







REPUBLIKA E SHQIPËRISË  
UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS

**BULETINI**  
**I**  
**SHKENCAVE**  
**TEKNIKE**

**Nr.1 Viti 2019**

## **REDAKSIA**

1. Prof. Bashkim ÇELA	Kryetar
2. Prof. Partizan MALKAJ	Anëtar
3. Prof. Florian NEPRAVISHTA	Anëtar
4. Prof. Stavri LAMI	Anëtar
5. Prof. Petrika MARANGO	Anëtar
6. Prof. Aleksandër XHUVANI	Anëtar
7. Prof. Vladimir KASEMI	Anëtar
8. Prof. Eleni GJANI	Anëtar
9. Prof. Asoc. Neritan SHKODRANI	Anëtar

Sekretare teknike: Erjola Sali

Redaktore letrare: Erjola Sali

© Universiteti Politeknik i Tiranës,

Të gjitha të drejtat janë të rezervuara.

Nuk lejohet shumëfishimi me çdo mjet apo formë pa lejen 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

2019, Nr.1

**ISSN 05 62 B 945**

1. Buletin



## PËRMBAJTJA

		Faqe
<b>Dafina XHAKO</b> <b>Niko HYKA</b> <b>Rudina ZEQIRLLARI</b>	Algoritmi me dy rrjeta në simulimet e QCD-së rrjetore	9-14
<b>Marjo HYSENLLIU</b> <b>Husseyin BILGIN</b> <b>Altin BIDAJ</b>	Analiza e performancës e strukturave murature me dhe pa ndërhyrje strukturore	15-26
<b>Drilona DISHA</b> <b>Naser KABASHI</b>	Sjellja e trarëve betonarme të armuar me shufra GFRP dhe armaturë konvencionale	27-33
<b>Besian RAMA</b> <b>Edmond DUSHI</b> <b>Partizan MALKAJ</b>	Frekuenca karakteristike e spektrit sizmik të tërmeteve lokale në territorin e Shqipërisë	34-42
<b>Igli KONDI</b> <b>Julian KASHARAJ</b> <b>Elvis CAPO</b>	Llogaritja e elementëve betonarme në përdredhje të përforcuar me FRP (Fiber Reinforced Polymer)	43-46
<b>Nelda KOTE</b> <b>Marenglen BIBA</b>	Opinion mining: Analizimi i teknikave që përdoren për klasifikimin e opinioneve	47-61
<b>Ervin PAÇI</b> <b>Markel BABALLEKU</b> <b>Hektor CULLUFI</b> <b>Llambro DUNI</b>	Sjellja e strukturave ndërtimore gjatë tërmetit të Durrësit të 21 Shtatorit 2019	62-71





# ALGORITMI ME DY RRJETA NË SIMULIMET E QCD-së RRJETORE

Dafina XHAKO<sup>1</sup>, Niko HYKA<sup>2</sup>, Rudina ZEQRILLARI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universiteti Politeknik i Tiranës, Fakulteti i Inxhinierisë Matematike dhe Inxhinierisë Fizike,  
Departamenti i Inxhinierisë Fizike, Tiranë, Shqipëri,  
[dafinaxhako@yahoo.com](mailto:dafinaxhako@yahoo.com)

<sup>2</sup> Universiteti i Mjekësisë Tiranë, Fakulteti i Shkencave Mjekësore Teknike, Tiranë, Shqipëri

<sup>3</sup> Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Tiranë, Shqipëri

## Abstrakti:

Një mënyrë efikase e zgjidhjes së sistemeve lineare që burojnë prej barazimeve diferenciale të diskretizuara në rrjeta, është ajo e përdorimit të rrjetave të shumëfishta. Konkretisht, përdorimi i algoritmit me dy rrjeta ka si synim të reduktojë mbetjen në një rrjetë më të rrallë se rrjeta mbi të cilën kërkohet zgjidhja e problemit; të zgjidhë problemin në rrjetën më të rrallë dhe të interpolojë zgjidhjen në rrjetën e dendur, pra në rrjetën origjinale. Këto hapa iterohen derisa norma e mbetjes të bëhet më e vogël se një tolerancë e paracaktuar. Në këtë punim, kemi implementuar algoritmin e mësipërm në rastin e operatorit kiral të Dirac-ut në rrjetë, operatorin e mbulimit të Neuberger-it. Në mënyrë që të përdoret algoritmi i rrjetave të shumëfishta ne shfrytëzojmë njëvlefshmëria e operatorit të mbulimit me atë të fermioneve të shkurtuara të mbulimit në 5 përmasa hapësinore-kohore Euklidiane. Algoritmi me dy rrjeta, i zbatuar përgjatë përmasës së 5-të Euklidiane, rezulton 6-herë më i shpejtë se algoritmet standarte të nënhapësirave të Krilovit për konstantet e çiftimit  $\beta = 5.8, 5.7, 5.6, 5.5$  dhe masa kuarkesh të caktuara. Në këtë punim ne e risjellim për rrjetë me volum më të madh duke konsoliduar rezultatin tonë të mëparshëm se algoritmi me dy rrjeta rezulton rreth 5-6 herë më i shpejtë se algoritmet standarte.

**Fjalë kyçe:** algoritmi me dy rrjeta, fermionet e shkurtuara të mbulimit, invertimi i operatorit në rrjetë, sisteme lineare.

## 1. HYRJE

Kromodinamika kuantike (Quantum Chromodynamics QCD) është një teori e bashkëveprimeve të forta që përshkruan sjelljen e kuarkeve dhe gluoneve të cilat janë të mbyllura në hadrone si protone, neutrone ose pi-mezone. Ajo karakterizohet nga *mbyllësia e kuarkeve* e cila lidhet me faktin se kuarket dhe gluonet nuk vrojtohen të lira në natyrë. Ajo manifestohet në forcat e bashkëveprimit midis kuarkeve të cilat nuk zvogëlohen me largimin e tyre. Për këtë arsye do të duhej një energji “infinite” për të ndarë dy kuarke; ato janë të *mbyllura* në hadrone. Mbyllësia e kuarkeve, edhe pse e pa provuar analitikisht, është evidentuar me anë të simulimeve të shumta të QCD-së në rrjetë. Me të vërtetë, QCD-ja është një teori që ka një fazë të vetme në temperatura të ulta, vetëm fazën e mbyllësisë së kuarkeve. *Liria asimptotike* është dukuria që lidhet me faktin se në reaksione të energjive të larta, kuarket sillen si të lira. Në këtë mënyrë, çdo teori kuantike e fushës që do të ndërtohej mbi bazën e fushave të kuarkeve do të duhet të ketë vetinë e mbyllësisë dhe lirisë asimptotike.

QCD është me shumë interes për t’u studiuar dhe trajtuar, pasi hadronet përbëjnë 99.99 përqind të lëndës së dukshme të Gjithësisë e cila vlerësohet të jetë vetëm 4 përqind e energjisë totale. Zgjidhjet perturbative në QCD janë të pamundura në regjimin e hadroneve në barazpeshë për shkak të jolinearitetit të bashkëveprimeve gluonike. Për regjime të energjive të larta QCD perturbative është një përjasje mjaft e mirë, e bazuar në lirinë asimptotike, e cila e lejon teorinë e perturbimit të përdoret për të përshkruar saktësisht eksperimente të energjive të larta, siç është rasti i Eksperimenteve në Goditësin e Madh të Hadroneve (ose Large Hadron Collider, LHC)[5]. Ndërsa për regjime jo-perturbative metoda më e

mirë e njohur sot për sot është metoda llogaritëse e QCD-së rrjetore (Lattice QCD-LQCD). U propozua nga Wilson (1974) si një zgjidhje joperturbative e energjive të ulta të QCD, duke diskretizuar hapësirë-kohën katërpërmasore në një rrjetë hiper-kubike me gjeometri Euklidiane. Duke patur vetëm një numër të fundëm të nyjeve të rrjetës, madhësitë fizike mund të llogariten numerikisht duke zgjidhur një integral të rendeve të larta me metodat Monte Carlo [9]. Ky formulim i teorisë QCD në një hapësirë diskrete fut natyrshëm një impuls kufi (“cut off”) të rendit  $1/a$ , ku  $a$  është parametri i rrjetës, e cila rregullon teorinë. Si rezultat, QCD-ja rrjetore është e përcaktuar matematikisht në mënyrë të saktë. Për më tepër, duke qënë e përshtatshme në regjime të energjive të ulta, ajo përdoret për studimin e fenomeneve mjaft të rëndësishme që shfaqen në këto regjime, siç është mbyllësia e kuarkeve apo dukuri të tjera të fizikës bërthamore.

Në QCD-në rrjetore, në nyjet e rrjetës vendosen fushat e kuarkeve ose fushat fermionike dhe në lidhjet midis nyjeve fushat e gluoneve, ose fushat kalibruese. Për të studjuar bashkëveprimet midis kuarkeve duhen llogaritur përhapësit e kuarkeve që matematikisht janë të anasjelltët e operatorit të Dirac-ut. Ndërkohë që insistohet të ndërtohet në rrjetë një teori fermionike *kirale* pasi simetria kirale është karakteristikë e bashkëveprimeve të forta. Kështu, në këtë artikull do të llogarisim përhapësit e kuarkeve kirale në rrjetë me anë të një operatori kiral të Dirac-ut, siç është operatori i mbulimit i Neuberger-it. Meqënëse ky operator lidh dy nënhapësira me anë funksionesh transhendente operatoriale, siç do të trajtohet në vazhdimësi, edhe metodat llogaritëse kanë kompleksitet të lartë. Në këtë artikull ne sjellim një metodë llogaritëse më të shpejtë se ato standarte, e quajtur metoda e algoritmit me dy

rrjeta, e cila e përshpejton zgjidhjen në sajë të përafrimit më efikas që i bëhet gjëndjeve vehtjake te ulëta te operatorit të Dirac-ut [11]. Ky algoritëm është propozuar një dekadë më parë por është testuar vetëm për një konstante të vetme të çiftimit [1]. Në këtë punim ai do të studjohet për një bashkësi vlerash konstantesh çiftimi të fushës kalibruese. Qëllimi është ndërtimi dhe testimi i algoritmit me dy rrjeta për vlera të ndryshme të konstantes së çiftimit të fushave kalibruese dhe për masa kuarkesh edhe më të lehta se në referencën [1]. Algoritmi do të krahasohet me një algoritëm standart, që përdoret shpesh në QCD-në rrjetore si një nga metodat më të shpejta për të llogaritur përhapësit e kuarkeve në rrjetë, algoritmin e Gradienteve të Konjuguar për barazimet normale ose në anglisht CGNE (Conjugate Gradientes on Normal Equation) [7].

## 2. OPERATORI I NEUBERGER-IT

Në 1982, Ginsparg dhe Wilson arritën në përfundimin se në rrjetë mund të gjendet një operator kiral i Dirac-ut në rrjetë që plotëson kushtin që u quajt relacioni Ginsparg-Wilson [6]:

$$\{D, \gamma_5\} = aD\gamma_5D \quad (1)$$

Vërejmë se në kufirin e vazhduar rikuperohet relacioni i zakonshëm për kiralitetin. Një operator kandidat që plotëson këtë relacion është operatori i mbulimit të Neuberger-it [10]:

$$D = c_1I - c_2V \quad (2)$$

ku  $V = A(A^+A)^{-1/2}$  është matricë unitare,  $I$  është matricë identitet dhe  $A = M - aD_W$ . Operatori i mbulimit  $D$  është jo-hermitian. Këtë operator mund ta shprehim edhe në mënyrë ekuivalente me anë të funksionit shenjë

$$D = c_1I - c_2\gamma_5 \text{sign}(H_W) \quad (3)$$

ku  $H_W = \gamma_5(M - aD_W)$ ,  $M$  është një parametër zhvendosës në intervalin  $(0,2)$ , të cilin e kemi fiksuar  $M = 1.8$  në rastin e studimit tonë,  $c_1$  dhe  $c_2$  janë dy konstante që përcaktohen me anë të barazimeve,

$$c_1 = \frac{1 + m_q}{2}, \quad c_2 = \frac{1 - m_q}{2}$$

$m_q$  është masa e kuarkeve dhe  $D_W$  është operatori i Wilson-Dirac-ut. Kështu, nëqoftëse rrjeta ka  $N$  nyje, meqë fushat kalibruese marrin vlera në grupin  $SU(3)$ , atëhere matrica e Dirac-ut në rrjetë është e rendit  $12N$ . Përparësitë e fermioneve kirale të Neuberger-it janë: a) simetria kirale e QCD-së rrjetore është ekzakte pasi veprimi i fermioneve është invariant ndaj transformimeve kirale [8], vërejmë se relacioni i antikomitimit (1), kur kalojmë në QCD e vazhduar, pra për  $a \rightarrow 0$ , jep kushtin e simetrisë kirale ashtu siç duhet të jetë në hapësirë-kohën e vazhduar; b) kemi teori fermionike pa dublantë, fermionet përcaktohen në mënyrë të vetme. Problemet që hasen në këtë metodë studimi lidhen me kompleksitetin e lartë llogaritës, për shkak të formës së komplikuar, si funksion matricor, të operatorit të Neuberger-it.

## 3. FERMIONET E SHKURTUARA TË MBULIMIT

Fermionet e mbulimit të Neuberger-it janë të njëvlefshme me fermionet e shkurtuara të mbulimit, në një formulim 5-përmasor, me përmasë të pestë Euklidiane  $N_5$  [3]. Nëpërmjet këtij ekuivalentimi bëhet e mundur përshtatja dhe përdorimi i rrjetave të shumëfishta sipas përmasës së pestë. Ideja bazë është ndarja në hapësirë sipas një dimension

shtesë e kiraliteteve të majta dhe të djathta të përcaktuara në dy anët e kundërta të kufirit ose murit domenor. Përgjatë dimensionit të pestë nuk kemi fusha kalibruese. Operatori i Dirac-ut tani jepet si matricë me  $N_5 \times N_5$  blloqe operatore në 4-përmasa [2].

Fermionet e tilla quhen fermione të mureve domenore ose “domain wall fermions (DWF)” [12].

Natyrshëm lind pyetja: “A janë fermionet e mureve domenore në njëfarë mënyre të lidhura me fermionet e mbulimit?”. Për t’i dhënë përgjigje kësaj pyetje duhet të ndërtohet teoria efektive në katër përmasa [3].

#### 4. ALGORITMI ME DY RRJETA

Një mënyrë efikase e zgjidhjes së sistemeve lineare që burojnë prej barazimeve diferenciale në rrjetë, është ajo e përdorimit të Rrjetave të Shumëfishta [11]. Në këtë punim do të zbatohet algoritmin me dy rrjeta sipas përmasës së pestë në rastin e fermioneve të shkurtuara të mbulimit. Problemi që duam të zgjidhim është sistemi linea

$$Dx = b, \quad (4)$$

ku  $D$  është operatori i mbulimit ose operatori i Neuberger-it,  $b$  ana e djathtë e barazimit ose burimi i kuarkeve dhe  $x$  janë përhapësit e kuarkeve. Në mënyrë që të përdorim algoritmin me dy rrjeta shfrytëzojmë njëvlefshmërinë e operatorit të mbulimit me atë të fermioneve të shkurtuara të mbulimit [2], [3].

Më poshtë po japim algoritmin me dy rrjeta që kemi ndërtuar për zgjidhjen e këtij problemi:

---

*Le të jenë  $x_1 \in \mathbb{C}^N$  dhe  $r_1 = b - Dx_1$ .  
Caktojmë dy toleranca:  $tol$  për sistemin në rrjetën e dendur dhe  $tol0$  për sistemin në rrjetën e rrallë.*

*for  $i=1,2, \dots$  do*

*Formojmë vektorin e rrjetës së rrallë  $\eta_i = (r_i, 0, \dots, 0)^T$ , ku numri  $i$  vektorëve zero 4-përmasore është  $N_5 - 1$ .*

*Zgjidhim sistemin linear  $\mathcal{M}_{TOV}(m_q)P\chi_{i+1} = \mathcal{M}_{TOV}(1)P\eta_i$  derisa mbetja të jetë më e vogël se  $tol0 \|\mathcal{M}_{TOV}(1)P\eta_i\|_2$ .*

*Nxjerrim korigjimin e zgjidhjes së përafërt 4-përmasore  $y_{i+1}$  prej asaj 5-përmasore*

$$\chi_{i+1} = (y_{i+1}, \chi_{i+1}^{(2)}, \dots, \chi_{i+1}^{(N_5)})^T.$$

*Përditësojmë zgjidhjen në rrjetën 4-përmasore  $x_{i+1} = x_i + y_{i+1}$*

*Llogarisim mbetjen e rrjetës së rrallë  $r_{i+1} = b - Dx_{i+1}$ .*

*Ndalo nëse  $\|r_{i+1}\|_2 < tol\|b\|_2$ .*

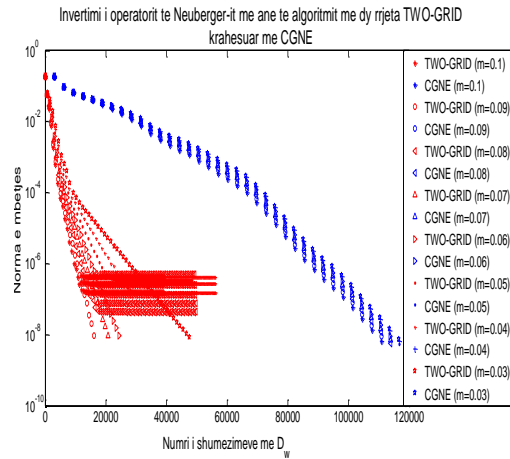
*end for*

Algoritmin e mësipërm e kemi koduar në Matlab/Octave. Siç pritet, për shkak të formës komplekse të operatorit të Neuberger-it, llogaritjet kompjuterike kërkojnë mjaft kohë fizike. Kështu një invertim me algoritmin CGNE kërkon rreth 60 minuta në procesorin Intel (R) Core (TM)2 Duo CPU T5470@1.60GHz.

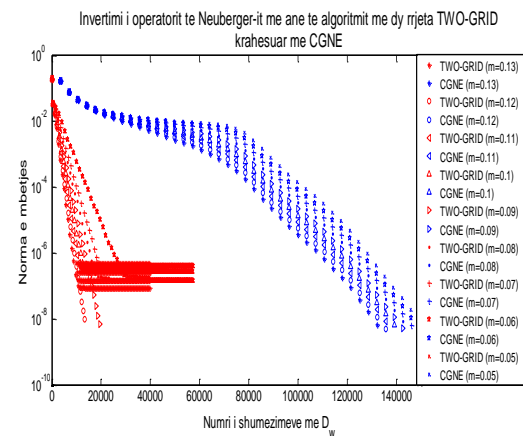
#### 5. REZULTATE DHE DISKUTIME

Përveç algoritmit të mësipërm të koduar në Matlab/Octave, janë shfrytëzuar disa funksione të gatshëm të paketës QCDLAB [4], një ndër ta është dhe algoritmi CGNE (Conjugate Gradients on Normal Equation). Qëllimi i përdorimit të tij është ai i krahasimit me algoritmin me dy rrjeta. Të dy algoritmet janë llogaritur në fushë kalibruese të fiksuar, në rrjetë me volum  $8^4$ , me konstante çiftimi të fushës kalibruese  $\beta = \frac{6}{g^2}$  nga  $\beta = 5.8$  deri në  $\beta = 5.5$ , me hap 0.1. Për një vlerë të fiksuar të këtij parametri kemi testuar algoritmin me dy rrjeta për masa të ndryshme kuarke, duke filluar nga kuarke të rënda me masë (në njësi të konstantes së rrjetës, pra bëhet fjalë për  $a$ , e cila do të nënkuptohet) 0.13 deri në kuarke më të lehta me masë 0.03 me hap 0.01. U vu re se për secilën vlerë të fiksuar të konstantes së çiftimit,

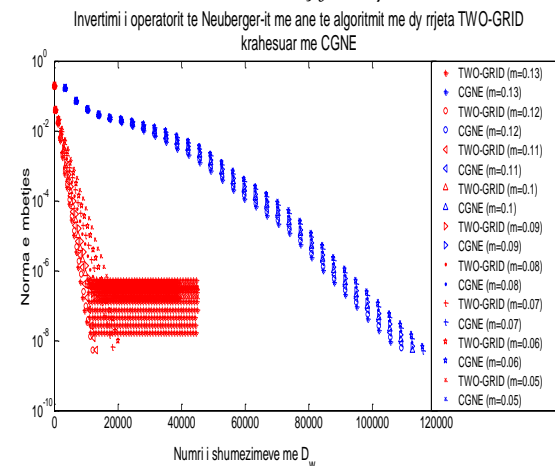
masat e kuarkeve për të cilin algoritmi me dy rrjeta funksionon ndryshonin nga njëri konfiguracion tek tjetri. Në llogaritjet tona kemi përcaktuar saktësinë të rendit  $10^{-8}$ . Paralelisht është kryer e njëjta procedurë edhe me algoritmin CGNE. Rezultatet e marra paraqiten në grafikët e mëposhtëm, ku jepet historia e konvergencës së algoritmit me dy rrjeta (TWO-GRID) dhe atij CGNE si funksion i numrit të shumzimeve që kryhen me matricën e Wilson-it. Figura 1 është marrë për konfiguracionin e parë të gjeneruar me konstante çiftimi  $\beta = 5.8$  dhe masa kuarkeve të ndryshme siç tregohen në figurë. Po kështu Figura 2 jep historinë e konvergencës së dy algoritmeve për konstante çiftimi  $\beta = 5.7$ , Figura 3 për konstante çiftimi  $\beta = 5.6$  dhe Figura 4 për konstante çiftimi  $\beta = 5.5$ . Konkretisht, për konfiguracionin e parë të marrë për  $\beta = 5.8$ , algoritmi ynë konvergjon për masa të kuarkeve  $m = 0.09$ ,  $m = 0.07$ ,  $m = 0.06$ ,  $m = 0.03$ , për masa të tjera kemi stanjacion. Në konfiguracionin e dytë të marrë për  $\beta = 5.7$  algoritmi me dy rrjeta konvergjon për masa të kuarkeve  $m = 0.12$ ,  $m = 0.09$ , për masa të tjera kemi stanjacion. Në konfiguracionin e tretë të marrë për  $\beta = 5.6$  algoritmi me dy rrjeta konvergjon për masa të kuarkeve  $m = 0.13$ ,  $m = 0.11$ ,  $m = 0.1$ ,  $m = 0.09$ ,  $m = 0.08$ ,  $m = 0.05$ , për masa të tjera kemi stanjacion.



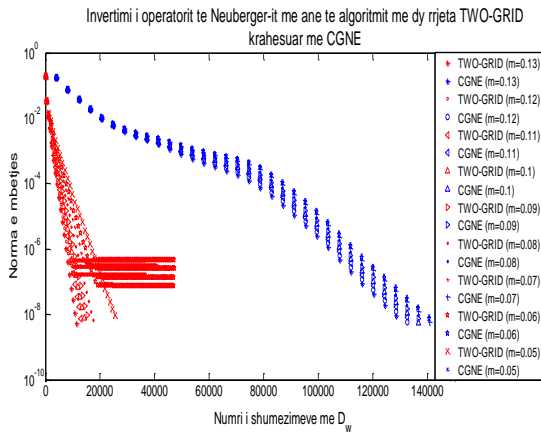
**Fig.1** Historia e konvergencës së algoritmit me dy rrjeta dhe algoritmit CGNE për masa të ndryshme kuarkeve, të simuluar në një rrjetë me volum  $8^4$  dhe me konstante çiftimi  $\beta = 5.8$ .



**Fig.2** Historia e konvergencës së algoritmit me dy rrjeta dhe algoritmit CGNE për masa të ndryshme kuarkeve, të simuluar në një rrjetë me volum  $8^4$  dhe me konstante çiftimi  $\beta = 5.7$ .



**Fig.3** Historia e konvergencës së algoritmit me dy rrjeta dhe algoritmit CGNE për masa të ndryshme kuarkeve, të simuluar në një rrjetë me volum  $8^4$  dhe me konstante çiftimi  $\beta = 5.6$



**Fig.4** Historia e konvergencës së algoritmit me dy rrjeta dhe algoritmit CGNE për masa të ndryshme kuarkesh, të simuluar në një rrjetë me volum  $8^4$  dhe me konstante çiftimi  $\beta = 5.5$

## 6. KONKLUZIONE

Duket qartë se algoritmi me dy rrjeta për secilin konfiguracion është rreth 5 deri në 6-herë më i shpejtë se CGNE për ato masa kuarkesh për të cilat ai konvergjon edhe për rrjetë me volum  $8^4$ . Këto rezultate paraprake tregojnë se algoritmi me dy rrjeta është shumë premtues.

Llogaritjet tona tregojnë një përmirësim të lehtë kur kalojmë në rrjeta më të mëdha. Instabiliteti i tij për disa masa kuarkesh, duhet ta studiojmë në të ardhmen, përpara se të avancojmë studimin në rrjeta ende më të mëdha.

## 7. REFERENCA

- [1] “The two-grid algorithm confronts a shifted unitary orthogonal method”, Boriçi, A (2004), Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.) 140 (2005) 850-852, arXiv:hep-lat/0409078v1.
- [2] “Computational methods for the fermion determinant and the link between overlap and domain wall fermions” Boriçi, A (2004). in Boriçi et al (eds), QCD and Numerical Analysis

III, Springer 2005, arXiv:hep-lat/0402035v1.

- [3] “Truncated Overlap Fermions: the link between Overlap and Domain Wall Fermions”, Boriçi, A (1999). in V. Mitrjushkin and G. Schierholz (eds.), Lattice Fermions and Structure of the Vacuum, Kluwer Academic Publishers, 2000, arXiv:hep-lat/9912040v1.
- [4] “QCDLAB: Designing Lattice QCD Algorithms with MATLAB”, Boriçi, A (2006). arXiv:hep-lat/0610054.
- [5] “The latest from the LHC”, Cern Bulletin (2010). Published in CERN Bulletin BUL-NA-2010-233.
- [6] Ginsparg PH, Wilson KG (1982). Phys.Rev. D 25, 2649.
- [7] “On the convergence of the conjugate gradient method for singular linear operator equations, Hestenes MR”, Stiefel E (1952). J. Research Nat. Bur. Standards 49, 409–436.
- [8] “Exact chiral symmetry on the lattice and the Ginsparg-Wilson relation”, Lüscher M (1998). Phys. Lett. B 428 342.
- [9] “The Monte Carlo Method”, Metropolis N, Ulam S (1949). American Statistical Association 44 (247), 335–341.
- [10] Neuberger H (1998). Phys.Lett.B 417, 141. Phys.Rev. D 57, 5417.
- [11] “Numerical Recipes”. Third Edition. Press WH, Teukolsky SA, Vetterling WT, Flannery BP (2007). Cambridge University Press, New York.
- [12] “Reducing Chiral Symmetry Violations in Lattice QCD with Domain Wall Fermions”, Shamir Y (1998). Phys.Rev. D59 (1999) 054506, arXiv:hep-lat/9807012v1.

# ANALIZA E PERFORMANCËS E STRUKTURAVE MURATURE ME DHE PA NDËRHJRJE STRUKTURE

Marjo HYSENLLIU<sup>1</sup>, Husseyin BILGIN<sup>2</sup>, Altin BIDAJ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universiteti Politeknik i Tiranës, [mariohysenlliu@yahoo.com](mailto:mariohysenlliu@yahoo.com)

<sup>2</sup> Universiteti Epoka, [hbilgin@yahoo.com](mailto:hbilgin@yahoo.com)

<sup>3</sup> Universiteti Politeknik i Tiranës, [altinbidaj@yahoo.com](mailto:altinbidaj@yahoo.com)

## ABSTRAKT

Konstruksionet e muraturës janë tipi më i përhapur për ndërtesa të ulëta deri në mesatare në gjithë Shqipërinë. Performanca e këtyre strukturave është e dominuar nga faza inelastike dhe ka vulnerabilitet të madh ndaj rrezikut sizmik. Gjithashtu shumë nga këto godina, kanë ndërhyrje strukturore në to, si psh: shtesa katesh e hapje për dyer apo dritare. Hapjet në katet e para për një fasadë të hapur me xham, hasen shpesh në këto lloj godinash, nisur dhe nga kërkesa e madhe për dyqane apo lokale në ndërtesat pranë rrugëve kryesore. Në literaturë ka një numër të madh metodash për llogaritjen sizmike të këtyre lloj godinave. Zgjedhja e modelit llogaritës ka një rëndësi të vecantë, për të bërë një analizë sa më të saktë, dhe sa më afër me realitetin. Në këtë studim është përdorur modeli llogaritës me makro-element që në literaturë njihet si modeli ekuivalent tra-kolonë. Kjo lloj qasje është shumë popullore në këtë fushë, jep rezultate shumë të përafërta me realitetin, lejon simulimin e sjelljes jolineare të muraturës, si dhe është praktike për simulime kompjuterike. Kjo metode do të aplikohet për një ndërtesë 5-katëshe që është e një tipologjie mjaft të përhapur në Shqipëri. Nga vëzhgimet në godina të këtij tipi është vënë re që në shumë prej tyre ka ndërhyrje në katin e parë, ndaj do të studiohet dhe një rast me ndërhyrje strukturore, dhe do bëhet krahasimi i performancës së të dy godinave. Duhet theksuar se këto godina para viteve 90, në kuadër të politikave të kohës për strehim, ndërtoheshin me tipologji të njëjtë nëpër të gjithë Shqipërinë, dhe sidomos godina e zgjedhur është nga më të përhapurat. Kurbat e kapacitetit të godinave do të krahasohen me spektrin e projektimit inelastik sipas normativës së EC-8 për të përcaktuar nivelet e performancës strukturore, dhe për të bërë një krahasim me riskun sizmik në vend.

**Fjalët kyçe:** Konstrukione murature, Modelim me makro-element, rreziku sizmik, 3Muri software

## 1. HYRJE

Shqipëria gjatë gjithë historisë së saj ka njohur zhvillime të ndryshme në inxhinieri dhe arkitekturë. [1] Sot, tipologjia më e përhapur e ndërtesave, ku jeton dhe pjesa më e madhe e popullsisë, janë prej murature si materiali bazë i konstruksionit. Muratura, si një material me kosto të ulët, ka qënë më i përdoruri, për godina deri në 5 apo 6 kate sidomos në vitet e komunizmit. Kushtet teknike të projektimit, gjithashtu kanë luajtur një rol të madh. KTP-1963, KTP-1978 dhe KTP-1989 kanë ndryshime të mëdha midis njeri-tjetrit, dhe gjithashtu edhe shumë mangësi të verifikuara. Kjo vjen kryesisht nga mungesa e njohurive të kohës në llogaritjen sizmike, krahasuar me kodet e pranuar sot mbarëbotërisht, si EC apo ASTM. Mungesa e llogaritjes sizmike në KTP-63 apo konsiderimi i ulët i saj në KTP-78, sjell që gjithë stoku i para 89-ës të ketë nevojë për ri-analizim me kodet e sotme më të përparura.

