

Doc. Dr. Merita Guri

PERFORMANCA E NDËRTESAVE ME PLLAKA BETON ARME TË

PARAPËRGATITURA NË TËRMETIN E
NËNTORIT 2019 NË SHQIPËRI

INTERGRAFIKA



Performanca e ndërtesave me pllaka beton arme të parapërgatitura në tërmetin e Nëntorit 2019 në Shqipëri

Merita Guria

Departamenti i Arkitekturës dhe Inxhinierisë, Universiteti Polis, Tiranë, Shqipëri

Diana Lluka

Departamenti i Konstruksioneve të Ndërtimit dhe Infrastrukturës së Transportit,
Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri

Svetlana Brzev

Departamenti i Inxhinierisë Civile, Universiteti “British Columbia”, Vankuver,
Kanada

Titulli i Monografisë: PERFORMANCA E NDËRTESAVE ME PLLAKA BETON ARME TË PARAPËRGATITURA NË TËRMETIN E NËNTORIT 2019 NË SHQIPËRI

Autori: Doc.Dr. Merita GURI, Dr. Diana LLUKA, Prof. Svetlana BRZEV

Recensues:

Prof. Gjergji Ikonomi

Prof. José Turmo

@2019 Universiteti Polis, Tiranë

Departamenti Arkitekturë dhe Inxhinieri

Të gjitha të drejtat e rezervuara. Çdo pjesë e kësaj monografie nuk mund të riprodhohet në asnjë formë, elektronike apo mekanike, me fotokopje, skanime apo mjete të tjera pa marrë leje me shkrim nga publikuesi.

Kopertina dizenuar nga: Kjara Trokthi

Dizajni i librit: Elda Hoxha, Kjara Trokthi

Redaktor Shkencor: PhD. Ilda Rusi

Redaktor Letrar: Rovena Qirici

Shtypur nga: Shtypshkronja Intergrafika

ISBN: 978-9928-347-08-4

Për çdo informacion kontaktoni:

Universiteti POLIS

Rruga Bylis 12, Autostrada Tiranë- Durrës, Km 5,

Kashar KP 2925, Tirana, Albania

Tel: +355.(0)4. 24074-20/21

Fax: +355.(0)4. 2407422

Cel: +355.(0). 69 20 34126/81881

www.universitetipolis.edu.al

©Universiteti POLIS, Co-Plan, Instituti për zhvillimin e Habitatit



MIRËNJOHJE

Autorët falenderojnë Emergjencat Civile të Bashkisë së Tiranës dhe Durrësit, Arkivin Qëndror Teknik të Ndërtimit me titullar PhD Gjergj Thomai (AQTN) në Tiranë për vënien në dispozicion të projekteve të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri, Instituti i Gjeoshkencave, Energjisë, Ujit dhe Mjedisit (IGEWE), Departamentin e Sizmologjisë me drejtues Prof.Llambro Duni si dhe Shoqatën Serbe për Inxhinierinë e Tërmeteve (SUZI-SAEE). Autori i parë ka një falenderim të veçantë për kolegët në Departamentin e Arkitekturës dhe Inxhinierisë, Universiteti Polis, Tiranë.

Autori: Doc.Dr. Merita Guri

Abstrakt

Strukturat e parafabrikuara prej betoni të armuar përbëhen nga elementë të ndryshëm të cilët prodhohen në mënyrë të industrializuar jashtë vendit të ndërtimit. Zhvillimi i teknologjive të konstruksioneve të parafabrikuara beton arme dhe aplikimeve në ndërtesa filloi pas Luftës së Dytë Botërore në Evropë, për shkak të një kërkesë të konsiderueshme për banesa në shkallë të gjerë për popullsinë urbane në rritje të shpejtë. Tipologjia e këtyre ndërtesave për qëllime rezidenciale është shumë e përhapur në Shqipëri dhe në vendet e rajonit si p.sh. ish-Jugosllavia, Rumania dhe Bullgaria, në periudhën e viteve 1960-1990. Kjo praktikë ndërtimi ishte veçanërisht e përhapur në vendet me qeveri socialiste/komuniste, në të cilat projektimi dhe ndërtimi i banesave kryheshin vetëm përmes sektorit publik, për shembull ish-Bashkimit Sovjetik dhe Kinës, dhe gjithashtu u përdor gjerësisht për ndërtimin e banesave shumë-familjare në qytet, zona të disa vendeve europiane, duke përfshirë Shqipërinë, ish-Jugosllavinë, Rumaninë (NBS 1977; Bostenaru Dan dhe Sandu 2004) dhe Bullgarinë (Andonov 2019). Një përmbledhje e detajuar e veçorive strukturore dhe sizmike të strukturave të parafabrikuara të ndërtesave beton-arme RC në rajonin e Ballkanit është publikuar nga UNIDO (1983). Elementët e parafabrikuara mund të lidhen dhe monolitizohen nëpërmjet shufrave të çelikut të lëna në element, pllakave për saldime ose bashkimeve mekanike të shufrave në nyje. Një nga avantazhet kryesore të kësaj teknologjie është shpejtësia e ndërtimit, e cila mundëson një ndërtim banesash në shkallë të gjerë brenda një afati të shkurtër kohor. Avantazhi tjetër është kosto e ulët e tij në krahasim me konstruksionin monolit të betonit të derdhur në objekt. Sistemet strukturore të parafabrikuara mund të klasifikohen: i) sisteme me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE); ii) sisteme ramë tip tra-kolonë; iii) sisteme kolonë-soletë me mure prerës dhe iv) sisteme duale me ramë dhe mure. Një nga sistemet e parafabrikuara më të përdorura është sistemi i mureve me pllaka beton arme (të referuara si ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara në këtë punim, LPE) i cili është më i përhapur në zonat urbane të Shqipërisë dhe vendeve fqinje. Ky sistem përbëhet nga panele beton-arme të murit dhe dyshemesë të cilat janë të lidhura në pika diskrete dhe formojnë një strukturë tip kuti. Monografia diskuton performancën e ndërtesave me pllaka beton arme të parapërgatitura, të njohura në literaturë si ndërtesa me panele të mëdha (Large Panel Buildings, LPE), të ekspozuara në tërmetin e Nëntorit 2019 në Durrës me magnitudë M 6.4. Monografia ka si gjetje çelësin sizmik dhe struktural të ndërtesave me pllaka beton arme të parapërgatitura dhe paraqet inspektimin e tyre në 8 zona të ndryshme të prekura nga tërmeti. Gjithashtu është propozuar një klasifikim i ri i dëmtimeve pas tërmetit të kësaj tipologjie ndërtese parafabrikat të aplikuara në vendin tonë. Rëndësinë e bashkëveprimit truall-strukturë (BTS), ku reagimi strukturor është mbizotërues në fushën elastike, ndikimi i kushteve të tokës, si për zonat me sizmicitet të ulët/mesatar (Beograd) dhe të lartë (Tiranë), në kontekstin e parashikimit të saktë të reagimit sizmik (forcat e brendshme dhe zhvendosjet).

Fjalët kyçe: Dëmtime nga tërmeti, pllaka beton-arme, ndërtesa parafabrikat, klasifikim dëmtimi, mekanizma shkatërrimi, analiza sizmike, tokë e butë.

Lista e Figurave

Figura 1. Tërmeti i 26 nëntorit 2019 në Shqipëri: a) harta rajonale që tregon epiqendrën (EMSC-CSEM 2019) dhe b) harta e intensitetit të tërmetit (USGS 2020).....	11
Figura 2. Spektri i reagimit së nxitimit të truallit për tërmetin e 26 nëntorit 2019: a) Stacioni DURR në Durrës (15.6 km larg nga epiqendra) dhe b) spektrat që korrespondojnë me drejtimin Veri-Jug për Tiranën dhe Durrësin (IGEWE 2020; Marinković 2020).....	12
Figura 3. Ndërtesat tipike me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri: a) Ndërtesë tipike me pllaka beton arme të parafabrikuara 5-katëshe dhe një godinë moderne beton arme 8-katëshe ngjitur, Durrës dhe b) një godinë me pllaka beton arme të parafabrikuara e mirëmbajtur dhe e rinovuar, Vorë (foto: M. Baballëku).....	14
Figura 4. Vendndodhjet e zonave me ndërtesa të parafabrikuara me pllaka beton arme në qytetet shqiptare: a) Tiranë dhe b) Durrës.....	15
Figura 5. Planet arkitekturore për ndërtesa tipike shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) shembuj të planimetrisë së ndërtesave dhe b) një bllok tipik ndërtimi (Tipi-1) (burimi: AQTN).....	16
Figura 6. Konfigurimet strukturore bazë për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) sistemi me mure tërthore; b) sistemi me mur të gjatësore dhe c) sistemi me dy drejtime (shënim: 1- panel muri dhe panel me 2 dysheme) (bazuar në FIB, 2008)	16
Figura 7. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri: a) një planimetri që tregon skemën e montimit të paneleve të murit; b) planimetri tipike të dyshemesë që tregon panelet e pllakave njëkahëshe dhe dykahëshe, dhe c) planimetritë të dyshemesë që tregojnë vendndodhjet e nyjeve vertikale VJ1, VJ2 dhe VJ3.....	17
Figura 8. Lidhja L e panelit të murit (bashkim VJ1): a) bashkim në fund të panelit dhe b) bashkim në pjesën e sipërme të panelit.....	19
Figura 9. Lidhjet e paneleve të murit: a) nyje vertikale T VJ2 dhe b) nyje vertikale VJ3 midis paneleve të murit të jashtëm ngjitur.....	19
Figura 10. Lidhjet e pllakave të dyshemesë: a) plani i një pllake që tregon vendndodhjen e lidhjes (P-1) dhe b) detajin e një bashkimi midis paneleve të pllakave ngjitur (seksioni horizontal)	20
Figura 11. Lidhja dysheme-mur: a) lidhja midis pllakës së dyshemesë dhe dy paneleve të murit ngjitur (seksioni horizontal) dhe b) lidhja dysheme-mur (seksioni horizontal)	20
Figura 12. Forcat e brendshme në një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuara që i nënshtrohet ngarkimit sizmik.....	22
Figura 13. Mekanizmat e shkatërrimit nga veprimi sizmik për muret prerëse në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) sjellje monolite; b) nyjet e dobëta vertikale shkaktojnë rrëshqitje vertikale dhe c) nyjet e dobëta horizontale shkaktojnë rrëshqitje horizontale (bazuar në UNIDO 1983).....	22
Figura 14. Muri prerës i parafabrikuar beton arme beton arme që i nënshtrohet ngarkimit sizmik në plan: a) forcat prerëse dhe b) forcat tërheqëse dhe shtypëse (bazuar në FIB 2008).....	23
Figura 15. Planimetria e katit të një ndërtese tipike shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara me pllaka beton arme të parafabrikuara: mure prerëse të paraqitura në drejtime gjatësore (X) dhe tërthore (Y)	24
Figura 16. Modeli i thjeshtuar SSI (Fukuwa and Tobita 2001).....	26
Figura 17. Profilet tipike të dheut në vendet e ndërtimit të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) Beogradi i Ri, Serbi (Radić dhe Radovanović 2012) dhe b) Zona e Kombinatit, Tiranë (Limani 2020).....	26
Figura 18. Planimetria e ndërtesës me panele të parapergatitura prej betoni të armuar.....	27
Figura 19. Paneli PJ-1.....	28
Figura 20. Paneli i jashtëm PJ-2a.....	29
Figura 21. Paneli i jashtëm PJ-3b.....	29
Figura 22. Paneli i jashtëm PJ-4.....	30
Figura 23. Paneli i jashtëm PJ-5.....	30
Figura 24. Diagrama e forcës prerëse në muret 1 dhe 5.....	35

Figura 24. Diagrama e forces prerese ne muret 1 dhe 5.....	35
Figura 25. Skema e llogaritjes e murit të boshtit 1-1.....	40
Figura 26. Skema e llogaritjes e murit të boshtit 5-5.....	41
Figura 27. Skema e llogaritjes e murit ndarës (jo mbajtës).....	41
Figura 28. Hartat e mikrozonimit sizmik për vendndodhjet e ndërtesave me pllaka të parafabrikuara beton arme: a) Tiranë dhe b) Durrës (vini re se vendndodhjet janë etiketuar me rrathë të zinj dhe numrat 1 deri në 8) (burimi: IGEWE).....	44
Figura 29. Spektrat e reagimit të nxitimit për tërmetin e 26 Nëntor 2019 – Stacioni TIR 1 në Tiranë (IGEWE 2020 dhe Isufi 2020).....	45
Figura 30. Dëmtime të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) dëmtime të konsiderueshme strukturore (FEMA 306); b) një dëmtim i lehtë në tërmetin në Pernik, Bullgari të vitit 2012 (Vasiliev dhe Bonev 2012); c) një ndërtesë e padëmtuar me pllaka beton arme të parafabrikuara në Bukuresht pas tërmetit të vitit 1977 në Vrancea, Rumani (NBS 1977) dhe d) një dëmtim/kolaps domethënës në tërmetin e Gazly, Uzbekistan të vitit 1976 (Klyachko, Mortchikchin dhe Nudga 2002).....	47
Figura 31. Shembuj të ndërtesave të dëmtuara me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta nga tërmeti i nëntorit 2019: a) DG1 dhe b) DG2.....	49
Figura 32. Numri i blloqeve të ndërtimit me pllaka beton arme të parafabrikuara kundrejt shkallës së dëmtimit (DG): a) vendndodhje individuale në Tiranë (1 deri në 7) dhe Durrës (8), dhe b) Shpërndarja e DG për të gjitha blloqet e ndërtimit të inspektuara në 8 vendndodhje	51
Figura 33. Shkalla e dëmtimit (DG) kundrejt intensitetit të tërmetit për të gjitha blloqet e ndërtimit me pllaka beton arme të parafabrikuara të anketuara në Tiranë dhe Durrës	52
Figura 34. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit të Tiranës: a) një hartë që tregon ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara– shënimi i ndërtesës nr. 12 të mbyllur nga një rreth dhe b) një imazh i pamjes së fasadës për ndërtesën nr. 12 (burimi: AQTN).....	52
Figura 35. Gjendja para-tërmetit e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit, Tiranë: a) përkeqësim i paneleve dhe lidhjeve të tyre; b) gërryerja e betonit dhe korrozioni i armaturës në bazën e murit; c) rinovimi i murit të jashtëm – mbushje murature; d) ndërtimi i një ballkoni të ri (niveli i katit të tretë) dhe e) fuga horizontale të mbushura në nivelin e katit të dytë.....	53
Figura 36. Plasaritja përgjatë bashkimit vertikal VJ1 dhe bashkimit horizontal (në drejtim gjatësor).....	54
Figura 37. Plasaritja përgjatë bashkimit vertikal VJ2.....	55
Figura 38. Plasaritja përgjatë bashkimit vertikal VJ3.....	55
Figura 39. Plasaritja përgjatë bashkimit horizontal në drejtim gjatësor.....	55
Figura 40. Plasaritja në zonën e sipërme të bashkimit të paneleve të brendshme.....	56
Figura 41. Performanca sizmike e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Durrës: a) një pamje e jashtme e ndërtesës së inspektuar; b) planimetri të pjesshme të dyshemesë që tregon nyjet vertikale dhe c) një formë dëmtimi të vërejtur në këndin e dhomës	56
Figura 42. Shembuj të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) Zona e Kombinatit, Tiranë, Shqipëri dhe b) Blloku 63, Beogradi i Ri, Serbi.....	57
Figura 43. Lidhjet në sistemin Rad-Balency LPE, ish-Jugosllavi: a) lidhje vertikale ndërmjet paneleve të murit ngjitur dhe b) lidhje horizontale ndërmjet paneleve të murit dhe sistemit të dyshemesë (Velkov 1981)	58

Lista e tabelave

Tabela 1. Karakteristikat gjeometrike te prerjes terthore.....	33
Tabela 2. Te dhenat per drejtimin Y-Y (H=15).....	34
Tabela 3. Përcaktimi i forcave horizontale sizmike dhe i forcave prerëse horizontale T në muret e boshteve 1-1 dhe 5-5.....	34
Tabela 4. Klasifikimet ekzistuese të dëmtimeve pas tërmetit për sistemet me mure beton arme.....	47
Tabela 5. Klasifikimi i propozuar i dëmtimeve për ndërtesat LPE me nyje të dobëta.....	49
Tabela 6. Informacion në lidhje me ndërtesat e LPE të anketuara në Tiranë dhe Durrës	50

Përmbajtja

Mirënjohje.....	3
Abstrakt.....	4
Lista e figurave.....	5
Lista e tabelave.....	7
Përmbajtja.....	8
Kapitull 1	10
Tipologjia e tërmetit të 26 Nëntorit 2019.....	10
1.1 Hyrje.....	10
1.2 Spektri i reagimit së nxitimit të truallit.....	10
1.3 Vlerësimet e dëmeve.....	12
1.4 Sistemet strukturore të parafabrikuara.....	12
Kapitull 2	14
Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri.....	14
2.1 Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara.....	14
2.2 Konfigurimet strukturore për ndërtesat me pllaka b/a të parafabrikuara.....	16
2.3 Sistemet strukturore parafabrikate të aplikuara në vendin tonë.....	17
Kapitulli 3	21
Sjellja sizmike dhe mekanizmat e shkatërrimit për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara.....	21
3.1 Mekanizmat e shkatërrimit për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara.....	21
3.2 Efekti i sasisë dhe vendosjes së mureve në plan.....	24
3.3 Efekti i kushteve të tokës.....	25
3.4 Llogaritja sizmike e bashkimeve vertikale të ndërtesave me panele të mëdha të parapërgatitura sipas kushtit teknik KTP-Nr.2-89.....	27
[1] Përcaktimi i ngarkesës.....	28
[2] Përcaktimi i forcave horizontale sizmike në çdo kat.....	31
[3] Shpërndarja e forcave në muret e drejtimit tërthor (y-y).....	32
[4] Përcaktimi i forcave horizontale sizmike dhe i forcave prerëse horizontale TKI në muret e boshteve 1-1 dhe 5-5.....	34
[5] Përcaktimi i forcave prerëse vertikale TV në muret e boshteve 1-1 dhe 5-5.....	35
[6] Përcaktimi i aftësisë mbajtëse të bashkimeve vertikale të paneleve.....	36
[7] Përcaktimi i forcave normale, i momenteve dhe i jashtëqendërsisë në muret e bashkimeve 1-1 dhe 5-5 të katit të parë.....	37
[8] Llogaritja e aftësisë mbajtëse të mureve.....	37
[9] Përcaktimi i aftësisë mbajtëse të bashkimit horizontal të paneleve.....	39
[10] Përcaktimi i aftësisë mbajtëse të mureve për veprim të forcave prerëse.....	39
[11] Kontrolli i mureve për veprim të forcës sizmike jashtë rrafshit të vet.....	41
Kapitulli 4	44
Kodet shqiptare të projektimit.....	44
4.1 Kodet shqiptare të projektimit sizmik dhe kërkesat e rrezikut sizmik.....	44
4.2 Spektrat e reagimit sizmik.....	45
Kapitulli 5	46
Vlerësimi i dëmeve pas tërmetit të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara.....	46
5.1 Rishikimi i klasifikimeve ekzistuese të dëmeve pas tërmetit.....	46
5.2 Klasifikimi i propozuar i dëmtimit për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta.....	48
Kapitull 6	50
Performanca e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Tërmetin e Nëntorit 2019.....	50
6.1 Studimi pas tërmetit i ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Tiranë dhe Durrës.....	50

6.2 Ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit, Tiranë.....	52
6.3 Inspektimet e dëmtimeve pas tërmetit.....	54
6.4 Veçoritë strukturore dhe sizmike të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në vendet e rajonit.....	57
Kapitulli 7	59
Përfundimet.....	59
Referencat.....	61



KAPITULLI I

TIPOLOGJIA E TËRMETIT TË 26 NËNTORIT 2019

1.1 Hyrje

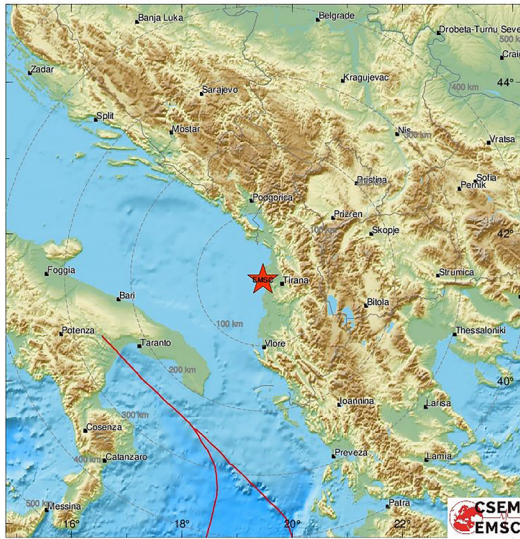
Më 26 nëntor 2019 në orën 03:54 të mëngjesit, një tërmet me magnitudë 6.4 ndodhi në afërsi të Mamurrasit, Shqipëri, me epiqendrën e vendosur në detin Adriatik (20 km thellësi nga sipërfaqja e tokës) (Figura 1 a). Ky ishte tërmeti më i fortë që goditi Shqipërinë në 40 vitet e fundit dhe shkaktoi 51 të vdekur dhe 3000 të lënduar. Tërmeti ndodhi si pasojë e plasaritjeve veriperëndimore-juglindore e cila është në përputhje me tektonikën e rajonit. Në vendndodhjen e kësaj ngjarjeje, pllaka afrikane konvergjon me pllakën euroaziatike me një shpejtësi prej 73 mm/vit. Epiqendra ishte relativisht afër dy qendrave më të mëdha urbane në Shqipëri: kryeqytetit Tiranë (30 km largësi epiqendrore) dhe qytetit bregdetar Durrës (distanca epiqendrore 22 km). Rajoni epiqendror i këtij tërmeti është i njohur si zonë me aktivitet të lartë sizmik. Shtatë tërmete me magnitudë mbi M 6.0 kanë ndodhur në 100 vitet e fundit me një rreze 150 km nga epiqendra, duke përfshirë tërmetin e Malit të Zi të vitit 1979 (M 6.9) me epiqendër 75 km larg nga epiqendra e tërmetit të fundit. Goditjes kryesore i parapriu një tërmet me magnitudë M 5.6 i cili ndodhi më 21 shtator 2019 dhe preku të njëjtën zonë. Më shumë se 520 pasgoditje që ndodhën brenda një jave pas goditjes kryesore shkaktuan dëme të mëtejshme si dhe shembje të ndërtesave të dëmtuara më parë (USGS 2019). Për më shumë informacion në lidhje me aspektet sizmologjike të tërmetit referohuni Duni dhe Theodoulidis (2019), USGS (2019) dhe Lekkas et al. (2019).

1.2 Spektri i reagimit së nxitimit të truallit

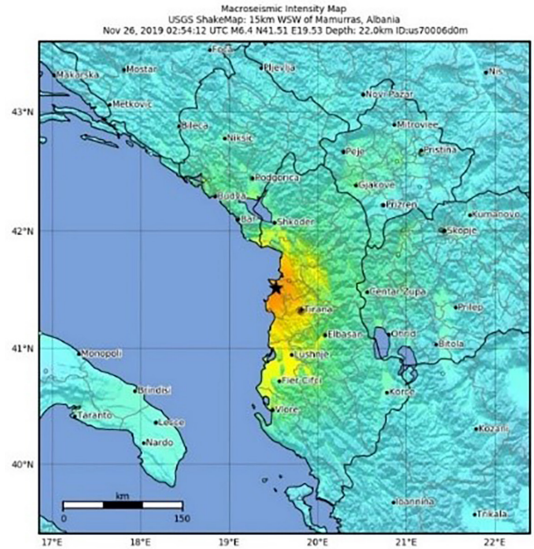
Sipas USGS (2020), intensiteti maksimal i tërmetit VIII u raportua sipas shkallës së modifikuar të intensitetit Mercalli (MMI) (Figura 1 b). Të dhënat e nxitimit të truallit në Tiranë (stacioni TIR1, shih Figurën 19) treguan se nxitimi maksimal i truallit (PGA) ishte 0,112 g (Duni dhe Theodoulidis 2019), ndërsa përshpejtimet e regjistruara në stacionin e Durrësit (DURR) zbuluan PGA prej rreth 0,2 g. në drejtimin Veri-Jug (vini re se regjistrimi korrespondon me 15 sekondat fillestarë të tërmetit), shih Figurën 2 a). Vihet re se stacionet nuk ndodheshin në lokacione që pësuhan dëmtime të konsiderueshme, ndaj pritet që disa zona në Tiranë dhe Durrës të kenë nxitime trualli më të larta. Studimet e vlerësimit të dëmeve pas tërmetit treguan se ndërtesat pësuhan dëmtime si dhe shembje më të mëdha në zonat me tokë të butë që ishin të prirura për lëngëzimin, siç është zona bregdetare e Durrësit. Efekti i tokës së butë duket në spektrat e reagimit për zonat e Tiranës dhe Durrësit mund të vërehet në Figurën 2 b). Të dy spektrat korrespondojnë me drejtimin Veri-Jug të lëkundjes së tokës dhe mund të shihet se spektri i Durrësit shfaq nxitime trualli më të larta në një interval të gjerë kohe (deri në 1,0 sek), gjë që pasqyron efektin e kushteve të tokës së butë.

