



UNIVERSITETI I PRISHTINËS

“HASAN PRISHTINA”

UNIVERSITY OF PRISTINA

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY

Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e “Fakulteteve Teknike”, 10000 Prishtinë, Kosovë

Tel: +383 38 554 899

URL: <https://fin.uni-pr.edu>

e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. 446/2

Prishtinë 22/02/2024

F3

RAPORT VLERËSIMI TË DORËSHKRIMIT TË PUNIMIT TE DIPLOMËS MASTER

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT				
Vendimi i Këshillit të FIN-it	Nr.	2669/1	Date	25.07.2022
Komisioni vlerësues sipas vendimit të këshillit	1.	Prof.Dr. Naser Kabashi	Kryetar	
	2.	Prof.Asoc.Dr. Misin Misini	Mentor	
	3.	Prof.Ass. Dr. Hajdar Sadiku	Anëtar	
Emri i projekt propozimit i miratuar sipas vendimit të këshillit të FIN.	PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE ME MURE DUKTILE DHE MURE TE ÇIFTËZUARA			
Vlerësimi i dorëshkrimit				
<p>Vlerësim i dorëshkrimit:</p> <p>"PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA" të kandidatës Vjosa Sulejmani, Bachelor e ndërtimtarisë–drejtimi Konstruktiv.</p> <p>Bazuar në detyrën e parashtruar në raportin e projekt propozimit dhe punën e realizuar nga kandidati paraqesim këtë:</p> <p style="text-align: center;">R A P O R T</p> <p>Punimi Master, me titull: "PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA", i përgatitur nga Vjosa Sulejmani, Bachelor e ndërtimtarisë, përmban gjithsej 128 faqe të shkruara, ku përfshihen edhe figurat, tabelat dhe diagramet. Në fund të punimit prezantohet literatura e përdorur, ku janë të përfshira 14 burime të ndryshme.</p>				



UNIVERSITETI I PRISHTINËS

“HASAN PRISHTINA”

UNIVERSITY OF PRISTINA

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY

Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e “Fakulteteve Teknike”, 10000 Prishtinë, Kosovë

Tel: +383 38 554 899

URL: <https://fin.uni-pr.edu>

e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. _____

Prishtinë ____ / ____ / ____

I. Analiza e punimit

Në paraqitjen e tij tërësore punimi është i ndarë në dhjetë kapituj. Në pjesën hyrjes jepen njohuri mbi paraqitjen bazë të veprimit sizmik. Aty janë treguar vlerësimet sizmike duke iu referuar magnitudës, intenzitetit si dhe rrezikut sizmik, vulnereabilitetit si dhe kërkesat e performancës dhe kriteret e projektimit antisizmik.

Në kapitullin e dytë të punimit është dhënë efekti i tërmeteve në strukturat e betonit. Kjo pjesë analizon mekanizmat global të reagimit sizmik si dhe rëndësia e mureve në sjelljen sizmike të strukturës.

Kapitulli i tretë i punimit i është kushtuar Eurokodeve që specifikojnë se si të bëhet projektimi strukturor brenda Bashkimit Evropian (BE). Aty është treguar lidhja e drejtpërdrejtë e Eurokodit 8 me Eurokodet e tjera.

Njohuritë mbi veprimin sizmik dhe spektrat e projektimit janë prezantuar në kapitullin e katërt. Aty janë treguar vlerësimet sizmike duke iu referuar kushteve të trullit, faktorit të rëndësisë si dhe kriterëve për rregullsinë strukturore. Kjo pjesë analizon, sidomos, vlerësimin sizmik duke iu referuar kryesisht terminologjisë dhe metodologjisë të spektrave të projektimit sipas Eurokodit 8.

Kapitulli i pestë i punimit i është kushtuar projektimit të ndërtesave rezistente ndaj tërmetit. Kjo pjesë analizon, sidomos,



UNIVERSITETI I PRISHTINËS

“HASAN PRISHTINA”

UNIVERSITY OF PRISTINA

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY

Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e “Fakulteteve Teknike”, 10000 Prishtinë, Kosovë

Tel: +383 38 554 899

URL: <https://fin.uni-pr.edu>

e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. _____

Prishtinë ____ / ____ / ____

vetitë kryesore të strukture mbajtëse dhe rendësin e duktilitetit në projektimin e strukturave rezistuese ndaj tërmeteve. Aty janë treguar vlerësimet sizmike duke iu referuar kryesisht terminologjisë dhe metodologjisë të spektrave të projektimit sipas Eurokodit 8 si dhe vlerësimet dhe verifikimet që lidhen me kushtin e rezistencës si dhe kushtin e duktilitetit lokal dhe global për projektimin e strukturave nga betoni i armuar. Përmbajtjen kryesor të këtij kapitulli e përmbajnë Informacionet përkatëse dhe identifikimi i parametrave të cilat ndikojnë në marrëdhëniet duktilitet-rezistencë dhe që karakterizojnë thelbin e procedurës dhe rregullave të Projektimit sipas Kapaciteteve.

Në kapitullin e gjashtë të punimit janë dhënë llojet e sistemeve strukture dhe sistemet me mure nga betoni i armuar. Kjo pjesë analizon, sidomos, strukturat kryesore mbajtëse dhe përcaktime mbi tipet strukture sipas Eurokodit 8. Aty janë treguar njohuritë për projektimin konceptual të sistemeve me mure si dhe përparësitë dhe të metat e mureve në rezistencën sizmike.

Në kapitullin e shtatë të punimit janë dhënë efektet e tërmeteve në muret sizmike nga betoni i armuar. Kjo pjesë analizon, sidomos, sjelljen e mureve nga betoni i armuar në strukturat me duktilitet të mesëm dhe strukturat me duktilitet të lartë



UNIVERSITETI I PRISHTINËS

“HASAN PRISHTINA”

UNIVERSITY OF PRISTINA

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY

Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e “Fakulteteve Teknike”, 10000 Prishtinë, Kosovë

Tel: +383 38 554 899

URL: <https://fin.uni-pr.edu>

e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. _____

Prishtinë ____/____/____

Njohuritë mbi muret e çiftëzuara dhe kufijtë e aplikimit të tyre si dhe aspekti ekonomik që do të rezultonte nga zgjerimi i kufijve të aplikimit, është prezantuar në kapitullin e tetë.

Mbi bazën e formulimeve të dhëna, në kapitullin e nëntë, është analizuar një shembuj karakteristikë i një strukture me mure nga betoni i armuar, ku vlerësohen parametrat të cilat ndikojnë në sjelljen sizmike të elementet e strukturave nga betoni i armuar.

Vlerësimi dhe Propozimi i Komisionit

Vlerësimi:

Në bazë të analizës së punimit master, Komisioni vlerëson se kandidati me sukses shtjellon problematikën e vlerësimit sizmik të strukturave shumëkatëshe me sisteme të kombinuara nga betoni armuar dhe klasë të lartë duktilitet.

Komisioni konsideron se kandidati ka treguar njohuri solide në problematikën që ai në këtë punim e prezanton. Edhe nga aspekti teknik ky punim, me shumë figura, tabela dhe diagrame, është në nivel të konsiderueshëm.

Konkluzionet/përfundimet e dhëna në fund të punimit, Komisioni i konsideron si mjaft të rëndësishme. Po ashtu, Komisioni vlerëson se materiali i shkruar i referohet në mënyrë të plotë dhe



UNIVERSITETI I PRISHTINËS

“HASAN PRISHTINA”

UNIVERSITY OF PRISTINA

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY

Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e “Fakulteteve Teknike”, 10000 Prishtinë, Kosovë

Tel: +383 38 554 899

URL: <https://fin.uni-pr.edu>

e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. _____

Prishtinë ____ / ____ / ____

korrekte të gjitha referencave të literaturës së vendosur në fund të punimit.

Propozim:

Komisioni për vlerësimin e punimit master me titull : **“PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA”**, të kandidates Vjosa Sulejmani, Bachelor e ndërtimtarisë, konstaton se punimi i dorëzuar i plotëson kushtet të cilat kërkohen me Ligjin për Arsimin e Lartë dhe Rregulloren për Studime Master të FIN, prandaj edhe i propozon Këshillit të Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit në Prishtinë që këtë raport ta aprovoi dhe të vazhdoi procedurën për mbrojtjen publike të tij.

Prishtinë, 22.02.2024

Komisioni:

Prof. dr. Naser Kabashi, kryetar

Prof. Asoc.dr. Misin Misini, mentor

Prof. Ass.dr. Hajdar Sadiku, anëtar

Pranuar me: 14.02.2024			
Nj org.	Numër	Shtojca	Vlera
06	408/1	-	-

ABSTRAKT

Nevoja për ndërtimin e objekteve me etazhitet të lartë ka bërë që sistemet me mure betonarme të jenë ndër sistemet më të shpeshta që përdoren në vendin tonë dhe jo vetëm, për faktin se muret betonarme përbëjnë mundësinë më efektive për zvogëlim të zhvendosjeve meskatore, zhvendosje këto të cilat rriten me rritjen e lartësisë së objektit.

Te këto sistem ngarkesat vërtikale dhe ato anësore përballohen kryesisht nga muret vertikale, të cilat quhen edhe diafragma strukturore. Këto projektohen sipas skemave me inkastrim në tokë.

Elementet kryesore tek këto sisteme janë muret tek të cilat L- gjatësia është përcaktues në dimensionim e jo b- trashësia, prandaj duhet pasur kujdes të madh gjatë pozicionimit të këtyre mureve në plan të objektit, ashtu që të vendosen në dy drejtimet ortogonale të veprimit të forcës sizmike. Muret duktile janë një prej elementeve strukturore më të rëndësishme. Këto mure përdoren për t'i dhënë strukturës siguri dhe shtangësi më të madhe, gjatë veprimit të ngarkesave përfshirë edhe ngarkesat e tërmeteve, erës dhe ngarkesave të tjera.

Muri i cili projektohet dhe detajohet me rregullat e eurocodit ashtu që energjia sizmike të shpërndahet në një çernierë plastike të vetme e cila formohet në bazën e murit, ndërsa muri në pjesën tjetër të gjatësisë së tij mbetet elastik, sipas eurokodit 8 quhet mur duktil ndërsa mur i çiftëzuar (i lidhur) quhet një element strukturor i përbërë nga dy ose më shumë mure të veçante, të lidhur sipas një modeli të rregullt me anë të trajeve duktile të cilët janë të aftë të zvogëlojnë të shumën e momenteve përkulëse në bazë e cila do të manifestohej në muret e veçanta, nëse këto mure do të punonin të ndarë nga njeri tjetri. Në aspektin sizmik edhe sistemet të cilat përbëhen nga muret e çiftëzuara ashtu si sistemet me mure duktile janë të aftë që të sigurojnë një sistem duktil efektiv kundër veprimit sizmik

Pranuar me: 14.02.2024			
Nj.org.	Numër	Shtojca	Vlera
06	408/11	-	-

ABSTRACT

The need for the construction of multi-story buildings has made systems with reinforced concrete walls to be among the most used systems in our country and not only, due to the fact that concrete walls constitute the most effective possibility for reducing intermediate displacements which increase with the height of the object.

In these systems, vertical and lateral loads are mainly supported by vertical walls, which are also called structural diaphragms. These are designed according to ground embedment schemes.

The main elements in these systems are the walls in which the determining factor in dimensioning is the length L and not the thickness b , therefore great care must be taken during the positioning of these walls in the building plan, so that they are placed in the two orthogonal directions of force action seismic. Ductile walls are one of the most important structural elements. These walls are used to give the structure safety and rigidity, during the action of loads, including loads from earthquakes, wind and other loads.

The wall which is designed and detailed according to the rules of Eurocode so that the seismic energy is distributed in a single plastic hinge which is formed at the base of the wall, while the wall in the rest of its length remains elastic, according to Eurocode 8 is called a ductile wall while a coupled wall is a structural element consisting of two or more separate walls, connected in a regular pattern by ductile beams which can reduce the sum of the bending moments at the base that would appear in the individual walls if these walls acted separately from each other. From the seismic point of view, even systems composed of paired walls, as well as systems with ductile walls, are capable of providing an effective ductile system against seismic action.

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS
FAKULTETI I NDËRTIMTARISË
DEPARTAMENTI: KONSTRUKTIV
NIVELI: MASTER**

PUNIM DIPLOME



**PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE
DHE MURE TE ÇIFTËZUARA**

**Mentori:
Prof.dr.Misin Misini**

**Studentja:
Vjosa Sulejmani**

Prishtinë 2024

FALËNDERIME

Përkrahja, përkujdesja, ndihma dhe energjia pozitive është ajo që e ka bërë më të lehtë rrugëtimin tim deri këtu.

Falemnderit familjes time të cilët kanë qenë përkrahësit e mi më të mëdhenj që nga dita e parë, e posaqërisht Babit i cili pati shumë besim në mua.

Falemnderit dhe vlerësime pa fund për profesorët si dhe mentorin e temes time Dr. Misin Misini.

Falemnderit shoqërisë time dhe kolegëve të cilët gjatë këtyre viteve të studimeve u bënë familje e dytë për mua.

Falemnderit vajzës time Nilës e cila u tregua një bebe e mbarë gjatë kohës kur unë po punoja temën e diplomës.

Së fundmi falemnderit tashmë bashkëshortit tim Mërgimit (shokut tim të jetës) i cili ishte pranë meje që nga fillimi duke më mbështetur dhe duke besuar në mua edhe në ditët më të vështira.

Abstrakt

Nevoja për ndërtimin e objekteve me etazhitet të lartë ka bërë që sistemet me mure betonarme të jenë ndër sistemet më të shpeshta që përdoren në vendin tonë dhe jo vetëm, për faktin se muret betonarme përbëjnë mundësinë më efektive për zvogëlim të zhvendosjeve meskatore, zhvendosje këto të cilat rriten me rritjen e lartësisë së objektit.

Te këto sistem ngarkesat vërtikale dhe ato anësore përballohen kryesisht nga muret vertikale, të cilat quhen edhe diafragma strukturore. Këto projektohen sipas skemave me inkastrim në tokë.

Elementet kryesore tek këto sisteme janë muret tek të cilat L- gjatësia është përcaktues në dimensionim e jo b- trashësia, prandaj duhet pasur kujdes të madh gjatë pozicionimit të këtyre mureve në plan të objektit, ashtu që të vendosen në dy drejtimet ortogonale të veprimit të forcës sizmike. Muret duktile janë një prej elementeve strukturore më të rëndësishme. Këto mure përdoren për t'i dhënë strukturës siguri dhe shtangësi më të madhe, gjatë veprimit të ngarkesave përfshirë edhe ngarkesat e tërmeteve, erës dhe ngarkesave të tjera.

Muri i cili projektohet dhe detajohet me rregullat e eurocodit ashtu që energjia sizmike të shpërndahet në një çernierë plastike të vetme e cila formohet në bazën e murit, ndërsa muri në pjesën tjetër të gjatësisë së tij mbetet elastik, sipas eurokodit 8 quhet mur duktil ndërsa mur i çiftëzuar (i lidhur) quhet një element strukturor i përbërë nga dy ose më shumë mure të veçante, të lidhur sipas një modeli të rregullt me anë të trajeve duktile të cilët janë të aftë të zvogëlojnë të shumën e momenteve përkulëse në bazë e cila do të manifestohej në muret e veçanta, nëse këto mure do të punonin të ndarë nga njeri tjetri. Në aspektin sizmik edhe sistemet të cilat përbëhen nga muret e çiftëzuara ashtu si sistemet me mure duktile janë të aftë që të sigurojnë një sistem duktil efektiv kundër veprimit sizmik

Abstract

The need for the construction of multi-story buildings has made systems with reinforced concrete walls to be among the most used systems in our country and not only, due to the fact that concrete walls constitute the most effective possibility for reducing intermediate displacements which increase with the height of the object.

In these systems, vertical and lateral loads are mainly supported by vertical walls, which are also called structural diaphragms. These are designed according to ground embedment schemes.

The main elements in these systems are the walls in which the determining factor in dimensioning is the length L and not the thickness b , therefore great care must be taken during the positioning of these walls in the building plan, so that they are placed in the two orthogonal directions of force action seismic. Ductile walls are one of the most important structural elements. These walls are used to give the structure safety and rigidity, during the action of loads, including loads from earthquakes, wind and other loads.

The wall which is designed and detailed according to the rules of Eurocode so that the seismic energy is distributed in a single plastic hinge which is formed at the base of the wall, while the wall in the rest of its length remains elastic, according to Eurocode 8 is called a ductile wall while a coupled wall is a structural element consisting of two or more separate walls, connected in a regular pattern by ductile beams which can reduce the sum of the bending moments at the base that would appear in the individual walls if these walls acted separately from each other.

From the seismic point of view, even systems composed of paired walls, as well as systems with ductile walls, are capable of providing an effective ductile system against seismic action.

TABELA E PERMBAJTJES

FALËNDERIME	1
Abstrakt.....	2
Abstract.....	3
1 HYRJE.....	10
1.1 Paraqitja dhe përhapja e tërmeteve.....	10
1.2 Vendet më të rrezikuara nga tërmetet.....	12
1.3 Matjet e lëkundjeve të tokës	13
1.4 Magnituda dhe intensiteti i tërmeteve.....	14
1.5 Rreziku sizmik dhe vulnereabiliteti	17
1.6 Kërkesat e performancës dhe kriteret e projektimit antisizmik	18
2 EFEKTI I TËRMEVE NË STRUKTURAT E BETONIT.....	20
2.1 Forcat inerciale.....	20
2.2 Mekanizmat global të reagimit sizmik	21
2.3 Kolapsi (shkatërrimi) i strukturave dhe roli i mureve në aspektin e tij.....	24
3 EUROKODET	28
3.1 Standardet Europiane të Projektimit	28
3.2 Qëllimi i EN 1990.....	29
3.3 Qëllimi i (EN 1998)	29
3.4 Lidhja e EN 1998 me Eurokodet e tjera	30
3.5 Projektimi i objekteve prej betoni sipas EUROKODEVE.....	31
4 PARAQITJA E VEPRIMIT SIZMIK – SPEKTRAT.....	34
4.1 Spektrat elastik sipas Eurocodit 8	34
4.2 Spektrat e projektimit në Eurokodin 8.....	37
4.3 Faktori i rëndësisë	38
4.4 Kriteret për rregullsinë strukturore	38
4.4.1 Kriteret e rregullsisë në plan.....	39
4.4.2 Kriteret për rregullsi në lartësi.....	42
4.4 Përdredhja aksidentale	44
4.5 Kushtet e truallit	48
5 PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME.....	50
5.1 Projektimit sipas kapaciteteve	50

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

5.2	Kritere të projektimit sipas Kapacitetit	50
5.3	Dallimi ndërmjet projektimit sizmik dhe josizmik.....	53
5.4	Projektimi për duktilitet të ulët (DCL)	54
5.5	Projektimi për duktilitet të mesëm dhe duktilitet të lartë (DCM dhe DCH)	54
5.6	Faktorët e sjelljes për veprime sizmike horizontale	55
5.7	Kërkesa për materiale.....	56
5.7.1.	Kërkesat për beton.....	56
5.7.2.	Kërkesat për armaturë	56
5.7.3.	Koeficientat parcial të sigurisë për materiale	56
6.0	LLOJET E SISTEMEVE STRUKTURORE DHE SISTEMET ME MURE	57
6.1	Të dhënat kryesore të sistemeve strukturore për rezistencën sizmike.....	57
6.2	Përcaktimi i llojeve të sistemeve strukturore anti sizmike	57
6.2.1	Sisteme me mure	58
6.2.3	Sisteme me rama	58
6.2.4	Sisteme duale (me rama dhe mure) ose mikst	58
6.2.5	Sistemet me nukël (bërthamë)	58
6.2.6	Sistemet lavjerrës i përmbysur	59
6.3.	Hyrje në sistemet me mure.....	60
6.4.	Muret duktile betonarme si konzola vertikale.....	66
6.5.	Dallimi ndërmjet murit duktil dhe shtyllës.	67
6.6.	Projektimi konceptual i sistemeve me mure.	69
6.7.	Përparsitë dhe të metat e mureve në rezistencën sizmike.	73
7	MURET SIZMIKE BETONARME	76
7.1	Të përgjithshme	76
7.2	Muret e holla duktile.....	77
7.2.1	Një përmbledhje mbi sjelljen strukturore të mureve të holla duktile.	77
7.2.2	Sjellja e mureve të holla duktile në përkulje nën ndikimin e ngarkesës aksiale.....	79
7.2.3	Dimensionimi i mureve të hollë duktil me prerje tërthore ortogonale nën ndikimin e përkuljes me forcë aksiale	82
7.3	Dispozita për muret e holla duktile.....	85
7.3.1	Të përgjithshme	85
7.3.2	Përkulja	85
7.3.3	Projektimi i mureve të holla duktile për objekte me DCM (Duktilitet të mesëm).....	89

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

7.3.4 Konstruimi (detajimi) për duktilitet lokal.....	92
7.3.5 Detajimi i armimit ne rajonet kritike.....	96
7.3.6 Projektimi i mureve të holla duktile për objekte me DCH (Duktilitet të lartë)	98
8 MURET E ÇIFTËZUARA	105
8.1 Kuptimi i mureve të çiftëzuara.....	105
8.2 Sjellja inelastike e mureve të çiftëzuara	107
8.3 Metoda të armimit te mureve të çiftëzuara	108
8.4 Dispozitat e projektimit të mureve të çiftëzuara duktile të hollë.....	112
9. SHEMBULLI I ANALIZIMIT TË NJË STRUKTURE BETONARME ME MURE	114
9.1. Përshkrimi i strukturës dhe karakteristikat.....	114
9.2. Analiza e ngarkesave.....	117
9.3 Analiza modale sipas spektrit te reagimit	120
9.3.1. Spektri i reagimit.....	120
9.3.2. Masa e objektit për efektin sizmik	122
9.3.3. Periodat e objektit	123
9.3.4. Zhvendosjet dhe driftet	125
PERFUNDIMET.....	127

LISTA E FIGURAVE

Figura 1.1- Zhvendosja e pllakave tektonike (shkëputja tektonike)	10
Figura 1.2 – Llojet e valëve sizmike dhe mënyra e përhapjes së tyre.....	11
Figura 1.3 – Hipoqendra dhe epiqendra e tërmetit.....	12
Figura 1.4 – Harta e shpejtimeve të tokës për periudhën kthyesë prej 475 vjetëve, për rajonin e vendeve të Mesdheut. Hartat e rrezikut sizmik (seismic hazard).	13
Figura 1.5 -Përmbledhje e shkurtër e shkallës së modifikuar të Marcalit (MM)	16
Figura 1.6 -Nivelet e performancës, probabiliteti vjetor dhe renditja sipas rëndësisë së tyre.	20
Figura 2.1 -Efekti i forcës së inercisë në objekt	21
Figura 2.2 -Mekanizmi plastik i zhvendosjeve strukturore tek objektet me kate fleksibile (soft story) me shtylla të dobëta dhe traje të shtangëta.....	23
Figura 2.3 -Mekanizmi plastik i zhvendosjeve strukturore tek objektet me shtylla të shtangëta dhe traje të dobëta.....	23
Figura 2.4 -Mekanizmi plastik i zhvendosjeve strukturore tek objektet me shtylla dhe mure të shtangëta dhe traje të dobëta.	24
Figura 2.5 -Shkatërrimi i një objekti në Filipine në vitin 1990	25

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Figura 2.6 -Shkatërrimi i një objekti si rezultat i katit të butë (soft story).....	25
Figura 2.7 -Roli i mureve në parandalimin e shkatërrimit të objekteve	26
Figura 2.8 Dështime tipike të mureve të betonit: (a) përkulëse, me dëmtime në prerje; (b) në prerje; (c) në rrëshqitëse.	27
Figura 4.1 -Spektra elastic të lëvizjes së truallit për tërmete të tipit 1.....	36
Figura 4.2 -Spektra elastic të lëvizjes së truallit për tërmete të tipit 2.....	36
Figura 4.3-Pozita e qendres së ngurtësisë dhe qendrës së masave.....	40
Figura 4.4 -Kriteret për rregullsinë e ndërtesave me shkallezim në lartësi	43
Figura 4.5 -Përdredhja aksidentale	44
Figura 4.6 -Modeli hapsinor.....	45
Figura 4.7 -Veprimi sizmik në përdredhjen aksidentale	46
Figura 4.8 -Paraqitja e jashtëqendërsisë aksidentale te rasti i bazës sizmike	47
Figura 4.9 -Caktimi i ndikimeve maksimale në bazën e strukturës nga ndikimet sizmik.....	47
Figura 5.1 -Lidhjet duktile dhe lidhjet e brishta	51
Figura 5.2 -Projektimi sipas zingjirt duktil.....	53
Tabela 5.1 -Vlera baze q_0 e faktorit të sjelljes për sisteme të rregullt në lartësi	55
Figura 6.1 -Sistemet e zakonshme strukturore asizmike	59
Figura 6.2 -Dukja e një muri.....	61
Figura 6.3 -Krahasimi i sistemit ram dhe sistemit me mure në ndikimin e ngarkës së njejtë	63
Figura 6.4 -Përcaktimi i rajonit kritik tek muri.	64
Figura 6.5 -Bashkëveprimi ndërmjet ramit dhe murit prerës në një sistem dual nën veprimin e ngarkesave anësore.	65
Figura 6.6 -Diagramet e momenteve dhe forcave transversale tek muret.	67
Figura 6.7 -Dukja e shtyllës 3D.....	68
Figura 6.8 -Dukja e murit 3D	68
Figura 6.9 a) -Muret strukturore të shpërndara në periferi të objektit.....	70
Figura 6.9 b) -Muret strukturore të shpërndara në qendër të objektit.....	70
Figura 6.9 c) -Dy mure në drejtimin Y,	70
Fig.6.10 -Efekti i vendosjes së mureve periferike në reduktimin e momentit dhe forcave prerëse	71
Figura 6.11 -Themelet e mureve prerëse (duktile).....	75
Figura 7.1 -Muret e ulëta duktile në ndikimin sizmik.	76
Figura 7.2 -Muret e larta të përforcuara lehtë.	77
Figura 7.3 -Format e prerjes terthore të muret e holla duktile.	77
Figura 7.4 -Trashësia minimale elementeve kufitare.	79
Figura 7.5 -Deformimet që shkaktojnë duktilitet jashtë planit:	80
Figura 7.6 -Mekanizmi i dështimit të mureve të hollë nën përkulje:	81
Figura 7.7 -Diagrami M- θ (Moment – Rrotullim) nën ndikimin e ngarkesave ciklike tek muret e holla duktile.	81
Figura 7.8 -Lakoret e ndërveprimit M-N për muret drejtkëndëshe të betonit të armuar në mënyrë simetrike	82
Figura 7.9 -Dimensionimi i mureve të hollë duktil në përkulje me forcë aksiale:	84
Figura 7.10 -Mekanizmi i një sistemi dual, i projektuar sipas kërkesave të projektimit sipas kapaciteteteve (çërniera plastike në skajet e trarëve dhe në bazën e elementeve vertikale).....	85

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Figura 7.11 -Diagrami i momenteve te muri i hollë duktil.....	86
Figura 7.12 -Mekanizmi i zhvendosjes nga tërheqja T_{tot} nw muret e holla duktile	87
Figura 7.13 -Mbështjellësja projektuese për momentet përkulëse në muret e përkulshëm.....	88
Figura 7.14 -Mbështjellësja projektuese e forcave prerëse në muret e një sistemi dual	89
Figura 7.15 -Përkulja biaksiale e një prerje tërthore të përbërë:	90
Figura 7.16 -Prerja biaksiale e një prerje tërthore të përbërë:.....	91
Figura 7.17 -Gjeresia efektive e brinjës - w_f	92
Figura 7.18 -Vendosja e armaturës tek muri duktil me prerje tërthore drejtkëndore	94
Figura 7.19 -Vendosja e armaturës tek muri duktil me prerje tërthore me elemente kufitare të shtrënguara.....	94
Figura 7.20 -Element kufitar i shtrënguar (i kufizuar) i fundit të murit me skaje të lira.....	96
Figura 7.21 -Raste të ankorimit të shufrave horizontale të brinjës së murit.....	98
Figura 7.22 - Rezistenca diagonale e prerjes VRd.....	100
Figura 7.23 -Perdorimi i armaturës diagonal tek muri në vendin potencial të rrëshqitjes	102
Figura 7.24 -Rritja e rezistencës së përkuljes në bazën e muri për shkak të vendosjes së armaturës në formën X.	103
Figura 8.1 -a)Muri duktil, b)Muri i çiftëzuar.....	105
Figura 8.2 -Diagrami i momenteve në Murin I – pa hapje, dhe diagrami i momentve ne Murin II – muri me hapje.	106
Figura 8.3 -Ndryshimi i momenteve të murit, në bazë të ndryshimit të shtangësisë J_R	107
Figura 8.4 -Zonat kritike të sjelljes së mureve të çiftëzuara	108
Figura 8.5 -Përforcimi me armature X ne hapësirat mbi hapje (tek trajet e çiftezuara)	109
Figur 8.6 -Rasti i përforcimit me armaturë të formës X- hapësirat mbi hapje (tek trajet e çiftezuara). ..	110
Figura 8.7 -Sjellja strukturore e mureve të çiftëzuara	111
Figura 9.1 - Dukja e bazës së strukturës	115
Figura 9.2 -Dukja e 3d e strukturës.....	115
Figura 9.3 - Percaktimi i ngarkesave	117
Figura 9.4 - Ngarkesat e vendosura në pllakën e meskatit.....	118
Figura 9.5 - Aplikimi i ngarkesës së përhershme në pllakën e kulmit.....	118
Figura 9.6 - Ngarkesa në trarë nga muret e brendshme dhe nga muret perimetrike	120
Figura 9.7 - Definimi i spektrit te reagimit	121
Figura 9.10 - Definimi i Mass Source.....	122
Figura 9.11 - Perioda I, $T_1=0.256$	123
Figura 9.12 - Perioda II, $T_2=0.19$	123
Figura 9.13 - Perioda III, $T_3=0.145$	124
Figura 9.14 - Zhvendosjet e qendrës së masave përgjatë lartësisë (ds) në dy drejtimet	125
Figura 9.15 -Driftet në dy drejtime.	126

LISTA E TABELAVE

Tabela 3.1 -Forma tabelare e lidhjes së Eurokodeve mes vete	31
Tabela 3.2 -Lidhja mes eurokodeve dhe pjesëve të eurokodeve	32
Tabela 4.1 -Parametrat e truallit për tipin „I“ të tërmeteve.....	35

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Tabela 4.2 -Parametrat e truallit për tipin „II“ të tërmeteve.....	35
Tabela 4.3 -Vlerat e faktorit të rëndësisë	38
Tabela 4.4 -Rregullia strukturore dhe analiza korrespoduese	39
Tabela 4.4 -Tipet e truallit.....	49
Tabela 6.1 -Periodat e lëkundjeve dhe zhvendosjet e katit tek objektet me mure strukturale të vendosura në mënyra të ndryshme	72
Tabela 6.2 – Objektet me mure në një drejtim.....	72
Tabela 9.1 – Raporti i pranimit të forcës horizontale nga shtyllat dhe muret.....	116
Tabela 9.2 - Peshat e konstruksionit të pllakës së meskatit	117
Tabela 9.3 - Peshat nga muret perimetrike te objektit.....	119
Tabela 9.4 - Peshat nga muret e brendshme te objektit	119

1 HYRJE

1.1 Paraqitja dhe përhapja e tërmeteve

Shpjegimi bashkëkohor i arsyes së paraqitjes së tërmeteve spjegohet me anë të ashtuquajturave Pllaka Tektonike. Ideja bazë e këtij supozimi është që shtresa e sipërme e Tokës – litosfera, përbëhet nga disa pjesë të quajtura pllaka tektonike. Mendohet se rruzulli i Tokës përbëhet nga dhjetë pllaka të mëdha, me trashësi rreth 80km të cilat mbështeten në pjesën tjetër të quajtur mantel, e cila përbëhet nga shkëmbinjë në gjendje pothuajse të shkrirë, çka iu mundëson pllakave të lëvizin në drejtim të njëra tjetres rreth 50mm në vit. Lëvizja e këtyre pllakave krijon mekanizma për prodhimin e shumicës së tërmeteve në botë.