Nga stoku është zgjedhur një godinë, nga tipologjia më e përdorur e kohës. Kampionet prej llaci e tulle janë marrë nga godina ekzistuese dhe 6 teste janë kryer me to, për të përcaktuar karakteristikat mekanike të materialeve dhe të muraturës. Modele tre-dimensionale të godinës janë përgatitur, për të bërë të mundur analizën modale, pushover dhe atë të performancës, me anë të programit kompjuterik 3Muri. Ky program përdor qasjen me makro-element prej trau dhe kolonë dhe merr parasysh fazën jo-lineare të muraturës sipas normativës së EC. Analiza pushover është përformuar për 24 raste të ngarkesave në të dy drejtimet, ekstrencitet dhe formës. Analiza e

## 2. RASTET E STUDIARA

Nga materialet e përdorura godinat muraturë mund të ndahen në; muraturë të thjeshtë dhe me përforcime antisizmike.

thjeshtuar spektrale për efektet sizmike është mjaft e thjeshtë në aplikim dhe jep zgjidhje të pranueshme, krahasuar me analizat kohë-histori apo të dëmtueshmërisë që janë më të komplikuar. Kjo lloj analize ka zgjidhje të limituar, por në shumicën e rasteve është e pranueshme. Ngarkesa sizmike sipas kësaj qasjeje jepet nëpërmjet spektrit të projektimit të tërmetit, që është i derivuar nga historiku i tërmeteve në atë zonë. Evaluimi i performancës bëhet sipas normativës N-2 dhe EC, që jep një pasqyrë të qartë për dëmtimet e mundshme në rast sizmik për ndërtesën.

Për shumë godina, sidomos për ato që janë afër rrugëve kryesore shumë probleme mund të dallohen. Katet e poshtme të këtyre ndërtesave nisur nga kërkesa e madhe për dyqane apo lokale, në raste të shumta kanë ndërhyrje strukturor, edhe pse këto godina janë me mure mbajtëse. Muret janë zëvendësuar në katin e parë me kolona dhe trarë që mbajnë të gjitha ngarkesat që vijnë nga sipër. Këto ndërhyrje, janë bërë me nxitim dhe në shumë raste pa projekt apo llogaritje. Megjithatë, mbas viteve 2000, nga politikat e kohës këto ndërhyrje janë legalizuar dhe ekzistojnë sot e kësaj dite. Nga sa u tha më lartë strukturat jo vetëm që janë të dobësuar, por dhe ndikojnë direkt në performancën sizmike. Shembuj të tillë janë mjaft të përhapur në stokun e ndërtesave. Në këtë studim do të krahasohen një ndërtesë pa ndërhyrje dhe një me ndërhyrje strukturore. Të dyja variantet janë mjaft të hasura dhe në varësi të pozicionit të tyre mund të kontrollohet niveli i performancës krahasur me kërkesën sizmike.

Muratura e thjeshtë është tipi dominues sidomos në godinat përpara KTP-78 ndërsa përforcimet me breza dhe kolona antisizmike hasen në godinat pas 78.



Gjithashtu janë dy lloje tullash që janë përdorur më shumë në vendin tonë, tullat prej argjili të pjekur dhe ato silikate. Tullat prej argjile përgjithsisht janë më rezistente ndaj agjentëve atmosferike ndërsa ato prej silikate kanë rezistencë më të lartë. Përgjithsisht janë përdorur tulla prej argjili të pjekur me  $f_b = 7.5\text{MPa}$  ndërsa ato prej silikati me rezistencë  $f_b = 10\text{MPa}$ . Llacet e përdorura variojnë me rezistencë  $f_m = 2.5\text{MPa}$  deri në  $f_m = 5\text{MPa}$  dhe llojet e tyre në cemento, bastard dhe gëlqereje. [2] Përgjithsisht lidhja ndërmjet argjilës dhe llacit është më duktile se ajo ndërmjet silikatit dhe llacit, duke dhënë një rezistencë në prerje të muraturës  $f_{vk}$  me vlerë më të lartë. Në ndërtesat që kanë përforcime, kolonat antisizmike, të ashtuquajtura koloncina në literaturë, janë vendosur përgjithësisht në perimetër të mureve dhe janë prej betoni të klasës C12/15. Funkcioni

i tyre kryesor është rritja e aftësi mbajtëse në prerje të murit. Soletat gjithashtu variojnë nga koha e ndërtimit dhe si më të përdorurat dallohen ato prej betoni, dhe me mbushje qeramike. Në parim ato janë konstruar si soleta rigjide. Ndërtesa e përzgjedhur është nga tipologjia më e përsëritur në rang vendi. [3] Tre ndërtesa të këtij tipi ndodhen në Tiranë tek "Rruga e Kavajes". Tipi 77/5 ishte projektuar për sizmicitet VII dhe VIII ballë. Muratura mbajtëse është realizuar me tulla argjili të kuqe M-75 dhe llac cemento M-50. Llaci i përdorur është me raport 1:4.80 (cemento : ujë). Për  $1\text{m}^3$  rërë është përdorur 260kg cemento M-300, dhe 170litra ujë. Muret jombajtëse janë prej tullash me vrima dhe llac M-15. Trarët janë realizuar me beton të armuar, dhe soletat betonarme M-200 dhe mbushje qeramike. Themelet janë prej guri me  $M>200$  dhe janë llogaritur për terren me aftësi mbajtëse  $[\sigma]=2\text{kg/cm}^2$ .

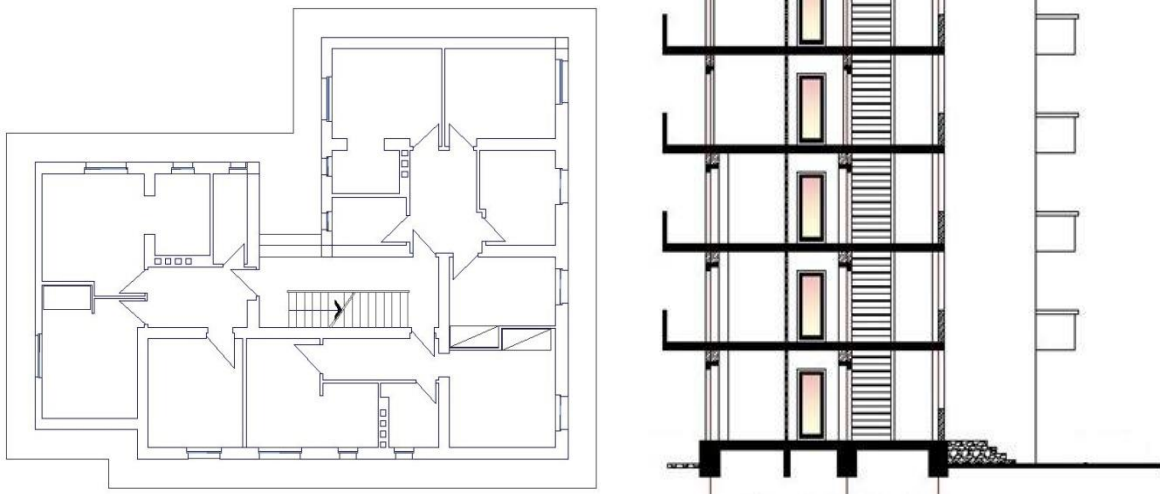


Figura 1: Ndërtesa C1 planimetria dhe fasada

### 3. KARAKTERISTIKAT MEKANIKE TË GODINËS

Karakteristikat bazë për të modeluar një godinë muraturë janë:

- Rezistenca në shtypje e muraturës  $f_k$
- Moduli elastik i në shtypje tërheqje E
- Moduli elastik në prerje G

Rekomandimet për vlerat jepen si korrelacione të karakteristikave mekanike të materialeve përbërës të muraturës. Këto bazohen në rezistencën në shtypje të tullës dhe llacit. Më poshtë jepen parametrat dhe mënyra e llogaritjes sipas rekomandimeve

të EC dhe kodeve të tjera. [4], [5], [6], [7], [8].

Rezistenca në shtypje e muraturës

$f_k = K * f_b^{0.7} * f_c^{0.3}$  (vlerat e rezistencës së tullës  $f_b$  dhe rezistencës së llacit  $f_m$  janë normalizuar me faktorin  $\delta$ )

Moduli i Youngut (elasticitetit)

$$E = 1000 * f_k$$

Energjia e shkatërrimit në shtypje

$$G_{fc} = 15 + 0.43 * f_k - 0.0036 * f_k^2$$

Rezistenca në tërheqje

$$f_t = 0.05 * f_k$$

Energjia e shkatërrimit në tërheqje

$$G_f = 0.1 \text{ MPa}$$

Rezistenca në prerje

$$f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \sigma_d$$

$f_{vko} = 0.2$  për tullat argjile të pjekura dhe ato silikate me markë M-10

$f_{vko} = 0.15$  për tullat silikate M-7.5, dhe vlera maksimale

$$f_{vk} = 0.065 f_b \quad \sigma_d = 1 \text{ MPa}$$

Rezistenca në përkulje sipas të dy drejtimeve

$f_{xk1} = 0.035 f_b$  për tullat me birra të mbushura ose të pambushura me llac

$f_{xk2} = 0.035 f_b$  për tullat me birra të mbushura  $f_{xk2} = 0.025 f_b$  për tullat me birra të pambushura me llac

Moduli i elasticitetit në prerje (i rrëshqitjes)  $G = 0.25E$

Koeficienti i Poisson-it  $\nu = 0.2$

Vlerat e marra nga projektet janë korrigjuar pas ballafaqimit me ato laboratorike.

Testet janë zhvilluar për të parë ndryshimin ndërmjet vlerave reale me ato të projektit. Kjo sepse këto godina janë ndërtuar para shumë vitesh dhe kanë degradim të materialeve.

Megjithëse EC dhe ASTM japin formula dhe korrelacione për vlerat e parametrave të muraturës, testet e prismet e të tripletit japin vlera më afër me realitetin. Për të përcaktuar rezistencën në shtypje të tullave sipas ASTM C67-09, pesë kampione tullash me përmasa (250\*125\*60) mm duhet të testohen. Kampionet duhet të jenë prej gjysmë tulle të thatë, me lartësi dhe trashësi sa një tullë e plotë dhe gjatësi sa gjysma e tullës së plotë. Rezistenca në shtypje e tullës  $f_b$  gjendet nga ky test. [7]



**Figura 2:** Testet e tullës dhe llacit në shtypje

Rezistenca në tërheqje e tullës merret nga testi i përkuljes me tërheqje të tullës sipas ASTM C67-10. [7] Ky test bëhet në një tullë të plotë të mbështetur në 3 shufra celiku. Ngarkesa aplikohet në tullë nga shufrat e celikut që luajnë rolin e një ngarkese të përqëndruar. Për testet e llacit, në muraturë të papërfunduar, kampionet e llacit merren nga zona ku lidhja ndërmjet

llacit dhe tullës ka ceduar. Duke qënë se kampionet e marra kanë formë jo të rregullta, mbushja e tyre bëhet me llac

prej 1 pjesë të masës cemento dhe 2.75 pjesë rëre sipas ASTM C109/C 109M-02 [8].

Kampionët mbahen deri në 48 orë përpara se të bëhet ky proces. Sipas kësaj perspektive kampionët me përmasa (500\*500) mm përgatiten në dhomën e

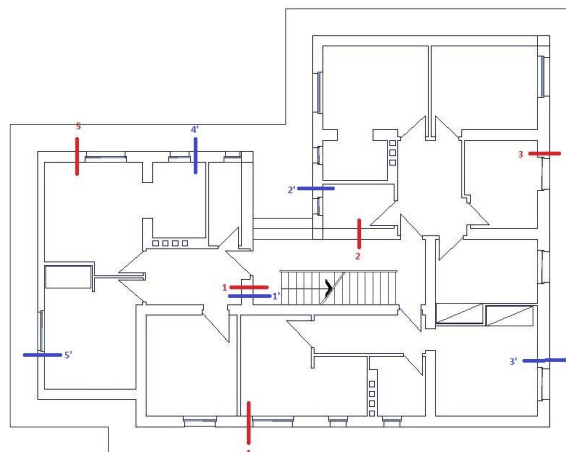
lagështimit. Mesatryja e rezistencës e 5 kampionëve merret si rezistenca në shtypje e llaçit. E njëjta procedurë për kampionët përsëritet për provat e përkuljes për rezistencën në tërheqje. Kampionet konstituohen me përmasa 40\*40\*160mm. Kampionët provohen në shtypje duke shpërndarë ngarkesat me anë të shufrave të celikut në një skemë në përkulje të thjeshtë. Pikërisht duke qënë se pjesa sipër e kampionit punon në tërheqje bëhet e mundur përcaktimi i rezistencës në tërheqje. Testi i prizmit është testi bazë për përcaktimin e rezistencës në shtypje të muraturës. Minimumi duhet të ndërtohen 3 prizma, duke përdorur materiale të ngjashme me ato të muraturës origjinale. Gjatësia e prizmit duhet të jetë më e madhe ose e barabartë me atë të trashësisë së tij. Minimumi i lartësisë së prizmit duhet të jetë 375mm ose sa dyfishi i

trashësisë. Rezistenca në shtypje e prizmit llogaritet si raport i forcës maksimale të ushtruar me sipërfaqen e prizmit. [9] Testi i tripletit bëhet për të përcaktuar rezistencën në prerje të muraturës. Mënyra e llogaritjes së saj jepet e detyruar në EN 1052-3:2002. [10] Kampionet konstituojnë në tri tulla të plota të lidhura midis tyre me llaç me karakteristika të njëjta si ato të projektit. Tre sete me triplete duhet të testohen në prerje pa forcë shtypëse anësore për të përcaktuar vlerën e  $f_{vko}$ . Më pas tre sete të tjera testohen me prezencën e forcave shtypëse anësore siç parashikohet në kod.

Në figurën më poshtë janë shënuar pozicionet ku janë marrë kampionet dhe në tabelë jepen rezultatet e testeve e vlerat e parametrave përkatës pas korrelimit.



**Figura 3:** Testet e prizmit dhe të tripletit



**Figura 4:** Pozicioni në plan i vendit ku janë marrë kampionet e tullës dhe llaçit.

**Tabela 1:** Vlerat e parametrave nga testet për llaçin e tullën

Ndërtesa	Karakteristikat e tullës			Karakteristikat e llaçit		
	Tipi	$f_b$ [MPa]	$f_{bt}$ [MPa]	Tipi	$f_m$ [MPa]	$f_{mt}$ [MPa]
<b>C1</b>	Argjile	7.5	1.7	Gëlqere	4.8	1.1

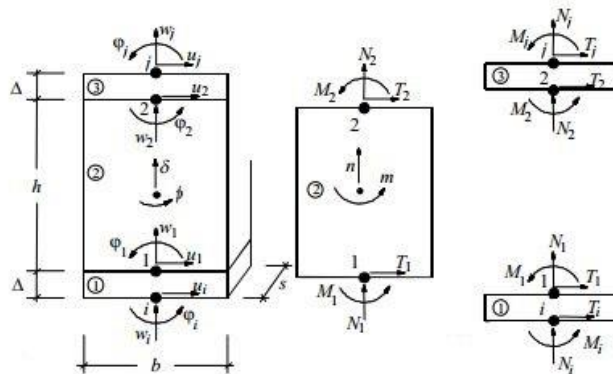
**Tabela 2:** Vlerat e parametrave nga testet dhe korrelacionet për muraturën

Ndërtesa	$f_k$ [MPa]	$f_{vk}$ [MPa]	$f_{vk0}$ [MPa]	$f_t$ [MPa]	$f_{xk1}$ [MPa]	$f_{xk2}$ [MPa]	$E$ [MPa]	$G$ [MPa]	$G_{fc}$ [MPa]	$G_f$ [MPa]	$\nu$
<b>C1</b>	2.42	0.36	0.2	0.12	0.26	0.18	2420	605	3.87	0.1	0.2

#### 4. MODELIMI I GODINËS DHE ANALIZA PUSHOVER

Modelimi i godinave me mure mbajtës, ka qënë gjithmonë një problem i vështirë, për shkak të jo-homogjenitetit e jo-linearitetit të muraturës si element, si dhe zonave të diskontinuitetit. Modeli matematik i përshtatshëm, duhet të marrë në konsideratë sjelljen e llaçit, tullës si dhe bashkëveprimin ndërmjet tyre. Në këtë studim do të përdoret një teknikë makro-modelimi. Materialet

nuk janë modeluar si elementë të vecantë, por me elementë ekuivalentë që marrin parasysh sjelljen e tyre dhe bashkëveprimin ndërmjet tyre. Programi kompjuterik 3Muri bazohet pikërisht në këtë metodologji duke përdorur një model me 3 pllaka ekuivalente për murin. Pllaka ka veti jo-lineare, që përfaqëson një panel të murit, dhe si model është propozuar për herë të parë nga Gambarotta dhe Lagomarsino. [11]



**Figura 5:** Modelimi i muraturës sipas 3Muri [12]

Analiza statike pushover bazohet në hipotezën se shumica e reagimit të strukturës bëhet sipas modit të parë të lëkundjeve. Forma e saj qëndron konstante gjatë reagimit elastik dhe inelastik. Kjo bën të mundur teorikisht transformimin e problemit dinamik në problem statik. Reagimi i një sistemi me shumë shkallë lirie dinamike ekuivalentohet me një sistem me

një shkallë lirie dinamike. Një analizë jo-lineare inkrementare e sistemi dinamik

mund të gjenerohet për të përcaktuar kurbën e kapacitetit dhe karakteristikat forcë-zhvendosje.

Rezultati i analizës pushover është kurba e kapacitetit që jepet si grafik në funksion të forcës dhe zhvendosjes. Në llogaritje janë marrë parasysh 2 forma për ngarkesën

anësore: sipas modit të parë të lëkundjeve të vetë strukturës MF1 dhe uniforme në të gjitha katet e strukturës.

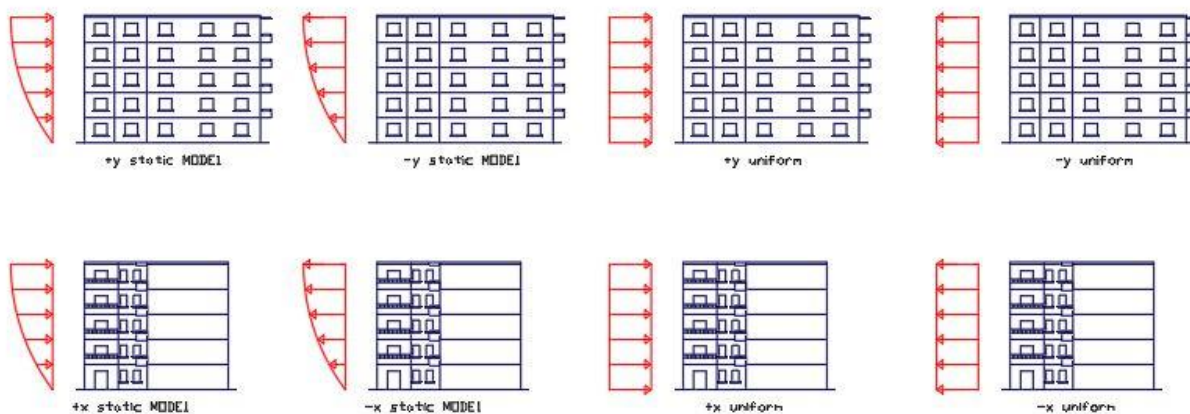
Në total janë 8 analiza: +x MF1, +x uniform, -x MF1, -x uniform, +y MF1, +y uniform, -y MF1, -y uniform. Këto analiza janë përsëritur dhe për raste kur ngarkesat e gravitetit kanë ekstrencitet. Për secilën godinë në total janë llogaritur 24 analiza,

për gjithë format e ngarkesave, drejtimet, dhe me apo pa ekstrincitet. Rastet më të pafavorshme janë marrë si kurbë kapacitetit për godinën.

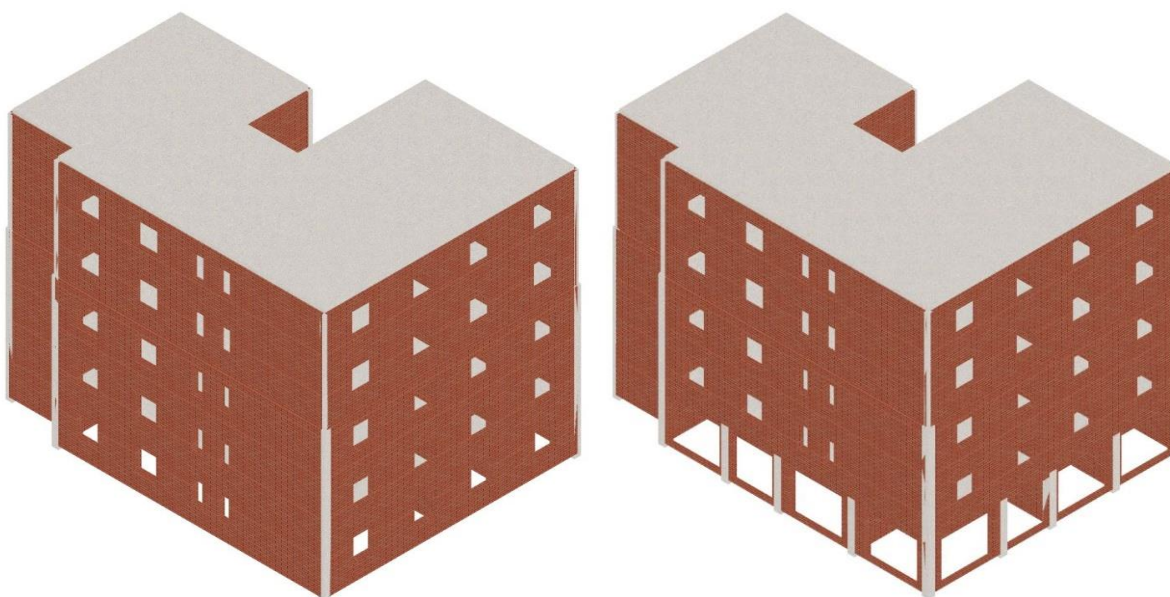
Ngarkesat janë llogaritur si më poshtë:

Ngarkesa e përhershme =  $4.64kN/m^2$

Ngarkesa e përkohshme =  $2kN/m^2$



**Figura 6:** Rastet e ndryshme të formës së ngarkimit anësor që do llogariten



**Figura 7:** Modeli llogaritës i godinës pa ndërhyrje (CIA) dhe me ndërhyrje (CIA int)

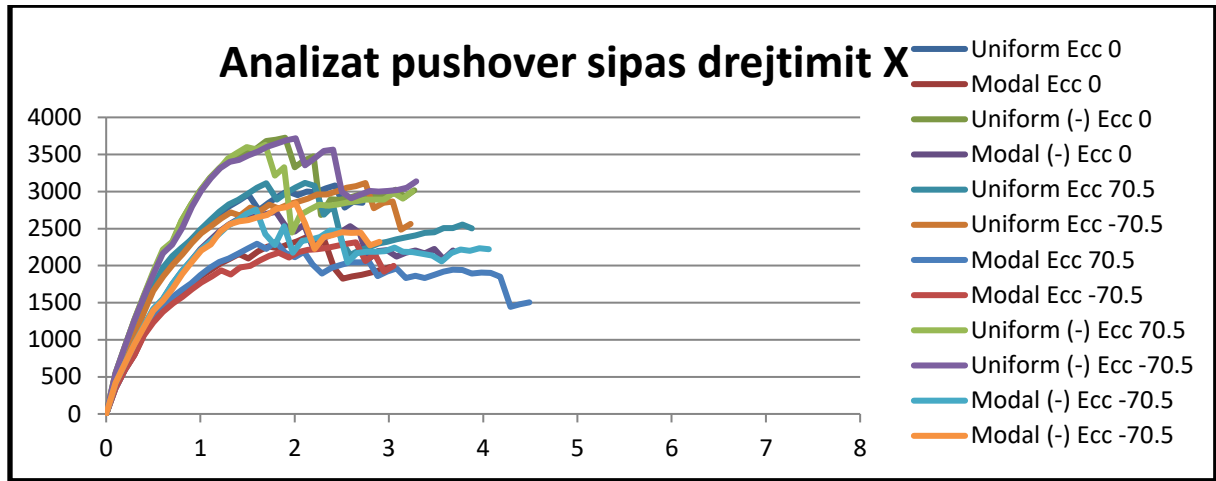


Figura 8: Analiza pushover sipas drejtimit x, 12 raste ngarkimi

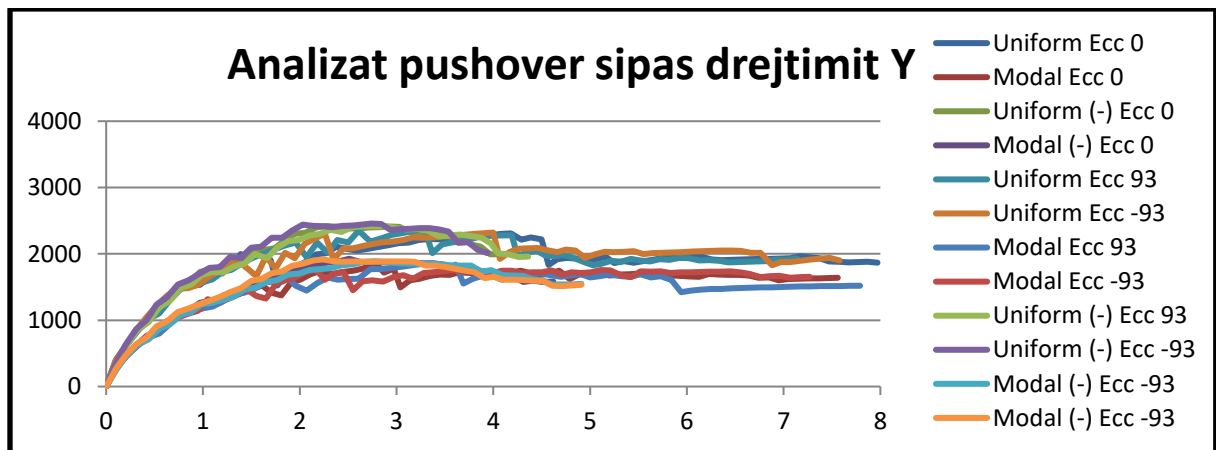


Figura 9: Analiza pushover sipas drejtimit y, 12 raste ngarkimi

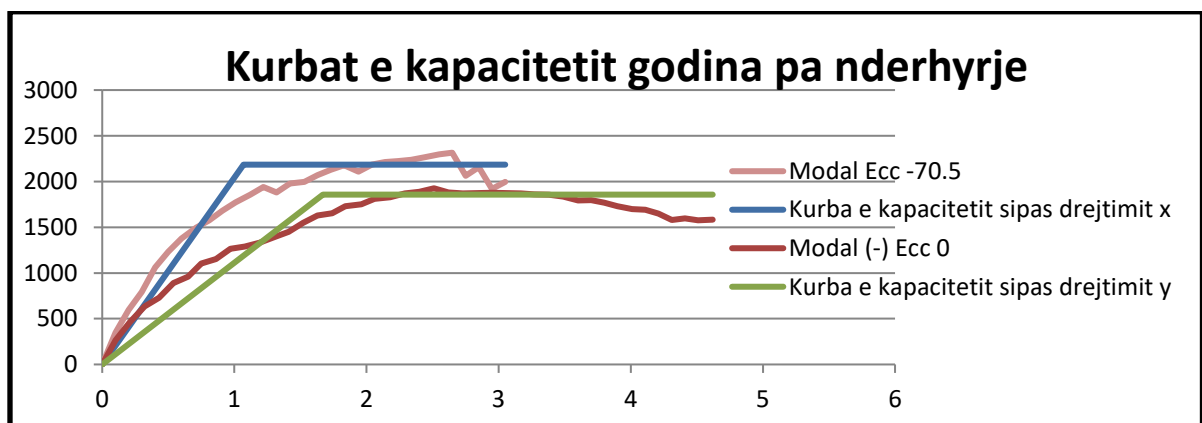


Figura 10: Kurba e kapacitetit sipas drejtimit y

Tabela 3: Parametrat e analizës pushover

Ngarkesa sipas	$d_y^*$	$d_m^*$	$F_y^*$	$K^*$	$\mu$	$F_y^*/W$
Drejtimit x	1.07cm	3.05cm	2184kN	2042kN/cm	2.85	0.3965
Drejtimit y	1.67cm	4.62cm	1857kN	1112kN/cm	2.76	0.3371

Në muret e katit të parë në dy faqe të godinës janë bërë hapjet si në figurën më poshtë, duke zëvendësuar muraturën me ramë betonarme tra-kolonë. Kolonat janë prej betoni C20/25 me dimensione (40\*40) cm dhe përforcim çeliku B400 me sipërfaqe  $A_s =$

$A'_s = 12.56\text{cm}^2$  dhe stafa  $\varnothing 8$  cdo 12cm. Trarët gjithashtu janë prej betoni C20/25 me dimensione (30\*50) cm dhe përforcim çeliku B400 me sipërfaqe  $A_s = A'_s = 3.14\text{cm}^2$  dhe stafa  $\varnothing 8$  cdo 20cm

