



KAPACITETI DHE DËMTUESHMËRIA E NDËRTESAVE NË LAGJEN ULPIANA – PRISHTINË



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT

FLORIM H. GRAJÇEVCI & FATOS TAHIRI

KAPACITETI DHE DËMTUESHMËRIA E NDËRTESAVE NË LAGJEN ULPIANA – PRISHTINË

ISBN 978-9951-00-418-3



9 789951 004183

Katalogimi në botim – (CIP)
Biblioteka Kombëtare e Kosovës “Pjetër Bogdani”

624.042(496.51-25)

Grajçevci, Florim

Kapaciteti dhe dëmtueshmëria e ndërtesave në lagjen Ulpiana - Prishtinë : monografi /
Florim Grajçevci, Fatos Tahiri. - Prishtinë : Universiteti i Prishtinës "Hasan Prishtina",
2026. - 134 f. : ilustr. ; 24 cm.

1. Tahiri, Fatos

ISBN 978-9951-00-418-3

Katalogimi në botim – (CIP)
Biblioteka Kombëtare e Kosovës “Pjetër Bogdani”

624.042(496.51-25)

Grajçevci, Florim

Kapaciteti dhe dëmtueshmëria e ndërtesave në lagjen Ulpiana - Prishtinë : monografi /
Florim Grajçevci, Fatos Tahiri. - Botim elektronik. - Prishtinë : Universiteti i Prishtinës
"Hasan Prishtina", 2026. - 1 burim elektronik (134 f.) : ilustr. ; 24 cm.

1. Tahiri, Fatos

ISBN 978-9951-00-419-0



**Kapaciteti dhe Dëmtueshmëria e Ndërtesave
në Lagjen Ulpiana - Prishtinë**

MONOGRAFI

Autorë:

Dr.Sc. Florim Grajçevci

Dr.Sc. Fatos Tahiri

2025, Prishtinë

Abstrakti

Kjo monografi ofron një analizë gjithëpërfshirëse të vlerësimit të kapacitetit strukturor dhe dëmtueshmërisë sizmike të ndërtesave ekzistuese në lagjen Ulpiana të Prishtinës, një zonë urbane e ndërtuar kryesisht ndërmjet viteve 1960–1999, me densitet të lartë banimi dhe funksione të përziera sociale dhe ekonomike. Në kuadër të studimit janë identifikuar dhe analizuar gjithsej 162 ndërtesa banimi kolektive, që përfaqësojnë tërësinë e fondit ndërtimor në këtë zonë. Përzgjedhja dhe klasifikimi i ndërtesave është bërë përmes verifikimit në terren, shqyrtimit të dokumentacionit ekzistues si dhe analizës së studimeve të mëparshme për mikrozonimin sizmik dhe karakteristikat lokale të tokës.

Metodologjia e zbatuar bazohet në standardet ndërkombëtare ISO 13822 (Vlerësimi i Strukturave Ekzistuese) dhe NORSOK Z-013, duke përfshirë të gjitha fazat e vlerësimit të rrezikut: përcaktimin e sistemit strukturor, përcaktimin e skenarëve të tërmetejeve sipas SAEOC 2000 (Tërmet i Shpeshtë – RP72 dhe Tërmet i Rrallë – RP475), identifikimin e 10 Tipologjive Ndërtimore Model (TNM) dhe zhvillimin e analizave strukturore për secilën prej tyre. Janë përdorur metoda të avancuara si testet e lëkundjeve ambientale, modelimi analitik, analizat Push-Over dhe të historikut të përgjigjes (*Time History*), duke aplikuar metodën e modifikuar MADRS për përcaktimin e pikës së performancës së ndërtesave.

Rezultatet tregojnë se shumica e ndërtesave me muraturë të pambështetur (rreth 70%) dhe një pjesë e konsiderueshme e strukturave me beton të armuar (rreth 39%) arrijnë gjendjen e kolapsit në skenarin e tërmetit të rrallë (RP475).

Vlerësimet përfshijnë edhe humbjet njerëzore, sipas skenarëve të ndryshëm kohorë të goditjes:

- të lënduar lehtë: 114 persona
- të lënduar mesatarisht: 386 persona
- të lënduar rëndë: 684 persona
- viktima fatale: 1,182 persona

Vlerësimi i humbjeve financiare përfshin analizat e ndikimit ekonomik me qëllim menaxhimin e rrezikut, planifikimin urban, sigurimet dhe rikuperimin pas fatkeqësive. Humbjet klasifikohen në:

- Humbje direkte: dëmtime strukture dhe joskstrukture në ndërtesa dhe infrastrukturë,
- Humbje indirekte: ndërprerje e aktiviteteve ekonomike, kosto e zhvendosjes, humbje në shërbime publike dhe sociale (strehim i përkohshëm, ndihmë mjekësore dhe humanitare).

Të dhënat kryesore:

- Banesat e pabanueshme: 3,204 njësi, me rreth 14,240 persona të zhvendosur;
- Humbjet ekonomike: 23 milionë € për riparime dhe 200 milionë € për zëvendësim;
- Mbetje ndërtimore: mbi 307,000 tonë (në skenarin RP475).

Krahasimet me rastet reale të tërmetit të Durrësit, Shqipëri (2019) dhe Turqisë (2023) shërbejnë për të ilustruar përmasat potenciale të dëmeve dhe për të argumentuar vlerat e përftuara nga analiza. Monografia përmbillet me një sërë rekomandimesh për ndërhyrje strukture, përforcim të ndërtesave ekzistuese, planifikim emergjent dhe forcim të kapaciteteve institucionale, me qëllim rritjen e sigurisë urbane dhe zvogëlimin e ekspozimit ndaj riskut sizmik.

Fjalët kyçe: dëmtueshmëria, kapaciteti mbajtës i strukturave, humbjet e ndërtesave, humbjet direkte.

Abstract

This monograph provides a comprehensive analysis of the structural capacity and seismic vulnerability of existing buildings in the Ulpiana neighborhood of Pristina, an urban area mainly developed between 1960 and 1999, characterized by high residential density and mixed-use social and economic functions. Within the scope of this study, a total of 162 collective residential buildings has been identified and analyzed, representing the entirety of the building stock in the studied area. The selection and classification of the buildings were based on in-situ verification, review of existing documentation, and analysis of previous studies related to seismic microzonation and local soil characteristics.

The applied methodology is based on international standards ISO 13822 (Assessment of Existing Structures) and NORSOK Z-013, encompassing all stages of risk assessment: definition of the structural system, identification of earthquake scenarios according to SAEOC 2000 (Frequent Earthquake – RP72 and Rare Earthquake – RP475), identification of 10 Model Building Types (MBTs), and assessment of structural capacity for each. Advanced techniques were applied, including ambient vibration tests, mathematical modeling, Push-Over analysis, and Time History analysis, utilizing the modified MADRS method to determine the performance point.

The results show that most unreinforced masonry buildings (approximately 70%) and a significant portion of reinforced concrete structures (around 39%) reach a collapse under the rare earthquake scenario (RP475).

The assessments also include human losses, according to different temporal strike scenarios:

- Slightly injured: 114 persons
- Moderately injured: 386 persons
- Severely injured: 684 persons
- Fatalities: 1,182 persons

The economic loss assessment includes the analysis of economic impacts for the purposes of risk management, urban planning, insurance, and post-disaster recovery. Losses are categorized as:

- Direct losses: structural and non-structural damage to buildings and infrastructure.
- Indirect losses: interruption of economic activities, displacement costs, and losses in public and social services (temporary shelter, medical assistance, and humanitarian aid).

Key data:

- Uninhabitable housing units: 3,204 units, displacing approximately 14,240 people.
- Economic losses: €23 million for repairs and €200 million for retrofit.
- Construction debris: over 307,000 tons (under RP475 scenario).

Comparisons with the real earthquake events in Durrës, Albania (2019) and Turkey (2023) serve to illustrate the potential scale of damage and to validate the values derived from the analysis. The monograph concludes with a set of recommendations for structural interventions, retrofitting existing buildings, emergency planning, and strengthening of institutional capacities, with the aim of enhancing urban safety and reducing exposure to seismic risk.

Keywords: vulnerability, structural capacity, building losses, direct losses.

PASQYRA E PËRMBAJTJES

HYRJE	1
1. ARSYET PËR PËRZGJEDHJEN E LAGJES ULPIANA PËR VLERËSIMIN E DËMTUESHMËRISË SIZMIKE TË NDËRTESAVE	5
2. PËRSHKRIMI I ZONËS SË STUDIMIT – LAGJJA ULPIANA, PRISHTINË	9
2.1. KLASIFIKIMI I NDËRTESAVE EKZISTUESE	11
2.2. STUDIME TË MËPARSHME MBI DËMTUESHMËRINË E NDËRTESAVE NË ZONËN E ULPIANËS	9
2.3. METODOLOGJIA PËR STUDIM	10
2.4. MATRICA A PROBABILITETIT TË DËMTIMEVE	12
2.5. ZHVILLIMI I LAKOREVE TË DËMTUESHMËRISË.....	13
2.6. Lakoret e kapacitetit të strukturave.....	15
2.7. SPEKTRI I KËRKESËS.....	17
2.7.1. Kërkesa sizmike	17
2.8. MEKANIZMI I SHKATËRRIMIT TË NDËRTESËS	20
2.9. METODOLOGJIA E PËRDORUR E VLERËSIMIT TË NDËRTESAVE REPREZENTATIVE NË ZONËN E ULPIANËS	21
2.9.1. Vlerësimi paraprak i dëmtueshmërisë	22
2.9.2. Studimet e Mikrozonimit sizmik të Ulpianës.....	24
2.9.3. Tipologjitë e ndërtesave ekzistuese të zonës së Ulpianës për analizë.	27
3. MATJET, KALKULIMET DHE DËMTUESHMËRIA SIZMIKE E STRUKTURAVE TË NDËRTESAVE ME MURE MBAJTËSE.....	36
3.1. Ndërtesat e zgjedhura për analizë	36
3.2. Testimet e materialeve të konstruksionit mbajtës	38
3.3. Matjet e lëkundjeve ambientale	40
3.4. Analiza e dëmtueshmërisë sizmike për ndërtesën e tipizuar sistem me mure mbajtëse të pa përforcuara	43
3.5. Krahësimi i rezultateve të fituara të progresit të dëmtueshmërisë së ndërtesës.....	51

4. MATJET, KALKULIMET DHE DËMTUESHMËRIA SIZMIKE E STRUKTURAVE TË NDËRTESAVE NGA BETONI I ARMUAR.....	53
4.1. Rezultatet e matjeve ambientale	53
4.2. Zhvillimi i modeleve analitike për analizë.....	58
4.2.1. Analiza jolineare e strukturës	58
4.2.2. Qasja e Bazuar në Performancë për analizën jolineare	59
4.2.3. Analizat Pushover për strukturat prej Betoni të Armuar	60
4.2.4. Analiza jo-lineare e përgjigjes në kohë reale	64
5. HUMBJET E PRITSHME NGA DËMTIMET E STRUKTURAVE	68
5.1. Lakoret Pushover në format ADRS/ Lakoret e Kapacitetit	68
5.2. Përgjigjja Kulmore e Ndërtesës – Pikës së Performancës	69
5.3. Lakoret e cënueshmërisë.....	60
6. Analizat e humbjeve	73
6.1. Përcaktimi i funksioneve të humbjeve	73
6.2. Metodologjia për vlerësimin e humbjeve njerëzore.....	77
6.2.1. Shembulli i humbjeve njerëzore ne rastin e tërmetit të Durrësit 2019	80
6.2.2. Shembulli i humbjeve njerëzore ne rastin e tërmetit të Turqisë 2022.	80
6.3. Humbjet financiare.....	81
6.3.1. Shembull nga raporti i llogaritjes se humbjeve direkte tek rasti i tërmetit në Durrës 2019	83
6.4. Humbjet Direkte Sociale - Zhvendosja e familjeve dhe nevojat për strehim afatshkurtër	84
6.5. Mbeturinat, mbetjet inerte pas ndodhisë së tërmetit	87
6.5.1. Shembuj të humbjeve nga mbetjet e mbeturinave pas tërmetit.....	89
7. Përfundime.....	89

HYRJE

Lagja Ulpiana në Prishtinë përfaqëson njërën nga zonat më të rëndësishme urbane dhe historike të kryeqytetit, e ndërtuar kryesisht gjatë viteve 1960-1999. E karakterizuar nga një strukturë urbane e organizuar dhe me përmbajtje të ndërtesave të tipit kolektiv, kjo lagje sot përballlet me sfida serioze të lidhura me qëndrueshmërinë strukturore dhe rrezikun ndaj fatkeqësive natyrore, sidomos tërmeteve. Duke qenë se ndërtimet në këtë zonë janë kryer sipas standardeve dhe praktikave të kohës, një pjesë e konsiderueshme e fondit ekzistues ndërtimor mbetet potencialisht e cënueshme ndaj veprimeve sizmike.

Qëllimi i kësaj monografie është vlerësimi i gjendjes aktuale të ndërtesave ekzistuese në lagjen Ulpiana, duke identifikuar nivelin e tyre të dëmtueshmërisë strukturore, si dhe faktorët që ndikojnë në rrezikshmërinë urbane të zonës. Kjo përfshin analizën e tipologjive konstruktive, materialeve të përdorura, moshës së ndërtesave, mirëmbajtjes së tyre, si dhe ekspozimit ndaj rreziqeve natyrore dhe ndërtimore.

Përmes kësaj monografie synohet:

- të krijohet një bazë e të dhënave të kapacitetit strukturor ndërtesat ekzistuese,
- të hartohen profile të riskut për kategori të ndryshme të ndërtesave,
- të jepen rekomandime specifike për riparime dhe përforcime, ose ndërhyrje urbane të qëndrueshme.

Studimi mbështetet në metodologji ndërdisiplinare, duke përfshirë inspektimin në terren, analiza strukturore, vlerësim vizual të dëmtimeve, si dhe aplikim të standardeve kombëtare dhe ndërkombëtare, si Eurokodi 8 dhe udhëzues të tjerë të ngjashëm.

Duke marrë parasysh rëndësinë e sigurisë së ndërtesave për jetën dhe mirëqenien e banorëve, ky punim kontribuon jo vetëm në aspektin teknik, por edhe në përpilimin e politikave të menaxhimit të riskut urban, planifikimin e qëndrueshëm dhe forcimin e kapaciteteve vendimmarrëse për ndërhyrje në ndërtesat ekzistuese.

Në aspektin gjeografik, Kosova shtrihet brenda brezit sizmik aktiv të Ballkanit. Duke marrë parasysh edhe përvojat e fundit të rajonit me tërmete shkatërrimtare – si ai i Durrësit në vitin 2019 dhe i Turqisë në vitin 2023 – bëhet e domosdoshme kryerja e një vlerësimi të detajuar të dëmtueshmërisë strukturore. Kjo monografi synon të kontribuojë

në hartimin e politikave parandaluese, forcimin e sigurisë publike dhe përmirësimin e kapaciteteve për reagim të shpejtë ndaj fatkeqësive natyrore.

Monografia është e ndarë në disa kapituj tematikë që trajtojnë:

- Karakteristikat urbane dhe ndërtimore të zonës së Ulpianës,
- Përshkrimin e metodologjisë së përdorur,
- Analizën e kapacitetit strukturor dhe dëmtueshmërisë,
- Vlerësimin e humbjeve njerëzore, ekonomike dhe sociale,
- Krahasimet me raste reale të tërmeteve,
- Rekomandimet për ndërhyrje dhe menaxhim të rrezikut.

Definicionet e terminologjisë kryesore të përdorur në këtë Monografi:

Rreziku Sizmik (Seismic Hazard): përshkruan potencialin e lëkundjes së tokës si pasojë e tërmeteve të ardhshme. Lëkundja e tokës është efekti më i rëndësishëm i një tërmeti; megjithatë, ajo mund të shkaktojë edhe fenomene dytësore si cuname, rrëshqitje dheu apo rënie shkëmbinjsh. Vlerësimi i rrezikut sizmik bazohet në njohuritë mbi tërmetet e kaluara, gjeologjinë dhe tektonikën, si dhe në faktorët e përgjigjes së terrenit që mund të ndikojnë në fuqinë e lëkundjes në një vend të caktuar. Ai paraqet kërcënimin natyror të shkaktoar nga tërmetet, pa marrë parasysh ekspozimin e popullsisë apo cënueshmërinë e mjedisit të ndërtuar.

Rreziku sizmik shprehet përmes lakoreve të rrezikut sizmik, spektrave uniformë të rrezikut ose hartave të rrezikut sizmik, të cilat ofrojnë vlerësime sasiore të niveleve të pritshme të lëkundjes së tokës për periudha të ndryshme përsëritjeje (p.sh., RP72, RP475, RP975 ose RP2475 vjet).

Risku Sizmik (Seismic Risk): përkufizohet si mundësia e shfaqjes së efekteve të dëmshme të tërmeteve mbi komunitetet. Ai përcaktohet nga kombinimi i rrezikut sizmik dhe kushteve lokale të tokës, që japin informacion mbi nivelet e pritshme të lëkundjes së ardhshme, me ekspozimin (vendndodhjen dhe vlerën e ndërtesave) dhe cënueshmërinë e tyre strukturore. Ai shpreh mundësinë e shfaqjes së humbjeve fizike, ekonomike dhe sociale si rezultat i veprimeve sizmike në një zonë të caktuar brenda një periudhe të caktuar kohore.

Risku sizmik vlerësohet përmes modeleve që lidhin intensitetin e pritshëm të lëkundjeve të tokës me prirjen e ndërtesave për t'u dëmtuar, duke marrë parasysh edhe nivelin e

ekspozimit. Ky koncept përbën bazën për hartimin e strategjive të reduktimit të humbjeve, përgatitjen emergjente dhe planifikimin urban të qëndrueshëm.

Vulnerabiliteti sizmik (Cënueshmëria, Dëmtueshmëria): përfaqëson probabilitetin që një strukturë të pësojë një shkallë të caktuar dëmtimi nën një nivel të dhënë të lëkundjes së tokës, duke pasqyruar si karakteristikat fizike të ndërtesës, ashtu edhe kapacitetin e saj mbajtës dhe rezistues.

Vulnerabiliteti sizmik paraqitet përmes lakoreve të fragjilitetit ose funksionet e dëmtueshmërisë për të vlerësuar probabilitetin e arrijtes së niveleve të caktuara të dëmtimit. Kështu, vulnerabiliteti përfaqëson elementin që lidh riskun sizmik me pasojat potenciale në njerëz, pasuri dhe funksionalitet, përkatësisht pasojat në ato që janë të vlefshme për komunitetin.

Lakoret e fragjilitetit: përkufizohen si funksione të probabilitetit që përshkruajnë mundësinë që një strukturë, ose një komponentë e sajë, të arrijë ose të tejkalojë një nivel të caktuar dëmtimi nën një shkallë të dhënë të veprimit sizmik (p.sh. përshpejtim spektral, zhvendosje spektrale e meskatit).

Ato përfaqësojnë lidhjen ndërmjet intensitetit të tërmetit dhe probabilitetit të dëmtimit, duke ofruar një mënyrë të standardizuar për të vlerësuar dëmtueshmërinë strukturore.

Lakoret e fragjilitetit përdoren për të zhvilluar funksionet e humbjes, për të ndërtuar modele të riskut sizmik, si dhe për të mbështetur analizat kosto-përfitim të ndërhyrjeve përforcuese.

1. ARSYET PËR PËRZGJEDHJEN E LAGJES ULPIANA PËR VLERËSIMIN E DËMTUESHMËRISË SIZMIKE TË NDËRTESAVE

Lagja Ulpiana në Prishtinë është përzgjedhur si zonë studimi për zbatimin e procedurave të standardizuara për vlerësimin e dëmtueshmërisë dhe rrezikut sizmik të ndërtesave ekzistuese, për shkak të një sërë faktorësh urban, historik, teknik dhe social. Këto faktorë e bëjnë Ulpianën një rast studimi representativ dhe një zonë me prioritet për ndërhyrje strategjike në kuadër të planifikimit të qëndrueshëm urban.

Ulpiana ndodhet në një lokacion qendror të qytetit dhe luan një rol të rëndësishëm në rrjetin funksional të Prishtinës. Dëmtimi i rëndë i kësaj zone do të ndikonte drejtpërdrejt në funksionimin e qytetit në tërësi, duke përfshirë infrastrukturën rrugore, institucionet publike dhe rrjedhën normale të jetës urbane.

Me një numër të konsiderueshëm objektsh kolektive banimi dhe një popullsi të dendur, Ulpiana paraqet rrezikshmëri të lartë në rast të një tërmeti të fuqishëm. Prania e

ndërtesave me funksione të përziera (banim, arsim, shëndetësi, shërbime) shton kompleksitetin e menaxhimit të rrezikut në këtë zonë.

Ulpiana është e planifikuar sipas një qasjeje me hapësira të hapura dhe e ndërtuar si një vendbanim i vetë qëndrueshëm urban mbi një sipërfaqe prej 37.5 hektarësh. Ajo përbëhet nga 163 njësi ndërtimi me gjithsej 4,051 njësi banimi dhe një sipërfaqe të përgjithshme prej 324,088 m², që aktualisht akomodon rreth 18,005 banorë – apo rreth 11% të popullsisë urbane të Prishtinës. Dendësia relativisht e lartë e popullsisë, në kombinim me tipologjinë e ndërtesave kolektive, rrit rëndësinë e kësaj zone për menaxhimin e rrezikut dhe sigurinë publike.

Ndërtimi i lagjes Ulpiana është realizuar kryesisht gjatë viteve 1960–1980 (me 152 njësi ndërtimi), me numrit të vogël të ndërtesave në dy deceniet pasuese (vetëm 8 njësi). Këto ndërtesa janë projektuar në përputhje me kodet teknike dhe sizmike të kohës, të cilat sot konsiderohen të pamjaftueshme për t'u përballur me veprimet e jashtme në përputhje me standardet aktuale të Eurokodeve. Rregulloret e aplikuara gjatë kohës së ndërtimit kanë përfshirë ato të viteve 1948, 1964 dhe 1981, përfaqësojnë nivele të ndryshme të kërkesave sizmike – duke filluar nga mungesa e plotë e tyre, deri tek kërkesa minimale dhe të moderuara. Pjesa më e madhe e stokut ndërtimor është realizuar me materialet dhe teknologjitë e kohës, të cilat sot vlerësohen të dobëta dhe rrjedhimisht nuk sigurojnë rezistencë të mjaftueshme ndaj veprimeve sizmike sipas standardeve bashkëkohore të Eurokodeve.

Ndryshimet socio-ekonomike në Kosovë dhe në rajon kanë ndikuar në dobësimin e mekanizmave shtetërorë të kontrollit dhe mbikëqyrjes, duke krijuar një boshllëk ligjor që ka lejuar ndërhyrje të pakontrolluara në strukturat ekzistuese të ndërtesave. Ky fenomen është veçanërisht i dukshëm në objektet përgjatë rrugëve kryesore, ku në nivelet përdhese dhe në bodrume janë shtuar funksione tregtare. Ndërhyrje të tilla kanë çuar në reduktimin e kapacitetit mbajtës dhe aftësisë për deformim të ndërtesave, duke rritur ndjeshëm dëmtueshmërinë dhe rrezikun e prishjes së tyre në raste të ndodhive sizmike. Përzgjedhja e Ulpianës si zonë studimi nuk ka vetëm vlerë teknike, por edhe strategjike. Duke qenë një prej lagjeve më të vjetra të planifikuara dhe të urbanizuara, rezultatet nga vlerësimi i saj mund të shërbejnë si model për ndërhyrje të ngjashme në zona të tjera

urbane në Kosovë, duke ofruar bazë për hartimin e politikave të restaurimit, përforcimit dhe rinovimit urban.

Për këtë zonë ka një bazë të mirë të dokumentacionit teknik dhe arkivor mbi ndërtesat ekzistuese, të dhëna të detajuara nga studime të mëparshme për mikrozonimin sizmik, janë shumë studime, analiza dhe hulumtime të bazuara shkencore për trajtimin e ndërtesave të kësaj zone urbane që mundësojnë zhvillimin e një analize të integruar dhe të besueshme. Kjo ndihmon në krahasimin e rezultateve të reja me gjetjet ekzistuese dhe në krijimin e një baze të vlefshme për politika të mëtejshme planifikuese.

Duke qenë se Ulpiana përfaqëson tipologjitë më të shpeshta të ndërtimit të epokës së pasluftës në Kosovë, rezultatet dhe përfundimet e këtij studimi, e sidomos metodologjia, mund të përdoren si model për vlerësimin e dëmtueshmërisë në zona të tjera me karakteristika të ngjashme ndërtimore dhe urbane në vend.

2. PËRSHKRIMI I ZONËS SË STUDIMIT – LAGJJA

ULPIANA, PRISHTINË

Lagjja Ulpiana ndodhet në pjesën qendrore të Prishtinës dhe paraqet njërën nga zonat më të organizuara urbanistikisht të qytetit. Ajo u projektua dhe ndërtua kryesisht në periudhën midis viteve 1960–1999, si pjesë e zhvillimeve urbane në kohën e Jugosllavisë së atëhershme. Emërtimi "Ulpiana" lidhet simbolikisht me qytetin antik romak që ndodhej në afërsi të Prishtinës, duke shprehur një lidhje mes trashëgimisë dhe modernizimit urban.

Lagjja është e organizuar në blloqe të ndërtesave kolektive banimi, me lartësi mesatarisht 4–5 kate, me hapësira të gjelbra ndërmjet tyre dhe infrastrukturë funksionale që përfshin rrugë, trotuare, parkingje dhe ndërtesa shërbimesh publike si çerdhe, shkolla dhe qendra shëndetësore. Rrjeti rrugor është i sistemuar në formë gjeometrike, duke ofruar qasje të lehtë në secilin bllok banimi. Në periudhën kur u ndërtua, Ulpiana përfaqësonte një standard të lartë jetese urbane.



Foto 1. Lagjja Ulpiana Prishtinë 2025.

Ndërtesat në Ulpianë janë struktura të sistemeve tradicionalisht lehtë të dallueshme, siç janë sistemet me mure mbajtëse të pa-armuara dhe me kufizime nga betoni i armuar, sisteme me rame nga betoni i armuar pa mure mbushëse dhe me mure mbushëse, e në raste më të rralla sisteme me panele betoni monolite e të parafabrikuara. Materialet e ndërtimit, teknikat e përdorura dhe mungesa e përditësimit të standardeve strukturore me kohën kanë ndikuar në rritjen e rrezikut të tyre ndaj fatkeqësive, sidomos tërmeteve. Ndërtesat e trajtuara në këtë monografi, të projektuara dhe ndërtuara në gjysmën e dytë të shekullit të kaluar, nuk i plotësojnë kërkesat e rregulloreve aktuale në fuqi në vendin tonë – Standardeve të Eurokodeve.

Pasi shumë nga ndërtesat e lagjes Ulpiana, i kanë mbushur më shumë se 6 dekada që nga ndërtimi i tyre, shumë nga to paraqesin probleme të dukshme të degradimit: dëmtime në fasadë, çarje në elemente konstruktive, lagështi në bodrume, si dhe instalime të vjetërsuara elektrike e hidrosanitare. Këta faktorë e shtojnë nivelin e vulnerabilitetit të ndërtesave. Përveç aspekteve teknike, transformimet sociale (banorë të rinj, ndarje të brendshme, ndërhyrje pa leje, etj.) kanë ndikuar në ndryshimin e karakterit funksional dhe në rritjen e rrezikut të sigurisë.

Duke qenë se Ulpiana ka një dendësi të lartë të popullsisë dhe ndodhet në një zonë urbane me vlera të mëdha strategjike dhe ekonomike, vlerësimi sistematik i ndërtesave të saj

është i domosdoshëm për planifikim të qëndrueshëm dhe për ndërhyrje parandaluese. Ky vlerësim mund të shërbejë si bazë për përpilimin e planeve të restaurimit, përforcimit ose zëvendësimit të ndërtesave në rrezik.

2.1. KLASIFIKIMI I NDËRTESAVE EKZISTUESE

Zhvillimi urban në Kosovë filloi në fillim të viteve 1960. Gjatë tre dekadave në vijim, zonat urbane u zgjeruan ndjeshëm, veçanërisht në kryeqytetin e Kosovës, Prishtinë. Gjatë kësaj periudhe, rregulloret teknike për projektim dhe ndërtim u përmirësuan gradualisht, duke përfshirë kritere më të avancuara për mbrojtje sizmike.

Lagjja “Ulpiana”, është përzgjedhur si rast gjithëpërfshirës për pasqyrimin e zhvillimit të konstruksioneve ndërtimore në funksion të kohës së ndërtimit. Lagjja me tipologjinë ndërtimore të saj, integron katër gjenerata të kodeve projektuese, përkatësisht:

- **Para-kodi (Pre-Code):** Struktura të ndërtuara para vitit 1964; të realizuara sipas Rregulloreve Teknike të Përkohshme për Ngarkesat e Strukturave – pa mbrojtje ndaj veprimeve sizmike, 1948.
- **Kod i ulët (Low-Code):** Struktura të ndërtuara gjatë periudhës 1964–1980; me përfshirjen e kërkesave të para të kodit sizmik (bazuar në forca).
- **Kod i moderuar (Moderate-Code):** Struktura të ndërtuara gjatë periudhës 1981–1999; me përfshirjen e kodit sizmik të përmirësuar (bazuar në duktilitet).
- **Kod i lartë (High-Code):** Struktura të ndërtuara pas vitit 2000 deri në ditët e sotme, të bazuara në Eurokode.

Lagjja Ulpiana është zhvilluar në një sipërfaqe prej 37.5 hektarësh, përmban 163 blloqe ndërtimore, 4,051 njësi banimi, me një sipërfaqe totale ndërtimore prej 324,088 m², dhe strehon rreth 18,000 banorë.

Duke klasifikuar fondin ekzistues të ndërtesave sipas kohës së ndërtimit, dallohen disa lloje strukturore të cënueshme:

- Strukturat me mure të pa përforcuara, të ndërtuara para vitit 1964, nuk janë projektuar dhe ndërtuar për të përballuar veprimet sizmike. Këto ndërtesa paraqesin mangësi serioze strukturore, veçanërisht në lidhjet ndërmjet mureve mbajtëse dhe meskateve, duke rezultuar në kapacitet të ulët sizmik. Në zonën e Ulpianës, janë identifikuar 39 njësi ndërtimore që i përkasin kësaj kategorie, të ndërtuara në

periudhën kur për projektim dhe ndërtim zbatoheshin Rregullat Teknike të Përkohshme për ngarkesat në strukturë (1948–1964).

- Periudha e dytë e ndërtimit përfshin ndërtesat e ngritura nga viti 1964 deri në 1980, në të cilën janë ndërtuar 115 njësi. Kjo fazë karakterizohet nga aplikimi i standardeve fillestare sizmike, ku projektimi bëhej mbi bazën e rezistencës së materialeve ndërtimore, apo forcën rezistuese ndaj veprimeve të ngarkesave gravitacionale e sizmike. Strukturat e kësaj periudhe konsiderohen me nivel të ulët të mbrojtjes sizmike, megjithëse paraqesin përmirësime krahasuar me ndërtesat para vitit 1964.
- Strukturat e ndërtuara në periudhën 1981–1999 përfaqësojnë fazën e tretë të zhvillimit dhe përfshijnë 8 njësi ndërtimore. Gjatë kësaj periudhe, u aplikuan kodi i përmirësuar sizmik dhe parimet e projektimit me bazë duktilitetin. Këto standarde kërkonin detajim më të avancuar të nyjeve strukturore, kontroll më të rreptë të dimensioneve dhe përdorim të elementeve që siguronin deformueshmëri të mjaftueshme për përballimin e energjisë sizmike. Megjithatë, zbatimi në praktikë nuk ishte gjithmonë i njëtrajtshëm, dhe në disa raste janë evidentuar mungesa në zbatimin e plotë të kërkesave për performancë strukturore.
- Strukturat e ndërtuara pas vitit 2000 përfaqësojnë fazën e katërt të zhvillimit ndërtimor në lagje. Në këtë periudhë, vetëm një numër i kufizuar njësisish banimi janë identifikuar në lagje, për të cilat supozohet se janë realizuar sipas kërkesave të Standardeve të Eurokodeve. Këto ndërtesa nuk janë përfshirë në këtë studim, pasi përbëjnë një pjesë të vogël të fondit ndërtimor dhe, mbi të gjitha, janë vlerësuar si më pak të cënueshme krahasuar me stoqet e ndërtesave të periudhave paraprake.

Në këtë mënyrë, klasifikimi i ndërtesave në Ulpianë sipas periudhës së ndërtimit reflekton një evolucion të qartë të standardeve të projektimit sizmik, ku ndërtesat më të vjetra paraqesin shkallën më të lartë të cënueshmërisë ndaj tërmeteve, ndërsa ato më të reja ofrojnë qëndrueshmëri më të lartë, por përbëjnë vetëm një pjesë të vogël të fondit ekzistues ndërtimor.

Ky studim është hartuar duke u bazuar në dokumentacionin teknik burimor të ndërtesave të lagjes, të siguruar në kopje digjitale të skanuar nga Drejtoria e Urbanizmit e Komunës së Prishtinës.

Gjendja reale ne terren, nga koha e ndërtimit ka pësuar ndryshime si në degradimin e materialeve nga faktori kohë, nga mosmirëmbajtja e sistemeve të kanalizimit atmosferik, si dhe në masë të madhe nga intervenimet degraduese nga faktori njeri në dobësimin apo eliminimin e elementeve të konstruksionit, sidomos në nivelet e përdheseve dhe bodrumeve për nevoja të përdorimit komercial, por edhe nga mbindërtimet një katësh dhe dykatëshe, e në raste të caktuara edhe anekse. Të gjitha këto intervenime degraduese, vlerësohet që kanë ndikuar në dobësimin e kapaciteti burimor të ndërtesave për aftësi mbajtëse, e sidomos në shtangësi apo kapacitet deformues, dhe në përgjithësi në integritetin e ndërtesave në tërësi.

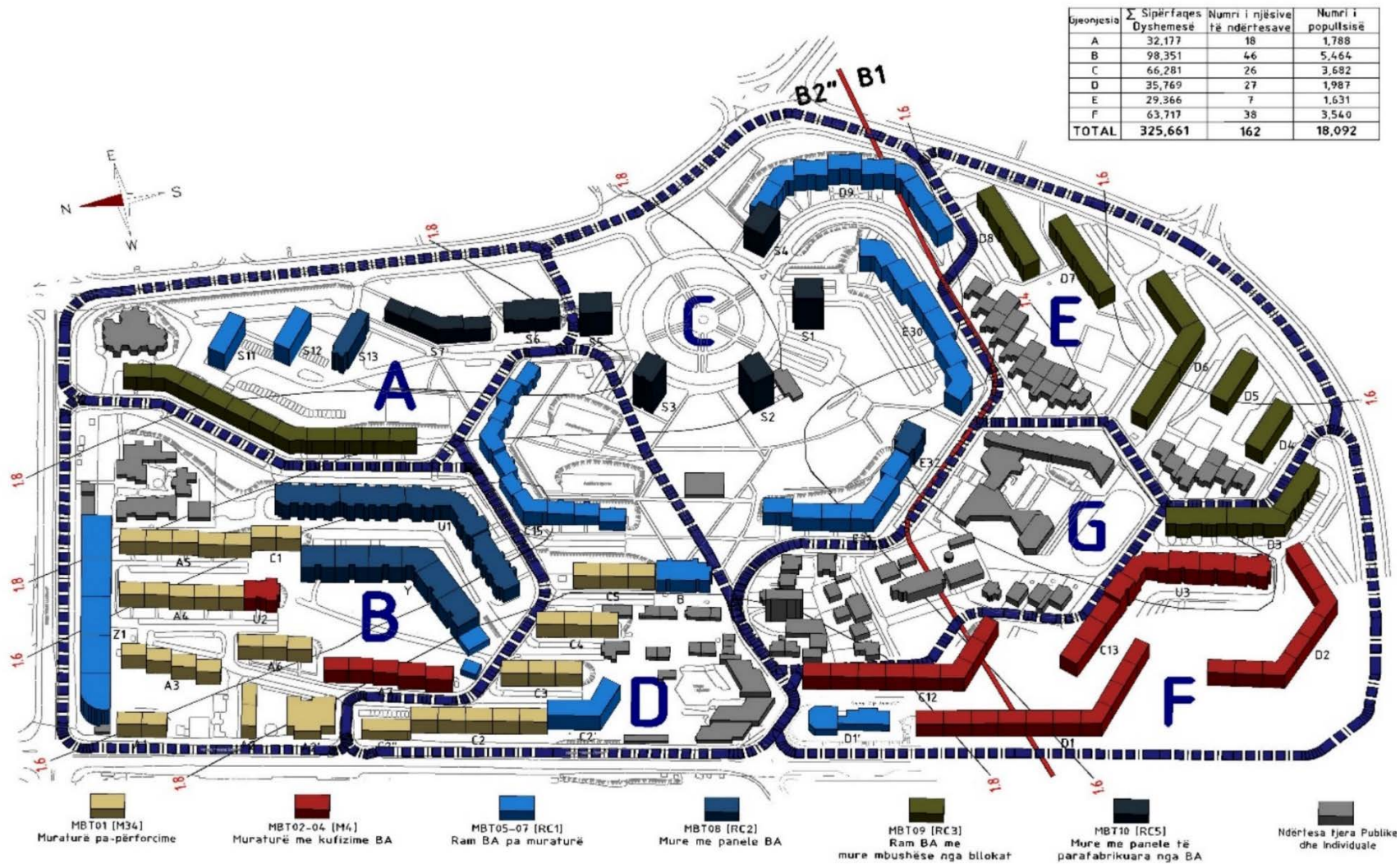


Fig. 1. Klasifikimi i ndërtesave sipas tipologjisë së strukturës

2.2. STUDIME TË MËPARSHME MBI DËMTUESHMËRINË E NDËRTESAVE NË ZONËN E ULPIANËS

Pavarësisht rëndësisë urbane dhe historike që ka lagja Ulpiana për qytetin e Prishtinës, numri i studimeve të drejtpërdrejta shkencore lidhur me vlerësimin e dëmtueshmërisë strukturore të ndërtesave ekzistuese mbetet relativisht i kufizuar, kryesisht të realizuara përmes studimeve të Doktoratës, përkatësisht:

- Sjellja sizmike dhe dëmtueshmëria e ndërtesave ekzistuese në Prishtinë – Kosovë, Disertacion Doktorature (Grajçevci, 2009);
- Një qasje e avancuar për vlerësimin e integruar të dëmtueshmërisë dhe riskut sizmik urban, Disertacion Doktorature (Tahiri, 2018).

Megjithatë, disa iniciativa akademike, punime diplome dhe projekte institucionale kanë adresuar aspekte të kësaj problematike. Më poshtë përmbledhen studimet më relevante: Në kuadër të projekteve kërkimore dhe temave të diplomave në studimet Master, janë zhvilluar disa vlerësime individuale të ndërtesave në Ulpianë, të cilat përfshijnë:

- Risku sizmik dhe dëmtueshmëria e ndërtesave arsimore, Tezë Masteri (Tahiri, 2008);
- Inspektim vizual të ndërtesave të tipit 5-katësh, të ndërtuara gjatë viteve '70, me fokus në çarjet, përkuljet dhe ndikimin e ngarkesave dinamike;
- Projekti për vlerësimin dhe sanimin e strukturave me sistem masiv për zonën e Ulpianës, Projekt Hulumtues i realizuar nga FIN, UP në vitin 2024;
- Krahasime ndërmjet tipologjive të ndërtesave me strukturë sistem me rame dhe atyre me mure mbajtëse, për të vlerësuar sjelljen e tyre në rast të tërmetit.

Komuna e Prishtinës, në bashkëpunim me agjenci ndërkombëtare si UN-Habitat dhe GIZ, ka përfshirë Ulpianën në disa harta të riskut urban. Këto studime janë fokusuar më shumë në aspektin urban dhe demografik, duke e vlerësuar lagjen si zonë me popullsi të dendur, ndërtime të vjetra dhe infrastrukturë të ngarkuar, por pa u thelluar në aspektin teknik të rezistencës strukturore.

Artikuj në revista shkencore dhe konferenca të fushës së inxhinierisë së ndërtimit kanë trajtuar:

- Performancën strukturore të ndërtesave të ndërtuara para viteve '80 në Prishtinë, duke përfshirë disa shembuj nga Ulpiana.

- Analiza krahasuese të normave të projektimit të aplikueshme atëherë dhe sot, me theks në mungesën e standardeve sizmike gjatë periudhës së ndërtimit të Ulpianës.

Studimet tregojnë për një dëmtueshmëri të shtuar të ndërtesave në Ulpianë, për shkak të:

- Moshës së strukturave;
- Ndërhyrjeve të paautorizuara në dobësim apo largim të elementeve të strukturave;
- Mbindërtimeve, duke e rritur ngarkesën gravitacionale dhe masën në përgjigje ndaj tërmeteve;
- Mosmirëmbajtja e instalimeve dhe sistemeve hidraulike;
- Mungesës së intervenimeve riparuese dhe përforcuese sizmike.

Megjithatë, mungon ende një vlerësim sistematik, gjithëpërfshirës dhe i standardizuar i gjithë zonës, çka e bën këtë monografi një kontribut të veçantë në drejtim të senzibilizimit të komunitetit të inxhinierëve e sidomos të autoriteteve komunale e institucioneve tjera relevante, përgjegjëse për sigurinë e përgjithshme të popullatës dhe planifikimit për reagim në rast të ndodhisë së tërmetit të pritshëm.

2.3. METODOLOGJIA PËR STUDIM

Një nga detyrat themelore të këtij studimi ka qenë përcaktimi i një metodologjie për vlerësimin e riskut dhe dëmtueshmërisë sizmike, duke u mbështetur edhe në modelet e zhvilluara më parë në këtë fushë gjatë dekadave të fundit. Një ndër parametrat kryesorë të modelit të humbjes, i cili përdoret për të vlerësuar riskun sizmik dhe dëmtueshmërinë e ndërtesave ekzistuese, është aplikimi i një algoritmi të saktë, transparent dhe konceptualisht të qëndrueshëm.

Ekzistojnë disa studime që kanë synuar krijimin e një pasqyre të përgjithshme përmes propozimit të metodologjive të ndryshme dhe modeleve bashkëkohore për vlerësimin e riskut sizmik dhe dëmtueshmërisë të strukturave ndërtimore, ndër të cilat veçohen punimet e; (Ferreira 2017), (Giovinazzi 2004), (Grajčevci 2009), (IDNDR 1999), (Kappos 2001), (Milutinovic 2003), (Mouroux 2004), (Otani 2000), (Salic 2004; 2012), (Tahiri 2008; 2010) dhe (Tyagunov 2004).

Formulimi i një modeli të humbjeve nga tërmeti për një zonë të caktuar synon të sigurojë të dhëna mbi humbjet fizike, ekonomike dhe sociale, duke krijuar një platformë mbështetëse për menaxhimin e rrezikut, reagimin emergjent dhe planifikimin ndaj

fatkeqësive nga ana e autoriteteve shtetërore. Ky model shërben gjithashtu si instrument për reduktimin e riskut, përmes kalibrimin të kodeve sizmike për projektimin e ndërtesave të reja, ku kostoja shtesë për garantimin e rezistencës sizmike mund të vlerësohet në mënyrë sasiore dhe të krahasohet me humbjet e mundshme që shmangen.

