/10.09
CPTU 03	1.26/8.40	0.95/0.95	2.20/9.35

Tabela 2: Vlerat e uljeve për themelet e cekëta tip pllakë, me presion në taban $q = 50kPa/100kPa$.

Testi CPTU	Uljet B=11.00 m D=2.35 m		
	S_c (cm)	S_s (cm)	Uljet totale, S (cm)
CPTU 04	0.62/7.65	1.31/1.31	1.93/8.96
CPTU 05	0.32/4.00	0.28/0.28	0.61/4.28
CPTU 06	2.36/29.14	1.06/1.06	3.42/30.21

Uljet e konsolidimit, S_c dhe sekondare, S_s janë llogaritur për themele të cekëta tip pllakë, edhe në pozicionin e dy shpimeve BH 02 dhe BH 06. Uljet e konsolidimit dhe uljet sekondare janë vlerësuar për themele të cekëta tip pllakë (me faktor të formës $L/B = 2.0$ dhe $L/B = 3.0$), sipas rasteve të marra në konsideratë, si më poshtë:

1. Për BH 02, për gjerësinë e themelit $B = 18.00m$, thellësinë e zhytjes në tokë $4.80m$ dhe vlerat e presionit në taban $q = 100kPa$ dhe $q = 150kPa$, uljet totale (të konsolidimit + sekondare) variojnë nga 3.334cm deri në 12.917cm
2. Për BH 06, për gjerësinë e themelit $B = 11.00m$, thellësinë e zhytjes në tokë $D = 2.35m$ dhe vlerat e presionit në taban $q = 50kPa$ dhe $q = 100kPa$, uljet totale (të konsolidimit + sekondare) variojnë nga 2.493cm deri në 14.381cm.

Rezultatet e llogaritjeve janë treguar në Tabelat 3, dhe 4.

Tabela 3: Vlerat e uljeve për themelet e cekëta tip pllakë, me presion në taban $q = 100 \text{ kPa}/150 \text{ kPa}$.

SHPIIMI	Uljet B=18.00 m D=4.80 m		
	Sc (cm)	Ss (cm)	Uljet totale, S (cm)
BH 02	1.623/10.83	1.711/2.087	3.334/12.917

Tabela 4: Vlerat e uljeve për themelet e cekëta tip pllakë, me presion në $q = 50 \text{ kPa}/100 \text{ kPa}$.

SHPIIMI	Uljet B=11.00 m D=2.40 m		
	Sc (cm)	Ss (cm)	Uljet totale, S (cm)
BH 06	1.60/12.89	0.893/1.491	2.493/14.381

Siç shihet nga tabelat e mësipërme, rritja e presionit në taban sjell një rritje të uljeve të themeleve të këtyre objekteve. Vihet re që, kur rritet presioni në taban vlerat përfundimtare të uljeve totale janë në vlera më të mëdha se vlerat e rekomanduara të uljeve të lejuara, që variojnë nga 2.5 cm deri në 5.0 cm, në të gjitha pozicionet e testeve CPTU 01, CPTU 02, CPTU 03, CPTU 04, CPTU 05 dhe CPTU 06 si edhe në pozicionet e shpimeve BH 02 dhe BH 06. Për sa më sipër, mund të thuhet se vlerat e uljeve të konsolidimit të marra nga të dhënat e testeve në terren, janë të arsyeshme dhe ndihmojnë në një projektim më të sigurtë të themeleve. Ato japin një pasqyrë të uljeve që mund të pësojnë themelet e objekteve në sheshin e ndërtimit në studim.

Vlerat llogaritura të uljeve në pozicionet e shpimeve BH 02 dhe BH 06 janë të ngjashme me vlerat e uljeve të llogaritura me të dhënat e testeve CPTU. Ndryshimi i vlerës së uljeve që vihet re në pozicionin e BH 06 dhe për presion në taban 100 kPa, vjen për shkak se për shtresën me dhera organike të evidentuar në thellësinë nga 3.0 m deri në 4.0 m (kjo evidentohet si shtresë shumë e dobët dhe me ulje shumë të mëdha), nuk është marrë

kampion dhe nuk është realizuar prova oedometrike për të përcaktuar parametrat e saj të ngjeshjes. Nëse kjo shtresë nuk merret në konsideratë vihet re që uljet e llogaritura me të dy metodat e përmendura janë shumë të përafërta.

IV. PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME

Studimi ka për qëllim të vlerësojë dhe krahasojë rezultatet e llogaritjeve të uljeve të themeleve të cekëta duke përdorur metodat klasike dhe metodat që bazohen në të dhënat e marra nga testet në vend. Për këtë arsye është realizuar investigimi gjeoteknik i sheshit në studim i cili përfshiu dy shpime me sondë dhe 6 teste të penetrimit të konit (CPTU). Vetitë fiziko-mekanike të nxjerra nga provat laboratorike të realizuara me kampionet e marra gjatë realizimit të shpimeve tregojnë se sheshi i ndërtimit paraqet kushte jo të mira për ndërtim. Gjithashtu, dherat në sheshin e ndërtimit paraqiten me deformime jo shumë uniforme, me vlera të modulit oedometrik që tregojnë deformime përgjithësisht të larta deri në mesatare, sidomos dherat kohezive dhe ato organike që takohen pothuajse menjëherë poshtë tabanit të themelit.

Duke u bazuar tek të dhënat e marra direkt nga testet CPTU si edhe tek të dhënat e dherave të përfutuara nga provat laboratorike me kampione të marra nga shpimet BH 02 dhe BH 06 u vlerësuan uljet e konsolidimit dhe uljet sekondare për themele të cekëta tip pllakë.

Rezultatet e llogaritjeve treguan se vlerat llogaritura të uljeve në pozicionet e shpimeve BH 02 dhe BH 06 janë të ngjashme me vlerat e uljeve të llogaritura me të dhënat e testeve CPTU. Gjithashtu, nëse rritet presioni në taban vlerat

përfundimtare të uljeve totale janë në vlera më të mëdha se vlerat e rekomanduara të uljeve të lejuara, që variojnë nga 2.5 cm deri në 5.0 cm, në të gjitha pozicionet e testeve CPTU si edhe në pozicionet e shpimeve BH 02 dhe BH 06.

Rezultatet e këtij studimi tregojnë rëndësinë e provave në vend, siç janë provat CPT, DMT apo SPT. Me anë të këtyre provave mund të sigurohet informacion i nevojshëm për të gjykuar më mirë mbi uljet e mundshme në fazën e shfrytëzimit të veprave të ndryshme inxhinierike. Rezultatet e paraqitura në këtë studim tregojnë gjithashtu se nëpërmjet provave në vend mund të

gjykohet drejtpërdrejt sjellja e dherave në lidhje me uljet në sheshe të ndryshme ndërtimi, pa qenë nevoja që rezultatet të krahasohen në çdo rast me ato që dalin nga llogarritjet me metodat klasike.

Duke u bazuar në rezultatet e llogaritjeve të këtij studimi, në këtë shesh ndërtimi, mund të përdoren themele të thella (të veçuara) nën çdo kullonë ose të përdoret themel i kombinuar tip pllakë me pilota.

V. LITERATURA

[1] Coduto, Donald P, "Foundation design: principles and practices", Second editio, (2001) ISBN 0-13-589706-8.

[2] Studim gjeologo-inxhinierik "Kompleks banimi me struktura 2 dhe 3 kat me 1 kat nëntokë", Kompleksi Akacia- Loti 3, T.T. SOIL&EARTHQUAKE Consulting sh.p.k, (qershor 2024).

[3] Relacion Teknik mbi:Verifikimi i profileve dhe masat përforcuese për projektin: "Kompleks banimi me

struktura 2 dhe 3 kat me 1 kat nëntokë", Kompleksi Akacia- Loti 3, T.T. SOIL&EARTHQUAKE Consulting sh.p.k, (shtator 2024).

[4] Lunne T. Robertson P. K., Powell J. M. (2009), "Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice", Spon Press Taylor & Francis Group, London & New York.

[5] Assoc. Prof. Logar J., Zagreb, Croatia (2009), "Geotechnical Design Report E-28-09, Oil Product Terminal in Porto Romano, Durres, Albania". Top Project d.o.o.

[6] Robertson P. K., Cabal K. L. (2012), "Guide to Cone Penetration Testing", Fifth Edition.

NDIKIMI I RREZATIMIT DIELLOR NË AKTIVITETIN FOTOSINTETIK TË DRURËRVE FRUTOR

Matilda MEMA¹, Kejda KRISTO², Emil XHUVANI²

¹ Fakulteti i Inxhinierisë Matematike dhe Inxhinierisë Fizike, Universiteti Politeknik i Tiranës

² Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Universiteti i Tiranës

memamatilda8@gmail.com; kejdakristo@yahoo.com; emilxh@hotmail.com

ABSTRACT:

The aim of the paper is to highlight the difference in fluorescence spectra for fruit trees (pears) at two different excitation wavelengths in an area in the absence of moisture and in the September period.

The activity of the photosynthetic apparatus of the leaves was evaluated based on the fluorescence spectra obtained in an area lacking moisture and in a period not very optimal for the development of the photosynthetic apparatus. The photochemical index factor PRI and the fluorescence ratio F690/F735 are determinants of the action of stress on the photosynthetic apparatus.

Keywords: PRI, fluorescence spectra, F690, F735

QËLLIMI:

Qëllimi i punimit është të nxjerrë në pah ndryshimin në spektrat e fluoreshencës për drurë frutorë (dardha) në dy gjatësi vale të ndryshme ngacmimi në një zonë në mungesë të lagështirës dhe në periudhën e shtatorit.

Aktiviteti i aparatit fotosintetik të gjetheve u vlerësua bazuar në spektrat e fluoreshencës të marra në një zonë në mungesë të lagështirës dhe në një periudhë jo shumë optimale për zhvillimin e aparatit fotosintetik. Faktori i indeksit fotokimik të pasqyrimit të shpërhapur (PRI) dhe raporti i fluoreshencës F690/F735 janë përcaktues të veprimit të stresit në aparatin fotosintetik.

I. HYRJA

Në natyrë, konditat e ndriçimit të lartë janë ato të ekspozimit në dritën e plotë të diellit si gjethet e drurëve dhe të bimëve të rritura në diell, ndërkaq që konditat e ndriçimit të dobët janë ato të gjethëve të drurëve e të bimëve të rritura në hije. Si rezultat i përthithjes së dritës ekzistojnë dy tipe të kloroplasteve: të tipit të diellit me ndriçim të lartë dhe të tipit në hije me ndriçimi të ulët, të cilat dallohen për nga struktura dhe funksioni i tyre fotosintetik. [12]. Zhvillimi i kloroplasteve të secilit tip, kontrollohet gjithashtu edhe nga cilësia e dritës ku: drita blu nxit formimin e kloroplasteve të tipit të diellit dhe drita e kuqe nxit formimin e kloroplasteve të tipit të hijes, duke ndikuar drejtpërdrejtë në organizimin e komplekseve pigment-proteinë dhe në efikasitetin e aparatit fotosintetik. Kloroplastet e tipit të diellit të bimëve të ekspozuara në dritë kanë përmasa më të vogla të antenave të pigmenteve në krahasim me kloroplastet e tipit të hijes. Kloroplastet e tipit të diellit kanë shumë më tepër qendra reaktive dhe vargje të transportit fotosintetik për njësi klorofile dhe shumë më pak komplekse pigment-proteinë mbledhës të dritës si dhe më pak tilakoide dhe me përmasa më të vogla se sa tipi në hije të bimëve ose i gjethëve të rritura në hije [10]. Ritmin më të lartë të fiksimit të CO₂ e kanë gjethet në diell në krahasim me gjethet e hijes që shfaqen gjatë periudhës së vegjetacionit nga maji deri në shtator. Gjethet e drurëve të ekspozuar në anën veriore, që kryesisht marrin dritën blu të qiellit, paraqesin një përmbajtje të pigmentëve dhe te raporteve të tyre me vlera ndërmjetëse me ato të gjethëve në diell dhe në hije. Kështu këto shpesh quhen “gjethet e veriut në hije”. Gjithashtu, ritmi i

fiksimit të CO₂ i tyre i fotosintezës ka vlera të ndërmjetme me ato të gjethëve të diellit dhe të hijes [1], [2],[13]. Gjethet e gjysëm hijes” janë ato gjethet që marrin dritë drejtpërdrejt nga dielli vetëm për një periudhë të shkurtër kohe gjatë ditës dhe janë në hije gjatë pjesës tjetër të ditës. Në punim përdorimi i dy gjatësive të ndryshme të valës së ngacmimit mundëson evidentimin e ndryshimeve në mekanizmat e thithjes dhe shpërndarjes së energjisë në gjethet. Krahasimi i spektrave të fluoreshencës në këto kushte lejon vlerësimin e ndikimit të stresit mbi strukturën dhe funksionimin e aparatit fotosintetik. Indeksi fotokimik i pasqyrimin të shpërhapur-PRI dhe raporti i F690/F735 përdoren në këtë punim si parametra bazë të ndikimit të stresit ambjental në drurë frutorë. Indeksi fotokimik i pasqyrimin të shpërhapur- PRI dhe parametri kolorimetrik (ngjyrës) -ndriçueshmëria është e lidhur ngushtë me efikasitetin e përdorimit të energjisë diellore, ndërsa raporti F690/F735 i fluoreshencës pasqyron ndryshime në përmbajtjen e klorofilit dhe në gjendjen strukturore të gjethëve. Punimi përfshin biofizikën e sintezës dhe ndryshimet spektrale të gjethëve në pozicione të ndryshme nga rrezatimi diellor, të cilat nxjerrin në pah ndikimin e stresit në efikasitetin dhe në zhvillimin e aparatit fotosintetik të drurëve frutorë.

II. MATERIALE DHE METODA

2. 1. Materiali bimor

Në studim është marë druri frutor, varieteti Abbas (dardha). Varieteti është pjesë e familjes- Rosaceae-Trandafilore dhe gjinisë- Pyrus L-Dardhore. Përshtatet në zonat me praninë e lagështirës dhe në

mungesën e saj. Në zonën në studim mbizotëron klima mesdhetare me temperatura mesatare vjetore rreth 16 °C. Janë marrë si mostra katër gjethe në tre pozicione: jug (diell), veri (gjysmë-hije) dhe hije. Gjethet për secilën mostër u zgjodhën sa më uniforme të ishte e mundur midis tyre (i njëjti vend në degë dhe i njëjta fazë zhvillimi).

2.2. Pigmentet fotosintetik

Nga mostrat e marra nga gjethet në fazën eksperimentale, me anë të një shpuesi tapash realizohet prerja e një sipërfaqeje gjetheje në formë disku me diametër 9 mm, i cili mund të përmbajë 6-12 mg material në peshë të njomë. Disku ose disqet e prera vendosen në një havan qelqi të smeriluar, ku shtohen $MgCO_3$ ose MgO (100-200mg) dhe pak rërë kuarci për të realizuar copëtimin e materialit (dhe shkatërrimin e membranave qelizore).



Fig. 1: Etapat e trajtimit të gjetheve për ekstraktimin e pigmenteve fotosintetike

2. 3. Indeksi fotokimik i pasqyrimit të shpërhapur (PRI)

Mostrat (gjethet) e marra nga tre pozicione vendosen në pozicionin përkatës në sferën integruese dhe maten vlerat e pasqyrimit të shpërhapur.



Fig. 2: Spektrofotometri me sferë integruese

E njëjta procedurë përsëritet në gjatësi vale të ndryshme, nga 400-800nm, çdo 5nm [4]. Nga vlerat e matura të pasqyrimit të shpërhapur, llogaritet indeksi fotokimik i pasqyrimit të shpërhapur (PRI) në bandën e ngushtë të gjatësisë së valës prej 531 nm dhe 570 nm [9]. Indeksi fotokimik i pasqyrimit të shpërhapur shërben si një tregues fotosintetik i efikasitetit të përdorimit të rrezatimit diellor në drurët frutorë. Vlerat e indeksit fotokimik të pasqyrimit të shpërhapur luhaten në intervalin nga -1 në 1. Shprehja matematike për përcaktimin e indeksit fotokimik të pasqyrimit të shpërhapur (PRI) paraqitet:

$$PRI = \frac{R_{531} - R_{570}}{R_{531} + R_{570}} \quad (1)$$

Ndriqueshmëria është një parametër kolorimetrik, përfaqëson sasinë e rrezatimit diellor që bie mbi sipërfaqen e gjetheve dhe është një nga faktorët që kontrollojnë aktivitetin fotosintetik dhe ndryshimet spektrale të pasqyrimit të shpërhapur në bimë.