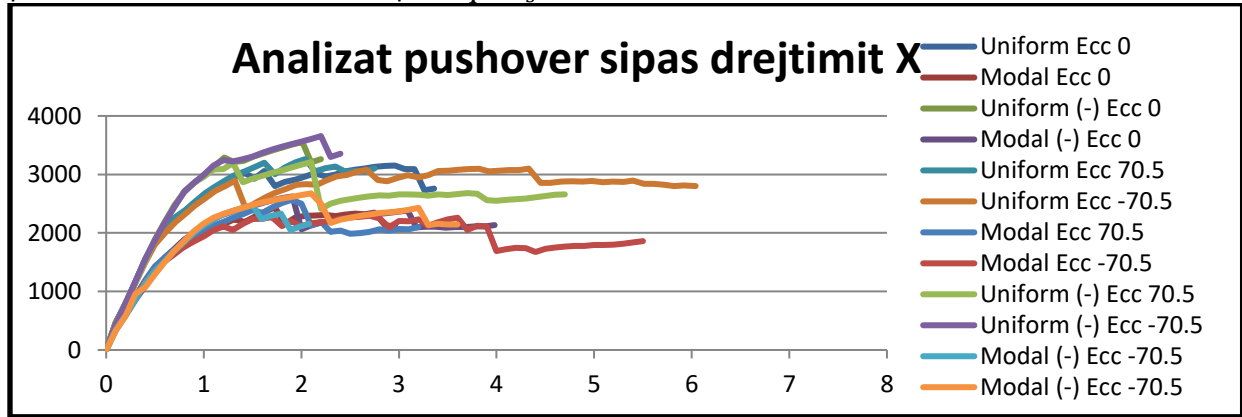


Figura 11: Analiza pushover sipas drejtimit x, 12 raste ngarkimi

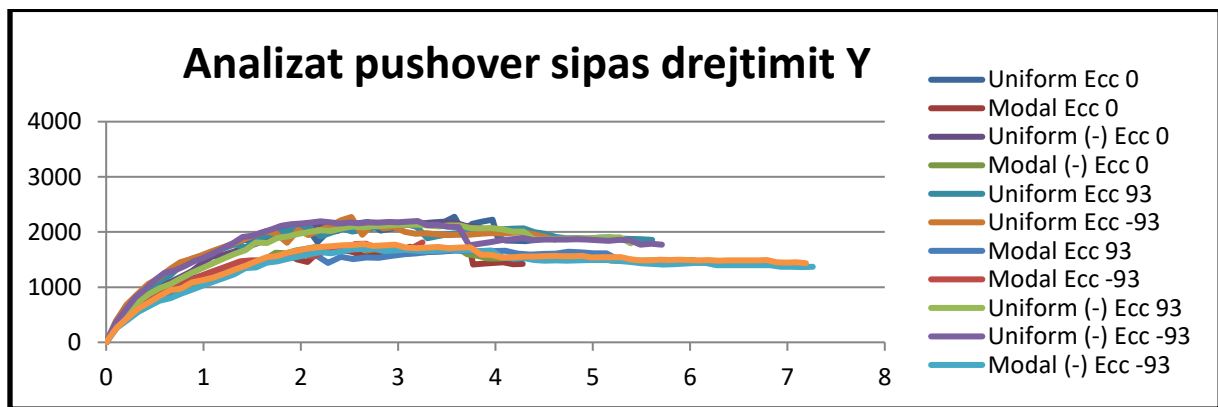


Figura 12: Analiza pushover sipas drejtimit y, 12 raste ngarkimi

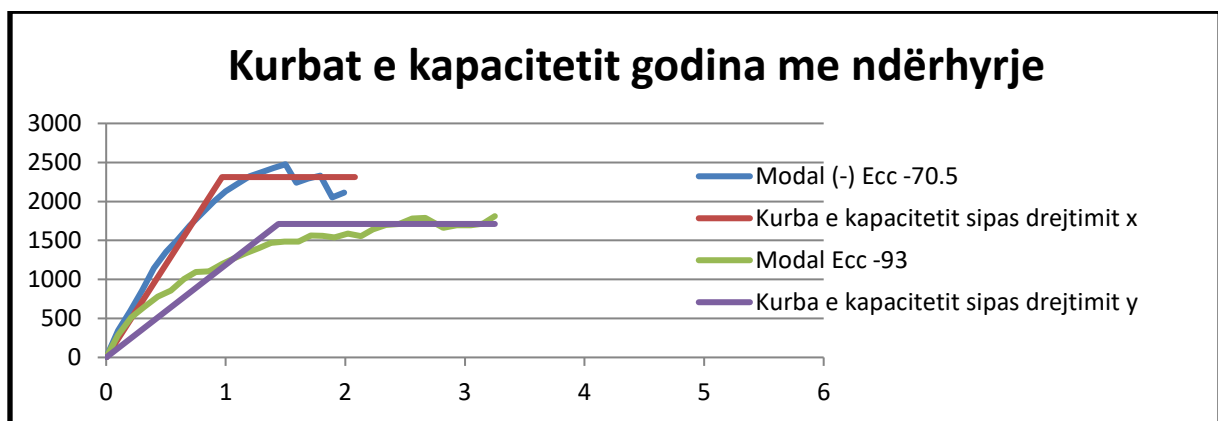


Figura 13: Kurba e kapacitetit sipas drejtimit x

Tabela 4: Parametrat e analizës pushover për godinën me ndërhyrje

Ngarkesa sipas	$d_y^*$	$d_m^*$	$F_y^*$	$K^*$	$\mu$	$F_y^*/W$
Drejtimit x	0.97cm	2.08cm	2312kN	2384kN/cm	2.14	0.4244
Drejtimit y	1.44cm	3.25cm	1711kN	1188kN/cm	2.25	0.3141

Duke krahasuar kurbat e kapacitetit për të dy godinat, sipas drejtimit X vihet re një rritje në forcë maksimale dhe ngurtësi, por ulje të zhvendosjes dhe duktilitetit mbas ndërhyrjes. Ndryshimi është i nivelit prej 14.3% për ngurtësinë, 5.5% për forcën

## 5. PERFORMANCA E STRUKTURËS DHE ANALIZA SPEKTRALE

Nivelet e performancës janë gjëndje kufitare të strukturës që përcaktohen për të klasifikuar dëmin që ndodh në të. Ka mënyra të ndryshme për të klasifikuar nivelet e performancës. 3Muri bazohet në EC dhe e klasifikon dëmtueshmërinë e strukturës në tri nivele:

- DL limitimi i dëmeve ku elementët e muraturës punojnë në fazë elastike,
  - SD dëme të konsiderueshme në strukturë por ka mundësi riparimi,
  - 0.4% raport drift për elementin në prerje
  - 0.8% raport drift për elementin në përkulje
  - NC Pranë kolapsit dhe dëme shumë të rënda strukturore,
  - 0.533% raport drift për elementin në prerje
  - 1.066% raport drift për elementin në përkulje.
- Raporti i driftit është parametri bazë për të përcaktuar nivelin e performancës së strukturës. [13] Për të dy

maksimale, dhe 24.7% në duktilitet. Ndërsa në drejtimin Y ndryshimi është i vlerës 6.4% për ngurtësinë, 7.9% për forcën maksimale dhe për duktilitetin 18.4%. Në analizën pushover sipas drejtimit Y të gjithë parametrat kanë ulje.

godinat këto gjëndje janë dhënë duke llogaritur nxitimin maksimal të truallit  $a_g$  që jep performancën përkatëse për strukturën sipas procedurës së EC-8, e cila jepet e thjeshtuar në figurën e mëposhtme. Parametrat përkatës të spektrit të projektimit për truall të kategorisë B ku ndodhet godina janë:  $S=1.2$ ,  $TB=0.15s$ ,  $TC=0.5s$ ,  $TC=2.0s$ ,  $q=2$ . Për secilën godinë analiza spektrale na jep vlerën e përshejtimit maksimal të truallit  $a_g$  nga tërmeti që i korrespondon secilës gjëndje kufitare. Kjo vlerë është një parametër që mund të krahasohet direkt me vlerën e përshejtimit maksimal të truallit  $a_g$  sipas hartës së riskut sizmik për periodën e rikthimit të caktuar të tërmetit. Në tabelën më poshtë jepen të përmbledhur këto parametra sipas të dy drejtimeve x dhe y për të dy godinat.

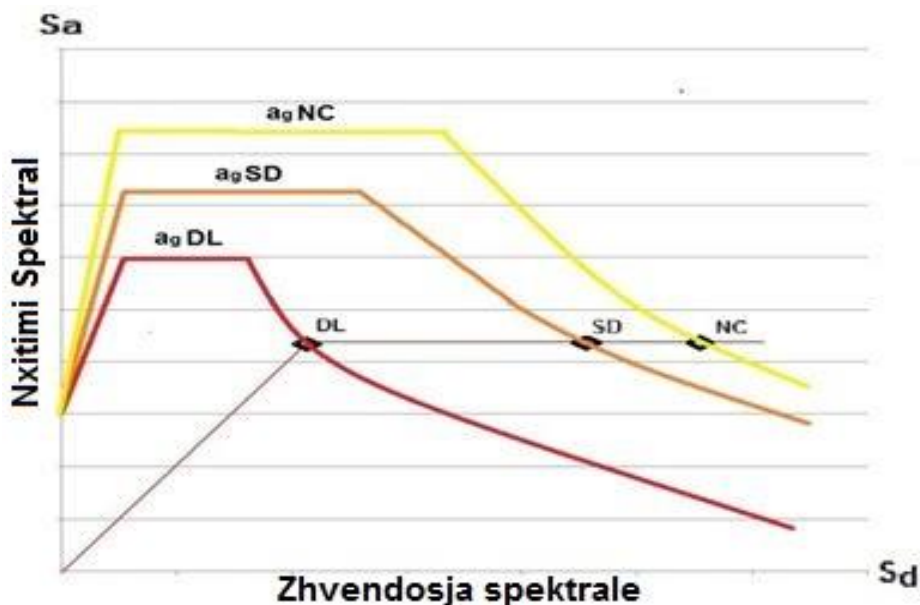


Figura 14: Llogaritja e performancës në 3Muri bazuar tek EC-8



**Tabela 5:** Llogaritja e performancës dhe niveli i  $a_g$  për çdo nivel performance e çdo godinë

Ndërtesa	dy (m)	dm (m)	Fy (kN)	$a_g$ DL (m/s <sup>2</sup> )	$a_g$ SD (m/s <sup>2</sup> )	$a_g$ NC (m/s <sup>2</sup> )	dt DL (m)	dt SD (m)	dt NC (m)
<b>C1Ax</b>	0.0107	0.0305	2184	1.182	1.835	2.418	0.01268	0.01862	0.02456
<b>C1Ay</b>	0.0167	0.0462	1857	1.283	1.819	2.414	0.01965	0.0285	0.03735
<b>C1Ax +int</b>	0.0097	0.0208	2312	1.021	1.558	1.876	0.01081	0.01414	0.01747
<b>C1Ay +int</b>	0.0144	0.0325	1711	0.934	1.411	1.982	0.01621	0.02164	0.02707

## 6. KONLUZIONET

Në qoftë se krahasojmë vlerat e  $a_g$  të hartës sizmike të Shqipërisë me ato të performancës së godinave, mund të vihet re lehtësisht që këto godina kanë risk shumë të lartë. Tërmeti me periodë rikthimi  $RP=475$ vite, në shumicën e Shqipërisë vlerën e pritshme të  $a_g$  e ka mbi 0.2g. Në qoftë se marrim si shembull Tiranën tërmeti i pritshëm me periodë rikthimi 475vjet ka një vlerë të  $a_g$  rreth 0.22g sipas hartës sizmike. [14] Ky lloj tërmeti sipas EC-8 duhet ti përgjigjet një niveli dëmsh SD, por sic duket dhe nga tabela më poshtë, për një tërmet të tillë godina C1A do ndodhet në

gjëndjen NC kurse C1A int (me ndërhyrje) kolapsohet për këtë nivel  $a_g$ . Duhet thënë se godina me këtë tipologji gjenden nëpër të gjithë Shqipërinë, si dhe raste të ngjashme për godina të tjera që kanë ndërhyrje në strukturë. Për secilën godinë duhet kontrolluar vlera e  $a_g$  në varësi të zonës ku ndodhet. Rekomandojmë që në këto godina të bëhet ndërhyrje për të rritur aftësinë mbajtëse, sidomos në godinën e dytë që ka vlerë të ulët të aftësisë mbajtëse.

**Tabela 6:** Gjëndja e dëmeve në godinë për nivele të ndryshme të  $a_g$  dhe vlerësimi i riskut

Godina	0.09g	0.11g	0.13g	0.15g	0.17g	0.19g	0.21g	0.23g	0.25g	Risku
<b>C1A</b>	DL	DL	SD	SD	SD	NC	NC	NC	-	<b>I lartë</b>
<b>C1A int</b>	DL	SD	SD	SD	NC	NC	-			<b>Shumë i lartë</b>

## REFERENCAT

- [1] Skeda arkitekture, Mauricio Bego, Tiranë 2009  
 [2] Llaçet dhe betonet, Kristaq Cika, Tiranë 1969  
 [3] Buletin Informativ, AQTN (Arkivi Qëndror Teknik i Ndërtimit), Tiranë 1999.  
 [4] EN1996: Eurokodi 6: Projektimi i strukturave me muraturë Pj.1,Pj.2,Pj.3, BE 2005

- [5] KTP-9-78, Kushti Teknik i Projektimit, Tiranë 1978  
 [6] KTP-N2-89, Kushti Teknik i Projektimit, Tiranë 1989  
 [7] ASTM C-67, Metodatat standarte për testimin e tullave, 2008  
 [8] ASTM C-109, Metodatat standarte për testimin e rezistencës në shtypje të llaceve, 2008  
 [9] EN 1052-1, Metodatat për testimin e rezistencës në shtypje të muraturës, 1998

[10] EN 1052-3 Metodën për testimin e rezistencës në prerje të muraturës, 2002

[11] Reagimi sizmik i paneleve me muraturë, L.Gambarotta, S.Lagomarsino, Messina 1996

[12] Tremuri program: Analiza sizmike 3D e ndërtesave prej murature, A.Galasco, S.Lagomarsino, A.Penna, Universiteti i Genoa, 2002

[13] EN1998: Eurokodi 8: Projektimi sizmik i strukturave, Pj.1,Pj.2,Pj.3, BE 2004

[14] Sizmiciteti, sizmotektonika dhe vlerësimi i rrezikut sizmik në Shqipëri, Shyqyri Aliaj, Siasi Kociu, Betim Muco, Eduard Sulstarova, Tiranë 2010

# SJELLJA E TRARËVE BETONARME TË ARMUAR ME SHUFRA GFRP DHE ARMATURË KONVENCIONALE

Drilona DISHA<sup>1</sup>, Naser KABASHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universiteti Politeknik i Tiranës, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, [drilonadisha@yahoo.com](mailto:drilonadisha@yahoo.com)

<sup>2</sup>Universiteti i Prishtinës, Fakulteti i Ndërtimitarisë, [naser.kabashi@uni-pr.edu](mailto:naser.kabashi@uni-pr.edu)

## ABSTRACT

### THE BEHAVIOR OF CONCRETE BEAMS REINFORCED WITH GFRP BARS AND STEEL BARS

The main problem that occurs in steel structures is the corrosion of steel that leads to failure of the structure. Requests of finding other appropriate materials are oriented in the use of FRP as an alternative material. Concrete beams reinforced with steel bars shows greater values of deflection and cracks, so the application of further analysis leads us in methods of evaluation considering FRP materials, in our case GFRP. Concrete beams reinforced with FRP shows greater values of deflection and crack width compared with beams reinforced with steel, due to their low modulus of elasticity. The design of FRP elements is done under Serviceability Limit State (SLS) and not in Ultimate Limit State (ULS). The results obtained from the experimental work are well correlated with them from analytical equations. Different codes have different results. In this paper the calculation are done like the proposals of ACI-440, Eurocode 2 and CAN/CAS S6-10. Comparing the values from the experimental work with them from different codes equations, shows a well correlation.

## QËLLIMI

*Problemi kryesor i shfaqur në strukturat e betonarmesë është korrozioni i armaturës së çelikut, që shpie në shkatërrim të strukturës. Kërkesa për alternativa të përshtatshme në evitimin apo pengimin e këtij parametri janë orientuar në përdorimin e FRP, si materiale alterantive. Sjellja e trarëve betonarmë nën veprimin e ngarkesave shoqërohet me uljet dhe plasaritjet, dhe që aplikimi i analizës së mëtejme na shpie në metodat e vlerësimit me duke marrë parasysh materialet FRP, në rastin tonë GFRP. Trarët e betonit të përforcuar me fibra polimere FRP shfaqin ulje më të mëdha dhe gjerësi plasaritjeje krahasuar me trarët prej betoni të armuar me çelik. Duke qënë se kanë modul të ulët elasticiteti projektimi i elementëve me FRP i nënshtrohet gjendjes së shërbimit (SLS) dhe jo asaj kufitare (ULS). Rezultatet e dala nga eksperimenti korrelojnë mirë me ato të llogaritura nga ekuacionet analitike. Kode të ndryshme japin edhe rezultate të ndryshme. Në këtë punim llogaritjet janë kryer sipas propozimeve të ACI 440, Eurocode 2 dhe CAN/CAS S6-10. Krahasimi i vlerave të plasaritjeve të dala nga kode të ndryshme me ato eksperimentale, tregon se disa kanë përputhshmëri të mirë me eksperimentin.*

**Fjalët kyçe:** ulje; llogaritja e gjerësisë së plasaritjes; GFRP; momenti efektiv i inercisë; trarë betoni; eksperiment

## 1. HYRJE

Humbja e adezionit në mes armaturës dhe betonit në raste të shumta shpie deri tek humbja e aftësisë mbajtëse dhe dëmtimeve në struktura.

Shufrat polimere (FRP) konsiderohen si alternative për këtë pasi korrozioni është një problem që lidhet me materialet.

Për shkak të modulit të ulët të elasticitetit të FRP, trarët e betonit tregojnë ulje dhe plasaritje më të mëdha se trarët e përforcuar me armaturë konvencionale.

Për llogaritjen e uljeve dhe plasaritjeve në këtë rast nuk mund të përdoret teoria e trarëve me armaturë konvencionale. Shufrat e armaturës FRP kanë vlerën e modulit të elasticitetit të vogël, duktilitetin e ulët dhe relativisht koston e lartë krahasuar me çelikun. Kontrolli i plasaritjeve është një kriter i rëndësishëm në projektimin e elementëve prej betoni të përforcuar me FRP. Plasaritjet e betonit janë të lidhura me kufirin e aftësisë mbajtëse të tij për tu deformuar dhe zakonisht priten të zhvillohen në elementë gjatë gjithë jetës së strukturës. Në kuadër të sjelljes së elementëve të strukturës duhet të kemi parasysh mënyrën e shpërndarjes së plasaritjeve

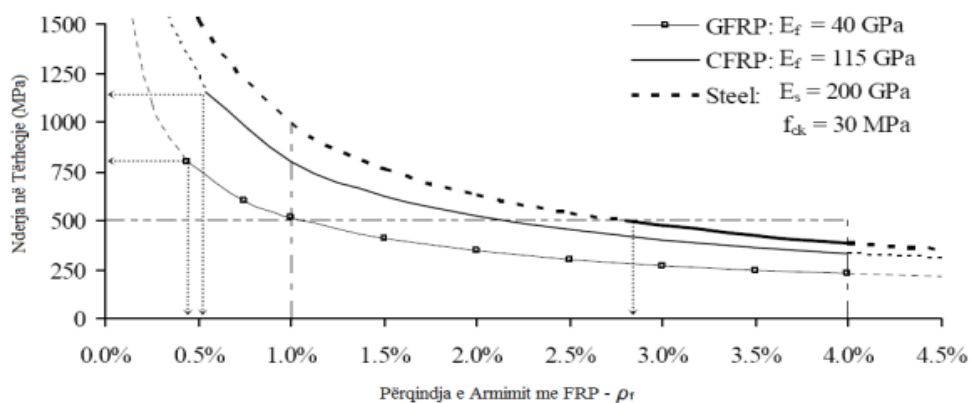
dhe gjerësisë së tyre në mënyrë që objekti të ruajë formën dhe armatura të mbrohet nga korrozioni. Faktori kryesor që kontrollon plasaritjet nga përkulja është madhësia e deformimit. Shkatërrimi i trarëve të betonit i përforcuar me GFRP është kryesisht për shkak të ngurtësisë së tij të zvogëluar nga plasaritjet dhe rrëshqitjes së shufrave nga betoni. Për armimin e trarëve është vlerësuar përqindja e armimit kundrejt sipërfaqes së seksionit tërthorë.

Në bazë të përqindjes së armimit në trarë mund të vërehet se kemi:

- 1- armim të ulët
- 2- armim mesatar apo të balancuar
- 3- mbiarmim

Referuar grafikut në Figurën 1, vihet re se për trarët me armaturë konvencionale kemi mbiarmim kur armimi është 3%.

Në rastin e shufrave GFRP shihet se mbiarmimi ndodh për përqindje armimi rreth 0.5 %. Në se përqindja e armimit është më e ulët se 0.5 % ndodh fenomeni i këputjes së shufrave. Nga grafiku vihet re gjithashtu se me rritjen e përqindjes së armimit vlera e sforcimeve në shufra ulet.



**Fig.1** Grafik i relacionit mes përqindjes së armimit dhe sforcimeve në tërheqje

## 2. LLOGARITJET ME METODËN ANALITIKE

### 2.1 Plasaritjet

Megjithëse ka një numër të madh investigimesh eksperimentale për trarët, gjë që shpie në zhvillimin e metodës analitike të llogaritjeve për vlerësimin e plasaritjeve, akoma nuk ka konsensus nga studiues në botë.

Kështu nëse i referohemi llogaritjeve analitike bazuar në tre formulat e propozuara për traun me dimensione  $b=15\text{cm}$  dhe  $h=22\text{cm}$ , armature  $2 \phi 16$  me rezistencë në tërheqje  $724 \text{ MPa}$ , modul elasticiteti  $E=46 \text{ GPa}$ , kemi:

Sipas. ACI 440.1R-06. Ulja  $5,5 \text{ mm}$

Sipas ACI 440.1R-15. Ulja  $10,3\text{mm}$

Sipas. CAN/CSAS806 -12. Ulja  $13,2\text{mm}$

Pra, shihet që nga përdorimi i kodeve të ndryshme që ka mbivlerësim dhe nënvlerësim të paramatrave.

Për rastin e studimit tonë është përdorur ekuacioni i përpunuar i Gergely-Lutz që jep vlerësim të kënaqshëm krahasuar me vlerat eksperimentale. Ky ekuacion u modifikua nga ACI 440 për parashikimin e plasaritjeve në elementët e betonit të përforcuar edhe me FRP(1).

$$w = \frac{2.2}{E_f} \beta k_b f_f^3 \sqrt{d_c A} \quad (1)$$

Ku:

$w$  = gjerësia e plasaritjes në  $10^{-3} \text{ mm}$ .

$E_f$  = moduli i elasticitetit i FRP në  $\text{MPa}$ .

$f_f$  = sforcimi i FRP, në  $\text{MPa}$ . Llogaritjet nga ACI 440.1R-01

$$f_f = M_s \frac{n_f d(1-k)}{I_{cr}} \quad (2)$$

$K_b$  = koeficient llogaritës për shkallën e aderencës mes shufrave FRP dhe betonit rrethues. Vlera e  $k_b$  sugjerohet të jetë  $1,2$  për shufra FRP të deformatuara kur nuk kemi të dhëna eksperimentale.

$A$  = sipërfaqja e betonit të sforcuar, pjestuar me numrin e shufrave,  $\text{mm}^2$ .

$d_c$  = trashësia e shtresës mbrojtëse nga qendra e shtresës së parë të shufrave,  $\text{mm}$ .

Modeli i plasaritjeve të **Eurocode 2**, për trarë me armaturë GFRP është:

$$w_{\max} = s_{r,\max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad (3)$$

Ku distanca maksimale mes plasaritjeve,  $s_{r,\max}$  llogaritet nga shprehjet e mëposhte:

$$s_{r,\max} = \begin{cases} 3,4c_c + 0,425k_b k_l \frac{d_b}{\rho_{p,\text{eff}}} & ku \leq 5 \left( c_c + \frac{d_b}{2} \right) \\ 1,3(h-x) & > 5 \left( c_c + \frac{d_b}{2} \right) \end{cases} \quad (4)$$

Hapësira maksimale  $s_{r,\max}$  varet nga distanca mes shufrave të armaturës kryesore. Deformimi mesatar në çelikon përforcues  $\varepsilon_{sm}$  dhe deformimi mesatar në betonin mes plasaritjeve  $\varepsilon_{cm}$  janë marrë në konsideratë në ekuacionin e mëposhtëm:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{f_s - k_l \frac{f_{cm}}{\rho_{p,\text{eff}}} (1 + n_s \rho_{p,\text{eff}})}{E_s} \geq 0,6 \frac{f_s}{E_s} \quad (5)$$

Kjo formulë merr në konsideratë nderjet e shufrave të tërhequra  $f_s$ ; kohëzgjatjen e ngarkesës  $k_l$  (e marrë  $0.6$  për ngarkesa me veprim të shkurtër dhe  $0.4$  për ngarkesa me veprim të gjatë); rezistencën efektive në tërheqje të betonit  $f_{cm}$ ; koef. e përforcimit efektiv,  $\rho_{p,\text{eff}}$  dhe koef. modular ( $n_s = E_s/E_c$ ). Limiti i poshtëm sugjerohet për diferencën  $(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ , e

cila vendoset më e madhe ose e barabartë me  $0.6f_s / E_s$ .

## 2.2 Parametri i uljeve

Llogaritja e uljeve në trarë në gjendje të plasaritit bëhet duke përdorur një shprehje të modifikuar për momentin efektiv të inercisë dhe nga ACI440.R-01:

$$I_e = \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \beta_d I_g + \left[ 1 - \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_{cr} \leq I_g \right] \quad (6)$$

$$\beta_d = \alpha_b \left[ \frac{E_f}{E_s} + 1 \right] \quad (7)$$

Ku :

$$M_{cr} = \left[ \frac{f_{cr} I_{cr}}{y_b} \right] (\text{kN.m})$$

$M_a$  = momenti i shërbimit (kN.m)

$$\beta_d = \alpha_b \left[ \frac{E_f}{E_s} + 1 \right]$$

$\alpha_b = 0,5$ , koeficient në varësi të lidhjes

$I_g$  = momenti i inercisë bruto,  $\frac{bh^3}{12}$

$I_{cr}$  = momenti i inercisë në plasaritje

$$I_{cr} = \frac{bd^3}{3} \cdot k^3 + n_f \cdot A_f \cdot d^2$$

$d$  = thellësia efektive e traut të betonit

$$k = \sqrt{2 \cdot \rho_f \cdot n_f + (\rho_f \cdot n_f)^2} - \rho_f \cdot n_f$$

$$n_f = \frac{E_f}{E_c}$$

$E_f$  = moduli i elasticitetit të FRP

$$E_c = 4560 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)}$$

$$f_{cr} = 0,6 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)}$$

$y_b$  = distanca nga aksi neutral në fibrën më të tërhequr të traut prej betoni.

Sipas rezultateve të provave eksperimentale për trarët e thjeshtë, vlera e parametrin ( $\alpha_b$ ) për shufrat FRP ka vlerën 0.5. Në vazhdimësi kemi rezultate

eksperimentale që tregojnë përmirësime apo avantazhe në këtë parametër.

## 3. PUNA EKSPERIMENTALE

Për eksperimentim janë marrë për studim 3 seri trarësh me nga tre trarë secili me përmasa 220mm x 130mm dhe gjatësi  $l_0=2200\text{mm}$ .

**Seria A :** Trarë të armuar me armaturë konvencionale çeliku me diametër 10mm.

**Seria B :** Trarë që në zonën e tërhequr janë përforcuar me shufra GFRP me diametër 6mm dhe në zonën e shtypur me armaturë konvencionale.

**Seria C :** Trarë që në zonën e tërhequr janë përforcuar me shufra GFRP me diametër 10mm dhe në zonën e shtypur me armaturë konvencionale.

### a-Materialet

Materialet e përdorura janë testuar në laborator për vetitë mekanike dhe karakteristikat e tyre. Shufrat FRP janë testuar sipas ASTM D 7205 në Laboratorin IBMS në Prishtinë.



Fig.2 Testimi në laborator i shufrave GFRP

	GFRP		Armatura konvencionale
	φ6	φ10	φ10
$\epsilon_{frp}$	0.0204	0.0235	
Rez. tërheqje e $N/mm^2$	1022.1	1194,3	585,5
Modul elasticiteti $GPa$	55	55	200

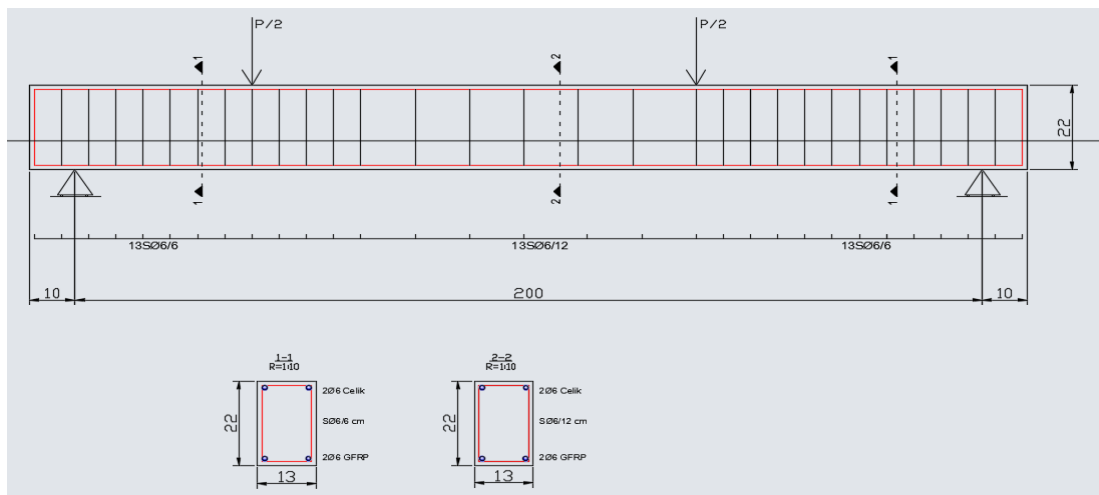
- Armatura konvencionale me diametër 10mm dhe me rezistencë në tërheqje  $585,5 N/mm^2$

- Betoni i klasës C 30/37 për ambient agresiv.

- Shufrat GFRP janë të formuara me procesin e poltruzionit.

**b- Testimi**

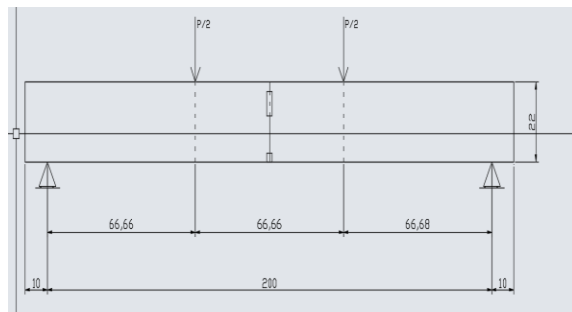
Në punimin eksperimental janë përdorur dy tipe shufrash GFRP me diametra 6mm dhe 10mm dhe armatura konvencionale me diametër 10mm. Trarët kanë seksion katërkëndësh me dimensione  $b=13cm$  dhe  $h=22cm$ .



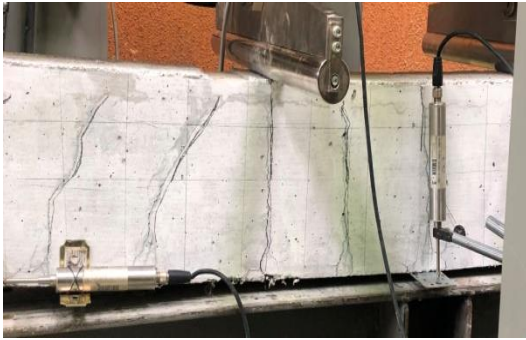
**Fig.2** Karakteristikat e trarëve për testim

Trarët janë testuar në përkulje me akurator hidraulik 400 KN nën paisjen Controls MCC8. Gjatë testimit uljet shoqërohen me plasaritje të madhe në mes.

Gjatë testimit kryhen matje të njëpasnjëshme të uljeve dhe plasaritjeve me aparaturat e montuara sipër dhe poshtë traut vendosen paisjet Linear Variable Differential Transformer (LVDT) për të matur deformimet dhe plasaritjet e betonit dhe përforcimeve.