M6.4 2019/11/26 - 02:54:11 UTC Lat 41.38 Lon 19.47 Depth 10.0 km

30 km W of Tirana, Albania (pop: 375,000 local time: 03:54 2019/11/26)
 7 km N of Durres, Albania (pop: 123,000 local time: 03:54 2019/11/26)
 9 km NW of Shijak, Albania (pop: 14,200 local time: 03:54 2019/11/26)



a)

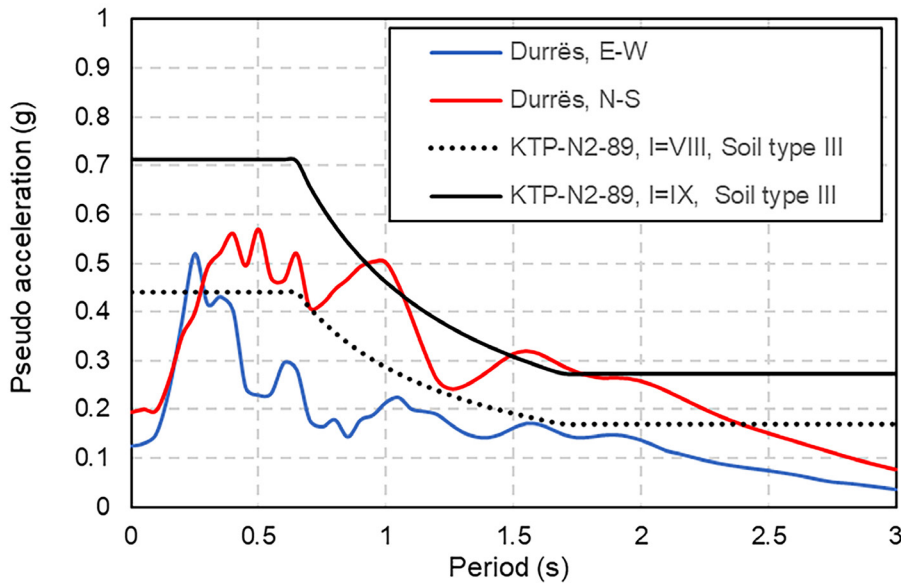


SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
DAMAGE	None	None	None	Very light	Light	Moderate	Moderate/heavy	Heavy	Very heavy
PGA(m/s ²)	<0.05	0.3	2.76	6.2	11.5	21.5	40.1	74.7	>139
PGV(cm/s)	<0.02	0.13	1.41	4.65	9.64	20	41.4	85.8	>178
INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X

Scale based on Worden et al. (2012)
 △ Seismic instrument Reported intensity ★ Epicenter Version 1: Processed 2020-03-06T08:18:13Z

b)

Figura 1. Tërmeti i 26 nëntorit 2019 në Shqipëri: a) harta rajonale që tregon epiqendrën (EMSC-CSEM 2019) dhe b) harta e intensitetit të tërmetit (USGS 2020)



a)

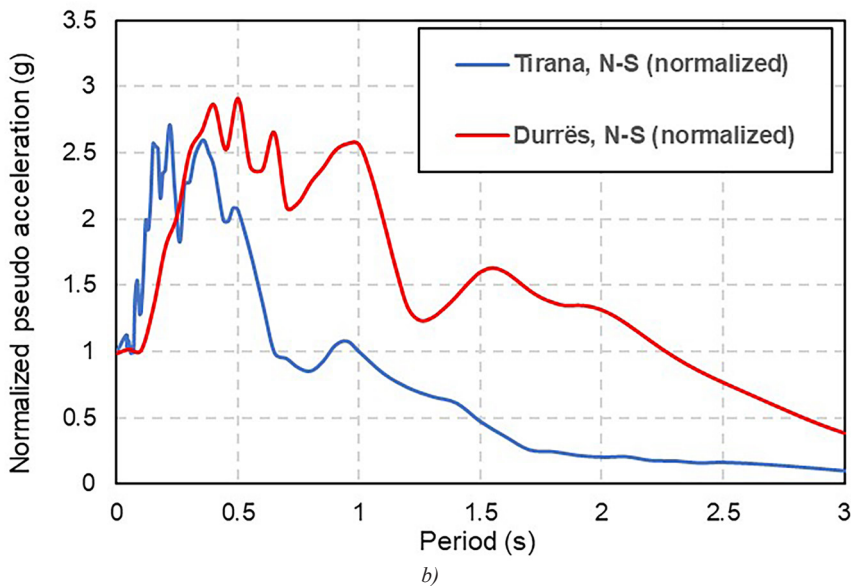


Figura 2. Spektri i reagimit së nxitimit të truallit për tërmetin e 26 nëntorit 2019: a) Stacioni DURR në Durrës (15.6 km larg nga epiqendra) dhe b) spektrat që korrespondojnë me drejtimin Veri-Jug për Tiranën dhe Durrësin (IGWE 2020; Marinković 2020).

1.3 Vlerësimet e dëmeve

Vlerësimet e dëmeve pas tërmetit rezultuan në 11,490 njësi banimi të dëmtuara rëndë ose u shembën, ndërsa 83,745 njësi të tjera pësuan dëme të konsiderueshme; kjo përbën rreth 18% të të gjitha njësisve të banimit në 11 rrethet e prekura të Shqipërisë (UNDP 2020). Shumica e ndërtesave të larta me sistem konstruktiv skelet beton arme me mbushje murature nuk pësuan dëmtime strukturore, por muret ndarëse të jashtme dhe të brendshme u dëmtuan shumë në shumicën e rasteve. Disa ndërtesa të tjera me skelet beton arme u shembën, kryesisht për shkak të konfigurimit të parregullt (p.sh. efekti i katit të butë) dhe rritjes së forces sizmike për shkak të kushteve të tokës së dobët. Ndërtesat me muraturë të papërfortuar të ulëta dhe mesatare (URM- unreinforced masonry structures) pësuan dëmtime të ulëta deri në mesatare, me përjashtim të disa ndërtesave URM me soleta beton arme me panele me bira parafabrikat të paranderura të cilat u shembën gjatë tërmetit.

1.4 Sistemet strukturore të parafabrikuara

Sistemet strukturore të parafabrikuara si gjithë ndërtimet në shumë qytete gjithashtu u ekspozuan ndaj tërmetit. Strukturat e parafabrikuara beton arme përbëhen nga elementë të ndryshëm strukturorë të cilët prodhohen në mënyrë të industrializuar jashtë kantierit të ndërtimit. Elementet e parafabrikuara të vendosura në strukturë janë të lidhura me njeri tjetrin me shufra për monolitizim, saldim ose të lidhura mekanikisht me shufra shtesë në nyje. Një nga avantazhet kryesore të kësaj teknologjie është shpejtësia e ndërtimit, e cila mundëson një ndërtim banesash në shkallë të gjerë brenda një afati të shkurtër kohor. Avantazhi tjetër është kosto-efektive në krahasim me konstruksionin monolit prej betoni të armuar. Zhvillimi i teknologjive të ndërtimit me elementë parafabrikat beton arme dhe aplikimeve në ndërtesa banimi filloi pas Luftës së Dytë Botërore në Europë, për shkak të një kërkesë të konsiderueshme për banesa në shkallë të gjerë për popullsinë urbane në rritje të shpejtë. Kjo praktikë ndërtimi ishte veçanërisht e popullarizuar në vendet me qeveri socialiste/komuniste në të cilat projektimi dhe ndërtimi i banesave kryheshin vetëm përmes

sektorit publik, për shembull Bashkimi Sovjetik dhe Kina, dhe gjithashtu u përdor gjerësisht për ndërtimin e banesave shumëfamiljare në zonat urbane të disa vendeve evropiane, duke përfshirë Shqipërinë, ish-Jugosllavinë (Velkov, Ivkovich dhe Perishich 1984; Velkov 1981), Rumaninë (NBS 1977; Bostenaru Dan dhe Sandu 2004) dhe Bullgarinë (Andonov 2019).

Sistemet strukturore të parafabrikuara mund të klasifikohen në:

1. sisteme me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE)
2. sisteme ramë tip tra-kolonë
3. sisteme soletë-kolona me mure beton arme në prerje
4. sisteme duale ramë-mure

Një nga sistemet e parafabrikuara më të përdorura është sistemi i mureve me pllaka beton arme (të referuara si ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara në këtë punim LPE) i cili është i zakonshëm në zonat urbane të Shqipërisë dhe vendeve fqinje. Sistemi me pllaka beton arme të parafabrikuara përbëhet nga panele beton arme të murit dhe soletës të cilat janë të lidhura në pika të caktuara dhe formojnë një strukturë të ngjashme me kutinë. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në vende të ndryshme janë ekspozuar ndaj disa tërmeteve të dëmshme, duke përfshirë Gazli të vitit 1976, Uzbekistan (Bashkimi Sovjetik); 1977 Vrancea, Rumani; dhe tërmeti i vitit 1988 në Spitak, Armeni. Performanca e këtyre ndërtesave ishte e mirë, pa dëmtime apo shembje të konsiderueshme. Megjithatë, mungojnë burimet teknike që dokumentojnë projektimin sizmik për këtë teknologji ndërtimi. Kjo monografi përshkruan tiparet kryesore strukturore dhe sizmike të ndërtesave me pllaka beton arme të parapërgatitura në Shqipëri dhe paraqet vëzhgimet nga sondazhi pas tërmetit në dy lokalitete të ndryshme: Tiranë dhe Durrës. Vëzhgimi i mënyrës së dëmtimit dhe mekanizmave të shkatërrimit janë dhënë të ilustruara nëpërmjet shembujve. Është paraqitur gjithashtu një klasifikim i ri i dëmeve pas tërmetit për ndërtesat pllaka beton arme të parapërgatitura. Tema është e rëndësishme për komunitetin e inxhinierisë së tërmeteve për shkak të stokut të konsiderueshëm të ndërtesave ekzistuese me pllaka beton arme të parapërgatitura në disa vende evropiane, por ka një evidencim të kufizuar në lidhje me performancën e këtyre ndërtesave në tërmetet e kaluara dhe klasifikimet e përshtatshme të dëmeve pas tërmetit.



KAPITULLI II

NDËRTESET ME PLLAKA BETON ARME TË PARAFABRIKUARA NË SHQIPËRI

2.1 Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara

Shqipëria nisi përdorimin e teknologjisë së betonit të parafabrikuar në vitin 1972, për arsye të një kërkesë të madhe për ndërtimin e banesave urbane në shkallë të gjerë, për këtë arsye u ngrit një fabrikë me teknologji kineze pranë uzinës ekzistuese “Josif Pashko” në Tiranë. Impianti i ri kishte një kapacitet prej 2000 apartamentesh në vit. Sipas Censurit të Shqipërisë 2011, ndërtesat e parafabrikuara (me sistem me pllaka beton arme të parafabrikuara) përbënin rreth 5% të stokut të përgjithshëm të ndërtesave në vend (Novikova 2015). Këto janë zakonisht ndërtesa jo shumë të larta, zakonisht 4-6 kate, dhe përdoren si ndërtesa (apartamente) banimi. Ndërtesa të këtij lloji mund të gjenden në qytete të mëdha si Tirana dhe Durrësi. Figura 3 a) tregon një ndërtesë tipike 5-katëshe me pllaka beton arme të parafabrikuara në Durrës, ndërsa Figura 3 b) tregon një ndërtesë të rinovuar me pllaka beton arme të parafabrikuara në Vorë (afër Tiranës). Duhet theksuar se praktika e ndërtimit të ndërtesave parafabrikate u ndërpre në Shqipëri pas përfundimit të regjimit komunist në vitin 1991. Më pas, praktika mbizotëruese e ndërtimit për ndërtesat e mesme dhe të larta përbëhet nga sisteme konstruktive tip ramë dhe soletë beton arme të cilat derdhen në vend, ndërsa muratura ka rolin thjesht ndarës midis hapësirave të jashtme dhe të brendshme. Figura 3 a) tregon një ndërtesë moderne tra kolonë 8-katëshe beton arme (në pjesën e pasme) ngjitur me një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuara 5-katëshe (treguar në pjesën e përparme). Shumica e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara janë më shumë se 40 vjet të vjetra dhe në shumë raste, ato ishin në gjendje të rrënuar para tërmetit për shkak të mirëmbajtjes joadekuate dhe të mosrinovimeve të ndërtesave.



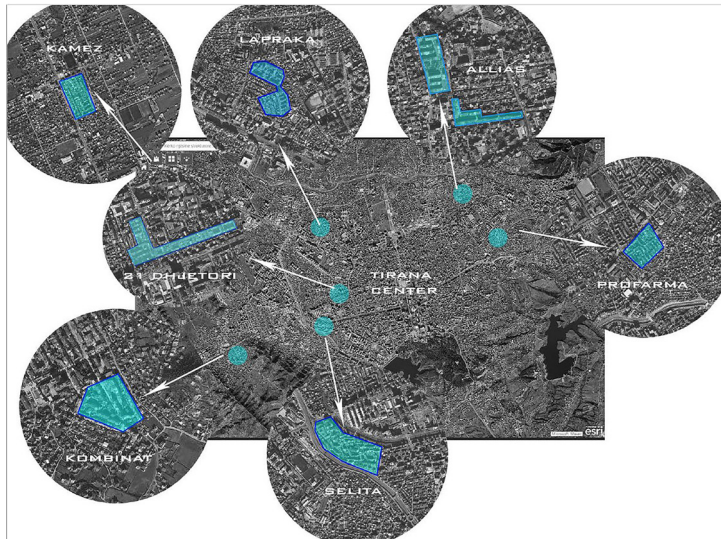
a)



b)

Figura 3. Ndërtesat tipike me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri: a) Ndërtesë tipike me pllaka beton arme të parafabrikuara 5-katëshe dhe një godinë moderne beton arme 8-katëshe ngjitur, Durrës dhe b) një godinë me pllaka beton arme të parafabrikuara e mirëmbajtur dhe e rinovuar, Vorë (foto: M. Baballëku).

Figura 4 a) tregon 7 vendndodhje në Tiranë ku janë ndërtuar ndërtesa parafabrikate, me afërsisht 7,000 njësi banimi (apartamente) dhe rreth 28,000 banorë. Figura 4 b) tregon 4 lokacione në Durrës ku u ndërtuan godina parafabrikate beton arme. Vlerësohet se në Durrës janë afërsisht 2500 apartamente dhe 10000 banorë që jetojnë në pallatet me pllaka beton arme të parafabrikuara. Ky punim diskuton performancën sizmike të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit në pjesën jugperëndimore të Tiranës (treguar në Figurën 4 a) dhe në një vendndodhje të përzgjedhur në Durrës (etiketuar në Figurën 4 b). Theksojmë se detajet në lidhje me ndërtesat e anketuara në këto 8 vendndodhje (7 në Tiranë dhe një në Durrës) janë paraqitur në Tabelën 3.



a)



b)

Figura 4. Vendndodhjet e zonave me ndërtesa të parafabrikuara me pllaka beton arme në qytetet shqiptare: a) Tiranë dhe b) Durrës.

Planifikimi arkitektonik për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara është kryer në mënyrë të standardizuar. Këto ndërtesa zakonisht kanë një plan urbanistik kompleks i cili përbëhet nga disa blloqe, siç tregohet në figurën 5 a). Blloqet e ndërtimit janë njësitë më të vogla në ndërtesë dhe janë të ndara nga një fugë sizmike. Zakonisht ka 10 deri në 20 blloqe në një vend të caktuar. Çdo bllok ka afërsisht 10 deri në 15 apartamente dhe strehon 60 banorë. Mund të shihet se disa blloqe ndërtimi kanë plane të rregullta (p.sh. në formë drejtkëndëshe), ndërsa të tjerët janë të parregullt. Figura 5 b) tregon planimetrinë e një blloku tipik ndërtimi. Dimensionet tipike të planit janë: 14.4 m gjatësi dhe 9.8 m gjerësi. Vizatimet origjinale arkitekturore dhe strukturore për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara u aksesuan përmes Arkivit Qëndror Teknik të Ndërtimit (AQTN) në Tiranë.

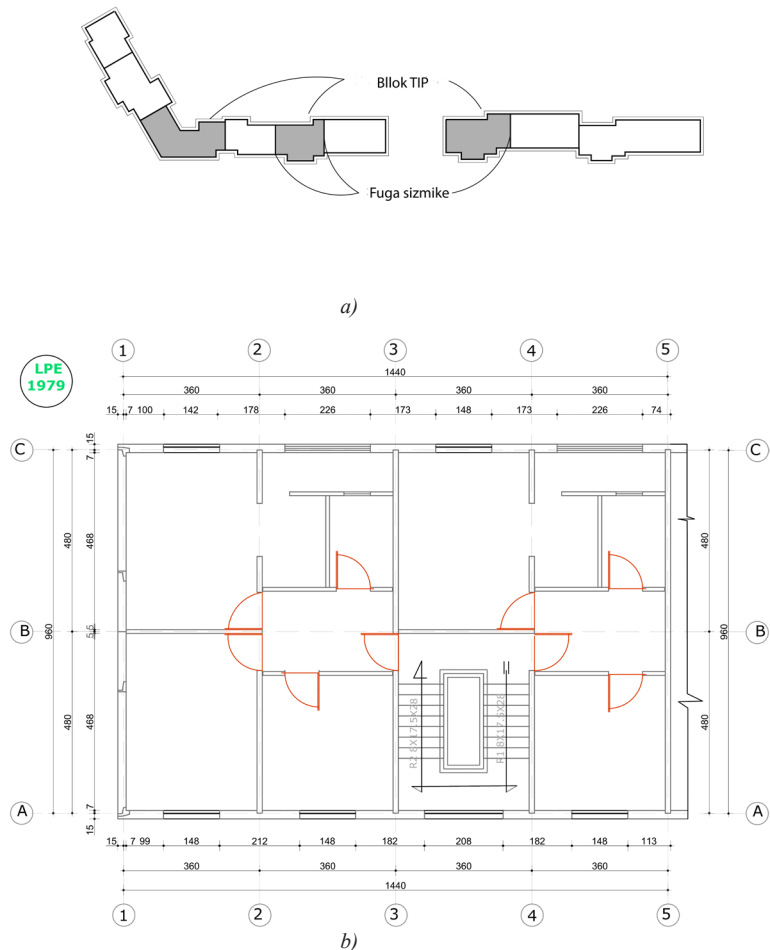


Figura 5. Planet arkitekturore për ndërtesa tipike shqiptare me pllaka beton arme të parafabrika: a) shembuj të plan organizimit të ndërtesave dhe b) Planimetria e një blloku tipik ndërtimi (Tipi-1) (burimi: AQTN).

2.2 Konfigurimet strukturore për ndërtesat me pllaka b/a të parafabrika

Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrika mund të projektohen duke përdorur një nga konfigurimet strukturore të mëposhtme: sistem me mur tërthore, sistem me mure gjatësore ose sisteme me mure në dy drejtime (Figura 6). Dallimet midis këtyre sistemeve janë të evidentueshme. Konfigurimi me dy drejtime është ideal nga këndvështrimi i performancës sizmike, ndërsa konfigurimet me mure tërthore dhe me mure gjatësore janë të prekshme ndaj veprimeve sizmike përgjatë njërit prej drejtimeve me element më të dobët.

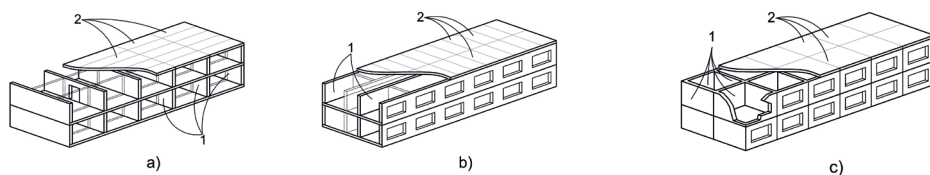


Figura 6. Konfigurimet strukturore bazë për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrika: a) sistemi me mure tërthore; b) sistemi me mur të gjatësore dhe c) sistemi me dy drejtime (shënim: 1- panel muri dhe panel me 2 dyscheme) (bazuar në FIB, 2008).

2.3 Sistemet strukturore parafabrikate të aplikuara në vendin tonë

Të gjitha ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri janë projektuar duke përdorur sistemin me mure tërthore (Figura 6 a). Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara përbëhen nga elementë të ndryshëm të parafabrikuar si panele muri, panele ndërkati, si dhe elementë të tjerë si shkallët dhe soletat, ndërsa themelet janë realizuar në mënyrë monolite (në vend). Panelet e murit të parafabrikuar janë prodhuar zakonisht me lartësinë e katit, me një lartësi tipike prej 288 cm dhe gjatësi prej 356 cm (theksojmë se gjatësia e panelit varet nga vendndodhja e tij brenda një ndërtese). Ka një shumëllojshmëri të konfigurimeve të paneleve - disa panele janë të plota ndërsa të tjerët kanë hapje (dyer/dritare). Panelet e jashtme të murit mbajtës (PJ) janë 22 cm të gjëra ndërsa panelet e brendshme mbajtëse (PM) janë 14 cm të gjëra. Panelet e brendshme ndarëse (PN) janë ose 10 ose 14 cm të gjëra. Skema e montimit të elementëve parafabrikat beton arme është ilustruar në figurën 7 a). Çdo numër tregon rradhën e ngritjes së panelit të murit në një nivel dyshemeje. Për shembull, paneli kryq i murit 1 montohet i pari, i ndjekur nga paneli 2 në drejtimin gjatësor dhe më pas montohet një panel tjetër kryq i murit 3. Rradha vazhdon me panelet e murit 4, 5, 6, etj. Vëmë re se numri 7 tregon muret e brendshme ndarëse që janë montuar të fundit. Një sistem me mure tërthore përbëhet nga njësi kuti të parafabrikuara të madhësisë së dhomës, të cilat vendosen njëra mbi tjetrën në lartësinë e ndërtesës. Për shembull, panelet e murit 1, 2 dhe 3 (dhe paneli përkatës i dyshemesë) përbëjnë një kuti të parafabrikuar të madhësisë së dhomës.

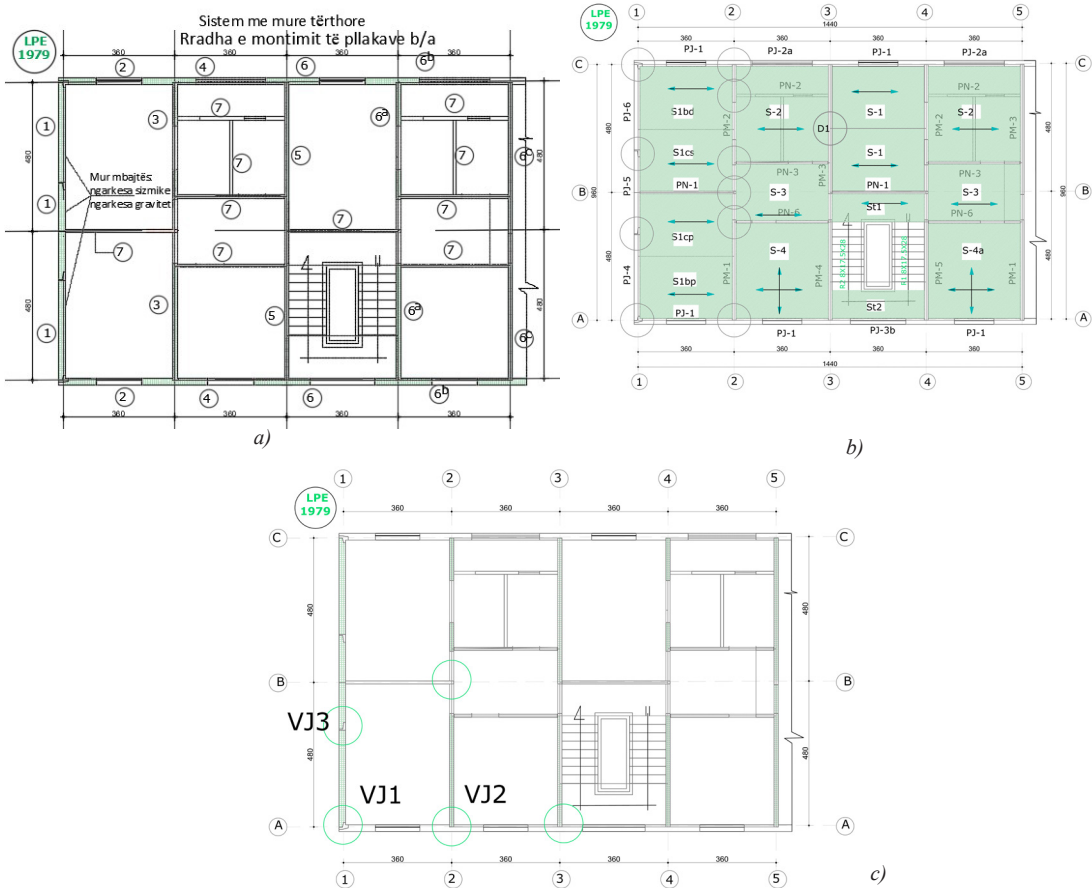


Figura 7. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri: a) një planimetri që tregon skemën e montimit të paneleve të murit; b) plan strukturash të katit tip, dhe c) planimetria tip që tregon vendndodhjet e nyjeve vertikale VJ1, VJ2 dhe VJ3.

Pllakat horizontale të soletës dhe çatisë zakonisht përbëhen nga elementë të madhësisë së dhomës, të cilët janë të ndërlidhur në drejtim horizontal. Këto pllaka janë zakonisht 22 cm të larta dhe punojnë në një drejtim ose në dy drejtime, në varësi të planit arkitektonik. Madhësitë e akseve janë zakonisht 360 cm gjatësi dhe 240 cm gjerësi janë përdorur pllaka që punojnë në një drejtim dhe akse në secilin drejtim 360 cm janë përdorur pllaka që punojnë në dy drejtime. Një shembull i paraqitjes së soletave dhe drejtimit të punës së tyre është paraqitur në Figurën 7 b). Nga figura shihet se çdo panel solete është etiketuar, p.sh. panelet e etiketuara si S-1 të tregojnë soleta që punojnë në një drejtim dhe mbulojnë distanca aksiale të njëjta.

Pllakat e murit dhe çatisë janë ndërtuar duke përdorur betonin e markës M 200 kg/cm² i përgatitur me çakëll me madhësi 2 deri 2.5 cm me markë guri jo më pak se 600 kg/cm² (përafërsisht 20 N/mm² rezistencë në shtypje bazuar në prova të kubit 15x15x15 cm), theksojmë se me të njëjtën marke betoni janë zbatuar dhe mbushjet në vepër të kollonave dhe nyjeve të lidhjes së paneleve, ndërsa themelet janë ndërtuar duke përdorur buto-beton, me markë betoni M 100 kg/cm² (afërsisht 10 N/mm² rezistencë në shtypje) me 25 % agregat guri. Për monolitizimin e lidhjeve të pllakave është përdorur çeliku strukturor me rezistencë në rrjedhshmëri 2100kg/cm². Panelet e murit dhe të soletave janë përforcuar me një rrjetë çeliku me shufra horizontale me diametër 4 mm dhe shufra vertikale me diametër 5,5 mm në hapësirën 15 cm, duke lënë dy shtresa mbrojtëse. Rrjeta ishte prej çeliku me rezistencë në rrjedhshmëri ose 290 ose 350 N/mm².