Pra tërmetet lindin zakonishtë në kufijtë e pllakave tektonike, me rastin e lëvizjes së tyre në drejtim të njëra-tjetres.

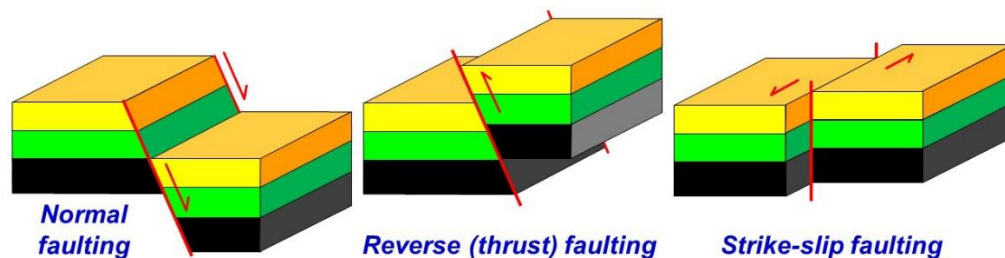


Figura 1.1- Zhvendosja e pllakave tektonike (shkëputja tektonike)

Pikëpërputhjet e këtyre pllakave (tectonic faults) janë vendburim i tërmeteve. Frakturat apo lëvizjet rrëshqitëse në mes të pllakave shkaktojnë edhe lirimin e madh të energjive, që shndërrohen në sipërfaqen e tokës në valë sizmike.

Vatrat e tërmeteve "formësojnë" kufijtë e pllakave tektonike. Valët sizmike përhapen në të gjitha drejtimet me shpejtësi mesatare prej 3-8 km\sek. Së pari përhapen valët primare P, të cilat janë më të shpejta dhe percillen me nje zhurmë të madhe. Pas tyre vijnë valët sekondare S, të cilat lëkundin tokën në drejtimin horizontal dhe vertikal. Valet P dhe S quhen valë vëllimore. Kur ato i afrohen sipërfaqes së tokës, shndërrohen në valë sipërfaqësore (valët e Rayleigh- R dhe valët e Love-it -

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

L), të cilat pastaj shkaktojnë lëvizje rrethore valore, saktësisht horizontal perpendikulare me drejtimin e përhapjes së tyre. Valët horizontale S, Love dhe te Rayleigh-it, janë shkaktare për dëmet kryesore në objekte. Kjo për shkak se objektet janë shumë më të ndjeshëm ndaj lëkundjeve horizontale sesa vertikale. Lëkundjet e gjarpëruara të këtyre valëve përcillen në themele të objekteve, të cilat pastaj amplifikohen në superstrukturë. Pra, qëllimi i projektimit asizmik është që t'u bëhet ballë pikerisht efekteve shkatërruese të këtyre valëve.

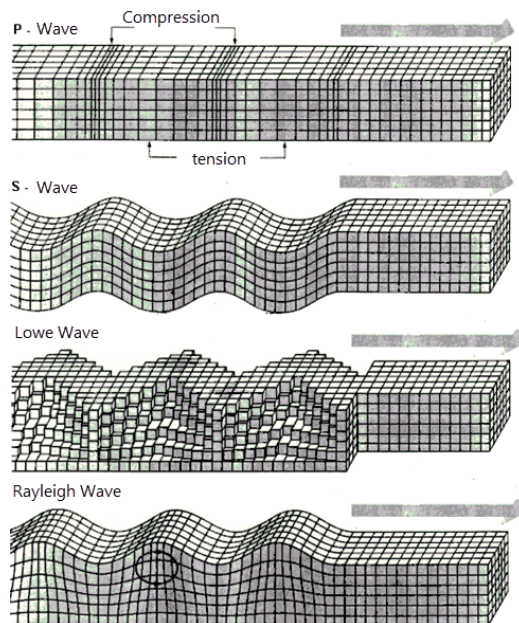


Figura 1.2 – Llojet e valëve sizmike dhe mënyra e përhapjes së tyre

Pika ku fillon frakëtimi në mes të pllakave quhet hipoqendër apo vatra e tërmetit, ndërsa projekcioni i kësaj pike në sipërfaqe të tokës quhet epiqendër.

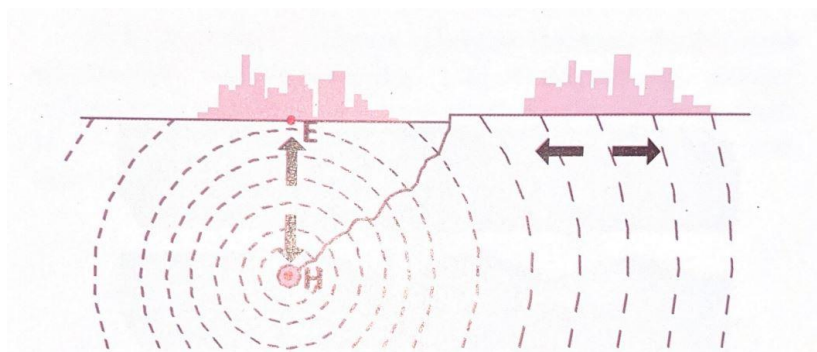


Figura 1.3 – Hipoqendra dhe epiqendra e tërmetit.

Thellësia e hipoqendrës mund të ketë ndikim në shkallën e shkatërrimit të një tërmeti. Sa më e vogël të jetë thellësia e hipoqendrës aq më tepër energji sizmike do të lirohet në një zonë të lokalizuar. Tërmetet e cekëta janë veqanarishtë të rrezikshme nëse ndodhin nën vendbanime apo afër tyre (Tërmeti i Shkupit 1963 – 12km, Northridge, Californi 1994 – 18km, Bam-Iran 2003, 7km.). Thellësitë më të mëdha garantojnë një shpërndarje më të gjerë të energjise së tërmetit. Tërmetet me thellësi deri në 20 km quhen tërmete të cekëta. Shumica e tërmeteve në Gadishullin Ballkanik i takojnë grupit të themeleve të cekëta, pra thellësia e tyre nuk është më e madhe se 20 km.

Faktor tjetër ndikues në intensitetin e lëkundjeve të tokës është ambienti në të cilin udhëtojnë valët sizmike. Amplifikimi i valëve sizmike zakonisht ndodh nëse valët shpërndahen në toka të buta, sidomos në ato më natyrë ranore apo argjilore.

Është llogaritur se ky amplifikim mund të jetë prej 3 deri në 8 herë. Tokat e buta përveq amplifikimit të valëve bëjnë edhe modifikimin e frekuencës, duke e rritur atë dukshëm.

1.2 Vendet më të rrezikuara nga tërmetet

Më herët u cek se tërmetet lindin në planet e thyerjeve të pllakave tektonike. Dihet poashtu se disa plane janë më aktive se tjerat. Kështu mbi 70% e tërmeteve në botë ndodhin përgjatë perimetrit të pllakës së Pacifikut, rreth 15-20% përgjatë skajeve jugore të pllakës euro-aziatike dhe 5-10% janë të shpërndara në skaje të ndryshme të botës.

Pyetja kryesore në sizmologji, e cila ende pret përgjigje është se kur do të ndodhin tërmetet?

Jane bërë shumë hulumtime të bazuara në të dhënat nga tërmetet e mëparshme, matjet e llojllojshme gjeologjike, të dhënat nga paragoditjet (foreshocks) etj., por ende deri më sot nuk kemi një pasqyrë të qartë mbi kohën dhe vendin e ndodhjes së tërmetit.

Edhe pse teorikisht tërmeti mund të ndodhë në çdo pikë të rruzullit tokësor, gjasat më të mëdha janë që ai të ndodhë në vendet e goditura më parë nga tërmetet. Mundësia e ndodhjes së tërmetit në një hapësirë shprehet në formën e probabilitetit nëpërmjet përqindjes. Për shembull, mundësia që Stambolli të goditet nga një tërmet me i fuqishëm se 7 ballë në 30 vjetët e ardhshme është 41%. Probabiliteti i ndodhjes së tërmetit me karakteristika të caktuara, për një territor të veçantë, quhet

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

rrezik apo hazard sizmik (seismic hazard). Hazardi sizmik pasqyrohet zakonisht ne formë grafike, me anë të hartave të rrezikut sizmik, ku jepet vlera e shpejttimeve (ag) për një territor të caktuar, për një periudhë të caktuar të përsëritjes (periudhë kthyese) e tërmetit

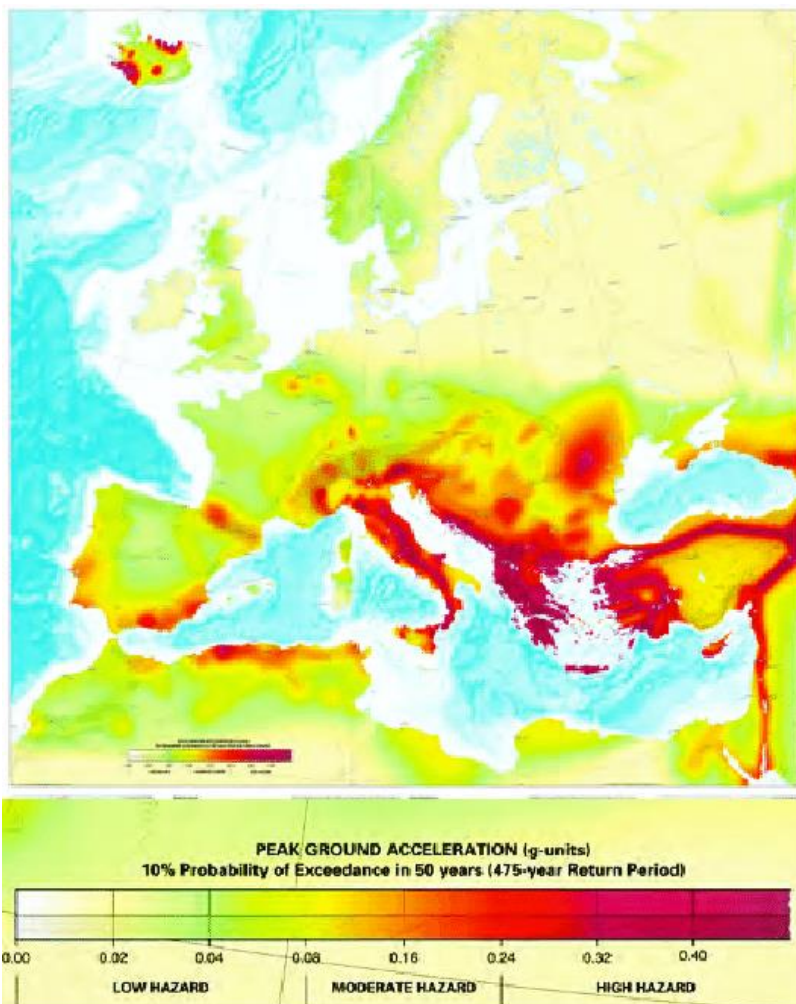


Figura 1.4 – Harta e shpejtmeve të tokës për periudhën kthyese prej 475 vjetëve, për rajonin e vendeve të Mesdheut. Hartat e rrezikut sizmik (seismic hazard).

1.3 Matjet e lëkundjeve të tokës

Instrumentet që regjistrojnë lëvizjet sizmike dhe valët sizmike ndahen në:

- Sizmografët, regjistrojnë zhvendosjet e truallit

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- Akselerografët, regjistrojnë shpejtimit e truallit

Regjistrimet e akselerografit quhen akselerogram. Akselerogrami jep një pasqyrë të mirë të lëkundjeve të tokës dhe atë në varësi të shpejtimit të induktuar. Në akselerogram regjistrohet së pari ardhja e valëve, çka tregon edhe lëkundjet e para. Pas valëve P shënohen valët S me një amplitudë më të madhe. Intervali kohor ndërmjet tyre mundëson llogaritjen e distancës ndërmjet instrumentit dhe epiqendrës. Nga shënimi i akselerogramit mund të lexohet lehtë kohëzgjatja e tërmetit edhe të matet amplituda. Shpejtimi i tokës llogaritet pastaj duke marrë parasysh ndërrimin e amplitudës konform kohës.

Shpejtimi paraqet ndryshimin e shpejtësisë kundrejt kohës. Kur shumëzohet me masën, rezulton me forcën inerciale, së cilës objekti duhet t'i rezistojë. Matet me g (980cm/sec^2), përkatësisht me shpejtimin e trupit në rënie të lirë.

Shpejtimet e regjistruara të tokës gjatë tërmeteve shkatërruese variojnë nga 0.2g deri në 1.0g. Shpejtimi i cili mund t'u sjellë dëme objekteve të dobëta konsiderohet të jetë 0.1g. Ndërsa në rastin e shpejtimit prej 0.1g deri 0.2g, shumë njerëz do të vërejnë vështirësi në lëvizje. Shpejtim shumë i madh konsiderohet të jetë 0.5g, që mund të paraqitet vetëm në zona me sizmicitet të lartë. Niveli i shpejtimit në objekte rritet varësisht nga lartësia e objektit, kështu që shpejtimi më i madh do të ndihet në katet e fundit të objektit.

Shpejtimi merret zakonisht si tregues i fuqisë shkatërruese të tërmetit.

Nëse shpejtimi kombinohet me kohëzgjatjen e tërmetit themi se për një objekt do të jetë shumë më vështirë t'i përballojë disa cikeleve të shpejtimeve të moderuara sesa vetëm një cikli me vlerë më të madhe. Lëkundjet e stërzgjatura i shkaktajnë objektit energji dinamike duke bërë që energjia e absorbuar nga objekti të manifestohet me dëme gjithnjë e më të mëdha. Kohëzgjatja është lidhur në mënyrë indirekte me magnitudën e tërmeteve.

1.4 Magnituda dhe intensiteti i tërmeteve

Në sizmologji zakonisht jepen tre madhësi për definimin e një tërmeti: epiqendra, intensiteti dhe magnituda, ku kjo e fundit i referohet sasisë së energjisë së liruuar nga tërmeti.

Nevoja për vlerësimin më të thjeshtë të karakteristikave shkatërruese të tërmeteve prodhoi njësitë matëse, si magnituda dhe intensiteti i tërmetit.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Magnituda si njësi e parë matëse, shpesh quhet edhe magnitudë e Richterit, duke u bazar në shkallën e përpiluar nga profesori Charles Richter, nga Instituti i Teknologjisë së Kalifornisë, në vitin 1935. Magnituda u zgjodh si term që përdoret në astronomi për caktimin e shkëlqimit të yjeve, varësisht nga vendi se ku matet. Shkalla e Richterit bazohet në amplitudën maksimale të valëve sizmike, të regjistruara në sizmografët standardë, të vendosur në distancë prej 100 kilometra nga epiqendra e tërmetit. Vërehet që shkalla nuk na tregon asgjë lidhur me kohëzgjatjen apo frekuencën, të dhëna këto shumë të rëndësishme. Pikërisht për këtë arsye, nga aspekti projektues kjo shkallë nuk ka një rëndësi të madhe siç duket në shikim të parë. Pasi që shkalla Richter i referohet energjisë së liruar, me anë të logaritmit del që rritja vetëm për një magnitudë korrespondon me energji të liruar 30 herë më të madhe, ndërsa rritja për dy magnituda do të thotë energji e liruar 900 herë më e madhe. Shkalla e Richterit nuk ka një minimum të fiksuar. Në përgjithësi, tërmetet me magnitudë nën 5 ballë nuk shkaktojnë dëme në strukturat inxhinierike. Konsiderohet që tërmeti më i fuqishëm të jetë ai i Tangshanit, i vitit 1976 në Kinë, me magnitudë prej 7.7 balle, me mbi gjysmë milion viktima. Magnituda më e madhe e regjistruar ndonjëherë ka qenë ajo e tërmetit të vitit 1960 në Kili, me vlerë prej 9.5, që ka pasur një numër shumë më të vogël të viktimave. Kjo tregon se vlera e magnitudës nuk është çdoherë tregues i mjaftueshëm për fuqinë shkatërruese të një tërmeti. Por kjo shkallë mund të shërbejë më tepër si një masë krahasuese ndërmjet tërmeteve.

Për të siguruar informata lidhur me dëmet që shkakton tërmeti në objekte, në përdorim janë disa shkallë të intensitetit. E aprovuar nga shumë vende është shkalla e modifikuar e Mercali-t (MM), e cila bazohet në përcjelljen subjektive të efekteve të tërmetit në objekte, terren, truall ndërtimor dhe njerëz.

Pasi që këto efekte mund të jenë të ndryshme, varësisht prej distancës nga epiqendra, lloji i tokës - terrenit etj., një tërmet mund të ketë disa vlera të shkallës së Mercalit. Shkalla e Mercalit u propozua së pari në vitin 1902, kurse më pas u modifikua nga Wood e Neuman në vitin 1931, në mënyrë që t'u përshtatet kushteve të ndërtimit të Kalifornisë. Shkalla e Modifikuar e Mercalit me intensitet 12 gradë apo ballë, e korrektuar nga Richter në vitin 1956, përdoret kryesisht në SHBA dhe ajo fare pak dallon nga shkallët e intensitetit që përdoren në Evropë (MSK-64, EMS-92 dhe EMS-98).

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Koncepti i vlerësimit është i njëjtë, me dallime të vogla në përshkrime. Dallon nga ajo japoneze që ka 7, përkatesisht 8 ballë, duke përfshirë edhe atë 0.

Në Evropë momentalisht në përdorim është shkalla EMS-98, që quhet shkalla Makrosizmike Evropiane (European Macroseismic Scale-1998). Në krahasim me shkallët e tjera të intensitetit, ajo është më e detajuar duke përfshirë për herë të parë edhe fotografi ku tregohet qartë se cka kuptohet me shkallë të ndryshme dëmtimi. Për përdorim të përditshëm mund të bëhet barazimi MM=MS pa ndonjë gabim të madh.

Me qëllim të të kuptuarit më të qartë të shkallëzimit apo "ballëzimit" të intensitetit të tërmetit, në vazhdim po japim një përmbledhje të thjeshtë të shkallës MM.

Intensiteti	Përshkrimi
I III	Nuk ndihen lëkundjet, përveç në raste të veçanta.
IV	Në përgjithësi ndihen, por nuk shkakton dëme.
V	Ndihet gati nga çdokush. Pajisjet rrokullisen. Plasaritje të suvasë.
VI	Ndihet nga të gjithë. Disa prej orendive të rënda lëvizin. Pjesë të suvasë bien dhe ka dëmtime në oxhaqe.
VII	Dëme të papërfillshme në objektet e projektuar dhe të ndërtuar si duhet deri te dëmtime të konsiderueshme në ndërtimet e cilësisë së dobët. Disa oxhaqe të rrënuar.
VIII	Në varësi të cilësisë së projektit dhe ndërtimit, dëmtimet variojnë prej atyre të lehta deri te kolapsi i pjesshëm. Oxhaqet, monumentet dhe muret rrëzohen.
IX	Objektet e projektuar mirë pësojnë dëmtime. Kolapse të pjesshme dhe zhvendosje e bazamenteve.
X	Disa objekte nga druri, të ndërtuar mirë, shkatërrohen së bashku me pjesën më të madhe të muraturës dhe konstruksioneve të ramave.
XI	Rrallë ndonjë objekt nga muratura qëndron në këmbë.
XII	Shumica e objekteve të dëmtuar ose të shkatërruar rëndë.

Figura 1.5 -Përmbledhje e shkurtër e shkallës së modifikuar të Marcalit (MM)

Sizmiciteti i një rajoni a territori të dhënë shprehet me anë të magnitudave të tërmeteve të ndryshme. Magnituda është një nocion themelor për vlerësimin e tërmetit. Ajo është konceptuar si një madhësi pa përmasa dhe jepet duke i'u referuar shkallës së Rihterit. Duke zgjedhur si referencë

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

një lakore $\log A_0$ që i korrespondon një tërmeti të dobët, (tërmet me magnitudë zero), magnituda M e një tërmeti tjetër me magnitudë A , u përkufiza si diferenca $\log A - \log A_0$,

$$M = \log A - \log A_0$$

Një shprehje analitike për vlerësimin magnitudes së tërmetit, dhënë së pari nga Rihter është:

$$M = \log A - C_1 \log R + C_2$$

Ku:

A- amplituda

R -largësia nga burimi sizmik deri në stacionin sizmik

C_1 dhe C_2 - koeficienti që marrin parasysh kushtet lokale të truallit.

1.5 Rreziku sizmik dhe vulnereabiliteti

Dy kategori mjaft të përdorshme në aplikimin e studimeve sizmologjike, për dhënien e parametrave që zakonisht përdorin ndërtimtaret, janë *rreziku sizmik H* (“Seismic Hazard”) dhe *risku sizmik R* (“Seismic Risk”). Me analizën e rrezikut sizmik merret sizmologjia. Rreziku sizmik shprehet nga probabiliteti i ndodhjes së një ngjarje sizmike (tërmeti i pritshëm) me karakteristikat të përcaktuara. Risku sizmik është probabiliteti i ndodhjes së këtyre pasojave. Rezultati përfundimtar i analizës së rrezikut sizmik mund të jetë përshkrimi i intensitetit të tërmetit me magnitudë të caktuar. Hartat e rrezikut sizmik mund të shprehin intensitetin ose nxitimin gjatë tërmetit. Trajtimi probabilitetar i rrezikut sizmik mund t'i referohet edhe shpejtësisë dhe zhvendosjeve sizmike të truallit, apo vlerave spektrale të këtyre madhësive. Kurse rezultat i një analize të riskut sizmik mund të ishte probabiliteti i demit prej një tërmeti me magnitudë të caktuar. Në analizën e riskut përfshihet së pari analiza e rrezikut sizmik, d.m.th. vlerësimin e shpejtëve maksimale sizmike të truallit në sheshin e dhënë të ndërtimit, duke iu referuar një probabiliteti të caktuar mos-kapërcimit të atyre shpejtëve gjatë një periudhe të dhënë kohore. Theksojmë se periudha kohore rekomandohet të jetë sa jetëgjatësia ekonomike e objektit. Me interes është edhe përcaktimi i kohës mesatare të përsëritjes së një tërmeti që është e ashtuquajtura *perioda e*

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

përsëritjes RP (“Return Period”). Koncepti i periodës RP lidhet drejtpërdrejt me përcaktimin e tërmetit të projektimit.

Në bazë të EC 8 janë dy lloje të riskut (tërmete) të specifikuar:

Tërmeti i shfrytëzueshmërisë me probabilitet 10% në 10 vjet perioda kthyes T=95 vjet

Tërmeti i projektimit, me probabilitet 10% në 50 vjet perioda kthyes T=475 vjet

Për të mundësuar analizat inxhinierike të riskut përdoret kuptimi i vulnereabilitetit, ku nëpërmjet vulnereabilitetit shprehet shkalla e dëmtimeve apo më gjërë shkalla e humbjeve të mundshme (njerëzore, materiale, ekonomike), të cilat vlerësohen në varësi të madhësisë së tërmetit d.m.th. të intensitetit i apo të shpejtimit a_g të tij. Në këndvështrimin ekonomik vulnereabiliteti tregon shkallën e dëmtueshmërisë së një ndërtese, pra humbjet që mund të shkaktohen aty nëse eventualisht ndodh një tërmet me parametra të caktuara. Psh. Nëse vlera e një ndërtese zvogëlohet nga 500 000 \$ në 300 000 \$ pas rënies së një tërmeti atëherë mund të themi se në përqindje vulnereabiliteti i asaj ndërtese për atë tërmet është:

$$\frac{500\,000 - 300\,000}{500\,000} = \frac{200\,000}{500\,000} = 40\%.$$

1.6 Kërkesat e performancës dhe kriteret e projektimit antisizmik

Varësisht nga intensiteti i tërmetit të konsideruar, reagimet sizmike rezultojnë të diferencuara në mes vete. Tërmeti mund të jetë i moderuar, jo i fortë, pra me probabilitet të madh rënieje, por më me rëndësi është vlerësimi i një tërmeti të mundshëm të fortë e shumë të fortë, me probabilitet të ulët. Në përputhje me intensitetin e tërmeteve përcaktohen edhe të ashtuquajtura kërkesa bazë si edhe kriteret korresponduese të projektimit me gjendjet kufitare përkatëse. Sipas EC8 konsiderohen dy kërkesa të veçanta:

Për një tërmet të fortë (Kërkesa e pa dëmtueshmërisë)

Si vlerë e rekomanduar për shpejtësinë e veprimit sizmik të projektimit apo shkurt tërmetit të projektimit jepet *perioda e tij e përsëritjes*, $T_R=475$ vjet, ($T_{NCR}=475$ vjet - për kërkesen e pa dëmtueshmërisë). Kjo vlerë i përgjigjet një *probabiliteti të kapërcimit* $P_R= 10\%$ në $T_L= 50$ -vite, ($P_{NCR}=10\%$ - për kërkesen e pa dëmtueshmërisë).

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Si kriter korrespondues projektimi është që të mundësohet përballimi i një tërmeti të fortë e relativisht të rrallë, i cili mund të mos ketë dëmtime strukturore si përmbysja, rrëshqitja, shembjet, shkatërrimet globale apo lokale të ndërtesës që do të ishin te rrezikshme sidomos për sigurinë e njerëzve. Projektimi duhet të sigurojë atë që, pas tërmetit, struktura të ruajë akoma një integritet strukturor dhe kapacitet mbajtës të konsiderueshëm. Tërmeti korrespondues i kësaj kërkese cilësohet “tërmet i projektimit”, kurse niveli i projektimit njihet me emërtimin **Gjendja kufitare mbajtëse** (ULS -*Ultimate Limit State*). Sipas kësaj kërkese bazë, sistemi strukturor duhet të verifikohet përsa i përket rezistencës së mjaftueshme dhe kapacitetit shuarës (disipues) të energjisë sizmike, karakteristika këto të lidhura me reagimin jolinear të strukturave.

- Për një tërmet të moderuar (Kërkesa e kufizimit të dëmtimeve)

Perioda e tij e përsëritjes, është më e ulët dhe e krahasueshme me jetëgjatësinë projektuese të përdorimit të strukturës, $T_R=95$ vjet, ($T_{DLR}=95$ vjet për kërkesën e kufizimit të dëmtimeve). Kjo vlerë i korrespondon një *probabiliteti të kapërcimit* $P_R= 10\%$ në $T_L= 50$ -vite, ($P_{DLR}=10\%$ - kërkesën e kufizimit të dëmtimeve).

Si kriter projektimi që i përgjigjet kësaj kërkese është përballimi i tërmeteve të moderuara, pra jo të forta e relativisht të shpeshta, në mënyrë të tillë që të lejueshme janë vetëm disa deformime të kufizuara, të cilat nuk komprometojnë kërkesat specifike të funksionit të një ndërtese. Projektimi që i referohet kriterit të mësipërm njihet me emërtimin **Gjendja e Kufizimit të Dëmtimeve** (*Damage Limitation State*).

Projektimi i strukturave ndërtimore në rajonet sizmike synon një mbrojtje sa më të sigurt të tyre ndaj tërmeteve të mundshëm, duke kërkuar zgjidhje korrekte inxhinierike, por edhe të pranueshme nga ana ekonomike. Problemi qëndron pikërisht në caktimin e masës së dëmtimeve të pritshme, pra në nivelin e riskut sizmik që pranohet të merret.

Objektivi i performancës ka dy pjesë përbërëse thelbësore: gjendjen e dëmtimit dhe një nivel korrespondues të rrezikut sizmik.

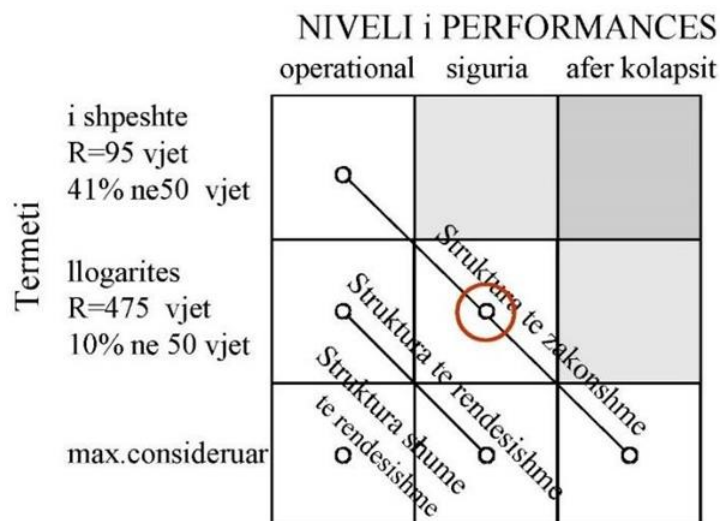


Figura 1.6 -Nivelet e performancës, probabiliteti vjetor dhe renditja sipas rëndësisë së tyre.

2 EFEKTI I TËRMEVEVE NË STRUKTURAT E BETONIT

2.1 Forcat inerciale

Struktura e cila mbështetet në tokë ndjek lëvizjen e saj gjatë një tërmeti, duke u zhvilluar si rezultat forcat e quajtura fora inerciale.