2. 4. Spektrat e fluoreshencës

Për të kryer matje për të përfutur një spektër fluoreshence, gjatë skanimit, monokromatori i ngacmimit fiksohet në gjatësi vale prej 470 nm (dritë blu) dhe 632 nm (dritë e kuqe), ndërsa monokromatori i

emetimit zhvendoset nga gjatësi vale prej 660 nm-800 nm në hapa prej 2 nm.



Fig. 3: Spektrofluorimetri "Jobin Ivo J. Y. 3".

Spektri i përfutur quhet spektri i fluoreshencës së gjethes. Në matje, amplifikatori i sinjalit të zgjedhur është "Gain" x 300 dhe çarjet janë 2 nm.

III. REZULTATE DHE DISKUTIME

3.1. Pigmentet fotosintetikë

Nga vlerat vihet re se përmbajtja e klorofilave Kl (a+b) zvogëlohet nga gjethet e diellit në gjethet e hijes (Tabela 1). Vlerat mesatare të raportit Kl a/b janë më të larta në gjethet e diellit krahasuar me gjethet gjysmë-hije dhe hije, që tregon një përqendrim më të lartë të klorofilit në gjethet me ekspozim më të lartë ndaj rrezatimit diellor (Tabela 1) [11].

Përqëndrimi i pigmenteve është më i lartë në pozicioni diell krahasuar me pozicioni hije [7], [8]. Gjethet e hijes me ndriçim më të ulët janë më të holla dhe kanë madhësi mesatare të sipërfaqes më të madhe se sa gjethet e diellit ose me ndriçim më të lartë [6].

Tabela 1: Përmbajtja e Kl (a+b) dhe raportet e pigmenteve Kl a/b për varietetin Abbas (dardha), periudha shtator

Llojet e gjethes	Kl (a + b) (mg dm ⁻²)	Kl a/b
Abbas		
Diell	8.200±0.061	2.558
Gjysmë-Hije	6.238±0.065	2.420
Hije	4.465±0.084	2.191

3. 2. Indeksi fotokimik i pasqyrimt të shpërhapur (PRI)

Vlerat e indeksit fotokimik të pasqyrimt të shpërhapur për gjethet në pozicionin diell kanë vlera më të ulëta, krahasuar me dy pozicionet e tjera (Tabela 2), (Figura 4).

Tabela 2: Vlerat e indeksit fotokimik të pasqyrimt të shpërhapur (PRI) për varietetin Abbas (dardha), periudha shtator

Llojet e gjethes	PRI
Abbas	
Diell	0.029
Gjysmë-Hije	0.036
Hije	0.039

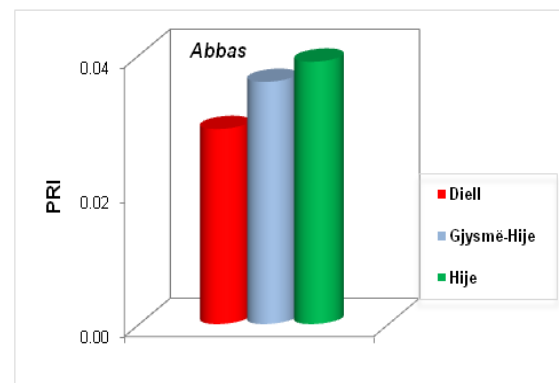


Fig. 4: Paraqitja e vlerave të indeksit fotokimik të pasqyrimt të shpërhapur për varietetin Abbas (dardha)

Për gjethet në pozicionin diell sasia e rrezatimit diellor të rënë në sipërfaqe të gjethes është më e lartë dhe vlera e indeksit fotokimik të pasqyrimit të shpërhapur (PRI) është më e ulët, krahasuar me dy pozicionet e tjera. Në gjethet në pozicionin hije ekspozimi nga drita është minimal, vlera e PRI është më e madhe, duke reflektuar efikasitet më të madh të përdorimit të energjisë për fotosintezë. Vlerat më të larta lidhen me efikasitetin fotosintetik më të madh dhe më pak ekspozim ndaj energjisë diellore. Dallimet midis gjetheve në pozicione të ndryshme ndaj rrezatimit diellor paraqiten dhe nga vlerat e ndriçueshmërisë (Tabela 3). Gjethet e ekspozuara në diell paraqesin vlerën më të ulët të ndriçueshmërisë, krahasuar me dy pozicionet e tjera (Figura 5). Ndriçueshmëria më e ulët e gjetheve në pozicionin diell tregon një përthithje më të madhe të rrezatimit diellor, e lidhur me përqëndrimin më të larta të pigmenteve fotosintetike dhe me një zhvillim më të madh të aparatit fotosintetik (Tabela 1).

Tabela 3: Vlerat e ndriçueshmërisë për varietetin Abbas (dardha), periudha shtator

Llojet e gjethes	Ndriçueshmëria (%)
Abbas	
Diell	34.80
Gjysmë-Hije	40.00
Hije	41.60

Gjethet në pozicionin hije, të cilat karakterizohen nga ndriçueshmëria e lartë (41.80%), rezultuan me vlera më të larta të PRI, duke treguar përdorim më efikas të rrezatimit diellor [14].

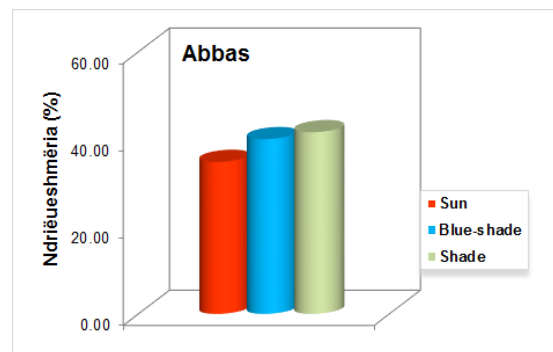


Fig. 5: Paraqitja e vlerave të ndriçueshmërisë për varietetin Abbas (dardha).

3. 3. Spektrat e fluoreshencës

Forma e spektrit të fluoreshencës së emetuar nga gjethet dhe si pasojë dhe vlerat e raportit F690/F740 varen nga gjatësia e valës së rrezatimit të ngacmimit të përdorur. Drita blu nuk depërton shumë thellë në gjethet, sepse absorbohet nga klorofilat dhe karotenoidet e kloroplasteve të qelizave të mezofilit që ndodhen pranë sipërfaqes së gjethes. Pra, fluoreshenca e klorofilave e ngacmuar nga drita blu emetohet kryesisht nga kloroplastete e shtresave të sipërme të jashtme të qelizave të palisade parenkima të gjetheve [5].

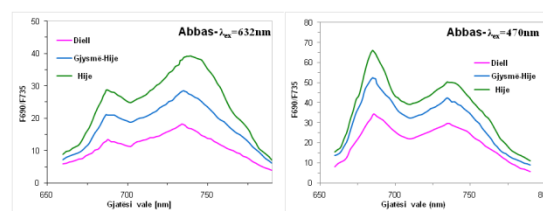


Fig. 6: Spektrat e fluoreshencës për varietetin Abbas (dardhë) për gjatësitë e valës: $\lambda=632\text{nm}$ dhe $\lambda=470\text{nm}$, periudha e shtatorit.

Për këtë arsye, spektri i emisionit të fluoreshencës së klorofilës të ngacmuar nga drita blu ndryshon shumë pak për shkak të riabsorbimit të bandës F690, në krahasim me dritën e gjelbër ose të kuqe ngacmuese që depërton më thellë në qelizat e mezofilit të gjethes [3].

Është e qartë se raporti F690/F735 i fluoreshencës i ngacmuar nga drita blu

paraqet vlera më të larta se sa kur si dritë ngacmuese shërben drita e gjelbër ose e kuqe (Figura 6).

Në të dy gjatësitë e valëve të përdorura, vërehet se raporti F690/F735 i fluoreshencës rritet nga pozicioni i diellit në hije (Tabela 4). Kjo ndodh sepse me rritjen e përqendrimit të klorofilit, raporti F690/F735 zvogëlohet.

Tabela 4: Paraqitja e raportit të fluoreshencës, F690/F735 në tre pozicione për varietetin Abbas (dardha), periudha shtator

Llojet e gjethes	F690/F735 ($\lambda_{ex}=632nm$)	F690/F735 ($\lambda_{ex}=470nm$)
Abbas		
Diell	0.730	1.168
Gjysmë-Hije	0.740	1.243
Hije	0.742	1.298

Raporti i fluoreshencës së kuqe/infra të kuqe të Kl, F690/F740 ose F690/F735 zvogëlohet me rritjen e përmbajtjes së klorofilit në gjethë për shkak të rithithjes së brezit të kuq të fluoreshencës F690 nga format e ndryshme in vivo të Kl a.

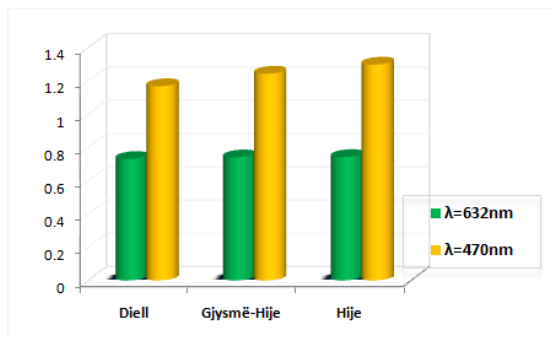


Fig. 7: Raporti i fluoreshencës F690/F735 për varietetin Abbas (dardhë), periudha shtator.

IV. PËRFUNDIME

Indeksi fotokimik i pasqyrimin të shpërhapur (PRI) varet nga përmbajtja e pigmenteve fotosintetike (gjethet) dhe sasia

e energjisë së rrezatimit diellor në sipërfaqe të gjethes.

Spektrat e emetimit të fluoreshencës japin informacion mbi funksionalitetin e aparatit fotosintetik përmes dy brezave të kuq F690 dhe të kuq të tejdukshëm F735.

Faktori i indeksit fotokimik PRI, ndriçueshmëria, spektrat e fluoreshencës dhe raportet e fluoreshencës F690/F735 për dy gjatësitë e valëve të ngacmimit të përdorura tregojnë qartë se aktiviteti i aparatit fotosintetik të drurëve frutore (dardhave) në periudhën e shtatorit është më i ulët se në periudhën e vegjetacionit (prill - maj).

Intepretimi i raportit F690/F735 duhet të bëhet duke marrë parasysh jo vetëm stresin ambiental, por edhe përmbajtjen dhe shpërndarjen e klorofilit në gjethë, si edhe karakteristikat e dritës ngacmuese.

Fusha e aplikimit përfshin vëzhgimin e kulturave bujqësore dhe përzgjedhjen e specieve ose kultivarëve të ri më rezistente ndaj stresit (rrezatimit diellor).

Studimi merr rëndësi dhe ka synim paraqitjen e rekomandimeve të vleshme për vlerësimin dhe rritjen e efikasitetit të konversionit fotosintetik të rrezatimit diellor në drurë frutorë (dardha) për rritjen e prodhueshmërisë ose krijimin e kultivarëve të rinj.

V. BIBLIOGRAFIA

- [1] Babani F., Lichtenthaler H.K., (1996). Light induced and Age-dependent of chloroplasts in etiolated barley leaves as visualized by determination of Photosynthetic Pigments, CO₂ Assimilation rates and different kinds of Chlorophyll Fluorescence ratios. *Journal of Plant Physiol*, Vol. 148, No. 5, pp. 555-566.
- [2] Balota M., Babani F. and Lichtenthaler H.K., (1998). Light stress as revealed by

chlorophyll fluorescence in different ecotypes of wheat and triticale. *Photosynthesis: Mechanisms and Effects*, ed. G. Garab, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London, Vol. V, pp. 2225-2228.

[3] Buschmann, C., Lichtenthaler, H.K., (1998). Principles and characteristics of multi-colour fluorescence imaging of plants. *Journal of Plant Physiol*, Vol. 152, pp. 297–314.

[4] Gitelson A. A., Gritz Y., Merzlyak M. N., (2003). Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiol*, Vol. 160, pp. 271–282.

[5] Hammami Z., Tounsi-Hammami S., Nhamo N., Rezgui S., Trifa Y., (2024). The efficiency of chlorophyll fluorescence as a selection criterion for salinity and climate aridity tolerance in barley genotypes. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 15, 1324388.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1324388>.

[6] Lee, H., Kim, S., Park, J. (2023). Morphological adaptations of shade leaves in response to low light intensity. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 74(2), pp. 345-358.

[7] Lichtenthaler H.K., Kuhn G., Prenzel U., Buschmann C and Meier D., (1982c). Adaptation of chloroplast-ultrastructure and of chlorophyll-protein levels to high-light and low-light growth conditions. *Z Naturforsch* 37c, pp. 464-475

[8] Lichtenthaler H K., Kuhn G., Prenzel U and Meier D., (1982d). Chlorophyll-protein levels and stacking degree of thylakoids in radish chloroplasts from high-light, low-light and bentazon-treated plants. *Physiologia Plantarum*, Vol. 56, pp. 183-188

[9] Peñuelas, J., Garbulsky, M.F., Filella, I. (2011). Photochemical reflectance index (PRI) and remote sensing of plant CO₂ uptake. *New Phytologist*, Vol. 191(3), pp. 596–599

[10] Malkin Sh., Fork D. (1981). Photosynthetic Units of Sun and Shade Plant. *Plant Physiology*, Vol. 67(3), pp. 580–583.

[11] Smith, R., Johnson, D. (2021). Photosynthetic pigment concentration in sun and shade leaves of woody plants. *Photosynthetica*, Vol. 59(4), pp. 543-556.

[12] Taiz L., Zeiger E., Moller I. M., Murphy A. (2024). *Plant Physiology and Development*. Sinauer/Oxford University Press.

[13] Zhu, X. G., Long, S. P., Ort, D. R. (2023). Photosynthetic acclimation to fluctuating light. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 74(5), pp. 1357-1372.

[14] Dias, J., Pimenta J. A., Medri, M. E., Boeger, M. R. T., Freitas, C.T. (2007). Physiological aspects of sun and shade leaves of *Lithraea molleoides* (Vell) Engl. (Anacardiaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Vol. 50(1), pp. 91-99.

NGA DEEPPFAKE TE SIM-SWAP: MATJA E GATISHMËRISË KIBERNETIKE NDAJ SULMEVE TË IDENTITETIT TË FUQIZUARA NGA INTELIGJENCA ARTIFICIALE

Ditmira TAHIRI¹, Medjon HYSENAJ²

¹ Departamenti i Informatikes, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Universiteti i Shkodrës “Luigj Gurakuqi”, Shkodër, Shqipëri, ditmira.tahiri@unishk.edu.al

² Departamenti i Gjeografisë, Universiteti i Shkodrës “Luigj Gurakuqi”, Shkodër, Shqipëri, medjon.hysenaj@unishk.edu.al

ABSTRACT:

One of the most important and extraordinary advances in automation and efficiency is the development of Artificial Intelligence (AI). This development has also opened new avenues for sophisticated cybercrime and two of the most worrying forms of growing digital fraud are deepfake and SIM-swap, which use AI technologies to manipulate identity. Through this paper, the main goal is to analyze cyber preparedness against these problematic attacks that can have fatal consequences in the future. A very important aspect is the ability of individuals and institutions to recognize, prevent and react to new forms of digital fraud and the need for various training and education that promote these skills among all professionals in the field. The review of international literature and the analysis of existing security models in conjunction with the comparison of best practices for cyber risk management show that the level of awareness and implementation of preventive measures remains low, especially in environments with limited technological capacities. The emphasis of this study is on creating appropriate strategies to strengthen cyber education, the implementation of identity verification technologies, and inter-institutional cooperation. In this way, higher security would be guaranteed in this era of artificial intelligence.

Keywords: Artificial Intelligence; Deepfake; SIM-Swap; Cyber Readiness; Digital Security; Identity Fraud; Preventing Cyber Attacks.

QËLLIMI:

Një nga përparimet më të rëndësishme dhe më të jashtëzakonshme në automatizim dhe në efikasitet është zhvillimi i Inteligjencës Artificiale (IA). Ky zhvillim njëkohësisht ka hapur edhe rrugë të reja për krime kibernetike të sofistikuara dhe dy nga format më shqetësuese

të mashtrimit dixhital në rritje janë deepfake dhe *SIM-swap*, të cilat shfrytëzojnë teknologjitë e IA-së për manipulimin e identitetit. Nëpërmjet këtij punimi qëllimi kryesor është analiza e gatishmërise kibernetike ndaj këtyre sulmeve problematike të cilat mund të sjellin pasoja fatale në vazhdimësi. Një aspekt shumë i rëndësishëm është dhe aftësia e individëve dhe institucioneve për të njohur, parandaluar dhe reaguar ndaj formave të reja të mashtrimit digjital dhe nevoja për trajnime dhe edukime të ndryshme që nxisin këto aftësime tek të gjithë profesionistët e fushës. Rishikimi i literaturës ndërkombëtare dhe analizimi i modeleve ekzistuese të sigurisë në bashkëpunim me krahasimin e praktikave më të mira për menaxhimin e rrezikut kibernetik tregojnë se niveli i ndërgjegjësimit dhe zbatimit të masave parandaluese mbetet i ulët, veçanërisht në mjediset me kapacitete të kufizuara teknologjike. Theksi i këtij punimi qëndron në krijimin e strategjive të duhura për të forcuar edukimin kibernetik, implementimin e teknologjive verifikuese të identitetit, dhe bashkëpunimin ndërinstitucional. Në këtë formë do të garantohej siguri më e lartë në këtë epokë të inteligjences artificiale.

