



UNIVERSITETI POLITEKNIK I TIRANËS
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT

DISERTACION PËR MBROJTJEN E GRADËS SHKENCORE **DOKTOR**

**VLERËSIMI I KAPACITETIT SIZMIK TË
OBJEKTEVE TË RËNDËSISË PUBLIKE –SPITALEVE NË
KOSOVË**

Ndikimi i mbushjes me muraturë në ramën beton- arme

Përgatitur nga: Mr.Sc. Arton D.Dautaj

Udhëheqës shkencor: Prof.Asoc.dr. Naser Kabashi

TIRANË, DHJETOR- 2015

FALËNDERIME

Shpreh falënderimin dhe mirënjohjen time për të gjithë ata që më ndihmuan në anën studimore, teknike dhe morale për realizimin i këtij punimi.

Së pari do falënderoja udhëheqësin shkencor, Prof.asoc. Naser Kabashi, i cili me ndihmën, përkrahjen dhe eksperiencën e tij në fushën e shqyrtimeve ka luajtur një rol të rëndësishëm në përfundimin me sukses të disertacionit të doktoratës.

Së dyti, dhe në veçanti shpreh mirënjohje për profesorin tim Prof .dr.Fetah Jagxhiu i cili kontribuoi shumë duke na udhëhequr kështu drejt rrugës së dijes. Pa njohurit e fituara nga puna e palodhur e profesorit nuk do ishim në këta.

Falënderoj gjithashtu profesorin Prof.asoc.Misin Misini i cili na udhezoi dhe udhëhoqi të gjurmohet drejt dijes në literaturën e njohur shkencore.

Falënderimi shkon dhe për Dekanin e FIN Prof Gezim Hasko, udhëheqësin e departamentit, prof. Asoc.Hektor Cullufin të cilët me ofruan mbështetje gjatë gjithë kohës në procesin e doktoratës.

Falënderoj Universitetin Politeknik të Tiranës dhe drejtuesin e tij, Akademik Jorgaq Kaçani.

Gjithashtu falënderoj bashkëpunëtorët e mi, Kolegun ,Cene Krasniqin, Hajdar Sadikun, Veton Piraj, Berim Osmanaj dhe Besart Osmanaj të cilët me mbështetjen gjatë shqyrtimeve në laboratorin e FNA në Prishtinë.

Së fundmi dhe në veçanti, falënderoj nënën time Havën, e cila me virtytin e një gruaje shqiptare, bëri gjithëçka që fëmijët e mi të ndiejnë ngrohtësinë e munguar nga vdekja e hershme e nënës së tyre, gruas sime Zyrafetit, motrat Arditen dhe Linden ,vëllain Valonin të cilët me ndihmuan moralisht dhe sakrifikuan shumë nga vetja e tyre që unë të kem mundësi të përfundojë me sukses doktoratën.

Krejt në fund falënderoj fëmijët e mi, vajzat Elzen dhe Oniden të cilave ju mora shumë nga koha që ato kishin nevojë për mua dhe djalin Demën i cili gjatë gjithë kohës me dha dashuri dhe qetësi e mbi të gjitha më lumturojë për faktin që mban emrin e gjyshit, babit tim të vrare në luftën e Kosovës i cili kontribuoi dhe dha më të shtrenjtën që në të jetojmë të lire dhe të arsimuar.

Arton D.Dautaj

DEKLARATË E ORIGJINALITETIT

Me përgjegjësi deklaroj se disertacioni i paraqitur është një punë e kryer vetëm prej meje dhe për realizimin e saj jam mbështetur në eksperimentet e bëra, dijen paraprake dhe literaturën e përdorur të cilën e kam cituar nëpër disertacion dhe të përmbledhur në fund të saj.

Arton D.Dautaj

PËRMBAJTJA

FALËNDERIME	2
DEKLARATË E ORIGINALITETIT	3
PËRMBAJTJA	4
LISTA E FIGURAVE	7
LISTA E TABELAVE	11
LISTA E SIMBOLEVE	13
Lista e shkurtesave	16
1 HYRJE	17
1.1 Të përgjithshme	17
1.2 Objektivat e hulumtimit dhe organizimi i punimit	18
2 MATERIALET PËRBËRËSE TË MBUSHJES ME MURATURË DHE MURATURA	19
2.1 Llaçi	19
2.1.1 Specifikat e Llaçeve	19
2.1.2 Moduli i elasticitetit dhe koeficienti i Poisson-it për llaçet	20
2.2 Elementet e muraturës	21
2.2.1 Rezistenca në shtypje sipas Eurokodit EC 6	23
Shtete të ndryshme kanë adoptuar dhe mënyra të ndryshme të testimit. Eurokodi EC 6 ka adaptuar mënyrën e pare të shqyrtimit. Ndërsa autori Crisafuli ka propozuar mënyrën e dytë duke përdorur baza të buta ndërmjet pllakës dhe elementeve.	23
2.2.2 Metoda e caktimit të rezistencës në shtypje të elementeve muraturë sipas Crisafuli[1]	24
2.2.3 Moduli i elasticitetit dhe koeficienti i Poisson-it të elementeve mbushës	24
2.2.4 Rezistenca në tërheqje e elementeve mbushës	24
2.2.5 Moduli i elasticitetit të elementeve	25
2.3 Muraturat	25
2.3.1 Sjellja e mureve në shtypje	25
2.3.2 Rezistenca në shtypje e murit	25
-Përcaktimi eksperimental i rezistencës në shtypje	25
-Përcaktimi me formula empirike i rezistencës në shtypje të murit	28
2.3.3 Faktorët që ndikojnë në rezistencën në shtypje të murit	29
2.3.4 Teoria e thyerjes	29
Teoria sipas Crisafuli [1]	29
2.3.5 Moduli i elasticitetit dhe rrëshqitjes të murit	31
2.3.6 Sjellja e mureve nën veprimin e forcave prerëse dhe sforcimit në dy plane	32
2.3.6.1 Format e shkatërrimit	33
-Shkatërrimi në rrëshqitje- (humbjes së aftësisë mbajtëse në prerje- fërkimit)	33
-Shkatërrimi nga sforcimet në tërheqje- - humbjes së aftësisë mbajtëse për shkak të prerjes	33
-	34
Forma e shkatërrimit nga përkulja	34
-Format e shkatërrimit nga shtypja	34
2.3.7 Rezistenca në prerje	34
3 SJELLJA E RAMAVE ME MBUSHJE MURATURË	38
3.1 Hyrje	38
3.2 Ramat me mbushje si sisteme strukturore	38
3.3 Kërkimet eksperimentale	40
3.3.1 Një përmbledhje e punëve eksperimentale[1]	40
3.3.2 Simulimi eksperimental i reagimit sizmik të ramave me mbushje muraturë	41
3.4 Sjellja e një ramë me mbushje muraturë nën veprimin e ngarkesave horizontale	42
3.5 Format e shkatërrimit në ramat me mbushje	44
3.5.1 Shkatërrimi i mbushjes me muraturë	45
-Plasaritja nga prerja	45
-Plasaritja nga veprimi i sforcimeve në tërheqje	47
-Shkatërrimi nga shtypja	47
-Plasaritja nga përkulja	48
3.5.2 Shkatërrimi i ramës beton-arme	48
3.6 Faktorët që ndikojnë në sjelljen e ramës me mbushje	49
3.6.1 Hyrje	49

1.Shtangësia dhe rezistenca e muraturës	49
2. Rezistenca dhe shtangësia e elementeve të ramës	49
3. të tjera:	49
3.7 Kërkesat dhe kriteret në Eurokodet për ramat me mbushje nën veprimin e ngarkesave sizmike	53
3.7.1 Të përgjithshme	53
3.7.2 Efektet lokale negative të mbushjeve me muraturë në shtylla dhe kërkesat sipas Eurokodit EC8	55
4 VËSHTRIM KRITIK MBI LITERATURËN PËR PROCEDURAT E ANALIZËS TË RAMAVE ME MBUSHJE.....	57
4.1 Vështrim i literaturës nga autorë të ndryshëm.....	57
4.1.1 Makro modelet për ramat me mbushje nga autore të ndryshëm.....	57
-Modele të ndryshme të bjelles në shtypje	58
Tomazevic dhe Zarnic [12].....	58
Stafford Smith [24].....	60
Priestley dhe Paulay [4,29].....	62
Studiuesi Schmid.....	65
Studiuesi Crisafuli [1,25],.....	65
4.2 Vështrim mbi përcaktimet dhe kërkesat e kodeve për vlerësimin e strukturave me mbushje	72
4.2.1 Procedurat amerikane	72
4.2.2. Procedurat sipas kodeve evropiane.....	75
5 MODELI I PROPOZUAR PER ANALIZËN E RAMAVE ME MBUSHJE ME MURATURË.....	77
5.1 Hyrje.....	77
MODELI 7.....	81
MODELI 3.....	81
MODELI 2.....	82
MODELI 9.....	82
MODELI 10.....	83
MODELI 13.....	83
MODELI 6.....	84
6 KËRKIMET EKSPERIMENTALE	85
6.1 Hyrje.....	85
6.2. Përshkrimi i modeleve për ekzaminim	85
Modeli 1	85
Modeli 2	87
Modeli 3	89
Modeli 4	91
Modeli 5	93
Modeli 6	96
Modeli 7	98
Modeli 8	100
Modeli 9	102
Modeli 10.....	104
Modeli 11.....	106
Modeli 12.....	108
Modeli 13.....	109
Modeli 14.....	110
Modeli 15.....	111
6.3.Percaktimi i rezistencës në prerje	112
6.3.1.Parametrat e rezistencës në prerje.	112
6.4.Pajisjet e përdorura në eksperiment.....	113
7 REZULTATET E TESTEVE.....	114
7.1 Hyrje.....	114
7.1.1 Modeli 1.....	114
7.1.2. Modeli 2.....	116
7.1.3 Modeli 3.....	119
7.1.4 Modeli 4.....	124
7.1.5 Modeli 5.....	126
7.1.6 Modeli 6.....	129

7.1.7 Modeli 7.....	132
7.1.8 Modeli 8.....	136
7.1.9. Modeli 9.....	139
7.1.10. Modeli 10.....	141
7.1.11. Modeli 11.....	144
7.1.12 Modeli 12.....	147
7.1.13 Modeli 13.....	149
7.1.14 Modeli 14.....	150
7.1.15 Modeli 15.....	151
7.2 Krahasimi i rezultateve.....	153
8 PERFUNDIMET DHE REKOMANDIMET	160
8.1 Propozimet për kërkime eksperimentale në të ardhmen.....	162
REFERENCAT	163

LISTA E FIGURAVE

Fig.1.1Skema llogaritëse, ndërtimi dhe sjellja e një strukture me mbushje muraturë.

Fig.2.1.Testi në përkulje i llaçit (mm)

Fig.2.2.Elementet mbushëse Grupi 1

Fig.2.3.Elementet mbushëse Grupi 2a dhe Grupi 2b

Fig.2.4.Elementet mbushëse Grupi 3

Fig.2.5.a)Sforcimi në tërheqje në elemente, b)Plasaritjet në elemente normal në sforcimin në tërheqje

Fig.2.6.Gjeometria e murit model

Fig.2.7.Lidhja sforcim deformim për muraturën

Fig.2.8.Pjese e shkëputur nga tërësia e murit

Fig.2.9.Shkatërrimi nga rrëshqitja

Fig.2.10.Shkatërrimi nga sforcimi në tërheqje

Fig.2.11.Shkatërrimi nga përkulja

Fig.2.12.Shkatërrimi nga shtypja

Fig.2.13.a)Testi në prerje bazuar në EN1052-3,b) Rezultatet e vlerave karakteristike.

Fig.3.1.Shpërndarja e mureve mbushëse në një ndërtesë me skelete, (sipas Priestley, [4])

Fig.3.2.Muratura pjesore

Fig.3.3.Shpërndarja e sforcimeve për murin si konsolë dhe para plasaritjeve

Fig.3.4.Shpërndarja e sforcimeve për murin pas ndarjes nga rama beton-arme

Fig.3.5.a) Format e shkatërrimit të ramave me mbushje; b) modelet llogaritëse për format e shkatërrimit.

Fig.3.6.Sjellja e Ramëve me mbushje muraturë dhe sjellja e ramës skeletore

Fig.3.7.Shkatërrimi nga rrëshqitja

Fig.3.8.Forma e shkatërrimit, plasaritje në formë shkallëzimi

Fig.3.9.Shkatërrimi nga rrëshqitja dhe ndarja e panelit në disa blloqe

Fig.3.10.Format e shkatërrimit nga shtypja

Fig.3.11.Menyrë e përforcimit me Fibrë Qelqi e propozuar nga autori dhe sjellja e strukturës pa përforcim

Fig.3.12.Sjellja e strukturës me përforcim dhe pa përforcim

Fig.3.13.Reduktimi i rezistencës së strukturës me hapje dhe pa to

Fig.3.14. Hapje pjesore për dritaret dhe katet e buta

Fig.3.15.Muratura pjesore në ramën beton-arme

Fig.3.16.Forca prerëse në shtyllë e shkaktuar nga forca në bjellën e muraturës,Fardis,2009

Fig.4.1.Modelimi sipas Polyakov dhe Stafford Smith

Fig.4.2.Modelimi i mbushjeve muraturë, sipas Tomazevic,[12].

Fig.4.3.Caktimi i gjerësisë së diagonales, sipas Tomazevic,[12]

Fig.4.4.a) Ndërveprimi ramë-muraturë, b)Analogjia me ramën me diagonalen e shtypur

Fig.4.5.a)Deformimet nga forcat anësore, b)Sistemi ekuivalent i ramit me mbushje

Fig.4.6.Forma e shkatërrimit nga prerja, (sipas Priestley, [4])

Fig.4.7.Modele të ndryshme me bjella diagonale, a)-Sipas Tomazevic, b),c),d),-sipas Schmid

Fig.4.8.Modelet e propozuara nga:a)Fiorato, [33] dhe b) Leuchars dhe Scrivener,[1]

Fig.4.9.Përshkrimi i elementeve të mbushjes muraturë, katër diagonalet e shtypura sipas Crisafuli, [1,25] dhe implementimi në SeismoStruct, (Blandon 2005, [37])

Fig.4.10.Modelimi i forcës prerëse, « susta në prerje » sipas Crisafuli, [1,25] dhe implementimi në SeismoStruct, (Blandon 2005, [37])

Fig.4.11.Sjellja tipike ciklike e bjelles diagonale, (sipas Crisafuli, [1])

Fig.4.12.Ndryshimi i sipërfaqes së bjelles në funksion të deformimeve aksiale, (sipas Crisafuli, [1])

Fig.4.13.Modeli ciklik i sjelljes së bjelles në prerje

Fig.4.14.Kurba përmbledhëse e rezistencën në prerje të muraturës,[38]

Fig.4.15.Gjendja e sforcimit e konsideruar për llogaritjen e rezistencës së muraturës (sipas Crisafuli [1])

Fig.4.16.Lakorja tipike e rezistencës në funksion të këndit ϕ , (sipas Crisafuli [1,24])

Fig.4.17. Analogjia e bjelles në shtypje-diagonalja qendrore dhe ekscentrikë(sipas FEMA 273,[31])

Fig.4.18. Varësia e idealizuar force-deformim për mbushjen muraturë

Fig.5.1Forca prerëse V_f në mbushjen murature.

Fig.5.2.Modelet e shqyrtuara për caktimin e forcës prerëse në murature

Fig.5.3.a)Rami me mbushje muraturë, b) modeli i propozuar

Fig.5.4 Vartësia forcë-zhvendosje për ramat me përmasa të ndryshme, mbi bazën e të cilave vlerësohen forcat $V_{y,i}$ dhe $V_{y,ek}$ (në ramen bazë dhe ramat e tjera të shqyrtuara)

Fig.5.5.Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 7 të shqyrtuar

Fig.5.6. Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 3 të shqyrtuar

Fig.5.7. Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 2 të shqyrtuar

Fig.5.8.Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 9 të shqyrtuar

Fig.5.9.Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 10 të shqyrtuar

Fig.5.10.Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 13 të shqyrtuar

Fig.5.11.Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit 6 të shqyrtuar dhe modelit llogaritës

Fig.6.1.Rama beton arme pa mbushje dhe prerjet terthore të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.2. a) Rama beton-arme e përgatitur për shqyrtim, b) detaji i lidhjes së shtyllës me themelin

Fig.6.3.Rama beton-arme me mbushje murature dhe prerjet terthore të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.4.Përgatitja e modeli 2 nëpër faza të ndryshme

Fig.6.5. Rama beton-arme me mbushje murature e ndare në mesin e lartësisë së saj dhe prerjet tërthorë të trarit dhe shtyllës

Fig.6.6. Përgatitja e Modelit 3 nëpër faza të ndryshme

Fig.6.7 .Rama beton-arme me mbushje murature dhe prerjet tërthorë të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.8 .Përgatitja e modelit 4 nëpër faza të ndryshme

Fig.6.9. Rama beton-arme me mbushje murature, përforcimi me FRQ dhe prerjet tërthorë të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.10.Pergatitja e Modelit 5 nëpër faza të ndryshme

Fig.6.11 Rama beton-arme me mbushje muraturë, elementet e mbushjes janë të vendosura në mënyre që boshllëqet të jenë horizontale, prerjet tërthore të shtyllës dhe trarit

Fig.6.12.Pergatitja e modelit 6 nëpër faza të ndryshme

Fig.6.13. Rama beton-arme me mbushje murature dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.14. Përgatitja e modelit 7 nëpër faza të ndryshme

Fig.6.15. Rama beton arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.16. Përgatitja e modelit 8 neper faza të ndryshme

Fig.6.17.Rama beton arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.18. Përgatitja e modelit 9 nëpër faza të ndryshme

Fig.6.19. Rami beton arme me mbushje murature dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.20. Modeli 10 në faza të ndryshme të ndërtimit

Fig.6.21 .Rama beton-arme me mbushje nga tullat prej argjili dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës.

Fig.6.22.Rama betonarme me mbushje me tulla argjili nëpër faza të ndryshme të ndërtimit,

Fig.6.23 .Rama beton arme me mbushje dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës, Modeli 12.

Fig.6.24 .Rama beton arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës, Modeli 13.

Fig.6.25.Rama beton arme , mbushja pjesore dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës e Modelit 14.

Fig.6.26 .Rama beton arme me mbushje dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës, Modeli 15.

Fig. 6.27.Modelet e përdorura për përcaktimin e rezistencës në prerje dhe rezistencës nga fërkimi të propozuara nga autori

Fig.6.28.Pajisjet e përdorura për shqyrtimet e modeleve.

Fig.7.1.a) Modeli 1 i përgatitur për shqyrtim,

Fig.7.1.b) Zhvendosjet e ramës si dhe vartësia force-zhvendosje për modelin 1

Fig.7.2.a)Rami me mbushje murature, b)vartësia force-zhvendosje pas cikli 4

Fig.7.3 a).Mbushja muraturë dhe shtyllat pas ciklit të pestë, b)Vartësia force zhvendosje pas ciklit të 5

Fig.7.4.Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia force-zhvendosje

Fig 7.5.Vartësia force-zhvendosje për cikle të ndryshme

Fig.7.6.Plasaritjet në shtylla dhe vartësia force-zhvendosje për ciklin e 3

Fig.7.7 Modeli i 3 në faza të ndryshme të ngarkimit dhe vartësia force-zhvendosje për ciklet 4 dhe 5

Fig.7.8 Modeli 3 në faza të ndryshme të ngarkimit dhe vartësia force-zhvendosje për ciklet 4,5 dhe 6

Fig.7.9.Mekanizmi i thyerjes, cikli 7,vartesia force-zhvendosje

Fig. 7.10.Vartësia force –zgjatje e shtyllës në vendin e formimit të çernieres

Fig.7.11.Modeli i 4 para testimit

Fig.7.12.Modeli 4 nëpër fazën fillestare të ngarkimit

Fig.7.13.Modeli 4 nëpër faza të ndryshme të ngarkimit dhe vartësia force-zhvendosje

Fig.7.14. Mënyra e përforcimit dhe përgatitja e modelit 5 për shqyrtim

Fig.7.15. Modeli 5 në cikle të ndryshme të ngarkimeve dhe me vartësia force-zhvendosje, a) cikli 3, b) cikli 4, c) cikli 5 dhe d) cikli 7

Fig. 7.16.Reagimi i përgjithshëm e modelit 5,vartësia force-zhvendosje

Fig.7.17.Rama me mbushje murature dhe vartësia force-zhvendosje, cikli 4

Fig.7.18 a) Mbushja muraturë dhe shtyllat pas ciklit 6, b)Vartësia force-zhvendosje, ciklit 6

Fig.7.19.a) Degradimi i mbushjes murature dhe i shtyllave, cikli 7. b)Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia force-zhvendosje për të gjitha ciklet

Fig.7.20.Plasaritjet në shtylla dhe vartësia force-zhvendosje për ciklin 2 dhe 3

Fig.7.21.Plasaritjet në shtylla dhe vartësia force-zhvendosje për ciklin 4

Fig.7.22.Formimi i çernieres plastike në mesin e shtyllës së majtë dhe vartësia force-zhvendosje për ciklin 5 dhe 6

Fig.7.23. Vartësia force-zhvendosje për ciklin 7

Fig.7.24. a) Vartësia force-zhvendosje për ciklin 8, b) pozita e mbushjes, dëmtimet në nyjën e majte dhe çerniera plastike në shtyllën e majtë

Fig.7.25.Mekanizmi i thyerjes dhe vartësia forcë-zhvendosje

Fig.7.26.Rama me mbushje muraturë dhe vartësia forcë-zhvendosje, cikli 5 dhe 6

Fig.7.27.Plasaritjet në mbushjen e muratures, në ciklin 8 dhe 9

Fig.7.28 a).Modeli 8 pas veprimit të ciklit 10, plasaritjet në shtyllë, degradimi i nyjës së majtë si dhe formimi i plasaritjes në pjesën e poshtme të shtyllës së djathtë

Fig.7.29.Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia forcë-zhvendosje

Fig.7.30.a)Plasaritjet e mbushjen me muraturë dhe vartësia force-zhvendosje cikli 3, b) Plasaritjet e mbushjes me muraturë dhe vartësia forcë-zhvendosje cikli 5.

Fig.7.31. Rama me mbushje muraturë , dëmtimet e nyjës së majtë, formimi i çernieres në mesin e shtyllës së majtë dhe vartësia force zhvendosje për ciklin e 6

Fig.7.32.Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia force-zhvendosje.

Fig.7.33.Plasaritja e parë në muraturë cikli 6 dhe plasaritjet në shtylla cikli 7

Fig.7.34. Plasaritjet e mbushjes me muraturë pas ciklit 8 dhe 9 si dhe vartësia force-zhvendosje

Fig.7.35.Plasaritjet në mbushjen e muraturës pas ciklit 10 dhe 11 si dhe vartësia force-zhvendosje

Fig.7.36.Plasaritja në mbushjen e muraturës, çernierat në pjesët e poshtme të shtyllave në ciklin e 8 dhe 9, vartësia forcë-zhvendosje

Fig.7.37.Plasaritjet në mbushjen e muraturës dhe vartësisë forcë-zhvendosje, cikli 5 dhe 6

Fig.7.38.Plasaritjet e mbushjes së muraturës dhe vartësia forcë-zhvendosje, cikli 7 dhe 8

Fig.7.39.Plasaritjet në mbushjen e muraturës dhe vartësia forcë-zhvendosje, cikli 9

Fig.7.40. Mekanizmi i fundit, dëmtimet në mbushjen muraturë, shtyllat e nyje dhe vartësia forcë zhvendosje për modelin e 11

Fig.7.41.Plasaritja e parë në mbushjen e muraturës, cikli 6 dhe rritja e plasaritjeve në ciklin e 8

Fig.7.42.Dëmtimet e nyjës dhe mbushjes të modelit 12 si dhe vartësia force-zhvendosje për ciklin 9

Fig.7.43. Niveli i forcës dhe zhvendosjeve të aplikuara në modelin 13

Fig.7.45. Mekanizmi përfundimtar i shkatërrimit për modelin 14, cikli 11

Fig.7.46. modeli 14.

Fig.7.47. Plasaritja e parë në murature cikli 4 dhe rritja e plasaritjeve në ciklin e 8

Fig.7.48. Caktimi i rezistencës në prerje në mbushjen e muraturës

Fig.7.49. Mekanizmi përfundimtar i modelit 15 dhe vartësia force zhvendosje në nivelin e mesit të panelit.

Fig.7.50 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 1,2,6 dhe 11

Fig.7.51 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 2,4,5 dhe 6

Fig.7.52 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 10 dhe 11

Fig.7.53 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 8,9,10 dhe 13

Fig.7.54 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 2,3 dhe 15

Fig.7.55 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për 15 modelet për disa pika karakteristike

Fig.7.56 Vartësia forcë zhvendosje e 15 modeleve për zhvendosjen 5mm

LISTA E TABELAVE

Tab. 2.1. Perzirjet tipike dhe vlerat e rezistencës në shtypje të llaçit

Tab.2.2. Grupimi i elementëve, EN 1996-1-1

Tabela 2.3. Vlera e faktorit të formës për konvertimin e rezistencës nga vlera mesatare në vlere të normuar sipas Eurokodit EC 6

Tab.2.4. Gjeometria e murit model

Tab.2.5. Kufijte e lejuar të rezistencës në shtypje të llaçit, brenda të cilëve muratura mund të testohet [39]

Tab.2.6. Vlerat e K për lloje të ndryshme të llaçeve dhe grupeve të elementeve

Tab.2.7. Vlerat e rezistencës në prerje të muraturës f_{vk0} dhe vlerat kufitare të f_{vk}

Tabela 4.1: Vlerat dhe formulat që përdoren për caktimin e karakteristikave të bjelles diagonale të muratures në Seismo Struct [39] (te adaptuara nga Crowley dhe Pinho, 2006)

Table 4.2 : Vlerat e përdorura për të definuar karakteristikat e bjelles murature në prerje në SeismoStruct (adoptuar nga Smyrou et al. [38])

Tabela 4.3. Procedura lineare statike-Faktori m për mbushjen muraturë

Tabela 4.4. Procedura jo-lineare statike-Faktori m për mbushjen muraturë

Tabela 6.1. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.2 Rezultatet e rezistences në terheqje të llaçit pas 43 diteve, modeli 2

Tabela 6.3. Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 2

Tabela 6.4. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.5 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 3

Tabela 6.6.Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 3

Tabela 6.7. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.8 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 4

Tabela 6.9.Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 4

Tabela 6.10. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.11.Karakteristikat teknike të Fibrave Polimere prej Qelqi, (të marra nga prodhuesi)

Tabela 6.12 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 5

Tabela 6.13.Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 5

Tabela 6.14. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.15. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 6

Tabela 6.16.Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 6

Tabela 6.17. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.18. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 7

Tabela 6.19.Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 7

Tabela 6.20. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.21. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 8

Tabela 6.22. Rezultate e testeve në shtypje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 8

Tabela 6.23. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.24. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 9

Tabela 6.25.Rezultate e testeve në shtypje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 9

Tabela 6.26. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.27. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 10

Tabela 6.28. Rezultate e testeve në shtypje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 10

Tabela 6.29. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tabela 6.30. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 11

Tabela 6.31.Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 11

Tabela 6.32. Karakteristikat mekanike të armaturës

Tab.7.1.Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 2.

Tab.7.2. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 3

Tabela 7.3. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 5

Tabela 7.4. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 6

Tabela 7.5. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 7.

Tabela 7.6. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 8

Tabela 7.7. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 9

Tabela 7.8. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 10

Tabela 7.9. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 11

Tabela 7.10. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 12

Tabela 7.11. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 15

LISTA E SIMBOLEVE

Kapitulli 2

f_{tm} -sforcimi në tërheqje i llaçit

f_b -rezistenca mesatare e normalizuar në shtypje e elementeve të muraturës

f_m - rezistenca në shtypje e llaçit të muraturës

f_k - rezistenca karakteristike në shtypje qendrore e muraturës

f_t - rezistenca në tërheqje e muraturës

f_v - rezistenca në prerje e muraturës

f_{vk} - rezistenca karakteristike në prerje e muraturës

f_{vk0} - rezistenca karakteristike fillestare në prerje e muraturës për presion zero në shtypje

f_{vlt} -vlerë kufizuese e madhësisë f_{vk} në Eurokodin 6

E - moduli i elasticitetit-moduli i elasticitetit të muraturës

E_m -moduli i elasticitetit të llaçit

E_b - moduli i elasticitetit të elementeve

G - moduli i prerjes

f'_{tb} -rezistenca në tërheqje aksiale e elementeve

f'_{cb} - rezistenca në shtypje aksiale e elementeve

f_i -rezistenca në shtypje e një modeli muraturë ,EN 1052-1

f_n -sforcimi normal

t -sforcimi tangjentor

$H_{sd,w}$ -rezistenca projektuese në prerje e muraturës

t =trashësia e murit,

l_c =gjatësia e pjesës së murit në shtypje.

g_M =koeficienti i sigurisë

S_c -sforcimi kryesor në shtypje

S_t - sforcimi kryesor në tërheqje

S_0 -Sforcimi mesatar në shtypje nga veprimi i forcës normale N

Vlerësimi i kapacitetit sizmik të objekteve të rëndësishme publike-spitaleve në Kosovë-Ndikimi i mbushjes me muraturë në ramën beton-arme

t -sforcimi mesatar tangjentor

A_w -sipërfaqja horizontale e prerjes tërthore të murit

b -faktori i shtrirjes së sforcimeve tangjentore i cili varet nga gjeometria e murit dhe raporti $\frac{N}{H_{\max}}$

$H_{\max}$ - rezistenca maksimale

$t_{H_{\max}}$ -sforcimi tangjentor mesatar në rezistencën maksimale.

h_m -lartësia e muraturës

L_m -gjatësia e muraturës

$H_{s,w}$ - rezistenca anësore e murit që shkatërrohet nga rrëshqitja

$H_{sd,w}$ - rezistenca projektuese anësore e murit që shkatërrohet nga rrëshqitja

S_d - sforcimi i në shtypje i llogaritur nga situatat e ngarkimit e që është normal në rrafshin prerës.

Kapitulli 3

Q -është këndi në mes horizontales dhe diagonales së panelit;

L_m -është gjatësia e panelit mbushës;

h_m -është lartësia e mbushjes.

f_n -Sforcimi normal

t -sforcimi tangencial

h -faktori i zmadhimit

I - faktorin i efektit të ekstrencitetit aksidental

q -faktori i sjelljes

m -parametri i rezistencës relative të strukturës

I_h -Parametri relativ pa njësi i shtangësisë ramë-mbushje

ΔV_{RW} -Eshte rezistenca totale e mureve mbushëse për katin e shqyrtuar duke e krahasuar me katin e mësipërm

ΔV_{ED} -është shuma e të gjitha forcave prerëse sizmike në të gjitha elementet vertikale mbajtëse për katin e shqyrtuar.

Kapitulli 4

t_{xy} -sforcimi tangencial

S_y - sforcimi në shtypje vertikale

S_d -sforcimi në tërheqje

Q është forca anësore në ram;

L -është gjatësia;

h -është lartësia dhe

t -është trashësia e muraturës.

a -gjatësia vertikale kontaktuese midis panelit dhe shtyllës.

w -gjerësia e bjelles diagonale

d_m -është diagonalja e muraturës brenda ramës

Q_s - Forca prerëse maksimale që mund të përballohet nga muratura (Priestley)

$R_s \sin \alpha$ -është komponentë vertikale e forcës në bjellen shtypëse si rezultat i ndërveprimit ramë muraturë.

R_c -rezistenca e bjelles së shtypur

H_{u1} - Rezistenca në prerje e panelit njëkatëshe para ndarjes së muratures me ramën beton-arme.

H_{u2} -Rezistenca përfundimtare e ramit me mbushje murature.

A_i = është sipërfaqja horizontale e prerjes tërthore të mbushjes murature

C_R -faktori reduktues i kapacitetit të rezistencës në prerje të muratures

$H_{u, fr}$ -rezistenca përfundimtarë në ramë

$H_{s,c}$ -rezistenca në prerje e shtyllës nga frynë era

$A_{r,s}$ -sasia e armaturës tërthore e shtyllës

$H_{f,c}$ -rezistenca në përkulje e shtyllës në thithje të erës.

M_y -kapaciteti në përkulje i prerjes së shtyllës.

h_{fr} -lartësia e ramës

l_s -gjatësia e bjelles diagonale (Tomazevic)

V_f - Forca prerëse maksimale, e cila mund të rezistohet nga muratura

g_s - paraqet pjesën nga shtangësia totale që merr susta prerëse,

E_m -është moduli i elasticitetit të muraturës;

A_m sipërfaqen e bjelles diagonale;

A_{ms} -është sipërfaqja e bjelles diagonale,

f'_{mq} -është rezistenca e muraturës kur ngarkohet në drejtim të këndin Q nga horizontalja dhe varet nga karakteristikat mekanike të muraturës, kjo merr parasysh formën e shkatërrimit të pritshëm në panelin mbushës.

Kapitulli 5

$w_1 = 0.25 \cdot l_s$ - gjerësia e shufrës 1;

$w_2 = 0.20 \cdot l_s$ - gjerësia e shufrës 2 ;

$w_3 = 0.20 \cdot l_s$ - gjerësia e shufrës 3;

l_s - është gjatësia e bjelles diagonale, shih fig.5.3.b)

$S_1 = 1.25 \cdot V_f$ -është forca në shufrën e 1(modeli i autorit), $S_2 = 1.25 \cdot V_f$ - është forca në shufrën e 2 (modeli i autorit)

$V_f = 58$ kN, është forca në shufrën e 3, e caktuar në mënyre eksperimentale për modelin 2, modelin bazë

$V_{y,ek}$ -Rezistenca në piken e rrjedhshmërisë e modelit 2,modelit baze, analiza e ramës pa mbushje.

$V_{y,i}$ -Rezistenca në piken e rrjedhshmërisë e modelit e analizuar, analiza e ramës pa mbushje.

$V_{f,i}$ -Forca në prerje për ramën e analizuar, forca në shufrën 3

h_{col} -lartësia e shtyllës që merret aks-aks në qendrën e trarëve.

h_{inf} -lartësia e mbushjes

E_{me} -moduli i Elasticitetit të betonit

E_{fe} -moduli i elasticitetit të mbushjes muraturë

Q - këndi që bën bjella me rigelin

I_{col} - moment i Inercisë së shtyllës

t_{inf} - trashësia e mbushjes

r_{inf} - gjatësia e bjelles diagonale

Verejtje: Per shkak të përdorimit të simboleve të ndryshme nga shume autore per të njëjtën karakteristike ,listën e simboleve po e jepim në kapitujt perkates

Lista e shkurtesave

LVDT-Pajisje per matjen e zhvendosjeve

GFP-Glass fibre polymer

FPQ-Fibra Polimere prej Qelqi

1 HYRJE

1.1 Të përgjithshme

Mbushjet me muraturë përdoren shumë për ndarjen e hapësirave të brendshme si dhe për mure të jashtme të ndërtesave. Shumica e ndërtesave i përmbajnë mbushjet me muraturë për arsye se është më e lehtë, më e shpejtë dhe me e lirë se materialet tjera të cilat do të përdoreshin si mbushje për ndarje të hapësirave në strukturat e ndryshme.

Mbushjet me muraturë konsiderohen si elemente jo strukturore, por një konsiderim i tillë është larg nga realiteti për derisa mbushja e muraturës shkakton ndërveprimin me ramën, sidomos nga veprimi i forcave horizontale. Në llogaritjet tradicionale ramat janë llogaritur duke mos marrë parasysh mbushjet edhe pse ato ekzistojnë. Rezultatet nga këto analiza janë larg nga realiteti, kjo sepse analiza bëhet duke mos marrë parasysh të gjithë faktorët dhe elementet mbajtëse, llogaritja bëhet në një sistem skeletor, struktura në tërësi përmban dhe mbushjen e sjellja e përgjithshme ndryshon.

Ky ndryshim i sjelljes së strukturave vjen si rezultat i prezencës së mbushjes me muraturë në ramë dhe mos marrjes parasysh të ndërveprimit që shkakton mbushja në ramë.

Përvojat e mëhershme të veprimeve sizmike si dhe eksperimentet bashkëkohore tregojnë se ndikimi i mbushjeve me muraturë në elementet tjera mund të jetë dhe i dëmshëm në rastet kur nuk trajtohet ose nuk merren parasysh ndikimet e saj në strukturën bazë skeletore. Mbushja me muraturë mund të ndryshojë në mënyrë të ndjeshme sjelljen strukturore duke shkaktuar forca në pjesët e strukturës që nuk janë të parashikuar për t'iu rezistuar këtyre forcave. Dëmtimet e shumta të shkaktuara nga tërmeti kan si shkak kryesorë në mjaft raste ndryshimet strukturore në ramë nga prezenca e mbushjeve me muraturë dhe nga shpërndarja jo simetrike në bazë dhe në lartësi.

Në fakt, prezenca e muraturës në rama rrit rezistencën dhe shtangësinë e strukturës në përgjithësi dhe mundet që kjo të shoqërohet me efekte pozitive të rëndësishme. Mirëpo një modelim i muraturës është mjaft i vështirë sepse sjelljet e materialeve përbërëse të muraturës (tulla, blloqe, llaçi) dhe të punës se tyre jo-lineare janë mjaft komplekse. Për më tepër, këto materiale janë jo homogjenë dhe janë anizotrope.

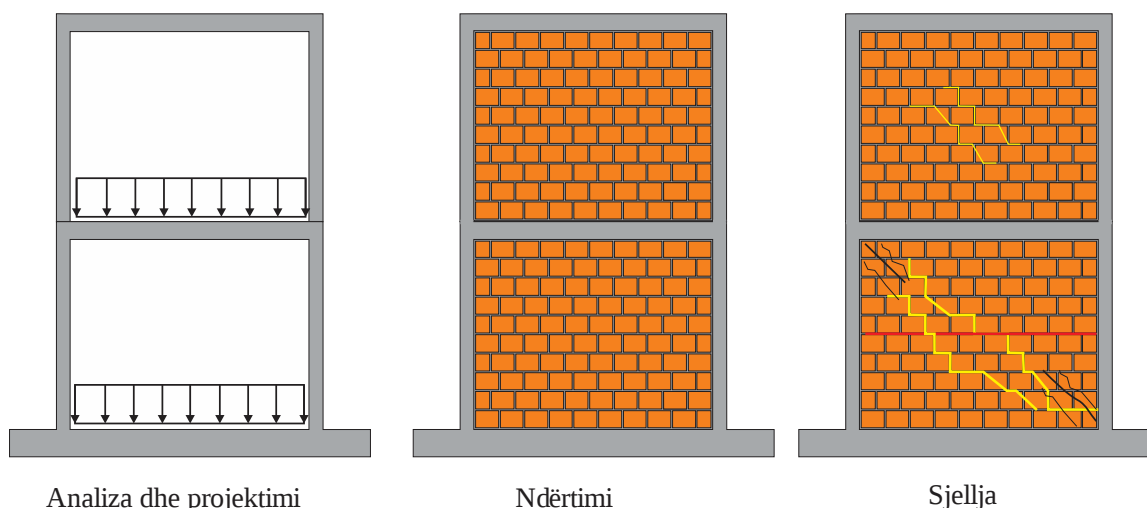


Fig.1.1 Skema llogaritëse, ndërtimi dhe sjellja e një strukture me mbushje të muraturës

Ekspertet e fushës dhe kodet e ndryshme të projektimit kane shpeshhere qëndrime të ndryshme për sa i përketë asaj se a duhet të mbrohem nga efektet negative të muraturës apo të përfitojnë nga ndikimet pozitive që mund të ketë mbushja në strukturat në përgjithësi. Një gjë është e qartë, së pavarësisht se cila filozofi projektimi ka argumente me shumë, ndikimi i mbushjeve muraturë në strukturat skeletore do të duhet të merret parasysh, qoftë duke u mbrojtur nga pasojat që shkakton ndërveprimi i saj, qoftë dhe duke i shfrytëzuar dobietë që mund të sjellë mbushja. Eurokodet strukturore EC6 dhe EC 8 janë të fokusuar në mbrojtjen nga ndikimet negative që mund të shkaktoje mbushja në ramë. Kjo për arsye të jo-uniformitetit të karakteristikave mekanike të mbushjës, varësia nga karakteristikat mekanike të materialeve përbërëse, detajeve konstruktive, vështirësia për të parashikuar sjelljen e mbushjes me muraturë, vështirësitë për të parashikuar formën e shkatërrimit etj.

1.2 Objektivat e hulumtimit dhe organizimi i punimit

Në kuader të vlerësimit sizmik të objekteve të rëndësisë publike-spitaleve në Kosovë në kete disertacion jemi fokusuar në vlerësimin e ndërveprimit mbushje e muraturës me ramën beton-arme si dhe mënyrën e përforsimit të këtyre strukturave. Në këto struktura në fillim bëhet skeleti (shtyllat dhe rigeli) e pastaj hapësirat mbushen me mbushje të muraturës. Në këtë mënyrë të ndërtimi realizohen edhe shumica e objekteve banesore dhe afariste që ndërtohen në Kosovë.

Llogaritja e ramave si skelet nuk pasqyron sjelljen e vërtetë dhe komplekse të ndërveprimit-inerksionit ramë mbushje. Prandaj hulumtimi ynë është fokusuar në disa aspekte kryesore të paraqitjeve dhe ndikimit të muraturës mbushëse, qe janë :

- Analiza dhe sjellja e ramave me mbushje me muraturë duke ju referuar praktikave të ndërtimit në Kosovë, faktorët që ndikojnë si dhe forma e shkatërrimit. Në mënyrë të veçantë do të mbahet parasysh praktika që në fillim behet ndërtimi i ramës beton arme dhe pastaj mbushja me elementet e muraturës.
- Aplikimi i metodave bashkëkohore të veprimit të forcave në mënyrë të tillë që të përafrohen veprimet reale.
- Krahasimi me metodat e mëhershme si dhe demonstrimi i mënyrës se paraqitur nga studiuesi i njohur i fushës Crisafuli, sipas të cilit gjate shqyrtimeve të ramave me mbushje, forca në rigelin e ramës duhet të jetë në tërheqje në mënyrë që të përafrohet sjellja reale e ngarkesës gjatë veprimeve sizmike.
- Të jepen mënyra për përforsimit me FPQ të strukturave me mbushje me murature për të rritur rezistencën kufitare si dhe verifikimi me anën e testeve eksperimentale të sjelljes se këtyre strukturave.
- Analiza e sjelljes së ramës me mbushje me synim që të fitohet mekanizmi i dëshiruar i reagimit, zbatimi i Teorisë se projektimit sipas kapaciteteve
- Vlerësimi i forcës prerëse në muraturë me ane të rezultateve eksperimentale, duke e konceptuar atë si forcë që inicion rrëshqitjen e një pjese të muraturës mbi tjetrën ose si forcën që shkakton formën e shkatërrimit të prerjes se panelit mbushës.
- Propozimi i një modeli për analizën dhe projektimin e ramave me mbushje me muraturë.

Në mënyrë që të plotësohen këto objektiva në pjesën e parë është bërë një hyrje ky në mënyre të shkurt është dhëne rëndësia e marrjes parasysh e mbushjeve me muraturë. Në pjesën vijuese, kapitullin e dytë është bërë një prezantim i mënyrave të ekzaminimit të materialeve përbërëse të muraturës sipas autorëve të ndryshëm dhe standardeve që ka Eurokodi EC 6. Në kapitullin e tretë është bërë një prezantim i sjelljes se ramave me mbushje nga forcat e ndryshme.

Në kapitullin e katërt është bërë një studim kritik i literaturës teknike të analizës së ramave me mbushje me muraturë.

Në kapitullin e pestë është prezantuar modeli i propozuar nga autori për ekuivalentimin e mbushjes muraturë me sistem shufrash. Në kapitullin e gjashtë janë prezantuar në mënyrë të detajuar modelet e shqyrtuar, duke përfshirë karakteristikat gjeometrike, mekanike etj. Rezultatet dhe komentimi i tyre është bërë në kapitullin e shtatë. Në kuadër të pjesëve eksperimentale është filluar me një seri shqyrtimesh të elementeve përbërëse të muraturës, blloqeve dhe llaçit. Së fundi janë shqyrtuar pesëmbëdhjetë modele ramash me mbushje. Rezultatet janë të paraqitura në forme tabelarë dhe me ane të grafikësh në mënyre që të krahasohen me mirë rezultatet, rast pas rasti.

Kapitulli 7 përmbyllet me një përmbledhje të gjitha rezultateve të testeve eksperimentale. Në kapitullin e fundit janë dhëne përfundime, rekomandime dhe objektiva pune për në të ardhmen.

Fundi mbyllet me literaturën teknike të shfrytëzuar dhe referuar përgjatë tij.

2 MATERIALET PËRBËRËSE TË MBUSHJES ME MURATURË DHE MURATURA

2.1 Llaçi

Llaçi është përzierje e çimentos, gëlqeres, agregatit dhe ujit, nganjëherë dhe aditivëve të ndryshëm që shërbejnë për të përmirësuar ndonjë veti që kërkohet. Llaçi i njomë punohet lehtë. Gjatë kohës ai ngurtesohet dhe shërben si lidhës ndërmjet elementeve të murit njëkohësisht dhe pranues i ngarkesave.

Llaçet mund të ndahen varësisht prej konceptit të prodhimit të tyre, d.m.th. në llaçe të bazuara në receptura dhe në llaçe të projektuara, ku si kriter normalisht është rezistenca në shtypje. Po kështu llaçet dallohen nga mënyra e prodhimit dhe nga vendi i prodhimit:

-Llaçet e prodhuara në fabrike, janë llaçet e dozuar dhe të përziera në fabrike. Përzierja me ujë bëhet në kantierin e ndërtimit.

-Llaçe gjysme të përgatitur, janë llaçet ku raportet e përzierjeve janë të përcaktuara. Përzierja bëhet në fabrike ose në kantierin e ndërtimit.

-Llaçet e prodhuara në kantier janë llaçet të dozuar dhe përzier në vendin e ndërtimit.

Në princip këto llaçe prodhohen duke u bazuar në raporte çimento :gëlqere : agregat :ujë, varësisht se çfarë karakteristika kërkohen. Për prodhim të llaçit mund të përdoret agregati natyral dhe i thyer.

Sikurse të betonet përzierja, forma dhe madhësia e agregatit ka ndikim të konsiderueshëm në rezistencën e llaçit.

Përqindja më e madhe e çimentos e rrit rezistencën e llaçit, kurse gëlqerja i jepe aftësi lidhëse dhe mbajtjen e ujit (water retentivity). Në fakt, raporti më i madh i qelqeres në përbërjen e llaçit e zvogëlon rezistencën në shtypje.

Eurokodin EC6, definon llaçet, bazuar në aplikimin e tyre.

- Llaçet që përdoren zakonisht me trashësi fuge me të madhe se 3mm

- Llaçet me trashësi të vogël fuge 1mm-3mm

- Llaçet të lehta, ku densiteti është me i vogël se 1500kg/m³

2.1.1 Specifikat e Llaçeve

Llaçet e projektuara klasifikohen sipas rezistencës në shtypje, P.sh. llaçi M5 ka rezistencën në shtypje 5 N/mm²(MPa) e përshkruar kjo si rezistenca mesatare në shtypje pas 28 ditëve

Llaçet e prodhuara, sipas raporteve të paracaktuara të përzierjeve 3:1.5:5- çimento :gëlqere : agregat, kanë rezistencë në shtypje por nuk klasifikohen në tipe të llaçeve M. Gjithsesi, rezistenca në shtypje e tyre duhet të dihet me qellim që të caktohet rezistenca në shtypje e murit f_k .

Megjithatë një përzierje aproksimative sipas vëllimeve mund të na japë një vlerësim të rezistencës mesatare në shtypje të llaçit (shih Tab. 2.1).

Tab. 2.1 Përzirjet tipike dhe vlerat e rezistencës në shtypje të llaçit

Tipi i Llaçit	Rezistenca mesatare në shtypje	Përzierjet aproksimative sipas vëllimeve		
		Çimento	Gëlqere	Agregat
M2	2.5MPa	1	1.25-2.5	2.25-3
M5	5MPa	1	0.50-1.25	2.25-3
M6	6MPa	1	0.5	4-4.5
M10	10MPa	1	0.25-0.50	2.25-3
M12	12MPa	1	0-0.25	3

Të dhënat në Tab.2.1 janë vetëm të karakterit informativ(te përafërt), sepse rezistenca në shtypje varet shumë nga kualiteti i çimentos dhe agregatit, përbërja granulometrikë e agregatit, pra, në çdo rast do të duhej analiza shtese për të dhënë një raport ndërmjet pjesëve përbërëse të llaçit.

Bazuar në EC8 për struktura e pa armuara dhe të përforcuara duhet të përdoren llaçet me rezistence të paktën $f_m=5\text{MPa}$. Ndërkaq, për strukturat e armuara rezistenca në shtypje e llaçit duhet të jetë min. $f_m=10\text{MPa}$.

Karakteristikat mekanike të llaçeve caktohen me ane të testeve bazuar në kërkesat e standardit evropian EN 1015-11, si vijon:

-Prizmi 40/40/160mm testohet në përkulje e pastaj në shtypje dhe rezistenca në shtypje e llaçit është vlera mesatare e rezultateve të 6 mostrave të tilla.

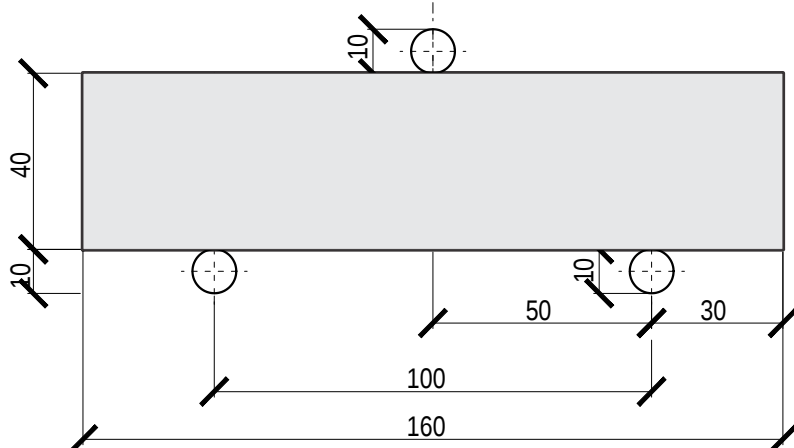


Fig.2.1 Testi në përkulje i llaçit (mm)

Sforcimi në tërheqje caktohet me shprehjen

$$f_{tm} = 1.5 \frac{P \cdot l}{bd^2}, \quad 2.1$$

ku,

P -forca maksimale që vepron në përkulje

l -gjatësia mbështetëse $(100 \pm 0.5mm)$

b, d -dimensionet e prerjes tërthore të prizmit $(40mm)$

Rezistenca në shtypje e llaçëve sillet në kufijtë prej 5 deri në 20 MPa dhe siç u nënvizua më sipër ajo varet nga një sërë faktorësh.

Duhet të ceket se rezistenca e llaçit në fugën horizontale është e ndryshme nga ajo që përcaktohet në laborator, për arsye se në kantier llaçi është i vendosur me një trashësi të caktuar dhe i nënshtrohet suksesionit të ujit në elementet mbushëse, ndërsa në laborator llaçi mbahet në lagështi të caktuar.

Ndërkaq, në kantier llaçi e rrite rezistencën me shpejt, por rezistenca përfundimtare e tij është me e vogël se ajo që rezulton në laborator. Për këtë arsye, për objektet ekzistuese rekomandohet që mostrat e llaçit të merren në objekt, edhe pse një gjë e tillë ka edhe pasojat e veta.

2.1.2 Moduli i elasticitetit dhe koeficienti i Poisson-it për llaçet

Moduli i elasticitetit caktohet në mënyrë të njëjte si për betonet e pa-armuar. Sikurse u theksua edhe për rezistencën, sasia e gëlqeres ka ndikim të madh në sjelljen e llaçit, modulin e elasticitetit dhe deformimet kufitare. Në mungesë të eksperimenteve, moduli i elasticitetit i llaçit vlerësohet sipas shprehjes së më poshtme:

$$E_m = 1000 f_m \quad 2.2$$

ku, f_m -rezistenca në shtypje e tij.

Ndërkaq, koeficienti i Poisson-it vlerësohet ndërmjete vlerave;

$$\nu = 0.15-0.2$$

Deformimet e llaçit në fugën horizontale janë më të mëdha se sa ato të njëjtit llaç të prodhuar në laborator, për shkak kushteve të ndryshme. Një gjë e tillë ndikon në modulin e elasticitetit dhe shtangësinë e tërë murit. Rezultatet tregojnë se moduli i elasticitetit në kantierin e ndërtimit është prej 1-5 herë me i vogël se i të njëjtit llaç, i shqyrtuar në mostrat standarde laboratorike.

2.2 Elementet e muraturës

Mbushjet klasifikohen varësisht prej materialit që janë të ndërtuara, mënyrës së ndërtimit, etj. Forma dhe cilësia e këtyre materialeve mbushëse bazohen në standardet e vendeve përkatëse dhe prandaj mund të jenë të ndryshme prej vendit në një tjetër. Përveç karakteristikave fizike që kanë, mbushjet e muraturës duhet t'i përmbushin dhe kriteret e zë-izolimit, kriteret termike, stabilitetin ndaj veprimeve anësore, duhet të jenë të lehta për ndërtim si dhe të kenë peshë të vogël. Në përgjithësi kualiteti i mbushjësve duhet të bazohet në kërkesat e rregullave apo standardeve evropiane, duke u nisur nga materiali, prodhimi, rezistenca mekanike, dimensionet dhe tolerancat etj.

Që muret mbushëse të jenë të projektuara sipas standardeve evropiane, mbushjet e muraturës duhet të ndërtohen me njërin nga gjashtë tipet e elementeve të mëposhtme, të dhëna bashkë me numrin e standardit relevant, i cili kontrollon dhe specifikon prodhimin.

Elementet nga argjila	EN 771-1
Elementet prej silikateve	EN 771-2
Elementet nga betoni	EN 771-3
Elemente autoklave prej betoni poroz (autoclaved aerated concrete unit)	EN 771-4
Elementet prej guri artificial	EN 771-5
Elementet me gurë natyral	EN 771-6

Pavarësisht nga materiali me të cilën ndërtohen elementet e mbushjes, ndahen në:

- Të plota (ose ekuivalente me to) që janë elementet me boshllëqe në vëllim më të vogël se 25%
- Elementet me vrima, ku bëjnë pjese elementet me boshllëqe me shume se 25% dhe më e vogël se 50%
- Elementet me boshllëqe më shume se 50% e prerjes tërthore.

Në rastin e përdorimit të elementeve muraturës me boshllëqe në objektet që ndodhen në zonat aktive sizmike, në Eurokodet EC 8 dhe EC 6 kërkohet të plotësohen dhe kërkesat e mëposhtme:

- boshllëqet në elementet e muraturës të jenë me pak se 50% e vëllimit të prerjes;
- trashësia minimale e mureve të elementeve duhet të jetë me e madhe se 15mm

Duke u bazuar në këto dy kërkesa Eurokodi EC 6 grupon elementet mbushëse në katër grupe varësisht nga: totali i boshllëqeve, madhësia e një boshllëku, sipërfaqja e boshllëqeve, orientimit i boshllëqeve dhe trashësisë së mureve (periferike dhe të brendshme). Këto janë përmbledhur në tabelën e mëposhtme si dhe të prezantuara në fig. 2.2,fig.2.3 dhe fig. 2.4.

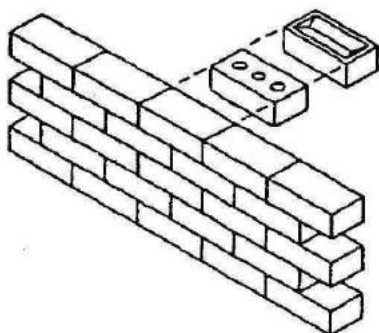


Fig.2.2 Elementet mbushëse Grupi 1

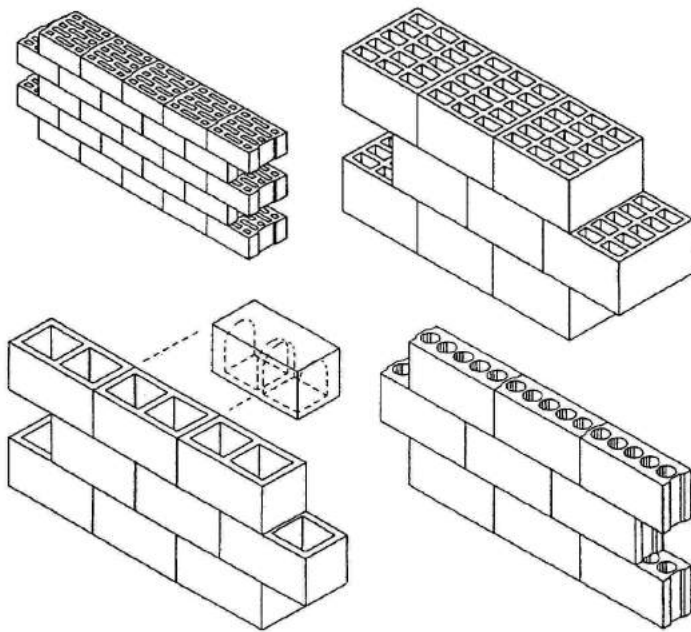


Fig.2.3 Elementet mbushëse Grupi 2a dhe Grupi 2b

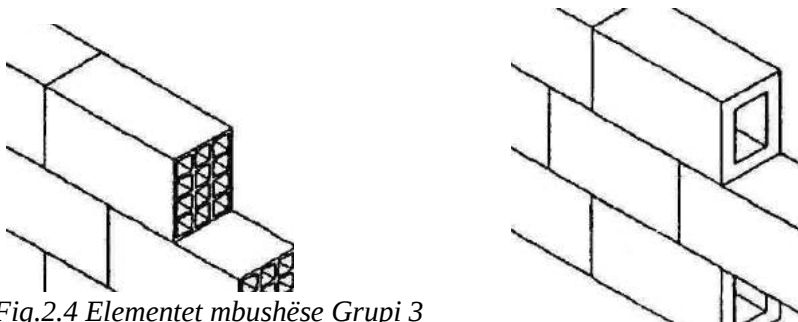


Fig.2.4 Elementet mbushëse Grupi 3

Tab.2.2 Grupimi i elementëve, EN 1996-1-1

	Grupimi i elementeve të mbushjes			
	Grupi 1	Grupi 2a	Grupi 2b	Grupi 3
	Vrimat vertikale			Vrimat Horizontale
Zbrazëtirat(% në vëllim)	≤25	>25-45 për elemente nga argjila, >25-50 për elemente nga betoni	>45-55 për elemente nga argjila, >50-60 për elemente nga betoni	≤70
Vëllimi i një vrimë(%ne vëllim)	≤12.5	≤12.5 për elemente nga argjila ≤25 për elemente nga betoni	≤12.5 për elemente nga argjila ≤25 për elemente nga betoni	E limituar me sipërfaqe(shih më poshtë)
Sipërfaqja e një vrimë	E limituar më vëllim(shih me sipër)	E limituar me vëllim(shih sipër)	E limituar me vëllim(shih sipër)	≤2800mm ² përveç elementeve me një vrimë ku sipërfaqja e vrimës duhet të jete ≤18000mm ²

Rezistenca në shtypje minimale :

elementet prej argjile- min. $f_b = 2.5MPa$

elementet prej silikateve- min. $f_b = 5MPa$

elementet prej betoni- min. $f_b = 1.8MPa$

elemente autoklave betoni poroz- min. $f_b = 1.8MPa$

elementet prej guri artificial dhe natyral –min. $f_b = 15MPa$.

2.2.1 Rezistenca në shtypje sipas Eurokudit EC 6

Sipas Eurokudit EC 6 f_b është rezistenca mesatare e normalizuar në shtypje e elementeve (normalised mean compressive strength of the unit). Kjo është vlera mesatare e shqyrtimeve që kanë rezultuar nga se paku dhjetë mostra me dimensione 100mm gjerësi dhe 100 mm lartësi, të prera nga elementet e mbushjes muraturë. Nëse shqyrtimi në shtypje bëhet për përmasat reale të elementeve të mbushjës atëherë rezistenca në shtypje merr parasysh edhe koeficientin e formës.

Kur rezistenca në shtypje shprehet si rezistencë karakteristike se pari ajo duhet të konvertohet në vlerë mesatare të shtypjes, bazuar në koeficientet e variacionit.

Vlerat e faktorit të formës për konvertim të rezistencës nga vlera mesatare në vlerë të normuar janë dhëne sipas Eurokudit EC6 në tabelën e më poshtme (Tab.2.3).

Rezistenca në shtypje përcaktohet direkt nga ekzaminimi në shtypje.

Duhet të mbahet parasysh se sjellja e elementeve ndikohet nga fërkimi ndërmjet elementit dhe pllakës të makinës testuese. Pllaka i shtrëngon deformimet anësore dhe ky shtrëngim ndikon në rritjen fiktive të rezistencës së elementit. Shtrëngimi efektin më të madh e ka kur raporti i lartësisë me trashësinë e elementit zvogëlohet.

Zakonisht përdoren dy mënyra të shqyrtimi: 1-dukë rrafshuar elementet me gips apo çimento; 2- duke përdorur baza të buta, (fije nga druri, tapë etj.) të cilat zvogëlojnë fërkimin në mes pllakës dhe elementeve

Tabela 2.3 Vlera e faktorit të formës për konvertimin e rezistencës nga vlera mesatare në vlerë të normuar sipas Eurokudit EC6

Lartësia (mm)	Dimensioni me i vogël horizontal (mm)				
	50	100	150	200	250
50	0.85	0.75	0.7	-	-
65	0.95	0.85	0.75	0.7	0.65
100	1.15	1	0.9	0.8	0.75
150	1.3	1.2	1.1	1	0.95
200	1.45	1.35	1.25	1.15	1.1
250	1.55	1.45	1.35	1.25	1.15

..

Shtete të ndryshme kanë adoptuar dhe mënyra të ndryshme të testimit. Eurokodi EC 6 ka adaptuar mënyrën e pare të shqyrtimit. Ndërsa autori Crisafuli ka propozuar mënyrën e dytë duke përdorur baza të buta ndërmjet pllakës dhe elementeve.

2.2.2 Metoda e caktimit të rezistencës në shtypje të elementeve muraturë sipas Crisafuli[1]

Sipas kësaj metode, shqyrtimi i rezistencës në shtypje të elementeve bëhet duke ekzaminuar së bashku tre elementet të muri të cilat janë të ndara ndërmjet tyre me pllaka prej tape.

Tapa e përdorur ka koeficientin e Poisson-it pothuajse zero dhe në këtë mënyrë nuk ndikon në gjendjen e sforcimeve në elementet mbushëse.

2.2.3 Moduli i elasticitetit dhe koeficienti i Poisson-it të elementeve mbushës

Marrëdhënia sforcime-deformime në elementet mbushës varet nga lloji i materialit me të cilin është ndërtuar kjo mbushje. Rezultatet eksperimentale tregojnë se marrëdhënia sforcime-deformime e elementeve mbushës me tulla argjile është pothuaj lineare deri në shkatërrim. Kjo përfundon pastaj me rënie të shpejte të rezistencës, çka do të thotë thyerje të brishtë të tullave. Kurse tek blloqet nga betoni marrëdhënia është jolineare e njëjtë kjo si tek sjellja e betonit.

Nuk ekziston një metodë standarde që të japë mënyrën e përcaktimit të modulit të elasticitetit të elementeve mbushëse. Kjo varet nga materiali dhe rezistenca në shtypje.

Sipas Kirtching (Crisafuli[1], faqe 20), bazuar në rezultatet e fituara gjatë shqyrtimit të tullave dhe blloqeve me vrima nga argjila, blloqeve prej silikateve të kalciumit, moduli i elasticitetit propozohet

$$E_b = 980 \cdot f_b^{0.77} (MPa) \quad 2.3$$

Ndërkaq, bazuar në Atkinson, McNary etj koeficienti i Puasonit merr vlera prej 0.13-0.22, për të tre llojet e materialeve të elementeve.

Bazuar në Sahlin [1], për tullat prej argjili, me rezistenca në shtypje që sillet në diapazonin 20 deri në 50 MPa, moduli i elasticitetit shprehet si:

$$E_b = 300 \cdot f_b (MPa), \quad 2.4$$

ku:

f_b është rezistenca mesatare e normalizuar në shtypje të elementeve.

Duke e krahasuar vlerën e sipërme me modulën e elasticitetit të elementeve nga betoni, është mjaft me e vogël, (moduli i elasticitetit i elementeve nga betoni sillet prej 3000-12000 MPa).

2.2.4 Rezistenca në tërheqje të elementeve mbushës

Rezistenca në tërheqje përcaktohet në bazë të tri mënyrave vijuese të shqyrtimit:

1.- Testi në përkulje, ku mostra i nënshtrohet momentit përkulës të shkaktuar nga forca koncentrike në mes.

2.- Testi në çarje, ku mostra i nënshtrohet veprimit të forcave koncentrike lineare në të dy anët, çka shkakton që nga forcat tërheqëse mostra çahet sipas rrafshit në të cilin vepron ngarkesa lineare.

3.-Testi direkt në tërheqje, ku mostra i nënshtrohet veprimit direkt në tërheqje, një test i vështirë për realizim sepse nevojiten elemente speciale për tërheqjen e mostrave.

Metoda në çarje vlerësohet si metoda me e besueshme për caktimin e rezistencës në tërheqje.

Bazuar në Crisafuli[1] rezistenca në tërheqje aksiale mund të përcaktohet nga shtypja aksiale të elementeve duke zbatuar shprehjet e mëposhtme.

$$f'_{tb} = c \sqrt{f'_{cb}} \quad 2.5$$

$c=0.28$ -për testin në tërheqje

$c=0.34$ -për testin në çarje

$c=0.69$ -për testin në përkulje

2.2.5 Moduli i elasticitetit të elementeve

Moduli i elasticitetit i elementeve bazohet nga lloji dhe rezistenca në shtypje e materialit me të cilin ndërtohen elementet. Bazuar në Sahlin [1] moduli i elasticitetit për tullat nga argjila është

$$E_b = 300 f_b , \quad 2.6$$

Kjo shprehje aplikohet për elementet që kanë rezistence në shtypje në diapazonin 20 deri 50 MPa. Ndërkaq, sipas Kirtsching [1], moduli i elasticitetit i tullave (elementeve) prej argjile, silikati, betoni etj. është

$$E_b = 980 f_b^{0.77} , \quad 2.7$$

Koeficienti i Poisson-it, përgjithësisht në literaturë vlera e tij sillet në kufijtë 0.13-0.22

2.3 Muraturat

2.3.1 Sjellja e mureve në shtypje.

Strukturat nga muret paraqesin sjellje të mire zakonisht kur janë nën veprimin e forcave shtypëse normal në fugën horizontale

Në fillim, për nivele të vogla të forcës, vartësia është lineare. Me tej me rritjen e forcës kapaciteti mbajtës i muri sillet si jolinear dhe fillojnë të paraqiten plasaritjet normale në fugën horizontale. Kështu, muri ndahet në disa kolona deri sa humb stabilitetin dhe ndodh shkatërrimi. Nga veprimi i forcës shtypëse deformimet në llaç normalisht do ishin më të mëdha se sa të elementeve mbushëse. Mirëpo meqë ka fërkim midis llaçit dhe elementeve, atëherë në elemente paraqiten sforcime në tërheqje. Në të njëjtën kohë llaçi, për shkak të përforsimit nga veprimi bi-aksial mund të përballojë sforcime më të mëdha në shtypje. Kjo çon në atë që forca shtypëse në mure të jetë e kufizuar me rezistencën në tërheqje të elementeve.

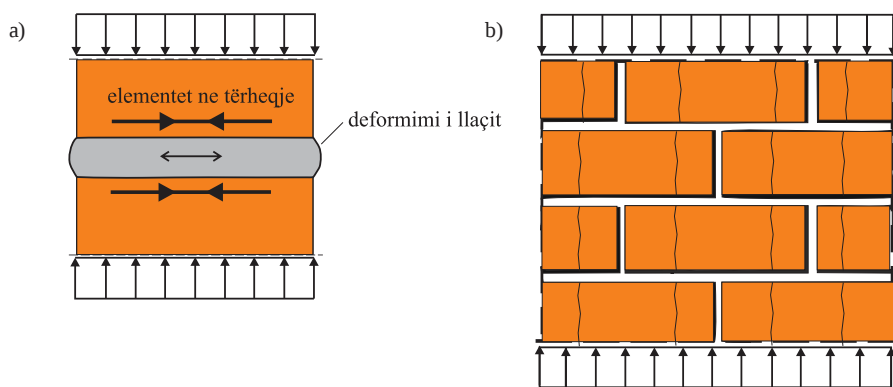


Fig.2.5, a) Sforcimi në tërheqje në elemente, b) Plasaritjet në elemente normal në sforcimin në tërheqje

2.3.2 Rezistenca në shtypje e murit

Rezistenca në shtypje e murit përcaktohet në mënyrë eksperimentale. Kur kjo s'është e mundur rezistenca në shtypje përcaktohet duke u bazuar në shprehjet empirike të nxjerra nga eksperimentet në vendet të ndryshme.

-Përcaktimi eksperimental i rezistencës në shtypje

Për caktimin e rezistencës në shtypje në mënyrë eksperimentale duhet të përgatitet modeli mur me përmasa të vogla, lartësia e murit duhet të jete prej 2-5 herë me e madhe se trashësia e murit (bazuar në kodet e Zelandës së Re), të ketë se paku 3-4 elemente mbushëse në lartësi dhe gjerësi se paku dy elemente.

Sipas autoreve të ndryshëm vlerat e fituara në këtë mënyrë duhet të korrektohen me faktorin në funksion të lartësisë dhe trashësisë [1].

Sipas normave evropiane, EN 1052-1[10], gjeometria e modelit mur duhet të realizohet si në fig.2.6 dhe Tab.2.4.