Forcat inerciale paraqesin thelbin e kuptimit të mënyrës se si tërmeti i godet strukturat. Gjatë tërmetit objektet nuk goditen nga veprimet e jashtme si psh era apo ndonjë forcë tjetër e natyrës koncentrike apo sipërfaqësore, por nga forcat e inercisë, të gjeneruara përbrenda strukturës e që vijnë si pasojë e lëkundjeve të objektit, gjegjësishtë masës së tij. Siç u theksua më lartë, masa forma dhe në përgjithësi konfiguracioni i objektit, janë faktorë determinues për këto forca.

Nga fizika dihet se forcat inerciale krijohen kur një forcë e jashtme vepron në një objekt dhe e detyron atë të lëviz, apo sipas shprehjes $F=m \times a$.

Nxitimi a paraqet ndryshimin e shpejtësisë së valëve sizmike që veprojnë në objekt, në varësi të kohës dhe është në funksion të natyrës së tërmetit. Në anën tjetër masa m është atribut i objektit dhe nuk ka të bëjë me tërmetin.

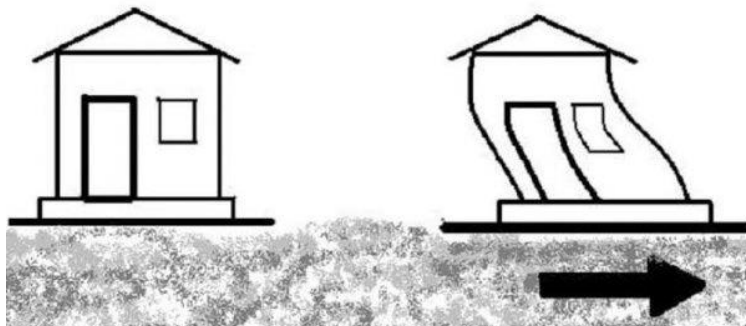


Figura 2.1 -Efekti i forcës së inercisë në objekt

Pra sipas kësaj logjike nëse masa e objektit është e vogël atëherë edhe forca inerciale që vepron në objekt është e vogël dhe anasjelltas. Prandaj është në interes që të projektohen objekte sa më të lehta.

Sipas formulës së Newton-it për forcat inerciale shihet se nxitimi përcakton pjesën apo përqindjen e masës së objektit e cila duhet të rezistohet si forcë anësore.

Përkundër faktit se forcat inerciale dallojnë nga forcat e tjera që veprojnë në struktura, mund të nxirret një analogji ndërmjet tyre. Forcat e gravitetit që veprojnë në objekt kanë drejtim vërtikal dhe veprojnë në qendrën e masës së objektit C_m , poashtu edhe forcat inerciale veprojnë në qendër të masës së objektit jo vetëm në drejtim horizontal por edhe vërtikal për shkak të natyrës kaotike të cilën e ka tërmeti. Mirëpo komponentja vërtikale e forcës inerciale nuk është meritore apo dominuese prandaj nuk futet në llogari

2.2 Mekanizmat global të reagimit sizmik

Struktura tipike prej betoni nuk është aq e ngurtë sa për ta ndjekur lëvizjen e tokës si një trup i ngurtë si dhe nuk është mjaftueshëm fleksibil për të qëndruar në të njëjtin pozicion absolut në hapësirë kur baza e tij është e fonduar në tokën që lëkundet. Objekti do t'i përgjigjet forcave inerciale sizmike duke zhvilluar lëvizjen e saj lëkundëse. Amplituda, përmbajtja e frekuencës dhe kohëzgjatja e asaj lëvizjeje varen si nga karakteristikat përkatëse të lëkundjes së tokës ashtu edhe nga vetitë dinamike të vetë strukturës.

Baza e strukturës do të ndjekë të tre komponentët e zhvendosjes dhe rrotullimit të tokës ku mbështetet, në përputhje me rrethanat, reagimi i tij dinamik do të jetë në 3D, me zhvendosje dhe

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

rrotullime në të tre drejtimet. Megjithatë për një objekt konkret, vetëm efektet strukturore të dy komponentëve horizontale të lëvizjes së tokës ia vlen të merren parasysh.

Komponentët rrotullues janë të rëndësishëm vetëm për strukturat shumë të larta dhe të holla, ose ato me tendenca për të punuar në përdredhje shumë të pazakontë.

Siç do të shohim në kapitujt e ardhshëm, një strukturë betoni pritet t'i përgjigjet komponentëve horizontale të lëvizjes së tokës me zhvendosje joelastike. Këto zhvendosje joelastike janë të lejuara të ndodhin, me kusht që të mos rrezikojë sigurinë e përdoruesve dhe të banorëve në rast të kolapsit. Indikacion tjetër shumë i rëndësishme për mundësinë e kolapsit janë edhe efektet e rendit të dytë ($P - \Delta$), efektet e prodhuara nga ngarkesat e gravitetit që veprojnë përmes zhvendosjeve anësore të kateve. Nëse këto zhvendosje janë të mëdha, momentet e rendit të dytë (d.m.th. ngarkesat e tepërta të gravitetit shumëfishuar zhvendosjet anësore) janë të mëdha dhe mund të çojnë në kolaps. Për shkak se pjesa më e madhe e zhvendosjeve strukturore anësore janë joelastike dhe përveç kësaj, ato priren të përqendrohen në vendet e sistemit strukturor ku u shfaqën për herë të parë, komponent tjetër shumë i rëndësishëm për mundësinë e kolapsit është "mekanizmi plastik", e cili mund të zhvillohet në objekt nën komponentët horizontale të lëvizjes së tokës. Deformimet sizmike joelastike në ndërtesat prej betoni janë deformime përkulëse; ato përqendrohen si rrotullime plastike kudo ku elementet veprojnë në përkulje (normalisht në skajet e elementeve).

Pasi të arrihet vlera e momentit në një lokacion të caktuar një "çërnierë plastike" formohet dhe fillon të zhvillojë rrotullime plastike me pak rritje në momentin veprues. "Cërniera plastike" mund të formohen në vendet e duhura dhe në numra të caktuar për ta kthyer strukturën në një "mekanizëm", i cili mund të lëkundet më vonë nën forcat anësore praktikisht konstante (mekanizmi plastik).

Në figurat e mëposhtme do të paraqiten raste të ndryshme të mekanizmave plastike apo paraqitjes së çërnierave plastike të cilat do ta qojnë strukturën drejt kolapsit.

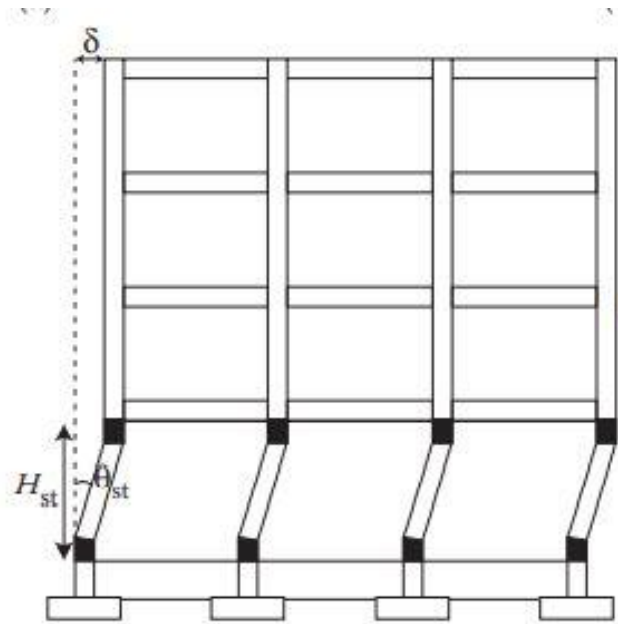


Figura 2.2 -Mekanizmi plastik i zhvendosjeve strukturore tek objektet me kate fleksibile (soft story) me shtylla të dobëta dhe traje të shtangëta

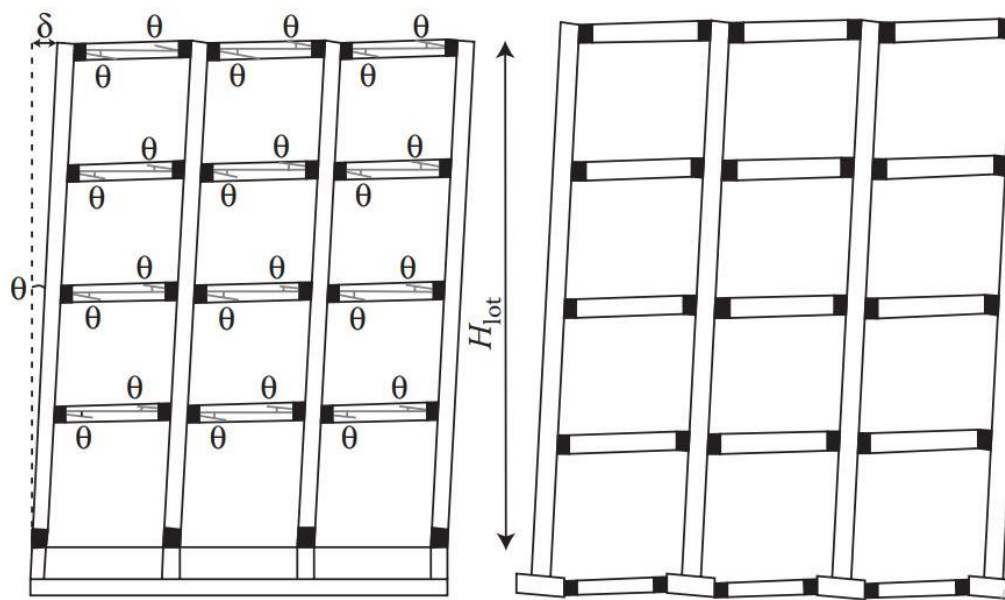


Figura 2.3 -Mekanizmi plastik i zhvendosjeve strukturore tek objektet me shtylla të shtangëta dhe traje të dobëta.

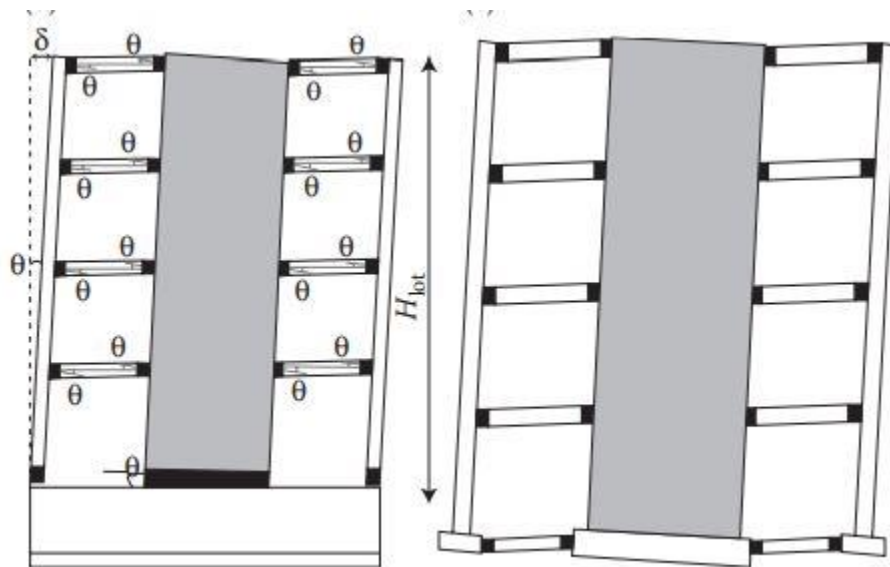


Figura 2.4 -Mekanizmi plastik i zhvendosjeve strukturore tek objektet me shtylla dhe mure të shtangëta dhe traje të dobëta.

2.3 Kolapsi (shkatërrimi) i strukturave dhe roli i mureve në aspektin e tij.

Konceptet kryesore të cilat merren parasysh në projektimin antisizmik e që janë: përzgjedhja e një konfiguracioni të përshtatshëm strukturor për reagimin joelastik, përzgjedhja dhe vendndodhja e përshtatshme dhe e detajuar që deformime joelastike të jenë të përqëndruara si dhe sigurimin nëpërmjet diferencave të përshtatshme të rezistencës që deformimet joelastike të mos ndodhin në vende të padëshirueshme ose me mënyra të padëshirueshme strukturore - janë bazat për filozofinë e projektimit sipas kapaciteteve. Pavarësisht ndërgjegjësimit dhe kuptimit të këtyre faktorëve që ndikojnë sjelljen sizmike të strukture, ende egzistojne pabarazi midis teorisë së inxhinierisë sizmike. Dëmtime madje edhe shkatërrimi i shumë ndërtesave moderne relativisht në rajonet aktive sizmike kanë ndodhur gjatë gjithë kohës.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

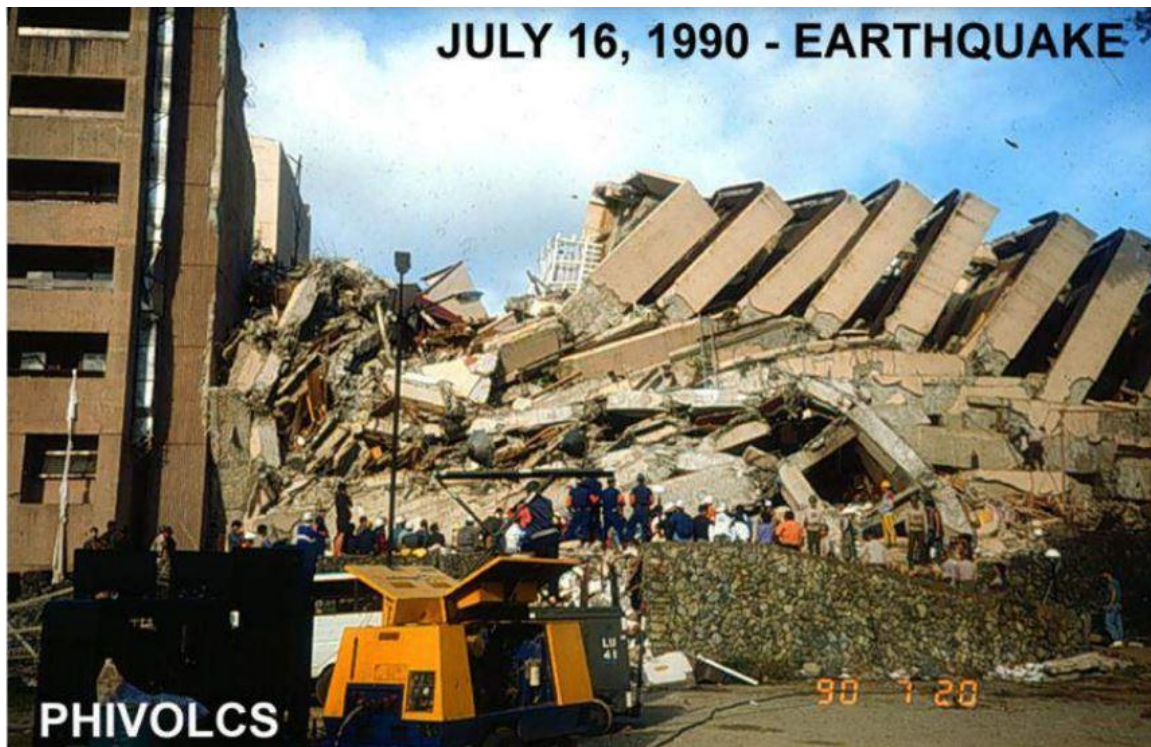


Figura 2.5 -Shkatërrimi i një objekti në Filipine në vitin 1990



Figura 2.6 -Shkatërrimi i një objekti si rezultat i katit të butë (soft story)

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Në rastin e parë figura 2.5, kemi të bëjmë me shkatërrimin total apo shkatërrimin në formë paluese të objektit (“pancake type of collapse), në rastin e dytë figura 2.6, kemi të bëjmë me shkatërrimin e katit të parë për shkak të shtangsisë jo të mjaftueshme të elementeve strukturore në nivelin e këtij kati.

Nga përvojat e deri tashme, objektet me mure kanë një shtangësi më të lartë dhe reagojnë më mirë ndaj lëvizjeve sizmike andaj roli i mureve në strukturë do të ndikonte pozitivisht që këto lloje të shkatërrimeve mos të ndodhin.



Figura 2.7 -Roli i mureve në parandalimin e shkatërrimit të objekteve

Në figurën Fig. 2.7a) muret në mes të pjesës anësore dhe në qoshet në pjesën e pasme (të paraqitura brenda kornizave) kanë dështuar në katin përdhësë, por kanë parandaluar shembjen e shtyllave në të gjithë pjesën e përparme duke i'u shmangur kollapsit të formës palues (pancake collapse), në figurën 2.7b), muret rrethuese (të paraqitura brenda kornizave me ngjyrë të errët) mund të kenë dështuar përfundimisht, por kanë parandaluar shembjen e ndërtesës.

Dukuritë e dëmtimit dhe dështimit në përkulje ose prerje të murit (Figurat 2.8a dhe 2.8b) janë të ngjashme me ato në shtylla, por ndodhin pothuajse ekskluzivisht pikërisht mbi bazën e mureve, dhe shumë rrallë në katet më lart. Një ndryshim në lidhje me përkuljen është ajo e shpërbërjes së betonit ku zakonisht kufizohet në skajet e prerjes së murit (Figura 2.8a). Për shkak të ngarkesës së lehtë aksiale të prerjes të murit nga ngarkesat e gravitetit, rrafshet diagonale të dështimit të prerjes janë normalisht në rreth 45° në horizontale (Figura 2.8b).

Muret kanë rezistencë më të ulët ndaj fërkimit sesa shtyllat, për shkak të nivelit të tyre më të ulët të nderjeve aksiale dhe raportit të përforcimit vertikal; kështu, ato mund të rrëshqasin në prerjen e tyre bazë të plasaritur.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

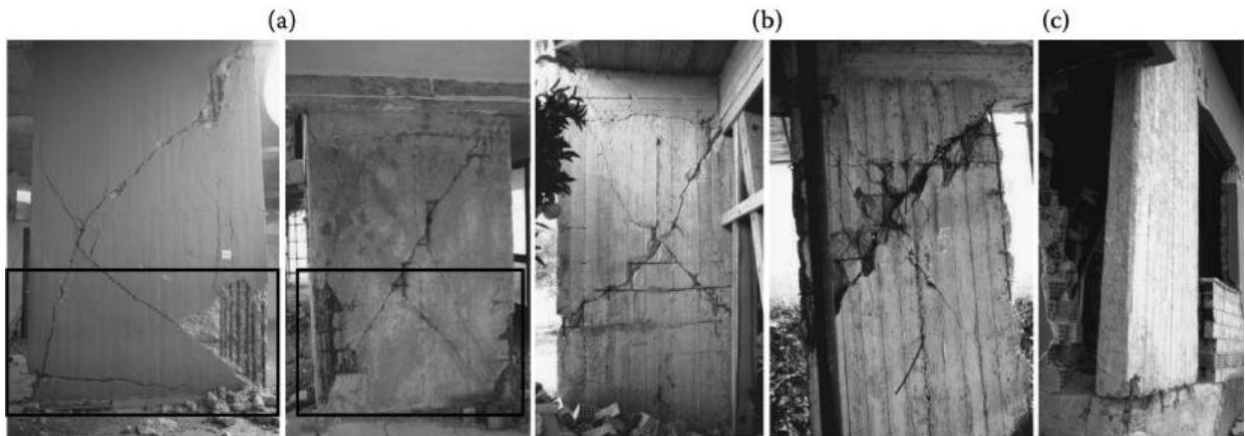


Figura 2.8 Dështime tipike të mureve të betonit: (a) përkulëse, me dëmtime në prerje; (b) në prerje; (c) në rrëshqitëse.

3 EUROKODET

3.1 Standardet Europiane të Projektimit

Eurokodet janë dhjetë standardet evropiane apo rregullat teknike të harmonizuara që specifikojnë se si të bëhet projektimi strukturor brenda Bashkimit Evropian (BE). Këto u hartuan nga Komiteti Evropian për Standardizim me kërkesë të Komisionit Evropian.

Qëllimi i eurokodeve është të sigurojë:

- Një mjet për të vërtetuar pajtueshmërinë me kërkesat për forcën mekanike, stabilitetin dhe sigurinë në rast zjarri të vendosur me ligjin e Bashkimit Evropian
- Një bazë për specifikimet e kontratës së ndërtimit dhe inxhinierisë
- Një kornizë për krijimin e specifikimeve teknike të harmonizuara për produktet e ndërtimit

Këto 10 standarde evropiane - eurokode janë të ndara në këtë mënyre:

EN 1990 Eurocode 0 - Basis of Structural Design/ Bazat e Projektimit Strukturor

EN 1991 Eurocode 1 - Actions on Structures/ Veprimet mbi strukturat

EN 1992 Eurocode 2 - Design of Concrete Structures/ Projektimi i strukturave prej betoni

EN 1993 Eurocode 3 - Design of Steel Structures/ Projektimi i strukturave prej çeliku

EN 1994 Eurocode 4 - Design of Composite Steel and Concrete Structures/ Projektimi i strukturave kompozite prej çeliku dhe betoni

EN 1995 Eurocode 5 - Design of Timber Structures/ Projektimi i strukturave prej druri

EN 1996 Eurocode 6 - Design of Masonry Structures/ Projektimi i strukturave me muraturë

EN 1997 Eurocode 7 - Geotechnical Structures/ Projektimi gjeoteknik

EN 1998 Eurocode 8 - Design of Structures for Earthquake Resistance/ Projektimi i strukturave për rezistencë ndaj tërmetit EN 1999

EN 1999 Eurocode 9 - Design of Aluminium Structures/ Projektimi i strukturave prej alumini

3.2 Qëllimi i EN 1990

EN 1990 përcakton parimet dhe kërkesat për sigurinë, shërbyeshmërinë dhe qëndrueshmërinë e strukturave, përshkruan bazat e projektimit dhe verifikimit të tyre, si dhe jep udhëzime për aspekte që lidhen me qëndrueshmërinë e strukturave.

EN 1990 ka për qëllim të përdoret bashkë me EN 1991 deri te EN 1999 në projektimin strukturor të ndërtesave dhe veprave të inxhinierisë ndërtimore, duke përfshirë aspektet gjeoteknike, projektimin strukturor ndaj zjarrit, situatat në raste tërmeti, zbatimin dhe strukturat e përkohshme.

EN 1990 është i zbatueshëm për vlerësimin strukturor të ndërtimeve ekzistuese, në hartimin e projektit të riparimeve dhe të modifikimeve ose në vlerësimin e ndryshimit të funksionit të tyre

EN 1990 dallon dy kategori të gjendjeve kufitare:

1. Gjendja kufitare mbajtëse (ULS-Ultimate Limit State)
2. Gjendja kufitare e përdorimit (SLS-Serviceability Limit State)

Gjendja kufitare mbajtëse që ka lidhje me:

- sigurinë e njerëzve dhe
- sigurinë e strukturës

Gjendja kufitare e përdorimit që ka lidhje me:

- funksionimin e strukturës ose të elementeve strukturore gjatë përdorimit normal;
- komoditetin e njerëzve
- pamjen (paraqitjen) e veprës së ndërtimit.

3.3 Qëllimi i (EN 1998)

Qëllimi i EN 1998 është të sigurojë që në rast tërmetesh:

- të mbrohet jeta e njerëzve
- të kufizohen dëmtimet
- të mbeten funksionale strukturat e rëndësishme për mbrojtjen civile.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Eurokodi 8 përfshin disa dokumente, të grupuar në gjashtë pjesë: EN 1998-1 deri në EN 1998-6.

EN 1998-1 përmban rregullat e përgjithshme, veprimet sizmike dhe rregullat për ndërtesa

EN 1998-2 përmban dispozita specifike në lidhje me urat

EN 1998-3 përmban dispozita specifike mbi vlerësimin dhe riaftësimin sizmik të ndërtesave ekzistuese

EN 1998-4 përmban dispozita specifike për sa u përket rezervuarve, sillosëve dhe tubacioneve

EN 1998-5 përmban dispozita specifike për sa u përket themeleve, strukturave (mureve) mbajtëseve dhe aspekteve gjeoteknike

EN 1998-6 përmban dispozita specifike për sa u përket kullave, antenave dhe oxhaqeve.

3.4 Lidhja e EN 1998 me Eurokodet e tjera

Eurokodi EN 1998 lidhet drejtpërdrejtë me gjithë Eurokodet të cilat i trajtojnë materialet e strukturave e ku bëjnë pjesë eurokodet EN 1992, EN 1993, EN 1994, EN 1995, EN 1996 dhe EN 1999 gjithashtu lidhet drejtpërdrejtë edhe me bazat e projektimit strukturor d.m.th. EN 1990. Për sa kohë që efektet e veprimit sizmik varen nga masat (peshat) e shpërndara në strukturë, EN 1998 është i lidhur mënyrë të tërthortë me EN 1991.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

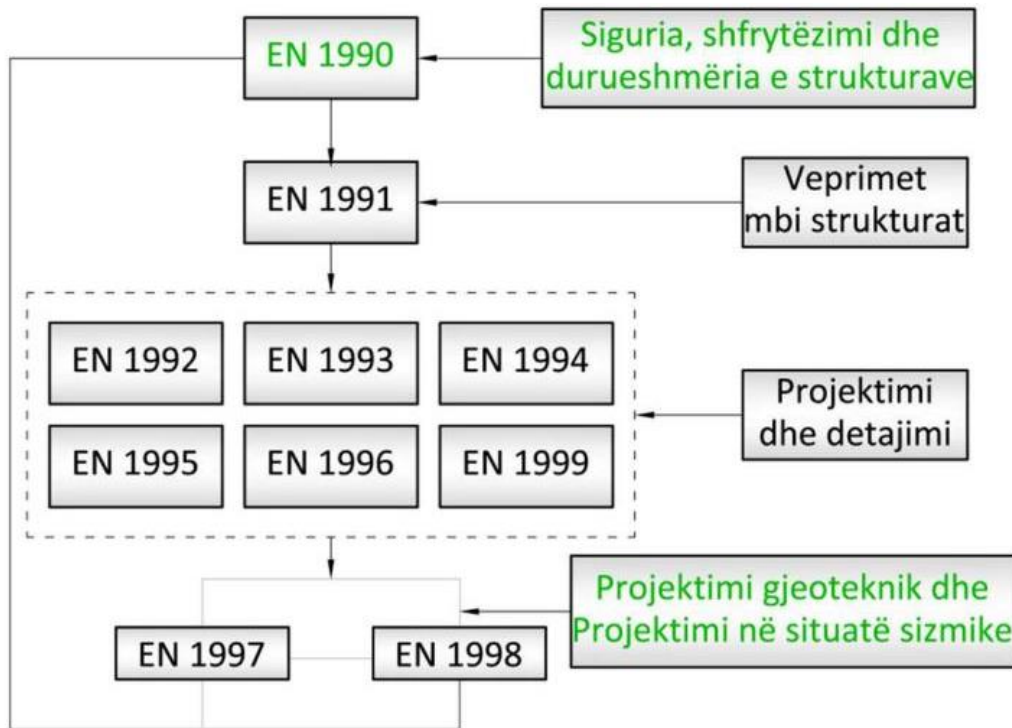


Tabela 3.1 -Forma tabelare e lidhjes së Eurokodeve mes vete

3.5 Projektimi i objekteve prej betoni sipas EUROKODEVE

Kur projektohet një objekt betonarme duhet bërë lidhshmëria mes disa prej eurokodeve sipas tabelës së mëposhtme.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

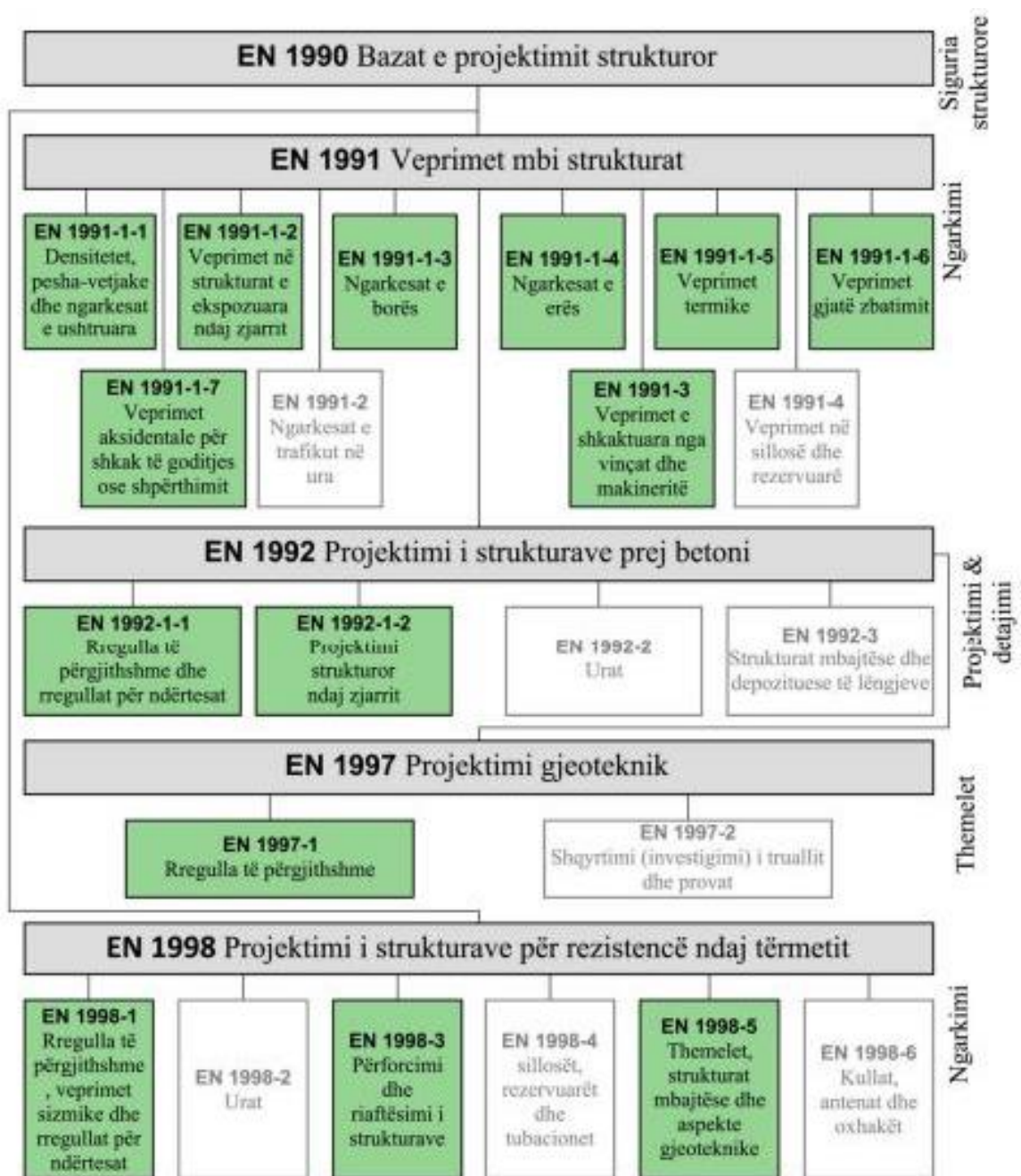


Tabela 3.2 -Lidhja mes eurokodeve dhe pjesëve të eurokodeve

Tabelat me ngjyre paraqesin ato eurokode të cilat duhet t'i kemi paraysh gjatë projektimit, ndërsa tabelat pa ngjyrë paraqesin pjesët e eurokodeve të cilat nuk na duhen gjatë projektimit të objekteve betonarme.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Pra, për projektimin e një objekti betonarme duhet trajtuar eurokodi EN 1990 i cili i trajton bazat e projektimit strukturor, pastaj eurokodin EN 1991 apo veprimet në struktura ku marrin pjesë densiteti, pesha vetjake dhe ngarkesat e ushtruara, ngarkesat e borës dhe erës, veprimet nga ndryshimi temperaturar, zjarri etj. Pastaj vjen në konsideratë eurokodi EN 1992 – projektimi i strukturave prej betoni.