Fjalët kyce: Inteligjenca Artificiale; Deepfake; SIM-Swap; Gatishmëri Kibernetike; Siguria Dixhitale; Mashtrimi i Identitetit; Parandalimi i Sulmeve Kibernetike.

I. HYRJE

Sfondi i problemit

Inteligjenca Artificiale është një nga zbulimet më të rëndësishme dhe më të domosdoshme për teknologjinë dhe, si e tillë, ka pasur një ndikim të jashtëzakonshëm në etapat e përditshmërisë së njerëzimit, në jetën sociale, ekonomike dhe në atë institucionale, duke zëvendësuar disa shërbime kryesore të punës njerëzore, siç është përmirësimi i vazhdueshëm i shërbimeve, automatizimi i proceseve dhe analizimi i saktë i të dhënave në fusha si financa, teknologjia, arsimi, shëndetësia etj. Megjithatë, të gjitha këto aspekte kaq të rëndësishme kanë edhe pasojat e tyre negative, siç janë krimet kibernetike dhe manipulimet e sofistikuar të identitetit. Nëpërmjet këtyre aspekteve, si pasojë, shfaqet prezenca e mashtrimit dixhital.

Mashtrimi dixhital paraqitet nëpërmjet dy formave më të rëndësishme, që janë fenomeni i deepfake dhe rritja e teknikës së SIM-swap fraud. Deepfake përdor algoritme gjenerative, siç është shembulli i Generative Adversarial Networks (GANs), ku bëhet e mundur krijimi i imazheve dhe audiove për të ndërtuar video të cilat duken plotësisht reale, me qëllim mashtrimin e shumë individëve, si nga ana financiare, ashtu edhe për shantazhe apo manipulime politike. Shpesh këto mënyra japin informacione të rreme dhe shumë të rrezikshme për individët, të cilët i marrin ato si të mirëqena.

Në të njëjtën frymë, edhe rritja e teknikës SIM-swap fraud konsiston në përdorimin e numrit personal të telefonit celular nga persona të rrezikshëm, me qëllim vjedhjen e të dhënave personale dhe përdorimin e tyre për llogaritë bankare

dhe rrjetet sociale, duke sjellë si pasojë marrjen e pasurive, shantazhimin, mashtrimin etj. Që nga zhvillimi masiv i teknologjisë, ka pasur një rritje të konsiderueshme edhe të këtyre teknikave të mashtrimit, dhe raportimet e ndryshme të ENISA (2024) dhe Europol (2023) kanë treguar se rastet e vjedhjes së identitetit dixhital janë rritur me mbi 60% gjatë tre viteve të fundit në Europë, duke i bërë sistemet aktuale të sigurisë kundrejt krimeve kibernetike të pamjaftueshme për të përballuar rreziqe apo kërcënime të tilla, të cilat janë fuqizuar masivisht nga Inteligjenca Artificiale.

Qëllimi i punimit

Qëllimi i këtij punimi është të kuptojë gjendjen aktuale të sistemeve të mbrojtjes kundrejt sulmeve kibernetike, me një fokus të veçantë te sulmet e identitetit, të cilat kanë si bazë inteligjencën artificiale. Thelbi është vendosur te format më të rëndësishme me të cilat realizohen këto mashtrime, që janë *deepfake* dhe *SIM-swap*.

Në përgjithësi, këto qëllime duhet të bashkërendohen me informacione të tjera në lidhje me identifikimin e llojeve kryesore të rreziqeve mbi përdorimin masiv të IA në mashtrimin dixhital, nëpërmjet analizimit të modeleve ekzistuese, si ato të ENISA, NIST apo OECD, për matjen e gatishmërisë kibernetike.

Rëndësia e punimit

Rëndësia e këtij punimi qëndron në trajtimin e një fenomeni aktual, i cili është gjithnjë e në rritje dhe ka ndikim maksimal jo vetëm te siguria kombëtare, por edhe te ajo institucionale dhe personale, në një kohë kur pothuajse të gjitha shërbimet administrative, bankare dhe komunikuese janë të lidhura në kanalet dixhitale. Kjo lidhje me dixhitalizimin dhe me rrezikun e

manipulimit të identitetit prek besimin shoqëror dhe krijon mosbesim të shfrytëzimi i të dhënave personale.

Ky punim trajton dy fenomenet kryesore, siç janë deepfake dhe SIM-swap, dhe nxjerr në pah ndikimin e Inteligjencës Artificiale si një faktor kryesor, i cili, në të njëjtën kohë, mund të shërbejë si faktor mbrojtës, por edhe si kërcënim. Punimi jep rekomandimet e duhura në lidhje me mënyrat e ndryshme të edukimit, rregullimit dhe teknologjive verifikuese për të përmirësuar sigurinë kundrejt krimeve kibernetike.

II. RISHIKIMI LITERATURËS

Duke qenë se vitet e fundit teknologjitë dhe zhvillimi i tyre i kanë kaluar pritshmëritë, edhe përfshirja e Inteligjencës Artificiale dhe teknologjitë gjenerative të saj, siç është sistemi i rrjeteve *Generative Adversarial Networks* (GANs), kanë arritur në realizimin e materialeve të ndryshme, të cilat mund të jenë imazhe, video apo audio, që nuk janë reale, por që janë shumë të vështira për t'u dalluar si të tilla. Shpesh këto përdoren për qëllime argëtuese mes moshave të ndryshme, por ka raste kur qëllimet dashakeqe të përdorimit të këtyre sistemeve, të njohura me emrin *deepfake*, mund të sjellin pasoja madhore të individët e përfshirë (Noviantama & Rahman, 2025).

Qëllimi dashakeq lidhet me sulmet e ndryshme kibernetike, ku synimi kryesor është manipulimi dhe marrja e identitetit personal të një individi dhe përfshirja e këtij identiteti në mashtrime dixhitale (Alanazi & Asif, 2023; Noviantama & Rahman, 2025). Deepfake është një sistem teknologjik i cili është i gatshëm të riprodhojë një imazh dhe të krijojë fytyra, lëvizje dhe audio, siç është zëri i një personi, duke e bërë atë të duket si një personazh real (Alanazi & Asif, 2023).

Punime të shumta kanë treguar se *deepfake* është një nga arsyet kryesore pse besueshmëria individuale është gjithnjë e në rënie në komunikimin dixhital dhe në autentikimin biometrik, siç është rasti konkret i aplikacioneve që kërkojnë njohjen e fytyrës, duke pasur si pasoje përfshirjen e përdoruesve fals për qëllime mashtrimi, si nga ana financiare, ashtu edhe në shkaktimin e traumave të shumta psikologjike kundrejt shërbimeve dixhitale (Korshunov & Marcel, 2018).

Një kërcënim tjetër shumë i rëndësishëm dhe domethënës për sigurinë e identitetit të një individi janë edhe sulmet *SIM-swap*, nëpërmjet të cilave mund të merret kontrolli i numrit të telefonit të viktimës përmes një operatori të rastësishëm celular dhe arritja e aksesit në mesazhe, telefonata, llogari bankare, rrjete sociale dhe shërbime digjitale (Awale & Gupta, 2019). Punimet identifikojnë dobësitë në sistemet e operatorëve dhe mungesën e kontroleve të forta si faktorë kryesorë të suksesit të këtyre sulmeve (Boateng et al., 2022).

Të dyja këto forma të mashtrimit, si *deepfake* ashtu edhe *SIM-swap*, përfaqësojnë rrezikshmëri të lartë kundrejt vjedhjes dhe keqpërdorimit të identitetit të një individi: njëra duke përdorur identitete të rreme dhe duke i trajtuar ato si identitete reale, ndërsa tjetra duke manipuluar operatorë të ndryshëm të komunikimit dhe shërbimit celular për të verifikuar dhe vjedhur të dhënat reale të identitetit të një individi, kryesisht për qëllime financiare. Për të shmangur sa më shumë të jetë e mundur këtë fenomen, është i rëndësishëm edukimi dhe marrja e vazhdueshme e informacionit për gatishmërinë kibernetike dhe për sigurinë e të dhënave personale. Këto të dhëna mund të merren edhe nëpërmjet politikave të ndryshme të integruara dhe bashkëpunimit ndërinstytucional (ENISA, 2024; NIST, 2023).

Zgjidhja ideale për shmangien në nivele minimale të *deepfake* qëndron te teknologjitë e zbulimit dhe parandalimit të saj nëpërmjet gatishmërisë kibernetike, por janë shumë të pakta rastet e përdoruesve ose organizatave që i zbatojnë këto teknologji, duke theksuar se ekziston mungesë e theksuar e politikave, edukimit dhe infrastrukturës së sigurisë (Trivedi et al., 2025).

III. METODOLOGJIA

Dizajni i punimit

Metoda e përzier mes analizës kuantitative të të dhënave dhe asaj kualitative të tyre bën të mundur vlerësimin e gatishmërisë kibernetike ndaj sulmeve që mund të ndodhin kundrejt identitetit, të fuqizuara plotësisht nga Inteligjenca Artificiale. Dizajni i këtij punimi bën të mundur identifikimin e njohurive dhe rreziqeve të ndryshme, duke përfshirë këtu edhe boshllëqet e ndryshme në organizata apo te individët.

Popullsia dhe kampionimi

Në këtë punim kanë marrë pjesë 85 individë të moshave të ndryshme, në grupmoshat 18–60 vjeç, të cilët përfaqësojnë nivele të ndryshme arsimimi dhe profesione të ndryshme. Gjithashtu, janë realizuar edhe intervista me profesionistë të institucioneve të ndryshme, të cilët kanë në përdorim sisteme të ndryshme digjitale të verifikimit. Përzgjedhja është realizuar në mënyrë rastësore, duke pasur si qëllim analizën e detajuar dhe të larmishme të të dhënave cilësore nga profesionistët e fushës.

Instrumentat dhe mbledhja e të dhënave

Periudha e përzgjedhur për të realizuar punimin është muaji tetor 2025, gjatë të

cilit u realizua një pyetësor online me 12 pyetje, që kishte si qëllim kryesor analizimin e njohurive që kishin individët e përfshirë në punim në lidhje me sulmet e ndryshme kibernetike, specifikisht *deepfake* dhe *SIM-swap*, me qëllim perceptimin dhe identifikimin në kohë të këtyre sulmeve kundrejt të dhënave personale.

Realizimi i intervistave gjysmë të strukturuar me profesionistë të ndryshëm të fushës së IT-së dhe menaxherë të sigurisë kishte për qëllim identifikimin e procedurave të sigurisë që zbatoheshin në kompanitë ku ata ishin punonjës ose menaxherë, si dhe zbulimin e vështirësive apo sfidave të mundshme që hasin në përditshmërinë e tyre.

Intervistat, ashtu si edhe pyetësorët, u zhvilluan online në platformën Zoom, ku secila pati një kohëzgjatje mesatare prej 20–25 minutash. Në të dyja rastet, si për pyetësorin ashtu edhe për intervistat, u mor fillimisht pëlqimi i të dy palëve për përdorimin e të dhënave të paraqitura prej tyre vetëm për qëllime punimore shkencore.

Analiza e të dhënave

Variabla të ndryshëm janë analizuar përmes frekuencave, përqindjeve dhe mesatareve me qëllim identifikimin e lidhjeve të ndryshme mes njohurive, perceptimeve të rrezikut dhe gatishmërisë për mbrojtje. Në raste të tjera, analiza e të dhënave cilësore është realizuar nëpërmjet intervistave, ku janë shqyrtuar tematika mbi procedurat organizative dhe masat e marra për mbrojtjen e kompanive kundrejt krimeve kibernetike.

Etika dhe kufizimet

Për realizimin e këtij punimi është siguruar anonimiteti total i pjesëmarrësve të përfshirë në punim, duke informuar fillimisht secilin prej individëve në lidhje

me qëllimin e punimit dhe duke shmangur çdo ekspozim të drejtpërdrejtë ndaj sulmeve reale. Kufizimet kundrejt këtij punimi lidhen me mostrën e vogël të personave të përfshirë, e cila nuk është përfaqësuese e të gjithë popullatës.

IV. REZULTATET

Analiza e rezultateve të këtij punimi ka për qëllim vlerësimin e nivelit të njohurive, perceptimit të rrezikut dhe gatishmërisë ndaj sulmeve të mundshme mbi identitetin, të fuqizuara nga Inteligjenca Artificiale. Të dhënat e mëposhtme janë analizuar nëpërmjet përgjigjeve të 85 individëve të përfshirë në punim dhe intervistave me 3 profesionistë të IT-së dhe menaxherë të organizatave të mesme.

Njohuritë mbi sulmet deepfake dhe SIM-swap

Tabela 1: Njohuritë mbi sulmet deepfake dhe SIM-swap

Sulmi	Mesatarja (1-5)	Përqindja që raportoi njohuri të mjaftueshme (%)
Deepfake	2.8	35%
SIM-swap	2.5	30%

Nga rezultatet e tabelës së mësipërme kuptohet se shumica e pjesëmarrësve nuk kanë njohuri ose kanë njohuri të kufizuara mbi sulmet *deepfake*. Të njëjta janë edhe rezultatet për *SIM-swap*, duke sugjeruar një mungesë të dukshme të edukimit në këtë fushë.

Perceptimi i rrezikut

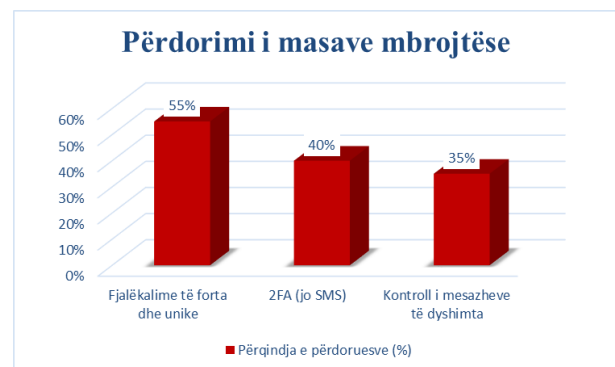
Tabela 2: Perceptimi i rrezikut

Grupi	Mesatarja (1-5)	Përqindja që e percepton rrezikun si të lartë (%)
Individët 18-30 vjeç	3.1	40%
Individët 31-50 vjeç	2.9	35%
Individët 51-60 vjeç	2.6	25%

Rezultatet e tabelës së mësipërme tregojnë se perceptimi i rrezikut ndryshon sipas moshës, ku raportohet se moshat më të reja janë më të prira për të pasur më shumë informacione dhe perceptim më të lartë ndaj rrezikut. Faktori i arsimit gjithashtu ka treguar se individët me arsim më të lartë teknik kanë prirje më të madhe për perceptimin e rrezikut, në krahasim me individët që janë në moshë më të madhe dhe me arsim më të ulët. Ky rezultat nënvizon nevojën për fushata edukimi dhe trajnimesh që të arrijnë të gjitha grupmoshat dhe të gjitha nivelet e arsimit.

Përdorimi i masave mbrojtëse

Grafik 1: Përdorimi i masave mbrojtëse



Nga rezultatet e grafikut të mësipërm vihet re se një pjesë e konsiderueshme e

individëve raportojnë se përdorin fjalëkalime të forta dhe unike. Në përqindje më të ulët mbeten kontrolli i mesazheve të dyshimta dhe autentikimi me dy faktorë jo-SMS, duke treguar nevojën për përgatitje më të mirë për situata reale të sulmeve ndaj identitetit, të fuqizuara nga Inteligjenca Artificiale.

Gatishmëria organizative

Tabela 3: Gatishmëria organizative

Organizata	Vlerësimi i gatishmërisë (1-5)	Koment i shkurtër
Organizata A	4.0	Ka politika të qarta dhe trajnime të rregullta.
Organizata B	3.2	Procedura ekzistuese, por nuk ka edukim të rregullt.
Organizata C	2.8	Nuk ka protokolle të qarta dhe mungon trajnimi.