Lidhjet ndërmjet pllakave beton arme të parapërgatitura në strukturat e parafabrikuara janë kritike për sigurinë e tyre strukturore dhe sizmike. Vini re se "lidhja" është një term i përgjithshëm i cili përshkruan zonën ku elementet janë të lidhur (p.sh. lidhja e murit me soletën), ndërsa termi "bashkim" tregon një zonë midis elementeve të lidhur ku ndodh transferimi i forcave. Në përgjithësi, nyjet janë pikat e transferimit për momentet e përkuljes, forcat normale dhe prerëse të shkaktuara nga ngarkesat vertikale të gravitetit dhe ngarkesat horizontale të erës/tërmetit. Lidhjet ndërmjet elementeve beton arme të parafabrikuara zakonisht klasifikohen si "të lagura" dhe "të thata" (UNIDO 1983; FIB 2008). Lidhjet e lagura realizohen duke përdorur beton të derdhur në vend për të arritur një vazhdimësi monolite. Kur kërkohet vazhdimësi strukturore përmes bashkimit, shufrat përforcuese të elementëve strukturorë bashkohen nëpërmjet kthimit, lidhjes ose saldimit përpara se të hidhet betoni në vend. Lidhjet e thata realizohen duke salduar pllaka ose shufra çeliku, të cilat shërbejnë për të transferuar kështu veprimet midis elementeve në pika të veçanta kontakti. Në ndërtesat shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara shumica e fugave janë realizuar me saldim në terren, pra me saldim të shufrave të çelikut në kantier duke përdorur elektroda të tipit TL VIIIIS dhe kb IX/xs (sipas standardeve shqiptare). Në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara ka nyje vertikale (VJ) midis paneleve të murit të parafabrikuar (të brendshëm dhe të jashtëm), nyje horizontale (HJ) midis pllakave të soletave dhe paneleve të mureve të parafabrikuar (të brendshëm dhe të jashtëm). Vini re se nyjet vertikale dhe horizontale në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara janë të vendosura në pika diskrete. Figura 7 c) tregon vendndodhjet e nyjeve tipike vertikale në një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuara (VJ1, VJ2 dhe VJ3). Lidhjet vertikale lidhin skajet vertikale të paneleve të murit fqinj dhe kryesisht i rezistojnë efekteve të forcave vertikale të prerjes për shkak të ngarkesës sizmike. Vini re se në skajet vertikale të paneleve është përdorur beton Marka 200 kg/cm² për të rritur rezistencën në prerje të lidhjeve. Panelet e murit të jashtëm në qoshet e ndërtesës kanë lidhje të tipit L (lloji i bashkimit VJ1), shih Figurën 8. Dy shufra vertikale janë vendosur brenda një xhepi që zgjat vazhdimisht deri në lartësinë e panelit. Këto shufra lidhen me anë të shufrave Ø6 mm me gjatësi L=10 cm të salduara në një distancë prej 30 cm. Ekzistojnë dy vende bashkimi të nyjeve për panelet e murit: në bazë dhe në krye të panelit. Lidhja në bazë arrihet duke mbështjellë shufrat përforcuese horizontale dhe duke vendosur beton të derdhur në vend (shih Figurën 8 a), ndërsa bashkimi në pjesën e sipërme arrihet nga pllaka horizontale 40x5x160 mm e salduar në pllakat metalike të inkastruara në pjesën e sipërme të paneleve (Figura 8 b). Figura 9 a) tregon një lidhje T midis një muri të jashtëm dhe pllakës të brendshme, e cila arrihet duke lidhur dhe salduar shufrat horizontale dhe vertikale dhe duke vendosur beton të derdhur në vend. Figura 9 b) tregon një lidhje të paneleve të murit të jashtëm (bashkim VJ3).

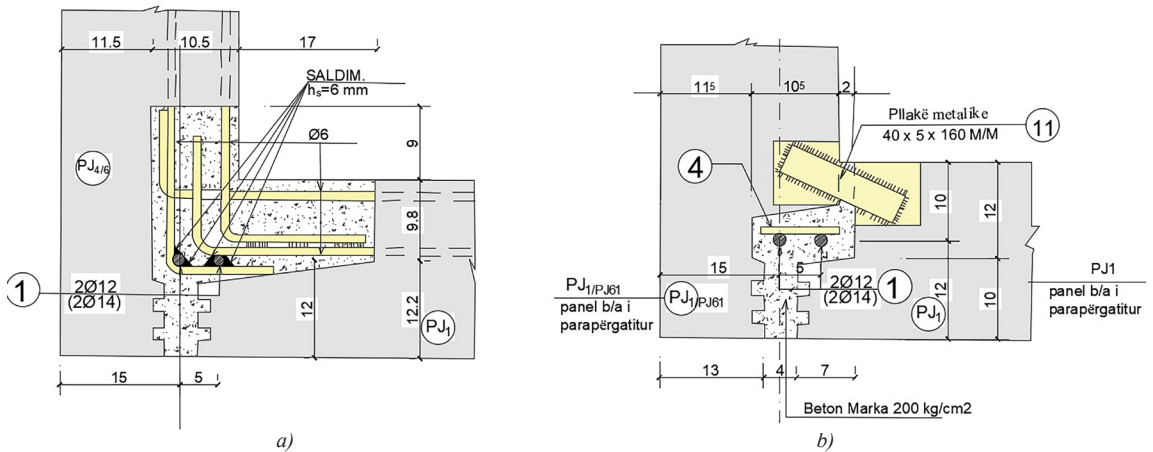


Figura 8. Lidhja L e panelit të murit (bashkim VJ1): a) bashkim në fund të panelit dhe b) bashkim në pjesën e sipërme të panelit.

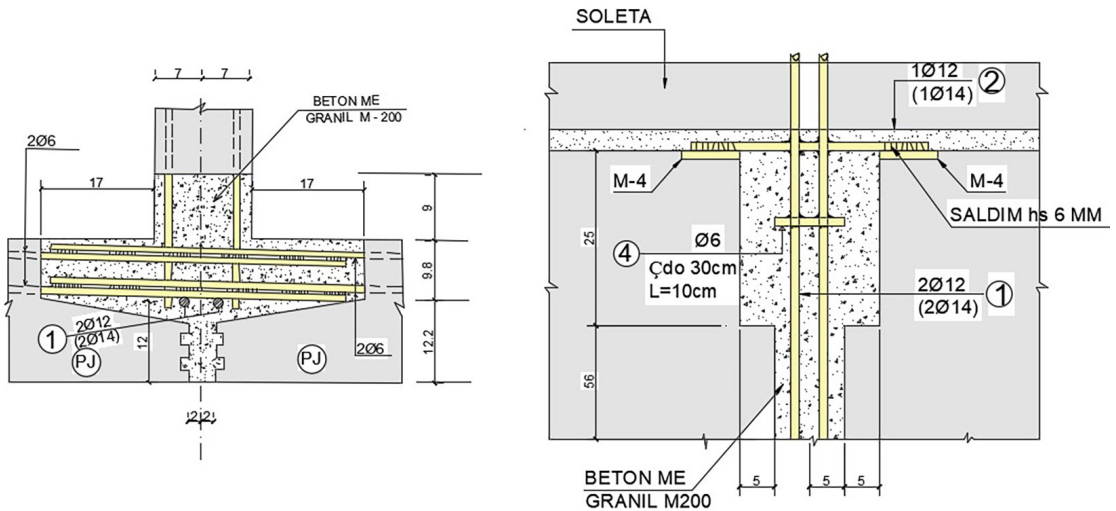


Figura 9. Lidhjet e paneleve të murit: a) një vertikale T VJ2 dhe b) një vertikale VJ3 midis paneleve të murit të jashtëm.

Lidhjet horizontale lidhin skajet horizontale të pllakave të murit dhe soletës ngjitur dhe kryesisht i rezistojnë forcave normale vertikale për shkak të ngarkesave të gravitetit, të cilat transmetohen nga muret dhe soletat, forcat prerëse horizontale për shkak të ngarkesave sizmike dhe momentet e përkuljes në dy drejtime për shkak të ngarkesës sizmike që vepron në elementët strukturorë. Figura 10 a) tregon një panel beton arme që është përdorur për soletat, ku është vendosur pllakë çeliku e cila përdoret për të forcuar lidhjen me panelin ngjitur. Nga figura mund të shihet se pllaka çeliku ndodhet në skajin e panelit në mesin e gjatësisë së saj. Një detaj i bashkimit është paraqitur në figurën 10 b) mund të shihet se shufrat përforcuese të dala në formë L janë ngjitur në pllakën e çelikut. Lidhja soletë-mur është paraqitur në figurën 11. Vini re se shufrat përforcuese vertikale nga paneli i murit janë bashkuar në përforsimin e pllakës horizontale (shufrat në formë U) në dy vende (sipër dhe në fund të pllakës).

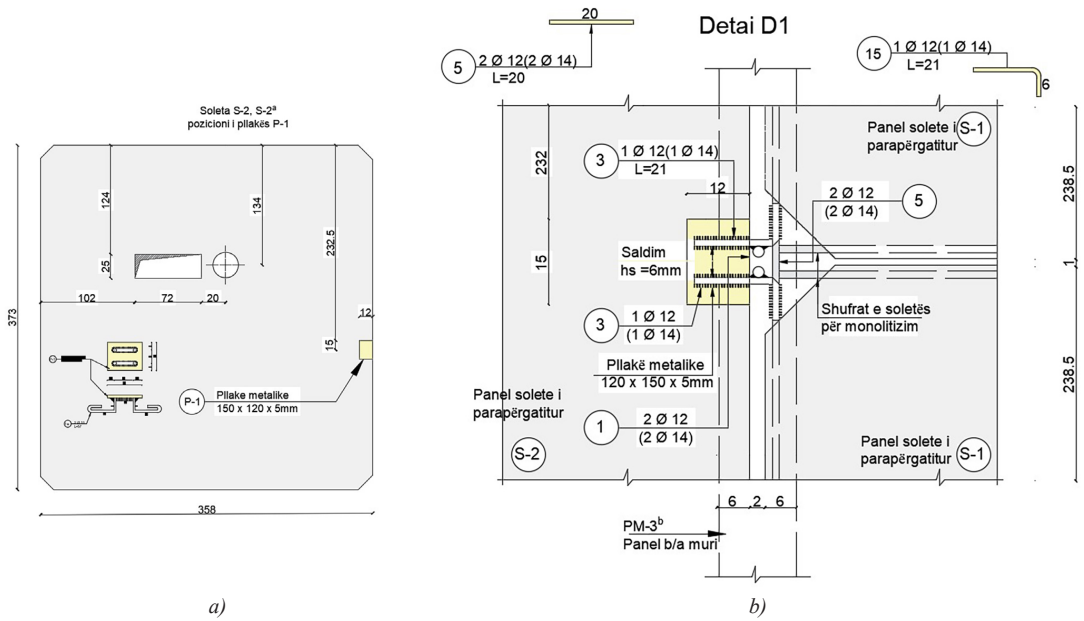


Figura 10. Lidhjet e pllakave të soletave: a) plani i një pllake që tregon vendndodhjen e lidhjes (P-1) dhe b) detajin e një bashkimi midis paneleve të pllakave ngjitur (seksioni horizontal).

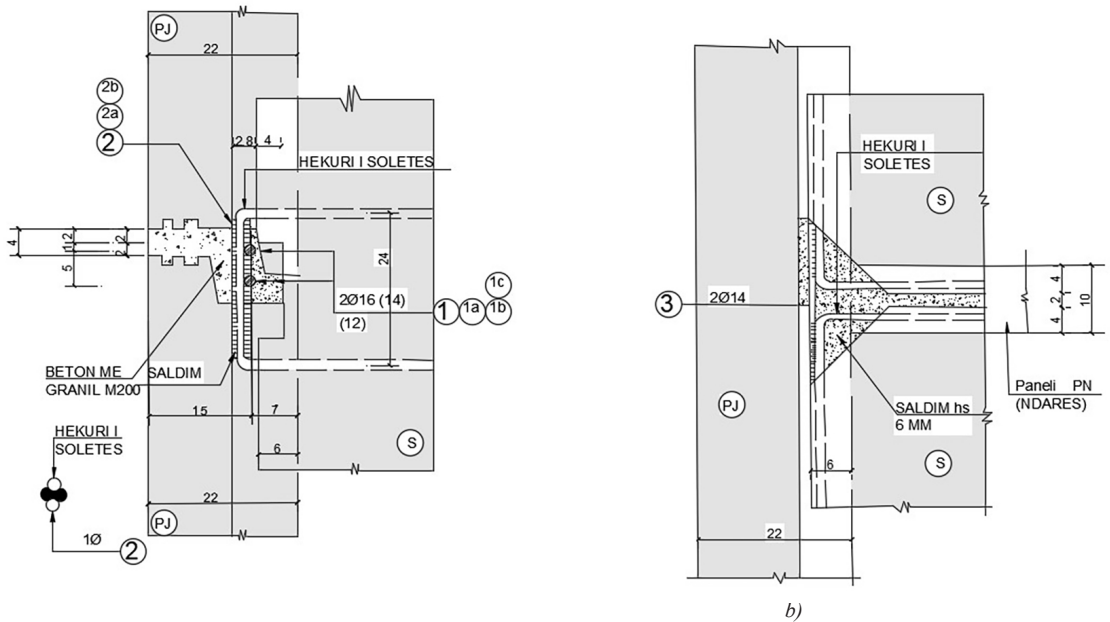


Figura 11. Lidhja çysheme-mur: a) lidhja midis pllakës së soletës dhe dy paneleve të murit ngjitur (seksioni horizontal) dhe b) lidhja soletë-mur (seksioni horizontal).



KAPITULLI III

SJELLJA SIZMIKE DHE MEKANIZMAT E SHKATËRRIMIT PËR NDËRTESAT ME PLLAKA BETON ARME TË PARAFABRIKUARA

3.1

Mekanizmat e shkatërrimit për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara

Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara janë struktura tip kuti, në të cilat pllakat (elementët strukturorë) vertikale dhe horizontale i rezistojnë gravitetit dhe ngarkesave horizontale (era/tërmet). Sistemi anësor i rezistencës ndaj forcës (era/tërmet) në një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuara përbëhet nga elementë vertikalë (mure), elementë horizontalë (diafragma) dhe lidhjet e tyre. Kur këto ndërtesa u nënshtrohen ngarkesave sizmike, pllakat vertikale të murit veprojnë si mure prerëse dhe pllakat e soletave veprojnë si diafragma. Këto diafragma duhet të kenë rezistencë dhe ngurtësi të mjaftueshme për të lejuar rrotullimin dhe deformimin e të gjithë dyshemesë, prandaj lidhjet ndërmjet pllakave duhet të jenë rezistente dhe të forta. Theksojmë se kodet moderne të projektimit sizmik për strukturat e parafabrikuara beton arme përshkruajnë sjelljen duktile të këtyre strukturave kur i nënshtrohen lëkundjeve të tërmetit, p.sh. Kodi i Zelandës së Re NZS 3101, kodi amerikan ACI 318 dhe Eurokodi 8. Në veçanti, pritet që diaframat të mbeten elastike kur i nënshtrohen forcave përfundimtare që korrespondojnë me kapacitetin e mureve prerëse. Diaframat transferojnë forcat anësore në pllakat e murit përmes lidhjeve në ndërfaqen midis diafragmave dhe pllakave të murit. Figura 12 ilustron forcat e brendshme në një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuara që i nënshtrohet ngarkimit sizmik, duke përfshirë forcat prerëse (V), tërheqëse (T) dhe shtypëse (C). Nga figura mund të shihet se diafragma duhet t'i rezistojë forcave prerëse (1) për shkak të ngarkesës anësore në plan, si dhe forcave në tërheqje dhe shtypje (2) përgjatë perimetrit (forcat në vijë të drejtë) për shkak të momenteve të përkuljes brenda planit. Këto forca duhet të përballohen nga pllakat e soletave dhe lidhjet e tyre.

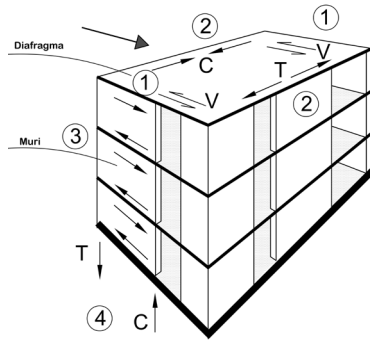


Figura 12. Forcat e brendshme në një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuara që i nënshtrohet ngarkimit sizmik.

Muret prerëse, janë elementët strukturorë kryesorë vertikale rezistues ndaj forcave prerëse sizmike në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara, të cilat duhet t'i rezistojnë forcave prerëse sizmike të cilat transferohen nga diafragmat në çdo nivel kati dhe t'i transmetojnë këto forca dhe momente përkuljeje në themelet. Në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara, muret prerëse përbëhen nga panele muri të cilat lidhen me anë të nyjeve horizontale (HJ) në çdo nivel kati dhe nyjeve vertikale (VJ) deri në lartësinë e ndërtesës. Mekanizmat e prishjes sizmike për muret prerëse në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara ndikohen ndjeshëm nga lloji dhe integriteti i lidhjeve të pllakave. Figura 13 tregon një mur që punon në prerje i parafabrikuar beton arme që i nënshtrohet ngarkimit sizmik. Një mur prerës beton arme i parafabrikuar pritet të funksionojë në të njëjtën mënyrë si një mur beton arme (mur në prerje) (i derdhur në vend) me kërkesë të ulët sizmike, apo edhe në një nivel të lartë të kërkesës sizmike, me kusht që nyjet horizontale dhe vertikale të paneleve të murit të jenë mjaftueshëm të forta (Figura 13 a). Dëmtimi tipik i tërmetit është në formën e plasaritjeve përkulëse dhe prerëse brenda murit prerës. Në muret prerëse të parafabrikuara beton arme me nyje bashkuese të dobëta vertikale, mund të ndodhë një rrëshqitje vertikale përgjatë paneleve të murit në nyjet vertikale (VJ) që i nënshtrohen lëkundjeve të shkaktuara nga momentet e përmbysjes sizmike (Figura 13 b). Përndryshe, një rrëshqitje në prerje mund të ndodhë për shkak të forcave të larta të prerjes sizmike kur nyjet horizontale midis paneleve janë të dobëta (Figura 13 c). Fillimisht, pritet që rrëshqitja horizontale të ndodhë në katet e sipërme, sepse një mekanizëm rrëshqitës bazohet në ligjin e Kulombit dhe inicohet në katet e sipërme për shkak të kërkesës më të ulët të sforcimit boshtor. Shkatërrimi pritet të përqendrohet brenda nyjeve (HJ) të paneleve kur nyjet janë më të dobëta se panelet, gjë që besohet të jetë rasti me ndërtesat shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara. Së fundi, shkatërrimi nga një kombinim i rrëshqitjes vertikale dhe horizontale mund të bëhet në muret me nyje të dobëta horizontale (HJ) dhe vertikale (VJ). Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta pritet të pësojnë një ulje të ngurtësisë dhe një rritje korresponduese në periodën themelore të vibrimit për shkak të aktivitetit sizmik. Është gjithashtu e rëndësishme të pranohet se plasaritja brenda paneleve të murit nuk pritet në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta, pasi këto panele sillen si trupa të ngurtë që shpërndajnë forcat sizmike përmes rrëshqitjes brenda zonës së lidhjes.

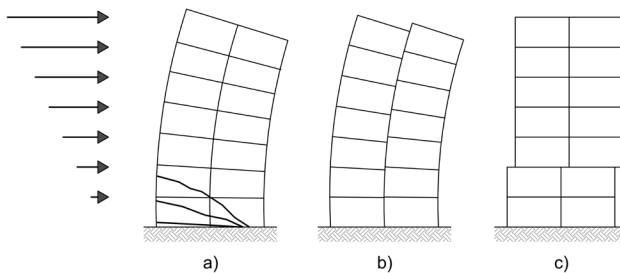


Figura 13. Mekanizmat e shkatërrimit nga veprimi sizmik për muret prerëse në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) sjellje monolite; b) nyjet e dobëta vertikale shkaktojnë rrëshqitje vertikale dhe c) nyjet e dobëta horizontale shkaktojnë rrëshqitje horizontale (bazuar në UNIDO 1983).

Si rezultat i rrëshqitjes në ndërfaqen ndërmjet paneleve me njëra-tjetrën, nyjet përkatëse i nënshtrohen forcave të brendshme, shih figurën 14. Për shembull, forcat prerëse V të shkaktuara nga rrëshqitja vertikale dhe horizontale duhet të përballohen nga nyjet vertikale (VJ3) dhe nyjet horizontale (HJ), shih Figurën 14 a). Momentet e përkuljes që zhvillohen në një mur prerës shkaktojnë tension dhe forca shtypëse në nyjet vertikale VJ1 (muret e jashtme) ose VJ2 (muret e brendshme), shih Figurën 14 b). Detajet e nyjeve vertikale dhe horizontale në ndërtesat shqiptare me sistem me pllaka beton arme të parafabrikuara janë paraqitur në figurat 8 deri në 11. Provat kërkimore në lidhje me mekanizmat e shkatërrimit të mureve që punojnë në prerje në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara janë të kufizuara (Clough, Malhas dhe Oliva, 1989). Një studim që përfshin një analizë jolineare të mureve që punojnë në prerje të cilët i nënshtrohen aktivitetit sizmik i kryer nga Becker, Llorente dhe Mueller (1980) tregoi se është e mundur të simulohet sjellja e lëkundjeve sizmike dhe rrëshqitjes në këto mure. Disa studime eksperimentale ekzaminuan mekanizmat e shkatërrimit të mureve beton arme parafabrikat dhe konfirmuan ndryshimin për transferimin të forcave prerëse midis mureve që punojnë në prerje monolite dhe të atyre parafabrikate. Oliva dhe Clough (1983) testuan tre modele 3-katëshe në shkallë një me tre të mureve parafabrikat beton arme në një tavolinë lëkundëse duke përdorur ngacmim sizmik të simuluar. Modelet iu nënshtroan lëvizjeve të stimuluar sizmike, të cilat u karakterizuan nga spostime vertikale të cepave të paneleve në pjesën e poshtme të murit. Shtangësia e modeleve u ul ndjeshëm (me rreth 50%) si rezultat i dëmtimit nga aplikimi i një nxitimi të lartë. Një program testimi shoqëruar në të njëjtin sistem të parafabrikuar (Rad-Balency) u krye nga Velkov, Ivkovich dhe Perishich (1984). Mueller (1988) testoi 5 modele me madhësi të plotë të montimeve të paneleve të murit të parafabrikuar 5-katëshe beton arme nën ngarkim ciklik të kundërt. Modeleve gjatë provës në prerje u korrespondoi koeficienti i fërkimit prej 0,55. U arrit në përfundimin se duktiliteti i modeleve u ndikua negativisht nga përqendrimi i deformimeve elastike dhe joelastike brenda zonës së lidhjes. Një program i rëndësishëm testimi në ndërtesat e parafabrikuara me pllaka beton arme të parafabrikuara u krye në ish-Bashkimin Sovjetik, siç raportohet nga Polyakov et al. (1969). Testimi i modeleve të shkallës 1/6 të montimeve të mureve 4-katëshe u krye në tavolinë tundëse (shaking table). Studiuesit theksuan rëndësinë e realizimit të nyjeve të paneleve për rezistencën sizmike të ndërtesave me sistem me pllaka beton arme të parafabrikuara.

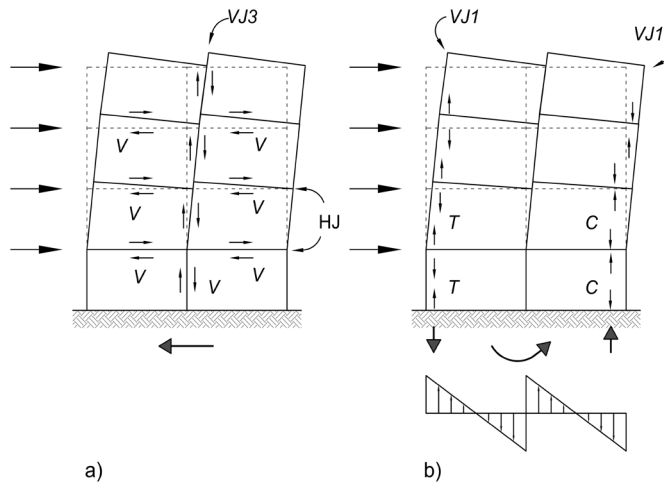


Figura 14. Muri prerës i parafabrikuar beton arme beton arme që i nënshtrohet ngarkimit sizmik në plan: a) forcat prerëse dhe b) forcat tërheqëse dhe shtypëse (bazuar në FIB 2008).

3.2 Efekti i sasisë dhe vendosjes së mureve në plan

Siç u diskutua më herët në monografi (shih Figurën 6a), ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri karakterizohen nga një konfigurim strukturor me mure tërthore. Figura 15 tregon planimetrinë e një ndërtese me pllaka beton arme të parafabrikuara shqiptare. Është e qartë se muret në drejtim tërthor janë më të gjata dhe se sipërfaqja e përgjithshme e murit është dukshëm më e madhe në krahasim me muret në drejtim gjatësor. Është e vërtetë që panelet e murit në drejtime gjatësore dhe tërthore janë të ndërlidhura dhe formojnë seksione në formë T; L ose I, siç tregohet në figurë. Fatkeqësisht, integriteti i këtyre seksioneve të përbëra ruhet vetëm në intensitete të ulëta të lëkundjeve të tërmeteve, ku sforcimet në mure janë ende brenda intervalit elastik linear. Sapo rrëshqitja përgjatë nyjeve vertikale ndërmjet paneleve të bëhet me intensitet më të lartë lëkundjeje, lidhjet vertikale midis paneleve fillojnë të shpërbëhen dhe secili panel i reziston forcave prerëse sizmike duke vepruar si një seksion muri në formë drejtkëndëshe. Bazuar në diskutimin e mësipërm, mund të pritet që ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me konfigurim me sistem strukturor me mure tërthore mund të jenë më të prekshme ndaj efekteve të lëkundjeve të tërmeteve në drejtimin gjatësor.

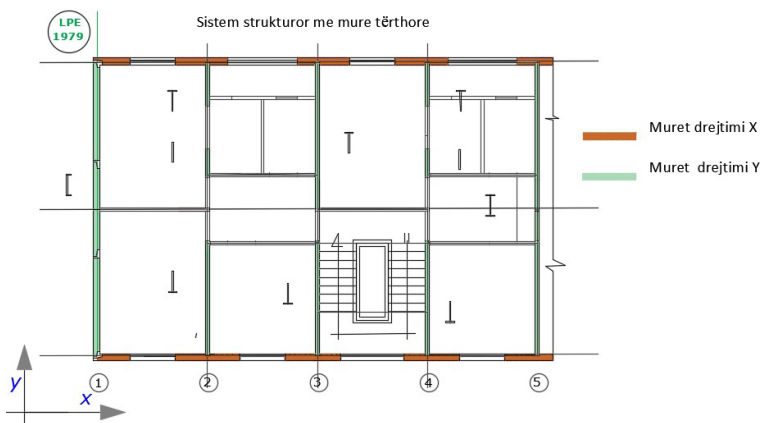


Figura 15. Planimetria e katit të një ndërtese tipike shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara me konfigurim strukturor me mure tërthore: mure prerëse të paraqitura në drejtime gjatësore (X) dhe tërthore (Y).