Meqenëse secili objekt do të fondohet në tokë dhe të gjitha ngarkesat që përcillen në objekt do të orientohet përmes themeleve në tokë, patjetër që gjatë projektimit merret parasysh edhe eurokodi EN 1997 – projektimi gjeoteknik. Ndërsa sa i përket objekteve të cilat ndërtohet në zona sizmike, ku kemi rrezik për paraqitjen e tërmeteve përdoret eurokodi EN 1998 ashtu që të trajtohen rregullat për projektimin e objekteve rezistentë ndaj forave sizmike.

4 PARAQITJA E VEPRIMIT SIZMIK – SPEKTRAT

4.1 Spektrat elastik sipas Eurocodit 8

Sipas versionit të publikuar të EC8 në v.2004, spektri i reagimit elastik i shpejtimit, që aty shënohet me S_e jepet nga:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g S \left[1 + \frac{T}{T_B} (\eta * 2.5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g S \eta 2.5$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g S \eta 2.5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s \quad S_e(T) = a_g S \eta 2.5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

ku:

$S_e(T)$ spektri i reagimit elastik

T perioda e lëkundjeve e një sistemi linear me një shkallë lirie

a_g shpejtimi sizmik i projektimit të truallit në shkëmb ose truall të fortë që llogaritet nga:

$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$, ku, a_{gR} shpejtimi referencë maksimal të truallit, γ_1 është faktori i rëndësisë

T_B, T_C kufijtë e degës të shpejtimit spektral konstant (vlerësohen nga kushtet e trualli).
Eurokodi 8 diferencon pesë tipe kryesore trojesh (A,B,C,D dhe E) plus dy tipe te veçanta (S_1, S_2)

T_D vlera që përcakton fillimin e rendit të reagimit me zhvendosje konstante në spektër

S parametri i truallit, që klasifikohet në njërin prej pesë klasave kryesore të truallit

η faktori i korrektimit të shuarjes që përcaktohet nga shprehja më poshtë

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55$$

për shuarje viskoze $\xi = 5\%$, $\eta = 1$

Zgjidhja e spektrit të projektimit (*tipi 1 ose 2*) duhet të bazohet në magnituden e tërmeteve që prekin territorin e ndërtimit sipas vlerësimeve të rrezikut sizmik. Nëse tërmeti më i madh që pritet

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

ka një magnitudë e valëve sipërfaqësore M_S më të madhe se 5.5 atëherë rekomandohet tërmeti i tipit 1.

Për pesë klasat A, B, C, D dhe E të trojeve, vlerat e periodave T_B , T_C dhe T_D si dhe e parametrin të truallit S jepen përkatësisht në tabelën 4.1 për spektrin e tipit 1 dhe në tabelën 4.2 për spektrin e tipit 2.

Tipi i truallit	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1.00	0.15	0.4	2.0
B	1.20	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.40	0.15	0.5	2.0

Tabela 4.1 -Parametrat e truallit për tipin „I“ të tërmeteve

Tipi i truallit	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1.00	0.05	0.25	1.2
B	1.35	0.05	0.25	1.2
C	1.5	0.10	0.25	1.2
D	1.8	0.10	0.30	1.2
E	1.6	0.05	0.25	1.2

Tabela 4.2 -Parametrat e truallit për tipin „II“ të tërmeteve

Në figurat e mëposhtme paraqiten skematikisht sipas EC8-2004, spektra të tipit 1 dhe tipit 2 për klasa të ndryshme trojesh.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

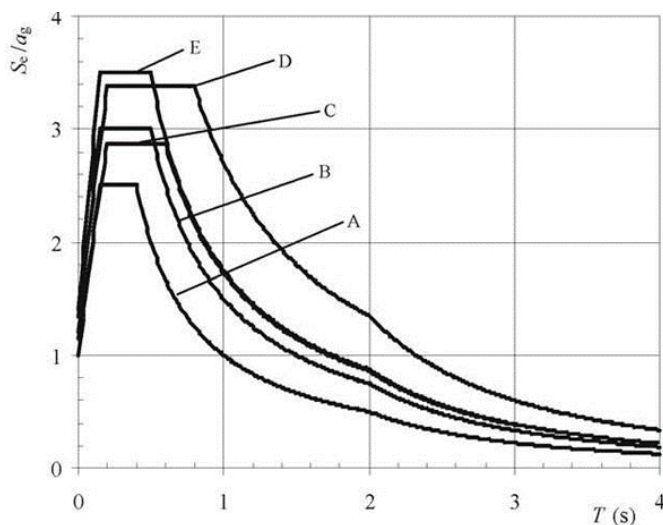


Figura 4.1 -Spektra elastic të lëvizjes së truallit për tërmete të tipit 1

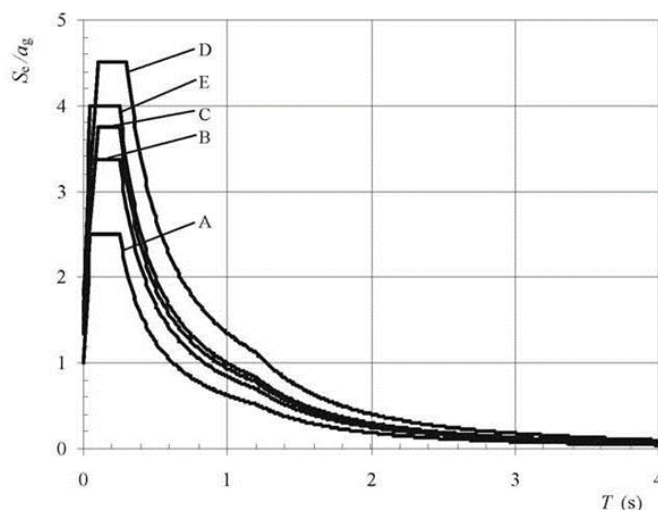


Figura 4.2 -Spektra elastic të lëvizjes së truallit për tërmete të tipit 2

Për struktura fleksibile (struktura me periodë të lartë), veprimi sizmik mund të përfaqësohet në formën e spektrit të reagimit (elastik) të zhvendosje $S_{De}(T)$.

Spektri i zhvendosjeve elastike, $S_{De}(T)$, duhet të merret me transformim direkt të spektrit të reagimit të nxitimit elastik $S_e(T)$, duke shfrytëzuar shprehjen sikur në vazhdim:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2$$

4.2 Spektrat e projektimit në Eurokodin 8

Për të shmangur në projektim analizën eksplicite inelastike strukturore, kapaciteti i strukturës për të disipuar energji, kryesisht nëpërmjet sjelljes duktile të elementeve dhe mekanizmave të tjerë të saj, merret parasysh duke kryer një analizë elastike bazuar në një spektër reagimi të reduktuar kundrejt atij elastik, që në vijim thirret “*spektri i projektimit*”. Ky reduktim realizohet duke inkorporuar në analizë faktorin e sjelljes q .

Për komponentët horizontale të veprimit sizmik spektri i projektimit, $S_d(T)$, përkufizohet nëpërmjet shprehjeve:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right) \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

ku:

$S_e(T)$	spektri i reagimit elastik
T	perioda e lëkundjeve e një sistemi linear me një shkallë lirie
a_g	shpejtimi sizmik i projektimit të truallit në shkëmb ose truall të fortë që llogaritet nga: $a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$, ku, a_{gR} shpejtimi referencë maksimal të truallit, γ_1 është faktori i rëndësisë
T_B, T_C	kufijtë e degës të shpejtimit spektral konstant (vlerësohen nga kushtet e trualli). Eurokodi 8 diferencon pesë tipe kryesore trojesh (A,B,C,D dhe E) plus dy tipe te veçanta (S_1, S_2)
T_D	vlera që përcakton fillimin e rendit të reagimit me zhvendosjekonstante në spektër

4.3 Faktori i rëndësisë

Objektet klasifikohen në 4 kategori të rëndësisë së tyre, në varësi të pasojave të shkatërrimit total për jetën e njeriut, për rëndësinë e tyre për sigurinë publike dhe mbrojtjen civile për situatat e menjëhershme pas periudhës së tërmetit dhe në pasojat ekonomike, sociale nga shkatërrimet.

Faktori i rëndësisë modifikon spektrin e projektimit duke “marrë pjesë” në vlerësimin e shpejtimit projektues a_g të truallit:

$$a_g = \gamma_I \cdot k \cdot a_{gR}$$

Klasat e rëndësisë së ndërtesave karakterizohen nëpërmjet faktorëve të rëndësisë γ_I të cilat janë dhënë në tabelen 4.3.

Klasa e rëndësisë	Strukturat (ndërtesat)	γ_I
<i>I</i>	Ndërtesat e një rëndësie të vogël për sigurinë publike, psh. ndërtesat bujqësore etj.	0.8
<i>II</i>	Ndërtesat e zakonshme që nuk u përkasin kategorive tjera	1.0
<i>III</i>	Ndërtesat, rezistenca sizmike e të cilave është me rëndësi në këndvështrimin e rrjedhjeve që shkakton një shembje, psh. shkollat, sallat e mbledhjeve, institucionet kulturore etj.	1.2
<i>IV</i>	Ndërtesat integriteti strukturor i të cilave gjatë tërmetit është me rëndësi jetësore për mbrojtje civile, si psh. spitalet, stacionet zjarrfikse, centralet energjetike etj	1.4

Tabela 4.3 -Vlerat e faktorit të rëndësisë

4.4. Kriteret për rregullsinë strukturore

Për qëllimet e projektimit sizmik, strukturat e ndërtesave kategorizohen në të rregullta dhe jo të rregullta. Ky dallim shoqërohet me ndikime në aspektet vijuese të projektimit sizmik:

(a) modeli strukturor, që mund të jetë ose model-plan i thjeshtuar, ose model hapësinor; (b) metoda e analizes, e cila mund të jetë ose një analizë e thjeshtuar sipas spektrit të reagimit (metodika e forcës anësore) ose një analize modale; (c) vlera e faktorit të sjelljes q , i cili duhet të zvogëlohet për ndërtesat jo të rregullta në lartësi.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Përsa u përket ndikimeve të rregullsisë strukturore në analizë dhe projektim, vlerësime të ndara jepen mbi karakteristikat e rregullsisë të ndërtesës në plan dhe në lartësi. Tabela e mëposhtme tregon diferencimin e analizave sizmike në varësi nga rregullsia strukturore.

Rregullsia		Thjeshtim i lejuar		Faktori i sjelljës
Në plan	Në lartësi	Model	Analizë lineare- elastike	(për analizë lineare)
Po	Po	Plan	Forcë anësore	Vlerë referencë
Po	Jo	Plan	Modale	Vlerë e zvogëluar
Jo	Po	Hapësinor	Forcë anësore	Vlerë referencë
Jo	Jo	Hapësinor	Modale	Vlerë e zvogëluar

Tabela 4.4 -Rregullsia strukturore dhe analiza korrespoduese

4.4.1 Kriteret e rregullsisë në plan

Termi rregullsi në plan i referohet aftësisë së strukturës për t'u lëkundur në mënyrë të ndarë, të pavarur, sipas dy planeve vertikale. Që një ndërtesë të kategorizohet e rregullt në plan, ajo duhet të kënaqë të gjitha kushtet e renditura në paragrafët në vijim:

- Përsa i përket ngurtësisë anësore dhe shpërndarjes së masave, struktura e ndërtesës duhet të jetë përafërsisht simetrike në plan sipas dy akseve ortogonale.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

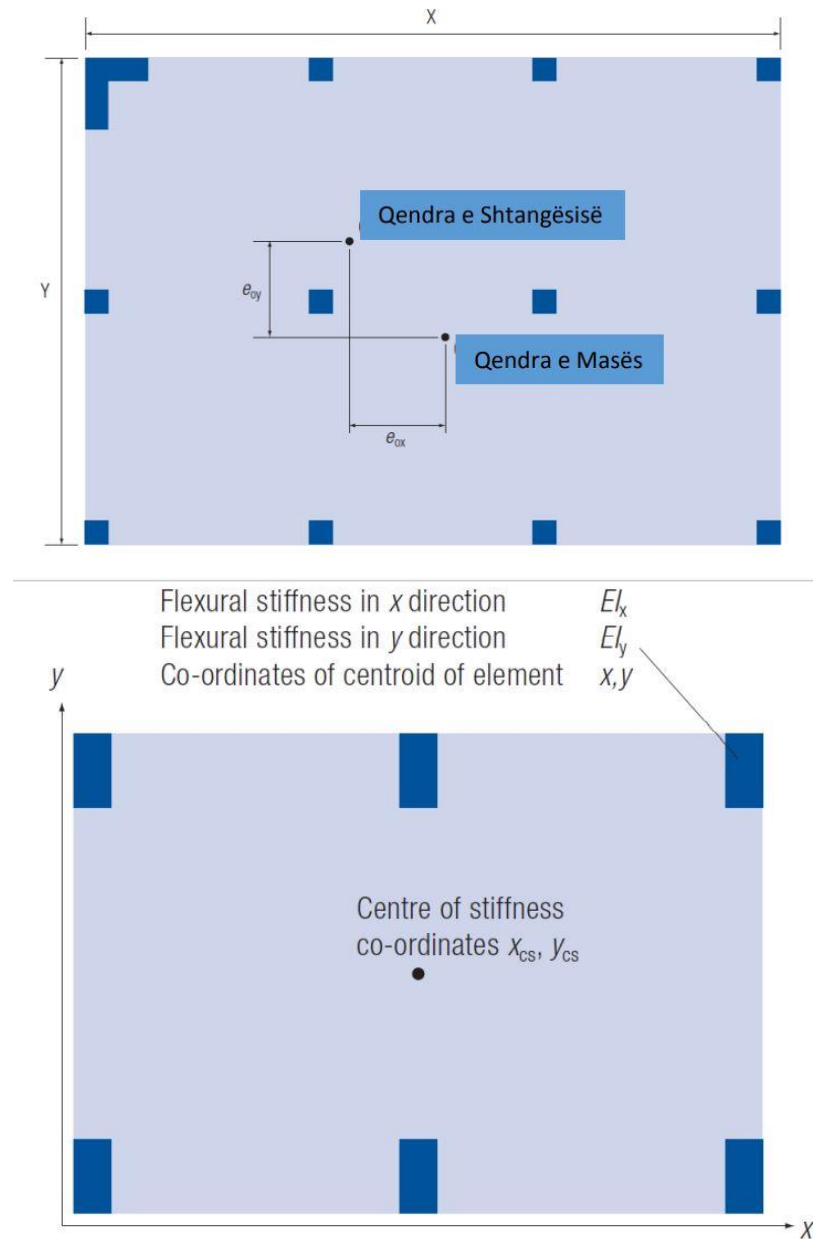


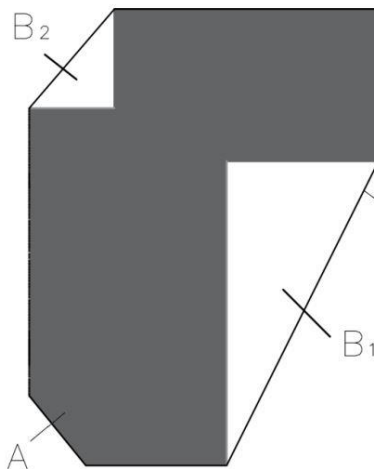
Figura 4.3-Pozita e qendres së ngurtësisë dhe qendrës së masave.

- Konfiguracioni në plan duhet të jetë kompakt.

Kjo nënkupton se çdo kat duhet të kufizohet nga një vijë poligonale konvekse. Edhe nëse ekzistojnë thyerje në plan (me kënde dhe pjesë të hyra dhe të dala), rregullsia në plan mund të konsiderohet e plotësuar, me kusht që këto thyerje të mos ndikojnë në ngurtësinë në plan të

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

ndërkateve dhe që për çdo thyerje, sipërfaqja që përfshihet midis konturit të ndërkatit dhe një vije poligonale konvekse që mbështjell ndërkatin të mos kapërcejë masën 5% të sipërfaqes së ndërkatit.



Kjo planimetri konsiderohet kompakte nëse $B1/A \leq 0.05$ ose $B2/A \leq 0.05$

- Koncepti dhe realizimi i diafragmave të ngurta në ndërkatet e strukturës.

Diafragma mund të konsiderohet si rigjide, nëse, kur ajo vendoset në modelin tërësor të ndërtesës me fleksibilitetin e saj real në planin e vet, vlerat më të mëdha të zhvendosjeve horizontale relative ndaj bazës së strukturës, për situatën sizmike të projektimit, në asnjë vend nuk kapërcejnë 1.1 herë zhvendosjet që rezultojnë nga supozimi i diafragmës si rigjide (EN:1998-1) Në vazhdim do të jepen disa kërkesa lidhur me aspektet e efekteve edhe të përdredhjes.

- Raporti i anës më të gjatë të bazës me anën më të shkurtë nuk duhet të jetë më i madh se 4, ($L_{max}/L_{min} \leq 4$)
- Në çdo nivel dhe për çdo drejtim të analizës x dhe y, jashtëqendërsia strukturore e_o dhe rrezja e përdredhjes r duhet të jenë në përputhje me dy kushtet në vijim

$$e_{ox} \leq 0.3r_x$$

$$e_{oy} \leq 0.3r_y$$

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

$$x_{cs} \approx \Sigma \frac{xEI_y}{EI_y}$$

$$y_{cs} \approx \Sigma \frac{yEI_x}{EI_x}$$

$$r_x \approx \sqrt{\frac{\left\{ \sum_{i=1}^n (x - x_{cs})^2 EI_Y + (y - y_{cs})^2 EI_x \right\}}{\Sigma(EI_Y)}}$$

$$r_y \approx \sqrt{\frac{\left\{ \sum_{i=1}^n (x - x_{cs})^2 EI_Y + (y - y_{cs})^2 EI_x \right\}}{\Sigma(EI_x)}}$$

- Rrezja e përdredhjes (r_x, r_y), dhe rrezja e inercisë e masave sipërfaqësore në ndërkate duhet të kënaqin kushtin (ngurtësia në përdredhje)

$r_x \geq l_s; (r_y \geq l_s)$ rrezja e inercisë paraqet rrënjën katrore të momentit polar të inercisë, për bazë merret nga barazimi

$$l_s = \sqrt{(l^2 + b^2) / 12}$$

Planimetri të thjeshta simetrike mund të jenë fleksibile në përdredhje në rast se:

$$T_\varphi \geq T_x$$

$$T_\varphi \geq T_y$$

4.4.2 Kriteret për rregullsi në lartësi

Termi rregullsi në lartësi përdoret për të treguar aftësinë e strukturës për të shpërndarë në mënyrë uniforme dëmtimet eventuale strukturore. Kjo aftësi është e lidhur ngusht me shpërndarjen në lartësi të masave, ngurtësive dhe rezistencave të strukturës. Kriteret për rregullsi në lartësi jepen nëpërmjet faktorëve që vlerësojnë raporte të shpërndarjes së masave dhe ngurtësive në lartësi të strukturës si dhe përshkrimeve dhe konditave gjeometrike. Për këtë qëllim:

- Të gjithë sistemet rezistuese vazhdojnë nga themeli deri në lartësi të strukturës

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- Shpërndarja e masave dhe ngurtësive në lartësi të strukturës duhen të jenë të pandryshshme ose të reduktohen në formë graduale
- Shmangia e parregullsisë dhe mos vazhdueshmërisë strukturore në lartësi

Në rastet e pranishme të shkallëzimeve, janë të pranueshme si struktura të rregullta nëse i plotësojnë disa nga kushtet e dhëna:

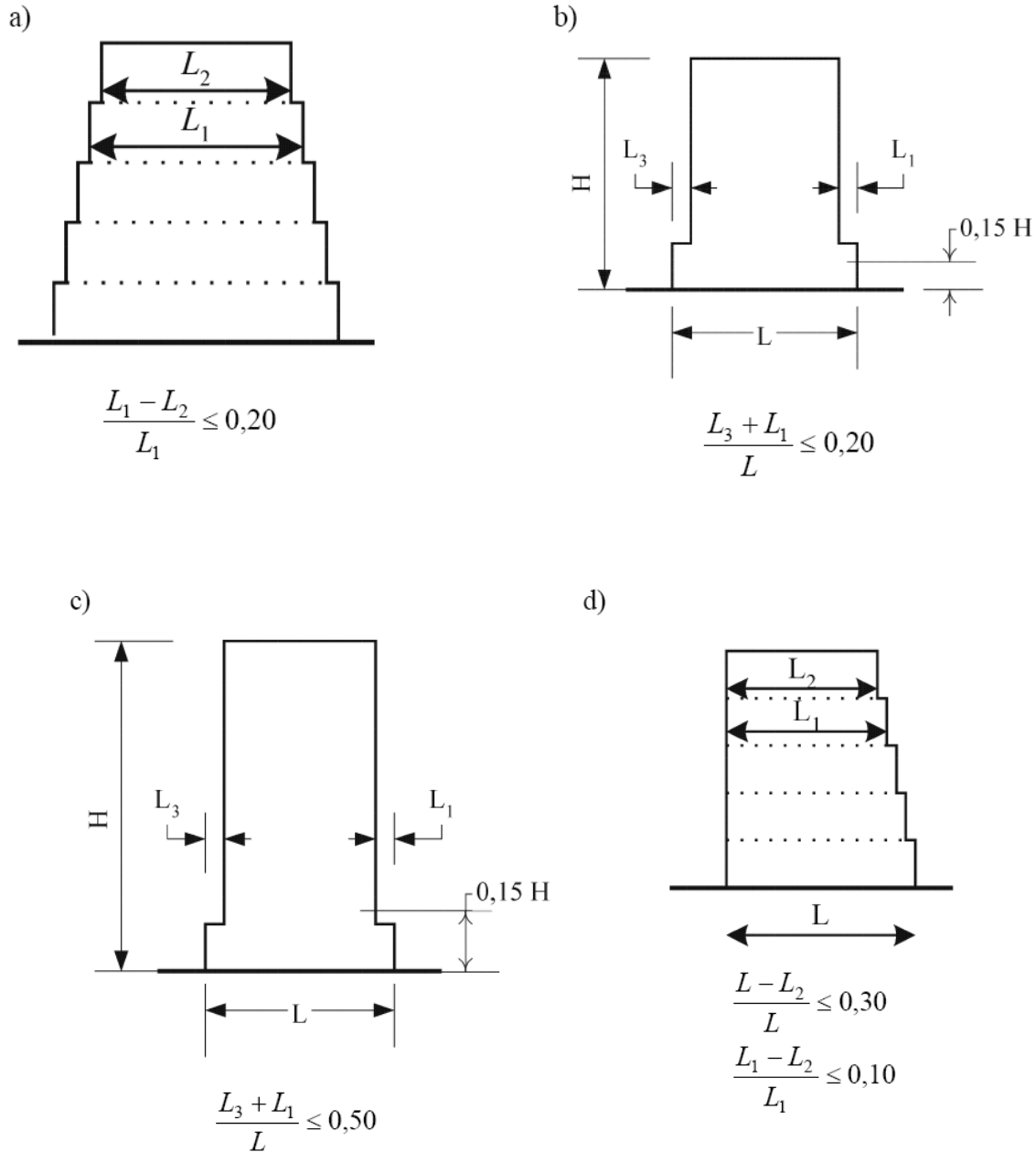


Figura 4.4 -Kriteret për rregullsinë e ndërtesave me shkallëzim në lartësi

4.4 Përdredhja aksidentale

Sipas Eurokodit 8 edhe në ndërtesat që sipas kriterëve konsiderohen të rregullta në plan dhe në lartësi, qendra e masave C_M e çdo kati “j”, konsiderohet disi e zhvendosur, “aksidentalisht”, kundrejt pozicionit të saj nominal, prandaj madhësia e kësaj zhvendosje jepet si jashtëqendërsi e rastit apo aksidentale dhe shenohet me e_1 . Çfarëdo lloji tipi analize të përdorur, një përdredhje aksidentale duhet të merret parasysh në llogaritje. Kjo bëhet nga aplikimi i një jashtëqendërsie shtesë të masave në nivele të ndryshme. Vlera e saj është:

$$e_{ai} = \pm 0,05L_i$$

ku:

- e_{ai} është jashtëqendërsia aksidentale e masës i të katit nga pozicioni i saj nominal, i aplikuar në të njëjtin drejtim në të gjithë ndërkatet,
- L_i është përmasa e ndërkatit normal me drejtimin e veprimit sizmik.

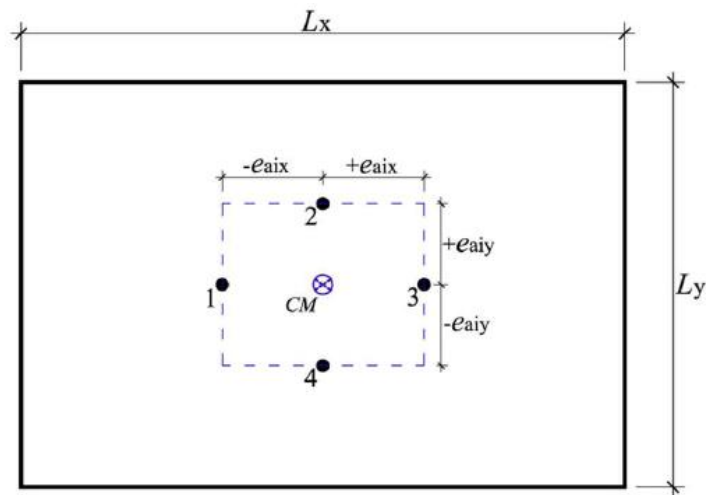


Figura 4.5 -Përdredhja aksidentale

Zhvendosja e qendrës së masës nga pozicioni i saj nominal me jashtëqendërsinë aksidentale të aplikuar në çdo drejtim, sjell marrjen parasysh të katër pozicioneve të qendrës së masës.

Ndryshe, përdredhja aksidentale mund të merret parasysh nga një prej tre metodave të përafëruara në vijim:

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- Nëse përdoret modeli hapësinor, efektet aksidentale të përdredhjes mund të jepen duke aplikuar momentet M_{ai} rreth aksit vertikal në çdo nivel i :

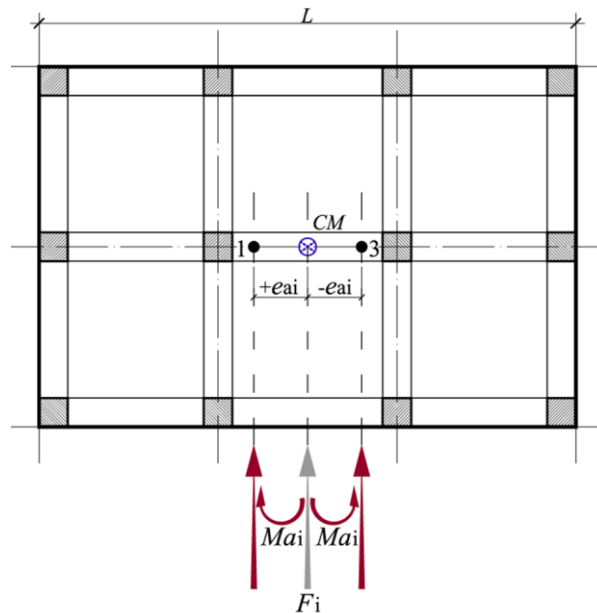


Figura 4.6 -Modeli hapësinor

$$M_{ai} = \pm e_{ai} \cdot F_i$$

ku:

F_i është forca horizontale që vepron në nivelin i , e përfutur nga analiza sizmike

- Nëse ngurtësia dhe masa anësore janë shpërndarë simetrikisht në plan, një alternativë ndryshe nga modeli hapësinor është amplifikimi i efekteve sizmik (forcat e brendshme ose zhvendosjet) në elementin individual rezistues ndaj ngarkesave në një distancë x nga qendra e gravitetit nga një koeficient amplifikimi δ :

$$\delta = 1 + 0.6 \cdot \frac{x}{L_e}$$

ku:

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- x është distanca e elementit në konsideratë nga qendra e masës së ndërtesës në plan, e matur normal me drejtimin e veprimit sizmik të konsideruar
- L_e është distanca midis dy elementeve ekstremë të planit që janë pjesë e sistemit rezistues ndaj ngarkesave anësore, matur normal me drejtimin e veprimit sizmik të konsideruar

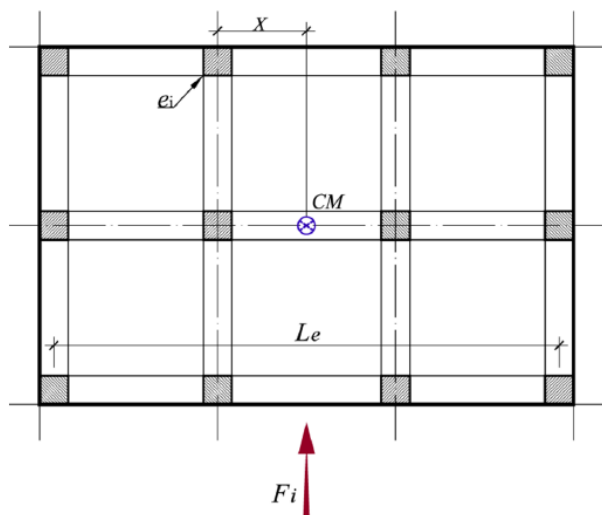


Figura 4.7 -Veprimi sizmik në përdredhjen aksidentale

- Nëse analiza kryhet duke përdorur dy modele plane, një për çdo drejtim horizontal kryesor, efektet përdredhëse mund të përcaktohen duke dyfishuar jashtëqendërsinë aksidentale e_{ai} duke rritur faktorin 0,6 rritet në 1,2.