Rezultatet e tabelës së mësipërme, të përfituara nga intervistat me menaxherë dhe përgjegjës të IT-së në organizata të ndryshme, kanë treguar se organizata të ndryshme funksionojnë në bazë të politikave të ndryshme për gatishmëri dhe kapacitet mbrojtës. Organizatat me politika më të qarta dhe më efektive kanë raportuar se organizojnë shpesh trajnime të rregullta për stafin, pra kanë investuar me seriozitet për të përmirësuar gatishmërinë organizative.

V. DISKUTIMET

Rezultatet e këtij punimi në lidhje me njohuritë mbi sulmet e identitetit të fuqizuara nga Inteligjenca Artificiale tregojnë se ato janë në nivel të ulët, pra janë të paktë personat që kanë njohuri të përgjithësuara ose të avancuara në lidhje me *deepfake* ose *SIM-swap*. Këto rezultate mbështesin plotësisht literaturën ekzistuese, e cila ka arritur në

përfundimin se informacioni në lidhje me kërcënimet dixhitale me pasoja serioze është i pamjaftueshëm për të marrë masat e duhura për menaxhimin e këtyre rreziqeve (Chesney & Citron, 2019; Nguyen et al., 2022).

Perceptimi i rrezikut të mundshëm është më i theksuar te grupmoshat e reja, të cilat kanë më shumë kontakt dhe informacion në lidhje me zhvillimet më të reja të teknologjisë. E kundërta vërehet te moshat më të mëdha, ku informacioni mbi zhvillimet e fundit teknologjike dhe fuqizimin e Inteligjencës Artificiale është më i kufizuar dhe, për rrjedhojë, edhe perceptimi i rrezikut ndaj *deepfake* dhe *SIM-swap* është më i ulët. Këto rezultate janë domethënëse për marrjen e masave të nevojshme dhe për hartimin e politikave gjithëpërfshirëse, që synojnë të gjitha grupmoshat, me qëllim rritjen e ndërgjegjësimit dhe shpërndarjen e informacionit mbi mekanizmat e mbrojtjes ndaj sulmeve kibernetike.

Përdorimi i masave mbrojtëse tregon një gatishmëri të kufizuar, veçanërisht për metodat më të avancuara, si autentikimi me dy faktorë jo-SMS. Edhe pse individët raportojnë përdorimin e fjalëkalimeve të forta, ata vazhdojnë të përballen me sulme gjithnjë e më të sofistikuara, duke pasur alternativa të kufizuara për mbrojtjen efektive të të dhënave personale. Këto rezultate përputhen me literaturën ekzistuese, e cila vlerëson nivelin e ulët të gatishmërisë së përdoruesve ndaj kërcënimeve të avancuara kibernetike (Alasmay et al., 2021; O’Flaherty, 2020).

Punimi nxori në pah gjithashtu diferenca të konsiderueshme në nivelin e gatishmërisë dhe kapaciteteve mbrojtëse ndërmjet organizatave. Organizatat me politika të qarta dhe me trajnime të rregullta për stafin shfaqën nivel më të lartë gatishmërie dhe mbrojtjeje krahasuar me organizatat që nuk kishin

protokolle të strukturuar dhe programe trajnimi, të cilat rezultuan me boshllëqe të shumta dhe rrezikshmëri të lartë ndaj sulmeve të identitetit të fuqizuara nga IA. Edhe këto gjetje përputhen me literaturën, e cila thekson se edukimi i vazhdueshëm dhe trajnimi sistematik i stafit, së bashku me zbatimin e procedurave të qarta të sigurisë, janë faktorë vendimtarë për rritjen e mbrojtjes kibernetike (Chen et al., 2022; Kshetri, 2021).

Në përfundim, rezultatet tregojnë se siguria kibernetike kërkon një qasje të integruar, e cila kombinon edukimin individual të përdoruesve me politikat dhe strategjitë organizative. Mungesa e njërës prej këtyre komponentëve, qoftë njohuria personale apo infrastruktura dhe politikat institucionale, rrit ndjeshëm ekspozimin ndaj sulmeve të sofistikuara të identitetit të fuqizuara nga Inteligjenca Artificiale.

VI. KONKLuzionet

Gatishmëria ndaj sulmeve të ndryshme të identitetit, të fuqizuara nga Inteligjenca Artificiale, është një nga pikat kryesore më të rëndësishme, e cila ende mbetet shumë e kufizuar si te individët ashtu edhe te organizatat. Tregues i këtij rezultati është edhe mesatarja e njohurive të përfshira për individët e punimit, e cila, në lidhje me njohuritë për sulmet *deepfake*, ishte vetëm 2.8 nga 5, ndërsa për *SIM-swap* 2.5. Këto vlera tregojnë për një mungesë të theksuar të njohurive dhe, për pasojë, për një rrezikshmëri të lartë për të rënë pre e këtyre sulmeve, pasi të dhënat e punimit tregojnë se vetëm 40% e të rinjve të përfshirë në punim dhe vetëm 25% e të rriturve kanë shprehur se e perceptojnë rrezikun shumë të lartë ndaj sulmeve dhe mashtrimeve të këtij lloji.

Informacione të pjesshme kanë rezultuar edhe në përdorimin e masave mbrojtëse, ku vetëm 55% e personave të përfshirë në

punim kanë raportuar se përdorin fjalëkalime të forta dhe që, sipas tyre, janë jashtëzakonisht të vështira, për të mos thënë të pamundura për t'u zbuluar, ndërsa 40% e tyre kanë raportuar se përdorin si masë mbrojtëse të të dhënave personale autentikimin me dy faktorë jo-SMS. Vetëm 35% e personave të përfshirë në punim kanë deklaruar se kontrollojnë në mënyrë të detajuar mesazhet e dyshimta, duke treguar se në këto nivele ekziston një nevojë e madhe për marrjen e masave të domosdoshme në formë edukimi dhe trajnimi në lidhje me gatishmërinë dhe mbrojtjen ndaj kërcënimeve komplekse.

Sa i përket organizatave, rezultatet tregojnë se vlerësimi 4.0 përkon me politika të qarta dhe trajnime të rregullta, ndërsa vlerësimi 2.8 tregon mungesë procedurash dhe mungesë të edukimit të nevojshëm, gjë që sjell si pasojë mungesë informacioni dhe rritje të rrezikut. Në këtë kontekst, mund të thuhet se një zgjidhje e domosdoshme është edukimi i vazhdueshëm në lidhje me mbrojtjen, si personale ashtu edhe organizative.

Bashkimi i njohurive të përdoruesve me politika dhe trajnime organizative është vendimtar për të reduktuar rrezikun dhe për të rritur gatishmërinë kibernetike në mënyrë të qëndrueshme. Si përfundim, ky punim thekson nevojën për rritjen e njohurive dhe gatishmërisë ndaj sulmeve të avancuara të identitetit, duke përmirësuar ndjeshëm sigurinë kibernetike personale dhe organizative. Programe të ndryshme edukative mund të përdoren si strategji për ndërgjegjësimin e të gjitha grupmohave dhe për implementimin e politikave të qarta dhe të monitoruara në organizata, të cilat do të siguronin përdorimin e mjeteve të avancuara sipas teknologjive më të fundit, me qëllim zvogëlimin e rrezikut të sulmeve të identitetit të fuqizuara nga Inteligjenca Artificiale.

VII. BIBLIOGRAFIA

- [1] Alanazi, A., & Asif, M. 2023. "Exploring deepfake technology: creation, consequences and countermeasures." *Human-Intelligent Systems Integration* 6: 49-60.
- [2] Awale, S. M., & Gupta, P. 2019. "Awareness of SIM Swap Attack." *International Journal of Trend in Scientific Research and Development* 3(4): 995-997.
- [3] Boateng, O. N., et al. 2022. "A Fraud Prevention and Secure Cognitive SIM Card Registration Model." *Indian Journal of Science and Technology* 15(46): 2562-2569.
- [4] Chen, Y., Zhang, X., & Li, H. 2022. "Organizational Strategies for Mitigating AI-Driven Identity Fraud." *Journal of Cybersecurity Research* 8(3): 112-128.
- [5] Chesney, R., & Citron, D. K. 2019. "Deep Fakes: A Looming Challenge for Privacy, Democracy, and National Security." *California Law Review* 107(6): 1753-1819.
- [6] ENISA (European Union Agency for Cybersecurity). 2024. *Cybersecurity Readiness Guidelines*. Brussels: ENISA. <https://www.enisa.europa.eu/publication/s/cybersecurity-readiness>
- [7] Gupta, P., & Singh, R. 2021. "SIM Swap Fraud: Techniques, Implications, and Prevention." *International Journal of Computer Science and Information Security* 19(2):
- [8] Kshetri, N. 2021. *Cybersecurity and AI: Risks and Opportunities*. New York: Routledge.
- [9] Korshunov, P., & Marcel, S. 2018. "DeepFakes: A New Threat to Face Recognition? Assessment and Detection." *arXiv*.
- [10] Li, Y., & Lyu, S. 2019. "Exposing DeepFake Videos By Detecting Face Warping Artifacts." *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*: 46-52.
- [11] Nguyen, T. T., Nguyen, C. M., Nguyen, D. T., et al. 2022. "Deep Learning for Deepfakes Creation and Detection: A Survey." *Neurocomputing* 485: 285-307.
- [12] NIST (National Institute of Standards and Technology). 2023. *Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity*. Gaithersburg: NIST. <https://www.nist.gov/cyberframework>
- [13] Noviantama, D., & Rahman, A. A. 2025. "Deepfake: A Review from The Victimology Perspective." *Contemporary Issues in Criminal Law* 1(2): 107-128.
- [14] O'Flaherty, K. 2020. "Social Engineering, SIM Swap Fraud, and the Human Factor in Cybersecurity." *Journal of Information Security and Applications* 54: 102563.
- [15] Shen, J., & Zhao, Q. 2023. "Artificial Intelligence in Cybersecurity: Challenges and Countermeasures." *Computers & Security* 124: 102993.
- [16] Trivedi, A., Jangal, K., & Gupta, R. 2025. "Identifying Deepfake Cyber Attacks: Challenges and Countermeasures." *IJRASET: Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*.
- [17] Wang, R., et al. 2022. "Detection of AI-Generated Deepfake Content Using Hybrid Methods." *Multimedia Tools and Applications* 81: 3457-3476.

[18] Zhang, Y., & Li, P. 2021. "SIM Swap Fraud Detection Using Machine Learning Techniques." *International Journal of Cybersecurity and Digital Forensics* 2(1): 23-38.

[19] Zhou, H., & Han, J. 2020. "Survey on AI-Powered Cyber Threats and Defense Mechanisms." *Journal of Network and Computer Applications* 162: 102642.

[20] Zhu, L., & Wang, M. 2023. "Countermeasures Against AI-Enhanced Identity Theft in Modern Organizations." *IEEE Access* 11: 33421-33435.

ZBATIMI I RREGULLAVE TË PËRZIERJES SË INDEKSIT TË THYERJES PËR SISTEMIN TRESH PROPAN – 1 – OL + CIKLOHEKSAN + TOLUEN ME SISTEMET PËRKATËSE DYSHE NË TEMPERATUREN 298.15 K NË SHTYPJE LOKALE ATMOSFERIKE

Altin GJEVORI¹, Artan LLOZANA¹, Arbër ZEQRIRAJ², Naim SYLA³,
Fisnik ALIAJ³

¹Departamenti i Inxhinierisë Fizike, Universiteti Politeknik i Tiranës, Tiranë, Shqipëri,
a.gjevori@fimif.edu.al, a.llozana@fimif.edu.al

²Departamenti i Materialeve dhe Metalurgjisë, Universiteti “Isa Boletini” Mitrovicë, Mitrovicë,
Republika e Kosovës, arber.zeqiraj@umib.net

³Departamenti i Fizikës, Universiteti i Prishtinës, Prishtinë, Republika e Kosovës,
naim.syla@uni-pr.edu, fnisnik.aliaj@uni-pr.edu

ABSTRACT:

The refractive index is a fundamental property of liquid mixtures that provides valuable information about molecular interactions and structural arrangements within a system. In this study, refractive indices were experimentally measured for the ternary system propan-1-ol + cyclohexane + toluene and for the corresponding binary systems (propan-1-ol + cyclohexane, propan-1-ol + toluene, and cyclohexane + toluene) over the entire mole fraction range at a temperature of 298.15 K and local atmospheric pressure.

The main objective of this work is to evaluate the applicability of several theoretical refractive index mixing rules, including the Arago–Biot, Lorentz–Lorenz, Newton, Eykman, and Oster relations, in predicting refractive index values for these binary and ternary liquid systems.

The experimentally obtained values were compared with those calculated from each mixing rule. The accuracy of the models was assessed using the average absolute percentage deviation, which provides a quantitative measure of predictive performance. The results indicate that some models show good agreement with experimental data, whereas others exhibit significant deviations, reflecting the influence of molecular interactions and the non-additive behavior of liquid mixtures.

This study contributes to a deeper understanding of the applicability and limitations of different refractive index mixing rules for binary and ternary liquid systems. The findings are relevant for both scientific and industrial applications, including the design of optical materials, chemical engineering processes, and the formulation of liquid mixtures in pharmaceutical and petrochemical industries. Identifying the most reliable mixing rules helps improve the accuracy of optical property predictions for complex liquid systems.

Keywords: propan-1-ol, cyclohexane, toluene, refractive index, mixtures

**ZBATIMI I RREGULLAVE TË PËRZIERJES SË INDEKSIT TË THYERJES PËR
SISTEMIN TRESH PROPAN – 1 – OL + CIKLOHEKSAN + TOLUEN ME SISTEMET
PËRKATËSE DYSHE NË TEMPERATURËN 298.15 K NË SHTYPJE LOKALE
ATMOSFERIKE**

QËLLIMI:

Indeksi i thyerjes është një veti themelore e përzierjeve të lëngshme, e cila ofron informacion të vlefshëm mbi ndërveprimet molekulare dhe rregullimet strukturore brenda sistemit. Në këtë studim janë matur eksperimentalisht indekset e thyerjes për sistemin tresh propan–1–ol + cikloheksan + toluen dhe për sistemet përkatëse dyshe (propan–1–ol + cikloheksan, propan–1–ol + toluen dhe cikloheksan + toluen) përgjatë gjithë intervalit të fraksioneve molare, në temperaturën 298.15 K dhe në shtypje atmosferike lokale.

Qëllimi kryesor i këtij studimi është të vlerësohet zbatueshmëria e disa rregullave teorike të përzierjes së indeksit të thyerjes, përfshirë Arago–Biot, Lorentz–Lorenz, Newton, Eykman dhe Oster, në parashikimin e vlerave të indeksit të thyerjes për këto sisteme dyshe dhe treshe.

Vlerat eksperimentale janë krahasuar me ato të përfutuara teorikisht nga secila prej këtyre rregullave. Saktësia e modeleve është vlerësuar me anë të devijimit mesatar absolut në përqindje, i cili jep një matje sasiore të performancës së parashikimit. Rezultatet tregojnë se disa modele japin përputhje më të mirë me të dhënat eksperimentale, ndërsa të tjerat shfaqin devijime të dukshme, çka reflekton ndikimin e ndërveprimeve molekulare dhe sjelljes joaditive të përzierjeve.

Ky studim kontribuon në kuptimin më të thellë të aplikueshmërisë dhe kufizimeve të rregullave të ndryshme të përzierjes së indeksit të thyerjes për sistemet e lëngshme dyshe dhe treshe. Rezultatet janë të rëndësishme për zbatime shkencore dhe industriale, si në projektimin e materialeve optike, inxhinierinë kimike, si dhe në formulimin e përzierjeve të lëngshme në farmaci dhe petrokimi. Identifikimi i rregullave më të besueshme të përzierjes ndihmon në përmirësimin e saktësisë së parashikimeve të vetive optike për sisteme të lëngshme të ndërlikuara.

Fjalët kyçe: propan – 1 – ol, cikloheksan, toluen, indeksi i thyerjes, përzierje

I. HYRJE

Indeksi i thyerjes përbën një nga vetitë themelore të substancave të lëngshme, pasi ai jep informacione të rëndësishme rreth strukturës molekulare, përbërjes dhe natyrës së ndërveprimeve ndërmolekulare që ndodhin në përzierje. Si një veti optike, ai lidhet ngushtë me polarizueshmërinë e molekulave dhe me mënyrën se si drita bashkëvepron me mjedisin përreth. Matja e indeksit të thyerjes, veçanërisht kur kombinohet me madhësi të tjera fizike si densiteti ose vëllimi molar shtesë, lejon të kuptohet më thellë sjellja e përzierjeve të lëngshme, efektet strukturore dhe termodinamike, si dhe devijimet nga përzierjet ideale.