Modeli i humbjeve mund të shërbejë edhe si bazë për projektimin e skemave të përforcimit, duke mundësuar analizat e kostove-përfitimeve për alternativa të ndryshme të ndërhyrjeve strukturore.

Qëllimi kryesor i një vlerësimi të dëmtueshmërisë është përcaktimi i probabilitetit të një niveli të caktuar dëmtimi për një lloj ndërtese të caktuar, në rast të një tërmeti skenar. Metodatat e ndryshme për vlerësimin e rrezikut dhe dëmtueshmërisë sizmike, të propozuara ndër vite për qëllime të vlerësimit të humbjeve, ndahen në dy kategori kryesore: empirike dhe analitike, të cilat gjithashtu mund të përdoren në formë të metodave hibride (Calvi G.M, 2006), siç paraqitet në Figurën 2.

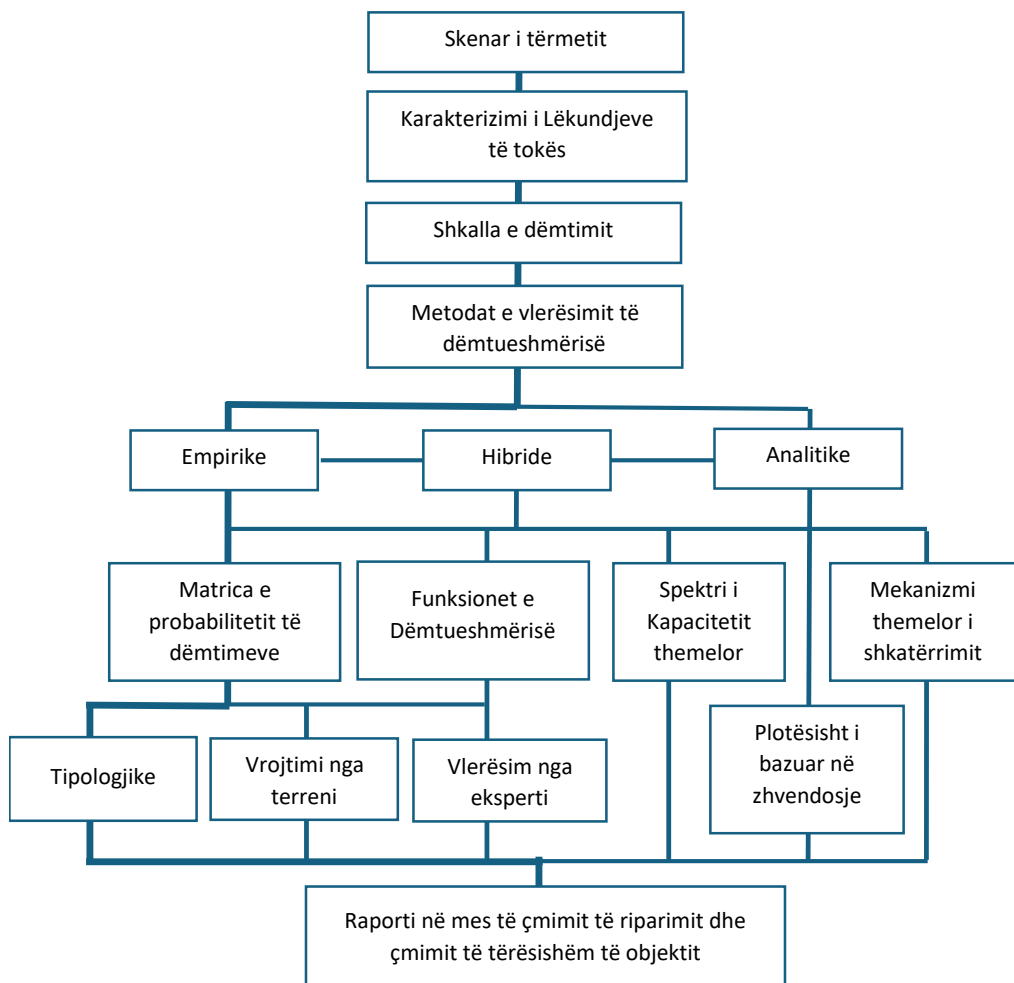


Fig. 2. Përmbajtja dhe komponentët e procedurave për vlerësimin e dëmtueshmërisë nga risku sizmik

2.4. MATRICA A PROBABILITETIT TË DËMTIMEVE

Metoda e matricës së probabilitetit të dëmtimeve (MPD) bazohet në idenë se një grup ndërtesash që kanë të njëjtën tipologji strukturore do të sillen në mënyrë të ngjashme nën veprimin e një tërmeti dhe, si pasojë, nivelet e dëmtimeve do të jenë të ngjashme për atë grup ndërtimesh. Dëmtimi karakterizohet nga një shkallë e caktuar pasigurie, e cila përshkruhet përmes matricës së probabilitetit të dëmtimeve [Whitman, 1973; Di Pasquale et al., 2001]. Çdo element i matricës shprehet sipas ekuacionit (1):

$$MPD(DV,I,T)=P(DV/I,T) \quad (1)$$

ku:

- DV: gjendja e dëmtimit (Damage Value),
- I: intensiteti sizmik,
- T: tipologjia strukturore,
- dhe $P(DV/I, T)$: është probabiliteti i arritjes së një gjendjeje të caktuar dëmtimi, për një intensitet të dhënë dhe një tipologji të caktuar strukture.

Kjo metodë MPD është një nga qasjet më të përdorura në vlerësimin e dëmtueshmërisë sizmike të ndërtesave, pasi ofron një spektër të strukturuar për të parashikuar probabilitetin e arritjes së një niveli të caktuar dëmtimi në një ndërtesë, si pasojë e një tërmeti me intensitet të dhënë.

Metoda e bazuar në probabilitetin e dëmtimeve synon të modelojë marrëdhënien ndërmjet:

- Intensitetit të tërmetit (p.sh., PGA – përshpejtimi maksimal i tokës, drift meskator, intensitet EMS, etj.), dhe
- Probabilitetit të arritjes ose tejkalimit të një niveli specifik dëmtimi (siç përcaktohen në sistemet EMS-98, HAZUS ose RISK-UE).

Kjo marrëdhënie përshkruhet përmes lakoreve të dëmtueshmërisë të formuluar zakonisht si funksione lognormale kumulative.

2.5. ZHVILLIMI I LAKOREVE TË DËMTUESHMËRISË

Zhvillimi i lakoreve të dëmtueshmërisë është një komponentë thelbësore në vlerësimin probabilitistik të vulnerabilitetit sizmik të ndërtesave. Këto lakore përshkruajnë marrëdhënien ndërmjet intensitetit të tërmetit (p.sh., PGA, drift, spektri) dhe nivelit të dëmtimit të pritur të ndërtesës. Lakoret e dëmtueshmërisë paraqesin përshkrimin grafik të probabilitetit që një ndërtesë do të përjetojë një nivel të caktuar dëmtimi kur ekspozohet ndaj një intensiteti sizmik të dhënë. Ato përdoren gjerësisht në studimet e vlerësimit të rrezikut sizmik, si pjesë e modeleve të riskut urban, dhe shërbejnë si bazë për:

- përlllogaritjen e humbjeve të pritshme;
- planifikimin emergjent;
- prioritetizimin e ndërhyrjeve strukturore;

– dhe hartimin e politikave urbane për reduktimin e riskut.

Koncepti i lakores së dëmtueshmërisë paraqet funksionin për probabilitetin e arritjes ose tejkalimit të një niveli të caktuar dëmtimi për një vlerë kulmore të reagimit ndaj një kërkesë të caktuar të lëkundjes së tokës.

Lakoret e fragjilitetit paraqesin probabilitetin e kushtëzuar që një gjendje dëmtimi e caktuar (ds) të arrihet ($Psk[Ds=ds|Y=y_k]$) ose të tejkalohet ($Psk[Ds>ds|Y=y_k]$) për një lëkundje të caktuar të tokës (y_k). Lakoret përkatëse përkufizohen si funksione kumulative me shpërndarje lognormale, të përcaktuara nga një vlerë mediane dhe një devijim standard logaritmik, sipas ekuacionit:

$$P[ds|S_d] = \Phi \left[\frac{1}{\beta_{ds}} \ln \left(\frac{S_d}{\bar{S}_{d,ds}} \right) \right] \quad (2)$$

ku:

S_d Parametri i rrezikut sizmik (zhvendosja spektrale)

$\bar{S}_{d,ds}$ Vlera mediane e zhvendosjes spektrale në të cilën ndërtesa arrin pragun e gjendjes së dëmtimit ds ;

β_{ds} Devijimi standard i logaritmit natyror të zhvendosjes spektrale, i lidhur me gjendjen e dëmtimit ds ;

Φ Funksioni kumulativ normal standard me vlerë mesatare 0 dhe devijim standard 1

Pjerrësia e lakores së fragjilitetit kontrollohet nga vlera e devijimit standard lognormal (Beta). Sa më e vogël të jetë vlera e Betës, aq më pak variabilitet ka gjendja e dëmtimit dhe aq më e pjerrët është lakorja e fragjilitetit. Në të kundërt, sa më e madhe të jetë vlera e Betës, aq më i madh është variabiliteti i gjendjes së dëmtimit dhe aq më pak e pjerrët bëhet lakorja e fragjilitetit.

Pasi të jenë përcaktuar zhvendosja spektrale, mund të kalkuloohen parametrat që e definojnë formën e lakoreve të fragjilitetit. Lakoret zhvillohen për katër gjendje të nivelit të dëmtimit të strukturës, përkatësisht: të lehta, të moderuara, të rënda dhe kolaps apo shkatërrim.

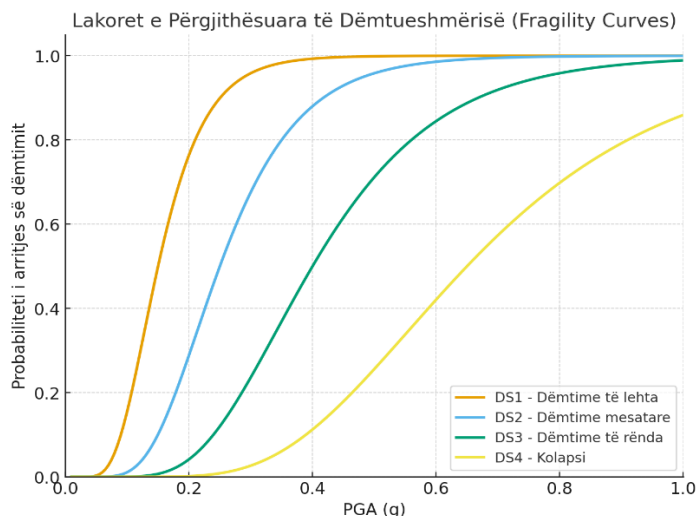


Fig. 3. Lakoret e përgjithësuara të dëmtueshmërisë për gjendjen e dëmtime të lehta, mesatare, të rënda dhe shkatërrimi-kolapsi total për klasë të veçantë të ndërtesave.

2.6. Lakoret e kapacitetit të strukturave

Për strukturat ekzistuese të ndërtesave lakoret e kapacitetit janë mjete thelbësore në inxhinierinë sismike për vlerësimin e sjelljes së tyre nën veprimet e tërmetit. Ato përfaqësojnë marrëdhënien ndërmjet forcës anësore të zhvilluar dhe zhvendosjes horizontale të ndërtesës, dhe zakonisht përfitohen përmes analizës pushover (analizës statike jo-lineare).

Lakoret e kapacitetit përmbajnë; Fazën elastike të strukturës, Kufirin e rrjedhjes – ku struktura hyn në sjellje plastike, Kapacitetin maksimal mbajtës – forca maksimale që struktura mund të përballojë, dhe Zonën e degradimit – ku kapaciteti bie për shkak të dëmtimeve të mëdha.

Për strukturat ekzistuese – sidomos ato të ndërtuara para standardeve moderne sismike – lakoret e kapacitetit janë element kyç për të kuptuar sjelljen reale të ndërtesës në kushte tërmeti. Ato mund të përdoren për të vlerësuar gjendjen kufitare të dëmtimit, mund të krahasohen me spektrin e kërkesës, si dhe shërbejnë si bazë për vlerësimin e rrezikut sismik dhe nevojës për përforcim.

Për Inxhinierët e strukturave lakoret e kapaciteteve japin vlerësim të saktë të qëndrueshmërisë aktuale, ndihmojnë në vendimmarrje për përforcim ose rehabilitim të

strukturave si dhe mund të shoqërohen me lakoret e dëmtueshmërisë për të ndërtuar modele të humbjeve nga tërmetet.

Ndërtimi i lakoreve të kapaciteteve realizohet duke supozuar se muret si elemente strukturore që pranojnë forcat horizontale të lindura nga tërmeti kanë shtangësi në rrafshin e tyre, ndërsa në drejtimin e kundërt të rrafshit të tyre ato nuk kanë kapacitet mbajtës dhe nuk konsiderohen për kontribut të tërësishëm.

Supozimi tjetër i referohet shtangësisë së madhe të elementeve strukturore të meskateve të cilat sigurojnë se të gjitha elementet vertikale zhvendosen njëtrajtësisht në rrafshet përkatëse të tyre. Shuma e secilit element strukturor vertikal të një drejtimi referent paraqet kapacitetin e tërësishëm të strukturës së ndërtesës.

$$V_b(\Delta) = \sum_j V_{bj}(\Delta) \quad (3)$$

Pikëprerja e lakoreve të kapacitetit dhe spektrit të kërkesës përcaktohet pika e performancës të strukturës. Spektri i kapacitetit është një funksion shumë i rëndësishëm në inxhinierinë sismike dhe ndihmon në mënyra të shumta për të kuptuar dhe vlerësuar sjelljen e një ndërtese gjatë tërmetit.

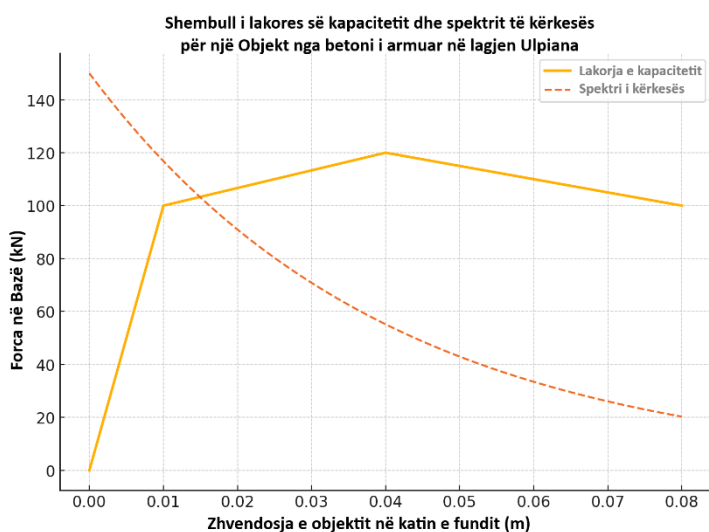


Fig. 4. Shembull i lakoreve të kapacitetit dhe spektrit të kërkesës

Duke përdorur një aproksimim bilinear të lakores së kapacitetit për një ndërtesë shembull imagjinare, ngurtësia e pjesës elastike lineare k korrespondon me shumën e ngurtësive efektive të mureve që kontribuojnë në drejtimin e analizuar.

$$k = \sum_{i=1}^n k_{eff,i} \quad (4)$$

ku:

k shtangësia efektive totale në pjesën elastike të lakores,

$k_{eff,i}$ shtangësia efektive e murit i ,

n numri i mureve që veprojnë në atë drejtim.

Kjo qasje thjeshton analizën dhe lejon përlllogaritjen e sjelljes elastike të ndërtesës përpara arritjes së pikës së plastifikimit - rrjedhjes, duke bërë të mundur ndërtimin e pjesës së parë të lakores bi-lineare.

2.7. SPEKTRI I KËRKESËS

Spektri i kërkesës në inxhinierinë sizmike paraqet përshpejtimet ose zhvendosjet që një ndërtesë e idealizuar (me një shkallë lirie) do të përjetojë kur i nënshtrohet një tërmeti të caktuar. Ky spektër përfaqëson kërkesën dinamike që tërmeti vendos mbi strukturën dhe përdoret për ta krahasuar me kapacitetin e saj rezistues.

2.7.1. Kërkesa sizmike

Spektrat e Kërkesës janë zhvilluar në përputhje me Eurokod-in 8: *Projektimi i strukturave për rezistencë ndaj tërmeteve – Pjesa 1: Rregulla të përgjithshme, veprimet sizmike dhe rregullat për ndërtesat; Paragrafi 3.2.2.2. Spektri elastik horizontal i përgjigjes.*

Në këtë studim, për llogaritjen e përgjigjes maksimale të strukturës është përdorur Spektri i Kërkesës i Tipit 1. Forma e spektrit të kërkesës është zhvilluar në funksion të periodave këndore të përgjigjes (corner periods), sipas ekuacioneve:

$$S_a(T) = a_g S \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta \cdot 2.5 - 1) \right] \quad \text{për } T < T_B \quad (5)$$

$$S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \quad \text{për } T_B < T < T_C \quad (6)$$

$$S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[1 + \frac{T_C}{T} \right] \quad \text{për } T_C < T < T_D \quad (7)$$

$$S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2.5 \left[1 + \frac{T_C T_D}{T^2} \right] \quad \text{për } T_D < T < 4s \quad (8)$$

ku:

$S_a(T)$ spektri elastik i përgjigjes;

T periudha e lëkundjes të një sistemi linear me një shkallë lirie;

a_g përshpejtimi sismik projektues në tokën e tipit A ($a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$);

T_B kufiri i poshtëm i periodës së pjesës me përshpejtim spektral konstant;

T_C kufiri i sipërm i periodës së pjesës me përshpejtim spektral konstant;

T_D vlera që përcakton fillimin e zonës së zhvendosjes konstante në spektrin e përgjigjes;

S faktori i tokës;

η faktori i korigjimit për amortizimin ($\eta = 1$ për 5% amortizim viskoz).

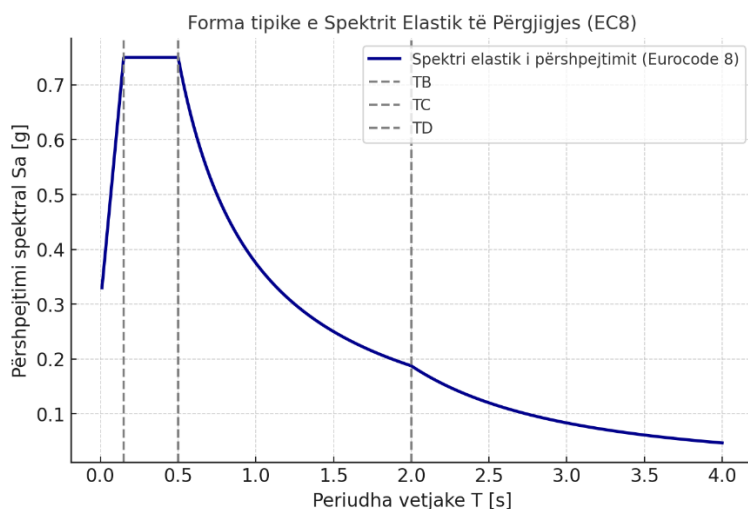


Fig. 5 – Forma e Spektrit Elastik të Përgjigjes

Në këtë studim, spektrat e kërkesës janë zhvilluar për tipin e tokës B sipas Eurokodit 8, ku profili stratigrafik i mjedisit lokal të tokës përshkruhet si: depozitime rëre shumë të dendur, zhavorri ose argjile shumë të ngurtë, me trashësi prej disa dhjetëra metrash, të karakterizuara nga një rritje graduale e vetive mekanike me thellësinë. Parametrat karakteristike për këtë kategori janë: $V_{s,30}=360\text{--}800$ m/s, $NSPT > 50$ goditje/30 cm, dhe $c_u > 250$ kPa.

Spektrat e kërkesës janë zhvilluar për dy nivele të klasifikimit të tërmeteve sipas SAEOC Vision 2000 (1995):

- **Niveli 2:** tërmet i rastësishëm me interval përsëritjeje RP72 vjet, që korrespondon me një probabilitet të ndodhisë prej 50% brenda 50 viteve;
- **Niveli 3:** tërmet i rrallë me interval përsëritjeje RP475 vjet, që korrespondon me një probabilitet të ndodhisë prej 10% brenda 50 viteve.

Për të dy nivelet e tërmetit dhe për kategorinë e tokës B janë përcaktuar nga 5 grafike të spektrave të kërkesës, në funksion të koeficienteve të amplifikimit dinamik të përfutur nga studimi i mikrozonimit sizmik. Përsheptimi maksimal i tokës (PGA) në shtresat

shkëmbore të zonës është përcaktuar 0.084 g për Nivelin 2 të tërmetit dhe 0.132 g për Nivelin 3 të tërmetit.

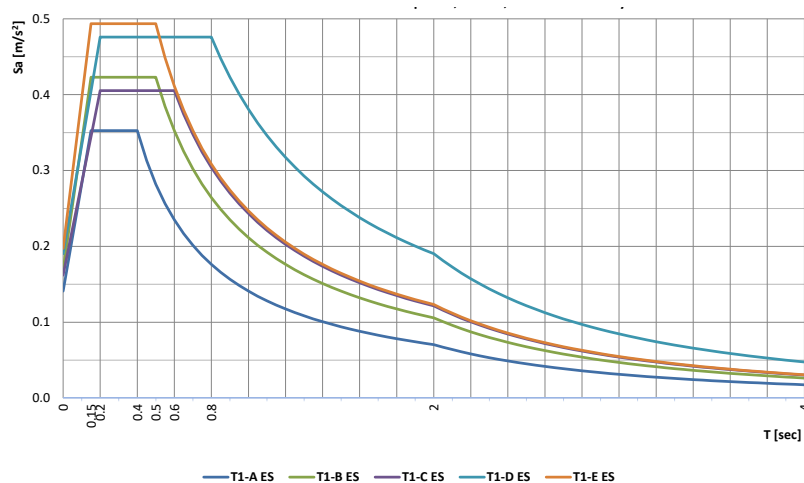


Fig. 6 Spektri horizontal elastik, EC-8 / Tipi 1, Toka A-E, RP72 - 50% në 50 vjet

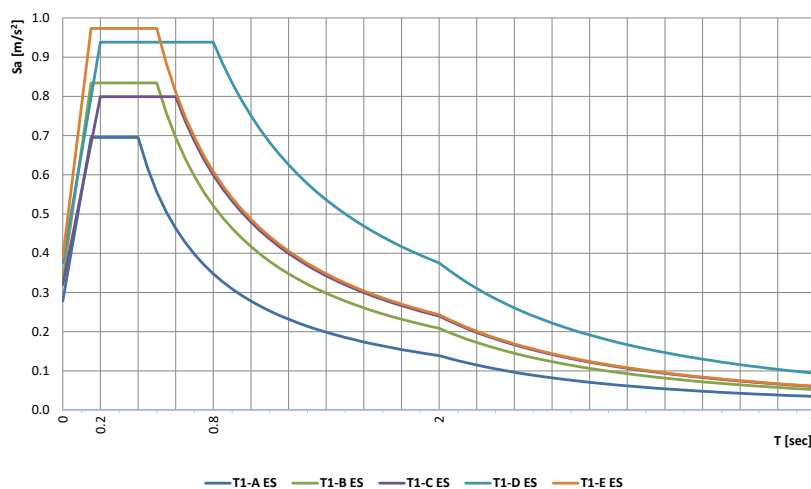


Fig. 7 Spektri horizontal elastik, EC-8 / Tipi 1, Toka A-E, RP475 - 10% në 50 vjet,

2.8. MEKANIZMI I SHKATËRRIMIT TË NDËRTESËS

Njohja e mekanizmit të shkatërrimit përbën një hap thelbësor në kuadër të qasjes së projektimit mbi bazën e kapacitetit (capacity design principles), pasi i mundëson inxhinierit të strukturës të vlerësojë mënyrën e reagimit të elementeve konstruktive ndaj forcave alternative të tërmetit. Ky proces përfshin analizën e inicimit të dëmtimeve, progresin e tyre në kohë dhe formimin e nyejve plastike (plastic hinge formation), të cilat përcaktojnë sjelljen jo-lineare të sistemit strukturor.

Identifikimi i elementeve më kritike, si shtylla, mure mbajtëse ose lidhje strukturore, krijon bazën për përcaktimin e masave të përforcimit, duke synuar ruajtjen e një hierarkie të qartë të rezistencës (capacity hierarchy) dhe shmangien e mekanizmave të dëmshëm të thyerjes (p.sh. prishje e shtyllave para trarëve).

Këto parime ofrojnë bazë të domosdoshme për kalibrimin e parametrave të analizës në mënyrë që rezultatet e fituara gjatë analizave jo-lineare statike (Pushover) dhe atyre jo-lineare dinamike në kohë reale (Nonlinear Time History Analysis – NLTHA) të jenë të qëndrueshme dhe të besueshme. Përmes kësaj qasjeje, bëhet e mundur vlerësimi i kërkesës për duktilitet, i reduktimit të shtangësisë dhe i kapacitetit për absorbim të energjisë, duke lejuar përcaktimin më të saktë të performancës strukturore në termat e niveleve të pranueshme të dëmtimit, siç janë: Shfrytëzim i menjëhershëm, siguri e jetës dhe parandalim i shembjes (Immediate Occupancy, Life Safety, Collapse Prevention). Sjellja e strukturës në situatat e veprimeve sizmike shfaqë sjellje karakteristike të elementeve përbërëse strukturore të sajë duke filluar plasaritjet në nyje, rrëshqitje – shkëputje ose plastifikime të prerjeve tërthore duke përfunduar në shkatërrim të pjesshëm ose të plotë të sajë.

Nga njohuritë e teorive të strukturave mund të përshkruhen shembuj të mekanizmave më të zakonshëm të shkatërrimit sikur rasti i “shtyllës së shkurtër”, shkatërrimi i nyjës “shtyllë-trarë”, shkatërrimi i “muraturës tek mbushjet”, efekti i “katit të butë”, “rrëshqitja ose ulja e themeleve”.

Në varësi të materialeve ndërtimore (beton i armuar, muraturë me njësi të ndryshme të lidhura me llaç, çelik, dru masiv apo i lameluar, alumin, ose kombinime të materialeve përkatësisht të prerjeve tërthore të elementeve), si dhe sipas sistemeve strukturore – të

tilla si sisteme me mure masive mbajtëse, sisteme me ram nga betoni i armuar, të çelikut ose të drurit të lameluar, sisteme duale, sisteme murature nga betoni i armuar, sisteme lavjerrës, apo sisteme me bërthama të betonit të armuar – mund të identifikohen dhe klasifikohen modele të ndryshme të shkatërrimit.

Këto modele të dështimit përbëjnë një bazë të domosdoshme për inxhinierin e strukturës, pasi ndihmojnë në vlerësimin më të saktë të rrezikut sizmik, si dhe në parashikimin e sjelljes së mundshme të strukturës nën veprime të tërmetit. Njohja e tyre është gjithashtu parakusht për aplikimin e analizave të performancës strukturore dhe për hartimin e strategjive të përfortimit sipas parimeve të Eurokodit 8 dhe udhëzimeve ndërkombëtare (p.sh. FEMA, ATC).

2.9. METODOLOGJIA E PËRDORUR E VLERËSIMIT TË NDËRTESAVE REPREZENTATIVE NË ZONËN E ULPIANËS

Bazuar në metodologjitë e zbatuara, qëllimi kryesor i identifikimit të dëmtueshmërisë së strukturave ekzistuese arrihet përmes përcaktimit të performancës së tyre sizmike. Vlerësimi i kësaj performancë përfaqëson një tregues të rëndësishëm të nivelit të sigurisë për përdoruesit, mundësisë për funksionim të pandërprerë të ndërtesave, si dhe nevojës për ndërhyrje rehabilituese ose përfortuese në strukturat me risk të lartë.

Qëllimi i studimeve është të sigurojë një grup rezultatesh të besueshme që reflektojnë në mënyrë të saktë riskun sizmik dhe dëmtueshmërinë e fondit të ndërtesave ndërtimore në zonën urbane të përzgjedhur. Vlerësimi synon të identifikojë dhe klasifikoj pasojat e mundshme nga ngjarjet sizmike përmes analizës së humbjeve të lidhura me tipologjitë përfaqësuese të ndërtesave, bazuar në gjendjen e dëmtimeve të komponentëve strukturalë përkatës. Konkretisht, vlerësimi përqendrohet në këto kategori të humbjeve të pritshme:

- Humbje Njerëzore: Të kategorizuara si të padëmtuar, të dëmtuar lehtë, mesatarisht, rëndë dhe të vdekur;
- Humbje Ekonomike: Që përfshijnë kostot e riparimit dhe/ose zëvendësimit të ndërtesave apo komponentëve të dëmtuar;
- Humbje Sociale: Të shprehura në numrin e personave të mbetur pa strehë dhe të njëjësive banesore që bëhen të pabanueshme;

- Gjenerimi i Mbeturinave: i matur si sasia ose përqindja e mbeturinave të krijuara nga dëmtimet strukturore ose rrëzimi i ndërtesave.

2.9.1. Vlerësimi paraprak i dëmtueshmërisë

Përfaqëson një hap të domosdoshëm dhe fillestar në procesin e analizës së riskut sizmik, që ka për qëllim të identifikojë shpejt ndërtesat me potencial të lartë rreziku dhe nevojë për vlerësim të mëtejshëm të detajuar. Ky vlerësim realizohet në mënyrë të thjeshtuar dhe bazohet në inspektim vizual, dokumentacion ekzistues, njohuri të përgjithshme mbi tipologjinë strukturore dhe vitin e ndërtimit të ndërtesave.

Identifikimi i tipologjive të ndërtesave model, me përfshirjen e të gjithë parametrave të projektimit, ishte i mundur vetëm përmes përdorimit të dokumentacionit teknik origjinal. Kopja e skanuar e dokumentacionit përkatës u sigurua nga Drejtoria e Urbanizmit të Komunës së Prishtinës (DUMP). Në përgjithësi, dokumentacioni teknik ishte i disponueshëm për 118 njësi ndërtimore, nga gjithsej 162 njësi ndërtimore të vendosura në zonën urbane. Pasi blloqet urbane ishin ndërtuar duke përdorur njësi ndërtimore të ngjashme ose identike, edhe pse dokumentacioni teknik ishte jo i plotë, si i tillë ka qenë i mjaftueshëm për të mbuluar të gjithë inventarin e ndërtesave. Dokumentacionet teknike, krahas fazave tjera të projektit, kanë përmbajtur raportet teknike dhe llogaritjet e elementeve të strukturës, si dhe detajet përkatëse me vizatimet e armaturës. Këto informacione ishin thelbësore për përcaktimin e njësive ndërtimore që lidhen me tipologjitë model të ndërtesave.

Pas vlerësimit të dokumentacionit teknik, është ndërmarrë një inspektim vizual i tërë zonës urbane me qëllim të evidentimit të gjendjes fizike në përgjithësi. Për këtë qëllim enkas është zhvilluar një Formular i Inspektimit të Ndërtesës – FIN, dhe si i tillë është implementuar për të gjitha zonat urbane të lagjes. Inspektimi i një ndërtese ka zgjatur 10-15 minuta, ndërsa në total për tërë lagjen 10 ditë. FIN ka siguruar mbledhjen dhe sintezën e shumë informatave të rëndësishme, ndër to:

- verifikimi dhe identifikimi i ndërtesës,
- inspektimi i jashtëm i ndërtesës, skicimi i planit dhe pamjes ballore,
- identifikimi i tipologjisë së ndërtesës,
- variacionet e së njëjtës kategori ndërtimore në formë,

- përcaktimi i funksionit të përdorimit,
- numri i kateve,
- forma në plan,
- parregullsitë vertikale,
- shtangësia relative e katit për dhese krahasuar me katet mbi të,
- identifikimi i sistemit strukturor rezistues ndaj forcave sizmike anësore,
- identifikimi i ndërhyrjeve degraduese, kryesisht në bodrum dhe katin për dhese,
- mbindërtimet ose anekset e shtuara mbi ndërtesat origjinale,
- pjerrësia e terrenit dhe mundësitë e paqëndrueshmërive gjeoteknike,
- identifikimi i rreziqeve potenciale jo-strukture nga rënia e elementeve,
- identifikimi i dëmtimeve dhe degradimeve eventuale në fasada,
- identifikimi i ndërtesave përfaqësuese për matjet e lëkundjeve ambientale,
- fotografimi i ndërtesës.

Krahas informacionit të evidentuar në FIN, njëkohësisht është bërë edhe gjurmimin e dëmtimeve të dukshme, siç janë:

- Plasaritjet e mureve apo elementeve strukture (ato që janë të dallueshme me sy të lirë dhe më të mëdha se mikroplasaritjet);
- Zhvendosjet e elementeve të ndërtesës, si p.sh. uljet lokale të themeleve, devijime horizontale të elementeve vertikale (shtyllave), apo zhvendosje vertikale të trarëve;
- Gërryerjet, erozioni dhe deformimet e tjera të dukshme që mund të ndikojnë në qëndrueshmërinë e strukturës.

Gjithashtu, vlerësimi vizual synon të identifikojë faktorët e dobësisë strukture, të tilla si:

- Cilësia e dobët e materialeve ndërtimore;
- Prania e mureve të pa përforcuara, me sipërfaqe të madhe në raport me trashësinë;
- Lidhje të dobëta ndërmjet elementeve strukture, të manifestuara përmes rrotullimeve të njejeve apo sjelljeve jo-koherente në nyje;
- Erozioni i rrafsheve të mbajtjes, si pasojë e kapaciteteve të ulëta rezistuese të materialeve.

Një aspekt i veçantë që vlerësohet gjatë inspektimeve është edhe ndërhyrja strukturore në ndërtesat ekzistuese, që përbën rast me interes të veçantë për zonën e Ulpianës. Këto përfshijnë ndryshime të pa verifikuara apo të pa projektuara në strukturë, si:

- Hapje të reja në mure mbajtëse;
- Zvogëlim i dimensioneve të elementeve mbajtëse;
- Modifikim i skemës fillestare strukturore, që mund të ketë ndikuar negativisht në sjelljen e përgjithshme të ndërtesës.

Vlerësimi i saktë i rrezikut sizmik dhe i dëmtueshmërisë të ndërtesave ekzistuese kërkon një kuptim të thelluar të kushteve lokale të mikrolokacionit dhe karakteristikave të lëkundjeve të tokës në zonën përkatëse.

Për vlerësimin e ndërtesave ekzistuese ndaj ndikimit të tërmetit, një element thelbësor është identifikimi i kërkesave spektrale të goditjes sizmike. Këto kërkesa përcaktojnë veprimin e pritshëm të tërmetit në termat e përshpejtimit, zhvendosjes dhe energjisë që struktura duhet të përballojë. Në kontekstin e ndërtesave ekzistuese, përdorimi i spektrit të kërkesës është thelbësor për të krahasuar me kapacitetin struktural të ndërtesës dhe për të përcaktuar pikën e performancës.

2.9.2. Studimet e Mikrozonimit sizmik të Ulpianës

Zona e Ulpianës është identifikuar si zonë sizmike në bazë të studimeve dhe raporteve të IZIIS në Shkup të realizuara në vitin 2010. Janë analizuar dhe përfshirë tri vëllime kryesore të të dhënave, të cilat ofrojnë informacion të detajuar dhe të standardizuar sipas kërkesave të Eurokodit 8 për zonën e Ulpianës.

- Vëllimi i parë identifikon vlerat e Përshpejtimit Maksimal të Tokës (PGA) për periudha të ndryshme kohore dhe për nivele të ndryshme të probabilitetit të tejkalimit, në përputhje me kërkesat për periudhën e përdorimit sipas Eurokodit 8. Gjithashtu, paraqitet edhe marrëdhënia ndërmjet periudhës së kthimit dhe PGA-së përmes grafikut të zonave të përshpejtimit.
- Vëllimi i dytë përmban analizën dhe sintezën e të dhënave të mbledhura nga studimet e mëparshme, si dhe rezultatet nga hulumtimet në terren të realizuara gjatë kohës së projektit. Këto përfshijnë matjet me re-fraksion sizmik, reflektim sizmik dhe matjet

e mikrovibrimeve të shkaktuara nga ambienti. Në fund, paraqitet edhe një hartë me izohipsat e periudhave dominuese të shtresave të tokës.

Grupi më domethënës i periudhave të lidhura me lëkundjet e shtresave sipërfaqësore të degraduara të epokës Pliocene është paraqitur përmes hartës së periudhave dominuese në këtë lokacion Figura 8. Në pjesën veriore të zonës, vlerat për periudhat dominuese lëvizin nga 0.15 deri në 0.20 sekonda, duke treguar se shtresat Pliocene në këtë pjesë kanë pësuar një shkallë më të lartë degradimi. Në krahasim, pjesa jugore paraqet periudha më të shkurtra, nga 0.08 deri në 0.12 sekonda, duke reflektuar një nivel më të ulët të degradimit. Në rast të një tërmeti të fuqishëm, pritshmëria e këtyre vlerave është se ato mund të rriten për shkak të sjelljes jo elastike të shtresave të tokës, gjë që mund të ndikojë në amplifikimin e lëkundjeve dhe të përkeqësojë përgjigjen sizmike të ndërtesave në këtë zonë.

Vëllimi i tretë ofron informacion mbi ndikimin e shtresave lokale të tokës në modifikimin e amplitudës dhe përmbajtjes së frekuencave të tërmeteve. Për më tepër, përcaktohen faktorët e amplifikimit dinamik të depozitave të tokës, diapazoni i frekuencave ku shfaqen vlerat maksimale të amplitudave sizmike, si dhe klasifikimi i shtresave të tokës sipas kriterëve të Eurokodit 8.

Përgjigjja e terrenit është vlerësuar duke përdorur metodën ekuivalente lineare, përkatësisht përafrim me sforcim të tërësishëm. Lakoret e sjelljes jolineare të shtresave të tokës janë përcaktuar duke u bazuar në relacionet $G/G_{max}-\gamma$ dhe $D-\gamma$, sipas metodës së propozuar nga Seed & Idriss.

Duke filtruar karakteristikat e depozitave të sedimentit Pliocen me trashësi 130–160 metra, janë identifikuar kushte rezonante për periudha në intervalin $T_0 = 0.50-0.52$ sekonda, të cilat përkojnë me ndërtesa me lartësi mesatare (5–7 kate) si dhe me ndërtesa të ulëta (~3–5 kate) që janë dobësuar për shkak të ndërhyrjeve të ndryshme strukturore. Shtresa e sipërme, më e lirshme dhe më e cekët e këtyre depozitave, me trashësi 10–20 metra, karakterizohet nga periudha dominuese në intervalin $T_0 = 0.08-0.20$ sekonda, dhe paraqet potencial të shtuar për amplifikim të lëkundjeve, çka përkon me ndërtesa të ulëta me periudha natyrore 0.1–0.3 sekonda.

Janë përzgjedhur pesë histori përfaqësuese të nxitimit në bazë të analizës së rrezikut sizmik dhe karakteristikave sizmologjike e gjeologjike të rajonit, të cilat janë përdorur si

nxitje dinamike në shkëmbin bazë të zonës. Spektrat e përgjigjes së përshpejtimit të normalizuar janë zhvilluar për modele gjeodinamike përfaqësuese në varësi të thellësisë. Janë përcaktuar përshpejtimet maksimale mesatare të pritshme në nivel themele për dy zona të dallueshme gjeoteknike, për probabilitet tejkalimi prej 10% në 10 vjet (RP 95 vjet) dhe 10% në 50 vjet (RP 475 vjet), në përputhje me kërkesat e Eurokodit 8.

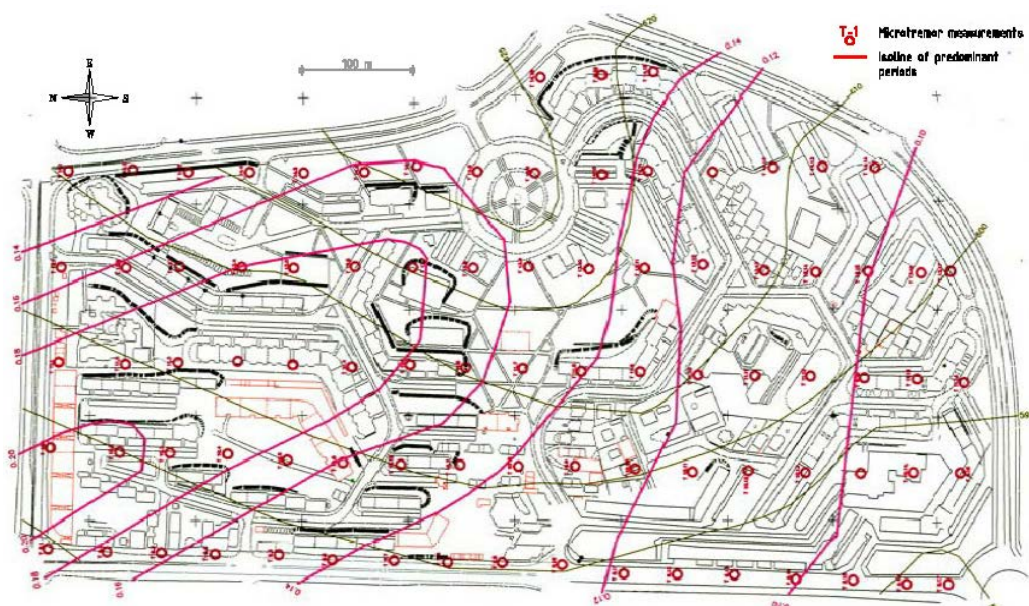


Fig. 8. Zona Urbane e Prishtinës, Ulqiana

Në fund, është përpiluar harta e mikrozonimit sizmik, ku janë përfshirë të gjithë parametrat përkatës të projektimit të rëndësishëm për zonën e studimit.

Për të përfaqësuar në mënyrë sa më reale veprimin sizmik në zonën urbane të Ulqianës, është thelbësor përcaktimi i saktë i spektrit të kërkesës, i cili pasqyron përgjigjen maksimale të një sistemi me një shkallë lirie ndaj një tërmeti të caktuar. Në këtë studim janë përdorur marrëdhënie empirike të dobësimit të spektrit të përgjigjes për tërmete me fokus të cekët në koren tokësore, të derivuara nga një bazë të dhënash që përfshin 655 regjistrime sizmike nga 58 tërmete. Këto marrëdhënie ndihmojnë në kuptimin e sjelljes së spektrave të kërkesës, veçanërisht për lëkundjet që karakterizohen nga frekuenca të ulëta dhe amplituda të larta në afërsi të burimit të tërmetit (Abrahamson, 1997).