**Fig.3** Skema e vendosjes së matësit të uljeve



**Fig.4** *Procesi i zhvillimit të plasaritjeve në trarë*

#### ***c-Krahasimi i rezultateve analitike me ato eksperimentale***

Me qëllim të një krahasueshmërie dhe të prezantimit të sjelljes së trarëve bazuar në analizën analitike dhe eksperimentale prezantojmë rezultatet si në vijim:

##### *Sipas ACI318-EC2,*

Seria **A**- Plasaritja - 0,201mm,  
Ulja - 0,436mm  
Seria **B**- Plasaritja - 2,88mm,  
Ulja - 2,55mm  
Seria **C**- Plasaritja - 1,967mm,  
Ulja - 2,681mm

##### *Sipas ekuacionit të Gergely-Lutz*

Seria **A**- Plasaritja - 0,180mm,  
Raporti  $M/M_u$  75%  
Seria **B**- Plasaritja - 1,49mm  
Seria **C**- Plasaritja - 1,41mm

##### *Sipas ekuacionit të modifikuar të Georgely-lutz*

Seria **A**- Plasaritja - 0,098mm  
Seria **B**- Plasaritja - 0,652mm  
Seria **C**- Plasaritja - 1,014mm

##### *Sipas llogaritjeve në fazë jo elastike*

Seria **A**- Plasaritja - 0,192mm,  
Ulja - 1,26mm  
Seria **B**- Plasaritja - 1,42mm,  
Ulja - 6,88mm  
Seria **C**- Plasaritja - 1,531mm,  
Ulja - 6,15mm

##### *Sipas Eksperimentit:*

Seria **A**- Plasaritja - 0,1803mm,  
Ulja - 0,758mm  
Seria **B**- Plasaritja - 2,08mm,  
Ulja - 6,59mm  
Seria **C**- Plasaritja - 1,739mm,  
Ulja - 6,921mm

#### **4. KONKLUZIONE**

1. Përdorimi i shufrave GFRP me diametër të vogël paraqesin një sjellje më të mirë të trarëve në varësi të plasaritjeve.
2. Trarët e armuar me shufra GFRP kanë vlera të uljeve dhe plasaritjeve më të mëdha se në trarët e armuar me armaturë konvencionale për shkak të modulit të ulët të elasticitetit që kanë shufrat GFRP krahasuar me armaturën konvencionale.
3. Shkatërrimi i trarëve prej betoni të përforcuar me FRP është kryesisht për shkak të ngurtësisë së zvogëluar nga plasaritjet dhe rrëshqitjes së shufrave nga betoni.
4. Llogaritja e traut në fazën jo lineare jep rezultate më të afërta me ato eksperimentale.
5. Për ngarkesë dhe gjeometri të njëjtë në një tra, për shkak të modulit të vogël të elasticitetit të shufrave FRP, rezulton me ulje dhe plasaritje më të mëdha kundrejt armimit me shufra të zakonshme.

#### **LITERATURA**

- [1] ACI (American Concrete Institute) (1998) ACI 440-98: Provisional design recommendations for concrete reinforced with FRP bars. ACI, Farmington Hills, MI.
- [2] ACI (2006) ACI 440.1R: Guide for the design and construction of



concrete reinforced with FRP bars. ACI, Farmington Hills, MI, pp. 1–45.

[3] N.Kabashi, C.Krasniqi, B.Avdyli, A.Këpuska, D.Disha "Adhesion parameter"  $k_b$  "of RC beams with GFRP and CFRP under the flexural loads".

[4] Branson DE (1977) Deformation of Concrete Structures, 1st edn. McGraw-Hill, New York.

[5] Burgoyne CJ (2001) Rational use of advanced composites in concrete. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Structures & Buildings 146(3): 253–262.

[6] CEN (European Committee ForStandardisation) (2004) BS EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1- 1: General rules and rules for buildings. CEN, Brussels, pp. 1–225.

[7] O. A. Mohamed, and W. Al-Hawat, "Influence of Fly Ash and Basalt Fibers on Strength and Chloride Penetration Resistance of Self-Consolidating Concrete", Materials Science Forum, ISSN: 1662-9752, Vol. 866, pp. 3-8, 2016.

[8] O. A. Mohamed, Z. S. Imam, and O. F. Najm, "Splitting tensile strength of sustainable self-con- solidating concrete", Procedia Engineering - Elsevier, Vol. 145, pp. 1218–1225, 2016.

[9] J. R. Yost, S. P. Gross, and D. W. Dinehart, "Effective Moment of Inertia for Glass Fiber-Rein- forced Polymer-Reinforced Concrete Beams", ACI Special Publication, SP-210, Vol. 100, pp. 732-739m, 2003.

[10] ACI Committee 440, "Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars (ACI 440. 1R-06)", American Concrete Institute, Farmington Hill, Michigan, pp. 44, 2006.

# FREKUENCA KARAKTERISTIKE E SPEKTRIT SIZMIK TË TËRMETEVE LOKALE NË TERRITORIN E SHQIPËRISË

**Besian RAMA<sup>1</sup>, Edmond DUSHI<sup>2</sup>, Partizan MALKAJ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universiteti “Eqrem Çabej”, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Matematikës  
Informatikës dhe Fizikës, [besirama@gmail.com](mailto:besirama@gmail.com)

<sup>2</sup>Universiteti Politeknik i Tiranës, Instituti i Gjeoshkencave, Energjisë, Ujit dhe Mjedisit,  
Departamenti i Sizmologjisë

<sup>3</sup>Universiteti Politeknik i Tiranës, Fakulteti i Inxhinierisë Matematike dhe Inxhinierisë Fizike,  
Departamenti i Inxhinierisë Fizike

## ABSTRAKT

The seismic frequency spectrum of the mechanical waves due to earthquakes is tightly related to the seismogenic zones tectonics. Namely, the corner frequency  $f_0$  (Hz), of the seismic spectrum, is related directly to the seismic source dimensions, giving an important information regarding the physics of the earthquakes and seismotectonics of a specific region. In this work, the corner frequency for 95 local earthquakes belonging to the micro to moderate earthquakes class ( $1.6 \leq M_w \leq 5.2$ ), has been determined so far, which are localized within the Albanian territory during the time period 2008-2015. For this purpose, broadband recordings (BB) from the Albanian (ASN) and regional Seismic Network, are accounted for. The applied method is the spectral analysis based on the Brune theoretical model. The achieved results have been compared to the considered dimensions and seismic sources energy, aiming for the analysis of their interrelation.

## QËLLIMI

Spektri i frekuencave sizmike, të mbartura nga valët mekanike të shkaktuara nga tërmetet, është i lidhur ngushtë me tektonikën e zonave sizmogjene. Në mënyrë specifike, frekuenca karakteristike e spektrit sizmik,  $f_0$  (Hz), varet direkt nga përmasat e burimit sizmik, duke dhënë një informacion të rëndësishëm mbi fizikën e tërmeteve dhe karakteristikat sizmotektonike të një rajoni. Në këtë punim është përcaktuar frekuenca karakteristike për 95 tërmete lokal, në grupin e mikrotërmeteve dhe tërmeteve të moderuar ( $1.6 \leq M_w \leq 5.2$ ), të lokalizuar në territorin e Shqipërisë gjatë periudhës 2008-2015. Për këtë qëllim janë përdorur regjistrimet valore me bandë të gjerë (BB), nga stacionet sizmike të Rrjetit Sizmologjik Shqiptar (ASN) dhe të rajonit. Metoda e përdorur është ajo e analizës spektrale, bazuar në modelin teorik spektral “Brune”. Rezultatet e përftuara janë konfrontuar me përmasat dhe energjinë e burimeve sizmike të konsideruara, për të analizuar varësinë midis tyre.

**Fjalë kyçe:** frekuencë karakteristike, zonë sizmogjene, parametrat e burimit.

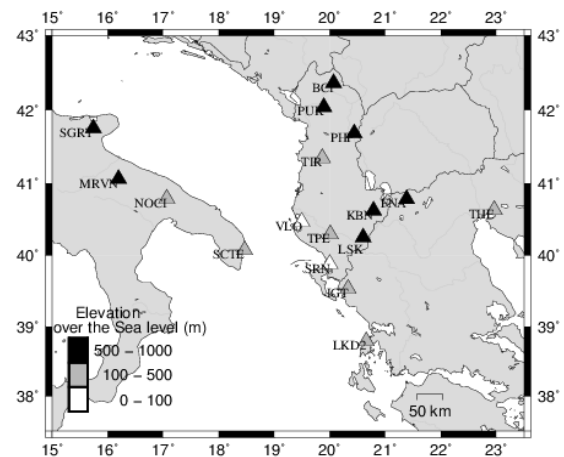
## 1. HYRJJE

Frekuenca karakteristike  $f_0$  e spektrit sizmik të tërmeteve është një nga parametrat spektral më të rëndësishëm që përcaktohet dhe vrojtohet në sizmologjinë instrumentale sot [1], [3], [4]. Kjo frekuencë përcakton karakteristikat e spektrit sizmik dhe varet si nga përmasat fizike, të fundme të burimit sizmik, ashtu edhe nga kinematika e thyerjeve aktive gjatë çlirimit të energjisë sizmike (tërmetit) [1], [6], [12]. Gjithashtu, kjo frekuencë ndikon në vlerësimin e saktë të momentit sizmik (*komponentëve skalar të tenzorit të sforcimit*), për një burim sizmik të dhënë [1], [3], [6]. Si rrjedhojë, frekuenca karakteristike spektrale është e lidhur ngushtë me kushtet lokale gjeologjike e tektonike [2]. Momenti sizmik, si parametri me fizik për të shprehur madhësinë e tërmetit, përcaktohet nga amplituda spektrale për frekuenca  $f < f_0$ , duke qenë i ndikuar nga vlera e frekuencës karakteristike [3], [4]. Nga ana tjetër, edhe mënyra se si energjia sizmike çlirohet gjatë procesit tërmetor në burim, kontrollohet nga zvogëlimi i sforcimit  $\Delta\sigma$ , i cili gjithashtu gëzon varësi nga frekuenca karakteristike e spektrit sizmik [4]. Analiza spektrale për tërmetet në Shqipëri ka nisur të aplikohet relativisht vonë (> 2006), për shkak të kufizimeve në mënyrën e regjistrimit të tërmeteve [6]. Me futjen e teknologjisë dixhitale bandëgjërë (BB), u bë i mundur edhe studimi i karakteristikave spektrale të burimeve sizmike lokale. Sizmiciteti i Shqipërisë është i dominuar nga mikrotërmetet dhe tërmetet e moderuar, ndërkohë tërmetet e fortë ( $M > 6.0$ ), ndodhin shumë më rrallë [5], [8]. Për rrjedhojë, vëmendja ndaj tërmeteve të moderuar si shprehje e qartë e aktivitetit neotektonik të kores së Tokës shqiptare, merr rëndësi të dorës së parë. Punimi që paraqitet synon të fokusohet në

parametrin e frekuencës karakteristike të spektrave sizmik lokal, duke marrë në konsideratë të dhëna origjinale dhe përfaqësuese për territorin e vendit.

## 2. SIGURIMI I BAZËS SË TË DHËNAVE

Të dhënat që janë përdorur në këtë punim janë forma valore të regjistruara nga Rrjeti Sizmologjik Shqiptar (ASN) dhe rrjeteve homologe fqinje si rrjeti sizmologjik Grek, i Universitetit Aristotel të Selanikut (AUTH), si dhe Institutit Kombëtar për Sizmologjinë dhe Vullkanologjinë në Romë, Itali (INGV), (fig. 1). Ato janë regjistrime standarte nga stacionet sizmike, të pajisur me sensor bandëgjërë tre-kanalësh dhe konvertues dixhital (ADC), me zgjidhshmëri 24 bit.

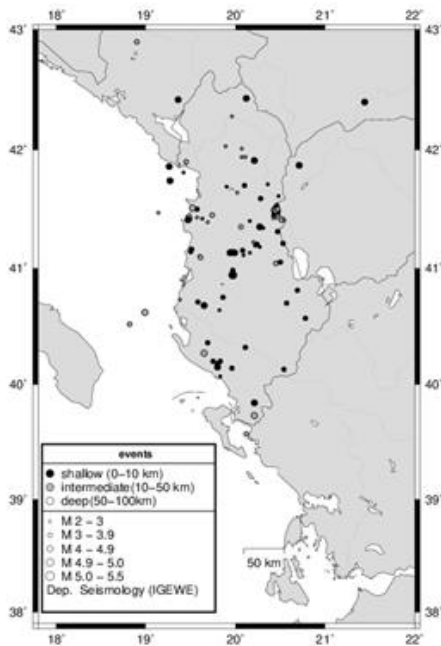


**Fig.1.** Stacionet sizmik përkatësisht të ASN, AUTH dhe INGV.

Të dhënat i përkasin 95 tërmeteve lokal, kryesisht mikrotërmete ( $M \leq 3.0$ ) dhe tërmete të moderuar ( $3.0 \leq M \leq 6.0$ ), të regjistruar gjatë periudhës 2008-2015, me hipoqendra brenda territorit të Shqipërisë, (fig. 2), [12]. Në këtë grup ngjarjesh sizmike, përveç goditjeve kryesore, janë përfshirë edhe pasgoditjet kryesore, respektive. Me qëllim ruajtjen e standartit të saktësisë, janë marrë në konsideratë vetëm tërmete ( $M_w \geq 1.6$ ), të

regjistruara nga jo më pak se sa 5 stacione sizmike.

Tërmetet e analizuar janë ngjarje gjeologjike të cekëta, d.m.th të lidhura ngushtë me aktivitetin neotektonik intensiv të kores së Tokës, në rajonin e Albanideve, të brezit orogjenik Alpin-Mesdhetar. Thellësia vatrorë për këta tërmete shtrihet në intervalin 0-42 km, me thellësi mesatare 10 km, e cila është thellësia sizmike më karakteristike e territorit në studim.



**Fig.2.** Shpërndarja e hipocendrave të tërmeteve 2008-2015.

Parametrat e lokalizimit janë listuar në mënyrë kronologjike në tabelën 1 (a/b). Kushtet e truallit në të cilat janë regjistruar këto të dhëna, janë shkëmbinj rrënjësor të moshave të ndryshme, mbi të cilët janë instaluar stacionet sizmik bandëgjërë të Rrjetit Sizmologjik Shqiptar (ASN), në funksionim që prej vitit 2003. Kushtet e regjistrimit sigurojnë një raport të mirë sinjal-zhurmë (SNR), që lejojnë përpunimin e mirë edhe të sinjalit të regjistruar për mikrotërmetet (në bandën e frekuencave të larta sizmike që i korrespondon edhe brezit të frekuencave të zhurmave sizmike më të

zakonshme kryesisht natyrore por edhe antropogjene).

**Tabela.1.(a)** të dhënat e tërmeteve të analizuar

Nr.	Data Yyy/mm/dd	Koha Hh:mm	Gj.Gjeo V-J	Gja.Gjeo L-P	h (km)	M <sub>w</sub>
1	2008/02/06	00:42	41.4	19.63	5	2.6
2	2008/03/05	04:08	40.1	19.80	0	3.7
3	2008/03/05	06:48	40.2	19.83	5	3.2
4	2008/03/06	06:46	40.2	19.75	5	3.1
5	2008/03/31	08:06	41.1	20.16	0	2.5
6	2008/04/08	07:37	40.1	19.96	3	3.0
7	2008/05/14	19:17	41.3	20.31	0	2.8
8	2008/05/15	23:52	41.3	19.69	12	2.4
9	2008/05/18	22:49	41.9	19.45	11	3.0
10	2008/05/21	19:04	41.1	20.09	6	2.9
11	2008/05/27	00:44	42.0	19.89	39	2.4
12	2008/05/29	13:39	42.2	19.96	15	2.6
13	2008/05/30	20:40	41.7	20.36	0	2.4
14	2008/05/31	11:42	41.6	20.02	16	2.8
15	2008/06/02	08:05	41.6	20.48	5	2.6
16	2008/06/25	18:05	41.4	19.49	31	3.4
17	2009/01/08	12:04	41.8	20.71	0	4.6
18	2009/01/31	12:19	40.3	19.69	0	3.5
19	2009/02/28	17:36	41.5	19.57	5	3.5
20	2009/03/07	18:51	41.1	19.51	4	4.0
21	2009/03/09	00:30	41.9	20.07	20	2.3
22	2009/03/10	08:32	41.2	20.53	5	3.9
23	2009/03/10	22:10	41.3	20.47	5	3.2
24	2009/03/11	02:48	40.5	18.82	15	3.7
25	2009/03/12	18:55	41.3	20.06	15	3.0
26	2009/03/18	16:	41.1	19.96	12	3.8
27	2009/03/19	15:37	42.9	18.90	16	3.4
28	2009/03/25	12:23	40.6	18.99	16	4.1
29	2009/03/30	19:48	41.1	19.60	6	2.6
30	2009/04/01	07:28	40.7	19.38	42	2.7
31	2009/04/02	05:45	41.0	19.61	15	3.2
32	2009/04/06	00:31	41.4	19.14	16	2.8
33	2009/04/07	13:49	41.4	19.48	20	3.2
34	2009/04/07	16:00	41.4	19.57	25	2.5
35	2009/05/21	12:11	41.0	20.50	6	3.0
36	2009/05/21	13:26	41.0	20.45	13	3.3
37	2009/06/04	22:36	40.0	19.83	6	2.5
38	2009/06/05	21:32	41.9	20.11	17	1.6
39	2009/06/12	10:12	42.0	20.07	26	2.3
40	2009/06/14	05:12	41.4	19.74	15	3.2
41	2009/06/20	10:21	41.2	20.24	5	2.6
42	2009/06/20	17:00	41.1	20.22	6	2.9
43	2009/06/21	06:07	41.4	20.16	0	2.5
44	2009/06/21	17:35	41.2	20.22	10	2.8
45	2009/06/21	19:05	41.2	20.20	10	2.6
46	2009/06/24	02:24	41.6	19.90	5	2.0
47	2009/06/24	03:28	41.8	19.42	6	2.9
48	2009/06/27	00:45	41.1	20.27	3	2.7

**FREKUENCA KARAKTERISTIKE E SPEKTRIT SIZMIK TË TËRMETEVE  
LOKALE NË TERRITORIN E SHQIPËRISE**

49	2009/06/27	23:24	40.6	19.82	4	2.6
50	2009/09/06	21:49	41.4	20.45	8	5.2

**Tabela.1.(b) të dhënat e tërmeteve te analizuar**

Nr.	Data Yyy/mm/dd	Koha Hh:mm	Gj.Gjeo V-J	Gja.Gjeo L-P	h (km)	M <sub>w</sub>
51	2009/09/06	22:0	41.4	20.4	16	3.8
52	2009/09/06	22:2	41.5	20.2	0	3.5
53	2009/09/06	22:3	41.4	20.5	10	3.3
54	2009/09/06	23:3	41.5	20.4	6	3.2
55	2009/09/07	00:1	41.4	20.4	15	3.4
56	2009/09/07	03:5	41.4	20.4	15	3.1
57	2009/09/07	04:0	41.4	20.4	20	3.1
58	2009/09/07	04:2	41.4	20.5	17	3.2
59	2009/09/07	09:4	41.4	20.4	13	3.8
60	2009/09/07	12:2	41.4	20.4	12	3.3
61	2009/09/07	13:0	41.4	20.4	10	3.0
62	2009/09/07	13:4	41.4	20.4	20	3.4
63	2009/09/07	14:1	41.4	20.4	15	3.4
64	2009/09/07	15:2	41.4	20.4	5	3.7
65	2009/09/13	14:0	39.5	20.1	41	3.5
66	2009/09/15	08:3	41.1	19.5	5	3.8
67	2009/09/17	22:5	39.8	20.2	5	4.1
68	2009/11/11	03:4	40.3	20.1	0	4.0
69	2010/05/06	13:0	41.2	20.2	1	3.8
70	2010/10/11	00:3	42.4	21.4	6	4.6
71	2012/05/05	15:5	40.1	19.8	5	4.4
72	2012/09/04	22:4	41.1	19.9	3	4.1
73	2012/11/26	22:0	41.7	20.1	1	4.0
74	2012/11/27	19:0	40.7	19.8	5	4.0
75	2012/11/28	01:4	42.4	20.1	6	4.3
76	2012/12/13	21:3	41.1	19.9	6	4.2
77	2013/06/22	08:4	40.2	19.6	16	4.4
78	2013/06/30	02:4	41.5	20.4	17	3.8
79	2013/08/04	23:4	40.1	20.5	0	3.7
80	2013/08/15	15:4	40.5	20.7	5	3.6
81	2013/11/21	19:4	40.6	19.6	4	4.2
82	2014/01/17	19:4	40.8	20.6	5	3.6
83	2014/01/20	06:0	41.4	19.4	9	4.3
84	2014/03/08	15:1	41.5	19.5	10	4.1
85	2014/04/06	12:5	40.7	19.5	4	3.7
86	2014/04/21	21:2	41.8	19.2	5	4.3
87	2014/05/12	00:5	39.7	20.2	16	4.9
88	2014/05/19	00:5	40.9	19.9	1	5.0
89	2014/12/29	20:3	41.7	19.2	6	4.6
90	2015/01/24	17:0	40.7	20.5	5	3.6
91	2015/02/07	01:5	41.9	20.2	5	4.5
92	2015/02/16	20:2	41.1	20.0	0	3.9
93	2015/02/28	17:0	41.3	20.2	8	3.7
94	2015/07/06	13:4	42.4	19.3	6	4.4
95	2015/11/01	06:2	41.3	20.2	0	4.6

Stacionet e ASN janë : B. Curri (BCI), Puka (PUK) dhe Peshkopia (PHP) në

zonën veriore të vendit ; Tirana (TIR), në zonën qendrore të vendit ; Korça (KBN), Vlora (VLO), Saranda (SRN) dhe Leskoviku (LSK), në zonën jugore të vendit, (fig. 1). Përveç stacionit qendror të Tiranës (TIR), i cili është edhe pjesë e Rrjetit Sizmologjik Euro-Mesdhetar (MedNet), ku funksionon sensori shumë bandë gjerë (VBB), i tipit STS-2, të gjithë stacionet e tjerë janë të pajisur me sensor bandë gjerë (BB) që funksionojnë në intervalin frekuencial 0.033-50 Hz (T = 40 s). Në këtë mënyrë korrigjimi i formave valore të regjistruara realizohet në mënyrë uniforme.

### 3. METODA

Për përcaktimin e frekuencës karakteristike, të spektrit sizmik të tërmeteve të analizuar, u aplikua metoda e analizës spektrale të grupit valor S (S<sub>g</sub>/S<sub>n</sub>), nëpërmjet aplikimit të funksionit parametrik për spektrin teorik sipas modelit Brune [4][6]:

$$S(f) = (2.0)(0.6)G(\Delta, h) \frac{D(f)M_0}{[(4\pi\rho v^3)(1+\frac{f}{f_0})]} \quad (1)$$

Modeli parametrik (1) u aplikua mbi spektrat e vrojtuar në dy mënyra (fig. 3) : a) me anë të metodës së asimptodave, përkatësisht në lidhje me intervalin e frekuencave të ulëta (platesë spektrale) dhe intervali të frekuencave të larta, ku energjia zvogëlohet  $\sim \omega^{-2}$ , ku  $\omega = 2\pi f$  ; b) në mënyrë automatike, me anë të përshtatjes spektrale.

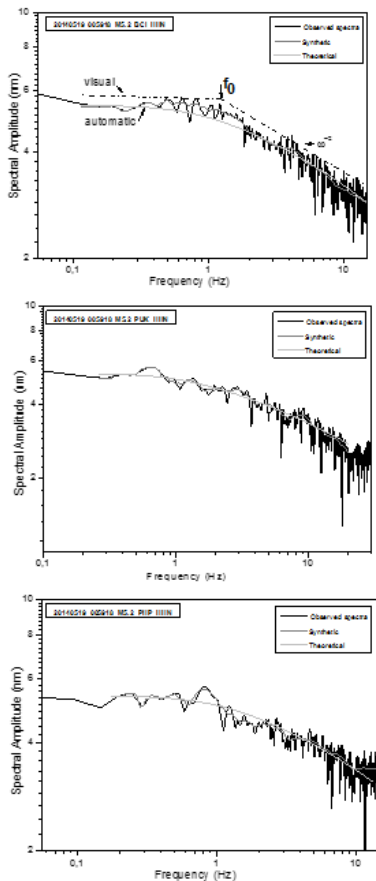
Në (1), funksioni  $G(\Delta, h)$  shpreh shpërndarjen gjeometrike, proporcionalisht me inversin e distancës hipoqendrore, e cila, për valët volumore, varet si nga distanca epiqendrore  $\Delta$  (km) ashtu edhe nga thellësia vatrore h (km), e tërmetit, në formën (2):

$$G(\Delta, h) = \frac{1}{GD} = \frac{1}{(\Delta^2+h^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (2)$$

Në (1), funksioni  $D(f)$  është funksioni i shuarjes së energjisë për shkak të përhapjes së valëve në një mjedis me veti thuajse elastike. Ky funksion gëzon karakteristika lokale. Për kushtet lokale të këtij studimi  $D(f)$ , ka formën (3):

$$D(f) = e^{-\pi(0.055)f} e^{-\pi f \tau} [83f^{0.84}]^{-1} \quad (3)$$

ku,  $\kappa = 0.055$  [9] është faktori i shuarjes pranë sipërfaqes, i cili ndikon mbi energjinë e shpërndarë në frekuencat e larta dhe si i tillë do të ndikojë formën e spektrit sizmik për  $f > f_0$  (ku  $f_0$  është frekuenca karakteristike e spektrit);  $Q_0 = 83$  është faktori cilësor mesatar në frekuencën 1Hz, i përcaktuar për territorin shqiptar dhe  $\alpha = 0.84$  është koeficienti mesatar frekuencial për shuarjen jo-elastike.



**Fig.3.** Spektrat e vrojtuar, si dhe funksioni parametrik Brune, për komponentët horizontale të stacioneve BCI, PUK dhe PHP, përfutur nga analiza spektrale.

Funksioni  $Q(f)$  ndikon në amplitudën spektrale të spektrit sizmik [10]. Parametri  $\tau = 1.0$ , për valët vëllimore P/S. Në modelin parametrik (1),  $\rho = 2.75 \text{ kg/cm}^3$  dhe  $v_s = 3.65 \text{ km/s}$ , janë karakteristikat fizike mesatare, përkatësisht densiteti dhe shpejtësia e përhapjes së valëve volumore sekondare S, në mjedisin gjeologjik lokal. Në modelin parametrik (1),  $M_0$  është momenti sizmik (Nm), i cili gëzon varësinë spektrale parametrike të trajtës:

$$M_0 = (4\pi\rho v_s^3) \left[ \frac{\Omega_0}{(2.0)(0.6)G(\Delta, h)} \right] \quad (4)$$

Në shprehjen (4),  $\Omega_0$  përfaqëson nivelim spektral të amplitudës për  $f < f_0$ . Ndërsa koeficientët 2.0 dhe 0.6 janë korigjimet mesatare të spektrit sizmik në lidhje me amplifikimin në kufirin ndarës, pra mbi sipërfaqen e Tokës, dhe në lidhje me karakteristikën mesatare të rrezatimit (efekti i burimit sizmik dhe gjeometrisë së tij mbi rrezet valore që përhapen) për valët vëllimore, respektivisht [4], [6], [12].

Kështu, duke marrë në konsideratë lidhjen ndërmjet momentit sizmik të burimit dhe zvogëlimit të sforcimit në volumin e tij, për shkak të ndodhjes së tërmetit dhe çlirimit të energjisë së akumuluar nga përqendrimi i sforcimit, në trajtën parametrike (5):

$$\Delta\sigma = (0.44) \frac{M_0}{r^3} \quad (5)$$

mund të përcaktohet madhësia e burimit sizmik, që në rastin e modelit Brune dhe për tërmete të vegjël deri në të moderuar, ky i fundit konsiderohet rrethor (jo planar), me rreze  $r$  (km). Funksioni parametrik (5), në këtë mënyrë jep dhe një ide më të qartë të lidhjes ndërmjet përmasave të burimit dhe madhësisë së tërmetit korrespondues. Atëherë, lidhja ndërmjet frekuencës karakteristike, të spektrit sizmik, me përmasat e burimit

**FREKUENCA KARAKTERISTIKE E SPEKTRIT SIZMIK TË TËRMETEVE  
LOKALE NË TERRITORIN E SHQIPËRISE**

sizmik është unitare dhe ka trajtën parametrike (6):

$$f_0 = (0.37) \frac{v_s}{r} \text{ [Hz]} \quad (6)$$

Pra, frekuenca karakteristike është invers proporcional me përmasën maksimale të burimit sizmik dhe përcakton në spektrin sizmik pikën në të cilën me rritjen e mëtejshme të frekuencës energjia sizmike (amplituda spektrale) zvogëlohet  $\sim \omega^{-2}$  (fig. 3). Gjithashtu, frekuenca  $f_0$  është frekuenca spektrale në të cilën akumulohet rreth 75% e energjisë spektrale.

#### 4. REZULTATET DHE DISKUTIME

Rezultatet e përfuara për frekuencën karakteristike të spektrit sizmik, për tërmetet e analizuar, bashkëshoqërohen edhe me përcaktimin e njëkohshëm të parametrave të tjerë vatrore si rrezet e burimit  $r$ , momentin sizmik  $M_0$  dhe rënien e sforcimit  $\Delta\sigma$ , bazuar në aplikimin e teorisë përkatëse dhënë më lart, nëpërmjet rutinës SPEC të sistemit të analizës së të dhënave sizmologjike SEISAN (ver.11), [7].

Rezultatet tregojnë një variacion të  $f_0$ , në intervalin 0.6 – 21 Hz, me vlerë mesatare  $f_0 = 3.2$  Hz, si frekuenca karakteristike spektrale më probabël për klasën e tërmeteve të analizuar.

Vlerat i korrespondojnë përmasave të thyerjeve tektonike të rendit nga 200 m deri 10 km, duke mbështetur idenë që mikroaktiviteti i shpeshtë sizmik në territorin e Shqipërisë lidhet me aktivizimin e segmenteve dytësorë të thyerjeve tektonike. Rezultatet e përfuara përputhen studimet e mëparshme, të cilat konkludojnë që gjatësitë e segmenteve sizmike aktive, të thyerjeve tektonike që presin strukturat gjeologjike të Albanideve, variojnë në intervalin 16 – 45 km, [11].