Autorët propozojnë përdorimin e Indeksit të Murit WI (Wall Index WI) si një tregues i cënueshmërisë sizmike për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara bazuar në sasinë dhe shpërndarjen e mureve. Indeksi i murit WI është raporti i AW (shuma e sipërfaqeve të seksioneve tërthore për të gjitha muret në drejtimin horizontal në shqyrtim) dhe sipërfaqes së planit të katit përdhe AP për një planimetri TIP. Parametri i WI është një nga parametrat kryesorë për projektimin sismik të ndërtesave me sistem strukturor muraturë mbajtëse. Vlera e kërkuar WI është përshkruar në Eurokodin 8 për projektimin sismik të ndërtesave të thjeshta me muraturë, dhe vlerat e përshkruara varen nga rreziku sismik i vendit të ndërtimit, lartësia e ndërtesës dhe lloji i muraturës (EN 1998-1:2005). Parametri WI është konsideruar gjithashtu si një tregues i sigurisë sizmike të ndërtesave beton arme me mure prerëse në Kodin e Kilit (Lagos et al. 2012). Studime të shumta ka patur në vende të tilla si Kili, pas tërmeteve të fokusuara në lidhjen e vlerës së WI dhe shkallën e dëmtimit të tërmetit të ndërtesave me sistem strukturor muraturë mbajtëse (Astroza et al. 2012; Moroni, Astroza dhe Acevedo 2004) dhe Kinë (Cai et al. 2018). Një studim mbi WI në strukturat beton arme me lartësi të ulët me mbushje murature të prekur nga tërmeti Gorkha, Nepal i vitit 2015 u krye nga Brzev në al. (2017). Nuk ka dëshmi të përpjekjeve të mëparshme për të aplikuar konceptin WI në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara.

Vlerat e WI janë përcaktuar për një ndërtesë tipike shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara me dimensione plani të paraqitura në Figurën 5 b). Shtrirja e murit të paraqitur në figurën 15 është përdorur për të përcaktuar vlerat WI për drejtimin gjatësor (X) (2.6%) dhe drejtimin tërthor (Y) (4.6%). Është e qartë se vlera WI është më e vogël me rreth 43 % në drejtimin gjatësor krahasuar me drejtimin tërthor. Nëse kjo do të ishte një ndërtesë murature me ngarkesë, Eurokodi 8 do të përshkruante vlerën minimale të WI prej

5% për çdo drejtim për një ndërtesë murature të përforcuar 5-katëshe në një kantier me nxitim projektimi a_{gs} më pak se 0.1g (EN 1998-1:2005). Pritet që vlera e kërkuar e WI të jetë më e vogël për një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuara për shkak të një qëndrueshmërie më të lartë në prerje të betonit në krahasim me muraturën. Megjithatë, nevojitet një studim i mëtejshëm për të vendosur vlerat e kërkuara të WI për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara.

3.3 Efekti i kushteve të tokës

Studimet kanë treguar se ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara janë më të rrezikuara ndaj efekteve sizmike në vendet me toka të buta (UNIDO 1983). Rezultatet e testeve të lëkundjeve të detyruara të kryera në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara treguan se tokat e buta shkaktojnë një rritje të periodës së tyre natyrore. Studimet kanë treguar gjithashtu një ndërveprim të rëndësishëm truall-strukturë në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara të ndërtuara në zona me toka të buta. Këto ndërtesa janë struktura të ngurta si kuti, prandaj zhvendosjet horizontale të shkaktuara nga presioni i themelit janë të rëndësishme, të të njëjtit rend si driftet horizontale në ndërkate për shkak të forcave sizmike (Kolleger dhe Bouwkamp 1980). Është shumë e rëndësishme të merret parasysh efekti i ndërveprimit truall-strukturë në analizën sizmike të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në vendet me toka të buta.

Në bazë të mikrozonimit sismik të Tiranës, zonës së Kombinatit ka një intensitet sismik më i lartë (VIII) për Tiranën sipas KTP-N.2-89. Disa zona të tjera të Tiranës kanë një intensitet VII ose VII ½. Kategoria e dherave në zonën e Kombinatit klasifikohet si tokë e butë, pra Tipi II sipas KTP-N.2-89, ose Tipi D sipas Eurokodit 8 (EN 1998-1:2005). Mendohet se kushtet e buta të tokës ishin një faktor themelor për dëmtimin e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE) në zonën e Kombinatit gjatë tërmetit të Nëntorit 2019.

Është pranuar se ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE) janë më të rrezikuara ndaj efekteve sizmike në vendet me toka të buta (UNIDO 1983). Rezultatet e testeve të lëkundjeve të detyruara të kryera në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara treguan se tokat e buta shkaktojnë një rritje të periodës së tyre natyrore. Studimet kanë treguar gjithashtu një ndërveprim të rëndësishëm truall-strukturë në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE) të ndërtuara në zona me toka të buta. Këto ndërtesa janë struktura të ngurta si kuti, prandaj zhvendosjet horizontale të shkaktuara nga presioni i themelit janë të rëndësishme, të të njëjtit rend si zhvendosjet horizontale në ndërkate për shkak të forcave sizmike (Kolleger dhe Bouwkamp 1980).

Autorët kanë kryer studime kërkimore të fokusuara në vlerësimin e efektit të kushteve lokale të tokës, veçanërisht të tokës së butë, në reagimin sismik të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Tiranë, Shqipëri dhe Beograd, Serbi. Autorët kanë përdorur një model të thjeshtuar analitik të paraqitur në Figurën 16 për të simuluar efektin e ngurtësisë dhe masës së strukturës të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara, si dhe efektet e tokës përmes ngurtësisë translative dhe rrotulluese dhe parametrave të amortizimit (Fukuwa dhe Tobita 2001). Vlerat e parametrave të tokës janë përcaktuar në bazë të shpejtësisë së valës së prerjes (Vs), modulit të prerjes (G) dhe raportit të Poisson-it (ν). Parametrat kryesorë të hyrjes janë paraqitur në ekuacionet (1) dhe (2):

$$k_H = \frac{8Gr}{2-\nu} \quad c_H = \rho V_s \pi r^2 \quad r = \sqrt{\frac{4bd}{\pi}} \quad (1)$$

$$k_R = \frac{8Gr^3}{3(1-\nu)} \quad c_R = \rho \frac{3.4V_s}{\pi(1-\nu)} \frac{\pi r^2}{4} \quad r = \sqrt{\frac{16bd^3}{3\pi}} \quad (2)$$

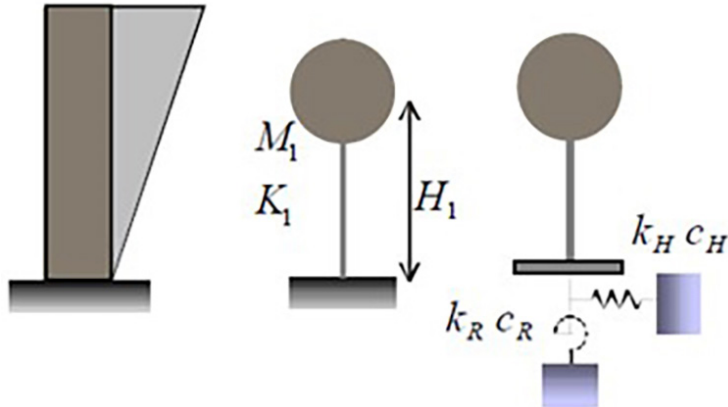


Figura 16. Modeli i thjeshtuar SSI (Fukuëa and Tobita 2001).

Rezultatet e studimeve gjeoteknike konstatuan në kushte të buta të tokës në të dy lokacionet e studimit. Profili tipik i tokës në vendndodhjen e Beogradit (në zonën e Beogradit të Ri) tregon një potencial lëngëzimi (Figura 17a). Studimet gjeoteknike të kryera në zonën e Kombinatit të Tiranës në kantieret e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara kanë dhënë informacionin e kërkuar të tokës për analizat sizmike të kryera në këtë studim (Figura 17b).

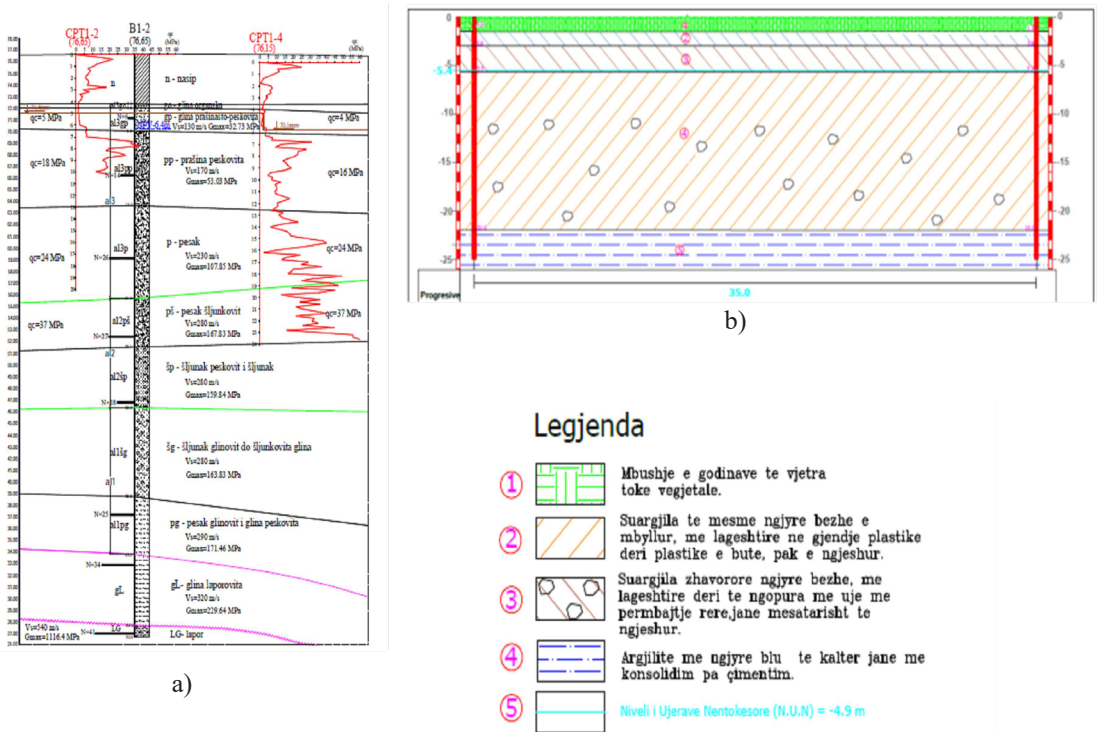


Figura 17. Profilet tipike të dheut në vendet e ndërtimit të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) Beogradi i Ri, Serbi (Radić dhe Radovanović 2012) dhe b) Zona e Kombinatit, Tiranë (Limani 2020)

Karakteristikat modale të një ndërtese me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE) në Tiranë, Shqipëri përcaktohen nga një model numerik 3-D i cili merr parasysh dimensionet dhe vetitë e materialeve të elementeve strukturorë kryesorë. Studimi i analizës numerike tregoi se strukturat me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE), për shkak të kushteve të ndryshme të tokës janë marrë, kanë ndryshime në periodën e lëkundjeve, raport i amortizimit dhe mënyrat e dridhjeve. Krahasimet e rezultateve për këto dy vendndodhje treguan se reagimi dinamik i këtyre strukturave është i ndjeshëm ndaj amplitudës së lëvizjes së tokës, edhe në lëkundje të vogla sizmike. Rezultatet paraprake (që do të përfshihen në punimin përfundimtar) tregojnë ndryshime të rëndësishme në forcat e brendshme sizmike, veçanërisht për ndërtesat me kate të ulëta dhe mesatare të vendosura në zona me kushte të buta dheu.

3.4 Llogaritja sizmike e bashkimeve vertikale të ndërtesave me panele të mëdha të parapërgatitura sipas kushtit teknik KTP-Nr.2-89

Të llogariten forcat prerëse vepruese sizmike në bashkimet vertikale të paneleve të boshteve 1-1 dhe 5-5 në katin më të sforcuar të një banese me panele të mëdha të parapërgatitura prej betoni të armuar, që do të ndërtohet në një zone me intensitet sizmik prej VIII ballësh në tokë të kategorisë së II-të. Banesa ka 5 kate dhe një lartësi të përgjithshme 15m. Përmasat e planimetrisë të katit janë dhe në figurë. Tarrat do të ketë rreth e rrotull një strehë (kornizë) 100mm. Sipërfaqja e përgjithshme e tarracës do të jetë $A_t = 29.8 * 10.6 = 316m^2$
 Siperfaqja e cdo kati do të jetë $A_k = 18.8 * 9.16 = 264m^2$

$$\eta = T * S / J * S$$

$$T'v = \tau * S = \frac{S}{J} * T_k$$

$$T_v = T'v * h = h * \frac{S}{J} * T_k$$

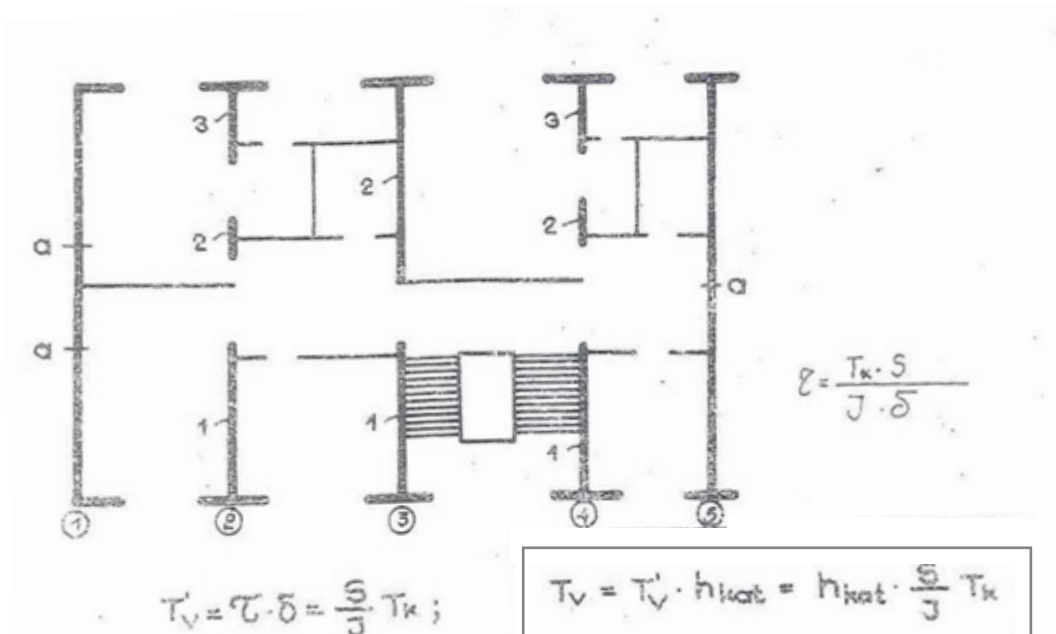


Figure 18. Planimetria e ndërtesës me panele të parapërgatitura prej betoni të armuar

1. Përcaktimi i ngarkesës

Soletat e tarracës dhe të ndërkatëve janë prej betoni të armuar me trashësi 100mm me ngarkesës të llogaritjes.

$$\text{-soleta: } 0.10 \cdot 24.0 \cdot 1.7 = 2.64 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{-penobeton: } 0.2 \cdot 5.0 \cdot 1.2 = 1.2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{-llustër çimentoje: } 0.02 \cdot 20.0 \cdot 1.2 = 0.48 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{-hidroizolim: } 0.015 \cdot 12.0 \cdot 1.2 = 0.22 \text{ kN/m}^2$$

$$G_t = 4.54 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{-ngarkesa e përkohshme: } 0.75 \cdot 1.4 = 1.05 \text{ kN/m}^2$$

Kur llogariten muret e katit të parë, koeficienti I zvogëlimit të ngarkesës të përkohshme sipas KTP-N6-87. (ngarkesat dhe veprimet mbi objektet ekonomike dhe shoqërore), në banesat me 5 kate ($n=5$), do të jetë:

$$\eta = 0,3 + \frac{0,6}{\sqrt{n}} = 0,3 + \frac{0,6}{\sqrt{5}} = 0.568$$

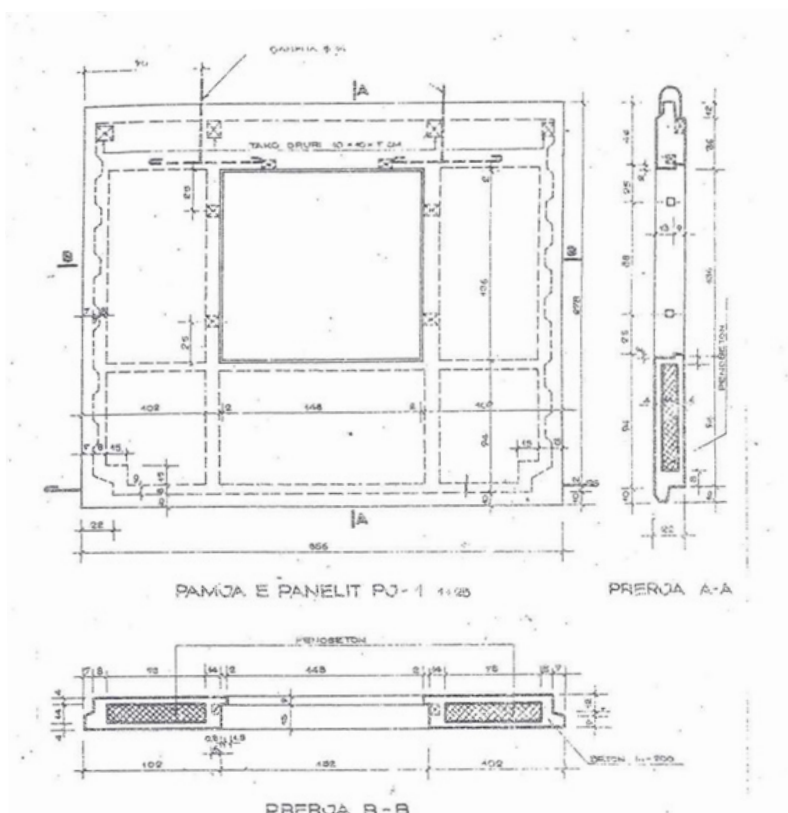


Figure 19. Paneli PJ-1

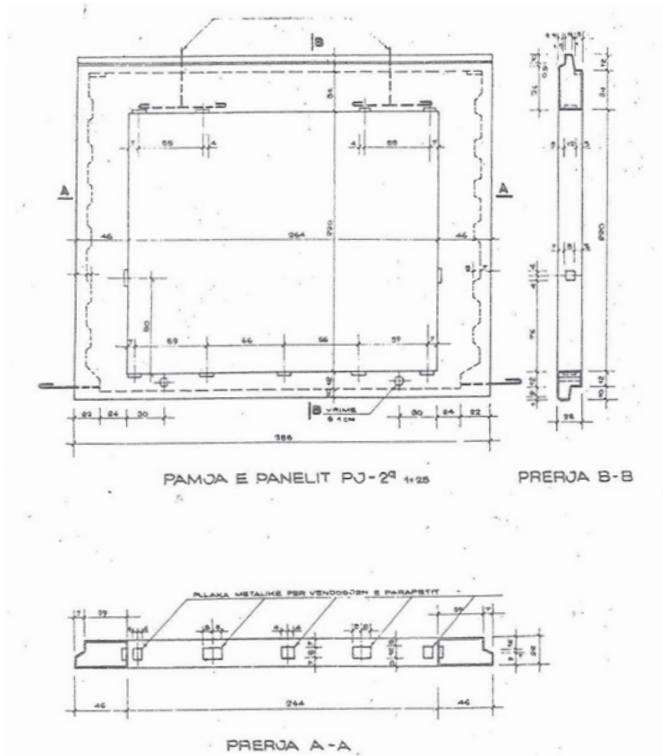


Figure 20. Paneli i jashtem PJ-2a

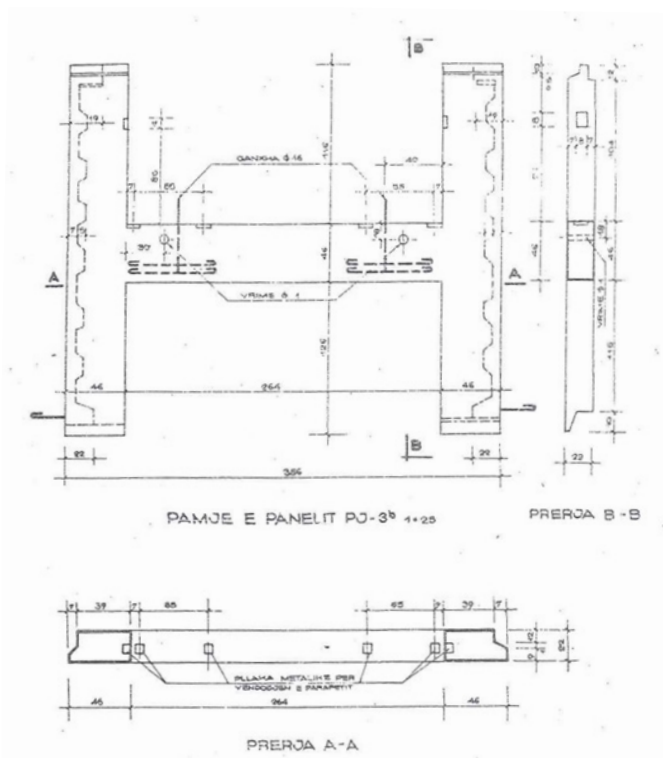


Figure 21. Paneli i jashtem PJ-3b

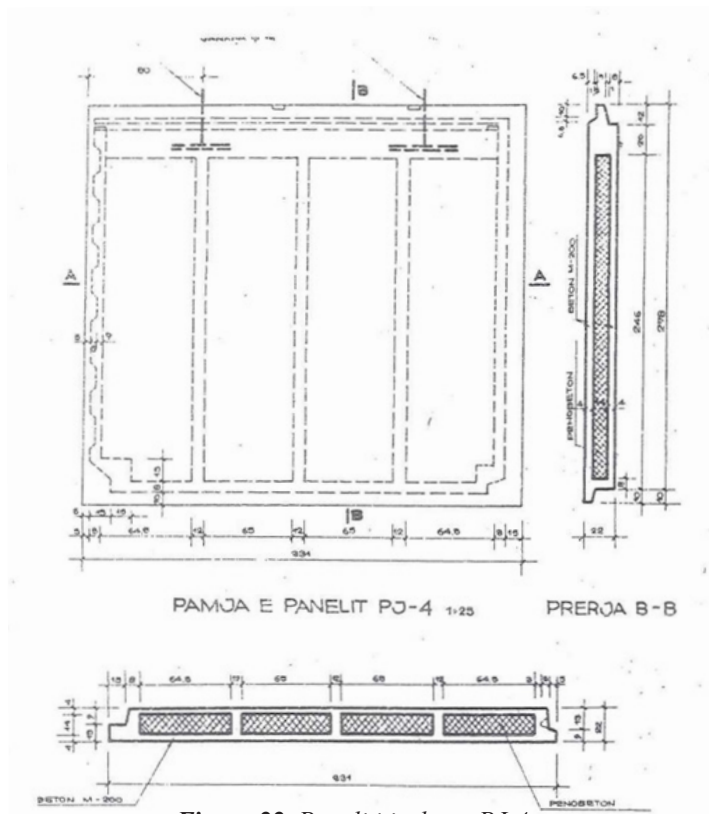


Figure 22. Paneli i jashtem PJ-4

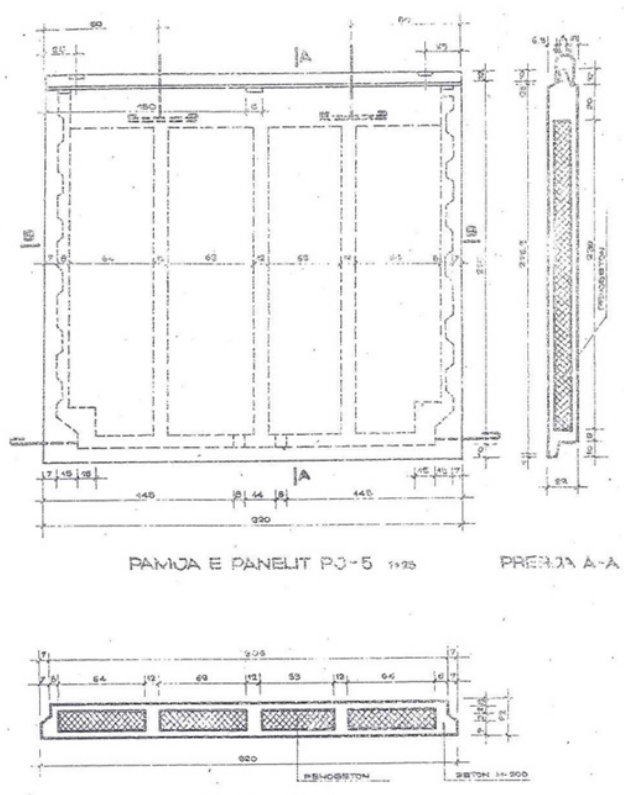


Figure 23. Paneli i jashtem PJ-5

Atëherë ngarkesa e përkohshme në tarracë do të jetë:

$$P_T = 1,05 * 0,586 = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

Soletat e ndërkatëve me trashësi 100mm do të kenë këto ngarkesa llogaritje:

-soleta: $0,10 * 24,0 * 1,1 = 2,634 \text{ kN/m}^2$

-shtres llaci: $0,02 * 20,0 * 1,2 = 0,48 \text{ kN/m}^2$

-shtres pllakash: $0,02 * 20 * 1,1 = 0,44 \text{ kN/m}^2$

$$G_k = 3,56 \text{ kN/m}^2$$

-ngarkesa e përkohshme: $P_k = 1,5 * 1,4 * 0,568 = 1,19 \text{ kN/m}^2$

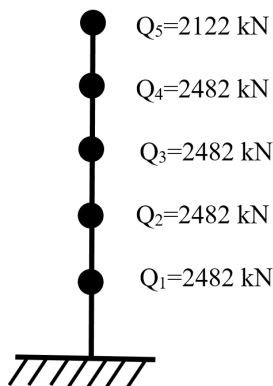
Panelet tip që përdoren në këtë banesë kanë këto pesha të llogaritjes:

Panelet e jashtëm PJ	Pesha e paneleve (kN)	Panelet e brendshme PM dhe ndarës PN	Pesha e paneleve (kN)
PJ-1	29,80	PM-1 (4,5)	40,95
PJ-2	24,50	PM-2	33,41
PJ-3	19,58	PM-3	47,81
PJ-4	37,72	PN(kN/m)	7,13
PJ-5	36,44		

Ngarkesat vertikale të llogaritjes të përqëndruara në kuotat e soletave, që nga taraca deri në katin e parë (të llogaritura për kombinimin e vecantë sipas KTP-N2-89) do të jenë:

$$Q_5 = A_T (0,9G_t + 0,4P_t) + 0,5 * 0,9 (10PJ_1 + 2PJ_3 + 4PJ_4 + 2PJ_5 + 6PM_1 + 4PM_2 + 4PM_3 + 63PN) = 316 * (0,9 * 4,54 + 0,4 * 0,6) + 0,5 * 0,9 * (10 * 29,8 + 2 * 19,58 + 4 * 24,5 + 4 * 37,72 + 2 * 36,44 + 6 * 40,95 + 4 * 33,41 + 4 * 47,81 + 63 * 7,13) = 1367 + 0,5 * 1511 = 2122 \text{ kN}$$

$$Q_4 = Q_3 = Q_2 = Q_1 = Ak(0,9G_k + 0,4P_k) + 1511 = 264(0,9 * 3,56 + 0,4 * 1,9) + 1511 = 2482 \text{ kN}$$



2. Percaktimi i forcave horizontale sizmike ne çdo kat.

Nga formula (3) e KTP-N.2-89 kemi: $E_{ki} = k_E \times k_r \times \Psi \times B_i \times \eta_{ki} \times Q_k$ ku $k_5 = 0,22$ (tabela 2) $k_r = 1,0$ (tabela 4-a), $\Psi = 0,3$ (tabela 5)

β_{η} . (nga tabela 3 e shtojcës, për toka të kategorisë II)

$$\beta_{\eta_5}=2,728$$

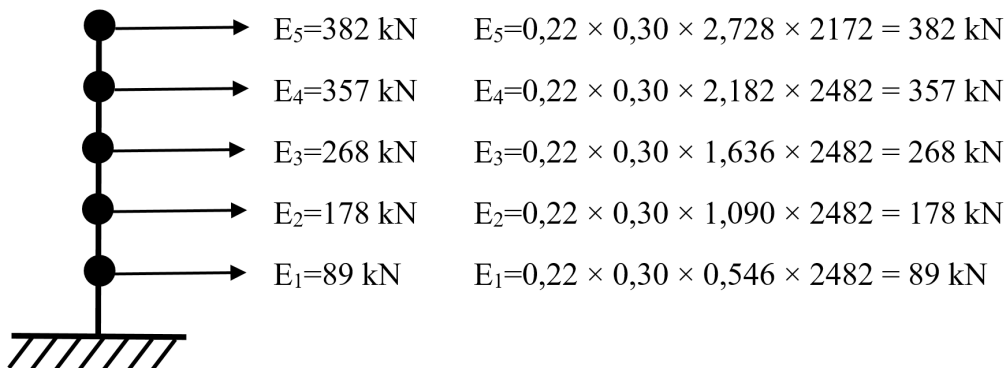
$$\beta_{\eta_4}=2,182$$

$$\beta_{\eta_3}=1,636$$

$$\beta_{\eta_2}=1,090$$

$$\beta_{\eta_1}=0,546$$

Atëherë:



3. Shpërndarja e forcave në muret e drejtimit tërthor (y-y)

Shpërndarja e forcave horizontale sizmike të çdo kati në pjesët e mureve tërthore (të drejtimit y-y) bëhet sipas metodës së shpjeguar në këtë UTP: shpërndarja e forcave sizmike horizontale në ndërtesat me mure mbajtëse. Duke qënë se planimetria e banesës së dhënë me panele të parapërgatitura prej betoni të armuar ka simetri të plotë kundrejtë bushtit y-y, llogaritjet mund të thjeshtësohen duke e kufizuar tabelën 1-a deri në kolonën me numer 3(2:1) domethënë pa pesë kolonat e fundit, duke shtuar një kolonë të re, që përfaqëson koeficientin përfundimtar të shpërndarjes.

$$d_{ij} = \frac{k_{ij}}{\Sigma k_{ij}}$$

Gjithashtu, duke qënë se të gjitha katet janë identike edhe koeficienti i shpërndarjes së një muri të dhënë të një kati është i barabartë me koeficientin e shpërndarjes së atij muri edhe në katet e tjera. Pra mjafton të bëhen llogaritjet e koeficienteve të shpërndarjes vetëm për një kat. Prerjet tërthore të mureve të drejtimit y-y, që do të marrin pjesë si në thithjen e forcave horizontale sizmike, ashtu edhe në përcaktimin e aftësisë mbajtëse të tyre, kanë format që jepen në tabelën II (d.m.th T II) karakteristikat gjeometrike të këtyre formave për muret e banesës së dhënë të ndërtuara me panelet tip që janë prodhuar deri më sot tek ne për katin tip të kësaj banese, jepen në tabelën II. Duke qënë se ndërtesa është simetrike llogaritjet do të bëhen për gjysmën e saj, domethënë për boshtet 1(1'); 2(2'); 3(3'); 4(4') dhe 5. Keto llogaritje janë paraqitur në tabelën 12 ku janë shfrytëzuar yllat e momenteve të inercisë që jep tabela II.

Tabela 1. Karakteristikat gjeometrike te prerjes terthore.

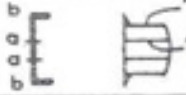
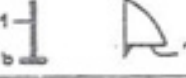
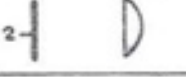
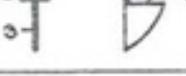
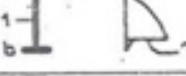
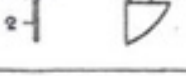
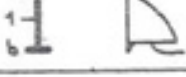
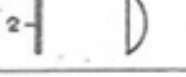
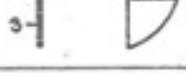
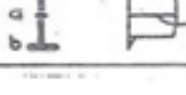
BOSHTI	SKEMA E PRERJES TERTHORE	MOMENTI I INERCIE I PRERJES TERTHORE (m ⁴)	MOMENTI STATIK NE VENDIN E BASHKIMIT TE DY PANELEVE	
			NE PRERJEN a (S _a) (m ³)	NE PRERJEN b (S _b) (m ³)
1		$I_1 = 12.21$	$S_{a1} = 0.97$	$S_{b1} = 0.576$
2		$I_{21} = 2.42$	-	$S_{21b} = 0.58$
		$I_{22} = 0.02$	-	-
		$I_{23} = 0.32$	-	$S_{23b} = 0.28$
3		$I_{31} = 2.42$	-	$S_{31b} = 0.58$
		$I_{32} = 0.70$	-	$S_{32b} = 0.39$
4		$I_{41} = 2.42$	-	$S_{41b} = 0.58$
		$I_{42} = 0.02$	-	-
		$I_{43} = 0.32$	-	$S_{43b} = 0.28$
5		$I_5 = 17.17$	$S_{5a} = 2.33$	$S_{5b} = 0.80$

Tabela 2. Te dhenat per drejtimin Y-Y (H=15)

BOSHTI	LARGESIA NDERMJET E BOSHTEVE TE MUREVE L_i (m)	GJATESIA E PJESEVE TE MUREVE l_{ij} (m)	PER CDO PJESE j TE MURIT i			
			$\alpha_{ij} = 1 + \frac{l_{ij}^2}{H^2}$	T_{ij} (m ⁴)	$k_{ij} = \frac{T_{ij}}{\alpha_{ij}}$	$\alpha_j = \frac{k_j}{\sum k_j}$
1(1)	$L_{12} = 3.0$	9.16	1.3729	12.21	8.8936	0.1916
2(2)	$L_{23} = 3.6$	3.7	1.0608	2.42	2.2813	0.0491
		1.2	1.0064	0.02	0.0199	0.0004
		1.4	1.0087	0.32	0.3172	0.0068
3(3)	$L_{34} = 3.6$	4.8	1.024	2.42	2.1962	0.0473
		4.8	1.1024	0.70	0.6360	0.0137
4(4)	$L_{45} = 3.6$	3.7	1.0608	2.42	2.2813	0.0491
		1.2	1.0064	0.02	0.0199	0.0004
		1.4	1.0087	0.32	0.3172	0.0068
5		9.46	1.3729	17.17	12.5063	0.2694
					$\sum = 46.43$	$\sum \alpha = 0.9921$

4. Përcaktimi i forcave horizontale sizmike dhe i forcave prerëse horizontale T_{ki} në muret e boshteve 1-1 dhe 5-5.

Tabela 3. Përcaktimi i forcave horizontale sizmike dhe i forcave prerëse horizontale T_{ki} në muret e boshteve 1-1 dhe 5-5.

Kati k	Forca sizmike e katit E_k (kN)	Muri i boshtit 1			Muri i boshtit 5		
		Koeficienti α_1	Forca sizmike E_{k1} (kN)	Forca prerëse T_{k1} (kN)	Koeficienti α_5	Forca sizmike E_{k5} (kN)	Forca prerëse T_{k5} (kN)
5	382	0,1916	73,19	75,19	0,2694	102,91	102,91
4	317	0,1916	68,40	141,59	0,2694	96,17	199,08
3	268	0,1916	51,35	192,94	0,2694	72,30	271,28
2	178	0,1916	34,10	227,04	0,2694	47,95	319,23
1	89	0,1916	17,05	244,09	0,2694	23,98	343,21

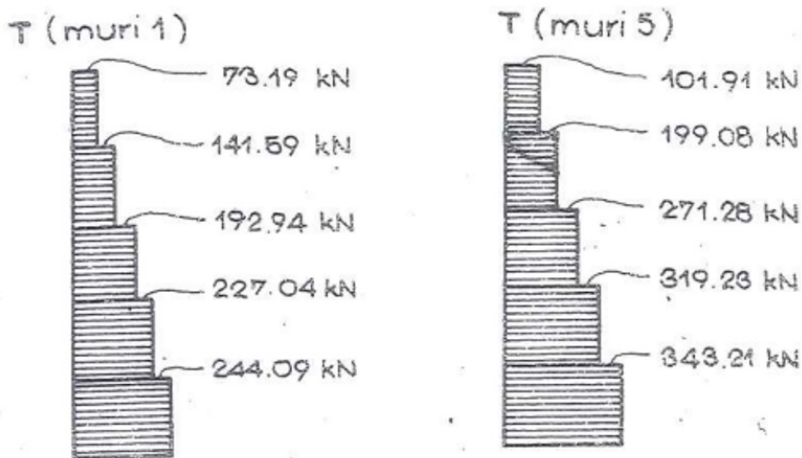


Figure 24. Diagrama e forces prerese ne muret 1 dhe 5

5. Përcaktimi i forcave prerëse vertikale TV në muret e boshteve 1-1 dhe 5-5.

Sforcimet më të mëdha janë në katin e parë prandaj do të llogariten forcat prerëse vertikale TV në bashkimin e panelit PJ-4 me atë PJ-5, dhe të panelit PJ-4 me panelin PJ-1 të murit 1, si dhe dy paneleve PM-1 njeri me tjetrin dhe të panelit PM-1 me panelin PJ-1 të murit 5, vetëm për katin e parë këto forca prerëse vertikale llogariten me formulën:

$$T_V = H_{\text{kat}} * \frac{S}{I} * T_{ki}$$

ku:

H_{kat} → lartësia e katit (2.8 m)

S → moment statik i murit në vendin e bashkimit (tabela 11)

I → moment statik i murit (tabela 11)

T_{ki} → forca prerëse e murit i në katin k.

Për murin e boshtit 1-1 me prerje tërthore [në vendbashkimin e paneleve PJ-4 me panelin PJ-1 do të jetë (nga tabela 11 dhe 13):

$$T_{V1b} = 2,8 * \frac{0,575}{12,21} * 244,09 = 32,24 \text{ kN}$$

Në vendbashkimin e paneleve PJ-4 me PJ-5. do të jetë:

$$T_{V1a} = 2,8 * \frac{0,97}{12,21} * 224,09 = 49,85 \text{ kN}$$

Për murin e boshtit 5-5 me prerje tërthore I, në vendbashkimin e panelit PM-1 me panelin PJ1 do të jetë (nga tabela 11 dhe 13):

$$T_{V5b} = 2,8 * \frac{0,8}{17,17} * 343,21 = 44,77 \text{ kN}$$

Në vendbashkimin e dy paneleve PM-1 njeri me tjetrin, do të jetë:

$$T_{V5a} = 2,8 * \frac{2,33}{17,17} * 343,21 = 127,0 \text{ kN}$$

6. Përcaktimi i aftësisë mbajtëse të bashkimeve vertikale të paneleve.

Kur bashkimi i paneleve bëhet vetëm me beton, aftësia mbajtëse përcaktohet me formulën:

$$[T_V] = R_{pr} * \frac{h * H_{kat}}{N}$$

$$\text{ku: } R_{pr} = R_t + 0,8 * f * \sigma_o = R_t + 0,8 * f * 0 = R_t$$

R_t → rezistenca në tërheqje e betonit (për markë betoni 200, $R_t = 0,64 \text{ N/mm}^2$)

σ_o → N/A , për rastin e mësipërm $N = 0$, $\sigma_o = 0$

N → koeficient që në prerje tërthore I dhe II, merret $N = 1,15$ (kurse për prerje tërthore dretkëndësh $N = 1,5$)

h → trashësia e panelit

Atëherë do të kemi:

$$\text{Për murin e boshtit 1-1: } [T_{V1}] = 0,64 \frac{22 * 2800}{1,15} = 34282 \quad N = 32,28 \text{ kN} < T_{V1a} = 49,85 \text{ kN}$$

$$\text{Për murin e boshtit 5-5: } [T_{V5}] = 0,64 \frac{22 * 2800}{1,15} = 34282 \quad N = 32,28 \text{ kN} < T_{V5a} = 127,0 \text{ kN}$$

Pra, vetëm betoni nuk i përballon forcat prerëse në asnjë nga këto mure prandaj vendos armaturë hekuri. Pranojmë armature me diameter 10 mm në formë ganxhash me nga dy prerje punuese ($n = 0$) të vendosura në lartësi çdo $a = 600 \text{ mm}$. Koeficientët e kushteve të punës janë $m_i = 0,8$, $m_a = 1$

$$\text{Atëherë: } [T_V] = m_a * m_i \frac{R_a * f_{st} * n}{a} H_{kat} = 1 * 0,8 \frac{240 * 79 * 2}{600} 2800 = 141885 \text{ N}$$

$$N = 141,88 \text{ kN} > T_{V5a} = 127,0 \text{ kN}$$

(ku $f_{st} = 314 * 10^2 / 4 = 79 \text{ mm}^2$), pra me këtë armim aftësia mbajtëse e fugës vertikale e bashkimit është më e madhe se forca prerëse vertikale maksimale në këto dy mure.

7. Përcaktimi i forcave normale, i momenteve dhe i jashtëqendërsisë në muret e bashkimeve 1-1 dhe 5-5 të katit të parë.

a) Forcat normale

Në murin e boshtit 1-1 forca normale përbëhet nga pasha e paneleve PJ-4, PJ-5, PN, e soletave me gjithë shtresat në tarracë G_t dhe në katet G_k6i dhe të ngarkesave të përkohshme në tarracë P_t dhe në katet P_k.

Atëherë:

$$\begin{aligned}
 N_{1-1} &= (2PJ4 + PJ5)5 * 0,9 + \left(\frac{I}{2} + 0,3\right)B_t (0,9G_t + 0,4P_t) \\
 &+ 4 \frac{I}{2} B_k (G_k * 0,9 + P_k * 0,4) + PN \frac{I}{2} 4 * 0,9 \\
 &= (2 * 37,72 + 36,44)5 * 0,9 + \left(\frac{3,6}{2} + 0,3\right)10,6 * (0,9 * 4,54 + 0,4 * 0,6) \\
 &+ 4 \frac{3,6}{2} 9,82 (3,56 * 0,9 + 1,19 * 0,4) + 7,13 \frac{3,6}{2} 4 * 0,9 = 874 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Në mënyrë analoge veprohet edhe për murin e boshtit 5-5:

$$\begin{aligned}
 N_{5-5} &= 2PM_1 * 5 * 0,9 + I * B_k (0,9G_t + 0,4P_t) + 4 * I * B_k (0,9G_k + 0,4PR_k) + 4PN \\
 &* L * 0,9 \\
 &= 2 * 40,85 * 5 * 0,9 + 3,6 * 9,82 (0,9 * 4,54 + 0,4 * 0,6) + 4 * 3,6 * 9,82 \\
 &* (0,9 * 3,56 * 0,4 * 1,19) + 4 * 7,13 * 6,25 * 0,9 = 1202 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b) Momentet në katin e parë

Në murin e boshtit 1-1 momenti është:

$$\begin{aligned}
 M_{1-1} &= 5 * 2,8 * E_{15} + 4 * 2,8 * E_{14} + 3 * 2,8 * G_{13} + 2 * 2,8 * E_{12} + 2,8 * E_{11} = 2,8 * \\
 &(5 * 73,19 + 4 * 68,4 + 3 * 51,35 + 2 * 34,1 + 17,05) = 2460 \text{ kN*m}
 \end{aligned}$$

Në murin e boshtit 5-5 momenti është:

$$M_{1-5} = 2,8(5 * 102,91 + 4 * 96,17 + 3 * 72,2 + 2 * 47,95 + 23,98) = 3460 \text{ kN * m}$$

$$\text{Në murin 1-1: } e_{01} = \frac{M_{11}}{N_{11}} = \frac{2460}{874} = 2,81 \text{ m}$$

$$\text{Në murin 5-5: } e_{05} = \frac{M_{15}}{N_{15}} = \frac{3460}{1202} = 2,88 \text{ m}$$

8. Llogaritja e aftësisë mbajtëse të mureve:

$$\text{Llogaritim: } 0,95 * y = 0,95 * \frac{9,82}{2} = 0,95 * 4,91 = 4,66 \text{ m}$$

$$\text{Duke qënë se: } e_{01} = 2,81 < 0,95 * y = 4,66 \text{ m dhe } e_{05} = 2,88 < 0,95 * y = 4,66 \text{ m}$$

Armatura në panele vendoset konstruktivisht dhe atëherë aftësia mbajtëse e mureve llogaritet me formulën:

$$[N] = m_c * \phi * \Psi * R * A \quad \text{ku:}$$

$m_c=1,2$ - është koeficient i kushteve të punës për kontrollin e zonës së shtypur, duke marrë parasysh veprimin për një kohe të shkurtër të ngarkesës sizmike.

φ - është koeficienti i përkuljes gjatësore jashtë planit të murit, për mure të mbështetura në konture të vendosura në largësi $l \leq 2,5 H_{kat}$ njëri nga tjetri mund të merret parasysh një rritje e qëndrueshmërisë, duke pranuar si lartësi të llogaritjes:

$$l_0 = H_{kat} / 1 + H_{kat} / 21$$

Në këtë raste duhet të plotësohet edhe kushti që $\varphi < \varphi_r$ ku φ_r është koeficienti i përkuljes gjatësore në rrafshin e muri $l_0 = 2H_G$ (ku H_g është lartësia e godinës);

Ψ - është koeficienti që merr parasysh shtypjen jashtëqendrore të pjerrët në aftësinë mbajtëse të llogaritjes së seksionit dhe që merret në varësi të vlerës së jashtëqendërsive në rrafsh dhe jashtë rrafshit të murit (duke marrë parasysh edhe jashtëqendërsinë e rastit jashtë rrafshit të murit) sipas kushteve teknike të llogaritjes të konstruksioneve prej guri, betoni dhe betoni të armuar;

R- rezistenca e llogaritjes në shtypje e materialit të panelit ($R = 9 \text{ N/mm}^2$ për beton të markës 200);
A- sipërfaqja e prerjes horizontale të murit.

Për koeficient Ψ të barabartë me: $\Psi = \frac{1}{1 + \frac{e_0}{b-y}}$

do të kemi: $[N] = m_c * \varphi * \Psi * R * A = 1,2 * \varphi * \frac{1}{1 + \frac{e_0}{b-y}} * R * A$

Këtu mund të merret edhe një koeficient shtesë (koeficient i moshës së betonit) i barabartë me 1,1.

Atëherë do të kemi: $N = \frac{1,3 * \varphi * R * A}{1 + \frac{e_0}{b-y}}$

a) Muri i boshtit 1-1

Për llogaritjen e koeficientit të përkuljes gjatësore gjëjmë më përpara:

$$\beta = \frac{l}{h} \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} \quad \text{ku:} \quad l_0 = \frac{H_{kat}}{1 + \frac{H_{kat}}{l}} = \frac{2,8}{1 + \frac{2,8}{9,82}} = 2,18 \text{ m}$$

$\alpha = 1500$ (për panle prej betoni të rëndë)

$h = 0,08$ (trashësia e dz shtresave prej betoni të panelit)

Atëherë:

$$\beta = \frac{2,18}{0,22} \sqrt{\frac{1000}{1500}} = 8,1$$

Për $\beta = 8,1$ nga tabela për φ në konstruksionet prej betoni gjëjmë: $\varphi = 0,95$

$$[N]_{11} = \frac{1,3 * \varphi * R * A}{1 + \frac{e_0}{b-y}} = \frac{1,3 * 0,95 * 9 * [(9820 + 2 * 1020)] * 80}{1 + \frac{2810}{9820 - 4910}} = 6707310 \text{ N} = 6707 \text{ kN}$$

$$[N]_{11} = 6707 \text{ kN} > N_{11} = 874 \text{ kN}$$

Panelet e këtij muri janë të garantuar nga veprimi i ngarkesave vertikale dhe i momentit.

b) Muri i boshtit 5-5

Edhe për këtë murë: $\varphi=0,95$

$$\text{Atëherë: } [N]_{15} = \frac{1,3 * \varphi * R * A}{1 + \frac{e_0}{b-y}} = \frac{1,3 * 0,95 * 9 * [(9820 + 4 * 1020)] * 80}{1 + \frac{2810}{9820 - 4910}} = 7861011 \text{ N}$$
$$= 7861 \text{ kN} > N_{15} = 1202 \text{ kN}$$

Edhe panelet e këtij muri janë të garantuara.

9. Përcaktimi i aftësisë mbajtëse të bashkimit horizontal të paneleve

Llogaritjet bëhen me të njëjtën formulë, por sigurisht duke marr këtu $\varphi=1$. Duke qënë se fuga nën panelet nuk mund të mbushet plotësisht, shtohet një koeficient që merr parasysh mosmbushjen e plotë dhe që merret i barabartë me 0,4. Për rezistenca të llogaritjes së llaçit $R=2,5 \text{ N/mm}^2$, do të kemi:

a) Muri i boshtit 1-1

$$[N]_{1-1} = \frac{1,3 * \varphi * R * A}{1 + \frac{e_0}{b-y}} = \frac{1,3 * 1 * 2,5 * [(9820 + 2 * 1020) * 80] * 0,4}{1 + \frac{2810}{9820 - 4910}} = 784480 \text{ N}$$
$$= 784 \text{ kN} > T_{k1} = 244,09 \text{ kN}$$

b) Muri i boshtit 5-5

$$[N]_{5-5} = \frac{1,3 * 1 * 2,5 * [(9820 + 4 * 1020) * 80] * 0,4}{1 + \frac{2810}{9820 - 4910}} = 1838833 \text{ N}$$
$$= 1838 \text{ kN} > T_{k5} = 343,21 \text{ kN}$$

Pra, të dy muret janë të garantuar.

10. Përcaktimi i aftësisë mbajtëse të mureve për veprim të farcave prerëse

Kur jashtëqendërsia $e_0 \leq 0,45 y$, kontrolli në prerje bëhet me formulën:

$$[T] = R_m * h * I / \mu$$

Kur jashtëqendërsia $e_0 > 0,4 y$, kontrolli bëhet me formulën:

$$[T] = R_m * A_{sh} \quad \text{ku:}$$

R_m është rezistenca e betonit të panelit që merret sa vleftha më e vogël nga dy formulat e mëposhtme:

$$R_m = 1,5 R_t ; R_m = \sqrt{R_t (R_t + \sigma_0)}$$

R_t - rezistenca e betonit në tërheqje qendrore;

$\sigma_0 = N/A$

A - për rastin $e_0 \leq 0,45 y$, është sipërfaqeja e plotë e prerjes tërthore të murit, për rastin $e_0 > 0,4 y$, është sipërfaqeja e prerjes tërthore të pjesës së shtypur të murit (A_{sh}):

μ - koeficient, që për prerje tërthore I dhe [merret $\mu=1,15$ dhe për prerje tërthore drejtëkëndëshe merret $\mu=1,5$.

Duke qënë se të dy muret e boshteve 1-1 dhe 5-5 kanë:

$$e_{01} = 2,81 \text{ m} > 0,45y = 0,45 * \frac{9,82}{2} = 2,20 \text{ m}$$

$$e_{05} = 2,88 \text{ m} > 0,45y = 0,45 * \frac{9,82}{2} = 2,20 \text{ m}$$

Llogaritjet do të bëhen me formulën e rastit të dytë.

a) Muri i boshtit 1-1

Përcaktojmë më parë sipërfaqen e prerjes tërthore të zonës së shtypur:

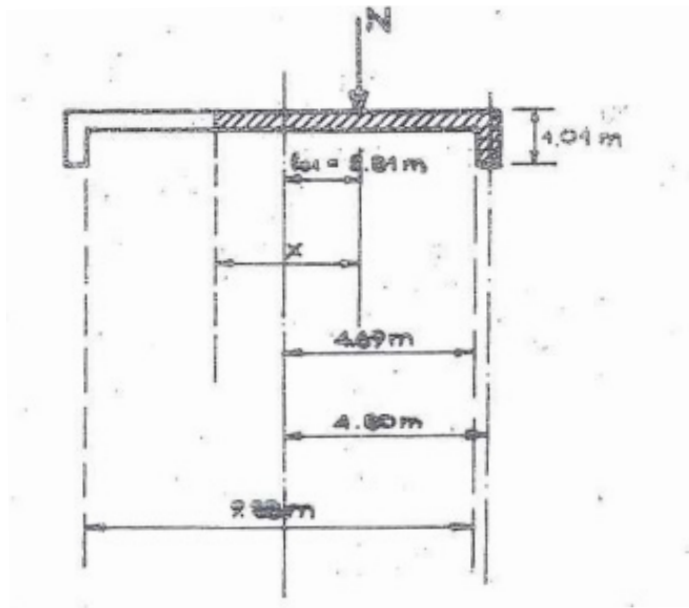


Figura 25. Skema e llogaritjes e murit të boshtit 1-1

Mbasi trashësia është e barabartë për të gjitha panelet, e përjashtojmë nga llogaritja.