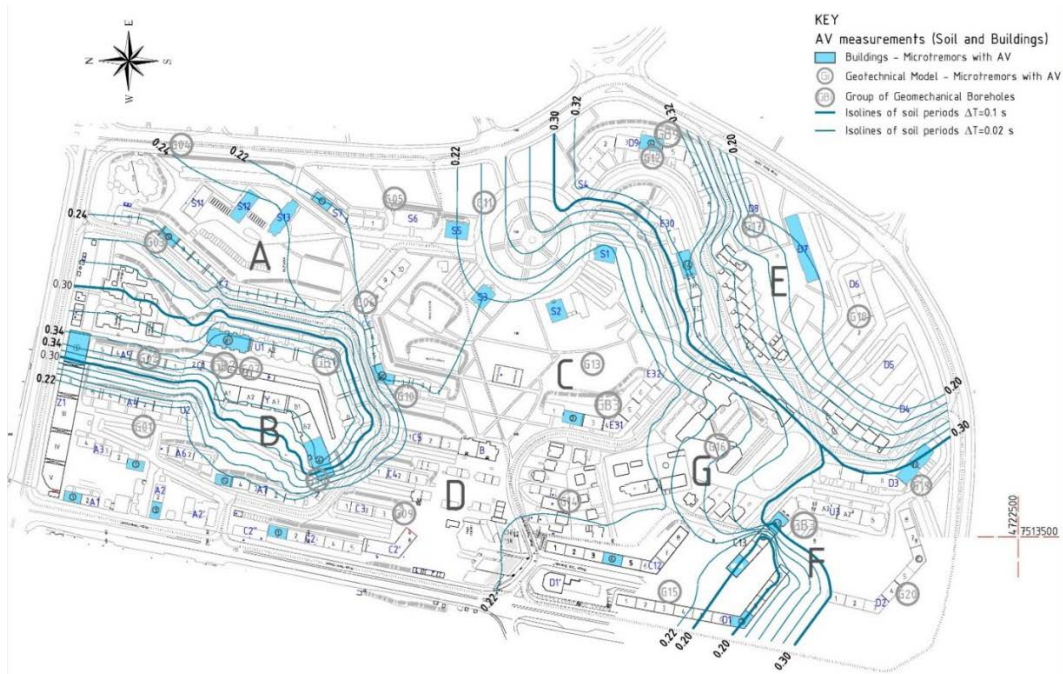


Fig. 9. Periudhat dominuese të lëkundjeve të tokës në nivelin e themeleve.

Duke marrë parasysh se territori i Kosovës dhe në veçanti zona e Prishtinës përfshihet në zonën e ndikimit të tërmeteëve të cekëta tektonike, përdorimi i këtyre marrëdhënieve për përcaktimin e spektrit të kërkesës është i përshtatshëm. Kjo qasje përputhet me kërkesat e Eurokodit 8 për përpilimin e spektrit të projektimit, si dhe ndihmon në vlerësimin e pikës së performancës për secilin tipologji model të ndërtesave. Përveç kësaj, kjo qasje krijon bazën për krahasimin ndërmjet kapacitetit të strukturës dhe kërkesës spektrale, përmes metodës së spektrit të kapacitetit, që përdoret për përcaktimin e performancës strukturore dhe të nivelit të dëmtueshmërisë.

2.9.3. Tipologjitë e ndërtesave ekzistuese të zonës së Ulpianës për analizë

Strukturat e ndërtesave, pjesë e këtij studimi, janë klasifikuar sipas Matricës së Tipologjisë së Ndërtesave RISK-UE (BTM - Building Typology Matrix). BTM është një nga kornizat më të përdorura evropiane për të klasifikuar ndërtesat në vlerësimet e dëmtueshmërisë dhe riskut sizmik. Ky sistem klasifikimi është konceptuar për të mundësuar krahasimin dhe transferueshmërinë e rezultateve të analizave ndërmjet qyteteve të ndryshme evropiane, duke krijuar një kornizë metodologjike të unifikuar për studimin e sjelljes strukturore të ndërtesave nën ndikimin e tërmeteëve.

BTM bazohet në dy kriteret themelore të identifikimit: llojin konstruktiv dhe materialin e ndërtimit. Në këtë kontekst, ndërtesat ndahen në struktura murature, struktura prej betoni të armuar, struktura prej çeliku, struktura prej druri, si dhe kategori të tjera hibride apo tradicionale.

Një kriter tjetër përcaktues në këtë tipologji është lartësia e ndërtesave, e konsideruar si një faktor thelbësor në performancën sizmike. Kështu, ndërtesat kategorizohen si të ulëta, të mesme dhe të larta, ku ndërtesat e ulëta përfshijnë 1–2 kate për muraturën dhe drurin dhe 1–3 kate për betonin e armuar dhe çelikut; ndërtesat e mesme përfshijnë 3–5 kate për muraturën dhe drurin dhe 4–7 kate për betonin e armuar dhe çelikut; ndërsa ndërtesat e larta përfshijnë 6 ose më shumë kate në rastin e muraturës dhe 8 ose më shumë kate në rastin e strukturave të betonit të armuar dhe çelikut.

Në total, BTM përfshin 23 klasa kryesore të ndërtesave, të cilat pas nën-ndarjes sipas kategorive të lartësisë arrijnë në 65 Tipologji Ndërtesash Model – TNM (Model Building Types). Këto tipologji janë dizajnuar për të përfaqësuar mënyrë të përgjithshme spektrin e stokut ndërtimor evropian dhe për të shërbyer si bazë për zhvillimin e lakoreve të fragjilitetit, modeleve të humbjes së funksionalitetit dhe skenarëve të viktimave. Si rezultat, matrica RISK-UE ofron një qasje të integruar për ndërlidhjen e karakteristikave tipologjike dhe konstruktive të ndërtesave me performancën e tyre sizmike, duke u bërë një analog evropian i sistemeve të tipologjisë ndërtimore të zhvilluara në Shtetet e Bashkuara, si HAZUS.

Ky sistem është përdorur gjerësisht në qytete evropiane, duke kontribuar në përgatitjen e skenarëve të humbjeve, planifikimin e masave të reduktimit të riskut dhe prioritizimin e ndërhyrjeve për përforcimin ose rehabilitimin e stokut më vulnerabël.

Lagja Ulpiana, është një ndër zonat urbane më të planifikuara dhe të ndërtuara në mënyrë të organizuar gjatë periudhës së viteve 1960–1992 në Prishtinë, përmban një shumëllojshmëri tipologjish strukturore, të ndërtuara sipas rregulloreve të ndryshme që kanë qenë në fuqi në kohën e projektimit dhe ndërtimit të tyre.

Në lagjen Ulpiana janë identifikuar gjithsej gjashtë kategori ndërtesash, të klasifikuara sipas TNM të projektit RISK-UE, siç janë të elaboruara në dokumentin “*An Advanced Approach to Earthquake Risk Scenarios with Applications to Different European Towns; EVK4-CT-2000-00014*”. Konkretisht, ato përfshijnë:

M34H: Muraturë me pllakë të ndërkatit nga betoni i armuar, me lartësi mbi 15m

- Ndërtesat që i përkasin kësaj tipologjie janë përfaqësuar përmes një modeli të zgjedhur si më karakteristik për stokun ndërtimor të lagjes, konkretisht TNM01. Ky model tipik është analizuar si rast përfaqësues për 39 ndërtesa ekzistuese.
- Ndërtesat M34H kanë lartësi mbi 15 m dhe klasifikohen si ndërtesa të larta. Këto struktura kanë si element mbajtës kryesor muret me tulla ose blloqe nga argjila me vrima për lehtësim, ndërsa ndërkatet realizohen me pllaka betoni të armuar që veprojnë si diafragma të ngurta horizontale, duke rritur aftësinë e ndërtesës për shpërndarjen e ngarkesave.
- Nga pikëpamja konstruktive, muret mbajtëse përballojnë ngarkesat vertikale dhe ato horizontale nga tërmeti, ndërsa diafragmat prej betoni të armuar ndihmojnë në shpërndarjen e forcave në mënyrë më uniforme midis mureve. Ky kombinim përmirëson sjelljen strukturore në krahasim me ndërtesat tradicionale të muraturës me dysHEME prej druri apo metali. Megjithatë, për lartësi mbi 15 metra, sistemi paraqet kufizime serioze, pasi kapaciteti i muraturës në prerje dhe përkulje bëhet i pamjaftueshëm, dhe rreziku i dëmtimeve në muret mbajtëse rritet ndjeshëm.
- Në aspektin sizmik, ndërtesat e klasës M34H shfaqin perioda të vogla të lëkundjeve dhe një shtangësi të lartë fillestare, por janë të prira ndaj dëmtimeve të menjëhershme dhe të brishta në muret mbajtëse. Plasaritjet diagonale, dështimi i këndeve dhe shpërbërja e lidhjeve ndërmjet mureve dhe diafragmave janë forma tipike dëmtimi. Gjithashtu, efekti i katit të butë mund të ndodhë nëse katet e poshtme kanë hapje më të mëdha për shfrytëzim komercial.
- Në rastin e këtij studimi, ndërtesat e klasifikuara në këtë grup janë ndërtuar ndërmjet viteve 1960-1963, sipas Rregulloreve të Përkohshme Teknike për ngarkesa të strukturave pa mbrojtje ndaj veprimeve sizmike, të cilat ishin në fuqi nga viti 1948-1963.

TNM 01 - Ndërtesa A1

- Ndërtesa ka një strukturë me B+P+4, e fonduar mbi themele shiritore nga betoni i armuar lehtë me armaturë të klasës S160/240 dhe beton me rezistencë MB11.

- Struktura vertikale e bodrumit është realizuar me mure nga blloqe të betonit me vrima të vendosur me llaç çimentoje, trashësi 25 cm. Katet mbi tokë janë realizuar me mure nga bllokat e argjilës së pjekur me vrima të vendosur me llaç çimentoje, trashësi 25 cm. Në mes të ndërtesës janë realizuar dy shtylla nga betoni i armuar me përmasa 25×30 cm.
- Struktura e meskateve është realizuar me panele të parafabrikuara me beton të armuar MB 22. Këto panele pas montimit janë monolitizuar përmes betonimit të brezave të trarëve nga BA përgjatë perimetrit të ndërtesës. Trarët kanë përmasa b/h = 25/20–28 cm, të armuar me $A_{sl}=\pm 3\varnothing 12$ dhe stafa së=Ø6/30 cm.

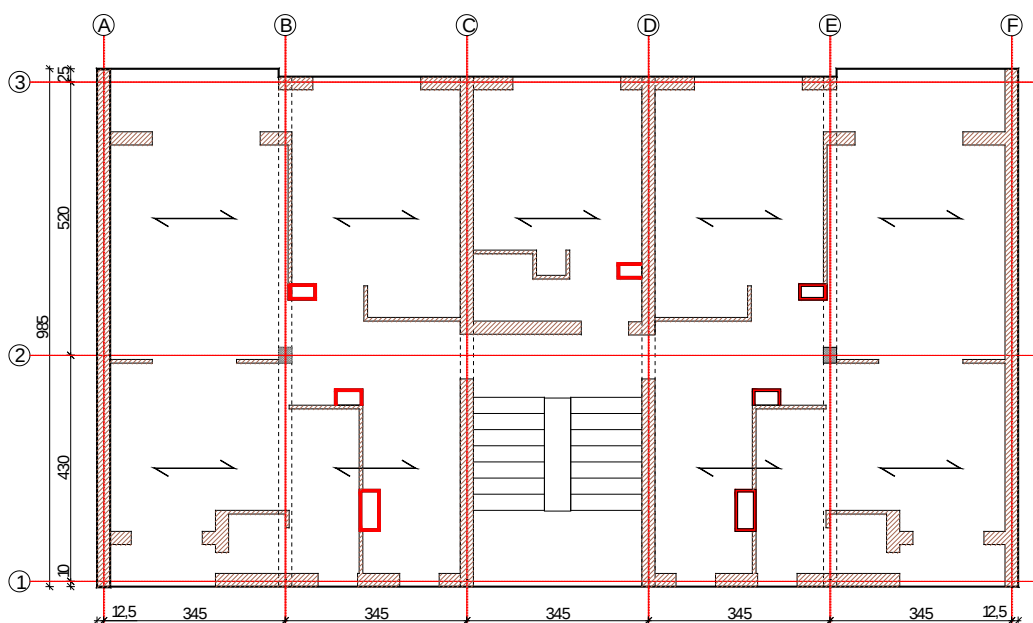


Fig. 10. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës A1, M34H – Murature pa përforcime
M4H: Muraturë me kufizime nga betoni i armuar, me lartësi mbi 15m

- Ndërtesat që i përkasin kësaj tipologjie janë përfaqësuar përmes tri modeleve të zgjedhura si më karakteristike për stokun ndërtimor të lagjes, konkretisht MBT02, MBT03 dhe MBT04. Këto modele tipike janë analizuar si raste përfaqësuese për një total prej 40 ndërtesash ekzistuese.
- Ndërtesat M4H kanë lartësi mbi 15 m dhe klasifikohen si ndërtesa të larta. Ky sistem konstruktiv përbëhet nga muret mbajtëse të ndërtuara me tulla ose blloqe nga argjila me vrima për lehtësim, të kufizuara dhe të përforcuara me shirita nga betoni i armuar

si trarëza (bond beams) dhe shtylla vertikale (tie columns), të cilat i japin muraturës kapacitet shtesë në përkulje dhe prerje. Ky kombinim rrit duktilitetin e përgjithshëm të sistemit dhe përmirëson lidhjen ndërmjet mureve dhe diafragmave horizontale.

- Nga pikëpamja konstruktive, ngarkesat vertikale pranohen kryesisht nga muret e muraturës, ndërsa elementët e kufizimit prej betoni të armuar kontribuojnë në kontrollin e plasaritjeve dhe përmirësojnë shpërndarjen e forcave sizmike. Diafragmat horizontale, zakonisht të realizuara me pllaka betoni të armuar, sigurojnë shpërndarje uniforme të forcave në të gjithë planin dhe forcojnë ndërveprimin midis mureve. Në lartësi mbi 15 metra, ky sistem fillon të përballët me kufizime, pasi muret e muraturës, megjithëse të kufizuara, kanë kapacitet të kufizuar për të përballuar deformime të mëdha, duke rritur rrezikun e dëmtimeve në nivelet e sipërme.
- Në aspektin sizmik, ndërtesat e klasës M4H tregojnë performancë më të mirë se ndërtesat M34H, sepse elementët kufizues parandalojnë prishjen e menjëhershme të mureve dhe i japin sistemit një nivel duktiliteti. Megjithatë, për shkak të lartësisë, ato janë të ekspozuara ndaj zhvendosjeve të mëdha ndërkateshe dhe prishjes progresive nëse detajet e armatimit nuk janë të mjaftueshme. Dëmtimet tipike përfshijnë plasaritje diagonale në muret mbajtëse, shkatërrim të këndeve dhe dëmtime të lidhjeve ndërmjet mureve dhe elementëve kufizues, veçanërisht në katet e poshtme ku kërkesat sizmike janë më të larta.
- Në rastin e këtij studimi, ndërtesat e klasifikuara në këtë grup janë ndërtuar ndërmjet viteve 1965-1975, sipas Rregulloreve të bazuara në rezistencë ndaj forcave, me inkorporim të kërkesave të para për projektim me rezistencë ndaj veprimeve sizmike, të cilat ishin në fuçi nga viti 1964-1980.

TNM 02 - Ndërtesa A7

- Ndërtesa ka një strukturë me B+P+4, e fonduar mbi themele shiritore nga betoni i armuar lehtë me armaturë të klasës S160/240 dhe beton me rezistencë MB16.
- Struktura vertikale e bodrumit është realizuar me shtyllëza dhe trarëza nga betoni i armuar të realizuar pas muratimit të mureve me blloqe betoni në bodrum ndërsa me blloqe argjile në katet e sipërme të vendosura në llaç çimentoje, trashësi 25 cm. Klasa e betonit, lëvizin nga më e larta në dy katet e poshtme MB30, pastaj dy katet e radhës MB22 e në katet 3 dhe 4 me MB16. Armatura e lëmuar me klasë S240/360.

- Armimi i shtyllave ndryshon sipas kateve: në B-1 është përdorur $\pm 2\text{Ø}18$ me stafa $\text{Ø}8/20$; në P dhe K1: $\pm 2\text{Ø}14$ dhe stafa $\text{Ø}6/20$; në Katin 2: $\pm 2\text{Ø}12$ dhe stafa $\text{Ø}6/20$; në Katin 3: $\pm 2\text{Ø}10$ dhe stafa $\text{Ø}6/20$; ndërsa në Katin 4: $\pm 2\text{Ø}8$ dhe stafa $\text{Ø}6/20$.
- Meskatet janë realizuar me panele të parafabriuara nga BA me MB22. Këto panele pas montimit janë monolitizuar përmes betonimit të brezave të trarëve BA përgjatë perimetrit të ndërtesës. Trarët kanë përmasa $b/h = 25/25-27-30$ cm, të armuar me $4\text{Ø}12-14-16$ në zonën e poshtme dhe $2\text{Ø}12-14-16$ në zonën e sipërme, me përforsime shtesë te mbështetjeve, ndërsa stafat me $\text{Ø}6/20-30$ cm, më dendur afër mbështetjeve.

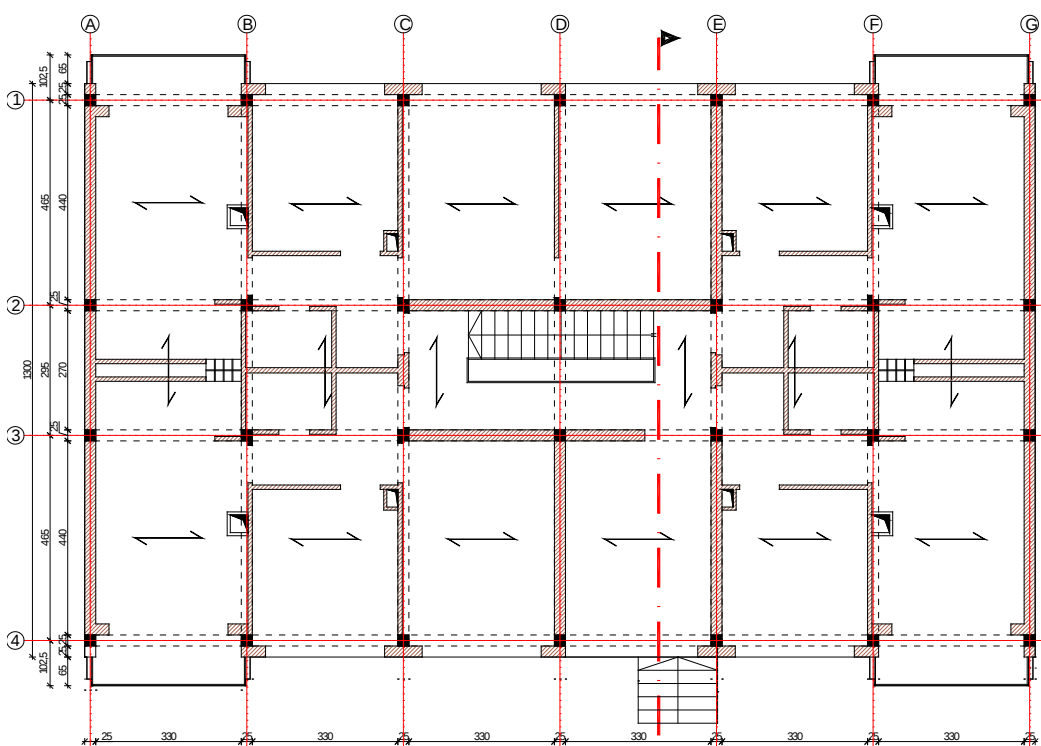


Fig. 11. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës A7, M4H – Muraturë me kufizime BA
TNM 03 - Ndërtesa D2

- Ndërtesa ka një strukturë me B+P+4, e funduar mbi themele shiritore primare nga betoni i armuar lehtë me armaturë të klasës S160/240 dhe beton me rezistencë MB16 dhe MB22, si dhe themelet sekondare nga beton i pa-armuar me rezistencë MB11.
- Struktura vertikale është realizuar me shtyllëza dhe trarëza nga betoni i armuar të realizuar pas muratimit të mureve me blloqe beton në bodrum ndërsa me blloqe

argjile në katet e sipërme të vendosura në llaç çimentoje, trashësi 25 cm. Klasa e betonit ka rezistencë MB20, ndërsa armatura e lëmuar ka klasë S240/360.

- Shtyllat e katër kateve të para janë armuar me $\pm 2\varnothing 16$ me stafa $\varnothing 6/25$. Muret ndarëse funksionojnë edhe si mbajtëse, të realizuara me blloqe nga argjila e pjekur e në raste të caktuara janë mbushur me beton.
- Meskatet janë realizuar me panele të parafabrikuara nga BA në trashësi 12cm dhe MB22. Këto panele pas montimit janë monolitizuar përmes betonimit të brezave të trarëve BA përgjatë perimetrit të ndërtesës. Trarët kanë përmasa $b/h = 25/25-30$ cm, të armuar sipas kateve: $\pm 2\varnothing 18$ mbi bodrum dhe përdhese, $\pm 2\varnothing 16$ mbi katin e parë, $\pm 2\varnothing 14$ mbi katin e dytë, $\pm 2\varnothing 12$ mbi katin e tretë dhe $\pm 2\varnothing 10$ mbi katin e katërt, ndërsa stafat me hap $\varnothing 6/25$ cm.

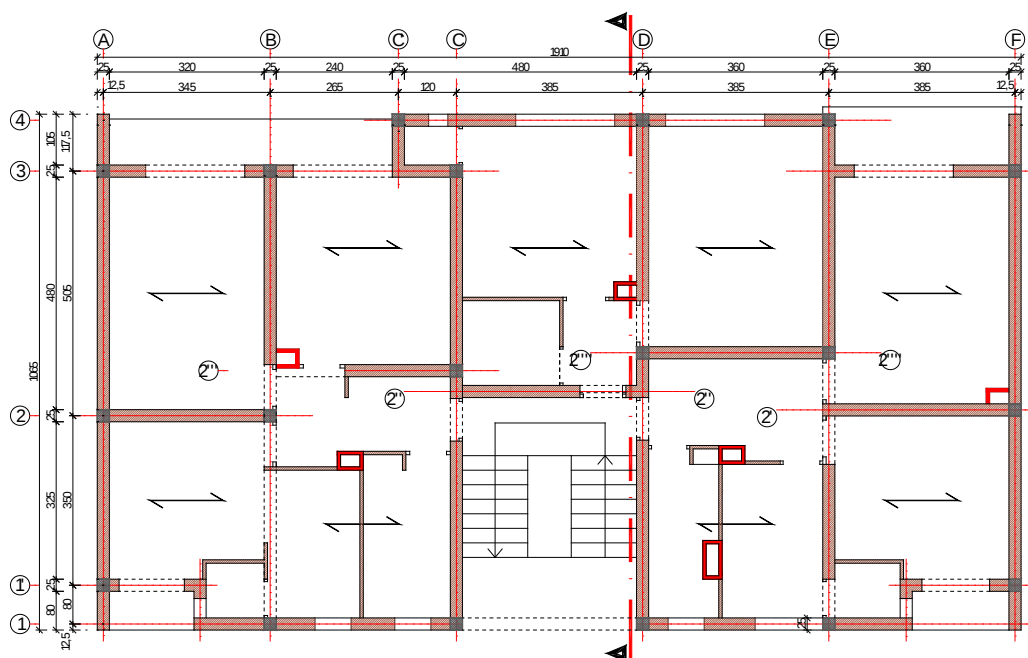


Fig. 12. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës D2, M4H – Muraturë me kufizime BA
TNM 04 - Ndërtesa U3/A1

- Ndërtesa ka një strukturë me B+P+4, e fonduar mbi themel pllakë nga betoni i armuar, me trashësi 43cm, i armuar me armaturë të klasës S240/360 dhe beton me rezistencë MB20, e mbushur nga sipër me zhavorr për kundërpeshë.

- Struktura vertikale është realizuar me shtyllëza dhe trarëza nga betoni i armuar të realizuar pas muratimit të mureve me blloqe betoni në bodrum ndërsa me blloqe argjile në katet e sipërme të vendosura në llaç çimentoje, trashësi 25 cm. Klasa e betonit ka rezistencë MB16, ndërsa armatura e lëmuar ka klasë S240/360.
- Shtyllat e dy kateve të para janë armuar me $\pm 2\varnothing 18$, të përdheses me $\pm 2\varnothing 16$, ndërsa kateve të sipërme me $\pm 2\varnothing 14$, të gjitha me stafa $\varnothing 6/25/12.5$. Muret ndarëse funksionojnë edhe si mbajtëse, të realizuara me blloqe nga argjila e pjekur, në raste të mbushura me beton.
- Meskatet janë realizuar me sistemin gjysmë-montazhe “TM”, trashësi $16+4=20\text{cm}$ dhe MB15. Trarët kanë përmasa $b/h = 30/23\text{cm}$, të armuar me $\pm 2\varnothing 18$ dhe stafa me hap $\varnothing 6/25\text{ cm}$.

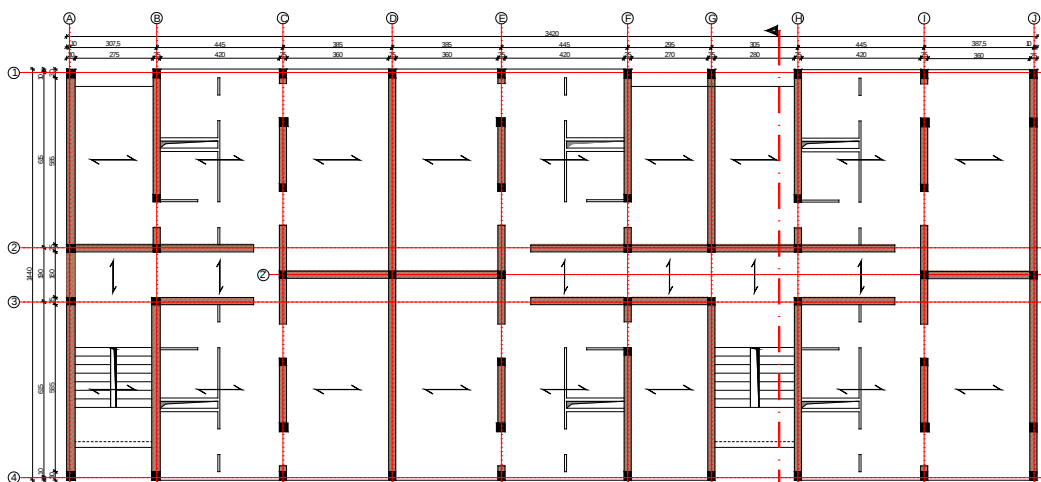


Fig. 13. Planimetria e katit të ndërtesës U3/A1, M4H – Muraturë me kufizime BA

RC1H: Rame nga betoni i armuar pa mure mbushëse, me lartësi mbi 15m

- Ndërtesat që i përkasin kësaj tipologjie janë përfaqësuar përmes tri modeleve të zgjedhura si më karakteristike për stokun ndërtimor të lagjes, konkretisht MBT05, MBT06 dhe MBT07. Këto modele tipike janë analizuar si raste përfaqësuese për një total prej 41 ndërtesash ekzistuese.
- Ndërtesat RC1H kanë lartësi mbi 15 m dhe klasifikohen si ndërtesa të larta. Këto ndërtesa janë të ndërtuara mbi një sistem skeletor të përbërë nga shtylla dhe trarë të lidhur në nyje monolite, ku rezistenca ndaj ngarkesave vertikale dhe horizontale sigurohet vetëm nga korniza pa kontribut shtesë nga elementë dytësorë si muret

mbushëse, duke bërë që këto ndërtesa të kenë perioda më të mëdha të lëkundjeve dhe të shfaqin sjellje më fleksibile gjatë veprimit sizmik.

- Në aspektin konstruktiv, deformimet plastike të këtyre ndërtesave zakonisht përqendrohen në trarë dhe në njejt shtylla-trarë, duke mundësuar absorbimin e energjisë, por duke rritur rrezikun e dëmtimeve të mëdha nëse detajimi i armimit nuk është sipas kërkesave të projektimit sizmik të Eurokodit 8. Parregullsitë në plan dhe në lartësi ndikojnë negativisht në performancën strukturore. Lartësia mbi 15 metra shton kërkesat për shtangësi translatore, dhe në mungesë të mureve asizmike apo bërthamave të ngurta, ndërtesat e kësaj klase janë të prira ndaj drifteve-zhvendosjeve të mëdha të ndërkateve, duke rrezikuar përgjigjen e sistemit përtej kufijve të performancës për Siguri të Jetës (Life Safety).
- Në rastin e këtij studimi, ndërtesat e klasifikuara në këtë grup janë ndërtuar kryesisht në fillim të viteve 1970 (33 ndërtesa nga 41), ndërsa 8/41 pas vitit 1992. Ndërtesat e para janë realizuar në përputhje me rregulloret e bazuara në rezistencën ndaj forcave, të cilat përfshinin kërkesat e para për projektim me qëndrueshmëri ndaj veprimeve sizmike dhe që ishin në fuqi gjatë periudhës 1964–1980. Ndërkohë, ndërtesat e ndërtuara pas vitit 1992 i përkasin fazës së orientuar drejt kontrollit të deformimeve të shkaktuara nga ngarkesat sizmike, sipas rregulloreve që mbetën të aplikueshme nga viti 1981 deri në vitin 1999.

TNM 05 - Ndërtesa S12

- Ndërtesa ka një strukturë me bodrum, përdhese dhe pesë kate të sipërme, të fonduara mbi themele shiritore nga betoni i armuar. Themelet janë realizuar me armaturë të lëmuar të tipit S240/360 dhe beton me rezistencë MB 16.
- Struktura mbajtëse vertikale përbëhet nga shtylla dhe trarë prej betoni të armuar. Shtyllat janë ndërtuar me beton të klasës MB 16, ndërsa trarë me beton MB 22 dhe armaturë S240/360.
- Sasia e armaturës së shtyllave zvogëlohet gradualisht nga bodrumi drejt kateve të sipërme. Në bodrum ato janë të armuara me $\pm 2\phi 18$, në përdhese me $\pm 2\phi 16$, në katin e parë me $\pm 2\phi 14$, në katin e dytë me $\pm 2\phi 12$, në katin e tretë me $\pm 2\phi 10$ dhe në katet e sipërme me $\pm 2\phi 8$. Stafat e shtyllave janë të realizuara kryesisht me $s\phi 6/25$.

- Trarët kanë dimensione të ndryshme drejtkëndëshe. Trarët me përmasa 25/22 cm janë të armuar me $\pm 2\phi 16$ dhe stafa $\phi 8/25$. Trarët me përmasa 20/30 cm janë të armuar me $\pm 2\phi 12$ dhe stafa $\phi 6/25$. Ndërsa, trarët me përmasa 25/45 cm janë të armuar me $\pm 2\phi 14$ dhe stafa $\phi 8/25$.
- Konstruksioni i meskateve është realizuar me pllaka betoni të armuar me trashësi 12 cm, të realizuara me beton të klasës MB 22 dhe armaturë S240/360.

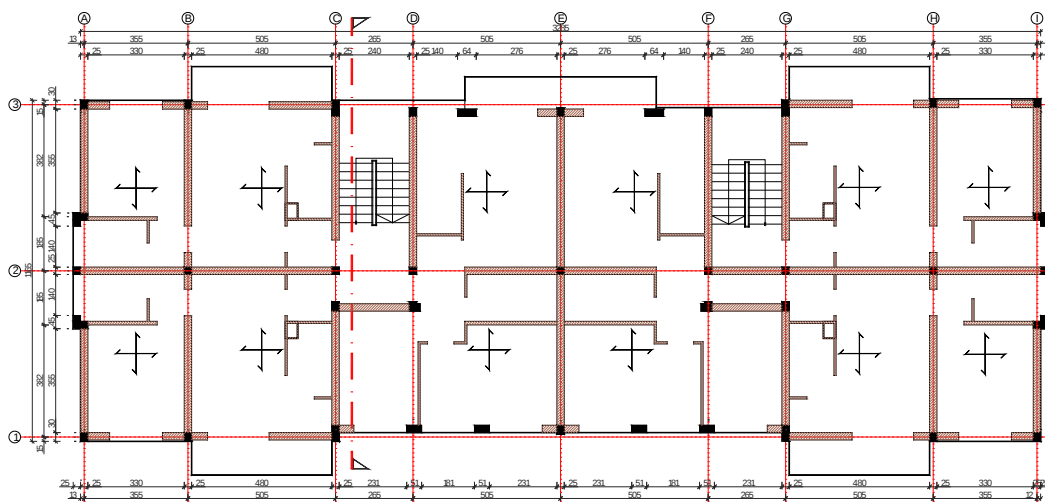


Fig. 14. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës S12, RC1H – Ram BA

TNM 06 - Ndërtesa E31

- Ndërtesa ka një strukturë me B+P+4, e fonduar mbi themele shiritore nga betoni i armuar. Themelet janë realizuar me armaturë të lëmuar të klasës S240/360 dhe beton me rezistencë MB 16.
- Struktura mbajtëse vertikale përbëhet nga shtylla dhe trarë prej betoni të armuar. Shtyllat janë ndërtuar me beton të klasës MB 16, ndërsa trarët me beton MB 30 dhe armaturë S240/360.
- Shtyllat e katër kateve të para janë të armuara me $\pm 2\phi 16$, ato në dy katet e sipërme me $\pm 2\phi 14$. Ndërsa, stafat e shtyllave janë të realizuara me $\phi 6/25$.
- Trarët me përmasa 30/32 cm janë të armuar me $\pm 2\phi 12$ dhe $2\phi 14$, ku armatura ndryshon pozicion nga pjesa e poshtme në mes të hapësirës drejt pjesës së sipërme pranë mbështetjeve, me stafa $\phi 6/25/12.5$. Ndërsa, trarët me përmasa 30/60 cm janë

të armuar me $3\phi 12$ (+ $4\phi 14$ në mesin e hapësirës) dhe në zonën e sipërme me $2\phi 12$ (+ $4\phi 14$ të mbështetja), me stafa $\phi 8/25/12.5$.

- Konstruksioni i meskateve është realizuar me pllakë të brinjëzuar nga betoni i armuar, brinjë $b/h=7-4/30$ cm në distancë çdo 40 cm dhe soletë nga betoni i armuar me trashësi 5 cm, të realizuara me beton të klasës MB 22 dhe armaturë S240/360.

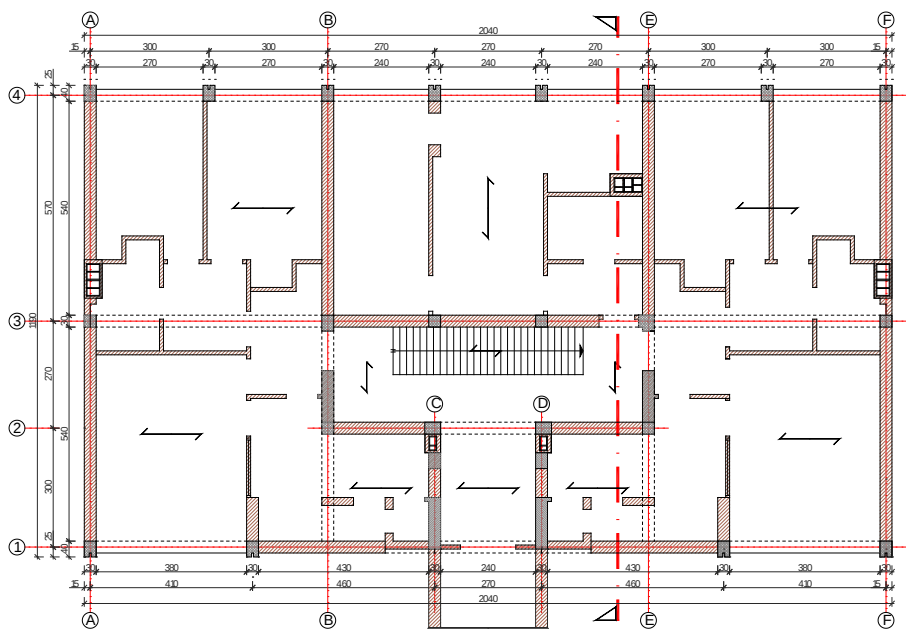


Fig. 15. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës E31, RC1H – Ram BA.

TNM 07 - Ndërtesa Z4

- Ndërtesa ka një strukturë me B+P+5, e fonduar mbi themele të veçura dhe themele shiritore nga betoni i armuar. Themelet janë realizuar me armaturë të lëmuar të klasës S240/360 dhe beton me rezistencë MB 20.
- Struktura mbajtëse vertikale përbëhet nga shtylla dhe një bërthame me mure nga betoni i armuar të klasës MB 16 dhe armaturë S240/360.
- Shtyllat e tri kateve të para kanë prerje tërthore $50/50$ cm të armuara me $12\phi 20$ e disa me $12\phi 22$, dy katet e mesit me prerje $25/50$ cm të armuara me $12\phi 18$ e disa me $12\phi 20$, dhe dy katet e fundit të armuara me $12\phi 16$ e disa me $12\phi 18$. Ndërsa, stafat janë realizuar me $\phi 6/15/7.5$.
- Trarët janë të pozicionuar përgjatë perimetrit të ndërtesës dhe gjithashtu lidhin shtyllat e mesit. Prerja tërthore e tyre lëviz nga $40/50$ mc, $40/60$ cm dhe $25/50$ cm, të

armuar me nga 2 copë shufra të armaturës përgjatë fushës, me përforcime në mes dhe mbështetje dhe stafa $\phi 6/20/10$.

- Konstruksioni i meskateve është realizuar me pllakë nga betoni i armuar, me trashësi 14 cm, të realizuara me beton të klasës MB 30 dhe armaturë S240/360.

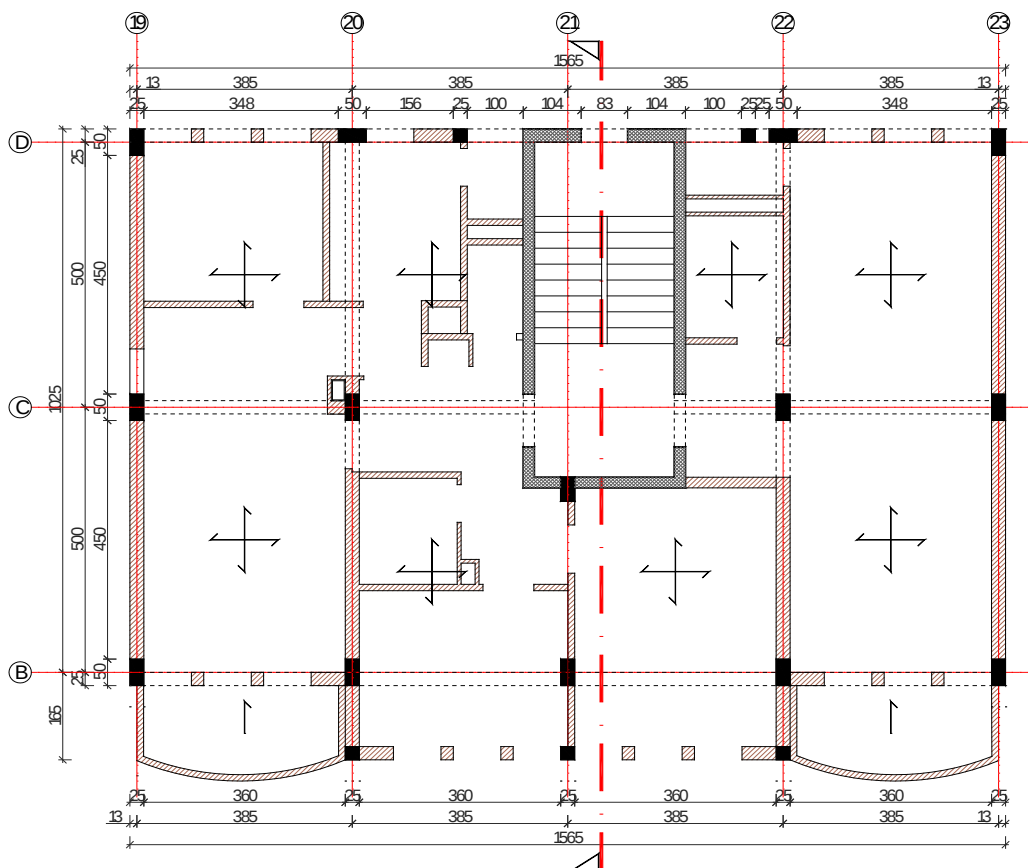


Fig. 16. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës Z4, RC1H – Ram BA

RC2H: Mure nga panelet e betonit të armuar, me lartësi mbi 15m

- Ndërtesat që i përkasin kësaj tipologjie janë përfaqësuar përmes një modeli të zgjedhur si më karakteristik për stokun ndërtimor të lagjes, konkretisht MBT08. Ky model tipik është analizuar si rast përfaqësues për 12 ndërtesa ekzistuese.
- Ndërtesat RC2H kanë lartësi mbi 15 m dhe klasifikohen si ndërtesa të larta. Këto ndërtesa janë të konceptuara që ngarkesat horizontale nga veprimet sizmike të absorbohen dhe të përballohen kryesisht nga muret asizmike vertikale prej betoni të

- armuar, të cilat janë të shpërndara në mënyrë të rregullt në plan dhe shpesh të integruara me bërthama qendrore rreth hapësirave të shkallëve apo ashensorëve.
- Nga pikëpamja konstruktive, sistemi përbëhet nga një kombinim i soletave të parafabrikuara të ndërkateve dhe trarëve përgjatë lidhjeve me mure prerëse që pranojnë ngarkesat vertikale dhe sigurojnë shtangësinë. Muret asizmike në parim dimensionohen të rezistojnë në përkulje dhe prerje, duke reduktuar ndjeshëm zhvendosjet e ndërkateve dhe duke ofruar një përgjigje me perioda më të vogla të lëkundjeve.
 - Në aspektin e absorbimit të energjisë, deformimet plastike zakonisht zhvillohen në pjesët e poshtme të mureve, të cilat normalisht kërkojnë kujdes në mënyrën e armimit për përgjigje adekuate sizmike, për të siguruar duktilitet dhe shmangien e dëmtimeve të menjëhershme. Rregullsia në plan dhe në lartësi ka ndikim të madh në shpërndarjen e forcave sizmike.
 - Nga perspektiva sizmike, ndërtesat e kësaj klase në parim vlerësohen si më pak të cenueshme. Megjithatë, duke qenë se ndërtimi i tyre është realizuar menjëherë pas vitit 1975, është e qartë se mënyra e armimit është në përputhje me rregulloret e para për projektimin sizmik, konkretisht ato të vitit 1965 të bazuar në rezistencë ndaj forcave. Si rrjedhojë, kapaciteti mbajtës i këtyre strukturave është modeluar mbi bazën e dokumentacionit teknik, duke marrë parasysh nivelin e detajeve të armimit të parashikuar nga rregulloret në fuqi në periudhën e ndërtimit të tyre.

TNM 08 - Ndërtesa U1

- Ndërtesat e kësaj kategorie kanë strukturë me kate B+P+5, të fonduara mbi themel pllakë nga betoni i armuar me trashësi 36 cm, me beton MB30 dhe armaturë S240/360, e mbushur nga sipër me zhavorr si kundërpeshë.
- Struktura vertikale përbëhet nga muret e betonit të armuar, me trashësi 15 cm ndërsa përreth perimetrit të bodrumeve dhe bërthamës qendrore me trashësi 20 cm, me beton MB30 dhe armaturë S240/360.
- Struktura horizontale përbëhet nga pllakat e ndërkateve nga betoni i armuar me trashësi 14 cm, dhe breza trarësh prej betoni të armuar përgjatë mureve, me beton MB30 dhe armaturë S240/360.