**Tabela.2.(a)** rezultatet e analizës spektrale

ID	$f_0$ Hz	$r$ km	$M_0$ N m	$\Delta\sigma$ Pa
20080206005252	5.5	0.4	1.0E+13	1.1E+07
20080305040821	2.4	8.5	4.0E+14	8.2E+07
20080305064816	2.7	1.5	6.3E+13	1.2E+07
20080306064624	3.0	1.4	5.0E+13	1.7E+07
200803031080649	2.4	1.7	7.9E+12	2.1E+06
20080408073727	2.5	8.5	4.0E+13	3.9E+06
20080514191758	4.8	4.4	2.0E+13	5.1E+07
20080515235217	4.6	7.4	5.0E+12	8.0E+06
20080518224906	3.2	9.6	4.0E+13	4.3E+07
20080521190425	2.2	8.6	3.2E+13	2.7E+06
20080527004403	2.8	9.5	5.0E+12	5.6E+05
20080529133924	4.2	9.6	1.0E+13	9.8E+06
20080530204048	5.0	4.5	4.0E+12	1.1E+07
20080531114246	4.6	8.4	2.5E+13	2.7E+07
20080602080548	8.0	7.2	7.9E+12	3.6E+07
20080625180529	3.1	4.4	1.3E+14	2.6E+07
20090108120403	0.8	1.7	1.0E+16	2.7E+07
20090131121941	2.2	5.1	2.0E+14	2.9E+07
20090228173629	2.6	1.6	2.5E+14	3.1E+07
20090307185119	1.4	1.0	1.3E+15	1.7E+07
20090309003012	7.9	2.2	4.0E+12	1.4E+07
20090310083255	1.4	9.9	7.9E+14	2.2E+07
20090310221029	1.3	4.0	7.9E+13	1.7E+06
20090311024848	1.1	9.1	5.0E+14	3.0E+06
20090312185546	2.4	2.9	4.0E+13	7.8E+06
20090318162037	1.5	7.9	6.3E+14	1.2E+07
20090319153728	3.3	2.4	1.6E+14	2.1E+07
20090325122328	1.4	4.0	2.0E+15	3.8E+07
20090330194849	4.3	5.3	1.0E+13	2.7E+06
20090401072853	4.1	4.6	1.3E+13	6.7E+06
20090402054520	2.8	6.5	7.9E+13	1.2E+07
20090406003128	6.2	3.4	2.0E+13	4.8E+07
20090407134950	1.5	2.8	7.9E+13	1.2E+06
20090407160031	3.6	4.5	7.9E+12	5.4E+06
20090521121102	1.8	8.7	4.0E+13	1.5E+06
20090521132606	3.5	3.5	1.3E+14	5.3E+07
20090604223612	3.2	0.6	7.9E+12	1.1E+06
20090605213259	11.	3.1	3.2E+11	1.1E+06
20090612101235	21.	3.1	3.2E+12	1.1E+08
20090614051252	2.9	5.5	6.3E+13	1.1E+07
20090620102110	4.3	0.4	1.0E+13	1.2E+07
20090620170010	3.6	7.5	2.5E+13	1.2E+07
20090621060732	15.	6.1	6.3E+12	2.8E+07
20090621173505	5.4	0.3	2.0E+13	2.8E+07
20090621190516	6.3	9.3	1.0E+13	2.0E+07
20090624022432	7.5	0.2	1.3E+12	1.4E+06
20090624032855	4.7	1.6	2.5E+13	1.6E+07
20090627004510	3.8	0.6	1.3E+13	1.6E+07
20090627232441	2.4	6.8	7.9E+12	9.3E+05
20090906214941	0.6	2.2	7.9E+16	3.8E+07
20090906220119	1.9	8.8	6.3E+14	2.3E+07
20080206005252	5.5	0.4	1.0E+13	1.1E+07

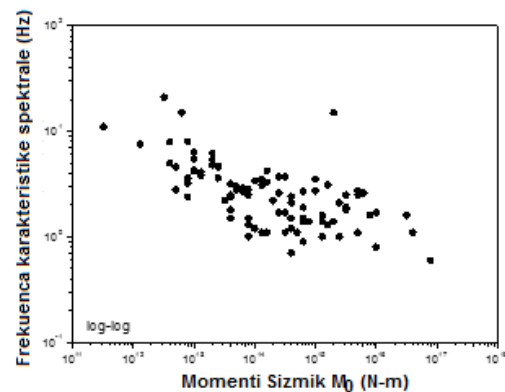
**Tabela.2.(b)** rezultatet e analizës spektrale

ID	$f_0$ Hz	r km	$M_0$ Nm	$\Delta\sigma MP$ a
20090906222442	3.7	9.5	2.5E+14	4.0E+07
20090906223601	3.4	5.5	1.0E+14	2.6E+07
20090906233130	2.5	1.6	7.9E+13	2.2E+07
20090907001112	4.2	8.5	1.6E+14	9.8E+07
20090907035257	3.0	3.4	5.0E+13	8.2E+06
20090907040337	2.8	5.6	5.0E+13	1.1E+07
20090907042212	1.0	5.3	7.9E+13	6.3E+05
20090907094836	0.9	1.5	6.3E+14	3.0E+06
20090907122145	1.2	3.2	1.0E+14	9.9E+05
20090907130418	1.5	5.9	4.0E+13	9.9E+05
20090907134230	1.1	1.2	1.6E+14	7.0E+05
20090907141930	1.1	7.2	1.3E+14	1.0E+06
20090907152029	1.2	0.2	4.0E+14	6.4E+06
20090913140317	1.7	0.8	2.5E+14	7.6E+06
20090915083740	1.4	9.9	6.3E+14	9.8E+06
20090917225306	15.0	1.1	2.0E+15	3.4E+08
20091111034332	1.0	6.3	1.3E+15	5.8E+06
20100506130605	2.7	2.7	6.3E+14	6.4E+07
20101011003437	1.7	0.9	1.0E+16	1.9E+08
20120505155506	1.1	1.3	5.0E+15	1.1E+07
20120904224340	1.3	1.1	1.6E+15	1.0E+07
20121126220514	1.6	0.9	1.3E+15	1.1E+07
20121127190621	3.5	0.5	1.0E+15	1.7E+08
20121128014946	2.5	0.7	3.2E+15	1.1E+08
20121213213927	2.1	0.7	2.5E+15	4.5E+07
20130622084109	2.5	0.7	5.0E+15	1.9E+08
20130630024737	1.1	1.4	5.0E+14	1.4E+06
20130804234556	0.7	1.9	4.0E+14	3.0E+05
20130815154943	1.1	1.3	3.2E+14	7.7E+05
20131121194529	1.0	1.7	2.5E+15	1.0E+07
20140117194231	3.7	0.5	3.2E+14	4.8E+07
20140120060014	1.8	0.9	3.2E+15	3.6E+07
20140308151231	3.1	0.5	1.6E+15	9.5E+07
20140406125638	1.5	1.0	4.0E+14	3.4E+06
20140421212528	1.9	1.1	3.2E+15	6.1E+07
20140512005433	1.6	1.2	3.2E+16	3.0E+08
2014 519005918	1.1	1.4	4.0E+16	1.1E+08
2014 519012528	2.1	0.7	4.0E+14	1.1E+07
20141229203411	1.7	1.1	1.0E+16	8.7E+07
20150124170154	1.7	1.1	3.2E+14	5.0E+06
20150207015621	2.6	0.7	6.3E+15	2.3E+08
20150216202309	2.7	0.7	1.0E+15	4.8E+07
20150228170727	2.4	0.6	4.0E+14	1.5E+07
20150706134214	2.7	0.7	5.0E+15	2.0E+08
20151101062617	1.6	1.0	7.9E+15	9.2E+07

Në mënyrë korresponduese, edhe vlerat e përfuara për momentin sizmik,  $M_0$ , variojnë në intervalin  $10^{11}$ - $10^{16}$  Nm, ku vlera më e ulët i korrespondon magnitudës  $M_w = 1.6$  (pasgoditje) dhe ajo më e larta i korrespondon  $M_w = 5.2$ , të tërmetit të Dibrës së 6 Shtatorit 2009, më i forti këto 10 vitet e fundit. Zvogëlimi i sforcimit gjatë fazës sizmike dhe post-

sizmike (relaksimit) varion në intervalin e vlerave  $0.3 \leq \Delta\sigma \leq 340$  bar. Rezultatet e mësipërme janë përmbledhur në tabelën 2 (a/b).

Bazuar në rezultatet e përfuara, në këtë studim janë konfrontuar vlerat e frekuencës spektrale karakteristike  $f_0$  me momentin sizmik  $M_0$ , me qëllim analizimin e varësisë ndërmjet këtyre dy parametrave të rëndësishëm të burimit sizmik. Kryesisht të dukshme në klasën e tërmeteve të moderuar,  $M_w \geq 3.5$ , dhe duke supozuar një zvogëlim konstant të sforcimit në burim gjatë fazës sizmike ( $\Delta\sigma = C \cdot t$ ), vrojtohet qartë zvogëlimi i frekuencës karakteristike me rritjen e momentit sizmik, dhe rrjedhimisht me rritjen e magnitudës së tërmetit. Ky rezultat përputhet më së miri me parimin e përgjasisë vetjake të tërmeteve (fig. 4), veçanërisht në intervalin e normës së zvogëlimit të sforcimit  $\Delta\sigma$  10-12 bar.



**Fig.4.** Varësia e frekuencës karakteristike, të spektrit sizmik të tërmeteve lokal të Shqipërisë, nga madhësia e tërmetit (momenti sizmik i vrojtuar).

Ky trend është në përputhje të mirë edhe me vrojtimet në mbarë botën [2]. Frekuenca karakteristike luan rol shumë të rëndësishëm në përcaktimin spektral të përmasave të burimit sizmik dhe normës së zvogëlimit të sforcimit në burim. Kjo frekuencë ndikohet fuqishëm nga kushtet lokale të gjeologjisë dhe tektonikës përmes efektit të shuarjes dhe dispersionit të energjisë sizmike, gjatë



kalimit të valëve sizmike vëllimore përmes këtij mjedisi. Si rrjedhojë, për të përftuar një vlerësim mesatar sa me real të  $f_0$ , nevojitet korigjimi i duhur i spektrit sizmik në lidhje me këto efekte. Rezultatet e përfuara e mbështesin në mënyrë implicite këtë fakt, bazuar në modelin lokal të shuarjes që është marrë në konsideratë [6], [10], [12].

## 5. KONKLUZIONE

Aplikimi i analizës spektrale, mbi regjistrimet sizmike instrumentale për tërmetet lokale, mundëson përcaktimin me saktësi të mirë të parametrave spektral të burimit sizmik, duke marrë në konsideratë edhe karakteristikat lokale të gjeologjisë dhe tektonikës nëpërmjet ndikimit të efekteve që ky mjedis shkakton mbi valët sizmike vëllimore kalimtare.

Rezultatet e përfuara për 95 burime sizmike lokale, japin të dhëna interesante mbi kushtet lokale të gjenerimit të aktivitetit sizmik në territorin e Shqipërisë.

Vlerat e përfuara për frekuencën karakteristike spektrale  $f_0$  (0.6 -21 Hz), janë të përputhshme si me kushtet lokale të gjenerimit të tërmeteve ashtu edhe me rezultatet e përfuara nga studime të mëparshme.

Bazuar në këtë parametër spektral shumë të rëndësishëm janë vlerësuar edhe përmasat korresponduese të burimeve sizmike të marra në shqyrtim, momenti i tyre sizmik si dhe norma e zvogëlimit të sforcimit gjatë tërmetit, të cilat variojnë respektivisht: 0.2- 9.9 km,  $10^{11} \leq M_0 \leq 10^{16}$  Nm dhe  $0.3 \leq \Delta\sigma \leq 340$  bar. Këto vlera mbështesin faktin që aktiviteti më i shpeshtë sizmik lokal në territorin e Shqipërisë, shkaktohet nga aktivizimi i segmenteve të kufizuar të thyerjeve tektonike, të cilat ndajnë dhe spostojnë në mënyrë shumë heterogjene strukturat tektonike dhe gjeologjike të Albanideve.

## REFERENCA

- [1] G. L. Choy and J. L. Boatwright. Radiated seismic energy and energy magnitude, NMSOP, vol. 2, IS. 3.6, August 2002. DOI: 10.2312 / GFZ.NMSOP-2\_IS\_3.6.
- [2] Ch. H. Scholtz. The mechanics of earthquakes and faulting, 2nd ed., Cambridge University Press, ISBN 0-521-65540-4 (2005).
- [3] K. Aki. *Scaling law of seismic spectrum*. J. Geophys. Res. 72. 1217-1231. (1967).
- [4] N. J. Brune. Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes. J. Geophys. Res. 75. 4997-5009. (1970).
- [5] B. Muço. *The collision between Adria and Albanian orogene on the light of focal mechanism solutions*. 10<sup>th</sup> ECEE. Duma (ed.) © 1995 Balkema. Rotterdam. ISBN 9054105283. (1995).
- [6] E. Dushi. Application of the quadratic velocity spectra for the radiated seismic energy determination, from the earthquakes in Albania, PhD theses, Polytechnic University of Tirana, 15 December 2011.
- [7] J. Havskov and L. Ottemöller. *SEISAN: the earthquake analysis software*. version 10.4. Institute of Solid Earth Physics. University of Bergen. Bergen. Norway (2016);
- [8] V. Peçi. And Sh. Shubleka. *A new elaboration of earthquakes in Albania and surrounding area for the period 1964-1995*. Albanian Journal of Natural & Technical Sciences (AJNTS). Academy of Sciences of Albania. Vol. X (VI-th year). No. 1. (2001).
- [9] Dushi. E.. Rama. B.. Koçi. R.. Begu. E.. Bozo. Rr. *Source spectral parameters of moderate earthquakes in Albania*. 17<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific

Conference & Expo (SGEM2017). June 27-July 06 2017. Bulgaria. (Paper publishing-confirmation [SGEM17/17253/29.03.2017](https://doi.org/10.3997/17253/29.03.2017)). (2017)

[10] Dushi, E. *Application of Coda Q Method on Broad Band Recordings, from Local Earthquakes, in Albania*. (2013). 7<sup>th</sup> Congress of the Balkan Geophysical Society. EAGE EartDoc publications. DOI: [10.3997/2214-4609.20131695](https://doi.org/10.3997/2214-4609.20131695).

[11] Aliaj, Sh. *Neotectonics of Albania*. Monograph, KLEAN Publisher, (ISBN: [978-9928-4122-0-1](https://doi.org/10.3997/2214-4609.20131695)), Tirana, Albania, (2012).

[11] Rama, B., Dushi, E. (2017) *Radiated Seismic Energy based on source parameters: calibration of a local energy-magnitude scale for moderate earthquakes in Albania*. Earth and related Environmental sciences, eISSN: 1339-9071, cdISSN: 1339-3561, ISBN: 978-80-554-1337-2.

# LLOGARITJA E ELEMENTËVE BETONARME NË PËRDREDHJE TË PËRFORCUAR ME FRP (FIBER REINFORCED POLYMER)

Igli KONDI<sup>1</sup>, Julian KASHARAJ<sup>2</sup>, Elvis CAPO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universiteti Politeknik i Tiranës, FIN, Departamenti i Konstruksioneve të Ndërtimit dhe Infrastrukturës së Transportit

## ABSTRACT

### Design of reinforced concrete elements under torsional effect strengthened with FRP (Fiber Reinforced Polymer).

Under torsion effect, a RC element will be under compressive and tensile stresses. These stresses create a 45° angle with the longitudinal axis of the element. All the compressive stresses are held by concrete so the problems remain with the main tensile stresses. These stresses are held by longitudinal and lateral (stirrups) reinforcing steel. Failure from torsion comes from concrete destruction from compressive stresses or from destruction of reinforcing steel. For many reasons the torsional strength of a member needs to be increased. One method used lately is the reinforcing with FRP. FRP effect in the torsional strength is the same with stirrups. This is the reason why the ultimate torsional moment strength from FRP is added to ultimate torsional strength of the stirrups giving total torsional moment strength of the section. The effect of FRP reinforcing is very small. This article aims to show how the necessary amount of FRP can be calculated for the reinforcing of RC member that is under torsional effect.

This article is the first attempt to show how the above calculation is performed. The intention of this material is to give the reader a clear idea of role, effect, quantity, design method and the application of reinforcing polymer fiber in strengthening of reinforced concrete element under torsional effect.

## QËLLIMI

*Nën efektin e momentit përdredhës, në elementin betonarme do të krijohen sforcime kryesore tërheqëse dhe shtypëse. Këto sforcime krijojnë një kënd 45° me aksin gjatësor të elementit. Betoni i përballon mirë sforcimet kryesore shtypëse. Mbeten problem sforcimet kryesore tërheqëse. Këto sforcime përballohen nga armatura përkatëse gjatësore dhe tërthore (stafat). Shkatërrimi nga momenti përdredhës mund të vijë ose si rezultat i shtypjes (thërmimit) të betonit të shtypur, ose si rezultat i këputjes së armaturës.*

*Për arsye të ndryshme nevojitet të rritet aftësia mbajtëse në përdredhje e një elementi betonarme. Një nga mënyrat që përdoret më shpesh kohët e fundit është përforcimi me FRP. Roli i FRP në rritjen e aftësisë mbajtëse në përdredhje, nga pikëpamja cilësore, është i njëjtë me atë të stafave. Kjo është arsyeja pse momenti përdredhës mbajtës kufitar prej FRP mbledhet me momentin përdredhës kufitar të stafave, duke na dhënë një moment përdredhës shumator kufitar mbajtës. Përforcimi me FRP nuk ndikon pothuajse fare në rritjen e aftësisë mbajtëse të betonit. Në këtë artikull synohet të tregohet se si mund të llogaritet sasia e nevojshme e fibrave përforcuese polimere (FRP) të nevojshme për përforcimin e një elementi betonarme që punon në përdredhje. Ky artikull është përpjekja e parë në vendin tonë për të treguar se si kryhet llogaritja e mësipërme. Ai ka për qëllim që të krijojë një ide sa më të qartë tek lexuesi për rolin, efektin, sasinë, mënyrën*

*e llogaritjes dhe të vendosjes së fibrave përforcuese polimere në përforcimin e elementëve betonarme nën efektin e momentit përdredhës.*

## HYRJE

Aftësia mbajtëse në përdredhje e një elementi realizohet nga betoni, i cili përballon kryesisht sforcimet kryesore shtypëse, për arsye se punon keq në tërheqje, si edhe nga armatura e çelikut (gjatësore dhe tërthore), e cila përballon pjesën më të madhe të këtyre sforcimeve tërheqëse. Pra, faktorët që ndikojnë në aftësinë mbajtëse të elementit betonarme në përdredhje janë përmasat e seksionit tërthor, klasa e betonit, sasia e armaturës së çelikut (gjatësore dhe tërthore), rezistenca e armaturës, etj. Në rast se momenti përdredhës nga ngarkesat e jashtme e tejkalon momentin përdredhës mbajtës, atëherë është e nevojshme që ky seksion tërthor të përforcohet. Një nga metodat e përforcimit, ajo nëpërmjet fibrave polimere FRP, është paraqitur në këtë artikull. Përveçse janë treguar mënyrat e vendosjes së FRP, janë dhënë gjithashtu edhe formulat llogaritëse të aftësisë mbajtëse të elementit të përforcuar me FRP që ndodhet nën efektin e përdredhjes. Një shembull llogaritës, ku tregohet në mënyrë konkrete llogaritja e një elementi në përdredhje të përforcuar me FRP, paraqitet në fundin e artikullit.

## PËRMBAJTJA

### 1. Përforcimi me FRP i elementit në përdredhje.

Përdoren zakonisht FRP njëdrejtimëshe apo edhe dydrejtimëshe (thurje) të përbëra nga një apo disa shtresa. Shiritat një drejtimësh mund të jenë të larguar nga njëri – tjetri ose të vendosur ngjitur me njëri – tjetrin. Drejtimi punues i FRP duhet të formojë një kënd  $\beta = 90^\circ$  me aksin gjatësor të elementit që përforcohet. Është gjithashtu e detyrueshme që FRP të përshtjellin të gjithë seksionin tërthor të elementit, siç tregohet në figurën 1.



Fig. 1

### 2. Aftësia mbajtëse ndaj momentit përdredhës të një elementi të përforcuar me FRP

Në rastin e një elementi betonarme me seksion tërthor katërkëndor, apo të një elementi me seksion T dhe me FRP të tipit unazor, që përshtjell të gjithë seksionin tërthor të elementit, momenti përdredhës kufitar që përballon elementi jepet nga shprehja (1):

$$T_{Rd} = \min \{T_{Rd,s} + T_{Rd,f}, T_{Rd,l}, T_{Rd,max}\} \quad (1) [2]$$

$$T_{Rd,max} = 2 \cdot v_1 \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta \quad (2) [1]$$

Momenti përdredhës kufitar mbajtës, i dhënë nga shprehja (2), lidhet me aftësinë mbajtëse në shtypje të betonit. Nëse momenti përdredhës veprues është më i madh se ai, atëherë elementi shkatërrohet si rezultat i thërmimit të betonit. Ky shkatërrim është jo duktil dhe duhet shmangur. Në këtë rast duhet detyrimisht të rritim përmasat e seksionit tërthor të elementit ose klasën e betonit, deri sa momenti përdredhës veprues të jetë më i vogël se vlera e momentit përdredhës mbajtës, e përcaktuar nga shprehja (2).

$$T_{Rd,l} = 2 \cdot A_k \cdot f_{yd} \cdot t \cdot g\theta \cdot A_{sl}/u_k \quad (3) [1]$$

Momenti përdredhës kufitar mbajtës, i dhënë nga shprehja (3) lidhet me aftësinë mbajtëse të armaturës gjatësore.

$$T_{Rd,s} = (2 \cdot A_k \cdot \cotg\theta \cdot f_{ywd} \cdot A_{sw})/s \quad (4) [1]$$

Momenti përdredhës kufitar mbajtës i dhënë nga shprehja (4) lidhet me aftësinë mbajtëse të armaturës tërthore. Shprehjet (2), (3), (4) janë marrë nga EC 2.

Momenti përdredhës kufitar mbajtës i elementit të përforcuar me FRP jepet nga shprehja (5):

$$T_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 2 \cdot f_{fed} \cdot t_f \cdot b \cdot h \cdot \frac{b_f}{p_f} \cdot c \cdot \text{tg}\theta \quad (5) [2]$$

$\gamma_{Rd}$  – koeficient i pjesshëm sigurie, pranohet në këtë rast 1.2

Duhet respektuar këta kufij në vendosjen e shiritave të FRP [2]:

$$50\text{mm} \leq b_f \leq 250\text{mm} \quad (6)$$

$$b_f \leq p_f \leq \min\{0.5d, 3b_f, b_f + 200\text{mm}\} \quad (7)$$

Në qoftë se rezulton  $\min\{0.5d, 3b_f, b_f + 200\text{mm}\} < b_f$ , atëherë duhet të përdoren FRP me të tjera karakteristika gjeometrike dhe mekanike.

Në qoftë se në element kemi veprim të njëkohshëm të forcës prerëse dhe të momentit përdredhës, atëherë:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} \leq 1 \quad (8) [2]$$

Përcaktimi i sasisë së FRP prej momentit përdredhës duhet të jetë i pavarur nga përcaktimi i sasisë së FRP prej forcës prerëse. Sasia totale e FRP është sa shuma e sasive përkatëse. Duhet patur parasysh që vlera e këndit  $\theta$  (këndi i pjerrësisë së biellave të shtypura) duhet të pranohet i njëjtë gjatë dy llogaritjeve. Vlera më e përdorshme është  $\theta = 45^\circ$ .

### 3. Shembull llogaritës

Analizohet një element betonarme (tra) që punon në përdredhje. Momenti përdredhës

veprues  $T_{Ed} = 25000\text{daNm}$ ; seksioni tërthor katërkëndësh kënddrejtë me gjerësi  $b = 30\text{cm}$  dhe lartësi  $h = 50\text{cm}$ ; betoni C25/30,  $f_{cd} = 141.7\text{daN/cm}^2$ ,  $f_{ctd} = 12\text{daN/cm}^2$ ; çeliku S500,  $f_{yd} = 4348\text{daN/cm}^2$ ; moduli i elasticitetit të FRP  $E_f = 2350000\text{daN/cm}^2$ ;  $A_{sl} = 6\Phi 16 = 12.06\text{cm}^2$ ; janë vendosur stafa (vetëm për përdredhjen) me diametër 8mm çdo 15cm.

Përdorim shprehjet (2), (3), (4) për të llogaritur vlerat e momenteve përdredhës.

$$TR_{d,max} = 2 \cdot v_1 \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta \quad (2)$$

$$v_1 = 0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250) = 0.6 \cdot (1 - 25/250) = 0.54$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$A = b \cdot h = 30 \cdot 50 = 1500\text{cm}^2$$

$$u = 2 \cdot (b+h) = 2 \cdot (30+50) = 160\text{cm}$$

$$t = A/u = 1500/160 = 9.375\text{cm}$$

$$b_i = b - t = 30 - 9.375 = 20.625\text{cm}$$

$$h_i = h - t = 50 - 9.375 = 40.625\text{cm}$$

$$A_k = b_i \cdot h_i = 20.625 \cdot 40.625 = 837.9\text{cm}^2$$

$$u_k = 2 \cdot (b_i+h_i) = 2 \cdot (20.625 + 40.625) = 122.5\text{cm}$$

$$TR_{d,max} =$$

$$2 \cdot 0.54 \cdot 1 \cdot 141.7 \cdot 837.9 \cdot 9.375 \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ = 600891\text{daNcm}$$

$$TR_{d,l} = 2 \cdot 837.9 \cdot 4348 \cdot 1 \cdot 12.06 / 122.5 = 717336\text{daNcm}$$

$$TR_{d,s} = (2 \cdot 837.9 \cdot 1 \cdot 4348 \cdot 1) / 15 = 485758\text{daNcm}$$

Atëherë:

$$T_{Ed} = 250000\text{daNcm} < TR_{d,max} = 600891\text{daNcm}$$

$$T_{Ed} = 250000\text{daNcm} < TR_{d,l} = 717336\text{daNcm}$$

$$T_{Ed} = 250000\text{daNcm} < TR_{d,s} = 485758\text{daNcm}$$

Pra, elementi është i siguruar nga veprimi i momentit përdredhës. Supozojmë se vlera e momentit përdredhës veprues rritet dhe arrin vlerën  $500000\text{daNcm} > TR_{d,s} = 485758\text{daNcm}$ . Duhet të përdorim FRP. Për të llogaritur momentin përdredhës që perballon elementi i përforcuar me FRP përdorim shprehjen (5):

## LLOGARITJA E ELEMENTËVE BETONARME NË PËRDREDHJE TË PËRFORCUAR ME FRP (FIBER REINFORCED POLYMER)

$$T_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 2 \cdot f_{fed} \cdot t_f \cdot b \cdot h \cdot \frac{b_f}{p_f} \cdot c \cdot \text{tg}\theta \quad (5)$$

$\gamma_{Rd}$  – koeficient i pjesshëm sigurie, pranohet në këte rast 1.2

$t_f = 1.2\text{mm} = 0.12\text{cm}$

$\text{cotg}\theta = 1$

$\beta = 90^\circ$ ,  $\text{cotg}\beta = 0$ .

$b_f = 5\text{cm}$

$p_f = 10\text{cm}$

Gjithashtu  $f_{fed} = 202.4\text{N/mm}^2$

$$T_{Rd,f} = \frac{1}{1.2} \cdot 2 \cdot 202.4 \cdot 1.2 \cdot 300 \cdot 500 \cdot \frac{50}{100} \cdot 1 = 303600 \text{ daNcm}$$

$$TR_{d,s} + TR_{d,f} = 485758 + 303600 = 789358 \text{ daNcm}$$

Pas përforcimit me FRP elementi është i siguruar përsëri pasi:

$$T_{Ed} = 500000 \text{ daNcm} < T_{Rd,max} = 600891 \text{ daNcm}$$

$$T_{Ed} = 500000 \text{ daNcm} < T_{Rd,l} = 717336 \text{ daNcm}$$

$$T_{Ed} = 500000 \text{ daNcm} < T_{Rd,s} + T_{Rd,f} = 789358 \text{ daNcm}$$

### PËRFUNDIME

Siç shikohet përforcimi me anë të fibrave përforcuese polimere të elementëve betonarme që punojnë në përdredhje është

një metodë efikase për të siguruar këta elementë nga veprimi i ngarkesave të paparashikuara gjatë fazës së projektimit. Këto ngarkesa mund të veprojnë në strukturën ekzistuese duke rritur momentet përdredhës në elementë të veçantë të saj. Përforcimi me FRP, përveç sigurisë ofron edhe lehtësi në zbatim, mungesë të ndërhyrjeve të thella në elementët ekzistues betonarme, mosçnim të anës estetike, etj. Nga shembulli llogaritës vihet re se prania e disa petezave me FRP me trashësi 1.2mm rriti ndjeshëm aftësinë mbajtëse të elementit që punon në përdredhje. Edhe pse momenti veprues në këtë shembull u rrit dy herë, përsëri përforcimi me FRP e përballon momentin e dyfishuar.

### LITERATURA

[1] **Eurocode 2**. November 2005.

[2] **CNR (COMMISSIONE NAZIONALE DELLE RICERCHE)** – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi di consolidamento statico mediante l'utilizzo di composite fibrorinforzati. Marzo 2012.

# OPINION MINING: ANALIZIMI I TEKNIKAVE QË PËRDOREN PËR KLASIFIKIMIN E OPINIONEVE

Nelda KOTE<sup>1</sup>, Marenglen BIBA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamenti i Bazave të Informatikës, Fakulteti i Teknologjisë së Informacionit, Universiteti Politeknik i Tiranës

<sup>2</sup>Departamenti i Shkencave Kompjuterike, Universiteti i New York Tirana

## ABSTRACT

Opinions and thoughts have always influenced our behavior and play a key role in human life. Usually, before booking online a hotel room, we read the customers' opinions. Nowadays, the analysis of opinions for products, movies, hotels, or other services on social media has an important role in our daily life. The business to improve their services are interested in using tools to analyze and extract information from their customers' opinions. Opinion mining involves the use of natural language processing, text analysis, and computational linguistics methods to identify and extract subjective information from unstructured text opinions. In this paper, we present a review of recent research on techniques used in mining opinion to classify, analyze, or extract information from opinions about products or services on social media.

## QËLLIMI

*Opinionet dhe mendimet kanë ndikuar gjithmonë në sjelljen tonë dhe kanë një rol kyç në jetën njerëzore. Shumë nga ne para se të rezervojnë online një dhomë hoteli gjithmonë lexojnë opinionet e klientëve që e kanë vizituar atë më parë. Kështu në ditët e sotme analizimi i opinioneve për produktet, filmat, hotelet, apo shërbime të tjera në mediat sociale luan një rol shumë të rëndësishëm në jetën e përditshme. Shumë biznese për të përmirësuar shërbimet e tyre janë të interesuar në aplikimin e mjeteve kompjuterike për analizimin dhe nxjerrjen e informacionit nga opinionet e klientëve të tyre. Analizimi i opinioneve që në anglisht njihet me termin opinion mining i referohet përdorimit të metodave të procesimit të gjuhës natyrore, analizimit të tekstit dhe lingistikës kompjuterike për të identifikuar dhe nxjerrë informacione subjektive nga opinione në formë tekstesh të pa strukturuara. Në këtë punim ne kemi realizuar një përmbledhje të teknikave kompjuterikë të përdorura në opinion mining për klasifikimin, analizimin dhe nxjerrjen e informacionit nga opinionet për produkte apo shërbime në mediat sociale.*

## 1. HYRJJE

Sot mediat sociale ndikojnë në mënyrën se si njerëzit komunikojnë me njëri-tjetrin. Njerëzit kalojnë një kohë relativisht të konsiderueshme të ditës së tyre në këto media dhe ka një numër gjithmonë e në rritje të opinioneve për produkte, fenomene apo aspekte të ndryshme shoqërore të postuara në to. Në anketimin e realizuar nga *BrightLocal*<sup>1</sup> në vitin 2018, 86% e të anketuarve kishin lexuar një opinion në mediat sociale, 50% e tyre i lexonin ato përditë dhe 91% e të anketuarve besonin në këto opinione dhe i kanë marr parasysh në vendimet e tyre. Analizimi i opinioneve në mediat sociale ndihmon individët gjatë vendimmarrjeve të tyre apo bizneset në vendimet strategjike për rritjen e biznesit të tyre. Kjo e bën analizimin e opinioneve dhe *opinion mining* një fushë shumë të rëndësishme.