Përzierjet organike që përfshijnë alkanole dhe hidrokarbure aromatike, si propan-1-ol, cikloheksani dhe tolueni, janë me interes të veçantë për shkak të karakterit të ndryshëm polar të përbërësve të tyre. Propan-1-ol është një alkanol me aftësi të theksuara për formimin e lidhjeve hidrogjenore, ndërsa cikloheksan dhe tolueni janë komponime aromatike jo polare që ndërveprojnë kryesisht përmes forcave të dispersimit. Kur këto substanca përzihen, krijohen ndërveprime komplekse që ndikojnë në strukturën lokale të përzierjes dhe për rrjedhojë edhe në vlerën e indeksit të thyerjes. Studimi i këtyre ndërveprimeve përmes matjeve optike ndihmon në kuptimin më të mirë të sjelljes së tyre dhe karakterit termodinamik të përzierjeve.

Në literaturë, janë zhvilluar disa rregulla teorike të përzierjes për parashikimin e indeksit të thyerjes të përzierjeve të lëngshme në bazë të vlerave të përbërësve të pastër. Ndër më të njohurat përfshihen Arago-Biot (A-B), Lorentz-Lorenz (L-L), Newton (N), Eykman (Eyk) dhe Oster (Ost). Këto rregulla mbështeten në qasje të ndryshme teorike – që nga modelet empirike të bazuara në përzierje lineare të vetive optike, deri te qasjet që marrin në konsideratë polarizueshmërinë molekulare dhe ndikimin e densitetit në sjelljen optike

të sistemit. Shumë studiues kanë vërtetuar vlefshmërinë e këtyre modeleve për një sërë përzierjesh dyshe dhe treshe [1] [2] [3] [4] [5], megjithatë sistemi propan-1-ol + cikloheksan + toluen nuk është trajtuar më parë në mënyrë të detajuar në këtë aspekt.

II. MATERIALET DHE METODAT

Kimikatat e përdorura në këtë hulumtim janë marrë nga prodhuesit e njohur me pastërti të lartë, propan – 1 – ol ($\geq 99.9\%$, Sigma-Aldrich), cikloheksan ($\geq 99.5\%$, Honeywell), dhe toluen ($\geq 99.8\%$, Sigma-Aldrich). Këto kimikate janë përdorur pa pastrime të mëtejshme. Pastërtia e substancave është verifikuar përmes matjes së densitetit dhe indeksit të thyerjes në temperaturën 298.15 K, dhe vlerat e marra janë krahasuar me ato të raportuara në literaturë.

Për përgatitjen e fraksioneve molare, masat e substancave të pastra janë matur duke përdorur peshore analitike (KERN & Sohn GmbH, model 220-4N) me rezolucion ± 0.1 mg. Pasiguria standarde në fraksionet molare është vlerësuar të jetë më e mirë se ± 0.0001 .

Densiteti është matur duke përdorur pajisjen Anton Paar, model DSA 5000M. Pasiguria standarde për densitetin është $\pm 0.0005 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, ndërsa për temperaturën $\pm 0.01 \text{ K}$ [6].

Indeksi i thyerjes është matur duke përdorur refraktometrin digjital Krüss, model DR6000, me pasiguri standarde ± 0.00005 .

III. REZULTATET DHE DISKUTIMET

Në këtë punim është bërë një përpjekje për të studiuar vlefshmërinë e pesë rregullave të përzierjes për parashikimin e indeksit të thyerjes për sistemin me tre komponentë propan – 1 – ol + cikloheksan + toluen dhe nën sistemet me dy komponente përkatëse propan – 1 – ol + cikloheksan, propan – 1 – ol + toluen dhe cikloheksan + toluen përgjatë gjithë intervalit të fraksioneve

**ZBATIMI I RREGULLAVE TË PËRZIERJES SË INDEKSIT TË THYERJES PËR
SISTEMIN TRESH PROPAN – 1 – OL + CIKLOHEKSAN + TOLUEN ME SISTEMET
PËRKATËSE DYSHE NË TEMPERATUREN 298.15 K NË SHTYPJE LOKALE
ATMOSFERIKE**

molare, në një temperaturë prej 298.15 K nën presion atmosferik lokal.

Ekuacionet për parashikimin, përkatësisht rregullat e përzierjes së indeksit të thyerjes janë dhënë më poshtë:

Arago – Biot (A-B):

$$n = \sum_{i=1}^p n_i \varphi_i$$

Lorentz – Lorenz (L-L):

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \sum_{i=1}^p \left(\frac{n_i^2 - 1}{n_i^2 + 2} \right) \varphi_i$$

Newton (NEW):

$$n^2 - 1 = \sum_{i=1}^p (n_i^2 - 1) \varphi_i$$

Eykman (Eyk):

$$\frac{n^2 - 1}{n + 0.4} = \sum_{i=1}^p \left(\frac{n_i^2 - 1}{n_i + 0.4} \right) \varphi_i$$

Oster (Ost):

$$\frac{(n^2 - 1)(2n^2 + 1)}{n^2} = \sum_{i=1}^p \left(\frac{(n_i^2 - 1)(2n_i^2 + 1)}{n_i^2} \right) \varphi_i$$

Ku n – paraqet indeksin e thyerjes së përziejes, n_i – paraqet indeksin e thyerjes të substancës së pastër i , φ_i , paraqet fraksionin vëllimor të substances i . ($p = 1,2,3$).

Si mjet statistikor për vlerësimin e rregullave të përzierjes është përdor devijimi mesatar absolut në përqindje (MAPD) i dhënë me shprehjen më poshtë

$$MAPD = \frac{100}{N} \sum_I \left| \frac{n_i^{exp} - n_i^{cal}}{n_i^{exp}} \right|$$

n_i^{exp} – paraqet indeksin e thyerjes eksperimental, n_i^{cal} – paraqet indeksin e

thyerjes të llogaritur (të parashikuar nga modeli), dhe n paraqet numrin e matjeve.

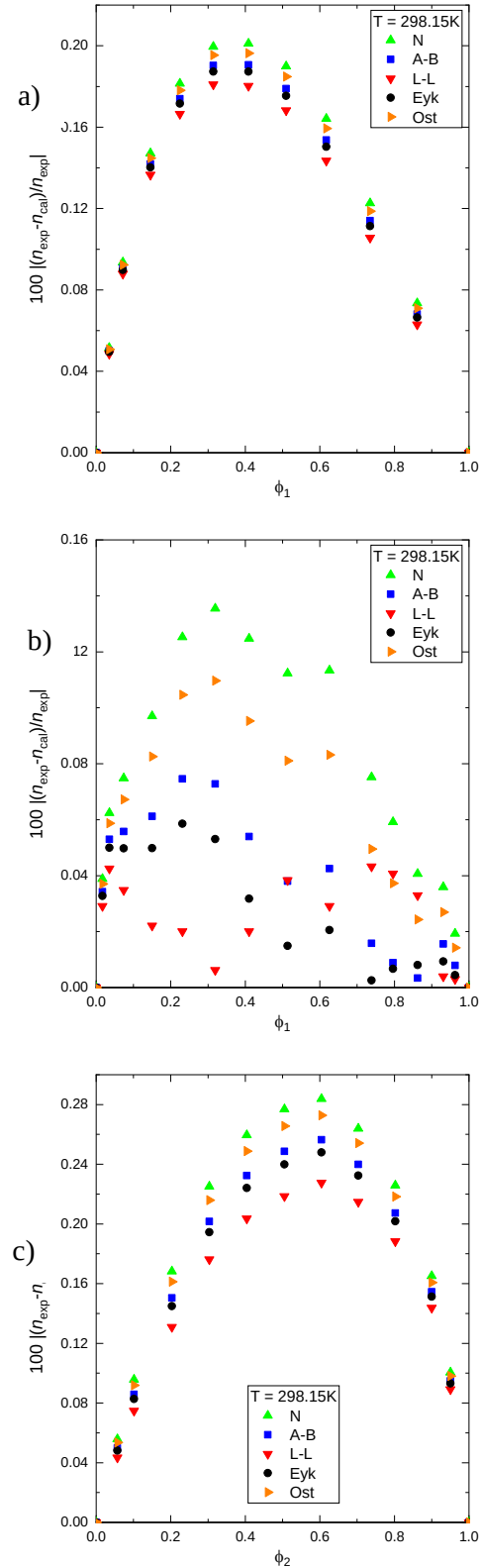


Fig. 1: $100 \frac{n_{exp} - n_{cal}}{n_{exp}}$ v.s. φ_1 , për sistemin dysh (a) propan – 1 – ol (1) + cikloheksan (2), (b) propan – 1 – ol (1) + toluen (2) dhe (c)

cikloheksan (1) + toluen (2), Simbolet paraqesin rregullat e përzierjes: ▲ – N, ■ – A-B, ▼ – L-L, ● – Eyk dhe ► – Ost.

Sistemi dysh propan – 1 – ol (1) + cikloheksan (2)

Të gjitha rregullat japin një devijim pozitiv maksimal në mes të intervalit të përzierjes (rreth $\phi_1 = 0.3-0.5$), që tregon efektin e bashkëveprimeve molekulare. Kjo sjellje sugjeron ndërveprime të dobëta specifike ndërmjet molekulave të propanolit (polar) dhe cikloheksanit (jo polar). Rregullat Lorentz–Lorenz dhe Eykman japin përshtatje më të mirë (devijime më të vogla) në krahasim me rregullat e tjera.

Sistemi dysh propan – 1 – ol (1) + toluen (3)

Këtu devijimet janë më të shpërndara, çka tregon kompensim midis efektit polar dhe jopolar të komponentëve. Tolueni ka një strukturë aromatike që mund të ndikojë në bashkëveprimet dipol–induksion me propanolin, duke ndryshuar rregullisht indeksin e thyerjes. Rregullat Lorentz–Lorenz dhe Eykman tregojnë përshtatje më të mirë në krahasim me të tjerat.

Sistemi dysh cikloheksan (2) + toluen (3)

Për këtë sistem, të gjitha rregullat e përzierjes tregojnë devijime pozitive në zonën e mesme të fraksioneve molare, që tregon sjellje të bashkëveprimeve molekulare dhe se vlerat e indeksit të thyerjes të matura eksperimentalisht janë më të larta se ato të llogaritura. Devijimet më të mëdha vërehen për rregullat Newton dhe Oster, ndërsa Lorentz–Lorenz dhe Eykman japin përputhje më të mirë me të dhënat eksperimentale. Kjo tregon se modelet klasike nënvlerësojnë pak efektet e rritjes së polarizueshmërisë në përqendrime të mesme, ndërsa rregulli Lorentz–Lorenz përshkruan më saktë përzierjen cikloheksan + toluen në 298.15 K.

Tabela 1: Devijimi mesatar absolut në përqindje për rregullat e përzierjes Argo-Biot, Lorentz-Lorenz, Newton, Eykman dhe Oster për sistemet në studim.

	A-B	L-L	N	Eyk	Ost
Propan – 1 – ol + cikloheksan	0.113	0.107	0.119	0.111	0.116
Propanol – 1 – ol + toluen	0.034	0.023	0.070	0.025	0.054
Cikloheksan + toluen	0.148	0.132	0.163	0.143	0.157
Propan – 1 – ol + cikloheksan + toluen	0.202	0.162	0.242	0.190	0.225

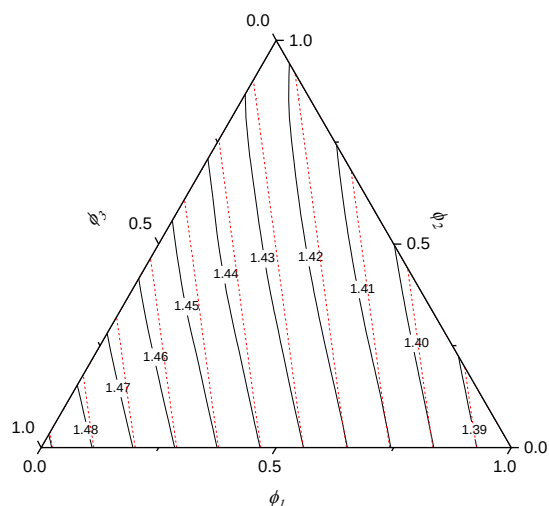


Fig. 2: Indeksi i thyerjes për sistemin propan-1-ol (1) + cyclohexan (2) + toluen (3) në temperaturën 298.15 K nën shtypje atmosferike; (–) vlerat eksperimentale, (---) rregulla e përzierjes Lorentz-Lorenz.

Kur aplikohen rregullat e përzierjes për ternarin propan-1-ol + cikloheksan + toluen, Lorentz–Lorenz dhe Eykman japin përputhshmërinë më të mirë me matjet eksperimentale në shumicën e përbërjeve Tabela 1. Megjithatë, në rajonet ku përqindja e propanolit është e mesme, të gjitha modelet tregojnë një devijim pozitiv, që tregon një efekt të bashkëveprimit të shkaktuar nga ndryshimet lokale në polarizueshmëri dhe organizim molekular për shkak të alkoolit. Modelet lineare (p.sh.

**ZBATIMI I RREGULLAVE TË PËRZIERJES SË INDEKSIT TË THYERJES PËR
SISTEMIN TRESH PROPAN – 1 – OL + CIKLOHEKSAN + TOLUEN ME SISTEMET
PËRKATËSE DYSHE NË TEMPERATUREN 298.15 K NË SHTYPJE LOKALE
ATMOSFERIKE**

Newton) nënvlerësojnë devijimet dhe duhet përdorur me kujdes për parashikime sasiore.

IV. PËRFUNDIMET

Rezultatet tregojnë se për të gjitha sistemet e studiara (propan–1–ol + cikloheksan, propan–1–ol + toluen, cikloheksan + toluen dhe sistemi treshe), devijimet midis vlerave të matura dhe të llogaritura të indeksit të thyerjes janë pozitive, duke treguar bashkëveprime molekulare ndërmjet përbërësve.

- Për sistemet propan–1–ol + cikloheksan dhe propan–1–ol + toluen, devijimet maksimale shfaqen në përbërjet e mesme, që lidhen me ndërveprime të dobëta të tipit dipol–induksion.
- Për sistemin cikloheksan + toluen, devijimet pozitive në zonën e mesme tregojnë rritje të polarizueshmërisë për shkak të bashkëveprimeve jopolare.
- Në sistemin tresh propan–1–ol + cikloheksan + toluen, efektet janë më të theksuara në përmbajtje të mesme të propanolit për shkak të ndryshimeve lokale në polarizueshmëri.

Në të gjitha rastet, rregullat Lorentz–Lorenz dhe Eykman japin përputhjen më të mirë me të dhënat eksperimentale, ndërsa modelet Newton dhe Oster tregojnë devijime më të mëdha.

Kështu, rregulla Lorentz–Lorenz rezulton më e përshtatshme për përshkrimin e sjelljes optike të këtyre përzierjeve në 298.15 K.

V. LITERATURA

[1] D. Arago and J. Biot, “Refractive properties of binary mixtures,” *Mem. Acad. Fr.*, pp. 7–11, 1806.

[2] H. A. Lorentz, “The Theory of Electrons and Its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat,” 2nd Ed. Leipzig: B. G. Teubner, 1916.

[3] Gerald. Oster, “The Scattering of Light and its Applications to Chemistry,,”

Chem Rev, vol. 43, no. 2, pp. 319–365, Oct. 1948, doi: 10.1021/cr60135a005.

[4] J. F. Eykman, “Recherches réfractométriques (suite),” *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*, vol. 14, no. 7, pp. 185–202, Jan. 1895, doi: 10.1002/recl.18950140702.

[5] A. Zeqiraj, A. Gjevori, A. Llozana, N. Sylá, and F. Aliaj, “Thermodynamic Properties of Ethanol + Pyridine, Ethanol + Benzene, and Pyridine + Benzene Mixtures at Temperature 298.15 K and Under Atmospheric Pressure,” *International Journal of Thermodynamics*, pp. 1–8, Dec. 2022, doi: 10.5541/ijot.1173589.

[6] N. Sylá, F. Aliaj, A. Hernández, and A. Zeqiraj, “Thermophysical Properties of Propan-1-ol + Cyclohexane + Benzene and the Binary Mixtures Propan-1-ol + Cyclohexane and Propan-1-ol + Benzene at Six Temperatures and Atmospheric Pressure: Experimental Data and Modeling,” *Int J Thermophys*, vol. 46, no. 12, p. 183, Dec. 2025, doi: 10.1007/s10765-025-03654-x.