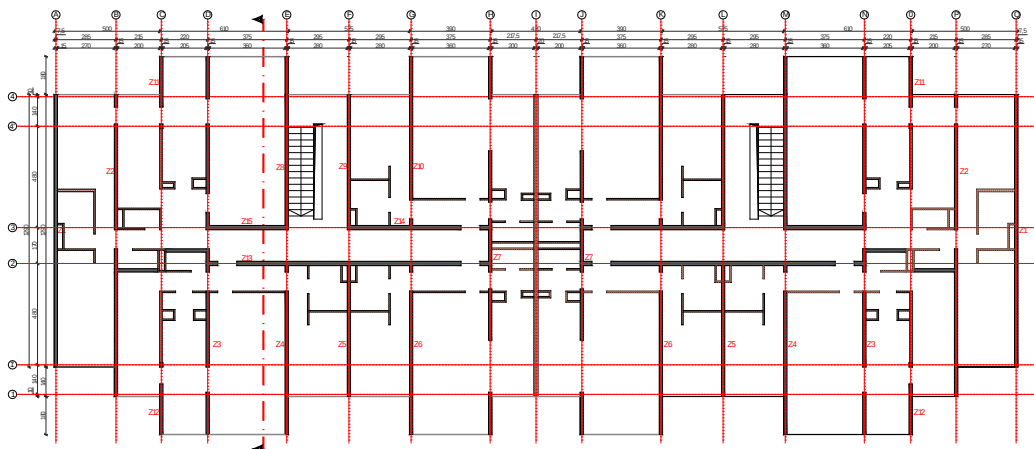


Fig. 17. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës U1, RC2H - sistem me mure BA

RC3H: Rame nga betoni i armuar me mure mbushëse, me lartësi mbi 15m

- Ndërtesat që i përkasin kësaj tipologjie janë përfaqësuar përmes një model i zgjedhur si më karakteristik për stokun ndërtimor të lagjes, konkretisht MBT09. Ky model tipik është analizuar si rast përfaqësues për 21 ndërtesa ekzistuese.
- Ndërtesat RC3H kanë lartësi mbi 15 m dhe klasifikohen si ndërtesa të larta. Këto struktura përbëhen nga skeleti kryesor i betonit të armuar, me shtylla dhe traje të lidhura në nyje monolite, ndërsa hapësirat ndërmjet tyre plotësohen me mure mbushëse prej tulla ose blloqe argjile të pjekur me vrima, që në parim kanë funksion ndarës por që nën veprime sizmike marrin rol aktiv në përgjigjen e strukturës në fazën elastike.
- Nga pikëpamja konstruktive, korniza e betonit të armuar është bartësja kryesore e ngarkesave gravitacionale, ndërsa muret mbushëse rrisin dukshëm shtangësinë translatore të sistemit dhe reduktojnë periodat e lëkundjeve. Megjithatë, për shkak se këto mure nuk janë projektuar si elementë strukturorë, përgjigja e tyre nën tërmet është kryesisht e paparashikueshme. Në fazat fillestare ato kontribuojnë në zvogëlimin e zhvendosjeve të ndërkateve, por me rritjen e deformimeve mund të dëmtohen ose të shemben, duke shkaktuar ndryshim të menjëhershëm në shtangësi dhe gjithashtu parregullsi në plan e lartësi.
- Në aspektin sizmik, ndërtesat e kësaj klase kanë performancë më të mirë se ndërtesat e klasës RC1H, pasi prania e mureve mbushëse i bën fillimisht më të ngurta dhe më

pak të prira ndaj zhvendosjeve të mëdha. Megjithatë, dëmtimi i pjesshëm ose shembja e këtyre mureve mund të çojë në përqendrim të madh të forcave në nyje, duke krijuar rrezik të dëmtimeve lokale apo edhe të kolapsit progresiv në rastet më kritike. Ky fenomen është veçanërisht i dukshëm nëse muret nuk janë të shpërndara rregullisht ose nëse kati përdhes është i butë “soft story”.

- Nga pikëpamja sizmike, ndërtesat e kësaj klase konsiderohen më pak të cënueshme sesa ato të tipologjisë RC1H. Megjithatë, duke pasur parasysh se projektimi i tyre është realizuar në vitin 1966 dhe ndërtimi menjëherë pas kësaj periudhe, është e qartë se detajimi i armimit është zhvilluar në përputhje me rregulloret e para për projektim sizmik, të vitit 1965, të cilat bazoheshin në kriteret e rezistencës ndaj forcave. Për pasojë, vlerësimi i kapacitetit mbajtës të këtyre strukturave është kryer mbi bazën e dokumentacionit teknik, duke u orientuar nga niveli i detajeve të armimit të parashikuar në rregulloret që ishin në fuqi në kohën e ndërtimit të tyre.

TNM 09 - Ndërtesa D3

- Ndërtesat e kësaj kategorie kanë strukturë me kate B+P+4, të fonduara mbi themele shiritore nga betoni i armuar me beton MB20 dhe S240/360.
- Struktura vertikale nga shtyllat e betonit të armuar. Shtyllat e bodrumit janë të armuara me $\pm 2\phi 18$ & $s\phi 6/25/12.5$, në përdhese me $\pm 2\phi 16$ & $s\phi 6/25/12.5$, ndërsa katet i sipërme me $\pm 2\phi 14$ & $s\phi 6/25/12.5$, me beton MB20 dhe S240/360.
- Ndarja e njësive të banimit është realizuar me mure mbushëse nga tullat apo blloqet e argjilës së pjekur të muratuara me llaç.
- Meskatet janë të realizuara me pllakë nga betoni i armuar me trashësi 120mm. Përgjatë mureve mbushëse janë realizuar trajet nga betoni i armuar me prerje tërthore 25/30cm dhe 25/22cm, të armuara me $\pm 2\phi 16 + 1\phi 14$ me përforcime në zonat e sipërme, dhe stafa $s\phi 6/25$, me beton MB20 dhe S240/360.

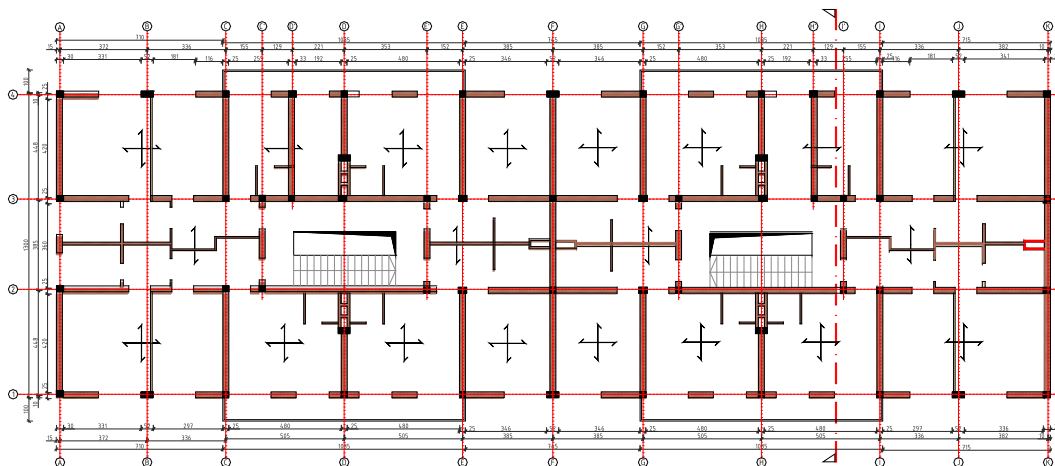


Fig. 18. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës D3, ram BA me mure mbushëse
RC5H: Mure me panele të mëdha të parafabrikuara nga BA, me lartësi mbi 15m

- Ndërtesat që i përkasin kësaj tipologjie janë përfaqësuar përmes një modeli të zgjedhur si më karakteristik për stokun ndërtimor të lagjes, konkretisht MBT10. Ky model tipik është analizuar si rast përfaqësues për 9 ndërtesa ekzistuese.
- Ndërtesat RC5H kanë lartësi mbi 15 m dhe klasifikohen si ndërtesa të larta. Këto struktura janë ndërtuar kryesisht gjatë periudhave të industrializimit masiv, duke përdorur panele të mëdha vertikale dhe horizontale prej betoni të armuar, të cilat transportoheshin në kantier dhe montoheshin me lidhje të parapërgatitura.
- Nga pikëpamja konstruktive, ndërtesat e kësaj klase përbëhen nga elemente parafabrikuara që punojnë si një sistem i integruar: panelet vertikale përbëjnë muret mbajtëse dhe elementët kryesorë të shtangësisë translatore, ndërsa panelet horizontale shërbejnë si dysheme dhe lidhje ndërmjet mureve. Rezistenca ndaj ngarkesave gravitacionale dhe atyre sizmike varet kryesisht nga cilësia e lidhjeve ndërmjet paneleve dhe nga koherenca e sistemit të montimit. Një problem i zakonshëm është fakti se shumë prej këtyre ndërtesave janë ndërtuar me standarde të ndryshme teknike, shpesh pa respektuar kërkesa moderne të projektimit sizmik.
- Në aspektin e performancës sizmike, këto ndërtesa kanë potencial të lartë shtangësie për shkak të mureve vertikale mbajtëse, por janë të prira të dështojnë nëse lidhjet ndërmjet paneleve nuk kanë kapacitet të mjaftueshëm për të absorbuar energjinë. Në tërmete të forta, dëmtimet shpesh përqendrohen në nyjet e lidhjes së elementeve,

duke shkaktuar plasaritje, shpëputje të paneleve dhe rrezik për kolaps lokal ose progresiv. Kjo tipologji, ndonëse më e qëndrueshme se ramët nga BA pa mure mbushëse në fazat fillestare, mund të shfaqë sjellje shumë të brishtë në rast dështimi të njejtë, duke humbur menjëherë kapacitetin mbajtës.

- Nga pikëpamja sizmike, ndërtesat e kësaj klase, të projektuara në vitin 1965 dhe të ndërtuara menjëherë më pas, janë armuar në përputhje me rregulloret e para të projektimit sizmik, të miratuara në vitin 1965, të cilat bazoheshin kryesisht në kriteret e rezistencës ndaj forcave. Si rrjedhojë, vlerësimi i kapacitetit mbajtës të këtyre strukturave është realizuar mbi bazën e dokumentacionit teknik ekzistues, duke marrë në konsideratë nivelin e detajeve të armimit të përcaktuar nga rregulloret në fuqi gjatë kohës së ndërtimit të tyre.

TNM 10 - Ndërtesa S5

- Ndërtesa ka strukturë me katet B+P+4 deri B+P+13, e fonduar mbi themele shiritore nga betoni i armuar me beton MB16 dhe S240/360.
- Muret e bodrumeve janë nga betoni i armuar të ndërtuara në vend me trashësi 30cm me klasë të materialeve MB22 dhe S240/360.
- Elementet vertikale janë sisteme panele modulare nga betoni MB 22 i armuar me S240/360 i parapërgatitur me përmasa 60cm dhe 150mm, me trashësi 15cm. Përgjatë lartësisë, në mes ka një bërthamë monolite nga betoni i armuar me trashësi 25cm dhe 30cm.
- Meskatet janë realizuar me pllaka BA me trashësi 12cm, të lidhura në mënyrë monolite me breza trarësh nga betoni i armuar MB30, të cilat njëkohësisht i lidhin panelet mureve të parapërgatitura.

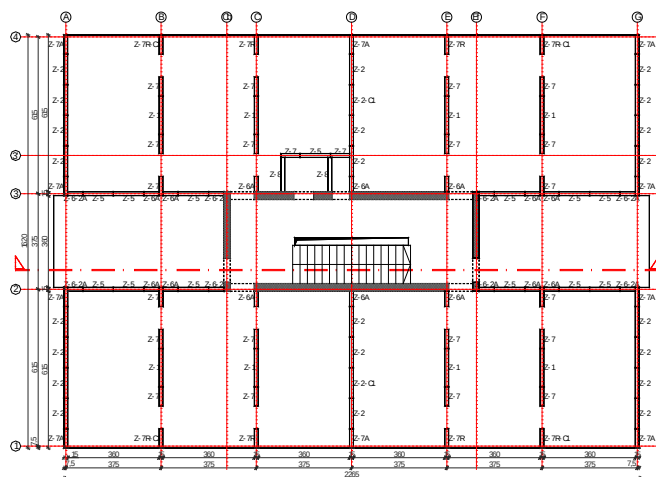


Fig. 19. Planimetria e katit karakteristik të ndërtesës S5, mure me panele BA

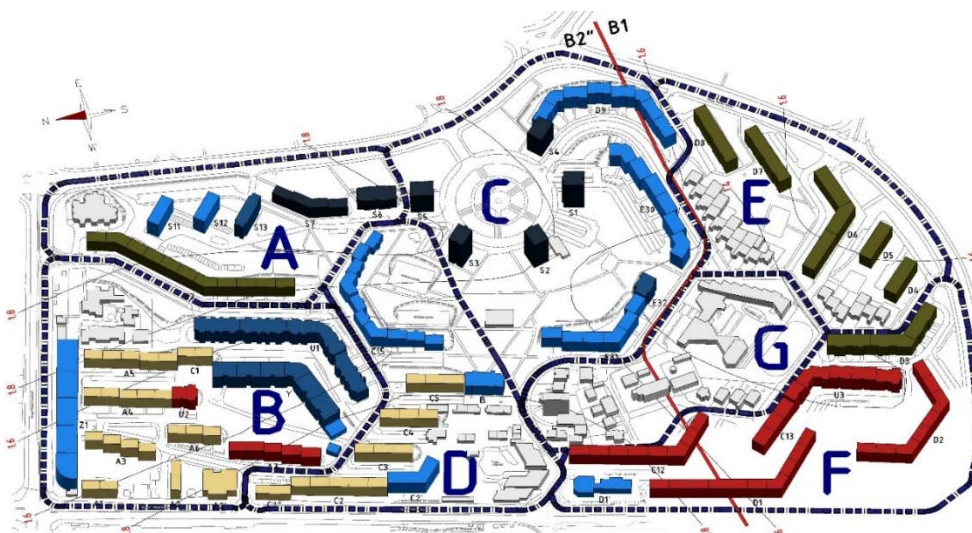


Fig. 20. Klasifikimi i tipologjive të ndërtësive ekzistuese të Ulpianës

Legjenda - kuptimet sipas ngjyrave

- M34H: Muraturë me pllakë të ndërkatit nga betoni i armuar, $H > 15m$, 39 ndërtesa;
- M4H: Muraturë me kufizime nga betoni i armuar, $H > 15m$, 40 ndërtesa;
- RC1H: Rame nga betoni i armuar pa mure mbushëse, $H > 15m$, 41 ndërtesa;
- RC2H: Mure nga betoni i armuar, $H > 15m$, 12 ndërtesa;
- RC3H: Rame nga betoni i armuar me mure mbushëse, $H > 15m$, 21 ndërtesa;
- RC5H: Mure me panele të mëdha të parafabrikuara nga BA, $H > 15m$, 9 ndërtesa;
- Ndërtesa të cilat i takojnë zonës së Ulpianës dhe nuk janë pjesë e këtij studimi

3. MATJET, KALKULIMET DHE DËMTUESHMËRIA SIZMIKE E STRUKTURAVE TË NDËRTESAVE ME MURE MBAJTËSE

Në kuadër të këtij studimi, është realizuar një proces gjithëpërfshirës i analizës së gjendjes ekzistuese të fondit ndërtimor të lagjes Ulpiana, përmes kombinimit të verifikimeve në terren, testimeve in-situ dhe modelimeve analitike. Qasja ka pasur në thelb vlerësimin sa më real të kapacitetit mbajtës dhe dëmtueshmërisë së ndërtesave ekzistuese në raport me skenarët e mundshëm sizmikë.

3.1. Ndërtesat e zgjedhura për analizë

Në zonën e Ulpianës janë identifikuar gjithsej 79 ndërtesa ekzistuese me sistem të strukturave me mure mbajtëse, tipologjitë nga TNM01 deri TNM04, të cilat përfaqësojnë rreth 68% të numrit të përgjithshëm të ndërtesave në këtë zonë. Nga aspekti i sipërfaqes së ndërtuar, këto ndërtesa zënë 105,688 m² ose 32.61% të tërësisë së sipërfaqeve të ndërtesave të kategorizuara në kuadër të këtij studimi. Këto matje janë tregues i lartësisë së ndërtesave në funksion të tipit të strukturës.



Foto 2. Ndërtimi i ndërtesave me sistem muraturë të përforcuar me shirita nga betoni i armuar

Ky përfaqësim domethënës i ndërtesave me muraturë përbën një nga arsyet kryesore që justifikon studimin e tyre të detajuar. Vlerësimi i kapacitetit mbajtës dhe përcaktimi i performancës së tyre sizmike theksojnë nevojën për ndërhyrje rehabilituese ose sanime strukturore.

Studime të shumta, si nga autorë vendorë ashtu edhe nga autorë ndërkombëtarë, kanë dokumentuar sjelljen e strukturave të muraturës nën veprimet sizmike, duke dëshmuar për dobësitë karakteristike të këtij sistemi konstruktiv në kushte ngarkesash dinamike.

Elementet strukturore të ndërtesave me muraturë, kur ekspozohen ndaj tërmeteve me intensitete të ndryshme, sillen si elemente të ngurta me duktilitet shumë të ulët. Fillimisht ato tregojnë një reagim të fortë me zhvendosje horizontale të vogla, por me rritjen e intensitetit sizmik ato plasariten dhe dështojnë shpejt, duke humbur kapacitetin mbajtës. Ndërtesat shumëkatëshe me mure mbajtëse paraqiten më të ndjeshme ndaj tërmeteve në krahasim me ndërtesat me pak kate ose të ulëta, për shkak të masivitetit dhe materialeve përbërëse që kanë kapacitete të kufizuara në tërheqje.

Gjithashtu, ndërtesat me forma të parregullta ose pa simetri në plan, në rastet kur qendra e masës është larg nga qendra e shtangësisë, tregojnë rezistencë të kufizuar ndaj tërmeteve dhe zakonisht rezistojnë vetëm deri në vlera të ulëta të PGA-së.

Në ndërtesat banesore, muret mbajtëse janë zakonisht më të dendura në katin përdhese dhe shpesh ngurtësia është më e madhe në drejtimin ortogonal me dimensionin më të

vogël. Si pasojë, rrëzimi ndodh në drejtimin me shtangësinë më të ulët, duke përcaktuar edhe vulnerabilitetin kryesor të këtyre strukturave.

Nga pikëpamja e rezistencës së ndërtesave, strukturat me mure mbajtëse të pa përforcuara rezultojnë më të brishta, pasi kanë veti mekanike të kufizuara në përballimin e forcave horizontale. Në të kundërt, ndërtesat me mure të përforcuara – të cilat përfshijnë breza horizontale dhe vertikale të armuar me beton – ofrojnë kapacitet dukshëm më të lartë rezistues ndaj forcave horizontale të gjeneruara nga tërmetet.

3.2. Testimet e materialeve të konstruksionit mbajtës

Për të përcaktuar kapacitetin mbajtës dhe performancën sizmike të strukturave muraturë, është thelbësore të kryhen matje dhe teste të materialeve, në mënyrë që të vlerësohen me saktësi vetitë mekanike të komponentëve kryesorë të strukturës. Këto matje ndihmojnë në ndërtimin e një modeli analitik ose numerik të saktë për analizën strukturore, ndër to më të rëndësishme:

- Testimet për njësinë muratuese, përcaktimi i rezistencës në shtypje, rezistenca në tërheqje, përcaktimi i modulit të elasticitetit.
- Testimet për llaçin, rezistenca në shtypje, përcaktimi i llojit të llaçit.
- Testimet e mostrave muraturë, rezistenca në shtypje e mostrave muraturë, rezistenca e athezionit respektivisht rezistenca e muraturës në shpëputje – lidhja në mes të njësisë miratuese dhe llaçit.
- Testimet në terren “*In Situ*”, rezistenca në shtypje/tërheqje reale e mureve në ndërtesë përmes metodave destruktive dhe jo destruktive.

Në ndërtesat e zgjedhura të sistemit strukturor me mure mbajtëse janë nxjerrë një seri e njësive muratuese (tullë e plotë nga argjila e pjekur me dimensione 6x12x25cm) për përcaktimin e rezistencës në shtypje të ekzaminuara në Laboratorët e FIN, UP, dhe janë fituar këto rezultate:

Tabela 1: Rezultatet e testimit të njësive muratuese

Shënimi	Forca [kN]	Rezistenca [N/mm ²]	Soliditeti mesatare në shtypje [N/mm ²]	Vlerat e faktorit të formës (d)	Soliditeti në shtypje si vlerë e normalizuar [N/mm ²]
M1&2	770.5	24.3	21.3	0.75	16,0
M3&4	706.1	23.5			
M5&6	460.5	16.0			

Përcaktimi eksperimental i rezistencës në shtypje të murit në “*In Situ*” përmes metodologjisë “Flat Jack – EN 1052-1” mundësohet edhe përcaktimi i modulit të elasticitetit në shtypje si dhe deformueshmërisë së murit është thelbësor për të nxjerrë përfundime të besueshme për qëndrueshmërinë e ndërtesave muraturë, veçanërisht në një zonë me rrezik sizmik si Ulpiana. Këto të dhëna janë bazë për modelim numerik dhe vendimmarrje për përforsim ose ndërhyrje.

Rasti i analizuar në studimin e UP-së “Vlerësimi dhe sanimi i strukturave me sistem masiv të mureve për zonën e Ulpianës – 2023-2024”, për ndërtesa të veçuara muraturë jep:



Foto 3. Testimi i muraturës, përcaktimi i rezistencës në shtypje dhe moduli i elasticitetit me metodën “Flat Jack”

I gjithë testimi është i realizuar duke respektuar kërkesat sipas standardeve EN 1052-1 me përmbajtje të saktësuar, duke fituar këto rezultate të cilësive mekanike.

Tabela 2. Vlerat e modulit të Elasticitetit E_m të Murit përmes metodës “Flat Jack”

Pika e matjes	E_m [MPa]	f_{ck} [MPa]	$E_{measure}$ [MPa]
LVDT 8	434	2.67	519
LVDT 6		2.67	
LVDT 7		2.67	

Moduli i Elasticitetit i përcaktuar në terren rezulton të jetë vlerë më e vogël se sa vlera normale e strukturës muraturë, bazuar në EN 1996. Moduli i elasticitetit i aplikuar gjatë modelit matematik bazohet në rekomandimin e EN 1996. Rezistenca karakteristike në shtypje e muraturës është treguese e aftësisë

mbajtëse të murit (mur mbajtës – me ngarkesa vertikale) që përdoret për analizë numerike të kapacitetit mbajtës të një muri dhe të tërësisë së mureve të ndërtesës.

3.3. Matjet e lëkundjeve ambientale

Për të përcaktuar sjelljen dinamike sa më reale të një strukture, respektivisht të një ndërtese ekzistuese, pa nevojën e aplikimit të ngarkesave të jashtme artificiale, realizohen matjet e lëkundjeve natyrore të shkaktuara nga burimet e ambientit (si trafiku, era, lëvizja e njerëzve, etj.).

Përmes këtyre matjeve përcaktohen karakteristikat reale dinamike–elastike të ndërtesave, përkatësisht: frekuencat natyrore të strukturës, format e lëkundjeve, si dhe potenciali për përgjigje rezonante. Këto matje shërbejnë gjithashtu si bazë për kalibrimin e modeleve analitike të ndërtesave, si dhe për monitorimin dhe përcjelljen e ndryshimeve në kohë, që lidhen me ndërhyrjet e kryera në to (dobësim ose përforcim).

Matjet e lëkundjeve ambientale në lagjen e Ulpianës janë realizuar fillimisht nga Instituti për Inxhinieri të Tërmeteve i Shkupit në vitin 2010, me asistencë nga autorët e këtij studimi për përzgjedhjen e ndërtesave, ashtu që ato të përfaqësojnë variacionin e stokut ndërtimor të zonës, në funksion të:

- moshës së ndërtimit,
- sistemit strukturor, dhe
- konfiguracionit të terrenit.

Parametri i moshës ka përfshirë ndikimin e kodeve të ndryshme të ndërtimit që kanë qenë në fuqi në periudha të caktuara; parametri i sistemit strukturor ka mbuluar ndikimin e skemave të ndryshme mbajtëse të përdorura gjatë ndërtimit; ndërsa parametri i konfiguracionit të terrenit për të pasqyruar në variacionin e sjelljes së ndërtesave të ngjashme në varësi të kushteve gjeoteknike lokale të shtresave të tokës.

Në total janë realizuar matje në 25 njësi ndërtimore të lagjes, duke përdorur seizmometra shumë të ndjeshëm tredimensionalë “Tromino”, të cilët regjistrojnë mikro lëkundjet e ndërtesave të shkaktuara nga ambienti. Pajisjet janë vendosur në katin përdhese dhe në katet e sipërme të ndërtesave përkatëse, duke realizuar regjistrime me kohëzgjatje prej 14 minutash secila.

Krahas nga IZIIS, matjet e ndërtesave e lëkundjeve ambientale janë realizuar edhe nga Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit të Universitetit të Prishtinës për katër njësi banimi të lagjes. Seizmometrat janë vendosur në bazë dhe katin e sipërm të ndërtesave, duke regjistruar nga 14 minuta secili, dhe atë në tri drejtime njëkohësisht: Veri-Jug, Lindje-Perëndim dhe Vertikalisht (Lart-Poshtë).

Përmes këtyre regjistrimeve janë zhvilluar diagrame të raportit spektral horizontal/vertikal (H/V), historisë kohore H/V, H/V në drejtime të caktuara dhe spektrat për komponent të vetëm për çdo drejtim të matur.

Në Figurën 21 paraqiten rezultatet e dy matjeve të kryera të LA për ndërtesën A1, e cila i përket tipologjisë së ndërtesave model 01, në nivelin e katit përdhes dhe në kulm. Diagramet ilustrojnë përgjigjen elastike dominuese të ndërtesës në drejtimet Veri-Jug (N-S) dhe Lindje-Perëndim (E-W), duke përfshirë gjithashtu edhe komponentin e përgjigjes në drejtimin Vertikal (Lart-Poshtë / Up-Down).

Nga diagrami i raportit spektral horizontal ndaj vertikal (H/V) mund të përfundohet se frekuenca dominuese e përgjigjes së ndërtesës pritet të jetë 3.3 Hz.

Nga paraqitja e drejtimeve të raportit H/V, mund të vërehet edhe diapazoni i këndit nën të cilin ndërtesa do të përjetojë përgjigjen maksimale, përkatësisht rreth $\pm 40^\circ$ brenda drejtimin Lindje-Perëndim.

Grafiku i spektrit për komponentët e veçantë paraqet ndryshimin në përgjigje për të dy drejtimet kryesore, N-S dhe E-W, që lëvizin nga 3.5 Hz me një devijim rreth ± 0.3 Hz, ndërsa përgjigja në drejtimin Z (vertikal) shfaqet pak më e theksuar në diapazonin midis 30 dhe 40 Hz.

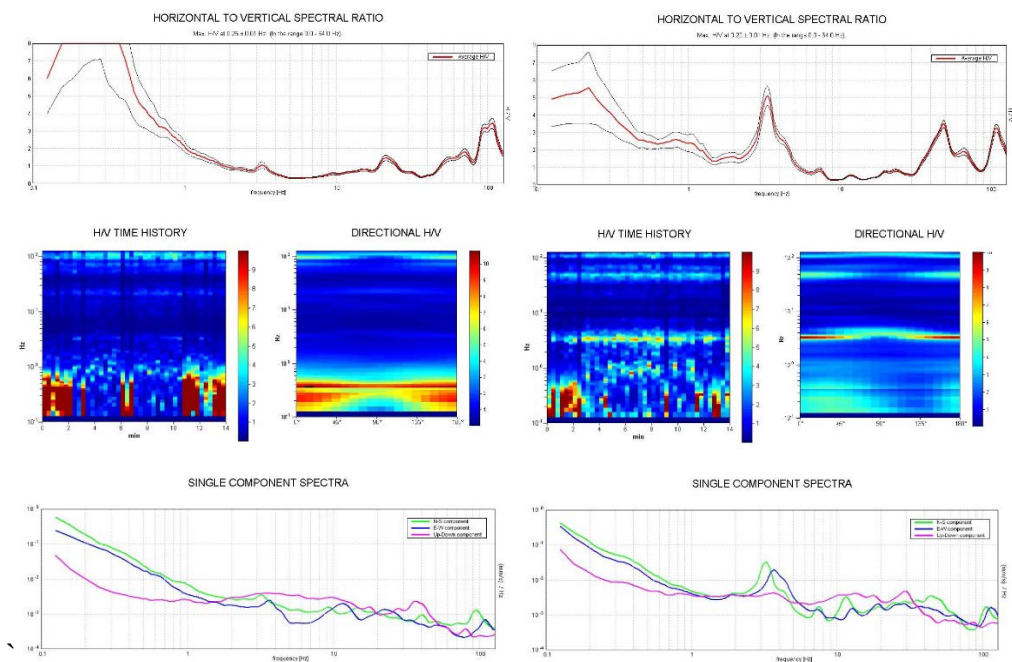


Fig. 21. Matjet e LA, Ndërtesa A1, kati i përdheses dhe kati më i lartë

Në Figurën 22 janë paraqitur rezultatet e matjeve të LA për ndërtesën A7/2 nga dy matjet në nivelin e përdheses dhe kulmit tregojnë raportin e spektrit Horizontal–Vertikal (H/V), historikun kohor të H/V dhe komponentët individualë të spektrave, tregon dominim të qartë të përgjigjes elastike në drejtimet Veri–Jug (N–S) dhe Lindje–Perëndim (E–W), duke përfshirë edhe spektrin vertikal.

Nga grafiku i raportit H/V mund të konfirmohet se përgjigjja maksimale e ndërtesës ndodh në frekuencën ~ 4.0 Hz. Ndërsa, drejtimet e spektrit H/V mundësojnë përcaktimin e këndit të orientimit për të cilin ndërtesa manifeston përgjigjen më të theksuar $\pm 50^\circ$ në drejtimin E–W.

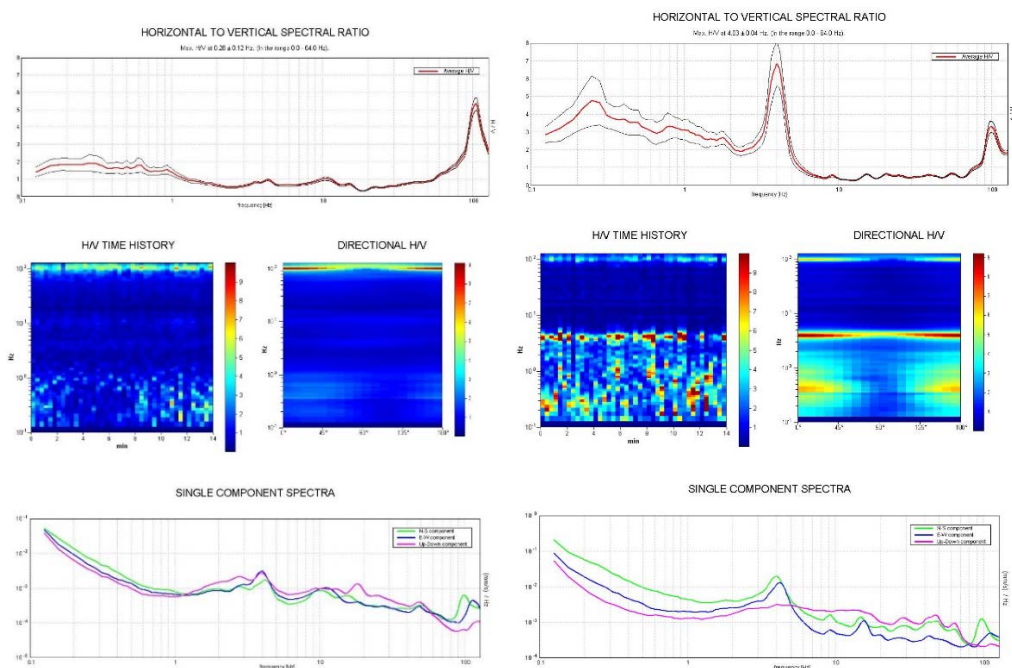


Fig. 22. Matjet e LA, Ndërtesa A7/2, kati i përdhese dhe kati më i lartë

3.4. Analiza e dëmtueshmërisë sismike për ndërtesën e tipizuar sistem me mure mbajtëse të pa përforcuara

Për të analizuar dëmtueshmërinë sismike të ndërtesave të sistemeve të veçanta në modelet analitike të krijuara për secilën ndërtesë të veçantë realizohet inventarizimi nga matjet direkte si dhe shënimet e dokumentacioneve teknike. Për secilin ndërtesë realizohet analiza jo-lineare dinamike për dy drejtësitë ortogonale respektive.

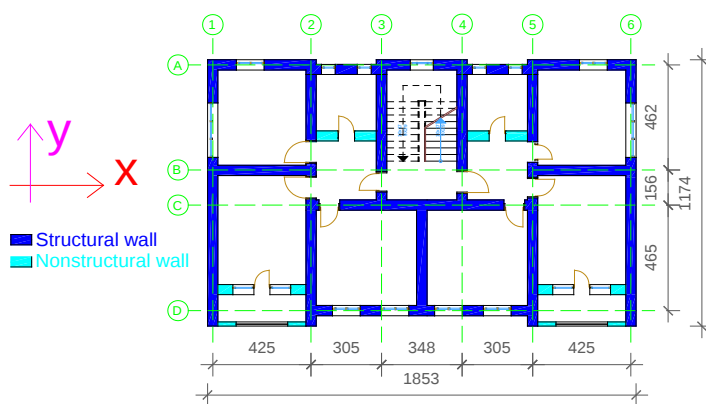


Fig. 23. Planimetria e ndërtesës të analizuar sistem me mure masive mbajtëse

Baza e katit të ndërtesës me përmasa (18.53 x 11.74)m, e paraqitur në Fig.23, ka formë ortogonale me mure mbajtëse strukturore në drejtimin gjatësor – x dhe tërthore – y, si dhe mure ndarëse që shërbejnë si elemente jostrukturore. Në drejtimin gjatësor, përgjatë aksit “x”, janë katër mure mbajtëse lineare, me distanca ndërmjet tyre prej 4.62m, 1.56m dhe 4.65m. Në drejtimin tërthor – y, janë gjashtë mure lineare me distanca të ndryshme ndërmjet tyre (4.25m, 3.05m).

Ndërtesa përbëhet nga një bodrum (me lartësi 2.38m), kati përdhës dhe tre kate tjera me lartësi prej 3.40m secila. Lidhja e mureve mbajtëse në dy drejtimet janë përforcuar në mënyrë të përshtatshme (muraturë, e lidhur).

Analiza e ndërtesës për drejtimin gjatësor x

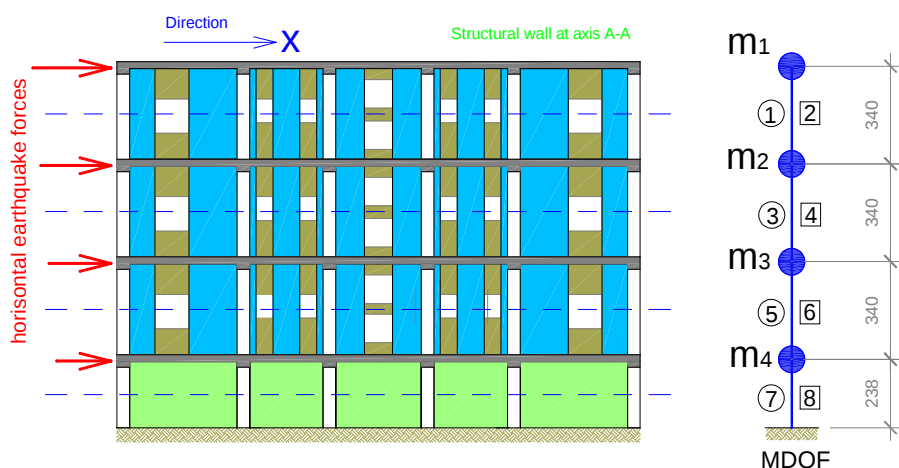
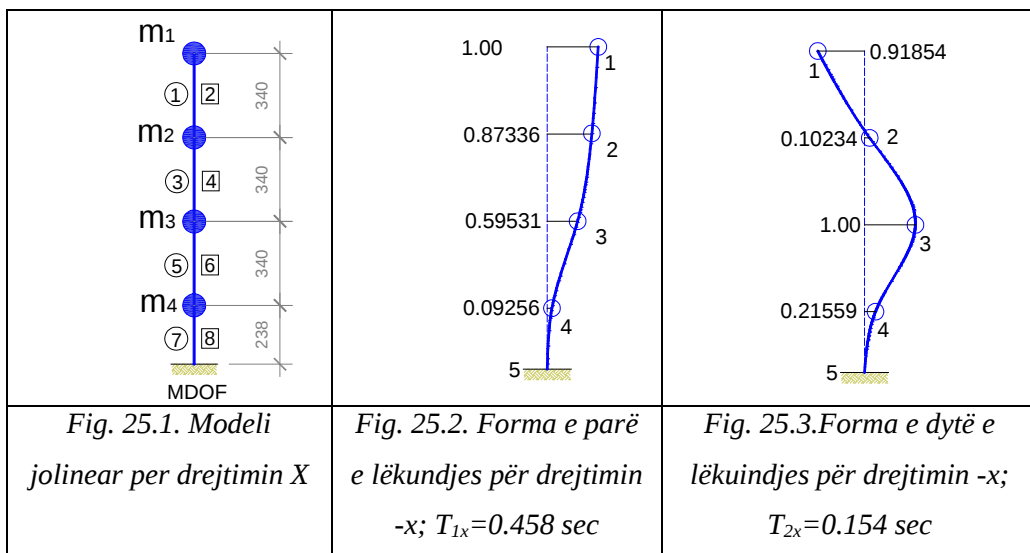


Fig. 24. Rrafshi i murit të veçuar të ndërtesës në drejtimin X, muri ne aksin A-A

Muret mbajtëse janë të ndërtuara nga gurë dhe tulla. Në nivelin e bodrumit muret janë prej guri dhe kanë trashësi 45cm, ndërsa muret prej tulle me trashësi 38cm ndodhen në të gjitha katet tjera. Dimensionet e tullës janë 25x12x6.5cm dhe zakonisht vendosen me llaç çimentoje. Muret janë lidhur në mënyrë të përshtatshme gjatë procesit të ndërtimit. Formulimi i modelit matematikor jolinear, për drejtimin referent gjatësor. Modeli matematikor për analizë të dëmtueshmërisë, bazuar në referencat teknike të dhëna më sipër për elementet strukturore dhe jo strukturore që i takojnë drejtimit korrespondent X. Në figurën 25.1 është treguar formulimi i modelit matematikor për ndërtesën muraturë me katër masa të përqendruara – katër kate si dhe elementet përbërëse strukturore dhe jo strukturore në secilin kat veç e veç duke përfaqësuar shtangësinë e tyre jolineare, si dhe

sjellja karakteristike jolineare e elementeve në veçanti. Në figurat 25.2 dhe 25.3 janë treguar në mënyrë grafike format e lëkundjeve të llogaritura me periodat e lëkundjeve të tonit të parë dhe të dytë.



Llogaria e funksioneve jo-lineare themelore, forcë – zhvendosje për elementet strukturore dhe jo-strukturore për drejtimin korrespondent x të ndërtesës, duke vlerësuar shtangësinë e ndërtesës K_0 tregohet në figurën 26.

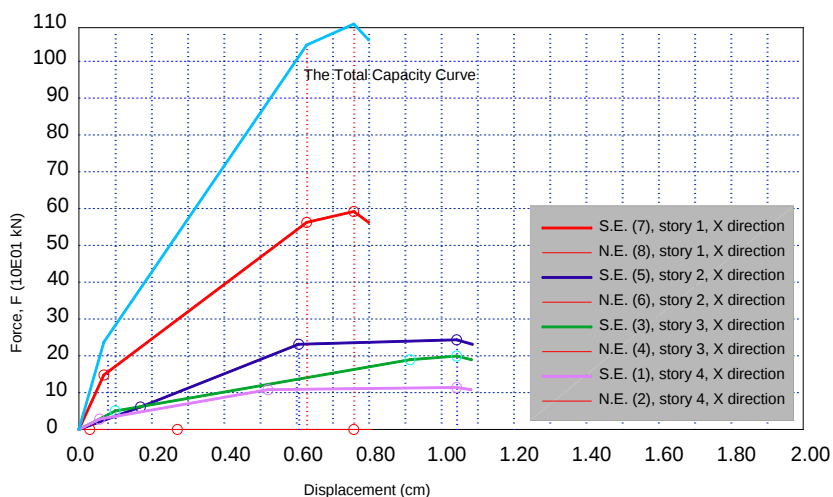


Fig. 26. Anvelopat e lakoreve të kapaciteteve për elementet strukturore dhe jostrukturore drejtimit x

Llogaria e vlerës maksimale të përgjigjes së ndërtesës, zhvendosjes së katit relativ të ndërtesës nën veprimin e tërmetit të skenarit “El Centro” me intensitete të ndryshme për drejtimin x të ndërtesës shfaqet në formë diagrami në fig. 27.

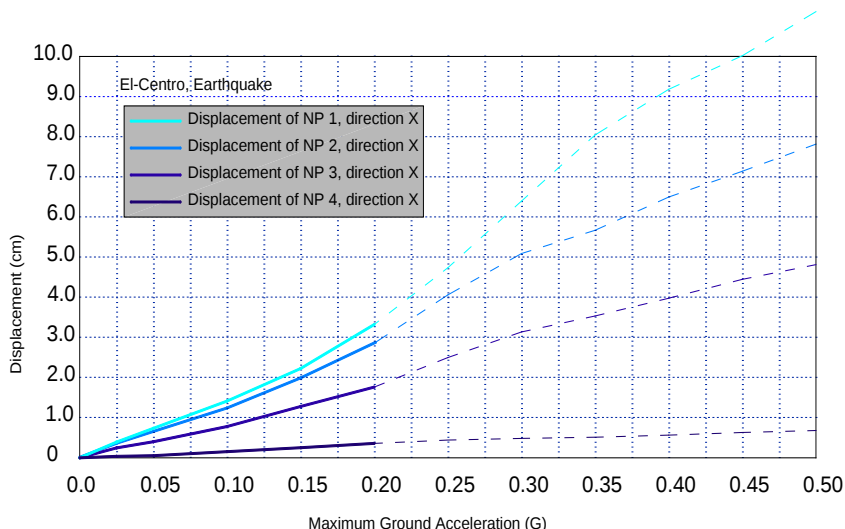


Fig. 27. Zhvendosja relative maksimale e ndërtesës në pikën më të lartë, nën veprimin sizmik, drejtimi X

Llogaria e driftit të kateve, të ndërtesës muraturë në drejtimin x, nga veprimi sizmik “Elcentro” e shfaqur në mënyrë të sintetizuar në tabelën 3.

Tabela 3. Vlerat e zhvendosjes së kateve – drifti i katit për ndërtesën në drejtimin x për nivele të ndryshme të ndërtesës.