Tek rasti i strukturave të rregullta, analiza sizmike mund të bëhet e thjeshtuar. Në këto raste efektet përdredhëse lidhen vetëm me jashtëqendërsinë aksidentale e_1 midis qendrës së masës C_M dhe qendrës së ngurtësisë C_S

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

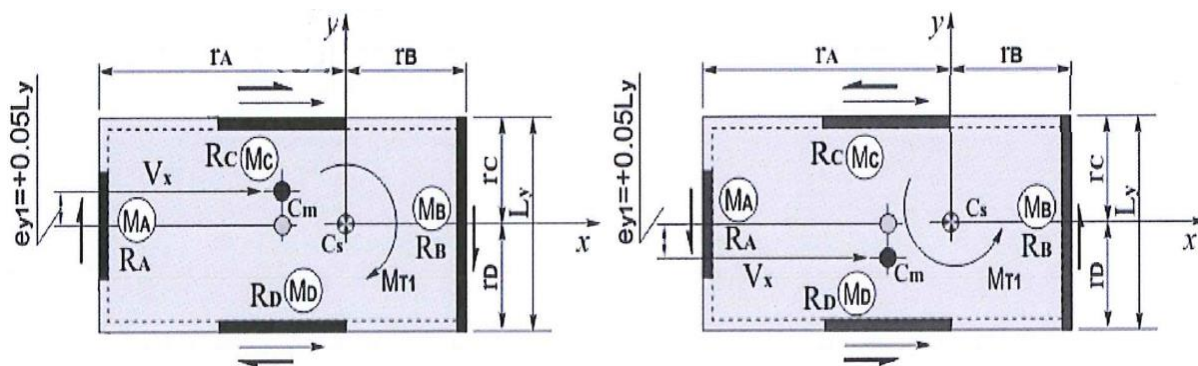


Figura 4.8 -Paraqitja e jashtëqendërsisë aksidentale te rasti i bazës sizmike

Tek rastet e strukturave që kanë rregullsi vetëm në lartësi disa prej kërkesave të kriterëve në plan dhe qendra e masës C_M me atë të ngurtësisë C_S ndodhen afërsisht në një vijë vertikale, e në rastet kur për analizë përdoret metoda modale e thjeshtuar, efektet përdredhëse mund të vlerësohen duke ia shtuar jashtëqendërsisë aksidentale e_1 edhe një jashtëqendërsi shtesë e_2 . Kjo madhësi e jashtëqendërsisë e_2 merr parasysh efektin dinamik të ndikimit reciprok të lëkundjeve të njëkohshme translative dhe përdredhëse si më poshtë:

$$e_2 = \min \left\{ \begin{array}{l} 0.10 * (L + B) * \sqrt{\frac{10 * e_0}{L}} \leq 0.10 * (L + B) \\ \frac{1}{2 * e_0} \left[l_s^2 - e_0^2 - r^2 + \sqrt{(l_s^2 + e_0^2 - r^2)^2 + (4 e_0^2 * r^2)} \right] \end{array} \right.$$

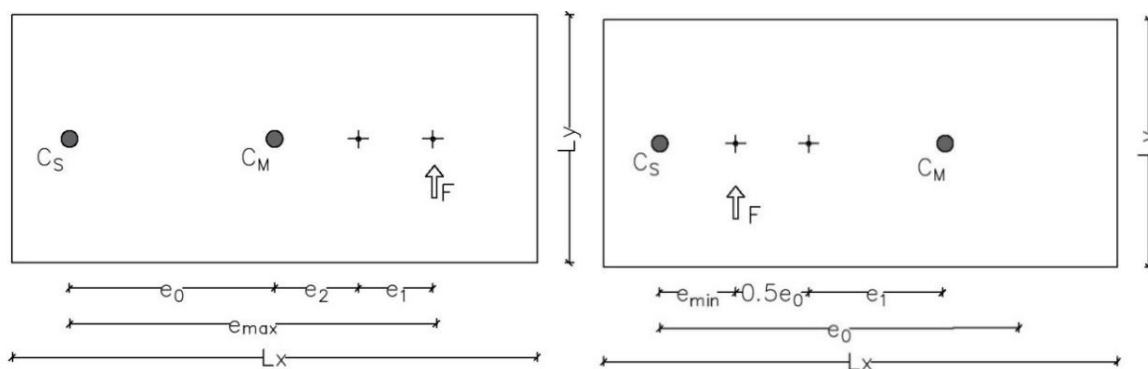


Figura 4.9 -Caktimi i ndikimeve maksimale në bazën e strukturës nga ndikimet sizmik

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

$$M_i = F_i * e_{max} = F_i (e_0 + e_1 + e_2)$$

$$M_i = F_i * e_{min} = F_i (0.50 * e_0 - e_1)$$

$$M_i = F_i * e_{min} = F_i (0.50 * e_0 - e_1)$$

Ku:

- F_i forca sizmike e cila vepron në katin “i”
- e_0 jashtëqendërsia nominale midis qendrës së ngurtësisë dhe qendrës të masave
- e_1 jashtëqendërsia aksidentale
- e_2 jashtëqendërsia aksidentale

4.5 Kushtet e truallit

Eurokodi 8 diferencon pesë tipe kryesore trojesh (A,B,C,D dhe E) plus dy tipe të veçanta (S1, S2)- (Tabela 4.4)

Tipi i truallit	Përshkrimi i profilit stratigrafik	Parametrat		
		$v_{s,30}$ (m/s)	NSPT (goditje/30m)	C_u (kPa)
A	Shkëmb ose formacion tjetër gjeologjik i ngjashëm me shkëmbin, duke përfshirë të shumtën 5m material më të dobët në sipërfaqe.	>80 0	-	-
B	Depozitime me rërë shumë të ngjeshur, zhavorr ose argjilë shumë të ngurtë, të paktën me disa dhjetëra metra trashësi, të karakterizuara nga një rritje graduale karakteristike mekanike, me rritjen e thellësisë.	360 - 800	>50	>250
C	Depozitime të thella me rërë të ngjeshur, ose gjysmë të ngjeshur, zhavorr ose argjilë të ngurtë, me trashësi nga disa dhjetëra në disa qindra metra.	180 - 360	15 - 50	70 - 250

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

D	Depozitime dherash të palidhura deri gjysmë të pa-lidhura (me ose pa disa shtresa të buta lidhëse kohezive), ose depozitime dherash që në masën mbizotëruese janë të buta (tëdobëta)deri në të forta, të lidhura.	<18 0	<15	<70
E	Një profil dheu që ka një shtresë sipërfaqësore aluvionesh me vlera v_s të tipit C dhe D dhe trashësi që ndryshon nga rreth 5m deri në 20m, e vendosur mbi një material të ngurtë mbështetësm $v_s > 800$ m/sek.			
S ₁	Depozitime që kanë ose përmbajnë një shtrese prej të paktën 10m trashësi-argjile/lyme të buta me tregues (indeks)të lartë plasticiteti (PI>40) dhe nivel të lartë ujërash nëntokësore.	<10 0 (tre gue s)	–	10- 20
S ₂	Depozitime dherash të lëngëzueshme, prej argjilash të ndjeshme (të dobëta) ose çdo profil tjetër dheu që nuk përfshihet në tipet A-E ose S ₁ .			

Tabela 4.4 -Tipet e truallit

Vendi i ndërtimit këshillohet të klasifikohet sipas vlerës së shpejtësisë së valëve sekondare (tërthore) - $v_{s,30}$, e cila (për vende ndërtimi me shumë shtresa) llogaritet sipas shprehjes:

$$v_{s,30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

ku:

h_i dhe v_i , tregojnë trashësinë (në metër) dhe shpejtësinë e valëve transversale (te niveli i deformimeve relative në shkëputje prej 10-5 ose me pak) të i - shtresave në total N, ekzistojnë nga lartë prej 30m.

Përndryshe, këshillohet të përdoret vlera e numrit të goditjeve nga prova e penetrimit standard, N_{SPT} . Për vendet e ndërtimit me kushte të truallit të ngjashme me ndonjë prej dy llojet e veçanta të truallit S₁ ose S₂, kërkohet që për përcaktimin e veprimit sizmik të kryhen studime të veçanta.

5 PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME

5.1 Projektimit sipas kapaciteteve

Kjo është forma e projektimit e cila ka gjetur zbatim pothuajse nga të gjitha normat bashkëkohore të projektimit dhe konsiderohet një armë moderne dhe e zgjuar në luftën kundër tërmetit. Kjo formë e projektimit nënkupton “dorëzimin” suksesiv – hierarkik të strukturës ndaj tërmetit, duke përqendruar dhe “shpenzuar” forcën sizmike në elemente të cilat nuk e rrezikojnë integritetin e strukturës në tërësi. Në këtë mënyrë, elementet kryesore mbajtëse, siq janë shtyllat dhe muret mbesin linja e fundit e mbrojtjes. E kjo nënkupton automatikisht se elementet vertikale duhet të jenë më të shtangta, të armuara me kujdes kundrejt trarëve të cilët duhet t’i dorëzohen tërmetit para shtyllave. Ky koncept është emëruar shkurt “shtylla të forta – trarë të dobët”

Kuptohet që trarët e dobët nënkuptojnë dobësinë e tyre vetëm ndaj shtyllave dhe tërmeteve, por kurrsesi ndaj forcave të gravitetit. Kështu përveq rezistencë ndaj përkuljes, duhet të kenë edhe duktilitet të mjaftueshëm në mënyrë që të ketë kapacitet për deformime plastike.

5.2 Kriteria të projektimit sipas Kapacitetit

Projektimi sipas kapaciteteve është koncept bazë që mbështet filozofinë e projektimit sipas EC8, për duktilitetin e mesëm dhe të lartë. Sipas këtij koncepti shkatërrimi duktil duhet të jetë i pari dhe shkatërrimi i thyeshëm duhet të shmanget. Duke ndjekur ekuilibrin, strukturat mund të projektohen në një mënyrë të tillë që mekanizmat e thyeshëm të mos krijohen asnjëherë, duke vendosur nivele rezistente më të larta për mekanizmat e thyeshëm sesa për mekanizmat duktil. Në këtë mënyrë sjellja e strukturave udhëhiqet nga mekanizmat duktil, meqenëse mekanizmat e thyeshëm me kufi të rezistencës më të lartë nuk mund të krijohen. Kjo garanton një sjellje duktile të gjithë strukturë. Zingjiri i duktilitetit (prof. Paulay) ilustron më së miri principet e projektimit sipas kapaciteteve.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

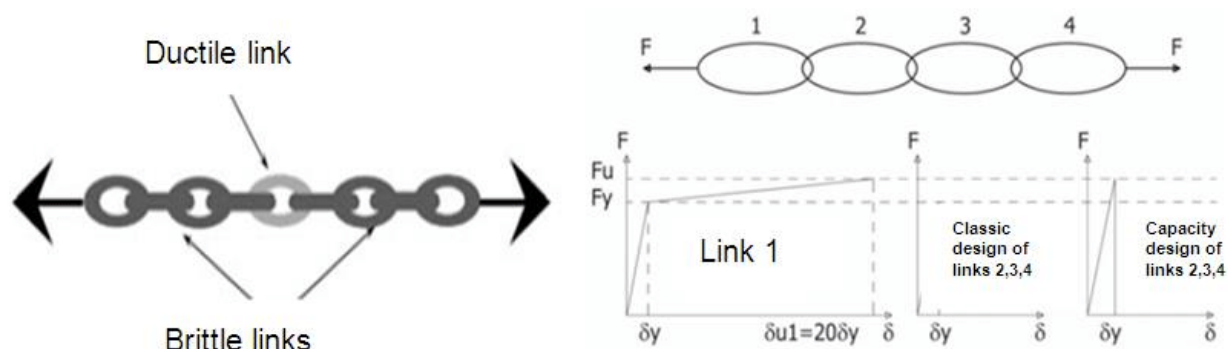


Figura 5.1 -Lidhjet duktile dhe lidhjet e brishta

Ideja është që lidhjet duktile fillojnë të rrjedhin për një ngarkesë që është më e vogël se forca shkatërruese e lidhjeve të brishta.

Për ta pasqyruar këtë koncept analizohet zingjiri i dhënë ku lidhja 1 është duktile kurse lidhjet tjera janë të thyeshme apo të brishta.

Sipas procedurave standarde të analizës për ngarkim kuazi statik, forca e aplikuar është e njëjtë për të gjitha lidhjet. Në këtë rast edhe forca llogaritëse duhet të jetë e barabartë për të gjitha lidhjet. Duke supozuar se sistemi nuk ka rezistencë rezervë, kapaciteti i të gjitha lidhjeve është i njëjtë. Kështu sistemi nuk mund të rezistoj ndonjë force mbi forcën F_y dhe këputja e lidhjeve të brishta do të ndodh.

Ndërkaq me dimensionimin e drejtpërdrejtë gjatësia e gjithmbarshme e zingjirit në qastin e këputjes është $\delta u = 4\delta u_1$.

Sipas principit të projektimit sipas kapaciteteve, për të rritur duktilitetin e zingjirit, disa lidhje duhet të përzgjidhen që të kenë sjellje duktile dhe të dimensionohen për atë qëllim. Pjesa tjetër e strukturës duhet të projektohet me ndikim më të madh për të mbetur elastike gjatë deformimeve plastike të lidhjeve duktile. Kështu, forca llogaritëse e lidhjeve të brishta duhet të jetë e barabartë me rezistencën maksimale të lidhjeve duktile pas rrjedhjes, ose më e vogël se forca F_u

Lidhjet duktile punojnë si një “llastik” gjë që nuk e lejon forcën vepruese në lidhjet e brishta të rritet përtej rezistenës së tyre. Forca që vepron në zingjir mund të arrij vlerën F_y deri në F_u , por nuk mund ta kalojë këtë vlerë. Në këtë fazë kolapsi i zingjirit është:

$$\delta u = 3\delta y + \delta u_1 = 3\delta y + 20\delta y = 23\delta y$$

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Lidhjet e brishta duhet të jenë të dimensionuara me një forcë të ndryshme nga lidhjet duktile. Ku forca është funksion jo i ngarkesave të aplikuara por i kapacitetit të lidhjeve duktile. Në këtë mënyrë shmanget një shkatërrim permanent i lidhjeve të brishta para se kapaciteti i deformimeve të lidhjeve duktile të shpenzohet. Fakti që efektet e veprimeve në elementet e “mbrojtur” janë në funksion të rezistencës së elementeve tjera, është karakteristikë bazë e projektimit sipas kapaciteteve dhe paraqet një ndryshim të rëndësishëm me procedurat standarde të projektimit. Në fakt rritja e shtangësisë së tepërt e cila konsiderohet hap pozitiv sipas procedurave standarde të projektimit, mund të ndikojë negativisht në sjelljen jolineare të sistemit strukturorë. Ideja shtjellohet përmes analogjisë së zinxhirit duktil. Zinxhiri i mëposhtëm me të gjitha hallkat e bërë nga materiale të brishta, përveç një lidhjeje qendrore të bërë nga materiali duktil (Figura 5.2). Tani, kur aplikohet një zhvendosje relative Δ në lidhjet e fundit në secilin skaj të zinxhirit, e njëjta forcë F bartet nëpër të gjitha lidhjet. Derisa rritet gjithnjë e më shumë zhvendosja, sforcimi dhe në fund forcat e brendshme gjenerohen në secilën nga hallkat derisa përfundimisht zinxhiri të këputet. Nëse kjo lidhje është lidhje duktile, atëherë sjellja e përgjithshme e zinxhirit është duktil. Kjo arrihet lehtësisht duke e bërë lidhjen duktile lidhjen më të dobët (d.m.th., rezistenca është më e ulët se ajo e lidhjes së brishtë). Gjithashtu, zinxhiri do të tregojë zgjatim të madh përfundimtar sepse materialet duktile kanë kapacitet sforcimi të madh të këputjes në krahasim me materialet e brishta. Në vend të kësaj, nëse një hallkë e brishtë është më e dobëta pra ka rezistencë më të ulët zinxhiri do të dështojë papritur dhe do të shfaqet një zgjatim i vogël përfundimtar. Prandaj, për të bërë një zinxhir duktil, lidhja duktile duhet të bëhet lidhja më e dobët Pra unaza duktile duhet të ketë rezistencë më të ulët ashtu që sjellja e zingjirit të jetë duktile, në të kundërtën nëse unaza e brishtë ka rezistencë më të ulët e gjithë sjellja e zingjirit do të jetë e brishtë.

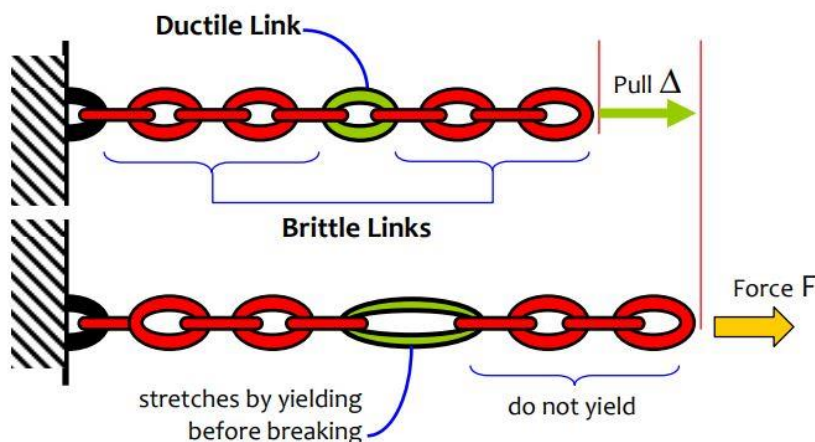


Figura 5.2 -Projektimi sipas zingjirt duktil.

Marëdhënia duktilitet-rezistencë janë ato që e karakterizojnë esencën e procedurës dhe rregullat e projektimit sipas kapaciteteve. Sjellja sizmike mund të përmirësohet realisht jo duke rritur forcat anësore të projektimit (rezistencën e ndërtesës) por me anë të konstruimeve dhe detajimeve më të mira me qëllim që të arrihet duktilitet i nevojshëm i kërkuar.

5.3 Dallimi ndërmjet projektimit sizmik dhe josizmik

Në situatat e projektimit sizmik, mund të vërehet se ndërtesat prej betoni janë projektuar për të siguruar kapacitetin e shpërndarjes së energjisë dhe një sjellje të përgjithshme duktile. Sjellja e përgjithshme duktile sigurohet nëse kërkesa për duktilitet përfshin një vëllim të madh të strukturës dhe përhapet në elemente të ndryshme dhe vendndodhje të ndryshme në të gjithëve katet e saj. Zonat kritike janë zgjedhur dhe rregulluar me mundësi për t'u sjellë si cerniera plastike. Kjo nënkupton që këtyre zonave kritike i sigurohet një duktilitet përkulës, për t'u siguruar atyre një kapacitet të mirë rrotullues në domenin postelastik. Kjo bëhet përmes projektimit dhe detajimit specifik. Gjithashtu, mënyrat duktile të thyerjes (p.sh. përkulja) duhet t'u paraprijnë mënyrave të thyerjes së brishtë (p.sh. prerja). Për këtë qëllim, projektimi sipas kapaciteteve përdoret për të lokalizuar saktësisht rajonet kritike dhe për të shmangur dështimet e brishta.

Si përfundim, projektimi për veprimet sizmike bazohet në koncepte të njëjta si ai për një zonë jo sizmike (d.m.th. stabiliteti, rezistenca) me verifikime shtesë në lidhje me projektimin e kapacitetit, me projektimin e duktilitetit lokal në rajonet kritike dhe me rregulla më të rrepta të detajimit.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Në zonat me sizmicitet të ulët, ndërtesat prej betoni mund të projektohen për kapacitet të ulët shpërndarjeje të energjisë si dhe duktilitet të ulët.

Pra, projektimi i objekteve në aspektin sizmik bëhet varësisht sipas klasës së duktilitetit.

Pra, ekzistojnë tri klasa të duktilitetit:

DCL (Low ductility class) ose klasa e ulët e duktilitetit

DCM (Medium ductility class) ose klasa e mesme e duktilitetit

DCH (High ductility class) ose klasa e lartë e duktilitetit.

Zakonisht për projektimin e ndërtesave nga BA, projektimi bëhet duke u bazuar në këto dy klasa të duktilitetit: DCM dhe DCH.

5.4 Projektimi për duktilitet të ulët (DCL)

Projektimi sizmik për duktilitet të ulët (klasa e duktilitetit DCL) lejohet vetëm në zonat me sizmicitet të ulët. Ai konsiston në përputhjen me dispozitat e EC2 Pjesa 1-17, me kërkesën e vetme shtesë që vetëm përforcimi i klasës së duktilitetit B ose C, sipas tabelës C.1 të EC2 Pjesa 1-1, duhet të përdoret në elementët sizmikë parësorë (Seksioni 5.2). Në këto kushte, një faktor sjelljeje q deri në 1.5 mund të përdoret në llogaritjen e veprimeve sizmike, pavarësisht nga sistemi strukturor dhe rregullsia në lartësi. Dispozitat e mëtejshme të projektimit sizmik dhe detajimit (përfshirë konsideratat e projektimit sipas kapaciteteve), nuk kërkohen.

5.5 Projektimi për duktilitet të mesëm dhe duktilitet të lartë (DCM dhe DCH)

Në zonat me sizmicitet të mesëm dhe të lartë, strukturat e ndërtesave prej betoni duhet të projektohen që të kenë duktilitet, në mënyrë që të mund të shpërndajnë energjinë nga deformimi plastik nën ngarkimin horizontal dhe vertikal pa degradim të konsiderueshëm të rezistencës së strukturës. Dy klasa duktiliteti (Seksioni 5.5) janë përshkruar në EC8, përkatësisht DCM (e mesme) dhe DCH (e lartë), që korrespondojnë me kërkesat në rritje për duktilitet.

5.6 Faktorët e sjelljes për veprime sizmike horizontale

Për secilen klasë duktiliteti përdoren vlera të ndryshme të faktorit të sjelljes q .

Ndërtesat prej BA duhet së pari të klasifikohen në njërin prej tipeve strukturore bazuar në sjelljen e tyre ndaj veprimeve sizmike horizontale:

sistem ram

sistem dual(ekuivalent me ram ose me mure)

sistem me mure ductile(të çiftuar ose të pa çiftuar)

sistem me mure me përmasa të mëdha dhe të armuar lehtë

sistem i tipit lavjerrës i përmbysur

sistem fleksibil në përdredhje.

Për cdo drejtim projektues duhet përdorur shprehja

$$q = q_0 k_w \geq 1.5$$

ku:

q_0 – është vlera bazë e faktorit të sjelljes që varet nga tipi i sistemit struktural dhe nga rregullësia e tij në lartësi

k_w – është faktori që pasqyron mënyrën mbizotëruese të shkatërrimit në sistemin struktural me mure.

Për ndërtesat që janë të rregullta në lartësi për tipe të ndryshme strukturore vlerat e q_0 jipen në tabelen e mëposhtme:

TIPI STRUKTUROR	DCM	DCH
Sistem rame,sistem dual, sistem me mure te çiftëzuar	$3,0\alpha_u/\alpha_1$	$4,5 \alpha_u/\alpha_1$
Sistem me mure	3,0	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$
Sistem me fleksibilitet perdredhes (i perkulshem nga perdredhja)	2,0	3,0
Sistem i tipit lavjerres i permbysur	1,5	2,0

Tabela 5.1 -Vlera baze q_0 e faktorit te sjelljes per sisteme te rregullt ne lartesi

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Për sisteme që nuk janë të rregullta në lartësi vlera e q_0 reduktohet me 20%.

Për sisteme strukturore të ndryshme faktori α_2/α_1 ka vlera të ndryshme të cilat jipen me tabela të caktuara në eurocode.

Vlera maksimale e këtij faktori që mund të përdoret për projektim është 1.5.

Vlerat e faktorit k_w merren :

$k_w=1.0$ për sisteme ram dhe duale me rame – ekuivalente

$k_w = \frac{1 + \alpha_0}{3} \leq 1$ por jo me e vogël se 0.5 për sisteme me mure ekuivalente dhe me berthame

$$\alpha_0 = \sum h_{wi}/l_{wi}$$

ku :

h_{wi} - lartësia e murit i ;

l_{wi} - gjatësia e seksionit e murit i ;

5.7 Kërkesa për materiale

5.7.1. Kërkesat për beton

Në elementet primare sizmike klasa minimale e cila guxon të përdoret është C-16/20

5.7.2. Kërkesat për armaturë

Në rajonet kritike të elementeve sizmike duhet të lejohen vetëm shufrat periodike me përjashtim të stafave shtrënguese

Artmatura e përdorur duhet të jetë e klasës B ose C

Lejohet përdorimi i rrjetave të salduara nga celiku nëse ato i plotësojnë kushtet e kërkesës së dytë.

5.7.3. Koeficientat parcial të sigurisë për materiale

Për të gjitha klasat e duktilitetit, vlerat përcjellëse të koeficientave parcial të sigurisë për materialin e betonit dhe armaturës gjatë projektimit sipas ULS duhet të hyjnë në llogari si në vijim

Për beton $\gamma_c = 1.5 = [1.5]$

Për armaturë $\gamma_s = 1.15 = [1.15]$

6.0 LLOJET E SISTEMEVE STRUKTUREORE DHE SISTEMET ME MURE

6.1 Të dhënat kryesore të sistemeve strukturore për rezistencën sizmike

Sistemet strukturore nuk reagojnë në mënyrë të njëjtë kur ndodhen nën veprimin e lëkundjeve sizmike. Aspekte të konfigurimit strukturor, të simetrisë, shpërndarja e masave dhe rregullsia në vertikalisht kanë një rëndësi kryesore në reagimin e tyre. Detyra e parë e projektuesit do të jetë për të zgjedhur sistemin strukturor më të favorshëm, për të patur performancë sizmike të kënaqshme brenda kufizimeve të diktuar nga kërkesat arkitektonike. Parregullsitë, shpesh të pashmangshme, kontribuojnë në kompleksitetin e sjelljes strukturore. Kur nuk njihen, ato mund të rezultojnë me dëme të paparashikueshme dhe deri në kolaps. Ka shumë burime që sjellin parregullsitë strukturore. Ndryshimet drastike në gjeometri, ndërprerja e rrugës së ngarkesës, pavazhdueshmëria e rezistencës dhe ngurtësisë, ndërprerjet nga hapjet në zonat kritike, përmasat e pazakonta të elementëve, mungesë e rishpërndarjes janë vetëm disa nga faktoret negativë që komplikojnë reagimin e strukturave. Njohja e shumë prej këtyre parregullsive dhe koncepteve për masat përmirësuese për shmangien ose zbutjen e efekteve të tyre të padëshirueshme mbështeten në të kuptuarit e sjelljes strukturore. Ndërgjegjësimi për të kërkuar për karakteristikat strukturore të padëshirueshme dhe përvoja e projektimit janë attribute të paçmueshme. Rëndësia relative e disa parregullsive mund të përcaktohet. Në këtë drejtim disa kode të japin udhëzime të vlefshme për shmangien e këtyre karakteristikave strukturore të padëshirueshme.

6.2 Përcaktimi i llojeve të sistemeve strukturore anti sizmike

Ndarja e sistemeve strukturore që përdoren në zonat sizmike mund të bëhet në dy mënyra. Ndarja e parë dhe më e shpeshtë është në bazë të kapacitetit mbajtës të sistemit strukturor, pra në varësi të mënyres se si përcillet forca sizmike në objekt. Ndërsa ndarja e dytë ka për bazë materialet që përdoren, pra, ndarja në strukturat nga betonarmeja, çeliku, druri apo edhe materialet e tjera dytësore.

Në përgjithësi literatura profesionale preferon ndarjen sipas metodës së parë.

Në këtë aspekt kemi këto lloje të strukturave:

6.2.1 Sisteme me mure

Ky është një sistem ku ngarkesat vërtikale dhe ato anësore përballohen kryesisht nga muret vertikale, të cilat quhen edhe diafragma strukturore. Këto projektohen sipas skemave me inkastrim në tokë. Në këto sisteme muret mund të jenë të veçuara, d.m.th të pavarur nga njëri tjetri, por mund të jenë edhe të lidhur me anë trarësh duktil që realizojnë bashkëpunimin e tyre, duke reduktuar efektet (momentet) vepruese në to. Në Draftin e majit të vitit 2002 të Eurokodit 8 (EC8-2002) si tip i veçantë i sistemeve me mure dallohet rasti kur muret janë me prerje tërthore të përmasave të mëdha dhe të armuara lehtë. Në dallim nga rasti me mure duktile, në konceptimin dhe llogaritjen e këtij tipi të veçantë parashikohet një sjellje inelastike mjaft e kufizuar e mureve të sistemit.

6.2.3 Sisteme me rama

Kështu quhet sistemi ku ngarkesa vërtikale dhe ato anësore përballohen kryesisht nëpërmjet ramave hapësinore. Në rajonet sizmike edhe konceptimi i strukturave mbajtëse me rama plane duhet të sigurojë një bashkëveprim hapësinor të punës të strukturave në tërësinë e tyre.

6.2.4 Sisteme duale (me rama dhe mure) ose mikst

Kështu quhet sistemi ku përballimi i ngarkesave vërtikale bëhet kryesisht nga ramat hapësinore, kurse në rezistencën ndaj ngarkesave anësore kontribuojnë pjesërisht sistemi ramë dhe pjesërisht muret strukturore, të veçuara ose të lidhur me njëri tjetrin. Në varësi prej kontributeve që jep për përballimin e ngarkesës anësore secili prej sistemeve komponent, mbi 50% dhe nën 50% sistemet dual konsiderohen përkatësisht si me rama – ekuivalente dhe me mure – ekuivalente. Strukturat mikste janë konceptime efikase antisizmike veqanarisht për ndërtesa të larta dhe shumë të larta.

6.2.5 Sistemet me nukël (bërthamë)

Ky është një sistem me mure ose një sistem dual, i cili ka shtangësi shumë të ulët në përdredhje. Kështu konsiderohet, p.sh, një sistem strukturor me rama fleksibile, i kombinuar me mure të përqendruara afër qendrës së ndërtesës në plan. Duhet pasur parasysh se edhe sistemet tjera siq janë ato me rama, me mure apo duale duhet të kenë një minimum shtangësie në përdredhje ashtu siq përcaktohet në kodet bashkëkohore antisizmike përndryshe ato futen në grupin e sistemeve të ashtuquajtura sisteme me bërthamë.

6.2.6 Sistemet lavjerrës i përmbysur

Quhet kështu një sistem ku të paktën 50% e masës së tij ndodhet në pjesën 1/3 e lartësisë së ndërtesës (të marrë nga sipër) ose ku konsumimi (disipimi) i energjisë bëhet kryesisht në bazën e një elementi të vetëm strukturor.