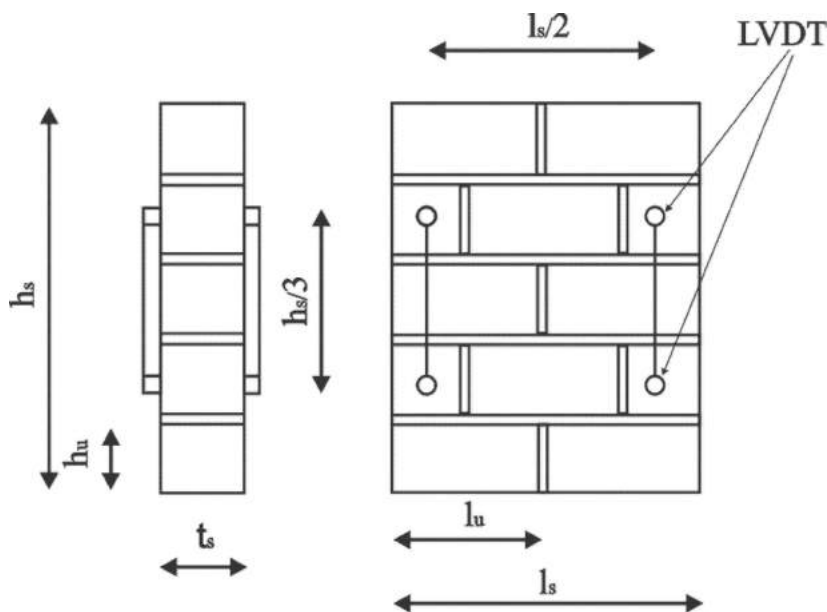


Fig.2.6 Gjeometria e murit model

Tab.2.4 Gjeometria e murit model

Dimensionet e elementeve		Dimensionet e murit model			
l_u	h_u	gjatësia	Lartësia	gjerësia	
≤ 300	≤ 150	$\geq (2 \cdot l_u)$	$\geq 5h_u$	$\geq t_s$ dhe $\leq 15 t_s$	$\geq t_u$
	> 150		$\geq 3h_u$		
> 300	≤ 150	$\geq (1.5 \cdot l_u)$	$\geq 5h_u$	$\geq t_s$ dhe $\geq l_s$	$\geq t_u$
	> 150		$\geq 3h_u$		

Ndërkaq, gjithnjë sipas normave evropiane duhet që:

- Numri i mureve model që testohen për të përcaktuar rezistencën në shtypje të jete ≥ 3 .
- modeli mur të ketë se paku një fuge vertikale në elementet e mesit.

Për secilin test të murit model rezistenca në shtypje përcaktohet me shprehjen

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A_i}, \quad 2.8$$

ku:

$F_{i,max}$ - është ngarkesa maksimale që arrihet në një mostre individuale murature;

A_i - është prerja tërthore e ngarkuar e një muri të testuar

Me tej, përcaktojmë rezistencën mesatare në shtypje f të mostrave të muraturës me saktësi $0.1 \frac{N}{mm^2}$.

Ndërkaq, rezistenca karakteristike në shtypje llogaritet nga:

$$f_k = \frac{f}{1.2} \text{ ose } f_k = f_{i,min}, (\text{vlera më e vogël përvetësohet}), \quad 2.9$$

ku:

f - është vlera mesatare e rezistencës në shtypje të muraturës;

$f_{i,min}$ - është rezistenca më e vogël në shtypje të muraturës.

Kur rezistenca në shtypje e elementeve të mbushjes dhe/ose llaçit, në momentin e testimit të murit shmanget prej rezistencës specifike të elementeve mbushës f_{bd} ose llaçit f_{md} , rezistenca në shtypje e murit e përcaktuar nga eksperimenti konvertohet në rezistencën ekuivalente të murit që i korrespondojnë rezistencat e elementeve dhe llaçit me anë të këtij ekuacioni.

$$f_{id} = f_i \times \left(\frac{f_{bd}}{f_b} \right)^{0.65} \times \left(\frac{f_{md}}{f_m} \right)^{0.25} \quad 2.10$$

ku:

f_{id} - është rezistenca e përmirësuar individuale në shtypje e muraturës.

f_i - është rezistenca në shtypje e një mostre individuale murature.

f_b - është rezistenca mesatare në shtypje e elementeve (blokave, tullave) në kohën e testimit të muraturës.

f_m - është rezistenca mesatare në shtypje e llaçit në kohën e testimit të muraturës

f_{md} - është rezistenca mesatare e specifikuar e llaçit

f_{bd} - është rezistenca mesatare e specifikuar e elementeve (blokave, tullave) të muraturës.

Shndërrimi i vlerës së rezistencës në shtypje për elementet duhet të bëhet vetëm atëherë kur rezistenca mesatare e testit të elementeve është në kufirin 25% të rezistencës specifike dhe rezistenca e llaçit është në kufijtë të dhëna në tabelën Tab.2.5.

Tab.2.5.Kufijtë e lejuar të rezistencës në shtypje të llaçit, brenda të cilëve muratura mund të testohet [39]

Klasifikimi i llaçit	Rezistenca në shtypje e specifikuar (f_{md}) N/mm ²	Vlera mesatare e rezistencës në shtypje në kohën e testimit (f_m) N/mm ²
M1	1,0	$1 \leq f_m < 2.5$
M2.5	2.5	$2.5 \leq f_m < 5$
M5	5,0	$5 \leq f_m < 7.5$
M7.5	7.5	$7.5 \leq f_m < 10$
M10	10,0	$10 \leq f_m < 12.5$
M12.5	12.5	$12.5 \leq f_m < 15$
M15	15,0	$15 \leq f_m < 20$
M20	20,0	$20 \leq f_m < 30$
M30	30,0	$30 \leq f_m < 40$

Kështu, rezistenca karakteristike në shtypje përcaktohet si vijon:

$$f_k = \frac{f_d}{1.2} \quad \text{ose} \quad f_k = f_{id, \min}, \text{ vlera më e vogël përvetësohet,} \quad 2.11$$

ku:

f_d - është vlera mesatare e rezistencës së përmirësuar në shtypje e muraturës.

$f_{id, \min}$ - është vlera minimale e rezistencës së përmirësuar në shtypje e një murature individuale.

Në përgjithësi, modeli i murit i nënshtrohet forcës shtypëse deri sa paraqiten plasaritjet vertikale dhe humb stabilitetin. Ndërkaq, procedurat e testimit janë të ndryshme për vende të ndryshme.

Rregullat amerikane ASTM për testimin e rezistencës në shtypje rekomandojnë që modeli i murit të ketë pjesën kontaktuese me pllakën testuese të njëjtë si kushtet reale, d.m.th. të jetë e rrafshuar me llaç. Kurse standardet neozelandeze [1] parashohin që në pjesën kontaktuese të vendosen pllaka druri me trashësi 12mm që të eliminohet shtrëngimi nga pllaka në makinën testuese dhe që rezistenca të mos ndikohet nga ndonjë faktor korrektues.

-Përcaktimi me formula empirike i rezistencës në shtypje të murit

Në pamundësi të provave eksperimentale rezistenca në shtypje e murit mund të përcaktohet duke u bazuar në formula empirike të cilat kanë dalë si rezultat i shume testeve të realizuara në vende të ndryshme. Duhet të theksohet se përdorimi i formulave empirike mund të merret si i vlefshëm vetëm për kushte dhe materiale të njëjta. Varësisht prej parametrave hyrës dhe raporteve të ndryshme me poshtë paraqesim, rekomandimet e disa kodve dhe autorëve për përcaktimin e rezistencës në shtypje të murit.

Sipas Eurokodit EC 6 [26] shprehja për rezistencën e murit jepet në varësi të rezistencës në shtypje të elementeve dhe llaçit me ane të këtij barazimi:

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} f_m^{0.3} \text{ (MPa)}, \quad 2.12$$

ku:

f_m -është në vlerë më të vogël se 20 MPa ($f_m \leq 20 \text{ MPa}$ ose $f_m \leq 2 f_b$,

K- është një konstante e që varet nga klasifikimi i elementeve në grupe,(shih.Tab.2.6).

Tab.2.6 Vlerat e K për lloje të ndryshme të llaçeve dhe grupeve të elementeve

Elementet e muraturës		Llaçet në përgjithësi	Llaçet me trashësi të hollë të fugës(fuga horizontale $\geq 0.5 \text{ mm}$ dhe $\leq 3 \text{ mm}$)	Llaçi me densitet të ulet	
				$600 \leq \rho_d \leq 800 \text{ kg/m}^3$	$800 < \rho_d \leq 1300 \text{ kg/m}^3$
Argjila	Grupi 1	0.55	0.75	0.3	0.40
	Grupi 2	0.45	0.7	0.25	0.30
	Grupi 3	0.35	0.5	0.20	0.25
	Grupi 4	0.35	0.35	0.20	0.25
Silikatet	Grupi 1	0.55	0.80	+	+
	Grupi 2	0.45	0.65	+	+
Betoni	Grupi 1	0.55	0.80	0.45	0.45
	Grupi 2	0.45	0.65	0.45	0.45
	Grupi 3	0.40	0.50	+	+
	Grupi 4	0.35	+	+	+
Elemente autoklave betoni poroz	Grupi 1	0.55	0.80	0.45	0.45
Gurë artificiale	Grupi 1	0.45	0.75	+	+
Gurë natyrore me dimensione	Grupi 1	0.45	+	+	+
+ Shënim: Kombinimi i llaçit dhe elementeve zakonisht nuk përdoret					

Sipas Hendry and Malek

$$f_k = 1.242 \cdot f_b^{0.531} f_m^{0.208} \text{ (MPa)} \text{ për trashësi të elementit } t=102 \text{ mm dhe} \quad 2.13$$

$$f_k = 0.334 \cdot f_b^{0.778} f_m^{0.234} \text{ (MPa)} \text{ për trashësi të elementit } t=215 \text{ mm} \quad 2.14$$

-muret janë ndërtuar me tulla të plota dhe me llaç me përzierje 1:1/4:3(c:g:z)

Sipas Tassios 3[17] ,

Rezistenca në shtypje jepet në varësi të rezistencës së elementeve dhe rezistencës së llaçit

$$f_k = 0.7 \cdot \sqrt{f_b} \cdot \sqrt[3]{f_m} \text{ (MPa)}, \quad 2.15$$

Sipas Cuomo (1997)[17]

$$f_k = 0.4 \cdot f_b^{0.67} f_m^{0.435} \text{ (MPa)}, \quad 2.16$$

Për muret me llaç me shtresa të holla (0.5-3mm) rezistenca në shtypje e murit jepet me anë të shprehjeve [26].

$$f_k = K \cdot f_b^{0.85} \text{ (MPa)}, \quad 2.17$$

për elementet mbushëse që hyjnë në grupin 2 dhe 3 përveç argjilës

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \text{ (MPa)}, \quad 2.18$$

për elementet prej argjile të grupit 2 dhe 3 .

2.3.3 Faktorët që ndikojnë në rezistencën në shtypje të murit

Dy janë faktorët kryesorë që ndikojnë në rezistencën në shtypje të murit:

1.-rezistenca në tërheqje elementeve (elementet me boshllëqe janë të pafavorshme në lidhje me këtë aspekt) dhe

2.-rezistenca në shtypje e llaçit (rezistenca me e madhe e llaçit zvogëlon deformimet anësore).

Por, ka dhe faktorët të tjerë që ndikojnë në rezistencën në shtypje të murit. Këta janë:

-trashësia e llaçit në fugën horizontale (rekomandohet lartësia 8-15mm)

-mbushja totale e fugave,

-numri i fugave horizontale, elementet me lartësi më të madhe janë me të favorshëm në këtë aspekt.

-absorbimi i ujit dhe mbajtja e ujit

-konstruktimi i murit, format dhe metodat e lidhjeve të elementeve

-drejtimi i ngarkesës shtypës etj.

2.3.4 Teoria e thyerjes

Teoria sipas Crisafuli [1]

Kjo teori ndjek përgjithësisht të njëjtën procedurë si dhe teoria e thyerjes sipas Hilsdorf. Veçoria kryesore e saj është kjo: shpërndarja e sforcimeve në shtypje në llaç dhe sforcimet në tërheqje në elemente mbështetëse në studimet parametrike të bazuara në metodën e elementeve të fundme (MEF). Crisafuli në metodën e tij e modifikon dhe e përmirëson procedurën origjinale.

Shpërndarja e sforcimeve në elemente dhe në shtresën e llaçit është jo uniforme përgjatë prerjes vertikale. Ndërkaq, kushtet e ekuilibrit mund të shprehën si

$$C_{db} f_{xb} b + C_{dm} f_{xm} j = 0, \quad 2.19$$

ku:

j-trashësia e llaçit,

b- lartësia e elementit,

C_{db} dhe C_{dm} -janë faktorët e shpërndarjes së sforcimeve. Këta të fundit definojnë si raporte ndërmjet sforcimit mesatar anësor dhe sforcimit maksimal anësor në elemente dhe në llaç, respektivisht si:

$$C_{db} = \frac{1}{f_{xb}} \int_0^b f_x d_y \quad 2.20$$

$$C_{dm} = \frac{1}{f_{xm}} \int_0^j f_x d_y \quad 2.21$$

Faktorët C_{db} dhe C_{dm} marrin vlerat 1 kur shpërndarja e sforcimeve është uniforme [supozimi nga Hilsdorf].

Le të kombinojmë tani ekuacionin 2.19 me ekuacionin 2.22.

$$f'_{cm} = f_m + m S_1, \quad 2.22$$

ku:

m -është një faktor që varet nga rezistenca aksiale në shtypje,

f'_{cm} - rezistenca në shtypje e llaçit të përforcuar,

S_1 -është vlere absolute e sforcimit të përforcuar anësor.

Duke bërë me teje zëvendësimet përkatëse në barazimin 2.22

$$S_1 \frac{f'_x}{f'_{tb}} + \frac{f'_y}{f'_{cb}} = S_2, \quad 2.23$$

fitojmë shprehjen e propozuar për përcaktimin e rezistencës në shtypje të muraturës;

$$f'_m = f'_{cb} \frac{S_2 f'_{tb} + \frac{S_1 a_m}{C_d} f'_j}{f'_{tb} + \frac{S_1 a_m}{C_d} f'_{cb}} \quad 2.23$$

ku $a_m = \frac{j}{mb}$ dhe $C_d = \frac{C_{db}}{C_{dm}},$

Në shprehjet e mësipërme:

$$C_{db} = \frac{0.2}{\frac{b}{d}},$$

ku:

d -është gjatësia e elementeve mbushëse

$$C_{dm} = 1 - \frac{1.1}{\frac{j}{d}}$$

$$C_d \cong \frac{0.2}{\frac{b}{d} \left(1 - 0.1 \frac{b}{d} \right)}$$

2.3.5 Moduli i elasticitetit dhe rrëshqitjes të murit

Gjate shqyrtimit të mureve në shtypje mund të përcaktohet edhe moduli i elasticitetit. Ketë e bëjmë bazuar në Euronormës, EN 1052-1 të definuar si modul sekante në kushtet e shfrytëzueshmërisë së ngarkesave në 1/3 e ngarkesës maksimale.

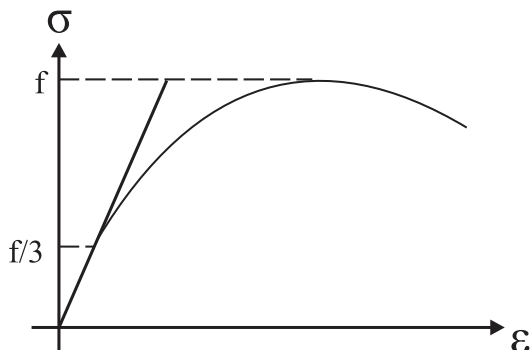


Fig.2.7 Lidhja sforçime-deformime për muraturën

Përcaktimi i modulit të elasticitetit sipas EN 1052-1 behet, sipas shprehjes së më poshtme:

$$E_i = \frac{F_{i,max}}{3 \times e_i \times A_i}, \quad 2.24$$

ku:

$F_{i,max}$ - është ngarkesa maksimale që arrihet në një mostre individuale murature,

E_i - është moduli i elasticitetit të një muri të testuar,

e_i - është deformimi mesatar i një muri të testuar në 1/3 e rezistencës maksimale të arritur;

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A_i}, \quad 2.25$$

ku:

f_i - është rezistenca në shtypje të një mostre të veçantë murature; dhe

A_i - është prerja tërthore e ngarkuar e një muri të testuar,

Në mungesë të rezultateve eksperimentale për caktimin e modulit E_i Eurokodi EC6 propozon që vlera e modulit të elasticitetit për analize strukturore të pranohet nga:

$$E = 1000 \cdot f_k, \quad 2.26$$

Gjatë llogaritjeve për gjendjen kufitare të funksionalitetit moduli i elasticitetit shumëzohet me 0.6.

Shumë autore kanë dhënë për modulit të elasticitetit shprehje të cilat ndodhen në diapazonin:

Kështu, sipas Paulay dhe Priestley [4]:

$$E = 750 \cdot f_k \quad 2.27$$

Sipas, Crisafuli[1]

$$400 f_k < E < 1000 \cdot f_k, \quad 2.28$$

Sipas, Hendry[38]:

$$E = 2116 f_k^{0.5} \quad 2.29$$

Sipas, Sinha dhe Pedreshi [38]:

$$E = 1180 f_k^{0.83} \quad 2.30$$

Duke konsideruar se muri është strukturë kompozite e përberë nga elementet (bllokave, tullave) dhe llaçit, secili prej elementeve ka karakteristika të ndryshme të deformimeve. Bazuar në këto karakteristika moduli i elasticitetit mund të jepet me anën e modeleve analitike. Autorë të shumtë kanë dhënë të njëjtën shprehje, duke supozuar sjelljen elastike për të dy materialet dhe duke supozuar që deformimi total është si shumë e deformimeve të elementeve dhe llaçit në fugën horizontale. Shprehja është si vijon,[1]:

$$E_i = E_b \frac{\left(\frac{h_u}{j} + 1 \right)}{\left(\frac{h_u}{j} + \frac{E_b}{E_m} \right)}, \quad 2.31$$

ku:

h_u -është lartësia e elementeve mbushëse,

j - është trashësia e fugës.

Kjo shprehje tregon se moduli i elasticitetit të murit është gjithnjë me i vogël se moduli i elasticitetit të elementeve kur llaçi është me i deformueshëm se elementet, si kurse ndodh zakonisht. Aty parashikohet se E_i rritet kur llaçi është më rezistencë më të madhe dhe trashësia e fugës është me e vogël.

Bazuar në Eurokodin EC 6 moduli i rrëshqitjes G mund të merret sa 40% e modulit të elasticitetit E . Por, bazuar në rezultatet e eksperimenteve vlera e modulit të rrëshqitjes është në fakt me e vogël se sa propozohet nga EC 6. Nëse modulin e rrëshqitjes e shprehim në funksion të rezistencës tërheqëse f_{tk} atëherë kjo vartësi konsiderohet, sipas [12], e barabarte me:

$$1000 f_{tk} < G < 2700 \cdot f_{tk} \quad 2.32$$

Shumica e rezultateve japin: $G = 2000 \cdot f_{tk}$.

Duke pasur një rang të gjerë vlerash që mund të ketë moduli i elasticitetit dhe i rrëshqitjes, testimi i murit për caktimin e këtyre karakteristikave mbetet rruga parësore dhe më e besueshme në rast të verifikimit sizmik të strukturave me mure.

2.3.6 Sjellja e mureve nën veprimin e forcave prerëse dhe sforcimit në dy plane

Kur muret u nënshtrohen ngarkesave anësore shkaktuar nga tërmetet dhe erërat, kërkohet një vlerësim adekuat dhe i besueshëm i rezistencës në shtypje të murit. Sforcimet prerëse zakonisht janë të kombinuar me sforcime në shtypje të cilat vinë si rezultat i veprimit të forcave vertikale.

Bazuar në eksperimente dhe në të dhënat e dëmtimeve që ndodhin gjatë tërmeteve, dallohen tre forma të humbjes së aftësisë mbajtëse që definojnë dhe sjelljen nga veprimi sizmik. Sjellja e murit varet nga dy karakteristika të rëndësishme: brishtësitë e thyerjes së elementeve nën tërheqje dhe dobësitë që mund të shfaqen në fugat e llaçit. Kështu, format e shkatërrimit (humbjes së aftësisë mbajtëse) rezultojnë nga kombinimi i plasaritjeve në formë diagonale nëpër elemente për shkak të veprimit të sforcimit në tërheqjes dhe prishjes së lidhjes (debonding) midis llaçit dhe elementeve. Në këtë mënyrë mekanizmi i humbjes së aftësisë mbajtëse varet nga: gjeometria e tij, kualiteti i materialeve kushtet e lidhjeve dhe ngarkesa që vepron në mur.

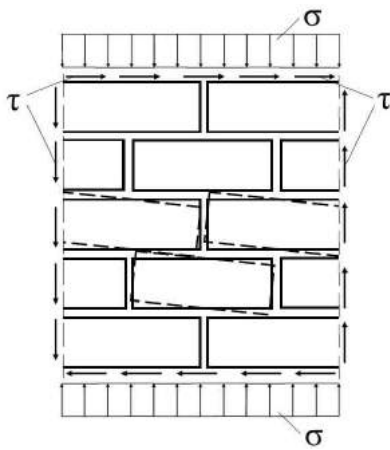


Fig.2.8 Pjesë e shkëputur nga tërësia e murit

2.3.6.1 Format e shkatërrimit

-Shkatërrimi në rrëshqitje- (humbjes së aftësisë mbajtëse në prerje- fërkimit)

Kjo formë e humbjes së aftësisë mbajtëse ndodh edhe për nivele të vogla të sforcimeve në shtypje. Në këtë rast , dukuria ndodh si prishje e lidhjes në sipërfaqen mes llaçit dhe elementeve.

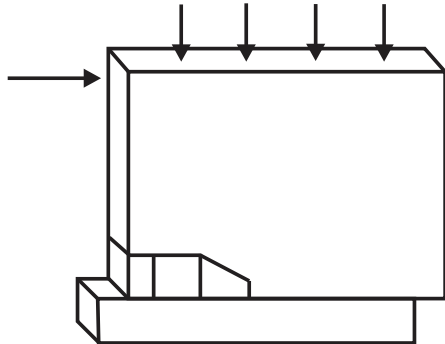


Fig.2.9 Shkatërrimi nga rrëshqitja

Kështu shkaktohet rrëshqitja në fugen horizontale (bed joint) për nivele shume të vogla të forcës si dhe rrëshqitje në forme diagonale neper fugat vertikale dhe horizontale.

-Shkatërrimi nga sforcimet në tërheqje.- humbjes së aftësisë mbajtëse për shkak të prerjes

Kjo dukuri ndodh nga kombinimi i forcave horizontale dhe nga një nivel mesëm deri i lartë i vlerës së sforcimeve normale. Në këtë rast sforcimet kryesore në tërheqje që shfaqen në mur kalojnë rezistencën në tërheqje të murit. Rezistenca në prerjen e llaçit rritet nga veprimi i forcës normale, kështu që në elemente shfaqen plasaritjet ashtu si dhe në fugat vertikale. Kjo formë është tipike për muret që i nënshtrohen veprimeve sismike.

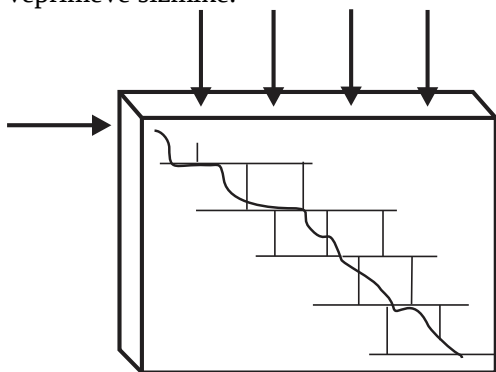


Fig.2.10 Shkatërrimi nga sforcimet në tërheqje

-

Forma e shkatërrimit nga përkulja

Në rastet kur rezistenca në prerje është jo e ulët dhe kur ka për raport të madh moment/force prerëse, mund të ndodhin thyerje në zonat e shtypura. Ky është një tregues se forma humbjes së aftësisë mbajtëse është përkulëse

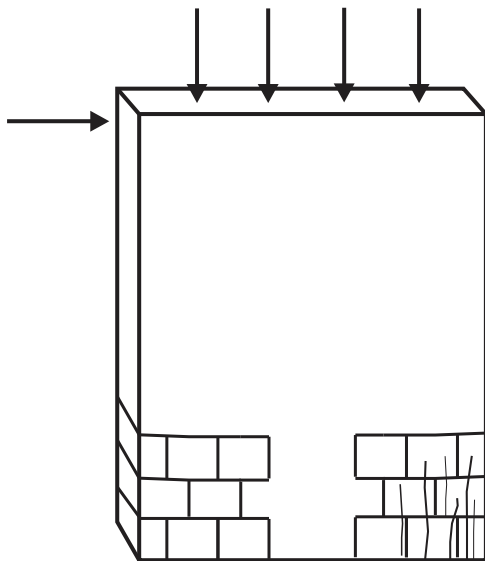


Fig.2.11 Shkatërrimi nga përkulja

-Format e shkatërrimit nga shtypja

Kjo mënyrë ndodh kur sforcimet normale kanë vlerat të larta në raport me sforcimin tangencial, ($f_n > 8t$). Megjithatë, efekti i sforcimeve tangenciale prerës ndikon në zvogëlimin e rezistencës në shtypje të murit.

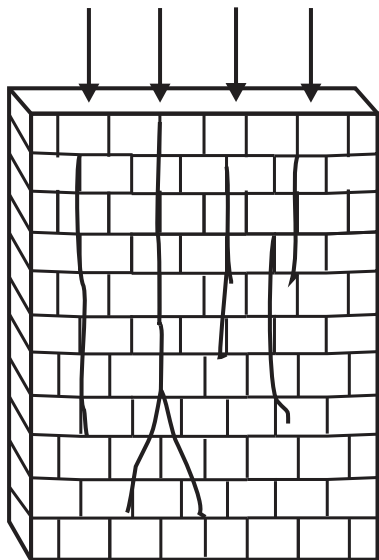


Fig.2.12 Shkatërrimi nga shtypja

2.3.7 Rezistenca në prerje

Dihet se rezistenca në prerje e murit varet nga niveli i forcës aksiale që vepron në mur. Megjithatë, për të modeluar mekanizmin e shkatërrimit në prerje tek muret në plan janë përpunuar dy hipoteza të ndryshme. Njëra prej hipotezave e cila është pranuar nga Eurokodi EC 6 për përcaktimin e rezistencës në prerje bazohet në teorinë e fërkimit.

Sipas kësaj teorie rezistenca e murit nën veprimin e forcave prerëse definohet si kombinim i rezistencës në prerje kur forca shtypëse është zero dhe shtesës të rezistencës që vjen si rezultat i sforcimit në shtypje që vepron normal në planin prerës, d.m.th. të fërkimit në mes llaçit dhe elementeve, (shih ekuacionin 2.33). Në

fakt rezistenca në prerje është kombinim i dy mekanizmave të ndryshëm, i rezistencës në lidhje dhe rezistencës së fërkimit në mes të llaçit dhe elementeve mbushëse.

Në fig.2.13 tregohet skematikisht testi në prerje sipas Euronormes EN 1052-3 për forcën $P = 0kN$ dhe për një nivel të caktuar të forcës P

Për caktimin e forcës prerëse duhet të behën min. pese teste të tilla. Parametrat e matur në këtë eksperiment paraqesin sjelljen e fugës horizontale përkundër tërësisë së murit me mbushje. Konkretisht, kemi:

$$f_v = F/2A, \quad s_d = P/A \quad 2.32$$

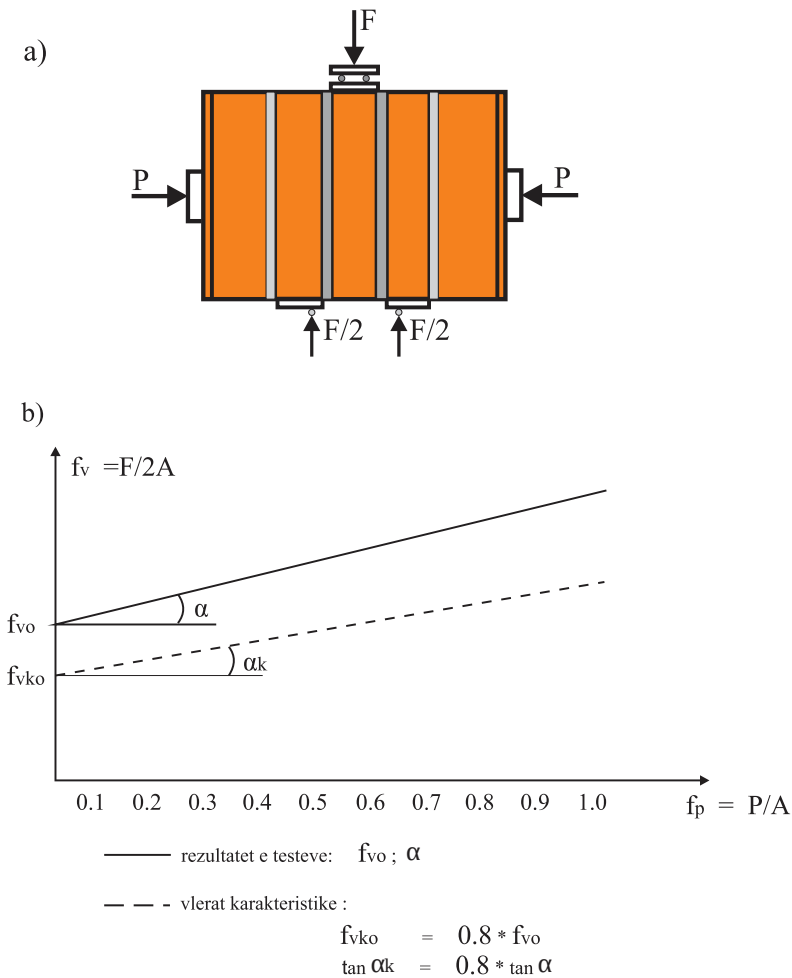


Fig.2.13, a)Testi në prerje bazuar në EN1052-3, b) Rezultatet e vlerave karakteristike

Ndërkaq, barazimi bazë i rezistencës në prerje për murin e pa armuar është

$$f_{vk} = f_{vko} + 0.4s_d \leq 0.065 f_b, \quad 2.33$$

ku:

s_d është sforcimi në shtypje i llogaritur nga situatat e ngarkimit e që është normal në planin e prerjes;

- f_{vko} -është rezistenca fillestare në prerje pa veprimin e sforcimit shtypës;

- f_{vk} -është rezistenca në prerje e murit jo më e madhe se $0.065 f_b$ ose se vlera kufitare f_{vlt} , opsione që zgjidhen nga kodet nacionale.

- f_{vlt} është kufiri i lartë i vlerës së f_{vk} ;

- f_b -është rezistenca mesatare e normuar në shtypje e elementeve.

Në tabelën e më poshtme Tab.(2.7) paraqiten rezistencat në prerje fillestare dhe kufijtë e rezistencës në prerje.

Për përcaktimin e forcës anësore, vlera e rezistencës në prerje shumëzohet me sipërfaqen rezistuese të prerjes tërthore. Për vlerësim sizmik të rezistencës sipas Eurokodit EC 6 dhe EC 8, forca rezistuese në prerje është:

$$H_{sd,w} = \frac{f_{vk} t l_c}{g_M}, \quad 2.34$$

ku:

t = trashësia e murit,

l_c = gjatësia e pjesës së murit në shtypje.

g_M = koeficienti i sigurisë së materialit

Tab.2.7 Vlerat e rezistencës në prerje të muraturës f_{vk0} dhe vlerat kufitare të f_{vk}

Elementet e muraturës	Llaçi	f_{vk0} (N/mm ²)	f_{vlt} kufitare (N/mm ²)
Grupi 1 elementet prej argjili	M10 deri M20	0.3	1.7
	M2.5 deri M9	0.2	1.5
	M1 deri M2	0.1	1.2
Grupi 1 i elementeve përveç ato prej argjili dhe guri	M10 deri M20	0.2	1.7
	M2.5 deri M9	0.15	1.5
	M1 deri M2	0.1	1.3
Grupi 1 i elementet e gurëve natyral	M2.5 deri M9	0.15	1.0
	M1 deri M2	0.1	1.0
Grupi 2a elementet prej argjili	M10 deri M20	0.3	Vlera me e vogël e rezistencës në shtypje ose shiko vërejtjen me poshtë
	M2.5 deri M9	0.2	
	M1 deri M2	0.1	
Grupi 2a dhe Grupi 2b i elementeve përveç argjili dhe Grupi 2b i elementeve prej argjili	M10 deri M20	0.2	
	M2.5 deri M9	0.15	
	M1 deri M2	0.1	
Grupi 3 elementet prej argjili	M10 deri M20	0.3	Nuk ka kufijtë përveç me barazimin (23)
	M2.5 deri M9	0.2	
	M1 deri M2	0.1	

Vërejtje: Për elementet e muraturës të Grupit 2a dhe 2b, rezistenca aksiale në shtypjen e elementeve duhet të matet kur d është me e madhe se 1.0. Kur rezistenca aksiale pritet të jete më e madhe se $0.15 f_b$ duke i marrë parasysh formën e boshllëqeve testet nuk janë të nevojshme.

Vërejmë se ekuacioni i 2.23 paraqet rezistencën në prerje ndërmjet llaçit dhe elementeve dhe është i vlefshëm vetëm kur prishet lidhja e llaçit në fugë. Kjo vlen kur elementet kanë rezistence të madhe ndaj llaçit. Edhe pse kjo është e kuptueshme, shumica e kodeve këtë shprehje e kanë adoptuar si shprehje të përgjithshme, pavarësisht mekanizmit të thyerjes. Por duhet pasur kujdes se ky kriter mund të jete jo i sigurt për vlerësimin e rezistencës në prerje të murit.

Bazuar në alternativën tjetër (Tomazevic, 96 [12]) supozohet se plasaritjet sipas diagonaleve shkaktohen nga sforcimet kryesore në tërheqje që përhapen në mur kur në të veprojnë forcat e kombinuara vertikale dhe anësore.

Duke e konsideruar murin me mbushje si element strukturor elastik, homogjen dhe izotrop barazimet bazë për vlerësimin e rezistencës në prerje rrjedhin nga Teoria e elasticitetit. Kështu shprehja e sforcimit kryesor në shtypje ka formën

$$s_c = \frac{s_0}{2} + \sqrt{\left(\frac{s_0}{2}\right)^2 + (bt)^2}, \quad 2.35$$

kurse sforcimi kryesor në tërheqje në mesin e prerjes tërthore të murit është:

$$s_t = -\frac{s_0}{2} + \sqrt{\left(\frac{s_0}{2}\right)^2 + (bt)^2} \quad 2.36$$

Drejtimit e sforcimeve kryesore i caktojmë nga shprehja

$$tg 2a = \frac{2t}{s_0}, \text{ ose } a = 0.5 arctg \frac{2t}{s_0}, \quad 2.37$$

ku :

$$s_0 = \frac{N}{A_w} \text{ -Sforcimi mesatar në shtypje nga veprimi i forcës normale N;}$$

$$t = \frac{H}{A_w} \text{ -sforcimi mesatar tangenciale nga veprimi i forcës horizontale H;}$$

A_w -sipërfaqja horizontale e prerjes tërthore të murit

b -faktori i shtrirjes së sforcimeve tangjentore i cili varet nga gjeometria e murit dhe raporti $\frac{N}{H_{\max}}$. (në rast

se $\frac{h_m}{l_m} = 1.5$ atëherë $b = 1.5$).

Supozojmë se muri sillet si elastik, homogjen dhe izotrop deri në arritjen e forcës e rezistencës maksimale $H_{\max}$ që i përgjigjej sforcimi kryesor në tërheqje f_t . Ky sforcim i cili do të shfaqet në këtë rast quhet rezistenca në tërheqje e murit.

$$f_t = s_t = -\frac{s_0}{2} + \sqrt{\left(\frac{s_0}{2}\right)^2 + (bt_{H_{\max}})^2}, \quad 2.38$$

ku:

$$t_{H_{\max}} = \frac{H_{\max}}{A_w} \text{ -sforcimi tangjentor mesatar në mur kur arrihet rezistenca maksimale } H_{\max}.$$

Barazimi original është modifikuar për të marrë parasysh gjeometrinë dhe shpërndarjen e forcave (raporti në mes forcave vertikale dhe horizontale). Kështu rezistenca anësore e murit që shkatërrohet nga rrëshqitja caktohet nga :

$$H_{s,w} = A_w \frac{f_t}{b} \sqrt{\frac{s_0}{f_t} + 1} \quad 2.39$$

Duke konsideruar se vlera projektuese e rezistencës në prerje duhet të lidhet me veprimin sizmik të projektimit atëherë shprehja e me sipërme modifikohet duke marrë parasysh koeficientin e sigurisë dhe vlerën karakteristike të rezistencës në tërheqje, si vijon.

$$H_{sd,w} = A_w \frac{f_t}{g_M b} \sqrt{\frac{s_d g_M}{f_{tk}} + 1}, \quad 2.40$$

ku:

$t_{H_{\max}}$ është ekuivalent me f_v ;

$$t_{H_{\max}} = f_v = \frac{f_t}{b} \sqrt{\frac{s_d}{f_t} + 1} \quad 2.41$$

3 SJELLJA E RAMAVE ME MBUSHJE MURATURË

3.1 Hyrje

Në këtë pjesë do të përshkruajmë sjelljen e ramave me mbushje muraturë nga veprimi i ngarkesave horizontale duke u bazuar në rezultatet eksperimentale të realizuara nga ana jonë, duke krahasuar ato dhe me kërkimet dhe rezultate të tjera. Gjithashtu në këtë pjesë do prezantojmë sjelljen e ramave me mbushje muraturë të përforcuara me fibra polimere të qelqit.

Rëndësi i është dhënë sjelljes së ramave beton-arme me mbushje muarturë me blloqe argjili të pjekur, blloqe të zakonshëm këto që përdoren gjerësisht në ndërtimet në Kosovë.

3.2 Ramat me mbushje si sisteme strukturore

Në përgjithësi vlerësohet se strukturat ramë me mbushje muraturë kanë treguar shpesh një performancë jo të mirë nën veprimin e ngarkesave sizmike. Kjo nga fakti se shumë objekte të tilla janë shkatërruar në të kaluarën nga veprimi i tërmeteve. Megjithatë, të dhënat eksperimentale si dhe performanca e treguar e disa objekteve të tilla përgjatë tërmeteve na jepin të kuptojmë se muratura në ramë ka edhe efekte pozitive. Në këtë mënyrë ramat me mbushje muraturë mund të kenë performancë të mirë ose dobët varësisht se si trajtohet ajo në strukturat në zona sizmike. Muraturat e pa-armuara kanë sjellje të brishtë dhe rezistencë përgjithësisht të vogël nga veprimi i forcave anësore. Por kur këto mure janë të konturuara me ramë beton-arme përmirësohet mjaft sjellja e tyre. Në total, rezistenca e ramës me mbushje murature do jetë më e madhe se shumica e rezistencave të dyjave veç e veç. Duke u bazuar në ndërveprimin ndërmjet murit dhe ramës edhe duktliteti i rames beton arme me mbushje murature është më e madhe se e muraturës së pa armuar. Prezenca e muraturave në ramë e rrit shtangësinë, çka do të thotë se deformimet janë më të vogla se tek ramat kur ato punojnë si të vetme. Po kështu karakteristikat dinamike përmirësohen, disipimi i energjisë rritet si rezultat i fërkimit dhe plasaritjeve në faqet e strukturave.

Disavantazhi kryesor i ramave me muraturë është degradimi i shtangësisë, rezistencës dhe disipimit të energjisë nën veprimin e ngarkesave ciklike. Gjithashtu, e mëtejshme është se nëse nuk trajtohet si duhet muratura, mund të ndikojnë në formën përfundimtare të shkatërrimit të strukturës. Ndërkaq, karakteristikat e rezistencës në shtypje dhe në prerje varen shumë edhe nga mjeshtëria apo arti i të berit muraturë. Kushtet e ndërtimit në kantier janë të ndryshme me ato në laborator kështu që kërkohet një kontroll strikt në mënyrë që të sigurohet një minimum i rezistencës së kërkuar.

Dy «filozofi» të ndryshme janë përdorur për ndërtimin e ramëve me muraturë.

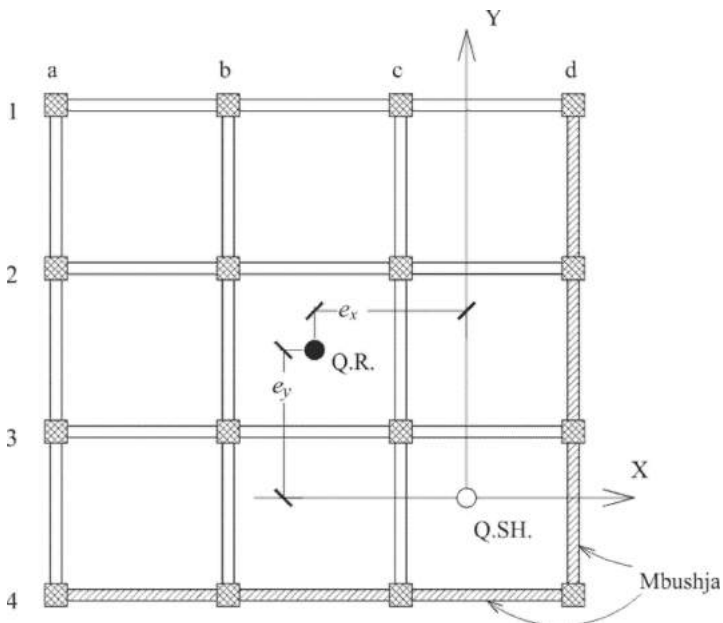
1. Në «filozofinë» e parë mbushja e muraturës izohet tërësisht nga rama beton arme, duke pasur hapësirë të mjaftueshme në mes tyre në mënyrë që edhe pas deformimit mos të ketë ndërveprim në mes murit dhe ramës. Në këtë mënyrë mbushja e murature trajtohet si element jo-konstruktiv. Mirëpo një izolim i tillë në praktike është mjaft i vështirë, duke pasur parasysh se duhet të sigurohet, edhe izolim termik dhe zë-izolim, si dhe të ketë mbështetje të mjaftueshme për rrafshin tjetër.

2. Në «filozofinë» e dytë paneli i muraturës është në kontakt të ngushtë me ramën.

Është e qartë se «filozofia» e dytë është më praktike dhe lehtë e realizuar. Në këtë mënyrë muarturën e konsiderojmë si element strukturor.

Në rast se mbushja muraturë nuk merret parasysh atëherë mund të kemi rrjedhime të pa-favorshme, sepse muraturat janë shumë të shtangëta dhe në këtë mënyrë sjellja e strukturës ndryshon. Bazuar në konkluzionet e Priestley [4], nëse nuk konsiderojmë muraturën në një sistem skeletor me simetri të plote në plan, atëherë të gjitha ramat do të ngarkohen në mënyrë të njëjtë me forca sizmike anësore. Ndërkaq, kur merren parasysh muratura ramat në rrafshët 4 dhe d, (shih fig.3.1), do të jenë më të shtangëta në krahasim me ramët tjera. Si rrjedhojë kemi zvogëlimin e periodës dhe rritjen e forcës sizmike në këto rama. Në këtë mënyrë, kemi rritje

të forcës prerëse në tërë strukturën, si dhe struktura i nënshtrohet përdredhjes si rezultat i shfaqjes së jashtëqendërsisë (e) midis qendrës të rëndësës dhe qendrës së shtangësisë.



Q.R.-Qendra e rëndësës; Q.SH.-Qendra e Shtangësisë

Fig.3.1 Shpërndarja e mureve mbushëse në një ndërtesë me skelete, (sipas Priestley, [4])

Rritje të shtangësisë së strukturave me mbushje kemi edhe atëherë kur muratura është e vendosur deri në një nivel të caktuar të lartësisë së kolonës për të lënë hapësirat për dritare, si rrjedhojë, kemi rritjen e forcës sismike. Në rast se rama është e projektuar për sjellje duktile për një nivel të caktuar të intensitetit të tërmetit pa marrë parasysh efektin e mbushjes muraturë, atëherë pritet të formohen çernierat plastike në skajet e shtyllave (kolonave) ose edhe në lidhjen rigël-kolone, [4]. Ndërkaq, ndikimi real i muraturës ndryshon pozitën e formimit të çernierave plastike dhe rrite forcat prerëse në kolona fig.3.2.

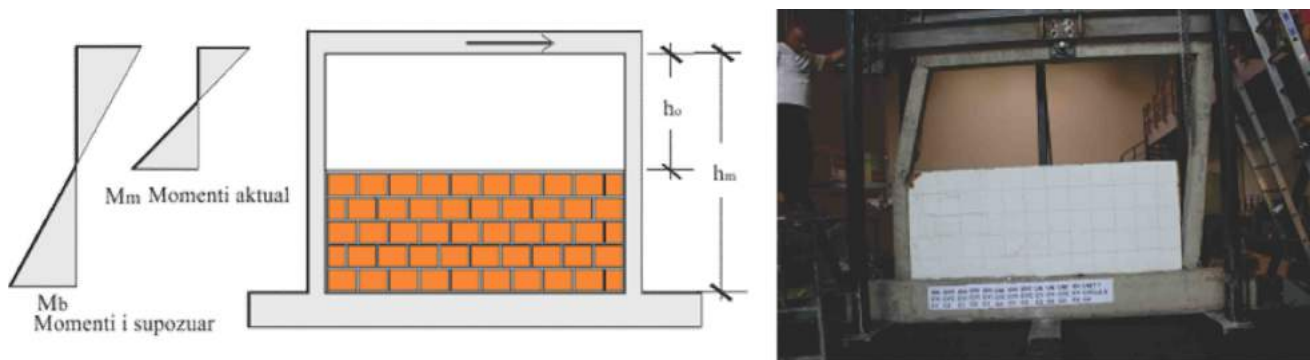


Fig.3.2 Muratura pjesore

Sipas mendimit të autorit, paraqitja e forcave prerëse të mëdha në kolona varet shumë nga mënyra e shkatërrimit të mbushjes muraturë (shkatërrimi nga prerja, tërheqja ose shtypja). Dukuria e formimit të çernierave në vende tjera dhe paraqitja e forcave të mëdha prerëse janë vërejtur edhe në eksperimentet e bëra nga ana jone, shih rezultate e modeli 7, 11 dhe 15.

Bazuar në shembujt e dhëna, rrjedhojat e mundshme po i paraqesim të përmblëdhura si vijon, (kur merret parasysh muratura), [4].

-Modifikimi i përgjithshëm i sjelljes së strukturës, çka çon në zvogëlim të periodës së lëkundjeve (T) dhe në rritjen e forcës prerëse sismike;

- Krijojnë mekanizma të rinj potencial të shkatërrimit;
- Shkatërrim i papritur i elementeve prej betonit të armuar, si rezultat i rritjes së forcës prerëse nga ndërveprimi i muraturës me ramën.
- Formimi i i kateve të buta, në katet përdhes, si rezultat i shpërndarjes së muraturave në katet e sipërme.
- Rritja e aftësisë së strukturës për disipim të energjisë.
- Një pjese e forcës sizmike mbahet nga muratura duke e lehtësuar ramën skeletore.
- Rritje e përdredhjes së ndërtesës, si rezultat i shpërndarjes jo simetrike të mureve.

Në përgjithësi muratura është më pak e deformueshme se rama beton-arme. Ajo është strukturalisht e brishte dhe është e para që shkatërrohet, në fillim duke u ndarë nga rama e pastaj duke u plasaritur varësisht nga mekanizmi i thyerjes. Në këtë mënyre muratura disponon një sasi të madhe të energjisë duke qenë kështu «vija e parë e mbrojtjes» nga forcat sizmike. Një shpërndarje simetrike si në plan ashtu edhe në lartësi do të ndikojë që dëmtimet të jene me të vogla.

Por, nënvizojmë edhe një herë se sjelljet e disa struktura ramash me mbushje murature nën veprimin e ngarkesave sizmike nuk kanë treguar performancë të mirë, çka mund të jetë si rezultat i njërës prej rrjedhëve të paraqitura më sipërm.

Shkatërrimi i hershem i muraturës nga zhvendosjet ndërmjet kateve «interstory drif ratio» shkakton zvogëlimin e rezistencës dhe shtangësisë të strukturës si tërësi dhe transferon ngarkesën nga paneli (mbushja e muraturës) në ramën në forme impulsive.

Megjithatë këto probleme mund të mënjanohen nëse muraturat merren parasysh që në fazën e projektimit, duke bërë dhe shpërndarje sa me simetrike të tyre. Kështu që, muratura nuk mund të konsiderohet si pjese jo mbajtëse ose jo strukturore. Prania e panelave të muraturës në strukturat beton-arme ndryshon karakteristikat strukturore të ndërtesës dhe krijon mekanizma të rinj potencial të humbjes së aftësisë mbajtëse. Në këtë mënyrë ato gjithmonë duhet të merren parasysh për vlerësimin adekuat të shtangësisë së objektit

Njohja adekuate e sjelljes së ramave me muraturë është hap thelbësor në analizën sizmike, riparimin dhe përforsimin e objekteve ekzistuese. Ramat me mbushje muraturë përdoren në strukturat e ulëta deri të mesme në zonat me sizmicitet të lartë. Në këtë mënyrë njohja adekuate e sjelljes është me shumë rëndësi për shpëtim të jetëve dhe dëmeve.

Ramat me mbushje muraturë janë struktura kompozite dhe sjellja e tyre është komplekse dhe jolineare. Prezenca e muraturës zvogëlon deformimet në rama, kurse shtangësia dhe rezistenca e ramës me mbushje sikurse u nënvizua, zakonisht janë më të mëdha se shumica e secilës individualisht.

Lloje të ndryshme të ngarkesave veprojnë në ramët me mbushje muraturë. Ngarkesat vertikale rrallë shkaktojnë shkatërrime, ndërsa kujdes të veçantë duhet t'i kushtohet ramës me mbushje murature nën veprimin e forcave horizontale. Në përgjithësi këto ngarkesat veprojnë si në rrafshin e muratures ashtu dhe jashtë saj.

3.3 Kërkimet eksperimentale

3.3.1 Një përmbledhje e punëve eksperimentale[1]

Në studimin e tij [1], Crisafuli bënë një përmbledhje të gjerë të eksperimenteve të kryera në rama me mbushje muraturë, që kanë pasur si synim të përcaktojnë shtangësinë dhe rezistencën e ramëve me murature. Si një nder eksperimentet e para vlerësohet ai i autorëve Benjamin dhe Williams (1958), të cilët kanë shqyrtuar ramën me mbushje muraturë dhe pa të. Në Britani të Madhe eksperimentet kanë nisur nga Thomas, pastaj autorët Wood, Holmes, Stafford Smith etj. Hulumtime janë bërë dhe në shtete tjera si Rusi nga Palykov, në Bullgari nga Sachanski etj. Forma të ndryshme të mostrave janë përdorur gjatë shqyrtimeve

eksperimentale. Në fillim janë përdorur panele në forme drejtkëndëshi, të shqyrtuara në formë diagonale. Në fakt, kjo metodë nuk paraqet kushtet reale të sjelljes të rama me mbushje muraturë, ndaj veprimi të forcave anësore. Kushtet konturore dhe efektet e përkuljes janë më ndryshe se ky model.

Një model që i përgjigjet me mirë kushteve reale është ai i përdorur nga Stafford Smith, [24]. Testi i ramit si konsolë është shqyrtimi më i shpeshtë që përdoret dhe prezanton zgjidhjen më të mirë, ku edhe kushtet konturore janë të përfshira në këtë shqyrtim.

3.3.2 Simulimi eksperimental i reagimit sizmik të ramave me mbushje muraturë

Në përgjithësi, për simulimin e forcës sizmike në laborator përdoren tre teknika si vijon:

- kuazistatike;
- dinamike;
- pseudodinamike;

Teknika e parë është adekuatë për këto lloj testesh dhe ndihmon në kuptimin më të mirë të sjelljes strukturore dhe zgjidhjen e modelit matematik.

Metoda e dytë paraqitet me komplekse dhe ka kosto më të larta për eksperimentet.

Teknika e tretë është një alternative tjetër e cila përmban karakteristikat e të dy teknikave të mësipërme. Avantazhet dhe të metat e këtyre dy metodave duhet të trajtohen me kujdes kur behën programet e testimit dhe interpretimi.

Zgjidhja e akselogrames është problem i veçantë në dy teknikat e fundit, sepse akselograma e zgjedhur duhet t'i pasqyrojë dhe kushtet lokale të tokës.

Në testin pseudo dinamik dhe kuazistatik ngarkesa aplikohet me anë të aktuatori (pistoni hidraulik), si forcë koncentrike. Në strukturat reale në të cilat veprojnë ngarkesat sizmike një pjesë e forcës inerciale bartet në muraturë nëpërmjet trarëve të cilët janë të lidhur me pllakën. Në rastin e ndërtesave shumë-katshe forcat prerëse të kateve të larta mbërrijnë në themel nëpërmjet «mekanizmit kapriate». Në këtë mënyrë trarët (rigelat) ngarkohen në tërheqje, pavarësisht drejtimit me të cilin vepron ngarkesa anësore [1]. Kjo situatë duhet të merret parasysh gjatë shqyrtimeve në laborator.

3.4 Sjellja e një ramë me mbushje muraturë nën veprimin e ngarkesave horizontale

Numri i parametrave që ndikojnë në sjelljen e ramave me muraturë është mjaft i madh. Mund të përdoren kombinime të ndryshme duke ndryshuar karakteristikat e materialeve, teknikave të ndërtimit si dhe kushte ndryshme të shqyrtimit. Përkundër numrit të madh të rezultateve nga shqyrtimet e ndryshme është e rrallë të shihen dy ose më shumë rezultate që mund të krahasohen dhe të jepet një konkluzion definitiv dhe unik për sjelljen e ramave me mbushje muraturë apo për rolin e parametrave të ndryshëm.

Shkalla e reduktimit të modeleve është përdorur në shumë raste për të studiuar ramët me mbushje muraturë. Rezultatet e fituara nga këto eksperimente duhet marre me kujdes sepse materialet e muraturave janë shumë të ndryshme nga efekti i zvogëlimit.

Sjellja e ramit me muraturë në fazën e parë është elastike dhe kontrollohet nga karakteristikat e panelit muraturë. Struktura sillet si monolite deri sa nuk prishet lidhja në ndërfaqet e kontaktit ramë-mbushje. Në këtë fazë njëra prej kolonave është e ngarkuara në tërheqje dhe tjetra në shtypje, kurse paneli muraturë shërben si element lidhës. Parë në tërësi sistemi ramë me mbushje muraturë sillet si konsol. Shpërndarja e sforcimeve në panel paraqitet në Fig.3.3

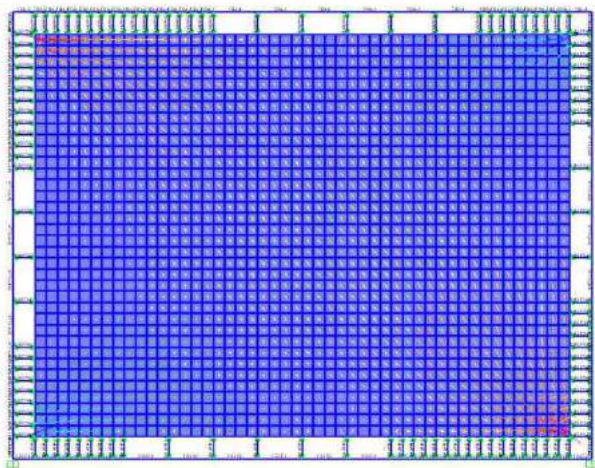


Fig.3.3 Shpërndarja e sforcimeve për murin si konsolë para plasaritjeve

Duke u rritur forca horizontale, sjellja e strukturës është me komplekse si rezultat i asaj që rama tenton të deformohet në përkulje kurse paneli tenton të deformohet nga prerja. Si rezultat kemi ndarjen e panelit nga rama konturuese, përveç pjesës diagonale që është në shtypje. Nuk ka shume të dhëna për forcën që shkakton (prish) lidhjen ndërfaqes panel-ramë. Për kushte më të mira të lidhjeve në ndërfaqen panel ram fitojmë dhe forcë më të madhe nëse shkatërrimi nuk është i ndikuar nga faktorë të tjerë. Në opinionin e autorit dhe duke u mbështetur në rezultatet eksperimentale, tek mbushjet muraturë që shkatërrohen nga prerja, ndikimi i lidhjes midis muraturës dhe kolonave- rigelit nuk është shume i shprehur në rritjen e rezistencës përfundimtare nëse nuk janë të bëra me ndonjë lidhje të veçantë.

Pasi ndodh ndarja, sforcimet në skajet e tërhequra janë zero, kurse ato në skajet e shtypura rriten. Kështu paneli muraturë i nënshtrohet sforcimeve në shtypje në drejtim të diagonales dhe sforcimeve në tërheqje normal me atë drejtim. Në këtë rast kemi degradim të rezistencës dhe shtangësisë për arsye se kemi veprime pothuaj të ndara të ramës dhe muraturës. Megjithatë skajet e panelit janë të ngarkuar në shtypje biaksiale, kurse mesi i panelit i nënshtrohet gjendjes alternative se sforcimeve tërheqje-shtypje.

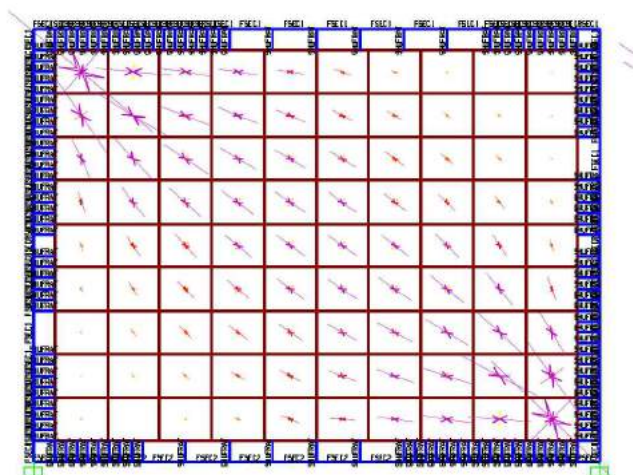


Fig.3.4 Shperndarja e sforcimeve për murin pas ndarjes nga rama beton arme

Perioda e lëkundjeve duhet të llogaritet bazuar në shtangësinë pas ndarjes së muraturës dhe ramës.

Paneli muraturë shkakton reaksion në pjesët ku mbështetet me ramën dhe si rezultat i kësaj, një strukturë kompozite e tillë reagon përafërsisht si ramë me kontraventime «braced frame»

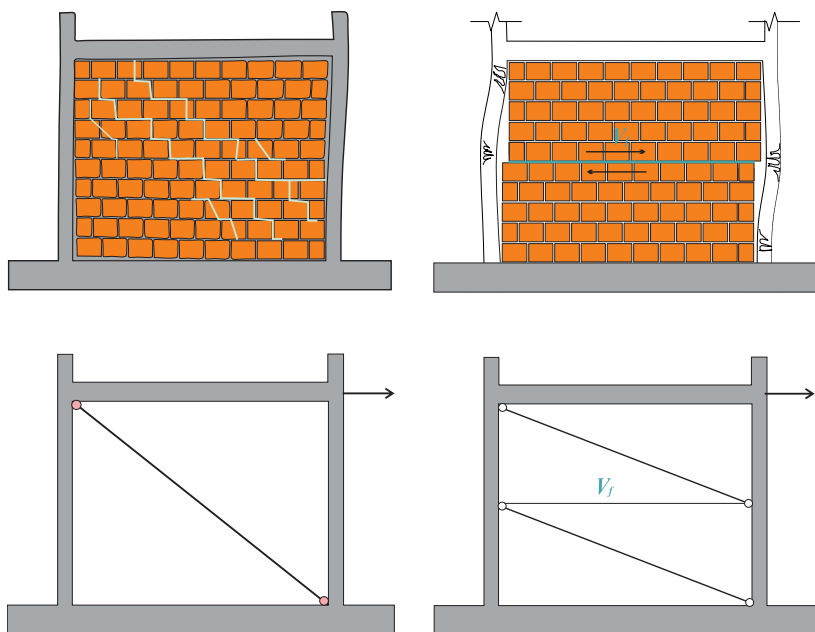


Fig.3.5, a) Format e shkatërrimit të ramave me mbushje; b) modelet llogaritëse për format e shkatërrimit

Kjo ide në fillim është konsideruar nga Polyakov in 1958 dhe më vonë dhe nga Holmes i cili propozon që **bjella** (shufra diagonale e muraturës) të ketë gjerësinë sa 1/3 e gjatësisë së diagonales dhe trashësi të njëjte si të murit. Ne Fig.3.5.b) paraqitet modeli i propozuar nga autori i shtjelluar në pjesën e pestë të këtij disertacioni.

Gjatësia kontaktuese që merr sforcime normale shtypëse varet nga shtangësia e panelit muraturë dhe ramit. Duke u bazuar në ndërveprimin si mekanizëm kapriate njëra prej shtyllave i nënshtrohet ngarkesës në tërheqje kurse forca aksiale në tra varësisht se çfarë sistemi të ngarkimit përdorim. Në ramën beton-arme paraqiten edhe momentet dhe forcat prerëse. Momentet përkulëse në ramën me mbushje muraturë janë të reduktuar në krahasim me rastin e ramës skeletore, për nivelin e njëjtë të ngarkesës. Kjo, sepse pjesa më e madhe e forcës horizontale tejçohet në bazë të mekanizmit kapriat, fig.3.6

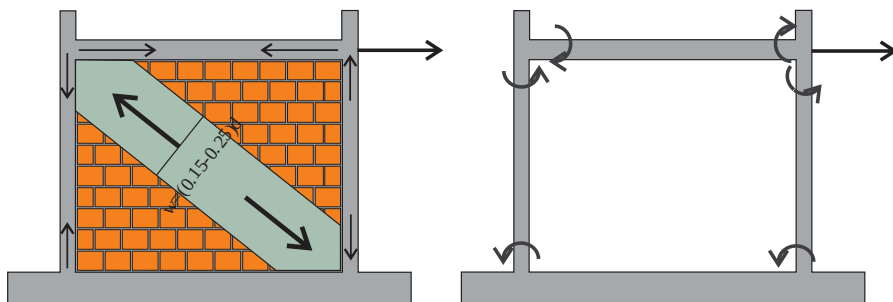


Fig 3.6 Sjellja e Ramëve me mbushje murature dhe sjellja e ramës skeletore

Momentet maksimale shfaqen në skajet e fundme të shtyllave. Përveç shtangësisë të panelit dhe ramës, ndikim në shpërndarjen e momenteve kanë edhe kushtet konturore dhe kushtet e fondimit.

Sa më shumë që rritet ngarkesa anësore ndarja në mes të murit dhe ramës theksohet dhe gjatësia kontaktuese shkon duke u zvogëluar. Plasaritjet e mureve shfaqen në forma të ndryshme. Këto, shkaktojnë zvogëlim të shtangësisë deri në arritjen e rezistencës maksimale. Edhe pse në panelin e muraturës ka plasaritje efektin e tij mund ta paraqesim me «bjellen diagonale» ndërkohë që bashkëpunimi murature ramë ende vazhdon. Në këtë fazë, në panelin e muraturës shfaqen dëmtime të mëdha, formohen nyja (çerniera) plastike dhe sjellja përfundimtare kontrollon nga vetë rama beton arme.

Karakteristikat e lakores forcë-zhvendosje pas arritjes së rezistencës anësore varet nga forma e shkatërrimit të ramës me muraturë. Në rastet kur muratura është e dobët në krahasim me ramën atëherë kemi formim të «mekanizmit duktil» në ramë dhe lakorja forcë-deformim është e «lëmuar». Lakorja forcë-zhvendosje do të jetë në formë shkalle në rastet kur mbushja muraturë përbehet nga panelet e forta. Kjo çon edhe në shkatërrime të parakohshme të elementeve strukturore të ramës ose mbushja e muraturë do të degradojë shpejt. Në rastet kur mbushja muraturë është projektuar në mënyre adekuate atëherë sistemi është në gjendje të përballojë deformime plastike të intensitetit të vogël deri të mesëm.

Në vlerësimet e mëparshme është diskutuar në mënyre të përgjithshme sjellja ramës me muraturë pavarësisht nga format e ndryshme të humbjes së aftësisë mbajtëse. Në përgjithësi, rezistenca përfundimtare e ramit me mbushje varet nga rezistenca mbushjes muraturë dhe rezistenca e mekanizmit përfundimtar të ramës beton arme.

3.5 Format e shkatërrimit në ramat me mbushje

Shumë autorë kanë bërë eksperimente në rama me mbushje, [1,12,13,15,17,20,24]. Në të gjitha rastet mbushja muraturë ndahet nga rama beton arme, përveç se në pjesën përgjatë diagonales së shtypur. Kjo ndarje ndodh për vlerë të vogël të forcës dhe ndryshon rasti pas rasti. Pjesa që është ende në kontakt me ramën beton arme është e ngarkuar kurse pjesa tjetër mbetet e lirë. Forma e shkatërrimit të strukturat rama me mbushje, vështire të parashikohet dhe varet nga disa faktorë, të cilët po i paraqesim më poshtë:

- 1.-Shtangësia dhe rezistenca(në prerje, shtypje në dy drejtimet etj) e muraturës
- 2.-Shtangësia dhe rezistenca e ramit beton arme.
- 3-Gjeometria e strukturës.
- 4-Kapaciteti i duktilitetit të ramëve.
- 5-Zbatimi i punimeve, etj.

Shkatërrimi i mundshëm i strukturës vjen si rezultat i kombinimit të një apo të disa formave të thjeshta të shkatërrimit. Për një qartësi me të madhe në vijim po paraqesim ndaras format e shkatërrimit të muraturës dhe ramës dhe kombinimin e tyre. Mekanizmi me i pafavorshëm duhet të merret parasysh për verifikim të rezistencës sizmike të objekteve.

3.5.1 Shkatërrimi i mbushjes me muraturë

Në përgjithësi, shkatërrimi i muraturës vjen si rezultat i prishjes së lidhjeve në fugat e llaçit, plasaritja dhe thyerja e elementeve të muraturës ose me kombinimin e tyre. Paraqitje e formave të ndryshme të shkatërrimit varet prej karakteristikave të materialeve dhe gjendjes së sforcimeve në panel. Format me të shpeshta të shkatërrimit të mbushjes muraturë që vërehen në eksperimente janë:

- 1.-Ndarja e muraturës në dy apo më shumë pjesë si rezultat i plasaritjeve të shkaktuara nga forca prerëse në muraturë.
- 2.-Shkatërrimi nga tejkalimi i rezistencës në shtypje të bjelles apo skajeve të saj
- 3-Shkatërrimi nga sforcimi në tërheqje që vepron në muraturë.

-Plasaritja nga prerja

Plasaritjet në mbushjen e muraturës nga veprimi i sforcimeve prerëse përbëjnë njërin ndër tipet e zakonshëm të shkatërrimit në ramat me mbushje muraturë nën veprimin e tërmeteve. Për këtë rast të shkatërrimit ndryshon dhe mekanizmi perfundimtar, nga rami me bjelle diagonale në ramën me dy bjella diagonale «*knee braced frame*». Në fillim, e tërë forca prerëse mbahet nga paneli muraturë. Kur ndodh plasaritja, atëherë rriten dhe zhvendosjet e ramës. Si rezultat kemi momentet dhe forcat prerëse në shtylla. Kjo formë e shkatërrimit kontrollohet nga rezistenca në prerje të fugës së llaçit, rezistenca në tërheqje e elementeve të muraturës dhe vlera relative e sforcimeve prerëse dhe normale. Varësisht nga këta parametra, kombinimi i sforcimeve prerëse me sforcimet normale, shkaktoje plasaritje të elementeve të muraturës ose shkëputjen e lidhjes në fugën e llaçit.

Kjo formë e shkatërrimit ndodh kur kemi mbushje muraturë me rezistencë të vogël në prerje përgjatë fugës horizontale.

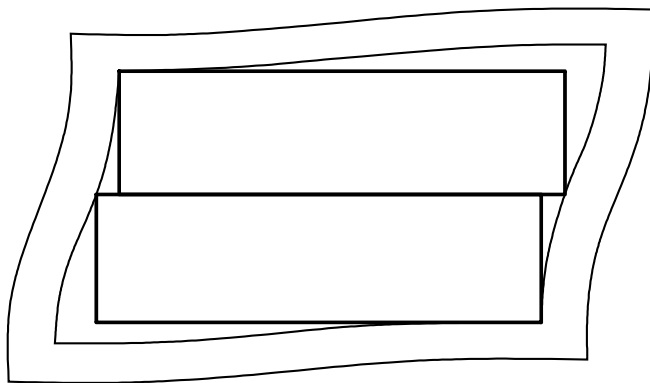


Fig.3.7 Shkatërrimi nga rrëshqitja

Në rama me mbushje të ngarkuar me forcë anësore gjendja e sforcimeve mund të caktohet në mënyrë të përafërt, bazuar në sforcimet në shtypje përgjatë bjelles diagonale. Raporti i sforcimit normal me atë tangencial jepet me shprehjen

$$\frac{f_n}{t} = \tan \alpha = \frac{h_m}{L_m} \quad 3.1$$

Ku:

Q -është këndi në mes horizontales dhe diagonales së panelit;

L_m -është gjatësia e paneli mbushës;

h_m -është lartësia e mbushjes.

Raporti i sforcimit normal dhe atij tangencial ka ndikim mjaft të madh në mënyrën e shkatërrimit të panelit muraturë. Për ramat tipike të mbushura me lartësi $h_m = 2.5\text{ m}$ dhe $L_m = (2 - 5)\text{ m}$, raporti

$\frac{f_n}{t} = 0.5 - 1.25$. Bazuar në eksperimentet e bëra nga autori raporti lartësi/gjatësi i mbushjes muraturë

ndikon shume në formën e shkatërrimit, adresimin e faktorëve që ndikojnë në këtë mënyrë të shkatërrimit si dhe mënyrën e shkatërrimit të mekanizmit përfundimtar. Derisa të mbushjet muraturë shkatërrimi ndodh nga prerja atëherë faktorë dominant është rezistenca në prerjen e llaçit dhe rezistenca në tërheqje e elementeve. Kurse, të mbushjet që shkatërrohen nga sforcimi tërheqës ose sforcimi në shtypje, faktor kryesor janë rezistenca në shtypje e llaçit dhe rezistenca në shtypje dhe tërheqje e elementeve. Bazuar në këto eksperimente, autori prezanton se për raport të muraturës $\frac{h_m}{L_m} \leq 0.86$ shkatërrimi ndodh nga prerja dhe në

ketë rast faktor dominant shkatërrimi është rezistenca në prerje e llaçit.

Pas shfaqjes së plasaritjeve të para prej cilës do formë të shkatërrimit, rezistenca anësore vazhdon të rritet.

Në këtë mënyrë paraqitja e plasaritjeve nuk do të thotë detyrimisht shkatërrim i strukturës (për arsye se paneli është i konturuar me ram). Kjo vlen si për elementet me boshllëqe ashtu dhe ato të plota.

Disa tipe të ndryshme vijuese të plasaritjesh nga prerja mund të na shfaqen në panelin e muraturës[1].

Plasaritjet në forme shkallë përgjatë fugës së llaçit (fig.3.8) paraqiten kur rezistenca e llaçit përkundër elementeve të muraturës është dukshëm me e vogël ose kur sforcimi në prerje është me i madh se ai normal (për raport të ulet deri të mesëm). Kjo formë e plasaritjesh vërehet shpesh, si në laboratorë ashtu edhe nga veprimet reale sismike.