OPTIMIZIM PROBABILISTIK DHE MACHINE LEARNING PËR VENDOSJEN E KONTROLLORËVE NË RRJETET SDN

Erison BALLASHENI¹, Ilir SHINKO¹, Lutis PICORRI¹, Vladi KOLICI¹, Alban ZYLE², Dritan NACE²

¹ Departamenti i Inxhinierisë Elektronike, Fakulteti i Teknologjisë së Informacionit, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri
eballasheni@fti.edu.al, ishinko@fti.edu.al, Lutis.Picorri@fti.edu.al, vkolici@fti.edu.al

² Heudiasyc UMR CNRS 7253, Université de Technologie de Compiègne (UTC), Francë
alban.zyle@hds.utc.fr, dritan.nace@hds.utc.fr

ABSTRACT: We study the Controller Placement Problem (CPP) in Software-Defined Networks under failures and attacks. We combine a proportional-fairness (PF) optimization with learned coverage probabilities and clustering-based spatial diversity. First, we linearize the PF objective into a per-site score, enabling fast selection. Second, we estimate controller-to-node coverage from topology features using calibrated supervised models. Third, we enforce diversity by constraining selections across clusters of failure-equivalent sites. On a 75-node topology our framework improves both average and worst-case coverage compared to analytical baselines; the best setting (Random Forest + K-means) delivers the highest average coverage while preserving strong worst-case guarantees. These results indicate that fairness-driven optimization augmented with learned probabilities and spatial diversity can substantially increase SDN robustness.

Keywords: Software-Defined Networking, Controller Placement Problem, Proportional Fairness, Machine Learning, Spatial Diversity, Network Resilience

QËLLIMI: Ky studim ka për qëllim të realizojë një analizë të thelluar dhe krahasuese midis dy paradigmatave kryesore të përdorura për zgjidhjen e problemit të vendosjes së kontrollorëve (Controller Placement Problem (CPP)) në rrjetet Software-Defined Networks (SDN): optimizimit probabilistik dhe metodave të Machine Learning (Machine Learning (ML)).

Në literaturën ekzistuese, CPP trajtohet kryesisht përmes qasjeve të optimizimit me orientim drejtësie (*fairness-aware*) dhe optimizimit të qëndrueshëm (*robust optimisation*), të cilat garantojnë balancim dhe qëndrueshmëri në vendosjen e kontrollorëve. Në këtë punim, këto qasje plotësohen me integrimin e teknikave të Supervised Learning, si *Logistic Regression* dhe *Random Forest Regression*, të cilat aplikohen mbi një topologji të simuluar me 75 nje dhe testohen nën skenarë të sulmeve Distributed Denial of Service (DDoS).

Synimi kryesor është të vlerësohet efektiviteti, kufizimet dhe potenciali praktik i secilës qasje, si dhe të demonstronhet se kombinimi i optimizimit probabilistik me metodat e Machine Learning mund të rrisë ndjeshëm performancën dhe qëndrueshmërinë e rrjeteve SDN, duke kontribuar në zhvillimin e rrjeteve inteligjente dhe vetë-menaxhuese.

I. Hyrja

Në dekadat e fundit, rrjetet kompjuterike kanë pësuar transformime të thella si rezultat i kërkesave në rritje për fleksibilitet, automatizim dhe menaxhim të avancuar të burimeve. Një nga zhvillimet më të rëndësishme në këtë drejtim është paradigma Software-Defined Networking (SDN) [1], e cila bazohet në ndarjen e funksioneve të kontrollit (*control plane*) nga shtresa e të dhënave (*data plane*). Në këtë arkitekturë, pajisjet e rrjetit si switch-et kryejnë vetëm funksione bazë dhe zbatojnë vendimet e marra nga kontrollorët qendrorë, të cilët ofrojnë ndërfaqe programimi për aplikacionet (*northbound APIs*) dhe komunikojnë me pajisjet e rrjetit përmes protokolleve si *OpenFlow* (*southbound APIs*). Kjo ndarje konceptuale sjell përfitime të rëndësishme në fleksibilitet, thjeshton orkestrimin e rrjetit dhe mundëson automatizim të politikave dhe funksioneve në shkallë të gjerë [2].

Një nga sfidat kryesore në arkitekturën SDN është Controller Placement Problem (CPP) [3], [4], i cili përcakton nyjet e rrjetit ku duhet të pozicionohen kontrollorët për të optimizuar performancën e përgjithshme. Ky problem ndikon drejtpërdrejt në tregues kritikë si vonesa e komunikimit (*latency*), shpërndarja e ngarkesës (*load balancing*), qëndrueshmëria e sistemit (*resilience*) ndaj dështimeve ose sulmeve, si dhe kostoja e funksionimit. Duke qenë se kontrollorët përfaqësojnë qendrën vendimmarrëse të rrjetit, një vendosje jo optimale mund të shkaktojë rritje të vonesës, ngarkesë të pabalancuar dhe ulje të qëndrueshmërisë së rrjetit. Megjithatë qasjet tradicionale të optimizimit probabilistik ofrojnë garanci teorike të forta, ato përballen me kufizime si supozimet mbi shpërndarjet probabilitike dhe kompleksiteti i lartë llogaritës. Nga ana tjetër, metodat e bazuara në Machine Learning (ML) [5], [6], [7] ofrojnë adaptueshmëri ndaj topologjive dinamike, por nuk garantojnë drejtësi (*fairness*) në shpërndarjen e shërbimit. Për më tepër, vendosja e kontrollorëve në pozicione me profile të ngjashme probabilitike mund të krijojë redundancë dhe të ulë qëndrueshmërinë në raste sulmesh të koordinuara.

Kontributet e këtij punimi. Ky studim ndërthur optimizimin probabilistik me orientim drejtësie (*fairness-oriented*), metodat e Machine Learning dhe mekanizmat e diversitetit hapësinor për të adresuar në mënyrë të integruar problemin e vendosjes së kontrollorëve në rrjetet SDN [8]. Kontributet kryesore janë si më poshtë:

(i) Formulimi i problemit me drejtësi proporcionale (*proportional fairness*): Paraqesim CPP si një problem optimizimi me drejtësi proporcionale (*proportional fairness*), të linearizuar në një funksion objektivi të thjeshtë që minimizon probabilitetin e dështimit të mbulimit për secilin nyje të rrjetit. Kjo qasje garanton shpërndarje të balancuar të shërbimit dhe redukton kompleksitetin llogaritës.

(ii) Vlerësimi i probabiliteteve përmes Machine

Learning: Zhvillojmë modele Supervised Learning (*Logistic Regression* dhe *Random Forest* [9]) të trajnuara mbi skenarë historikë sulmesh DDoS, të cilat kapin marrëdhëniet jolineare midis veçorive topologjike të rrjetit dhe probabilitetit të connectivity-it ndërmjet kontrollorëve dhe nyjeve nën kushte dështimesh.

(iii) Sigurimi i diversitetit përmes clustering: Aplikojmë teknika clustering [10], [11] për të shmanjur vendosjen e kontrollorëve në rajone me të njëjtin nivel dështimi (*failure-equivalent regions*), duke rritur kështu diversitetin funksional dhe hapësinor të vendosjes.

(iv) Vlerësim eksperimental mbi topologji reale: Testojmë mbi një topologji me 75 nyje nën skenarë të shumtë dështimesh, duke treguar se kombinimi Random Forest + K-means ofron mbulimin më të lartë mesatar dhe ruan performancë të lartë edhe në rastin më të keq. Rezultatet demonstrojnë efektivitetin e qasjes së integruar që kombinon optimizimin me drejtësi (*fairness*), Machine Learning dhe diversitet hapësinor. Struktura e artikullit është si vijon: Seksioni II paraqet modelin e sistemit dhe formulimin e drejtësisë proporcionale (*proportional fairness*); Seksioni III përshkruan metodologjinë e Machine Learning për vlerësimin e matricës së probabilitetit; Seksioni IV shpjegon teknikat e clustering për diversitet hapësinor; Seksioni V paraqet vlerësimin eksperimental dhe rezultatet krahasuese; dhe Seksioni VI diskuton përfundimet dhe punën e ardhshme.

II. Modeli i sistemit dhe *proportional fairness* (PF)

Përshkrimi i topologjisë dhe vendosja e kontrollorëve

Në kuadrin e këtij studimi, topologjia e rrjetit SDN paraqitet përmes një grafi të drejtuar $\mathcal{G} = (\mathcal{N}, \mathcal{L})$ me $|\mathcal{N}|$ nyje dhe lidhje $\mathcal{L}$ që përfaqësojnë konektivitetin fizik. Nga bashkësia e nyjeve $\mathcal{N}$, identifikojmë një nënbashkësi $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{N}$ që përmban pozicionet e mundshme ku mund të instalohen kontrollorët. Çdo pozicion kandidat $k \in \mathcal{K}$ vlerësohet sipas aftësisë për të mbuluar nyjet e tjera të rrjetit nën kushte të ndryshme operacionale.

Për të karakterizuar ndërlidhjen midis kontrollorëve dhe nyjeve, përdorim matricën e mbulimit $\Pi = [\pi_{kn}]_{k \in \mathcal{K}, n \in \mathcal{N}}$, ku elementi π_{kn} përfaqëson probabilitetin që nyja n të arrihet nga një kontrollor i pozicionuar në k kur rrjeti nënshtrohet skenarëve të ndryshëm të dështimeve. Metodologjia e përllogaritjes së këtyre probabiliteteve trajtohet hollësisht në Seksionin III, ku integrojmë qasje të bazuara në Machine Learning.

Formulimi matematik i proportional fairness

Vendosja e kontrollorëve modelohet përmes një vektori vendimesh $y = (y_1, y_2, \dots, y_{|\mathcal{K}|})$, ku çdo element $y_k \in \{0, 1\}$ merr vlerën 1 nëse pozicioni kandidat k përzgjidhet për instalimin e një kontrollori, dhe 0 në të kundërt. Për shkak të kufizimeve buxhetore dhe operacionale, numri total i kontrollorëve që mund të vendosen është B , pra $\sum_{k \in \mathcal{K}} y_k = B$.

Për të garantuar drejtësi (*fairness*) në shpërndarjen e shërbimit ndërmjet njeve, formulojmë problemin si minimizim të funksionit objektiv të PF. Fillimisht, për çdo nje $n \in \mathcal{N}$, llogarisim probabilitetin që kjo nje të mbetet e pambuluar nga kontrollorët e vendosur:

$$\rho_n(y, \Pi) = \prod_{k \in \mathcal{K}} (1 - \pi_{kn})^{y_k} \quad (1)$$

Funksioni objektiv optimizon balancën globale midis njeve duke e minimizuar, siç diskutohet më gjerësisht në [12], [13].

$$\Phi(y) = \sum_{n \in \mathcal{N}} \log(\rho_n(y, \Pi)) \quad (2)$$

mbi bashkësinë e lejueshme $\mathcal{Y}_B = \{y \in \{0, 1\}^{|\mathcal{K}|} : \sum_{k \in \mathcal{K}} y_k = B\}$.

Shfrytëzojmë strukturën matematike të problemit për ta thjeshtuar atë. Duke zbërthyer produktin në ekuacionin (1) dhe duke aplikuar vetinë logaritmike mbi shumëzimin, marrim:

$$\Phi(y) = \sum_{n \in \mathcal{N}} \sum_{k \in \mathcal{K}} y_k \cdot \log(1 - \pi_{kn}) \quad (3)$$

Ndërrojmë radhën e shumëzimeve dhe përcaktojmë funksionin e vlerësimit për çdo pozicion kandidat:

$$\omega(k) = \sum_{n \in \mathcal{N}} \log(1 - \pi_{kn}) \quad (4)$$

Problemi reduktohet në formulimin [14]:

$$\min \sum_{k \in \mathcal{K}} \omega(k) \cdot y_k \quad (5a)$$

$$\text{s.t.} \sum_{k \in \mathcal{K}} y_k = B \quad (5b)$$

$$y_k \in \{0, 1\}, \quad \forall k \in \mathcal{K} \quad (5c)$$

Zgjidhja optimale përftohet duke renditur pozicionet candidate sipas vlerës $\omega(k)$ në rend rritës dhe duke përzgjedhur B pozicionet me vlerësimin më të ulët. Algoritmi i përzgjedhjes mund të implementohet me kompleksitet kohor $O(|\mathcal{K}| + B \log |\mathcal{K}|)$ përmes struktura të të dhënave 'heap' ose 'priority queue'. Ky njihet si algoritmi i drejtësisë proporcionale (Proportional Fairness Algorithm – PF Algorithm).

Modelimi i sulmeve DDoS në rrjetet SDN

Arkitekturat SDN janë veçanërisht të ndjeshme ndaj sulmeve të tipit Distributed Denial of Service (DDoS) [5], ku sulmuesit koordinojnë trafik të madh për të mbingarkuar kontrollorët ose për të shkëputur nje kritike. Në ndryshim nga dëmtimet e rastësishme të pajisjeve, sulmet DDoS synojnë pika strategjike dhe krijojnë efekte në funksionalitetin e rrjetit, duke fragmentuar topologjinë dhe duke krijuar boshllëqe në mbulimin e rrjetit.

III. Vlerësimi i mbulimit përmes Machine Learning

Përcaktimi i matricës së mbulimit $\Pi = [\pi_{kn}]_{k \in \mathcal{K}, n \in \mathcal{N}}$ luan një rol vendimtar në procesin e optimizimit PF. Në këtë seksion, fillojmë me një qasje analitike bazuar në frekuenca empirike, e cila shërben si pikënisje për metodologjinë tonë. Më pas, zhvillojmë një qasje përmes Supervised Learning që integron veçori topologjike dhe strukturore të nxjerra nga skenarë historikë dështimesh. Qëllimi është të ndërtojmë modele parashikuese në marrëdhëniet komplekse midis strukturës së rrjetit dhe probabilitetit ku nyjet qendrojnë të lidhura nën kushte sulmi.

Qasja empirike bazë

Për të vlerësuar qëndrueshmërinë e vendosjes së kontrollorëve, përdorim një bashkësi skenarësh $\mathcal{S}$ të bazuar në të dhëna reale dhe sintetike të sulmeve DDoS. Çdo skenar $\sigma \in \mathcal{S}$ përfaqëson një konfigurim specifik dështimesh, ku identifikojmë bashkësinë e njeve të komprometuara $\mathcal{F}_\sigma \subset \mathcal{N}$. Nëngrafi i mbetur paraqitet si $\mathcal{G}_\sigma = (\mathcal{N}_\sigma, \mathcal{L}_\sigma)$, ku $\mathcal{N}_\sigma = \mathcal{N} \setminus \mathcal{F}_\sigma$ përmban nyjet që vazhdojnë të funksionojnë pas sulmit, dhe $\mathcal{L}_\sigma$ përfshin vetëm lidhjet midis këtyre njeve operacionale që mbeten brenda rrezes së komunikimit.

Për çdo kombinim pozicioni-kandidat $k \in \mathcal{K}$ dhe nje $n \in \mathcal{N}$, përcaktojmë një funksion tregues që identifikon nëse nyja n është e arritshme nga pozicioni k :

$$\alpha^\sigma(k, n) = \begin{cases} 1, & \text{nëse } n \text{ është e lidhur me } k \text{ në } \mathcal{G}_\sigma, \\ 0, & \text{në rast të kundërt.} \end{cases}$$

Vlerësimi empirik i probabilitetit merret si mesatarja aritmetike e këtij treguesi mbi të gjithë skenarët:

$$\pi_{kn}^{\text{emp}} = \frac{1}{|\mathcal{S}|} \sum_{\sigma \in \mathcal{S}} \alpha^\sigma(k, n). \quad (6)$$

Megjithëse kjo metodë është e thjeshtë dhe transparente, ajo nuk merr parasysh faktorët strukturorë që ndikojnë në qëndrueshmërinë e lidhjes, për shembull, ekzistenca e rrugëve alternative, pozicionimi relativ në topologji, ose shkalla e redundancës. Për këtë arsye, ajo trajton të gjitha çiftet uniformisht dhe nuk jep

shpjegime për variabilitetin e sjelljes së rrjetit.

Modelimi i Structural Feature Vectors

Për të kapërcyer kufizimet e qasjes empirike, ndërtojmë një strukturë më të pasur të çdo çifti (k, n) në kontekstin e një skenari specifik σ . Çdo çift përshkruhet nga një vektor $\mathbf{z}_{kn}^\sigma \in \mathbb{R}^d$, i cili përfshin d karakteristika (features) si më poshtë:

Tipare gjeometrike. Ky grup përfshin masa distance që reflektojnë largësinë hapësinore:

- Distanca Euklidiane $d_E(k, n)$ dhe distanca Manhattan $d_M(k, n)$ bazuar në koordinatat gjeografike.
- Distanca në graf $h_{kn}^\sigma = \text{dist}_{\mathcal{G}_\sigma}(k, n)$ që pasqyron rrugën më të shkurtër në grafikun e zvogëluar.
- Transformimi $1/(1+h_{kn}^\sigma)$ që konverton distancën në një masë afërsie të normalizuar.