EQI – El-Centro											
	Drifti i kateve – zhvendosja e katit (‰) në drejtimin gjatësor x										
	0.025g	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.25g	0.30g	0.35g	0.40g	0.45g	0.50g
4	0.16	0.23	0.65	1.06	1.51	1.86	2.04	2.16	2.38	2.66	2.86
3	0.73	1.18	2.29	3.76	5.18	7.35	9.22	10.39	11.70	13.08	14.16
2	1.03	1.90	3.61	5.82	8.42	11.90	14.93	16.64	19.08	20.96	22.96
1	1.16	2.16	4.16	6.54	9.77	13.93	18.81	23.66	27.01	29.47	32.70

Funksionet analitike të dëmtueshmërisë për drejtimin gjatësor të ndërtesës x, të cilat parashikojnë humbjet direkte si përqindje e kostos totale të ndërtesës për nivele të

ndryshme të nxitimit maksimal në tokë (PGA), janë rezultat i një sërë hapash të njëpasnjëshëm analitik dhe paraqiten në figurën 28.

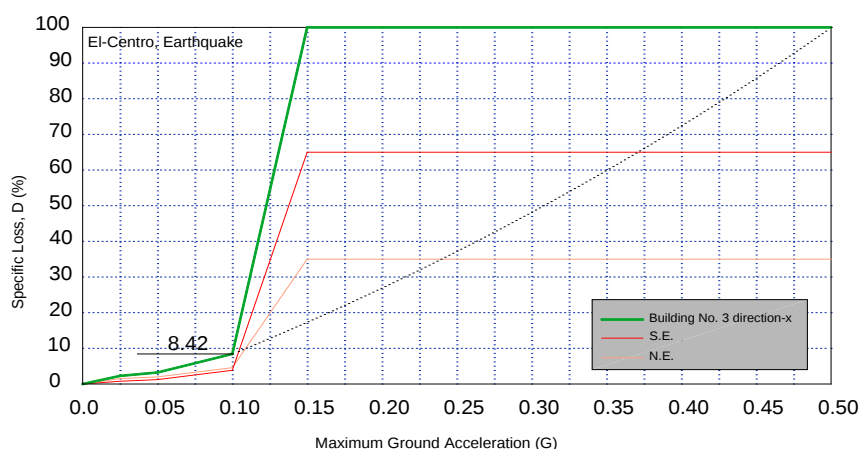


Fig. 28. Funksioni analitik i dëmtueshmërisë për ndërtesën muraturë në drejtimin x.

Në këtë rast, duke u bazuar në të dhënat statistikore për përfshirjen e elementeve strukture dhe jostrukture, në koston e përgjithshme të ndërtesave murature, është pranuar një ndarje relative e koston prej 65% për elementet strukture dhe 35% për elementet jostrukture. Duke u mbështetur në këtë raport të miratuar, janë formuluar veçmas funksionet e humbjeve për secilën kategori. Për këtë rast specifik, është supozuar një shpërndarje e njëtrajtshme e koston së elementeve strukture dhe jostrukture përgjatë gjithë lartësisë së ndërtesës.

Analiza e ndërtesës muraturë në drejtimin y

Në analogjinë e njëjtë të analizës për drejtimin x të ndërtesës muraturë realizohen llogaritë për drejtimin korrespondent y, duke marr parasysh elementet strukture dhe jostrukture të ndërtesës, figura 29.

Modeli matematikor për drejtimin y, për analizën jolineare dinamike i definuar si model MDOF (*Multi Degree System of Freedom*)

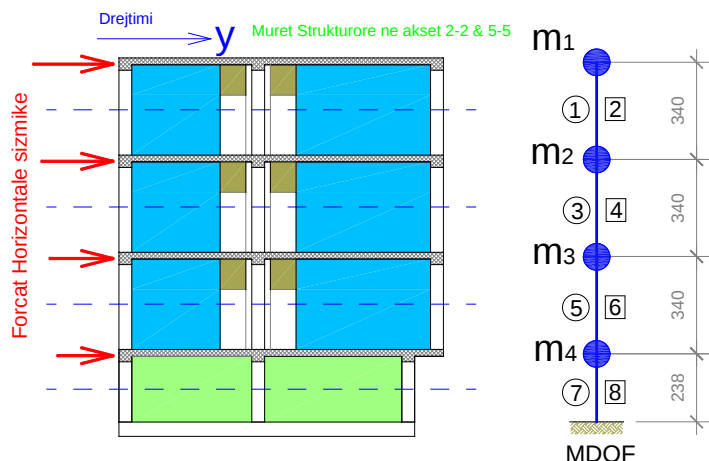


Fig. 29. Rrafshi i mureve të veçuara 2-2 dhe 5-5 të ndërtesës në drejtimin Y.

Modeli analitik për analizë të dëmtueshmërisë, bazuar në referencat teknike të dhëna më sipër për elementet strukturore dhe jo strukturore që i takojnë drejtimin Y. Llogaria e formës së lëkundjeve themelore dhe periodave të lëkundjeve të ndërtesës për drejtimin Y, të treguara në vazhdim.

Fig. 29.1. Modeli matematikor	Fig. 29.2. toni i parë i lëkundjes për drejtimin-y; $T_{1y}=0.347 \text{ sec}$	Fig. 29.3. toni i dytë i lëkundjes për drejtimin -y; $T_{2y}=0.119 \text{ sec}$

Duke vlerësuar vlerat e periodave themelore të lëkundjeve për drejtimin x dhe y, respektivisht shtangësitë e strukturës për drejtimet korrespondente, është e lehtë të konstatohet se lakoret e dëmtueshmërisë tregojnë shkatërrimin e ndërtesës në drejtimin x. Sidoqoftë, llogaria dhe funksionet e dëshmojnë saktë.

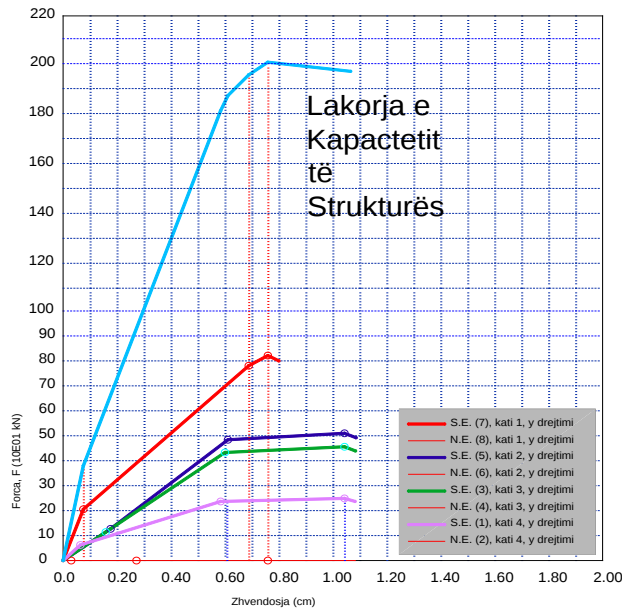


Fig. 30. Anvelopat e lakoreve të kapaciteteve për elementet strukturore dhe jo-strukturore drejtimit y

Llogaria e vlerës maksimale të përgjigjes së ndërtesës, zhvendosjes së katit relativ të ndërtesës nën veprimin e tërmetit të skenarit “Elcentro” me intensitete të ndryshme për drejtimin y të ndërtesës shfaqet në formë diagrami në fig. 31.

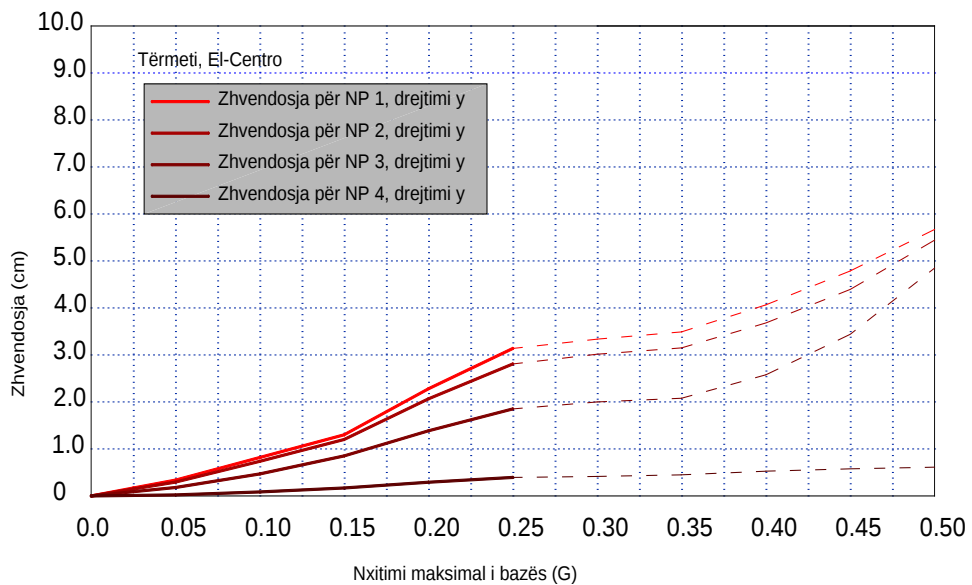


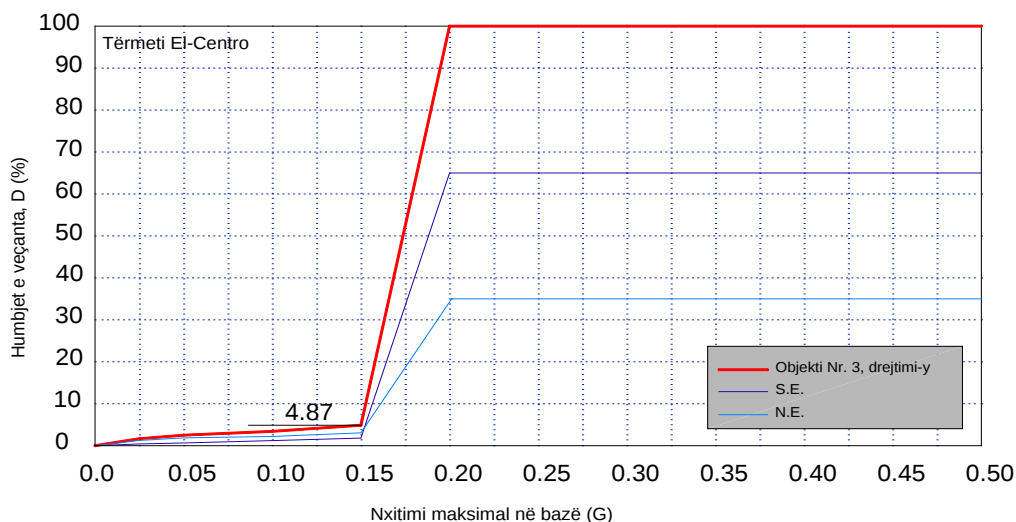
Fig. 31. Zhvendosja relative maksimale e ndërtesës në pikën më të lartë, nën veprimin sizmik, drejtimi X

Llogaria e driftit të kateve, të ndërtesës muraturë në drejtimin y, nga veprimi sizmik “Elcentro” e shfaqur në mënyrë të sintetizuar tabelare.

Tabela 4. Vlerat e zhvendosjes së kateve – drifti i katit për ndërtesën në drejtimin x për nivele të ndryshme të ndërtesës.

EQI – El-Centro											
	Drifti i kateve – zhvendosja e katit (‰) në drejtimin gjatësor y										
	0.025g	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.25g	0.30g	0.35g	0.40g	0.45g	0.50g
4	0.09	0.18	0.36	0.71	1.22	1.66	1.74	1.89	2.21	2.42	2.57
3	0.26	0.53	1.38	2.50	4.08	5.45	6.11	5.90	7.58	10.11	14.26
2	0.43	0.86	2.16	3.53	6.08	8.26	9.26	8.87	10.83	12.92	16.01
1	0.49	0.99	2.41	3.83	6.71	9.23	10.27	9.81	11.96	14.08	16.68

Funksionet analitike të dëmtueshmërisë për drejtimin gjatësor të ndërtesës y, të cilat parashikojnë humbjet direkte si përqindje e kostos totale të ndërtesës për nivele të ndryshme të nxitimit maksimal në tokë (PGA), janë rezultat i një sërë hapash të njëpasnjëshëm analitik dhe paraqiten në figurën 32.



3.5. Krahاسimi i rezultateve të fituara të progresit të

dëmtueshmërisë së ndërtesës

Bazuar në rezultatet e përfituara nga analiza e dëmtueshmërisë sizmike dhe funksionet e zhvilluara të dëmtueshmërisë dhe progresit të dëmtimeve për Ndërtesën, mund të nxirren përfundimet e mëposhtme të përgjithshme:

- Figura 33 tregon se në diagramet e kapacitetit për elementët strukturore dhe jo-strukturore, në drejtimin gjatësor (x) dhe transversal (y), pjesëmarrja e elementeve strukturore në kapacitetin e përgjithshëm të strukturës është më e lartë se ajo e elementeve jo-strukturore. Gjithashtu, nga këto diagrame vërehet një ndryshim i dukshëm në ngurtësinë e strukturës ndërmjet dy drejtimeve ortogonale, ku ngurtësia në drejtimin transversal (y) është dukshëm më e madhe se në drejtimin gjatësor (x).
- Zhvendosjet e elementeve të veçanta strukturore ndryshojnë ndjeshëm nëpër kate. Elementet strukturore në katet më të larta tregojnë zhvendosje dukshëm më të vogla krahasuar me ato në katet më të ulëta. Kjo sjellje tregon një mekanizëm të kolapsit progresiv kat pas kati, që nis nga pjesët më të dobëta në bazë të strukturës.
- Shkatërrimi i ndërtesës në drejtimin gjatësor (x) ndodh për një PGA prej 0.15g. Kjo ndodh për shkak të ndryshimeve në ngurtësinë dhe rezistencën ndërmjet kateve dhe drejtimeve. Meqë ngurtësia dhe rezistenca janë më të mëdha në drejtimin transversal (y), kolapsi ndodh më shpejt në drejtimin gjatësor (x) që ka më pak kapacitete strukturore.
- Në të dy rastet e analizës së ndikimit sizmik për Ndërtesën në drejtimin gjatësor (x), kolapsi ndodh në mënyrë të njëkohshme në katin e dytë dhe të tretë. Kjo sjellje shpjegohet me faktin se muret në katin përdhes janë më të trasha (45 cm), ndërsa në katet më lart janë më të holla (38 cm). Gjithashtu, dobësimi i mureve strukturore për shkak të ndërhyrjeve pas ndërtimit, si hapja e dritareve apo dyerve të reja, ka ndikuar në përshpejtimin e kolapsit.
- Nën skenarin e tërmetit sintetik të Prishtinës, me veprim në drejtimin gjatësor (x), humbja totale e parashikuar arrin në 6.79% të vlerës totale të ndërtesës në

momentin e kolapsit. Nga kjo, 2.93% i atribuohet dëmtimeve në elementët strukturore, ndërsa 3.86% dëmtimeve në elementët jo-strukturore.

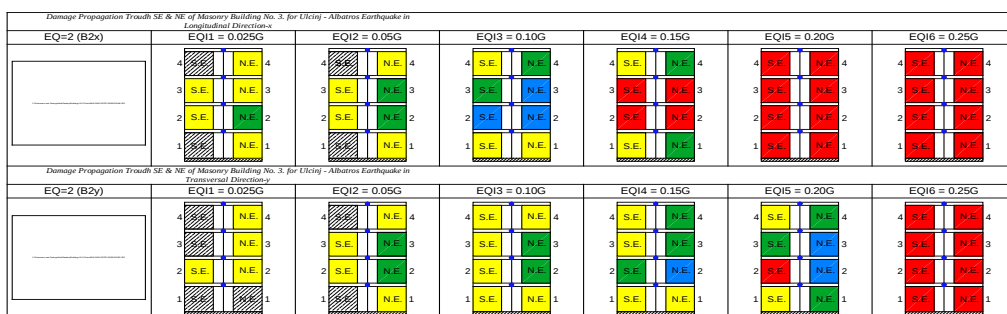


Fig. 33. Progresi i dëmtueshmërisë së elementeve strukturore dhe jostrukturore në funksion të nxitimit sizmik.

4. MATJET, KALKULIMET DHE DËMTUESHMËRIA SIZMIKE E STRUKTURAVE TË NDËRTESAVE NGA BETONI I ARMUAR

4.1. Rezultatet e matjeve ambientale

Ngjashëm si për tipologjitë e ndërtesave model me mure mbajtëse të pa-përforcuara dhe mure mbajtëse me korniza BA, matjet e lëkundjeve të shkaktuara nga ambienti, janë realizuar me seizmometra tredimensionalë edhe për tipologjitë e ndërtesave model nga betoni i armuar.

Ndërtesat e klasifikuara RC1H - Rame nga betoni i armuar pa mure mbushëse

Për këtë kategori të ndërtesave janë përzgjedhur tri tipologji modele të ndërtesave, përkatësisht ndërtesa S12, E31 dhe Z. Matjet ambientale janë realizuar për të tri ndërtesat, dhe atë përmes dy regjistrimeve të njëkohshme në katin përdhesë dhe në katin e sipërm të ndërtesave përkatëse. Në Figurën 34 janë paraqitur rezultatet e matjeve të regjistruara për ndërtesën E31.

Interpretimet e mëposhtme i referohen grafikëve përkatës të kësaj figure, përkatësisht:

- raportit spektral horizontal ndaj vertikal (H/V),

- historikut kohor të H/V,
- drejtimit të përgjigjes H/V, si dhe
- spektrave për komponentët individualë.

Rezultatet e paraqitura në grafikë evidentojnë një dallim të qartë të përgjigjes elastike dominuese të ndërtesës në drejtimet Veri–Jug (N–S) dhe Lindje–Perëndim (E–W), duke përfshirë gjithashtu edhe komponentin vertikal (Lartë–Poshtë, Z).

Nga diagrami i raportit spektral horizontal ndaj atij vertikal mund të konkludohet se frekuenca predominante e pritshme e përgjigjes së ndërtesës E31 dhe Z është 4.0 Hz, përderisa për ndërtesën S12 është 3.6 Hz.

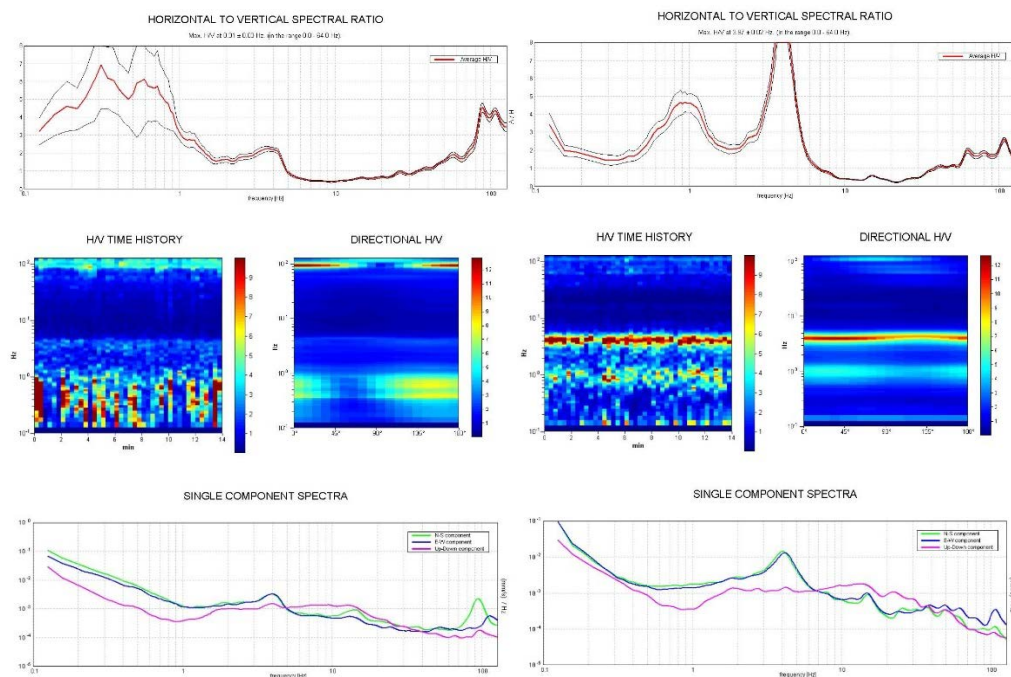


Fig. 34. Matjet e lëkundjeve Ambientale të ndërtesës E31 - RC1H, a) kati përdhese b) kati më i lartë

Nga grafiku i raportit spektral horizontal ndaj vertikal, mund të konstatohet se frekuenca e parashikuar për përgjigjen kulmore të ndërtesës është rreth 4.0 Hz. Nga paraqitja e drejtimit H/V, konfirmohet kjo frekuencë përgjigjeje dhe, përveç kësaj, mund të vërehet edhe këndvështimi nën të cilin ndërtesa do të përjetojë përgjigjen maksimale, përkatësisht rreth +90° nga drejtimi Lindor dhe -30° nga drejtimi Perëndimor.

Grafiku i spektrave për komponentë të vetme shfaq diferencën në përgjigje për të dy drejtimet kryesore, N-S dhe E-W, e cila varion rreth 4.1 Hz me një devijim prej ± 0.1 Hz, ndërsa përgjigja në drejtimin Z është lehtë e theksuar në frekuencën rreth 15 Hz nga diapazoni i regjistruar.

Ndërtesat e klasifikuara RC2H - Mure nga panelet e betonit të armuar

Rezultatet nga matjet e lëkundjeve ambientale, të realizuara përmes dy regjistrimeve të njëkohshme në katin përdhësë dhe katin më të sipërm të ndërtesës, janë paraqitur në Figurën 35. Interpretimet në vijim i referohen grafikëve përkatës, përkatësisht: raportit spektral horizontal ndaj vertikal (H/V), historikut kohor të H/V, drejtimit H/V dhe spektrave për komponentë individuale.

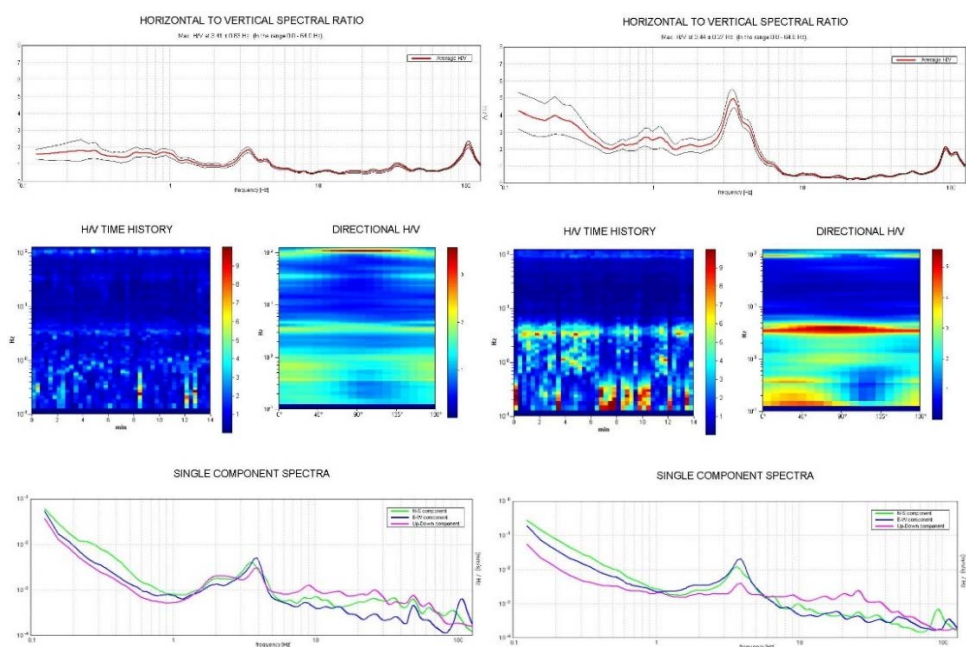


Fig. 35. Matjet e lëkundjeve Ambientale të ndërtesës RC2H, a) kati përdhësë b) kati më i lartë
Grafikët evidentojnë qartë përgjigjen elastike dominuese të ndërtesës në drejtimet Veri-Jug (N-S) dhe Lindje-Perëndim (E-W), duke përfshirë gjithashtu edhe komponentin vertikal (Z). Nga grafiku i raportit spektral H/V konkludohet se frekuenca kulmore e përgjigjes së ndërtesës pritet të jetë rreth 3.4 Hz. Ky rezultat konfirmohet edhe nga paraqitja për drejtimin H/V, ku vërehet se këndi i përgjigjes maksimale ndodh rreth $\pm 90^\circ$ në drejtimin Lindje-Perëndim (E-W).

Ndërkohë, grafiku i spektrave për komponentët individualë tregon një ndryshim të lehtë në përgjigje ndërmjet dy drejtimeve kryesore (N–S dhe E–W), me vlera rreth 3.8 Hz dhe një variacion prej ± 0.1 Hz, ndërsa përgjigja në drejtimin Z paraqitet dukshëm më e theksuar, me vlera rreth 26 Hz.

Ndërtesat e klasifikuara RC3H - Rame nga betoni i armuar me mure mbushëse

Rezultatet nga matjet e lëkundjeve ambientale, të marra nga dy regjistrime të njëkohshme në katin përdhese dhe katin më të sipërm të ndërtesës, janë paraqitur në fig. 36.

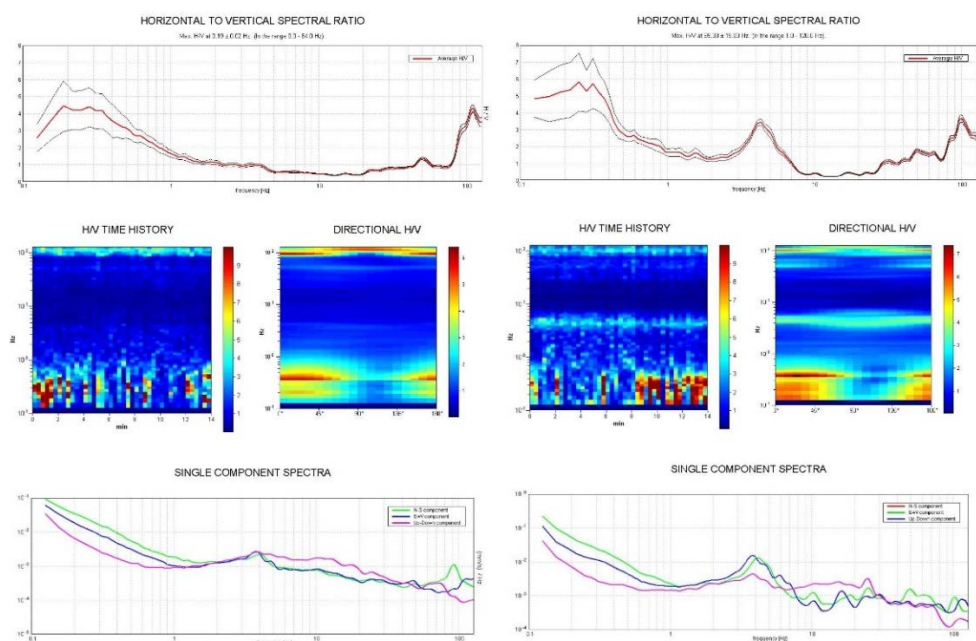


Fig. 36. Matjet e lëkundjeve Ambientale të ndërtesës RC3H, a) kati përdhese b) kati më i lartë
Grafikët paraqesin qartë përgjigjen elastike mbizotëruese të ndërtesës në drejtimet Veri–Jug (N–S) dhe Lindje–Perëndim (E–W), duke përfshirë gjithashtu edhe komponentin vertikal (Z). Nga grafiku i raportit spektral horizontal ndaj vertikal (H/V), konstatohet se frekuenca kulmore e përgjigjes së ndërtesës arrin vlerën rreth 4.3 Hz. Ky rezultat konfirmohet edhe nga paraqitja e drejtimeve H/V, ku përveç kësaj vërehet se këndi i orientimit të përgjigjes maksimale është rreth $+60^\circ$ dhe -30° në drejtimin Lindje–Perëndim (E–W).

Ndërkohë, grafiku i spektrave për komponentët individualë tregon diferenca të dukshme në përgjigje për dy drejtimet kryesore (N–S dhe E–W), me vlera rreth 4.0 Hz dhe një

variacion prej ± 0.2 Hz, ndërsa komponenta vertikale (Z) paraqitet lehtësisht e theksuar në zonën e frekuencave rreth 25 Hz.

Ndërtesat e klasifikuara RC5H - Mure me panele të mëdha të parafabrikuara nga BA

Rezultatet nga matjet e lëkundjeve ambientale, të marra nga dy regjistrime të njëkohshme në katin përdhese dhe katin më të sipërm të ndërtesës, janë paraqitur në figurën 37.

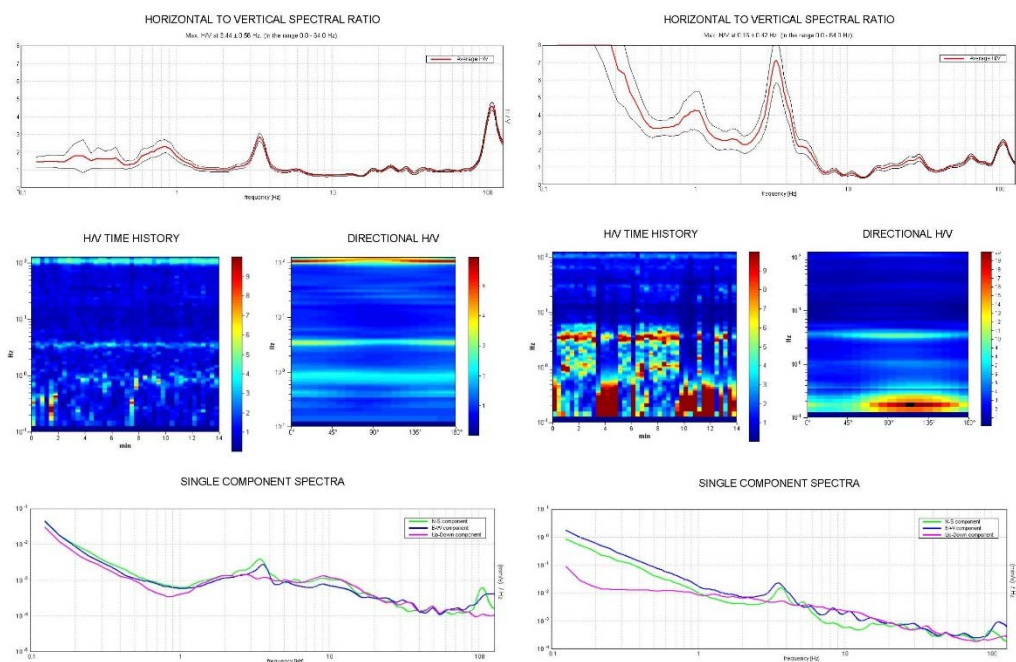


Fig. 37. Matjet e lëkundjeve Ambientale të ndërtesës RC5H, a) kati përdhe b) kati më i lartë
Grafikët paraqesin qartë përgjigjen elastike mbizotëruese të ndërtesës në drejtimet Veri–Jug (N–S) dhe Lindje–Perëndim (E–W), duke përfshirë gjithashtu edhe komponentin vertikal (Z). Nga grafiku i raportit spektral horizontal ndaj vertikal (H/V), konstatohet se frekuenca kulmore e pritshme e përgjigjes së ndërtesës është rreth 3.5 Hz. Ky rezultat konfirmohet edhe nga paraqitja e H/V drejtimor, ku vërehet se këndi i orientimit të përgjigjes maksimale ndodhet në intervalin $+80^\circ$ deri $+150^\circ$ në drejtimin Lindje–Perëndim (E–W).

Ndërkohë, grafiku i spektrave për komponentët individualë tregon një ndryshim të lehtë në përgjigje për dy drejtimet kryesore (N–S dhe E–W), me frekuencë rreth 3.6 Hz dhe variacion prej ± 0.1 Hz, ndërsa komponenta vertikale (Z) nuk rezulton e theksuar brenda diapazonit të regjistruar.

4.2. Zhvillimi i modeleve analitike për analizë

Për qëllime të vlerësimit të detajuar të performancës sizmike, janë zhvilluar modele analitike për secilën Tipologji të Ndërtesave Model (TNM). Gjeometria e modeleve u ndërtua mbi bazën e dokumentacionit teknik burimor (përmes vizatimeve të arkitekturës dhe strukturës, si dhe llogaritjeve statike), të kombinuara me të dhënat e mbledhura nga inspektimet në terren. Vetitë dinamike elastike të këtyre modeleve u verifikuan më pas duke përdorur informacionet e siguruar nga matjet e lëkundjeve ambientale. Modelet e kalibruara janë përdorë për gjenerimin e lakoreve të kapacitetit, pikat e performancës, gjendjet e dëmtimit dhe vlerësimet përkatëse të humbjeve.

Informacionet e detajuara mbi elementet e strukturës, të siguruar nga dokumentacioni burimor i ndërtesave, përfshijnë:

- kategorinë e sistemit mbajtës të strukturës,
- klasën e mureve me blloka (tullë apo bllok argjile dhe blloka betoni),
- klasën e betonit dhe armaturës,
- sasinë e armaturës gjatësore dhe tërthorë në elementet lineare (traje dhe shtylla),
- raportin e armaturës vertikale dhe horizontale në muret e betonit,
- si dhe detajet e armaturës së themeleve dhe pllakave të meskateve.

TMN-të e zgjedhura janë përdorë për të përfaqësuar 162 njësi ndërtimore brenda zonës së studimit. Përgjigjja e strukturave u përftua përmes analizës jolineare statike - Pushover dhe analizës jolineare të historisë së përgjigjes (AHP). Rezultatet janë fituar për dy skenarë tërmetesh:

- Tërmet i shpeshtë, me probabilitet tejkalimi 50% brenda 50 viteve (interval përsëritjeje RP72 vjet), dhe
- Tërmet i rrallë, me probabilitet tejkalimi 10% brenda 50 viteve (interval përsëritjeje RP475 vjet).

4.2.1. Analiza jolineare e strukturës

Analizat jo-lineare janë metoda të avancuara të vlerësimit strukturor, që shërbejnë për të simuluar dhe kuptuar sjelljen reale të strukturës përtej kufijve elastikë, duke përfshirë deformimet plastike, mekanizmat e dëmtimit dhe humbjen progresive të kapacitetit mbajtës. Kjo analizë është thelbësore për vlerësimin e dëmtueshmërisë së ndërtesave

ekzistuese, veçanërisht në zonat me rrezik të lartë sizmik, pasi ofron një pasqyrë të plotë të performancës së ndërtesës përgjatë përgjigjes ndaj forcave alternative të tërmetit.

4.2.2. Qasja e Bazuar në Performancë për analizën jolineare

Qasja e bazuar në performancë për analizën jo-lineare paraqet një metodologji moderne dhe të avancuar në vlerësimin e ndërtesave ekzistuese, e cila synon të kuptojë dhe vlerësojë sjelljen reale të strukturave nën ndikimin e ngarkesave ekstreme, kryesisht ato sizmike. Për dallim nga qasjet tradicionale që fokusohen në përmbushjen e kushteve minimale të sigurisë, kjo qasje bazohet në analizën e kapacitetit strukturor dhe krahasimin e tij me kërkesat e ngarkesës, me qëllim të identifikimit të nivelit të dëmtimit dhe performancës së pritur të ndërtesës.

Në këtë qasje, struktura nuk trajtohet më si një sistem elastik ideal, por përfshihen efektet reale të sjelljes jo-lineare, duke përfshirë formimin e zonave plastike, degradimin e shtangësisë, kapacitetin mbajtës të kufizuar dhe ndërveprimin kompleks të elementeve strukturore, me të dhëna detale për:

- Progresi i plasaritjeve dhe i plastifikimit në komponentët strukturorë,
- Përgjigjet maksimale si rezultat i forcave horizontale në kate,
- Historiku kohor i forcave maksimale,
- Gjendjet e dëmtimit të ramëve,
- Raportet e dëmtimit (%) dhe absorbimit të energjisë,
- Shpërndarja e dëmtimeve në nivel kati,
- Dëmtimet nga ndërveprimi traje–pllakë dhe shtylla–mure,
- Treguesit e dëmtimit të përgjithshëm strukturor.

Procesi zakonisht përfshin hapat në vijim:

- Përkufizimi i niveleve të performancës së synuar, si: pa dëmtime, dëmtim i lehtë, dëmtim i moderuar, dhe shkatërrim i pjesshëm/total;
- Zhvillimi i modeleve jo-lineare numerike të strukturës me komponente dhe materiale të realizuara;
- Analiza statike jo-lineare (Push-Over) për të ndërtuar lakoret e kapacitetit dhe për të identifikuar pikat e performancës;

- Analiza jolineare e përgjigjes në kohë reale (Nonlinear Time History Analysis) për vlerësim më të saktë të përgjigjes strukturore ndaj regjistrimeve të tërmeteve;
- Përcaktimi i gjendjeve të dëmtimit dhe humbjeve të mundshme, duke përdorur kritere të bazuara në standarde ndërkombëtare (si FEMA 356, ASCE 41, EC8 etj.).

Qasja e bazuar në performancë përbën bazën për vlerësim të besueshëm të vulnerabilitetit sizmik të ndërtesave dhe për planifikimin efektiv të ndërhyrjeve për rehabilitim ose përforcim, duke siguruar një balancë optimale ndërmjet sigurisë strukturore dhe kostos ekonomike.

4.2.3. Analizat Pushover për strukturat prej Betoni të Armuar

Nëpërmjet analizave Pushover përcaktohet kapaciteti i strukturës, duke filluar nga faza elastike e përgjigjes deri tek sjellja plastike, përfshirë edhe pikën e shkatërrimit. Si rezultat i kësaj analize, krijohet lakorja e kapacitetit, e cila përshkruan marrëdhënien ndërmjet forcës totale horizontale të aplikuar dhe zhvendosjes horizontale në një pikë karakteristike të strukturës (zakonisht në kulm). Këto lakore janë të rëndësishme për vlerësimin e kapacitetit forcë-deformim, duktilitetit, sjelljes pas elastike, dhe për përcaktimin e pikës së performancës së strukturës ndaj forcave horizontale, në këtë rast forcën prerëse të bazës të krijuar nga veprimi i tërmetit.

Një lakore tipike Pushover për një strukturë prej betoni të armuar përmban:

Zonën elastike: Përgjigja është lineare, dhe shtangësia është konstante, kjo zonë përfaqëson sjelljen e strukturës për veprime të vogla.

Formimi i çërnjerave plastike: Pas arritjes së kapacitetit të elementeve (p.sh. trajë ose shtylla), fillon zhvillimi i deformimeve plastike.

Zona post-elastike: Shtangësia zvogëlohet, ndërtesa shfaq rezistencë përmes duktilitetit (kapacitetit për deformim), ndërsa kapaciteti për forcë mbajtëse rritet edhe më tutje.

Pika kulmore (maximum base shear): Vlera maksimale e forcës prerëse që struktura mund të përballojë përpara degradimit, përkatësisht shkatërrimit - kolapsit.

Zonë e degradimit dhe kolapsit: Pas pikës kulmore, kapaciteti bie për shkak të dëmtimeve të mëdha strukturore. Kjo përfaqëson rrezikun e kolapsit progresiv.

Këto faza, sipas rregulloreve të FEMA, përcaktohen përmes marrëdhënies Forcë–Zhvendosje, e cila përcaktohet me pesë pika të shënuara A, B, C, D dhe E (Figura 38).

Gjendja plastike definohet përmes gjendjes së çërnjerave që paraqesin kapacitetin e elementit të strukturës të pranojë edhe më tutje forca dhe deformime. Pikat në figurë përfaqësojnë këto faza:

- Gjendja fillestare (A),
- Pika e plastifikimit (B),
- Pika kulmore (C),
- Pika reziduale (D), dhe
- Shkatërrim i plotë (E).

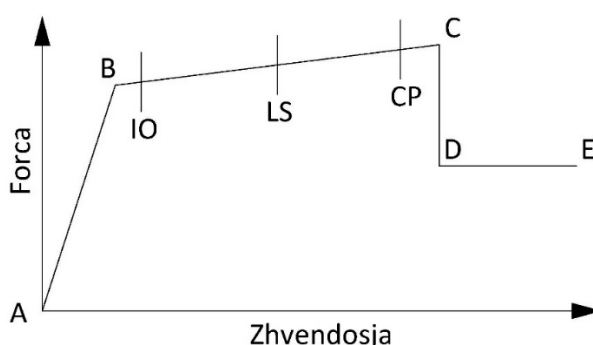


Fig. 38. Përcaktimi i gjendjes së çërnjerave në lakoren e kapacitetit të ndërtesës (FEMA)

Niveli i dëmtimit të çërnjerave të caktuara përcaktohet edhe me tri pika shtesë:

- *Operacionale (OP)*: dëmtime minimale ose pa dëmtime strukturore dhe jo-strukturore; përdorimi normal i ndërtesës është i mundur me pengesa të vogla.
- *Shfrytëzim i menjëhershëm (Immediate Occupancy – IO)*: dëmtime strukturore minimale ose të papërfillshme; dëmtime të vogla jo-strukturore; ndërtesa është e sigurt për ri-shfrytëzim, por me pengesa të pjesshme funksionale në instalime.
- *Siguria e jetës (Life Safety – LS)*: dëmtime të konsiderueshme strukturore/jostrukturore; siguria e jetës ruhet, por kërkohen riparime të mëdha, shpesh me kosto që tejkalon arsyeshmërinë ekonomike.
- *Parandalimi i shembjes (Collapse Prevention – CP)*: gjendje pranë shembjes me humbje të theksuar të fortësisë/shtangësisë dhe deformime të përhershme; kapaciteti për ngarkesa gravitacionale është i kufizuar; rrezik i lartë për sigurinë e jetës.

Llojet e çërnjerave janë zhvilluar mbi bazën e kritereve të përcaktuara sipas ATC-40 (1996) dhe FEMA-273 (ATC-FEMA 273, 1997).

Përfshirja e mureve mbushëse në përgjigjen e përgjithshme të strukturës është realizuar përmes modelimit të diagonaleve të tipit “strut & tie”, duke ua mundësuar të marrin pjesë në fazën e hershme të përgjegjës së ndërtesës ndaj tërmetit. Për shkak të sjelljes së brishtë të mureve mbushëse dhe kapacitetit të tyre të ulët në forcë dhe zhvendosje, çernjera është përcaktuar si Kontrolli sipas Forcës (sjellje e brishtë), me mundësi të formimit të nyjës vetëm nga forcat aksiale “P”.

Shtyllat janë modeluar si elemente duktile; prandaj çernjerat e tyre janë modeluar mbi bazën e kontrollit ndaj Deformimeve, me mundësi formimi të çernjerës nga ndërveprimi i forcave aksiale me momentet përkulëse në të dy drejtimet P–M2–M3. Raporti Moment–Rrotullim është përcaktuar si rrethore, forcat aksiale për lakoret Moment–Rrotullim janë definuar manualisht, sipërfaqja e ndërveprimit midis P–M2 dhe M3 është përcaktuar sipas ACI 318-02 me $\phi = 1$, ndërsa marrëdhënia forcë aksiale - zhvendosje është modeluar si elastike–plastike ideale (elastic-perfectly plastic).

Trarët janë modeluar si elemente duktile; prandaj çernjerat e tyre janë modeluar mbi bazën Kontrollë ndaj Deformimeve, me mundësi formimi të çernjerës nga momentet përkulëse M3. Performanca e çernjerave është adoptuar sipas sjelljes Moment–Përkulje (Moment–Curvature), me gjatësi relative të çernjerës 0.1, ndërsa tipi i histerezës është përcaktuar sipas Takeda’s.