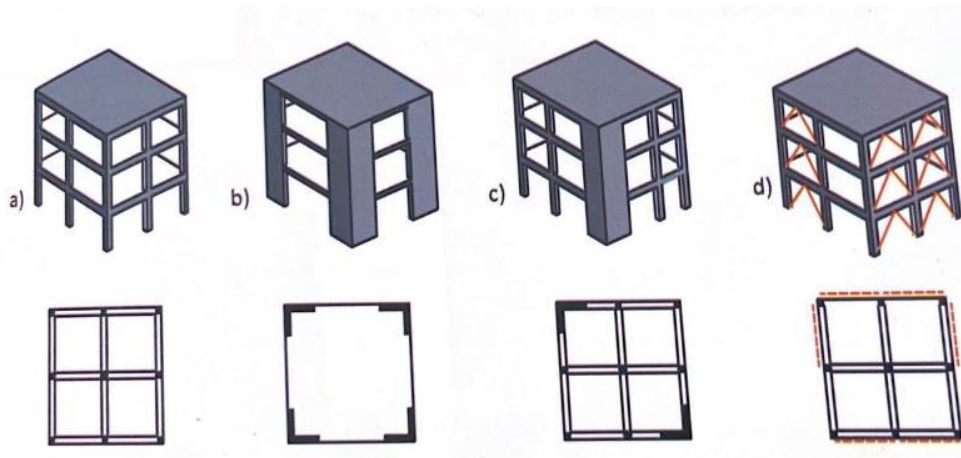


Figura 6.1 -Sistemet e zakonshme strukturore asizmike

- a) Sistemi strukturor me rama
- b) Sistemi strukturor me mure
- c) Sistemi me mure dhe rama – sistem dual
- d) Sistemi i shtanguar

Në përgjithësi këto sisteme kundrejt forcës sizmike veprojnë si një konzolë vertikale e ngarkuar me forca horizontale. Shtangësia, rigiditeti dhe konfiguracioni i kësaj konzole përcakton edhe reagimin sizmik të strukturës. Kriter tjetër klasifikues i sistemeve strukturore mund të merret edhe përkulshmëria apo deformueshmëria anësore e strukturave. Përkulshmëria vlerësohet nga perioda vetiake e lëkundjeve. Shpesh konsiderohen të shtangëta (të ngurta) strukturat me $T < 0.2 - 0.3$ sec, gjysëm të shtangta ose gjysëm fleksibile strukturat me $0.35 < T < 1.0$ sec kurse fleksibile strukturat me perioden $T > 1.0$ sec. Megjithatë kjo ndarje duhet konsideruar e thjeshtuar dhe konvencionale.

Eurokodi EN 1998-1 :2012, ne kapitullin Rregullat e veqanta për ndërtesat prej betoni, konkretisht pjesa 5.1.2 Termat dhe përkufizimet, sistemet strukturore i ndan si më poshtë:

- **Sistem me rama:** Sistem strukturor në të cilin të dyja ngarkesat, vërtikale dhe anësore, përballohen kryesisht nga rama hapësinore, rezistenca në prerje e të cilave në bazën e ndërtesës kalon 65% të rezistencës totale në prerje të të gjithë sistemit strukturor.
- **Sistem dual:** Sistem strukturor në të cilin mbështetja (përballimi) për ngarkesat vërtikale sigurohet kryesisht nga një rame hapësinore, kurse në rezistencën ndaj ngarkesave anësore kontribuojnë pjesërisht sistemi rame dhe pjesërisht nga muret strukturore, të veçuar ose të lidhur (te çiftëzuar).
- **Sistem dual me rama – ekuivalente:** Sistem dual në të cilin rezistenca në prerje e sistemit me rama në bazën e ndërtesës është më e madhe se 50% e rezistencës sizmike totale të të gjithë sistemit strukturor.
- **Sistem dual me mure – ekuivalente:** Sistem dual në të cilin rezistenca në prerje e mureve në bazën e ndërtesës është më e madhe se 50% e rezistencës sizmike totale të të gjithë sistemit strukturor.
- **Sistem me fleksibilitet (i përkulshem nga perdredhja):** Sistem dual ose me mure që nuk ka ngurtësi përdredhëse minimale si p.sh. nje sistem strukturor që përbëhet nga rama fleksibile të kombinuara me mure të përqendruar afër qendrës së ndërtesës në plan.
- **Sistem i tipit lavjerres i përmbysur:** Sistem në të cilin 50% ose më shumë e masës ndodhet në pjesën e 1/3 të lartësisë së ndërtesës, të marrë nga sipër, ose ku konsumimi (disipimi) i energjisë bëhet kryesisht në bazën e një elementi të vetem strukturor te ndërtesës .

6.3. Hyrje në sistemet me mure

Prej të gjithë sistemeve asizmike, sistemet me mure janë treguar si më të efektshëm në përballimin e forcave sizmike. Në tërmetet e 40 vjetëve të fundit, sistemet me mure betonarme, ku një pjesë e tyre edhe pse jo të projektuara për rezistence sizmike kanë reaguar mirë dhe kanë shpëtuar shumë objekte nga rrënimi. Këto sisteme tek objektet me etazhitet të lartë, mbi 10 kate pothuajse janë të pazëvendësueshëm.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Muret betonarme i rezistojnë forcave të tërmetit me anë të shtangsisë në aksin më të gjatë, përkatësisht në drejtim të veprimit të forcës sizmike.

Përcaktues është dimensionimi L – gjatësia e murit e jo b – trashësia e murit, prandaj duhet pasur kujdes të madh gjatë pozicionimit të këtyre mureve në plan të objektit, ashtu që të vendosen në dy drejtimet ortogonale të veprimit të forcës sizmike. Forca sizmike shndërrohet në forcë prerëse (transversale) apo në përkulje të murit i cili do të punojë si një konsolë në gjatësinë (lartësinë) e vet. Muret vërtikale apo siq quhen ndryshe diafragmat vërtikale prej betoni projektohen për të përballuar forca anësore duke punuar kryesisht në prerje. Megjithatë në një mur fleksibil mund të vërehet edhe një përkulje e konsiderueshme. Kur muret kanë raport lartësi/gjerësi (H/B) të vogla në to mbizotëron puna në prerje, duke patur kështu një nivel të ulët duktiliteti. Kur raporti H/B është i madh mbizotëron përkulja, ose shfaqen të dy fenomenet përkulje dhe prerje si dhe muri mund të ketë duktilitet të ngritur.

Sipas kodeve sizmike në fuqi, elementet strukturore vertikale me raport të dimensioneve të prerjes tërthore më të madh se 4 përcaktohen si “mure”.

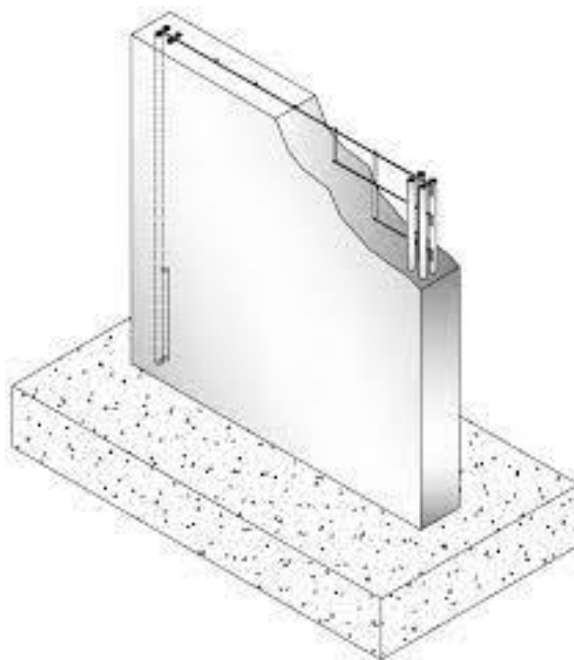


Figura 6.2 -Dukja e një muri.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Këta karakterizohen nga shtangësia e tyre e lartë në raport me shtyllat me prerje tërthore më ekuivalente. Për shembull, momenti i inercisë së një muri me dimensione $(0,20 \times 2,5)$ m krahasuar me atë të një shtylle me dimensione $(0,70 \times 0,70)$ m me të njëjtën sipërfaqe të prerjes është rreth 14 herë më i madh. Rrjedhimisht, muret betonarme përbëjnë mundësinë më efektive për zvogëlim të zhvendosjeve meskatore. Në të njëjtën kohë, kur muret dhe shtyllat marrin pjesë së bashku në sistemin rezistent të një ndërtese, muret me sipërfaqe totale të barabartë me atë të shtyllave marrin përsipër pjesën kryesore të forcës prerëse për shkak të lëvizjes sizmike. Kjo justifikon përkufizimin e tyre si mure strukturore ose mure prerëse. Siç u përmend tashmë, këto mure janë karakterizuar si mure duktile nga EC 8-1/2004.

Në të njëjtën kohë, muret prerëse duket të jenë më efektive se shtyllat në rezistencën ndaj momentit të përkuljes.

Në fakt dihet se rezistenca e përkuljes së një prerje betonarme rezulton afërsisht nga relacioni:

$$M_U = z \cdot f_{yd} \cdot A_s \cong 0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot A_s$$

Ku

z është krahu forcave të brendshme.

d është lartësia strukturore e një prerjes.

f_{yd} është vlera e projektimit e kufirit të rrjedhshmërisë së çelikut.

Në këtë kontekst, muret strukturore duket se u përgjigjen në mënyrë shumë efektive forcave horizontale për sa i përket efektit forcë - zhvendosje. Sigurisht nuk duhet harruar se shtyllat nuk janë konsola të pavaruar në hapësirë, por se ato janë të shoqëruara me trarë dhe pllaka në sistemet strukturore të ramit.

Shtyllat me trarë përbëjnë sisteme ram rezistente me momente të reduktuara të përkuljes në shtylla krahasuar me ato të mureve, kjo për shkak të deformimit të kundërpërkuljes së tyre brenda lartësisë së çdo kati. Nga ana tjetër, muret përgjigjen si konsolë të lirë me zhvendosje të shoqëruara në nivelet e dysHEMEVE, për shkak të ngurtësisë së ulët jashtë planit të diafragmave.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

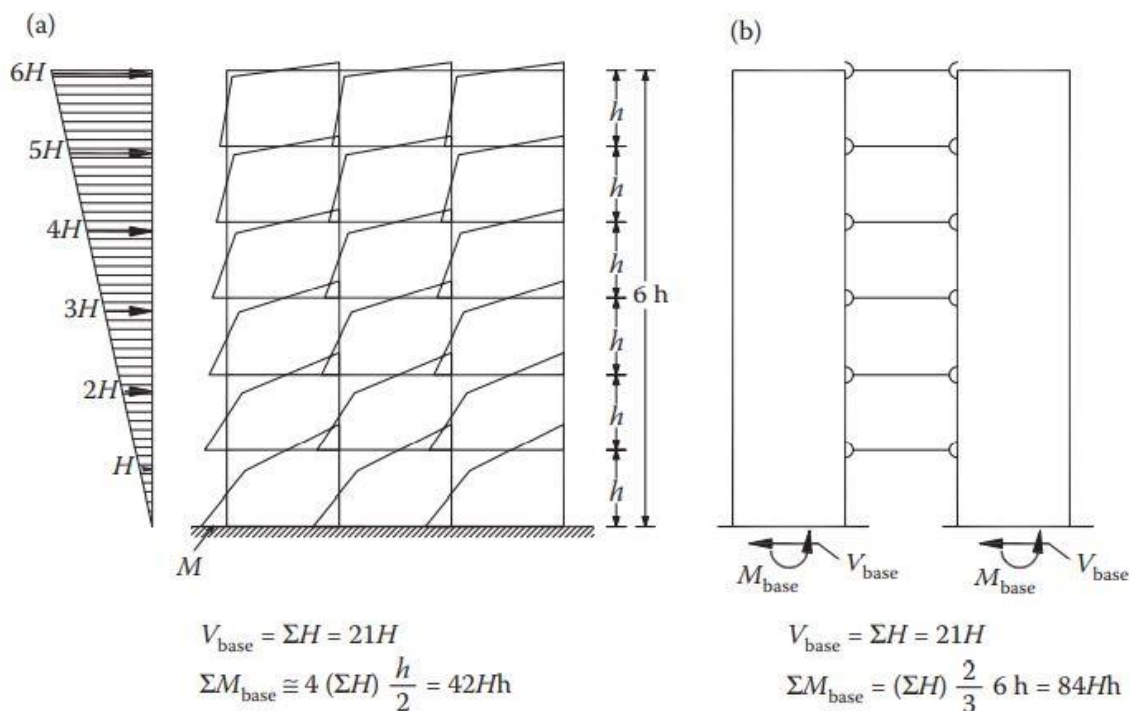


Figura 6.3 -Krahasimi i sistemit ram dhe sistemit me mure në ndikimin e ngarkës së njëjtë

Sipas EC8-1/2004, sistemi strukturor i një ndërtese karakterizohet si "sistem me mure" në rastin kur muret mbajnë të paktën 65% të ngarkesës horizontale. Meqenëse muret janë të lidhura në nivelin e kateve në raport me zhvendosjet (veprim diafragmatik), ato përgjigjen si konsol.

Si rezultat, nëse këto mure strukturore do të përforcoheshin në mënyrë adekuate në mënyrë që të dështonin fillimisht në përkulje dhe jo në prerje, ky dështim do të ndodhte në bazën e tyre, ku momenti i përkuljes i shkaktuar nga ngarkesa horizontale tregon vlerën e tij maksimale. Në këtë rajon kritik, nëse muri është i përforcuar në mënyrë adekuate, deformimet plastike mund të zhvillojnë një çërnierë plastike. Rrjedhimisht, zonat e shpërndarjes së energjisë në muret strukturore zhvillohen në bazat e murit. (Figura 6.4)

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

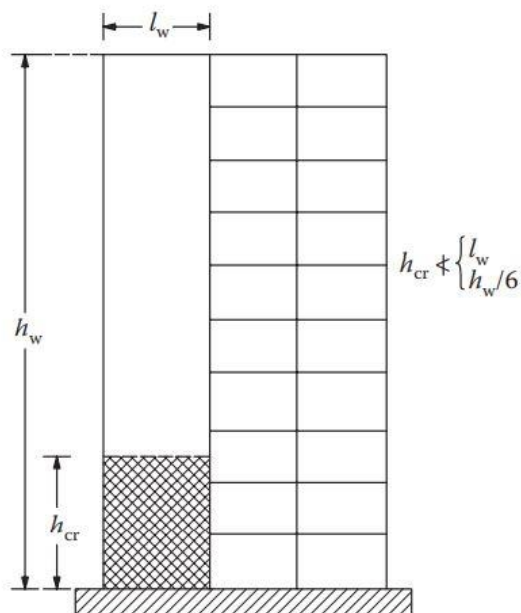


Figura 6.4 -Përcaktimi i rajonit kritik tek muri.

Sigurisht, duhet të theksohet se në mënyrë që çërniera plastike të zhvillohet në bazën e një muri para dështimit të tij në prerje, duhet të vlejë raporti

- $\frac{H}{lw} \geq 2.0$

Në rast se ky kusht nuk plotësohet atëherë 'faktori i sjelljes' së ndërtesës, i cili lidhet drejtpërdrejt me duktilitetin strukturor të saj, do të reduktohet në mënyrë drastike, sipas EC8-1/2004.

Në të njëjtën kohë, në mënyrë që muret prerëse të përmbushin objektivin e tyre kryesor, që është përforcimi i objekteve me shtangësi të lartë, sipas praktikës projektuese që duhet të vlejë raporti.

- $\frac{H}{lw} \leq 7.0$

Nga dy shprehjet e mësipërme mund të konkludohet se një gjatësi e arsyeshme lw e murit duhet të jetë ndërmjet

- $0.15H < lw \leq 0.5H$

Sistemet e mureve janë shumë të përshtatshme për ndërtesa deri në rreth 20 kate. Për ndërtesat më të larta, për shkak të sjelljes të sistemit strukturor ku zhvendosjet në katet e sipërme të ndërtesave fillojnë të jenë kritike apo në fazën e "gjendjes kufitare të shkatërrimit", sistemi i murit duhet të ndihmohet nga ramat rezistente ndaj momentit të shoqëruara me muret, të cilat funksionojnë si sisteme mbajtëse për katet e sipërme.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Këto sisteme quhen sisteme duale. Karakteristikë e këtyre sistemeve është se në në katet e poshtme muri ruan ramin ndërsa në katet e sipërme rami pengon zhvendosje të mëdha të murit.

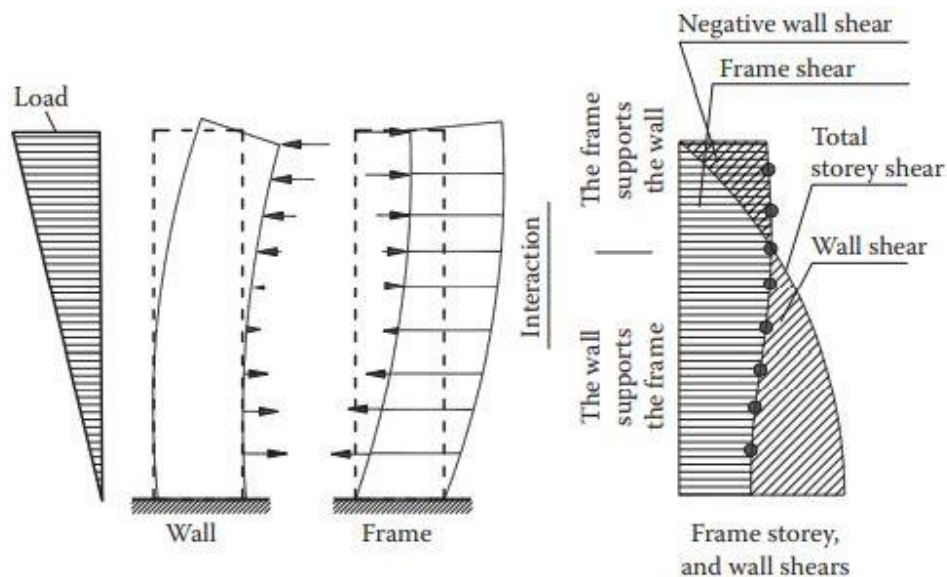


Figura 6.5 -Bashkëveprimi ndërmjet ramit dhe murit prerës në një sistem dual nën veprimin e ngarkesave anësore.

Muret duktile janë një prej elementeve strukturore më të rëndësishme. Këto mure përdoren për t'i dhënë strukturës siguri dhe shtangësi më të madhe, gjatë veprimit të ngarkesave përfshirë edhe ngarkesat e tërmeteve, erës dhe ngarkesave të tjera. Muret betonarme janë në gjendje t'i rezistojnë forcave sizmike që veprojnë në drejtimin horizontal, duke punuar si një konzolë vërtikale. Mirëpo ndryshe prej sistemeve me muraturë në struktura betonarme përcjellja e ngarkesave nga dyshemetë në tokë nuk është shumë e përshtatshme në aspektin e kostos, që të bëhet vetëm përmes mureve duktile.

Muret duktile në një formë zëvendësojnë kombinimin e trajeve dhe shtyllave roli kryesor i të cilave është pranimi i ngarkesave që veprojnë nëpër sipërfaqet horizontale të objektit. Në këtë rast, trajet janë të lidhura në mënyrë të shtangët me shtyllat. Kjo lidhje e krijuar shtyllë-tra është gjithashtu e përshtatshme për t'i rezistuar si forcave horizontale ashtu edhe vertikale në plan. Prandaj krahas rolit të tyre kryesor si sisteme rezistente ndaj ngarkesave gravitacionale, ramat mund të

konsiderohen edhe si sisteme rezistente ndaj tërmeteve. Forcat inerciale duhe ta gjejnë rrugën e tyre ashtu që përmes elementeve strukturore të barten në themel e pastaj në tokë. Në këtë këndvështrim strukturat betonarme janë më të përshtatshme ndaj forcave sizmike se sa elementet e parafabrikuara prej betoni celiku apo druri, për shkak të vendlidhjes se elementeve mes vete ku krijohen ndërprerje dhe pika potencialisht të dobëta. Prandaj strukturat betonarme të betonuara në vend është zgjidhja më e duhur sidomos në rajone me shkallë të lartë të sizmikes.

6.4. Muret duktile betonarme si konzola vertikale

Një mur betonarme dallon nga një shtyllë betonarme për faktin se nën ndikim të ngarkesave muri vepron si një konzolë vertikale. Ndërsa në anën tjetër një shtyllë betonarme duhet të lidhet me trajet dhe të krijojnë ramat ashtu që të jenë në gjendje t'i rezistojnë ngarkesave sizmike të cilat veprojnë horizontalisht në mënyrë efikase.

Për të luajtur rolin e saj si një konzolë vertikale muri duhet të ketë shtangësi shumë më të madhe se secili tra me të cilin ky mur do të lidhet, ashtu që trajet të punojnë si pjesë e diafragmës horizontale dhe ngarkesat në këtë mur të barten si ngarkesa nga pllaka e meskatit (diafragma horizontale) duke e ngarkuar murin me forca horizontale që prodhojnë një rritje të momentit duke iu afruar themelit.

Pra diagrami i momenteve të përkuljes së murit nën ndikimin e ngarkesave anësore është i njëjtë me diagramin e konzolës vertikale. Diagrami nuk e ndryshon shenjën brenda një kati (përveq në disa raste tek nyja mur-ramë), diagrami i momenteve shkon duke u zvogëluar ndjeshëm prej zonës së poshtme të murit (bazës) deri lart, më shumë se diagrami i forcave prerëse.

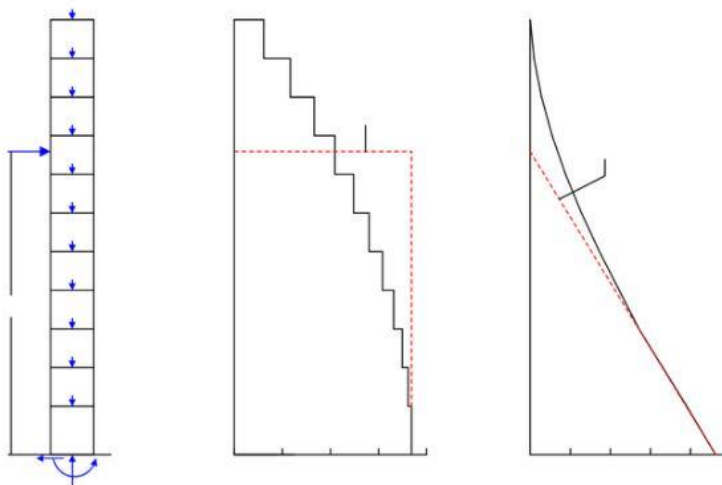


Figura 6.6 -Diagramet e momenteve dhe forcave transversale tek muret.

Përveq kësaj nëse trajet në nivel të dyshemesë futën në mur atëherë momenti i përkuljes është më i madh mbi dysheme se sa poshtë nivelit të dyshemesë për shkak se shufrat e njejta vërtikale i kalojnë këto dy sipërfaqe dhe nga ndikimi aksial rritet rezistenca e murit, çërnierat plastike formohen në mure vetëm mbi nivelet e dyshemesë. Çërnierat plastike mund të formohen në të gjithë lartësinë e murit nëse momenti rezistues në nivel të dyshemesë është i përshtatshëm, si dhe nëse lidhja me themelin i përshtatet kërkesave sizmike.

Për tu siguruar që muri ta luaj rolin e një elementi vertikal të shtangët dhe për ta parandaluar paraqitjen e te ashtuquajturave “kate fleksibile”, eurocodi 8 i kushton rendesi lokalizimit të deformimeve jo elastike (deformimeve plastike) të murit në bazën e tij. Muri i cili projektohet dhe detajohet me rregullat e eurocodit ashtu që energjia sizmike të shpërndahet në një çërnierë plastike të vetme e cila formohet në bazën e murit, ndërsa muri në pjesën tjetër të gjatësisë së tij mbetet elastik, sipas eurokodit 8 quhet mur duktil.

6.5. Dallimi ndërmjet murit duktil dhe shtyllës.

Kodet e projektimit siq janë eurocodi 8 dhe euocodi 2 dallimin mes shtyllave dhe trajeve e përcaktojnë përmes formës së prerjes tërthore. Në këtë rast mure konsiderohen elementet vërtikale të cilat njërin dimension e kanë shumë më të vogël se dimensionin tjetër. Në sipërfaqet me prerje

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

tërthore drejtkëndëshë mure konsiderohen elementet të cilat kanë një prerje tërthore të zgjatur me një raport gjatësi trashësi l_w/b_w më të madh se 4. Në përgjithësi plani i murit është vertikal.

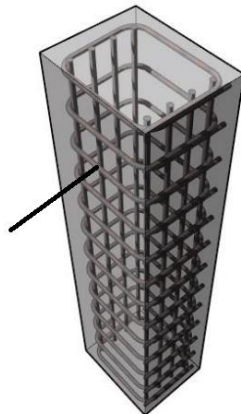


Figura 6.7 -Dukja e shtylles 3D

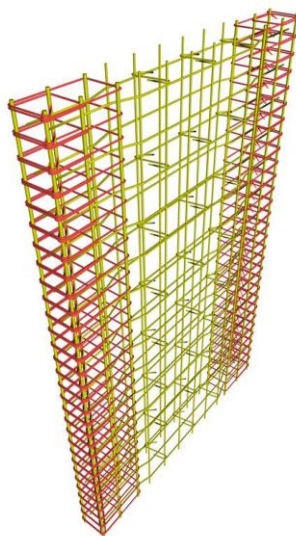


Figura 6.8 -Dukja e murit 3D

Përveq përcaktimit vetëm të formës së prerjes tërthore, një mur themi se dallon nga një shtyllë edhe për faktin se muri i reziston forcave horizontale në vetëm një drejtim (forcat horizontale të cilat janë paralel me dimensionin më të gjatë të prerjes tërthore të murit), dhe si i tillë projektohet për ti ofruar një shtangësi objektit në njërin drejtim.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Muri ngarkohet me moment të përkuljes si dhe me forca të mëdha transversale. Përballimi i forcave transversale bëhet kryesisht me anë të dimensioneve të mëdha të prerjes tërthore – gjatësisë dhe gjerësisë ndërsa një pjesë edhe me ndihmën e armaturës horizontale. Ndërsa momenti i përkuljes te muri manifestohet me forca të mëdha në shtypje dhe tërheqje në skaje të murit, kjo bënë që projektuesit ta koncentrojnë armaturën vërtikale në skaje.

Dimensionet janë parametrat të cilat e përcaktojnë murin si element, por këto nuk janë të mjaftueshme për të vlersuar sjelljen e një muri. Nëse një mur do të punoj me të vërtetë si një konzolë vërtikale dhe çërniera plastike do të formohet në bazën e murit nuk varet nga dimensionet e murit por nga ajo se me qfarë shtangësie është i lidhur ky mur me trajet në nivelin e katit, sepse nëse shtangësia e mureve është sa shtangësia traqeve atëherë muri punon si ramë e jo si mur duktil.

Që një mur ta luaj rolin e tij si mur duktil gjatësia e tij l_w , duhet të jetë jo vetëm relativisht por shumë më e madhe se trashësia b_w .

6.6. Projektimi konceptual i sistemeve me mure.

Tek sistemet me mure, muret duhet të jenë të pozicionuar në dy drejtimet ortogonale me simetri sa më të madhe që të jetë e mundur. Nëse muret individuale të strukturës janë të gjitha të njejta dhe të vendosura në mënyrë simetrike atëherë forca sizmike horizontale që vepron në strukturë dhe deformimet do të pranohen në mënyrë uniforme duke minimizuar pasiguritë nga reagimi sizmik.

Nëse analizohet ndërtesa pesëkatëshe me mure strukturore siç tregohet në figurën 6.9, rasti i parë ndryshon nga pjesa tjetër në pozicionin e mureve strukturore në të dy drejtimet – muret janë në periferi të ndërtesës në rastin e parë, ndërsa në të tjerët vendosen pranë qendrës. Dy rastet e fundit paraqesin objektin me dy sipërfaqe të murit të ndara në drejtimin Y ndërsa në rastin e fundit dy muret e ndara kombinohen për të formuar një mur të gjatë.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

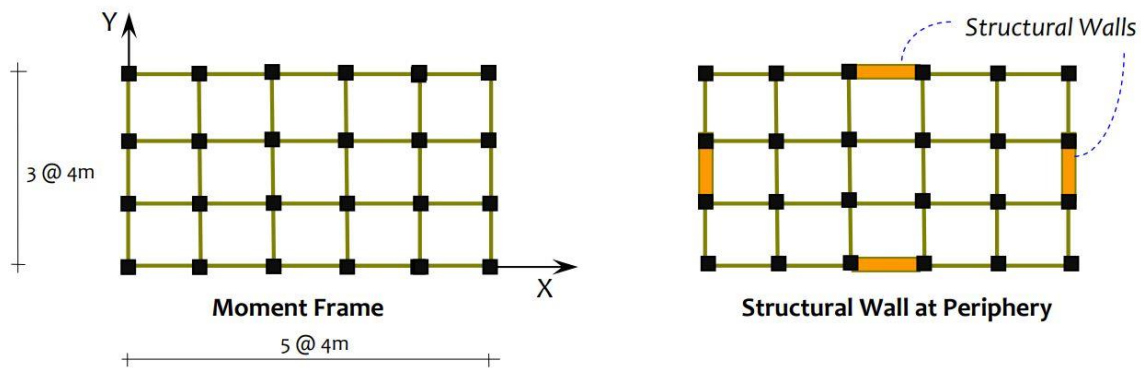


Figura 6.9 a) -Muret strukturore të shpërndara në periferi të objektit

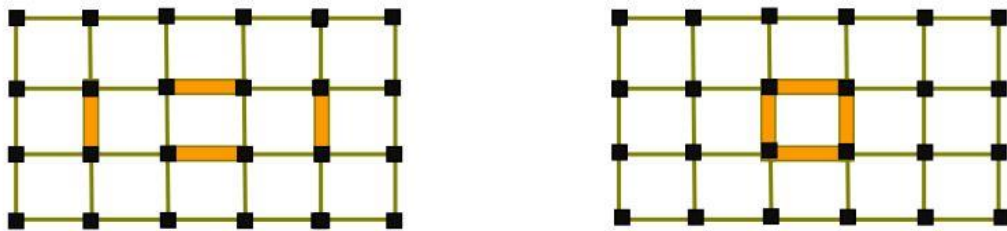


Figura 6.9 b) -Muret strukturore të shpërndara në qendër të objektit



Figura 6.9 c) -Dy mure në drejtimin Y,

rasti i parë, muret e ndara nga njëri tjetri ; rasti i dytë, dy muret e kombinura të bashkuara në një

Muret strukturore për shkak të shtangësisë që kanë marrin pjesën më të madhe të forcës anësore dhe në këtë mënyrë ndihmojnë në reduktimin e kërkesave në shtylla dhe trarë. Kjo shihet në Figurën 6.10 ku momenti i përkuljes, forca prerëse dhe kërkesat e forcës aksiale në trarë dhe shtylla janë reduktuar ndjeshëm me futjen e mureve strukturore (në periferi).