Karakteristika topologjike lokale. Këto karakteristika tregojnë rëndësinë dhe ndërlidhjen lokale të pozicioneve k dhe n :

- Gradën e nyjeve $\deg_\sigma(k)$ dhe $\deg_\sigma(n)$, që tregojnë numrin e lidhjeve direkte.
- Koeficienti i clustering $cc_\sigma(k)$ dhe $cc_\sigma(n)$, të cilët matin dendësinë e lidhjeve midis fqinjëve.
- Indekset e qendrueshmërisë (closeness, betweenness centrality) që përcaktojnë pozicionin strategjik të k dhe n në rrjet, të normalizuara në $[0, 1]$.

Karakteristika qëndrueshmërie. Këto karakteristika kapin aftësinë e çiftit për të ruajtur connectivity-in nën dështime:

- ρ_{kn}^σ : numri i rrugëve të thjeshta (pa cikle) midis k dhe n në grafikun e zvogëluar.
- κ_{kn}^σ : numri i rrugëve vertex-disjoint (të pavarura nga nyjet), i llogaritur përmes algoritmit max-flow me kapacitet njësi.

Për të shmangur dominimin nga tiparet me shkallë të nivelit të lartë, zbatojmë normalizim min-max për çdo skenar, duke siguruar që të gjitha tiparet të jenë në një interval të krahasueshëm.

Ndërtimi i bashkësisë trajnuese

Bashkësia e të dhënave për trajnim ndërtohet duke shfrytëzuar të gjithë skenarët $\sigma \in \mathcal{S}$. Për çdo çift (k, n) në secilin skenar, vektori $\mathbf{z}_{kn}^\sigma$ çiftohet me një etiketë binare që tregon ndërlidhjen midis nyjeve:

$$\ell_{kn}^\sigma = \alpha^\sigma(k, n) \in \{0, 1\}.$$

Kjo prodhon një bashkësi të dhënash $\mathcal{D} = \{(\mathbf{z}_{kn}^\sigma, \ell_{kn}^\sigma)\}$ me komponentët $|\mathcal{S}| \cdot |\mathcal{K}| \cdot |\mathcal{N}|$.

Modeli Logistic Regression

Trajnojmë një model logjistik me normë ℓ_2 që parashikon probabilitetin e ndërlidhjes midis nyjeve [15], [16], [17]:

$$\Pr\{\ell_{kn}^\sigma = 1 \mid \mathbf{z}_{kn}^\sigma\} =$$

$$\sigma(\mathbf{w}^\top \mathbf{z}_{kn}^\sigma + b), \quad \sigma(t) = \frac{1}{1+e^{-t}}.$$

Parametri λ rregullohet sipas skenarit. Probabilitetet i kalibrojmë përmes shkallëzimit Platt [18] ose regresit izotonik [19], [20] për të rritur besueshmërinë. Modeli aplikohet në grafikun e paprekur $\mathcal{G}$ për të prodhuar Π^{LR} me $\pi_{kn}^{\text{LR}} \in (0, 1)$.

Modeli Random Forest

Për të kapur marrëdhëniet jolineare midis karakteristikave, përdorim Random Forest [9] me pemë vendim-marrëse të trajnuara mbi nënmostra të rastësishme dhe nënbashkësi karakteristikash (zakonisht $\sqrt{d}$). Modeli konfigurohet si regresion binar, duke interpretuar mesataren e pemëve si probabilitet. Kufizojmë thellësinë dhe madhësinë e degëve për të kontrolluar overfitting, dhe kalibrojmë probabilitetet [19], [20]. Modeli aplikohet në $\mathcal{G}$ për të gjeneruar Π^{RF} me $\pi_{kn}^{\text{RF}} \in (0, 1)$.

Inferenca në grafikun operacional

Pasi të jenë trajnuar modelet, llogarisim vektorin e tipareve $\mathbf{z}_{kn}$ për çdo çift (k, n) duke përdorur grafikun e plotë operacional $\mathcal{G}$ (pa dështime). Kjo korrespondon me marrjen e vektorit:

$$\mathbf{z}_{kn} \triangleq \mathbf{z}_{kn}^{\mathcal{G}}.$$

Duke ushqyer këtë vektor përmes modelit të kalibruar, marrim një vlerësim probabiliteti $\hat{\pi}_{kn}$. Në praktikë, përdorim $\Pi = \Pi^{\text{LR}}$ ose $\Pi = \Pi^{\text{RF}}$ si input për algoritmin e optimizimit PF, ndërsa Π^{emp} shërben si një bazë reference për krahasime.

IV. Diversiteti hapësinor përmes clustering

Zbatimi i PF mbi $\Pi = [\pi_{kn}]$ minimizon $\sum_k \omega(k) y_k$ dhe shpesh përzgjedh pozicione shumë të ngjashme (p.sh., nyje qendrore) që priren të qëndrojnë në të njëjtat nëngrafë të mbetura nën dështime. Kjo rezulton në performancë të dobët në rastin më të keq. Diversiteti imponohet duke ndarë kandidatët në clusters të ekuivalencës sipas failure profile ose connectivity profile, dhe duke kufizuar përzgjedhjen brenda secilit cluster. Formalisht, le të jetë $\{\mathcal{K}_r\}_{r=1}^R$ një ndarje e $\mathcal{K}$. Imponojmë një kufizim që lejon maksimalisht një kontrollor

për cluster:

$$\sum_{k \in \mathcal{K}_r} y_k \leq 1, \quad r = 1, \dots, R,$$

dhe zgjidhim:

$$\min \sum_{k \in \mathcal{K}} \omega(k) y_k \quad (7a)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k \in \mathcal{K}} y_k = B, \quad (7b)$$

$$y_k \in \{0, 1\} \quad \forall k \in \mathcal{K}, \quad (7c)$$

$$\sum_{k \in \mathcal{K}_r} y_k \leq 1 \quad \forall r \in \{1, \dots, R\}. \quad (7d)$$

Ky formulim kërkon $R \geq B$ cluster për të garantuar zgjidhshmërinë.

Si të ndërtojmë cluster-at

Konsiderojmë tre qasje plotësuese:

1) Clustering i ngjashmërisë probabilistike: Çdo pozicion k përfaqësohet nga profili i tij i probabilitetit $\pi_k = [\pi_{kn}]_{n \in \mathcal{N}}$. Llogarisim distancën $\delta(k, \ell) = \|\pi_k - \pi_\ell\|_2$ midis pozicioneve. Me një prag $\theta > 0$, lidhim pozicionet k dhe ℓ kur $\delta(k, \ell) \leq \theta$, dhe komponentët e lidhur formojnë cluster-at $\mathcal{K}_r$.

2) K-means mbi profilet probabilistike (diversiteti i mbulimit): Përfaqësojmë çdo pozicion k nga rreshti i tij i probabilitetit $\pi_k = [\pi_{kn}]_{n \in \mathcal{N}}$. Ekzekutojmë clustering K-means [10], [11] në këtë hapësirë dhe vendosim $\mathcal{K}_r$ në grupet Zgjedhim $R \geq B$; përdorim statistikën silhouette [21] ose gap [22] për të rregulluar R .

3) DBSCAN për grupim të bazuar në dendësi (qëndrueshmëria topologjike): DBSCAN identifikon rajonet e rrjetit me dendësi të lartë si cluster funksionale dhe dallon nyjet që mbeten të izoluara, duke shmangur vendosjen e kontrollorëve në pozicione me rëndësi të ulët operative. Kjo është veçanërisht e përshtatshme për topologjitë SDN ku kontrollorët duhet të pozicionohen në zona me ndërlidhje dhe qendrueshmëri të lartë.

V. Vlerësimi eksperimental

Konfigurimet eksperimentale

Topologjia dhe buxheti. Përdorim një graf rrjeti SDN me $|\mathcal{N}| = 75$ nyje me $|\mathcal{K}|$ pozicione kandidate kontrollorësh. Buxheti i vendosjes varion nga $B = 2$ deri në $B = 7$ kontrollorë.

Skenarët e dështimeve. Konsiderojmë 112 skenarë testimi: 12 sulme DDoS të synuara ndaj nyjeve kritike dhe 100 dështime të rastësishme. Për çdo intensitet, kryejmë $T = 5$ ekzekutime të pavarura.

Rregullimet e clustering. Testojmë tre mekanizma diversiteti: K-means (hapësira e profilit probabilistik),

DBSCAN (qëndrueshmëria topologjike), dhe të bazuar në ngjashmëri (ngjashmëria e profilit probabilistik me prag 0.06). Garantojmë kërkesa duke zgjedhur $R \geq B$ dhe duke imponuar maksimalisht një përzgjedhje për cluster.

Përcaktimi i metrikës. Duke dhënë një vendosje y dhe një skenar dështimi σ me graf të mbetur $\mathcal{G}_\sigma$, shkalla e mbulimit është:

$$\text{cov}(y; \sigma) = \frac{1}{|\mathcal{N}|} \sum_{n \in \mathcal{N}} \mathbf{1}\{\exists k \in \mathcal{K} : y_k = 1 \wedge n \text{ është e lidhur me } k \text{ në } \mathcal{G}_\sigma\}.$$

VI. Rezultatet dhe analiza krahasuese

Analiza është zhvilluar duke u bazuar në simulimet e kryera mbi topologjinë me 75 nyje, ku për secilin konfigurim është vlerësuar performanca e rrjetit në prani të skenarëve të shumtë sulmesh, si të paracaktuar ashtu edhe të rastësishëm. Për të siguruar besueshmërinë e rezultateve, çdo konfigurim është testuar në mënyrë të përsëritur dhe janë llogaritur mesataret e treguesve kryesorë të performancës.

Performanca mesatare në funksion të numrit të kontrollorëve: Siç paraqitet në Tabelën 1, rezultatet e marra tregojnë se me rritjen e numrit të kontrollorëve nga $B = 2$ në $B = 7$, rritet edhe numri mesatar i nyjeve që mbeten funksionale pas sulmeve për të gjitha metodat e vlerësuara. Për $B = 2$ kontrollorë, metodat japin mesatare prej 32.7–34.2 nyje funksionale, ndërsa për $B = 7$, mesatarja arrin në 45.0–46.0 nyje. Ky përmirësim është i pritshëm, pasi një numër më i madh kontrollorësh siguron mbulim më të gjerë dhe rrugë alternative komunikimi midis nyjeve. Në këtë dimension, të tre metodat (Manuale, Logistic Regression, Random Forest) ofrojnë performancë të ngjashme, me diferenca që zakonisht variojnë brenda 1–2 nyjesh, duke treguar se për skenarë të moderuar sulmi, zgjedhja e metodës nuk ndikon dukshëm në performancën mesatare.

Analiza e rastit më të keq (worst-case): Nga ana tjetër, në analizën e rastit më të keq (Tabela 2), ku sulmet janë më të forta dhe përqendrohen në nyjet më kritike, modeli *Random Forest Regression* rezultoi të ofrojë mbulim më të qëndrueshëm dhe ruan më shumë nyje funksionale në krahasim me metodat e tjera. Për $B = 6$ kontrollorë, Random Forest ruan mesatarisht 23.8 nyje funksionale në skenarin më të pafavorshëm, krahasuar me 22.4 nyje për Logistic Regression dhe 17.2 nyje për metodën Manuale. Për $B = 7$ kontrollorë, Random Forest arrin në 24.2 nyje, duke tejkaluar të dyja metodat e tjera që arrijnë 22.0 nyje. Ky superioritet tregon se struktura e tij arrin të kapë më mirë marrëdhëniet jolineare dhe komplekse midis veçorive topologjike të rrjetit dhe probabiliteteve të mbulimit nën kushte ekstreme dështimi. Ndërkohë, modeli *Logistic Regression* jep rezultate të krahasueshme me

metodën manuale në shumicën e rasteve, por me variancë më të ulët ndërmjet testimeve të përsëritura, duke reflektuar stabilitet më të madh.

Në përmbledhje, analiza krahasuese tregon se të gjitha metodat ofrojnë performancë të ngjashme në kushte normale funksionimi, ndërsa diferencat bëhen të dukshme në rastet kufi, ku rrjeti ekspozohet ndaj skenarëve më të rënduar të sulmeve. Në këto raste, qasjet e bazuara në *Machine Learning*, veçanërisht *Random Forest Regression*, demonstrojnë aftësi më të lartë për të ruajtur funksionalitetin dhe për të përballuar ndërprerjet, duke treguar potencial të qartë për t'u përdorur në sisteme dinamike dhe vetë-menaxhuese të rrjeteve SDN.

A. Numër i ndryshëm i kontrollorëve

Tabela 1: Mesatarja e nyjeve funksionale (Tabela 4)

B	Manuale	Logistic gression	Re-est	Random For-
2	32.682	33.652		34.222
3	37.118	36.426		37.458
4	41.156	39.796		42.168
5	43.597	44.133		43.239
6	43.542	44.408		44.408
7	44.986	45.320		46.042

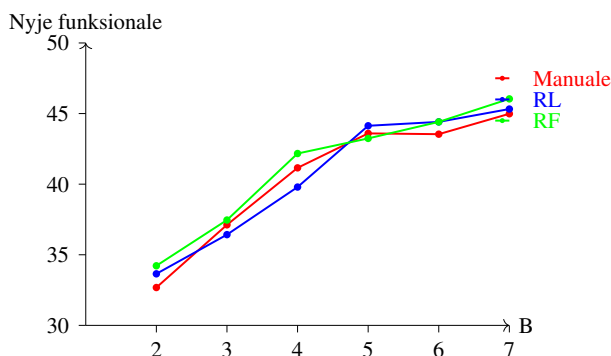


Fig. 1: Numri mesatar i nyjeve funksionale për secilën metodë.

Tabela 1 paraqet numrin mesatar të nyjeve që kanë mbetur funksionale për secilën nga metodat e krahasuara, pas realizimit të 12 sulmeve të mirëstudiuara së bashku me 100 sulme të rastësishme. Gjatësia e secilit prej këtyre 112 sulmeve ka qenë 10 nyje. Simboli **B** përfaqëson numrin e kontrollorëve të vendosur në rrjet, ndërsa pozicionimi i tyre është kryer duke përdorur si teknikë clustering, me një koeficient prej 0.06. Secili nga rezultatet e paraqitura në tabelë përfaqëson mesataren e pesë (5) testimeve të kryera. Nga të dhënat e paraqitura në tabelë vërehet se me rritjen e numrit të kontrollorëve **B** nga 2 në 7, rritet gjithashtu edhe numri mesatar i nyjeve që mbeten funksionale pas sulmeve për të gjitha metodat e vlerësuara. Nëse krahasojmë metodat, vërejmë se numri mesatar i nyjeve që mbeten funksionale pas sulmeve është shumë i përafërt për

secilën prej tyre. Për rrjedhojë, nga ky këndvështrim nuk mund të përcaktojmë se cila metodë është më e mirë.

Tabela 2: Rasti më i keq — nyjet funksionale (Tabela 5)

B	Manuale	Logistic gression	Re-est	Random For-
2	0	0		0
3	0.2	2.4		2.8
4	10	4		12.8
5	14.2	16.8		17
6	17.2	22.4		23.8
7	22	22		24.2

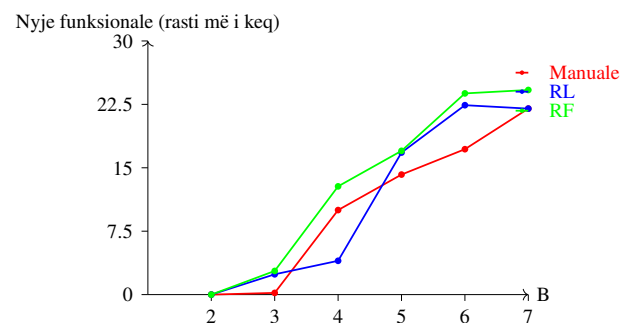


Fig. 2: Rasti më i keq - numri i nyjeve funksionale.

Tabela 2 paraqet mesataren e pesë testimeve të kryera mbi nyjet që mbeten funksionale në skenarin më të keq të mundshëm, i cili është simuluar përmes 112 sulmeve me gjatësi prej 10 nyjesh, ndërsa vendosja e kontrollorëve është realizuar duke përdorur teknikën e clustering me koeficient 0.06. Siç paraqitet në tabelë, me rritjen e numrit të kontrollorëve nga $B = 2$ në $B = 7$, përmirësohet ndjeshëm qëndrueshmëria e rrjetit edhe në skenarët më ekstremë të sulmeve. Për $B = 2$ dhe $B = 3$ kontrollorë, të gjitha metodat tregojnë performancë jashtëzakonisht të dobët, me pothuajse asnjë nyje funksionale në rastin më të keq (0–2.8 nyje). Megjithatë, duke filluar nga $B = 4$ kontrollorë, diferenca midis metodave bëhet e dukshme. Për $B = 6$ kontrollorë, metoda *Random Forest* ruan 23.8 nyje funksionale në skenarin më të pafavorshëm, krahasuar me 22.4 nyje për Logistic Regression dhe vetëm 17.2 nyje për metodën Manuale — një diferencë prej 6.6 nyjesh (38% më shumë) krahasuar me metodën manuale. Kjo tendencë vazhdon edhe për $B = 7$ kontrollorë, ku *Random Forest* arrin 24.2 nyje, duke tejkaluar të dyja metodat e tjera që mbeten në 22.0 nyje. Këto rezultate dëshmojnë se metoda *Random Forest*, falë strukturës së saj dhe aftësisë për të kapur marrëdhënie komplekse jolineare, shfaq rezultate më të larta në kushtet më kritike të funksionimit të rrjetit, ku zgjedhja strategjike e pozicioneve të kontrollorëve bëhet vendimtare për mbijetesën e sistemit.