Në këtë artikull kemi realizuar një vështrim të përgjithshëm mbi teknikat që përdoren për *opinion mining* duke analizuar rreth 50 artikuj të publikuar në vitet 2011-2018. Disa nga aplikimet e *opinion mining* janë klasifikimi i opinioneve sipas polaritetit të tyre, nxjerrja e informacioneve rreth aspekteve të ndryshme të një produkti apo shërbimi, analizimi subjektivë i opinioneve, identifikimi i opinioneve false dhe përmbledhja e opinioneve. Fokusi i punimit tonë është identifikimi i teknikave të cilat aplikohen për klasifikimin e opinioneve sipas polaritetit të tyre. Këto teknika mund të klasifikohen si *machine learning* dhe *lexicon-based*. Në shumë punime kërkimore këto dy teknika janë përdorur së bashku duke krijuar një teknikë hibride. Këto teknika mund të jenë të supervizuara ose jo, të kenë nevojë ose jo për një korpus trajnimi.

Struktura e punimit është: në pikën 2 jepet një vështrim i përgjithshëm mbi *opinion mining*, në pikën 3 analizohen nivelet e

*opinion mining*, në pikën 4 trajtohen teknikat që përdoren për klasifikimin e opinioneve, në pikën 5 jepen kriteret e vlerësimit të performancës së një metode dhe në pikën 6 konkluzionet e punës tonë.

## 2. OPINION MINING

*Opinion mining*, njohur edhe si *sentiment analysis*, në shqip analizimi i mendimeve, ka si qëllim zhvillimin e metodave të cilat analizojnë opinionet të shprehura në formë teksti të pa strukturuar për identifikim të mendimeve, emocioneve dhe ndjenjave që ato shprehin. Një opinion përcaktohet si “një deklaratë, pikëpamje, qëndrim apo emocion subjektivë rreth një entiteti ose aspektit të entitetit nga ai që e ka dhënë”. Opinionet mund të jenë të dy tipi: opinion i rregullt që shpreh një mendim rreth një entiteti të caktuar ose opinion krahasues që shpreh një mendim për një entitet duke e krahasuar me një entitet tjetër. Autori në [1] e përcakton një opinion si një set të përbërë nga pesë elementë, (*e, a, s, h, t*), ku *e* është emri i entitetit, *a* është një aspekt i entitetit *e*, *s* është ndjenja e aspektit *a* të entitetit *e*, *h* është personi që shpreh opinionin, dhe *t* është koha kur opinionin shprehet nga *h*, ku p.sh. *s* mund të jetë pozitive, negative, neutrale ose një vlerësim me yje, 1-5 yje, etj. Bazuar në këtë përkufizim, *opinion mining* duhet të vlerësojë dhe përcaktojë pesë elementët e opinionit.

*Opinion mining* përfshin detyra të ndryshme të cilat janë analizuar në detaje në [1], ku përmendim: klasifikimi i opinioneve, analizimin e subjektivitetit të ndjenjave, identifikimi i aspekteve dhe entiteteve, përmbledhja dhe kërkimi i opinioneve, analizimi i debateve dhe komenteve, identifikimi i opinioneve false, përmbledhja e opinioneve, etj.

*Opinion mining* ka aplikim të gjerë në fusha ku duhet të kuptojmë mendimet e qenieve njerëzore. Një nga aplikimet tipike dhe më të përhapura sot është në fushën e biznesit.

---

<sup>1</sup><https://www.brightlocal.com/research/local-consumer-review-survey/>



Bizneset përdorin këto teknika për të analizuar opinionet e klientëve për produktet apo shërbimet e tyre të cilat i ndihmojnë për të marrë vendime strategjike në të ardhmen [2]. Një tjetër aplikim është përdorimi i këtyre metodave nga qeveria për të identifikuar dhe kuptuar atë që qytetarët vërtet kanë nevojë dhe duan [3]. Në punimin [4] autorët kanë përdorur teknikat *opinion mining* për të analizuar dhe parashikuar rezultatet e zgjedhjeve parlamentare të Komisionit Evropian nëpërmjet opinionëve të shprehur në Twitter.

Në varësi të korpuseve të opinionëve, *opinion mining* mund të jetë: *in-domain opinion mining* kur korpusi i opinionëve i trajnimit dhe i testimit janë të të njëjtës fushë; *multi-domain opinion mining* kur të dy korpuset përbëhen nga opinionë të fushave të ndryshëm, *cross-domain opinion mining* kur korpusi i trajnimit është nga një fushë dhe korpusi i testimit është nga një fushë tjetër dhe *cross-lingual opinion mining*, kur korpuset e opinionëve janë në gjuhë të ndryshme. Në shumicën e punimeve të studiuara gjatë këtij punimi korpuset e opinionëve përpara se të përdoren për të trajnuar dhe testuar një model kalojnë në një fazë paraprocesimi. Disa nga këto metodat që mund të përmendim janë *n-gram*, *TF-IDF*, përdorimi i etiketave të *part-of-speech tagging*, *lemmatizations* ose *stemming*, etj. Kërkues të ndryshëm kanë realizuar punime përmbledhëse rreth *opinion mining*, tre nga të cilat janë [1], [5] dhe [6].

### 3. NIVELET E OPINION MINING

Punimet përmbledhëse të kohëve të fundit përcaktojnë se *opinion mining* mund të realizohet në tre nivele: në nivel dokumenti, në nivel fjalie dhe në nivel aspekti.

#### a. *Nivel dokumenti*

*Opinion mining* në nivel dokumenti është niveli më i lartë i abstraktimit gjatë analizimit të opinionëve. Në këtë nivel një opinion konsiderohet si një dokument i

vetëm dhe qëllimi i tij është të klasifikojë opinionin sipas polaritetit të tij (pozitivë, neutral, negativë, etj.), pa analizuar në detaje aspekte, entitet apo ndjenjat e shprehura në të [1]. Klasifikimi i opinionëve në këtë nivel mund të konsiderohet si klasifikim tradicional i dokumenteve tekst.

#### b. *Nivel fjalie*

Analizimi i opinionëve në nivel dokumenti është shumë i përgjithshëm, për këtë gjë kërkuesit janë përqendruar në metoda për një analizë më të detajuar në nivel fjalie. *Opinion mining* në nivel fjalie ka si qëllim të analizojë dhe klasifikojë çdo fjali të opinionit më vete duke marrë një informacion më të detajuar për polaritetin e opinionit se sa në nivel dokumenti. Por dhe kjo metodë nuk është shumë e detajuar duke qenë se një fjali trajtohet dhe klasifikohet si të ishte një dokument. Fjalitë në një opinion mund të jenë subjektive që nuk shprehin një mendim dhe objektive që shprehin një mendim. Në një opinion për çdo fjali fillimisht përcaktohet nëse ajo është subjektive apo objektive. Më pas vetëm për fjalitë objektive përcaktohet polariteti i tij. Polariteti i opinionit në tërësi (të përbërë nga shumë fjali) vlerësohet si bashkim i polariteteve të çdo fjalie [1].

#### c. *Nivel aspekti*

Klasifikimin në nivel dokumenti i një opinion si pozitivë mund të mos përcaktojë që opinionin është pozitivë për të gjitha aspektet e entitetit ashtu edhe në rastin e klasifikimit si opinion negativë mund të mos përcaktohet që shpreh një mendim negativ të autorit për të gjitha aspektet e entitetit. *Opinion mining* në nivel aspekti realizon një analizë më të detajuar të opinionit duke analizuar dhe nxjerrë informacion për aspekte të ndryshme të entitetit apo entiteteve për të cilin jepet opinionin. Autori në [1] shprehet se *opinion mining* në nivel aspekti konsideron opinionin në vetvete në vend të strukturës gjuhësore të tij. Qëllimi është të identifikohen dhe nxirren aspektet për entitetin apo entitetet nga opinionin dhe më

pas të specifikohet polariteti i tyre. Autorët në punimin [40] shprehen se ky nivel jep rezultate më të sakta.

#### 4. TEKNIKAT E KLASIFIKIMIT TË OPINIONEVE

Në këtë pjesë kemi analizuar dhe klasifikuar teknikat që përdoren për klasifikimin e opinioneve. Këto teknika i kemi kategorizuar në dy grupe: *machine learning* dhe *lexicon-based*. Tabela 1 paraqet një përmbledhje të punimeve të trajtuara.

##### a. Teknikat machine learning

*Machine learning* është një fushë e inteligjencës artificiale që studion teknika dhe algoritme që mësojnë njohuri nga të dhënat dhe parashikojnë rezultate për të dhëna të reja. Në rastin e *opinion mining*, një algoritëm mëson polaritetin e opinioneve duke u trajnuar me një korpus opinionesh të etiketuar, si psh. opinione pozitive dhe negative ose identifikon polaritetin e opinionit nga një korpus i paetiketuar dhe njohuritë e fituara përdoren për parashikimin e polaritetit të opinioneve të reja. Teknikat *machine learning* klasifikohen si: teknika të supervizuara (ang. *supervised learning*), teknika gjysmë të supervizuara (ang. *semi-supervised learning*) dhe teknika të pa supervizuara (ang. *unsupervised learning*).

##### i. Teknikate supervizuara

Teknikat e supervizuara ndërtojnë një model duke mësuar njohuri nga të dhëna të etiketuar për attribute/karakteristika të caktuara dhe i përdorin ato për parashikimin e attributeve/karakteristikave për të dhëna të reja të paetiketuara. Në *opinion mining* këto teknika trajnohen dhe mësojnë nga korpus opinionesh të etiketuar për polaritetin e tyre si pozitivë, negativë, etj. dhe me pas modeli i krijuar përdoret për parashikimin e polariteti të opinioneve të reja. Performanca e këtyre teknikave varet nga sasia e të dhënave të etiketuara me të cilat trajnohen. Rritja e sasisë së të dhënave trajnuese rrit performancën po në të njëjtën kohë rrit dhe koston e përdorimit të tyre.

Një nga punimet e para për klasifikimin e opinioneve në *opinion mining* është [7] që vlerëson në mënyrë eksperimentale performancën e tre algoritmeve të supervizuara Naive Bayes, SVM dhe Maximun Entropy në një korpus opinionesh filmash të klasifikuar në dy nivele si pozitive dhe negative. Rezultatet tregojnë që këto algoritme në klasifikimin e opinioneve kanë performancë më të ulët se sa në klasifikimin tradicional të tekstit dhe ka shumë sfida që duhen adresuar në të ardhmen.

*Naive Bayes (NB)*: është një nga klasifikatorët më të thjeshtë dhe popullor në klasifikimin e teksteve. NB ka eficiencë të lartë dhe kërkon një bashkësi të vogël të dhënash për tu trajnuar. Ai i konsideron karakteristikat e përdorura të pa varura nga njëra-tjetra. Autorët në punimin [8] kanë propozuar një sistem i cili analizon opinionet e klientëve për produkte në nivel fjalie dhe aspekti. Ata kanë përdorur klasifikatorin NB për të identifikuar nëse një fjali shpreh një opinion pozitiv apo negativ dhe për të identifikuar numrin e opinioneve pozitive dhe negative për çdo aspekt. Kurse në punimin [9] analizohet në detaje performanca e NB duke përdorur dy korpus opinionesh filmash të klasifikuara si pozitive dhe negative duke përdorur dhe kombinuar karakteristika dhe attribute të ndryshme, si paraprosesim ose jo i të dhënave, n-gram, etj.

Në punimin [10], autorët kanë krahasuar eficiencën e tre klasifikatorëve NB, Decision Tree dhe Nearest Neighbor për të klasifikuar opinionet në nivel dokumenti të një blogu në anglisht dhe urdu. Rezultatet e tyre tregojnë se NB ka performancë më të mirë se dy klasifikatorët e tjerë.

*Bayesian Network (BN)*: është një model grafik probabilitor që përfaqëson një grup variablash dhe varësinë e tyre nëpërmjet një grafi aciklik të drejtuar. Autorët në [11] kanë përdorur një rrjet BN për të ndërtuar një model i cili identifikon emocione njerëzore komplekse. Modeli bashkon analizën e emocioneve me modelin e fushës

për të identifikuar emocione komplekse, intensitetin e emocionit dhe ndryshimin e emocionit në varësi të fushës në dokumente tekst. Rrjeti BH përdoret për gjetjen e variablave të fshehur të fushës dhe të emocioneve. Rezultatet tregojnë se ky model është efektiv në rastet komplekse të analizimit të emocioneve.

*Maximum Entropy (ME)*: është një klasifikator i cili njihet dhe si një model eksponencial duke qenë se ka një formulë eksponenciale. Në ndryshim nga klasifikatori Naive Bayes, ME nuk supozon që karakteristikat janë të pavarura nga njëra-tjetra. Në [12], autorët kanë realizuar një kërkim të thellë rreth metodave *machine learning* për të analizuar opinionet në mediat sociale Ceke. Ata kanë vlerësuar performancën e dy klasifikatorëve ME dhe SVM për korpusë të ndryshëm opinionesh të klasifikuara në tre klasa si pozitive, negative dhe neutrale duke përdorur teknika të ndryshme si paraprocesim, n-gram, etj. Rezultatet tregojnë se ME në shumicën e rasteve ka performancë më të mirë se SVM. *Support vectore machine (SVM)*: ka përdorim shumë të gjerë në klasifikimin e opinionëve. Një model SMV i përfaqëson të dhënat si pika në hapësira në mënyrë të tillë që të dhënat që i përkasin kategorive të ndryshme të jenë të ndara nga njëra-tjetra me një hapësirë sa më të madhe të mundshme. Të dhënat e reja parashikohen se i përkasin një kategorie të caktuar duke u bazuar në cilën anë të hapësirës ato kanë rënë. Në punimin [13] është përdorur ky klasifikator për të klasifikuar opinionet për produkte të ndryshëm të marra nga YouTube. Autorët kanë vlerësuar performancën e algoritmit nëpërmjet tre tipa eksperimentesh: i parë i klasifikon opinionet si negative, pozitive ose neutrale, i dyti i klasifikon opinionet në dy klasa opinionë rreth produktit apo videos dhe i treti është një eksperiment më i gjerë që kombinon kategorizimin e opinionëve sipas dy eksperimenteve të para. Një eksperiment interesant është realizuar nga autorët e punimit [14], duke përdorur SVM për të

klasifikuar opinione për tema të ndryshme duke përdorur disa procedura të peshuara. Rezultat e arritura tregojnë se kjo metodë ka performancë të lartë.

Autorët në [15] kanë vlerësuar performancën e katër algoritmeve NB, ME, SGD dhe SVM duke përdorur teknikat e n-gram-eve, TF-IDF dhe CountVectorizer. Rezultatet tregojnë që saktësia e klasifikimit është më e mirë kur përdoret 1-gram dhe 2-gram dhe përdorimi i teknikave TF-IDF dhe Count Vectorizer përmirëson saktësinë.

Në [16] autorët kanë paraqitur një sistem të shumëfishtë klasifikatorësh për të klasifikuar opinione në gjuhën turke. Ky sistem bazohet në një algoritëm votimi i kombinuar me tre klasifikatorët NB, SVM dhe Bagging. Zgjidhja e propozuar ka performancë më të lartë krahasuar me performancën kur tre klasifikatorët përdoren individualisht.

*Rrjetat neurale artificiale (ANN)*: vitet e fundit kanë tërhequr vëmendjen e shumë kërkuesve për tu përdorur për *opinion mining*. ANN ka për qëllim të nxjerri karakteristika duke kombinuar në mënyrë lineare të dhënat hyrëse dhe më pas të modelojë daljen si një funksion jo lineare të këtyre karakteristikave. Ato paraqiten si një diagram rrjeti që përfshin nyje të lidhura midis tyre. Nyjat janë të vendosura në shtresa dhe arkitektura tipike e një rrjeti neural, përmban tre shtresa, shtresa e hyrjes, shtresa e daljes dhe një shtresë të fshehur [17].

*Deep learning* është aplikimi i rrjetave neurale artificiale për të mësuar detyra duke përdorur rrjeta me shumë shtresa. Avantazhi i tyre është aftësia më e lartë për të mësuar në krahasim me rrjetat neurale që zakonisht kanë një deri në tre shtresa dhe një sasi të vogël të dhënash.

Rrjetat neurale mbi bazën e topologjisë së rrjetit mund të kategorizohen në rrjeta *feedforward* dhe *recurrent/recursive* të cilat mund të kombinohen dhe me njëra-tjetrën. *Convolutional neural network (CNN)* është një tip special rrjetash neurale

*feedforward*. Në një *recurent neural network* (RNN) lidhjet midis neuroneve krijojnë një cikël të drejtuar. *Long short-term memory* (LSTM) është një tip special i rrjetave RNN e aftë të mësojë në varësi afatgjatë [6]. Autorët në [17] kanë krahasuar nëpërmjet eksperimenteve performancën e një rrjeti neural artificial me SVM duke arritur në përfundimin që rrjeti neural performon më mirë se SVM.

Në punimin [18], autorët kanë propozuar një rrjet të ri neural që parashikon klasifikimin e opinioneve sipas një vlerësimi me pikë 1 deri në 5 pikë duke marrë parasysh dhe se kush e ka shprehur atë. Kjo metodë përfshin dy komponentë, komponenti i parë modifikon vektorin e fjalës sipas personit që ka shprehur opinionin dhe më pas komponenti i dytë trajnohet për të parashikuar vlerësimin me pikë. Metoda është testuar në dy korpuse dhe rezultatet tregojnë se ajo ka performancë të mirë.

Autorët në [19] kanë përdorur deep learning për të nxjerrë aspekte nga opinionet. Ata kanë përdorur një rrjet deep CNN me 7 shtresa të kombinuar me një set modelesh gjuhësore për të etiketuar çdo fjalë në fjali si një aspekt ose jo dhe polaritetin e tyre. Zgjidhja e propozuar ka saktësi më të lartë se metodat tradicionale.

Në punimin [20] propozohet një rrjet neural cached LSTM për klasifikimin e opinioneve duke eliminuar problemin e mungesës së memories. Ky rrjet ka një mekanizëm cache që e ndan memorien në 7 grupe me nivele të ndryshme harrese në mënyrë që rrjeti të ruajë më mirë informacionin emocional në një njësi rekurente. Zgjidhja e propozuar është vlerësuar në tre korpuse opinionesh në nivel dokumenti duke rezultuar me performancë të lartë.

Autorët në [21] propozojnë një rrjet neural për *opinion mining* në nivel aspekti të testuar eksperimentalisht në një korpus të krijuar nga opinionet e klientëve të hoteleve në TripAdvisor.

*K-nearest neighbor (K-NN)*: është një algoritëm i thjeshtë që përdoret për dy qëllime: për klasifikimin e të dhënave dhe për të vlerësuar funksionin e shpërndarjes së densitetit të të dhënave. Algoritmi supozon që të dhënat janë pika në një hapësirë n-dimensionale. K është një numër i vogël i rastësishëm i fqinjëve të një pike dhe distanca e fqinjësisë përcaktohet mbi bazën e intervaleve Euklidiane. Kur ky algoritëm përdoret për klasifikim, klasa e të dhënës përcaktohet përmes votimit të k-fqinjëve të tij, psh. nëse vlera e k do të ishte 1 atëherë e dhëna do të klasifikohet në klasën e fqinjtit të tij më të afërt. Në [22] autorët kanë vlerësuar eksperimentalisht performancën e klasifikatorëve K-NN, NB dhe SVM në klasifikimin e opinioneve në gjuhën turke si pozitive ose negative. Opinionet tekst para se të përdoren për, kanë kaluar në një fazë paraprocesimi duke përdorur n-gram-et. Rezultatet tregojnë se SVM ka performancën më të mirë se K-NN e NB dhe performanca rritet duke përdorur bigram-et.

*Decision tree (DT)*: është një algoritëm i cili përdor paraqitjen si pemë për klasifikimin e opinioneve. Çdo nyje e brendshme e pemës i korrespondon një atributi dhe çdo gjethe i korrespondon etiketës së klasës. Ky algoritëm ka performancë shumë të mirë në procesimin e sasive të mëdha të dhënash. Në punimin [23] autorët kanë vlerësuar në mënyrë eksperimentale performancën e algoritmeve NB, SVM, BN, C4.5 dhe Random Forest për kategorizimin e opinioneve për kompanitë ajrore. Ata kanë propozuar një strategji të bazuar në një sistem votimi të përbërë nga algoritmet e mësipërm ku çdo algoritëm ka të njëjtën peshë. Çdo tweet klasifikohet në mënyrë të pavarur nga çdo algoritëm dhe klasa përfundimtare e tij përcaktohet si klasa që ka më shumë vota nga të pestë algoritmet. Rezultatet tregojnë se strategjia e propozuar ka performancë më të mirë se ne rastin kur algoritmet përdoren individualisht në krijimin e një modeli.

Tabela 1: Një përmbledhje e punimeve kërkimore shkencore të trajtuara në këtë punim

	Punimi	Viti	Niveli	Teknika	Fusha Aplikimit	Korpusi	Gjuha	
Metodat machine learning	4	2015	Dokumenti	LR,GP, SMO	Zgjedhjet Bashkimit Europian'14	Twitter	Ndryshme	
	7	2002	Dokumenti	NB, ME, SVM	Filma	IMDB	Anglisht	
	8	2015	Fjalie/Aspekti	NB	Produkte	Amazon, Epinions,Cnet	Anglisht	
	9	2016	Dokumenti	NB, Decision Tree, KNN	Efëkti i përdorimit të Facebook	Blog	Roman-Urdu, Anglisht	
	10	2013	Dokumenti	Bayesian Networks	Emocionet njerëzore	Weblog	Kineze	
	11	2012	Dokumenti	NB	Filma	Polarity Dataset v1.0	Anglisht	
	12	2014	Dokumenti	ME,SVM	Produkte, filma	Media Sociale	Ceke	
	13	2016	Dokumenti	SVM	Produkte apple, ipad, motorola, fiat500, etj	YouTube	Anglisht dhe Italisht	
	14	2011	Dokumenti	SVM	Filma, libra, makina, telefona, hotele, muzikë, kamera, kompjutera	IMDB, Epinions, Amazon	Anglisht	
	15	2016	Dokumenti	NB, ME, SGD,SVM	Filma	IMDB	Anglisht	
	16	2017	Dokumenti	NB, SVM, Bagging	Libra, filma	Antoloji,Beyazperde,Hep siburada	Turqisht	
	17	2013	Dokumenti	SVM, ANN	Filma, produkte	Amazon, Benchmark	Anglisht	
	18	2015	Dokumenti	ANN	Filma, restorant	Rotten tomatoes, Yelp	Anglisht	
	19	2016	Fjalie	ANN	Kamera, DVD,Mp3,celular, laptop, restorant	SemEval 2014	Anglisht	
	20	2016	Dokumenti	Neural network LSTM	Restorante, filma	Yelp 2013&2014, IMDB	Anglisht	
	21	2017	Aspekti	ANN	Hotele	TripAdvisor	Anglisht	
	22	2014	Dokumenti	NB, SVM, KNN	Kompani teknologjish		Turqisht	
	23	2015	Dokumenti		Kompani fluturimesh	Twitter	Anglisht	
	24	2013	Dokumenti	Teknika të ndryshme	Fusha të ndryshme	Krijuar nga autorët	Shqip	
	25	2018	Dokumenti	53 teknika	Politikë,ekonomi,arsim,mjedis,turizëm	Krijuar nga autorët	Shqip	
	26	2018	Dokumenti	50 teknika	Politikë,ekonomi,arsim,mjedis,turizëm	Krijuar nga autorët	Shqip	
	Metodat gjysmë të supervizuara	27	2016		Self-training, Co-training, SMV	Tweet	SemEval, LiveJournal, SMS2013, Twitter2013, Twitter2014, Twitter Sarcasm 2014	Anglisht
		28	2014		Self-training	Tweet	Stanford data set	Anglisht
		29	2016		Self-training	Bukuri, fëmijë, foto, sporte, shëndetësi, lojra, guzhinë, pajisje elektronike, libra, muzikë, dvd	Multi-Domain Sentiment Dataset (v. 2.0)	Anglisht
		30	2015	Aspekti	Co-training	Laptop dhe hotele	SemEval-2014	Anglisht
		31	2017		Self-training,Co-training	Tweet	TSentiment15	Anglisht
		32	2014		Multi-view-training	Libra	Amazon	Anglisht, Frëngjisht, Gjermanisht, Japonisht
		33	2015	Dokumenti	Graph-Based	Libra	Amazon, Pan	Anglisht-Japonisht, Anglisht-Kineze
	Metodat e pa supervizuara	34	2016	Dokumenti	Grupim spektral k-means	Filma	Tweeter	Anglisht
		35	2017	Aspekti	W2VLDA	Hotele, restorante, pajisje elektronike	SemEval 2016	Anglisht, Spanjisht, Frëngjisht, Gjermanisht
36		2014	Dokumenti/Fjalie	Paragraph Vector	Filma	Stanford STD, IMDB	Anglisht	
37		2017	Aspekti	Të ndryshme	Laptop dhe restorant	SemEval 2015	Anglisht	
38		2017	Dokumenti/Fjalie		Hotele, filma, kompjutera, muzikë	Taboada&Grieve,Pang& Lee, Spanish Brooke	Anglisht, Spanjisht, Gjermanisht	
Lexicon-based approach	39	2015	Aspekti	Dictionary	Restorante	TripAdvisor	Anglisht	
	40	2017	Dokumenti / Fjalie	Dictionary	Pajisje elektronike dhe sportive, sporte, video,lajme	Amazon	Anglisht	
	41	2018		Dictionary	Filma	NLTK	Anglisht	
	42	2018	Dokumenti	Dictionary	mikro- blog	mikro- blog	Kineze	
	43	2016		Dictionary	tweet	Tweter	Anglisht	
Corpus-based approach	44	2015		Corpus	libra,makina,kompiutera, lavatrice,hotele,filma,muzik,telefon	SFU Review Corpus	Anglisht, Spanjisht	
	45	2016	Dokumenti / Fjalie	Corpus	Libra	Amazon	Italisht	
Hibrite	46	2014	Dokumenti/Fjalie	Të bazuar në rregulla		Microblog	Kineze	
	47	2015	Dokumenti	Lexicon dhe K-NN	filma	Forum dhe blege Malazeze		
	48	2014	Fjalie	NB, ME, SVM me WordNet	tweets	Tweeter	Anglisht	
	49	2016	Dokumenti / Fjalie	Lexicon dhe CNN	Filma,libra,dvd,pajisje elektroshtëpiake,muzik,lojra elektronike	SemEval 13, Stanford Sentiment Treebank2	Anglisht	
	50	2018	Dokumenti	ACAEC ( k-means)	Kompani fluturimi dhe ndërtimi,filma,lojëra, paraqitje,fëmijë	Arlines, IMDB, Amazon	Anglisht	

Në punimin [24] dhe [25] autorët kanë vlerësuar në mënyrë eksperimentale performancën e disa algortimeve *machine learning* në klasifikimin e opinionëve në gjuhën shqipe si pozitive ose negative në nivel dokumenti për *in-domain opinion mining*.

Kurse në punimin [26] është vlerësuar performanca e 50 algortimeve *machine learning* në 11 corpuse multi-domain opinionesh në gjuhën shqipe. Nga rezultatet eksperimentale janë përcaktuar algortimet që kanë performancë më të lartë dhe se klasifikimi i opinionëve varet nga numri i opinionëve me të cilin kemi trajnuar modelin dhe fusha e opinionëve.

ii. Teknikat gjysmë të supervizuara

Etiketimi i të dhënave është një proces i kushtueshëm dhe kërkon persona që të kenë aftësi të mira për ta realizuar. Metodot gjysmë të supervizuara përdorin një sasi të vogël të dhënash të etiketuara dhe një sasi të madhe të dhënash të pa etiketuara për të ndërtuar një model. Në këtë punim, këto metoda i kemi klasifikuar në katër grupe: të vetë trajnuara (*ang. self-training*), me bashkë-trajnim (*ang. co-training*), mësim nga pamje të shumëfishta (*ang. multi view learning*) dhe të bazuara më grafe (*ang. graph-based methods*). Në [27] autorët kanë realizuar një vlerësim eksperimental të metodave gjysmë të supervizuara për klasifikimin e tweet-ëve. Rezultatet tregojnë që metoda *co-training* ka performancë më të mirë kur opinionet nuk përmbajnë sarkazëm dhe ironi dhe sasia e të dhënave është e limituar. Metoda *self-training* është zgjedhja më e mirë kur kemi një sasi relativisht të madhe të dhënash të etiketuara.

*Self-training*: fillimisht ndërtohet një model duke trajnuar klasifikatorin me një sasi të vogël të dhënash të etiketuara, më pas modeli përdoret për të etiketuara të dhëna të reja. Të dhënat e etiketuara me besueshmëri maksimale u shtohen të dhënave fillestare trajnuese. Në këtë mënyrë krijohet një korpus i etiketuara më i madh i cili përdoret për të ritrajnuar klasifikatorin duke krijuar

një model të ri. Ky proces ripërsëritet derisa të kemi modelin dhe sasinë e korpusit të etiketuara që na nevojitet. Një problem në këtë metodë është që, nëse modeli i trajnuar i ka parashikuar të dhënat të gabuara ato do të modifikojnë modelin në mënyrë të gabuar. Për të shmangur këtë problem në [28] është propozuar një metodë konkurruese me vetë trajnim. Autorët kanë krijuar modele mbi bazën e tre perspektiva *threshold*, numër i njëjtë dhe numri më i madh i rifreskimeve dhe më pas kanë zgjedhur modelin që ka F-measure më të lartë. Kurse në punimin [29] është vlerësuar se si ndikon në performancën e një metode *self-training* ngjashmëria e korpuseve. Autorët kanë arritur në përfundimin që ngjashmëria midis korpuseve mund të përdoret për identifikimin e karakteristikave nga të cilat këto metoda mund të përfitoj.

*Co-training*: në këtë metodë trajnohen në mënyrë të veçuar dy klasifikatorë të ndryshëm për dy aspekte të ndryshme të një korpusi të vogël të etiketuara. Më pas këto modele përdoren për të etiketuara të dhëna test të pa etiketuara. Pasi merren rezultatet e parashikimit nga çdo model, klasifikatori ritrajnohet me rezultatet e parashikimit të klasifikatorit tjetër duke gjeneruar në këtë mënyrë një sasi të madhe të dhënash të etiketuara. Në [30] autorët kanë propozuar një algortim *co-training* që mund të identifikojë aspekte dhe mendimin e shprehur për to në opinionet për produkte. Rezultatet eksperimentale në dy korpuse opinionesh për laptop dhe restorante tregojnë se algortimi ka saktësi të lartë. Autorët në [31] kanë krijuar një korpus me *tweet-s* duke përdorur dy metoda gjysmë të supervizuara *self-training* dhe *co-training* duke u nisur nga një korpus relativisht të vogël të *tweet-sh* të etiketuara. Rezultatet eksperimentale tregojnë që *co-training* ka performancë më të lartë kur kemi etiketa të limituara kurse *self-training* ka performancë më të lartë kur kemi sasi të mëdha të dhënash të etiketuara.