Pas realizimit të analizës Push-Over, për çdo hap të analizës janë nxjerrë rezultatet me të dhënat e përgjigjes jo-lineare të mureve monolitike dhe të parafabrikuara:

- zhvendosja (drifti) e nivelit të kulmit,
- deformimet në elementet kufitare të mureve prerëse në katet e poshtme, dhe
- lakoret e histerezës të krijuara nga rrotullimi i katit përdhese në raport me momentin.

Për secilën TNM janë zhvilluar lakoret pushover për të përfaqësuar kapacitetin ndaj forcave horizontale për ngarkesë të caktuar dhe nivelin pritshëm të performancës. Çdo lakore karakterizohet nga dy pika kryesore kontrolli:

Kapaciteti në rrjedhje - përfaqëson shtangësinë translatore në momentin e parë të jo-linearitetit të dukshëm, duke marrë parasysh forcën projektuese, rezervat, konservatorizmin në kërkesat e kodeve dhe aftësinë mbajtëse reale të materialeve.

Kapaciteti në Thyerje/Plastik - përfaqëson shtangësinë translatore maksimale, e cila arrihet kur sistemi i strukturës formon një mekanizëm gjithëpërfshirës. Përtej kësaj pike,

struktura mund të vazhdojë të deformohet në mënyrë të qëndrueshme, por pa rezistencë shtesë ndaj forcave translatore.

Lakoret pushover konsiderohen lineare deri në pikën e plastifikimit (ku shtangësia përcaktohet nga perioda predominante e lëkundjes), ndërsa më pas kalojnë në zonën ndërmjet pikës së plastifikimit dhe të thyerjes. Përtej pikës së thyerjes, lakorja në përgjithësi merret si ideale plastike.

Në kuadër të Projektimit Sizmik të Bazuar në performancë - PSBP, lakoret e pushover, konvertohen në lakore të kapacitetit (shpejtimi spektral kundrejt zhvendosjes spektrale) dhe krahasohen me spektrat e kërkesës sizmike. Pikëprerja ndërmjet tyre përcakton pikën e performancës, e cila përfaqëson përgjigjen sizmike të pritur për një nivel të caktuar tërmeti.

Për rastet e analizuara të strukturave të gjashtë ndërtesave tipike prej betonit të armuar në zonën e Ulpianën mund të analizohet përmes lakoreve të push-over të fituara, figura 39.

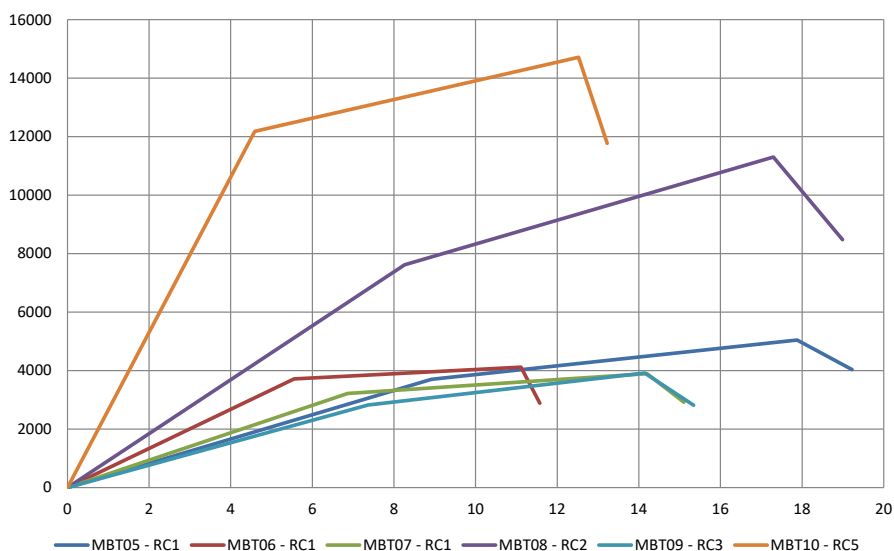


Fig. 39. Lakoret pushover për strukturat prej betonit të armuar

Përmes lakoreve pushover të strukturave mund të vlerësohen:

- Kapaciteti mbajtës i përgjithshëm i strukturës në drejtimet kryesore (N-S dhe E-W),
- Krahasimet e kërkesës sizmike dhe përcaktimit të performancës.
- Identifikohen elementet kritike të strukturës ku paraqiten dëmtime të mundshme.

- Për të klasifikuar nivelin e dëmtimit (pa dëmtime, dëmtim i lehtë, mesatar, i rëndë, kolaps).
- Shërbejnë si bazë për vendimmarrje inxhinierike në rast të nevojës për ndërhyrje rehabilituese ose përforcuese.

Nga figura vërehet se TNM05 paraqet kapacitetin më të lartë për zhvendosje në pikën e rrëshqitjes dhe në pikën e thyerjes, ndërsa TNM10 shfaq kapacitetin më të lartë në forcë. TNM06 ka kapacitetin më të ulët si në forcë ashtu edhe në deformim. Duktiliteti në zhvendosje lëviz nga 1.9 cm për TNM09 deri në 2.7 cm për TNM10. Sjellja pas pikës së rrëshqitjes karakterizohet me rënie të menjëhershme të kapacitetit në forcë, por me një kapacitet relativisht të mirë për deformim.

4.2.4. Analiza jo-lineare e përgjigjes në kohë reale

Kjo metodë e analizës së strukturës përfaqëson një nga metodat më të avancuara dhe të sakta për vlerësimin e sjelljes së ndërtesave prej betoni të armuar nën ndikimin e tërmeteve. Kjo metodë simulon në mënyrë numerike reagimin e strukturës ndaj një regjistrimi të tërmetit real, duke marrë parasysh sjelljen jolineare të materialeve, zhvillimin e dëmtimeve, si dhe efektet komplekse dinamike që nuk mund të kapen nga metodat statike ose lineare.

Analizat jolineare të përgjigjes në kohë reale (*NLTHA – Nonlinear Time History Analyses*) janë realizuar për të gjitha TNM nga betoni i armuar. Analizat janë realizuar duke përdorur programet SAP2000 dhe IDARC 2D, me të dhëna hyrëse të tërmetit nga regjistrimet, të normalizuara ndaj vlerave të PGA (shpejtimi maksimal i truallit) që korrespondojnë me tërmetet e shpeshta me periudhë përsëritje 72 vjet (RP72) dhe të rralla (RP475). Në rastet kur strukturat nuk mund të përballonin PGA-të e parapara sipas periudhës përkatëse të përsëritjes, amplituda maksimale e regjistrimit të tërmetit është zvogëluar proporcionalisht me amplitudat tjera, deri në arritjen e përgjigjes së qëndrueshme të strukturës.

Nga analizat me NLTHA janë fituar informata cilësore mbi sjelljen e përgjithshme të komponentëve të përzgjedhura të strukturës, përkatësisht historikun e përgjigjes dhe vlerat maksimale të:

- Forcës prerëse në kate (*Story Shear*);

- Raportit relativ i driftit (*Drift Ratio*);
- Drifti i katit (*Story Drift*);
- Zhvendosjes (*Displacement*);
- Shpejtësisë (*Velocity*);
- Përshpejtimit (*Acceleration*);
- Shpejtësisë së driftit të katit (*Story Velocity Drift*);
- Dëmtimi në traje/pllaka (*Beam/Slab Damage*);
- Dëmtimi në shtylla/mure (*Column/Wall Damage*);
- Raportit të kapacitetit për shtylla, mure dhe trarë të përzgjedhura (*Capacity Ratio*).

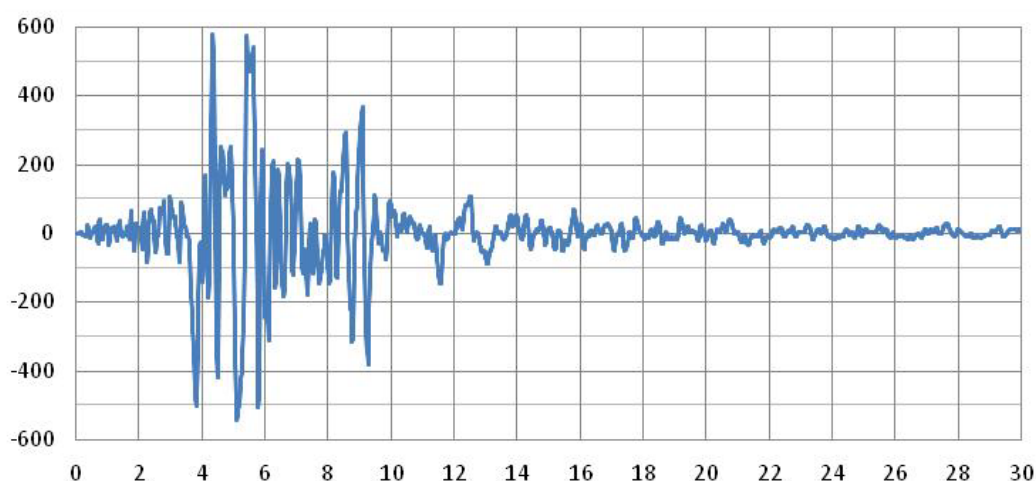


Fig. 40. Akselerogrami original – NewHall1

Informacioni i marrë mbi forcën maksimale prerëse në bazë (*Base Shear*) dhe kapacitetin e deformimit është përdorë gjithashtu për të përcaktuar kapacitetet maksimale të synuara në analizat pushover, si dhe shpërndarjen e forcave horizontale përgjatë lartësisë së ndërtesës.

Përzgjedhja e regjistrimit të tërmetit për analiza është bërë ashtu që ai të ketë përmbajtje spektrale të përshtatshme me gamën e frekuencave të stokut ndërtimor të lagjes. Për këtë qëllim, regjistrimi original u normalizua mbi bazën e amplitudës maksimale shpejtimit, duke ruajtur përmbajtjen origjinale jostacionare të frekuencave, ndërkohë që amplitudat u rregulluan për të përpunuar vlerat e kërkuara të PGA për periudha të ndryshme përsëritjeje (*Return Periods*).

Për këtë studim u përdor regjistrimi Newhall-1 LA County Fire Station, me kohëzgjatje 30 sekonda, 1500 pika shpejtimi të regjistruara me hap kohor 0.02 s. Akcelerogrami (në cm/s^2) arrin një amplitudë maksimale prej 541.6 cm/s^2 në sekondën 5.10. Regjistrimi u normalizua në mënyrë uniforme për intervalet e përsëritjes të parashikuara në EC8, ndërsa u përdorën vetëm 10 sekondat e para.

5. HUMBJET E PRITSHME NGA DËMTIMET E STRUKTURAVE

5.1. Lakoret Pushover në format ADRS/ Lakoret e Kapacitetit

Zhvillimi i Medianëve të gjendjeve të dëmtimit ndjek një procedurë në tre hapa:

- Zhvillimin e një kuptimi të detajuar të dëmtimit në elemente të strukturës si funksion i përgjigjes së ndërtesës (p.sh., devijimi mesatar i ndërkatit, shpejtimi i kateve);
- Përzgjedhjen e vlerave specifike të përgjigjes së ndërtesës që përfaqësojnë më së miri pragun e secilës gjendje të veçantë dëmtimi;
- Konvertimin e këtyre vlerave të pragjeve të përgjigjes së ndërtesës në koordinata ekuivalente të përgjigjes spektrale për vlerësimin e cenueshmërisë dhe humbjeve.

Dëmtimi i elementeve të strukturës duhet të paraqitet në funksion të zhvendosjes anësore të ndërtesës, e matur përmes raportit mesatar të devijimit të ndërkateve.

Për secilën gjendje të dëmtimit të strukturës, jepen dy grupe kriteresh (Figura 41):

- Grupi i parë përcakton gjendjet e dëmtimit të komponentëve strukturorë që arrijnë gjendjen e dëmtimeve të rënda (ose kolapsit) në lakoren e idealizuar ngarkesë–deformim.

- Grupi i dytë përcakton kufirin e sipërm të raportit mesatar të devijimit të ndërkateve të gjendjeve të dëmtimit përmes faktorëve të aplikuar mbi zhvendosjen në të cilën 50% e komponentëve strukturorë kanë arritur gjendjen e dëmtimeve të lehta (ose moderuara).

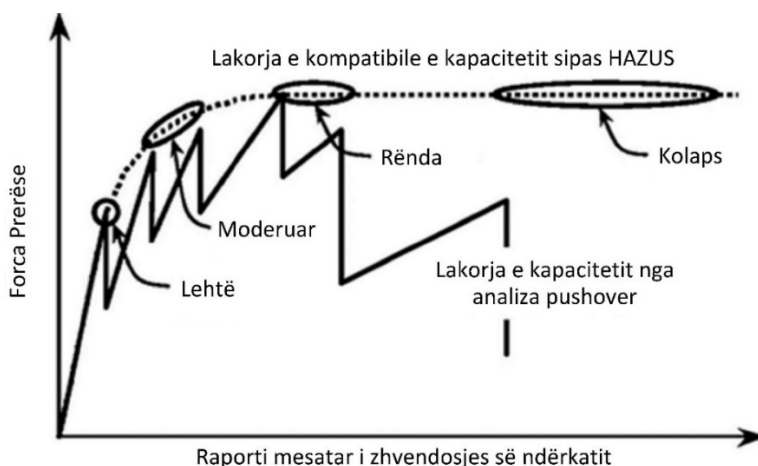


Fig. 41. Medianët e Gjendjes së Dëmtimeve të Lakoren Pushover të tipit “Sharrë e dhëmbëzuar”

5.2. Përgjigjja Kulmore e Ndërtesës – Pikës së Performancës

Vlerësimi i Përgjigjes Kulmore të Ndërtesës realizohet në mënyrë grafike, duke përfshirë lakoren e kapacitetit të ndërtesës dhe spektrat e kërkesës të dobësuar për shuarje përkatëse, të paraqitura në të njëjtin diagram. Për këtë qëllim përdoret metoda MADRS, e cila përfaqëson një version të përmirësuar të metodologjisë konvencionale të Metodës së Spektrit të Kapacitetit (Capacity Spectrum Method, ATC-40, 1996).

Kjo metodë mundëson përdorimin e strategjive efektive të zgjidhjes për linearizim ekuivalent, të cilat mbështeten në lakoren e kërkesës ADRS të modifikuar (MADRS), e cila pret lakoren e kapacitetit në zhvendosjen maksimale.

Duhet theksuar se metoda MADRS nuk përdor faktorë sigurie, siç aplikohet në spektrin e mëparshëm të kapacitetit. Prandaj, rezultatet përfaqësojnë një vlerësim median të përgjigjes, pa faktor sigurie për strukturat që mund të shfaqin sjellje të dobët në performancë.

Karakteristika kryesore e metodologjisë MADRS është përcaktimi i shuarjes efektive (β_{eff}) dhe periudhës efektive (T_{eff}), në të cilat ndërprerja e lakores së kapacitetit përcakton pikën e performancës.

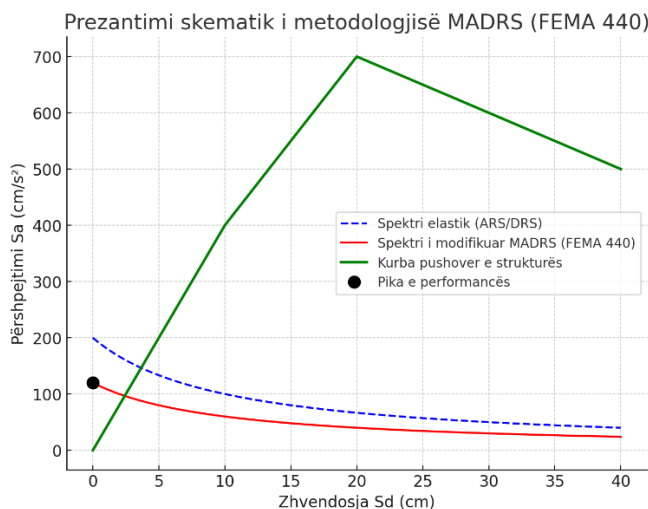


Fig. 42. Prezantimi skematik i metodologjisë MADRS (FEMA 440)

Perioda efektive (T_{eff}) e procedurës së përmirësuar është, në përgjithësi, më e shkurtër se perioda sekante (T_{sec}), e cila përcaktohet nga një pikë kontrolli në lakoren e kapacitetit që korrespondon me zhvendosjen spektrale maksimale (d_{max}). Shpejtimi efektiv (a_{eff}) nuk ka kuptim të drejtpërdrejtë, pasi shpejtimi real maksimal (a_{max}) duhet të qëndrojë mbi lakoren e kapacitetit dhe të përkojë me zhvendosjen maksimale (d_{max}).

Duke shumëzuar ordinatat e spektrit të kërkesës ADRS, që i përkasin shuarjes efektive (β_{eff}), me faktorin e modifikimit (M), përftohet lakorja MADRS, e cila tani mund të pikëprehet me lakoren e kapacitetit në pikën e përgjigjes kulmore të strukturës – pikën e performancës.

Ekuacioni i përdorur për llogaritjen e faktorit të modifikimit (M) është:

$$M = \frac{a_{max}}{a_{eff}} \quad (9)$$

Duke marrë parasysh ndërlidhjen e drejtpërdrejtë të shpejtimit me periodat përkatëse, faktori i modifikimit mund të llogaritet duke përdorur ekuacionin:

$$M = \left(\frac{T_{eff}}{T_{sec}} \right)^2 = \left(\frac{T_{eff}}{T_0} \right)^2 \cdot \left(\frac{T_0}{T_{sec}} \right)^2 \quad (10)$$

ku:

$$\left(\frac{T_0}{T_{sec}}\right)^2 = \sqrt{\frac{1-\alpha(\mu-1)}{\mu}} \quad (11)$$

Shtangësia inelastike α :

$$\alpha = \frac{\frac{a_{pi} - a_y}{d_{pi} - d_y}}{\frac{a_y}{d_y}} \quad (12)$$

Kërkesa për Duktilitet:

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y} \quad (13)$$

Procedurat e linearizimit ekuivalent kërkojnë përdorimin e faktorëve të reduktimit spektral, me qëllim që spektri fillestar i përgjigjes të përshtatet në nivelin përkatës të shuarjes efektive (β_{eff}).

Këta faktorë janë funksion të shuarjes efektive dhe njihen si koeficientë të shuarjes $B(\beta_{eff})$. Ata përdoren për të rregulluar ordinatat e shpejtimit spektral sipas formulës:

$$(Sa)_\beta = \frac{(Sa)_{5\%}}{B(\beta_{eff})} \quad (14)$$

ku:

$$B(\beta_{eff}) = \frac{4}{5.6 - \log(\beta_{eff})} \quad (15)$$

Meqenëse periudha efektive (T_{eff}) dhe shuarja efektive (β_{eff}) janë të dyja funksione të kërkesës së duktilitetit, llogaritja e një zhvendosjeje maksimale duke përdorur linearizimin ekuivalent kërkon një procedurë iterative, siç paraqitet në Figurën 43.

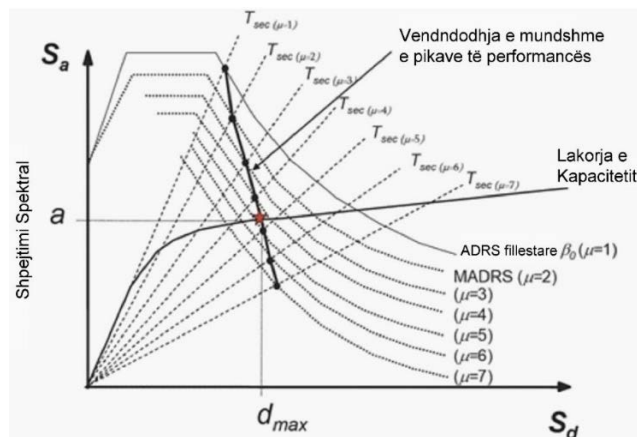


Fig. 43 Përcaktimi i pikës së performancës me procedurën MADRS (FEMA 440)

5.3. Lakoret e cenueshmërisë

Lakoret e cenueshmërisë (*fragility curves*) përfaqësojnë një mjet thelbësor në vlerësimin të probabilitetit të humbjeve të mundshme nga dëmtimet strukturore, në rast tërmeti. Ato përshkruajnë probabilitetin që një strukturë të kalojë një nivel të caktuar dëmtimi, në varësi të intensitetit të veprimit sizmik (zakonisht përmes PGA, Sa(T), apo zhvendosjes spektrale). Këto lakore përfshijnë në formën e tyre variacionin dhe pasigurinë që lidhet me karakteristikat e lakores së kapacitetit, gjendjet e dëmtimit dhe karakteristikat e tërmetit.

Analiza Pushover duhet të kryhet me kujdes të veçantë ndaj detajeve, në mënyrë që të kapë në mënyrë të saktë modelet e dëmtimit të elementeve dhe komponentëve strukturore dhe të vlerësojë mënyrat e dështimit të ndërtesës (p.sh. kolapsi i pjesshëm apo i plotë i strukturës).

Gjatë zhvillimit të parametrave të cenueshmërisë strukturore, duhet të përmbushen disa kriteret thelbësore, me qëllim rritjen e saktësisë në interpretimin e performancës së ndërtesës. Në këtë kontekst, funksionet e dëmtimit duhet të jenë të ndërtuara pa ndikim nga konservatorizmi i tepruar i shprehur nga kodet dhe udhëzimet për projektimin sizmik. Kjo për shkak se standardet për projektim kanë tendencë të nënvlerësojnë realisht kapacitetin mbajtës të strukturës, veçanërisht kur bëhet fjalë për targete të larta të performancës.

Parametrat e cenueshmërisë për gjendjet më ekstreme të dëmtimit janë veçanërisht të vështira për t'u përcaktuar, pasi nivele të tilla dëmtimi janë rrallë të vëzhguara edhe për tërmete të forta.

Për shembull, gjatë tërmetit që goditi qytetin e Kobe-s në Japoni në vitin 1995, me magnitudë $M_w=6.9$, ndërtesat prej betoni të armuar të projektuara dhe ndërtuara para vitit 1981 pësuan dëmtime kryesisht në nivelin Siguria e Jetës. Ndërsa ato të projektuara pas vitit 1981, kur u bënë përmirësime të rëndësishme në kriteret e projektimit, shfaqën vetëm dëmtime të kufizuara, duke mbetur të përshtatshme për Shfrytëzim të Menjëhershëm.

Ose, rasti studimor: Tërmeti i Durrësit (2019) – Vlerësimi i dëmtimeve dhe lakoret e cenueshmërisë për strukturat prej betonit të armuar. Tërmeti kishte magnitudë $M_w=6.4$

dhe goditi zonën bregdetare të Shqipërisë, kryesisht qytetet Durrës, Thumanë, Tiranë dhe Laç, duke shkaktuar 51 viktima, >14,000 ndërtesa të dëmtuara dhe humbje ekonomike rreth €1 mld. Në veçanti, ndërtesat prej betoni të armuar me 4–7 kate, të ndërtuara para viteve 1990, u dëmtuan rëndë ose pjesërisht kolapsuan, duke ofruar një mundësi të rrallë për vlerësim empirik të lakoreve të cenueshmërisë.

Karakteristikat teknike:

- Përshpejtimi maksimal në themel (PGA): 0.22g – 0.28g (regjistruar në Durrës dhe Tiranë).
- Tipologjitë më të prekura: struktura RC me mure mbushëse jostrukturore, të ndërtuara pa dizajn sizmik ose me kode të vjetra.
- Më shumë se 3,000 ndërtesa u inspektuan; mbi 250 ndërtesa nga BA u kategorizuan me dëmtim të moderuar deri në kolaps.

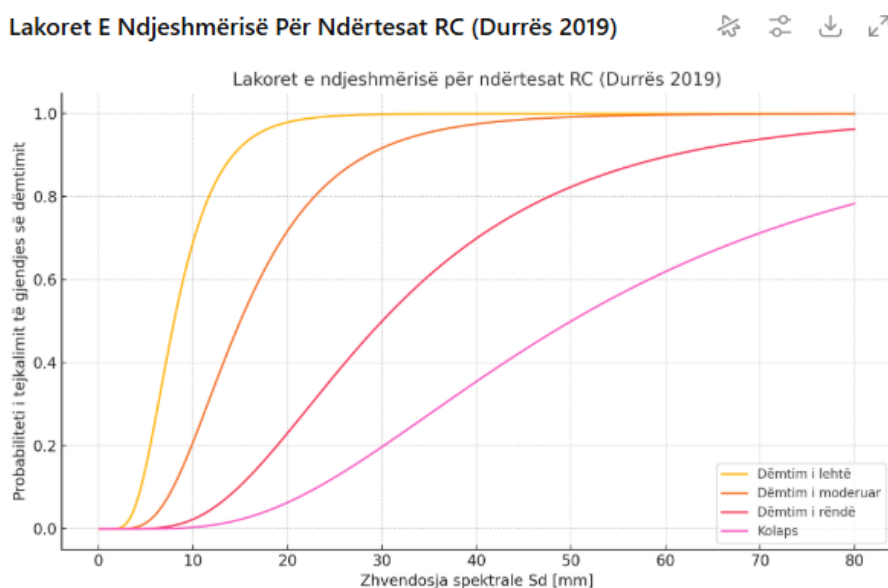


Fig. 44. Lakoret e cenueshmërisë për ndërtesat nga betoni i armuar të analizuar nga tërmeti i Durrësit

Llogaritja e probabilitetit të gjendjes së dëmtimit përbën një hap në procesin e njëpasnjëshëm të vlerësimit të humbjeve nga tërmetet. Në përcaktimin e lakoreve të cenueshmërisë specifike për ndërtesën, ekziston një gamë vlerash që inxhinieri duhet të përcaktojë, pasi edhe funksionet e humbjeve të veçanta për ndërtesën do të zhvillohen mbi bazën e këtyre supozimeve të cenueshmërisë. Thelbësore është që shkalla dhe tipi i

dëmtimit i lidhur me secilën gjendje dëmtimi të jenë në përputhje me shkallën dhe tipin e dëmtimit të supozuar gjatë zhvillimit të funksioneve të humbjes.

Pas përcaktimit të pikës maksimale të përgjegjes së ndërtesës, d.m.th. pikës së performancës, si dhe kapaciteteve përkatëse të zhvendosjes dhe shpejtimit spektral për tipologjitë e ndërtesave model, është bërë e mundur të përcaktohen probabilitetet e gjendjeve të dëmtimit për të gjitha tipologjitë e ndërtesave model dhe për të dy nivelet e tërmeteve:

- Niveli 2 / Tërmet i shpeshtë me periudhë përsëritje 72 vite (RP72) dhe
- Niveli 3 / Tërmet i rrallë me periudhë përsëritje 475 vite (RP475).

Këtu duhet të ceket që nga dhjetë tipologji të ndërtesave model, për shkak të vlerave të ndryshme Faktorit të Amplifikimit Dinamik të truallit ($DAF=1.4$ deri 1.8), të nxjerrë nga studimi mikrosizmik i lagjes, për vlerësim të dëmtueshmërisë kanë rezultuar 32 nën-tipologji të ndërtesave model.

Lakoret e cënueshmërisë përcaktojnë kufijtë midis gjendjeve të dëmtimit. Më konkretisht, vlera mediane e gjendjes së dëmtimit të interesit përcakton pragun e dëmtimit, dhe kjo gjendje dëmtimi supozohet të vlejë deri në kalimin në gjendjen pasuese më të rëndë.

Në Figurën 45 paraqiten lakoret tipike të cënueshmërisë për dëmtime të strukturës të: Lehtë, Moderuar, Rëndë dhe Kolaps/Shembje. Probabiliteti i dëmtimit të moderuar, për një nivel të caktuar të kërkesës spektrale, llogaritet si diferencë midis probabilitetit të dëmtimit të moderuar dhe probabilitetit të dëmtimit të rëndë.

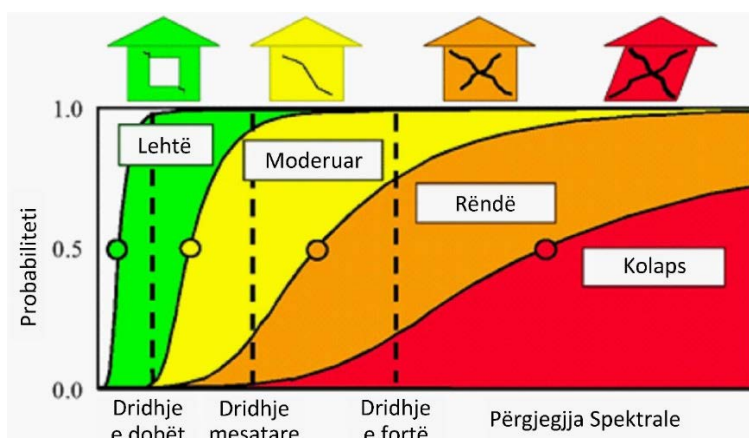


Fig. 45. Lakoret tipike të cënueshmërisë – Kalkulimi i probabilitetit të gjendjes së dëmtimeve

Për këtë studim, janë zhvilluar Medianët e Gjendjeve të Dëmtimit dhe më pas Lakoret e Cenueshmërisë që paraqesin një kornizë probabilitike për vlerësimin e mundësisë që një strukturë të arrijë ose të tejkalojë gjendje të caktuara dëmtimi, duke u bazuar në vlerësimet mediane të zhvendosjeve spektrale.

Lakoret e cenueshmërisë definojnë si një funksion kumulativ lognormal i shpërndarjes, me një vlerë mediane dhe një devijim standard logaritmik, siç paraqitet në ekuacionin në vijim:

$$P[ds|S_d] = \Phi\left[\frac{1}{\beta_{ds}} \ln\left(\frac{S_d}{\bar{S}_{d,ds}}\right)\right] \quad (16)$$

ku:

- S_d Parametër i rrezikut sizmik (zhvendosja spektrale);
- $\bar{S}_{d,ds}$ Vlera mediane e zhvendosjes spektrale në të cilën ndërtesa arrin pragun e gjendjes së dëmtimit ds ;
- β_{ds} Devijimi standard i logaritmit natyror të zhvendosjes spektrale, i lidhur me gjendjen e dëmtimit ds ;
- Φ Funksioni kumulativ i shpërndarjes normale standard me vlerë mesatare 0 dhe devijim standard 1.

Pjerrësia e lakores së cenueshmërisë kontrollohet nga vlera e devijimit standard lognormal (β). Një β më e vogël tregon variabilitet më të ulët të gjendjes së dëmtimit dhe rezulton në lakore më të pjerrët; ndërsa një β më e madhe reflekton variabilitet më të lartë dhe jep lakore më të rrafshët.

Lakoret e cenueshmërisë përcaktojnë në mënyrë efektive kufijtë midis gjendjeve të njëpasnjëshme të dëmtimit. Vlera mediane e një gjendjeje dëmtimi përcakton pragun e tejkalimit për atë nivel dëmtimi, i cili mbetet i vlefshëm deri në kalimin në gjendjen tjetër, më të rëndë.

Lakoret e cenueshmërisë janë zhvilluar në mënyrë të veçantë për secilën TNM të lagjes së Ulpianës, përfaqësuese të kategorive ndërtimore M34H, M4H, RC1H, RC2H, RC3H dhe RC5H, të prezantuara në figurat 46 deri 53.

Tabela 5. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa muraturë dëmtime të lehta

	TNM01	TNM02	TNM03	TNM04
S_{dy} [cm]	4.3	4.3	4.0	4.9
S_{du} [cm]	5.9	6.4	5.9	8.7
S_{di} [cm]	3.0	3.0	2.8	3.4
μ	1.39	1.50	1.48	1.80
β_1	0.2728	0.2784	0.2774	0.2910

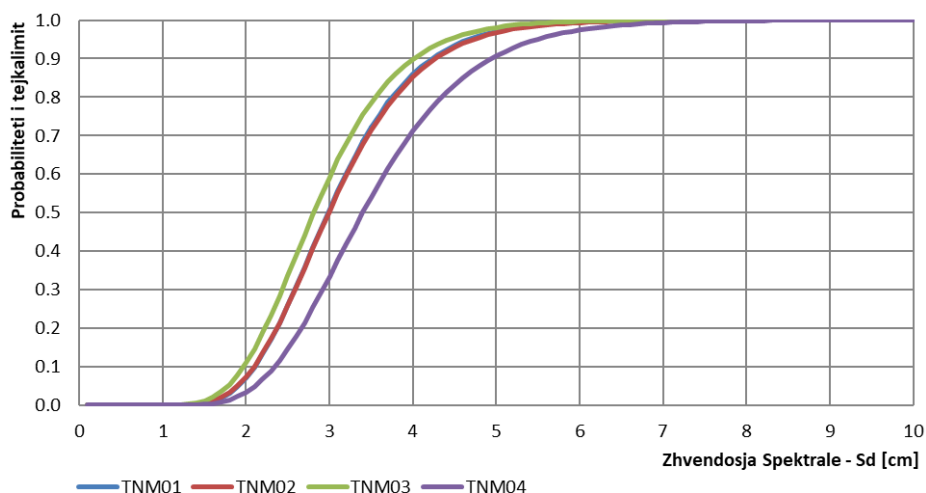


Fig. 46. Lakoret e cenueshmërisë për ndërtesat me muraturë - Dëmtime të Lehta

Tabela 6. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa muraturë – dëmtime mesatare

	TNM01	TNM02	TNM03	TNM04
S_{dy} [cm]	4.3	4.3	4.0	4.9
S_{du} [cm]	5.9	6.4	5.9	8.7
S_{di} [cm]	4.3	4.3	4.0	4.9
μ	1.39	1.50	1.48	1.80
β_1	0.2587	0.2731	0.2704	0.3055

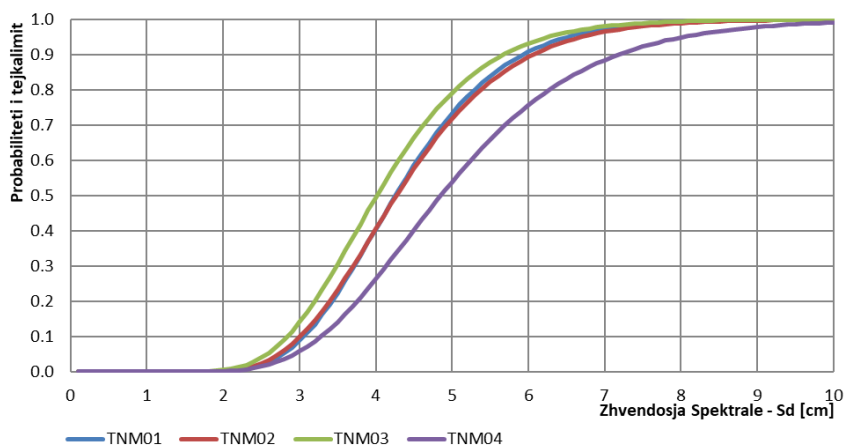


Fig. 47. Lakoret e cenueshmërisë për ndërtesat me muraturë - Dëmtime të Moderuara

Tabela 7. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa muraturë – dëmtime të rënda

	TNM01	TNM02	TNM03	TNM04
S_{dy} [cm]	4.3	4.3	4.0	4.9
S_{du} [cm]	5.9	6.4	5.9	8.7
S_{di} [cm]	4.7	4.8	4.5	5.8
μ	1.39	1.50	1.48	1.80
β_1	0.2304	0.2624	0.2565	0.3344

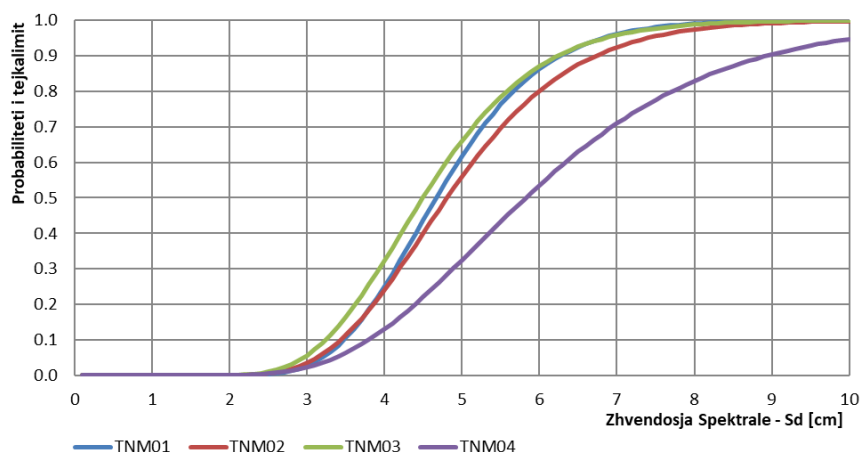


Fig. 48. Lakoret e cënueshmërisë për ndërtesat me muraturë - Dëmtime të Rënda

Tabela 8. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa muraturë - Kolaps

	TNM01	TNM02	TNM03	TNM04
S_{dy} [cm]	4.3	4.3	4.0	4.9
S_{du} [cm]	5.9	6.4	5.9	8.7
S_{di} [cm]	5.9	6.4	5.9	8.7
μ	1.39	1.50	1.48	1.80
β_1	0.3130	0.3530	0.3456	0.4430

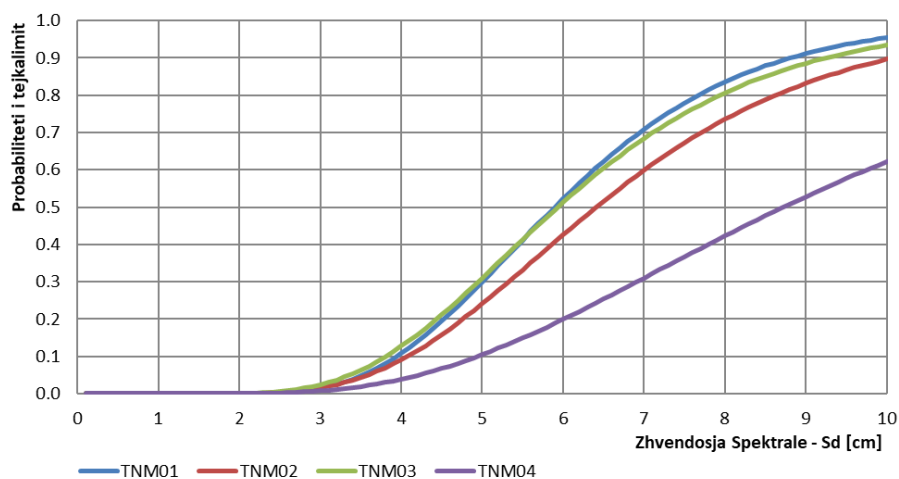


Fig. 49. Lakoret e cënueshmërisë për ndërtesat me muraturë - Dëmtime me Kolaps

Tabela 9. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa BA – dëmtime te lehta

	TNM05	TNM06	TNM07	TNM08	TNM09	TNM10
S_{dy} [cm]	6.4	4.0	4.9	5.9	5.3	3.3
S_{du} [cm]	12.8	7.9	10.1	12.4	10.1	8.9
S_{di} [cm]	4.5	2.8	3.4	4.1	3.7	2.3
μ	2.00	2.00	2.07	2.09	1.92	2.73
β_1	0.2986	0.2985	0.3009	0.3017	0.2957	0.3203

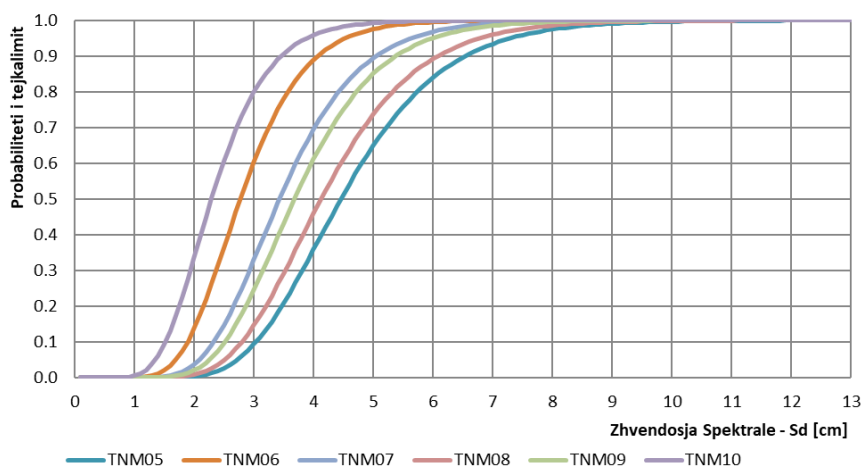


Fig. 50. Lakoret e cenueshmërisë për ndërtesat nga betoni i armua - Dëmtime të Lehta

Tabela 10. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa BA – dëmtime mesatare

	TNM05	TNM06	TNM07	TNM08	TNM09	TNM10
S_{dy} [cm]	6.4	4.0	4.9	5.9	5.3	3.3
S_{du} [cm]	12.8	7.9	10.1	12.4	10.1	8.9
S_{di} [cm]	6.4	4.0	4.9	5.9	5.3	3.3
μ	2.00	2.00	2.07	2.09	1.92	2.73
β_1	0.3251	0.3248	0.3308	0.3330	0.3175	0.3807

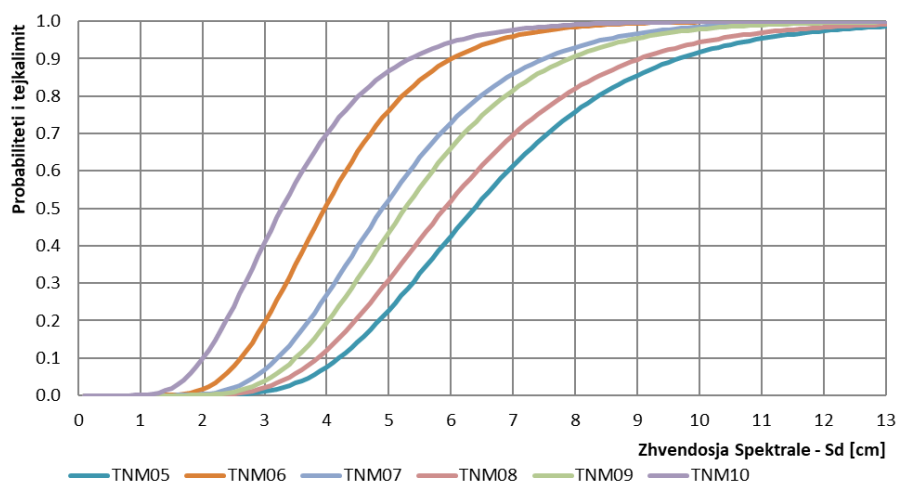


Fig. 51. Lakoret e cenueshmërisë për ndërtesat nga betoni i armuar - Dëmtime të Moderuara

Tabela 11. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa BA – dëmtime të rënda

	TNM05	TNM06	TNM07	TNM08	TNM09	TNM10
S_{dy} [cm]	6.4	4.0	4.9	5.9	5.3	3.3
S_{du} [cm]	12.8	7.9	10.1	12.4	10.1	8.9
S_{di} [cm]	8.0	5.0	6.2	7.5	6.5	4.7
μ	2.00	2.00	2.07	2.09	1.92	2.73
β_1	0.3780	0.3773	0.3907	0.3955	0.3611	0.5015

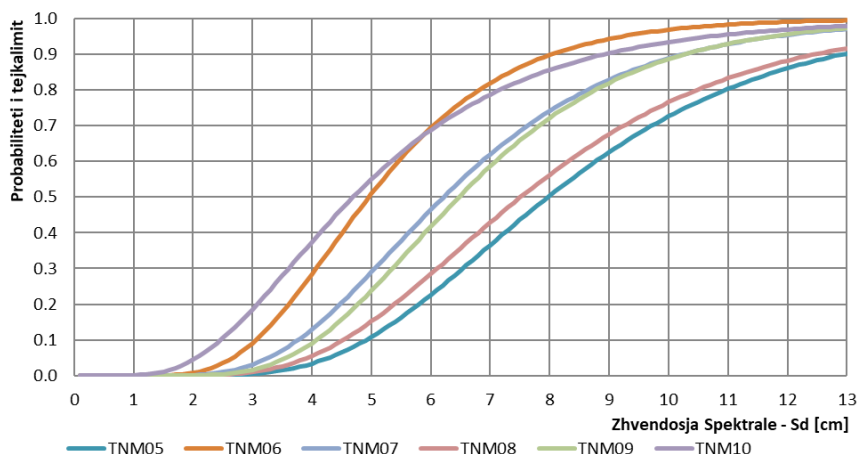


Fig. 52. Lakoret e cënueshmërisë për ndërtesat nga betoni i armua - Dëmtime të Rënda

Tabela 12. Vlerat e zhvendosjeve spektrale dhe tejkalimet ndërtesa BA – dëmtime Kolaps

	TNM05	TNM06	TNM07	TNM08	TNM09	TNM10
S_{dy} [cm]	6.4	4.0	4.9	5.9	5.3	3.3
S_{du} [cm]	12.8	7.9	10.1	12.4	10.1	8.9
S_{di} [cm]	12.8	7.9	10.1	12.4	10.1	8.9
μ	2.00	2.00	2.07	2.09	1.92	2.73
β_1	0.4975	0.4966	0.5133	0.5194	0.4764	0.6519

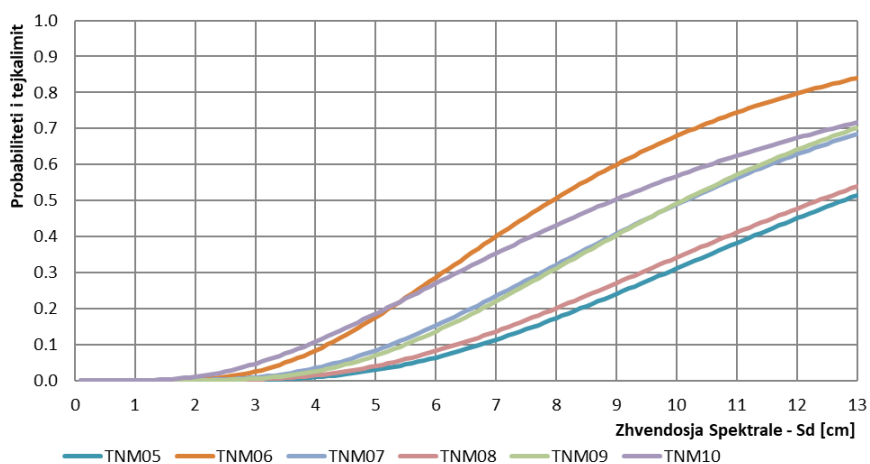


Fig. 53. Lakoret e cënueshmërisë për ndërtesat nga betoni i armuar - Dëmtime me Kolaps

Në vijim janë prezantuar dy figura të lagjes së Ulpianës, të cilat ilustrojnë dëmtimet strukturore të TNM për dy nivelet e tërmeteve RP72 dhe RP475.