Atëherë:

$$\frac{x^2}{2} = 1,01 * (4,8 - 2,81) + \frac{(4,69 - 2,81)^2}{2}$$

$$x^2 = 3,78 ; x = 1,94 \text{ m}$$

$$l_{sh} = 1,94 + (4,69 - 2,81) + 1,01 = 4,83 \text{ m}$$

$$A_{sh} = 4,83 * 0,08 = 0,39 \text{ m}^2$$

Llogaritim:

$$\sigma_0 = \frac{N_{11}}{A_{sh}} = \frac{87400}{390000} = 2,24 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 1,5 * R_t = 1,5 * 0,72 = 1,08 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = \sqrt{R_t(R_t + \sigma_0)} = \sqrt{0,72(0,72 + 2,24)} = 1,46 \text{ N/mm}^2$$

Do të punohet me $R_m = 1,08 \text{ N/mm}^2$. Atëherë do të kemi:

$$[T]_1 = R_m * A_{sh} = 1,08 * 390000 = 421200 \text{ N} = 421 \text{ kN}$$

Ky mur është i garantuar mbasi: $[T]_t = 486 \text{ kN} > T_{k1} = 244,09 \text{ kN}$

b) Muri i boshtit 5-5

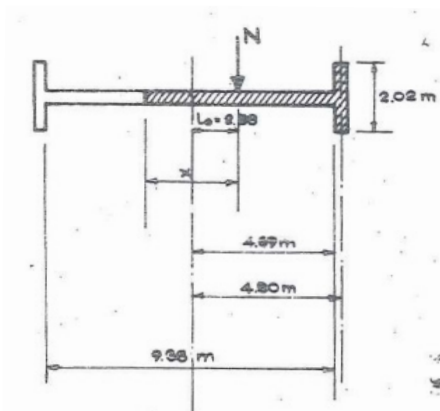


Figura 26. Skema e llogaritjes e murit të boshtit 5-5

$$\frac{x^2}{2} = 2,02 * (4,8 - 2,81) + \frac{(4,69 - 2,81)^2}{2}$$

$$x^2 = 5,78 ; x = 1,66 \text{ m}$$

$$l_{sh} = 1,66 + (4,69 - 2,81) + 2,02 = 5,56 \text{ m}$$

$$A_{sh} = 5,56 * 0,08 = 0,44 \text{ m}^2$$

Llogaritim

$$\sigma_0 = \frac{N_{15}}{A_{sh}} = \frac{1202000}{440000} = 2,73 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 1,5 * R_t = 1,08 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = \sqrt{R_t(R_t + \sigma_0)} = \sqrt{0,72(0,72 + 2,73)} = 1,57 \text{ N/mm}^2 > 1,08 \text{ N/mm}^2$$

$$[T]_5 = R_m * A_{sh} = 1,08 * 440000 = 475200 \text{ N} = 475 \text{ kN}$$

Ky mur është i garantuar mbasi:

$$[T]_5 = 475 \text{ kN} > T_{k5} = 343,21 \text{ kN}$$

11. Kontroll i mureve për veprim të forcës sizmike jashtë rrafshit të vet

Skemën statike të murit e pranojmë si tra me mbështetje elastike në të dy anët dhe me gjatësi sa lartësia e katit ($H_{kat} = 2,8 \text{ m}$)

a) Muri i boshtit 1-1

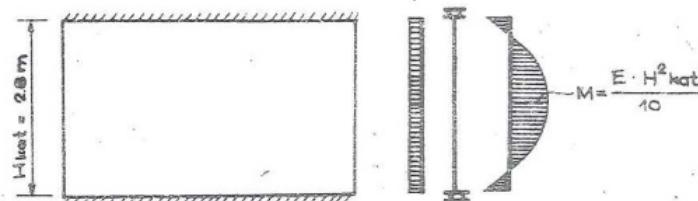


Figura 27. Skema e llogaritjes e murit ndarës (jo mbajtës)

Pesha e plotë e murit të boshtit 1-1 është:

$$G_1 = (2P_4 + P_5) * 1,1 * 0,9 = (2 * 37372 + 36,44) * 1,1 * 0,9 = 110,76 \text{ kN}$$

ose për njësi të gjatësisë:

$$g_1 = \frac{G_1}{H_{kat}} = \frac{110,76}{2,8} = 39,55 \text{ kN/m}$$

Forca sizmike horizontale llogaritet me formulën (11) të KTP-N.2-89:

$$E = k_E * k_r * k_e * g_1 \quad \text{ku:}$$

$$k_E = 0,22 \text{ (tabela 2)}$$

$$k_r = 1,0 \text{ (tabela 4-a)}$$

$$k_e = 0,6 \text{ (tabela 7)}$$

$$\text{atëherë do të jetë: } E = k_E * k_r * k_e * g_1 = 0,22 * 1 * 0,6 * 39,55 = 5,22 \text{ kN/m}$$

Momenti maksimal do të jetë:

$$M_{max} = \frac{E * H_{kat}}{10} = \frac{5,22 * 2,8^2}{10} = 4,09 \text{ kN * m}$$

Forca normale ishte $N_{11} = 874 \text{ kN}$. Jashtëqendërsia do të jetë:

$$e = \frac{M_{max}}{N_{11}} = \frac{4,09}{874} = 0,46 \text{ mm} \quad \text{që është: } e_0 = 0,46 < 0,225 h = 0,225 * 80 = 18 \text{ mm}$$

$$\text{Atëherë aftësia mbajtëse llogaritet me formulën: } [N]_{11} = \frac{0,5 * m * \varphi * R * B * h^2}{e} \quad \text{ku:}$$

$m = 1$ - koeficient i kushteve të punës = 0,95

$$R = 9 \text{ N/mm}^2$$

$$B = 9,8 \text{ m}$$

$$h = 80 \text{ mm}$$

$$e = e_0 + h/2 = 0,46 + 80/2 \approx 40,5 \text{ mm}$$

$$[N]_{11} = \frac{0,5 * 1 * 0,95 * 9 * 9800 * 80^2}{40,5} = 6620444 \text{ N} = 6620 \text{ kN}$$

Pra $[N]_{11} = 6620 \text{ kN} > N_{11} = 874 \text{ kN}$ ky mur është i garantuar edhe jashtë rrafshit të vet.

b) Muri i boshtit 5-5

$$\text{Pesha e plotë është: } G_5 = 2PM_3 * 1,1 * 0,9 = 2 * 47,81 * 1,1 * 0,9 = 94,66 \text{ kN}$$

$$\text{ose për njësi të gjatësisë: } g_5 = \frac{G_5}{H_{kat}} = \frac{94,66}{2,8} = 33,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Forca sizmike horizontale është: } E = k_E * k_r * k_e * g_1 = 0,22 * 1 * 0,6 * 33,8 = 4,46 \text{ kN/m}$$

Momenti maksimal do të jetë:

$$M_{max} = \frac{E * H^2_{kat}}{10} = \frac{4,46 * 2,8^2}{10} = 3,5 \text{ kN} * m$$

Forca normale ishte $N_{15} = 1202 \text{ kN}$.

Atëherë:

$$e = \frac{M_{max}}{N_{15}} = \frac{3,5}{1202} = 0,0029 \text{ m} = 0,29 \text{ mm}$$

$$e_0 = 0,29 < 0,225 h = 18 \text{ mm}; e = e_0 + \frac{h}{2} = 0,29 + \frac{80}{2} \approx 40,3 \text{ mm}$$

Atëherë aftësia mbajtëse do të jetë:

$$[N]_{15} = \frac{0,5 * m * \varphi * R * B * h^2}{e} = \frac{0,5 * 1 * 0,95 * 9 * 9800 * 80^2}{40,3} = 6653300 \text{ N} \\ = 6653 \text{ kN}$$

Pra

$$[N]_{15} = 6653 \text{ kN} > N_{15} = 1202 \text{ kN}$$

Edhe ky mur është i garantuar jashtë rrafshit të vet.

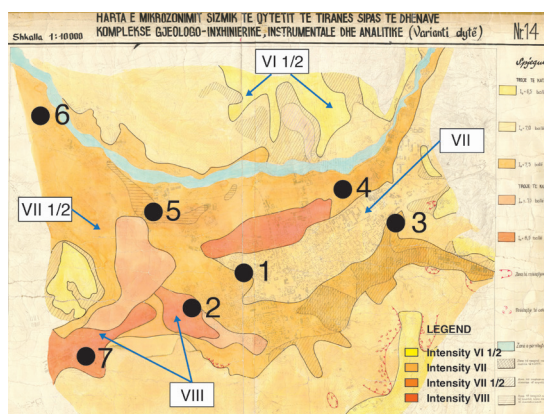


KAPITULLI IV

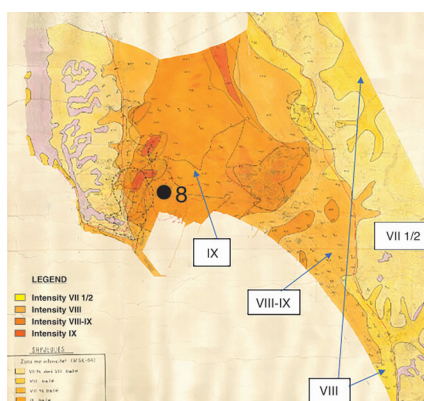
KODET SHQIPTARE TË PROJEKTIMIT

4.1 Kodet shqiptare të projektimit sizmik dhe kërkesat e rrezikut sizmik

Projektimi sizmik dhe dispozitat e detajuara në lidhje me ndërtesat e parafabrikuara beton arme janë përfshirë në disa kode ndërkombëtare ndërtimi, duke përfshirë SHBA-në (ACI 318), Zelandën e Re (NZS3101) dhe Evropën (Eurokodi 8). Disa udhëzime ndërkombëtare kanë trajtuar gjithashtu projektimin sizmik të ndërtesave të parafabrikuara beton arme, p.sh. UNIDO (1983), CAE (1999) dhe FIB (2008). Në ish-Bashkimin Sovjetik, ku ndërtimi me elementë strukturorë parafabrikat ishte praktikuar për disa dekada, u botua një udhëzues projektimi sizmik në 1985 (Жилища 1985). Në kohën kur u projektuan këto ndërtesa, kodet shqiptare të ndërtimit nuk përmbanin dispozita në lidhje me projektimin sizmik të ndërtesave të parafabrikuara beton arme. Sipas informacionit të disponueshëm, projektimi i ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri është zhvilluar nga Instituti i Ndërtimit dhe është bazuar në kodin shqiptar të projektimit të vitit 1963, megjithatë nuk disponohet informacion specifik i projektimit të këtyre ndërtesave. Pritet që ndërtesat shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara të projektohen sipas të njëjtave parime të projektimit si strukturat beton arme të hedhura në vend, të cilat trajtoheshin nga kodet shqiptare të kohës. Kodi i parë i projektimit të ndërtesave në Shqipëri, i cili përmbante dispozita të projektimit sizmik, u botua në vitin 1952 dhe u rishikua më pas në vitin 1963, pas një serie tërmetesh të forta që prekën rajonet Juglindore dhe Jugperëndimore të vendit. Kodi u rishikua gjerësisht në 1978 (KTP-78). Rishikimi i fundit i kodit është bërë në vitin 1989 (KTP-N.2-89), dhe përfshinte vetëm dispozitat e projektimit sizmik. Harta e zonimit sizmik për Shqipërinë është bërë duke përdorur shkallën e intensitetit makrosizmik MSK-64 si një indikator i rrezikut sizmik. Ndryshimet në hartat e rrezikut sizmik me kalimin e kohës rezultuan në një rritje të kërkesës sizmike për ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara. Për shembull, Tirana është klasifikuar si zonë sizmike me intensitet VI sipas kodeve të vitit 1963 dhe 1978. Sipas KTP-N.2-89, zonave të ndryshme në Tiranë u vlerësuan me intensitete VI 1/2, VII, VII 1/2 ose VIII, në varësi të llojit të tokës dhe faktorëve të tjerë që ndikojnë në mikrozonimin sizmik. Hartat e mikrozonimit sizmik për Tiranën dhe Durrësin janë paraqitur në Figurën 18. Duhet të theksohet se vendndodhjet e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara janë etiketuar me rrathë dhe numra nga 1 deri në 8 (shih Tabelën 3).



a)



b)

Figura 28. Hartat e mikrozonimit sizmik për vendndodhjet e ndërtesave me pllaka të parafabrikuara beton arme: a) Tiranë dhe b) Durrës (vini re se vendndodhjet janë etiketuar me rrathë të zinj dhe numrat 1 deri në 8) (burimi: IGewe).

4.2 Spektrat e reagimit sizmik

Spektrat e reagimit për tërmetin e 26 nëntorit 2019 për stacionin TIR1 në Tiranë tregojnë nxitime spektrale relativisht të larta për kohën prej 0,2 deri në 0,5 sek, që është brenda intervalit të pritshëm të periodave natyrore për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara. Nxitimet spektrale për drejtimin L-P ishin përgjithësisht më të larta se 0,3 g, ndërsa për drejtimin V-J këto përshpejtime ishin në intervalin nga 0,2 g në 0,3 g. Figura 19 tregon spektrat e reagimit të nxitimit të zhvilluara nga të dhënat e marra në stacionin TIR1, si dhe spektrat e projektimit KTP-N.2-89 për zonat që korrespondojnë me zonat VII dhe VIII. Vëmë re se intensiteti i tërmetit brenda Tiranës varion nga VI 1/2 deri në VIII, në varësi të mikrozonimit sizmik (shih Figurën 18 a).

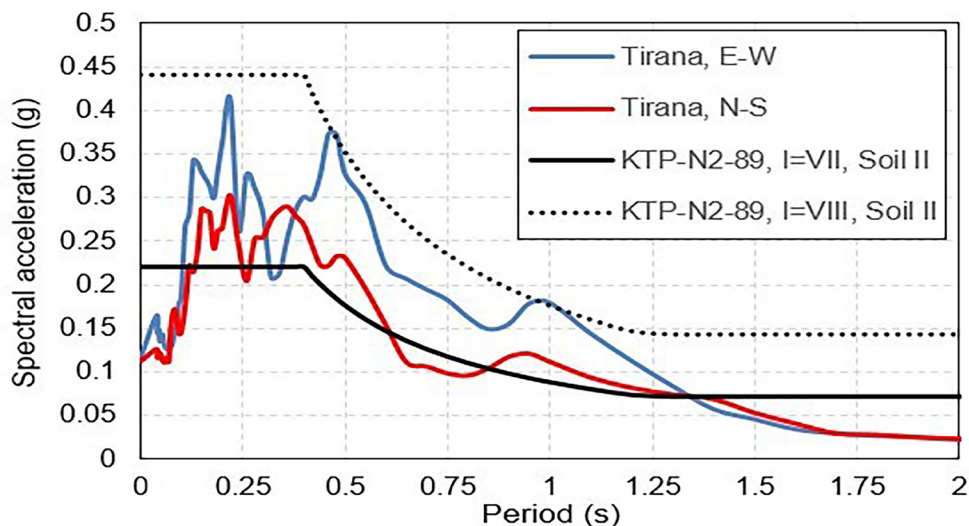


Figura 29. Spektrat e reagimit të nxitimit për tërmetin e 26 Nëntor 2019 – Stacioni TIR 1 në Tiranë (IGEWE 2020 dhe Isufi 2020).



KAPITULLI V

VLERËSIMI I DËMEVE PAS TËRMETIT TË NDËRTESAVE ME PLLAKA BETON ARME TË PARAFABRIKUARA

5.1 Rishikimi i klasifikimeve ekzistuese të dëmeve pas tërmetit

Qasje të ndryshme për vlerësimin e ndërtesave pas tërmetit janë propozuar për të përcaktuar shkallën e dëmtimit në komponentët strukturorë dhe jo-strukturorë dhe për të verifikuar integritetin strukturor pas tërmeteve të rrallë. (Anagnostopoulous et al. 2004; Grünthal 1998; Baggio et al. 2007). Një klasifikim i dëmeve, i cili karakterizon llojin dhe shkallën e dëmtimit, është një aspekt kritik i vlerësimit të dëmeve pas tërmetit. Shumica e klasifikimeve të dëmtimit kanë identifikuar 3 deri në 5 shkallë dëmtimi (DG), duke filluar nga dëmtimet e vogla deri te kolapsi. Këto klasifikime janë të zbatueshme për SNRF të ndryshme, p.sh. sisteme me murature mbajtëse, struktura tra-kolonë beton arme ose mure strukturorë beton arme, etj. Disa botime përshkruajnë modele të përgjithshme dëmtimi për çdo DG në një nivel të lartë (Grünthal 1998), ndërsa të tjera ofrojnë rekomandime gjithëpërfshirëse në lidhje me shkallën e dëmtimit, p.sh. madhësia e gjerësisë së plasaritjeve në elementët strukturorë (Anagnostopoulous 2004). Dëshmitë nga studimet kërkimore janë përdorur gjithashtu për të karakterizuar shkallën e dëmtimit të elementëve strukturorë në ndërtesat beton arme të hedhura në vend, p.sh. FEMA 306 (FEMA 1999). Tabela 3 paraqet klasifikimet ekzistuese të dëmtimeve pas tërmetit për ndërtesat me mure beton arme.

Zhvillimi i një klasifikimi të dëmtimeve për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara është një detyrë sfiduese për shkak të provave të kufizuara në lidhje me performancën e sistemeve të ndryshme të dëmtimit me pllaka beton arme të parafabrikuara në tërmetet e kaluara dhe një njohuri të kufizuar në lidhje me sjelljen jolineare të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara që i nënshtrohen aktivitetit sizmik. Andonov (2019) prezantoi një klasifikim dëmtimi për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në Bullgari, i cili supozon një mekanizëm të shkatërrimit duktil (i ngjashëm me Figurën 20 a). Aktualisht nuk disponohet një klasifikim dëmtimi për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me lidhje të dobëta, megjithatë klasifikimi i dëmtimeve për muret prerëse beton arme të hedhura në vend me një mekanizëm shkatërrimi rrëshqitës të përshkruar në FEMA 306 (FEMA 1999) është një referencë e dobishme për shkak të ngjashmërive në sistemin strukturor dhe me mekanizmin e shkatërrimit (shih tabelën 1 dhe figurën 30 a). Mund të shihet nga tabela se klasifikimi i dëmtimit për muret beton arme me një mekanizëm rrëshqitës përmban më pak DG në krahasim me sistemet rama sepse dëmtimi është i përqendruar kryesisht brenda ndërfaqes rrëshqitëse në bazën e murit. Megjithëse shumica e studimeve të zbulimit të tërmeteve raportuan performancë të mire të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në tërmetet e kaluara, ekziston një përshkrim dhe ilustrim grafik i kufizuar i modeleve të dëmtimit. Vasilev dhe Bonev (2012) raportuan një dëmtim mesatar të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në tërmetin e Pernik, Bullgari të vitit 2012 (M 5.8) i paraqitur në Figurën 30 b), i cili karakterizohet nga plasaritje përgjatë lidhjeve të paneleve si në pjesën e jashtme ashtu edhe në brendësi të ndërtesës; kjo mund të karakterizohet si DG2 (dëmtim i lehtë). Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara nuk pësuan dëmtime në tërmetin e Vranceas, Rumani të vitit 1977, pavarësisht nga dëmtimet e konsiderueshme të ndërtesave të vjetra me sistem ramë beton arme të hedhura në vend (NBS 1977) (Figura 30 c). Klyachko, Mortchikchin dhe Nudga (2002) dhe Shapiro dhe Ashkinadze (1980) dokumentuan dëme të konsiderueshme të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në tërmetin e vitit 1976 në Gazly, Uzbekistan (Bashkimi Sovjetik) (M 7.0); kjo është ilustruar në figurën 30 d). Shapiro dhe Ashkinadze (1980) deklaruan se “shkalla e dëmtimit përcaktohej

nga struktura e lidhjeve të përbashkëta. Lloji kryesor i dëmtimit ishte shkatërrimi i nyjeve të cilat nuk ishin të pajisura me sasi të mjaftueshme të lidhjeve metalike të inkastruara mirë. U vunë re zhvendosje 10-15 cm të paneleve, rrëshqitje e pllakave të dyshemesë nga muret, goditje e elementeve me njëri-tjetrin. Dëmtimet e paneleve ishin të parëndësishme në formën e plasaritjeve vertikale...” Përshkrimi i mësipërm tregon dëmtime të mëdha të objekteve me pllaka beton arme të parafabrikuara, të karakterizuara nga zhvendosje të konsiderueshme të paneleve.

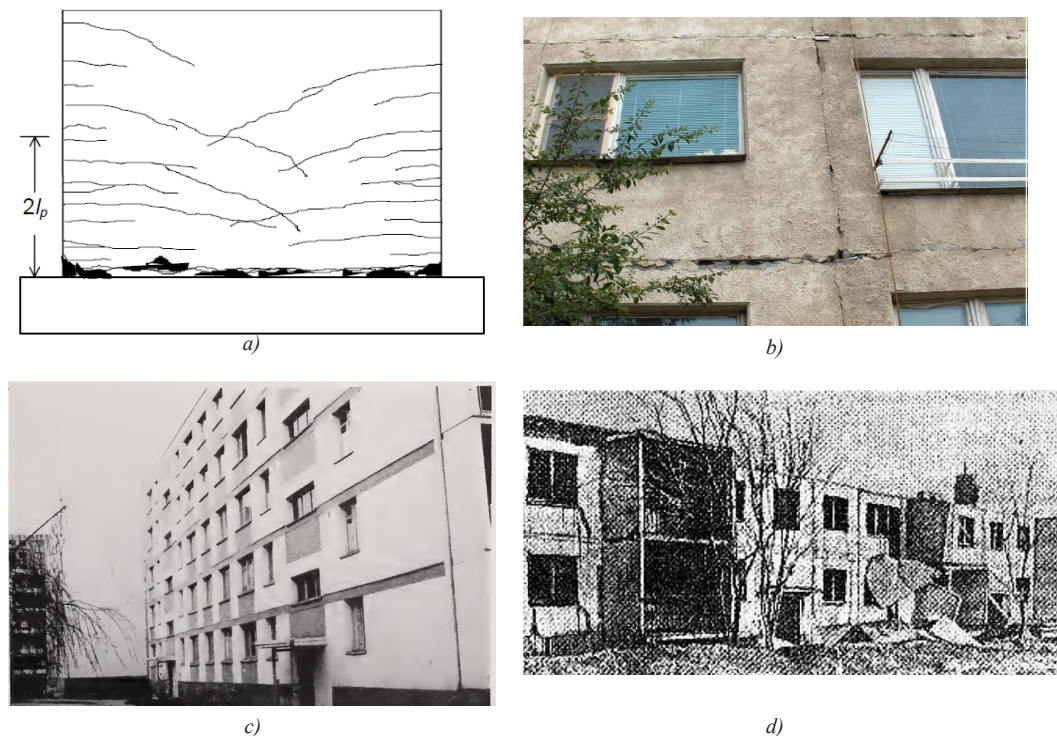


Figura 30. Dëmtime të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) dëmtime të konsiderueshme strukturore (FEMA 306); b) një dëmtim i lehtë në tërmetin në Pernik, Bullgari të vitit 2012 (Vasilev dhe Bonev 2012); c) një ndërtesë e padëmtuar me pllaka beton arme të parafabrikuara në Bukuresht pas tërmetit të vitit 1977 në Vrancea, Rumania (NBS 1977) dhe d) një dëmtim/kolaps domethënës në tërmetin e Gazly, Uzbekistan të vitit 1976 (Klyachko, Mortchikchin dhe Nudga 2002).

Tabela 4. Klasifikimet ekzistuese të dëmtimeve pas tërmetit për sistemet me mure beton arme

Shkalla e dëmtimit (DG)	Sistemi me mure beton arme: Shkalla Makrosizmike Evropiane (EMS-98) (Grünthal 1998)	Sistemi me mure beton arme: mekanizmi i shkatërrimit me rrëshqitje (FEMA 306)	Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara: Bullgaria (Andonov 2019)
(1)	(2)	(3)	(4)
Shkalla e dëmtimit 1 (DG1): Dëmtime të parëndësishme	Plasaritje të imta në suva në muret në bazë.	Asnjë gjerësi e plasaritje nuk kalon 5 mm; Nuk ka plasaritje të konsiderueshme ose plasaritje vertikale.	Plasaritje të imta në suva të paneleve, veçanërisht rreth hapjeve dhe në pjesët ku panelet bashkohen me njëri-tjetrin.

Shkalla e dëmtimit (DG2): Dëmtime të lehta	2	Plasaritje në muret strukturore.	Asnjë gjerësi e plasaritje nuk kalon 6 mm; Nuk ka gërvishtje të konsiderueshme ose plasaritje vertikale; Ngjan me dëmtimet e parëndësishme (DG1), përveç plasaritjeve më të gjera për shkak të përkuljes dhe plasaritjeve zakonisht më intensive.	Fillimi i shkatërrimit strukturor, plasaritje diagonale të vijës së bashkimit në panelet strukturore dhe në ndërfaqet e paneleve. Format e bashkimit të paneleve identifikohen lehtësisht për shkak të plasaritjeve përmes fugave.
Shkalla e dëmtimit (DG3): Dëmtim mesatar	3	Plasaritje në bazë dhe në nyje të mureve të bashkuara; shkatërrim i shtresës mbrojtëse të betonit, deformimi i armaturës së çelikut.	Njësoj si dëmtimi i lehtë(DG2).	Betoni i mbushjes së bashkimit është dëmtuar; armature e çelikut në zonën e bashkimit ka kaluar në kufirin e rrjedhshmërisë. Në panelet e brendshme formohen plasaritje diagonale.
Shkalla e dëmtimit (DG4): Dëmtime të shumta	4	Plasaritje të mëdha në elementë strukturorë nga mekanizmi i shkatërrimit në shtypje të betonit dhe plasaritje të armatures së çelikut.	Zhvillimi i një plasaritjeje të madhe nga përkulja horizontale përgjatë gjithë gjatësisë së murit, me disa shkatërrime të betonit përgjatë saj, gjithashtu duket se ka ndodhur dhe rrëshqitje. Plasaritje të mundshme paralel me çarjen.	Pikat e bashkimit të paneleve janë dëmtuar plotësisht. Panelet kanë plasaritje të konsiderueshme dhe zhvendosje të dukshme të mbetura.
Shkalla e dëmtimit (DG5): Shembje	5	Shembja e katit përdhes ose pjesëve të ndërtesave.	Plasaritje të shumta horizontale në rrafshin e rrëshqitjes.	Rënia e pjesshme ose e plotë e ndërtesës.