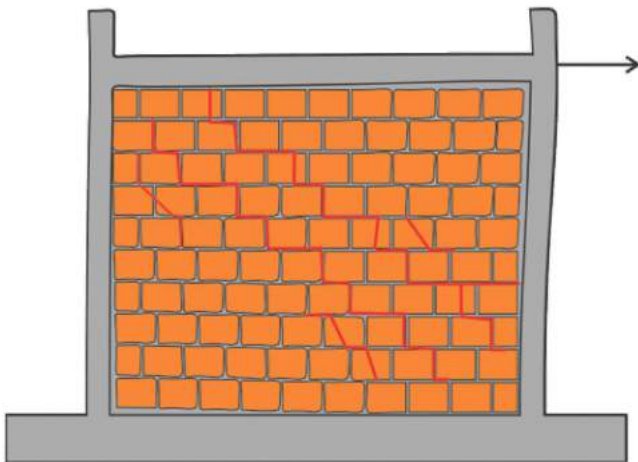


Fig.3.8 Forma e shkatërrimit, plasaritje në formë shkallëzimi

Plasaritjet në formë shkallëzimi janë konfirmuar edhe nga rezultatet eksperimentale të autorit. Kjo formë e plasaritjeve vjen si rezultat i raportit të vogël të lartësisë me gjerësinë e mbushjes me muraturë dhe për raport të madh sforcim tangencial /sforcim normal në fugën horizontale.

Plasaritjet horizontale përgjatë fugës së llaçit e që ndajnë panelin në dy ose dhe me shumë blloqe gjithashtu janë mjaft të shpeshta, (fig. 3.9). Këto lloj plasaritjesh shfaqen kur sforcimet normal në fugën horizontale janë në vlera minimale. Gjithashtu, kjo lloj plasaritje mund të fillojë me një lloj shkallëzimi në pjesën e

sipërme dhe pastaj të rrëshqasë përgjatë fugës horizontale. Faktorët tjerë që ndikojnë në këtë formë shkatërrimi janë edhe dimensionet e elementeve të muraturës si dhe dimensionet e panelit.

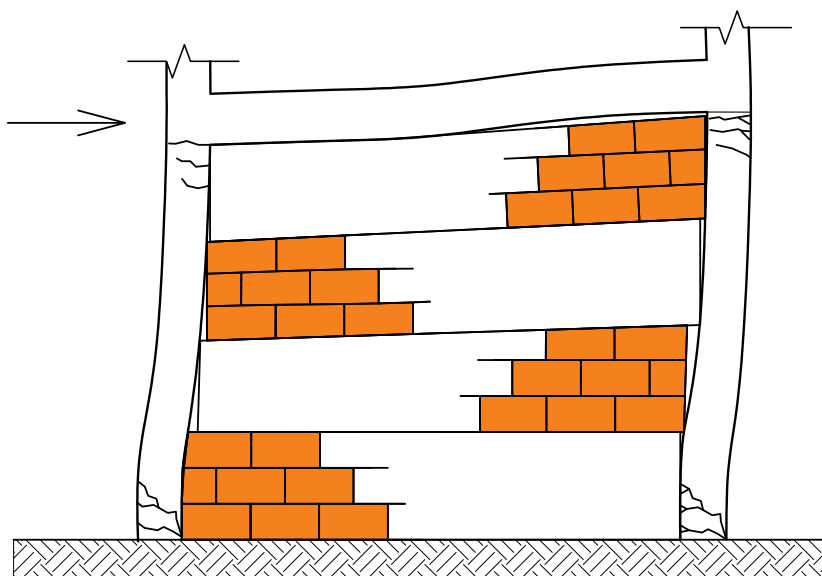


Fig.3.9 Shkatërrimi nga rrëshqitja dhe ndarja e mbushjes në disa blloqe

Mostrat e përgatitura në laborator për shqyrtime mund të përmirësojnë kushtet e fugave vertikale dhe kjo ndikon në formimin e plasaritjeve horizontale përkundër plasaritjeve në forme shkalle.

Rezultatet eksperimentale tregojnë se panelet e ndërtuar me elemente me boshllëqe ku forcat normale janë të vogla ose nuk ekzistojnë do të shkatërrohen si rezultat i shfaqjes së plasaritjeve horizontale dhe në formë shkallëzimi. Shkatërrimi është i ndikuar më shumë nga rezistenca në prerje se sa nga rezistenca në shtypje të elementeve dhe llaçit

Të dhënat eksperimentale sugjerojnë se rrëshqitja horizontale ndodh për panelet me raport $\frac{h_m}{L_m} < \frac{2}{3}$ dhe

forcë normale të vogël në fugën horizontale, [1,12,13,15,17,20,24].

-Plasaritja nga veprimi i sforcimeve në tërheqje

Gjendja e sforcimeve në muraturë nga veprimi i forcave horizontale mund të shkaktojë plasaritje diagonale të cilat paraqiten si rezultat i tejkalimit të sforcimeve në tërheqje në elementet e muraturës. Këto plasaritje fillojnë në qendrën e mbushjes së muraturës ku sforcimi në tërheqje ka vlerën maksimale. Më tej ato shpërndahen në drejtim të skajeve të panelit me një kënd φ .

Ky tip i plasaritjeve paraqitet kur fugat e llaçit janë të «forta» në krahasim me elementet e muraturës ose kur sforcimi normal predominon sforcimin në prerje. Shpërndarja e sforcimeve varet nga karakteristikat e muraturës dhe nga ndërfaqja ramë-panel. Në rastet kur kushtet e fërkimit midis panelit dhe ramit janë të përmirësuar plasaritjet shtrihen në një pjesë më të gjerë dhe janë më të vogla.

Sipas Priestley dhe Calvi[29], paraqitja e plasaritjeve në diagonale do të thotë dhe shkatërrim i strukturës. Eksperimentet e bëra dhe të prezantuara në punim tregojnë se elementet muraturë me boshllëqe pas shfaqjes së plasaritjeve edhe më tej e rrisin rezistencën. Por me arritjen forcës maksimale shumë shpejt kemi shkatërrimin.

-Shkatërrimi nga shtypja

Shkatërrimi i muraturave nën veprimin e shtypjes përcillet me dy mekanizma të cilat rezultojnë nga gjendje të ndryshme të sforcimeve në panelin muraturë si në skaje ashtu edhe përgjatë diagonales.

Sipas mekanizmit të parë, shkatërrimi ndodh në skajet e panelit ku kemi gjendje të sforcimeve biaksial nga veprimi i forcave anësore. Ky mekanizëm i thyerjes është i rrallë në eksperimente dhe paraqitet më tepër në ramat fleksibile.

Mekanizmit i dytë i shkatërrimit shoqërohet fillimisht me plasaritje diagonale të cilat e ndajnë murin në disa pjesë, që janë të ngarkuara në mënyrë aksiale. Me rritjen e zhvendosjeve anësore rriten dhe plasaritjet, duke bërë që të shkaktohet jostabilitet në muraturën e plasaritur. Kjo formë shkatërrimi vjen si pasojë e plasaritjeve të shkaktuara nga sforcimet në tërheqje. Në rast se paneli muraturë është i ndërtuar nga elementet me boshllëqe, shkatërrimi është i befasishtë, i menjëhershëm pasi të shfaqen plasaritjet. Kjo, për shkak se këto elemente janë më të brishta (amorfe) dhe kanë rezistencë më të madhe për të kompensuar boshllëqet e mëdha.

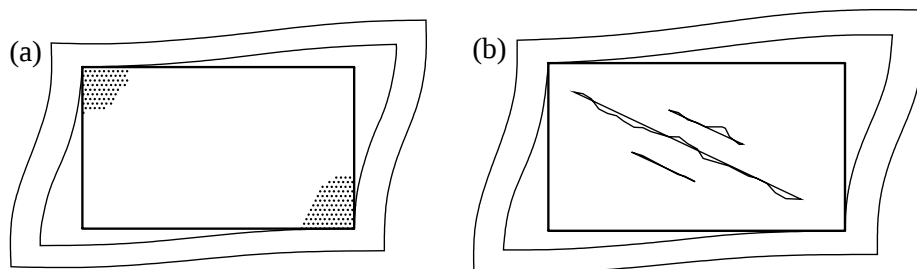


Fig.3.10 Format e shkatërrimit nga shtypja

-Plasaritja nga përkulja

Plasaritjet nga përkulja paraqiten në pjesën e tërhequr të muraturës. Këto plasaritje shfaqen në rast se përkulja është predominante dhe shtyllat e ramës janë të «dobëta». Ky mekanizëm shfaqet rrallë sepse përkulja rezistohet nga mekanizmi kapriatë.

3.5.2 Shkatërrimi i ramës beton-arme

Në baze të dhënave eksperimentale dhe vërtetimeve pas tërmeteve, mekanizma të ndryshëm shkatërrimi mund të zhvillohen në ramë varësisht prej karakteristikave të rigelit dhe kolonave të saj si dhe efektit që vjen nga ndërveprimi panel-ramë. Dëmtimet në elementet e ramës zakonisht ndodhin nga çernierat plastike të shkaktuara nga përkulja, shkatërrimi nga prerja, rrjedhshmëria e shkaktuar nga forca aksiale në tërheqje, shkatërrimi nga shtypja dhe kombinimet e tyre.

Mekanizmi i thyerjes nga përkulja vjen si rezultat i formimit të çernierave plastike në vendet ku ka momente maksimale. Për karakteristika strukturore të ndryshme të muraturës dhe ramës, mekanizmi përfundimtar i thyerjes zakonisht verifikohet pas shkatërrimit të panelit. Kur në panel kemi rrëshqitje nga prerja, mund të fitohen mekanizma të ndryshëm si rezultat i modifikimit të momenteve të përkuljes.

Nga veprimi i forcës aksiale paraqiten dy mekanizma të shkatërrimit. Në mekanizmin e parë ndodh rrjedhshmëria e armaturës gjatësore në shtyllën e cila është nën veprimin e forcës tërheqëse dhe si rezultat kësaj në shtyllë na paraqiten plasaritje dhe deformime. Me rritjen e forcës horizontale rriten dhe deformimet plastike e me këtë ndodh dhe zgjatja e shtyllës. Ky lloj shkatërrimi ndodh kur përkulja është dominante.

Mekanizëm tjetër shkatërrimi është ai që shkaktohet nga ankorimit jo i mirë i armaturës gjatësorë.

Shtylla mund të shkatërrohet si rezultat i veprimit të forcës së madhe prerëse nga ndërveprimi ramë-muraturës. Forca maksimale prerëse shkaktohet përgjatë gjatësisë së kontaktit afër skajeve. Në këtë rast një plasaritje e madhe e përshkon shtyllën. Rezistenca në prerje në shtyllë është e kontrolluar nga sasia e armaturës së stafave dhe nga rezistenca në tërheqje e betonit (për zonat sizmike rezistenca në tërheqje e betonit nuk merret parasysh). Forca prerëse më e madhe zakonisht shfaqet në pjesën e poshtme të shtyllës në shtypje.

Gjithashtu mekanizëm tjetër shkatërrimi është ai nga plasaritjet e nyjës lidhëse kolonë(shtyllë)- Rigel .Ky mekanizëm është si rezultat i veprimit të sforcimeve normale dhe tangenciale që lindin në afërsi të nyjës.

Gjendja e tille e plasaritjeve është vërejte edhe gjate shqyrtimeve laboratorike të autorit, referoju rezultateve të modeleve 2,6,8,9,10, në pjesën e gjashtë.

3.6 Faktorët që ndikojnë në sjelljen e ramës me mbushje

3.6.1 Hyrje

Rama me mbushje është strukturë kompozite dhe sjellja saj varet nga karakteristikat mekanike dhe gjeometria e përbërësve të saj, ngarkesat etj.

Është e njohur se njëri nga efektet më pozitive të mbushjes me muraturë në ramën beton-arme është rritja e rezistencës horizontale, në krahasim me ramën skeletore. Bazuar në Moghaddam dhe Dowling, [23], faktorët që ndikojnë në rezistencën e ramës me mbushje ndahen në dy kategori.

Në kategorinë e parë futen faktorët që mund të kualifikohen ose përgjithësohen si vijon: gjeometria dhe rezistenca e mbushjes, raporti i shtangësive mbushje murature me ramën beton-arme, rezistenca dhe shtangësia e ramës, sasia e armaturës tek mbushja muraturë, hapjet, etj. Ndërsa në grupin tjetër hyjnë faktorët që është vështirë të specifikohen siç janë: teknika e ndërtimit, tipi i elementeve, kushtet e lidhjes në mes mbushjes dhe ramit, lidhja në mes elementeve dhe llaçit etj.

Në vazhdim po i japim në mënyrë me të artikuluar disa prej faktorët që ndikojnë në sjelljen ramës me mbushje duke i kategorizuar sipas faktorëve që ndikojnë në parametrat kryesorë të sjelljes së ramës me mbushje.

1. Shtangësia dhe rezistenca e muraturës

- i. Elementet mbushëse: karakteristikat mekanike, dimensionet, tipi i elementeve (të plota dhe me boshllëqe), karakteristikat e sipërfaqes të elementeve mbushëse.
- ii. Fuga e llaçit: karakteristikat mekanike, sasia e gëlqeres, trashësia e fugës.
- iii. Prezenca e hapjeve:
 1. Madhësia
 2. Pozicioni
 3. Prezenca e shtangësuesve (elementeve rigjiduese).
- iv. Raporti i lartësisë dhe gjatësisë se mbushjes murature.
- v. Prezenca e boshllëqeve midis muraturës dhe ramës beton-arme.
- vi. Prezenca e armaturës në mbushjen muraturë.
- vii. Lidhja ndërfaqesore e mbushjes me muraturë dhe ramës beton arme.

2. Rezistenca dhe shtangësia e elementeve të ramës

- i. Karakteristikat mekanike të betonit dhe armaturës
- ii. Dimensionet e elementeve
- iii. Sasia e armaturës gjatësore dhe tërthore
- iv. Raporti i lartësisë dhe gjerësisë se ramës

3. të tjera:

- i. Ngarkesat vertikale,
- ii. Numri i kateve,
- iii. Numri i hapësirave,
- iv. Teknikat e ndërtimit dhe zbatimit, etj.

Autorë të ndryshëm kanë dhënë dhe vartësi të ndikimit të karakteristikave gjeometrike të ramave me mbushje. Keshtu, Staford Smith [24] propozon aplikimin e një parametri pa njësi, l_h , i cili shpreh shtangësinë relative të panelit mbushës ndaj ramës.

$$l_h = h \cdot \sqrt[4]{\frac{E_m t \cdot \sin 2q}{4E_c I_c h_m}}, \quad 3.2$$

ku :

h_m -lartësia e panelit;

t -trashësia e panelit;

I_c -Momenti i inercisë të shtyllës,

E_c -moduli i elasticitetit të shtyllës,

E_m -moduli i elasticitetit të paneli mbushës,

q -kendi që mbyll bjella diagonale me aksin horizontal.

Kur, vlerat e parametrin l_h janë të vogla kjo tregon se rama është me e shtangët se muratura dhe anasjelltas.

Parametri l_h është adekuate për vlerësimin në stadin elastik të sjelljes.

Autoret Liauw dhe Kwan, [1], kanë futur në përdorim parametrin m -it që në vetvete shpreh rezistencën relative të strukturës

$$m = \sqrt{\frac{4M_u}{f'_m \cdot t \cdot h^2}} \quad 3.3$$

Ky parametër është përdorur për vlerësimin e rezistencës anësore të ramës me mbushje në vartësi të karakteristikave të çelikut për forma të ndryshme të shkatërrimit. Për vlerë të vogël të parametrin m kemi të bëjmë me ramë të dobët, në të kundërtën kemi shkatërrimin e diagonales së shtypur.

Siç u cek edhe më lartë, raporti i $\frac{h_m}{L_m}$ ndikon në formën e shkatërrimit të panelit mbushës. Për raporte të

vogël të $\frac{h_m}{L_m}$, shkatërrimi ndodh si rezultat i prerjes së mbushjes muraturë, kurse për raporte më të mëdha të

$\frac{h_m}{L_m}$, shkatërrimi ndodh nga sforcimet tërheqëse.

Rezistenca e muraturës varet nga karakteristikat e materialeve përbërëse. Sa më të mira karakteristikat mekanike të këtyre përbërësve, aq më i fortë do të jetë paneli i muarturës. Sjellje më e mirë pritet kur kemi elemente të plota përkundër elementeve me boshllëqe. Gjithashtu, përdorimi i llaçit me rezistence më të madhe rrit rezistencën përfundimtare të ramit beton arme. Kjo normalisht ka dhe kufijtë e saj. **Por, një muraturë me rezistence shumë të madhe përkundër ramës beton-arme nuk do të thotë dhe rritje e rezistencës anësore e strukturës me mbushje.**

Kjo për shkak të reagimit jo adekuat, mund të çojë deri të shkatërrimi i elementeve të ramit dhe në këtë mënyrë kemi dhe reduktim drastik të rezistencës anësore.

Tipi i elementeve është gjithashtu faktor me mjaft rëndësi. Një sjellje më e mirë pritët kur për mbushje janë përdorur elementet të plota. Elementet të plota kanë rezistence me të madhe përkundër elementeve me zbrazëtira. Kështu që muratura e ndërtuar me elemente solide ka rezistence më të madhe se muratura e ndërtuar me elemente me boshllëqe. Gjithashtu paneli i ndërtuar me elemente solide tregon sjellje më të mirë nën veprimin e forcës alternative.

Gjithashtu, dimensionet e elementeve ndikojnë shumë në mënyrën e shkatërrimit të mbushjes muraturë.

Në sjelljen e ramës me mbushje muraturë ndikojnë edhe sasia e armaturës, gjatësore dhe tërthore si dhe sipërfaqja e betonit. Shtyllat (rezistenca në përkulje, forca prerës dhe aksiale) e ramës luajnë një rol qënësorë në rezistencën e tërësishme të strukturës si kompozit.

Rezistenca në përkulje e shtyllave ndikon në kapacitetin e sistemit dhe është faktorë me rëndësi që determinon në sjelljen e strukturës kompozite, varësisht nga rezistenca relative e ramës dhe panelit muraturë. Sasia gjatësore e armaturës është faktor që ndikon shumë në sjelljen e strukturës në përgjithësi, Nëse shtylla armohet lehtë mund të arrihet deri të mekanizmi i parë i thyerjes (i paraqitur në 3.5.2), dhe në këtë rast armatura në shtylla do të kalojë në rrjedhshmëri para se të arrihet rezistenca e panelit muraturë. Rritja e armaturës gjatësore deri në një kufijtë të caktuar mund të ndikojë në rritjen e rezistencës së ramës me mbushje; mirëpo, rritja përtej këtyre kufijve nuk do të ndikojë dhe në rezistencën e strukturës si tërësi, sepse mekanizmi i shkatërrimit do kontrollohet nga rezistenca e panelit murature.

Sasia e armaturës së stafave ndikojnë shumë në sjelljen e ramës me mbushje muraturë në fazën e tij të fundit (para shkatërrimit). Stafat ndikojnë në rritjen e aftësisë së deformimeve të shtyllave dhe ndikojnë që mos të kemi shkatërrim të brishtë (amorf) nga prerja. Gjithashtu sasia e armaturës tërthore ndikon në sjelljen e strukturës ndaj veprimeve ciklike.

Ndikim në rezistencën e strukturës ka edhe armatura horizontale e vendosur në panelin e muraturës, të cilat janë të ankoruara në shtylle.

Gjithashtu ndikim në rezistence kanë edhe përdorimi i vutave në nyjat (bashkimet) ku lidhet rigeli me shtyllat.

Duke u bazuar në sjelljen e modeleve të shqyrtuar si dhe rezultateve të fituara me përdorimin e vutës, **autori propozon një mënyrë të përforsimit për ramën me mbushje muraturë me ane të Fibrave Polimere prej Qelqit (GFP).** Në bazë të rezultateve të marra, rezistenca e ramës rritet rreth 100% në krahasim me ramën me dimensione të njëjta por pa përforsim me fibra qelqi. Shtangësia e modelit rritet, si dhe sjellja e përgjithshme e modelit të përforsuar ndryshon. Në baze të eksperimenteve të modelit 5 vërehet se rritja e rezistencës vjen si rezultat i rritjes së bashkëpunimit në mes të mbushjes muraturë dhe ramës betone-arme. I cili bashkëpunim çon deri të rritja e gjerësisë së bjelles diagonale dhe njëkohësisht rritjen e forcës normale në fugen horizontale.

Siç shihet edhe në fig. 3.11, me këtë përforsim është pamundësuar rritja e këndit ndërmjet traut dhe shtyllës, duke rritur kështu gjatësinë e bashkëpunimit në mes ramës dhe mbushjes muraturë.

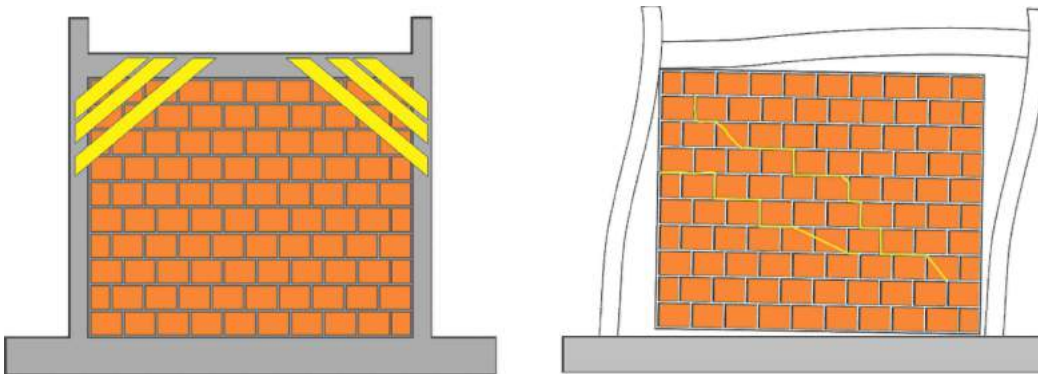


Fig.3.11 Menyra e përforsimit me Fibra Qelqi e propozuar nga autori dhe sjellja e strukturës pa përforsim

Përveç rritjes së rezistencës dhe shtangësisë modelet e përforcuar në këtë mënyrë ndryshojnë dhe mekanizmin përfundimtar të thyerjes ose thënë ndryshe mund të diktojnë mënyrën e mekanizmit përfundimtar të thyerjes.

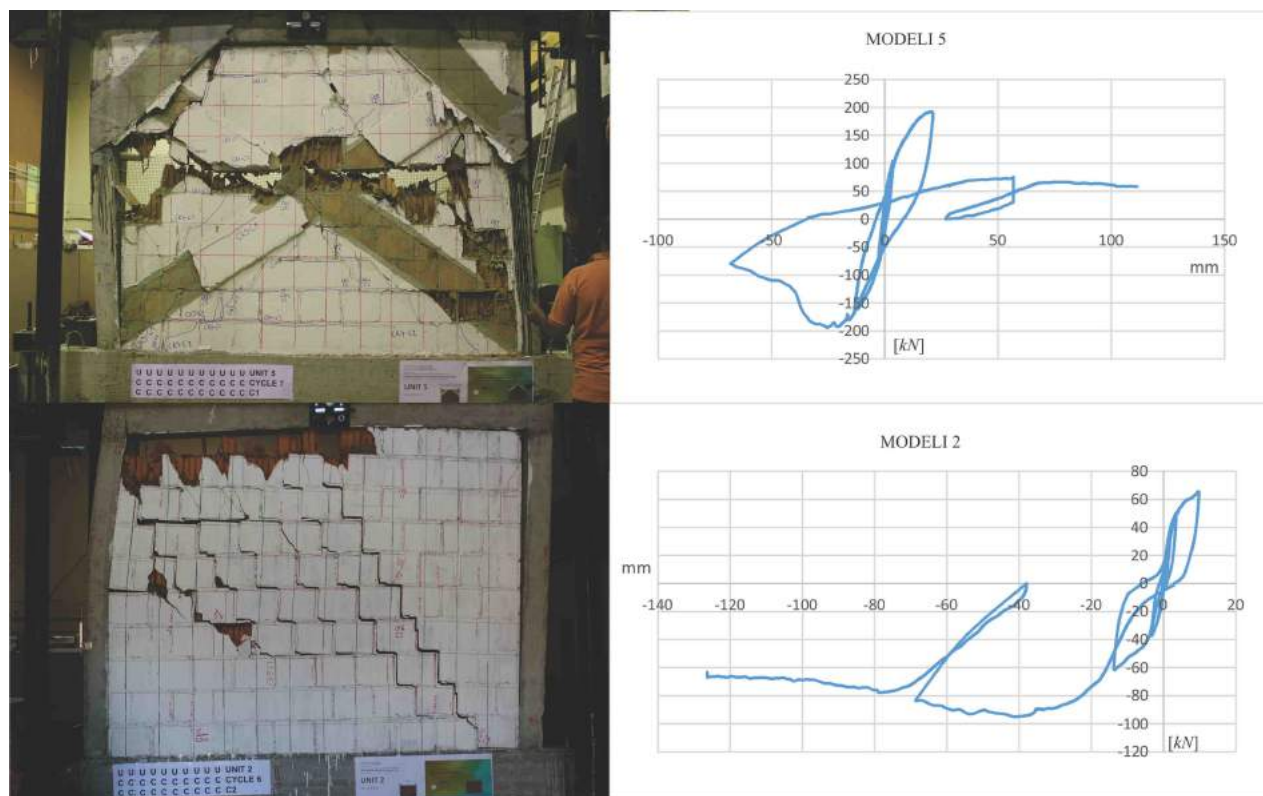


Fig.3.12 Sjellja e strukturës me përforcim dhe pa përforcim

Në fig. 3.12, vihet re dallimi i mekanizmave të thyerjes për rastin kur kemi modelin e përforcuar dhe jo të përforcuar si dhe ndryshimi në rezistence dhe në shtangësi .

Përforcimet me Fibra Polimere prej Qelqi (GFP) kanë avantazh për shkak se kështu mund të përforcohen shumë lehtë edhe objekte ekzistues.

Ndikim në sjelljen e ramës me mbushje kanë dhe forcat-pesha (vetjake). Këto forca zvogëlojnë ose mënjanojnë në tërësi forcën tërheqëse në shtyllat që tentojnë të punojnë në tërheqje në rastin e veprimt të forcave horizontale. Pra, forcat peshë, në këtë mënyrë kanë efektin pozitiv. Në anën tjetër forcat peshe kanë efekt negative për shtyllën e shtypur sepse rritin forcën aksiale në shtypje. Ndikim pozitiv kanë edhe në panelin muraturë nëse ndërmjet trau, dhe panelit nuk kemi hapësirë. Në këtë rast forca peshe rrit sforcimin normal në fugën horizontale duke rritur dhe rezistencën në prerje të muraturës.

Efekt tjetër që duhet të përmendet janë dhe hapjet në mbushjen murature. Hapjet ndikojnë në rezistencën, shtangësinë e mbushjes muraturë dhe në mënyrën e shkatërrimit të mbushjes dhe ramës me mbushje në përgjithësi.

Në bazë të rezultateve të eksperimenteve të bëra, rezistenca e strukturës me mbushje mund të zvogëlohet mbi 50%, (varet nga dimensionet dhe pozita e hapjeve), nëse kemi hapësirat në pjesën e sipërme të ramës beton-arme, (fig.3.13). Sipas Benjamin dhe Williams [23], rezistenca reduktohet me shume se 20-50%, nëse në

mbushjet muraturë kemi hapje në mes me dimensione $\frac{h_m}{3}$ dhe $\frac{L_m}{3}$.

Gjithashtu ndikim në rezistencë kanë edhe hapësirat në mes mbushjes dhe ramës beton arme, prezenca e mjeteve lidhëse në ndërfaqen e mbushjes muraturë me ramën beton-arme, etj.

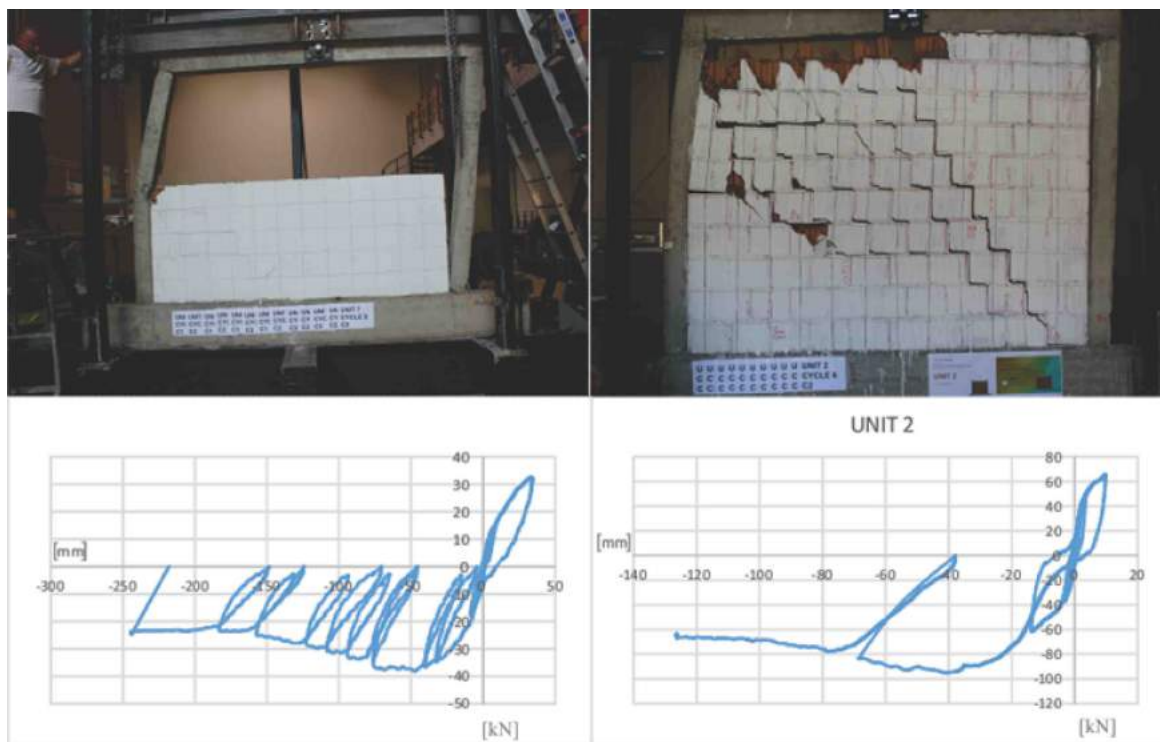


Fig.3.13 Reduktimi i rezistencës së strukturës me hapje dhe pa to

3.7 Kërkesat dhe kriteret në Eurokodet për ramat me mbushje nën veprimin e ngarkesave sizmike

3.7.1 Të përgjithshme

Efekti i muraturës në analize dhe projektim duhet të konsiderohet me një kujdes të veçantë duke u bazuar në sjelljen e saj dhe karakteristikave të ndryshueshme të parametrave që e përbejnë atë, siç janë:

- Ndryshueshmëria në karakteristikat mekanike dhe siguria e vogël në rezistencën, shtangësinë dhe kapacitetin e disipimit të energjisë të muraturës.
- Kushtet e lidhjeve, d.m.th, sa fort është e lidhur muratura me ramën që e rrethon (konturon).
- Mundësia e ndryshimit të bashkpunimit gjatë kohës së shfrytëzimit të saj.
- Shpërndarja jo simetrike në plan dhe lartësinë e strukturës
- Mundësia e efekteve lokale negative nga ndërveprimi ramë-mbushje në zonat kritike.

Kështu, bazuar në EC8-1/2004, [8,19], siguria e strukturave nuk mund të mbështetet, madje as pjesërisht, në mbushjet dhe në këtë kod vetëm ndikimi i tyre i mundshëm negativ është marrë parasysh.

Për shkak të shtangësisë së lartë anësore një pjese e madhe e efekteve sizmike do të transferohen në muraturë, në rast se ajo konsiderohet si element strukturor. Duke u rritur këndi i rrëshqitjes, efektet sizmike të transferuara në fillim në mes të ramës dhe mbushjes do të ndryshojnë në mënyrë të shpejt.

Analiza sizmike sipas Eurokodit EC8 behet kryesisht në ramën skeletore. Parashihi vetëm disa masa konstruktive, të cilat konsiderojnë ndikimin negativ të mbushjes muraturë në sistemin strukturor. Këto masa kryesisht ju referohen strukturave me rama dhe sistemeve duale-ekuivalente me rama të strukturave me duktilitet të lart (DCH). Për strukturat me mure dhe strukturat duale ekuivalente me mure sipas Eurokodit EC8 ndikimi i mbushjeve muraturë mund të neglizhohet. Një trajtim i veçantë dhe një siguri e besueshme e kapacitetit të shtangësisë rezistencës dhe e disipimit të energjisë e mbushjeve muraturë mund të shfrytëzohet për objektet e ulëta për të zvogëluar koston e ndërtimit.

Në përgjithësi në strukturat me mbushje muraturë duhet mënjanohe shpërndarja jo-simetrike e muraturave në plan. Kjo jo gjithmonë është e mundur për shkak të kërkesave arkitektonike. Në raste të tilla preferohet të behët analiza 3D , duke marrë parasysh mbushjet.

Në rastet kur kemi një shpërndarje jo-simetrike, por jo në mënyre që të shkaktohen shpërndarje me jo-simetri të madhe, atëherë rritet efekti i jashtëqendërsisë aksidentale me një faktor shumëzues $I = 2$.

Sipas Eurokodit EC 8, duhet të mënjanohe shpërndarja jo uniforme e mureve në lartësinë e kateve. Të tilla janë hapjet (hapësirat) e dritareve të mëdha në katet e përdhese si dhe hapjet që shfrytëzohen si lokale afariste,fig.3.14.

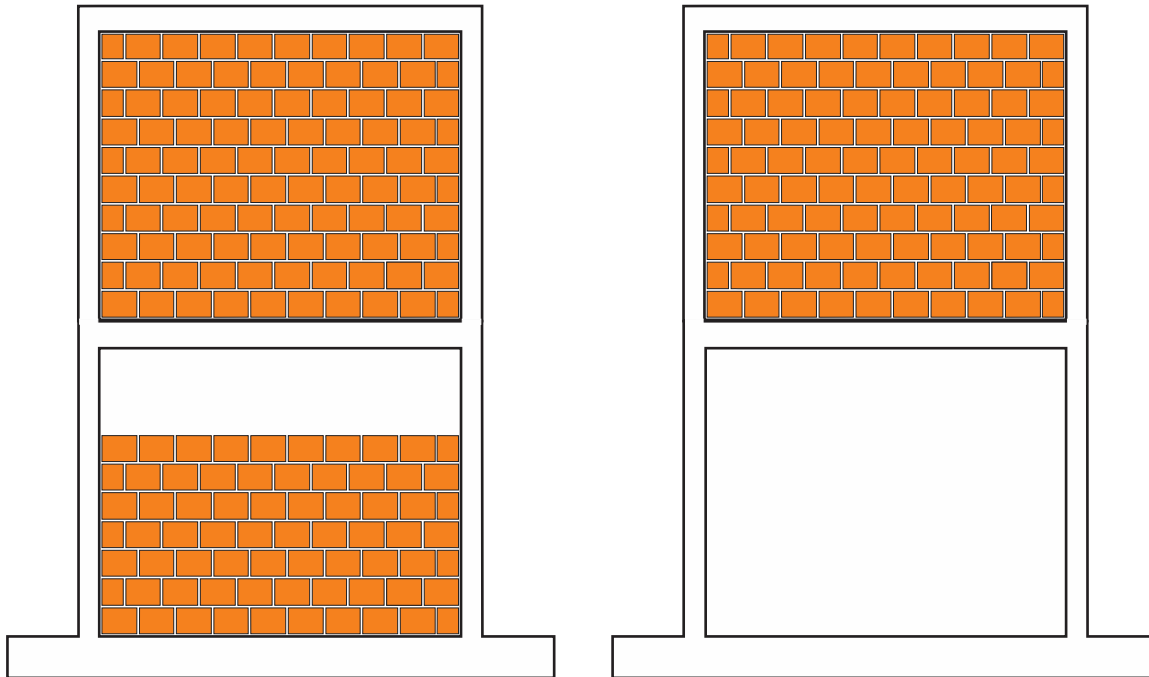


Fig.3.14 Hapje pjesore për dritaret dhe katet e buta

Në rast se kemi hapje të tilla atëherë sipas EC 8 duhet të rriten forcat sismike në shtylla për katin me këto hapje. Sipas një procedure të thjeshte, rritja e ndikimeve behet nëpërmjet faktorit të amplifikimit h i specifikuar në Eurokodin EC 8-1/2004. Kjo do të thotë që momentet, forcat aksiale dhe forcat prerëse nga analiza shumëzohen me faktorin h .

$$h = \left(1 + \frac{\Delta V_{RW}}{\sum V_{ED}} \right) < q, \quad 3.4$$

ku:

ΔV_{RW} -është rezistenca totale e mureve mbushëse për katin në shqyrtim, duke e krahasuar me katin e mësipërm.

Për të përcaktuar ΔV_{RW} nuk duhen analiza shtesë pasi V_{RW} i referohet kapacitetit të rezistencës për panelat individuale me mbushje.

$\sum V_{ED}$ -është shuma e të gjitha forcave prerëse sismike në të gjitha elementet vertikale mbajtëse për katin në shqyrtim.

Përveç rritjes se ndikimeve për faktorin e zmadhimit h strukturat me duktilitet të lartë duhet të reduktojnë dhe koeficientin e sjelljes në masën 20%. Ky modifikim iu referohet strukturave me rama dhe sistemeve duale ekuivalente me rama.

Në rastet kur faktori i zmadhimit h nuk është me i madh se 1.1 atëherë nuk ka nevojë për modifikim të forcës sismike.

3.7.2 Efektet lokale negative të mbushjeve me muraturë në shtylla dhe kërkesat sipas Eurokodit EC8

Rregullat për t'u mbrojtur nga efektet negative në EC8 parashikohen për objektet me duktilitet të lartë dhe të mesëm.

Muraturat, përveç efekteve pozitive që kanë në sjelljen globale të strukturave me mbushje kanë edhe efektet e tyre negative nëse nuk merren parasysh.

Te tilla janë:

1. Muraturat me rezistence të lartë mund të shkaktojnë forca të mëdha prerëse në shtyllat e sidomos në shtyllat e skajshme.

2. Në rastet kur lartësia e muraturës është më e vogël se e shtyllës mund të lindin forca të mëdha prerëse në shtylla, çka shkakton formimin e çernierës plastike në lartësinë e mbushjes. Këto shtylla quhen «shtylla të shkurta».

Në të dy këto raste, prania e muraturës shtangëson ramen, zvogëlon periodën e lëkundjeve dhe rrit forcën sismike. Nëse rama është projektuar me duktilitet të lartë për nivel të caktuar të intensitetit të tërmetit duke mos marr parasysh muraturen, çernierat plastike mund të formohen në pjesë të tjera nga ajo që është e projektuar, (fig.3.15).

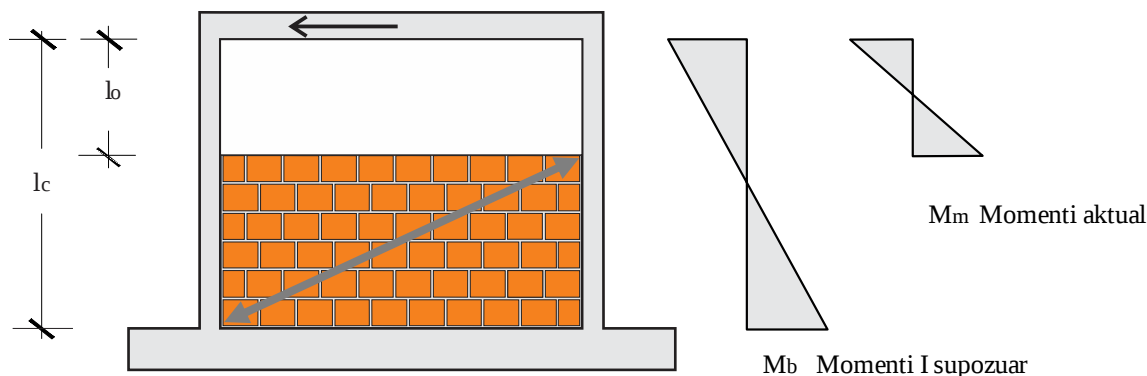


Fig.3.15 Muratura pjesore në ramën beton-arme

Bazuar në Eurokodin EC 8, zonat kritike ku mund të formohen çernierat plastike duhet të zgjerohen në tere gjatësinë e shtyllës për katin e përdhësë. Kjo për shkak se forcat me të mëdha prerëse priten në katin përdhësë.

Për të penguar shkatërrimin sipas rastit të parë, shtylla duhet të verifikohet në prerje nga forca më e vogël prej dy forcave kryesore që janë:

-Komponentja horizontale e forcës në «bjellen diagonale të muraturës», e barabarte kjo me rezistencën në prerje horizontale të panelit, llogaritur nga rezistenca në prerje e fugës horizontale.

-Forca prerëse e llogaritur sipas Eurokodit EC 8 (në bazë të Teorisë së projektimit sipas kapaciteteve), ku gjatësia e shtyllës merret deri të kontakti i pjesës vertikale të gjerësisë së bjelles diagonale dhe ku si moment rezistues merret ai i fundit të gjatësisë së kontaktit, fig.3.16. Në shumicën e rasteve forca prerëse e fundit do jetë me e madhe.

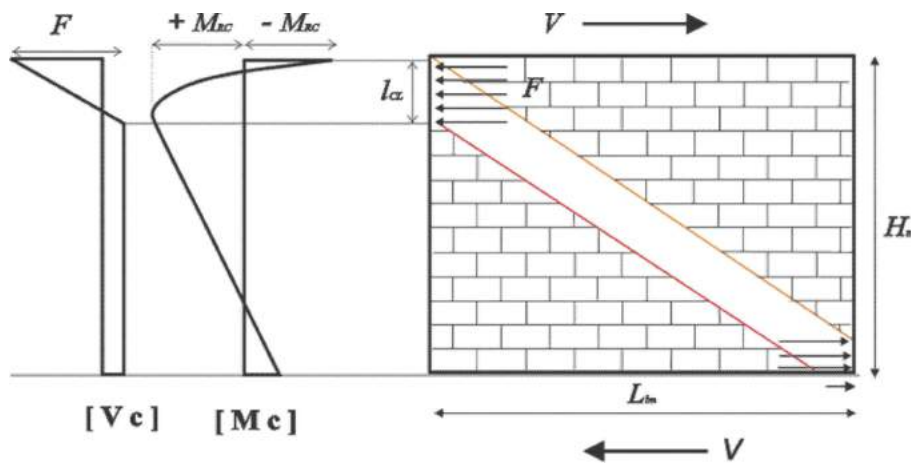


Fig.3.16 Forca prerëse në shtyllë e shkaktuar nga forca në bjellën e muraturës, Fardis, 2009

Mbrojtja e «shtyllave të shkurta» duhet të parashikohet qysh në fazën e projektimit. Si me e përshtatshme është vendosja e mureve strukturore të cilave ju besohet me shume se 50% e forcës totale prerëse. Më tej, mund të rritet lartësia e shtyllës dhe mund të kufizohen hapjet që ato mos të jenë prej shtyllë në shtyllë. Llogaritja e shtyllave të shkurta bëhet duke u bazuar në Teorinë e projektimit sipas kapaciteteve, ku gjatësia e shtyllës merret e barabartë me lartësinë e hapjes.

$$V_{ED} = \frac{M_{RC}^{+} + M_{RC}^{-}}{l_{cl}} \quad 3.5$$

Në rastet kur gjatësia e hapjes është shumë më e vogël se $1.5h_c$ atëherë forcat prerëse duhet të rezistohen nga armimi diagonal,

ku:

h_c -është lartësia e shtyllës.

Bazuar në rezultatet eksperimentale autori konfirmon se formimi i shtyllave të shkurta paraqitet edhe tek ramët me mbushje muraturë ku elementet janë tulla të plota nga argjile dhe dimensione $25 \times 12 \times 6.5 \text{ cm}$. Struktura (Modeli 11) shkatërrohet si rezultat i shkatërrimit të muraturës nga prerja fillimisht e pastaj si rezultat i krijimeve të blloqeve të vogla që rrëshqasin njëra me tjetrën vjen deri të fenomeni i krijimit të shtyllës së shkurt dhe përdorimi i modelit bazuar në Zarnic dhe Tomazevic. Për të eliminuar këtë autori sugjeron që edhe për mbushjen që në fillim të parashikohet mënyra e shkatërrimit varësisht prej dimensioneve të saj por normalisht dhe të verifikohet eksperimentalisht

4 VËSHTRIM KRITIK MBI LITERATURËN PËR PROCEDURAT E ANALIZËS TË RAMAVE ME MBUSHJE

4.1 Vështrim i literaturës nga autorë të ndryshëm

Synim kryesor në këtë pjesë është paraqitja e procedurave të analizës së ramave me mbushje nga autore dhe rregulla (standarte) të ndryshme. Për të idealizuar këtë tip strukturor janë propozuar teknika të ndryshme të cilat ndahen në dy grupe.

-Në grupin e parë hyjnë mikro-modelimi

-Në grupin e dytë hyjnë makro-modelimi.

Në grupin e parë hyjnë modelet ku muratura ndahet në pjesët përbërëse të saj dhe merren në shqyrtim të gjitha karakteristikat e materialeve përbërëse. Kjo çon në rezultate të pritshme me të sakta sepse në modelimin e saj merren parasysh dhe efektet lokale.

Në grupin e dytë muratura trajtohet si tërësi dhe nuk ka ndarje ndërmjet elementeve dhe llaçit. I gjithë materiali konsiderohet si homogjene, izotrop. Kjo procedurë përdoret me shume për të vlerësuar sjelljen globale të strukturës dhe nëpërmjet saj është vështirë të parashikohen të gjithë mekanizmat e thyerjes. Kështu, në këtë metodë përdoren vetëm disa parametra për të paraqitur efektin e muraturës si tërësi. Normalisht përdorimi i makro-elementeve kalibrohet me rezultatet eksperimentale ose dhe me mikro-modelet. Për një analizë të strukturës përdorimi i makro-elementeve na jep një saktësi të mjaftueshme dhe kohe me të shkurtër të llogaritëse.

Bazuar në eksperimentet e deritashme sjellja e ramëve me mbushje muraturë është jo lineare dhe varet nga sjellja e mbushjes me muraturë, ramës dhe lidhjes ndërmjet mbushjes dhe ramës.

4.1.1 Makro modelet për ramat me mbushje nga autorë të ndryshëm

Makro-modelimi trajton muraturën si tërësi. Në vetvete kjo metode konsiston në modele të thjeshta të cilat janë të dhëna me vetëm disa karakteristika. Sipas Crisafulit [1], ka qenë Poliakov ai që ka realizuar analizën e pare të këtij lloji duke u bazuar në teorinë elastike. Nga studimet e tij të cilat janë të mbështetura dhe në eksperimente Poliakov sugjeron se sistemi ekuivalent i muraturës mund të jetë zëvendësimi i saj me diagonalen në shtypje (bjella).

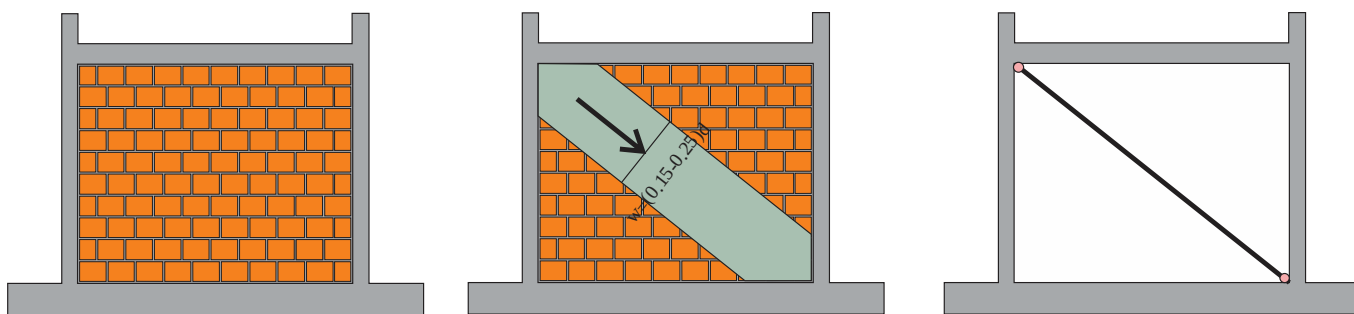


Fig.4.1 Modelimi sipas Poliakov dhe Stafford Smith

Më vonë Stafford Smith e përmirëson këtë ide, duke u bazuar në eksperimentet e tij të bëra në ramat metalike dhe beton-arme të mbushura me muraturë. Ai jep dhe gjerësinë e bjellës në shtypje. Edhe aktualisht kjo ide, akoma po përpunohet dhe është e futur në kode të ndryshme për të dhëne ndikimin e muraturës në rama.

Në rastet e analizave me ngarkesa dinamike duhet të përdoren së paku dy diagonale të kundërta. Këto diagonale paraqesin efektin e muraturës dhe janë aktive vetëm pasi në to fillojnë të shfaqen dhe përballohen forca shtypëse. Përdorimi i bjellave shtypëse përdoret me supozimin se rezistenca e lidhjes në ndërfaqet ramë-panel dhe rezistenca në tërheqje është e vogël.

-Modele të ndryshme të bjelles në shtypje

Përdorimi i një shufre në shtypje sugjeron dhe sjelljen globale të strukturës duke mos marre për bazë ndikimet lokale nga ndërveprimi panel-ramë. Në këtë mënyrë, momentet dhe forcat prerëse nuk janë reale dhe si rrjedhojë edhe mekanizmi i thyerjes nuk mund të parashihet. Kjo si rezultat i faktit që nuk dihet dhe vendi i formimit të çerinerave plastike.

Bazuar në eksperimentet e tyre shumë autorë propozojnë dhe modele me dy, tre dhe me shume diagonale.

Tomazevic dhe Zarnic [12]

Paraqesin modelin e paraqitur në fig.4.2 c) dhe d), ku diagonalja është e zhvendosur nga nyja me një distancë të caktuar.

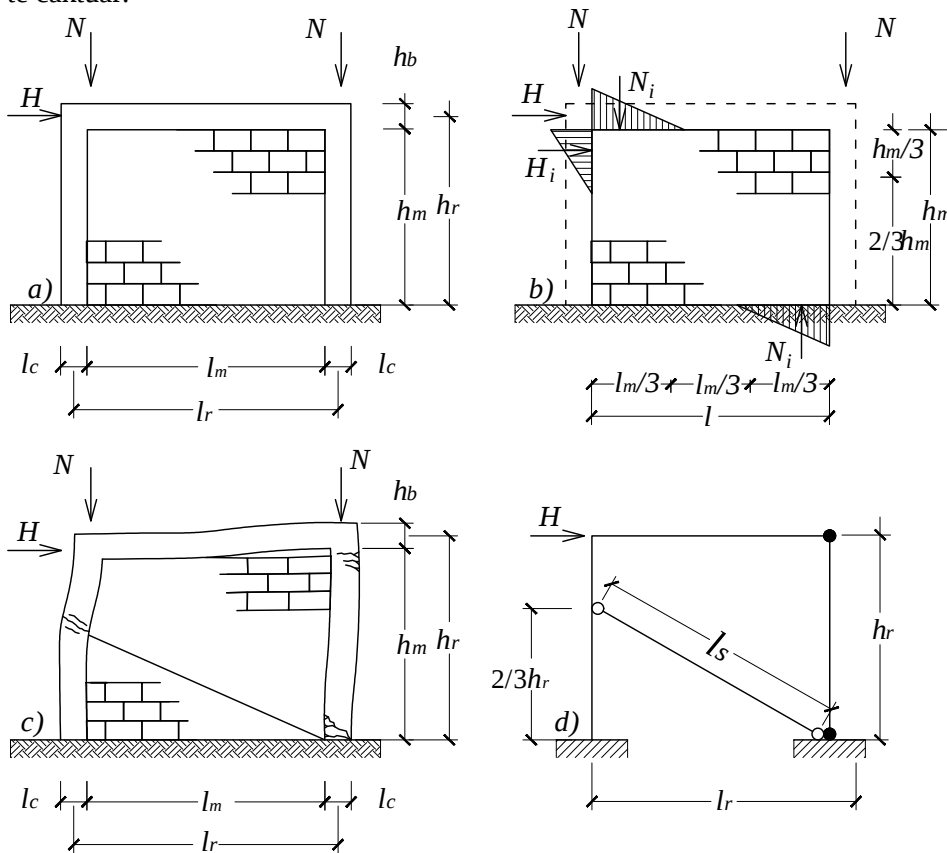


Fig.4.2 Modelimi i mbushjeve muraturë sipas Tomazevic,[12].

Ky model bazohet në kërkimet eksperimentale të zhvilluara nga Tomzevic dhe bashkëpunëtorët e tij dhe vlen për fazën pasi paneli ndahet nga rama.

Për deformime të vogla dhe para ndarjes së ramës me muraturën, rama me mbushje muraturë sillet si monolite dhe kontributi i ramës në rezistencën e përgjithshme mund të neglizhohet (kjo është faza parë).

Në fund të fazës së parë rezistenca në prerje për strukturën njëkatëshe me një hapësirë jepet me shprehjen:

$$H_{u1} = A_i \frac{f_t}{C_i b} \left[1 + \sqrt{C_i^2 \left(1 + \frac{s_{0,1}}{f_t} \right) + 1} \right], \quad 4.1$$

ku:

A_i = është sipërfaqja horizontale e prerjes tërthore të mbushjes muraturë

f_t = Rezistenca në tërheqje e muraturës

$S_{0i} = \frac{N_i}{A_w} = H \frac{n_w}{a_i A_w}$, është sforcimi në shtypje në muraturën i shkaktuar nga ndërveprimi panel-ramë

$n_w = \frac{h_m}{l_m}$ - parametër i raportit gjeometrik

$a_i = \frac{5}{4}$, -parametër i formës dhe i shpërndarjes (shprehje e ndërveprimit).

$C_I = 2ab/h$ -koeficienti i ndërveprimit, i cili merr parasysh formën e supozuar të shpërndarjes së forcës ndërveprimit dhe të sforcimit tangjentor (prerëse) përgjatë prerjes tërthore horizontale të murit mbushës muraturë. $a = 7/8$ dhe $b = 1.1$, janë të përcaktuar në rruge eksperimentale.

Pas fillimit të plasaritjeve, mbushja ndahet nga rama dhe ato nuk punojnë me si monolite. Pas ndarjes, rezistenca e ramës me mbushje muraturë paraqitet si shume e të dy elementeve të saj (ramës dhe muraturës). Pra, kemi:

$$H_{u2} = C_R H_{u1} + H_{u,fr} \quad 4.2$$

Ku:

C_R -faktori reduktues i kapacitetit të rezistencës në prerje të muraturës ,dhe merr vlera 0.5-0.7, (kur kemi kontakt të mire ndërmjetës muraturës dhe ramës, $C_R = 0.7$)

$H_{u,fr}$ -rezistenca përfundimtare e ramës dhe përcaktohet në varësi të formës së shkatërrimit të saj.

Në rastin e mekanizmit të thyerjes si në fig. 4.2.c dhe d, atëherë.

$$H_{u,fr} = H_{s,c} + H_{f,c} \quad 4.3$$

ku:

$$H_{s,c} = A_{r,s} f_y;$$

$$H_{f,c} = \frac{2M_y}{h_{fr}};$$

$H_{s,c}$ -rezistenca në prerje e shtyllës nga fryn era;

$A_{r,s}$ -sasia armaturës tërthore e shtyllës;

$H_{f,c}$ -rezistenca në përkulje e shtyllës për në thithje;

M_y -kapaciteti në përkulje i prerjes së shtyllës;

h_{fr} -lartësia e ramës.

Në rast të mekanizmit të thyerjes është si në fig.3.9, atëherë rezistenca e ramës në gjendjen përfundimtare,

$$H_{u,fr} = 2H_{f,c} = \frac{4M_y}{h_{fr}} \quad 4.4$$

Shtangësia e strukturës si dhe karakteristikat dinamike të muraturës për verifikimin sizmik përcaktohen duke marrë parasysh gjendjen e muraturë, pasi të jetë plasaritur dhe shkëputur nga rama, d.m.th. fazën e dytë (në këtë rast muratura modelohet si «bjelle diagonale» me gjerësi varësisht nga mekanizmi shkatërrimit i vërejtur në muraturë, fig 4.3.)

Në të shumtën e rasteve $h_s = 0.25l_s$. Por në rastet kur mekanizmi i thyerjes është si në fig. 4.3 b, $h_s = 0.13l_s$.

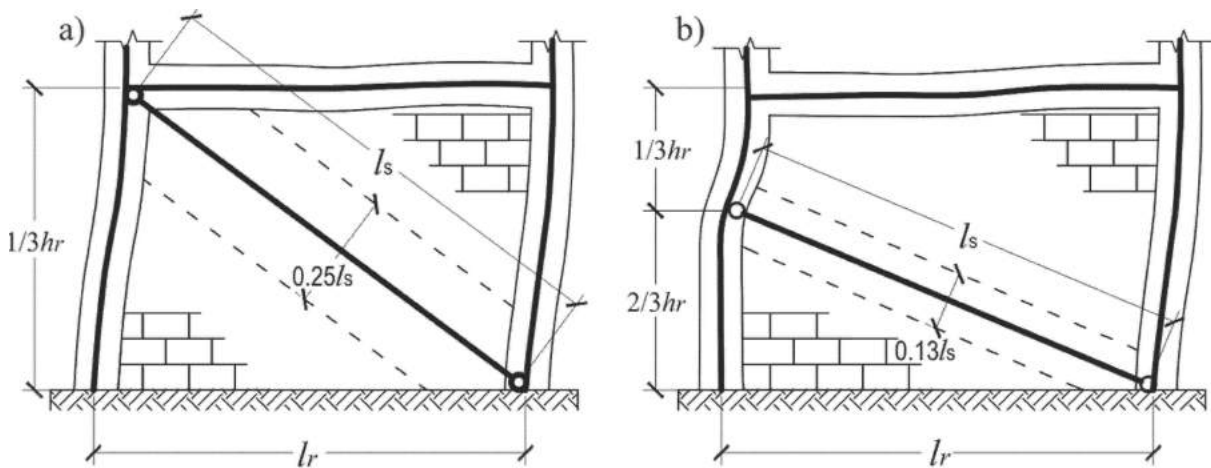


Fig.4.3 Caktimi i gjerësisë së diagonales, (Sipas Tomazevic,[12])

Stafford Smith [24]

Bazuar në rezultatet e eksperimenteve dhe analizën e sforcimeve me metodën e elementeve të fundme (MEF) ka treguar se analiza e ramës me mbushje mund të behën në mënyrë të thjeshtë duke e zëvendësuar muaraturën me diagonalen në shtypje e cila është e lidhur me çerniera të ramit. Modeli i propozuar është i paraqitur në figurën e mëposhtme, (fig.4.4)

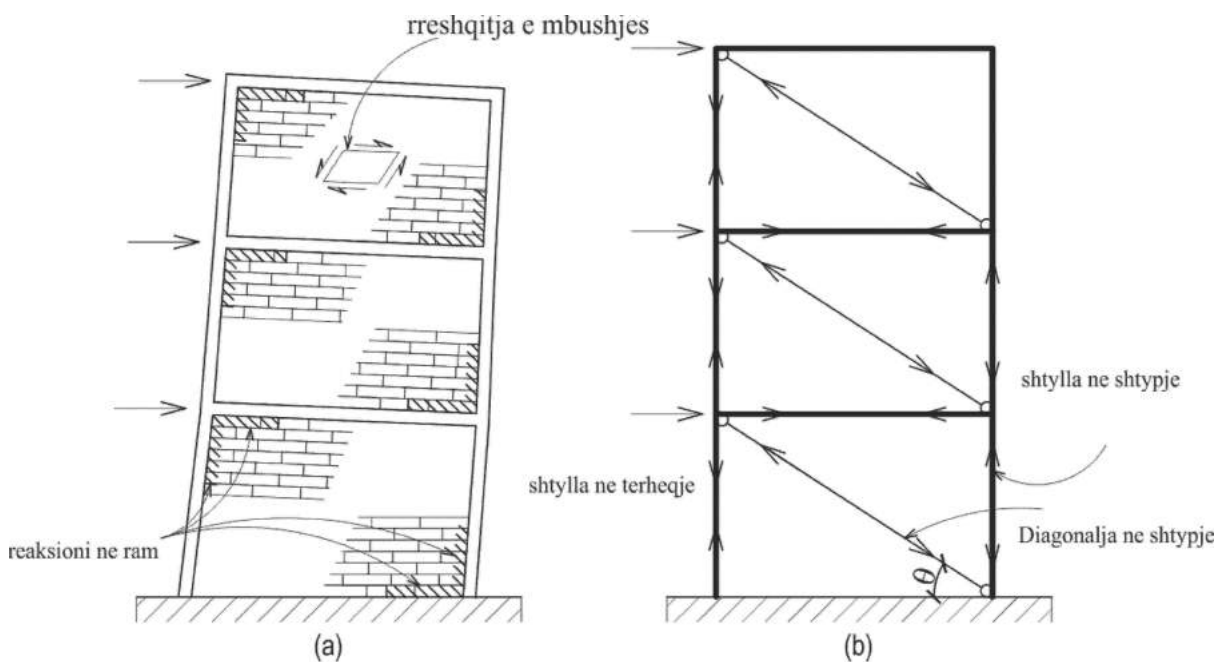


Fig.4.4, a) Ndërveprimi ramë-muraturë, b)Analogjia me ramën me diagonalen e shtypur

Bazuar në një numër të madh analizash numerike me MEF, është konkluduar se shkatërrimi nga prerja ndodh nga kombinimi i sforcimit normal dhe tangjentor, dhe ndodh në qendrën e muraturës. Këto sforcime shprehen me formula empirike:

$$t_{xy} = \frac{1.43Q}{Lt} \quad \text{sforcimi tangencial} \quad 4.5$$

$$s_y = \frac{(0.8h/L - 0.2)Q}{Lt} \quad \text{sforcimi në shtypje vertikale} \quad 4.6$$

$$s_d = \frac{0.58Q}{Lt} \quad \text{sforcimi në tërheqje në «bjelle»} \quad 4.7$$

ku:

Q është forca horizontale në ramë;

L -është gjatësia;

h -është lartësia dhe;

t -është trashësia e muraturës.

Forca prerëse anësore që i korrespondon shkatërrimit nga shtypja e skajeve të bjelles shprehet me shprehjen:

$$Q_c = f_m a \cdot t, \quad 4.8$$

ku:

$$a = \frac{p}{2l}, \quad 4.9$$

ku:

$$l = \sqrt[4]{\frac{E_m t}{4E_c I_{cg} h_m}} \quad 4.10$$

Rezistenca në prerje e muraturës është paraqitur me anë të barazimit të njohur të fërkimit statik

$$f_s = f_{bs} + mS_y, \quad 4.11$$

ku f_{bs} -rezistenca e lidhjes në prerje dhe mS_y -komponentja e rezistencës në fërkim

Nëse i zëvendësojmë shprehjet 4.5 dhe 4.6 në barazimin 4.11, marrim:

$$\frac{1.43Q}{Lt} = f_{bs} + \frac{mQ_s}{Lt} \left(\frac{0.8h}{L} - 0.2 \right)$$

Prej këtej forca horizontale në prerje e lejuar do të jetë

$$Q_s = \frac{f_{bs} Lt}{1.43 - m \left(\frac{0.8h}{L} - 0.2 \right)} \quad 4.12$$

Duke e konsideruar se sforcimi maksimal i lejuar ka vlerën

$$t_{xy} = \frac{1.43Q}{Lt} < f_{s,max},$$

del se

$$Q_s < 0.7Ltf_{s,max},$$

ku:

$f_{s,max}$ -sforcimi maksimal i lejuar në prerje.

Bazuar në formën e shkatërrimit të bjelles diagonale në shtypje, forca maksimale e lejuar rezulton:

$$Q_d = 1.12 \left(\frac{4EI}{E_m t h^3} \right)^{0.22} f_m h t \cos^2 \alpha \quad 4.13$$

Ndërkaq, bazuar në formën e shkatërrimit të diagonales në tërheqje rezulton:

$$\frac{0.58Q}{Lt} = f_t \quad 4.14$$

Ndërkaq, forca e lejuar për formën e shkatërrimit në tërheqje të muraturës do të jetë.

$$Q_d = 1.7 L t f_t \quad 4.15$$

ku:

f_t -sforcimi i lejuar në tërheqje i muraturës.

Priestley dhe Paulay [4,29]

Kanë qasje më racionale për analizën e ramave me muraturë. Perioda e lëkundjeve dhe shtangësia, sipas tyre caktohen pas ndarjes së muraturës me ramen. Kjo mund të bëhet duke e konsideruar muraturën si bjellë diagonale me gjerësi w dhe të lidhur në skajet me çerniera. Vlera e gjerësisë së diagonales jepet në mënyre konservative:

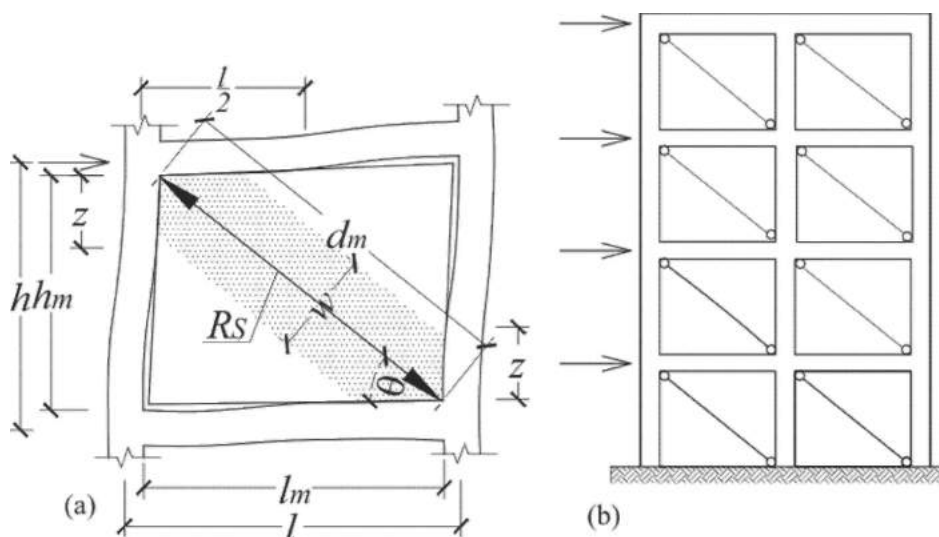


Fig.4.5, a)Deformimet nga forcat anësore, b)Sistemi ekuivalent i ramës me mbushje

$$w = 0.25 d_m \quad 4.16$$

ku:

d_m është diagonalja e muraturës brenda ramës

Forca prerëse maksimale që mund të përballohet nga muratura është

$$Q_s = V_f = t_0 L t + m R_s \sin q, \quad 4.17$$

ku:

$R_s \sin q$ -është komponentë vertikale e forcës në bjellen shtypëse si rezultat i ndërveprimit ramë muraturë.

Forca ekuivalente R_s në bjellen, e cila shënon fillimin e rrëshqitjes në prerjen horizontale e që varet nga sforcimi tangencial në rrëshqitje dhe nga raporti i dimensioneve të panelit i shprehur me këndin q

Kështu, nëse zëvendësojmë në ekuacionin 4.17 $R_s = \left(\frac{Q_s}{\cos q} \right)$ dhe $\cos q = \frac{L_m}{h_m}$ dhe fitojmë:

$$R_s = \frac{t_0 d_m t}{1 - m \left(\frac{h_m}{L_m} \right)} \quad 4.18$$

ku m është koeficienti i fërkimit ,

Rekomandohet që m të ketë vlerën 0.3, në të kundërtën ai duhet të përcaktohet me rruge eksperimentale. Për ramën me një hapësirë drite , forca në bazë do të jetë

$$V_b = \frac{t_0 L_m t}{1 - m \left(\frac{h_m}{L_m} \right)} \quad 4.19$$

Pasi fillon rrëshqitja shtyllat dhe paneli bashkëpunojnë midis tyre për t'i rezistuar forcës prerëse. Kështu rezistenca anësore e ramës me mbushje konceptohet si kombinim i rezistencës në prerje të murit dhe rezistencës prerëse nga shtyllat, sipas formulës:

$$V_i = \sum_{i=1}^{n+1} \frac{2}{h_e} (M_{ct} + M_{cc})_i + V_b \quad 4.20$$

ku:

M_{ct} dhe M_{cc} - janë rezistencat në përkulje të shtyllës në tërheqje dhe në shtypje;

h_e - është largësia ndërmjetës çerinerave plastike.

Barazimi i mësipërm bazohet nën supozimin se rezistenca në prerje e shtyllës është më e madhe se sa vlera koresponduese e shkaktuar nga momentet e përkuljes në çernierat e mesit, të poshtmen dhe të sipërmen të shtyllës. Ndërkaq, armatura që përdoret për sigurimin nga prerja përcaktohet nga Teoria e Kapaciteteve duke marrë për bazë koeficientet rritës për sa u përket momenteve përkulëse.

Meqë forca V_b degradohet shpejt nga veprimi i forcave ciklike ,kjo mund të mos përfillet në përcaktimin e rezistencës në prerje të ramës për këtë formë të shkatërrimit. Kështu, forca rezistuese mund të shprehet tani me shprehjen:

$$V_i = \frac{4}{h} \sum_{i=1}^{n+1} M_{ci} \quad 4.21$$

ku:

M_{ci} -është rezistenca në përkulje e shtyllave, përfshirë dhe ndikimin e forcën aksiale.

Armatura tërthore në shtylla bazohet në Teorinë e kapaciteteve për të mënjeluar formën e shkatërrimit në prerje.

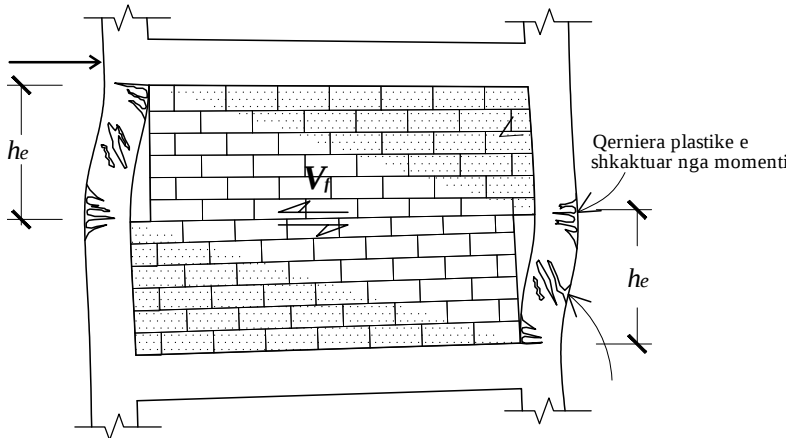


Fig.4.6 Forma e shkatërrimit nga prerja, (sipas Priestley, [4])

Ekuacioni 4.19 përdoret si referencë për të kuptuar se cila formë shkatërrimit mund të ndodhë në krahasim me shkatërrimin e diagonales në shtypje dhe përkuljes të shkaktuara nga momentet përkulëse.