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Mirëpo nuk mjafton vetëm vendosja e mureve strukturore në objekte, pozicionimi i tyre në një objekt përcakton reagimin e përgjithshëm të objektit. P.sh nëse krahasohen tre objekte me të njëjtin numër dhe madhësi të mureve strukturore por në vende të ndryshme; muret strukturore në periferi, muret strukturore në brendësi, dhe mure strukturore që formojnë një bërthamë në qendër të ndërtesës, objektet e lartëcekura i nënshtrohen ngarkesave të gravitetit dhe forcave anësore të barabartë me 10% të peshës së ndërtesës në dy drejtimet e planit. Periodat e tre mënyrave të para të lëkundjeve dhe zhvendosjeve të katit të kulmit të këtyre objekteve janë të listuara në tabelën 6.1 Ndërsa futja e mureve strukturore shkakton reduktim të (a) zhvendosjes anësore, dhe (b) periodës së lëkundjeve.

Në rastin ekstrem, ku të katërt muret strukturore janë të ndërlidhura në qendër për të formuar një bërthamë, rrotullimi bëhet mënyra e parë e lëkundje e cila nuk është e mënyrë e dëshirueshme. Ndërsa është e qartë se muret strukturore janë më efektive kur vendosen në periferi të ndërtesave.

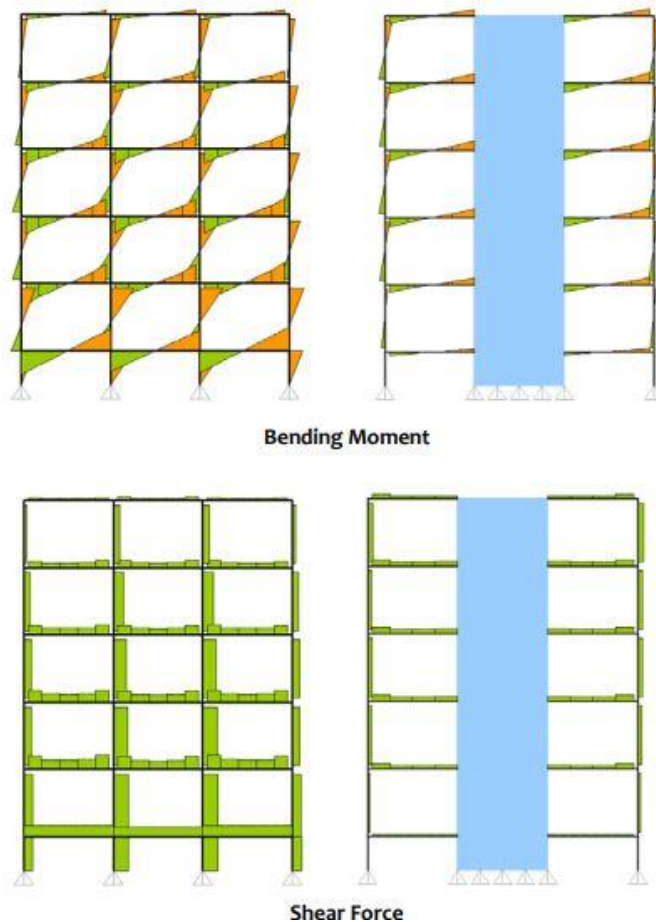


Fig.6.10 -Efekti i vendosjes së mureve periferike në reduktimin e momentit dhe forcave prerëse

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Case				
Mode 1	Y translation (0.74s)	Y translation (0.48s)	X translation (0.48s)	Torsion (0.37s)
Mode 2	X translation (0.72s)	X translation (0.47s)	Y translation (0.47s)	Y translation (0.34s)
Mode 3	Torsion (0.65s)	Torsion (0.33s)	Torsion (0.47s)	X translation (0.33s)
Roof displacement in X direction	21.6 mm	11.9 mm	11.5 mm	5.9 mm
Roof displacement in Y direction	23.4 mm	12.4 mm	10.9 mm	6.0 mm

Tabela 6.1 -Periodat e lëkundjeve dhe zhvendosjet e katit tek objektet me mure strukturale të vendosura në mënyra të ndryshme

Mode 1	X translation (0.91s)	X translation (0.89s)
Mode 2	Y translation (0.38s)	Y translation (0.27s)
Mode 3	Torsion (0.30s)	Torsion (0.25s)
Roof displacement in Y direction	8.1 mm	3.4 mm
Base Shear	759 kN	784 kN

Tabela 6.2 – Objektet me mure në një drejtim

Objektet me mure të gjata janë më efektive se ato me më shume mure të ndara të shkurtëra.

Në një sistem me mure të cila kanë shtangësi të ndryshme, muri i cili ka shtangësi më të madhe do të humb aftësinë mbajtse i pari, duke i imponuar pjesës tjetër modelin e devijimit joelastik, veçanërisht ai ku zhvendosjet e katit rriten pothuajse në mënyrë lineare prej poshtë lartë për shkak të rrotullimit të çërnierës plastike në bazë, ndërsa muret që janë ende elastike piren të veprojnë si konsol vertikale. Në atë rast, përveç rritjes së pasigurisë së gjendjes post-elastike, diafragmat e

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

dyschemesë do të bëjnë dallimet sipas lartësisë midis mureve më të ngurtë, të cilat janë bërë joelastike dhe ato më fleksibël të cilat mbeten elastike.

Pothuajse të gjitha njohuritë tona për sjelljen ciklike të mureve të betonit kanë të bëjnë me mure drejtkëndëshe simetrike në dy drejtimet, ose drejtkëndore (ne dy skajet të zgjeruar në një "shtyllë" drejtkëndëshe ose katrore – me një raport më pak se 4 - për të rritur rezistencën e momentit dhe për të parandaluar paqëndrueshmërinë anësore të zonës së shtypur).

E njëjta praktikë zbatohet kur një mur drejtkëndor kalon në një mur tjetër në kënde të drejta, për të krijuar një mur me një prerje tërthore të përbërë prej më shumë se një pjesësh drejtkëndëshe – secila pjesë me raport më të madh se 4 (muret në formë L-, T-, U-, H, etj.).

Mure të tilla kanë shtangësi të lartë në të dy drejtimet horizontale, prandaj i nënshtrohen përkuljes dhe forcave prerëse dy drejtimshme gjatë tërmetit. Nga aspekti i kostos janë më efektive sesa kombinimi i pjesëve të tyre përbërëse si mure drejtkëndëshe individuale. Megjithatë, njohuritë e sotme për sjelljen e tyre nën përkuljen dhe prerje ciklike biaksiale janë shumë të kufizuara, dhe rregullat e përdorura për dimensionimin dhe detajimin e tyre ende nuk kanë një bazë të shëndoshë. Për më tepër detajimi i tyre ndaj duktilitetit është kompleks dhe i vështirë për t'u zbatuar në vend. Për këtë arsye, rekomandohet që numri i këtyre mureve të jetë i limituar. Nëse jo drejtkëndëshe muret zgjedhen që të të kenë një prerje tërthore p.sh. U simetrike në njërin drejtim, ose H simetrike në dy drejtimet.

Hapjet e mëdha duhet të shmangen në muret duktile, veqanarishtë afër bazës aty ku edhe formohen çërnierat plastike. Nëse ato janë të nevojshme për arsye funksionale (dyer ose dritare), ato nuk duhet të shtrihet vertikalisht, por duhet të vendoset në çdo kat në një model të rregullt, duke krijuar një mur të çiftëzuar, me trarë midis hapjeve. Sipas Eurokodit 8, dy mure konsiderohen si të çiftëzuar nëse ato janë të lidhura së bashku (normalisht në çdo kat) me anë të trarëve në mënyrë të rregullt dhe ky bashkim redukton 25% të shumës së momenteve të përkuljes në bazën e mureve individuale, krahasuar me këto mure nëse do të vepronin në mënyrë të pavarur nga njëri tjetri.

6.7. Përparsitë dhe të metat e mureve në rezistencën sizmike.

Muret për shkak të shtangësisë së lartë që kanë numërojnë disa përparësi siq janë:

- Reduktojnë zhvendosjet mes kateve,
- Reduktojnë dëmtimet e elementeve strukturore dhe atyre jo strukturore

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- Zvogëlon kontributin e mureve mbushëse në shtangsinë e strukturës.
- Gjithashtu i redukton efektet negative globale siq janë mundësia për parregullsi në plan (vendosje ekscentrike), parregullësi në lartësi (kate të hapura). Gjithashtu edhe efektet negative lokale siq janë dëmtimi i shtyllave me shtangësi të ulët nga prerja, përkulja etj.
- Sistemet me mure janë më efektive në ndikimin e veprimit sizmik se sa sistemet ramë.
- Ato ofrojnë shtangësi dhe rezistencë të lartë me kosto të ulët.
- Sjellja e tyre strukturore ndaj tërmeteve të forta të kaluara ka rezultuar të jetë pozitive.
- Krijimi i çernierave plastike vetëm në bazën e mureve nuk e lejon formimin e një sistemi lavjerrës të përmbysur siç ndodh në rama, dhe për këtë arsye përjashton kolapset e llojit “pancake” (palues) që mund të rrafshojnë ramat.
- Struktura e mureve është shumë më e mirë se ajo e ramave edhe në aspektin e vendit të lidhjeve apo bashkimit të elementeve të shumta të cilat janë rajonet kritike të ramave.
- Sistemet me mure ofrojnë një sistem shumë efektiv sa i përket zhvendosjeve të kufizuara në kate në rast tërmeteve të vogla ose të mesme dhe në këtë mënyrë mbrojnë elementët jostrukturorë

Ndërsa sa i përket **mangësive** mund të themi se:

- Muret janë më pak duktile se shtyllat
- Muret janë më të ndjeshme ndaj forcave prerëse, dhe detajimi i tyre për duktilitet është më vështirë të bëhet.
- Pozicioni i mureve në objekt duke mos i shkaktuar problematikë arkitekturës së objektit është shpesh shumë i vështirë, pasi ato vënë pengesat në rrugën e komunikimit të lirë nga hapësira në hapësirë në nivelin e dyshemesë së objektit.
- Muret në strukturë shpesh krijojnë ekstrencitet të lartë në plan, ose objekte që janë të ndjeshëm në përdredhje.
- Struktura vetëm me mure nuk është efektive edhe në aspektin e koston.
- Për sistemet me mure shpesh është vështirë që të bëhet lidhja me themel, sidomos nëse kemi të bëjmë me themele të veçuara. Për shkak të momentit të madh në përkulje dhe ngarkesës realitivist të vogël vertikale të mureve, zhvillimi i forcave tërheqëse në themel është shpesh

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

i pashmangshëm, prandaj zgjidhje më e duhur është që muri të vazhdojë poshtë prej përdhese në themel. Në një rast të tillë momenti i përkuljes së murit zvogëlohet brenda bodrumit nga niveli maksimal në nivelin e tokës për shkak të forcave anësore që shkaktojnë katet e bodrumit. Ndërsa ana negative është se ulja e momentit në katin poshtë sjell rritjen e forcave prerëse.

- Ekziston njëfarë pasigurie në lidhje me disa tipare të reagimit sizmik të mureve dhe sistemet e tyre: sjellja ciklike dhe performanca sizmike e mureve individuale (që është më e vështirë të studiohet eksperimentalisht ose analitikisht sesa në rastin e trarëve dhe shtyllave), reagimi i lëkundjes, rritja e forcave prerëse të murit pas paraqitjes së çërnierës plastike në bazë etj. Për më tepër, modelimi për analiza, dhe dimensionimi/detajimi i mureve është më sfidues në krahasim me shtyllat e ramës (veçanërisht për muret jo drejtkëndore).
- Muret paraqesin momente të mëdha në bazën e tyre, të cilat zakonisht shkaktojnë një ngritje të bazamentit të pavarur sidomos nëse muri mbart ngarkesë të lartë boshtore. Prandaj, themeli i tyre duhet të jetë i lidhur mirë me themelin e pjesës tjetër të elementeve të konstruksionit, mundësisht në një sistem themeli kuti (Figurat 4.16 dhe 10.4).

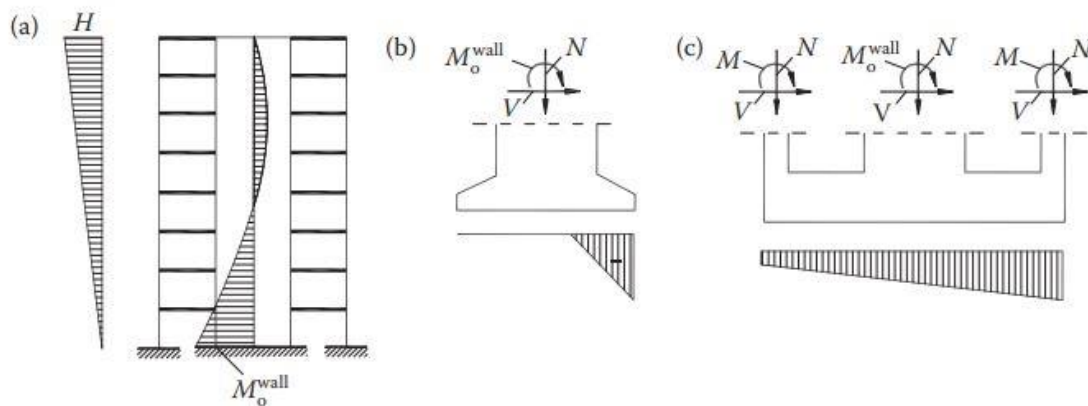


Figura 6.11 -Themel e mureve prerëse (duktile)

(a) reagimi i murit në sistemin dual nën veprimin e ngarkesave anësore;

(b) fondimi i murit mbi themelin e veqar ; rreziku i përmbysjes

(c) lidhja e murit me shtyllat e jashtme me tra të themelit: zvogëlimi i rrezikut të përmbysjes për shkak të rritjes së forcës totale aksiale dhe zgjerimi i bazës së themelit.

7 MURET SIZMIKE BETONARME

7.1 Të përgjithshme

Muret betonarme mund të përbëjnë elemente bazë në sistemet strukturore të mëposhtme .

- Sistemet e mureve të palidhura
- Sisteme duale (ekuivalente me mur të sistemeve të barasvlershme me ram)
- Sistemet e mureve të çiftëzuara
- Sisteme me mure të mëdha të përforcuara lehtë

Përveç shqyrtimit të sistemit strukturor llojet e mureve betonarme mund të klasifikohen në llojet e mëposhtme:

- Mure të holla duktile
- Muret e ulëta duktile të
- Muret e çiftëzuara
- Mure të mëdha, të përforcuara lehtë.

Muret më të zakonshme në përdorim janë muret e holla duktile. Në seksionet në vijim, këto katër lloje muresh do të shqyrtohen për sa i përket kapacitetit të tyre mbajtës.

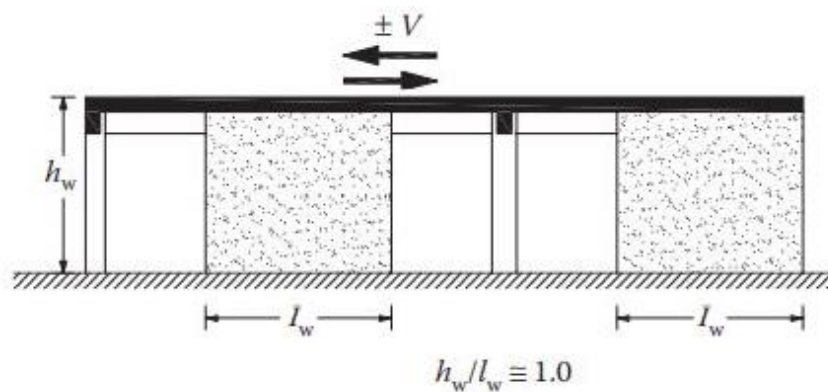


Figura 7.1 -Muret e ulëta duktile ne ndikimin sizmik.

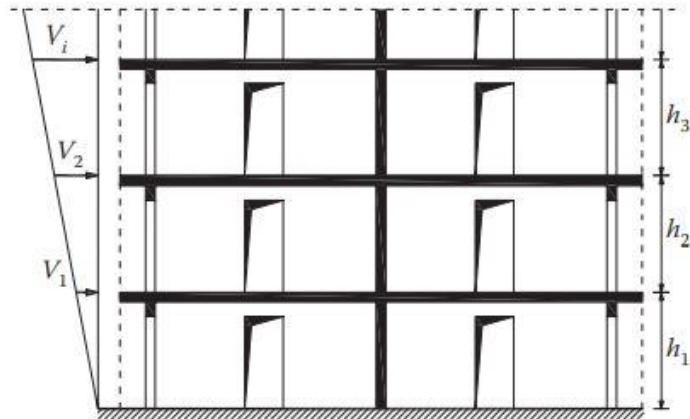


Figura 7.2 -Muret e larta të përforcuara lehtë.

7.2 Muret e holla duktile.

7.2.1 Një përmbledhje mbi sjelljen strukturore të mureve të holla duktile.

1. Prerja tërthore e zakonshme e këtyre mureve është ajo ortogonale. Por edhe prerjet si kryq ose T, U, L, Z dhe prerjet terthore kryq tubulare nuk janë të rralla (Figura 7.3).

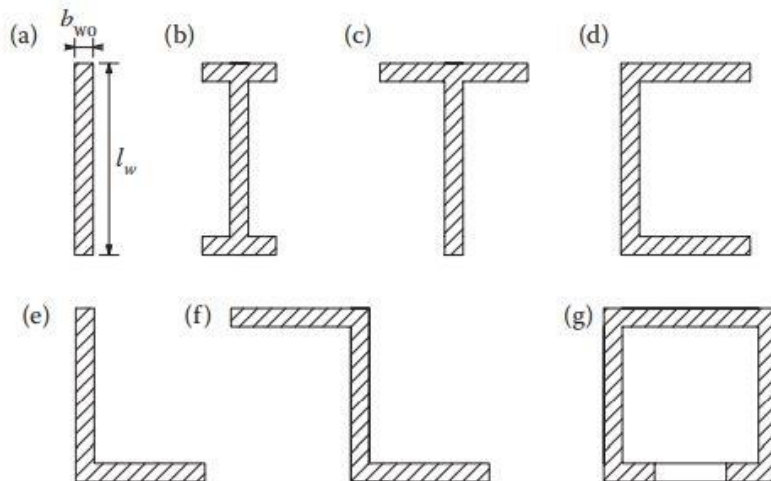


Figura 7.3 -Format e prerjes terthore te muret e holla duktile.

a)Ortogonale, b)Forma I, c)Forma T, d)Forma C, e)Forma L, f)Forma Z, g)Forma tub.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

2. Një raport i rekomanduar α_s i mureve të holla duktile me një prerje tërthore ortogonale shtrihet ndërmjet:

- $7.0 \geq \alpha_s = \frac{hw}{lw} \geq 2.0$

dhe

- $lw \geq 2.00 \text{ m}$

Ku:

lw – Gjatësia e murit

hw – Lartësia e murit

Trashësia e këtyre mureve b_{w0} , duhet të jetë

$$b_{w0} \geq \max (150\text{mm} , hs/20) , \text{ ku}$$

hs = lartësia e pastër (neto) e katit.

b_{w0} – Trashësia e brinjës së murit.

Përveç kësaj, këto mure duhet të forcohen me elemente kufitare të kufizuar, këto elemente nuk duhet të kenë trashësi më të vogël se 200 mm.

Në rast se trashësia e murit është më e madhe se 200 mm, siç do të shohim më vonë, këto elemente kufitare të kufizuar mund të jenë të inkuorpuara në prerjen tërthore të murit.

Përveq kësaj

- nëse gjatësia e pjesës shtrënguese (elementeve kufitare) nuk e kalon vlerën më të madhe ndërmjet madhësive $2b_w$ dhe $0,2lw$, këshillohet që b_w të mos jetë më pak se $hs/15$, ku hs tregon lartësinë e katit
- në qoftë se gjatësia e pjesës shtrënguese (elementeve kufitare) e kalon vlerën më të madhe ndërmjet madhësive $2b_w$ dhe $0,2 lw$, këshillohet që b_w të mos jetë më pak se $hs/10$.

Këto kërkesa për elementët me kufi të kufizuar synojnë të sigurojnë një duktilitet lokal të kuantifikuar paralelisht me mbrojtjen e skajit të mureve nga përkulja (Figura).

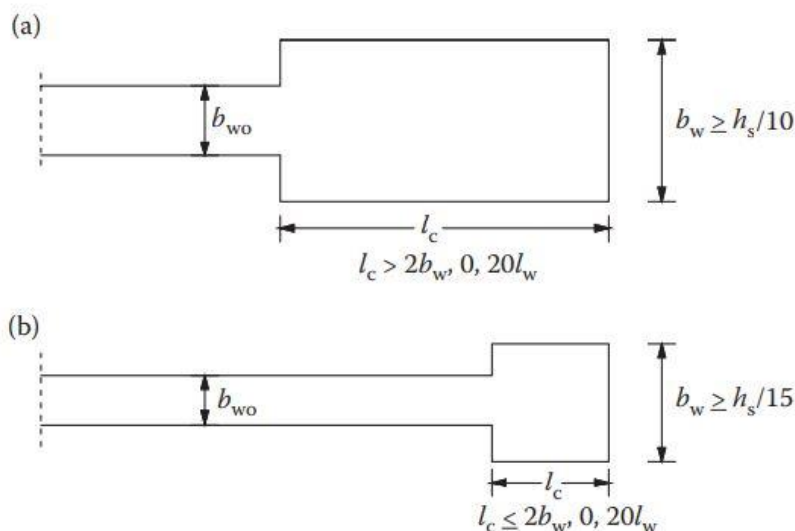


Figura 7.4 -Trashësia minimale elementeve kufitare.

Karakteristikat kryesore strukturore të këtyre mureve janë si më poshtë:

- Janë elemente të holla, prandaj projektimi në përkulje me forcë aksiale është i ndarë nga projektimin në prerje.
- Projektimi i kapacitetit në prerje siguron një sjellje plastike të bazës së fiksuar të murit në përkulje para dështimit të tij në prerje. Në të njëjtën kohë, forma e lakores së diagramit të momentit të projektimit të kapacitetit siguron që të mund të formohet vetëm një çernierë plastike. Në këtë drejtim, formohet strukturë e fortë në sistemin strukturor me anë të mureve duktile, gjë që minimizon rrezikun e një kolapsi.

7.2.2 Sjellja e mureve të holla duktile në përkulje nën ndikimin e ngarkesës aksiale

Muret e hollë me prerje tërthore ortogonale konsiderohen që duhet ta përmbushin konceptin Bernoulli për shpërndarjen lineare të nderjeve aksiale në prerjen e kryqëzuar si trarët dhe shtyllat nëse ata përmbushin një raport si:

$$\alpha_s = \frac{M_{\text{fix-end}}}{V \cdot l_w} \geq 2$$

$M_{\text{fix-end}}$ – është momenti përkulës në bazën e fiksuar të murit.

V – Forca transversale

l_w – gjatësia e prerjes tërthore

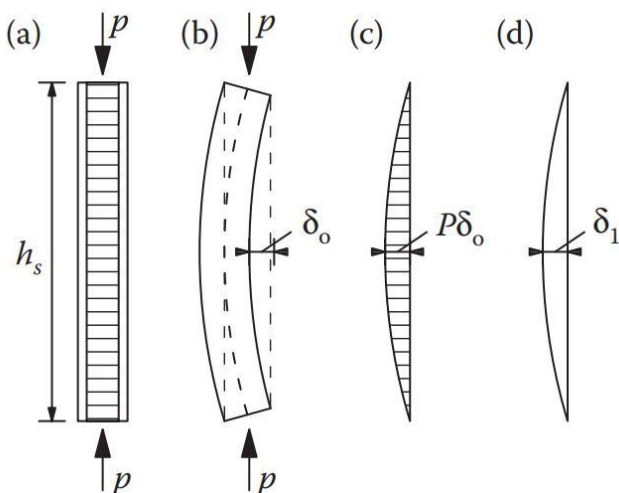


Figura 7.5 -Deformimet që shkaktojnë duktilitet jashtë planit:

(a) ngarkesa aksiale në shtypje P ; (b) zhvendosje aksidentale në mes të lartësisë së murit; (c) diagrami i momentit të krijuar nga forca aksiale e shtypjes; (d) zhvendosje shtesë δ_1 për shkak të diagramit të momentit $P - \delta_0$ (efektet e rendit të dytë) nëse $\delta_1 \geq \delta_0$ atëherë muri kalon në jostabilitet (përkulje jashtë planit).

Duke pasur parasysh se zakonisht sforcimet aksiale të një muri janë më të vogla se ato të shtyllave, rrjedh se sjellja strukturore e një muri shtrihet midis atij të një trau dhe një shtylle. Prandaj, në përgjithësi, të njëjtat supozime mund të përdoren për projektimin e mureve duktile si për trarët dhe shtyllat, me disa ndryshime të nevojshme, siç do të shohim më vonë. Si në rastin e trarëve dhe shtyllave, mënyra e dështimit të mureve mund të jetë e tipit përkulës ose prerës, në varësi të armaturës me të cilën është armuar muri. Ashtu si në rastin e trarëve, mekanizmi i dështimit në përkulje tek muret mund të ketë një nga format e mëposhtme:

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

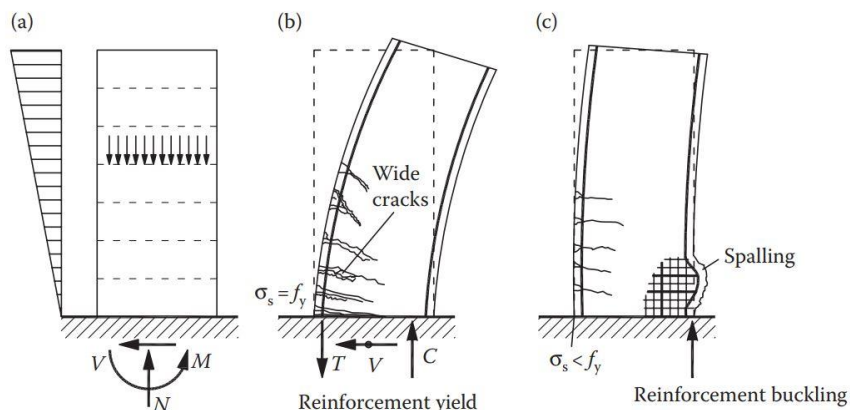


Figura 7.6 -Mekanizmi i dështimit të mureve të hollë nën përkulje:

a) modelimi i ngarkesës, b) dështimi në duktilitet (mur jo duktil), c) dështimi i murit të brishtë

Në rastin si në figurën 7.6 nën b sforcimet e armaturës së murit e kanë arritur nivelin e kufirit të rrjedhshmërisë së celikut, me që rast janë paraqitur plasaritje të gjera sidomos në zonën e poshtme të fiksuar. Pra këtu kemi të bëjmë me dështim në duktilitet.

Ndërsa në rastin e murit nën c) sforcimet e armaturës së murit nuk e kanë arritur nivelin e kufirit të rrjedhshmërisë së celikut si rezultat i përforsimit të tepërt me armaturë në zonën e tërhequr paraqiten disa plasaritje të ngushta. Këtu kemi të bëjme me dështimin e brishtë.

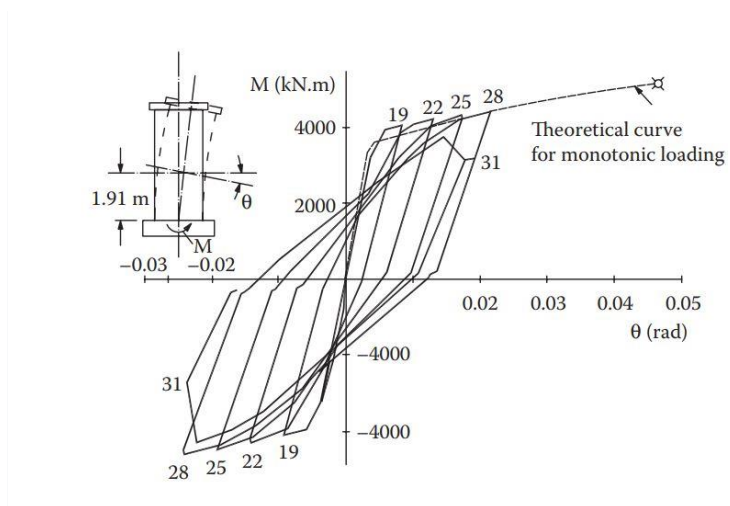


Figura 7.7 -Diagrami $M-\theta$ (Moment – Rrotullim) nën ndikimin e ngarkesave ciklike tek muret e holla duktile.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Diagramet e ndërveprimit M–N për prerjet tërthore ortogonale të murit të armuara në mënyrë simetrike janë të ngjashme me ato të shtyllave. Përveç kësaj, në rastin e mureve, duhet të bëhen vërejtjet e mëposhtme:

- Kapaciteti mbajtës i momentit ndikohet fuqishëm nga përqendrimi i një përqindjeje të madhe të armaturës gjatësore në elementët kufitarë të kufizuar.
- N_{Ed} në rastin e mureve duktile pothuajse gjithmonë ka vlera nën N_{Rd} . Prandaj, muret duktile pothuajse gjithmonë hyjnë në rajonin postelastik të diagrameve M– φ . Ky kapacitet është rritur për shkak të kufizimit të duhur të elementeve kufitare

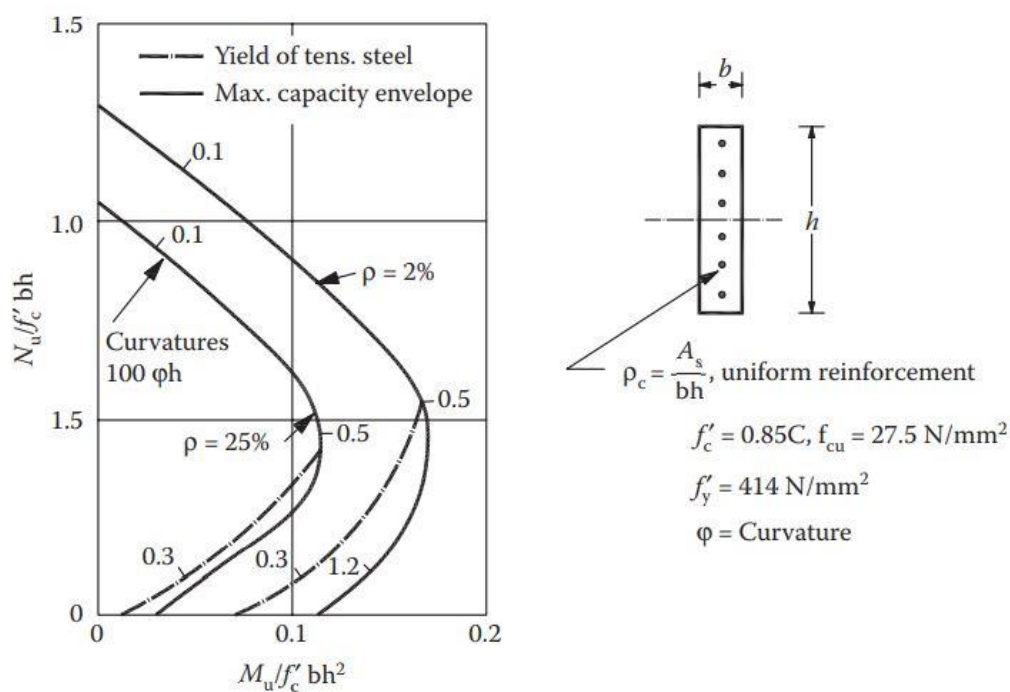


Figura 7.8 -Lakoret e ndërveprimit M-N për muret drejtkëndëshe të betonit të armuar në mënyrë simetrike

7.2.3 Dimensionimi i mureve të hollë duktil me prerje tërthore ortogonale nën ndikimin e përkuljes me forcë aksiale

Për prerjet tërthore ortogonale ku momenti i përkuljes vepron kryesisht rreth një boshti kryesor pingul me gjatësinë e prerjes tërthore dhe për këtë arsye konsiderohet përkulje njëaksiale me forcë

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

boshtore, dimensionimi mund të kryhet ose me ndihmën të grafikëve të projektimit (figura 7.8) ose shprehjeve të thjeshtuara të një formë të mbyllur.