B. Vendosja e 7 kontrollorëve

Tabela 3: Vendosja e kontrollorëve sipas teknikës së clustering me koeficient (Tabela 6)

T	Manuale	Logistic Regression	Random Forest
1	3, 26, 28, 33, 39, 52, 62	9, 18, 19, 33, 45, 56, 62	4, 6, 18, 36, 45, 56, 61
2	3, 9, 18, 26, 28, 33, 40	9, 18, 19, 33, 45, 56, 62	9, 29, 41, 53, 61, 69, 72
3	3, 9, 18, 26, 28, 33, 40	9, 18, 19, 33, 45, 56, 62	3, 9, 21, 23, 28, 49, 68
4	6, 14, 32, 37, 43, 54, 69	9, 18, 19, 33, 45, 56, 62	3, 9, 21, 23, 28, 49, 68
5	8, 14, 30, 41, 51, 55, 71	9, 18, 19, 33, 45, 56, 62	3, 9, 21, 23, 28, 49, 68

Teknika e clustering me koeficient (0.06). Sipas rezultateve të paraqitura në Tabelën 3, vërehet se, ndryshe nga metoda manuale, e cila për çdo testim ka përzgjedhur nyje të ndryshme për të luajtur rolin e kontrollorit, metodat e tjera të bazuara në algoritme të *Machine Learning* kanë përzgjedhur po të njëjtat nyje në mënyrë të përsëritur. Kjo qëndrueshmëri në përzgjedhje mund të konsiderohet si një tregues pozitiv dhe shumë i vlefshëm, veçanërisht në kuadër të automatizimit të rrjetit, ku konsistenca në zgjedhje përbën një avantazh të rëndësishëm.

Tabela 4: Vendosja e kontrollorëve sipas teknikës së clustering DBSCAN (Tabela 7)

T	Manuale	Logistic Regression	Random Forest
1	3, 8, 18, 28, 43, 56, 63	3, 19, 20, 28, 33, 45, 66	3, 19, 20, 24, 33, 45, 66
2	4, 32, 43, 52, 58, 62, 63	3, 19, 20, 28, 33, 45, 66	3, 19, 20, 24, 33, 45, 66
3	6, 10, 12, 18, 36, 52, 70	3, 19, 20, 28, 33, 45, 66	3, 19, 20, 24, 33, 45, 66
4	16, 28, 37, 38, 52, 56, 72	3, 19, 20, 28, 33, 45, 66	3, 16, 19, 20, 33, 45, 66
5	3, 20, 37, 53, 56, 62, 73	3, 19, 20, 28, 33, 45, 66	3, 19, 20, 24, 33, 45, 66

Teknika DBSCAN.

Tabela 5: Vendosja e kontrollorëve sipas teknikës së clustering K-means (Tabela 8)

T	Manuale	Logistic Regression	Random Forest
1	1, 18, 25, 28, 32, 43, 46	15, 22, 33, 43, 47, 52, 68	18, 19, 20, 27, 33, 43, 67
2	4, 11, 26, 46, 62, 63, 66	4, 18, 22, 32, 33, 37, 47	18, 20, 27, 33, 43, 66, 67
3	2, 6, 10, 14, 58, 69, 71	4, 18, 22, 23, 33, 43, 67	18, 19, 20, 33, 39, 43, 62
4	16, 31, 38, 56, 57, 63, 72	4, 18, 22, 23, 33, 43, 67	18, 20, 33, 39, 43, 45, 67
5	2, 3, 27, 37, 43, 69, 73	4, 18, 22, 33, 37, 43, 47	18, 19, 20, 33, 39, 43, 62

Teknika K-means.

C. Sulme të rastësishme

Tabelat në vijim paraqesin një krahasim të gjerë të performancës së metodave të ndryshme për gjenerimin e matricave probabilitare (Manuale, Logistic Regression, Random Forest) në kombinim me teknika të ndryshme clustering (Koeficient 0.06, DBSCAN, K-means). Rezultatet bazohen në 100 sulme të rastësishme të simuluar pas vendosjes së 7 kontrollorëve, me sulme me gjatësi 7, 10 dhe 13 nyje. Çdo rezultat përfaqëson mesataren e pesë testeve të pavarura.

Tabela 6: Përmbledhje e numrit mesatar të nyjeve funksionale sipas teknikës së clustering

Clustering	#	Manuale	RL	RF
Koeficient 0.06	7	–	66.838	67.038
	10	62.892	61.400	63.042
	13	57.002	56.150	58.116
DBSCAN	7	67.126	66.770	67.892
	10	62.300	60.670	63.286
	13	56.236	53.130	57.036
K-means	7	66.778	66.506	68.024
	10	62.652	62.354	63.912
	13	57.638	56.742	58.736

Tabela 7: Përmbledhje e numrit më të ulët të nyjeve funksionale (worst-case) sipas teknikës së clustering

Clustering	#	Manuale	RL	RF
Koeficient 0.06	7	–	53.6	56.8
	10	45.6	43.4	46.0
	13	38.0	37.0	39.6
DBSCAN	7	57.0	41.8	59.8
	10	36.0	23.6	36.2
	13	27.6	18.4	30.6
K-means	7	61.2	56.2	64.8
	10	43.8	46.4	52.3
	13	38.0	34.2	43.6

Nga Tabela 6 vërehet se kombinimi *Random Forest* + *K-means* ofron performancën më të mirë mesatare në të gjitha skenarët e sulmeve, duke arritur 68.024 nyje funksionale (90.7% mbulim) me 7 nyje të sulmuara, 63.912 nyje (85.2% mbulim) me 10 nyje të sulmuara, dhe 58.736 nyje (78.3% mbulim) me 13 nyje të sulmuara. Në analizën e rastit më të keq (Tabela 7), *Random Forest* + *K-means* përsëri dominon, duke ruajtur 64.8 nyje (86.4% mbulim) me 7 nyje të sulmuara, 52.3 nyje (69.7% mbulim) me 10 nyje të sulmuara, dhe 43.6 nyje (58.1% mbulim) me 13 nyje të sulmuara.

Këto rezultate demonstrojnë superioritetin e qartë të kombinimit *Random Forest* + *K-means*. Veçanërisht në analizën e rastit më të keq, për 10 nyje të sulmuara, *Random Forest* + *K-means* ruan 52.3 nyje (69.7% mbulim), duke tejkaluar ndjeshëm *Logistic Regression* me 46.4 nyje (një përmirësim prej 12.7%) dhe metodën manuale me 43.8 nyje (një përmirësim prej 19.4%). Teknika *K-means* krijon diversitet hapësinor optimal duke grupuar nyjet me profile probabilitike të ngjashme, ndërsa *Random Forest* kap marrëdhëniet komplekse jolineare midis topologjisë së rrjetit dhe modeleve të dështimeve. Ky kombinim siguron vendosje kontrollorësh që janë të qëndrueshëm edhe nën skenarë sulmesh intensive dhe të përafërta me rastin më të keq.

Sa i përket teknikave të tjera të clustering, DBSCAN tregon performancë të mirë për 7 nyje të sulmuara por performancë më të dobët për sulme më intensive

(veçanërisht në rastin më të keq me Logistic Regression: 23.6 nyje për 10 sulme, 18.4 nyje për 13 sulme). Teknika e clustering me koeficient 0.06 jep rezultate të arsyeshme, por ka kufizime praktike — metoda manuale nuk arriti të përzgjedhë kontrollorë për 7 nyje të sulmuara, pasi nyjet kishin probabilitete shumë të larta me diferencë më të vogël se 0.06, duke pamundësuar formimin e 7 grupeve të dallueshme.

VII. Përfundime

Ky studim ka prezantuar një kornizë të integruar për vendosjen optimale të kontrollorëve në rrjetet SDN që kombinon optimizimin PF [12], [13], metodat e Machine Learning (Logistic Regression dhe Random Forest [9]), dhe mekanizmat e diversitetit hapësinor përmes clustering [10], [11] (K-means, DBSCAN dhe clustering me prag ngjashmërie). Qasja e propozuar linearizon objektivin e PF në një funksion vlerësimi të thjeshtë, vlerëson matricën e probabilitetit të mbulimit përmes modeleve të trajnuara mbi skenarë historikë sulmesh DDoS, dhe imponon diversitet hapësinor duke shmangur vendosjen e kontrollorëve në rajone me ekuivalencë dështimi.

Vlerësimi eksperimental mbi një topologji me 75 nyje, me buxhet kontrollorësh $B = 2-7$ dhe nën 112 skenarë sulmesh, ka treguar që të gjitha metodat ofrojnë performancë të krahasueshme në kushte mesatare. Megjithatë, në analizën e rastit më të keq, kombinimi **Random Forest + K-means** dominon: për $B = 7$ kontrollorë, Random Forest arrin 24.2 nyje funksionale, krahasuar me 22.0 nyje për metodat e tjera, një përmirësim prej 10%. Në eksperimentin me 100 sulme të rastësishme, Random Forest + K-means arriti performancën më të lartë: 68.024 nyje (90.7% mbulim) me 7 nyje të sulmuara, 63.912 nyje (85.2% mbulim) me 10 nyje të sulmuara, dhe 58.736 nyje (78.3% mbulim) me 13 nyje të sulmuara. Në rastin më të keq, 64.8 nyje (86.4% mbulim), 52.3 nyje (69.7% mbulim), dhe 43.6 nyje (58.1% mbulim), përkatësisht, duke tejkaluar metodën manuale me 19.4% për 10 nyje të sulmuara. Përfitimet rrjedhin nga dy komponentë plotësues: Random Forest [9] kap marrëdhëniet komplekse jolineare midis veçorive topologjike dhe probabilitetit të ndërlikohjes nën kushte sulmi, ndërsa K-means [10], [11] krijon diversitet hapësinor optimal duke grupuar pozicionet me profile të ngjashme dhe duke shmangur redundancën. Optimizimi është i shpejtë: pasi të formohen cluster-at dhe të llogaritet $\omega(k)$, problemi reduktohet në zgjedhjen e pozicioneve me vlerësimin më të ulët nga çdo cluster.

Kufizimet. Funksioni objektiv supozon pavarësi statistikore të mbulimit midis kontrollorëve; sulmet e koordinuara ose dështimet e rrjetit mund të reduktojnë besueshmërinë. Probabilitetet e mësuara varen nga cilësia e skenarëve të trajnimit [16]; ndryshimi i modeleve të sulmeve ose topologjisë mund të kërkojë

ri-trajnim.

Puna e ardhshme. Drejtimet kërkimore përfshijnë: (i) modelimin e korrelacionit midis dështimeve dhe zhvillimin e objektivave që marrin parasysh varësinë statistikore; (ii) integrimin e veçorive të propagimit (terreni, vegjetacioni) dhe dizajnin e përbashkët gateway-kontrollor [23]; (iii) studimin e kufizimeve të diversitetit si alternativë më fleksibël; dhe (iv) testimin në topologji reale në shkallë të madhe dhe validimin në rrjete SDN operationale [24], [25].

VIII. Literatura

- [1] C. J. Bernardos, A. D. L. Oliva, P. Serrano, A. Banchs, L. M. Contreras, H. Jin, and J. C. Zuniga, "An Architecture for Software Defined Wireless Networking", *IEEE Wireless Communications*, vol. 21, no. 3, pp. 52–61, 2014.
- [2] P. Goransson, C. Black, and T. Culver, *Software Defined Networks: A Comprehensive Approach*, 2nd ed. Morgan Kaufmann, 2016. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128045558/>.
- [3] M. F. Bari, A. R. Roy, S. R. Chowdhury, Q. Zhang, M. F. Zhani, R. Ahmed, and R. Boutaba, "Dynamic Controller Provisioning in Software Defined Networks", in: *Proceedings of the 9th International Conference on Network and Service Management (CNSM)*, IEEE, 2013, pp. 18–25.
- [4] A. Dixit, F. Hao, S. Mukherjee, T. V. Lakshman, and R. Kompella, "Towards an Elastic Distributed SDN Controller", *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 43, no. 4, pp. 7–12, 2013.
- [5] ArXiv, *Machine Learning Approaches for Software-Defined Networking Security: A Comprehensive Survey*, ArXiv Preprint, 2023. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/2311.05582>.
- [6] D. P. Kumar, T. Amgoth, and C. S. R. Annavarapu, "Machine Learning Algorithms for Wireless Sensor Networks: A Survey", *Information Fusion*, vol. 49, pp. 1–25, Sep. 2019.
- [7] L. Dai, R. Jiao, F. Adachi, H. V. Poor, and L. Hanzo, "Deep Learning for Wireless Communications: An Emerging Interdisciplinary Paradigm", *IEEE Wireless Communications*, vol. 27, no. 4, pp. 133–139, 2020.
- [8] E. Ballasheni, D. Nace, A. Tomaszewski, and A. Zyle, *A Probabilistic Optimisation Approach to the Equitable Controller Location Problem*, 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/385927817>.
- [9] L. Breiman, "Random Forests", *Machine Learning*, vol. 45, pp. 5–32, 2001.
- [10] J. MacQueen, "Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations", in:

- Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1967, pp. 281–297.
- [11] D. Arthur and S. Vassilvitskii, “k-means++: The Advantages of Careful Seeding”, in: *Proceedings of the 18th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, 2007, pp. 1027–1035.
 - [12] H. Luss, *Equitable Resource Allocation: Models, Algorithms, and Applications*. John Wiley & Sons, 2012.
 - [13] W. Ogryczak, H. Luss, M. Pióro, D. Nace, and A. Tomaszewski, “Fair Optimization and Networks: A Survey”, *Journal of Applied Mathematics*, vol. 2014, 2014.
 - [14] M. Al-Fares, A. Loukissas, and A. Vahdat, “A Scalable, Commodity Data Center Network Architecture”, *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 38, no. 4, pp. 63–74, 2008.
 - [15] S. R. Chowdhury, M. F. Bari, R. Ahmed, and R. Boutaba, “Payless: A Low Cost Network Monitoring Framework for Software Defined Networks”, in: *Proceedings of the 2014 IEEE Network Operations and Management Symposium (NOMS)*, IEEE, 2014, pp. 1–9.
 - [16] T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning*, 2nd ed. New York, NY, USA: Springer, 2009.
 - [17] F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, J. VanderPlas, A. Passos, D. Cournapeau, M. Brucher, M. Perrot, and É. Duchesnay, “Scikit-Learn: Machine Learning in Python”, *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011.
 - [18] J. Platt, “Probabilistic Outputs for Support Vector Machines and Comparisons to Regularized Likelihood Methods”, in: *Advances in Large Margin Classifiers*, MIT Press, 1999, pp. 61–74.
 - [19] B. Zadrozny and C. Elkan, “Transforming Classifier Scores into Accurate Multiclass Probability Estimates”, in: *Proceedings of the 8th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2002, pp. 694–699.
 - [20] A. Niculescu-Mizil and R. Caruana, “Predicting Good Probabilities with Supervised Learning”, in: *Proceedings of the 22nd International Conference on Machine Learning*, 2005, pp. 625–632.
 - [21] P. J. Rousseeuw, “Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis”, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, vol. 20, pp. 53–65, 1987.
 - [22] R. Tibshirani, G. Walther, and T. Hastie, “Estimating the Number of Clusters in a Data Set via the Gap Statistic”, *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, vol. 63, no. 2, pp. 411–423, 2001.
 - [23] G. Laporte, S. Nickel, and F. Saldanha-da-Gama, “Location Science: Challenges and Future Directions”, *TOP*, vol. 23, no. 1, pp. 1–23, 2015.
 - [24] Cloud Native Computing Foundation, *CNCF Cloud Native Interactive Landscape*, Online. [Online]. Available: <https://architecture.cncf.io/>.
 - [25] D. Nace, A. Zajsi, A. Zyle, B. Lussier, A. Lounis, and E. Ballasheni, “The Equitable Controller Placement Problem”, in: *Proceedings of the 2023 13th International Workshop on Resilient Networks Design and Modeling (RNDM)*, Hamburg, Germany, Sep. 2023, pp. 1–6.