Nëse do të projektohet strukture duktilë, bazuar në një formë të tillë shkatërrimi atëherë forca prerëse në ramë (V_i), e shprehjes (4.21) duhet të tejkalojë forcën prerëse në muraturë, dhëne me barazimin 4.19.

Shkatërrimi i bjelles diagonale në shtypje jepet me shprehjen :

$$R_c = \frac{2}{3} z t f'_m \sec \alpha, \quad 4.22$$

ku :

z -është kontakti vertikal i muraturës me ramën dhe jepet nga:

$$z = \frac{p}{2} \sqrt[4]{\frac{4E_c I_g h_m}{E_m t \sin 2\alpha}} \quad 4.23$$

Në shprehjen e mësipërme, E_c dhe I_g është moduli i elasticitetit dhe momenti i inercisë së shtyllës nga betoni, E_m dhe h_m janë moduli i elasticitetit dhe lartësia e muraturës, α është këndi që bën bjella diagonale me horizontale.

Shkatërrimi i panelit nga sforcimi në tërheqje në panelin e muraturës sipas Priestley, [4] jepet me shprehjen:

$$V_t = \frac{p}{2} L t f'_{tm} \quad 4.24$$

ku:

f'_{tm} - është rezistenca direkt në tërheqje ,

Shprehja e mësipërme është nxjerrë duke e konsideruar muraturën si homogjen dhe izotrope.

Studiuesi Schmid

Prezanton modelet e tij me shume diagonale. Përparësi e këtij modeli (shih fig.4.7) është se në mënyre me të saktë shihet ndikimet lokale të muraturës në ramën beton arme.

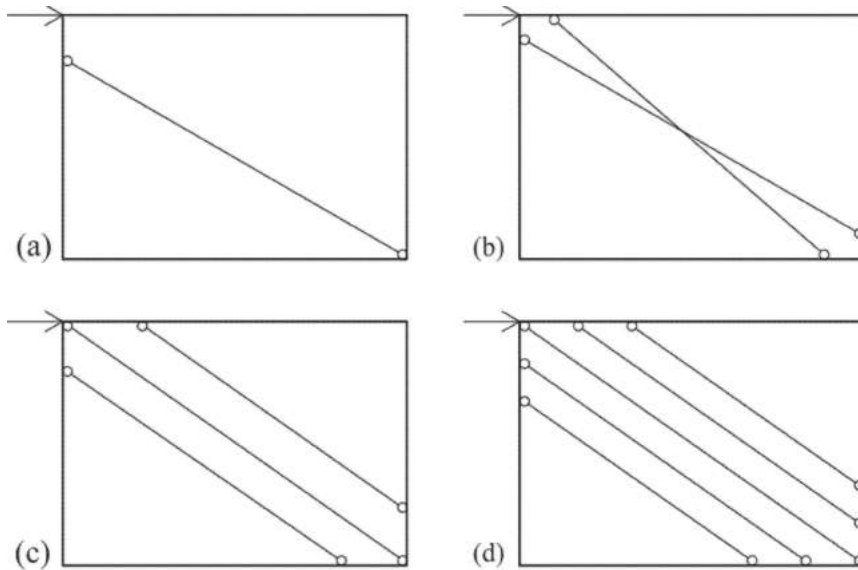


Fig.4.7. Modele të ndryshme me bjella diagonale, a)-Sipas Tomazevic, b), c), d), -sipas Schmid

Modelet e më sipërme nuk janë në gjendje të prezantojnë se kur ndodh rrëshqitja horizontale në panelin muraturë.

Për këtë rast Fiorato [33] propozon diagonale të dyfishta, (fig.4.8. a)) për të paraqitur këtë sjellje, kurse Leuchars dhe Scrivener [1] propozon modelin e më poshtëm, (4.8. b)).

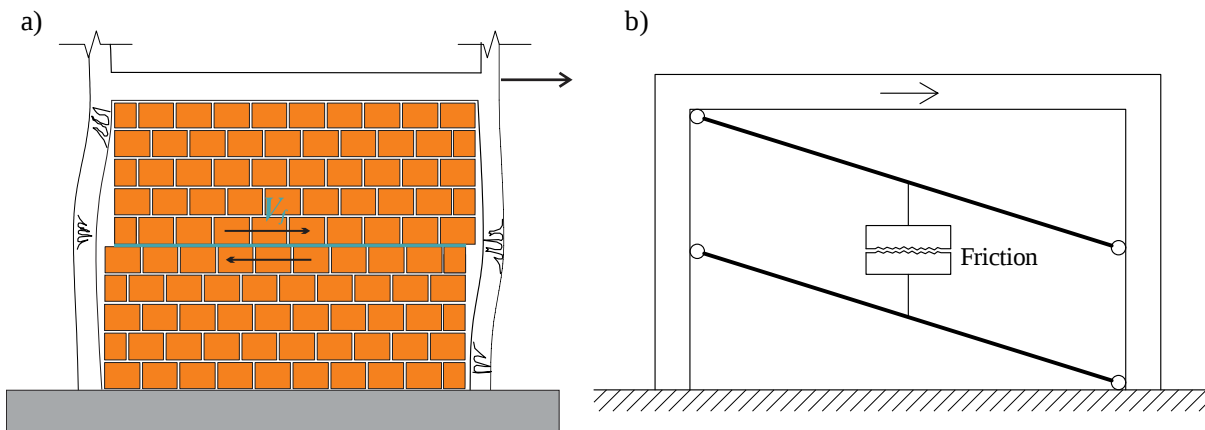


Fig.4.8. Modelet e propozuara nga: a) Fiorato, [33] dhe b) Leuchars dhe Scrivener, [1]

Studiuesi Crisafuli [1,25],

Ka propozuar modelin e tij ku paneli muraturë paraqitet me gjashtë shufra, (fig.4.9). në secilin drejtim diagonal kemi nga dy shufra paralele që mbajnë forcat aksiale dhe e treta që mban forcat prerëse. Shufra e tretë «susta në prerje» vepron në diagonalen e shtypur dhe aktivizohet në vartësi të deformimit të panelit. Shufrat paralele në shtypje përdorin modelin histerezis të bjelles së muraturës, kurse bjella në prerje përdor rregullat bilineare të histerezisit «bilinear hysteresis rule».

Modeli konsiston në katër nyje të jashtme, katër nyje të brendshme (lidhur në skajet e ramës) që shprehin kontaktin e ramës dhe muraturës në pjesën e jashtme të shtyllës dhe traut, duke e konsideruar ashtu reduktimin e dimensionit të panelit mbushës për lartësinë e elementeve beton-arme. Modeli ka dhe katër

nyje «dummy» që paraqesin gjatësinë e kontaktit midis ramit dhe panelit muraturë të zhvendosura në distancë hz prej skajit). Ato përdoren për të paraqitur efektet lokale ndërmjet ramës dhe muraturës.

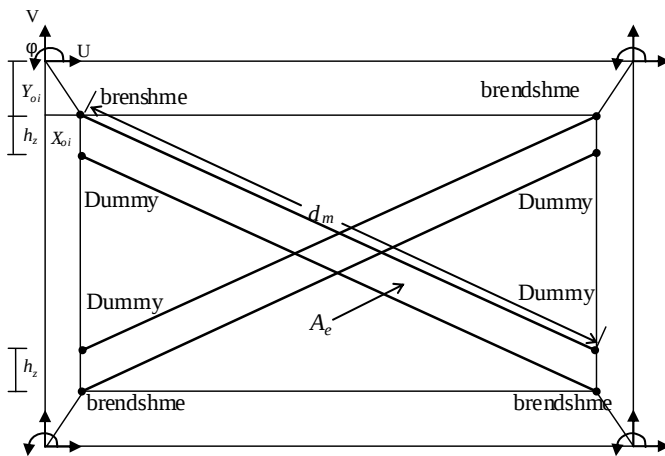


Fig.4.9 Përshkrimi i elementeve të mbushjes muraturë, katër diagonalet e shtypura sipas Crisafuli, [1,25] dhe implementimi në SeismoStruct, (Blandon 2005, [37])

Bazuar në këtë model, sjellja në fazën fillestare kontrollohet nga susta prerëse (fig.4.10). Forca prerëse dhe momentet përkatëse janë të ngjashme me ato të modelit me tri shufra, (fig.4.7.c)). Pasi të arrihet rezistenca në prerje pjesët e panelit rrëshqasin njëra mbi tjetrën duke rritur kështu veprimin në ramë.

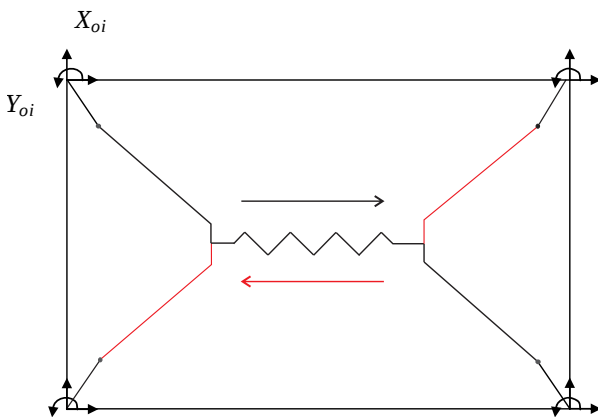


Fig.4.10 Modelimi i forcës prerëse, « susta në prerje » sipas Crisafuli, [1,25] dhe implementimi në SeismoSruct, (Blandon 2005, [37])

Shtangësia: Në modelet me «bjelle», shtangësia totale e elementeve shpërndahet në atë mënyrë që një pjesë i jepet «sustës prerëse», ek.4.25 dhe pjesa tjetër bjelles diagonale.

$$K_s = g_s \frac{A_{ms} E_m}{d_m} \cos^2 \mathbf{q} \, , \quad 4.25$$

kurse shtangësia aksiale e njërës bjelle është

$$K_A = (1 - g_s) \frac{A_{ms} E_{ms}}{2d_m} \quad 4.26$$

ku:

ϱ_s - paraqet pjesën nga shtangësia totale që merr susta prerëse, (ϱ_s merr vlerat prej 0.5 deri 0.75); E_m - është moduli i elasticitetit të muraturës;

A_m -sipërfaqja e bjellës diagonale;

d_m dhe q -janë diagonalja dhe këndi i bjellës së panelit.

Zakonisht trashësia dhe moduli i elasticitetit të bjelles janë të njëjta me muraturën, kurse gjerësia e bjelles duhet të caktohet.

Modeli me bjella diagonale është e kompozuar nga dy pjesë: modeli i histerezis së materialit dhe rregulla e zvogëlimit të sipërfaqes e cila përshkruan degradimin e rezistencës dhe shtangësisë me rritjen e plasaritjeve.

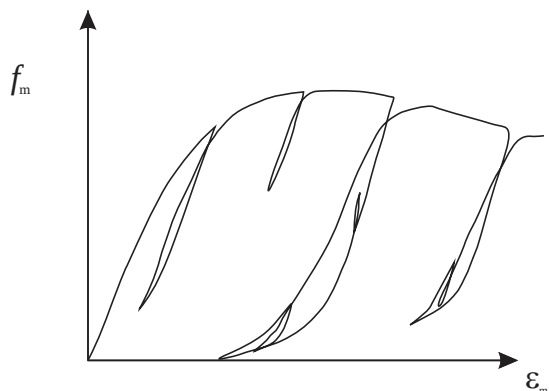


Fig.4.11 Sjellja tipike ciklike e bjellës diagonale, (sipas Crisafuli, [1])

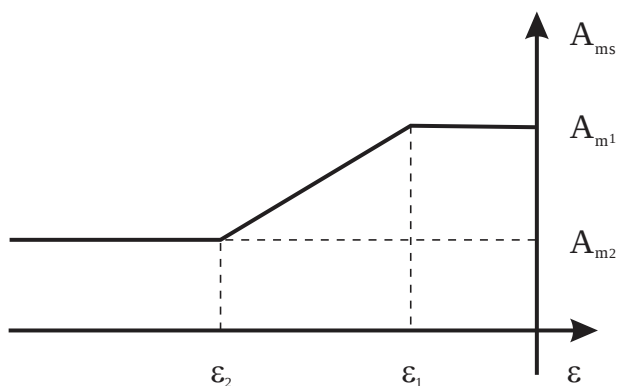


Fig.4.12 Ndryshimi i sipërfaqes së bjelles në funksion të deformimeve aksiale, (sipas Crisafuli, [1])

Gjeometria dhe Karakteristikat e bjelles diagonale caktohen duke shfrytëzuar vlerat dhe formulat në tabelën e mëposhtme. Në Tab. 4.1 janë përmbledhur disa vlera dhe formula bazë që shërbejnë për përcaktimin e karakteristikave të bjelles diagonale

Tabela 4.1 Vlerat dhe formulat që përdoren për caktimin e karakteristikave të bjelles diagonale të muraturës në SeismoStruct [39], (të adaptuara nga Crowley dhe Pinho, 2006)

Parametrat	Vlera / formula	Literatura
Rezistenca mesatare në shtypje e diagonales f_{mq}	2.5 MPa	Calvi <i>et al.</i> (2004)
Moduli I elasticitetit Young's, E_{mq}	$1000E_{mq}$	Crisafulli (1997) Calvi <i>et al.</i> (2004)
Trashësia e mbushjes t_w	0.25 m	Calvi <i>et al.</i> (2004) Bal <i>et al.</i> (2006]
Gjatësia e diagonales, d_w	Llogaritet nga gjeometria e ramit	
Parametri i shtangësisë relative, l	$l = \sqrt[4]{\frac{E_{mq} t_w \sin(2q)}{4E_c I_p h_w}}$ E_c: Moduli I Elasticitetit të betonit q: Këndi që bën bjella me rigelin I_p: Moment i Inercisë se shtyllës h_w: Lartësia e mbushjes	Stafford Smith (1966)
Gjerësia e bjelles në shtypje, b_w	$b_w = \frac{0.95h_w \cos q}{\sqrt{l h_w}}$ $0.1d_w \leq b_w \leq 0.4d_w$	Liau and Kwan (1984)
Sipërfaqja fillestarë e bjellës, A_{ms1}	$A_{ms1} = d_w b_w$	[shih figurën 4.12]
Sipërfaqja mbetëse, A_{ms2}	$A_{ms2} = A_{ms1} * (b_{w,plasaritje} / b_{w,pa plasaritje})$	[shih figurën 4.12]
Gjatësia e kontaktit, z	$z = \frac{p}{2l h_w}$	Stafford Smith (1966)
Distanca Horizontale X_0	Llogaritet nga gjeometria e ramës	
Distanca Vertikale, Y_0	Llogaritet nga gjeometria e ramës	

Modeli i i sustës në prerje mundëson paraqitjen e sjelljes në prerje kur shkatërrohet lidhja në fugën përgjatë llaçit. Sjellja është elastike deri sa të arrihet rezistenca në prerje. Shkarkimi dhe ringarkimi gjithashtu janë elastike, kështu që sforcimi në prerje është,

$$t = G_m g_s \quad 4.27$$

Rezistenca në prerje paraqitet si kombinim i dy mekanizmave: rezistenca e lidhjes «bond strength» dhe rezistenca e fërkimit «friction resistance» në mes llaçit dhe elementeve të mbushjeve. Rezistenca në prerje shprehet si shumë e rezistencës fillestare të lidhjes në prerje t_o (lidhjes midis llaçit dhe elementeve) dhe produktit të koeficientit të fërkimit me forcën në shtypje në drejtim normal me fugën horizontale.

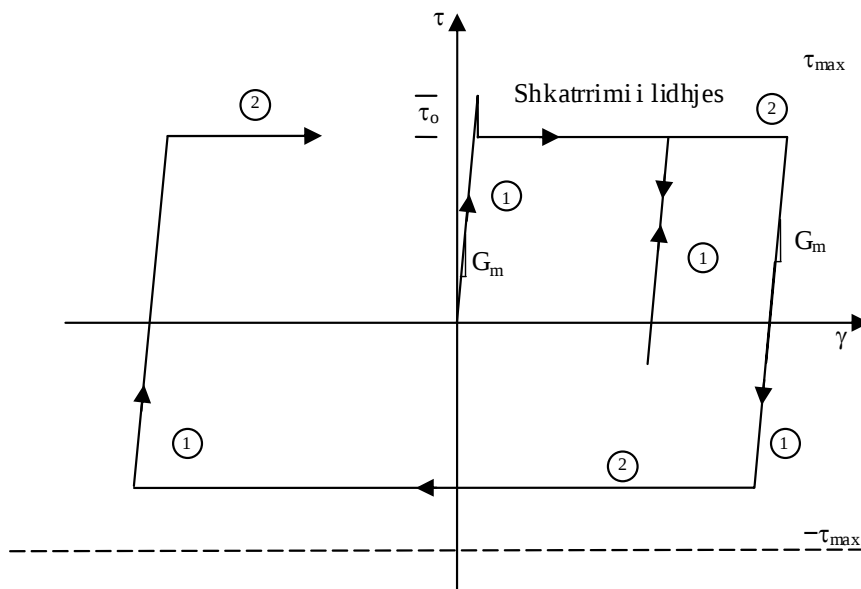


Fig.4.13 Modeli ciklik i sjelljes së bjelles në prerje

Table 4.2 Vlerat e përdorura për të definuar karakteristikat e bjelles muraturë në prerje në SeismoStruct (adoptuar nga Smyrou et al. [38])

Parametrat	Vlera
Rezistenca në prerje e lidhjes τ_o	0.3 MPa
Koeficienti i fërkimit μ	0.7
Rezistenca në prerje maksimale τ_{max}	1.0 MPa
Faktori reduktues në prerje α_s	1.5

Rezistenca: Rezistenca në shtypje është parametri kryesor që kontrollon sjelljen e bjelles diagonale. Njëkohësisht kjo përben dhe problemin kryesor për vlerësimin e rezistencës së ramit me mbushje muraturë.

Mekanizmat e shkatërrimit të muraturës janë të shumëllojshëm. Për këtë arsye do të ishte e rekomandueshme që të llogaritet rezistenca që i përgjigjet secilit mekanizëm dhe prej tyre të merret vlera më e vogël për rezistencë të bjellës.

Bazuar në Decanini dhe Fratini, siç raporton Crisafuli[1], rezistenca në shtypje e bjelles diagonale mund të llogaritet me anë të shprehjes:

$$R_c = f'_{mq} A_{ms}, \quad 4.28$$

ku:

A_{ms} -është sipërfaqja e bjelles diagonale,

f'_{mq} -është rezistenca e muraturës kur ngarkohet në drejtim të këndit q , shih fig. 4.15 dhe varet nga karakteristikat mekanike të muraturës, kjo merr parasysh formën e shkatërrimit të pritshëm në panelin mbushës.

Duke u bazuar në teorinë e thyerjes propozuar nga Man dhe Muller dhe e modifikuar nga Crisafuli [38], supozohet se shkatërrimi ndodh sipas tre mekanizmave të thyerjes:

1. shkatërrimi nga prerja-fërkim;

2. shkatërrimi nga sforcimi në tërheqje;
3. shkatërrimi nga shtypja.

Cila formë e shkatërrimit do të ndodhë, realisht kjo varet shume nga vlera e forcës aksiale që vepron normal në fugën horizontale dhe sforcimit tangencial. Në figurën e mëposhtme shihet vartësia e secilës forme të shkatërrimit nga gjendja e sforcimeve.

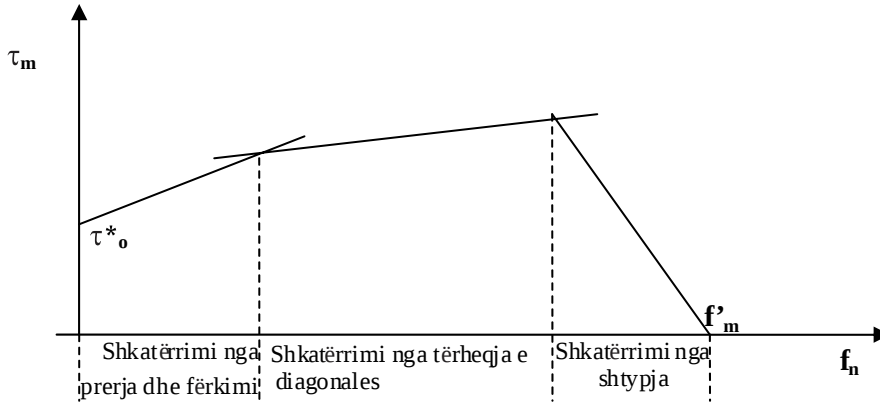


Fig.4.14 Kurba përmbledhëse e rezistencës në prerje të muraturës,[38]

Shkatërrimi nga prerja-fërkimi ndodh në fugat ku forca aksiale është e vogël dhe rezistenca llogaritet me ekuacionin e mëposhtëm, fig 4.14.

$$t = t_0^* + m^* f_n < t'_{\max}, \quad 4.29$$

ku:

$$t_0^* = \frac{t_0}{1 + m \frac{2b}{d}}; \quad 4.30$$

$$m^* = \frac{m_0}{1 + m \frac{2b}{d}}; \quad 4.31$$

$t'_{\max}$ -paraqet kufirin e epërm të sforcimit tangencial ose vlefshmërinë se deri në cilin nivel ka vend formula e mësipërme.

Kjo teori është përpunuar duke konsideruar veprimin e sforcimeve prerëse dhe sforcimeve normal në fugën horizontale, duke neglizhuar ndërkaq sforcimet në drejtim të fugës vertikale. Bazë në këtë teori janë kushtet e mëposhtme të ekuilibrit:

$$f_n = f_1 \sin^2 q \quad 4.32$$

dhe

$$t = f_1 \sin q \cos q \quad 4.33$$

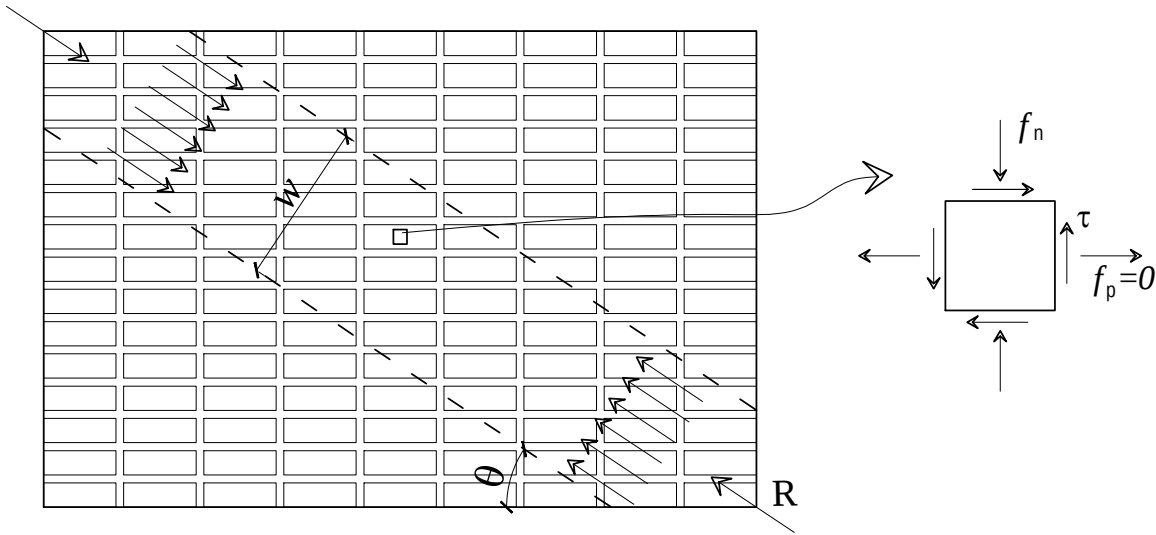


Fig.4.15 Gjendja e sforcimit e konsideruar për llogaritjen e rezistencës së muraturës (sipas Crisafuli [1])

Duket që në rast se dihet sforcimi normal f_n në fugën horizontale mund të përcaktojmë pa vështirësi sforcimin kryesor nga shprehja e mësipërme.

Për shkatërrimin në prerje-fërkim, rezistenca në prerje mund të llogaritet nëse në ekuacionin 4.29 zëvendësojmë ekuacionet 4.32 dhe 4.33 dhe duke marrë $f'_{mq} = f_1$ fitojmë:

$$f'_{mq} = \frac{t_0^*}{\sin q (\cos q - m^* \sin q)} \quad 4.34$$

Në shkatërrimin e mundshëm nga sforcimet tërheqëse në diagonale, barazimi i përafërt i më poshtëm,

$$t_m = \frac{f'_{tb}}{C_s} \left(1 + 0.27 \frac{f_n}{f'_{tb}} \right) \quad 4.35$$

Mund të zëvendësojmë ekuacionet 4.32 dhe 4.33 në 4.35 dhe duke marrë $f'_{mq} = f_1$ fitojmë

$$f'_{mq} = \frac{f'_{tb}}{\sin q (C_s \cos q - 0.27 \sin q)} \quad 4.36$$

Grafikisht, vartësinë midis rezistencës në shtypje nga dy format e shkatërrimit jepet në fig.4.16.

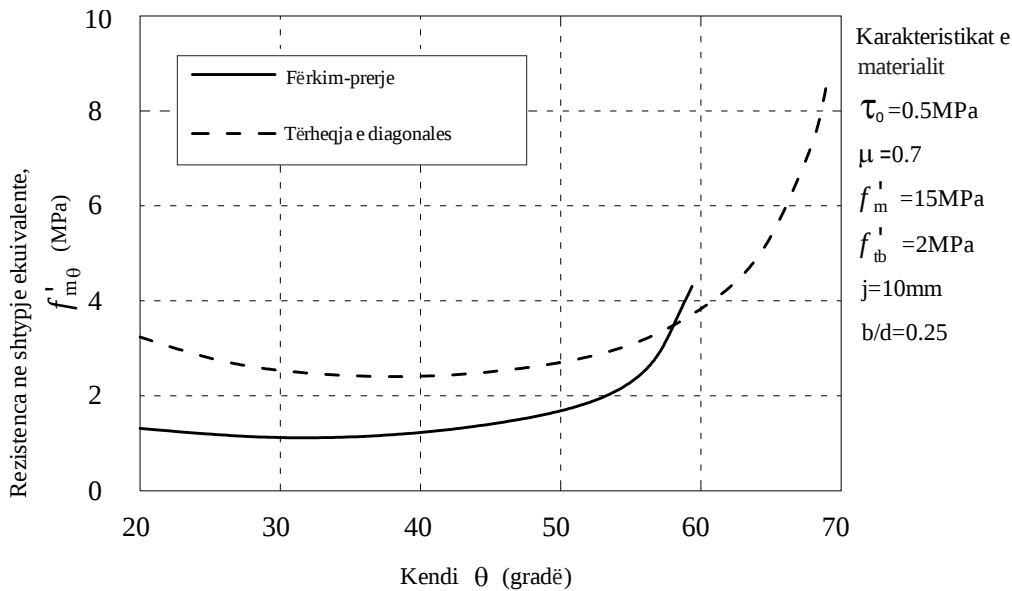


Fig.4.16 Lakorja tipike e rezistencës në funksion të këndit q, (sipas Crisafuli [1,24])

Shkatërrimi nga shtypja ndodh vetëm për rastet kur raporti i sforcimit normal dhe sforcimit tangjentor është shumë i madh do të thotë $f_n > t$.

4.2 Vështrim mbi përcaktimet dhe kërkesat e kodeve për vlerësimin e strukturave me mbushje

4.2.1 Procedurat amerikane

Standard ASCE 41-06 [3] dhe FEMA 273,1997,[31] janë dokumente që përdoren për vlerësim dhe projektim të rehabilitimit të strukturave me mbushje si dhe për vlerësim të strukturave të reja (kapacitetin mbajtës të tyre). Në seksionin 7.4 dhe 7.5 të këtyre dokumenteve adresohen sistemet me mbushje muraturë.

Sipas këtyre standardeve specifikohet se muratura mbushëse mund të zëvendësohet me bjellen diagonale, sikurse u trajtua më sipër. Lidhja e bjellës mund të bëhet në mënyrë qendrore si dhe në mënyrë jashtëqendrore për të marrë parasysh ndikimet lokale që shkakton mbushja në shtylla ose rigela (trarë).

Shtangësia elastike e muraturës para plasaritjeve përcaktohet duke përdorur sistemin ekuivalent të muraturës që është bjella diagonale me gjerësi a , sipas ekuacionin të më poshtëm.

$$a = 0.175(l_1 h_{col})^{-0.4} r_{inf} \quad 4.37$$

ku:

$$l_1 = \sqrt[4]{\frac{E_{me} t_{inf} \sin 2q}{4 E_{fe} I_{col} h_{inf}}} \quad 4.38$$

h_{col} -lartësia e shtyllës që merret aks-aks në qendrën e trarëve,

h_{inf} -lartësia e mbushjes,

E_{me} -moduli i Elasticitetit të betonit,

E_{fe} -moduli i elasticitetit të mbushjes muraturë,

q - këndi që bën bjella me rigelin,

I_{col} - moment i Inercisë së shtyllës,

t_{inf} - trashësia e mbushjes,

r_{inf} - gjatësia e bjelles diagonale.

Shtangësia e muraturës së plasaritur përcaktohet po ashtu duke e konsideruar muraturën si një bjellë diagonale. Në këtë procedurë karakteristikat e bjellës përcaktohen nga analiza të detajuara të sjelljes jo lineare të ramës me mbushje pasi muratura plasaritet.

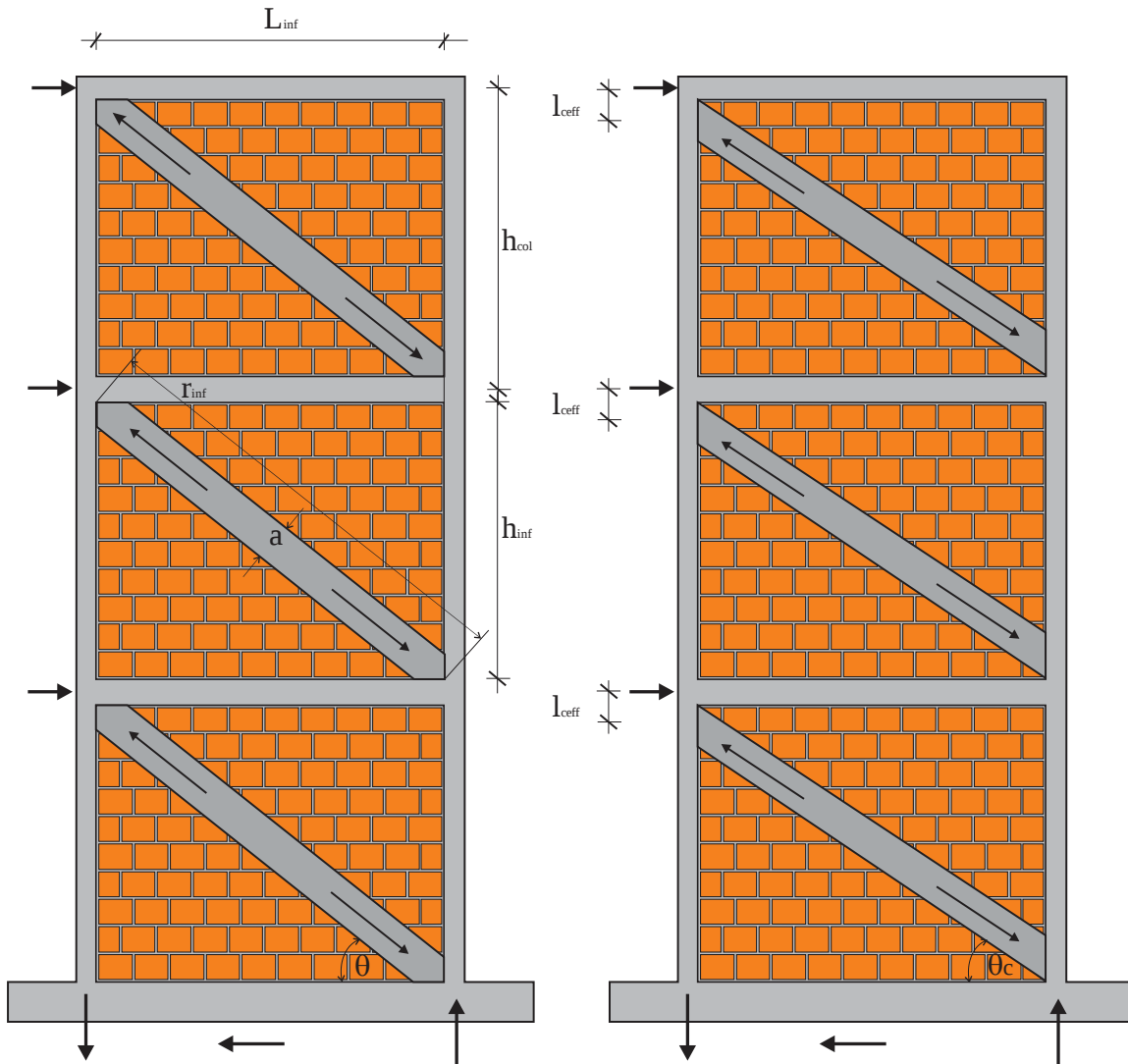


Fig.4.17 Analogjia e bjelles në shtypje-diagonalja qendrore dhe ekscentrikë(sipas FEMA 273,[31])

FEMA 273 specifikon dhe rezistencën në prerje dhe përkulje të shtyllave të ramës me muraturë. Rezistenca në prerje dhe përkulje duhet të jetë me e madhe se momentet dhe forcat prerëse që shkaktohen nga :

1.Veprimi i komponentës horizontale e forcës aksiale në bjellë, që ushtrohet në shtyllë me një jashteqendersi

$$l_{eff} = \frac{a}{\cos q_c}, \quad 4.39$$

ku :

$$tg q_c = \frac{h_{inf} - \frac{a}{\cos q_c}}{L_{inf}} \quad 4.40$$

2. Veprimi i forcës prerës që vjen si rezultat i rezistencës në përkulje në pjesën poshtë dhe sipër të shtyllës, për gjatësinë e reduktuar të shtyllës

Në analizën lineare, forca elastike në prerje që rezulton nga analiza sizmike krahasohet me rezistencën në prerje të muraturës V_{ine} të shumëzuar me koeficientin m varësisht nivelit të performances.

Për rastin e panelit muraturë, forca elastike praktikisht është komponentja horizontale e forcës aksiale në bjellen diagonale.

Tabela 4.3. Analiza lineare statike-Faktori m për mbushjen muraturë

$b = \frac{V_{fre}}{V_{ine}}$	$\frac{L_{inf}}{h_{inf}}$	Faktori m		
		IO	LS	CP
$0.3 \leq b \leq 0.7$	0.5	1.0	4.0	i.p
	1.0	1.0	3.5	i.p
	2.0	1.0	3.0	i.p
$0.7 \leq b \leq 1.3$	0.5	1.5	6.0	i.p
	1.0	1.2	5.2	i.p
	2.0	1.0	4.5	i.p
$b \geq 1.3$	0.5	1.5	8.0	i.p
	1.0	1.2	7.0	i.p
	2.0	1.0	6.0	i.p
Vërejtje: Është i mundur interpolimi nëpërmjet vlerave të më sipërme.				

i.p.-i padisponueshëm

Në rast se raporti i rezistencës në prerje të ramës V_{fre} dhe i mbushjes është më i vogël se 0.3, atëherë efekti i shtrëngimit për muraturën nga rama mund të neglizhohet.

Për analizën jo-lineare, paneli muraturë supozohet se deformohet në mënyrë jo lineare dhe jepet me zhvendosjen e ndërkateve. Ndërkaq, variabli d paraqet kapacitetin e deformimit jo linear dhe është e shprehur në përqindje.

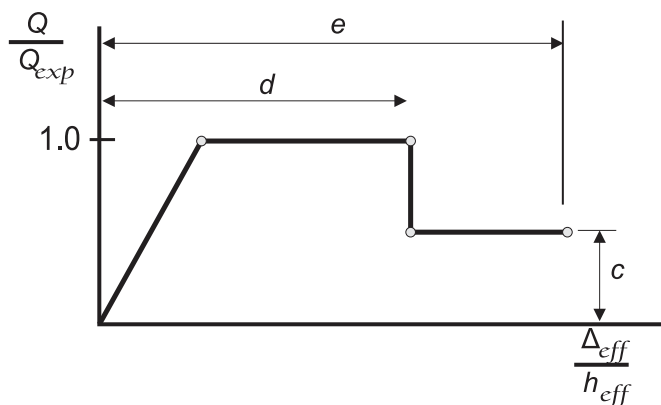


Fig.4.18 Vartësia e idealizuar forcë-deformim për mbushjen muraturë

Tabela 4.4 Analiza jo-lineare statike-Faktori m për mbushjen muraturë

$b = \frac{V_{fre}}{V_{ine}}$	$\frac{L_{inf}}{h_{inf}}$	c	$d \%$	$e \%$	Kriteret e pranimit	
					LS %	CP %
$0.3 \leq b \leq 0.7$	0.5	<i>i.p</i>	0.5	<i>i.p</i>	0.4	<i>i.p</i>
	1.0	<i>i.p</i>	0.4	<i>i.p</i>	0.3	<i>i.p</i>
	2.0	<i>i.p</i>	0.3	<i>i.p</i>	0.2	<i>i.p</i>
$0.7 \leq b \leq 1.3$	0.5	<i>i.p</i>	1.0	<i>i.p</i>	0.8	<i>i.p</i>
	1.0	<i>i.p</i>	0.8	<i>i.p</i>	0.6	<i>i.p</i>
	2.0	<i>i.p</i>	0.6	<i>i.p</i>	0.4	<i>i.p</i>
$b \geq 1.3$	0.5	<i>i.p</i>	1.5	<i>i.p</i>	1.1	<i>i.p</i>
	1.0	<i>i.p</i>	1.2	<i>i.p</i>	0.9	<i>i.p</i>
	2.0	<i>i.p</i>	0.9	<i>i.p</i>	0.7	<i>i.p</i>

i.p.-i padisponueshëm

4.2.2. Procedurat sipas kodeve evropiane

Në Eurokodin EC 8 shtjellohet projektimi i strukturave të ramave me mbushje vetëm në aspektin e marrjeve të masave kundër efekteve negative të muraturës në rama, sikurse u trajtua në kapitullin e mëparshëm. Muraturat, të cilat nuk janë të lidhura me ramën me lidhje të veçanta, konsiderohen si elemente jo strukturore. Mbushjet me muraturë në Eurokodin EC 8 merren parasysh dhe trajtohen vetëm në rastet kur kemi shpërndarje të madhe jo-simetrike si në bazë dhe në lartësi.

Në analizën lineare muratura zëvendësohet me bjellën elastike diagonale me këto karakteristika

-Trashësia e bjellës është e njëjte me muraturën.

-Gjerësia e bjellës merret:

$w=0.15d$ për projektim të objekteve të reja dhe performancë sipas kushtit esencial të ruajtjes së jetëve njerzore, dhe

$w=0.2d$ për projektim të objekteve me performancë të shfrytëzueshmerisë së menjëhershme, (d është diagonalja e muraturës).

-Moduli i elasticitetit të bjelless është i njëjtë me modulin e elasticitetit të muraturës, caktuar sipas Eurokodit EC6

Në procedurën e dytë që tashme përdoret gjerësisht është karakteristikë simulimi i muraturës përmes elementeve të fundme (EF). Këto procedura marrin parasysh dhe degradimin e shpejtë të muraturës si dhe modulin e elasticitetit, (zvogëlohet me shumë se 50%).

Eurokodi EC 8 udhëzon që mos të merren parasysh muraturat që kanë dy ose me shume hapje (dere, dritare)

Për analizën jo lineare ky Eurokod kërkon që:

-Muratura të ekuivalentohet me bjellën ku varësia jo-linear për forcën aksiale në bjellë F jepet në raport me shkurtimin apo zgjatimin (deformacionit) të shufrës e ,

-Muratura simulohet përmes elementeve të fundme.

Këto procedura marrin parasysh dhe degradimin e shpejtë të muraturës si dhe modulit të elasticitetit që zvogëlohet më shumë se 50%. Në këtë rast jepet vartësia e forcës totale në prerje V me zhvendosjen e mes kateve d , ku raporti i zhvendosjes me lartësinë e katit jep rrëshqitjen nga forca prerëse $g = \frac{d}{H_{cl}}$.

Rrëshqitja e panelit në funksion të deformacionit ε të shufrës jepet me shprehjen.

$$g = \frac{2e}{\sin 2q} \quad 4.41$$

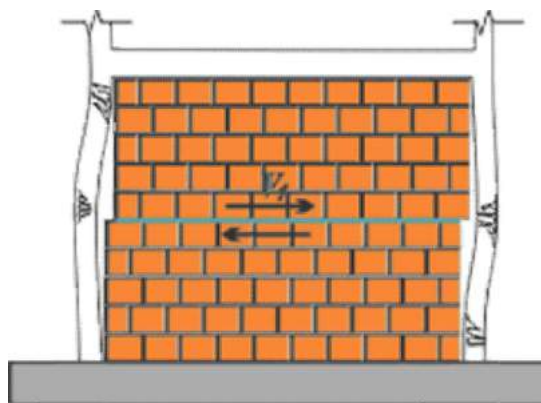
Duke ditur se $V = F \cos q$, atëherë mund të japim dhe vartësinë e forcës aksiale në bjelle me zhvendosjen në nivel të katit.

5 MODELI I PROPOZUAR PER ANALIZËN E RAMAVE ME MBUSHJE ME MURATURË

5.1 Hyrje

Për analizën e ramave me mbushje me muraturë përdoren modele të autorëve të ndryshëm. Këto modele janë të bazuara në format e shkatërrimit të vërejtura gjatë eksperimenteve të realizuara nga autorë të ndryshëm. Por, gjithsesi në literaturën teknike nuk paraqiten teste të njëjta në përmasa, materiale dhe teknikat e aplikuara. Në këtë mënyrë do të kemi të bëjmë me rezultate dhe modele mekanizmash të ndryshëm, të cilat referohen dhe analizohen në vijim, duke i krahasuar dhe me ato të propozuara nga ana jonë.

Bazuar në Crisafuli [1] vërejmë që nëse për modelin 2 (të shqyrtuar në vijim, shih paragrafin 7.1.2), zbatojmë shprehjet 4.7 të propozuar nga Smith, apo shprehjen 4.12 të propozuar nga Priestley dhe Paulay, rezultatet eksperimentale të marra nga Crisafuli dhe rezultatet e marra nga autori i këtij punimi, për vlerësimin forcës prerëse V_f që shkakton rrëshqitjen e panelit dhe ndarjen e tij në dy pjesë, kanë një dallim të madh midis tyre. Madje, ndryshimet shkojnë mbi 100% prej njëra-tjetrës (shih fig.5.1).



Sipas Priestley: forca $V_f = 210kN$

Sipas Smith: forca $V_f = 90kN$,

Sipas Crisafuli: forca $V_f = (34-47)kN$ dhe

Sipas autorit: forca $V_f = (55-60)kN$

Fig.5.1 Forca prerëse V_f në mbushjen me muraturë

Duke vlerësuar këto dallime të mëdha në rezultate dhe për t'iu shmangur konfuzionit të shprehjeve të ndryshme, rezistenca në prerje e muraturës është përcaktuar nga ana jonë në mënyrë eksperimentale sipas propozimit të paraqitur nga autori për kushte të caktuara ngarkimi dhe karakteristika të caktuara të muraturës mbushëse.

Për të vlerësuar forcën prerëse, fillimisht në eksperimentet e bëra nga ana jone është mënjeluar në tërësi lidhja në mesin e mbushjes me muraturë (fig.5.2.a)). Së dyti, u mënjantua pjesërisht lidhja në mesin e mbushjes me muraturë. Në këtë mënyrë nga diferencat në mes modelit 2 (paragrafi 7.12) që është me mbushje muraturë dhe modeleve ku është eliminuar lidhja gjendet forca që shkakton prerjen, fig.5.2. Nisur nga vlera e kësaj force mund të konkludohet dhe vlerësohet se cili prej modeleve të autorëve të ndryshëm mund të modifikohet për t'u përdorur për analizat e sjelljes të strukturave me mbushje, duke iu përshtatur teknikave të ndërtimit që përdoren aktualisht tek ne.

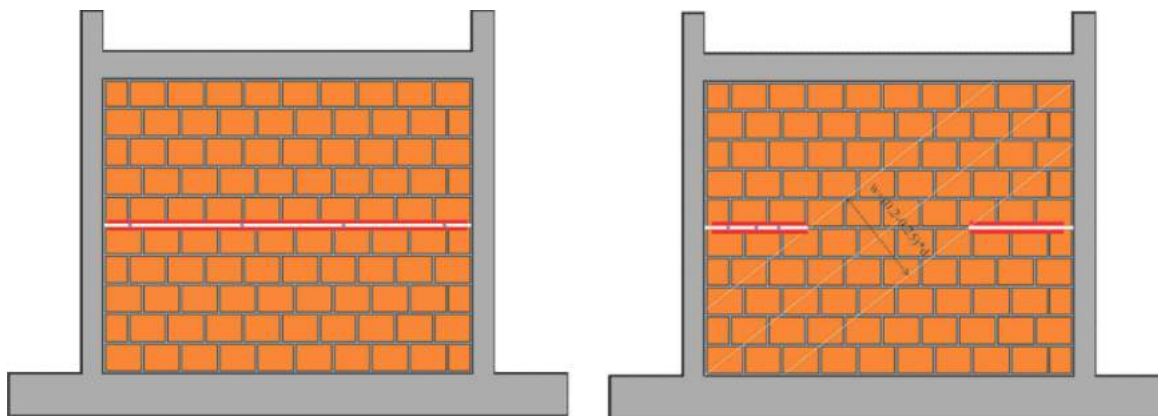


Fig.5.2 Modelet e shqyrtuara për caktimin e forcës prerëse në muraturë

Në mjaft praktika ndërtimi të konstruksioneve me skelet beton-arme në Kosovë në fillim realizohen shtyllat dhe trarët (rigelat), pra skeleti në fillim, e me vone behet mbushja me muraturë. Kështu, forcat normale në muraturë nga ngarkesat e kateve të tjera rezultojnë shumë të vogël ose dhe zero. Kjo, sepse ato forca barten (transferohen) nëpërmjet trarëve në shtylla. Në këtë mënyrë, si formë e mundshme shkatërrimi është prerja e mbushjes me muraturë, çka normalisht diktohet dhe nga raporti lartësi/gjerësi e mbushjes.

Bazuar pikërisht në sjelljen e modeleve gjatë eksperimenteve, autori propozon modelin tjetër ku në mënyrë eksplicite merret parasysh tendenca e rrëshqitjes e shprehur si forca në shufrën modeluese ekuivalente, (shih fig.5.3.b). Modeli i shufrës është jo linear. Ky merr parasysh edhe zvogëlimin e rezistencës pas prishjes së lidhjes të llaçit me elementet e mbushjes. Kështu, si forcë në prerje mbetet vetëm forca e fërkimit.

Në modelin e propozuar muratura zëvendësohet në fakt me tri shufra, (shih fig. 5.3.b), nga të cilat në kushtet e ngarkimit statik dy janë diagonale, (shufra 1 dhe 2) dhe e treta është horizontale, (shufra 3). Vërejmë ndërkaq se për rastin e ngarkimit ciklik ose dinamik përdoren katër diagonale. Rithekojmë se forca prerëse në mesin e mbushjes së muraturës është pikërisht forca që regjistrohet në shufrën horizontale, (fig. 5.3.b).

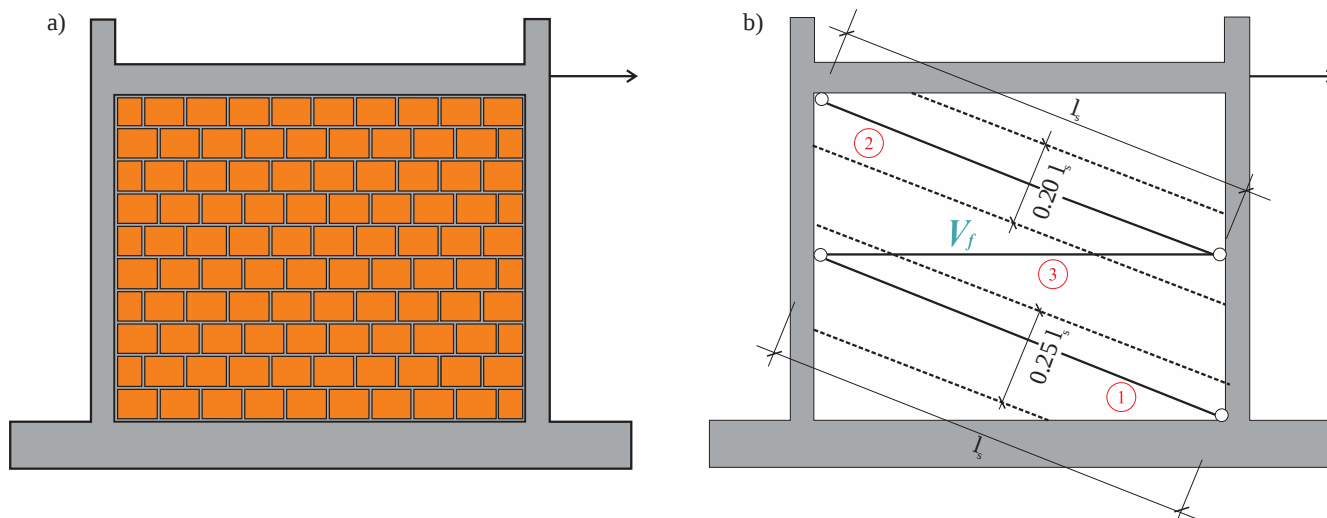


Fig.5.3. a) Ramë me mbushje me muraturë; b) modeli i propozuar për llogaritjen e rezistencës së ramës me mbushje muraturë.

Në modelin e propozuar për llogaritjen e efektit të muraturës mbushëse në ramën beton arme, gjerësia e shufrave është pranuar në vlerat vijuese:

$$w_1 = 0.25 l_s - \text{gjerësia e shufrës 1;} \quad 5.1$$

$$w_2 = 0.20 l_s - \text{gjerësia e shufrës 2;} \quad 5.2$$

$$w_3 = 0.20 l_s - \text{gjerësia e shufrës 3;} \quad 5.3$$

ku:

l_s - është gjatësia e bjellës diagonale, shih fig.5.3.b)

Për të gjitha modelet gjerësitë e bjellave konsiderohen sipas shprehjeve 5.1,5.2 dhe 5.3. Ndërkaq, vlerësimi i rritjes së bashkëpunimit midis mbushjes me muraturë dhe ramave me aftësi mbajtëse të ndryshme jepet përmes shprehjes 5.7.

Për modelin e 2, forca që shkakton prerjen është vlerësuar në mënyrë eksperimentale nga ana jone si: $V_f=58$ kN (shih fig.5.1). Mbi bazën e kësaj force llogariten forcat në shufrat 1 dhe 2, pra si funksion i forcës V_f . Vartësi të tilla janë kalibruar duke barazuar (ekuivalentuar) sjelljen e vërejtur për modelit 2 me efektin e forcave në shufrat e modelit llogaritës. Kështu, rezistenca e shufrave 1 dhe 2 ka rezultuar:

$$S_1=1.25 V_f \text{ (në shufrën e 1);} \quad 5.4$$

$$S_2=1.25 V_f \text{ (në shufrën e 2)} \quad 5.5$$

Kalibrimi i rezistencës së shufrave është bërë duke iu referuar modelit 2 dhe kështu modeli 2 është konsideruar si model bazë. Ky model funksionon në mënyrë të tillë që në fillim degradohet si rezistueshmëri shufra 3 e pastaj shufra 2 dhe 1. Shkatërrimi i shufrës 2 nënkupton automatikisht dhe shkatërrimin e shufrës së 3.

Sikurse u përmend më sipër, forca prerëse V_f , për modelin 2 është përcaktuar nga ana jonë në mënyrë eksperimentale. Por, në praktiken e projektimit llogaritja e forcës prerëse behet në funksion të gjatësisë së mbushjes së muraturës, trashësisë së saj dhe rezistencës përkatëse në prerje, sipas shprehjes:

$$V_f \leq c l f_{vko} \quad 5.6$$

ku:

t - trashësia e mbushjes së muraturës

f_{vko} - rezistenca fillestar në prerje pa veprimin e sforcimit në shtypje;

l - gjatësia e muraturës.

c - koeficient që përcaktohet në mënyrë eksperimentale (për rastin në shqyrtim ka rezultuar $c=0.67$)

Forca prerëse për modelet e tjera, jepet në funksion të forcës prerëse të modelit 2, konkretisht si produkt i saj me raportin e rezistencës të ramës së analizuar me ramën bazë.(të modelit 2):

$$V_{f,i} = 0.9 \frac{V_{y,i}}{V_{y,ek}} V_{f,ek} [kN], \quad 5.7$$

ku:

$V_f=V_{f,ek}=V_{f,2}=58$ kN, është forca në shufrën e 3, e përcaktuar në mënyrë eksperimentale për modelin 2,

$V_{y,ek}= V_{y,2}$ -rezistenca në pragu e rrjedhshmërisë e ramës pa mbushje të modelit 2,

$V_{y,i}$ -rezistenca në pragu e rrjedhshmërisë e ramës pa mbushje në modelin që analizohet,

$V_{f,i}$ -forca prerëse për ramën në shqyrtim, d.m.th. forca në shufrën 3.

Madhësia e fundit, forca $V_{f,i}$ duhet të plotësojë kushtet:

$$V_{f,i} \leq l t f_{vk} \text{ dhe } V_{f,i} \leq w_3 t f_k$$

ku:

- f_{vk} -është rezistenca në prerje të murit, e cila nuk konsiderohet më e madhe se $0.065f_b$ ose dhe me e madhe se vlera kufitare f_{vlt} , opsione që përcaktohen në kodet nacionale të projektimit.

f_k - rezistenca në shtypje e mbushjes me muraturë

$w_3=0.20 l_s$ - gjerësia e shufrës 3.

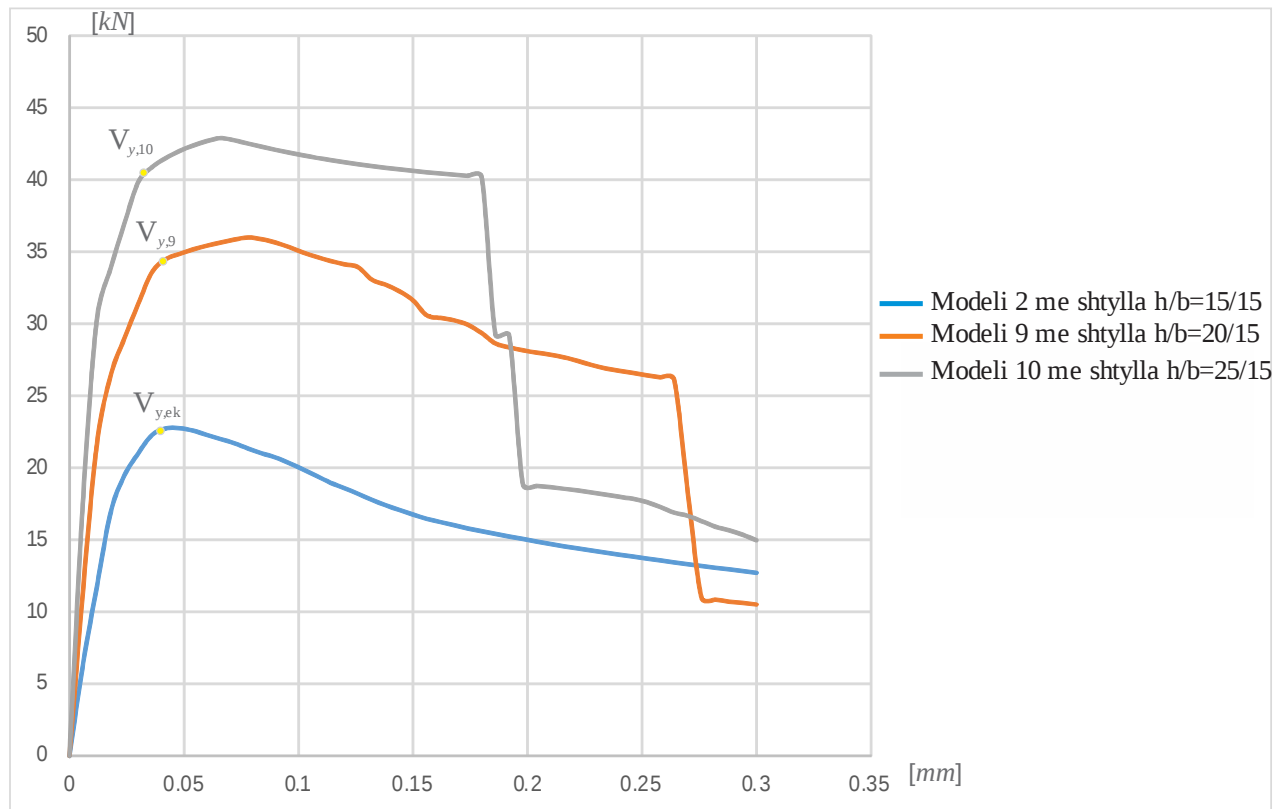


Fig.5.4 Vartësia forcë-zhvendosje për ramat skeletore me përmasa të ndryshme, mbi bazën e të cilave vlerësohen forcat $V_{y,i}$ dhe $V_{y,ek}$ (në ramen bazë dhe ramat e tjera të shqyrtuara)

Shprehjet e mësipërme dhe modeli llogaritës vlejné për modele me mbushje me muraturë në të cilat elementet (bllloqet mbushëse) janë me boshllëqe. Ndërkaq ato mbajnë parasysh një raport lartësi /gjatësi muraturë të barabarte ose me të vogël se 0.86, dhe kushtin që ngarkesat vertikale të transferohen nëpërmes shtyllave nga katet e sipërme. Shprehur me thjesht, modeli llogaritës vlen për strukturat ku mbushja muraturë shkatërrohet nga prerja.

Në vazhdim po paraqesim vartësi forcë-zhvendosje të disa modeleve të shqyrtuara nga ana jonë duke i krahasuar me modelin llogaritës të propozuar nga autori

Në Fillim është bërë zgjidhja me modelin llogaritës e këtyre modeleve pastaj ato janë krahasuar me rezultatet eksperimentale.

MODELI 7

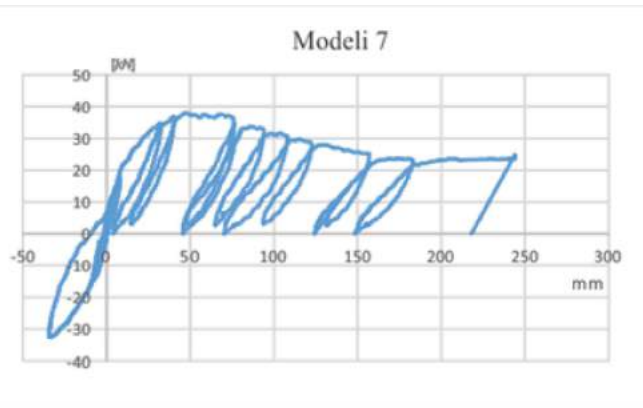
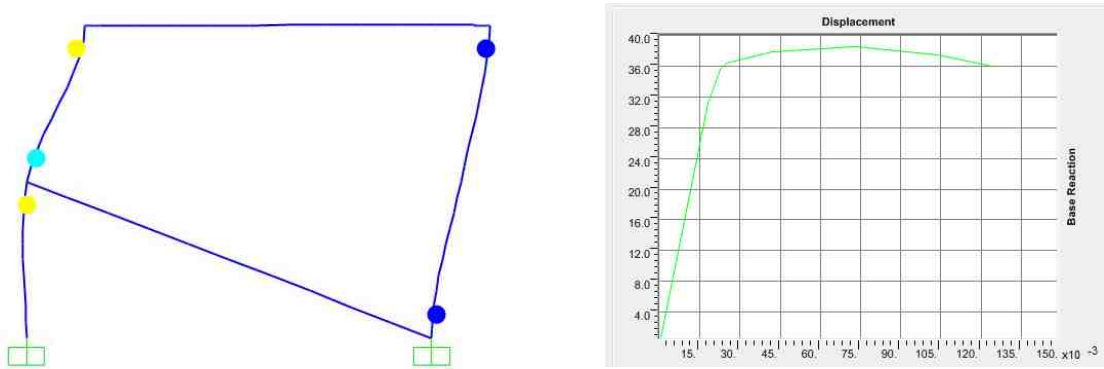


Fig.5.5 Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 7 të shqyrtuar

MODELI 3

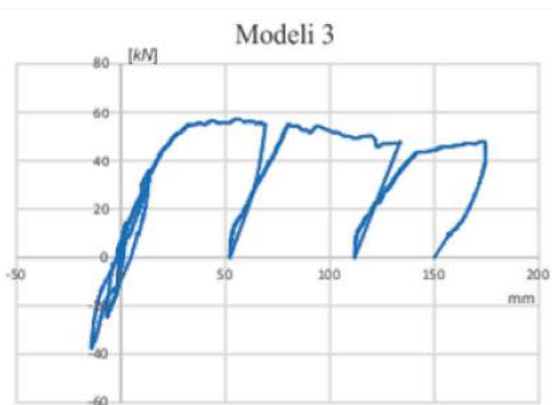
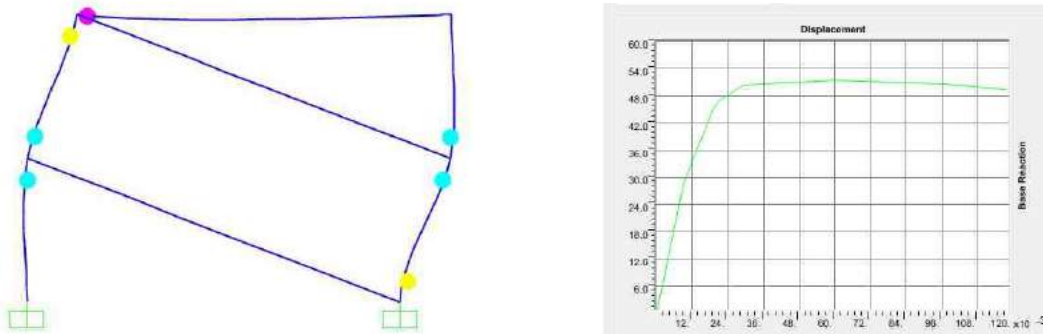


Fig.5.6 Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 3 të shqyrtuar

MODELI 2

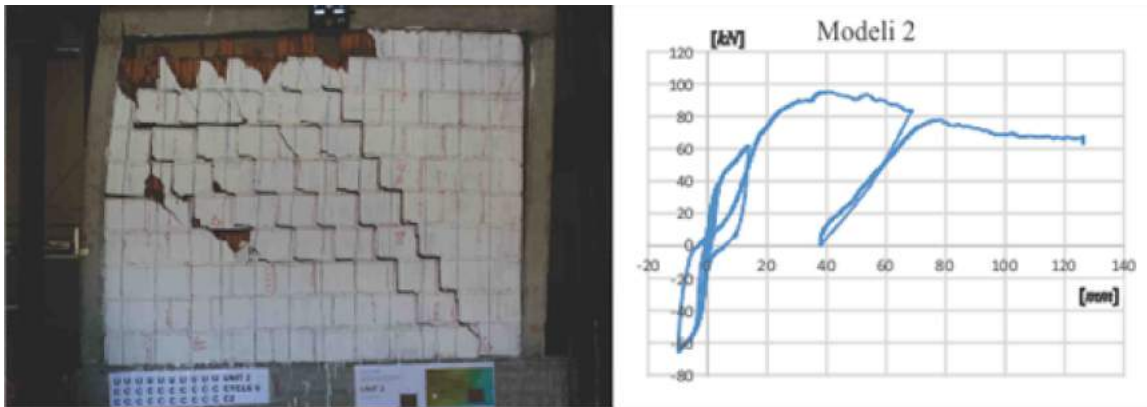
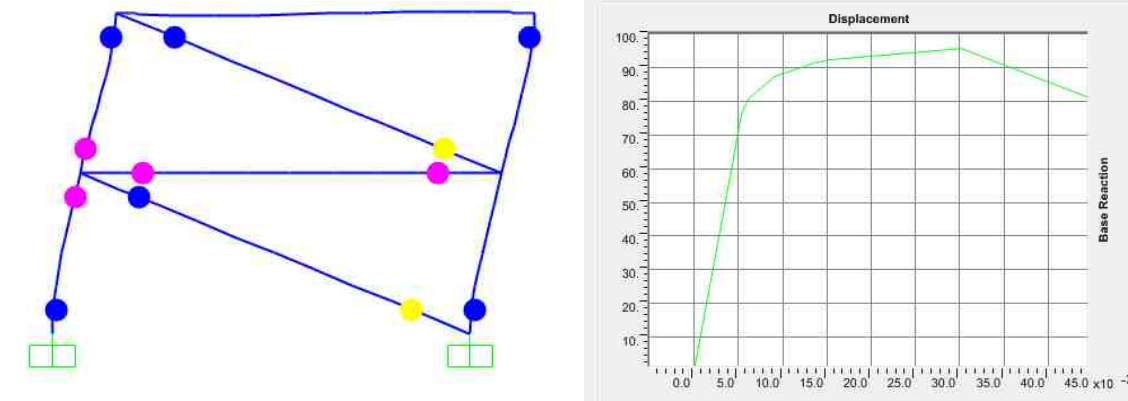


Fig.5.7 Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 2 të shqyrtuar

MODELI 9

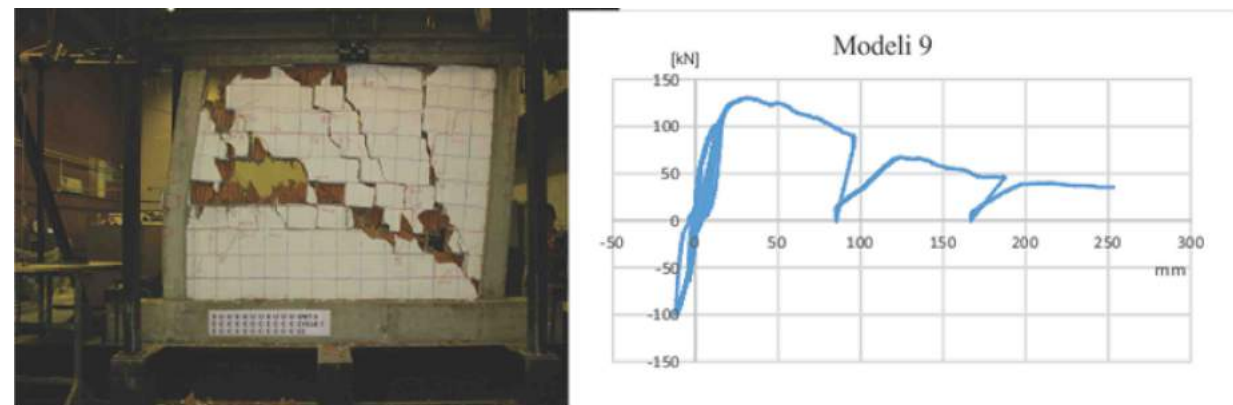
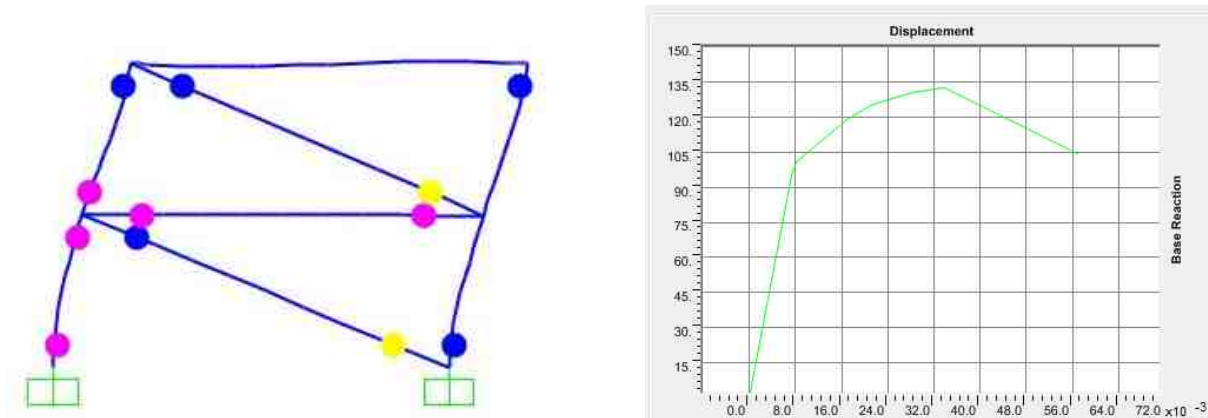


Fig.5.8 Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 9 të shqyrtuar

MODELI 10

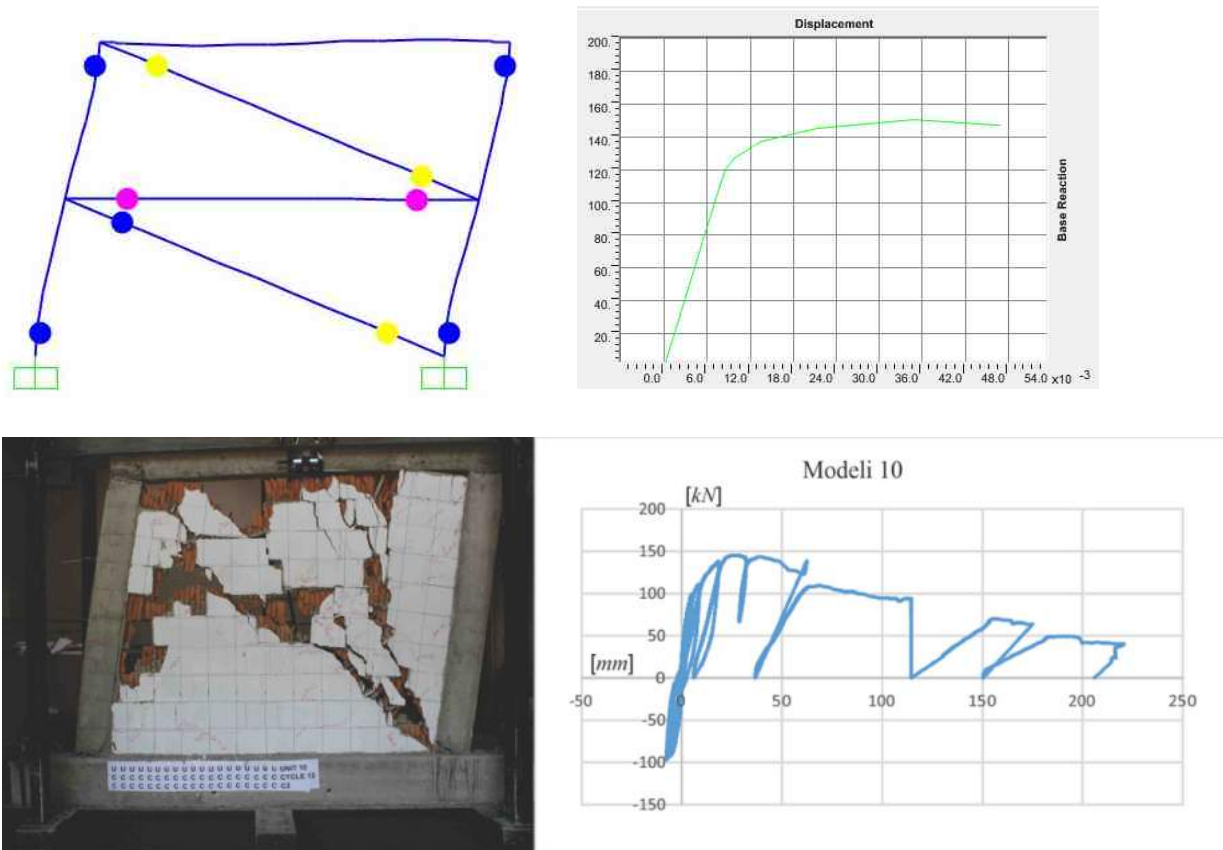


Fig.5.9 Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 10 të shqyrtuar

MODELI 13

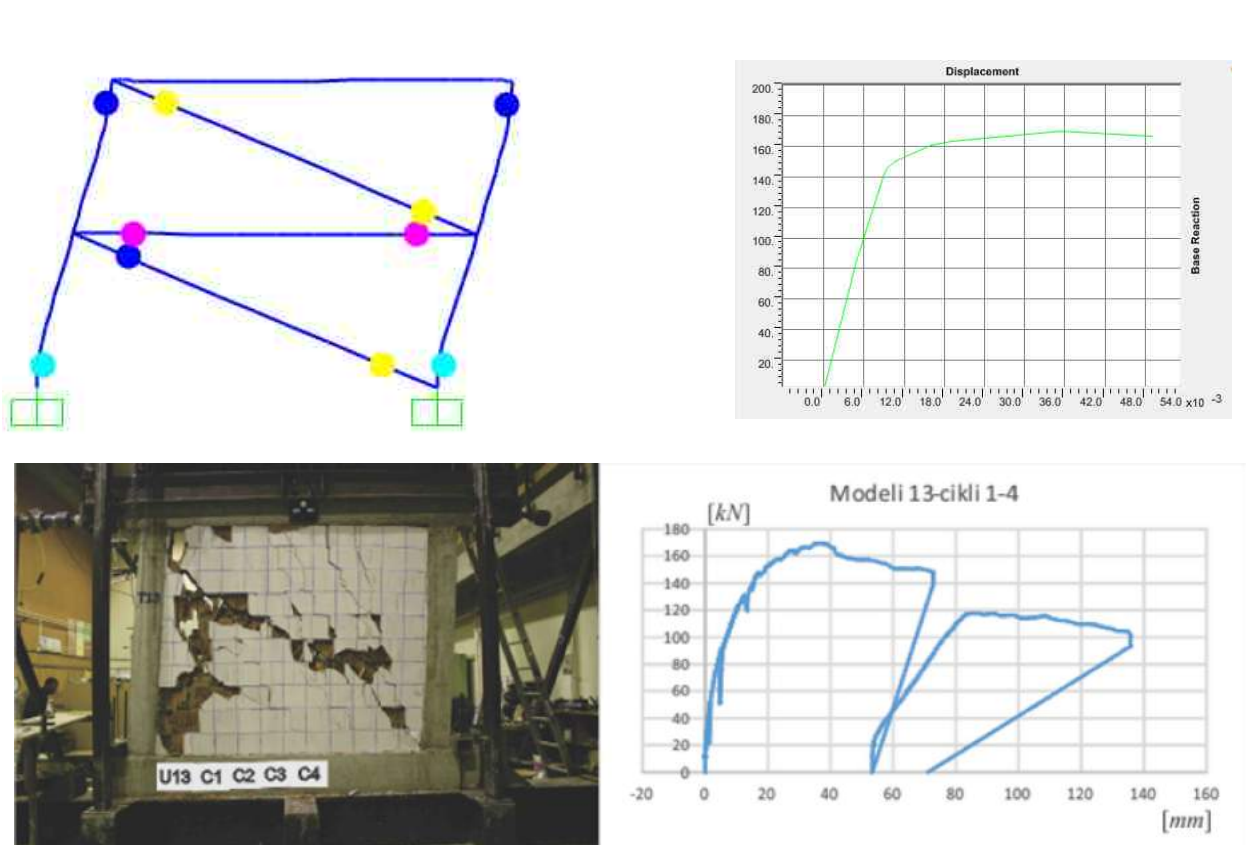


Fig.5.10 Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit llogaritës dhe modelit 13 të shqyrtuar

Krahasimet midis modeleve të shqyrtuara si dhe modelit llogaritës të autorit tregojnë se modeli i propozuar nga ana jonë jep vlerësime të arsyeshme për rezistencën maksimale si dhe mekanizmin përfundimtar. Ndonëse me ane të këtij modeli nuk është zgjidhur problematika e sjelljes komplekse të strukturave skeletore me mbushje, studimi dhe eksperimenti i këtij modeli ka synuar të japë një kontribut në këtë fushë, duke iu referuar një tipi të caktuar mbushjeje dhe raportit lartësi/gjerësi <0.86 . Natyrisht modeli i propozuar nuk mund të përdoret për materiale tjera mbushëse si dhe për raporte tjera të lartësisë dhe gjerësisë pa verifikime shtesë.