5.2 Klasifikimi i propozuar i dëmtimit për ndërtesat me pllaka beton arme të Parafabrikuara me nyje të dobëta

Një klasifikim i dëmtimeve pas tërmetit për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta i propozuar në këtë seksion bazohet në dëmtimin e vëzhguar të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në tërmetin e nëntorit 2019, mekanizmat e pritshëm të shkatërrimit dhe klasifikimet e dëmtimeve të zhvilluara nga të tjerët, siç u diskutua më parë në punim. Propozohet të klasifikohen dëmtimet në 4 DG, në krahasim me 5 DG që përdoren zakonisht për sisteme të tjera strukturore. Kjo mund të justifikohet nga duktiliteti i kufizuar i ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta, për të cilat është e vështirë të dallohet një shkallë e veçantë dëmtimi midis fillimit të dëmtimit strukturor (DG2) dhe një dëmtimi të konsiderueshëm strukturor të nyjeve të paneleve. Prandaj, shkalla e propozuar e dëmtimit DG3-4 korrespondon me dëmtimin e konsiderueshëm strukturor dhe një dislokim/zhvendosje të mundshme të përhershme të paneleve. Bazuar në studimin e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara pas tërmetit të nëntorit 2019, ishte e mundur të ilustronet DG1 dhe DG2, siç tregohet në Figurën 21a) dhe b).

Një dëshmi e DG3-4 nuk është e disponueshme nga tërmetet e kaluara, por është ilustruar konceptualisht në FEMA306 (FEMA 1999), shih Figurën 20 a). Një shembull i DG5 është ilustruar në Figurën 20 d), bazuar në tërmetin në Gazly të vitit 1976.

Fizibiliteti i riparimit të lidhur me shkallë specifike dëmtimi është treguar gjithashtu në Tabelën 2. Autorët besojnë se riparimi është i mundur për DG1 dhe DG2, dhe në disa raste për DG3-4. Riparimi ka të ngjarë të mos jetë i realizueshëm në rast të zhvendosjes së paneleve, gjë që pritet për DG5 dhe në disa raste për DG3-4.

Tabela 5. Klasifikimi i propozuar i dëmtimeve për ndërtesat LPE me nyje të dobëta

Shkalla e dëmtimit (DG)	Përshkrim	Riparimi i mundshëm dhe i justifikuar financiarisht
Shkalla e dëmtimit 1 (DG1): Dëmtime të parëndësishme	Plasaritje të vogla në suva brenda zonave të lidhjes (Figura 19 a)	Po
Shkalla e dëmtimit 2 (DG2): Dëmtime të lehta	Fillimi i dëmtimit strukturor; zgjerimi i plasaritjeve horizontale dhe vertikale në lidhjet e panelit (Figura 19 b)	Po
Shkalla e dëmtimit 3-4 (DG3-4): Dëmtime mesatare deri në të rënda	Dëmtimi strukturor në bashkim të paneleve, p.sh. thyerje e betonit dhe plasaritje e bashkimeve me saldim (që mund të mos jetë e dukshme nëse nyjet nuk janë të ekspozuara); zhvendosje e mundshme horizontale ndërmjet paneleve	Po ose jo (vendim i bazuar në vlerësim)
Shkalla e dëmtimit 5 (DG5): Shembje	Shembje e pjesshme ose e plotë e ndërtesës (Figura 18 b)	Po

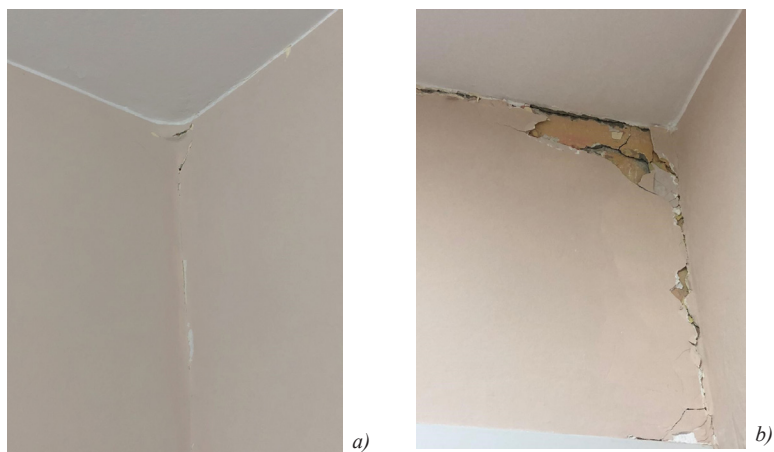


Figura 31. Shembuj të ndërtesave të dëmtuara me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta nga tërmeti i nëntorit 2019: a) DG1 dhe b) DG2.



KAPITULLI VI

PERFORMANCA E NDËRTESTAVE ME PLLAKA BETON ARME TË PARAFABRIKUARA NË TËRMETIN E NËNTORIT 2019

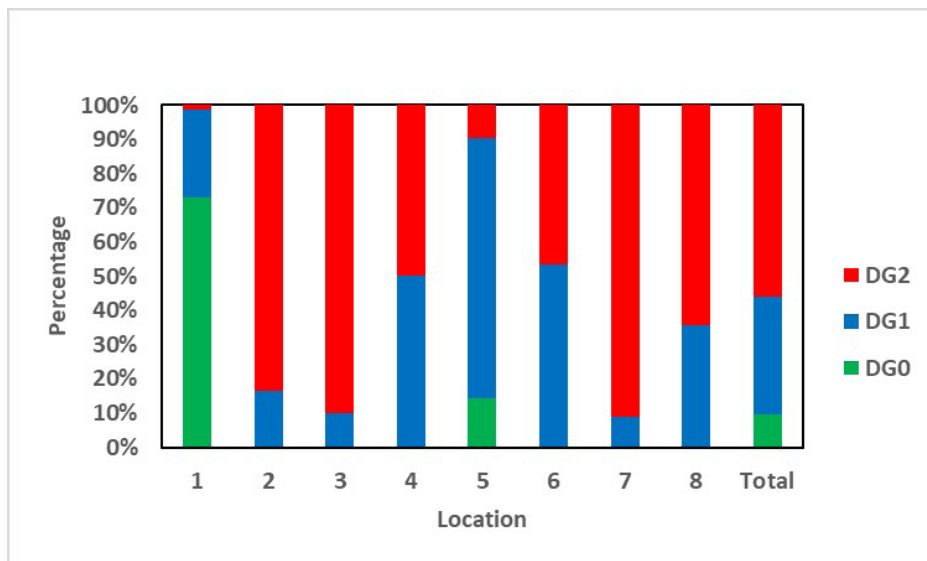
6.1

Studimi pas tërmetit i ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Tiranë dhe Durrës

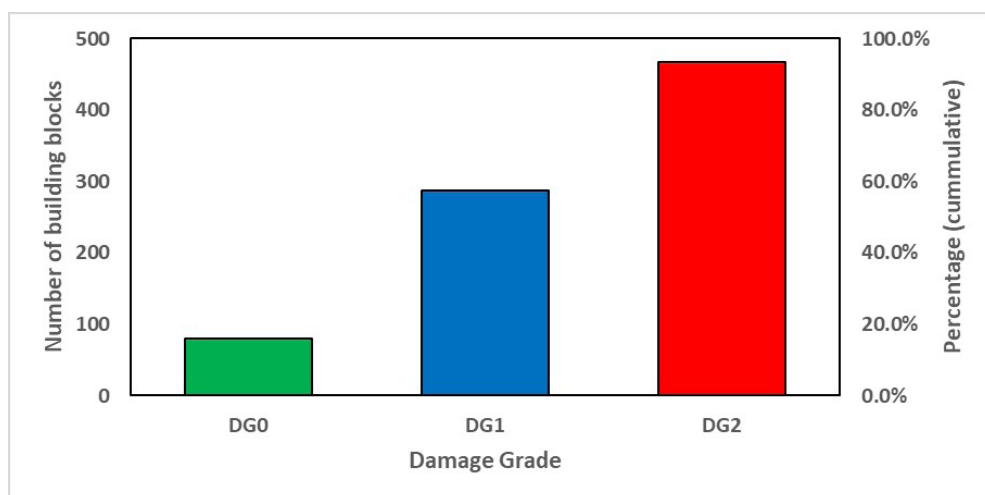
Pas tërmetit të 26 nëntorit 2019, një numër i madh ndërtesash u shpallën nga bashkitë lokale për të vlerësuar shkallën e dëmtimit dhe nevojat për përforsim. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara janë inspektuar në 8 vendndodhje në Tiranë dhe Durrës (të përmendura më herët në punim). Në total, 834 blloqe ndërtimi në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara janë inspektuar (shih një bllok tipik ndërtimi të paraqitur në Figurën 5 a). Nga të gjitha blloqet e ndërtimit të inspektuara, shumica e madhe (694) ndodheshin në Tiranë, ndërsa 140 blloqet e tjera ndodheshin në Durrës. Informacioni në lidhje me blloqet e ndërtimit të inspektuara, janë paraqitur në Tabelën 3, sipas intensitetit të tërmetit dhe shkallës së dëmtimit strukturor (DG). Duhet të theksohet se vlerësimi i intensitetit të tërmetit në zonat ku janë bërë këto ndërtime është caktuar bazuar në hartat e mikrozonimit të paraqitura në Figurën 16. Fatkeqësisht, nuk kishte studime të raportuara pas tërmetit që përcaktuan intensitetin sizmik në vende specifike pas tërmetit të 26 nëntorit 2019. Klasat e dëmtimit (DG1 dhe DG2) u caktuan për të gjitha ndërtesat e inspektuara në përputhje me përshkrimin e paraqitur në seksionin e mëparshëm. Vini re se DG0 tregon një bllok ndërtimi i cili nuk ka pësuar ndonjë dëmtim. Figura 20 a) ilustron shpërndarjen e dëmtimeve në vendndodhje specifike në Tiranë (1 deri në 7) dhe Durrës (8). Mund të konkludohet se ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në shumicën e vendndodhje (përveç vendndodhjes 1) kanë pësuar dëmtime (DG1 dhe DG2). Nga të gjitha blloqet e ndërtimit të inspektuara rreth 10% mbetën të padëmtuara, ndërsa 34% dhe 56% e ndërtesave u dëmtuan (përkatësisht DG1 dhe DG2), siç tregohet në Figurën 22 b)

Tabela 6. Informacion në lidhje me ndërtesat e LPE të anketuara në Tiranë dhe Durrës

ID	Qyteti	Vendndodhja	Intensiteti i Tërmetit	Numri i blloqeve të ndërtimit të inspektuara	Klasa e dëmtimit		
					DG0	DG1	DG2
1	Tirana	21 Dhjetori	VI ½	89	65	23	1
2	Tirana	Selita	VIII	60	0	10	50
3	Tirana	Profarma	VII ½	200	0	20	180
4	Tirana	Alliasi	VII ½	120	0	60	60
5	Tirana	Lapraka	VII	105	15	80	10
6	Tirana	Kamza	VII ½	75	0	40	35
7	Tirana	Kombinat	VIII	45	0	4	41
8	Durrës	Durrës	IX	140	0	50	90
		Total		834	80	287	467



a)



b)

Figura 32. Numri i blloqeve të ndërtimit me pllaka beton arme të parafabrikuara kundrejt shkallës së dëmtimit (DG): a) vendndodhje individuale në Tiranë (1 deri në 7) dhe Durrës (8), dhe b) Shpërndarja e DG për të gjitha blloqet e ndërtimit të inspektuara në 8 vendndodhje.

Numri i ndërtesave të vëzhguara dhe dëmtimet përkatëse në intensitete të ndryshme tërmetesh janë paraqitur në Figurën 23. Ekziston një prirje e qartë që tregon përqindjen në rritje të blloqeve të ndërtimit më të dëmtuara rëndë të caktuar DG2 në intensitet më të lartë tërmetesh (mbi VII). Ka një raport qartësisht në rritje të DG2 në intensitetin VII ½ (70,0 %) dhe VIII (87,0 %). Megjithatë, raporti i blloqeve të ndërtimit të caktuar DG2 u ul me intensitetin IX (64 %), që korrespondonte me ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në Durrës. Kjo mund të shpjegohet me dallimet në kriteret e vlerësimit pasi ekipet e ndryshme vëzhguese ishin të angazhuara në Tiranë dhe Durrës. Në përgjithësi, shumica e ndërtesave të dëmtuara dhe të shembura në tërmetin e nëntorit 2019 ndodheshin në Durrës, prandaj ekipet e vëzhgimit mund të ishin anuar nga një numër i madh ndërtesash të dëmtuara rëndë në zonë dhe vendosën të caktojnë shkallë më të vogël dëmtimi për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara, të cilat nuk pësojnë dëmtime të konsiderueshme në përgjithësi. Nuk ka gjasa që intensiteti i lëkundjeve në Durrës të jetë më i vogël se ai në Tiranë.

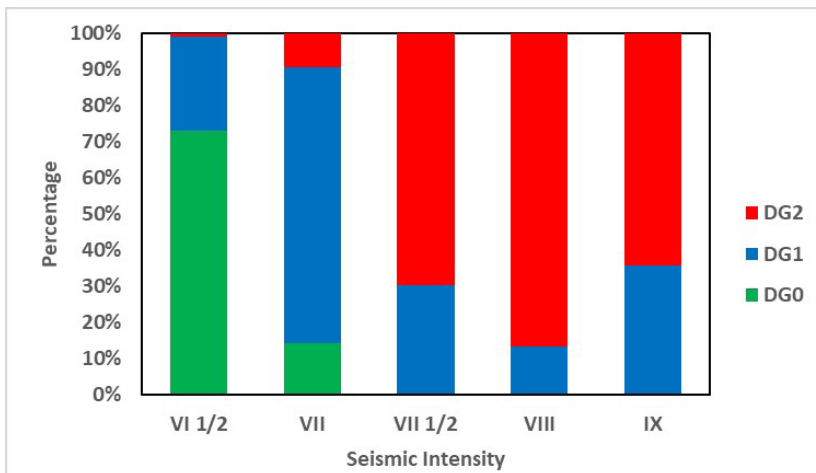


Figura 33. Shkalla e dëmtimit (DG) kundrejt intensitetit të tërmetit për të gjitha blloqet e ndërtimit me pllaka beton arme të parafabrikuara të anketuara në Tiranë dhe Durrës.

6.2 Ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit, Tiranë

Ndërtesat e parafabrikuara me pllaka beton arme të parafabrikuara performuan mirë në tërmetin e nëntorit 2019. Sipas vlerësimit të shpejtë të ndërtesave të kryera pas tërmetit, 86.2% e ndërtesave të inspektuara me pllaka beton arme të parafabrikuara iu caktua një rreth i gjelbër, që tregon se ato nuk pësuan ndonjë dëmtim strukturor (Banka Botërore 2019). Vetëm 3.4% e këtyre ndërtesave u është caktuar një rreth i kuq, që tregon se ndërtesat kanë dëmtime strukturore DG5. Sipas të njëjtit inspektim, këto ndërtesa performuan më mirë se tipologjitë e tjera të zakonshme të ndërtesave, p.sh. ndërtesa beton arme të hedhura në vend dhe ndërtesa murature. Ndërtesa të shumta me pllaka beton arme të parafabrikuara u ekspozuan ndaj tërmetit të nëntorit 2019 në Tiranë dhe Durrës. Në Tiranë, dëmtime në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara u raportuan vetëm në një vendndodhje (zona e Kombinatit). Në vijim diskutohet ecuria e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit të Tiranës. Zona e Kombinatit (Njësia Administrative nr. 6 e Tiranës) është një lagje jugperëndimore e Tiranës që ndodhet rreth 6 km larg qendrës (shih Figurën 4 b). Dikur ka qenë një zonë industriale dhe ka marrë emrin nga Fabrika e Tekstileve të Kombinatit Stalin, e cila dikur punësonte rreth 2000 punëtorë. Stoku i ndërtesave në zonën e Kombinatit përbëhet kryesisht nga ndërtesa banimi të ulëta dhe të mesme, por disa ndërtesa kanë një funksion të përzier - komercial në katin përdhësë dhe banim në katet e sipërme. Në total, 9 ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara pesëkatëshe ndodhen brenda një zone të kufizuar, siç tregohet në Figurën 24. Figura 24 b) tregon pamjen e fasadës së një ndërtese tipike. Nga figura shihet se të gjitha panelet e jashtme në drejtim gjatësor kanë hapje. Planimetria e katit TIP të një blloku ndërtimi me pllaka beton arme të parafabrikuara është paraqitur në Figurën 5 a).



Figura 34. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit të Tiranës: a) një hartë që tregon ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara – shënimi i ndërtesës nr. 12 të mbyllur nga një rreth dhe b) një imazh i pamjes së fasadës për ndërtesën nr. 12 (burimi: AQTN)

Në bazë të mikrozonimit sismik të Tiranës, zonës së Kombinatit iu caktua intensiteti sismik më i lartë (VIII) për Tiranën sipas KTP-N.2-89. Disa zona të tjera të Tiranës iu caktuan intensiteti VII ose VII ½. Kategoria e dherave në zonën e Kombinatit klasifikohet si tokë e butë, pra Tipi II sipas KTP-N.2-89, ose Tipi D sipas Eurokodit 8 (EN 1998-1:2005). Mendohet se kushtet e buta të tokës ishin një faktor themelor për dëmtimin e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit. Shumica e këtyre ndërtesave ishin më shumë se 30 vite në përdorim, deri në kohën e tërmetit të nëntorit 2019. Në shumë raste, gjendja e ndërtesave para tërmetit ishte e dobët për shkak të degradimit të betonit dhe çelikut në panelet e jashtme si rezultat i deformkohës dhe ekspozimit ndaj agentëve atmosferikë dhe efekteve të sforcimeve (p.sh. plasaritje e shkaktuara nga temperatura). Figura 23 a) dhe b) tregojnë përkeqësimin e paneleve të murit të jashtëm për shkak të deformkohës. Në disa raste, lagështia depërtoi në brendësi të ndërtesës përgjatë ndërfaqeve të paneleve. Figura 25 b) tregon shufrat e përforcimit vertikal të ekspozuara në nivelin e bazamentit (bazën) të një ndërtese. Mund të shihet se ka ndodhur copëtimi i betonit dhe korrozioni i armaturës së zgarës dhe shufrave përforcuese në bashkimin e pllakës së murit (VJ). Integriteti strukturor i disa ndërtesave mund të jetë ndikuar nga aktivitetet njerëzore pa kriter. Disa pllaka të jashtme ishin të mbushura me muraturë (Figura 25 c), ndërsa ndërtesat e tjera kishin forma të tjera rinovimi, p.sh. shtrirje horizontale dhe vertikale. Figura 25 d) tregon një rinovim (ballkon i shtuar në nivelin e katit të tretë) ndërsa Figura 25 e) tregon mbushjen e fugës horizontale në nivelin e katit të dytë.



Figura 35. Gjendja para-tërmetit e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit, Tiranë: a) përkeqësim i paneleve dhe lidhjeve të tyre; b) gërryerja e betonit dhe korrozioni i armaturës në bazën e murit; c) rinovimi i murit të jashtëm – mbushje murature; d) ndërtimi i një ballkoni të ri (niveli i katit të tretë) dhe e) fuga horizontale të mbushura në nivelin e katit të dytë.

6.3 Inspektimet e dëmtimeve pas tërmetit

Mund të thuhet se ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara i rezistuan mirë tërmetit të nëntorit 2019, pasi ato ose mbetën të padëmtuara ose pësuan dëmtime të vogla strukturore. Të gjitha ndërtesat e këtij lloji mbetën të shfrytëzueshme për banim pas tërmetit. Nga 7 lokacione me ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara në Tiranë, këto godina kanë pësuar dëmtime vetëm në zonën e Kombinatit. Duhet theksuar se edhe llojet e tjera të ndërtesave në zonën e Kombinatit kanë pësuar më shumë dëmtime krahasuar me vendndodhjet e tjera në Tiranë. Për shembull, disa ndërtesa moderne me sistem skelet beton arme me mbushje murature pësuan dëmtime të rënda dhe u desh të shembeshin, ndërsa disa ndërtesa banimi 5-katëshe me muraturë të papërfortuar pësuan dëmtime të moderuara deri në kolaps. Në përgjithësi, ndërtesat e ulëta me muraturë të papërfortuar mbetën të padëmtuara. Dëmtimet strukturore në zonën e Kombinatit mund t'i atribuohen kushteve të buta të tokës, siç u diskutua më parë në punim.

Pas tërmetit u vëzhguan disa ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara në zonën e Kombinatit. Një studim i detajuar i dëmtimeve është kryer për ndërtesën nr. 12 (shih hartën në Figurën 24). Format e dëmtimeve të vërejtura në këtë ndërtesë janë të ngjashme me format e dëmtimeve të ndërtesave të tjera me pllaka beton arme të parafabrikuara që u ekspozuan ndaj lëkundjeve të ndryshme sizmike. Dëmtimi nuk ishte lehtësisht i dukshëm për t'u vërejtur në fasadë (ndoshta për shkak të mungesës së suvasë), por ishte i dukshëm brenda ndërtesës. Dëmtimi ishte i përqëndruar brenda lidhjeve të pllakave; prandaj plasaritjet u vunë re ose në drejtim horizontal ose vertikal. Madhësia e plasaritjes varionte nga plasaritje të vogla suvaje deri në plasaritje të moderuara përgjatë lidhjeve të murit dhe panelit të pllakave. Plasaritja nuk u vërejt brenda paneleve të murit, gjë që është në përputhje me mekanizmin e shkatërrimit të pritur në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta të paneleve të shpjeguar më herët në punim. Format e dëmtimit përgjatë fugave vertikale dhe horizontale janë ilustruar në figurat 26 deri në 31. Duhet të theksohet se shumica e plasaritjeve kanë ndodhur në panele të plota (pa hapje, dritare/dyer), por në disa raste plasaritje është vërejtur edhe në panelet me hapje (dritare/dyer). Figura 30 tregon një plasaritje vertikale në zonën e sipërme të dy paneleve të murit të brendshëm me hapje dere. Duhet të theksohet se të gjitha ndërtesat e paraqitura në këtë seksion kishin pësuar dëmtime strukturore të shkallës 2 (DG2) sipas klasifikimit të propozuar. Ndërtesa të tjera me pllaka beton arme të parafabrikuara të ndodhura në zonën epiqendrore të tërmetit të nëntorit 2019 kanë pësuar një dëmtim më të lehtë (DG1 sipas klasifikimit të propozuar).

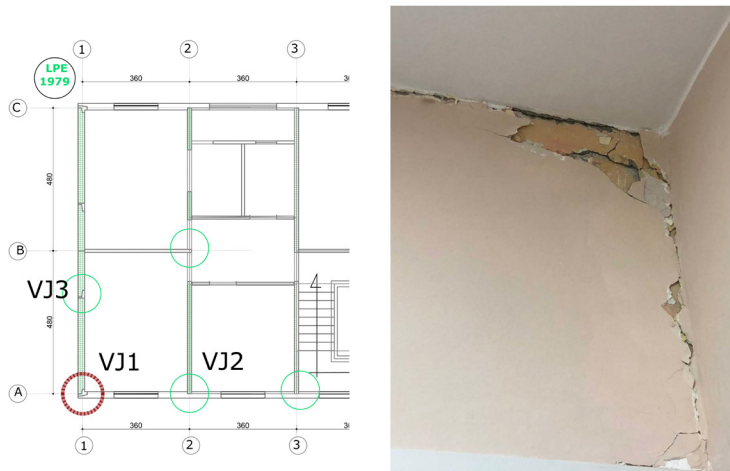


Figura 36. Plasaritja përgjatë bashkimit vertikal VJ1 dhe bashkimit horizontal (në drejtim gjatësor).

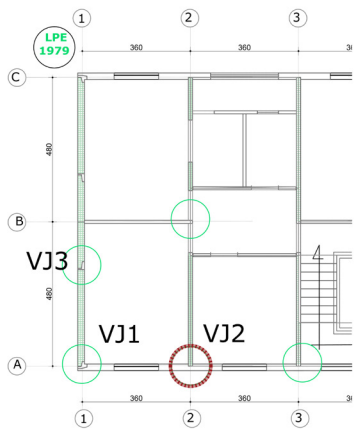


Figura 37. Plasaritja përgjatë bashkimit vertikal VJ2.

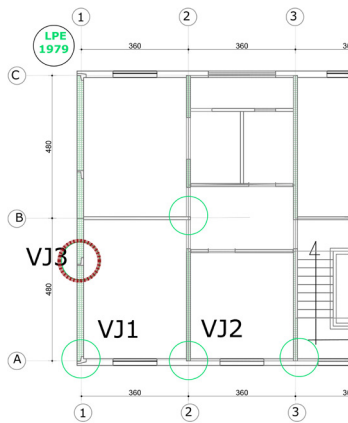


Figura 38. Plasaritja përgjatë bashkimit vertikal VJ3.

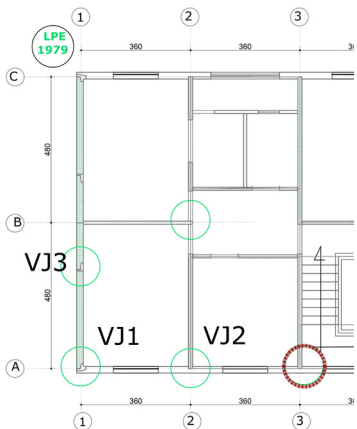


Figura 39. Plasaritja përgjatë bashkimit horizontal në drejtim gjatësor.