Ndërtesat janë ngjyrosur me ngjyra të dallueshme në funksion të Gjendjeve të Dëmtimit.

Në vijim, gjithashtu, është dhënë një përshkrim më i detajuar i efekteve të gjendjeve të dëmtimit në elementet strukturore, jo-strukturore, gjendja e përgjithshme e ndërtesës dhe kufinjët e shkallës së dëmtimeve në funksion të ngjyrës.

Përdorim i Menjëhershëm (Immediate Occupancy – IO):

- *Elementet strukturore:* Vetëm plasaritje të vogla në traje, shtylla, mure asizmike, ose mure me muraturë. Pa copëtime apo thyerje serioze. Aftësia mbajtëse dhe shtangësia mbeten pothuajse të pacenuara.
- *Elementët jo-strukturore:* Plasaritje sipërfaqësore në suva, dëmtime të lehta në mure ndarëse dhe mbushëse. Sistemet mekanike, elektrike dhe hidraulike funksionojnë normalisht.
- *Gjendja e ndërtesës:* E sigurt për përdorim menjëherë pas tërmetit; zvogëlim i papërfillshëm në siguri apo shfrytëzim.
- *Shkalla e dëmtimve:* $D < 20\%$ për ndërtesat me konstruksion muraturë, dhe $D < 15\%$ për ndërtesat me konstruksion nga betoni i armuar.

Siguria e Jetës (Life Safety – LS):

- *Elementët strukturore:* Plasaritje dhe copëtime të dukshme në beton; gjurmë të rrjedhjes së armaturës; dëmtime të moderuara në muret mbajtëse ose ramët nga BA, por me kapacitet të mbetur mbajtës.
- *Elementët jo-strukturore:* Dëmtime serioze në mure ndarëse, tavane, mure mbushëse dhe fasada; rrezik për elementë që mund të bien.
- *Gjendja e ndërtesës:* Ndërtesa pëson dëmtime të konsiderueshme dhe nuk është funksionale, por siguria e jetës së banorëve është e garantuar. Kërkohen riparime të mëdha ose edhe shembje e pjesshme.
- *Shkalla e dëmtimeve:* $D = 20-30\%$ për ndërtesat me konstruksion muraturë, dhe $D = 15-25\%$ për ndërtesat me konstruksion nga betoni i armuar.

Parandalimi i Kolapsit (Collapse Prevention – CP)

- *Elementët strukturorë*: Plasaritje të shumta, thyerje e betonit, përkulje dhe dëmtime të armaturës, deformime të mëdha të përhershme; në muraturë shfaqen plasaritje të mëdha, humbje stabiliteti ose shembje e pjesshme e mureve.
- *Elementët jo-strukturorë*: Dëmtime të përhapura ose shkatërrim i shumicës së elementëve jo-strukturorë.
- *Gjendja e ndërtesës*: Ndërtesa është në prag të kolapsit; stabiliteti ruhet vetëm pjesërisht. Jo e sigurt për përdorim dhe zakonisht e pariparueshme.
- *Shkalla e dëmtimve*: $D=30-40\%$ për ndërtesat me konstruksion muraturë, dhe $D=25-35\%$ për ndërtesat me konstruksion nga betoni i armuar.



Kolaps i Pjesshëm (Partial Collapse)

- *Elementët strukturorë*: Shembje të lokalizuara të elementeve kryesore (p.sh. shembje e pjesshme e mureve, dysHEMEVE, kulmit, këndeve ose fasadës).
- *Elementët jo-strukturorë*: Dëmtime të rënda sekondare si pasojë e shembjes së pjesëve strukturore.
- *Gjendja e ndërtesës*: Pjesë të ndërtesës janë shembur, por pjesë të tjera ende qëndrojnë. Ndërtesa është shumë e pasigurt dhe me rrezik për shembje të mëtejshme.
- *Shkalla e dëmtimve*: $D=40-50\%$ për ndërtesat me konstruksion muraturë, dhe $D=35-45\%$ për ndërtesat me konstruksion nga betoni i armuar.



Kolaps i Plotë (Collapse / Shkatërrim Total)

- *Elementët strukturorë*: Humbje totale ose gati-totale e konstruksionit mbajtës; humbje e kapacitetit mbajtës vertikal dhe horizontal.
- *Elementët jo-strukturorë*: Shumica ose të gjithë elementët jo-strukturorë janë shkatërruar.
- *Gjendja e ndërtesës*: Ndërtesa është plotësisht e shembur ose në gjendje shkatërrimi të pariparueshëm. Humbje totale e sigursë dhe funksionit.
- *Shkalla e dëmtimve*: $D>50\%$ për ndërtesat me konstruksion muraturë, dhe $D>45\%$ për ndërtesat me konstruksion nga betoni i armuar.

Shkallët e dëmtimit të tipologjive të strukturave të ndërtesave në lagjen e Ulpianës janë paraqitur në figurën 54 dhe 55, për dy nivele përkatëse të ngarkesës sizmike:

- për tërmetin e shpeshtë – me probabilitet paraqitjeje 50% në 50 vite (RP72), dhe
- për tërmetin e rrallë – me probabilitet paraqitjeje 10% në 50 vite (RP475).

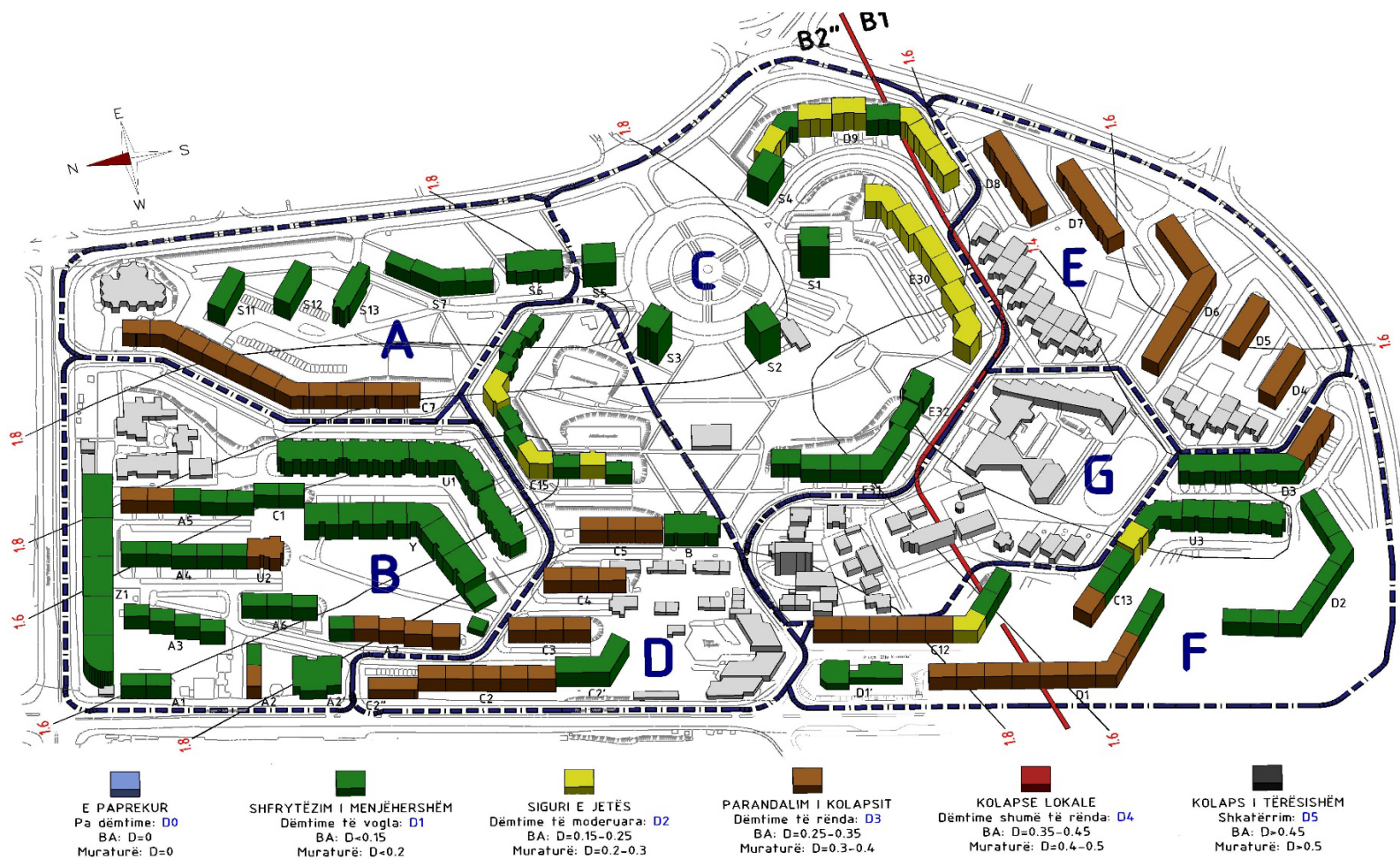


Fig. 54. Dëmtimi Struktural i Tipologjive të ndërtësive për Nivelin e Tërmetit të Shpeshtë – RP72 – 50% mundësi në 50 vite.

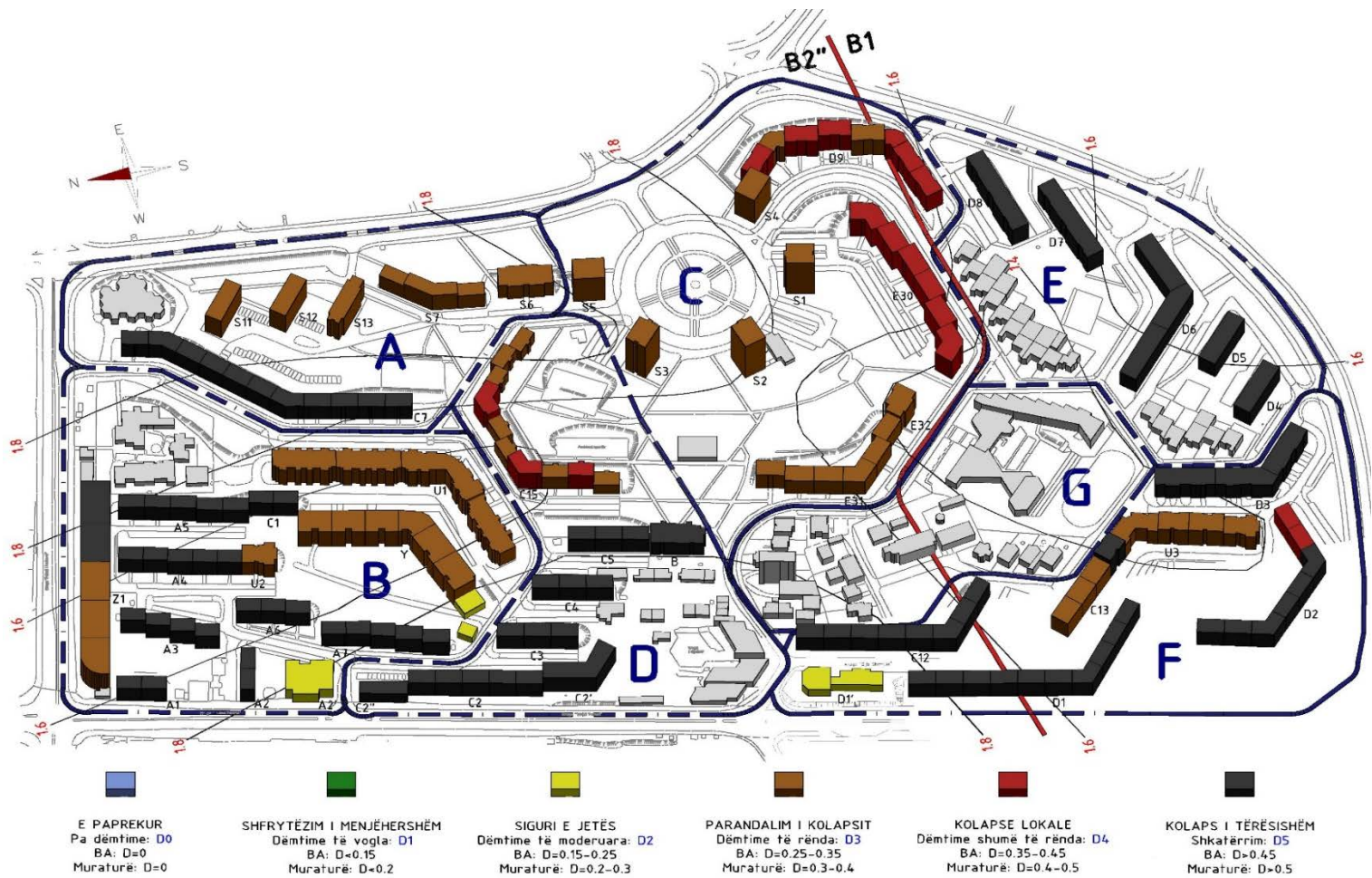


Fig. 55. Dëmtimi Strukturore i Tipologjive të ndërtesave për Nivelin e Tërmetit të Rrallë – RP475 – 10% mundësi në 50 vite.

6. Analizat e humbjeve

Klasifikimi i humbjeve në rast tërmeti zakonisht bëhet në kategori dhe klasa, duke u bazuar në shkallën e dëmtimit strukturor, ndikimin ekonomik, dhe pasojat funksionale. Këto përdoren në modelet e analizës së rrezikut sizmik si HAZUS, FEMA, Eurocode 8, etj. Më poshtë janë përmbledhur klasat dhe kategoritë kryesore të humbjeve:

Tabela 13. Kategoritë e humbjeve sipas natyrës:

Humbje Strukturore	Dëmtime në elementet mbajtëse; shtylla, trarë, mure, pllaka etj.
Humbje jo Strukturore	Dëmtime në mure ndarëse, suva, instalime, pajisje të brendshme, fasada etj.
Humbje Ekonomike	Kostoja e riparimit, zëvendësimit ose shembjes së ndërtesës.
Humbje Funksionale	Humbja e funksionalitetit të ndërtesës për një periudhë kohe.
Humbje Sociale	Evakuimi i banorëve, humbje jete, lëndime, ndikim psikologjik, etj.

6.1. Përcaktimi i funksioneve të humbjeve

Duke përcaktuar kriteret e dëmtueshmërisë së ndërtesave në funksion të lakoreve të dëmtueshmërisë figura 56, zhvillohen edhe kriteret e dëmtueshmërisë së elementeve strukturore dhe jo strukturore.

- **Zona e humbjeve 1.** Humbjet e lehta përfaqësojnë shkallën më të ulët të dëmtimit dhe ndikimit ekonomik pas një tërmeti. Këto dëmtime nuk e rrezikojnë qëndrueshmërinë strukturore të ndërtesës dhe ndërtesat mund të qëndrojnë të banueshme dhe funksionale.

Në elementët strukturore: plasaritje të vogla (<0.2 mm) në suva përgjatë shtyllave dhe trarëve, plasaritje të parëndësishme në qoshet e mureve prerëse, pa dëmtime në betonin e ekspozuar apo armatimin, ndikim minimal në kapacitetin mbajtës ose deformues.

Në elementet jostrukturore: plasaritje në suva dhe mure ndarëse jo mbajtëse, rënie të suvasë, plasaritje të tavanit të varur, zhvendosje e lehtë e pajisjeve të vogla, dëmtime kozmetike në dysheme, fasadë apo mobilie të integruara, shkëputje e përkohshme e ndonjë elementi të brishtë (pllaka, xham).

Nga aspekti ekonomik: kosto e riparimit zakonisht $<10\%$ e koston së përgjithshme të ndërtesës, riparimet përfshijnë: ngjitje suva, pikturim, ndërrim i ndonjë pllake, etj, koha për rikthim në gjendje normale: 1–5 ditë (në varësi të ndërhyrjes).

Nga aspekti funksional: ndërtesa mbetet i banueshëm / i përdorshëm pa rrezik, nuk kërkohet evakuim, nuk shkaktohen ndërprerje serioze të shërbimeve.

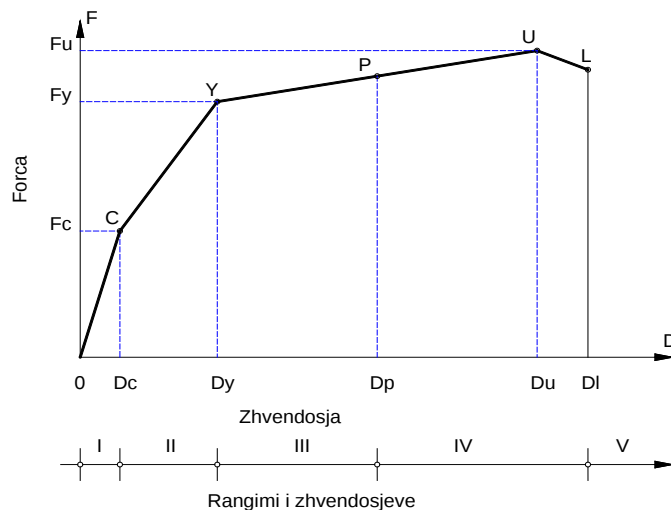


Fig. 56. Funksioni zhvendosje forcë, i klasifikuar për pesë nivele.

- **Zona e humbjeve 2.** Humbjet e moderuara paraqesin një shkallë dëmtimi ku ndërtesa mbetet e qëndrueshme, por kërkon ndërhyrje për riparime funksionale dhe kozmetike. Këto dëmtime mund të ndikojnë në përdorshmërinë e përkohshme të ndërtesës dhe mund të kërkojnë ndalim të pjesshëm të shfrytëzimit.

Në elementët strukturore: plasaritje të dukshme në trarë dhe shtylla (>0.2 mm, <1 mm), por pa ekspozim të armaturës, dëmtime të pjesshme në mure mbajtëse ose mure sizmike, me humbje të lokalizuar të ngurtësisë, dëmtime në nyjat trarë-shtyllë, por pa humbje të stabilitetit global, shkallë e lehtë deri mesatare e rrëshqitjes në themel ose ndonjë plasaritje në ndërfaqe strukturore.

Në elementët jostrukturore: plasaritje të konsiderueshme në mure ndarëse, suva të rëna pjesërisht, dëmtime në dritare, dyer, tavane të varura, rënie ose dëmtim i pajisjeve të fiksuara dobët (mobilie, raftet, pajisje të rënda), ndërprerje e përkohshme e disa sistemeve teknike (elektrike, HVAC, hidrosanitare).

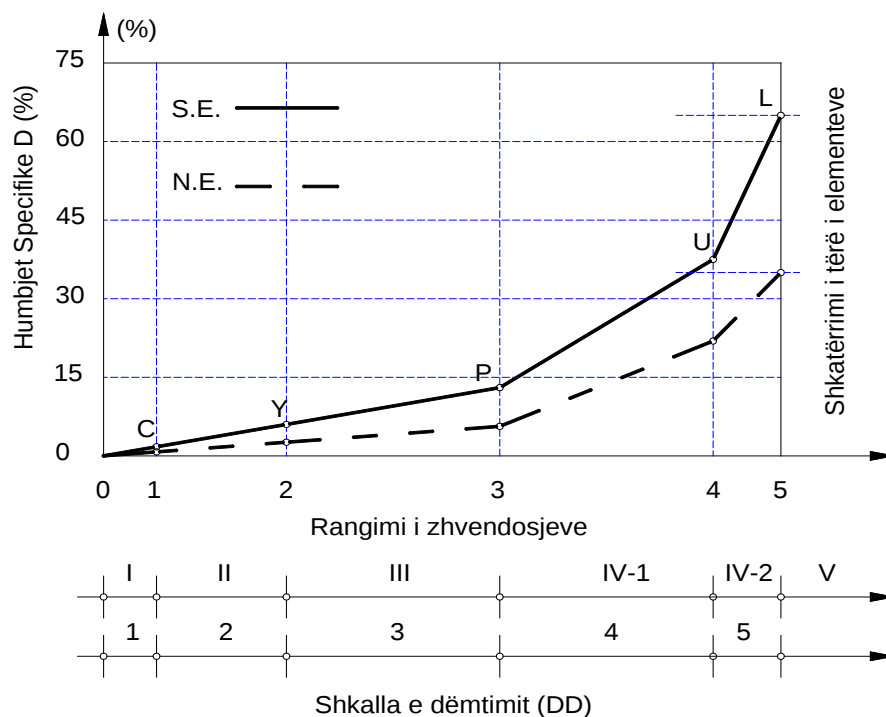


Fig. 57. Funksionet e humbjeve në elementet strukturore dhe jo strukturore.

Nga aspekti ekonomik: kosto e riparimit zakonisht në intervalin 10% – 30% të koston së përgjithshme të ndërtesës, nevojiten riparime strukturore të pjesshme dhe përf forcime në disa elemente, koha për rikthim të plotë në funksion: 5 – 30 ditë, në varësi të ndërtesës.

Nga aspekti funksional: ndërtesa mund të kërkojë evakuim të pjesshëm ose përkohësisht të plotë për të siguruar riparimet, mund të mbetet funksional për zona të caktuara që nuk janë prekur, rreziku për përkeqësim të dëmtimeve në tërmete pasuese nëse nuk bëhen ndërhyrje.

- **Zona e humbjeve 3.** Humbjet e mëdha përfaqësojnë dëmtime serioze në strukturë dhe elementë jostrukturore që ndikojnë rëndë në qëndrueshmërinë, sigurinë dhe funksionin e ndërtesës. Këto ndërtesa nuk janë më të sigurta për banim apo përdorim dhe kërkojnë ndërhyrje të thella për rikuperim – ose përjashtim nga përdorimi.

Në elementët strukturore: plasaritje të gjera dhe të thella në trarë, shtylla dhe mure mbajtëse (≥ 1 mm). deformime plastike të përhershme në elementë mbajtës (ndryshime gjeometrike), Ekspozim dhe përkulje të armaturës; dëmtim në nyje dhe zona kritike, rënia ose humbja e kapacitetit të një ose më shumë elementeve të rëndësishme mbajtëse, shembje të pjesshme të pjesëve të strukturës (mure, qoshe, korniza). Në elementet jostrukturore: shembje e mureve ndarëse, dëmtime të fasadës, thyerje dritareve dhe dyerve, rrëzim i pajisjeve të mëdha, mobilieve, sistemeve të ndriçimit e ventilimit, dëmtim i rëndë i rrjeteve të brendshme teknike (ujë, ngrohje, elektricitet), ndërprerje e plotë e funksionit të brendshëm.

Nga aspekti ekonomik: kosto e riparimit arrin në 30% – 60% të koston së përgjithshme të ndërtesës, kërkojnë përf forcime strukturore, ndërrim i elementeve të dëmtuar, ndërtim i ri i pjesëve, koha për rikuperim të plotë mund të zgjasë disa muaj ose të mos rekomandohet fare riparimi.

Nga aspekti funksional: ndërtesa është e pabanueshme dhe e pasigurt për përdorim, kërkohet mbyllje e plotë dhe izolim emergjent, ka rrezik të shtuar për kolaps nëse ndodhin tërmete pasuese, mungesë funksioni për një periudhë të gjatë – ndikim ekonomik i rëndë.

- **Zona e humbjeve 4 dhe 5.** Kolapsi i ndërtesës është forma më ekstreme e humbjes strukturore dhe paraqet shembje të pjesshme ose të plotë të elementeve mbajtës, duke e bërë ndërtesën të pashfrytëzueshëm, të pasigurt dhe shpeshherë të pamundur për t'u riparuar. Ky nivel humbjeje ka ndikim të madh në jetët njerëzore, infrastrukturë dhe kostot ekonomike.

Në elementët strukturore: shembje e plotë ose e pjesshme e shtyllave, trarëve ose mureve mbajtëse, humbje totale e kapacitetit mbajtës të strukturës, rrëzim zinxhir i kateve ose rënia e fasadës/kulmit, deformime të rënda plastike dhe rrëshqitje ose edhe cedim themeli.

Në elementët jostrukturore: shembje e mureve ndarëse, fasadave dhe tavaneve, humbje e pajisjeve teknike dhe rrjetit funksional, rrezik për zjarre, derdhje të lëndëve të rrezikshme ose shkatërrim total të pajisjeve të instaluar.

Nga aspekti ekonomik: humbje në më shumë se 60% – 100% të vlerës së ndërtesës, riparimi nuk është i arsyeshëm ekonomikisht; ndërtesa zakonisht klasifikohet për prishje, rindërtimi i plotë konsiderohet si zgjidhja më e logjishme, kosto shtesë për largimin e mbeturinave, transport, rindërtim dhe strehim të përkohshëm.

Nga aspekti funksional: pabanueshmëri e plotë, evakuim emergjent dhe ndalim i të gjitha aktiviteteve, rrezik për jetën e njerëzve që ndodhen brenda ose pranë ndërtesës, ndikim afatgjatë në zinxhirët ekonomikë, shërbimet publike, shkollat, spitalet etj.

Për zonën e analizuar të Ulpianës, humbjet ekonomike të shkaktuara nga riparimi dhe zëvendësimi, në funksion të njësive gjeo-urbane, dhe për dy nivele të tërmetit:

- Tërmet i shpeshtë me RP72, dhe
- Tërmet i rrallë me RP475.

Për qëllime krahasimi, vlerat totale të humbjeve ekonomike dhe vlera përkatëse e ndërtesave paraqiten në Tabelën 6 në vazhdim, sipas sektorëve të njësive urbane.

Tabela 14. Humbja ekonomike sipas tipeve të ndërtesave të analizuar

Tipologjia e Ndërtesave			Humbjet direkte [vlerat në euro – milion €]			
Tipologjia	Kategoria e ndërtesës	Ndërtesat representative	Vlerat për riparim	Vlerat për financim	Humbja e përgjithshme	Vlera e ndërtesës
TNM01	M34H	A1-A6, C1-C5	10.14 €	21.91 €	32.06 €	63.31 €
TNM02	M4H	A7, C12	4.36 €	9.78 €	14.13 €	27.46 €
TNM03	M4H	D1, D2	6.01 €	9.57 €	15.57 €	32.97 €
TNM04	M4H	C13, U2, U3	6.31 €	4.94 €	11.26 €	29.64 €
TNM05	RC1H	S11, S12	2.07 €	1.65 €	3.72 €	9.31 €

TNM06	RC1H	C15, D1', D9, E30, E31	15.67 €	13.20 €	28.85 €	71.45 €
TNM07	RC1H	B, C2', Y.D, Z	8.29 €	9.95 €	18.23 €	39.99 €
TNM08	RC2H	E32, S13, U1, Y	15.00 €	11.83 €	26.83 €	67.83 €
TNM09	RC3H	C7, D3-D8	11.39 €	29.76 €	41.15 €	76.47 €
TNM10	RC5H	C7, D3-D8	10.62 €	9.98 €	20.59 €	47.27 €
Shuma totale A			7.93 €	14.69 €	22.62 €	46.02 €
Shuma totale B			28.21 €	34.06 €	62.27 €	140.66 €
Shuma totale C			20.93 €	17.94 €	39.00 €	94.77 €
Shuma totale D			8.84 €	16.38 €	25.22 €	51.09 €
Shuma totale E			6.50 €	15.86 €	22.36 €	41.99 €
Shuma totale F			17.29 €	23.66 €	40.95 €	91.13 €
			89.70 €	122.20 €	211.90 €	465.40

6.2. Metodologjia për vlerësimin e humbjeve njerëzore

Qëllimi kryesor i vlerësimit të rrezikut sizmik për një zonë të caktuar është të llogaritet risku sizmik dhe të ndërthuret me ndjeshmërinë e fondit ndërtimor ekzistues, në mënyrë që të parashikohen dëmtimet dhe humbjet (njerëzore, sociale dhe ekonomike).

Në veçanti, vlerësimi i humbjeve njerëzore (si në aspektin e të vdekurve ashtu edhe të të lënduarve) ka rëndësi të madhe për aktivitetet e menaxhimit të emergjencave para dhe pas një tërmeti. Vlerësimi i viktimave është gjithashtu thelbësor për shërbimet mjekësore dhe të ndihmës humanitare që të ofrojnë mbështetje dhe të përmirësojnë gatishmërinë e tyre.

Megjithatë, vlerësimi i numrit të viktimave të shkaktuara nga një tërmet është një nga detyrat më komplekse në procesin e vlerësimit të riskut, për shkak të mungesës së informacionit cilësor dhe të mjaftueshëm. Për më tepër, duhet theksuar se, edhe pse shumica e viktimave lidhen me dëmtimin e ndërtesave (veçanërisht kolapsin total ose të pjesshëm), një tërmet mund të shkaktojë vdekje dhe lëndime edhe në mënyra të tjera, përfshirë: rreziqet sekondare (p.sh. rrëshqitje dheu, zjarre, etj.), si dhe dështimet e mëdha të infrastrukturës. Lloji dhe numri i viktimave varet nga karakteristikat e lëkundjes së tokës, numrit dhe kapacitetit për rezistencë të ndërtesave në zonën e goditur. Ndikimi real varet edhe nga faktorë të tjerë, të tillë si: shpërndarja e ndryshme e banorëve gjatë ditës dhe natës apo sipas stinëve të vitit, mekanizmat e dëmtimit dhe të shembjes së ndërtesave, si dhe efektiviteti i operacioneve të kërkim-shpëtimit.

Duke marrë parasysh kompleksitetin e këtyre faktorëve dhe pasiguritë që lidhen me to, gjatë viteve të fundit janë realizuar një sërë studimesh dhe projektesh të dedikuara për zhvillimin e metodologjive për vlerësimin e humbjeve njerëzore. Një prej studimeve të fundit për zonën e Ulpianës përdor metodologjinë e llogaritjes së humbjeve sipas shprehjes më poshtë të bazuar në HAZUS, dhe formulat e thjeshtëzuara sipas Coburn dhe Spence (Coburn, 2002).

$$K_i = K_i^S + K_i' + K_{2i} \quad (17)$$

ku:

– K^S Humbjet si rezultat i dëmtimeve strukturore

- K' Humbjet si rezultat i dëmtimeve jostrukturore
 - K_2 Humbjet si rezultat i rreziqeve që pasojnë, rrëshqitjet, zjarret, vërshimet, etj.
- ndërsa “i” në ekuacion paraqet nivelin (ashpërsinë) e lëndimeve:
- $i = 1$ lëndime të lehta;
 - $i = 2$ lëndime të moderuara;
 - $i = 3$ lëndime të rënda;
 - $i = 4$ fatalitet (viktima).

Tabela 15. Klasifikimi i lëndimeve – humbjeve njerëzore

Niveli i dëmtimit të ndërtesës	Kategoria e lëndimit	Përshkrimi i shkurtër	Shembuj
Dëmtime të lehta	Lëndime të lehta	Plagë të vogla, prerje, mavijosje, shoku i lehtë	Ndihmë e parë në vendngjarje
Dëmtime të moderuara	Lëndime mesatare	Fraktura të thjeshta, plagë të thella, gjymtyrë të thyer	Kërkon trajtim spitalor, jo kujdes intensiv
Dëmtime të rënda	Lëndime të rënda	Trauma të kokës, gjymtime, gjakderdhje e rëndë	Kërkon kujdes intensiv dhe ndërhyrje kirurgjikale
Kolaps i pjesshëm	Kritike	Gjendje kritike, lëndime që kërcënojnë jetën	Humbje të vetëdijes, dëmtime të organeve vitale
Kolaps i plotë / shkatërrim	Fatalitet	Vdekje si pasojë e kolapsit strukturor	Gjetje nën rrënoja, mungesë reagimi mjekësor

Për studimet e realizuara, niveli i humbjes njerëzore është llogaritur për rastet e dëmtimeve strukturore të realizuara për ndërtesat e veçanta të zonës sipas metodës Pushover. Skenari i llogaritjeve për kohën e goditjes së tërmetit, skenari i goditjes në ora 02:00; 10:00 dhe 17:00.

Diskutimi mbi numrin e viktimave njerëzore ndihmon në identifikimin e veçorive karakteristike të secilit skenar të goditjes së tërmetit, përkatësisht skenarit gjatë natës, ditës dhe kohës së lëvizjes. Skenari i tërmetit gjatë natës rezulton të jetë më i rëndi sa i përket numrit të viktimave, pavarësisht shkallës së lëndimit dhe periudhës kohore pas goditjes. Kjo lidhet drejtpërdrejt me faktin se në këtë skenar, shkalla e shfrytëzimit të ndërtesave nga njerëzit është më e larta – përqindja e popullsisë që ndodhet brenda ndërtesave në momentin e goditjes vlerësohet të jetë rreth 98%. Në krahasim me përqindjen për skenarin gjatë ditës është rreth 36%, ndërsa për skenarin e kohës së lëvizjes arrin në rreth 50%. Bazuar në këto parametra, numri më i madh i pritshëm i viktimave për skenarin e natës dhe për një tërmet të moderuar rezulton si më poshtë: të lënduar lehtë – 641 persona, të lënduar mesatarisht – 590 persona, të lënduar rëndë – 512 persona dhe viktima fatale – 349 persona.

Tabela 16. Pasqyra e humbjeve njerëzore për $RP72 = 50\%$ në 50 vite

Numri i njerëzve të lënduar lehtë			
Fillimi i tërmetit	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh

Gjatë natës (02:00)	132	438	641
Gjatë ditës (10:00)	54	183	268
Gjatë komunikimit (17:00)	78	262	384
Numri i njerëzve me lëndime të moderuara			
Fillimi i tërmetit	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh
Gjatë natës (02:00)	291	470	590
Gjatë ditës (10:00)	120	200	254
Gjatë komunikimit (17:00)	172	285	360
Numri i njerëzve të lënduar rëndë			
Fillimi i tërmetit	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh
Gjatë natës (02:00)	120	355	512
Gjatë ditës (10:00)	49	149	215
Gjatë komunikimit (17:00)	71	213	307
Numri i fataliteteve			
Fillimi i tërmetit	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh
Gjatë natës (02:00)	158	272	349
Gjatë ditës (10:00)	65	116	150
Gjatë komunikimit (17:00)	93	165	212

Numri i pritshëm i viktimave njerëzore për një tërmet të rrallë dhe në skenarin e natës është si vijon: të lënduar lehtë – 114 persona, të lënduar mesatarisht – 386 persona, të lënduar rëndë – 684 persona dhe viktima fatale – 1182 persona.

Siç mund të vërehet, duke krahasuar numrat e viktimave në funksion të nivelit të tërmetit, vërehet se për tërmetet e rastësishme (të zakonshme) rritet numri i të lënduarve me shkallë më të ulët të dëmtimit, ndërsa për tërmetet e rralla rritet ndjeshëm numri i të lënduarve rëndë dhe i viktimave fatale. Kjo shpjegohet me faktin se niveli i pritshëm i dëmtimeve në ndërtesa është më i lartë në rastin e tërmeteve të rralla, pra shkalla e lëndimeve pritet të zhvendoset drejt niveleve më të larta të ashpërsisë.

Tabela 17. Pasqyra e humbjeve njerëzore për RP475 = 10% në 50 vite

Numri i njerëzve me lëndime të lehta			
Tërmeti në skenar	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh
Gjatë natës (02:00)	22	77	114
Gjatë ditës (10:00)	9	32	48
Gjatë komunikimit (17:00)	13	46	68
Numri i njerëzve me lëndime të moderuara			
Tërmeti në skenar	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh
Gjatë natës (02:00)	193	309	386
Gjatë ditës (10:00)	79	132	166
Gjatë komunikimit (17:00)	114	187	235
Numri i njerëzve të lënduar rëndë			

Tërmeti në skenar	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh
Gjatë natës (02:00)	142	467	684
Gjatë ditës (10:00)	58	195	286
Gjatë komunikimit (17:00)	84	279	410
Numri i fataliteteve			
Tërmeti në skenar	Në goditje	Pas 12 orëve	Pas 3 ditësh
Gjatë natës (02:00)	527	920	1182
Gjatë ditës (10:00)	217	390	506
Gjatë komunikimit (17:00)	312	556	718

6.2.1. Shembulli i humbjeve njerëzore ne rastin e tërmetit të Durrësit 2019

Tërmeti i datës 26 nëntor 2019, me epiqendër në Detin Adriatik pranë qytetit të Durrësit dhe një thellësi fokale rreth 20 km, shkaktoi dëme të konsiderueshme në njerëz dhe infrastrukturë. Bazuar në të dhënat zyrtare:

- Viktima në njerëz: 51 persona humbën jetën si pasojë e shembjes së ndërtesave banimi (shumica në Durrës dhe Thumanë). Viktimat u gjetën kryesisht në ndërtesa të vjetra ose me probleme konstruktive.
- Të lënduar: ~900 persona pësuan lëndime të lehta, të moderuara dhe të rënda.
- Të zhvendosur: Më shumë se 17,000 qytetarë mbetën të pastrehë përkohësisht dhe u strehuan në qendra emergjente apo me ndihmën e të afërmeve.

Tërmeti ndodhi rreth orës 03:54 të mëngjesit, në kohën kur shumica e banorëve ndodheshin brenda banesave, çka ndikoi në rritjen e numrit të viktimave.

6.2.2. Shembulli i humbjeve njerëzore ne rastin e tërmetit të Turqisë 2022

Më 6 shkurt 2023, dy tërmete të fuqishme goditën juglindjen e Turqisë dhe veriun e Sirisë:

- Tërmeti i parë: Magnitudë 7.8, orën 04:17 të mëngjesit (ora lokale), me epiqendër pranë qytetit Gaziantep.
- Tërmeti i dytë: Magnitudë 7.5, disa orë më vonë, duke përkeqësuar më tej dëmet në ndërtesa tashmë të dobësuar.

Bilanci i humbjeve njerëzore:

- Mbi 50,000 viktima fatale të konfirmuara vetëm në Turqi.
- Rreth 110,000 të lënduar, me shkallë të ndryshme të lëndimeve.
- Qindra mijëra banorë mbetën të pastrehë; rreth 2 milionë u zhvendosën nga zonat e prekura.

Faktorët kryesorë që ndikuan në nivelin e lartë të humbjeve:

- Koha e goditjes: tërmeti ndodhi në orët e hershme të mëngjesit kur shumica e popullsisë ishte në gjumë.
- Dendësia e popullsisë në qytete si Kahramanmaraş, Hatay, Gaziantep dhe Adıyaman.
- Dëmtueshmëria e ndërtesave, sidomos ato të ndërtuara para aplikimit të kodeve moderne të ndërtimit.

- Ndërtime pa leje dhe mungesë kontrolli teknik.
- Fenomeni i "*pancake collapse*" – shembje e ndërtesës në mënyrë vertikale, që shkakton fatalitete të menjëhershme.

6.3. Humbjet financiare

Llogaria e humbjeve financiare në rastet e tërmeteve është një komponent kyç i vlerësimit të rrezikut sizmik dhe zakonisht përfshihet në analizat e ndikimit ekonomik për qëllime të menaxhimit të rrezikut, planifikimit urban, sigurimeve dhe rikuperimit pas fatkeqësive.

Përkufizimi i humbjeve financiare.

- Humbjet direkte: dëmet strukturore dhe josktrukturore në ndërtesa dhe infrastrukturë (rrugë, ura, rrjet ujësjellësi, energji).
- Humbjet indirekte: ndërprerja e aktiviteteve ekonomike, kosto e zhvendosjes, humbjet në shërbime publike etj.
- Kosto sociale: përfshin strehimin e përkohshëm, shpenzimet mjekësore dhe ndihmën humanitare.

Humbjet ekonomike direkte përfshijnë kostot që lidhen me riparimin apo zëvendësimin e sistemeve strukturore dhe josktrukturore të ndërtesave, si dhe humbjet që lidhen me dëmtimin ose humbjen e përmbajtjes së brendshme (mobiliteti, pajisjet) dhe inventarit të bizneseve. Përveç dëmeve fizike, në këtë kategori përfshihen edhe kostot që rrjedhin nga ndërprerja e funksionit të ndërtesës, siç janë ndërprerja e aktivitetit ekonomik, humbja e të ardhurave nga qiraja dhe mospërdorimi i hapësirave për qëllimin e tyre funksional.