Theksojmë se llogaritja e modeleve 8,9 ,10 dhe 13 është bërë duke u bazuar në shprehjen 5.7, ku jepet vartësia e forcës në prerje e modeleve të trajtuara bazuar në modelin bazë. P.sh. forca në shufrën e 3 për modelin 10, e llogaritur nga ajo shprehja është $V_{fa10} = 90\text{kN}$, kurse forca rezistuese në shufrën 1 dhe 2 është 113.0 kN. Pikërisht këto të dhëna konsiderohen për modelin llogaritës dhe prej tij fitojmë rezultatet (“output”) . Përmendim se këto kanë rezultuar të janë mjaft të afërta me eksperimentet e bëra nga ana jonë (fig.5.9).

Këtu vërejmë se rritja e forcës V_f nga 56kN në 90 kN paraqet në fakt rritjen e rezistencës në prerje të mbushjes. Kjo vjen si rezultat i rritjes së forcës normal në fugen horizontale për rezistencë me të madhe të ramës e vlerësuar me ane të shprehjes 5.7. Ndërkaq, lidhur me degën rënëse në vartësinë forcë-zhvendosje të modelit të propozuar janë të nevojshme saktësime dhe analiza shtese.

Bazuar në sjelljet e ndryshme të ramave me mbushje me muraturë, referuar këtu edhe rastit të mbushjeve me karakteristika të njëjta (modeli 2 dhe modeli 4 si dhe modeli 8 dhe modeli 9), duhet pasur parasysh domosdoshmërinë e dhënies së koeficienteve të rritjes së rezistencës të shtyllave dhe trarëve (mund të pranohet në vlerat $1.2\div 1.3$). Kjo, në mënyrë që të fitohen mekanizmat e dëshiruar dhe që thyerja të bëhet e kontrolluar, për të mos pasur humbje të rezistencës të elementet mbajtëse nga ndërveprimi me mbushjen.

Në vazhdim po paraqesim vartësinë forcë-zhvendosje dhe mekanizmin përfundimtar të modelit 6, duke e krahasuar me sjelljen dhe përcaktimin e mekanizmit të fundit që vjen si rezultat i konceptit të modelit të propozuar. Të ky model mbushjet muraturë janë përgatitur me elementet me boshllëqe horizontale. Forca që shkakton prerjen është përcaktuar në mënyrë eksperimentale, kjo është futur në modelin llogaritës të propozuar. Me pas, mbi këtë bazë janë llogaritur dhe forcat në shufrat 1 dhe 2, sipas shprehjeve të mësipërme. Rezultatet janë paraqitura në vijim (fig.5.11).

MODELI 6

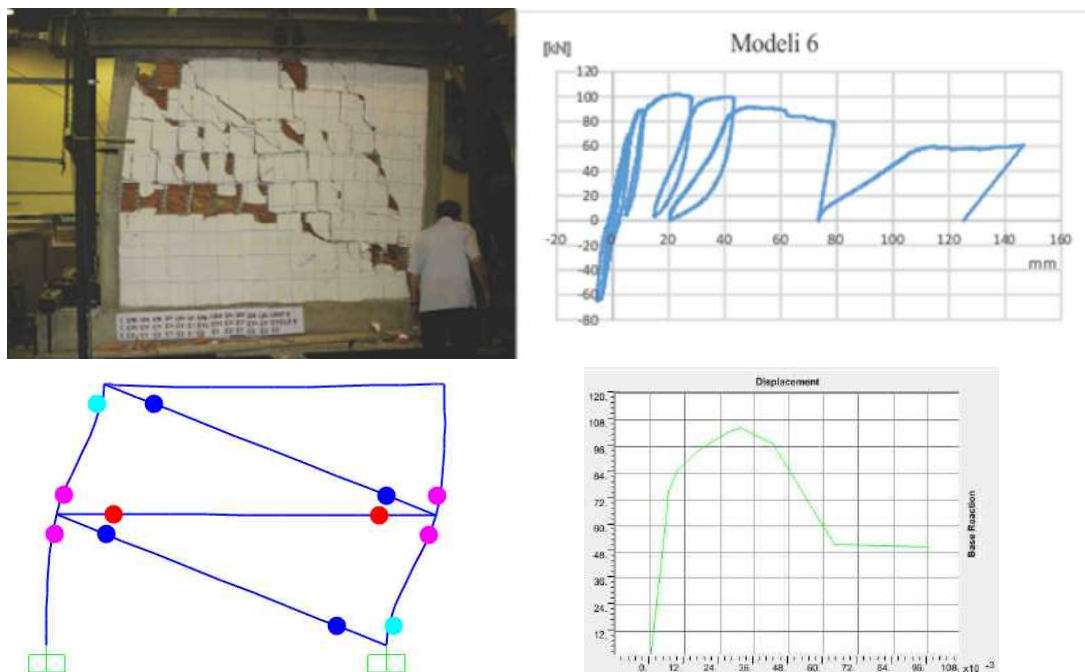


Fig.5.11 Krahasimet midis rezultateve (rezistencës dhe mekanizmit të thyerjes) të modelit 6 të shqyrtuar dhe modelit llogaritës të propozuar

6 KËRKIMET EKSPERIMENTALE

6.1 Hyrje

Në Kosovë, në shumicën e ndërtesave kolektive të banimit dhe ato tregtare në fillim ndërtohen shtyllat e trarët e pastaj hapësirat mbushen me muraturë. Këto mbushje nuk mërren parasysh në llogaritje dhe konsiderohen si elemente jo strukturore. Mirëpo edhe nga literatura teknike, si dhe në programin e shqyrtimeve tona konstatohet qartazi ndikimi i mbushjes në sjelljen e tërësishme të strukturës, duke filluar me ndikimin e saj në deformimet, rezistencën dhe në mekanizmin përfundimtar të thyerjes. Në mënyrë që ndikimi i mbushjes me muraturë të merret parasysh dhe që ndikimet e saj në mekanizmin përfundimtar të vlerësohen, në kuadër të kërkimeve tona eksperimentale janë realizuar dhe analizuar 15 teste eksperimentale: një është për një ramë pa mbushje dhe 14 tjera janë për rama me mbushje muraturë. Në kuadër të këtij programi shqyrtimesh janë ekzaminuar dhe: elementet e mbushjes, llaçi si dhe është vlerësuar rezistenca në shtypje e muraturës bazuar në Eurokodin EC6 për 14 testet me muraturë.

Qëllimi i këtij programi shqyrtimesh është që:

- të studiohet sjellja e strukturave me mbushje me muraturë;
- të përcaktohet forca prerëse që shkakton plasaritjen e mbushjes me muraturë dhe ndarjen e mbushjes muraturë nga skeleti i ramës.
- të vlerësohet rezistenca e përgjithshme e strukturave që përforcohen me Fibra Polimere prej Qelqi
- të vlerësohen raportet të dimensioneve minimale të shtyllave, në mënyrë që të kemi mekanizma të kontrolluar përfundimtarë të thyerjes dhe
- të grumbullohen të dhëna të vlefshme për t'u përdorur për krahasime me rezultatet nga autore të tjerë dhe të përshtatet e përmirësohet modeli i propozuar.

6.2. Përshkrimi i modeleve për ekzaminim

Modeli 1

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në figurën e mëposhtme, (shih.fig.6.1). Shtyllat janë të armuara me 6Ø10, ku dy prej tyre nuk janë të ankeruara (inkastruara) në bazën e themelit. Trari është armuar me 6 Ø10. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm. e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave, kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm. Dimensionet e shtyllave janë 15cm ×15cm, kurse e trarit 15cm×20cm.

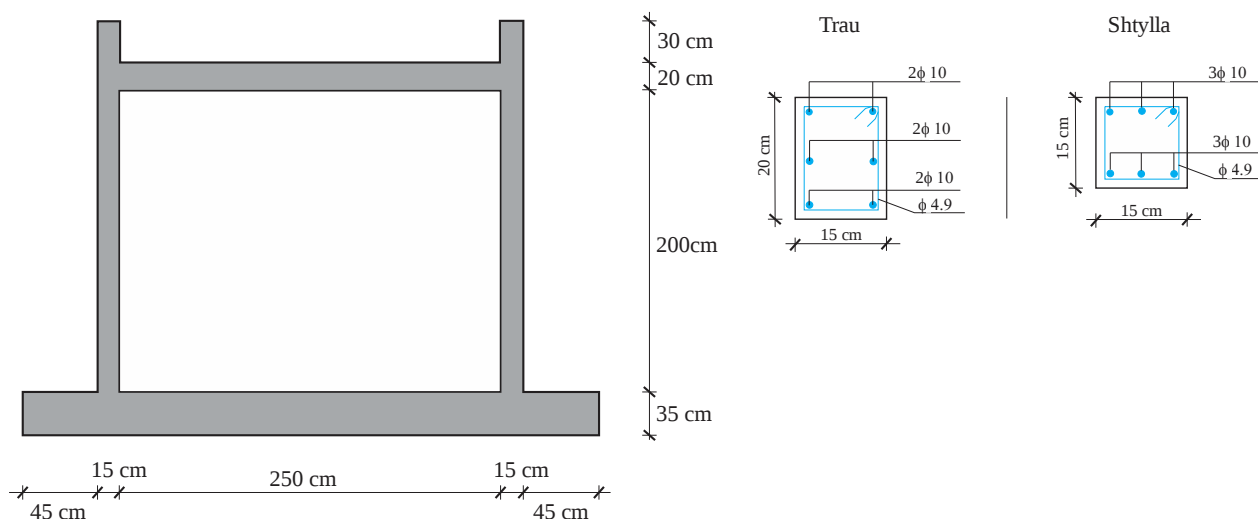


Fig.6.1 Rama beton-arme pa mbushje dhe prerjet terthore të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e modelit 1

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin, Më tej janë formësuar pahia për themele dhe është kryer betonimi i tyre. Më pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin (fig.6.2).



a)

b)

Fig.6.2, a) Rama betonarme e përgatitur për shqyrtim, b) detaji i lidhjes së shtyllës me themelin

-Karakteristikat e materialeve

Betoni -Cilësia e betonit të përdorur për realizimin e Modelin 1 është përcaktuar me metoda jodestruktive me anë të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Armatura-Karakteristikat mekanike të Armaturës se përdorur në Modelin 1 janë dhëne në Tab.6.1

Tabela 6.1.Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 2

Dimensionet e përgjithshme dhe sasia e armaturës në shtylla dhe trarë është e njëjte si në Modelin 1. Dallimi i vetëm është në faktin që Modeli 2 është me mbushje me muraturë, (shih fig.6.3).

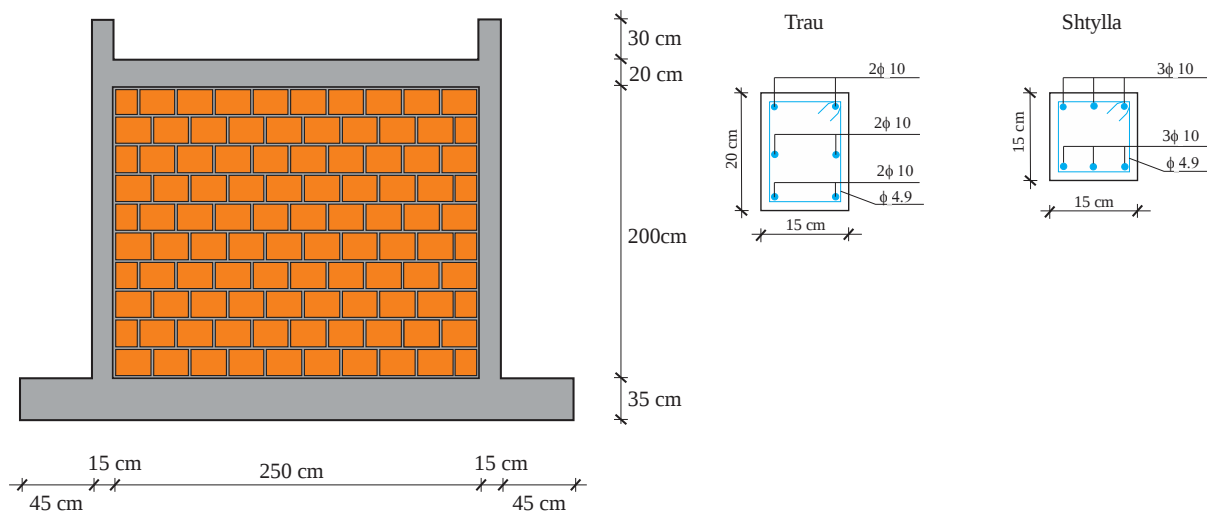


Fig.6.3 Rama beton-arme me mbushje murature dhe prerjet terthore të trarit dhe shtyllës.

-Përgatitja e Modelit 2

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin. Me tej janë formësuar pahia për themele dhe është kryer betonimi i tyre. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja muraturë realizohet pas heqjes së pahive në trarët dhe shtylla, praktike kjo e përdorur në ndërtimet e larta në Kosovë, (fig.6.4)



Fig.6.4 Përgatitja e modelit 2 nëpër faza të ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 20×25×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 2 është $f_k = 4.43 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 2 është $f_k = 2.26 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelin 2 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin 2 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bere sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhënë në Tab.6.2

Tabela 6.2 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 43 diteve, modeli 2

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.4	3.3
mostra 2	1.2	3.0
mostra 3	1.4	3.4
f_{ctm}		3.2
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		2.2

Testi në shtypje behet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes se elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë në Tab.6.3

Tabela 6.3. Rezultatet e testeve në shtypje të llaçit, modeli 2

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	23.8	14.8
mostra 2	22.9	14.3
mostra 3	23.9	14.9
mostra 4	24.01	15.0
Mesatarja	23.7	14.8

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës se çelikut të përdorur në Modelin 2 janë dhënë në Tab.6.4

Tabela 6.4. Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 3

Dimensionet e përgjithshme dhe sasia e armaturës në shtylla dhe trarë është e njëjte si në Modelin 2. Dallimi i vetëm është se Modeli i 3 ka mbushjen muraturë të ndarë në mesin e saj, (shih fig.6.5)

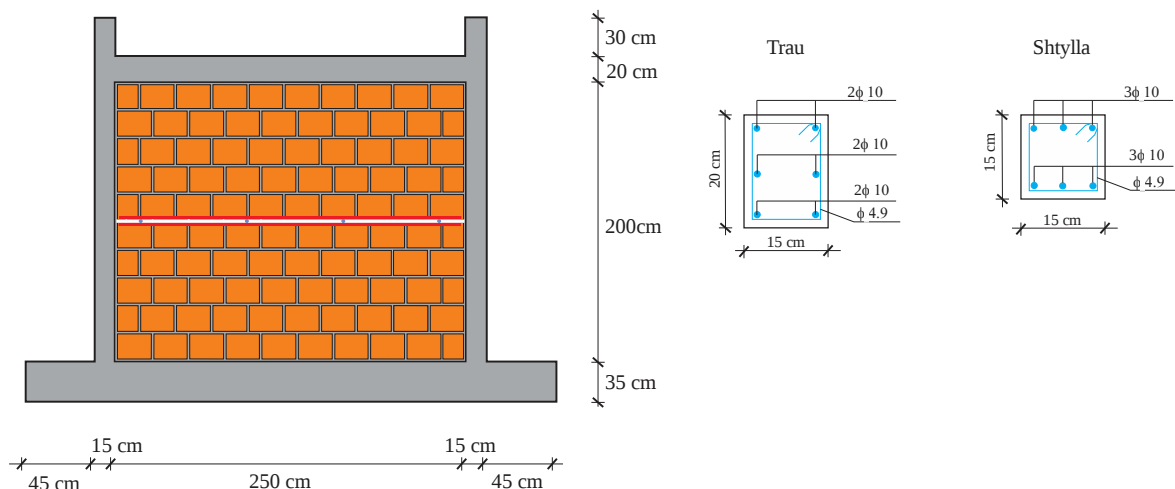


Fig.6.5 Rama beton arme me mbushje muraturë e ndarë në mesin e lartësisë së saj dhe prerjet tërthorë të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e Modelit 3

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin. Me tej janë formësuar pahia për themele dhe është kryer betonimi i tyre. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja me muraturë realizohet pas heqjes së pahive në trarët dhe shtylla. Në mesin e lartësisë së mbushjes, vendosen elementet të çelikut për të eliminuar tërësisht lidhjen në mesin e panelit, (fig.6.6).



Fig.6.6 Përgatitja e Modelit 3 nëpër faza të ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 20×25×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve murature paralel me vrima për Modelin 3 është $f_k = 4.21 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve murature normal me vrima për Modelin 3 është $f_k = 2.15 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 3 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Schmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin 3 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bere sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhënë në Tab.6.5

Tabela 6.5 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 3

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.1	2.61
mostra 2	1.2	2.95
mostra 3	1.2	2.83
mostra 4	1.1	2.77
mostra 5	1.1	2.58
f_{ctm}		2.75
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		1.92

Testi në shtypje behet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes se elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë në Tab.6.6

Tabela 6.6 Rezultatet e testeve në shtypje të llaçit, modeli 3

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	19.68	12.30
mostra 2	19.74	12.33
mostra 3	18.99	11.86
mostra 4	18.91	11.81
mostra 5	18.74	12.08
mostra 6	18.68	12.02
mostra 7	19.11	11.94
mostra 8	18.74	11.96
mostra 9	18.21	12.00
mostra 10	18.51	11.98
Mesatarja	18.93	12.03

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës se përdorur në Modelin 3 janë dhënë në Tab.6.7

Tabela 6.7 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 4

Dimensionet e përgjithshme dhe sasia e armaturës në shtylla dhe trarë është e njëjte si në Modelin 2, (shih fig.6.7)

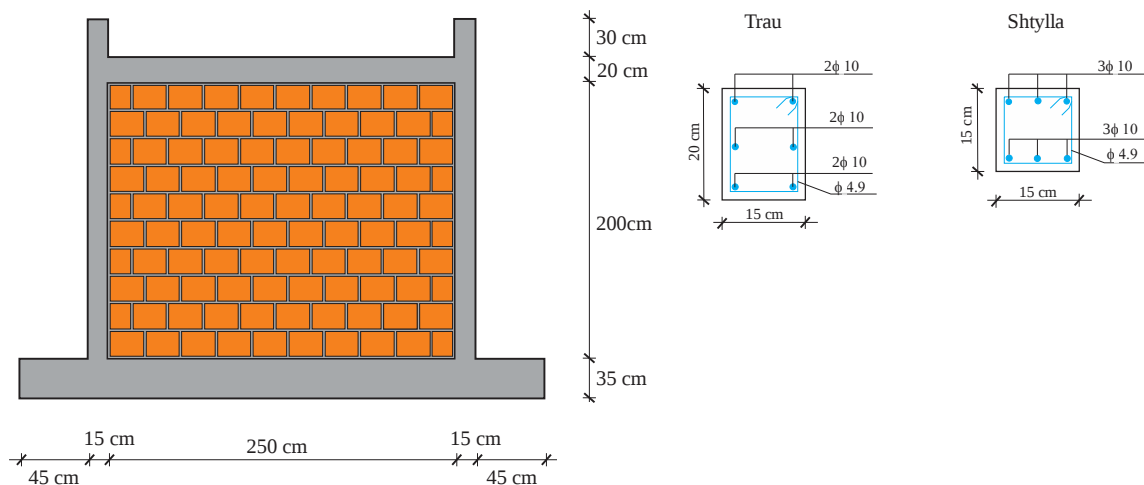


Fig.6.7 Rama beton-arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthorë të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e Modelit 4

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin. Pastaj janë formësuar pahia për themele dhe është kryer betonimi i tyre. Më pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja me muraturë realizohet pas heqjes së pahive nga trarët dhe shtyllat, (fig.6.6).

Në fillim Modeli 4 është menduar të përforcohet me Fibra Polimere prej Qelqi në vutat e formësuar vetëm me llaç. Mirëpo për shkak të rrjedhës së shqyrtimeve Modeli 4 u realizua pa përforcim dhe si e tillë është e njëjtë në përmasa dhe materiale si Modeli 2.



Fig.6.8 Përgatitja e modelit 4 nëpër faza të ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 20×25×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 4 është $f_k = 4.04 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 4 është $f_k = 2.06 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 4 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin e 4 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në perkulje dhe shtypje janë bere sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhëne në Tab.6.8

Tabela 6.8 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 4

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	0.68	1.61
mostra 2	1.06	2.50
mostra 3	0.99	2.32
mostra 4	1.01	2.38
mostra 5	1.11	2.60
mostra 6	1.14	2.68
f_{ctm}		2.28
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		1.60

Testi në shtypje behet në mostrat kubike të fituara pas perkuljes se elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhëne në Tab. 6.9.

Tabela 6.9 Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 4

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	16.47	10.29
mostra 2	15.80	9.88
mostra 3	16.61	10.38
mostra 4	16.50	10.31
mostra 5	16.01	10.21
mostra 6	15.98	10.19
mostra 7	16.99	10.27
mostra 8	16.32	10.25
mostra 9	15.74	10.23
mostra 10	15.93	10.24
mostra 11	16.10	10.25
mostra 12	15.89	10.24
Mesatarja	16.19	10.23

Armatura-Karakteristikat mekanike të Armaturës se përdorur në Modelin 4 janë dhëne në Tab.6.10

Tabela 6.10 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 5

Dimensionet e përgjithshme, sasia e armaturës në shtylla dhe trarë, mbushja muraturë si dhe llaçi është e njëjte si në Modelin 2 me karakteristika të paraqitura me poshtë.

Modeli 5 dallohet nga të tjerat se është e përforcuar me Fibra Polimere prej Qelqi (FPQ) që lidhin shtyllën dhe traun në të dy anët në forme vute, gjerësia e shiritit të fibrave është 30 cm. Përforcimi është bërë në këtë mënyrë me qellim që të ketë bashkëpunim sa më të mirë të muraturës dhe ramës, (shih fig.6.9).

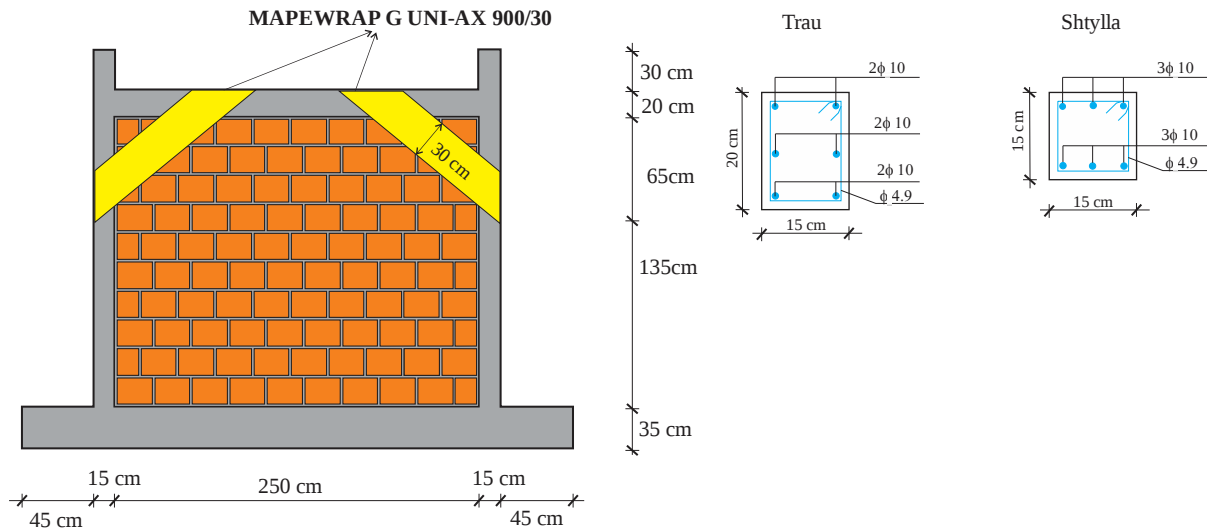


Fig.6.9 Rama beton-arme me mbushje muraturë, përforcimi me FRQ dhe prerjet tërthorë të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e Modelit 5

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin, Me tej janë formësuar skeleria për themele dhe është kryer betonimi i tyre. Më pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja me muraturë realizohet pas heqjes së skelerive nga trarët dhe shtyllat, (fig.6.10).

Pastaj është përforcuar me fibra qelqi në vutat e formësuar vetëm me llaç. Modeli 5 u parashikua që të përforcohet edhe në diagonale, por kjo mënyrë e përforcimit nuk u realizua në këtë model. Përforcimi me fibra qelqi ka zgjatur tre dite, nga dy ore, në mënyrë që të respektohen afatet e lidhjeve të ngjitësit dhe përpunimit të sipërfaqeve.

Përforcimi me fibra qelqi në këtë mënyrë ka pasur për qellim që të mbajë këndin në mes të traut dhe shtyllës të pa ndryshuar duke rritur kështu bashkëveprimin murature-ramë dhe duke ruajtur dhe njëjtë të pa dëmtuar për nivelin e konsideruar të forcës dhe zhvendosjeve.



Fig.6.10 Përgatitja e Modelit 5 nëpër faza të ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Fibrat e qelqit-Karakteristikat e fibrave të qelqit janë marrë nga prodhuesi dhe janë prezantuar me poshtë.

Tabela 6.11 Karakteristikat teknike të Fibrave Polimere prej Qelqi, (të marra nga prodhuesi)

Të dhënat teknike	
Tipi i fibres	Qelq tipi E (anti korrozion)
Konsistenca	Sipas nje drejtimi
Densiteti (kg/dm ³):	2.62
MAPEWRAP G UNI-AX 900/30 dhe MAPEWRAP G UNI-AX 900/60	
Pesha (g/m ²)	900
Trashsia ekuivalente (mm)	0.48
Sipërfaqja e prerjes terthore për metër gjatësi (mm/m)	342.2
Rezistenca në tërheqje (MPa)	2560
Moduli i elasticitetit në tërheqje (GPa)	80.7
Zgjatimi(%)	3-4

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet janë në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autore të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 20×25×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 5 është $f_k = 4.04 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 5 është $f_k = 2.06 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 5 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin e 5 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bërë sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhënë në Tab.6.12

Tabela 6.12 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 5

	F_{max} (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	0.68	1.61
mostra 2	1.06	2.50
mostra 3	0.99	2.32
mostra 4	1.01	2.38
mostra 5	1.11	2.60
mostra 6	1.14	2.68
f_{ctm}		2.28
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		1.60

Testi në shtypje behet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes së elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë në Tab.6.13

Tabela 6.13 Rezultatet e testeve në shtypje të llaçit, modeli 5

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	16.47	10.29
mostra 2	15.80	9.88
mostra 3	16.61	10.38
mostra 4	16.50	10.31
mostra 5	16.01	10.21
mostra 6	15.98	10.19
mostra 7	16.99	10.27
mostra 8	16.32	10.25
mostra 9	15.74	10.23
mostra 10	15.93	10.24
mostra 11	16.10	10.25
mostra 12	15.89	10.24
Mesatarja	16.19	10.23

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës së përdorur në Modelin 5 janë dhënë në Tab.6.14

Tabela 6.14 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 6

Dimensionet e përgjithshme, sasia e armaturës në shtylla dhe trarë është e njëjte si në Modelin 2. Dallimi i vetëm është në faktin se Modeli 6 është me mbushje muraturë me të njëjtat elemente por që vrimat janë të orientuara në mënyrë horizontale.

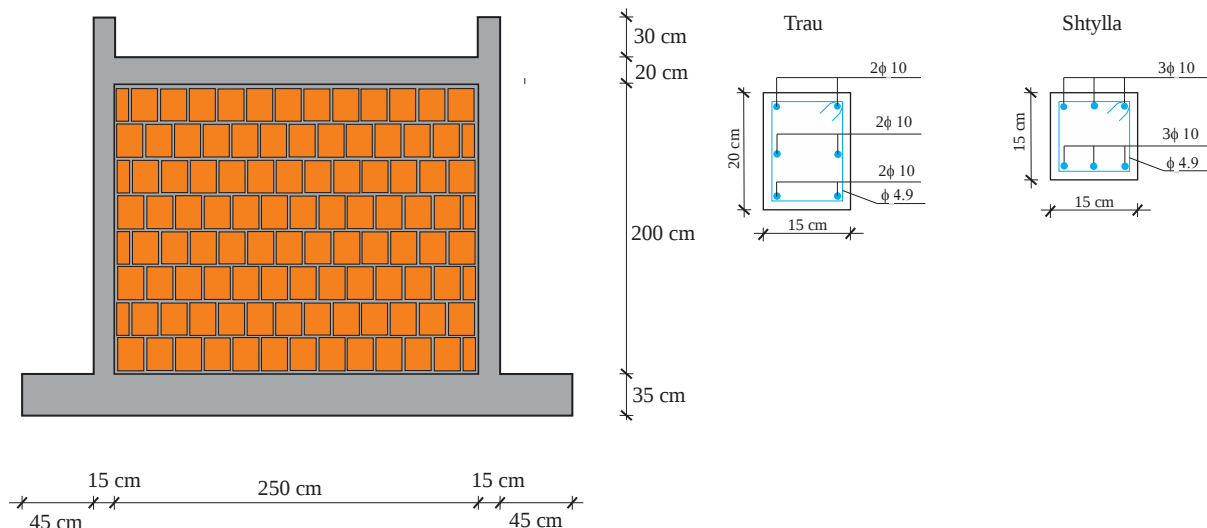


Fig.6.11 Rama beton-arme me mbushje muraturë, elementet e mbushjes janë të vendosura në mënyrë që boshllëqet të jenë horizontale, prerjet tërthore të shtyllës dhe trarit

-Përgatitja e Modelit 6

Përgatitja e armaturës, pahive dhe betonimet janë po të njëjta me ramët e deritanishëm. Dallimi konsiston vetëm në mënyrën e muraturës, në këtë rast muratura është krijuar me elemente me vrima horizontale, fig 6.12.



Fig.6.12 Përgatitja e modelit 6 nëpër faza të ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 25×20×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 6 është $f_k = 3.99 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 6 është $f_k = 2.04 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 6 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin e 6 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bere sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhënë në Tab.6.15

Tabela 6.15 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 6

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.00	2.34
mostra 2	0.99	2.32
mostra 3	1.02	2.40
mostra 4	0.98	2.29
mostra 5	0.99	2.32
mostra 6	1.01	2.36
f_{ctm}		2.34
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		1.63

Testi në shtypje behet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes se elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë si në Tab.6.16.

Tabela 6.16 Rezultatet e testeve në shtypje të llaçit, modeli 6

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	15.30	9.56
mostra 2	15.60	9.75
mostra 3	15.20	9.50
mostra 4	16.11	10.07
mostra 5	15.36	9.72
mostra 6	15.20	9.76
mostra 7	15.41	9.76
mostra 8	15.98	9.83
mostra 9	15.71	9.77
mostra 10	15.03	9.78
mostra 11	15.40	9.78
mostra 12	15.73	9.79
Mesatarja	15.50	9.75

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës se përdorur në Modelin 6 janë dhëne në Tab.6.17.

Tabela 6.17 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 7

Dimensionet e përgjithshme, sasia e armaturës në shtylla dhe trarë është e njëjte si në Modelin 1

Dallimi i vetëm është në faktin se në Modelin 7 mbushja muraturë është realizuar deri lartësinë 100 cm, shih fig.6.13.

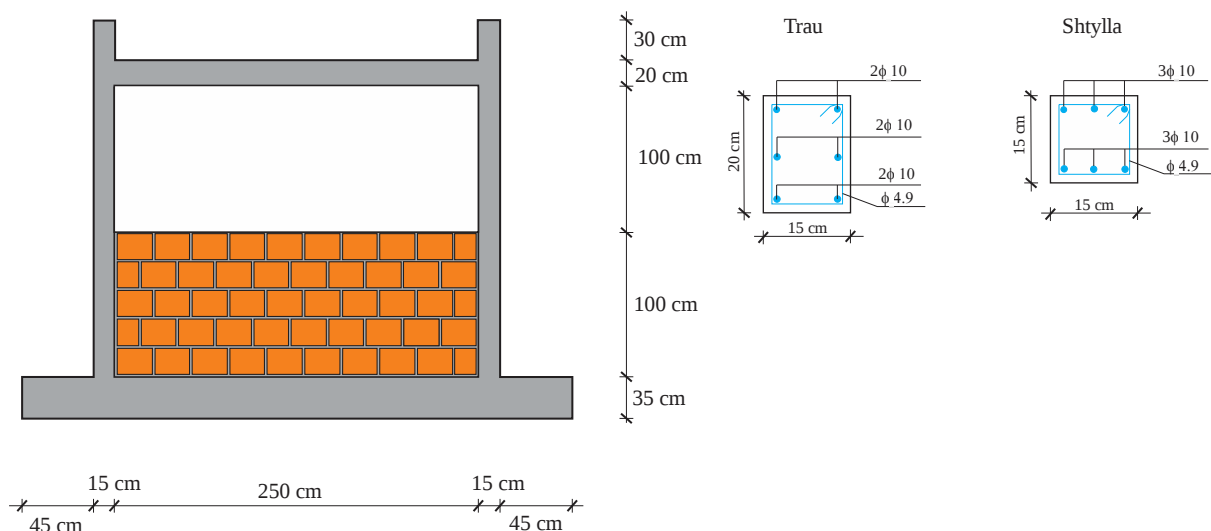


Fig.6.13 Rama beton-arme me mbushje muraturë pjesore dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e Modelit 7

Përgatitja e armaturës, pahite dhe betonimet janë po të njëjta me ramët e deritanishëm, fig 6.16. Mbushja muraturë deri në nivelin e parapetit realizohet pas heqjes së pahive në trarë dhe shtylla.



Fig.6.14 Përgatitja e modelit 7 nëpër faza të ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 25×20×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 7 është $f_k = 3.99 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 7 është $f_k = 2.04 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 7 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin e 7 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bere sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhëne në Tab.6.18

Tabela 6.18 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 7

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.00	2.34
mostra 2	0.99	2.32
mostra 3	1.02	2.40
mostra 4	0.98	2.29
mostra 5	0.99	2.32
mostra 6	1.01	2.36
f_{ctm}		2.34
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		1.63

Testi në shtypje behet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes se elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë në Tab.6.19.

Tabela 6.19 Rezultate e testeve në shtypje të llaçit, modeli 7

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	15.30	9.56
mostra 2	15.60	9.75
mostra 3	15.20	9.50
mostra 4	16.11	10.07
mostra 5	15.36	9.72
mostra 6	15.20	9.76
mostra 7	15.41	9.76
mostra 8	15.98	9.83
mostra 9	15.71	9.77
mostra 10	15.03	9.78
mostra 11	15.40	9.78
mostra 12	15.73	9.79
Mesatarja	15.50	9.75

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës se përdorur në Modelin 7 janë dhënë në Tab.6.20.

Tabela 6.20 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 8

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në shënimet e mëposhtme, shih.fig.6.15. Shtyllat janë të armuara me 6 Ø10, ku dy prej tyre nuk janë të ankeruara (inkastruara) në bazën e themelit. Trari është armuar me 6 Ø10. Armatura tërthorë është Ø 4.9/3.5cm e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave kurse në pjesët tjera Ø 4.9/7 cm. Dimensionet e shtyllave janë 15cm ×20cm, kurse të trarit janë 15cm×20cm. Dimensionet e muraturës janë 200 cm. lartësia dhe 240 cm. gjerësia, (shih.fig.6.15).

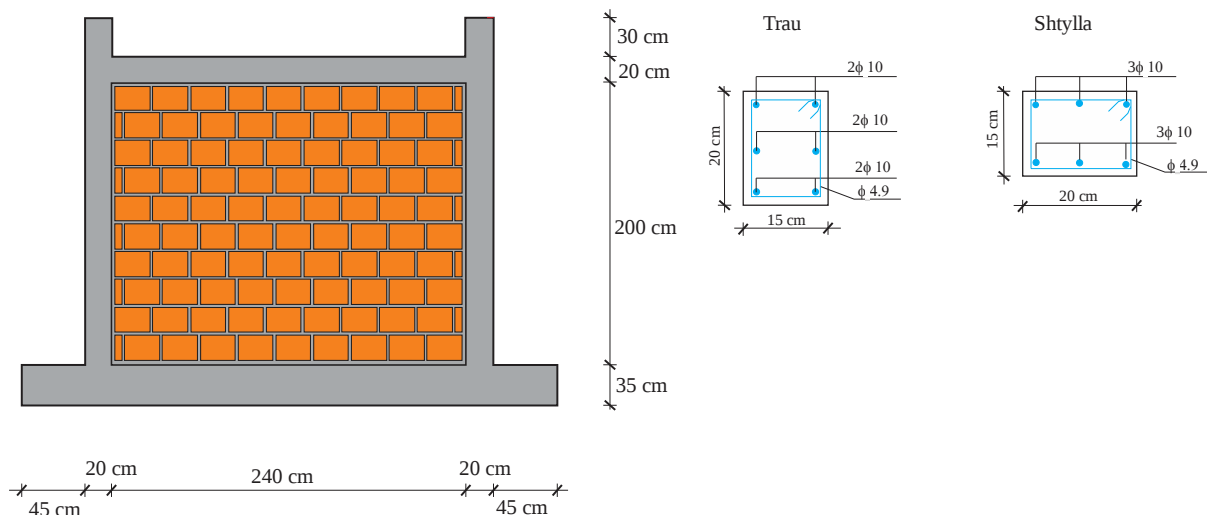


Fig.6.15 Rama beton-arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës.

-Përgatitja e Modelit 8

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin. Më tej janë formësuar pahite për themele dhe është kryer betonimi i tyre. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja muraturë realizohet pas heqjes së pahive në trarët dhe shtylla, (fig.6.16)



Fig.6.16 Përgatitja e modelit 8 nëpër faza të ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 25×20×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 8 është $f_k = 4.36 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 8 është $f_k = 2.22 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 8 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin e 8 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bere sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhënë në Tab.6.21

Tabela 6.21 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 8

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.77	4.16
mostra 2	1.41	3.31
mostra 3	1.56	3.65
mostra 4	1.44	3.37
mostra 5	1.68	3.94
mostra 6	1.77	4.16
f_{ctm}		3.69
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		2.58

Testi në shtypje behet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes së elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë si me poshtë, Tab.6.22.

Tabela 6.22 Rezultatet e testeve në shtypje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 8

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	21.50	13.44
mostra 2	21.10	13.18
mostra 3	22.41	14.00
mostra 4	22.71	14.19
mostra 5	22.61	13.70
mostra 6	22.93	13.77
mostra 7	24.53	13.92
mostra 8	24.10	13.90
mostra 9	23.87	13.82
mostra 10	23.90	13.85
mostra 11	24.01	13.87
mostra 12	24.03	13.86
Mesatarja	23.14	13.79

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës se përdorur në Modelin 8 janë dhënë në Tab.6.23.

Tabela 6.23 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 9

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në fig.6.17. Shtyllat janë të armuara me 6 Ø10, ku dy prej tyre nuk janë të ankeruara (inkastruara) në bazën e themelit. Trari është armuar me 6 Ø10. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm. Dimensionet e shtyllave janë 15cm ×20cm, kurse e trarit është 15cm×20cm. Dimensionet e muraturës janë 200 cm. lartësia dhe 240 cm. gjerësia, (shih.fig.6.17).

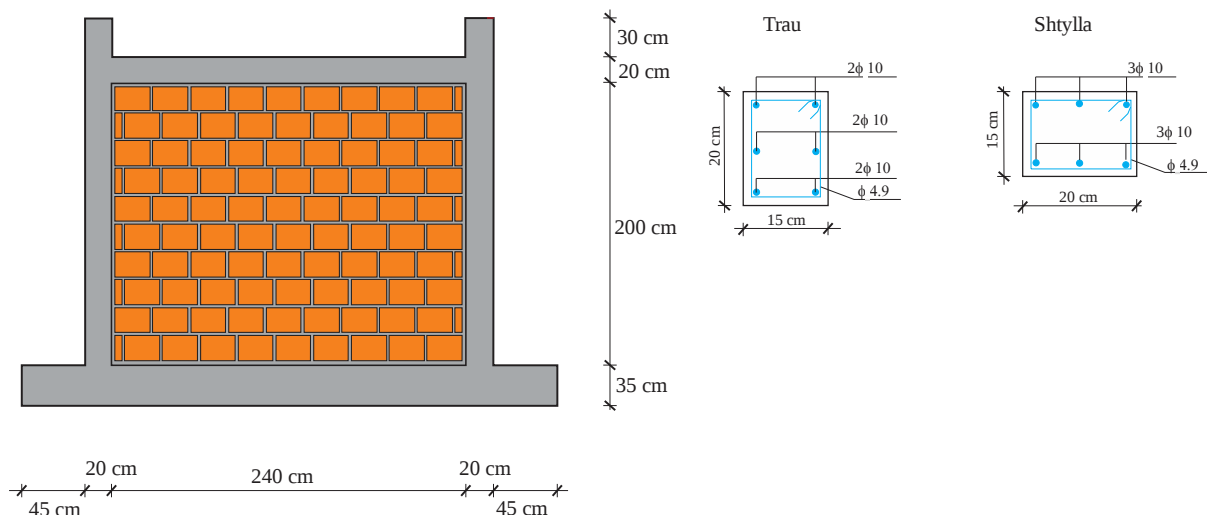


Fig.6.17 Rama beton arme me mbushje muraturë dhe prerjet terthore të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e Modelit 9

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin, Me tej është formësuar pahia për themele dhe është kryer betonimi. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja e muraturës realizohet pas heqjes së pahive në trarë dhe shtylla, praktike kjo e përdorur në ndërtimet e larta në Kosovë, (fig.6.18)



Fig.6.18 Përgatitja e modelit 9 nëpër fazat e ndryshme

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 25×20×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrinën për Modelin 9 është $f_k = 3.99 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrinën për Modelin 9 është $f_k = 2.04 N / mm^2$

Betoni –Rezistenca në shtypje e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 9 është përcaktuar me metoda jodestruktive me anë të «çekiçit të Schmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin e 9 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bërë sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhënë në Tab.6.24

Tabela 6.24 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 9

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.00	2.34
mostra 2	0.99	2.32
mostra 3	1.02	2.40
mostra 4	0.98	2.29
mostra 5	0.99	2.32
mostra 6	1.01	2.36
f_{ctm}		2.34
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		1.63

Testi në shtypje bëhet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes së elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë si me poshtë Tab.6.25.

Tabela 6.25 Rezultate e testeve në shtypje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 9

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	15.30	9.56
mostra 2	15.60	9.75
mostra 3	15.20	9.50
mostra 4	16.11	10.07
mostra 5	15.36	9.72
mostra 6	15.20	9.76
mostra 7	15.41	9.76
mostra 8	15.98	9.83
mostra 9	15.71	9.77
mostra 10	15.03	9.78
mostra 11	15.40	9.78
mostra 12	15.73	9.79
Mesatarja	15.50	9.75

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës së përdorur në Modelin 9 janë dhënë në Tab.6.26.

Tabela 6.26 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 10

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në fig.6.19. Shtyllat janë të armuara me 6 Ø10, ku dy prej tyre nuk janë të ankeruara (inkastruara) në bazën e themelit. Trari është armuar me 6 Ø10. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm. Dimensionet e shtyllave janë 15cm ×25cm, kurse e trarit është 15cm×20cm. Dimensionet e muraturës janë 200 cm. lartësia dhe 230 cm. gjerësia, shih.fig.6.19.

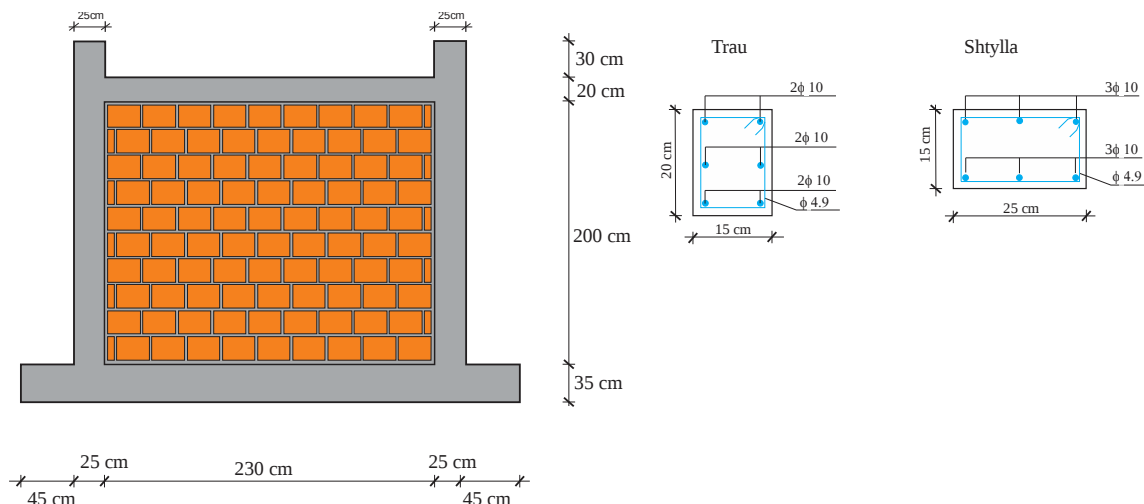


Fig.6.19 Rami beton arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e Modelit 10

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin, Me tej është formësuar pahia për themele dhe është kryer betonim. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja muraturë realizohet pas heqjes së skelerive në trarë dhe në shtylla, (fig.6.20)



Fig.6.20 Modeli 10 në faza të ndryshme të ndërtimit

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloqe prej argjili me boshllëqet në masën mbi 50%. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Blloqet e përdorura janë me dimensione 25×20×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 10 është $f_k = 3.99 \text{ N/mm}^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 10 është $f_k = 2.04 \text{ N/mm}^2$

Betoni -Cilësia e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 10 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzieja e llaçit të përdorur në Modelin e 10 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bërë sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11.

Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhënë në Tab.6.27

Tabela 6.27 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 10

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.00	2.34
mostra 2	0.99	2.32
mostra 3	1.02	2.40
mostra 4	0.98	2.29
mostra 5	0.99	2.32
mostra 6	1.01	2.36
f_{ctm}		2.34
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		1.63

Testi në shtypje bëhet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes së elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhënë në Tab.6.28.

Tabela 6.28 Rezultate e testeve në shtypje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 10

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	15.30	9.56
mostra 2	15.60	9.75
mostra 3	15.20	9.50
mostra 4	16.11	10.07
mostra 5	15.36	9.72
mostra 6	15.20	9.76
mostra 7	15.41	9.76
mostra 8	15.98	9.83
mostra 9	15.71	9.77
mostra 10	15.03	9.78
mostra 11	15.40	9.78
mostra 12	15.73	9.79
Mesatarja	15.50	9.75

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës së përdorur në Modelin 10 janë dhënë në Tab.6.29

Tabela 6.29 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 11

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në figurën e mëposhtme, (shih.fig.6.1). Shtyllat janë të armuara me 6 Ø10, ku dy prej tyre nuk janë të ankeruara (inkastruara) në bazën e themelit. Trari është armuar me 6 Ø10. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm. e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm. Dimensionet e muraturës janë 200 cm. lartësia dhe 250 cm. gjerësia. Mbushja muraturë është e realizuar me tulla prej argjili, shih fig.6.21.

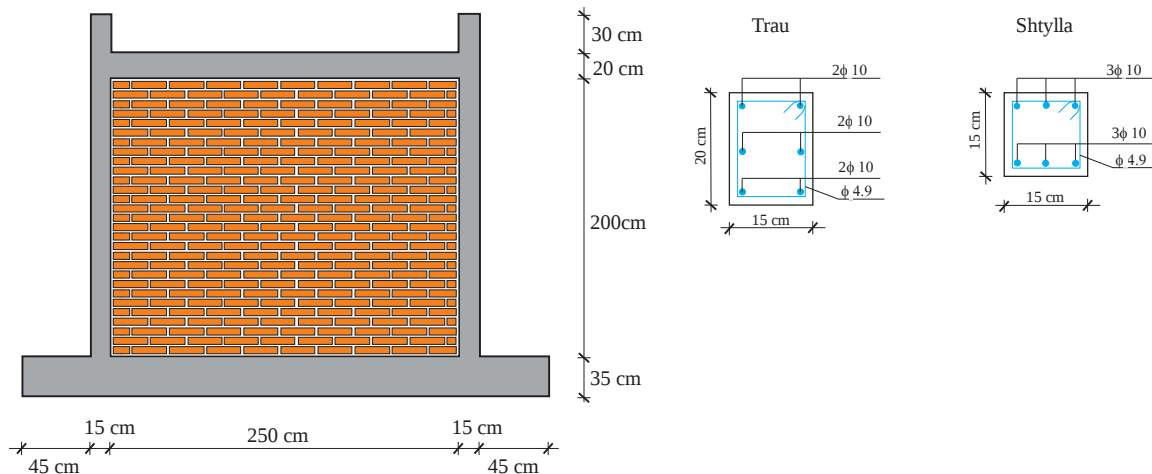


Fig.6.21 Rama beton-arme me mbushje nga tullat prej argjili dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës

-Përgatitja e Modelit 11

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin, Më tej është formësuar pahia për themele dhe është kryer betonimi. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja e muraturës realizohet pas heqjes së pahive në trarë dhe shtylla, (fig.6.22)



Fig.6.22 Rama betonarme me mbushje me tulla argjili nëpër faza të ndryshme të ndërtimit

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë tulla prej argjili. Rezistenca në shtypje e elementeve është caktuar bazuar në Eurokodin EC 6 si dhe duke përdorur metoda të propozuara nga autorë të ndryshëm. Tullat e përdorura janë të dimensioneve 25×12.5×6.5 cm

Betoni -Cilësia e betonit të përdorur për realizimin e Modelit 11 është përcaktuar me metoda jodestruktive me ane të «çekiçit të Shmidt». Rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi- Përzierja e llaçit të përdorur në Modelin e 11 është në këto raporte Çimento: Gëlqere: Agregat =1.5:1/2.5:5, të përziera me 14 litra ujë, raportet e materialeve jepen në vëllim.

Testi në përkulje dhe shtypje janë bërë sipas kërkesave të Euronormës EN 1015-11. Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit janë dhëne në Tab.6.30

Tabela 6.30 Rezultatet e rezistencës në tërheqje të llaçit pas 28 ditëve, modeli 11

	$F_{\max}$ (kN)	f_{tm} (MPa)
mostra 1	1.776	4.16
mostra 2	1.413	3.31
mostra 3	1.561	3.65
mostra 4	1.442	3.37
mostra 5	1.685	3.94
mostra 6	1.777	4.16
f_{ctm}		3.69
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$		2.58

Testi në shtypje bëhet në mostrat kubike të fituara pas përkuljes së elementeve prizmatike deri në thyerje. Rezultatet e rezistencës në shtypje të llaçit janë dhëne si me poshtë, (Tab.6.31).

Tabela 6.31 Rezultatet e testeve në shtypje të llaçit, modeli 11

	$F_{\max}$ (kN)	f_m (MPa)
mostra 1	21.50	13.44
mostra 2	21.10	13.18
mostra 3	22.41	14.00
mostra 4	22.71	14.19
mostra 5	22.61	13.70
mostra 6	22.93	13.77
mostra 7	24.53	13.92
mostra 8	24.10	13.90
mostra 9	23.87	13.82
mostra 10	23.90	13.85
mostra 11	24.01	13.87
mostra 12	24.03	13.86
Mesatarja	23.14	13.79

Armatura-Karakteristikat mekanike të armaturës së përdorur në Modelin 11 janë dhëne në Tab.6.32

Tabela 6.32 Karakteristikat mekanike të armaturës

	E (MPa)	f_y (MPa)	e_y (%)	e_u (%)
Ø4.9 mm	273 333.33	820.0	0.300	3.8
Ø 10 mm	298837.20	619.5	0.215	4.8

Modeli 12

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në fig.6.23. Shtyllat janë të armuara me 8 Ø10, ku dy prej tyre nuk janë të ankeruara (inkastruara) në bazën e themelit. Trari është armuar me 8 Ø10. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave, kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm. Dimensionet e shtyllave janë 15cm ×20cm, kurse e trarit është 15cm×20cm. Dimensionet e muraturës janë 200 cm. lartësia dhe 240 cm. gjerësia, shih.fig.6.23.

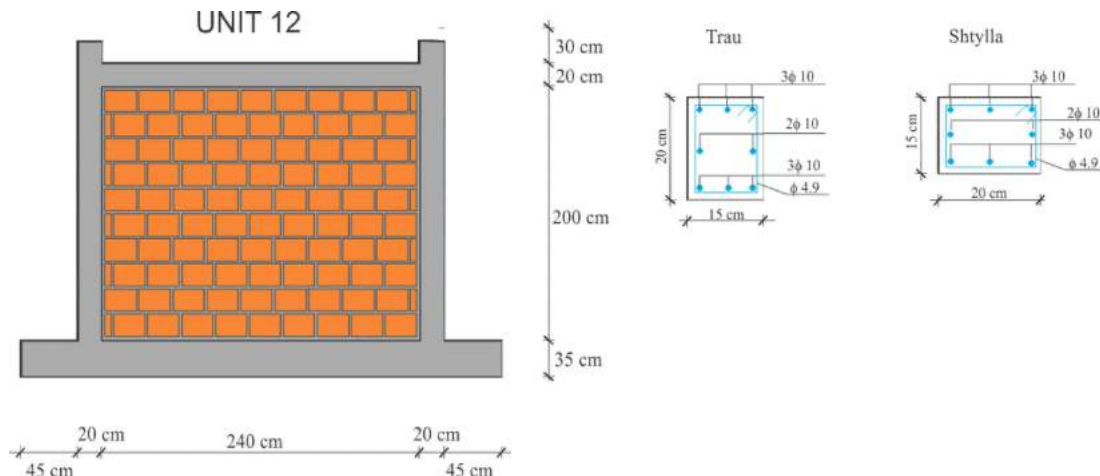


Fig.6.23 Rama beton arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës, Modeli 12

-Përgatitja e Modelit 12

Mënyra e përgatitjes është e njëjte si e modeleve të mëhershme.

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloka prej argjili me boshllëqe në masën mbi 50%. Blloqet e përdorura janë të madhësisë 20×25×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 12 është $f_k = 3.99 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 12 është $f_k = 2.04 N / mm^2$

Betoni - rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi -rezistencës në tërheqje e llaçit f_{tm}

-rezistencës në shtypje e llaçit $f_m = 11.3 N / mm^2$

Armatura-rezistenca në tërheqje e armaturës kryesore $f_y = 590 MPa$

-rezistenca në tërheqje e armaturës tërthore $f_y = 790 MPa$

Modeli 13

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në fig.6.24. Shtyllat janë të armuara me 8 Ø10 ku 2 Ø10 anesore nuk janë të inkastruara në themel. Trari është armuar njëjtte si dhe shtyllat. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm.

Dimensionet e shtyllave janë 15cm ×30cm, kurse e trarit është 15cm×30cm. Dimensionet e muraturës janë 190 cm. lartësia dhe 220 cm. gjerësia, shih.fig.6.24.

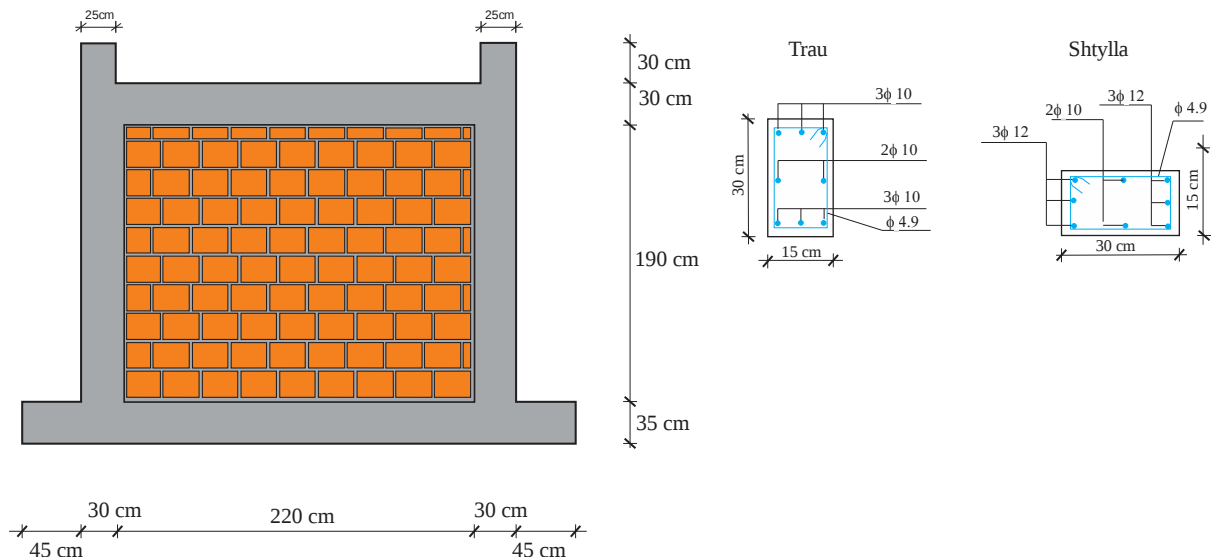


Fig.6.24 Rami beton arme me mbushje muraturë dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës, Modeli 13

-Përgatitja e Modelit 13

Mënyra e përgatitjes është e njëjte si e modeleve të mëhershme.

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloka prej argjili me boshllëqe në masën mbi 50%. Blloqet e përdorura janë me dimensione 25×20×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 13 është $f_k = 5.26 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 13 është $f_k = 2.68 N / mm^2$

Betoni - rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi rezistenca në shtypje e llaçit $f_m = 11.9 MPa$ -

Armatura-rezistenca në tërheqje e armaturës kryesore $f_y = 590 MPa$

-rezistenca në tërheqje e armaturës tërthore $f_y = 790 MPa$

Modeli 14

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në fig.6.24. Shtyllat janë të armuara me 6 Ø12 dhe 2 Ø10. Trari është armuar njëjtë si dhe shtyllat. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm.

Dimensionet e shtyllave janë 25cm ×30cm, kurse e trarit është 25cm×30cm. Dimensionet e muraturës janë 80 cm. lartësia dhe 220 cm. gjerësia, shih.fig.6.24.

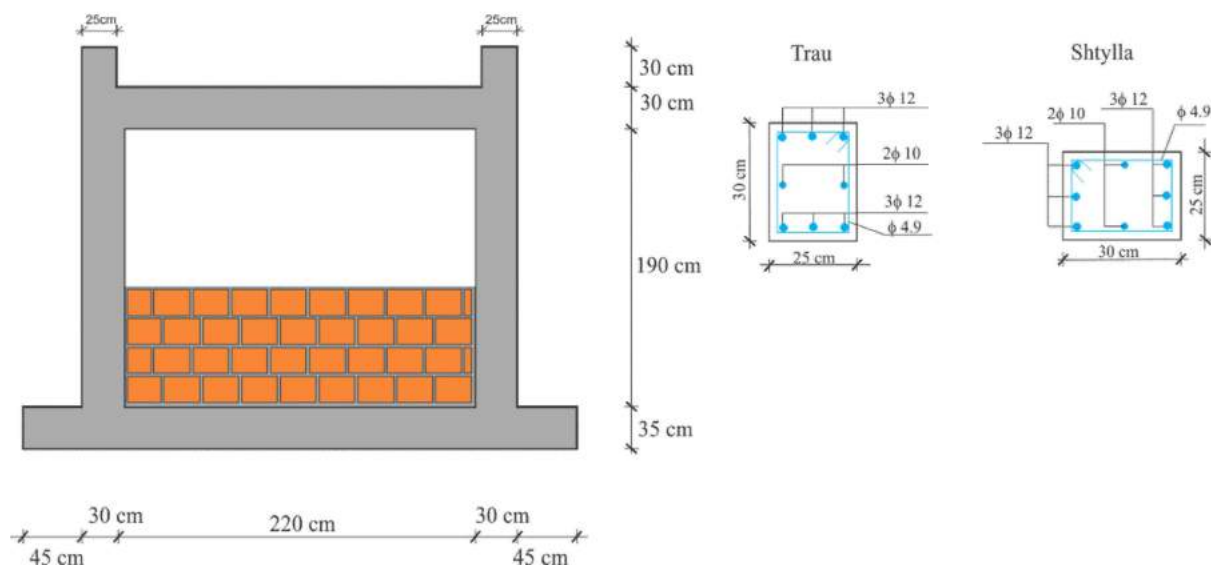


Fig.6.25 Rama beton arme , mbushja pjesore dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës,Modeli 14

-Përgatitja e Modelit 14

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin, Me tej është formësuar pahia për themel dhe është kryer betonimi i tij. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja muraturë e realizuar na paraqet strukturat e mureve të jashtme të spitaleve dhe objektet tjera ku mbushjet realizohen vetëm në një lartësi të caktuar e pjesa tjetër mbetet për dritare.

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes murature janë blloka prej argjili me boshllëqe në masën mbi 50%. Blloqet e përdorura janë me dimensione 20×20×25 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve murature paralel me vrima për Modelin 14 është $f_k = 4.3 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve murature normal me vrima për Modelin 14 është $f_k = 2.47 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve murature normal me vrima ($F=20*20$)cm, për Modelin 14 është $f_k = 2.04 N / mm^2$

Betoni - rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi --rezistenca në shtypje e llaçit $f_m = 11.5 MPa$

Armatura-rezistenca në tërheqje e armaturës kryesore $f_y = 590 MPa$

-rezistenca në tërheqje e armaturës tërthore $f_y = 790 MPa$

Modeli 15

Dimensionet dhe sasia e armaturës jepen në fig.6.26. Shtyllat janë të armuara me 6 Ø10. Trari është armuar njëjtelë si dhe shtyllat. Armatura tërthorë është Ø 4.9/7cm e vendosur në vendet e mundshme të formimit të çernierave kurse në pjesët tjera Ø 4.9/14 cm.

Dimensionet e shtyllave janë 15cm ×20cm, kurse e trarit është 15cm×20cm. Dimensionet e muraturës janë 200 cm. lartësia dhe 240 cm. gjerësi, shih.fig.6.26.

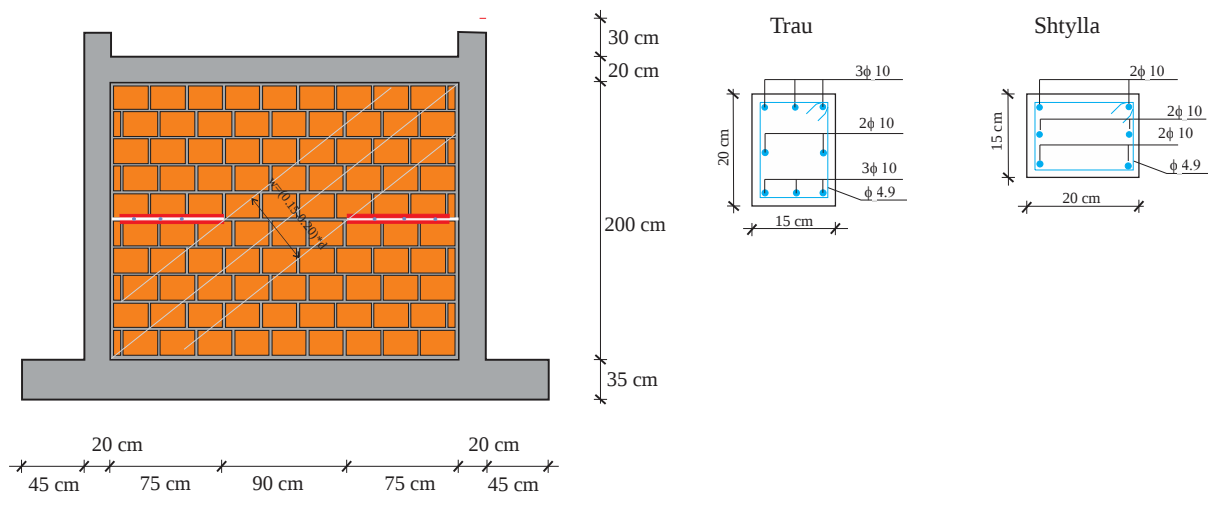


Fig.6.26 Rama beton arme me mbushje dhe prerjet tërthore të trarit dhe shtyllës, Modeli 15

-Përgatitja e Modelit 15

Në fillim është përgatitur armatura e çelikut për themelin, shtyllat dhe trarin, Me tej është formësuar pahia për themelit dhe është kryer betonimi i tij. Me pas, e njëjta ecuri për shtyllat dhe trarin. Mbushja me muraturë realizohet pas heqjes së pahive në trarët dhe shtylla. Në mesin e lartësisë së mbushjes, vendosen elemente çeliku për të eliminuar pjesërisht lidhjen panelit mbushës, (fig.6.26).

-Karakteristikat e materialeve

Elementet –Elementet e mbushjes muraturë janë blloka prej argjili me boshllëqe në masën mbi 50%. Blloqet e përdorura janë me dimensione 25×20×12 cm.

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë paralel me vrima për Modelin 15 është $f_k = 5.17 N / mm^2$

Rezistenca në shtypje e elementeve muraturë normal me vrima për Modelin 15 është $f_k = 2.64 N / mm^2$

Betoni - rezistenca në shtypje ka rezultuar e klasës C 25/30.