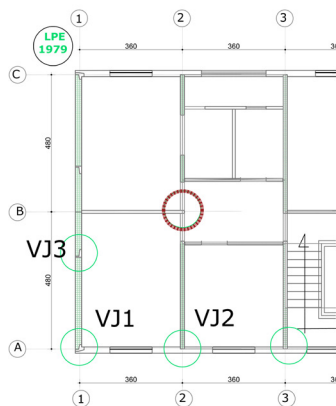
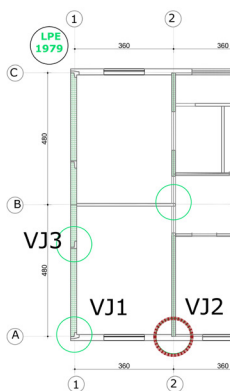


Figura 40. Plasaritja në zonën e sipërme të bashkimit të paneleve të brendshme.

Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara u ekspozuan ndaj të njëjtit tërmet në Durrës, ku intensiteti i tërmetit ishte më i lartë në krahasim me Tiranën, sipas të dhënave të disponueshme të nxitimit të truallit dhe inspektimeve në terren. Disa ndërtesa me pllaka beton arme të parafabrikuara u inspektuan në një nga vendndodhjet në Durrës. Një nga ndërtesat e inspektuara kishte mure gjatësore të orientuara në drejtimin V-J. Një pamje e jashtme e ndërtesës është paraqitur në Figurën 41 a) dhe një plan i pjesshëm i dyshemesë është paraqitur në Figurën 41 b).



a)



b)

Figura 41. Performanca sizmike e ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Durrës: a) një pamje e jashtme e ndërtesës së inspektuar; b) planimetri të pjesshme të apartamentit që tregon nyjet vertikale, dhe një formë dëmtimi të vërejtur në këndin e dhomës.

Dhoma në të cilën është vërejtur plasaritja ndodhet në cep të ndërtesës, e mbyllur nga një mur gjatësor (me dritare) dhe një mur tërthor të plotë. Është e rëndësishme të theksohet se rrëshqitja horizontale ka ndodhur përgjatë lidhjeve dysheme-mur në të dy drejtimet gjatësore dhe tërthore, siç tregohet në Figurën 41 b). Nuk kishte plasaritje përgjatë fugës vertikale të këndit (VJ1), megjithatë plasaritje u vu re përgjatë fugës vertikale (VJ3) midis pllakave të murit të jashtëm në drejtim tërthor. Dëmtimet janë vërejtur në nivelin e katit të tretë; kjo është e pritshme sepse mekanizmi i shkatërrimit është shkaktuar nga rrëshqitja, e cila karakterizohet nga plasaritje horizontale në vendet me nivelin më të ulët të sforcimit aksial (p.sh. katet e sipërme në një ndërtesë).

6.4 Veçoritë strukturore dhe sizmike të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në vendet e rajonit

Tipologjia e këtyre ndërtesave për qëllime rezidenciale është shumë e përhapur në Shqipëri dhe në vendet e rajonit si p.sh. ish-Jugosllavia, Rumania dhe Bullgaria, në periudhën e viteve 1960-1990. Ekziston një stok i konsiderueshëm e ndërtesave ekzistuese me pllaka beton arme të parafabrikuara të pozicionuara në Beogradin e Ri (Figura 42b). Ndërtimi i objekteve me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE) në Shqipëri filloi në vitet 1970 dhe vazhdoi deri në rënien e komunizmit në vitin 1990. Teknologjia e ndërtimit parafabrikat u përdor gjerësisht për ndërtesat e banimit në qytetet e mëdha Shqiptare.



Figura 42. Shembuj të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara: a) Zona e Kombinatit, Tiranë, Shqipëri dhe b) Blloku 63, Beogradi i Ri, Serbi

Këto ndërtesa zakonisht kanë një plan urbanistik kompleks i cili përbëhet nga disa blloqe, siç tregohet në figurën 2a). Blloqet e ndërtimit janë njësitë më të vogla në ndërtesë dhe janë të ndara nga një boshllëk sizmik. Zakonisht ka 10 deri në 20 blloqe në një vend të caktuar. Çdo bllok ka afërsisht 10 deri në 15 apartamente dhe strehon 60 banorë. Figura 2b) tregon planimetrinë e një blloku tipik ndërtimi, me dimensione tipike plani: 14.4 m gjatësi dhe 9.8 m gjerësi.

Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE) përbëhen nga elementë të ndryshëm të parafabrikuar si panele muri, panele dyshemeje, si dhe elementë të tjerë si shkallët dhe bazamenti, por themelet në ndërtesat shqiptare janë ndërtuar në objekt me butobeton. Panelet e jashtme të murit mbajtës ishin 22 cm të trasha ndërsa panelet e brendshme mbajtëse ishin 14 cm të trasha. Panelet horizontale të dyshemesë dhe çatisë zakonisht përbëhen nga elementë të madhësisë së dhomës, të cilët janë të ndërlidhur në drejtim horizontal. Këto panele janë zakonisht 22 cm të trasha dhe shtrihen në një drejtim ose në dy drejtime, në varësi të planit arkitektonik.

Lidhjet midis paneleve me njëri-tjetrin në ndërtesat e parafabrikuara beton arme (LPE) janë kritike për sigurinë e tyre strukturore dhe sizmike. Vini re se "lidhja" është një term i përgjithshëm i cili përshkruan zonen ku elementet janë të lidhur (p.sh. lidhja mur me dysheme), ndërsa "bashkim" tregon një zonë midis elementeve të lidhur ku ndodh transferimi i forcës. Lidhjet ndërmjet elementeve beton arme të parafabrikuar zakonisht klasifikohen si "të lagura" dhe "të thata" (UNIDO 1983; FIB 2008).

Në ndërtesat shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara shumica e nyjeve u arritën me saldim në terren. Ekzistojnë fuga vertikale midis paneleve të parafabrikuar të murit (të brendshme dhe të jashtme), nyje horizontale midis paneleve të dyshemesë/pllakës së tarracës, si dhe fugave horizontale midis mureve dhe pllakave të soletave. Vini re se nyjet vertikale dhe horizontale në ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuar janë të vendosura në pika diskrete. Figura 2b) tregon vendndodhjet e nyjeve tipike vertikale në një ndërtesë me pllaka beton arme të parafabrikuar (VJ1, VJ2 dhe VJ3).

Teknologjia e ndërtimit me elementë strukturorë të parafabrikuar është përdorur gjerësisht për ndërtimin e banesave në ish-Jugosllavi në periudhën nga vitet 1950 deri në vitet 1990. Aplikimi i teknologjisë së parafabrikatit filloi në vitet 1950 dhe u motivua nga nevoja për strehim në qendrat urbane. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuar ishin veçanërisht të njohura, sepse teknologjia ishte e lehtë për t'u zbatuar. Shumë kompani ndërtimi vendase ishin në gjendje të zhvillonin linja prodhimi për elementët e parafabrikuar në kantieret e ndërtimit, por në një fazë të mëvonshme prodhimi i paneleve u zhvendos në impiante

të dedikuara. Sistemet me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE) ishin veçanërisht të përshtatshme për ndërtimin e banesave, sepse madhësia e elementeve të parafabrikuara përputhet me modulet e përdorura në projektim. Në ndërtim u përdorën më shumë se 15 sisteme të ndryshme dhe shumë prej tyre u zhvilluan në nivel lokal, p.sh. Sistemi IMS (Dimitrijević, 2003), Trudbenik, Yugomont YU-61, etj. (Vuković, 2007). Disa nga sistemet e parafabrikuara u importuan, dhe më vonë u modifikuan për të përbushur kërkesat e ndërtimit dhe tiparet e projektimit arkitektonik. Sjellja sizmike e një prej sistemeve me pllaka beton arme të parafabrikuara më të përdorura të importuara, Rad-Balency (i zhvilluar fillimisht si një sistem francez Balency) u studiuua gjerësisht në Jugosllavi (Velkov, Ivkovich dhe Perishich 1984; Velkov 1981). Sistemi u modifikua për aplikime në ndërtesat e larta në Beograd. Panelet e parafabrikuara të murit lidhen nëpërmjet lidhjeve të lagështa, të cilat përbëhen nga rrrathë horizontale prej çeliku që shtrihen/zgjaten nga panelet, dhe armatura vertikale e cila saldohet në vende të veçanta. Pas vendosjes së paneleve në pozicionin përfundimtar, betoni derdhet në vend. Elementet e parafabrikuara horizontale janë dërrasa me gjerësi 1,6-1,8 m të cilat lidhen me anë të lidhjeve të lagështa për të formuar diafragma. Lidhja horizontale midis paneleve të murit dhe dyshemeve sigurohet në çdo nivel dyshemeje. Pllakat e soletave kanë zona fundore të projektuara posaçërisht me përforsim inkastrimi dhe betoni derdhet në vend për monolitizim, pasi pllakat e murit të ngrihen në pozicionin përfundimtar (Figura 43).

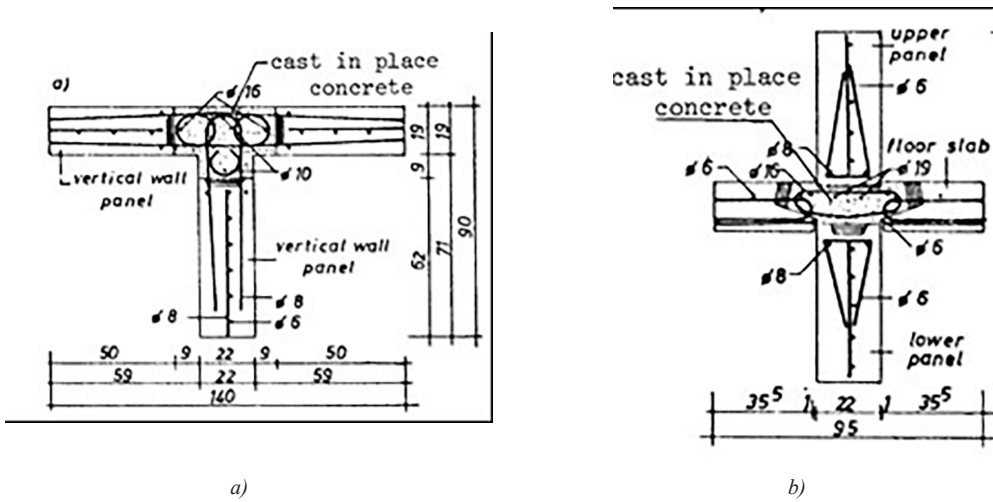


Figura 43. Lidhjet në sistemin Rad-Balency LPE, ish-Jugosllavi: a) lidhje vertikale ndërmjet paneleve të murit ngjitur dhe b) lidhje horizontale ndërmjet paneleve të murit dhe sistemit të dyshemesë (Velkov 1981).



KAPITULLI VII

Përfundimet

Performanca e ndërtesave të mesme me pllaka beton arme të parafabrikuara në tërmetin e 26 nëntorit 2019 ishte e mirë, pasi këto ndërtesa nuk pësuan dëmtime të konsiderueshme strukturore dhe asnjë nga këto ndërtesa nuk u shemb. Bazuar në inspektimet nga tërmeti dhe një studim të paraqitur në këtë punim, mund të nxirren përfundimet e mëposhtme:

1. Mungesa e dëmtimeve të konsiderueshme strukturore në këto ndërtesa mund të shpjegohet me një sasi relativisht të madhe muresh, prandaj kërkesa sizmike në mure individuale nuk është shumë e lartë. Konfigurimi bazë strukturore për sistemet e paneleve të mëdha në Shqipëri është sistemi me mure tërthore, i cili karakterizohet nga një sasi më e madhe muresh në drejtim tërthor. Si rezultat, këto ndërtesa janë më të prekshme ndaj efekteve sizmike në drejtim gjatësor sesa në tërthor. Analiza ka treguar se indeksi i murit (WI) për një ndërtesë tipike shqiptare me pllaka beton arme të parafabrikuara ka një vlerë prej 4.6% për drejtimin tërthor (kryq) dhe vetëm 2.6% për drejtimin gjatësor.

2. Meqenëse nyjet ndërmjet paneleve vendosen në pika diskrete, pritet një rënie në forcën dhe ngurtësinë e sistemit strukturore pasi lidhjet të pësojnë dëmtim. Megjithatë, ekziston një rezistencë e natyrshme në prerje përgjatë ndërfaqeve të panelit; kjo rezistencë shtesë ka të ngjarë të mos llogaritet nga modelimi origjinal.

3. Format kryesore të dëmtimeve të inspektuara nga tërmeti janë në formën e plasaritjeve në nyje për shkak të rrëshqitjes horizontale ose vertikale. Madhësia e plasaritjes varionte nga plasaritjet e suvasë deri te plasaritjet e moderuara përgjatë lidhjeve të murit dhe panelit të pllakave.

4. Ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara janë të prirura ndaj çështjeve që lidhen me mirëmbajtjen e pamjaftueshme dhe faktorët e jashtëm mjedisor, të cilët mund të kenë kontribuar në dëmtimet në tërmetin e nëntorit 2019.

5. Ekziston nevoja për një klasifikim të posaçëm të dëmtimeve pas tërmetit për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara, pasi klasifikimi për muret prerëse beton arme të hedhura në vend nuk mund të zbatohet lehtësisht në këto ndërtesa. Autorët kanë propozuar një klasifikim dëmtimi për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara me nyje të dobëta, i cili duhet të vlerësohet përmes studimeve kërkimore eksperimentale dhe analitike.

6. Reagimi dinamik i strukturave me pllaka beton arme të parafabrikuara me efekt dominues ndërveprimi truall-strukturë ka treguar se zhvendosjet anësore relative për shkak të këtij ndërveprimi, janë më të mëdha se zhvendosjet elastike të marra nga analiza e një strukture me bazë fikse. Prandaj, marrja në konsideratë e ndërveprimit truall-strukturë është e rëndësishme për rajonet e karakterizuara nga sizmiciteti i ulët deri në mesatar, ku reagimi strukturore është mbizotërues në fushën elastike.

Mund të dalim në përfundimin se shqyrtimi i kushteve të tokës me anë të metodave të thjeshtuara është shumë i rëndësishëm në kontekstin e parashikimit të saktë të reagimit sizmik (forcat e brendshme dhe zhvendosjet). Rezultatet kanë treguar se efekti i kushteve të tokës është i rëndësishëm si për zonat me sizmicitet të ulët/mesatar (Beograd) ashtu edhe me sizmicitet të lartë (Tiranë).

7. Modele më të avancuara të ndërveprimit truall-strukturë (Šešov et al. 2019) mund të shpjegohen në studimet e vlerësimit të rrezikut sizmik për ndërtesat me pllaka beton arme të parafabrikuara (LPE,) duke marrë parasysh që stoqe të konsiderueshme të këtyre ndërtesave ndodhen në Evropën Lindore dhe Azinë Qendrore. Megjithatë, saktësia e rezultateve, qoftë për analiza të thjeshtuara apo të avancuara të ndërveprimit truall-strukturë (BTS), varen nga saktësia e parametrave të dhëna (rreziku sizmik dhe të dhënat gjeo-

teknike) për vendndodhjen në shqyrtim. Duke pasur parasysh një stok të konsiderueshëm të ndërtesave me pllaka beton arme të parafabrikuara në Shqipëri dhe vende të tjera evropiane, është e një rëndësie kritike kryerja e studimeve analitike për të përmirësuar kuptimin e mekanizmit të dëmtimit dhe shembjes për këto ndërtesa. Studimet e ardhshme duhet të shqyrtojnë mekanizmat e shkatërrimit nga aktiviteti sizmik dhe të vlerësojnë nëse shkatërrimi është i kufizuar në thyerje dhe shpërbërje të lidhjeve, apo pritet edhe plasaritje/dëmtim në pllakat e murit. Standardet shqiptare të projektimit dhe rikonstruksionit duhet të përfshijnë dispozita që lidhen me strukturat e parafabrikuara beton arme. Duke qenë se shumë prej këtyre ndërtesave janë pothuajse 50 vjet të vjetra dhe në gjendje jo të mirë, është e rëndësishme të përcaktohet nëse një ndërtesë e këtij lloji e dëmtuar nga tërmeti duhet të riparohet apo të shembet.

Referencat

- Aliaj S,H., Koçiu, S., Muço, B., and Sulstarova, E. 2010. Sizmiciteti, sizmotektonika dhe vlerësimi i rrezikut sizmik në Shqipëri [Seismicity, seismotectonics and seismic risk assessment in Albania]. Tirana: Kristalina KH.
- Anagnostopoulos, S. A. et al. 2004. Post Earthquake Damage and Usability Assessment of Buildings: Further Development and Applications. Final Report, European Commission-D.G. Environment, and Civil Protection EPP0, Patras, Greece.
- Andonov, A. 2019. Seismic Risk in Large-Panel Buildings in Bulgaria, Presented at the SERA Balkans Seismic Risk Eorkshop, Belgrade, Serbia, June 13. Accessed June 7, 2020. <https://understandrisk.org/ep-content/uploads/Seismic-Risk-Assessment-of-Large-Panel-Buildings-in-Bulgaria.pdf>.
- Astroza, M., Moroni, O., Brzev, S., and Tanner, J. 2012. Seismic Performance of Engineered Masonry Buildings in the 2010 Maule Earthquake. *Earthquake Spectra* 28 (S1): S385-S406.
- Baggio, C. et al. 2007. Field Manual for Post-Earthquake Damage and Safety Assessment and Short Term Countermeasures (AeDES). European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, Ispra, Italy.
- Becker, J.M., Llorente, C., and Mueller, P. 1980. Seismic response of precast concrete ealls. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 8: 545-564
- Bostenaru Dan, M. and Sandu, I. 2004. Precast concrete panel apartment buildings, Report 83, Eorld Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA. Accessed June 7, 2020. <https://db.world-housing.net/building/83/>.
- Brzev, S., Pandey, B., Maharjan, D. K., and Ventura, C. 2017. Seismic vulnerability assessment of loë-rise reinforced concrete buildings affected by the 2015 Gorkha, Nepal, earthquake. *Earthquake Spectra* 33(S1): S275-S298.
- CAE. 1999. Guidelines for the Use of Structural Precast Concrete in Buildings. 2nd Ed. Centre for Advanced Engineering, University of Canterbury, Christchurch, Neë Zealand.
- Cai, G., Su, Q., Tsavdaridis, K.D., and Degée, H. 2018. Simplified Density Indexes of Ealls and Tie-Columns for Confined Masonry Buildings in Seismic Zones. *Journal of Earthquake Engineering*. doi:10.1080/13632469.2018.1453396
- Clough, R.E., Malhas,F., and Oliva,M.G. 1989. Seismic behavior or large panel precast concrete ealls: analysis and experiment. *PCI Journal*, 34(5): 42-66.
- Duni L., Theodoulidis N. 2019. Short note on the November 26, 2019, Durrës (Albania) M6.4 earthquake: strong ground motion eith emphasis in Durrës city, Institute of Engineering Seismology and Earthquake Engineering (ITSAK), Tirana, Albania.
- EMSC-CSEM. 2019. M 6.4 - Albania - 2019-11-26 02:54:11 UTC. European-Mediterranean Seismological Centre. Accessed June 7, 2020. https://static3.emsc.eu/Images/EVID/80/807/807751/807751_regional.jpg.
- EN 1998-1:2005. 2005. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic action and rules for buildings. Comité Européen de Normalisation, Bruxelles, Belgium.
- EN 1998-3:2005. 2005. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 3: assessment and retrofitting of buildings. Comité Européen de Normalisation Bruxelles, Belgium.
- FIB. 2008. Structural connections for precast concrete buildings Buletin 43, International Federation for Structural Concrete (fib), Lausanne, Seitzerland.
- Grünthal, G. 1998. European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg.
- IGEËE. 2020. Strong Motion Records Durrësi earthquake 26 November 2019. Institute of GeoSciences, Energy, Eater and Environment, Tirana, Albania. Accessed June 7, 2020. <https://geo.edu.al/neëeb/?fq=november&gj=gj2>.
- Islami, G. 2016. Përmirësimi i performancës energjetike në banesat me panele të parapërgatitura në

- Tiranë [Improving energy performance in buildings with prefabricated panels in Tirana]. PhD. diss., Polytechnic University of Tirana.
- Islami, G. i Veizaj, D. 2014. Comfort Conditions and Energy Consumption in Prefabricated Houses in Tirana. Proceedings of the 2nd ICAUD International Conference in Architecture and Urban Design, Tirana, Albania, April 15.
- Ismi, B. 2020. Universidade NOVA de Lisboa. Personal communication.
- Klyachko, M., Mortchikchin, I. and Nudga, I. (2002). Large reinforced concrete panel buildings (Series 122, 135 and 1-464c). Report #55, World Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute, USA.
- Kollegger, J.P. and Bouëkamp, J.G. 1980. Predictive dynamic response of panel type structures under earthquakes. Report No. EERC 80/31, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, CA.
- KTP-N.2-89. 1989. Kusht teknik projektimi per ndertimet antisizmike KTP-N.2-89 [Technical design code for earthquake-resistant construction KTP-N.2-89], Akademia e Shkencave, Tirana, Albania.
- Lagos, R. et al. 2012. Seismic performance of high-rise concrete buildings in Chile. International Journal of High-Rise Buildings 1(3):181-194.
- Lekkas, E., Mavroulis, S., Papa, D., and Carydis, P. 2019. The November 26, 2019 M_w 6.4 Durrës (Albania) earthquake. Newsletter of Environmental, Disaster and Crises Management Strategies, 15, ISSN 2653-9454. Accessed June 7, 2020. https://edcm.edu.gr/images/docs/newsletters/Newsletter_15_2019_Albania_EQ.pdf.
- Marinković, M. 2020. Department of Civil Engineering, University of Belgrade. Personal communication.
- Moroni, M., Astroza, M. and Acevedo, C. 2004. Performance and seismic vulnerability of masonry housing types used in Chile. Journal of Performance of Constructed Facilities 18(3):173-179.
- Mueller, P. 1988. Experimental investigation on the seismic performance of precast walls. Proceedings, 9th World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo, Japan, Vol. IV, pp. 755-760.
- NBS. 1977. Observations on the behavior of buildings in the Romania earthquake of March 4, 1977. NBS Special Publication 490, National Bureau of Standards, U.S. Department of Commerce, Washington D.C. Accessed June 7, 2020. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nbsspecialpublication490.pdf>.
- Novikova, A. et al. 2015. The typology of the residential building stock in Albania and the modelling of its low-carbon transformation. Project SLED, Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, Vienna. Accessed June 7, 2020. http://sled.rec.org/documents/SLED_Albania_BUILDING_ENG.pdf.
- Oliva, M.G. and Clough, R.W. 1983. Shaking table tests of large-panel precast concrete building assemblages. Earthquake Engineering Research Center, University of California Berkeley, CA, USA, Report No. UCB/EERC-83/14.
- Polyakov, S.W. et al. 1969. Investigations into earthquake resistance of large panel buildings. Proceedings, 7th World Conference on Earthquake Engineering, Istanbul, Turkey, V.5, pp. 351-358.
- Shapiro, G.A. and Ashkinadze, G.N. (1980). Ultimate stresses in large-panel buildings exposed to seismic loads, Proceedings, 7th World Conference on Earthquake Engineering, Istanbul, Turkey, Vol. V, pp. 351-358.
- UNDP, WB and EU. 2020. Post-Disaster Needs Assessment – Albania. United Nations Development Program, World Bank, and European Union. Accessed June 7, 2020.
- UNIDO. 1983. Design and construction of prefabricated reinforced concrete frame and shear-wall buildings. Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region. Volume 2. UNDP/UNIDO Project RER/79/015, Vienna.
- USGS. 2019. M 6.4 - 15km ESE of Mamurras, Albania, U.S. Geological Survey. Accessed June 7, 2020. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us70006d0m/executive>.
- Vasilev, G. and Bonev, Z. (2012). Earthquake in Pernik, Bulgaria, 22-nd of May, 2012, Bauhaus Summer School, Bauhaus Universitat Weimar, Germany.
- Velkov, M. 1981. Large panel systems in Yugoslavia: design, construction and research for improvement of practice and elaboration of codes. ATC - 8 Proceedings of a Workshop on Design of Prefabricated

- Concrete Buildings for Earthquake Loads, Applied Technology Council, Berkeley, CA.
- Velkov, M., Ivkovich, M., and Perishich, Z. 1984. Experimental and analytical investigation of prefabricated large panel systems to be constructed in seismic regions. Proceedings of the Eighth World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, CA.
- World Bank. 2019. M 6.4 Albania Earthquake Global Rapid Post Disaster Damage Estimation (GRADE) Report. GPURL D-RAS Team, World Bank, Washington D.C. Accessed June 7, 2020. https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/assessments/2019-12-16_grade_alb_eq_nov2019_final.pdf
- Жилища. 1985. Рекомендации по проектированию крупнопанельных зданий для сейсмических районов [Recommendations for Design of Large Panel Buildings in Seismic Areas]. Moscow: ЦНИИЭП Жилища.
- Andonov, A. (2019) Seismic Risk in Large-Panel Buildings in Bulgaria, Presented at the SERA Balkans Seismic Risk Workshop, Belgrade, Serbia, June 13. Accessed June 7, 2020. <https://understandrisk.org/wp-content/uploads/Seismic-Risk-Assessment-of-Large-Panel-Buildings-in-Bulgaria.pdf>
- Bostenaru Dan, M. and Sandu, I. (2004) Precast concrete panel apartment buildings, Report 83, World Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA, USA (<https://db.world-housing.net/building/83/>)
- Dimitrijevic, R. (2003) Precast, prestressed concrete frame structure with concrete shear walls, Report 68, Serbia, World Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute, USA (<http://db.world-housing.net/building/68/>)
- EERI (2022) EERI earthquake reconnaissance team report: M6.4 Albania earthquake on November 26, 2019. Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California, USA.
- EN 1998-1:2005 (2005) Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic action and rules for buildings. Comité Européen de Normalisation, Bruxelles, Belgium.
- FIB (2008) Structural connections for precast concrete buildings Bulletin 43, International Federation for Structural Concrete (fib), Lausanne, Switzerland.
- Fukuwa, N. and Tobita, J. (2001) SSI effect on dynamic characteristics of low & medium-rise buildings based on simplified analysis and observation.
- Guri, M., Brzev, S., Lluca, D. (2021) Performance of Prefabricated Large Panel Reinforced Concrete Buildings in the November 2019 Albania Earthquake. Journal of Earthquake Engineering <https://doi.org/10.1080/13632469.2021.1887010>
- Kollegger, J.P. and Bouëkamp, J.G. (1980) Predictive dynamic response of panel type structures under earthquakes. Report No. EERC 80/31, Earthquake Engineering Research Center, University of California