Gjatë zhvillimit të vlerësimeve për humbjet në ndërtesa individuale, është thelbësore të vlerësohet me kujdes i gjithë procesi që nevojitet për riparimin ose zëvendësimin e elementeve ndërtimore. Kjo përfshin analizën e punës së nevojshme, kohëzgjatjen e ndërhyrjes dhe burimet përkatëse, në varësi të shkallës së dëmtimit të përjetuar, duke filluar nga dëmtimet e lehta, të moderuara, të rënda dhe deri te shembja e plotë e strukturës.

Përkufizimi dhe riparimin e humbjeve direkte nënkupton: Riparimin ose zëvendësimin e elementeve strukturore, si shtyllat, trarët, muret mbajtëse, themeli etj. Riparimin ose zëvendësimin e elementeve josktrukturore, përfshirë fasadat, ndarjet e brendshme, sistemet elektrike, hidraulike dhe mekanike.

Normat e kostove për riparim dhe zëvendësim përcaktojnë kostot e pritshme në vlerë (p.sh., si pjesë e vlerës së ndërtesës) që do të nevojiten për të rikthyer gjendjen fizike dhe funksionale të ndërtesës në nivelin fillestar. Kostot e riparimit dhe zëvendësimit llogariten për secilën gjendje dëmtimi të sistemit strukturorë.

Në përgjithësi, zhvillimi i faktorëve të koston specifike për ndërtesa përfshin dy komponentë bazë:

- Përcaktimi i koston totale të zëvendësimit për sistemet ndërtimore, përmbajtjen dhe inventarin e biznesit;
- Përcaktimi i pjesëve përkatëse (raporteve të humbjes) të koston totale të zëvendësimit që i korrespondojnë secilës gjendje dëmtimi.

Llogaritja e humbjeve ekonomike për qëllime të riparimit dhe zëvendësimit të ndërtesave është realizuar sipas procedurës së zhvilluar në programin SELENA, konkretisht duke marrë parasysh kostot e riparimit për gjendjet e dëmtimit të lehtë dhe të moderuar, dhe kostot e zëvendësimit të komponentëve të ndërtesës për gjendjet e dëmtimit të rëndë dhe kolapsit. Humbjet përkatëse llogariten sipas Ekuacionit

$$L_{eco} = C_r \sum_{i=1}^{N_{OT}} \sum_{j=1}^{N_{BT}} \sum_{k=1}^{N_{DS}} A_{i,j} P_{j,k} C_{i,j,k} \quad (18)$$

ku:

- N_{OT} Numri i llojeve të përdorimit
- N_{BT} Numri i tipologjive të ndërtesave
- N_{DS} Numri i gjendjeve të dëmtimit
- C_r Koeficienti rajonal i kostos (multiplikator i kostos në funksion të njësishë gjeografike)
- $A_{i,j}$ Sipërfaqja [m^2] e tipologjisë së ndërtesës **j** me llojin e përdorimit **i** [m^2]
- $P_{j,k}$ Probabiliteti i dëmtimit për gjendjen e dëmtimit **k** për Tipin e Ndërtesës **j**
- $C_{i,j,k}$ Kostoja e riparimit ose zëvendësimit [kosto/ m^2] për gjendjen e dëmtimit **k**, për llojin e përdorimit **i** dhe tipologjinë e ndërtesës **j**.

Sipas SELENA për llogaritjen e humbjeve ekonomike, e cila përdor koeficientët e dëmtimit të përcaktuar nga ATC-13 (ATC-13, 1985) për humbjet ekonomike direkte si pasojë e dëmtimeve strukturore, janë supozimet e mëposhtme për raportin e humbjeve që i korrespondojnë secilës gjendje dëmtimi:

- Dëmtim i lehtë - humbje prej 2% të kostos së zëvendësimit të ndërtesës;
- Dëmtim i moderuar - humbje prej 10% të kostos së zëvendësimit të ndërtesës;
- Dëmtim i rëndë - humbje prej 50% të kostos së zëvendësimit të ndërtesës;
- Shembja (kolapsi) - humbje prej 100% të kostos së zëvendësimit të ndërtesës.

Tabela 18. Shënime numerike për skenarët e humbjeve financiare, $RP72=50\%$ në 50 vite

Tipologjia e Ndërtesave					Humbjet direkte financiare [vlerat në euro – milion €]		
Tipologjia	Kategoria e ndërtesës	Ndërtesat representative	Sipërfaqja	Vlera totale	Vlera për riparim	Renovimi	Humbja
TNM01	M34H	A1-A6, C1-C5	44,274	61.98 €	7.81 €	14.60 €	22.41 €
TNM02	M4H	A7, C12	19,204	26.89 €	3.35 €	6.52 €	9.87 €
TNM03	M4H	D1, D2	23,058	32.28 €	4.62 €	6.38 €	11.00 €
TNM04	M4H	C13, U2, U3	19,153	26.81 €	4.53 €	2.84 €	7.37 €
TNM05	RC1H	S11, S12	6,505	9.11 €	1.59 €	1.10 €	2.69 €
TNM06	RC1H	C15, D1', D9, E30, E31	49,968	69.96 €	12.05 €	8.79 €	20.84 €
TNM07	RC1H	B, C2', Y.D, Z	27,968	39.16 €	6.38 €	6.63 €	13.00 €
TNM08	RC2H	E32, S13, U1, Y	47,433	66.41 €	11.54 €	7.89 €	19.42 €
TNM09	RC3H	C7, D3-D8	53,475	74.87 €	8.76 €	19.83 €	28.59 €

TO10	RC5H	C7, D3-D8	33,050	46.27 €	8.17 €	6.65 €	14.82 €
			324,088	453.72 €	68.79 €	81.24 €	150.03 €

Diskutimi mbi kostot e riparimit dhe zëvendësimit, duke krahasuar rezultatet e marra nga skenarët e tërmetit të rastësishëm dhe atij të rrallë, tregon se në rastin e tërmetit të rrallë ulen kostot e riparimit, ndërsa rriten ndjeshëm kostot e zëvendësimit.

Në mënyrë të përafërt, 15% e vlerës së ndërtesave (rreth 69 milionë euro) përfaqësojnë kostot për riparim dhe 18% (rreth 81 milionë euro) për zëvendësim në rastin e një tërmeti të rastësishëm.

Ndërsa në rastin e një tërmeti të rrallë, vetëm 5% e vlerës së ndërtesave (rreth 23 milionë euro) janë të nevojshme për riparim, por 38% e vlerës (rreth 173 milionë euro) për zëvendësim të komponentëve të dëmtuar apo të shkatërruar plotësisht.

Tabela 19. Shënime numerike për skenarët e humbjeve financiare, RP475=10% në 50 vite

Tipologjia e Ndërtesave					Humbjet direkte financiare [vlerat në euro – milion €]		
Tipologjia	Kategoria e ndërtesës	Ndërtesat reprezentative	Sipërfaqja	Vlera totale	Vlera për riparim	Renovimi	Humbja
TNM01	M34H	A1-A6, C1-C5	44,274	61.98 €	0.06 €	28.69 €	28.74 €
TNM02	M4H	A7, C12	19,204	26.89 €	0.16 €	12.23 €	12.38 €
TNM03	M4H	D1, D2	23,058	32.28 €	0.90 €	13.49 €	14.39 €
TNM04	M4H	C13, U2, U3	19,153	26.81 €	2.16 €	8.85 €	11.01 €
TNM05	RC1H	S11, S12	6,505	9.11 €	0.64 €	3.18 €	3.82 €
TNM06	RC1H	C15, D1', D9, E30, E31	49,968	69.96 €	5.71 €	23.03 €	28.74 €
TNM07	RC1H	B, C2', Y.D, Z	27,968	39.16 €	1.64 €	15.51 €	17.15 €
TNM08	RC2H	E32, S13, U1, Y	47,433	66.41 €	6.28 €	20.43 €	26.71 €
TNM09	RC3H	C7, D3-D8	53,475	74.87 €	1.11 €	32.95 €	34.06 €
TO10	RC5H	C7, D3-D8	33,050	46.27 €	4.33 €	14.41 €	18.74 €
			324,088	453.72 €	22.98 €	172.76 €	195.75

6.3.1. Shembull nga raporti i llogaritjes se humbjeve direkte tek rasti i tërmetit në Durrës 2019

Sipas Raportit të Vlerësimit të Humbjeve Pas Fatkeqësisë (PDNA), të publikuar nga Qeveria e Shqipërisë në bashkëpunim me partnerët ndërkombëtarë, humbjet direkte nga tërmeti i Durrësit më 26 nëntor 2019 janë vlerësuar në 985 milionë euro. Këto humbje përfshijnë dëmet në pasuritë fizike, si ndërtesat dhe infrastrukturën, dhe përfaqësojnë rreth 6.4% të Prodhimit të Brendshëm Bruto (PBB) të vitit 2018.

Shpërndarja e humbjeve direkte sipas sektorëve është si më poshtë:

- Strehimi (banesat): 78.5% e humbjeve direkte, duke përfshirë dëmet në ndërtesa dhe përmbajtjen e tyre.

- Sektori produktiv (komercial dhe industrial): 8.4% e humbjeve direkte.
- Arsimi: 7.5% e humbjeve direkte.
- Sektori shëndetësor dhe shërbimet publike: 5.6% e humbjeve direkte.

Shpërndarja gjeografike e humbjeve direkte:

- Durrës: 304 milionë euro (32.4% e totalit të humbjeve).
- Tiranë: 284 milionë euro (30%).
- Krujë: 84 milionë euro (9%).

6.4. Humbjet Direkte Sociale - Zhvendosja e familjeve dhe nevojat për strehim afatshkurtër

Përveç humbjeve fizike dhe ekonomike, tërmetet shkaktojnë edhe pasoja të theksuara sociale, të cilat manifestohen kryesisht në formën e zhvendosjes së familjeve dhe nevojës për strehim emergjent në periudhën pas goditjes. Humbjet sociale direkte konsiderohen si element kyç në vlerësimin e ndikimit të tërmetit, pasi ato prekin drejtpërdrejt mirëqenien dhe sigurinë e popullsisë së ekspozuar.

Humbjet sociale konsiderohen të gjitha humbjet që lidhen me pamundësinë për të banuar apo për të përdorur ndërtesat që përmbajnë njësi banimi, si pasojë e dëmtimeve të shkaktuara nga tërmeti. Këto humbje nxisin nevojën për të siguruar hapësira alternative afatshkurtra për strehim të menjëhershëm, të cilat mund të ofrohen nga të afërmit, përmes marrjes me qira, ose nga qendrat publike të strehimit të siguruar nga Organizatat e Reagimit Emergjent (ERO).

Ndërsa numri i personave që kërkojnë strehim publik afatshkurtër paraqet shqetësim të madh për OJQ-t, ndikimet afatgjata që lidhen me përdorshmërinë e njësiteve banesore përbëjnë shqetësim të rëndësishëm për qeverisjen lokale.

Në këtë kontekst, vlerësimi i familjeve të zhvendosura bazohet në:

- Proporcionin e banesave të dëmtuara rëndë ose të pabanueshme në raport me numrin total të banesave;
- Mesatarja e anëtarëve për njësi banimi (zakonisht 3–5 persona për familje);
- Kapaciteti i infrastrukturës ekzistuese për strehim afatshkurtër, si palestra, shkolla, salla komunitare etj.;
- Kohëzgjatja e parashikuar e zhvendosjes, e cila ndikon në përmasën dhe llojin e ndërhyrjes sociale.

Vlerësimi i nevojës për strehim emergjent përfshin gjithashtu:

- Koston për njësi strehimi të përkohshëm (tenda, kontejnerë, qira sociale),
- Logjistikën për ushqim, ujë të pijshëm, higjienë dhe mbështetje psiko-sociale,
- Kohëzgjatjen mesatare të qëndrimit në strehim të përkohshëm (zakonisht 1 deri 3 muaj në rastet urbane).

Ky komponent përbën një bazë të rëndësishme për planifikimin emergjent dhe alokimin e burimeve nga institucionet përgjegjëse.

Numri i njësive banesore të pabanueshme si pasojë e dëmtimeve strukturore përcaktohet duke kombinuar numrin e njësive të pabanueshme për shkak të dëmtimeve reale strukturore dhe numrin e njësive të dëmtuara që perceptohen si të pabanueshme nga banorët e tyre.

Metodologjia parashikon që të gjitha njësitë banesore të vendosura në ndërtesa që ndodhen në gjendjen e dëmtimit "kolaps" të konsiderohen të pabanueshme. Po ashtu, njësitë që ndodhen në gjendje dëmtimi të moderuar ose të rëndë gjithashtu konsiderohen të pabanueshme, duke qenë se qiramarrësit i perceptojnë edhe disa prej njësive me dëmtime të moderuara si të papërshtatshme për banim.

Numri total i njësive banesore të pabanueshme (UNU), për shkak të dëmtimeve strukturore (SD), llogaritet sipas Ekuacionit 5-11:

$$UNU = SFU \cdot W_{SFC} \cdot SFC + MFU \cdot [W_{MFS} \cdot MFS + W_{MFC} \cdot MFC] \quad (19)$$

ku:

- SFU numri total i njësive banesore një familjare;
- MFU numri total i njësive banesore shumë familjare;
- SFC probabiliteti i gjendjes së dëmtimeve kolapse për ndërtesat banesore një familjare;
- MFS probabiliteti i gjendjes së dëmtimeve të rënda për ndërtesat shumë familjare;
- MFC probabiliteti i gjendjes së dëmtimeve kolapse për ndërtesat shumë familjare;
- W_{SFC} , W_{MFS} , W_{MFC} koeficientet e peshës për çdo gjendje dëmtimi. Vlerat standarde të përdorura në këtë studim janë: 1.0, 0.9 dhe 1.0.

Rezultati përfundimtar i këtij segmenti të modelit është numri total i Njësive Banesore të Pabanueshme (UNU) për secilën TNM brenda zonës urbane të studiuar, dhe numri i humbjeve të shtëpive (HL).

Për më tepër, duke aplikuar një normë shfrytëzimi (raporti mes familjeve dhe njësive banesore), modeli e konverton këtë të dhënë në numrin e familjeve të zhvendosura.

Tabela 20. Numri i njësive të pa banueshme si dhe humbjes së shtëpive nga goditja e një tërmeti.

Tipologjia e Ndërtesave				Humbjet direkte sociale [UNU-banesa të pa banueshme, HL – humbje e shtëpive]			
Kategoria e ndërtesës	Ndërtesat reprezentative	Sipërfaqja	Numri i banorëve	UNU për RP72	HL për RP72	UNU për RP475	HL për RP475
M34H	A1-A6, C1-C5	44,274	61.98 €	266	1,181	547	2,430
M4H	A7, C12	19,204	26.89 €	118	525	230	1,022
M4H	D1, D2	23,058	32.28 €	115	513	250	1,112
M4H	C13, U2, U3	19,153	26.81 €	59	263	176	781
RC1H	S11, S12	6,505	9.11 €	20	88	58	257
RC1H	C15, D1', D9, E30, E31	49,968	69.96 €	157	699	418	1,856
RC1H	B, C2', Y.D, Z	27,968	39.16 €	119	527	284	1,264
RC2H	E32, S13, U1, Y	47,433	66.41 €	141	626	369	1,642
RC3H	C7, D3-D8	53,475	74.87 €	358	1,560	612	2,727
RC5H	C7, D3-D8	33,050	46.27 €	119	527	280	1,156
				1,471	6,539	3,204	14,240

6.4.1. Shembull i humbjeve sociale në rastin e tërmetit të Durrësit 26 nëntor 2019.

Tërmeti i Durrësit, me magnitudë 6.4, la pasojë të theksuara sociale përtej dëmeve materiale. Humbjet sociale direkte u manifestuan në formën e zhvendosjes masive të popullsisë, mungesës së përkohshme të strehimit, ndërprerjes së qasjes në shërbime publike dhe rënies së ndjeshme të mirëqenies psiko-sociale në komunitetet e prekura.

Sipas statistikave zyrtare shtetërore, janë mbi 17,000 persona të zhvendosur nga banesat e tyre si pasojë e dëmtimeve strukturore. Mbi 11,500 ndërtesa u dëmtuan, një pjesë e konsiderueshme e të cilave u shpallën të pabanueshme, vetëm në Durrës u identifikuan qindra banesa me rrezik për shembje të pjesshme ose të plotë.

Për nevojat e reagimeve të shpejta të banimit, janë ngritur 87 qendra kolektive strehimi për emergjencë në zonat e prekura, janë 1,200 tenda që u vendosën në javët e para pas tërmetit.

Ndikimet në arsimin dhe shëndetësinë janë vlera të konsiderueshme të humbjeve (krijimeve të shpejta të shpenzimeve) që afektuan mbi 200 ndërtesa arsimore (shkolla e çerdhe) u mbyllën përkohësisht, duke ndikuar në rreth 32,000 nxënës, disa qendra shëndetësore u mbyllën përkohësisht ose funksionuan me kapacitet të reduktuar, rritje e ndjeshme e kërkesave për shërbime psiko-sociale dhe psikologë fushorë në zonat e prekura.

Ky rast evidenton që, humbjet sociale direkte janë të menjëhershme, të shumfishta dhe me ndikim të gjatë afat:

- Strehimi, qasja në arsim/shëndetësi, stabiliteti familjar dhe ndjenja e sigurisë ndikohen thellësisht.
- Një numër i konsiderueshëm i banorëve mbetet për muaj të tërë në strehim të përkohshëm.
- Politikatat e reagimit emergjent dhe mbështetja sociale janë po aq kritike sa edhe ndërhyrjet ndërtimore

6.4.2. Shembull i humbjeve Direkte nga Tërmeti i Turqisë, 6 shkurt 2023

Tërmeti në Turqi i datës 6 shkurt 2023, ishte me magnitudë: 7.8 (i pasuar nga një tërmet i dytë 7.5 pas disa orësh), zona e goditur ishin 11 provinca në juglindje të Turqisë (sikur Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay, Adıyaman etj.), koha e goditjes në ora: 04:17 të mëngjesit, koeficient i lartë i shfrytëzimit të ndërtesave. Në zonat e goditura nga tërmeti ishin mbi 15 milionë banorë të ekspozuar.

Mijëra ndërtesa, përfshirë banesa, shkolla dhe spitale, u shembën. Rreth 6650 ndërtesa u shkatërruan, ndërsa shumë të tjera u dëmtuan rëndë. Tërmeti solli një humbje tragjike në jetë njerëzish. Raportet fillestare vlerësuan se mbi 50,000 persona humbën jetën. Numri i viktimave ishte veçanërisht i lartë në zonat me dendësi të madhe popullore, ku ndërtesat nuk ishin të rezistueshme ndaj tërmeteve. Mbi 107,000 persona u raportuan të lënduar, ndërsa në Siri, mijëra të tjerë pësuan lëndime.

Kostoja e vlerësuar e tërmetit të vitit 2023 në Turqi dhe Siri arrin rreth 84.1 miliardë dollarë. Kjo shifër përfshin humbje të konsiderueshme në sektorin e banimit dhe në të ardhurat kombëtare. Në Turqi, dëmet fizike direkte vlerësohen në rreth 34.2 miliardë dollarë, ndërsa kostoja totale e rikuperimit dhe rindërtimit pritet të jetë shumë më e lartë. Ndërsa në Siri, ndikimi total i vlerësuar, përfshirë dëmet fizike dhe humbjet ekonomike, është rreth 5.2 miliardë dollarë. Kjo fatkeqësi ka sjellë pasojë të thella ekonomike për të dyja

vendet, duke përkeqësuar cënueshmëritë ekzistuese dhe duke kërkuar ndihmë të gjerë ndërkombëtare për përpjekjet e rimëkëmbjes.

Infrastruktura kyçe, përfshirë rrugët, urat dhe rrjetet e shërbimeve publike, u dëmtua rëndë. Kjo pengoi përpjekjet e kërkim-shpëtimit dhe ndihmës humanitare, veçanërisht në zonat e izoluara dhe të prekura nga konflikti në Siri.

Tërmeti i Turqisë 2023 është një nga shembujt më ekstrem të humbjeve sociale direkte në dekadat e fundit. Ai ilustron, vlerën e parashikimit të zhvendosjes masive të popullsisë në modelet e rrezikut, rëndësinë e kapaciteteve të strehimit të përkohshëm dhe infrastrukturës sociale, Efektet afatgjata në edukim, shëndetësi dhe mirëqenie psiko-emocionale të banorëve si dhe efektet tjera “domino”.

6.5. Mbeturinat, mbetjet inerte pas ndodhisë së tërmetit

Krijimi i mbeturinave ndërtimore si pasojë e tërmeteve përfaqëson një formë humbjeje të tërthortë që shpesh neglizhohet në vlerësimet tradicionale të dëmit. Kjo kategori e humbjeve përbën një komponentë të konsiderueshme të ndikimit ekonomik dhe mjedisor, e cila duhet të merret parasysh në planet kombëtare për menaxhimin emergjent dhe rindërtimin urban. Pra, e njohur që si rezultat i goditjes së tërmetit që shkakton dëme të drejtpërdrejta në ndërtesa dhe infrastrukturë, krijohen sasi të konsiderueshme të mbeturinave ndërtimore, të cilat zakonisht përbëhen nga mbetje inerte, si beton, tulla, armaturë, dru ndërtimor, xham, pjesë suvaje dhe materiale të tjera ndërtimi të copëtuara apo të dëmtuara.

Këto mbetje paraqesin sfidë të madhe logjistike dhe mjedisore në menaxhimin pas emergjencës:

- Sasia e mbeturinave të prodhuara është proporcionale me shkallën e dëmtimeve strukturore.
- Në zonat urbane me dendësi të lartë ndërtimi, mund të gjenerohen dhjetëra mijëra metra kub mbetura për kilometër katror.
- Evakuimi, grumbullimi dhe trajtimi i mbeturinave kërkon angazhim të menjëhershëm të autoriteteve lokale dhe kapaciteteve të posaçme teknike.

Karakteristikat kryesore të mbetjeve pas-tërmeteve:

- Inertet shpesh janë të përziera me materiale të rrezikshme (azbest, mbetje kimike, etj).
- Jo të riciklueshme në përmasa të mëdha pa pastrimin dhe përzgjedhjen paraprake.
- Nëse nuk trajtohen në kohë përbëjnë rrezik për shëndetin publik dhe ekipet e kërkim-shpëtimit.

Rëndësia për planifikimin emergjent:

- Duhet të parashikohet infrastruktura për depozitimin e përkohshëm të mbeturinave ndërtimore.
- Kërkohet strategji në klasifikim, riciklim dhe transport të kontrolluar në vende të përcaktuara.
- Mungesa e një plani të menaxhimit të mbeturinave mund të vonojë ndjeshëm operacionet e rindërtimit dhe rikthimin e banorëve në zonat e prekura.

Mbetjet e vlerësuara të mbeturinave (EDF), të dhëna në tonë, përftohet drejtpërdrejt nga gjendjet e dëmtimeve strukturore të rënda dhe kolapset -shkatërrimet në komponentët e ndërtesave të tipit të ndërtesës (TMN).

Të dhënat për EDF jepen në funksion të nën njësive gjeo-urbane dhe për dy nivele të tërmetit: tërmet i rastësishëm me periudhë përsëritjeje 72 vjet (RP72) dhe tërmet i rrallë me periudhë përsëritjeje 475 vjet (RP475).

Këto informacione janë të domosdoshme në fazën para-fatkeqësisë, për hartimin e planeve të reagimit ndaj fatkeqësive, si dhe në fazën pas-fatkeqësisë, për organizimin e veprimeve të emergjencës dhe menaxhimit. Të dhënat përdoren për të planifikuar mjetet për përgatitjen, ngarkimin dhe transportimin e materialit të shembur, tipin e makinerive dhe pajisjeve për shembjen dhe ngarkimin e mbeturinave, kohën e nevojshme për pastrimin e zonave të dëmtuara, dhe rezervimin e vend-deponive të autorizuar për depozitimin e mbeturinave inerte.

Ekuacioni për llogaritjen e mbeturinave të pritshme, të gjeneruara për TNM "j" dhe për tipin e mbeturinave "i", si pasojë e dëmtimit të strukturës, jepet si më poshtë:

$$EDF(i, j) = \sum_{k=2}^5 P(k, j) DF(i, k, j) \quad (20)$$

ku:

- EDF (i, j) Pjesa e pritshme e mbeturinave të tipit "i", si pasojë e dëmtimit të strukturës për tipin e ndërtesës "j";
- P (k, j) Probabiliteti i gjendjes së dëmtimit të strukturës "k" (k=2 - i lehtë deri k=5 - Kolaps) për TNM "j";
- DF (i, k, j) Pjesa e mbeturinave të tipit "i" për tipin e ndërtesës "j" në gjendjen e dëmtimit të strukturës "k".

Sasia e mbeturinave mund të llogaritet duke e ditur sipërfaqen e ndërtuar për secilin TNM "j" sipas njësisë urbane, si dhe peshën e mbeturinave të tipit "i" për 100 m² të ndërtesës përkatëse:

$$EDF(i, j) = \sum_{j=1}^{tnm} EDF(i, j) \cdot W(i, j) \cdot SQ(j) \quad (21)$$

ku:

- DB (i) Sasia e mbeturinave, e tipit "i", në [ton];
- SQ (j) Sipërfaqja e ndërtuar për TNM "j" në [100 m²];
- W (i, j) Pësia e mbeturinave të tipit "i" për 100 m² të tipit të ndërtesës "j";

Në Tabelën 13 paraqiten të dhënat numerike të mbeturinave të pritshme nga dëmtimet e strukturave të ndërtesave, në funksion të nënzonave urbane dhe të shkaktuara nga tërmete të nivelit të shpeshtë (RP72) dhe të rrallë (RP475).

Tabela 21. Modeli i sasisë së mbeturinave për dy nivelet e goditjes së tërmetit RP72 dhe RP475

Tipologjia e Ndërtesave			Mbetjet inerte pas tërmetit	
Kategoria e ndërtesës	Ndërtesat Reprezentative	Sipërfaqja	EDF për RP72	EDF për RP475
M34H	A1-A6, C1-C5	44,274	21,793	42,811
M4H	A7, C12	19,204	10,932	20,501
M4H	D1, D2	23,058	12,366	24,825

M4H	C13, U2, U3	19,153	5,477	8,922
RC1H	S11, S12	6,505	2,057	3,295
RC1H	C15, D1', D9, E30, E31	49,968	16,371	24,535
RC1H	B, C2', Y.D, Z	27,968	12,335	24,267
RC2H	E32, S13, U1, Y	47,433	15,416	23,895
RC3H	C7, D3-D8	53,475	35,092	58,295
RC5H	C7, D3-D8	33,050	11,770	16,087
			143,607	247,430

6.5.1. Shembuj të humbjeve nga mbetjet e mbeturinave pas tërmetit

Duke u bazuar në të dhënat zyrtare dhe vlerësime teknike, janë identifikuar 985 ndërtesa të dëmtuara rëndë ose të shembura plotësisht. Duke supozuar një sipërfaqe mesatare prej 250 m² për ndërtesë, dhe një normë krijimi të mbeturinave prej 1.2 ton/m², llogaritet një sasi totale prej:

$$\text{Mbeturina} = 985 \text{ ndërtesa} \times 250 \text{ m}^2 \times 1.2 \text{ ton/m}^2 = 295,500 \text{ ton}$$

Kjo sasi përkthehet në rreth 184,700 m³ mbeturina inerte, bazuar në densitet mesatar prej 1.6 ton/m³.

Humbjet e lidhura me menaxhimin e mbeturinave klasifikohen në disa kategori, si: pastrimi dhe grumbullimi, transporti drejt deponive, zënia e hapësirës urbane, ndikimet mjedisore etj.

Në mungesë të të dhënave të sakta financiare, vlerësimet bazohen në kosto mesatare të raportuara në raste të ngjashme: Kosto mesatare për trajtimin e një toni mbeturinash inerte: 25–40 € (përfshirë ngarkimin, transportin dhe deponimin):

$$\text{Humbja} = 295,500 \text{ ton} \times 30 \text{ € (mesatare)} = 8.87 \text{ milionë euro.}$$

Vlerësimet e humbjeve nga krijimi i mbeturinave pas tërmetit shkatërrues në Turqi (2023) tregojnë se janë gjeneruar rreth 124 milionë ton mbeturina, të barasvlershme me afërsisht 77.6 milionë m³, me një kosto të vlerësuar të trajtimit prej rreth 3.7 miliardë euro. Mbjetet dhe menaxhimi i tyre pas tërmetit përbëjnë një komponent me peshë të madhe në ndikimin ekonomik dhe logjistik të fatkeqësisë.

Si pasojë e humbjeve të mëdha financiare që shkaktojnë tërmetet e fuqishme, në shumë raste procesi i largimit të mbeturinave pas goditëse konsiderohet si një domosdoshmëri e pashmangshme, pavarësisht koston së lartë që mund të përfshijë. Pastrimi i mbetjeve është një kërkesë thelbësore si në aspektin funksional, ashtu edhe në atë humanitar.

Në mungesë të largimit të mbeturinave ndërtimore, paraqiten sfida serioze që ndikojnë drejtpërdrejt në:

- Qarkullimin e lirë të mjeteve dhe njerëzve,
- Qasjen në zonat e goditura për ekipet e kërkim-shpëtimit,
- Sigurinë publike, për shkak të rrezikut nga pjesë të thyera, të paqëndrueshme ose të mprehta që mund të shkaktojnë lëndime,
- Ndikimet mjedisore, për shkak të grumbullimit të paorganizuar të materialeve të dëmshme ose potencialisht të rrezikshme.

Për këto arsye, pastrimi dhe menaxhimi i mbeturinave duhet të trajtohet si pjesë integrale e strategjive emergjente dhe të rikuperimit, dhe jo si një komponent dytësor i reagimit pas-tërmetit.

7. Përfundime

Duke krahasuar studimet shkencore të kryera për zonën urbane të Ulpianës në Prishtinë, përmes vlerësimeve të drejtpërdrejta në terren, analizave të tipologjisë strukturore dhe modelimeve numerike të cenueshmërisë sizmike, është bërë e mundur të identifikohen një sërë gjetjesh të rëndësishme që çojnë në përfundime të qarta mbi kapacitetin mbajtës të ndërtesave ekzistuese dhe mbi dëmtueshmërinë strukturore në këtë zonë.

Zhvillimi urban është një proces i vazhdueshëm që pasqyron nevojat e komunitetit për hapësira banimi, sociale dhe ekonomike. Ky zhvillim shpesh shtrihet në më shumë se një brez ndërtuesish dhe inxhinierësh, duke reflektuar në strukturat ekzistuese ndikimet e tërmeteve të mëhershme, përparimet teknologjike e shkencore, përdorimin e materialeve të reja ndërtimore, si dhe ndryshimet në kodet teknike dhe standardet e projektimit.

Pavarësisht ndryshimeve në qasjet metodologjike dhe burimet e të dhënave, të gjitha studimet konvergojnë në disa pika të përbashkëta:

- Prania e një stoku të konsiderueshëm të ndërtesave të vjetra shumëbanesore me mungesa të projekteve strukturore, të ndërtuara para aplikimit të standardeve sizmike moderne;
- Mungesa e ndërhyrjeve për përforcim dhe rehabilitim struktural, veçanërisht në elementet strukturore me kapacitet pranimin e forcave horizontale tek strukturat prej betonit të armuar;
- Ndjeshmëri e lartë ndaj skenarëve të tërmeteve me $PGA > 0.15g$, e konfirmuar nga funksionet e cenueshmërisë dhe analizat pushover;
- Evidentimi i mangësive në infrastrukturën urbane për përballimin e emergjencave, përfshirë evakuimin, qasjen e mjeteve të shpëtimit dhe kapacitetet për strehim afatshkurtër.

Ndër gjetjet më të veçanta të këtij studimi, janë:

- Llogaritja e lëndimeve të mundshme të popullatës së lagjes për dy skenarët e nivelit të tërmetit, si dhe në funksion të kohës së goditjes: natën, ditën, komunikacion;
- Llogaritja e numrit të njëjësive banesore të pabanueshme dhe numrit të familjeve të zhvendosura në skenarë të tërmeteve me periudhë përsëritjeje 72 dhe 475 vjet;
- Analiza dhe trajtimi i humbjeve financiare, të krijuara nga skenarë të goditjeve të tërmeteve.
- Vlerësimi i mbeturinave ndërtimore të krijuara dhe kostoja e trajtimit të tyre si komponentë ekonomike e rëndësishme në fazën e rikuperimit;
- Krahasoni me rastet reale si tërmeti i Durrësit dhe ai në Turqi, që ka shërbyer si kalibrim praktik për validimin e analizës së riskut sizmik në lagjen e Ulpianës;
- Hartimi i një baze të dhënash të strukturuar për ndërtesa shumëbanesore, që mund të përdoret për plane të ardhshme të përfortimit ose rindërtimit selektiv.

Këto të dhëna përfaqësojnë një kontribut të ri shkencor, i cili jo vetëm që pasuron literaturën ekzistuese, por gjithashtu ofron një bazë të qëndrueshme për hartimin e politikave teknike dhe urbane të orientuara drejt përmirësimit të qëndrueshmërisë sizmike së lagjes urbane të Ulpianës, dhe më gjerë, në kontekste të tjera urbane me sfida të ngjashme.

Konstatimet lidhur me studimet e ndërtesave të zonës së Ulpianës, kapaciteti i strukturave dhe dëmtueshmëria, analiza e rezultateve, krahasimi i tyre, numërohen:

- Matjet e lëkundjeve ambientale, harta sizmike dhe studimet mikrosizmike, së bashku me modelimin analitik të tipologjive të ndërtesave model, përcaktimin e spektrave të kërkesës, analizën jolineare pushover dhe analizën e historisë së përgjigjes, si dhe pika kulmore e performancës së ndërtesës, kanë ofruar të dhëna të rëndësishme mbi karakteristikat dinamike elastike fillestare dhe përgjigjen jolineare inelastike pas pikës së rrjedhjes.
- Lakoret e kapacitetit për secilën tipologji të ndërtesës kanë dhënë informacion të vlefshëm mbi kapacitetin mbajtës dhe aftësinë deformuese të sistemeve strukturore përkatëse. Konvertimi i këtyre lakoreve të kapacitetit në lakore pushover dhe përfshirja e tyre në të njëjtën kornizë me spektrat përkatës të kërkesës, në funksionin shpejtim – deformim spektral, mundësuan vlerësimin e pikës së performancës, përkatësisht përgjigjes kulmore të ndërtesës.
- Gjendja ekzistuese e strukturave në Ulpianë paraqet një potencial me shkallë të lartë të dëmtueshmërisë sizmike, veçanërisht për ndërtesat e ndërtuara para implementimit të kodeve të projektimit që kanë përfshirë rezistencën ndaj tërmeteve.
- Ndërtesat shumëbanesore me lartësi mesatare (3–5 kate) përbëjnë tipologjinë më të shpeshtë strukturore në lagje dhe, sipas analizave, janë veçanërisht të ndjeshme ndaj mekanizmave të kolapsit vertikal dhe dëmtimeve të akumuluar në nivelet e poshtme.
- Kapaciteti mbajtës i strukturave ekzistuese është i ndryshueshëm, por në shumë raste nuk përmbush kërkesat minimale të sigurisë për skenarët sizmikë me periudhë përsëritjeje 475 vjet (RP475).

- Lakoret e cenueshmërisë të zhvilluara në këtë studim tregojnë se probabiliteti i dëmtimeve të rënda rritet ndjeshëm për nivele të përshpejtimit të tërmeteve mbi 0.15g, çka përkon me rreziqet potenciale për dëmtime strukturore serioze.
- Numri i njësisve banesore të pabanueshme, në një skenar tërmeti të rrallë, vlerësohet të arrijë në rreth 278 njësi, me ndikim të drejtpërdrejtë në zhvendosjen e mbi 1,000 familjeve, duke krijuar sfidë për menaxhimin emergjent dhe strehimin afatshkurtër.
- Humbjet ekonomike direkte të pritshme, të bazuara në modelimin e riparimit dhe zëvendësimit të strukturave, kapin vlerën mbi 200 milionë euro për tërmetet e rralla, ndërsa ndikimi i kostove sociale dhe infrastrukturore mbetet gjithashtu i konsiderueshëm.
- Sasia e mbeturinave ndërtimore të gjeneruara nga dëmtimet strukturore në Ulpianë llogaritet mbi 5,000 ton, me një kosto trajtimi që i tejkalon 150,000 euro, duke përfaqësuar një aspekt të rëndësishëm në planifikimin pas-tërmetor.
- Krahasoni me rastet reale (si tërmetet në Durrës dhe Turqi) dëshmon se lagjet urbane me ndërtim të dendur dhe infrastrukturë të vjetruar, në mungesë të ndërhyrjeve parandaluese, përballen me rrezik të lartë për humbje njerëzore, sociale dhe ekonomike.
- Nevojitet urgjentisht një program i posaçëm për vlerësimin dhe përforcimin e ndërtesave ekzistuese në Ulpianë, me fokus në ndërhyrje efikase dhe të përshtatura sipas tipologjisë strukturore të zonës. Ky program duhet të përfshijë skema të dedikuara përforcimi për shtyllat, nyjet lidhëse dhe muret mbajtëse, në përputhje me standardet bashkëkohore të sigurisë sizmike.
- Po aq e rëndësishme është edhe përfshirja e komunitetit lokal, përmes edukimit mbi rrezikun dhe riskun sizmik, si dhe rritjes së ndërgjegjësimit mbi potencialin e dëmtimeve. Këta komponentë duhet të jenë pjesë përbërëse e strategjive afatgjata urbane, duke synuar forcimin e qëndrueshmërisë teknike dhe sociale të lagjes përballë tërmeteve të ardhshme.

Referencat

1. **EC1 European Committee for Standardization (CEN)** Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings [Report]. - Brussels : CEN, 2002.
2. **EC2 European Committee for Standardization (CEN)** Eurocode-2 – Design of concrete structures. Part 1: General Rules and Rules for Buildings [Report]. - Brussels : CEN, 2003.
3. **EC6 European Committee for Standardization (CEN)** Eurocode-6 – Design of masonry structures. Part 1-1: General rules for buildings - Rules for reinforced and unreinforced [Report]. – Brussels: CEN, 1998.
4. **EC8 European Committee for Standardization (CEN)** Eurocode-8 - Design of structures for earthquake resistance. Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings [Report]. - Brussels : CEN, 2003.
5. ISO 13822:2010, Bases for design of Structures – Assessment of existing structures.
6. NORSOK Standards, Z-013, Risk and emergency preparedness assessments, October 2010, edition 3.
7. **Tahiri F.**, An Advanced Approach For Integrated Urban Seismic Vulnerability and Risk Assessment, Doctoral dissertation, 2018, Skopje.
8. **Grajčevci, F., & Dumova-Jovanoska, E. (2019).** *Vulnerability of Existing Masonry Buildings in Function of Their Heights.*
9. **Grajčevci, F.** Vulnerability of Existing masonry Buildings in Pristina, Doctoral Dissertation, 2010.
10. **Dojčinovski, D., Olumčeva, T., & Mustafa, S. (2009–2010).** Seismic Microzonation: Case study Ulpijana Settlement in Prishtina – Kosovo.
11. Earthquake Loss Estimation Methodology “HAZUS 99”, Technical Manual, Federal Emergency Management Agency Washington, D.C. & National Institute of Building Sciences Washington, D.C.
12. **A.K. Chopra**, “Estimating Seismic Demands for Performance-Based Engineering of Buildings”, Ohrid. 2005
13. **Y. Hysiada, A. Shibaya and M Ghayamghamian**, “Building Damage and Seismic Intensity in Bam City from the Bam, Iran, Earthquake”, Bull. Earthq. Res. Inst, University of Tokyo, 2004.
14. **Chopra K.A.** Estimating seismic demands for performance-based engineering of buildings [Conference]. - Vancouver, B.C., Canada : 13th World Conference on Earthquake Engineering. Vancouver, 2004. - p. Paper No. 5007.
15. **Chopra K.A., Goel, R.** Direct Displacement-Based Design: Use of Inelastic Design Spectra Versus Elastic Design Spectra [Conference]. - [s.l.] : National Science Foundation, 1999.

16. **DHS-HAZUS –MH 2.1 Department of Homeland Security** Advanced Engineering Building Module (AEBM), Technical Manual, [Book]. - Washington, D.C. : Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2013.
17. **DHS-HAZUS –MH 4 (Department of Homeland Security)** Earthquake Model, Technical Manual [Book]. - Washington, D.C. : Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2003.
18. **Fajfar P.** A Nonlinear Analysis Method for Performance Based Design [Journal] // Earthquake Spectra, Vol.16, No.3. - 2000. - pp. 573-592.
19. **Tahiri F.** Seismic Risk and Vulnerability of Educational Buildings [Report]. - Skopje : IZIIS, Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology, 2008.
20. **Tomazevic M.** Earthquake Resistant Design of Masonry Buildings. Book 1999.
21. **Seismic Microzonation and Resonant Map for urban ... Ulpiana** (2017).
22. **Nela B. Grajčevci F.,** Numerical Approach: FEM Testing of Masonry Specimens with Different Bond Configurations of Units, 2019
23. **Tahiri F. Milutinovic Z. Grajčevci F.** Typical Building Structural Score, 2017
24. **Mujaj A. Grajčevci F.** Imperfection impact on behavior of the nonstructural elements and vertical non precise erection of members, 2015.
25. **Mujaj A. Grajčevci F. Kryeziu D.** Seismic Analysis of Structural Building with reinforced concrete shear walls according the European Standards.
26. **F Tahiri, R Salic, F Grajčevci,** Seismic microzoning and Resonant Map for Urban Planning.
27. **Tahiri F. Milutinovic Z. Grajčevci F.** Integrated seismic Vulnerability and Risk Assessment toward Mitigation of Earthquake induced Urban Losses.
28. **Grajčevci, F. Kurteshi H. Grajčevci, F.** Vulnerability of existing Buildings in old Urban zones of Pristina, Reasoning of Historical Preservation of Area. 2013
29. **Grajčevci, F. Grajčevci, F. Tahiri F. Kurteshi H.** Preliminary Seismic Vulnerability assessment of Existing Historic Masonry Building in Pristina, Kosovo. 2015
30. **Abrahamson N. and E. Silva** Empirical Response Spectral Attenuation Relationships for Shallow Crustal Earthquakes [Report]. - [s.l.] : Seismological Research Letters, 1997.
31. **ACI-318** Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-02) and Commentary (ACI 318R-02) [Report]. - Washington, D.C. : American Concrete Institute Committee, 2002.
32. **ADB Asian Development Bank** Disaster Mitigation in Asia and the Pacific [Book]. - Manila : [s.n.], 1991.
33. **Akkar S. and Bommer J.** Prediction of elastic displacement response spectra in Europe and the Middle East [Journal] // Earthquake Engineering and Structural Dynamics. - 2007. - pp. 1275-1301.

34. **Allen D.E.** Safety criteria for the evaluation of existing structures [Report]. - Copenhagen : IABSE reports, 1993. - pp. 77-84.
35. **ASCE American Society of Civil Engineers** FEMA 310 - Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings [Book]. - Washington, D.C. : Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1998.
36. **ASCE American Society of Civil Engineers** FEMA 356 - Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings [Book]. - Washington, D.C. : Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2000.
37. **ASCE American Society of Civil Engineers** FEMA 357 - Global Topics Report on the Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings [Book]. - Washington, D.C. : Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2000.