Llaçi -rezistenca në shtypje e llaçit $f_m = 11.87 MPa$

Armatura-rezistenca në tërheqje e armaturës kryesore $f_y = 590 MPa$

-rezistenca në tërheqje e armaturës tërthore $f_y = 790 MPa$

6.3.Percaktimi i rezistencës në prerje

6.3.1.Parametrat e rezistencës në prerje.

Ekzistojnë metoda të ndryshme për përcaktimin e forcës prerëse. Në kontekstin e këtij studimi forca prerëse është caktuar nga modelet e ndërtuara në ramën me mbushje muraturë, ku dy pjesë të fugës në mbushjen muraturë janë pa llaç. Përcaktimi i rezistencës në prerje (që në fakt është prerja nëpër fugën e llaçit) është bere në ramat me mbushje muraturë në mënyrë të tillë që rezistenca në prerje e vlerësuar të jetë reale nga veprimi i forcave horizontale. Kjo mënyra e vlerësimit të rezistencës në prerje është propozuar në punim. Deri tash në dijeninë tone nuk është praktikuar një mënyrë e tillë e përcaktimit të rezistencës në prerje. Normalisht priten komente dhe reagime të ndryshme lidhur me këtë aspekt.

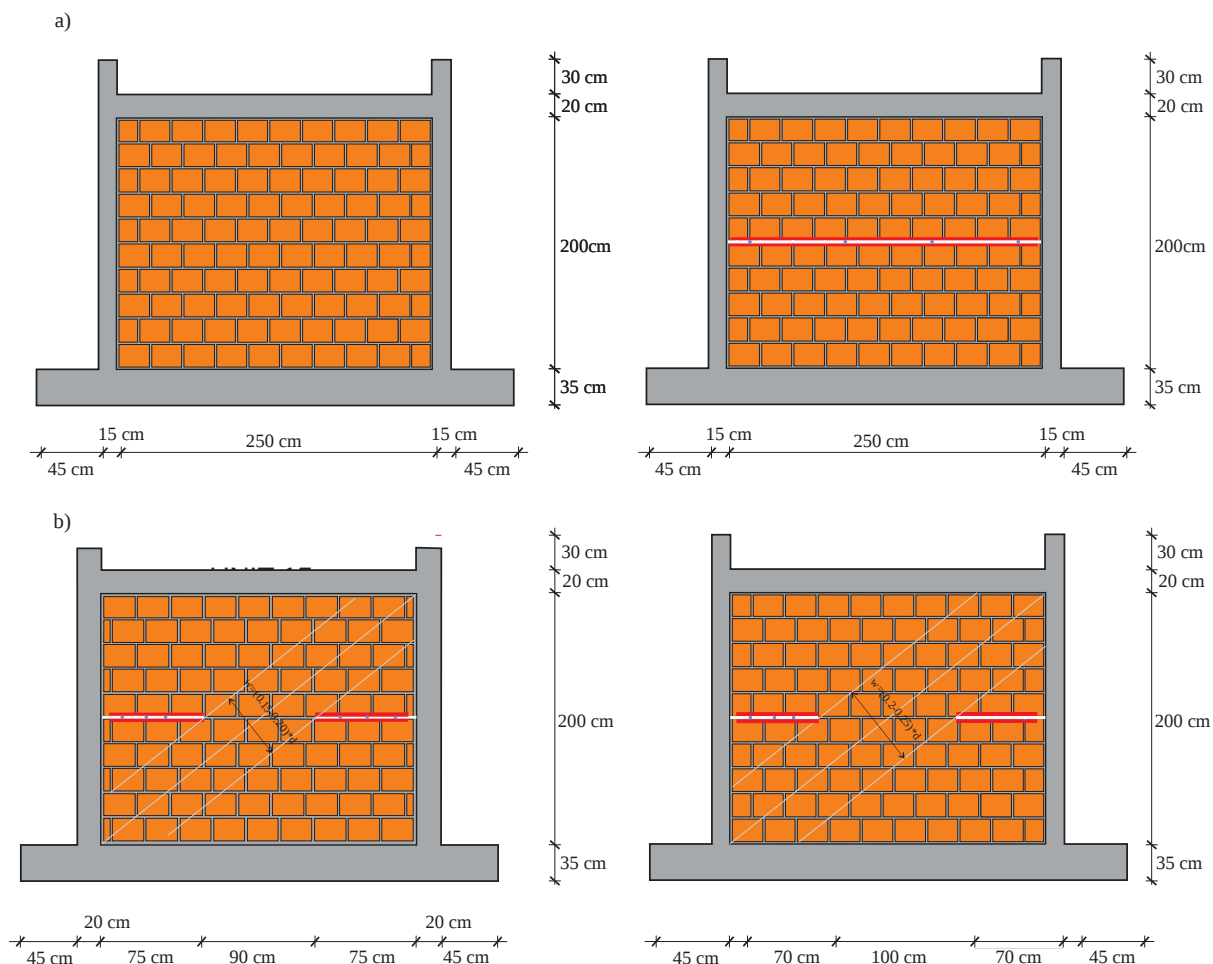


Fig.6.27 Modelet e përdorura për përcaktimin e rezistencës në prerje dhe rezistencës nga fërkimi të propozuara nga autori

Rezistencën në prerje e përcaktojmë si ndryshim të rezistencës në modelin e plotë dhe modelin që ka të eliminuar lidhjen në mesin e panelit muraturë, shih fig. 6.27.a), derisa të modelet e paraqitura në fig. 6.27,b) rezistenca në prerje caktohet drejtpërdrejt.

6.4.Pajisjet e përdorura në eksperiment

Pajisjet që përdoren për shqyrtimin e modeleve janë paraqitur në Fig.6.28. Ato mund të grupohen si me poshtë.

- a. Rama e mbyllur në të cilin vendosen modelet e ndërtuara
- b. Pajisjet për aplikimin e ngarkesës
 - 1.Pompa hidraulike me softuerin për aplikimin e ngarkesës
 - 2.Dy cilindra hidraulike që aplikojnë ngarkesën horizontale
 - 3.Cilindri hidraulik për aplikimin e ngarkesë vertikale
 - 4.Qelizat e forcës (Load cells)
- c. 6 Lvdt për matjen e zhvendosje ku 4 prej tyre janë të lidhura drejtpërdrejt me forcën kurse 2 prej tyre janë me lexim elektronik që lidhen me forcën për momente të caktuara
- d. Sistemi për bllokimin e zhvendosjeve horizontale të bazamentit të njësisë dhe zhvendosjeve jashtë rrafshit të ramës
- e. Sistemi i trarëve prej çeliku për aplikimit të ngarkesë vertikale dhe horizontale në njësinë e ramit
- f. Sistemi i lidhjes në mes të njësisë së ramës me cilindratin hidraulik



Fig.6.28 Pajisjet e përdorura për shqyrtimet e modeleve

Pompa hidraulike MCC8 nga prodhuesi “CONTROLS”, nëpërmjet servoventilave dhe programit kompjuterik kontrollon shpejtësinë e aplikimit, ngarkesën ose zhvendosjet e aplikuar në modelin për shqyrtim. Aplikimi i ngarkesës horizontale është ciklike dhe quazistatike dhe bëhet nëpërmjet dy actuatorve (cilindrave) hidraulik të cilët veprojnë në shtytje në piken e lidhjes në traun e njësisë. Pika e lidhjes është në mesin e traut dhe në këtë mënyrë gjysma e traut gjatë gjithë kohës së aplikimit të ngarkesës ndodhet në tërheqje. Kjo bazuar në konceptin e dhënë nga Crisafuli [1] në mënyrë që të paraqiten sa më realisht veprimet nga ngarkesat sizmike.

Ngarkesa vertikale është e realizuar me anë të cilindrit vertikal i cila vepron në mesin e traut prej çeliku i cili shpërndan këtë forcë në dy shtyllat e modelit. Ngarkesa nga cilindri vertikal është 40 kN, d.m.th. nga 20 kN në secilën shtyllë. Kjo ngarkesë është e pandryshuar (konstante).

Lvdt (pajisjet për matjen e zhvendosjeve të cilat janë të lidhura me pajisjen softuerikë), janë të vendosura në katër pozicione dhe përcjellin ndryshimin e zhvendosjeve varësisht prej ndryshimit të forcës. Dy Lvdt janë të vendosura në nivelin e traut në mënyrë që të vlerësohen zhvendosjet horizontale të modeleve, një në nivelin 1.65 nga bazamenti për të vlerësuar hapjen në mes të mbushjes muraturë dhe shtyllës dhe një e vendosur në shtyllë për të matur deformimet .

7 REZULTATET E TESTEVE

7.1 Hyrje

Në këtë kapitull paraqiten rezultatet eksperimentale nga 15 testet të bëra nën ndikimin e ngarkesave kuazistatike. Reagimi i modeleve është kontrolluar me zhvendosje duke ju referuar numrit të cikleve dhe aktuatorve përkatës.

Rezultatet e secilit test janë prezantuar veç e veç ndërsa krahasimet janë bere për modele me disa karakteristika të njëjta në mënyre që të jepen faktorët që ndikojnë në forcën si dhe në formën e shkatërrimit.

7.1.1 Modeli 1

Në modelin 1 është aplikuar ngarkesa kuazistatike me disa cikle. Në fig.7.1.b) janë treguar fotot e sjelljes përfundimtare të ramës beton-arme.

Forca maksimale me të cilën është ngarkuar rama është $P_{max}=24.5kN$. Ajo është përafërsisht sa forca që rezulton në «pushover analysis». Në fig. 7.1.b) paraqitet rami beton arme nëpër disa faza të shqyrtimit. Çernierat plastike formohen në vendet e pritura. Ky model është shqyrtuar në mënyrë që të shfrytëzohet rast krahasues me modelet tjera.

a)



Fig.7.1, a) Modeli 1 i përgatitur për shqyrtim,

b)



Modeli 1

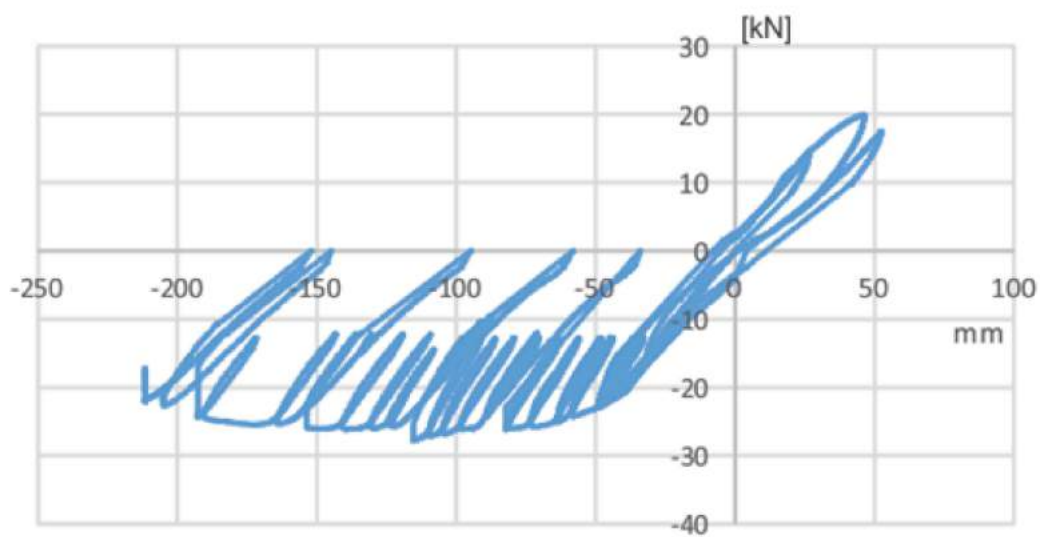


Fig.7.1, b) Zhvendosjet e ramës si dhe vartësia forcë-zhvendosje për modelin 1

7.1.2. Modeli 2

Modeli 2 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 5 cikle në dy drejtimet, si dhe 1 cikli në një drejtim nga veprimi i cilindri 2. Rama me mbushje muraturë në ciklin e fundit i është nënshtruar zhvendosjes më të madhe se 120 mm. Si rezultat janë vërejtur dëme të konsiderueshme në mbushjen muraturë dhe në ramën beton-arme. Zhvendosjet në nivelin e traut janë matur duke përdorur dy Lvdt të cilat janë të lidhura drejtpërdrejt me forcën. Në tabelën e mëposhtme (Tab.7.1) janë dhënë zhvendosjet e aplikuara dhe niveli i forcës së arritur për ciklin dhe cilindrin e përmendur.

Tab.7.1.Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 2.

Modeli 2	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Zhvendosja e aplikuar(mm)	0.4	0.4	1	1	3.6	3.6	4.5	14	15	1		1
Zhvendosja mbetur(1/1000)mm	50	78	294	511	737	1573	1970	6697	8749	294		294
Niveli i forcës	12.7	11.3	24	20.6	37.3	36.8	49.6	60.8	65.5	24		24

C1-Cilindri 1

C2-Cilindri 2

Plasuritja parë u shfaq në ciklin e 4 gjatë veprimit të cilindri C1, për nivel të forcës $P=44.3kN$ dhe deformim korespondues $d = 2.40mm$. Plasaritjet në shtyllën e majtë dhe në nyjën e majtë paraqiten në ciklin e 4 gjatë veprimit të cilindrit C2.

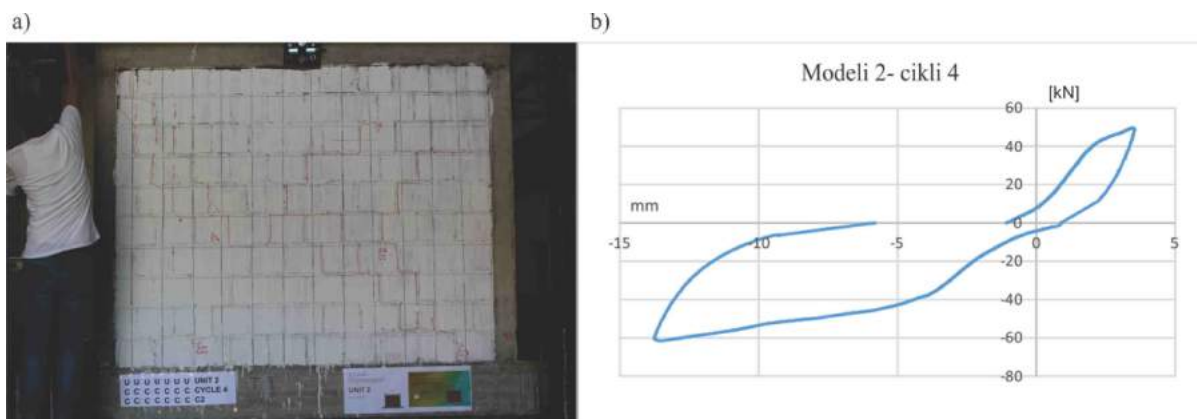


Fig.7.2, a)Rami me mbushje muraturë, b) vartësia forcë-zhvendosje pas cikli 4

Plasaritjet në nyjën e majtë u vërejtën të rritura në ciklin 5 gjatë veprimit të C2. Dëmtime të mëdha u vërejtën në mbushjen e muraturës, po kështu u vërejt plasaritje në forma shkallëzimi dhe plasaritje në nivelin e sipërm të shtyllës së majtë. Kurse në pjesën e poshtme të shtyllës së majtë nuk kemi plasaritje dhe shtylla në këtë pjesë sillet sikur të jetë e inkastruar. Në këtë cikël kemi arritjen edhe të forcës maksimale $P=94.17kN$ dhe deformime korresponduese $d = 40mm$. Pas kësaj kemi degradim të modelit 2, rritje të plasaritjeve në muraturë dhe në shtylla. Shkatërrimi i muraturës është tipike nga prerja me plasaritje në formë të shkallëzuar nëpër fugat e llaçit. Përkundër plasaritjeve në muraturë dhe fillimit të ndarjes së murit nga shtylla, ndërveprimi mbushje muraturë - ramë rritet deri në një nivel të caktuar të zhvendosjeve dhe dëmtimeve, (fig. 7.3)

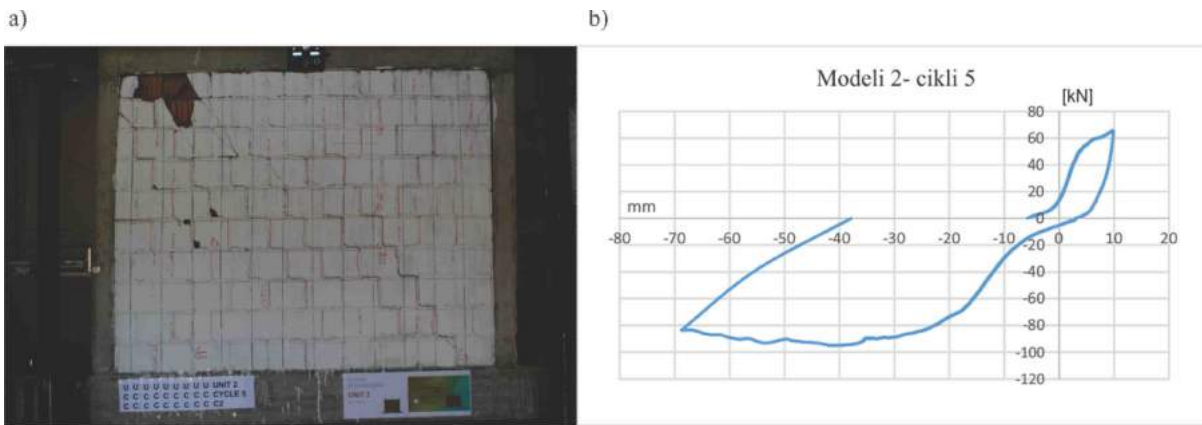


Fig.7.3, a) Mbushja muraturë dhe shtyllat pas ciklit të pestë, b)Vartësia forcë zhvendosje pas ciklit të 5

Mekanizmi përfundimtar shkaktohet në ciklin 6 gjatë veprimit të cilindrit të 2. Forma e mekanizmit përfundimtar është po ajo e shkatërrimit që është parashikuar nga autori; formim të çernieres në mesin e shtyllës së majtë dhe çernierave në pjesën e sipërm dhe të poshtme të shtyllës së djathtë, shih fig 7.4

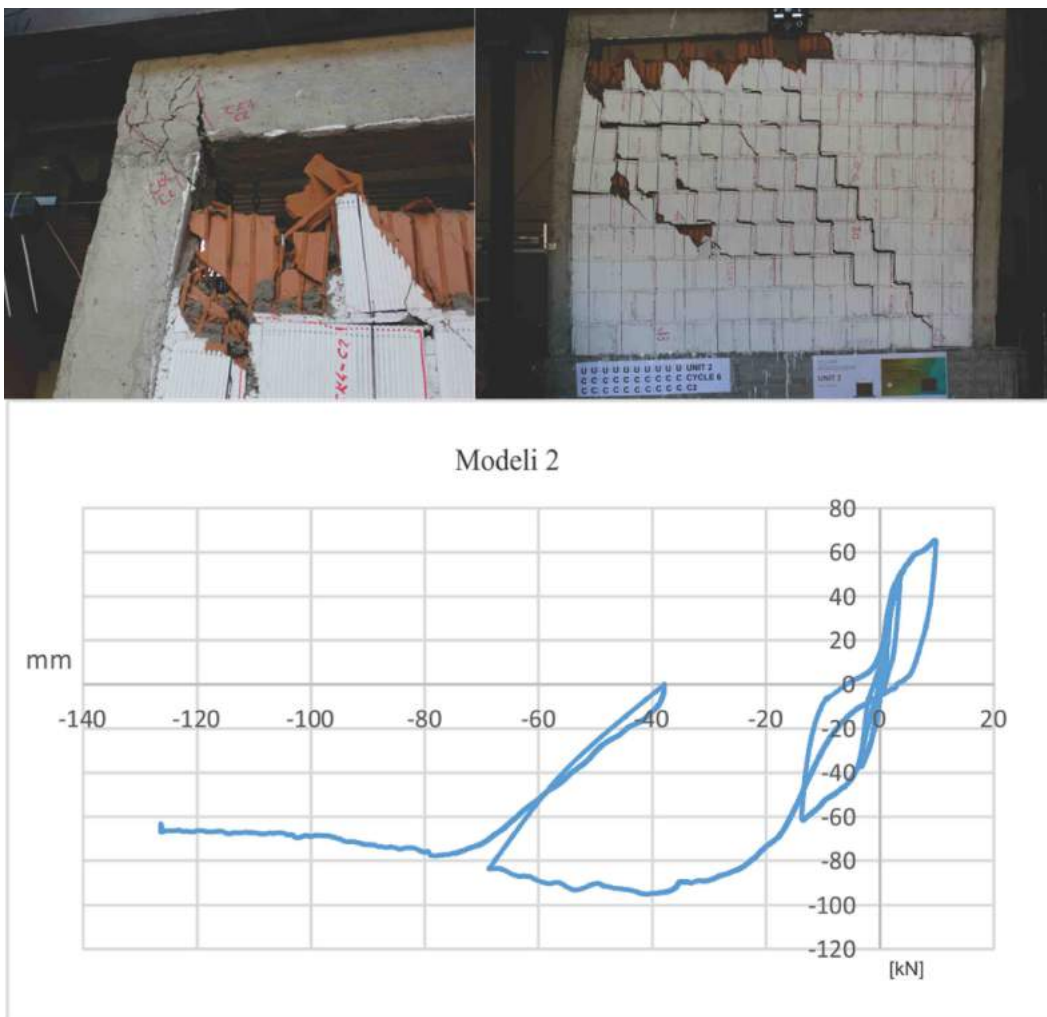


Fig.7.4 Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia forcë-zhvendosje

Siç shihet dhe në fig. 7.5, shtangësia e njësishë zvogëlohet prej ciklit në cikël, kurse rezistenca fillon të bjere kur njësia arrin zhvendosjen 40 mm. Në ciklin e 2 edhe pse deformimet janë të vogla sjellja e njësishë është jo-lineare. Fig. 7.5 paraqet varësinë forcë zhvendosje për ciklet veç e veç .

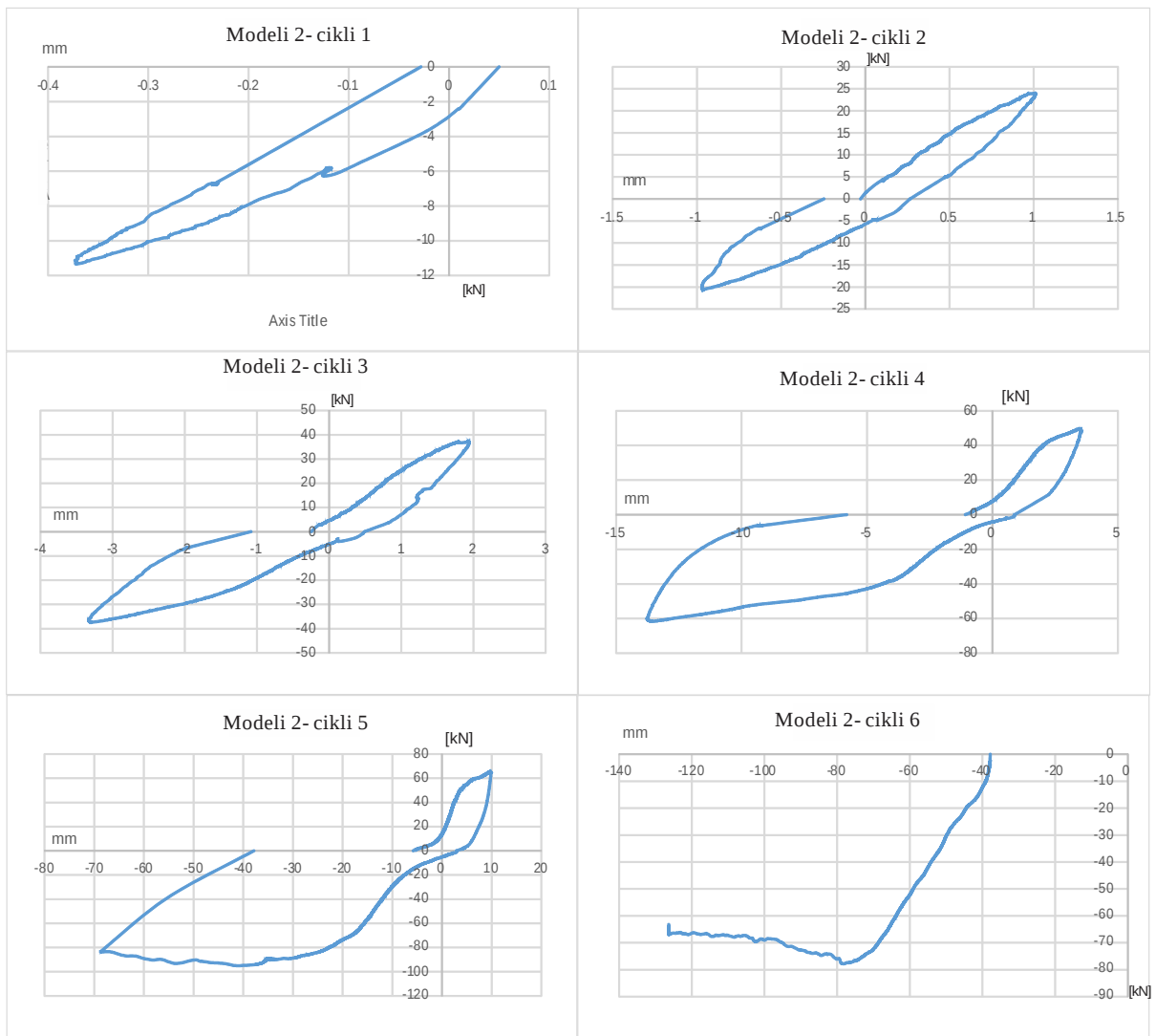


Fig 7.5 Vartësia forcë-zhvendosje për cikle të ndryshme

7.1.3 Modeli 3

Modeli 3 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 4 cikle në dy drejtimet, dhe 3 cikleve në një drejtim. Modeli 7 i është nënshtruar zhvendosjes më të madhe se 180 mm. Si rezultat janë vërejtur dëme të konsiderueshme në ramën beton-arme, kurse mbushja muraturë mbetet me disa plasaritje të vogla. Zhvendosjet në nivelin e traut janë matur duke përdorur dy lvdt të cilat janë të lidhura drejtpërdrejt me forcën. Në tabelën e mëposhtme (Tab.7.2) janë dhënë zhvendosjet (zhvendosjet llogariten nga zeroja relative, prej pozicionit të zhvendosjeve të mbetura) e aplikuar dhe niveli i forcës së arritur për ciklin dhe cilindrin e përmendur.

Tab.7.2 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 3

UNIT 3	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6	CIKLI 7
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C2	C2
Zhvendosja e aplikuar(mm)	1	1.3	2.2	3.1	8	15.5	12.8	68.9	15	79.8	60.7	36.2
Zhvendosja e mbetur(1/1000)mm	274	78	810	511	3175	1573	6310	6697	8749	40790	66108	980
Niveli i forcës	9.8	9.5	13.8	14.5	32.3	32.3	32.1					

Plasaritja parë në shtyllë shfaqet në ciklin e 3 gjatë veprimit të C2 (cilindrit 2) për nivel të forcës $P=35.66kN$ dhe deformim korrespondues $d=10.4\text{ mm}$. Në fig.7.6 paraqitet vartësia forcë-zhvendosje pas mbarimit të ciklit të 3 dhe niveli i plasaritjeve.

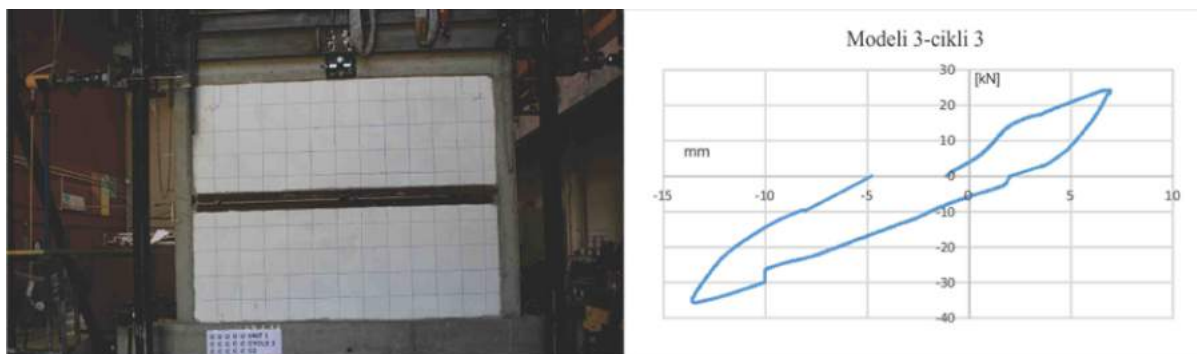


Fig.7.6 Plasaritjet në shtylla dhe vartësia forcë-zhvendosje për ciklin e 3

Në ciklin e 4 kemi paraqitjen e plasaritjes në nyjën e shtyllës së majtë dhe zgjerimin e plasaritjeve të formuara më parë. Plasaritje paraqiten edhe në shtyllën e djathtë por fokusimi është tek shtylla e majtë meqë kemi fillimin e plasaritjeve në mesin e shtyllës dhe formimin aty të çernieres plastike. Në këtë cikël kemi arritjen e forcës maksimale $P = 53.93kN$ dhe deformime korresponduese $d = 54mm$. Pas kësaj kemi degradim të modelit 3, rritja e deformimeve dhe degradim të shtangësisë dhe rezistencës në ramën beton-arme, rritje të plasaritjeve në shtylla dhe në nyjën e majtë, derisa mbushja mbetet e padëmtuar.

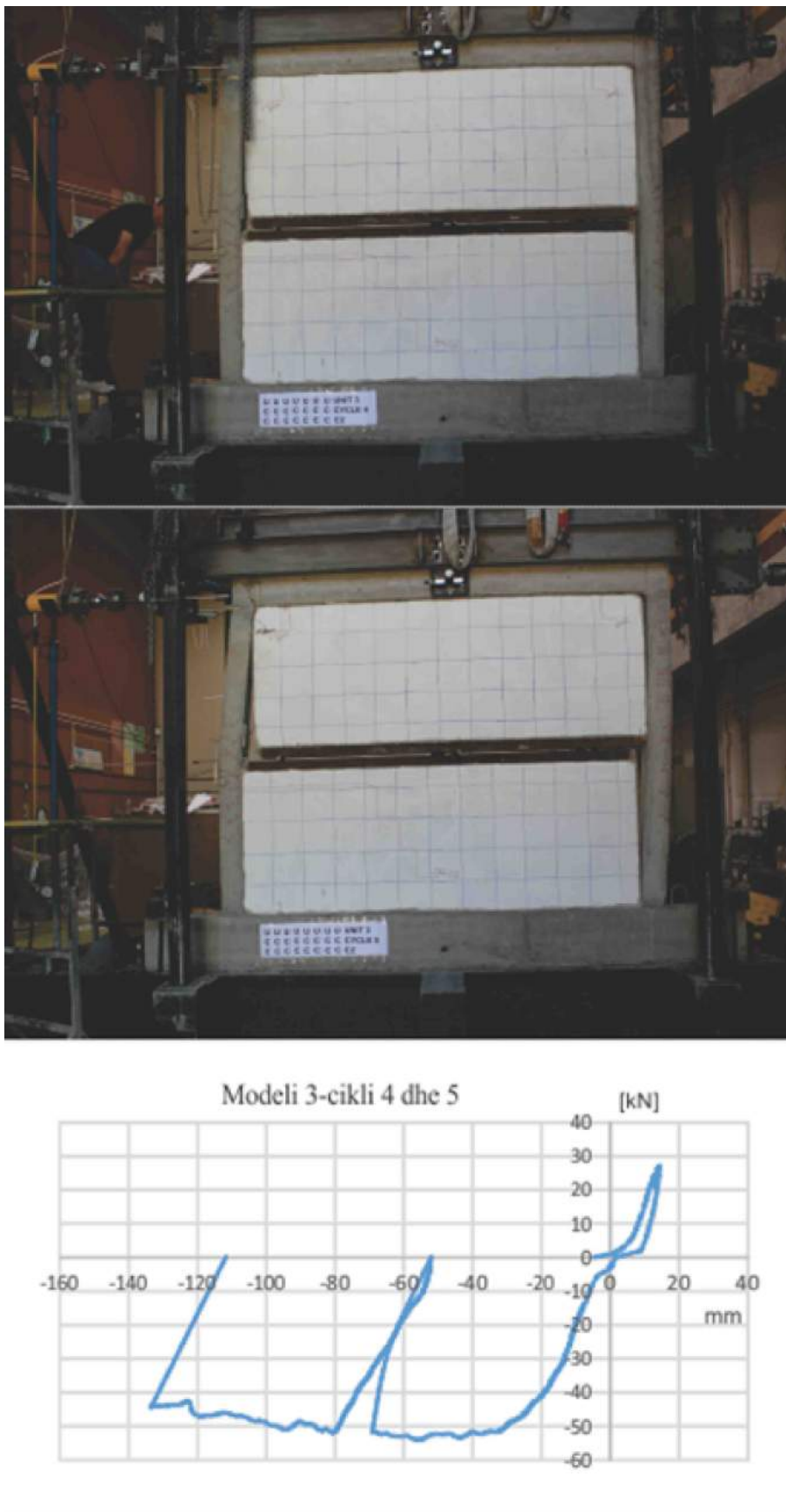
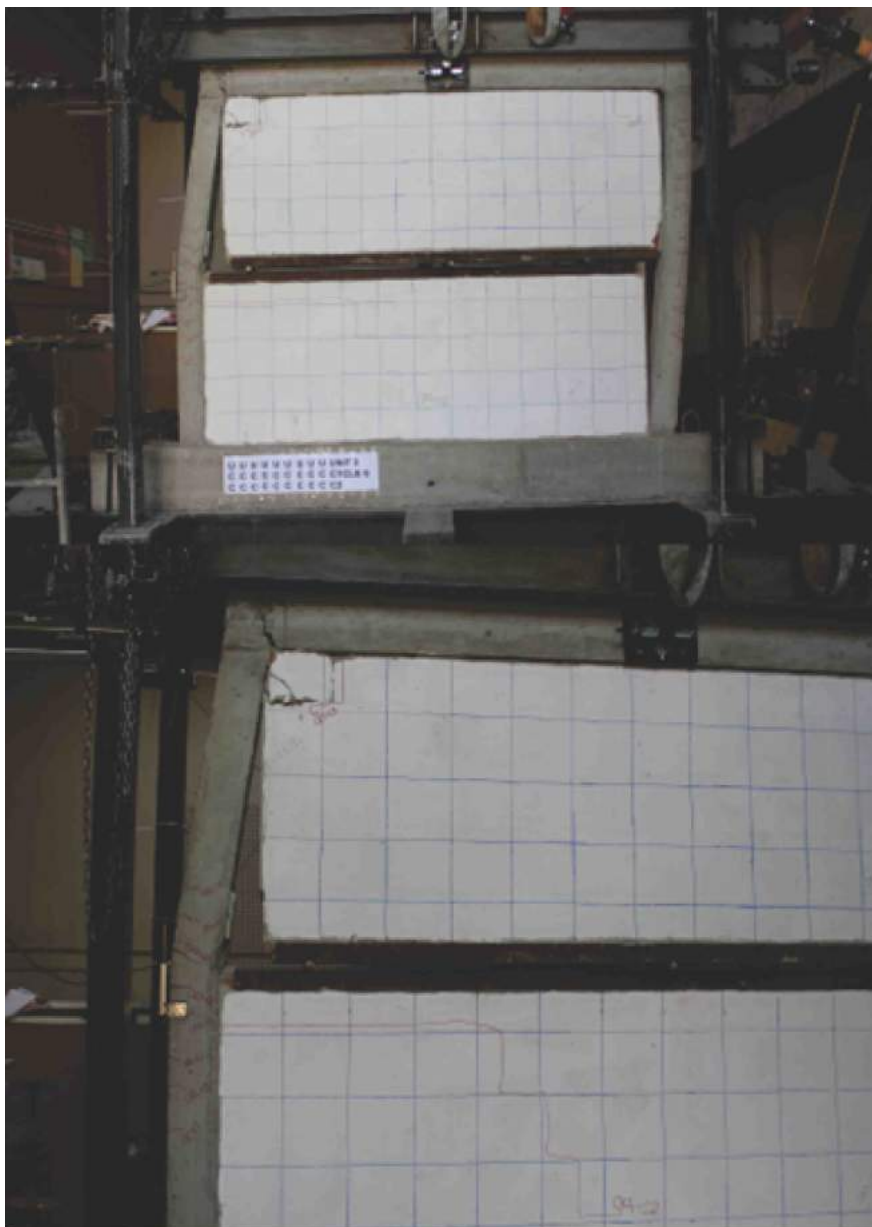


Fig.7.7 Modeli i 3 në faza të ndryshme të ngarkimit dhe vartësia forcë-zhvendosje për ciklet 4 dhe 5



Modeli 3-cikli 4, 5 dhe 6

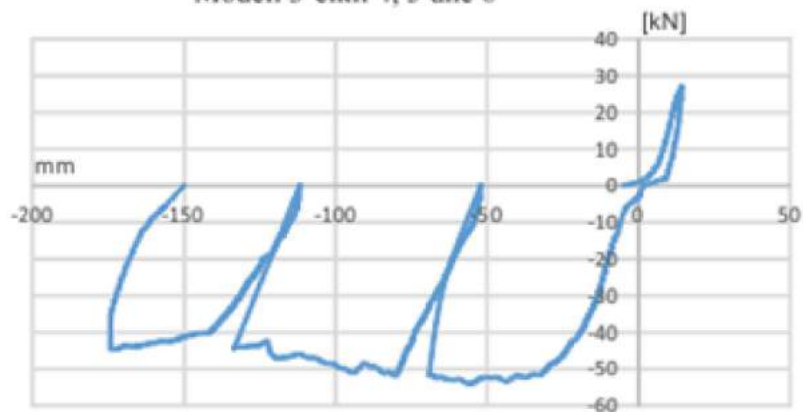


Fig.7.8 Modeli 3 në faza të ndryshme të ngarkimit dhe vartësia forcë-zhvendosje për ciklet 4,5 dhe 6

Në figurën e më poshtme (fig.7.9) është paraqitur mekanizmi përfundimtar i cili arrihet në ciklin 10 dhe kur zhvendosjet maksimale arrijnë vlerën 250 mm. Në mënyrë të qartë shihet se shkatërrimi i modelit të 3 ndodh për shkak të shkatërrimit të ramit beton arme e jo pjesëve të mbushjes muraturë. Duhet të theksohet se bazuar

në mekanizmin përfundimtar të thyerjes dhe nga analiza përkatëse marrim forcën horizontale që është

$$S = \frac{4 \cdot M_u}{1} = 43.52 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

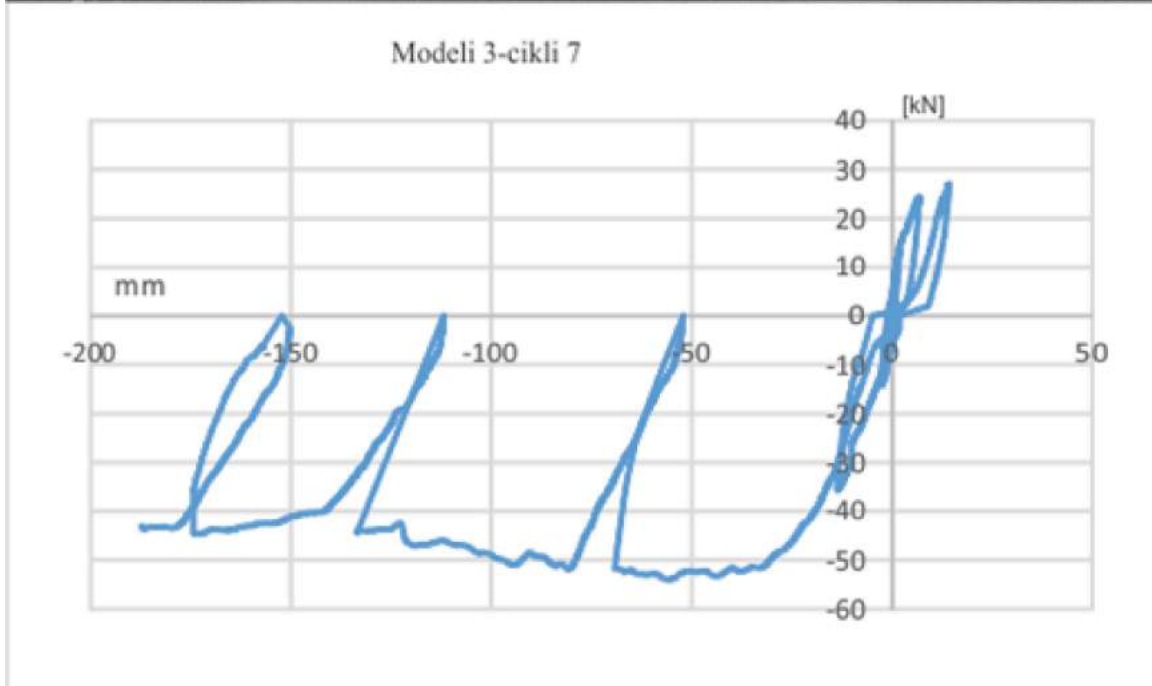
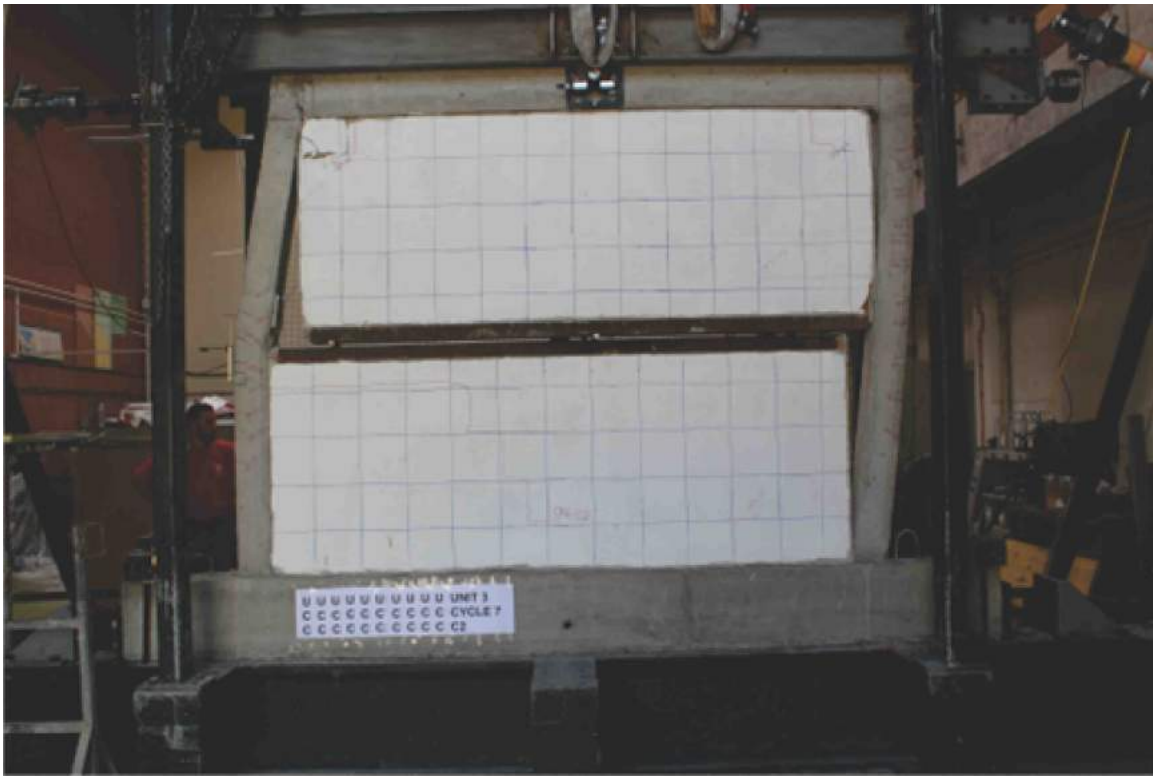


Fig.7.9 Mekanizmi i thyerjes, cikli 7, vartësia forcë-zhvendosje

Zgjatjen e shtyllës së majtë në vendin e paraqitjes së çernierës e paraqesim në mënyrë të veçantë në funksion të forcës, siç paraqitet në fig.7.10

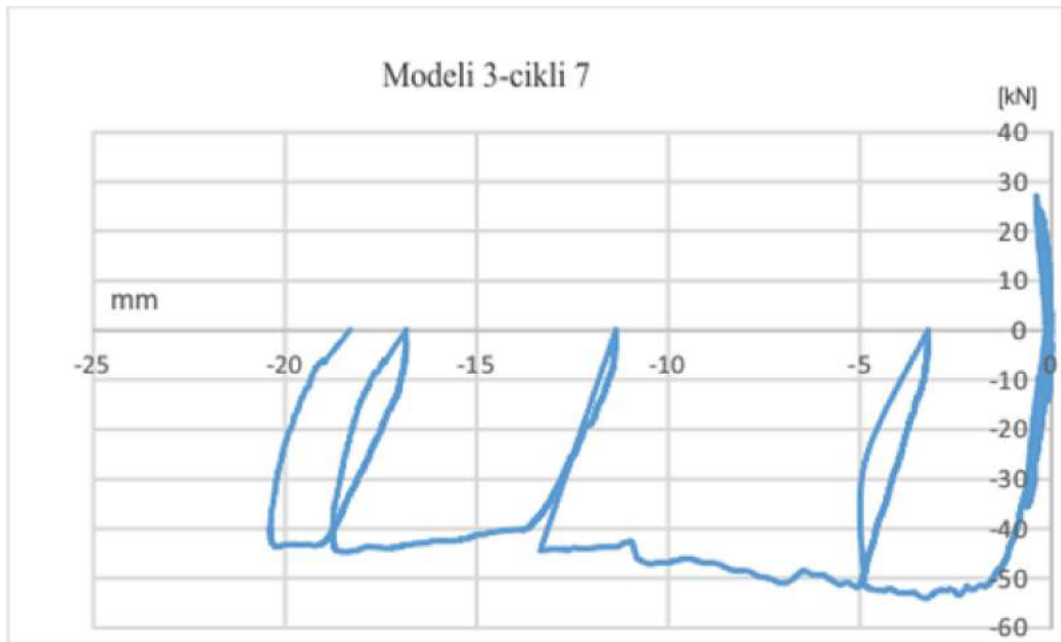


Fig.7.10 Vartësia forcë – zgjatje e shtyllës në vendin e formimit të çernieres

7.1.4 Modeli 4

Modeli 4 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 9 cikle në dy drejtimet dhe 2 cikle vetëm në një drejtim. Mekanizmi i aplikimit të ngarkesës horizontale i modelit 4 ndryshon nga mekanizmi i aplikimit të ngarkesës për modelin 2. Në modelin 4, trari horizontal prej çelikut që transmeton ngarkesën nga aktuatori (cilindri) është i lidhur me katër bulona me traun e betonit, lidhje që mund të konsiderohet si lidhje inkastrim. Kjo mund të jete arsye se modeli 4 tregon një sjellje që ndryshon nga sjelljet e modeleve tjera. Aty rezulton një forcë me të madhe të thyerjes. Kjo mendojmë se është arsye kryesore e sjelljes së modelit 4. Në fig.7.11.paraqesim mënyrën e lidhjes së traut me transmetuesin e ngarkesës.



Fig.7.11 Modeli i 4 para testimit

Në ciklin e fundit rama me mbushje murature i është nënshtruar zhvendosjes me të madhe se 80 mm. Si rezultat u vërejtën dëmtime të konsiderueshme në mbushjen muraturë dhe në ramën beton-arme. Për matjen e zhvendosjeve janë përdorur katër Lvdt cilat janë të lidhura drejtpërdrejt me forcën. Në modelin 4 forca maksimale arrin $P = 120kN$ dhe pastaj degradohet në mënyrë të shpejt. Për deformime 40 mm forca është $P = 85kN$. Në fig.7.12 paraqesim modelin 4 nëpër fazën e ndryshme të ngarkimit si dhe vartësinë forcë-zhvendosje. Shkatërrimi i muraturës është tipike nga prerja me plasaritje në formë të shkallëzuar nëpër fugat e llaçit. Mekanizmi përfundimtar ka, formën e njëjtë të shkatërrimit sikurse modeli 2.



Fig.7.12 Modeli 4 nëpër fazën fillestare të ngarkimit

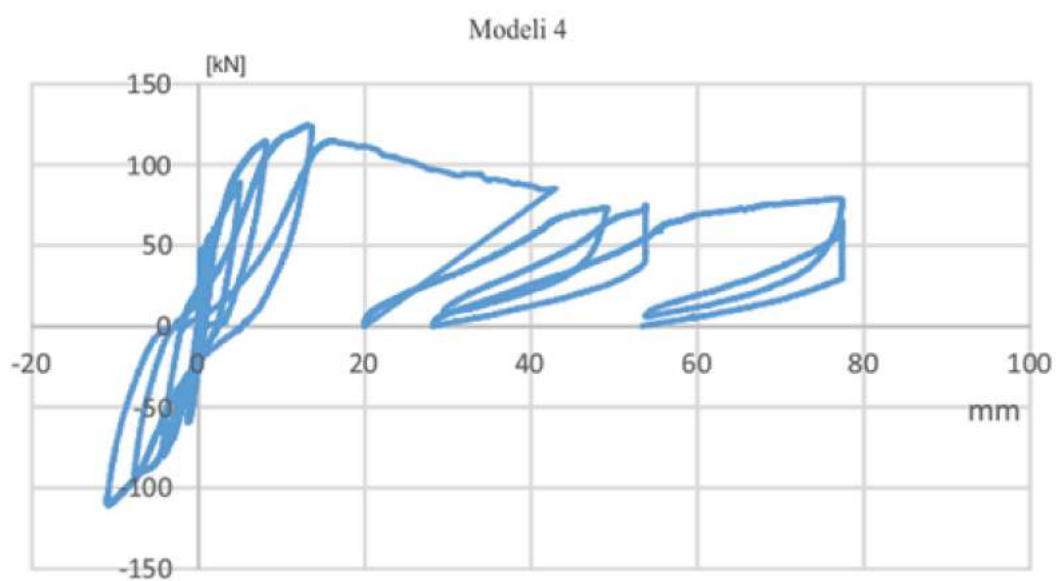
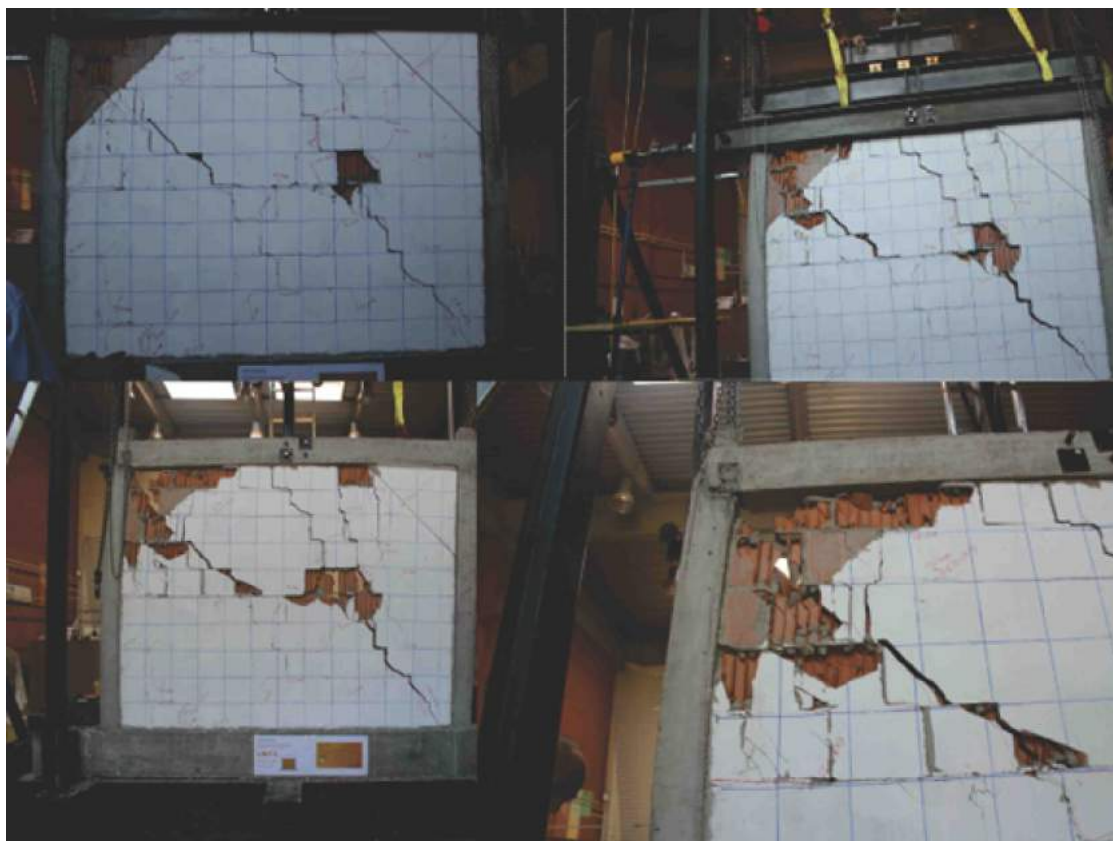


Fig.7.13 Modeli 4 nëpër faza të ndryshme të ngarkimit dhe vartësia forcë-zhvendosje

7.1.5 Modeli 5

Modeli 5 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 5 cikle në dy drejtimet, dhe 2 cikle në një drejtim nga veprimi i cilindri 2, shih tabelën 3.

Tabela 7.3 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 5

Modeli 5	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6	CIKLI 7
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C1
Zhvendosja aplikuar(mm) ^e	0.4	0.4	1	1	2	3	4.5	14	25	64	-	111
Zhvendosja mbetur(1/1000)mm ^e	130	78	270	250	670	1390	1670	4570	11800	42478	61400	78560
Niveli i forcës	26.8	24.3	48.3	45.8	71.2	72.8	104.1	164.3	192.2	193.8	85.3	76.6
Plasaritja pare					69.8							

Në modelin e 5 vërehet çartë se me rritjen e bashkëpunimit midis të mbushjes se muarturës dhe ramës beton-arme mund të rritet rezistenca totale e sistemit e ramë me mbushje. Për të rritur këtë bashkëpunim, autori rekomandon këtë mënyre të përforcimit: përforcim në këndet e ramës beton-arme. Kjo bazuar në faktin se gjatë shqyrtimeve të mëparshme me rritjen e ngarkese kemi dhe rritjen e këndit ndërmjet traut dhe shtyllës dhe humbjen e bashkëpunimit midis murit dhe ramës beton-arme.



Fig.7.14 Mënyra e përforcimit dhe përgatitja e modelit 5 për shqyrtim

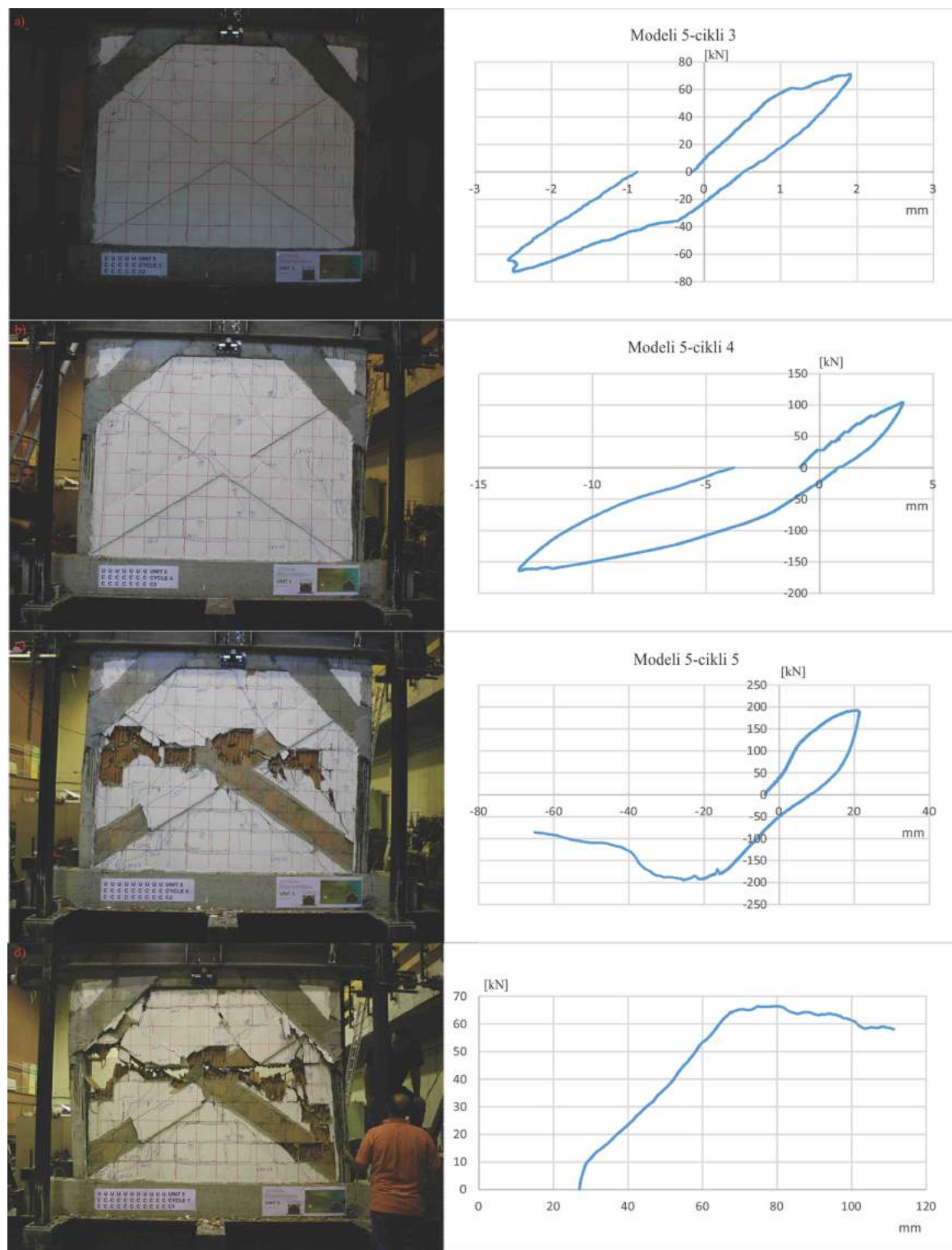


Fig.7.15 Modeli 5 në cikle të ndryshme të ngarkimeve dhe vartësia forcë-zhvendosje, a) cikli 3, b) cikli 4, c) cikli 5 dhe d) cikli 7

Me përforcimin e rekomanduar arrijmë të mbajmë të pandryshuar këndin fillestarë midis traut dhe shtyllës duke e rritur kështu në mase të madhe bashkëpunimi mbushje muraturë-ramë dhe njëkohësisht mbrojmë dhe një nga dëmtimet. Këto vlerësohen si pika të dobta edhe gjatë eksperimenteve të modeleve të mëparshme e njëherit janë dhe pike të dobta në objektet ekzistuese, nëse nyjet nuk janë të projektuar dhe zbatuar si duhet.

Plasuritjet në muraturë paraqiten në ciklin e 3 dhe 4 për forcën $P = 69.8kN$. Këto plasaritje janë të çrregullta dhe nuk na paralajmërojnë për ndonjë formë shkatërrimi të mundshme të muraturës. Plasaritje të vogla shfaqen edhe në pjesët e poshtme të shtyllës.

Në ciklin e 5 kemi arritjen e forcës maksimale $P = 193.17 \text{ kN}$ dhe deformime korresponduese janë $d = 24.0 \text{ mm}$. Pas kësaj kemi degradim të modelit 5 dhe shkatërrim të mbushjes muraturë nga prerja.

Në ciklin 6 dhe 7 vërehet degradimi i madh i modelit 5, si rezistence ashtu dhe shtangësi. Zhvendosja maksimale e aplikuar në këtë model është 110 mm . Në fig. 7.15 kemi të paraqitur modelin 5 në faza të ndryshme të ngarkimit, shoqëruar me fotografi dhe vartësitë midis forcës dhe zhvendosjes.

Pas analizës së formës së shkatërrimit shihet se përforcimi i aplikuar përveç se rritë rezistencën dhe shtangësinë ndikon dhe në formën e mekanizmit përfundimtar të thyerjes.

Me këtë mënyre përforcimi të propozuar nuk është përfortuar prerja tërthore e shtyllës ose traut apo mbushjes muraturë, por kemi bërë lidhje elementesh në mënyrë që të rritet bashkëpunimi mes elementeve përbërëse të modelit 5. në bazë të sjelljes përfundimtarë, (fig. 7.15), janë arritur objektivat e synuara të shqyrtimit të modelit 5, d.m.th. rritja e rezistencës dhe krijimi i mekanizmit të dëshiruar të thyerjes në ramen beton-arme. Mekanizmi përfundimtar është formimi i katër çernierave në skajet e shtyllave.

Në figurën 7.16 është paraqitur sjellja e përgjithshme e modelit 5.

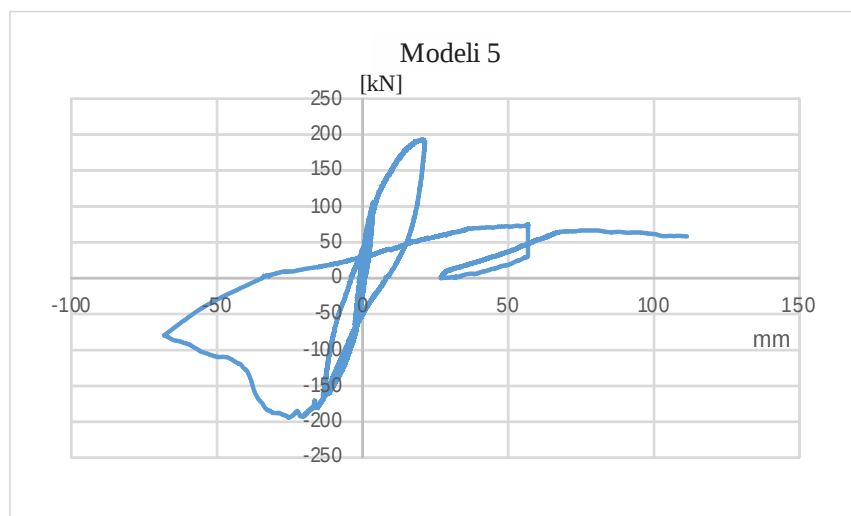


Fig. 7.16 Reagimi i përgjithshëm i modelit 5, vartësia forcë zhvendosje

7.1.6 Modeli 6

Modeli 6 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsejtë 6 cikle në dy drejtimet, dhe 2 cikli në një drejtim nga veprimi i cilindrit 2.

Zhvendosjet në nivelin e traut janë matur duke përdorur dy Lvdt të cilat janë të lidhura drejtpërdrejt me forcën. Në tabelën e mëposhtme (Tab.7.4) janë dhënë zhvendosjet e aplikuara dhe niveli i forcës së arritur për ciklin dhe cilindrin përkatës.

Tabela 7.4 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesë, modeli 6

Modeli 6	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6		CIKLI 7
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C2
Zhvendosja e aplikuar (mm)	0.7	0.7	1	1	1.4	3.6	2.5	14	4.35	6.7	7.6	44.4	58.3
Zhvendosja mbetur (1/1000) mm	50	78	226	322	323	535	787	1460	1715	3030	3600	21800	53000
Niveli i forcës	16.6	11.3	21.5	20.6	26.5	36.8	39.3	60.8					
Plasaritja e parë (kN)									65				

C1-Cilindri 1

C2-Cilindri 2

Plasaritja e parë në mbushjen e muraturës shfaqet në ciklin 5 gjatë veprimit të C2 (cilindri 2) për nivel të forcës $P = 66.9kN$ dhe deformim korrespondues $d = 5.2mm$. Në shtylla nuk na shfaqen plasaritje në kuadër të këtij cikli.

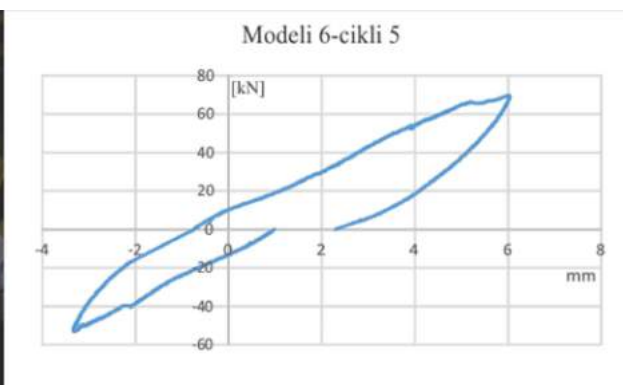


Fig.7.17 Rama me mbushje murature dhe vartësia forcë-zhvendosje, cikli 5

Dëmtime të mëdha u vërejtën në mbushjen me muraturë gjatë ciklit 6 konkretisht gjatë veprimit të cilindrit C2 ku kemi dhe zhvendosje me të mëdha. Plasaritje në formë shkallëzimi e karakterizojnë këtë mbushje. Ndërkaq, vlen të theksohet se edhe fugat vertikale kanë luajtur rol të rëndësishëm për rezistencën tërësore të mbushjes me muarturë. Nga fig.7.17 shihet qartë se fuga vertikale ka krijuar rezistence shtesë. Shihet se aty kemi ndarje nga blloqet, por jo prerje të llaçit. Plasaritjet në këtë cikël shfaqen edhe në mesin e shtyllës së majtë dhe normalisht në skajet e shtyllës së djathtë. Forca maksimale e që është rezistenca maksimale e modelit 6 e arritur në këtë cikël është $P_{max} = 101.17kN$ dhe deformime korrespondentë $d = 23.5mm$. Pas kësaj kemi degradim të lehtë të modelit 6 dhe rritje të plasaritjeve dhe dëmtimeve në muarturë dhe rritje të plasaritjeve të mëparshme dhe plasaritje të reja në shtylla. Shkatërrimi i muraturës është tipike nga prerja me plasaritje në forme të shkallëzuar nëpër fugat e llaçit (shih fig. 7.18). Duke analizuar forcën maksimale të

arritur në ciklin 6 mund të themi se rezistenca vertikale (ose në këtë rast rezistenca në shtypje e muraturës normal në boshllëqe) e elementeve ose muraturës nuk vjen prej faktorëve dominant ose kontrollues të rezistencës së përgjithshme të ramës me mbushje. Kjo mund të thuhet për mënyrën e ndërtimit të aplikuar edhe në këtë studim, që është edhe praktike e ndërtimit në Kosovë.

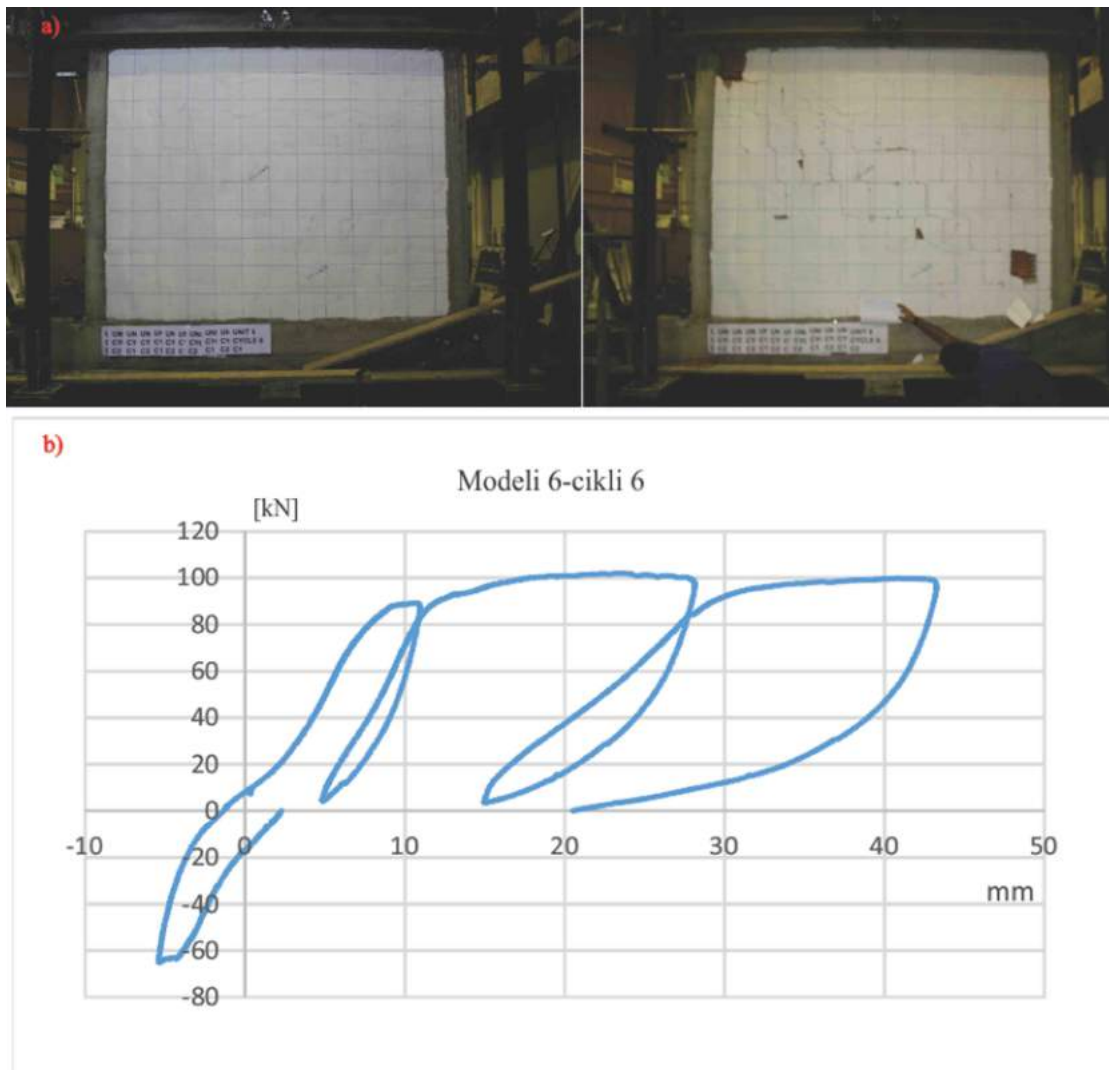
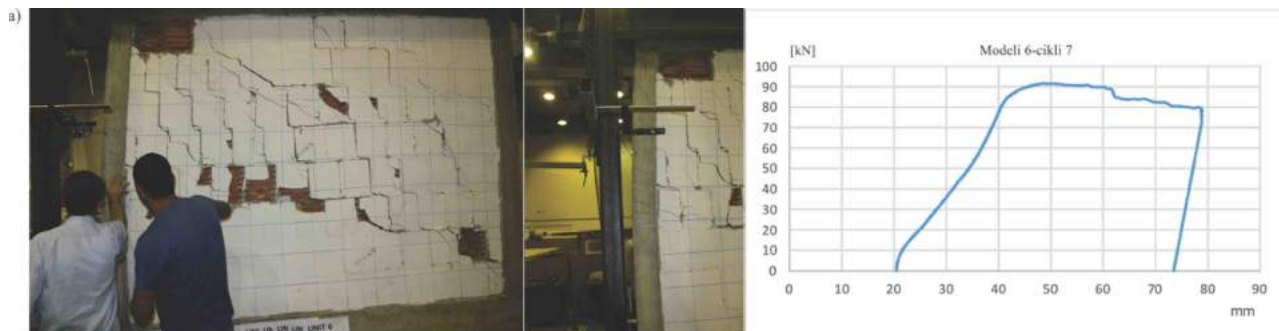


Fig.7.18, a) Mbushja muraturë dhe shtyllat pas ciklit 6, b)Vartësia forcë-zhvendosje, ciklit 6

.Në fig.7.19 vërehet se si modeli 6 degradohet (cikli 7), Se pari mbushja murature degradohet nga prerja dhe njëkohësisht kemi rritjen e plasaritjeve dhe krijimin e çernieres në mesin e shtyllës së majtë

Mekanizmi përfundimtar shkaktohet në ciklin 8 gjate veprimit të cilindrit të 2. Forma e mekanizmit përfundimtar është po ajo forme shkatërrimi e parashikuar edhe nga autori: formimin e çernieres në mesin e shtyllës së majtë dhe në dy skajet e shtyllës së djathtë (fig. 7.19)



b)



Fig.7.19, a) Degradimi i mbushjes me muraturë dhe i shtyllave, cikli 7. b)Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia forcë-zhvendosje për të gjitha ciklet

7.1.7 Modeli 7

Modeli 7 është karakteristik, sepse shqyrtohet sjellja e ramës me mbushjet muraturë deri në lartësinë e parapetit. Kjo është karakteristikë në muret e jashtme të objekteve të rëndësishë publike -spitaleve. Modeli 7 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsejtë 4 cikle në dy drejtimet, dhe 5 cikleve në një drejtim. Në ciklin e fundit modeli 7 arrin zhvendosje me të madhe se 240 mm. Si rezultat kemi dëmtime të konsiderueshme në ramën beton-arme, kurse mbushja muraturë mbetet me disa plasaritje të vogla. Zhvendosjet në nivelin e traut janë matur duke përdorur dy lvdt të cilat janë të lidhura drejtpërdrejt me forcën. Gjithashtu është matur dhe zhvendosja e shtyllës në nivelin e mbushjes muraturë. Në tabelën e mëposhtme (Tab.7.5) janë dhënë zhvendosjet (nisur nga zeroja relative, llogaritet prej pozicionit të zhvendosjeve të mbetura) e aplikuara dhe niveli i forcës se arritur për ciklin dhe cilindrin e përmendur.