*Multi view learning*: ka si qëllim të gjenerojë  $k$  modele të bazuara në  $k$  pamje.

Kjo mundëson që një paraqitje e ndryshme e problemit të përdoret për të përmirësuar performancën e të gjithë klasifikatorit. Një nga aplikimet e kësaj metode është në *cross-lingual opinion mining*. Në [32], autorët kanë propozuar një model që përdor të dhëna të etiketuara në gjuhë të ndryshme për të përfshirë të dhëna të pa etiketuara në procesin e mësimin. Metoda është vlerësuar në një korpus opinionesh librash në katër gjuhë. Rezultatet tregojnë se ajo ka performancë shumë të lartë për *cross-lingual opinion mining*.

*Graph-based methods*: i paraqet të dhënat si grafe të peshuar në të cilën nyjet përfaqësojnë instancat dhe lidhjet paraqesin ngjashmërinë e instancave. Në këtë rast supozohet që instancat që kanë lidhje më të forta midis tyre i përkasin të njëjtës klasë. Në klasifikimin e opinionëve instancat janë dokumente. Në punimin [33], autorët kanë propozuar një metodë të tillë për *cross-lingual opinion mining*. Metoda përdor një makinë automatike përkthimi për të përkthyer opinionet nga një gjuhë në tjetrën. Duke u bazuar në ngjashmërinë midis të dhënave të etiketuara dhe atyre të pa etiketuara janë ndërtuar respektivisht dy grafe. Niveli i polaritetit të opinionëve të paetiketuara llogaritet mbi bazën e rezultateve të të dhënave të etiketuara dhe të pa etiketuara. Rezultatet eksperimentale tregojnë që metoda e propozuar ka performancë më të mirë se metodat tradicionale, *co-training*, SCL, dhe TSVM.

### iii. Teknikat e pa supervizuara

Teknikat e pa supervizuara përdoren për të zbuluar karakteristika të fshehura në të dhëna të paetiketuara. Këto teknika kanë aftësinë të japin rezultate pa pasur nevojë për njohuri gjuhësore ose për tu trajtuar me të dhëna të etiketuara. Shumë kërkues kanë përdorur dhe vlerësuar performancën e këtyre metodave për *opinion mining*.

*Grupimi (ang. Clustering)* është një nga rastet më të përdorshme të metodave pa supervizim. Qëllimi i tij është në identifikimin e një strukture në të dhëna të pa etiketuara kur nuk kemi as klasa të

paracaktuara. Të dhënat grupohen në grupe sipas ngjashmërive për një karakteristikë të caktuar. Të dhënat e të njëjtit grup kanë ngjashmëri maksimale dhe të dhënat e grupeve të ndryshme kanë ngjashmëri minimale. *K-means* është një algoritëm grupimi nga më të thjeshtët pa supervizim. Korpusi i të dhënave klasifikohen në një numri apriori k grupesh (*clusters*). Qëllimi kryesor është të përcaktohen k qendra, një për çdo grup, të vendosura në mënyrë dinamike, sepse vendndodhje të ndryshme kanë rezultate të ndryshme. Çdo pikë që përcakton një grup të dhënash i bashkëngjitet qendrës më të afërt duke realizuar një grupim paraprak. Më pas rillogariten k qendra të reja si qendra të mbyllura. Dhe në fund realizohet lidhja e pikave ekzistuese me qendrat e reja. Kjo procedurë do të realizohet në mënyrë ciklike duke realizuar ndryshimin hap pas hapi të qendrave deri sa ato të mos ndryshojnë më.

Autorët në [34] kanë përdorur një teknikë grupimi spektrale (*spectral clustering*) duke përdorur algoritmin k-means për klasifikimin e *tweets-ve* si pozitive dhe negative. Rezultatet eksperimentale tregojnë se metoda e propozuar ka performancë më të mirë se SVM, ME dhe NB dhe se kjo metodë nuk është specifike vetëm për opinionet për filma por mund të aplikohet lehtësisht dhe në fusha të tjera.

Në [35] autorët kanë propozuar metodën e pa supervizuar W2VLDA për kategorizimin e aspekteve dhe polaritetit të opinionëve. Rezultatet eksperimentale në korpus shumë gjuhësh me opinionet për hotele, restorante, dhe pajisje elektronike tregojnë që metoda është performante.

Dy nga problemet e teknikave që paraqesin të dhënat si vektor me gjatësi të caktuar, si *bag-of-words*, në analizimin e opinionëve janë humbja e renditjes së fjalëve dhe mos marrja parasysh e semantikës së fjalëve. Për të anashkaluar këto probleme, autorët në [36] kanë propozuar një algoritëm të pa supervizuar, Paragraph Vector, që mëson paraqitjen e të dhënave me gjatësi të caktuar

nga të dhëna me gjatësi variabël si fjali, paragraf apo dokument. Rezultatet eksperimentale tregojnë që algoritmi i propozuar ka performancë më të mirë se modelet tradicionale si *bag-of-words*.

Në punimin [37] autorët kanë propozuar një metodë të pa supervizuar për *opinion mining* në nivel aspekti. Metoda ka si qëllim identifikimin e aspekteve dhe polaritetit të opinionëve. Kjo metodë ka performancë të mirë në rastin e korpusit të opinionëve për laptopë, kurse në korpusin e opinionëve për restorantet renditet i treti. Autorët kanë argumentuar këtë rezultat me faktin që gjuha e përdorur në opinionet për laptopë është më e thjeshtë se ajo për restorantet. Një nga problemet në metodat pa supervizim për identifikimin e aspekteve është identifikimi i aspekteve false pozitive.

Për të përfutuar nga avantazhet e metodave të pa supervizuara, si mos nevoja e një korpusi të etiketuar dhe adaptimi në fusha të ndryshme opinionesh, në [38] është propozuar një metodë e tillë për analizimin e opinionëve në shumë gjuhë. Metoda e propozuar bazohet në një grup rregullash sintaksore për përcaktimin e marrëdhënieve semantike midis fjalëve dhe në konceptin e veprimeve të përbëra. Ajo ka performancë të lartë dhe operacionet e përbëra mund të përdoren për gjuhë të ndryshme.

#### b. *Lexicon-based*

Fjalë të veçanta të përdorura në një opinion mund të shprehin ndjenja, si për shembull fjalë si: mirë dhe bukur shprehin një ndjenjë pozitive kurse fjalë si: keq dhe shpifur shprehin një ndjenjë negative. Gjatë analizimit të një opinionit mund të jetë e rëndësishme të merret parasysh dhe polariteti i fjalëve të veçanta. Fjalët që shprehin ndjenja mund të jenë të tipit bazë si fjalët më sipër ose krahasuese që në shqip, në ndryshim nga anglishtja, janë fraza si: më mirë se, më keq se, etj. Zakonisht fjalët që shprehin ndjenja janë mbiemra ose ndajfolje por ekzistojnë dhe emra si dashuri, urrejtje, paqe, etj. që shprehin ndjenja. Në metodat *lexicon-based* për *opinion mining*

përdoret një fjalorë ku çdo fjalë që shpreh ndjenjë shoqërohet me polaritetin e saj. Ky fjalor mund të jetë i peshuar ose jo, ku pesha është një numër që tregon nivelin e pozitivitetit apo negativitetit të fjalës. Metodot për krijimin e fjalorëve me polaritetin e fjalëve ndahen në tre grupe: manuale, të bazuara në fjalorë gjuhësor (ang. dictionary-based approach) ose në korpus (ang. corpus-based approach). Metoda manuale kërkon shumë punë dhe kohë, kështu që zakonisht përdoret për të kontrolluar metodat automatike të krijimit të fjalorëve të cilat mund të gjenerojnë gabime gjatë punës së tyre. Dy janë problemet që duhen adresuar kur merret parasysh metoda të tilla për *opinion mining*: si të identifikohen dhe vepohet me fjalët ose frazat të cilat janë të varura nga fusha e opinionit, dhe si të identifikohen fjalët apo frazat të cilat nënkuptojnë ndjenja [1].

Në punimin [40], autorët kanë propozuar metodën të bazuar në fjalorë, WKWSCI, për kategorizimin e opinionit në nivel dokumenti dhe fjalie duke e krahasuar atë me 5 fjalorë ekzistues. Fjalori u krijua në mënyrë manuale në dy faza. Në fazën e parë fjalët u klasifikuan si pozitive, negative ose neutrale dhe në fazën e dytë fjalët pozitive u klasifikuan në tre nivele pozitiviteti, pak, neutrale, shumë pozitive. Rezultatet eksperimentale tregojnë se metoda e propozuar ka performancë të mirë dhe që Hu&Liu lexicon të përdoret për klasifikimin e opinionëve të produkteve kurse WKWSCI për lajme.

*Dictionary-based:* Hu dhe Liu kanë përdorur një metodë të thjeshtë për të ndërtuar një fjalor fjalësh që shprehin ndjenja. Fillimisht ata kanë krijuar manualisht një fjalor të vogël me fjalë duke ditur polaritetin negativë apo pozitivë të fjalëve. Më pas algoritmi e zgjeron këtë fjalor duke kërkuar në fjalorin WordNet ose fjalorë të tjerë online, sinonimet dhe antonimet e fjalëve të fjalorit manual. Fjalët e gjetura i shtohen listës dhe më pas kemi një interacion të dytë të ekzekutimit të algoritmit për të gjetur fjalë të reja në fjalor.



Ky proces vazhdon derisa nuk gjenden më fjalë të reja [1].

Në [41], autorët kanë propozuar një algoritëm për të ndërtuar një fjalor duke u bazuar në një graf dhe sinonimet e fjalëve. Algoritmi e përcakton polariteti e fjalës nëpërmjet tre hapave: gjenerimi i grafit i cili në mënyrë rekursive lidh fjalët me sinonimet e tyre, gjenerimi i rrugëve që lidhin fjalët dhe gjetja e rrugës optimale vlera e të cilit përcakton polaritetin e fjalës. Rezultatet tregojnë që kjo metodë ka performancë të mirë në përcaktimin e polariteteve të fjalëve.

Punimi [42] paraqet një metodë për klasifikimin e opinioneve në pozitive, neutrale dhe negative të një mikro-blog në gjuhën kineze të bazuar në një fjalor ndjenjash. Autorët kanë ndërtuar fjalorin duke përdorur gjashtë fjalorë ekzistues. Polariteti i një fjalisë përcaktohet nëpërmjet llogaritjes së peshave të fjalëve. Duke marrë parasysh polaritetin e çdo fjalisë përcakton polaritetin e opinionit në tërësi. Rezultatet eksperimentale tregojnë efikasitetin e kësaj metode.

Në [43] autorët kanë krijuar një fjalor më të zgjeruar duke u nisur nga një fjalor me fjalë bazë të etiketuara sipas polaritetit të tyre dhe tre fjalorë tradicionalë online. Fillimisht ata kanë shtuar sinonimet dhe antonimet e fjalëve bazë nga tre fjalorët tradicionalë. Më pas fjalori i krijuar është zgjeruar duke shtuar sinonime dhe antonime të tjera. Rezultatet tregojnë që përdorimi i këtij fjalori më të zgjeruar është efektiv në klasifikimin e tweet-eve.

*Corpus-based:* Orientimi semantik i një fjale varet nga fusha në të cilën ajo është përdorur, prandaj dhe polariteti i një fjale në një opinion varet nga fusha që i përket opinionit. Metodat e bazuar në korpus janë zhvilluar në dy skenarë kryesorë: duke u nisur nga një listë fjalësh që shprehin ndjenja, zbulohen fjalë të tjera dhe orientimi i tyre nga një korpus i një fushe të caktuar dhe përshtatja e një fjalori fjalësh të përgjithshme, që shprehin ndjenja, në një fjalorë të ri duke përdorur një korpus të një

fushe të caktuar. Procesi i krijimit të fjalorit është i vështirë, sepse e njëjta fjalë mund të jetë pozitive në një kontekst dhe negative në një kontekst tjetër. Në 1997, Hazivassiloglou dhe McKeown ishin të parët që hodhën idenë e krijimit të një fjalori të tillë duke përdorur një korpus me mbiemra të cilëve u dihet polariteti dhe një korpus ku duhet të identifikohen mbiemra të rinj dhe polariteti i tyre nëpërmjet një grup rregullash gjuhësorë. Ding dhe bashkëpunëtorët e tij treguan se fjalë të ndryshme mund të kenë polaritet të ndryshëm në kontekste të ndryshme. Ata propozuan që të përdorej një set (fjalëshpreh-ndjenjë, aspekti) duke përcaktuar fjalën që shpreh një ndjenjë për një aspekt të caktuar [1].

Autorët në [44] kanë krijuar fjalorin iSOL që përmban informacion edhe rreth fushës së opinioneve në spanjisht. Fillimisht ata përkthyen nga anglishtja në spanjisht fjalorin BLEL. Më pas ky fjalor u pasurua në dy mënyra me fjalë nga 8 fushat e opinioneve të marra në konsideratë. Mënyra e parë konsiston në identifikimin dhe shtimin e fjalëve specifike për çdo fushë dhe mënyra e dytë konsiston në identifikimin dhe shtimin e fjalëve që mund të mos shprehin një ndjenjë por janë më të përdorurat në korpus. Rezultatet eksperimentale tregojnë se metoda e propozuar është efektive.

Në punimin [45] propozohet një metodë e bazuar në korpus për klasifikimin e opinioneve për libra në italisht. Fjalori është krijuar në tre faza: në fazën e parë çdo fjalë e korpusit kontrollohet nëse gjendet ose jo në dy fjalorët Multiwordnet dhe Sentiwordnet, nëse gjendet shtohet në fjalor nëse nuk gjendet shtohet në një fjalor tjetër të quajtur fjalët që mungojnë. Në fazën e dytë etiketohen manualisht dhe shtohen në fjalorë fjalët, nga fjalori i fjalëve që mungojnë. Në fazën e tretë autorët kanë shtuar në fjalorë fjalë që shprehin një ndjenjë dhe që lidhen specifikisht me fushën e opinioneve. Polariteti i fjalisë përcaktohet nga polariteti i çdo fjale. Dhe

më pas polariteti i opinionit në tërësi (si dokument) përcaktohet duke marrë parasysh polaritetin e çdo fjalie. Sistemi i propozuar ka *accuracy* mbi 82%.

Në shumë punime, kërkues të ndryshëm kanë përdorur bashkë metodat *machine learning* dhe *lexicon-based* për klasifikimin e opinioneve.

Në [46] autorët propozojnë një metodë hibride për klasifikimin në 7 klasa të opinioneve të një mikroblog-u. Metoda; fillimisht duke përdorur një metodë të bazuar në fjalorë dhe një metodë *machine learning* që gjeneron dy etiketa për çdo opinion tekst. Më pas, nga të dhënat gjenerohen rregulla dhe nxirren karakteristika të reja nga rregullat për të klasifikuar opinionet. Rezultatet eksperimentale tregojnë se kjo metodë ka performancë të mirë.

Metoda hibride e propozuar në [47] për klasifikimin e opinioneve të filmave në gjuhën malajas kombinon një metodë të bazuar në fjalorë me algoritmin K-NN. Metoda e bazuar në fjalorë përdoret për të identifikuar 11 karakteristika për çdo opinion dhe më pas aplikohet algoritmin K-NN për të klasifikuar opinionet. Rezultatet eksperimentale tregojnë se sistemi i propozuar ka performancë më të mirë se sa kur dy metodat aplikohen veç.

Në punimin [48] është vlerësuar performanca e tre algoritmeve të supervizuar, ME, NB dhe SVM duke i kombinuar me fjalorin WordNet për klasifikimin e *tweet-ve*. Rezultatet tregojnë që algoritmi NB ka performancën më të mirë dhe përdorimi i WordNet sjell përmirësim të performancës së algoritmave. Në shumë punime të bazuar në fjalorë nuk merret parasysh konteksti në të cilën përdoret një fjalë, në punimin [49] autorët kanë propozuar një model hibrid që e merr parasysh këtë gjë. Modeli përdor një rrjet neural, BiLSTM, për të mësuar fuqinë, intensitetin dhe mohimin e ndjenjës të fjalëve që përbëjnë fjalinë e opinionit. Autorët kanë përdorur dhe vlerësuar performancën e metodës së propozuar duke

përdorur katër fjalorë të ndryshëm TS-Lex, S140-Lex, SD-Lex dhe SWN-Lex në tre korpuse. Rezultatet eksperimentale tregojnë që kjo metodë hibride ka performancë më të mirë se rastet tradicionale të përdorimit vetëm të rrjetave neurale.

Në [50] është propozuar një metodë hibride e pa supervizuar për të zgjidhur problemin e varësisë nga fusha e opinioneve dhe koston për krijimin e korpusit të etiketuar. Metoda përdor fjalorin SentiWordNet dhe algoritmin K-means që i përcakton qendrat në mënyrë jo-rastësore. Rezultatet e eksperimenteve në korpuse të ndryshme tregojnë se kjo metodë ka performancë më të lartë se metodat tradicionale.

## 5. KRITERET E VLERËSIMIT

Parametrat për vlerësimin e performancës së teknikave *opinion mining* që janë adaptuar nga fusha tradicionale e klasifikimit të teksteve janë: *accuracy*, *precision*, *recall* dhe *F-score*. Vlerat e të cilave variojnë nga 0 deri në 1, sa më afër vlerës 1 të jetë një parametër aq më e mirë është performanca.

Le të supozojmë se duam të vlerësojmë performancën e një klasifikuesi për të përcaktuar nëse një opinion për një entitet të caktuar është pozitivë apo negativë. Klasifikuesi nga njohuritë e mësuar duhet të parashikojë nëse opinionin test është pozitiv apo negativ. Nga parashikimet e klasifikuesit marrim të dhëna për parametrat:

TP – *True Positive* – numri i opinioneve të klasifikuara si pozitive që janë në të vërtetë pozitive

TN – *True Negative* – numri i opinioneve të klasifikuara gabimisht si opinione pozitive

FP – *False Positive* – numri i opinioneve të klasifikuara si negativë që janë në të vërtetë negative

FN – *False Negative* – numri i opinioneve të klasifikuara gabimisht si opinione negative.

1. *Accuracy* përcakton se sa herë metoda ka realizuar parashikim të saktë. Është

numri i rezultateve të klasifikuara siç duhet në të gjithë rezultatet dhe llogaritet me formulën:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

2. *Precision* është raporti i numrit të opinioneve të cilat janë parashikuar saktë si opinione pozitive me numrin total të opinioneve që janë parashikuar si pozitive. Formula është:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

3. *Recall* është raporti i numrit të opinioneve që janë parashikuar saktë si pozitive në totalin e opinioneve pozitive. Llogaritet me formulën:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

4. *F-score* llogaritet duke kombinuar vlerat e *precision* dhe *recall* sipas formulës:

$$F - score = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall}$$

## 6. KONKLUSIONE

Në këtë punim kemi paraqitur një studim të thelluar të metodave që përdoren në *opinion mining* për klasifikimin e opinioneve. Këto metoda mund të klasifikohen si *machine learning* dhe *lexicon-based*. Kërkimet e fundit tregojnë se metodat hibride, kombinim i metodave *machine learning* dhe *lexicon-based* kanë performancë më të lartë se sa kur këto metoda përdoren veç e veç. Shumica e metodave janë të supervizuara dhe kërkojnë një korpus të etiketuar me madhësi të konsiderueshme, por për të eliminuar këtë kërkesë, kërkuesit gjithnjë e më shumë po zhvillojnë metoda gjysmë të supervizuara ose të pasupevizuara. Një nga problemet themelore në klasifikimin e opinioneve është që fjalët mund të paraqesin polaritet të ndryshëm për fusha të ndryshme opinionesh.

## 7. REFERENCA

- [1] Liu B.: Sentiment Analysis: mining sentiments, opinions, and emotions. Cambridge University Press, ISBN 9781139084789, 2015.
- [2] Inui K., Abe S., Hara K., Morita H., Sao C., Eguchi M., Matsuyoshi S.: Experience mining: Building a large-scale database of personal experiences and opinions from web documents. In WI-IAT, 1:314–321, 2008.
- [3] Arunachalam R., Sarkar S.: The new eye of government: Citizen sentiment analysis in social media. In IJCNLP, 23–28, 2013.
- [4] Tsakalidis A., Papadopoulos S., Cristea A., Kompatsiaris Y.: Predicting elections for multiple countries using Twitter and polls. IEEE Intell Syst, 30(2):10–17, 2015.
- [5] Pang B., Lee L.: Opinion mining and sentiment analysis. FTIF, 2(1-2): 1–135, 2008.
- [6] Zhang L., Wang Sh., Liu B.: Deep learning for sentiment analysis: A survey. WIREs, 8(4), 2018.
- [7] Pang B., Lee L., Vaithyanathan S.: Thumbs up?: sentiment classification using machine learning techniques. ACL-02, 10: 79–86, 2002.
- [8] Jeyapriya A., Selvi K.: Extracting aspects and mining opinions in product reviews using supervised learning algorithm. In: ICECS, IEEE, 548–552, 2015.
- [9] Dinu P.L., Iuga I.: The Naive Bayes Classifier in Opinion Mining: In Search of the Best Feature Set. CICLing, 556–567, 2012.
- [10] Ren F, Kang X.: Employing hierarchical Bayesian networks in simple and complex emotion topic analysis. CSL, 27:943–968, 2013.
- [11] Bilal M., Israr H., Shahid M., Khan A.: Sentiment classification of Roman-Urdu opinions using Naïve Bayesian, decision tree and KNN classification

- techniques, *JKing SaudUnivComput Inf Sci*, 28:330–344, 2016.
- [12] Habernal I., Ptáček T., Steinberger J.: Supervised sentiment analysis in Czech social media. *Inf Process Manag* 51(4):532–546, 2014.
- [13] Severyn A., Moschitti A., Uryupina O., Plank B., Filippova K.: Multi-lingual opinion mining on youtube. *Information Processing and Management*, 52(1):46-60, 2016.
- [14] Saleh MR., Martín-Valdivia MT., Montejo-Ráez A., Ureña-López LA.: Experiments with SVM to classify opinions in different domains. *Expert Syst. Appl.*, 38(12):14799-14804, 2011.
- [15] Tripathy A., Agrawal A., Rath K., S.: Classification of sentiment reviews using n-gram machine learning approach. *Expert Syst. Appl.*, 57:117-126, 2016.
- [16] Catal C., Nangir M.: A Sentiment Classification Model Based on Multiple Classifiers. *Applied Soft Computing Journal*, 50:135-14, 2017.
- [17] Moraes R., Valiati JF., Neto WPG.: Document-level sentiment classification: an empirical comparison between SVM and ANN. *Expert Syst. Appl.*, 40(2):621-633, 2013.
- [18] Tang D., Qin B., Liu T., Yang Y.: User modeling with neural network for review rating prediction. *IJCAI*, 1340–1346, 2015.
- [19] Poria A., Cambria E., Gelbukh A.: Aspect extraction for opinion mining with a deep convolutional neural network. *Knowledge-Based Systems*, 108:42-49, 2016.
- [20] Xu J, Chen D, Qiu X, Huang X. Cached long short term memory neural networks for document level sentiment classification. *MNLP*, 2016.
- [21] Pham D., Le A.: Learning multiple layers of knowledge representation for aspect based sentiment analysis. *DKE*, 114:26-39, 2017.
- [22] İsgüder-Şahin G.G, Zafer H.R, Adah R.: Polarity detection of Turkish comments on technology companies. *IALP*, 2014.
- [23] Wan Y., Gao Q.: An Ensemble Sentiment Classification System of Twitter Data for Airline Services Analysis. *IEEE ICDMW*, 2015.
- [24] Biba M. Gjati E.: Boosting text classification through stemming of composite words. *ISI*, 185-194, 2013.
- [25] Kote N., Biba M., Trandafili E.: A Thorough Experimental Evaluation of Algorithms for Opinion Mining in Albanian. *EIDWT*, 2018.
- [26] Kote N., Biba M., Trandafili E.: An Experimental Evaluation of Algorithms for Opinion Mining in Multi-Domain Corpus in Albanian. *ISMIS*, 439-447, 2018.
- [27] Da Silva F. N., Coletta F. S. L., Hruschka E.: A Survey and Comparative Study of Tweet Sentiment Analysis via Semi-Supervised. *CSUR*, 49(1), 2016.
- [28] Hong S, Lee J, Lee JH.: Competitive self-training technique for sentiment analysis in mass social media. *SCIS, ISIS IEEE*, 9–12, 2014.
- [29] Asch V.V., Daelemans W.: Predicting the Effectiveness of Self-Training: Application to Sentiment Classification. *CSCL*, 2016.
- [30] Carter D., Inkpen D.: Inferring aspect-specific opinion structure in product reviews using co-training. *CICLing*, 9042:225–240, 2015.
- [31] Iosifidis V., Ntutsi E.: Large scale sentiment learning with limited labels. *KDD*, 2017.
- [32] Hajmohammadi M.S., Ibrahim R., Selamat A.: Cross lingual sentiment classification using multiple source languages in multi-view semi-supervised learning. *Eng. Appl. of AI*, 36, 2014.
- [33] Hajmohammadi M.S., Ibrahim R., Selamat A.: Graph-Based Semi-supervised Learning for Cross-Lingual Sentiment Classification. *ACIIDS*

- 2015, Lecture Notes in Computer Science, 9011, 2015.
- [34] Unnisa M., Ameen A., Raziuddin S.: Opinion Mining on Twitter Data using Unsupervised Learning Technique. *IJCA*, 148(12):12-19, 2016.
- [35] García-Pablos A., Cuadros M., Rigau G.: W2VLDA: Almost Unsupervised System for Aspect Based Sentiment Analysis. *CL*, 2017
- [36] Le Q., Mikolov T.: Distributed Representations of Sentences and Documents. *IMLR*, 32, 2014.
- [37] Federici M., Dragoni M.: A Branching Strategy For Unsupervised Aspect-based Sentiment Analysis. *EMSASW@ESWC*, 2017.
- [38] Vilares D., Gomez-Rodriguez C., Alonso M.: Universal, Unsupervised (Rule-Based), Uncovered Sentiment Analysis. *KBS*, 118, 2017
- [39] Chinsha C., Shibily J.: A syntactic approach for aspect based opinion mining, *IEEE ICSC*, 2015
- [40] Khoo SG Ch., Johnkhan S.B.: Lexicon-based sentiment analysis: Comparative evaluation of six sentiment lexicons. *JIC*, 44(4), 2018.
- [41] Westgate A., Valova I.: A Graph Based Approach to Sentiment Lexicon Expansion. *Recent Trends and Future Technology in Applied Intelligence*, 10868:530-541, 2018.
- [42] Zhang Sh., Wei Zh., Wang Y., Liao T.: Sentiment analysis of Chinese micro-blog text based on extended sentiment dictionary. *FGCS*, 81:395-403, 2018.
- [43] Park S., Kim Y.: Building Thesaurus Lexicon using Dictionary Based Approach for Sentiment Classification. *IEEE SERA*, 2016.
- [44] Molina-González M. D., Martínez-Cámara E., Martín-Valdivia M. T., Ureña-López L. A.: A Spanish semantic orientation approach to domain adaptation for polarity classification. *IPM*, 51(4): 520-531, 2015.
- [45] Chiavetta F., Bosco G., Pilato G.: A Lexicon-based Approach for Sentiment Classification of Amazon Books Reviews in Italian Language. *WEBIS*, 2:159-170, 2016.
- [46] Wen S., Wan X.: Emotion classification in microblog texts using class sequential rules. *AAAI Conference*, 2014.
- [47] Alsaffar A., Omar N.: Integrating a Lexicon Based Approach and KNN for Malay Sentiment Analysis. *JCS*, 11(4):639-644, 2015.
- [48] Gautam G., Yadav D.: Sentiment analysis of twitter data using machine learning approaches and semantic analysis. *IC3*, 2014.
- [49] Teng ZH., Vo D.T., Zhang Y.: Context-Sensitive Lexicon Features for Neural Sentiment Analysis. *EMNLP*, 1629–1638, 2016.
- [50] AL-Sharuee M. T., Liu F., Pratama M.: Sentiment analysis: An automatic contextual analysis and ensemble clustering approach and comparison. *DKE*, 115:194-213, 2018.

## **SJELLJA E STRUKTURAVE NDËRTIMORE GJATË TËRMETIT TË DURRËSIT TË 21 SHTATORIT 2019**

**Ervin PAÇI<sup>1</sup>, Markel BABALLEKU<sup>2</sup>, Hektor CULLUFI<sup>3</sup>,  
Llambro DUNI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universiteti Politeknik i Tiranës, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit,  
[ervin.paci@fin.edu.al](mailto:ervin.paci@fin.edu.al)

<sup>2</sup>Universiteti Politeknik i Tiranës, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit,  
[b\\_kela@yahoo.com](mailto:b_kela@yahoo.com)

<sup>3</sup>Universiteti Politeknik i Tiranës, Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit,

<sup>4</sup>Universiteti Politeknik i Tiranës, Instituti Gjeoshkencave, [llduni@hotmail.com](mailto:llduni@hotmail.com)

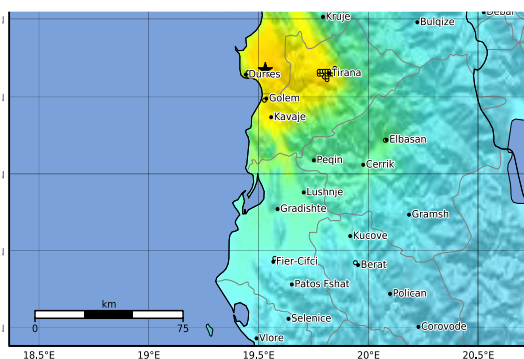
### **QËLLIMI**

Tërmeti i Durrësit 21 shtator 2019 është nga tërmetet më të fuqishëm të regjistruar në Shqipëri. Ai ndodhi pranë zonave më të populluara në vend dhe pati një ndikim shumë të madh emotiv mbi popullsinë e këtyre zonave. Artikulli tenton të japë një vlerësim çfarë ka ndodhur realisht dhe si janë pritshmëritë për performancë nën tërmete llogaritës bazuar në analiza të detajuara të përpunimit të akselogramave të regjistruara dhe dëmtueshmërinë e vërejtur në ndërtesa. Në artikull prezantohen të dhënat e matura nga IGJEUM për tërmetin e Durrësit dhe përpunimi i tyre për të nxjerrë karakteristikat e lëkundjes. Kemi tentuar nisur nga të dhënat e mbledhura nga ne të bëjmë një përshkrim të dëmeve të vërejtura dhe kategorizimin e tyre. Në artikull jepen në menyrë të përmbledhur disa koncepte të Eurokodit 8 dhe nisur nga këto të fundit janë nxjerrë konkluzionet çfarë u ka ndodhur strukturave të ndërtimit.