Tabela 7.5. Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 7.

Modeli 7	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5	CIKLI 6	CIKLI 7	CIKLI8	CIKLI9
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2
Zhvendosja e aplikuar(mm)	1	1.3	3.5	5	8.5	10	35	41	74	61	85	58	93
Zhvendosja e mbetur(1/1000)mm	330	130	775	1330	3175	2480	6310	13000	41600	24700	54000	24000	24000

Plasaritja parë në shtyllë shfaqet në ciklin 2 gjatë veprimit të C2 (cilindri 2) dhe ciklit 3 nga veprimi i cilindrit C1. Plasaritjet janë në shtresën mbrojtëse të betonit dhe shfaqen për një nivel të vogël të forcës. Në fig.7.20 paraqitet vartësia forcë-zhvendosje pas mbarimit të ciklit 2 (nga cilindri 2) dhe pas mbarimit të ciklit 3 (veprimi i cilindrit 1).

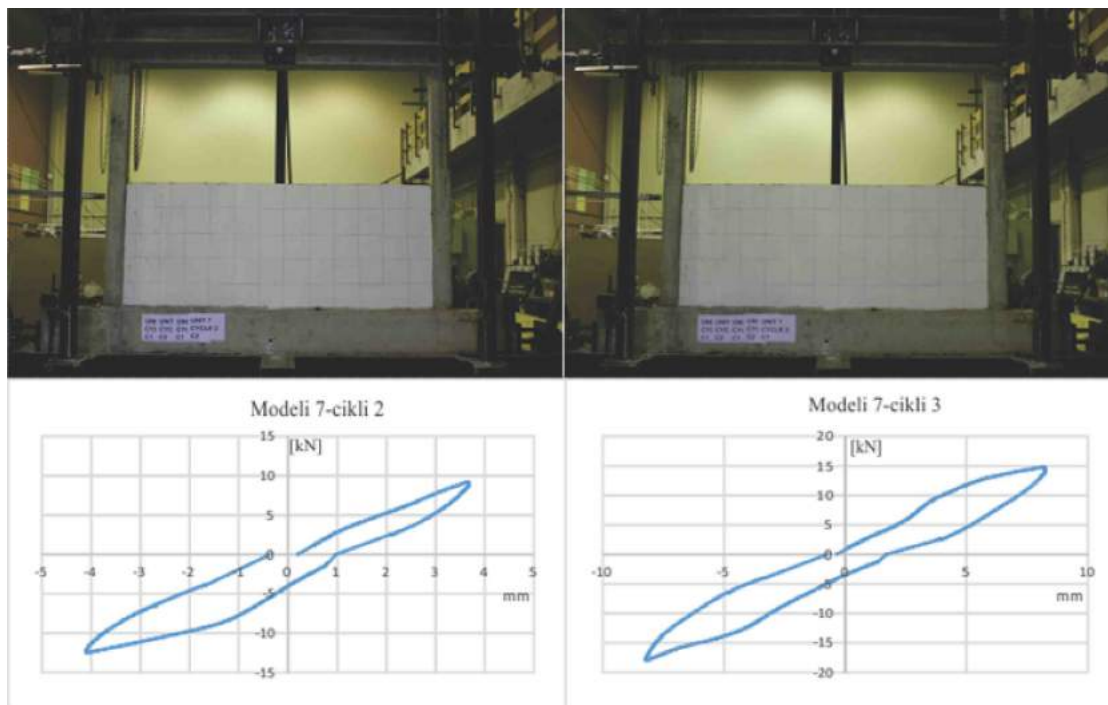


Fig.7.20, Plasaritjet në shtylla dhe vartësia forcë-zhvendosje për ciklin 2 dhe 3

Në ciklin 4, gjatë veprimit të cilindrit C2 kemi shfaqjen e plasaritjeve të para në mbushjen me muraturë dhe rritjen e plasaritjeve në shtyllën e majtë. Plasaritjet në mbushje janë në formë shkallëzimi por se nuk vërehet që prishet lidhja në tere gjatësinë e mbushjes përkundër rritjes së ngarkesave.

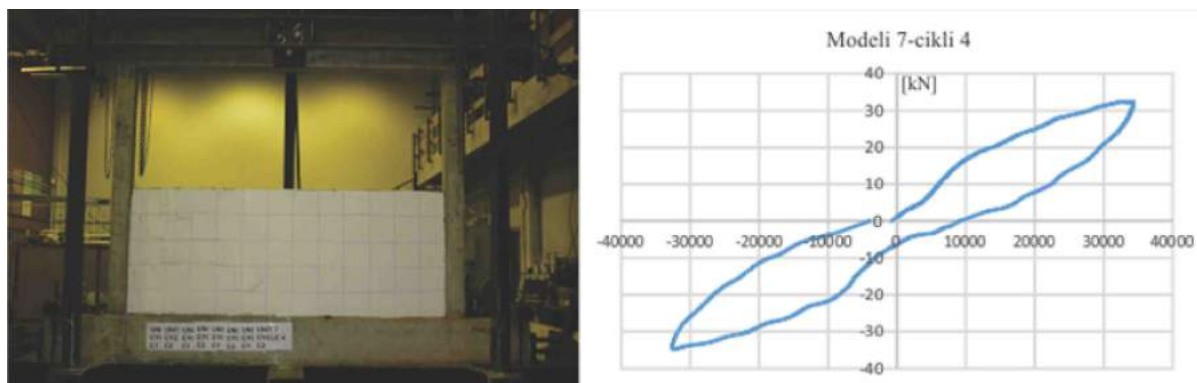


Fig.7.21, Plasaritjet në shtylla dhe vartësia forcë-zhvendosje për ciklin 4

Në ciklin e 5 plasaritjet rriten edhe me shume në mesin e shtyllës së majtë. Kemi gjithashtu dhe plasaritjet në shtyllën e djathtë në skajet e saj. Në këtë cikël vërehet edhe rrjedhshmëria e modelit 7. Forca rrjedhshmërisë e modelit është $P = 34.0kN$ me zhvendosje korrespoduese $d = 32mm$. Në ciklin 5 kemi arritjen e forcës max, $P_{max} = 37.5kN$ për zhvendosjen $d = 45mm$. Me rritjen e mëtejshme të zhvendosjeve, cikli 6 dhe 7, kemi fillimin e degradimit të modelit 7, formimin e çernieres plastike në mesin e shtyllës së majtë, paraqitjen e plasaritjeve në nyjën e shtyllës së majtë edhe paraqitjen e plasaritjeve në dy skajet e shtyllës së djathtë.

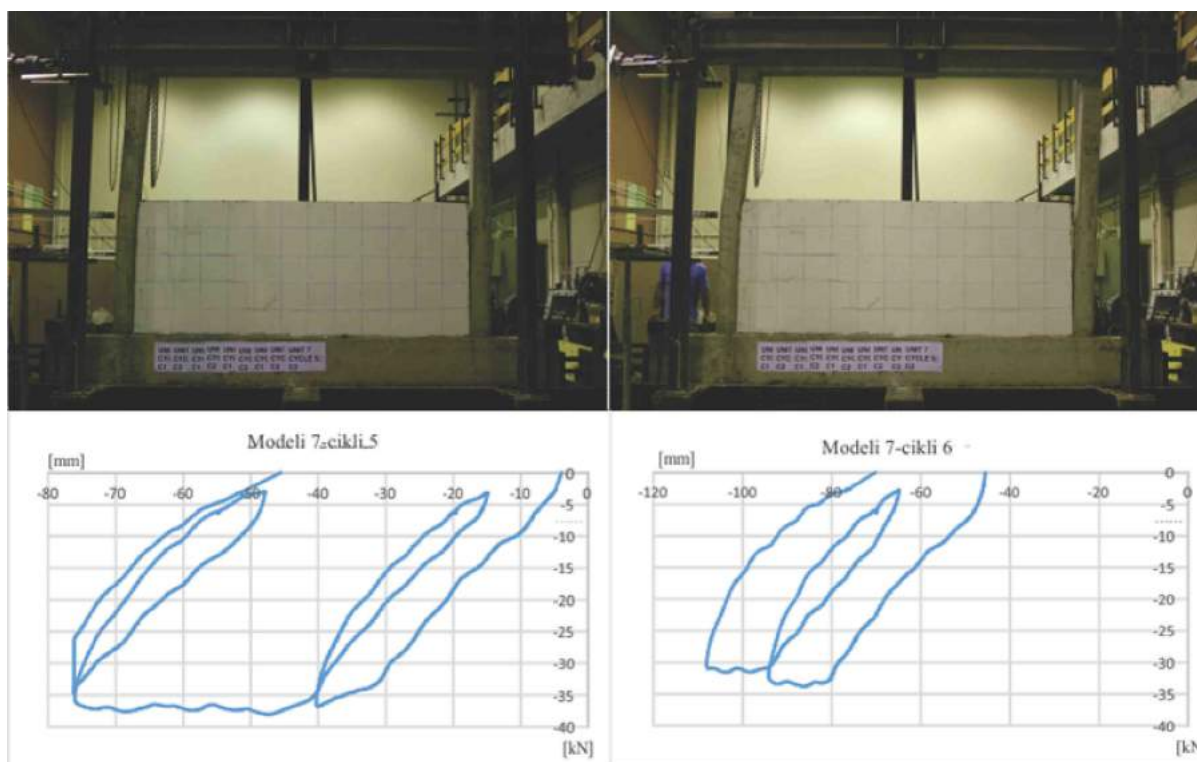


Fig.7.22, Formimi i çernieres plastike në mesin e shtyllës së majtë dhe vartësia forcë-zhvendosje për ciklin 5 dhe 6

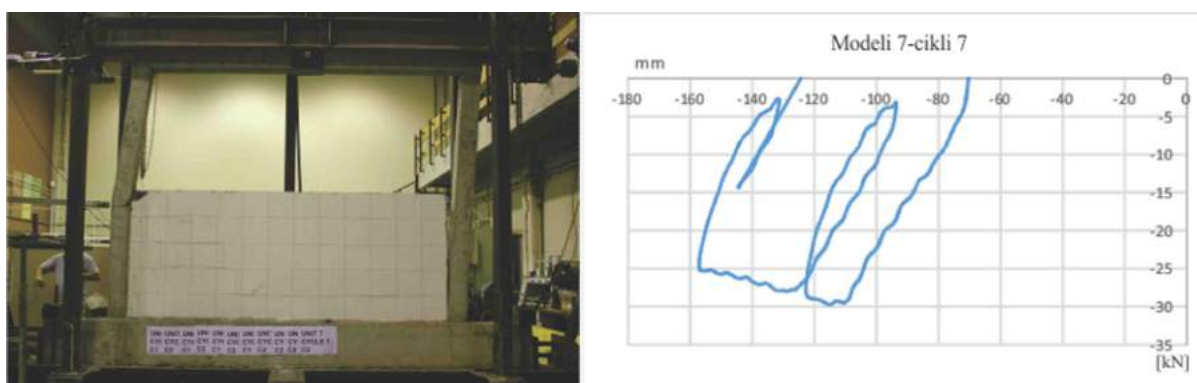


Fig.7.23, Vartësia forcë-zhvendosje për ciklin 7

Në ciklin 8 vazhdohet me degradim të modelit 7, rritje të plasaritjeve në çernieren e mesit dhe degradim i nyjës së majtë, Gjithashtu kemi edhe formim të çernieres në shtyllën e djathtë. Mbushja muraturë mbetet me plasaritjet fillestarë dhe nuk kemi më dëmtime të mëtejme. Kjo shihet qartë edhe kur shikojmë anën e majtë të mbushjes, e cila mbetet në pozicionin vertikal dhe e ndarë nga shtylla.

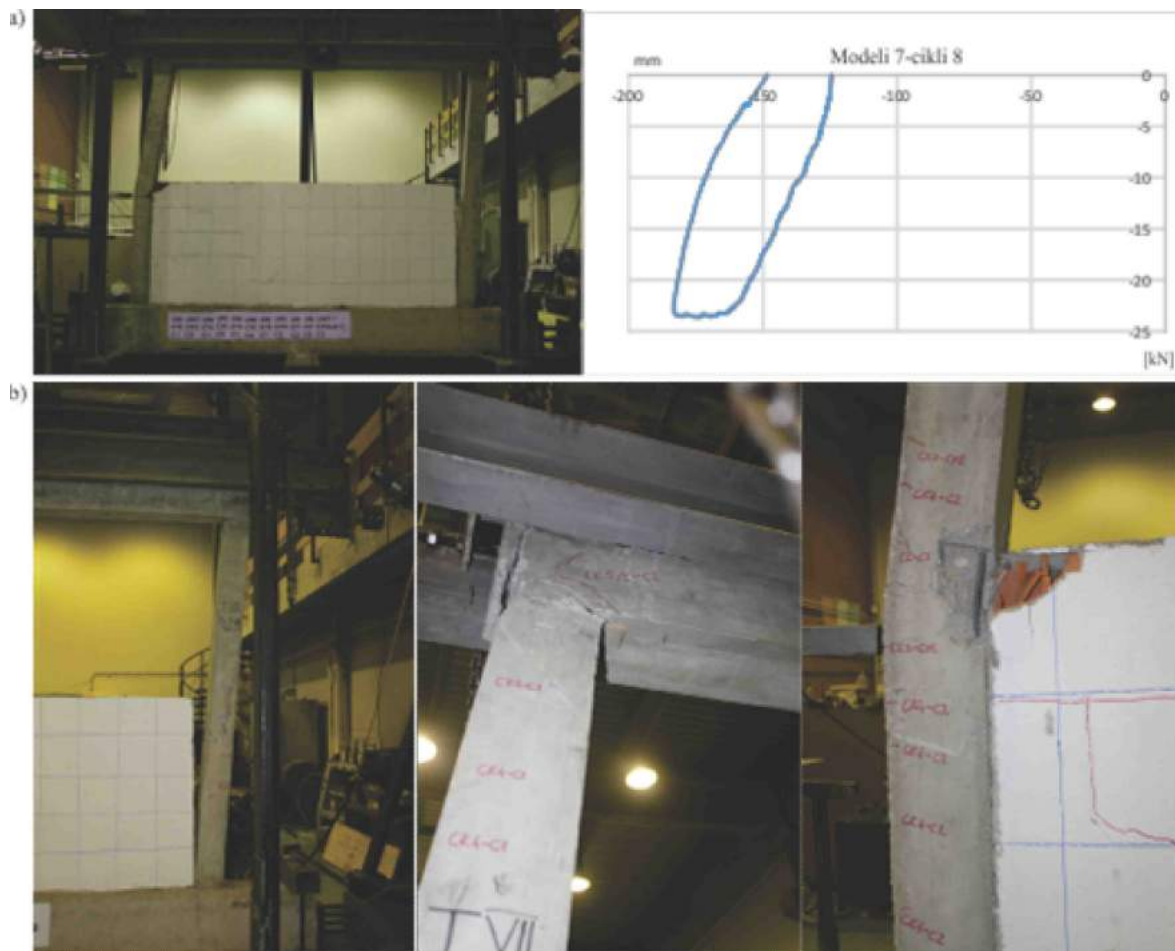


Fig.7.24, a) Vartësia forcë-zhvendosje për ciklin 8, b) pozita e mbushjes, dëmtimet në nyjën e majtë dhe çerniera plastike në shtyllën e majtë

Nga mekanizmi përfundimtar shihet se shkatërrimi i modelit 7 ndodh si rezultat i shkatërrimit të ramës beton-arme. Një mënyrë e tillë shkatërrimi do ishte e pa dëshiruar. Në fakt, do të duhej të projektonim shtylla të tilla që shkatërrimi eventual të ndodh gradualisht, së pari mbushja muraturë e pastaj rama beton-arme. Në figurën 7.25 është paraqitur mekanizmi përfundimtar i cili arrihet në ciklin 9 dhe zhvendosjet maksimale arrijnë vlerën 250 mm. Duhet të theksohet se bazuar në mekanizmin përfundimtar të thyerjes dhe nga analiza

$$\text{përkatese gjejmë forcën horizontale qe është } S = \frac{2M_u}{1} + \frac{2M_u}{2} = 33.52kN$$

Forca në diagonalen e shtypur të muraturës është $S_d = 47kN$. Nga kjo del se projeksioni i kësaj force është me i vogël se forca prerëse e mbushjes me muraturë.

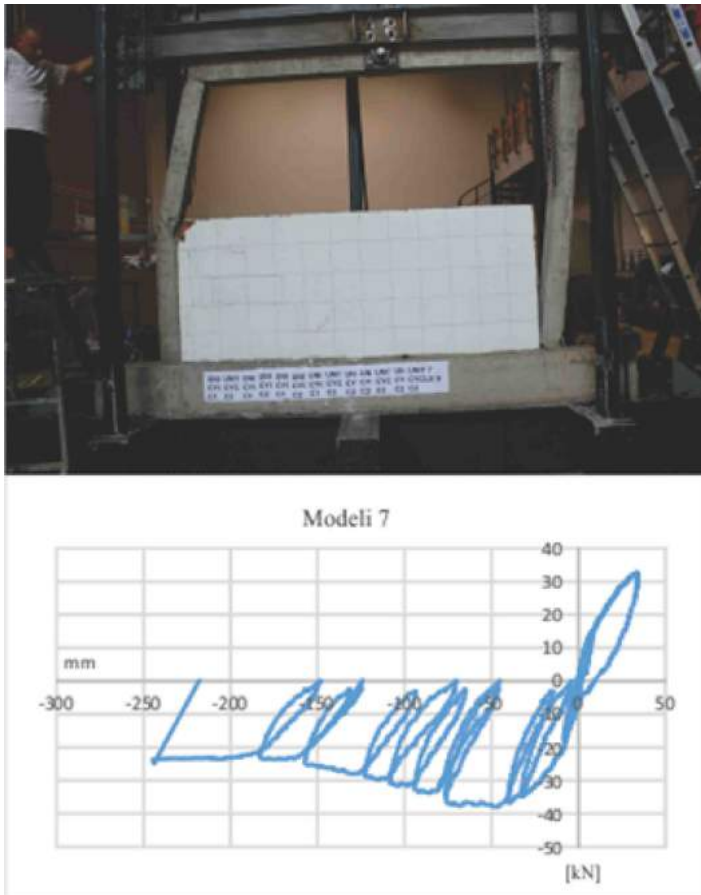


Fig.7.25, Mekanizmi i thyerjes dhe vartësia forcë-zhvendosje

7.1.8 Modeli 8

Modeli 8 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 8 cikle në dy drejtimet, dhe 2 cikle në një drejtim nga veprimi i cilindrit 2. Plasaritjet në mbushjen muraturë paraqiten në ciklin 5, për forcën $P = 56kN$ dhe zhvendosje $d = 3.0mm$. Plasaritjet në formë shkallëzimi e karakterizojnë edhe modelin 8. Një degradim në shtangësinë e modelit 8 konstatohet në ciklin 6 gjatë veprimit të C2, kjo si rezultat i plasaritjeve në mbushje. Ky degradim është i paraqitur në fig. 7.26. Degradimi i shtangësisë vazhdon dhe në ciklit 7 dhe 8. Forca maksimale $P_{max} = 101kN$ dhe zhvendosje korrespondentë $d = 16.9mm$ është arritur në ciklin 8. Në këtë cikël paraqiten dhe plasaritjet e para në mesin e shtyllave të ramës beton-arme.

Tabela 7.6 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 8

MODELI 8	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6		CIKLI7		CIKLI8	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
zhvendosja e aplikuar(mm)	0.5	0.5	1	1	1.3	1.4	1.5	2.1	2.3	2,9	3	6.4	10	10	15	15



Fig.7.26 Rama me mbushje muraturë dhe vartësia forcë-zhvendosje, cikli 5 dhe 6

Degradimi i rezistencës fillon në ciklin 9 për zhvendosjen $d = 28.5mm$ (fig.7.27). Me rritjen e mëtejme të zhvendosjes kemi dhe humbjen e rezistencës së modelit 5 deri të mekanizmi përfundimtar.

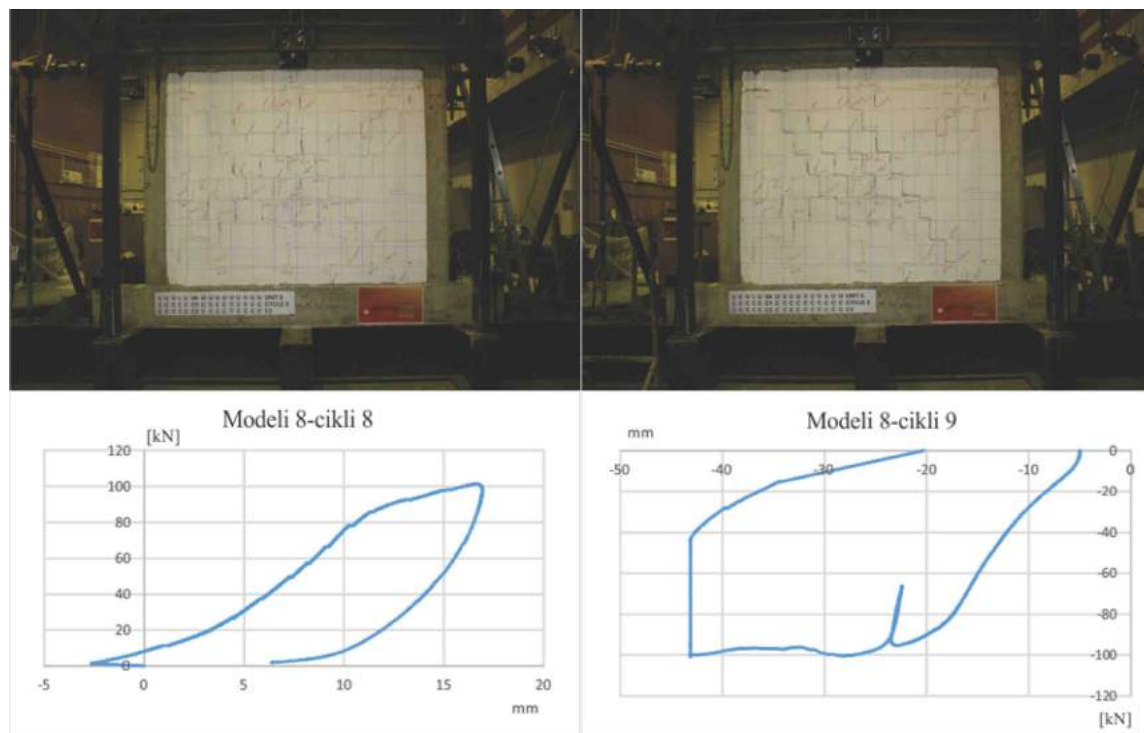


Fig.7.27 Plasaritjet në mbushjen e muratures, në ciklin 8 dhe 9

Në ciklin 10 për shkak të zhvendosjeve të mëdha kemi dëmtime të mëdha në nyjën e majtë dhe rritje të plasaritjeve ekzistuese në shtyllën e majtë si dhe hapje e plasaritjeve të reja.

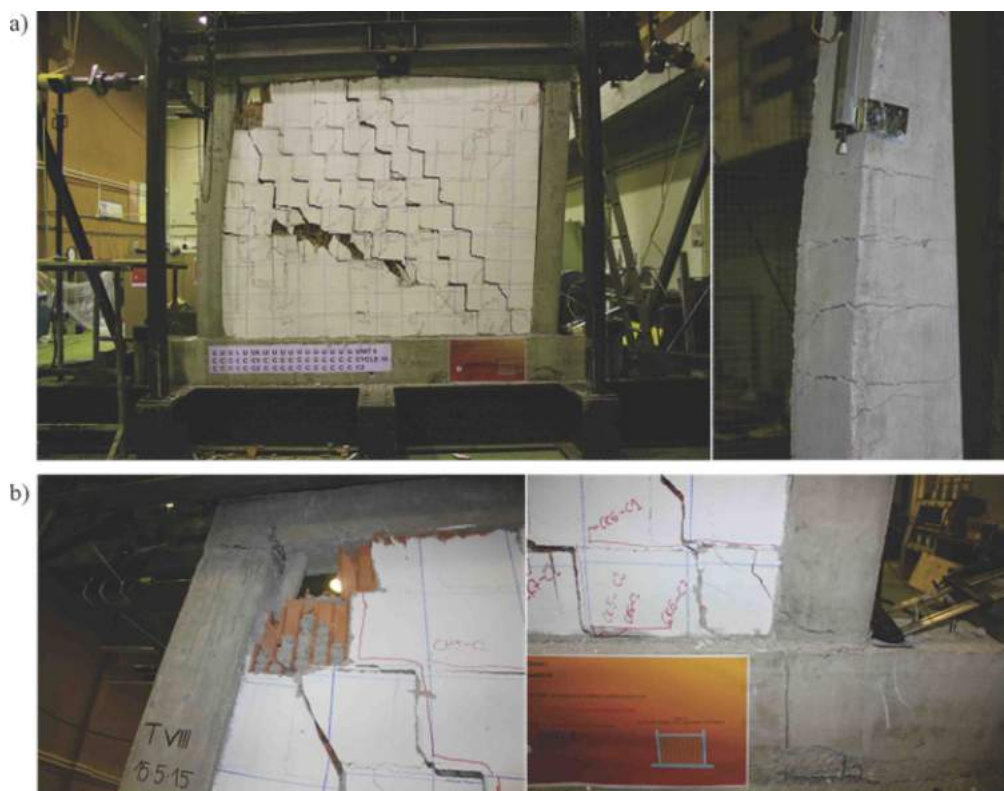


Fig.7.28, a) Modeli 8 pas veprimit të ciklit 10 dhe plasaritjet në shtyllë. b) Degradimi i nyjës së majtë si dhe formimi i plasaritjes në pjesën e poshtme të shtyllës së djathtë.

Mekanizmi përfundimtar arrihet në ciklin 11 gjate veprimit të cilindrit 2. Siç shihet dhe nga fig. 7.29 kemi degradim të mbushjes me muraturë por dhe krijim të çernierës në mesin e shtyllës së majtë. Duke analizuar mekanizmin përfundimtar të thyerjes duhet të theksohet se ndërveprimi që shkakton mbushja me ramën

beton-arme është mjaft i madh duke krijuar kështu mekanizëm të padëshiruar. Kërkesa e Kodeve evropiane është që të krijohen struktura të tilla që mekanizmi përfundimtar të mos ndikohet nga mbushja muraturë. Një gjë e tillë arrihet duke rritur rezistencën e ramës beton-arme përkundër mbushjeve. Për të qenë edhe më të sigurt në analizën dhe komentet përkatëse, modeli në vazhdim është me përmasa dhe dimensione të njëjta me të vetmin dallim se ndryshon rezistenca në prerje e shtyllave.

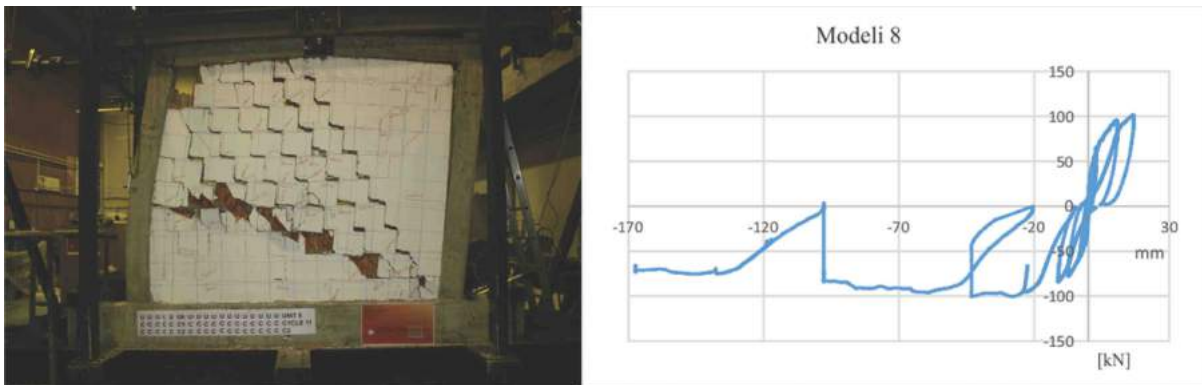


Fig.7.29 Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia forcë-zhvendosje

7.1.9. Modeli 9

Modeli 9 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 5 cikle në dy drejtimet dhe 2 cikle në një drejtim nga veprimi i cilindri 2. Rama me mbushje muraturë në ciklin e fundit i është nënshtruar zhvendosjes 250 mm. Në tabelën e mëposhtme (Tab.7.7) janë dhënë zhvendosjet e aplikuar dhe niveli i forcës së arritur për ciklin dhe cilindrin e përmendur.

Tabela 7.7 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 9

Modeli 9	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6	CIKLI 7
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C2	C2
Zhvendosja aplikuar(mm)	0.4	0.4	1.09	1.3	2	3.6	5	14	15.5	19.1		
Zhvendosja mbetur(1/1000)mm	75	94	295	531	680	1217	2387	5492	7412	7020	81668	81750
Niveli i forcës(kN)	19.1	19.8	34.7	33.2	43.8	56.7	63.8	101	100.7	107.5	129.7	66.8
Plasuritja pare						54.8						

Plasuritja pare shfaqet në ciklin 3, gjatë veprimit të C2 (cilindri 2) për nivel të forcës $P = 54.8kN$ dhe deformim $d = 3.2mm$. Plasuritjet në shtyllën e majtë shfaqen në ciklin 4 gjatë veprimit të C2(cilindri 2) ndërsa në shtyllën e djathtë shfaqen në ciklin 5 gjatë veprimit të C1 (cilindrit 1).

Në ciklin e 5, gjatë veprimit të C2 kemi rritjen e plasaritjeve në shtyllën e majtë, rritjen e plasaritjeve në mbushjen muraturë dhe shfaqjen e plasaritjes së pare në njërin e majtë. Përkundër këtyre plasaritjeve në modelin 9 nuk kemi zvogëlim të rezistencës, kjo shihet paraqiten në fig. 7.30,b)

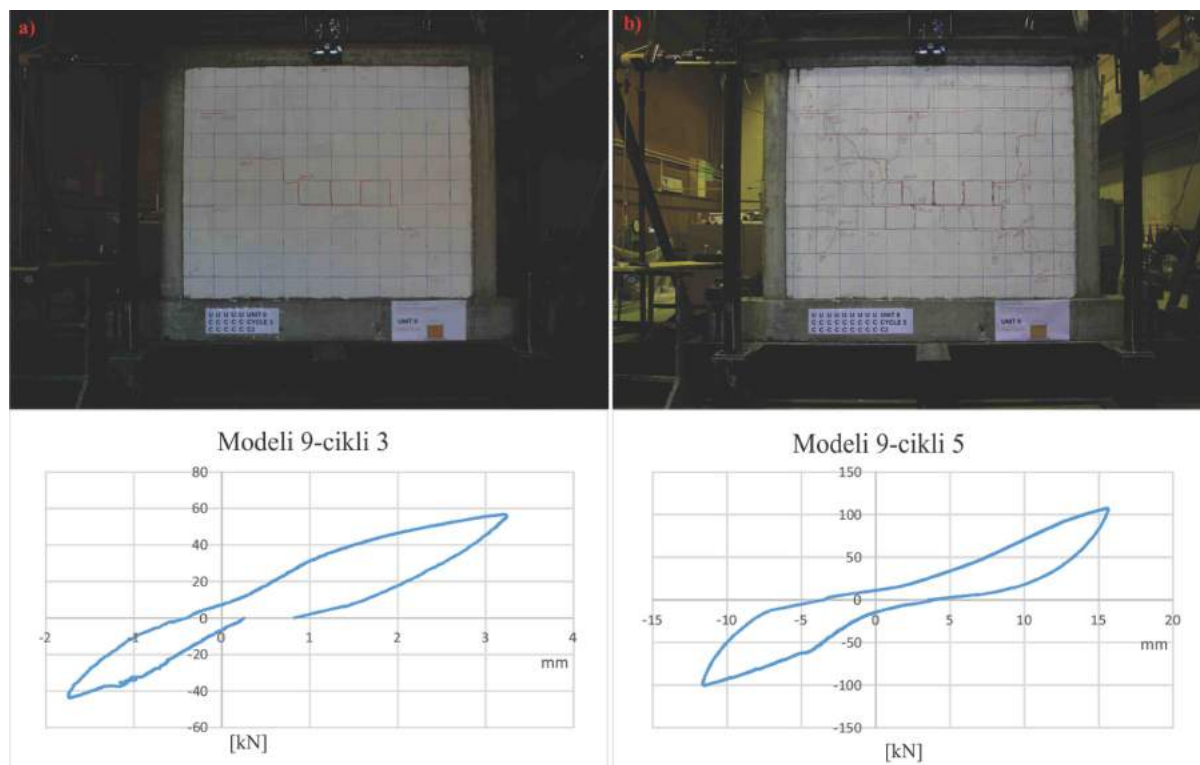


Fig.7.30 Plasaritjet e mbushjes me muraturë dhe vartësia forcë-zhvendosje a) cikli 3, b) cikli 5

Modeli 9 arrin forcën maksimale $P_{max} = 129.0kN$ për zhvendosjen korresponduese $d = 32.0mm$ në ciklin 6 (fig.7.31). Me rritjen e mëtejme të deformimeve, kemi rënien e rezistencës së modelin 9 e si rezultat kemi dëmtime të mëdha në mbushjen me muraturë dhe në shtylla.

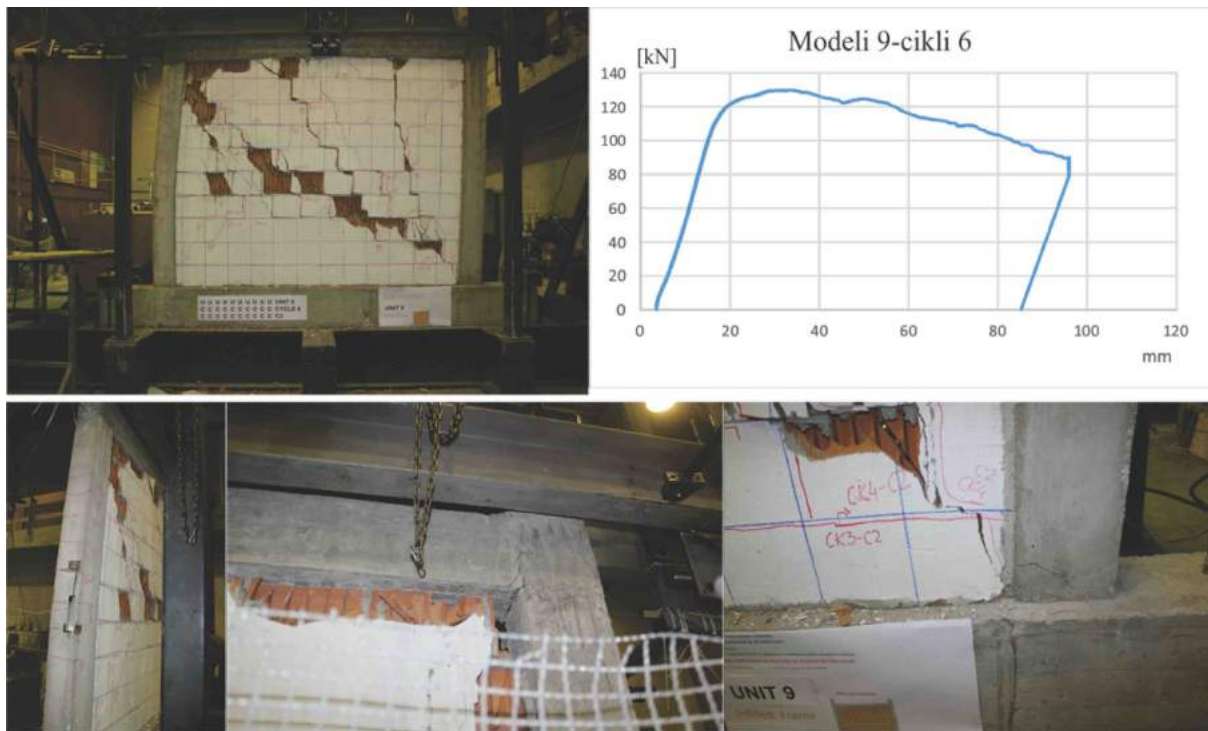


Fig.7.31, Rama me mbushje muraturë , dëmtimet e njëjës së majtë, formimi i çernieres në mesin e shtyllës së majtë dhe vartësia forcë zhvendosje për ciklin e 6

Shkatërrimi i modelit të 9 është tipike nga prerja me plasaritje në formë të shkallëzuar nëpër fugat e llaçit dhe prerje të elementeve.

Siç shihet në figurën 7.32 mekanizmi përfundimtarë shkaktohet në ciklin 6 dhe 7, forma mekanizëm përfundimtarë është njëjtë si ajo në modelin 8: formim të çernierës plastike në mesin e shtyllës së majtë dhe çernierave (nyjave) plastike në skajet e shtyllës së djathtë. Edhe këtu shihet se ndërveprimi në pjesën e poshtme ndikon në krijimin e çernieres në mesin e shtyllës. Mekanizma të tillë përfundimtar janë të padëshiruara.

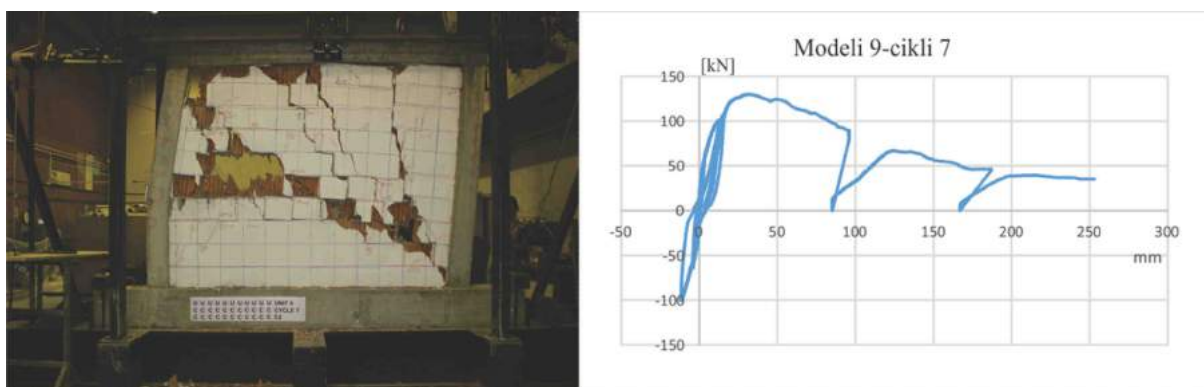


Fig.7.32 Mekanizmi i fundit i thyerjes dhe vartësia forcë-zhvendosje

Në mënyrë që të kemi mekanizëm të kontrolluar të ramës beton-arme në modelin në vijim, (modeli 10) dimensionet e shtyllës janë rritur dhe në këtë mënyrë shihet se me një rezistence me të madhe të shtyllave mund të ndikohet edhe në formën e mekanizmit përfundimtar.

7.1.10. Modeli 10

Modeli 10 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 8 cikle në dy drejtimet, dhe 4 cikle në një drejtim nga veprimi i cilindri 2, (Tab. 7.8).

Tabela 7.8 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjate aplikimit të ngarkesës, modeli 10

Modeli 10	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6		CIKLI 7		CIKLI 8		CIKLI 9
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C2
Zhvendosja e aplikuar(mm)	0.5	0.5	1	1	1.3	1.4	1.5	1.6	2.3	2.6	3	5.95	6.9	10	10	20.82	
Zhvendosja e mbetë (1/1000) mm	0	115	275	292	305	392	536	500	763	885	1055	1970	2900	4000	4600	8390	81750
Niveli I forces	28.8	31.1	41.9	45	49	50.8	47	52.6	61.8		68.7	105.5		109.8	96.8	137.8	66.8
Plasaritja pare												96.8					

Plasaritja parë shfaqet në ciklin 6 gjate veprimit të cilindri C2 për nivel të forcës $P = 96.8kN$ dhe deformim korrespondues $d = 4.8mm$. Plasaritjet në shtylla paraqiten në ciklin 7, (fig.7.33).

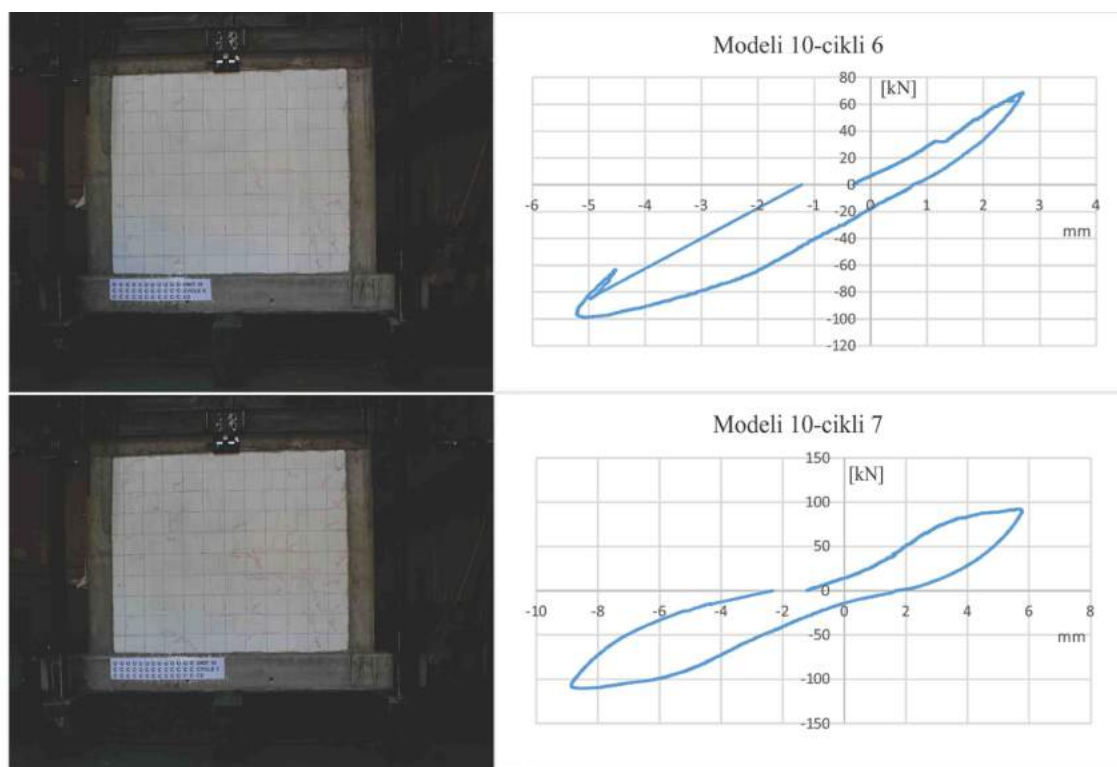


Fig.7.33 Plasaritja e parë në muraturë cikli 6 dhe plasaritjet në shtylla, cikli 7

Siç shihet edhe në ciklin 8, zhvendosje të aplikuar është $d = 18.35mm$, përkundër plasaritjeve të mëdha në mbushjen e muraturës dhe paraqitjes se disa plasaritjeve nëpër shtylla, rezistenca e modelit 10 rritet deri në ciklin 9 ku dhe arrihet rezistenca maksimale, $P = 145.0kN$ për zhvendosje korresponentë $d = 28.3mm$, (fig.7.34). Pas kësaj kemi degradim të rezistencës dhe dëmtime të mëdha në mbushjen me muraturë si dhe paraqitjen e plasaritjes se parë në nyjën e majtë.

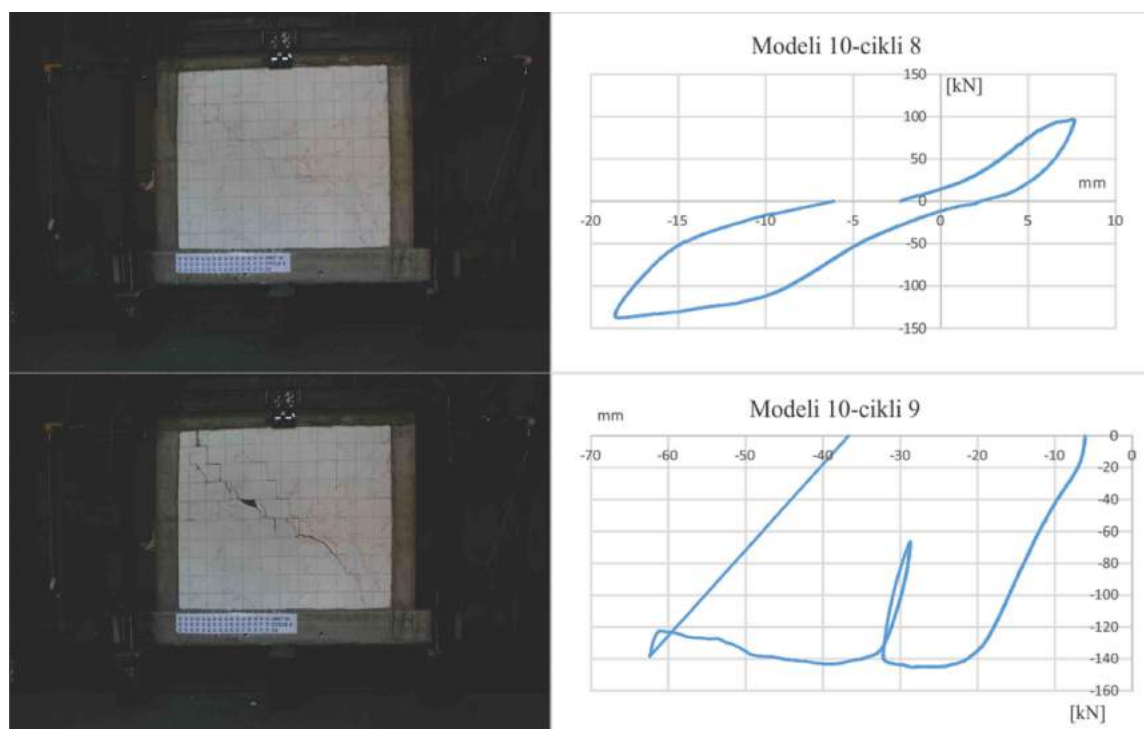


Fig.7.34 Plasaritjet në mbushjen e muraturës pas ciklit 8 dhe 9 si dhe vartësia forcë-zhvendosje

Në ciklin 10 kemi degradim total të mbushjes muraturë dhe ndërveprimi muraturë ramë-beton arme tash më nuk ekziston. Plasaritjet shfaqen si më të theksuara në nyjën e majtë dhe disa në nyjën e djathtë dhe rritje të plasaritjeve në pjesën e poshtme të shtyllës së djathtë. Kjo do të thotë formim aty i çrëzierës plastike. Në ciklin 11 kemi fillimin e krijimit të çrëzierës plastike në pjesën e poshtme të shtyllës së majtë dhe dëmtime të mëtejme të nyjës së majtë.

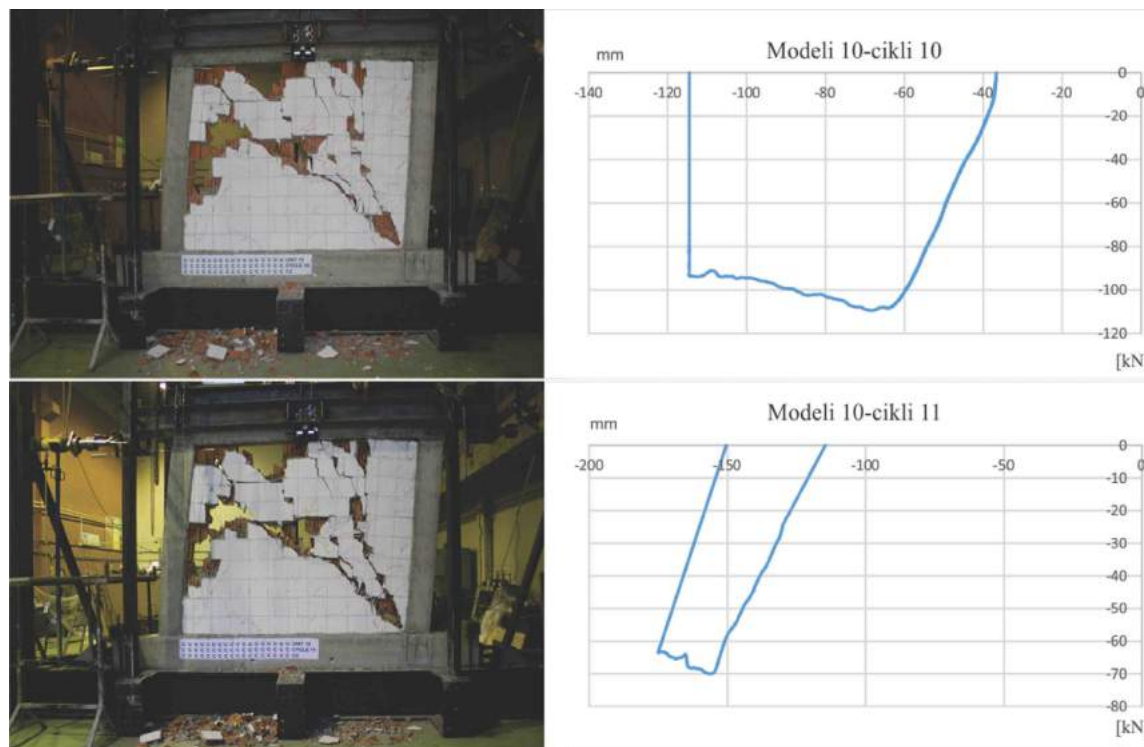


Fig.7.35 Plasaritjet në mbushjen e muraturës pas ciklit 10 dhe 11 si dhe vartësia forcë-zhvendosje

Siç shihet edhe nga mekanizmi përfundimtar i thyerjes, në modelin 10 fillimisht shkatërrohet mbushja me muraturë me disa plasaritje të shtyllave dhe nyjës (lidhja rigël-shtyllë). Pastaj krijimin e çrëzierave plastike në skajet e poshtme të shtyllave dhe në nyjet e shtyllave, (lidhja rigël-shtyllë). Me këtë mënyrë të

7.1.11. Modeli 11

Modeli 11 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 7 cikle në dy drejtimet dhe 3 cikle në një drejtim nga veprimi i cilindri 2.

Zhvendosjet në nivelin e traut, ndarja në mes mbushjes së muraturës dhe diletacioni (zgjatja e shtyllës) i shtyllës në vendin e pritur të formimit të çernieres plastike janë matur me katër Lvdt të cilat janë të lidhura drejtpërdrejtë me forcën. Në tabelën e mëposhtme (Tab.7.9) janë dhënë zhvendosjet e aplikuar dhe niveli i forcës së arritur për ciklin dhe cilindrin e përmendur.

Tabela 7.9 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 11

Modeli 11	CIKLI 1		CIKLI 2		CIKLI 3		CIKLI 4		CIKLI 5		CIKLI 6		CIKLI 7		CIKLI 8	CIKLI 9	CIKLI 10
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C2	C2	C2
Zhvendosja e aplikuar(mm)	0.42	0.41	0.8	0.8	1.2	1.33	1.6	1.62	2.2	2.5	3.1	3.6	5.5				
Zhvendosja e mbetë (1/1000) mm	101	112	205	240	338	460	489	557	1107	1601	1216	1601	2450	11130	33195	63360	4712
Niveli i forcës	19.1	19.3	29.5	29	35.7	36.4	37.8	40.8	45.8	47.9	51.3	55.6	59.7	88.3	91.6		
Plasuritja parë									45.8	53.8							

C1-Cilindri 1, C2-Cilindri 2

Plasuritja e parë në mbushjen e muraturës shfaqet në ciklin 5 gjatë veprimit të cilindri 1 për nivel të forcës $P = 45.8kN$ dhe deformim $d = 2.0mm$. Këto plasuritje janë shfaqur në pjesën e sipërme të mbushjes dhe nuk janë zhvilluar në tërë gjatësinë e mbushjes muraturë. Plasuritje tjera shfaqen në ciklin 6 për nivel të forcës $P = 55.0kN$ dhe zhvendosje $d = 2.5mm$.

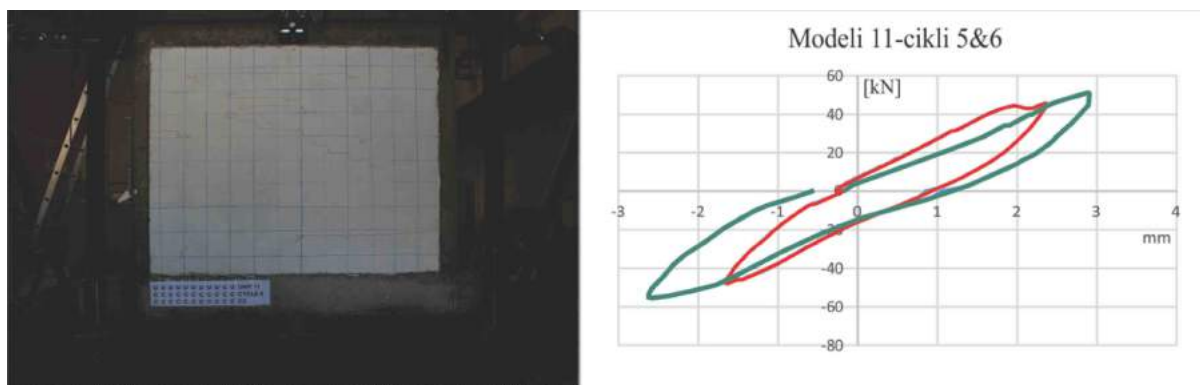


Fig.7.37 Plasaritjet në mbushjen e muraturës dhe vartësisë forcë-zhvendosje, cikli 5 dhe 6

Karakteristikë e modelit 11 është se për një forcë të nivelit të vogël fillon të degradon në shtangësi. Kjo shihet në ciklin 7 ku për një ndryshim të vogël të forcës kemi zhvendosje të mëdha. Për forcën $P = 58.0kN$ dhe $d = 2.8mm$ modeli 11 fillon të degradojë në shtangësi. Në këtë cikël shfaqen plasaritjet në pjesën e sipërme të shtyllës së majtë, rritje e plasaritjeve të mëhershme të mbushjes dhe hapje të plasaritjeve tjera që fillojnë në pjesën e sipërme të mbushjes dhe vazhdojnë në formë diagonale. Forca maksimale arrihet në ciklin 8. Niveli i forcës maksimale arrin $P_{max} = 91.0kN$ dhe zhvendosje korresponduese $d = 26.5mm$. Pas kësaj modeli fillon të degradojë në rezistencë. Ky degradim shihet si rezultat i plasaritjeve që paraqiten në mbushjen muraturë dhe plasaritjeve në nyjën e shtyllës së majtë. Plasaritjet në mbushjen muraturë janë tipike të shkaktuara nga prerja nëpër fugat e llaçit.

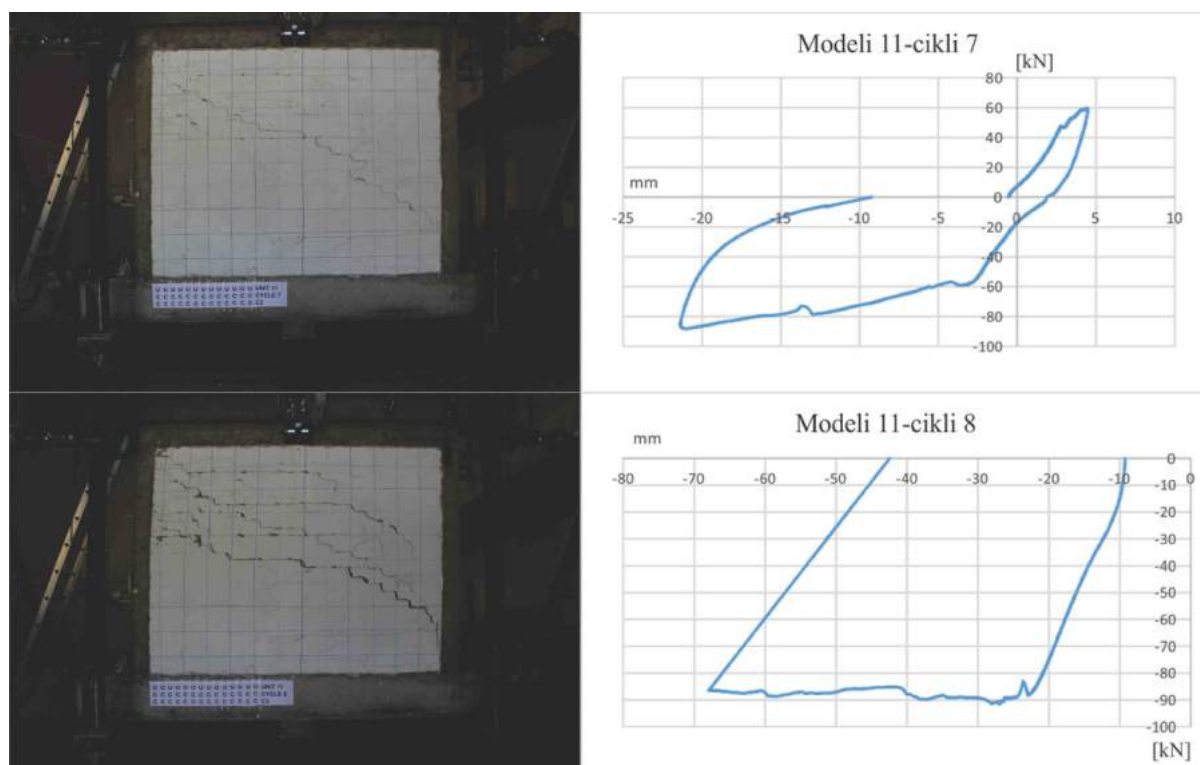


Fig.7.38 Plasaritjet e mbushjes se muraturës dhe vartësia forcë-zhvendosje, cikli 7 dhe 8

Gjatë analizës se këtyre plasaritjeve shihet qartë se lidhja në mes llaçit dhe elementeve të mbushjes në fakt ishte shume e vogël. Çka vërtetohet dhe nga ajo se llaçi në fugat horizontale është ndare tërësisht nga elementet i pa dëmtuar. Ekzistenca shumë e vogël e forcës se lidhjes vërtetohet edhe me nivelin e forcës maksimale të modelit 11 në krahasim me modelet tjera. Kjo në fakt na tregon se sistemet e tilla të ndërtimit shume janë të ndikuara shume prej forcave prerëse dhe se për rezistencën tërësore të modelit rol primar na paraqet rezistenca në prerjen e llaçit dhe elementeve dhe jo rezistenca në shtypje e elementeve.

Një degradim edhe më i madh i modelit 11 shihet në ciklin e 9, ku kemi formim të çernieres plastike nga prerja në pjesën e sipërme të shtyllës se majtë ndërsa mbushja është e ndare në disa pjesë që rrëshqasin njëra mbi tjetrën. Këto ndikojnë të shfaqet fenomeni i shtyllës së shkurtë ku gjënerohen forca të mëdha prerëse.

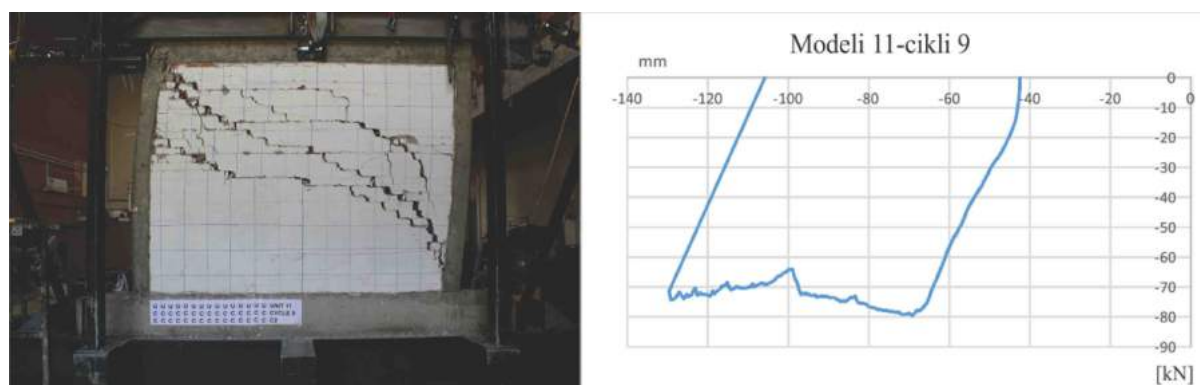


Fig.7.39 Plasaritjet në mbushjen e muraturës dhe vartësia forcë-zhvendosje, cikli 9

Ky shkatërrim i madh i pjesës se sipërme të shtyllës se majtë për këtë nivel të zhvendosjeve vjen si rezultat i ndikimit të forcave prerëse dhe rritjes se këndit në mes shtyllës dhe traut pasi gjysma e shtyllës (pjesa e poshtme e saj) mbetet gati vertikal. Në këtë cikël kemi dhe shfaqjen e plasaritjeve në pjesën e poshtme të shtyllës se djathtë dhe formimin e çernieres plastike.

Mekanizmi përfundimtar karakterizohet me shkatërrimin e mbushjes nga prerja si dhe shkatërrimin e ramës beton-arme me formimin e çernieres plastike, shkaktuar nga forcat prerëse në pjesën e sipërme, krijimi

çernieres plastike në mesin e shtyllës së majtë dhe krijimin e çernierave në pjesën e poshtme dhe në mesin e shtyllës së djathtë.

Mekanizmi përfundimtar i shkatërrimit të modelit 11 shume është i ngjashëm me modelet e prezantuar nga Tomazevic dhe Zarnic [12]. Kjo kur krahasohet me mekanizmat tjerë të shkatërrimit mund të thuhet se përveç faktorëve tjerë edhe dimensionet e elementeve ndikojnë në formën përfundimtare të mekanizmit të thyerjes.



Fig.7.40 Mekanizmi i fundit, dëmtimet në mbushjen muraturë, shtyllat dhe nyjët dhe vartësia forcë zhvendosje për modelin e 11

7.1.12 Modeli 12

Modeli 12 i është nënshtruar ngarkesës ngarkim shkarkim me gjithsej 9 cikle në një drejtim nga veprimi i cilindri 2, (Tab.7. 10)

Tabela 7.10 Niveli i zhvendosjeve dhe i forcës gjate aplikimit të ngarkesës, modeli 12

Modeli 12	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
	0.8	1.6	1.9	2.1	2.7	4.7	9.3	14.8	78
Niveli i forcës	31.1	44.8	50.8	52.4	61.9	76.8	99.1	109.8	111.1
Plasaritja pare						76.8			

Modeli 12 është konceptuar në mënyrë që të krahasojmë me modelin 10, duke rritur rezistenca e prerjes tërthore në atë mënyrë që rezistenca dhe shtangësia të tërësishme e ramës beton-arme të jetë e krahasueshme me atë të modelit 10. Sjellja dhe forca rezistuese e modelit 12 nuk është ajo e projektuar. Këto vijnë si pasojë e konstruktimit të dobët të nyjave të ramës beton arme, dobësi të cilat janë vërejtura gjate shqyrtimeve. Një prej faktorëve tjerë që ka ndikuar në performance e modelit 12 është ky: modeli 12 një ditë para se të shqyrtohet ka qenë nën ndikimin e reshjeve atmosferike.

Plasaritja parë shfaqet në ciklin 6 për nivel të forcës $P = 76.8kN$ dhe deformim $d = 4.3mm$.

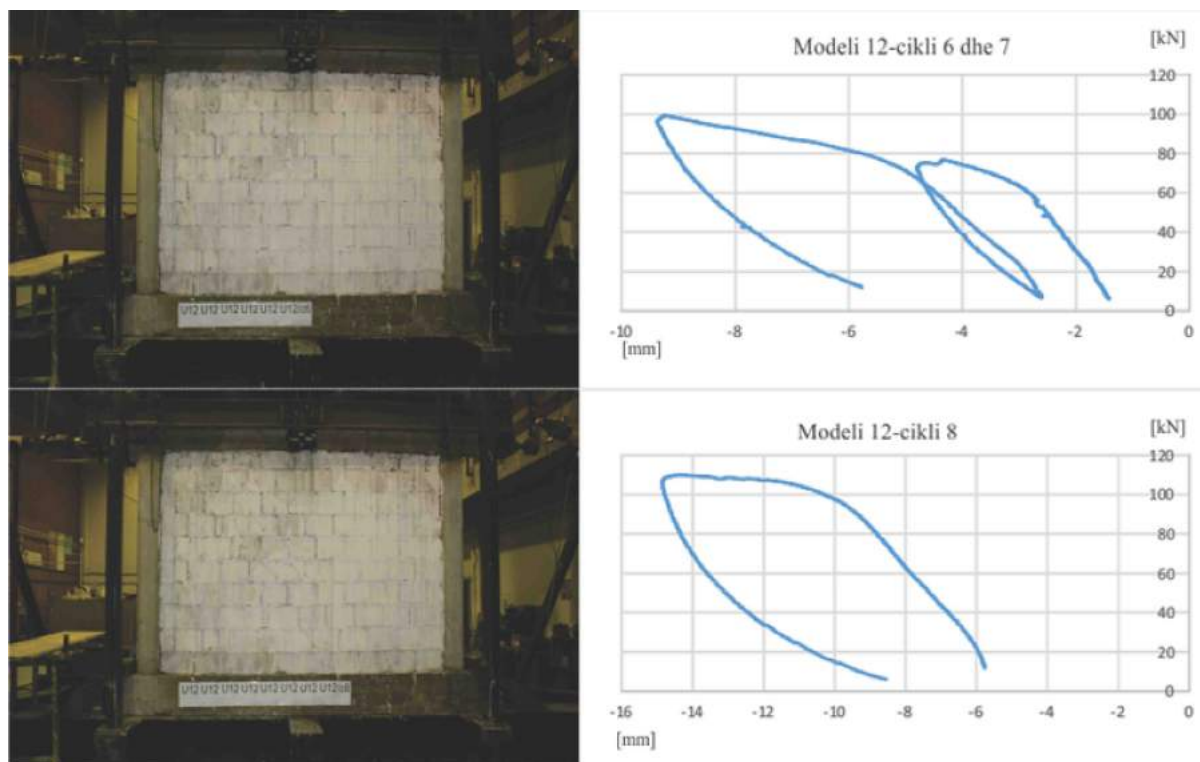


Fig.7.41 Plasaritja e pare në mbushjen e muraturës, cikli 6 dhe rritja e plasaritjeve në ciklin e 8

Në ciklin 9 modeli 12 arrin rezistencën maksimale, $P_{max} = 111kN$ për zhvendosje korrespoduese $d = 27.0mm$. Pas kësaj kemi degradim të rezistencës dhe dëmtime të mëdha në mbushjen muraturë si dhe paraqitjen e plasaritjes se parë në nyjën e majtë.

Mekanizmi përfundimtar i thyerjes nuk është ai i projektuar, krijimi i çernierave plastike në katër pikat e skajshme të shtyllave, por kemi krijimin e çernieres plastike në mesin e shtyllës së majtë. Kjo mbase ka ndodhur si rezultat i degradimit të nyjës dhe pasojave nga ndikimi i ngopjes me ujë të elementeve dhe llaçit. Në ciklin e 9, Modeli 12 është zhvendosur deri në $d=75 mm$, fig. 7.42.

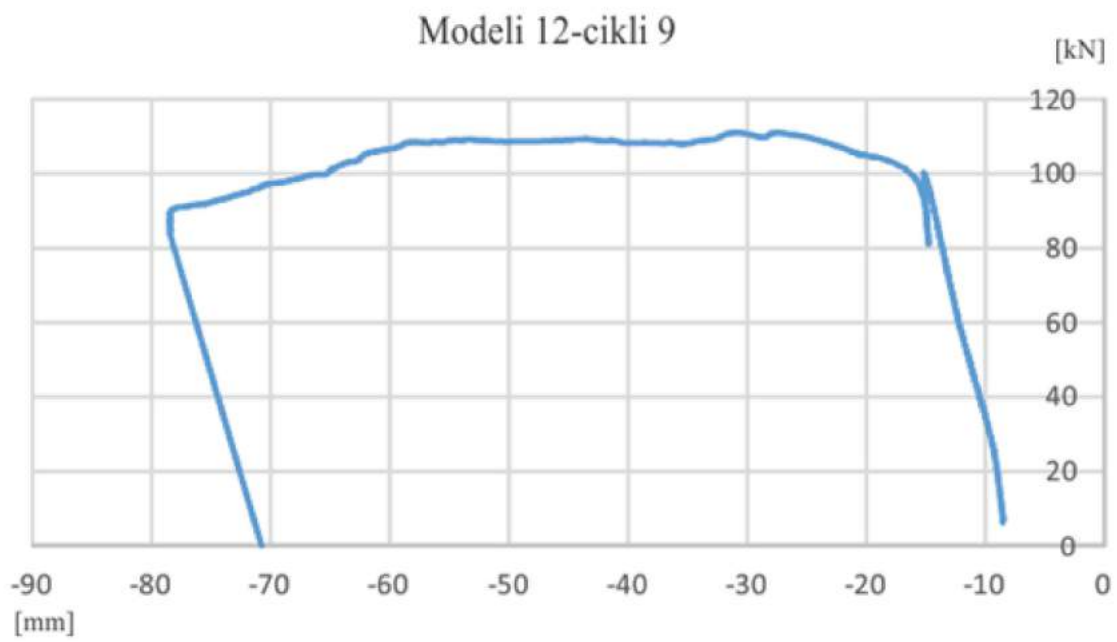


Fig.7.42 Dëmtimet e nyjës dhe mbushjes të modelit 12 si dhe vartësia forcë-zhvendosje për ciklin 9

7.1.13 Modeli 13

Modeli 13 i është nënshtruar ngarkesës ciklike me gjithsej 4 cikle ngarkim-shkarkim në një drejtim, niveli i forcës dhe zhvendosje shihet në fig.7.43.



Fig.7.43 Niveli i forcës dhe zhvendosjeve të aplikuara në modelin 13

Plasaritja parë shfaqet në ciklin 3 për nivel të forcës $P = 88kN$ dhe deformim. $d = 5.3mm$. Përkundër plasaritjeve që shkojnë duke u rritur nuk kemi degradim të rezistencës deri në forcën maksimale $P_{max} = 169.0kN$ dhe zhvendosje korresponedente $d = 38.5mm$. Pas kësaj kemi degradim të rezistencës dhe dëmtime të mëdha në mbushjen me muraturë si dhe paraqitjen e plasaritjes në skajet e shtyllave. Nëse gjejmë forcën maksimale të rames skeletore që është $P = 63.0kN$ vërehet ndikimi i ndërveprimit ramë-mbushje e muraturës.

Siç shihet edhe nga mekanizmi përfundimtar i thyerjes, në modelin 13, siç u përmend edhe me herët, në fillim degradohet mbushja e muraturës me disa plasaritje të shtyllave në skajet e poshtme dhe në nyjet (lidhja rigël-shtyllë) e tyre. Me rritjen e zhvendosjeve pastaj kemi formimin e çernierave plastike, fillimisht në pjesët e poshtme (lidhja e shtyllës me themel) e me pastaj dhe në pjesët e sipërme të shtyllës. Me këtë mënyrë të shkatërrimit është arritur dhe objektivi i projektimit, krijim i mekanizmit përfundimtar të kontrolluar.

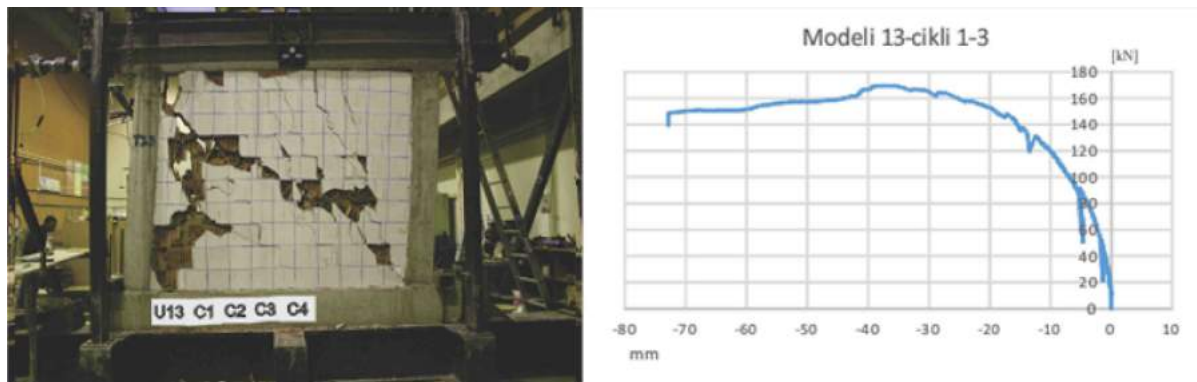


Fig.7.44 Mekanizmi përfundimtar i shkatërrimit për modelin 13, cikli 11

7.1.14 Modeli 14

Modeli 14 i është nënshtruar ngarkesës me vetëm 2 cikle ngarkim-shkarkim në një drejtim, mënyra e ngarkimit është në fig.7.45.

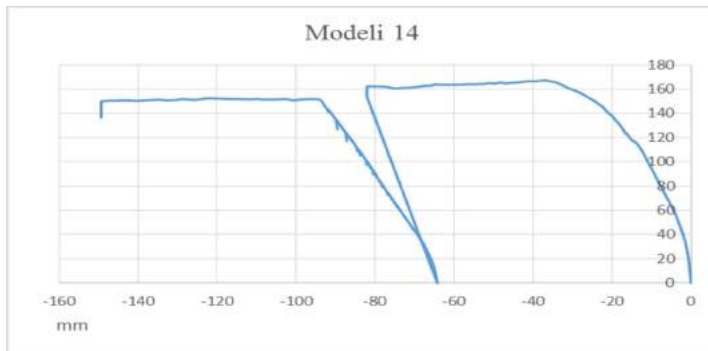


Fig.7.45 Vartësia forcë zhvendosje e skemës së ngarkimit të modelit 14

Modeli 14 arrin forcën maksimale $P_{max} = 167kN$ për zhvendosje korresponduese $d = 37mm$

Siç shihet edhe nga mekanizmi përfundimtar i thyerjes, në modelin 14 fillimisht degradohet mbushja e muraturës parcial me disa plasaritje të shtyllave në skajet e poshtme dhe në nyjet (lidhja rigël-shtyllë) e tyre. Mbushja muraturë shkatërrohet si rezultat i shtypjes në skaje të bjelles diagonale. Në këtë mënyrë rezistenca në shtypje e muraturës në drejtim normal me boshllëqet (bazuar në mënyrën e formimit të muraturës për këtë model) do të jetë faktor primar që e përcakton sjelljen e mbushjes muraturë. Bazuar në rezultatet eksperimentale të fituara, modeli llogaritet, për rezistencën e bjelles diagonale merr për bazë vlerën minimale të forcës që shkakton njërin prej dy mekanizmave të mundshëm të thyerjes së muraturës që janë: shkatërrimi nga shtypja e bjelles diagonale që mbyll këndin 45° me shtyllën dhe shkatërrimi nga prerja e mbushjes muraturë.

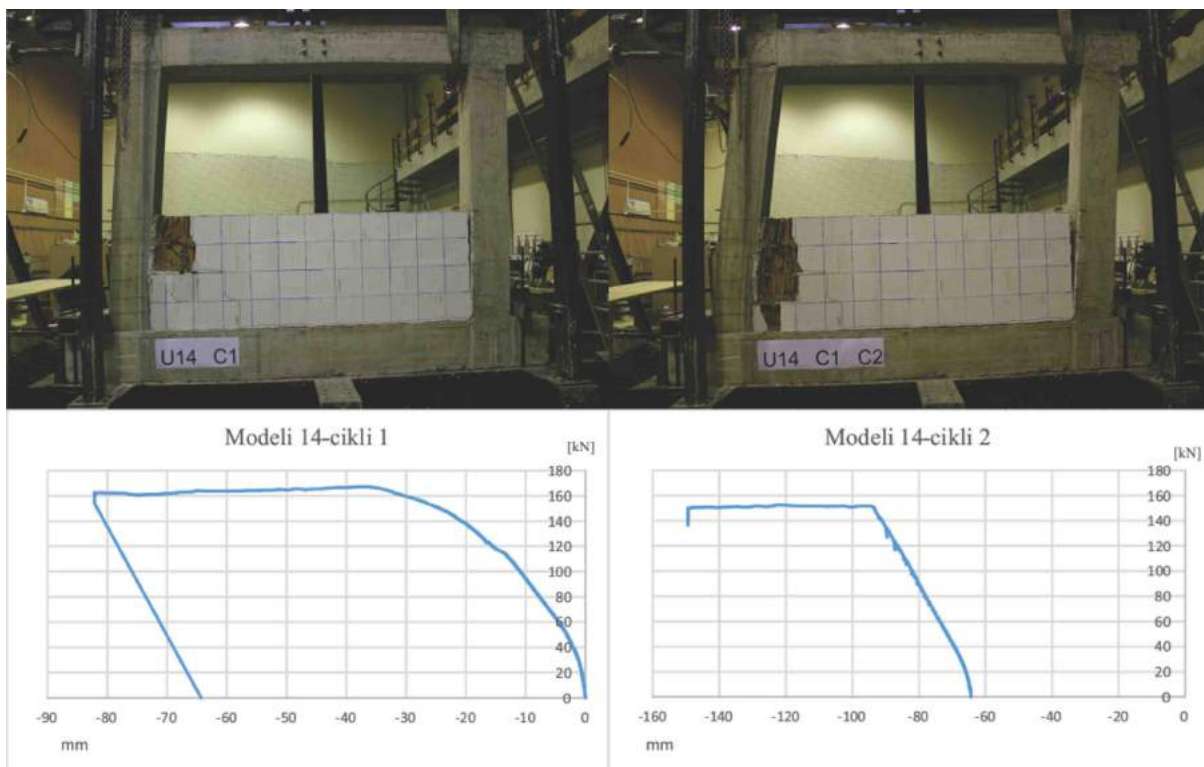


Fig.7.46 Plasaritjet në mbushjen e muraturës parciale dhe ramës pas ciklit 1 dhe 2

7.1.15 Modeli 15

Modeli 15 i është nënshtruar ngarkesës me gjithsej 7 cikle ngarkim -shkarkim në një drejtim nga veprimi i cilindri 2, shih tabelën 7.11

Tabela 7.11 Niveli i zhvendosjëve dhe i forcës gjatë aplikimit të ngarkesës, modeli 15

Modeli 15	Cikli 1	Cikli 2	Cikli 3	Cikli4	Cikli5	Cikli 6	Cikli 7
Zhvendosja e aplikuar në nivelin e trarit(mm)	0.2	0.38	0.53	1.6	10	-	14.5
Niveli I forcës	16.5	22	24	30	100	-	71
Plasaritja pare				30			

Modeli 15 është dizajnuar për të caktuar rezistencën në prerje të mbushjes se muratures. Kjo duke u krahasuar me modelin 2 dhe 3. Zhvendosjet janë matur në nivelin e trarit dhe në nivelin ku pritët të ndahet paneli i mbushjes se muratures në dy pjesë.

Plasaritja parë paraqitet në ciklin 4 për nivel të forcës $P = 30kN$ dhe deformim korrespoduese $d = 1.6mm$

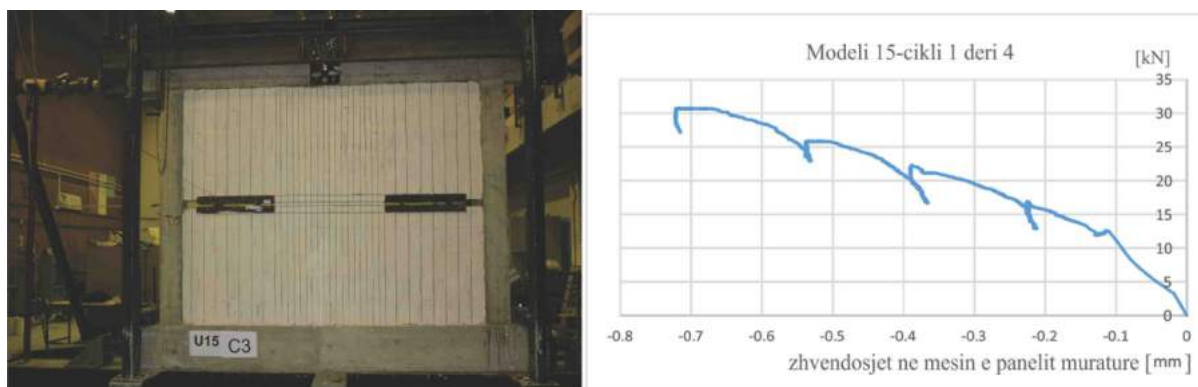


Fig.7.47 Plasaritja e parë në murature cikli 4 dhe rritja e plasaritjeve në ciklin e 8

Në ciklin 5 modeli 15 arrin rezistencën maksimale, $P_{max} = 100kN$ për zhvendosje korrespoduese $d = 7.4mm$ në mesin e panelit dhe $d = 19.5mm$ në nivelin e trarit. Në këtë cikël kemi prerjën e muratures në dy panele dhe degradim të modelit.

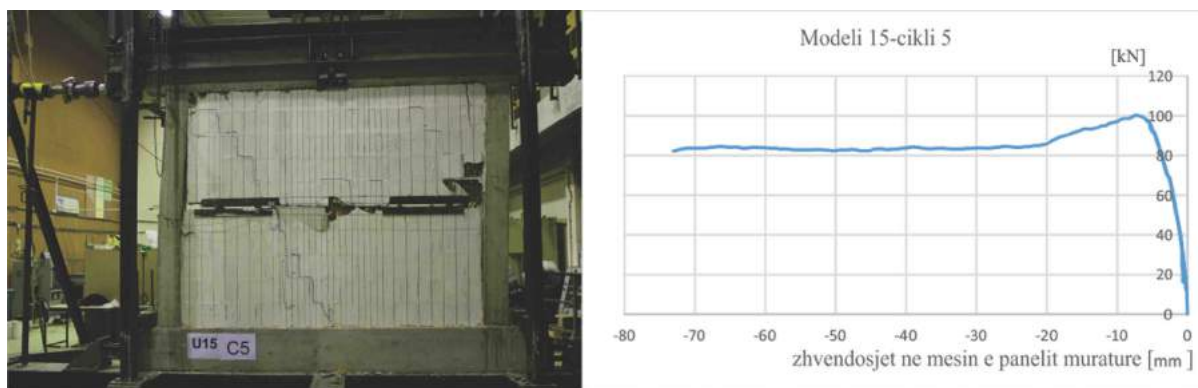


Fig.7.48 Caktimi i rezistencës në prerje në mbushjes e muraturës

Siç shihet edhe nga diagrami forcë zhvendosje në mesin e panelit, forca e fërkimit është mjaft e madhe përkundër zhvendosjeve ndërmjetë paneleve.

Ne mënyrë të qartë shihet se shkatërrimi i modelit 15 ndodh për shkak të prerjes së panelit mbushës dhe ndarja e tij në dy pjesë e pastaj dhe krijimit të çernierave në ramën beton-arme si rezultat i mekanizmit të krijuar me dy diagonale.

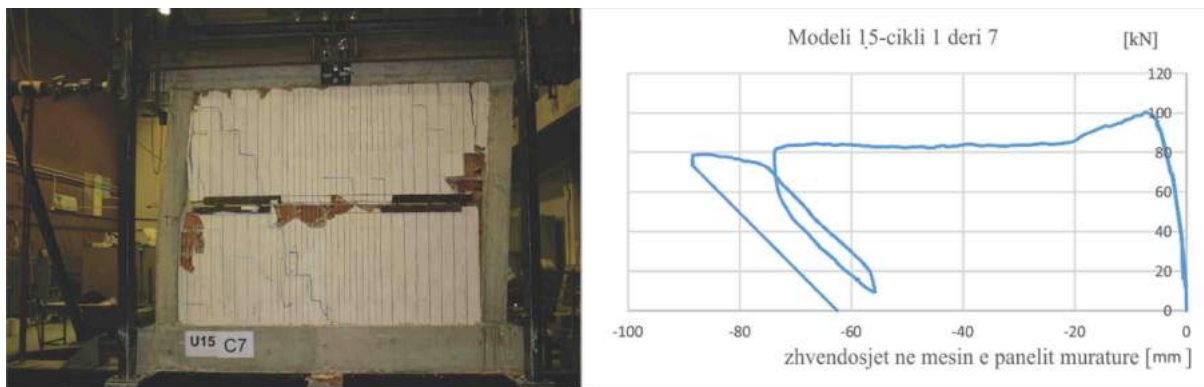


Fig.7.49 Mekanizmi përfundimtar i modelit 15 dhe vartësia force zhvendosje në nivelin e mesit të panelit.

7.2 Krahassimi i rezultateve

Në pjesën 7.1 janë paraqitur rezultatet e të gjitha modeleve veç e veç, duke analizuar plasaritjet e para, forcën maksimale të arritur dhe deformimin korrespondues si dhe mekanizmin e fundit të shkatërrimit. Në disa prej tyre janë bërë dhe komente lidhur me mekanizmin e fundit.

Në kontekst të kësaj pjese do të bëjmë disa krahasime dhe komente lidhur me sjelljen e përgjithshme të modeleve. Krahasimet do fokusohen në shtangësinë e modeleve, shfaqjen e plasaritjes së parë, forcën maksimale të arritur dhe mekanizmi përfundimtar i shkatërrimit.

Modeli 1 që është rama beton-arme pa mbushje i reziston forcës maksimale anësore $P_{\max}^1 = 24.56kN$. Kur kjo krahasohet me modelet 2,6 dhe 11 që kanë forcë rezistuese maksimale, $P_{\max}^2 = 94.17kN$, $P_{\max}^6 = 101.17kN$ dhe $P_{\max}^{11} = 91.7kN$ duket se për modelin 1 ajo është për 3.7-4.1 herë më e vogël. Nga kjo shihet se ramat me mbushje me muraturë rrisin rezistencën 3 deri në 4 here përkundër ramëve pa mbushje. Kjo si rezultat i ndërveprimit mbushje muraturë me ramën beton-arme.

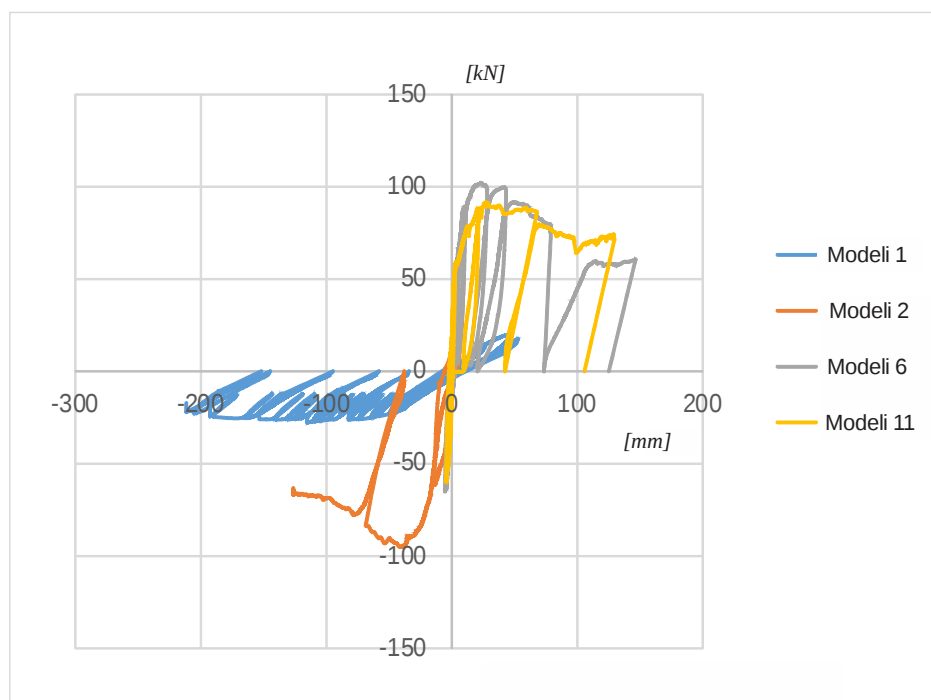


Fig.7.50 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 1,2,6 dhe 11

Kur modeli 2 krahasohet me modelin e 6 rezulton të ketë me pak rezistencë. Modeli 2 dallon me modelin 6 sa i përket mënyrës së vendosjeve të elementeve me boshllëqe. Tek modeli 6 elementet vendosen në atë mënyrë që vendosja e boshllëqeve është horizontale. Siç shihet dhe nga diagrama force zhvendosjeje, modeli 6 ka një shtangësi dhe rezistence me të madhe se modeli 2 për deformimet 40 mm. Kësaj sjelljeje të modelit 6 i ka kontribuar lidhja e mire midis elementeve në fugen vertikale (siç shihet dhe në fotot gjate shqyrtimin të modelit 6 ku shihet se llaçi ka depërtuar edhe në boshllëqet horizontale) dhe në fugen horizontale. Mekanizmi përfundimtar është pothuaj i njëjte: shkatërrim nga prerja i mbushjes muraturë dhe krijim i çernieres plastike në mesin e shtyllës së majtë. Gjithashtu nëse këto modele krahasohen me modelin 11 që ka rezistencë maksimale $P_{\max}^{11} = 91.7kN$ vërtetohet se shkatërrimin i strukturës me mbushje të ndërtuar sipas kësaj teknike të ndërtimit është ndikuar nga rezistenca në prerje e mbushjes me muraturë dhe rezistenca e përgjithshme e ramës beton arme. Modeli 11 i reziston forcës anësore $P_{\max}^{11} = 91.7kN$. Kjo është me e vogël se forca të cilës i reziston modeli 2, modeli 4 dhe modeli 6. Kjo forcë rezistuese rezulton të jete me e vogël për shkak të lidhjes të dobët në mes elementeve dhe llaçit. Kjo gjë edhe u vërtetua pasi llaçi i fugave u nda i pa dëmtuar nga elementet (tullat prej argjili). Kjo mendojmë se ka ardhur si shkak i thithjes së shpejt të ujit nga elementet dhe mungesa e ujit në llaç për të kryer lidhjen në kohën e nevojshme. Një faktor tjetër që mendojmë se ka ndikuar janë sipërfaqeve e lëmuara të elementeve, në këtë mënyrë nuk është bërë injektimi i

thërmijave të vogla nga llaçi në elemente. Mekanizmi përfundimtar i shkaktimit të modelit 11 është shumë i ngjashëm me modelet e prezantuar nga Tomazevic dhe Zarnic. Ai dallohet nga mekanizmat tjerë të shkatërrimit të modeleve tjera të shqyrtuara nga autori. Të modeli 11 kemi shkatërrimin e shtyllës së majtë në pjesën e sipërme nga prerja si rezultat i formimit të fenomenit të shtyllës së shkurt që dallon nga modelet tjera. Duke krahasuar këto mekanizma të thyerjes me mekanizmat e thyerjeve ku mbushja e murature është e ndërtuar nga blloqet me boshllëqe prej argjili mund të thuhet se krijimi i mekanizmit përfundimtar të shkatërrimit ndikohet edhe nga dimensionet e elementeve përkatësisht nga mënyra e shkatërrimit të mbushjes murature.

Modeli 2 nëse krahasohet me modelin 4 dallon për një diferencë të forcës maksimale, kjo gjykojmë se ka ndodhur për shkak të mënyrave të ndryshme të ngarkimit: të modeli 4 transmetuesi i ngarkesës ishte i lidhur me traun me 4 bulona, kurse në modelin 2 transmetuesi është lidhur me traun në formë të çernierë. Por shkak mund të jenë edhe faktorë të tjerë që ndikojnë në sjelljen e përgjithshme të modeleve. Meqë ka diferencë të mëdha në mes këtyre dy modeleve por dhe krahasuar me modelet 8,9 dhe 10, rezultatet e modelit 4 nuk do t'i konsiderojmë si relevante.

Modeli 5 që është model përforcuar me fibra qelqi në këndet e tij i reziston forcës maksimale anësore $P_{\max}^5 = 193.7kN$. Kur këtë e krahasojmë me forcat maksimale të modeleve 2,4 dhe 6 mund të thuhet se kur ramës beton-arme arrihet t'i sigurohet bashkëpunim me i madh me mbushjen e muraturës, kjo rezulton në rritjen e rezistencës anësore për (80-100)% . Për deformimet 20mm, shtangësia e modelit 5 është për 2.6 dhe 1.6 herë me e madhe se modeli 2 përkatësisht 4. Bazuar në këto të dhëna, përforcimet e rekomanduara të autorit mund të përdoren për objektet spitalore por edhe për objektet ekzistuese ku ka mundësi të realizohet kjo mënyrë përforcimi. Siç kemi prezantuar edhe në kapitullin 6, modelet 2,4,5 kanë përmasa, elementë muraturë, sasi të armaturës, dimensione dhe klase të betonit të njëjta. Derisa të modelet 2 dhe 4 mekanizmi përfundimtar është shkatërrim nga prerja i mbushjes muraturë dhe krijim të çernieres plastike në mesin e shtyllës, të modeli 5 shihet një shkatërrim nga prerja në mesin e mbushjes muraturë dhe një mekanizëm thyerjeje i ramës që është me i pranueshëm: krijim i çernierave plastike në pjesën e poshtme të shtyllave. Mekanizmi përfundimtar i modelit 5 duket se është ndikuar nga mënyra e përforcimit. Kjo argumenton edhe me shumë mënyrën ton të propozuar për përforcimit.

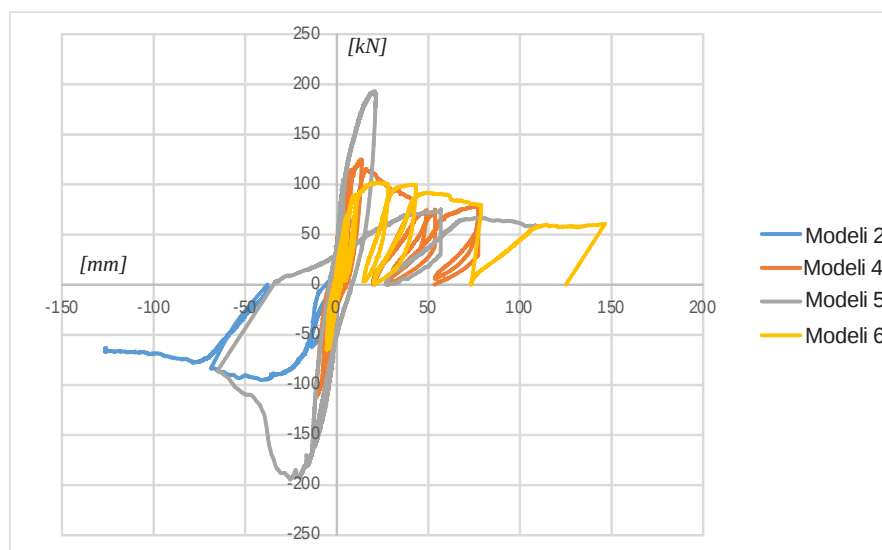


Fig.7.51 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 2,4,5 dhe 6

Modeli 5 rezulton me shtangësi më të madhe se të gjitha modelet tjera për zhvendosje deri në 35mm. Pas kësaj aty kemi degradim më të shpejtë të forcës dhe shtangësisë në krahasim me modelet tjera. Modeli 5 tregon rezistencë me të madhe se modeli 10 edhe pse ka dimensione të prerjeve tërthore me të vogla, kjo rezistencë i atribuohet bashkëpunimit me të mirë të mbushjes së muraturë me ramën beton-arme si rezultat i përforcimit.

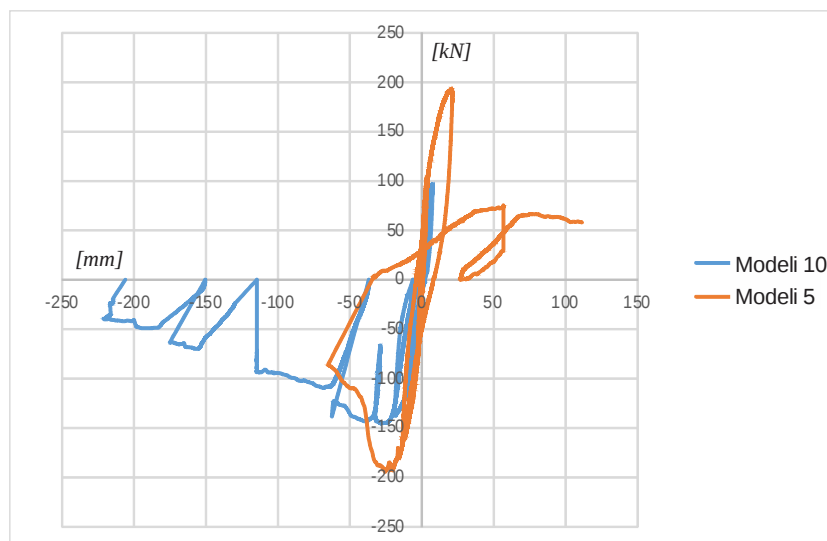


Fig.7.52 Vartësia forcë në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 10 dhe 5

Modelet 13 dhe 10 janë projektuar me shtylla që kanë rezistence për kulje me të madhe në krahasim me modelet 8 dhe 9. Ndikimi i ndryshimit të rezistencës së shtyllave shihet dhe në rezistencën maksimale të modelit 13, 10 si dhe mekanizmeve përfundimtare. Forca maksimale të cilës mund t'i rezistojë modeli 13 është $P_{\max}^{13} = 169 \text{ kN}$, modeli 10 është $P_{\max}^{10} = 145 \text{ kN}$ e që janë më të madhe se forcat $P_{\max}^8 = 111 \text{ kN}$ dhe $P_{\max}^9 = 129 \text{ kN}$, përkatësisht modeli 8 dhe 9. Siç shihet edhe nga diagrama forcë zhvendosje, shtangësia fillestare e modelit 10 është më e madhe se e modeleve 9 dhe 8. Mekanizmi përfundimtar i thyerjes së modelit 10 dallohet nga mekanizmi përfundimtar i modelit 8 dhe 9. Çernierat plastike të formuara në modelin 10 krijohen në vendet e projektuara. Kjo do të thotë se përvetësimi adekuat i rezistencës së ramës jep dhe mekanizëm përfundimtar të dëshiruar. Në kuadër të kësaj do duhet të merren parasysh dimensionet minimale të shtyllave gjatë projektimit të strukturave me mbushje të muraturës në mënyrë që ndërveprimi mbushje-ramë mos të ndikojë në krijimin e mekanizmeve të padëshiruar. Kjo do të thotë gjithashtu se ndërveprimi mbushje muraturë-ramë të mos krijojë çerniera në vendet jo të projektuara.

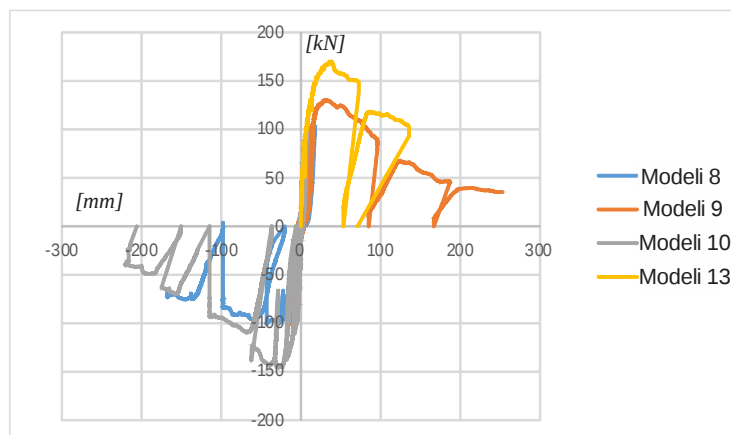


Fig.7.53 Vartësia forcë në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 8,9,10 dhe 13

Duke u bazuar në këto krahasime të modeleve 2,8,9,10, 13 dhe 14 është propozuar rezistenca minimale e ramës që e konturon mbushjen e muraturës me boshllëqe. Duke u nisur nga rezistenca anësore e ramëve skeletore të cilat janë: për modelin 13 $P_{skel.}^{13} = 63 \text{ kN}$, për modelin 10 $P_{skel.}^{10} = 42 \text{ kN}$, për modelin 9 është $P_{skel.}^9 = 35 \text{ kN}$ dhe për modelin 2 është $P_{skel.}^2 = 24.56 \text{ kN}$ dhe duke u bazuar në rezultatet e eksperimenteve del se struktura që ka rezistence sa 0.8 e rezistencës në prerje të muraturës si e vetme na jep një mekanizëm të dëshiruar.

Modelit 3 i është eliminuar në tërësi forca prerëse në mesin e mbushjes muraturë. Në këtë mënyrë ndërveprimi që shkaktojnë dy pjesët e murit me ramën beton-arme i reziston forcës anësore maksimale $P_{\max}^3 = 53.93kN$, kur krahasohet me modelin 2 dhe 4 del se rezistenca në prerje e mbushjes muraturë që kontribuon në rezistencën e përgjithshme përafërsisht është e barabartë me 45–60kN.

Modelit 15 i është eliminuar 2/3 e lidhjes që i reziston forcës prerës. Kur kjo krahasohet me modelin 2 dhe 3 dhe duke marrë parasysh shprehjen 5.7 del se rezistenca në prerje e mbushjes muraturë është 52kN.

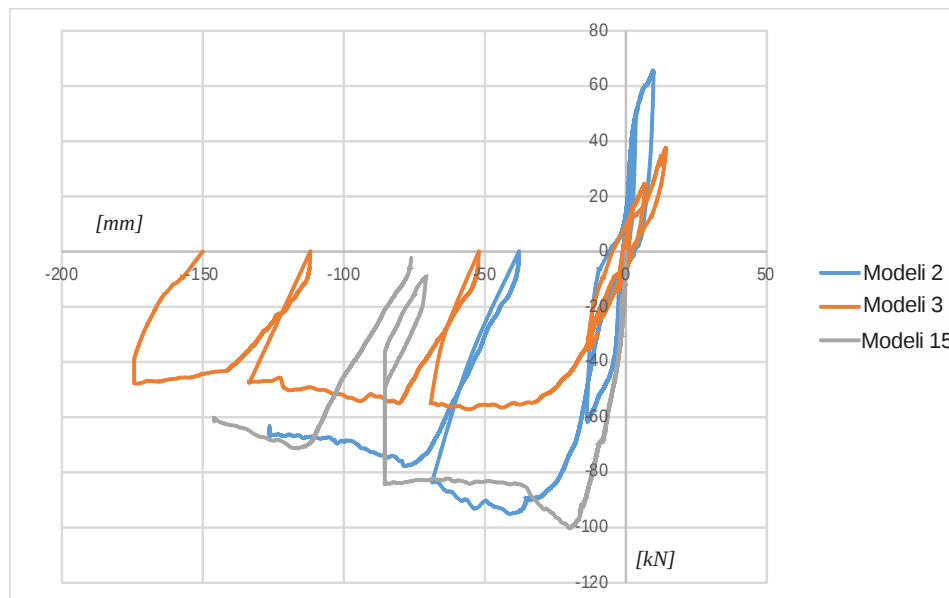


Fig.7.54 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për modelet 2,3 dhe 15

Modeli 7 është model tipike që paraqet ramat me mbushje deri në nivel të parapetit, pjesë këto që janë shumë të përdorura në muret periferike të spitaleve. Nga reagimi i përgjithshëm i modelit 7, shihet se shkatërrimi ndodh për shkak të formimit të çernierës plastike në ramën beton-arme derisa mbushja murature mbetet e pa dëmtuar. Një mekanizëm i tillë është i padëshiruar dhe se prandaj duhet të projektohen sisteme të bazuar në Teorinë e kapaciteteve: që shkatërrimi të ndodhë së pari në mbushjen e muraturës e pastaj në ramën beton-arme. Kjo mundëson formimin e çernierave plastike në vendet e projektuara dhe evitimin e mekanizmave të padëshiruar. Rezistenca e përgjithshme e modelit 7 është $P_{\max}^7 = 37.5kN$ e cila mund të caktohet dhe nga mekanizmi përfundimtar me shprehjen $P_{\max}^7 = \frac{2M_u}{1} + \frac{2M_u}{2} = 33.52kN$. Forca në diagonalen e shtypur të muraturës është $S_d = 47kN$, prej ku del se projeksioni i kësaj force është më i vogël se forca prerëse e mbushjes muraturë e cila është prej 52–58kN.

Modeli 14 është tip strukture i njëjtte me modelin 7. Siç shihet nga reagimi i përgjithshëm i modelit 14, në fillim shkatërrohet mbushja e muraturës, përcjellë me formim të plasaritjeve në dy skajet e shtyllave. Mbushja muraturë shkatërrohet nga shtypja në diagonalen dhe jo nga prerja e mbushjes muraturë. Kjo argumentohet dhe me analiza e rezultateve të rezistencës në shtypjen e elementeve të mbushjes muraturë.

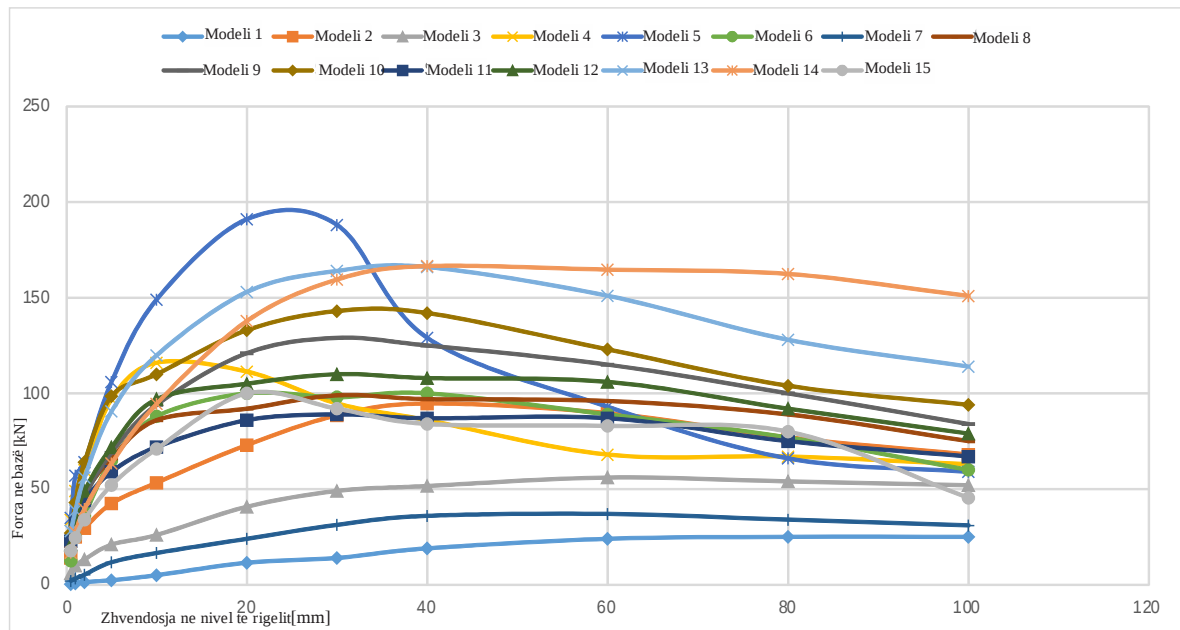
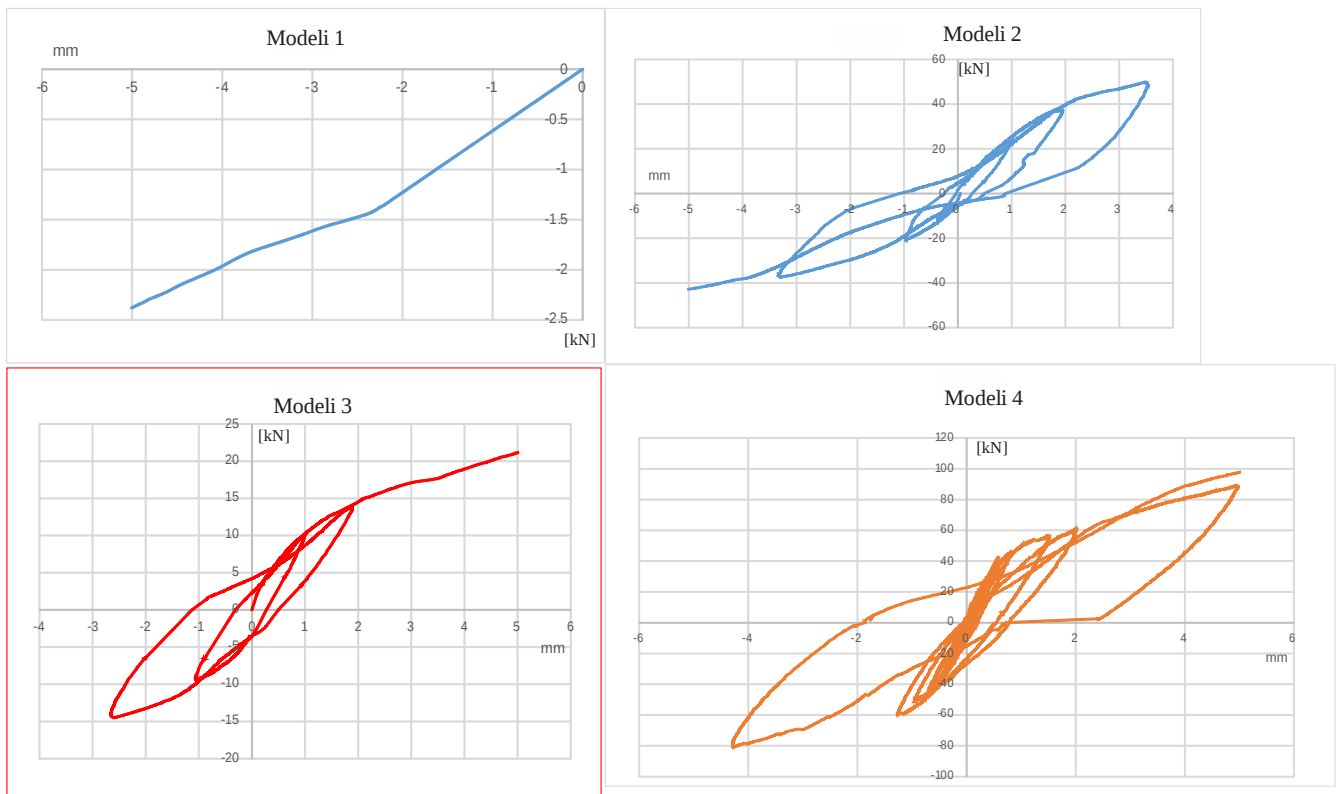
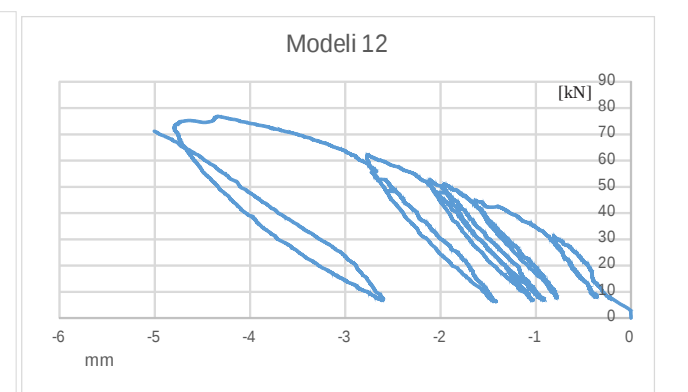
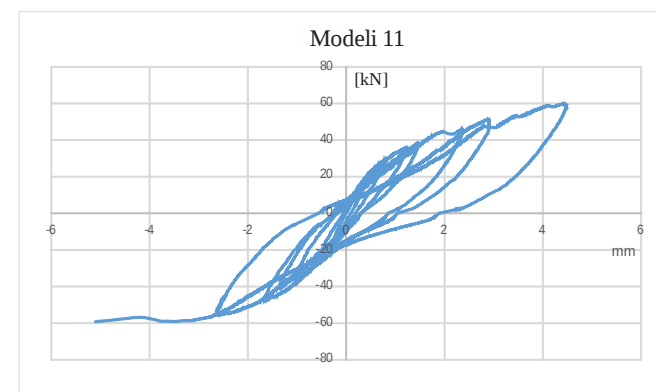
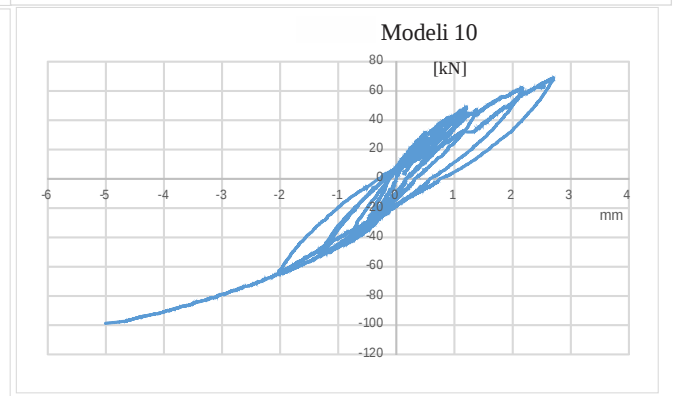
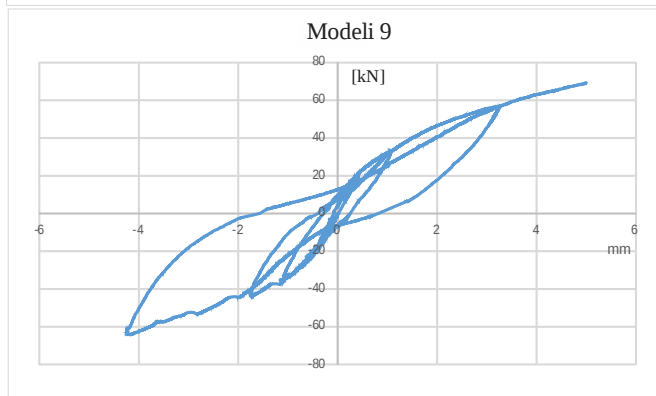
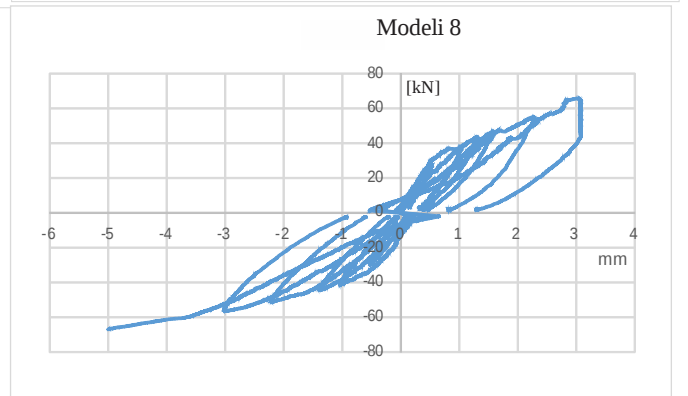
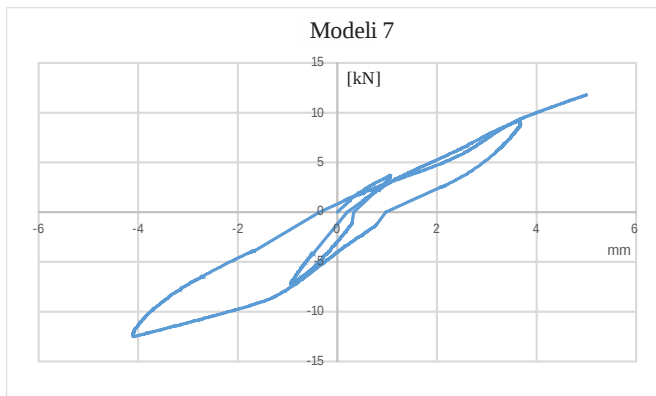
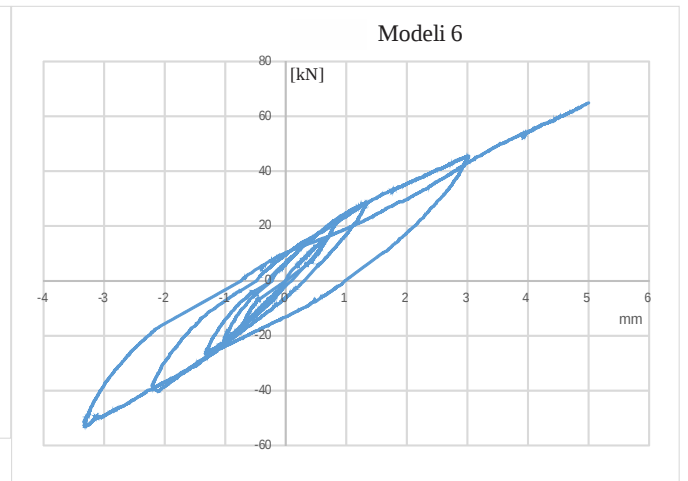
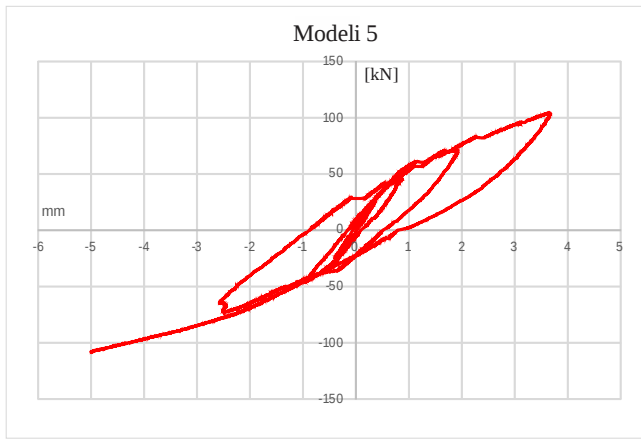


Fig.7.55 Vartësia forca në bazë zhvendosja në nivel të rigelit për 15 modelet per disa pika karakteristike

Në mënyrë që të paraqesim shtangësinë për të gjitha modelet në fazën fillestarë të zhvendosjeve në vijim po paraqesim vartësitë forcë zhvendosje për zhvendosjen prej 5mm.





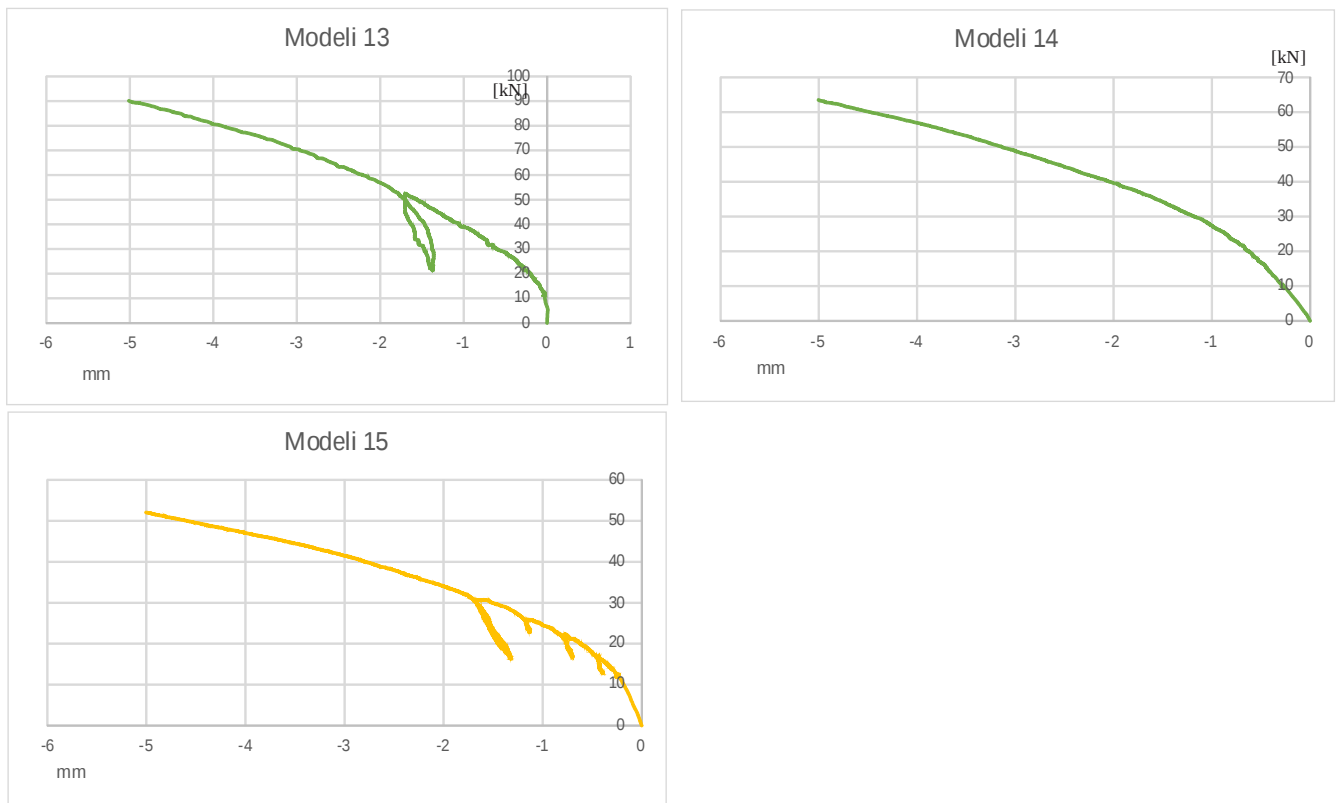


Fig.7.56 Vartësia forcë zhvendosje e 15 modeleve,deri në zhvendosjen 5mm

Duke u bazuar në sjelljen përgjithshme dhe krahasimet për modelet e ndryshme mund të jepen përfundime dhe rekomandime .

8 PERFUNDIMET DHE REKOMANDIMET

Qëllimi kryesor i këtij studimi ishte që të bëhet:

- analiza e sjelljes të ramave beton-arme me mbushjet muraturë, ndërveprimi (interaksioni) mbushje muraturë-ramë, duke ju referuar praktikave të ndërtimit në Kosovë,
- Të jepet mënyra e përforcimit të strukturave me mbushje me murature me fibra qelqi, verifikim me anën e testeve eksperimentale të sjelljes dhe rritjes së rezistencës kufitare të këtyre strukturave .
- zbatimi i Teorisë së projektimit sipas kapaciteteve në mënyrë që të krijohen mekanizma të kontrolluar të thyerjes në strukturat me mbushje murature,
- vlerësimi i forcës prerëse në muraturë me ane të rezultateve eksperimentale dhe
- Propozimi i modelit llogaritës për analizën dhe vlerësimin e ramave me mbushje me muraturë.

Duke u bazuar në shtjellimet teorike, të dhënat e shume autoreve si dhe në eksperimentet e bëra nga ana jonë mund të konkludohet se mbushja me muraturë duhet të merret parasysh gjatë analizës dhe të trajtohen, nëse jo për të shfrytëzuar efektet pozitive, për tu mbrojtur nga efektet negative që mund të sjellë ndërveprimi mbushje muraturë-ramë beton arme. Kërkesa e fundit është edhe kërkesë e Eurokodeve EC6 dhe EC8. Një trajtim adekuat i ndikimit të mbushjes bëhet i domosdoshëm meqë prania e mbushjes në ramat beton-arme rrit shtangësinë dhe rezistencën e strukturës, pas si rrjedhojë rrit dhe forcën sizmike. Në përgjithësi ndryshon sjellja tërësore si dhe mekanizmi përfundimtar i thyerjes eventuale.

Nga të dhënat eksperimentale shihet se edhe në modelet me përmasa dhe karakteristike të njëjta kemi reagime dhe sjellje të ndryshme. Kjo për shkak të shume faktorëve ndikues. Sjellja e strukturave që janë të ndërtuar sipas praktikës së ndërtimit në Kosovë karakterizohen nga mekanizma eventual shkatërrimi të mbushjes nga prerja, kurse vetë ramat nga shkatërrimi si rezultat i ndërveprimit me mbushjen muraturë. Kjo bëhet në forma të ndryshme të mekanizmave varësisht prej shtangësisë dhe rezistencës së ramës beton-arme, madhësisë së elementeve të muraturës, rezistencës në prerje të elementeve dhe llaçit, rezistencës në shtypje të muraturës, raportit lartësi gjerësi dhe shume faktorëve tjerë.

Në të gjitha modelet e shqyrtuara mbushja e muraturës shkatërrohet nga prerje. Kjo si rezultat i rezistencës së vogël në prerje të llaçit dhe të elementeve (bloqeve, tullave). Siç është theksuar përgjatë punimit rezistenca në prerje varet edhe nga forcat që veprojnë normal në fugën horizontale. Në rastet e shqyrtuara kjo forcë normale që do përcillej nga trau në mbushjen muraturë, përcillet drejtpërdrejt në shtylla. Forca normale në fugën horizontale vjen si rezultat i ndërveprimit të mbushjes muraturë me ramën pas veprimit të forcave anesore. Rama beton-arme në modelet (modeli 2,6,8 dhe 9) ku mbushja muraturë është e ndërtuar me blloqe prej argjili të pjekur shkatërrohen nga krijimi i çernierës plastike në mesin e shtyllës dhe çernierave në pjesën e poshtme dhe të sipërme në shtyllën në anën tjetër të veprimit të forcës anësore. Ndërkaq, tek rama ku mbushja muraturë është e ndërtuar me elemente nga tulla prej argjili (modeli 11), mbushja shkatërrohet nga prerja në pjesën e sipërme të saj dhe ndahet në disa pjesë të cilat rrëshqasin njëra në tjetrën, kurse rama beton arme shkatërrohet nga krijimi i çernierës plastike në pjesën e sipërme të shtyllës e shkaktuar nga prerja dhe krijimi i fenomenit të shtyllës së shkurt. Nga këto rezultate mund të konkludohet se shkatërrimi i ramës beton arme dhe mekanizmi përfundimtar i thyerjes varet shume nga forma e shkatërrimit të mbushjes murature, derisa forma e shkatërrimit të mbushjes murature varet shume dhe nga elementet (të plota ose me boshllëqe) e mbushjes murature dhe dimensionet e tyre.

Në këtë kontekst, propozohet që, raporti lartësi /gjatësi i mbushjes së muraturës të mos jetë në domenin ku shkatërrimi ndodh nga prerja në këtë mënyrë i shmangemi krijimit të fenomenit të shtyllave të shkurta (të mbushjet me elementet të plota). Ky ndryshim në gjeometrinë e mbushjes bje në shprehje parametrat kryesore: që është shtypja e jo prerje.

Një ndër elementet kryesore që janë trajtuar në këtë studim është dhe sjellja e strukturave të përforuara. Në pjesën 6 janë dhënë detaje të mënyrës së përforcimit të modelit 5. Theksojmë se me këtë mënyrë përforcimi nuk është ndërhyrë në ndonjë prerje tërthore të shtyllave dhe trarëve apo dhe të mbushjes muraturë por kemi kufizuar rritjen e këndit në mes të trau dhe shtyllës (hapjet e këndit), duke mbrojtur kështu dhe nyjën nga dëmtimet. Duke mbajtur kështu këndin e pandryshuar ndermjetë trau dhe shtyllës, rritet shume forca normale në fugën horizontale. Kjo si rezultat i ndërveprimit të rritur të mbushjes me ramen pas fillimit të veprimit të forcave horizontale. Si rezultat i kësaj kemi edhe rritjen e shtangësisë dhe rezistencës së modelit 5 deri në

100% përkundër modeleve tjera të përmasave dhe gjeometrisë se njëjte. Më këtë mënyre të përforcimit të propozuar nga autori përveç rritjes së rezistencës dhe shtangësisë është ndikuar dhe në formën e thyerjes të mekanizmit përfundimtar. Në këtë mekanizëm të modelit 5, fillimisht plasaritet dhe shkatërrohet mbushjes muraturë nga prerja e pastaj kemi krijimin e çernierave plastike në fundin dhe pjesën e sipërme të shtyllave. Përforcimi në këtë mënyre rekomandohet për strukturat ekzistuese, me theks të veçant në spitale, struktura këto që kanë rezistencë dhe shtangësi të vogël përkundër kërkesave sizmike dhe se janë të ndërtuara në kohën kur kriteret sizmike nuk ishin kaq rigorozë dhe të specifikuar si tash. Kjo mënyre e përforcimit e propozuar është e lehtë për t'u realizuar dhe është ekonomike.

Përdorimi i Teorisë së Projektimit sipas Kapaciteteve në strukturat me mbushje muraturë është një prej kërkesave që është futur në kodet aktuale e sidomos në Eurokodet ku në mënyre shume të qartë kërkohet të mbrohem nga ndikimet negative të mbushjeve. Nga rezultatet e shqyrtimeve dhe mekanizmave të thyerjes të modeleve 2,8,9 në krahasim me mekanizmin e thyerjes të modelit 10 vërehet së përdorimi i shtyllave me përmasa dhe rezistencë adekuate ndikon në mekanizmin përfundimtar. Në mekanizmin e thyerjes së ramës beton-arme të modelit 10, në fillim shkatërrohet mbushja me muraturë e pastaj rama beton-arme duke krijuar çernierat plastike në skajet e shtyllave. Duke u bazuar në këtë sjellje autori rekomandon që nëse do të projektojmë struktura me ramë, që janë të mbrojtura nga ndikimet negative të mbushjeve duhet që rezistenca minimale e ramës beton-arme (si e vetme duke qenë këtu i përfshirë edhe faktori i sigurisë 1.25, shiko paragrafin e katër në faqe 156) të jetë minimum sa rezistenca në prerje e mbushjes muraturë si e vetme e caktuar me shprehjen 5.6. Kjo rezulton dhe nga rezultatet e kërkimeve eksperimentale, konkretisht shqyrtimi modeleve 2,6,8,9,10 dhe 13.

Gjithashtu duke u bazuar në rezultatet e ramave me mbushje deri në nivelin e parapetit, strukturat e tilla duhet të mbrohen nga krijimi i çernierave në shtylla në nivelin e mbushjes muraturë. Gjatë analizës dhe llogarisë, mbushja murature zëvendësohet me diagonalen që ka rezistence: minimumi i rezistencës në prerje të muraturës ose minimumi i rezistencës në shtypje të diagonales se formuar në funksion të lartësisë së mbushjes. Në këtë rast, merret rezistenca në shtypje e elementeve në drejtim të veprimit të forcës prerëse-anesore (shih modelin 7 dhe 14).

Bazuar në mekanizmat përfundimtar të modeleve mund të konkludohet se modeli i propozuar nga Tomazevic nuk mund të përdoret për këto struktura me mbushje murature me elemente me boshllëqe dhe mënyrën e cekur të ndërtimit. Modeli i Crisafullit me disa kalibrime me shumë do të përafrohej rezultateve të eksperimenteve dhe modelit të propozuar nga ana jone.

Modeli i propozuar në këtë punim hyn në kategorinë e proceduarve të analizës të bazuar në makro-modele ku mbushja muraturë zëvendësohet me shufrat bazuar në sjelljen e saj. Procedura e bazuar në makro-modele është e thjeshtë dhe në shume raste e mjaftueshme të paraqesë sjelljen e ramës me mbushje të muraturës. Në këtë model mbushja zëvendësohet me tre shufra, ku dy prej tyre janë diagonale dhe në shtypje dhe një është horizontale dhe në tërheqje, kjo e fundit në fakt paraqet rezistencën e prerjes e shprehur në force.

Në bazë të analizës së shqyrtimeve dhe kalibrimit të modelit llogaritës është konkluduar se modeli i propozuar mund të përdoret për analizën e strukturave me rama me mbushje muraturë (mbushje e ndërtuar me elemente blloqesh me boshllëqe, raporti lartësi /gjatësi i muraturës është më i vogël se 0.86, ngarkesat vertikale transferohen përmes shtyllave nga katet e sipërme) për vlerësim dhe caktim të rezistencës si dhe mekanizmit të shkatërrimit.

8.1 Propozimet për kërkime eksperimentale në të ardhmen

1. Propozohet që të behën kërkime eksperimentale të vlefshmërisë së modelit të propozuar edhe për raportë të lartësi e mbushjes /gjerësisë e mbushjes >0.85 si dhe për elemente me boshllëqe të mbushjes së muratures që kanë rezistencë më të madhe në shtypje se këto të përdorura në këtë punim.
 2. Të trajtohet në menyre eksperimentale mekanizmi përfundimtar i thyerjes për ramat me mbushje me elemente të plota, duke i zvogëluar mbushjes gjatësinë e saj në mënyre që shkatërrimi i mbushjes të vjen nga shtypja ose sforcimi në tërheqje.
- Si propozim për zvogëlimin e gjetësisë të perdorët një shtylle në mesin e saj e cila lidhet me çerniere në bazament dhe rigël.

REFERENCAT

- 1.Crisafulli, F.J. "Seismic Behaviour of Reinforced Concrete Structures with Masonry Infills", Ph.D.Thesis, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, July 1997.
- 2.P.Fajfar."A Practical Nonlinear Method for Seismic Performance Evaluation." Proceedings of the 2000 Structures Congress&Exposition,ed.M.Elgaaly,May 8- 10,2000,Philadelphia,Pennsylvania
- 3.ASCE/SEI 41-06, (2007),"Seismic Rehabilitation of Existing Building",Published by American Society of Civil Engineering,ISBN 9780784408841
- 4.T.Paulay and M.J.N.Priestly(1992)."Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Structures".Wiley & Sons,ISBN 0-471-54915-0.
- 5.G.G.Penelis and A.J.Kappos(1997)."Earthquake Resistant Concrete Structures".E&FN Spon(Chapman&Hall)London,ISBN 0 419 18720 0.
- 6.N.Pojani."Inxhinieria Sizmike"Botimet Toena –Tiranë,2003.
- 7.Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 1: General rules and rules for buildings, CEN,Technical Committee 250/SC2 1991., ENV 1992-1-1, Brussels
- 8."Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance"Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.DRAFT No 6,Version for translation,January 2003,CEN.
- 9."Seismic assessment and retrofit of reinforced concrete buildings" bulletin 24,published by the International Federation for Structural Concrete(fib).ISSN 1562-3610.
- 10.The European Standart EN 1052-1:Methods of test for masonry-Part 1:Determination of compressive strength
- 11.Kersting Lang "Seismic vulnerability of existing buildings "ISE-SFIT Zurich ,2002
- 12.Miha Tomazevic "Earthquake – resistant design of masonry buildings" :ICP 1999
- 13.K.M.MINI and K.Subramanian." Analysis And Assessment of Behavior of Infilled Frames "LAP LAMBERT Academic Publishing,9783844310689,2011
- 14.Mekonnen Abo(2010)."Response of Masonry Infilled RC frames Under Horizontal Force"VDM Publishing House Ltd,ISBN 9783639229448.
- 15.Prajwal Pradhan."Modeling of brick masonry infill frame" "LAP LAMBERT Academic Publishing,97838433764440,2010
- 16.Haig Gulvanessian."Designers'Guide to Eurocode 6,(2012)"Design of Masonry Structures,EN 1996-1-1",Thomas Telford Limited,ISBN 9780727731555,
- 17.Alessandro Vittorio Bergami(2011) "Masonry infilled r.c. frames" LAP LAMBERT Academic Publishing,9783846503249,
- 18.Ali Al-Balhawi(20012) "Analysis And Design Of Reinforced And Unreinforced Masonry Structures",Basics,Concepts,Method for design and analysis of masonry structures according to Eurocodes(EC6), LAP LAMBERT Academic Publishing,9783659175923503,
- 19.George.G.Penelis and Gregory.G.Penelis.(2014),"Concrete Buildings in Seismic Regions"CRC Press,Taylor &Francis Group,NW,ISBN 978-0-415-53763-6.
20. MICHAEL N. FARDIS(2009)"Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings" Springer Dordrecht Heidelberg London New York, ISBN 978-1-4020-9841-3

21. CEN (2004a) European Standard EN 1998-1:2004 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. Comité Européen de Normalisation, Brussels.
22. Chopra A (2007) Dynamics of structures. Theory and applications to earthquake engineering. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
23. Comité Euro-International Du Béton (1994), "BEHAVIOR AND ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES UNDER ALTERNATE ACTIONS INDUCING INELASTIC RESPONSE"
24. Stafford Smith, B. and Carter, C. "A method of analysis for infilled frames", Proceedings of the institution of civil engineers, vol.44, 1969, pp.31-48.
25. F.R. Crisafulli, A.J. Carr and R. Park (2000) "Analytical modelling of infilled frame structures-A General Review", Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering. Vol 33, No. 1 March, pp.30-47.
26. John Morton (2012). "Designers' Guide to Eurocode 6: Design of Masonry Structures, EN 1996-1-1", Published by ICE Publishing, 40 Marsh Wall, London E14 9TP, ISBN 978-0-7277-3155-5
27. A.S. Scarlat (1996). "Approximate Methods in Structural Seismic Design" Published by E&FN Spon, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK, ISBN 0 419 18750 2.
28. "SAP 2000, Theory Manual, 2002, Computers and Structures", Inc. 1995 University Avenue Berkeley, California 94704 USA.
29. M.J.N. Priestley and G.M. Calvi. "Towards a Capacity-Design Assessment Procedure for Reinforced Concrete Frames" Earthquake Spectra, Vol. 7, No. 3, 1991, pp.413-437 2000, 16(3):573-592.
30. V. Kilar & P. Fajfar. (1996): "SIMPLIFIED PUSH-OVER ANALYSIS OF BUILDING STRUCTURES. In 11th World Conference on Earthquake Engineering, Acapulco, 28-28 June 1996, CD-ROM 1011.
31. FEMA 273, (1997), NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington DC, USA
32. H. Krawinkler and G.D.P.K. Seneviratna. (1998). "Pros and Cons of Pushover analysis for seismic performance evaluation" Engineering Structures. 20, 452-464.
33. A.E. Fiorato, A.M. Sozen and L.W. Gamble. (1970) "An Investigation of Interaction of reinforced Frames with Masonry filler walls" University of Illinois, Civil Engineering Studies, Structural Research Series No. 370.
34. R.E. Englekirk. (2003) "Seismic design of reinforced and precast concrete buildings." Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. ISBN 0-471-08122-1.
35. SeismoSoft (2008). SeismoStruct - A Computer Program for Static and Dynamic Nonlinear Analysis of Framed Structures. [URL: www.seismosoft.com].
36. Computers, S. and Structures. (2004). CSI Analysis Reference Manual for SAP2000, ETABS & SAFE. C&S, Inc. Wiley & Sons, USA.
37. Blandon, C. (2005). Implementation of an infill masonry model for seismic assessment of existing buildings. Individual study, Pavia, Italy.

38. Smyrou, E. (2006). Implementation and verification of a masonry panel model for non-linear dynamic analysis of infilled rc frame. Master thesis, European School for Advance Studies In Reduction of Seismic Risk, ROSE SCHOOL, Pavia, Italy.
39. Ahmad Abo El EZZ. (2008). “DEFORMATION AND STRENGTH BASED ASSESSMENT OF SEISMIC FAILURE MECHANISMS FOR EXISTING RC FRAME BUILDINGS” Master thesis, European School for Advance Studies In Reduction of Seismic Risk, ROSE SCHOOL, Pavia, Italy.