**Fjalë kyçe:** Spektër reagimi elastik, dëmtueshmëria strukturave, magnituda tërmetit, nxitimi maksimal i regjistruar

## 1. HYRJE

Tërmeti i Durrësit është nga tërmetet më të fuqishëm të rregjistruar në Shqipëri. Ai ndodhi pranë zonave më të populluara në vend dhe pati një ndikim shumë të madh emotiv mbi popullsinë e këtyre zonave. Pas reagimeve të para kaotike ende pa u analizuar çfarë kishte ndodhur mbizotëroi mendimi se ndërtimet në Shqipëri janë shumë të mira dhe mjaft më të mira se vendet fqinjë më të zhvilluara. Artikulli tenton të japë një vlerësim çfarë ka ndodhur realisht dhe si janë pritshmëritë për performancë nën tërmete llogaritës bazuar në analiza të detajuara të përpunimit të akselerogramave të rregjistruara dhe dëmtueshmërinë e vërejtur në ndërtesa. Duke mos patur informacion të plotë për dëmtueshmërinë në mungesë të një database të përgjithshme disa nga konstatimet kërkojnë përpunim të mëtejshëm për të nxjerrë konkluzione përfundimtare. Punimet e mëtejshme do të synojnë pikërisht përpunimin e plotë të databazave të dëmtueshmërisë për të nxjerrë një indeks real të vulnerabilitetit të ndërtesave në zonën Tiranë-Durrës.



SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(%g)	<0.05	0.3	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
PGV(cm/s)	<0.02	0.13	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

Scale based on Worden et al. (2012)  
 Version 6; Processed 2019-10-27T13:31:02Z  
 Δ Seismic Instrument    ○ Reported Intensity    ★ Epicenter

**Fig.1** Harta e ndjeshmërisë së tërmetit të Durrësit 21 shtator. (Sipas USGS).

## 2. TËRMETI I DURRËSIT

### 2.1 Matjet akselerometrike

Matjet sizmografike janë realizuar në kohë reale në qendrat sizmografike, Durrës, Tiranë, Laç, Berat, Elbasan Pogradec etj, për komponentët V-J, L-P dhe vertikale të ngjarjes kryesore dhe pasgoditjeve. Të dhënat e rregjistruara u prezantuan në formën e akselerogramave dhe spektrave elastike nga IGJEUM [1] Për të marrë një panoramë sa më të saktë gjithashtu janë marrë të dhënat nga qendra EMSC [2] dhe amerikane USGS [3]. Disa nga informacionet e dhëna nga kjo e fundit paraqiten në figurat 1 dhe 2.

MMI	City	MMI	Shaking	Population
VII	Xhafzotaj	I	Not Felt	0 k*
VII	Sukth	II-III	Weak	366 k*
VII	Katund i Ri	IV	Light	1,205 k
VII	Gjepotaj	V	Moderate	415 k
VII	Shijak	VI	Strong	816 k
VII	Vaqar	VII	Very Strong	201 k
VI	Durrës	VIII	Severe	0 k
V	Elbasan	IX	Violent	0 k
IV	Shkoder	X	Extreme	0 k
IV	Vlorë			

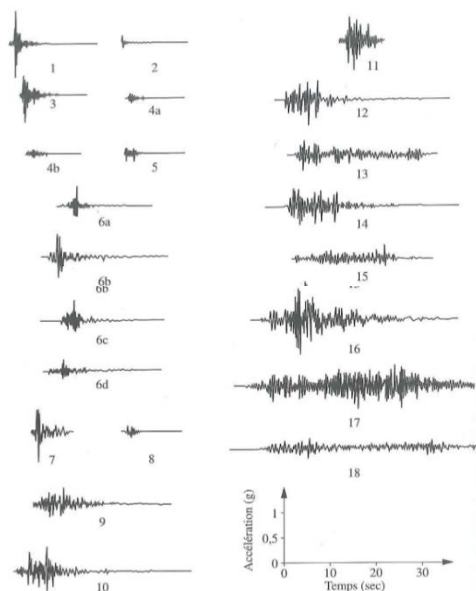
**Fig.2** Ndjeshmëria e tërmetit të Durrësit sipas qyteteve dhe popullsisë. (Sipas USGS)

### 2.2 Karakteristikat e tërmetit

**Prezantim për parametrat kryesore të vlerësimit të tërmetit. (Lekundjeve të forta).**

Parametrat kryesore të vlerësimit të lëkundjeve të forta janë: Magnituda e momentit sizmik  $M_w$  që shpreh energjinë e çliruar gjatë ngjarjes sizmike, thellësia edhe largësia nga qendra fokale, amplitudat e nxitimit, shpejtësisë, zhvendosjeve të historive kohore të rregjistruara, kohëzgjatja e lëkundjeve të rëndësishme dhe perioda predominuese.

Parametri më vlerësues që përdoret për vlerësimin e madhësisë së ngjarjes sizmike në burim është magnituda ndërsa parametrat e tjerë kanë të bëjnë me vlerësimin lokal të ndikimit të lëkundjeve. Në përgjithësi jepet Magnituda lokale përgjithësisht në shkallë Rihter ( $M_L \approx M_w$ ) megjithëse nuk është gjithmonë më e përshtatshme për të dhënë madhësinë e ngjarjes sizmike. Sipas teorive të tektonikës së pllakave Mw maksimale e mundshme për tokën është rreth 10. Për Shqipërinë magnituda maksimale varion 6.5-7. Madhësia e magnitudës mund të lidhet me kohëzgjatjen e lëkundjes së rëndësishme, por jo me amplitudat që janë kryesisht efekte të mekanizmit fokal, ligjit të përhapjes së lëkundjes (attenuation law) dhe basenit [4]. Figura dhe tabela në vazhdim të disa akselerogramave të tërmetejeve të rëndësishëm të rregjistruar ilustrojnë disa nga veçoritë e përmendura më sipër.



**Fig.3** Akselerogramat e 18 tërmetejeve dhe stacioneve matje. (sipas J.B. Matibet) [4]).

**Tab.1** Parametrat kryesore të tërmetejeve të dhëna në figurën 3. **fa1** frekuenca predominuese sipas spektrave Fourier, **fa2** sipas formulimeve të M. Kamiyama. (sipas J.B. Matibet)

N r	Tërmete dhe Stacione matje	M	$A_{max}$ [g]	$D_{max}$ (cm)	ts (s)	fa1 (Hz)	fa2 (Hz)
1	Stone Canyon 1972 Melendy Ranch	4,6	0,71	0,6	2	7,40	5,97
2	Port Huëneme 1957	4,7	0,17	4,0	9	2,56	2,14
3	Ancona 1972 Rocca	4,9	0,61	0,7	3	19,12	22,04
4a	San Francisko 1957, Golden Gate Park	5,3	0,12	0,8	3	7,68	8,61
4b	San Francisko 1957, State Building	5,3	0,10	1,1	6	5,73	6,24
5	Lytle Creek 1970	5,4	0,20	1,0	3	5,62	4,74
6a	Parkfield 1966, Temblor	5,6	0,41	5,5	5	5,34	5,94
6b	Parkfield 1966, Station nr 2.	5,6	0,51	26,3	7	1,77	1,5
6c	Parkfield 1966, Station nr 5.	5,6	0,47	7,1	7	5,48	6,5
6d	Parkfield 1986, Station nr 8.	5,6	0,28	3,9	13	7,17	10,29
7	San Salvator 1986, GIC	5,6	0,60	11,9	4	1,96	1,51
8	Helena 1935.	6	0,16	3,7	2	3,45	3,4
9	Managua 1972.	6,2	0,38	14,9	10	2,93	3,11
10	Coalinga 1983, Pleasant Valley.	6,2	0,60	28,2	8	2,96	3,38
11	Koyna 1976, Koyna dam.	6,5	0,63	10,1	5	6,31	8,64
12	Imperial Valley 1979, Bonds Corner.	6,5	0,78	16,9	11	5,29	7,09
13	Imperial Valley 1940, El Centro.	6,7	0,36	10,9	25	3,1	3,12
14	Montenegro 1979, Petrovac.	7,00	0,45	13,7	13	3,32	3,52
15	Olympia 1949.	7,00	0,31	10,4	22	5,56	9,41
16	Tabas 1978.	7,4	0,87	94,6	17	2,14	2,63
17	Cili 1985, Llolleo.	8,00	0,62	17,2	38	4,31	5,4
18	Mexique 1985, Zacatula.	8,1	0,25	8,2	45	2,34	2,04

### 2.3. Akselerogramat e rregjistruara

Në bazë të akselerogramave të rregjistruara dhe të korrektuara janë nxjerrë gjithë parametrat kryesore të lëkundjeve dhe spektrat përkatës. Figura në vazhdim jep një shembull të akselerogramës së rregjistruar në stacionin e Tiranës.



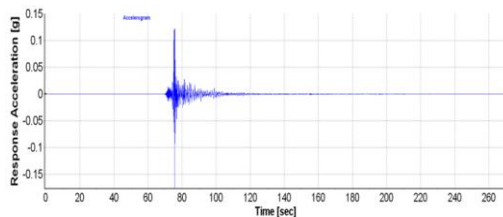
**Tab.2** Parametrat e lëkundjes për rregjistrimet në tre stacione sipas përpunimeve me dy software, *SeismoSignal dhe Seismospecter*

Stacioni	Tiranë N-S		Durrës E-W		Elbasan E-W
	GM Par. Seismosignal	GM Par. Seismospecter	GM Par. Seismosignal	GM Par. Seismospecter	GM Par. Seismospecter
Max Acceleration (g)	0.18028	0.17603	0.11205	0.11103	0.17113
Max Velocity (cm/sec)	9.86018	8.87346	8.15755	8.19697	12.54006
Max Displacement (cm)	1.32041	1.80090	1.35424	1.44180	1.47824
Vmax/Amx (sec)	0.05575	0.05139	0.07421	0.07526	0.07470
Acceleration RMS (g)	0.00510	0.00514	0.00944	0.00944	0.01056
Arias Intensity (m/sec)	0.10834	0.11003	0.20146	0.20135	0.54983
Characteristic Intensity	0.00599	0.00606	0.01111	0.01111	0.01941
Housner Intensity (cm)	23.13675	23.57443	30.43931	30.48651	37.18351
Sustained Max.Acceleration (g)	0.04643	0.04702	0.09244	0.09545	0.13803
Sustained Max.Velocity (cm/sec)	2.70576	3.36834	6.49264	7.62495	8.45425
Effective Design Acceleration (g)	0.17385	0.17561	0.11056	0.11134	0.16778
Predominant Period (sec)	0.25000	0.14000	0.60000	0.56000	0.18000
Significant Duration (sec)	11.78000		15.99000		
Damage Index((g)^c)	0.21955	0.19746	0.30620	0.30541	0.83967
Number of Effective Cycles	1.18335	2.44561	3.66129	3.85793	4.07866

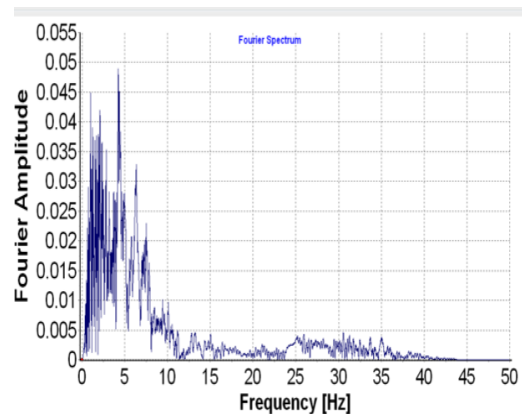
## 2.4 Përpunimi i akselerogramave

Për çdo akselerogramë kemi nxjerrë spektrat Fourier, spektrat e reagimit, dhe të gjithë parametrat kryesorë të lëkundjes sizmike me anë të software-ve të specializuara SeismoSignal dhe Seismospecter [5]. Figurat në vazhdim japin parametrat për lëkundjet e rregjistruara në stacionin e Tiranës, Durrësit dhe Elbasanit të nxjerra nga përpunimi.

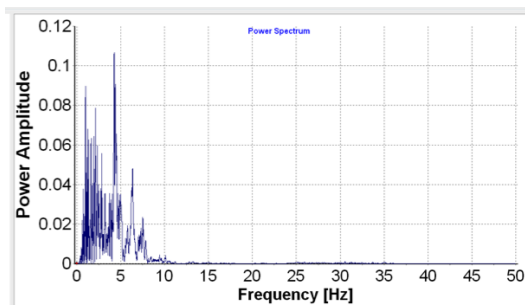
Akselerograma sipas drejtimit V-J (N-S), Stacioni Tiranë.



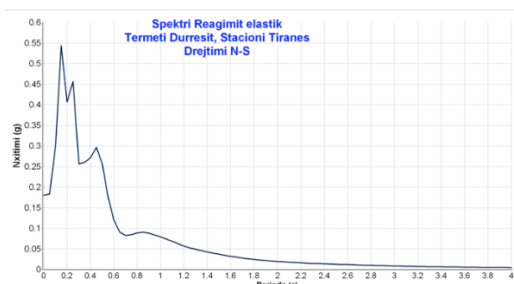
**Fig. 4.** Akselerograma e Tërmetit të Durrësit për komponenten V-J (N-S), stacioni Tiranë



**Fig. 5.** Spektri Fourier spektri i fuqisë për Tërmetin e Durrësit për komponenten V-J (N-S), stacioni Tiranë

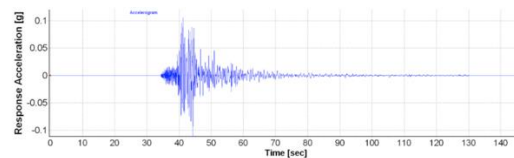


**Fig. 6.** Spektri i fuqisë për Tërmetin e Durrësit për komponenten V-J (N-S), stacioni Tiranë

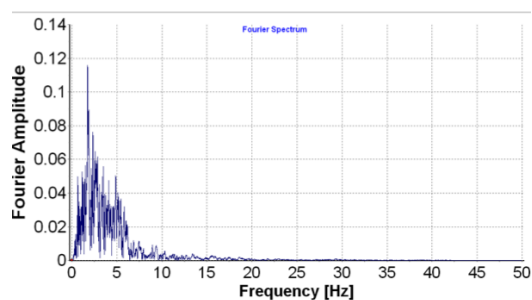


**Fig. 7.** Spektri i reagimit elastik për Tërmetin e Durrësit për komponenten V-J (N-S), stacioni Tiranë

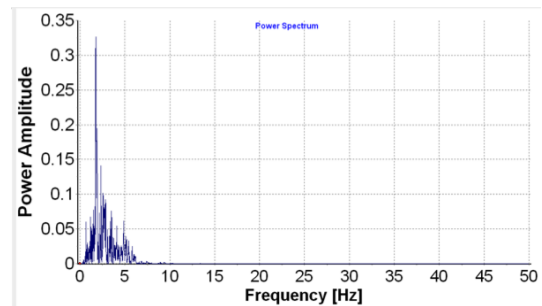
**Akselerograma sipas drejtimit E-W, Stacioni Durrës.**



**Fig.8.** Akselerograma e Tërmetit të Durrësit për komponenten L-P (E-W), stacioni Durrës

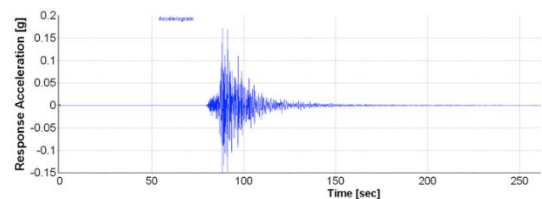


**Fig. 9.** Spektri Fourier spektri i fuqisë për Tërmetin e Durrësit për komponenten L-P (E-W), stacioni Durrës

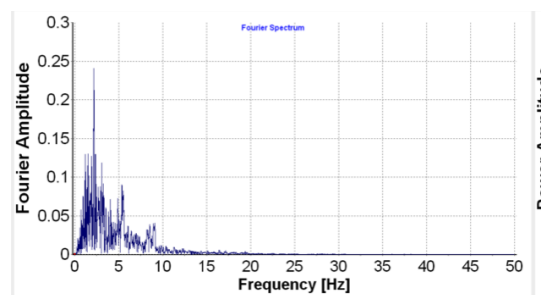


**Fig. 10.** Spektri i fuqisë për Tërmetin e Durrësit për komponenten L-P (E-W), stacioni Durrës

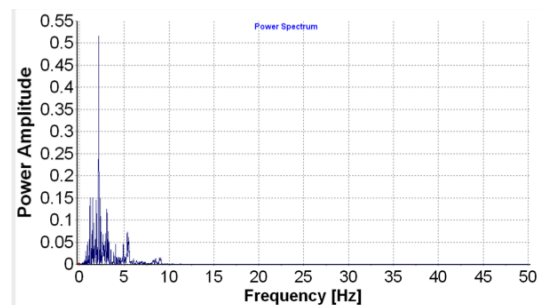
**Akselerograma sipas drejtimit E-W, Stacioni Elbasan.**



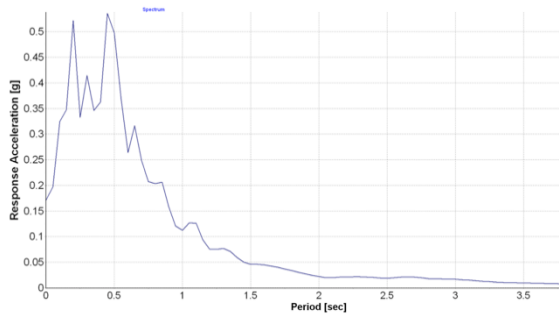
**Fig. 11.** Akselerograma e Tërmetit të Durrësit për komponenten L-P (E-W), stacioni Elbasan



**Fig.12.** Spektri Fourier për Tërmetin e Durrësit për komponenten L-P (E-W), stacioni Elbasan



**Fig. 13.** Spektri i fuqisë për Tërmetin e Durrësit për komponenten L-P (E-W), stacioni Elbasan



**Fig. 14.** Spektri i reagimit elastik për Tërmetin e Durrësit për komponenten L-P (E-W), stacioni Elbasan

### 3. DËMET NË STRUKTURA

Megjithëse nuk ka një database të përgjithshme të dëmtueshmërisë po paraqesim dëme në struktura të ndryshme të konstatuara nga ne, që mendojmë se janë me paraqitëse për tipet e dëmeve të konstatuara në ndërtesa.



**Fig.15.** Çarje në murature guri të pakontraventuar horizontalisht. Ndërtesë 1KT muraturë guri dhe tulle. Fshati Ndroq



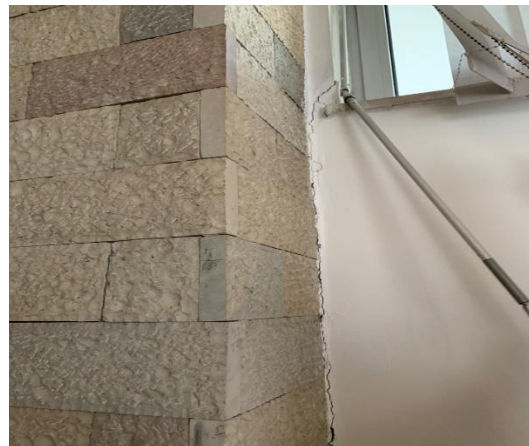
**Fig.16.** Shkëputje, çarje murature mbushëse, thyrje të tullës. Ndërtesë 5 KT, rame b/a, Durrës, Plazh



**Fig.17.** Çarje në murature tulle. Ndërtesë 1KT muraturë tulle. Fshat para Tiranës



**Fig.18.** Shkëputje, çarje murature mbushëse, thyrje të tullës. Ndërtesë 5 KT, rame b/a, Tiranë, Ndërtesa e FIN



**Fig.19.** Shkëputje të elementeve sekondare nga muratura kryesore mbajtëse.



**Fig.20.** Shkëputje paneli murature mbajtëse, çarje vertikale në muraturë. Godinë 5K me muraturë tulle silicate, Lagjja Kombinat, Tiranë.



**Fig.21.** Shkëputje të elementeve sekondare nga muratura kryesore mbajtëse. Parapeti i godinës së FGj.

Dëmet e konstatuara mund të grupohen në tre grupe kryesore:

- Dëme të rëndësishme strukturale (Ndërtesa të ulta me muraturë)
- Dëme të lehta strukturale (Ndërtesa deri 5Kt me muraturë)
- Dëme të lehta jostrukturale (Ndërtesat shumëkatëshe ose fleksibël)

#### **4. ANALIZIMI I DËMEVE NË FUNKSION TË KARAKTERISTIKAVE TË TËRMETIT**

##### **4.1 Klasifikim i strukturave**

Sipas ndarjes të dhënë në EC8 [6] strukturat klasifikohen sipas materialit të elementeve struktural në struktura: Betoni, Çeliku, Murature, druri, miks beton-çelik, alumin/aliazhe. Secila nga këto ndarje ka tipet e veta strukturore. Strukturat e betonit sipas tipit strukturor ndahen në Sisteme rame, sisteme me mure b/a, sisteme miks, sisteme fleksibël në përdredhje dhe sisteme lavjerrës.

Strukturat me muraturë sipas tipit strukturor ndahen në ndërtime me Muraturë të paarmuar, ndërtime me muraturë të kontraventuar/shtrënguar, ndërtime me muraturë të armuar.

Për çdo tip sistemi strukturor kemi veçori të sjelljes strukturore që i bën strukturat më të prirura ose jo për të qënë të shtangeta ose fleksibël. Në përgjithësi ndërtesat me muraturë dhe mure b/a janë më të shtangeta me periode baze deri 0.4-0.8s. Emërtimi i shtanget mund të përdoret për të gjitha ato struktura që në funksion të sistemit të tyre strukturor dhe trruallit ku do të ndërtohen e kanë periodën e tyre bazë në zonën e nxitimit konstant dhe paraqesin karakteristika të ulta të shuarjes së goditjes sizmike (faktor sjellje të ulët).

##### **4.2 Metodatat llogaritëse të strukturave**

Metodat kryesore të llogaritjes së strukturave janë:

###### *Analiza lineare*

- Metoda Forces tërthore, (Lateral force method analysis)
- Metoda modale me spectër reagimi (Modal response spectrum analysis)

###### *Analizat jolineare*

- Metoda jolineare statike Shtytjës graduale (Non-linear static pushover analysis)
- Metoda jolineare dinamike me histori kohore (Non-linear time history analysis)

Meqënëse metoda më e praktikuar në projektim për vetë thjeshtësinë e saj është Metoda modale me spekter reagimi (Modal response spectrum analysis) analiza jonë për dëmtueshmërinë e godinave është bazuar në konceptet e kësaj metode. Sipas kësaj metode në mënyrë të thjeshtuar mund të themi që ngarkesa sizmike që merr struktura është proporcionale me vlerën e nxitimit në grafikun e spektrit që i përgjigjet periodës bazë të strukturës.

### 4.3 Krahasimi i spektrave të reagimit me spektrin e tërmetit të Durrësit

Për të vlerësuar punën e strukturave duhet të marrim parasysh shumë faktorë që lidhen me strukturën, tabanin, topografinë, fenomenet e mundshme të terrenit si dhe ngarkimin sizmik. Analizimi i të gjithë këtyre faktorëve është një punë shumë voluminoze jashtë qëllimit të këtij artikulli dhe do të përbëjë një nga synimet tona të ardhshme. Në këtë punim ne kemi analizuar vetëm ngarkimin sizmik sipas spektrit të tërmetit të Durrësit për tre zona kryesore të ndikimit të tij: Tiranë, Durrës, Elbasan. Spektrat e reagimit elastic janë marrë sipas KTP-89 dhe EC8. Vlera e PGA për ndërtimin e spektrave sipas EC8 është marrë nga dy harta të Hazardit sizmik meqënëse nuk ka një hartë zyrtare për Shqipërinë [7].

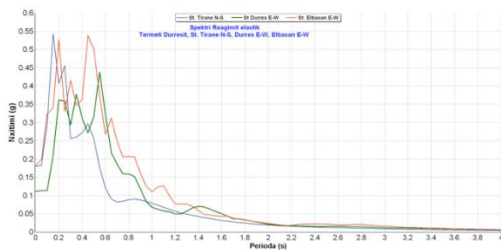


Fig.22. Spektrat e reagimit elastic për lëkundjet e regjistruara në tre stacione kryesore

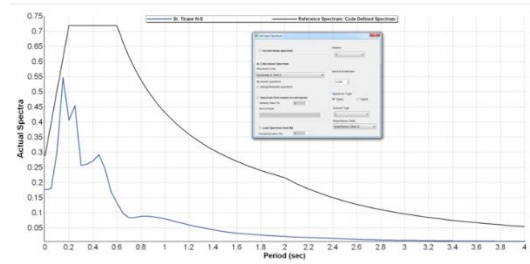


Fig.23. Krahasimi i spektrit llogaritës elastic sipas EC8 (trual C, PGA 0.25g) me spektrin e lëkundjes së regjistruar në stacionin e Tiranës

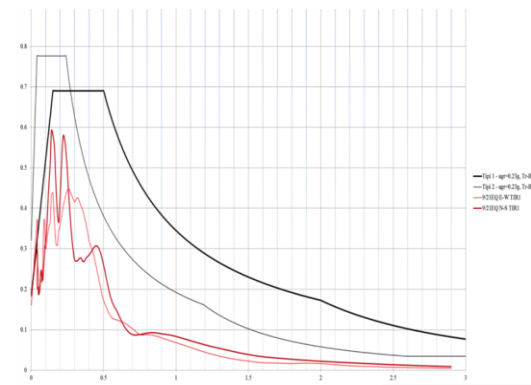


Fig. 24. Krahasimi i spektrave llogaritës elastic sipas EC8 për dy tipe (trual B, PGA 0.23g) me spektrat e lëkundjes së regjistruar në stacionin e Tiranës sipas komponentes V-J (N-S) dhe L-P (E-W)

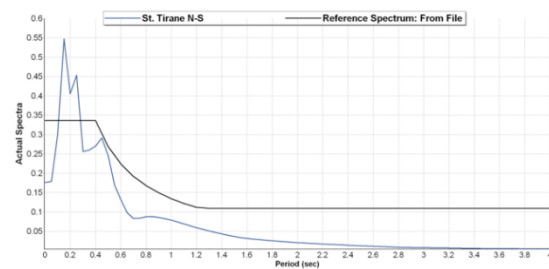
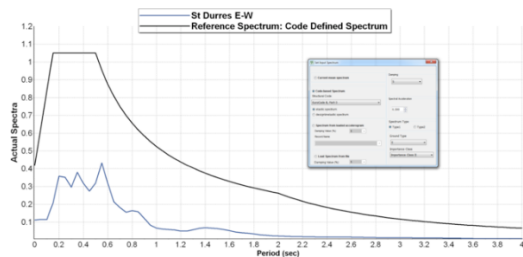
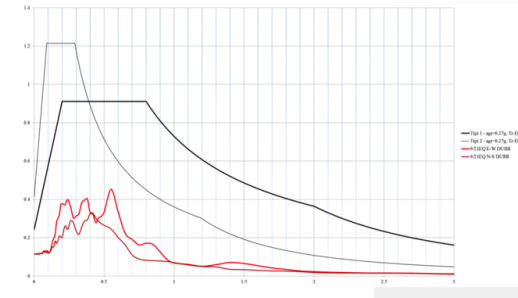


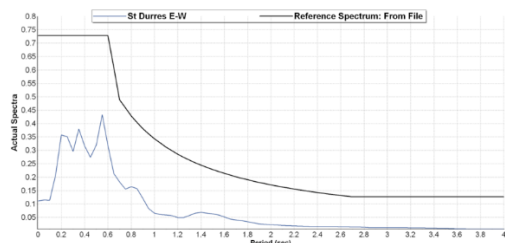
Fig.25. Krahasimi i spektrit llogaritës elastic sipas KTP (trual K.II,  $a_0=0.165g$ ) me spektrin e lëkundjes së regjistruar në stacionin e Tiranës



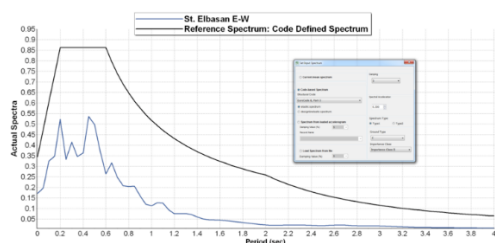
**Fig.26.** Krahasimi i spektrit llogaritës elastic sipas EC8 (truall E, PGA 0.3g) me spektrin e lëkundjes së rregjistruar në stacionin e Durrësit



**Fig.27.** Krahasimi i spektrave llogaritës elastic sipas EC8 për dy tipe (truall D, PGA 0.27g) me spektrat e lëkundjes së rregjistruar në stacionin e Durrësit sipas komponentes V-J (N-S) dhe L-P (E-W)



**Fig. 28.** Krahasimi i spektrit llogaritës elastic sipas KTP (truall K.III,  $a_0=0.42g$ ) me spektrin e lëkundjes së rregjistruar në stacionin e Durrësit



**Fig.29.** Krahasimi i spektrit llogaritës elastic sipas EC8 (truall C, PGA 0.3g) me spektrin e lëkundjes së rregjistruar në stacionin e Elbasanit

## 5. KONKLUZIONE

- Tërmeti i Durrësit megjithëse kishte një magnitudë të konsiderueshme ( $M_w=5.6$ ) përcolli ngarkesë llogaritëse vetëm për strukturat e shtangeta me periode baze  $T_1=0.15-0.25s$  në qytetin e Tiranës.
- Strukturat që kishin periode bazë në këtë interval punuan me kapacitet të plotë llogaritës dhe ato që kishin probleme në konceptim (llogaritje, detajim structural) degradimi kohor material dhe dëmtueshmëri të mëparshme pësuan dëme të konsiderueshme deri në shkatërrim (kalim të rezistencave).
- Struktura gjysëm të shtangeta patën një ngarkim mjaft më të ulët se ngarkimi llogaritës sizmik dhe pësuan dëme të vogla jo stukurore kryesisht të elementëve që kishin lëkundje lokale.
- Struktura fleksibël patën një ngarkim shumë më të ulët se ngarkimi llogaritës sizmik dhe pësuan dëme të vogla jo stukurore kryesisht të elementeve që kishin lëkundje lokale.
- Për analiza jolineare nuk mund të përdoren akselerograma e Tiranës dhe e Durrësit, ndërsa akselerograma e Elbasanit, pas proceseve të dekonvulsionit dhe shkallëzimit, mund të përdoret.

Për të kuptuar performancën reale sizmike të strukturave gjatë tërmetit të Durrësit duhet të analizohen të gjithë faktorët që ndikojnë në performancën e strukturës dhe do të përbëjë një nga synimet tona të ardhshme.

## REFERENCAT

- [1] IGJEUM, Instituti Gjeoshkencave, Energjise, Ujit dhe Mjedisit, UPT.

- [2] EMSC-European-Mediterranean Seismological Centre.
- [3] USGS-United States Geological Survey.
- [4] J.B-Matibet, Genie parasismique, Phenomenes sismiques, ISBN 2-7462-0687-0.
- [5] Seismosoft programs Suite, 2018.
- [6] Eurocode 8. Design of structures for earthquake resistance, 2006, EN1998.
- [7] Kuka N, Sulstarova E, Duni LI, Aliaj Sh.; “Seismic Hazard assessment of Albania using the spatially smoothed seismicity approach”; International Conference in Earthquake Engineering; Skopje 26-29 August; 2003.