Kështu, për shembull, në rastin e një prerje tërthore drejtkëndore të armuar me rrjeta vertikale që

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{b_w l_w}$$

korrespondon me një raport armature: $\rho_v = \frac{A_{sv}}{b_w l_w}$ ku b_w është gjerësia dhe l_w është gjatësia e prerjes tërthore, dhe me armaturë të koncentruar në skajet me një sipërfaqe $A_{s1} = A_{s2} = A_s$, vlera e momentit të projektimit M_{Rd} mund të përcaktohet nga shprehja e mëposhtme

$$M_{Rd} = \left[\left(1 - \frac{\xi}{2} \right) \frac{A_s}{b_w l_w} f_{yd} + \frac{1}{2} (1 - \xi) (\rho_v f_{yd} + \sigma_0) \right] b_w l_w^2$$

Ku

$$\sigma_0 = N_{Ed} / b_w l_w$$

është sforçimi mesatar vetëm për shkak të ngarkesës aksiale (pozitive në shtypje) dhe

$$\xi = \left(\frac{A_s f_y}{b_w l_w f_c} + \rho_v \frac{f_{yd}}{f_{cd}} + \frac{\sigma_0}{f_{cd}} \right) \frac{1}{1 + \rho_v f_{yd} / f_{cd}}$$

është raporti i thellësisë neutrale (x_u/l_w) në gjendjen kufitare përfundimtare ULS.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

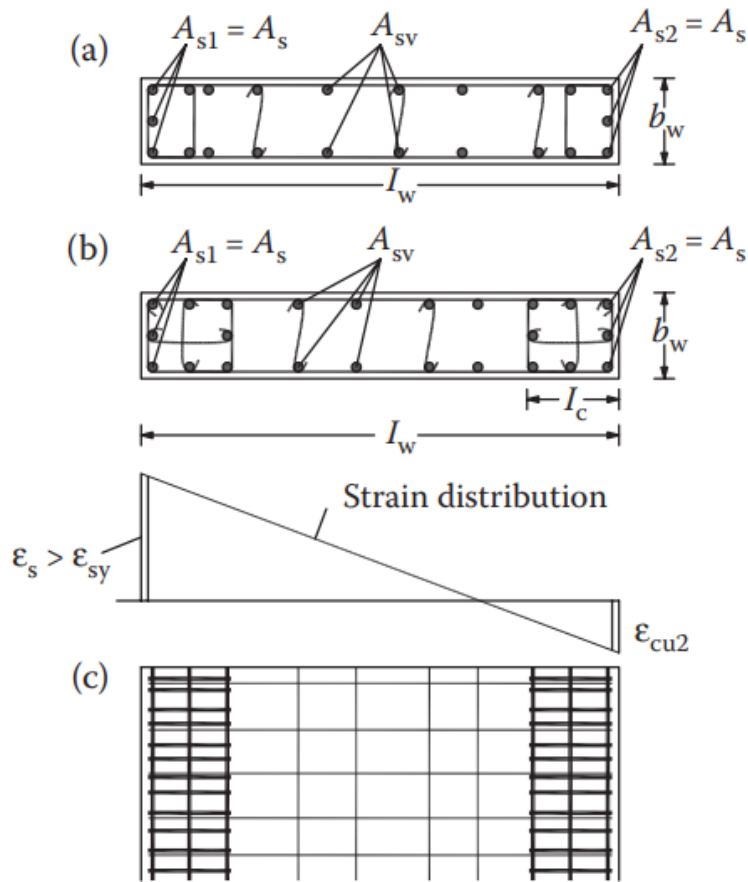


Figura 7.9 -Dimensionimi i mureve të hollë duktil në përkulje me forcë aksiale:

(a) Armatura kryesore A_s e përqendruar në skaje ; (b) armatura kryesore A_s e përqendruar në elementet e skajshme të kufizuara l_c ; (c) koncepti i shpërndarjes së sforcimit në plan.

Vlera e momentit të projektimit M_{Rd} tek muret me elemente të skajshme të kufizuara si në rastin e figurës 7.9 rasti b) dhe c), kemi shprehjen:

$$M_{Rd} \cong \left(A_s f_{yd} + \frac{N}{2} \right) (l_w - l_c')$$

7.3 Dispozita për muret e holla duktile

7.3.1 Të përgjithshme

Koncepti bazë në projektimin sipas kapaciteteve të sistemeve duale të murit ose murit ekuivalent është se mekanizmi i dështimit duhet të përfshijë cernierat plastike vetëm në bazën e mureve dhe të shtyllave të njëtrajtshme të sistemit, ndërsa të gjitha cernierat e tjera plastike të mekanizmit shpërndahen në trarët. Në të njëjtën kohë, dështimi në përkuljes duhet t'i paraprijë çdo dështimi në prerje, i cili është i brishtë, dhe në këtë mënyrë e ndërpret procedurën disipative.

7.3.2 Përkulja

Diagramet e momenteve të mureve të hollë duktile (prerëse) ($h_w/l_w > 2$) nën veprim statik sizmik kanë formën e figurës 7.10. Megjithatë, një analizë e përgjigjes dinamike rezulton në diagrame të momenteve me variacion të përafërt linear. Pra, diagrami i momentit i prezantuar nga EC8-1 ka formën e një trapezi që mbulon sharrën, M-diagrami.

Prezantimi i këtij M-diagrami siguron që çërniera plastike do të gjenerohet në bazën e murit prerës, ndërsa pjesa tjetër e murit do të mbetet në rajonin elastik gjatë një lëvizje të fortë sizmike. Në këtë aspekt, muri prerës do të ketë sjellje duktile ashtu që mund të konsiderohet sinonim i një "muri duktil".

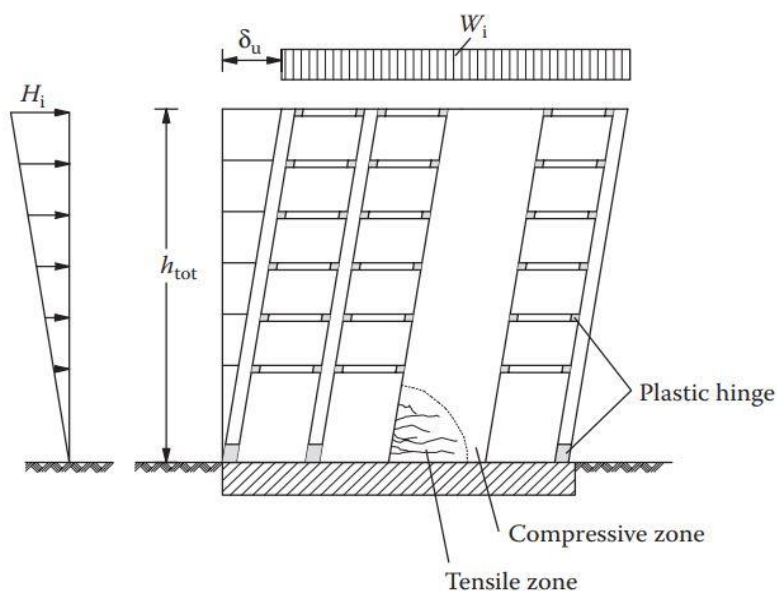


Figura 7.10 -Mekanizmi i një sistemi dual, i projektuar sipas kërkesave të projektimit sipas kapaciteteve (çërniera plastike në skajet e trarëve dhe në bazën e elementeve vertikale).

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

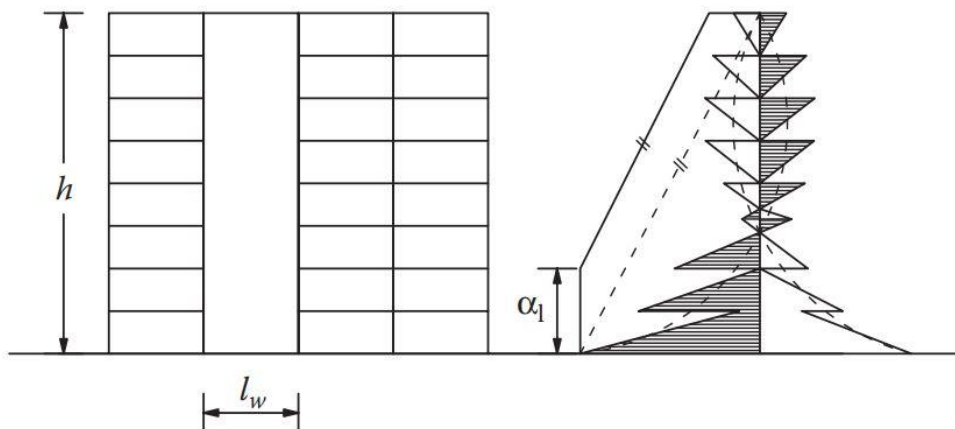


Figura 7.11 -Diagrami i momenteve te muri i hollë duktil

$$\alpha_1 = z \cdot \cot \theta \cong 0.9 \cdot l_w \cdot \cot \theta$$

Ku $\theta=45^\circ$

$$\alpha_1 \cong 0.9 \cdot l_w$$

Përveç ndryshimeve të mësipërme të diagrameve të momentit të mureve duktile, kodi lejon rishpërndarjen për të llogaritur pasiguritë në analizë dhe efektet dinamike post-elastike.

1. Rishpërndarja e efekteve të veprimit sizmik (momentet e përkuljes, forcat prerëse) deri në 30% midis mureve parësore sizmike, me kusht që kërkesa e rezistencës totale të mos reduktohet. Do të duhej që forca prerëse të rishpërndahen së bashku me momentet përkulëse, në mënyre të tillë që raporti i forcave prerëse (“shear ratio”) në muret e veqantë mos të preket në mënyre të ndjeshme. Në muret që u nënshtrohen ndryshimeve të mëdha të forcës aksiale (normale), si psh. në muret e çiftëzuara, do të duhej që momentet dhe forcat prerëse të rishpërndahen nga muri që është nën veprimin e shtypjes së ulët ose të tërheqjes së pastër tek ata mure që janë nën veprimin e shtypjes aksiale të lartë.
2. Në muret e çiftëzuara, rishpërndarja e mësipërme prej 30% duhet të rishpërndahet nga muret të cilat janë nën shtypje më të ulët ndaj atyre që janë nën shtypje të lartë. Një

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

rishpërndarje e tillë lehtëson kërkesat për rezistencë prerje. Në të njëjtën kohë, rishpërndarja e efekteve të veprimit sizmik midis trarëve lidhës të kateve të ndryshme deri në 20% lejohet me kusht që forca aksiale në baza e mureve (rezultantja e forcave prerëse në trarët lidhës) të mos preket.

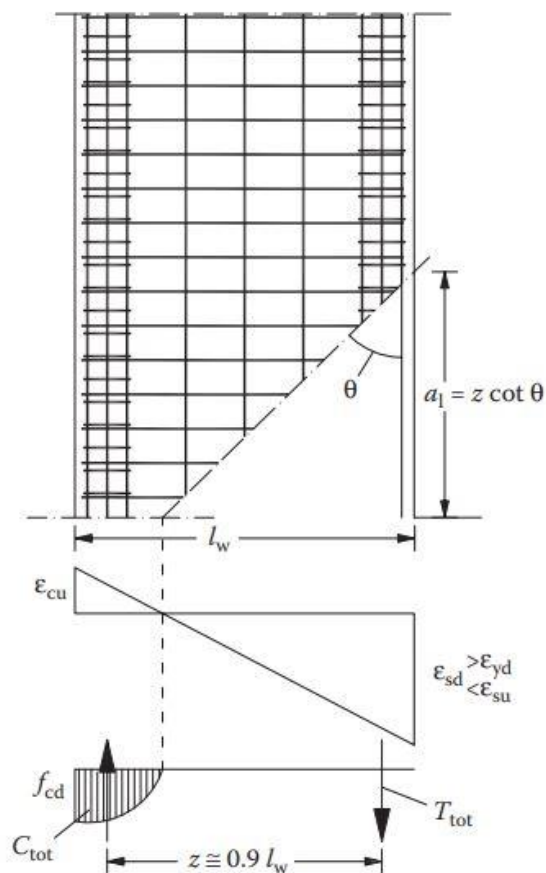
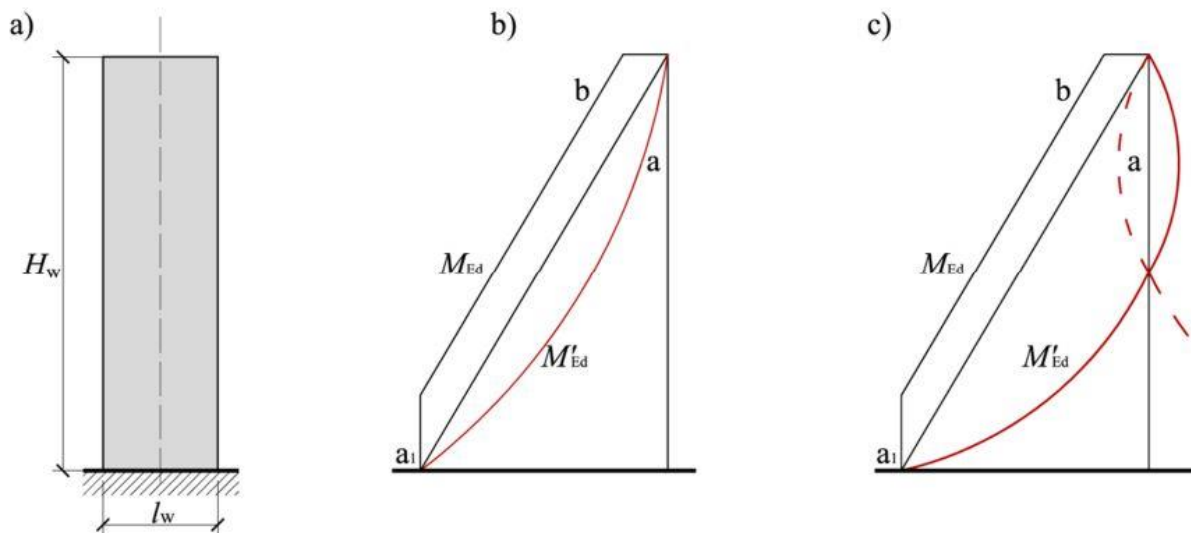


Figura 7.12 -Mekanizmi i zhvendosjes nga tërheqja T_{tot} në muret e holla duktile

Diagrama e momentit perkates projektues në lartesi të murit do të duhej që të nxirret nga një mbështjellje e diagrames së momenteve përkulëse e marrë nga analiza, duke e zhvendosur atë vertikalisht (zhvendosje tërheqëse nga poshtë lart, -“ tension shift”). Mbështjellja mund të supozohet lineare në qoftë se struktura nuk shfaq ndërprerje të konsiderueshme të masës , ngurtësisë ose rezistencës në lartësi të saj. Zhvendosja tërheqëse do të duhej të jetë në përputhje

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

me pjerresinë e shtyllës (“strut inclination”) që konsiderohet në kontrollin (verifikimin) për prerjen sipas gjendjes së fundit kufitar (ULS – Ultimate Limit State).



Legjenda

a - diagrama e momenteve nga analiza

b - mbështjellja projektuese

a1 zhvendosja nga tërheqja (tension shift)

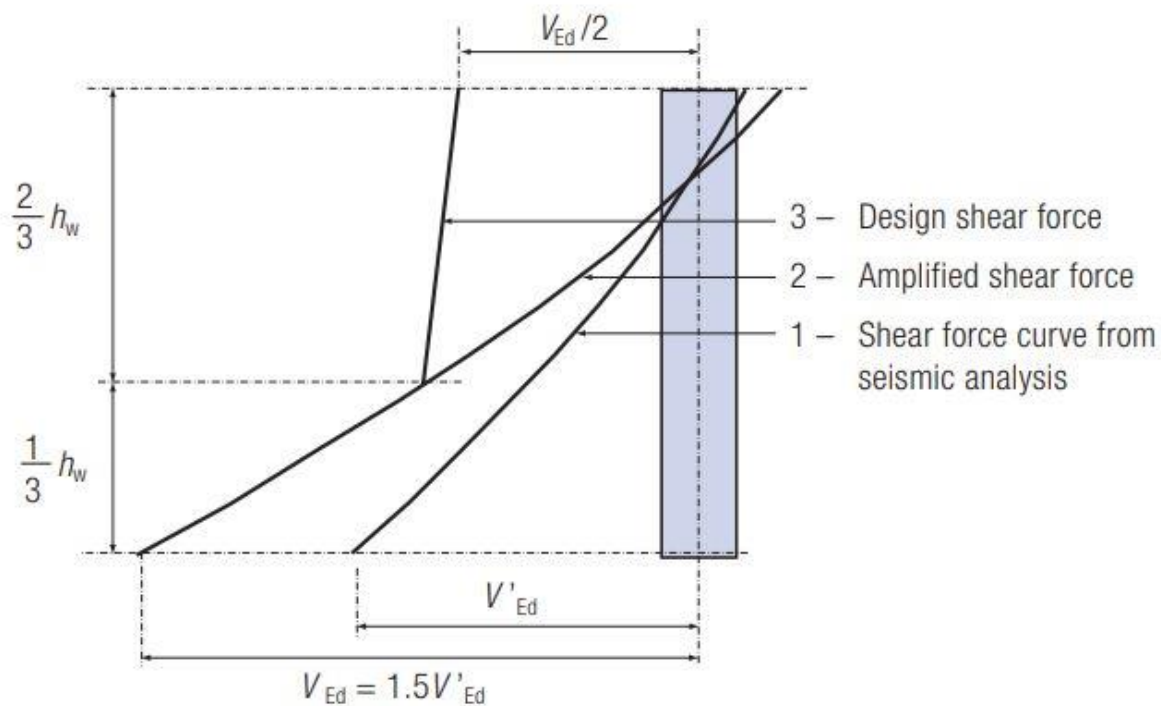
Figura 7.13 -Mbështjellsja projektuese për momentet përkulëse në muret e përkulshëm

(majtas: sistemet me mure; djathtas: sistemet duale).

Në sistemet duale që përmbajnë mure të përkulshme, për të marrë parasysh pasiguritë për shkak të efekteve të formave të larta të lëkundjeve, këshillohet që të përdoret mbështjellsja projektuese e forcave prerëse në përputhje me figuren 7.14.

Siq mund të shihet edhe nga diagrami, forcat prerëse të projektimit merren si 50% më të larta se forcat prerëse të marra nga analiza.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA



Legjenda

- 1 - diagrama e forcave prerëse nga analiza
- 2 - diagrama e forcave prerëse të zmadhuara
- 3 - mbështjellësja projektuese

Figura 7.14 -Mbështjellësja projektuese e forcave prerëse në muret e një sistemi dual

Rregullat e projektimit për muret të holla duktile nën ndikimet sizmike sipas EC8-1/2004 janë dhënë më poshtë. Duhet të theksohet se si në rastin e trarëve dhe shtyllave, specifikimet e projektimit lidhen drejtpërdrejt duke marrë në konsideratë kërkesën për duktilitet pra DCL, DCM dhe DCH. Për një klasë më të lartë duktiliteti këto kërkesa priren të jenë më të rrepta për të përftuar një duktilitet lokal më të lartë.

7.3.3 Projektimi i mureve të holla duktile për objekte me DCM (Duktilitet të mesem)

- a) Në muret parësore sizmike do të duhej që vlera e forcës aksiale të normalizuar v_d të mos kalojë 0,4.

$$v_d = \frac{N_{ed}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0.4$$

- b) Në llogaritjen e rezistencës perkulëse të mureve nuk duhet të merret parasysh armatura e brinjës vërtikale.
- c) Prerjet tërthore të përbëra të murit, domethënë prerjet e murit të formës L, T, U, I, Z, duhet të merren si njësi integrale (të plota). Në çdo rast, EC8-1/2004 lejon zëvendësimin e prerjes tërthore, të cilat përbëhen nga një brinjë ose disa brinjë paralele me drejtimin e forcës prerëse vepruese sizmike dhe nga një pllakë ose disa pllaka normale me të. Është mendimi i autorit se ky thjeshtim nuk mund të ndihmojë shumë procedurën e projektimit, të paktën në perkulje, pasi çdo kombinim i ngarkesës korrespondon në një perkulje biaksiale. Prandaj modelet T ose I duhet të formohen për të dy drejtimet kryesoret, vektorët e momentit në çdo drejtim kryesor duhet të shpërndahen në elementet që veprojnë në këtë drejtim dhe kështu numri i verifikimeve duhet të jetë një shumëfish i 33 (Figura 9.12).

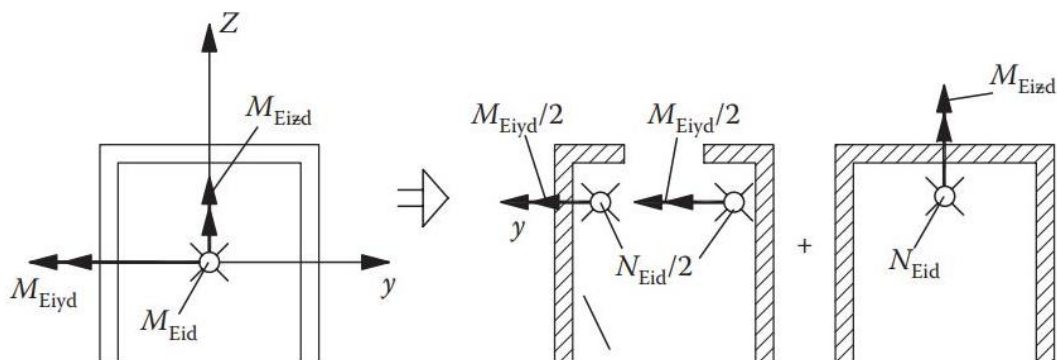


Figura 7.15 -Përkulja biaksiale e një prerje tërthore të përbërë:

Procedura e thjeshtuar që zëvendëson prerje tërthore të përbëra me prerje tërthore ortogonale me fllanxha.

Në të kundërt, për projektimin nga forcat prerëse e vetmja qasje realiste është thjeshtimi i mësipërm i rekomanduar nga Eurokodi. Në këtë aspekt, forcat prerëse V_{Eiyd} dhe V_i të çdo kombinimi të

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

ngarkesës shpërndahen në brinjë të veqanta, duke iu përgjigjur drejtimit të tyre në përpjesëtim me sipërfaqen e secilës brinjë. Nga kjo pikë këto brinjë janë dimensionuar në prerje si prerje tërthore ortogonale të pavarura

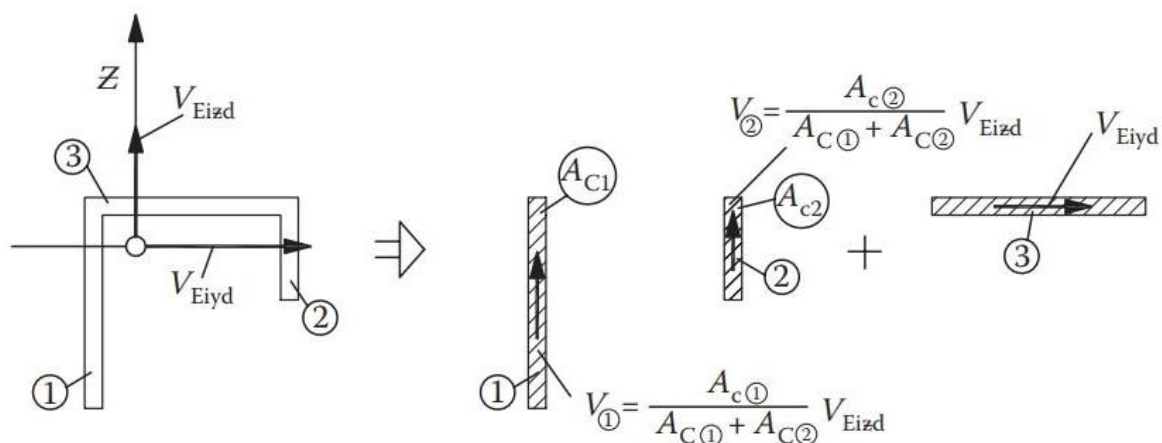


Figura 7.16 -Prerja biaksiale e një prerje tërthore të përbërë:

Procedurë e thjeshtuar duke zëvendësuar seksionin kryq të përbërë me elemente ortogonale në secilin drejtim.

Për llogaritjen e rezistencës në përkulje, këshillohet që gjerësia efektive e brinjës të merret duke u shtrirë nga faqja e brinjës me minimumin e

- gjerësisë reale të fletës
- gjysmës së largësisë nga një brinjë fqinjë e murit
- 25% të lartësisë totale të murit sipër nivelit të konsideruar.

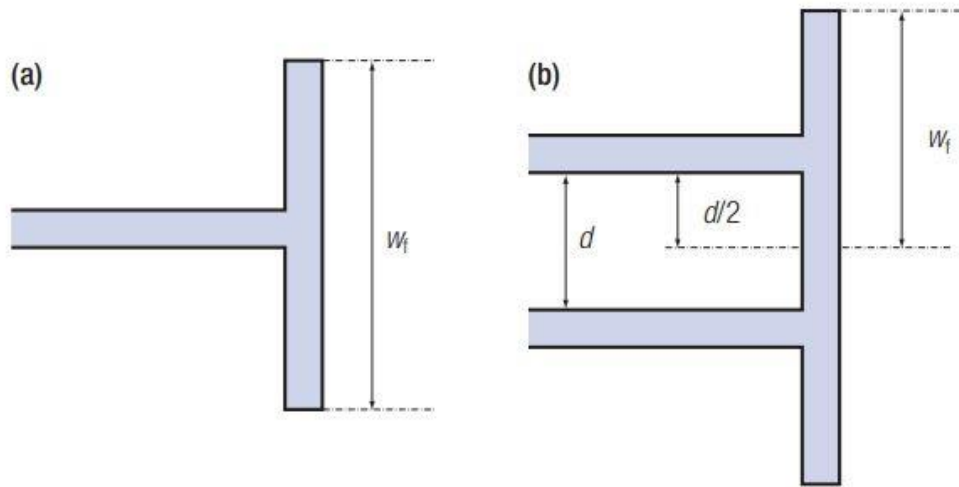


Figura 7.17 -Gjeresia efektive e brinjës - w_f

7.3.4 Konstruimi (detajimi) për duktilitet lokal

1) Lartësia h_{cr} e zonës kritike sipër bazës së murit mund të vleresohet si:

$$h_{cr} = \max(l_w, h_w / 6)$$

$$h_{cr} \leq \begin{cases} 2 \cdot l_w \\ h_s & \text{per } n \leq \text{me } 6 \text{ kate} \\ 2 \cdot h_s & \text{per } n \geq \text{me } 6 \text{ kate} \end{cases}$$

l_w – gjatësia e murit

h_w – lartësia e objektit

ku h_s është lartësia e pastër e katit dhe ku baza përkufizohet si niveli i themelit ose i zhytjes në katet nën nivelin e tokës (bodrumet) që kanë diafragma rigjide dhe mure perimetrale.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- 2) Në zonat kritike të mureve do të duhej të realizohet një vlerë e tillë μ_ϕ e faktorit të duktilitetit të kurbatures që të jetë të paktën e barabartë me vlerën e marrë nga shprehjet (5.4), (5.5) në pikën 5.2.3.4 (3) të Eurokodit 8 duke zëvendësuar në ato shprehje vlerën bazë të faktorit të sjelles q_o me produktin e shumëzimit të q_o me raportin M_{Ed} / M_{Rd} , referuar bazës së murit dhe situatës sizmike projektuese (M_{Ed} = momenti perkulës projektues sipas analizës; M_{Rd} = rezistenca perkulëse projektuese).

Duktiliteti i specifikuar më sipër μ_ϕ sigurohet me anë të një mbylljeje të duhur të rajonet e skajit të prerjes tërthore duke stafat si në figurën 7.18 dhe 7.19.

$$\mu_\phi = 2q_o - 1 \quad \text{nese } T_1 \geq T_c$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_o - 1) T_c / T_1 \quad \text{nese } T_1 < T_c$$

Ku q_o është vlera bazë korrespoduese e faktorit të sjelljes kurse T_1 është perioda themelore e ndërtesës, ku të dyja këto vlera i referohen planit vertikal në të cilën ndodh perkulja;

T_c është perioda e kufirit të sipërm të degës (zonës) me shpejtim constant në spektër.

- 3) Nëse nuk përdoret një metodë më e saktë, vlera μ_ϕ mund të përfitohet nëpërmjet armaturës shtrënguese (kufizuese) të vendosur në zonat skajore të seksionit tërthor, këto zona quhen elemente kufitare, shtrirja e të cilave përcaktohet sipas pikës të mëposhtme.

$$l_c \geq \left\{ \begin{array}{l} 1.5b_w \\ 0.15l_w \end{array} \right\}$$

Ndërsa sasia e armatures kufizuese (shtrënguese) do të duhej që të përcaktohet sipas pikave të mëposhtme.

$$\rho_{\min} = 0.5\%$$

$$\rho_{\max} = 4\%$$

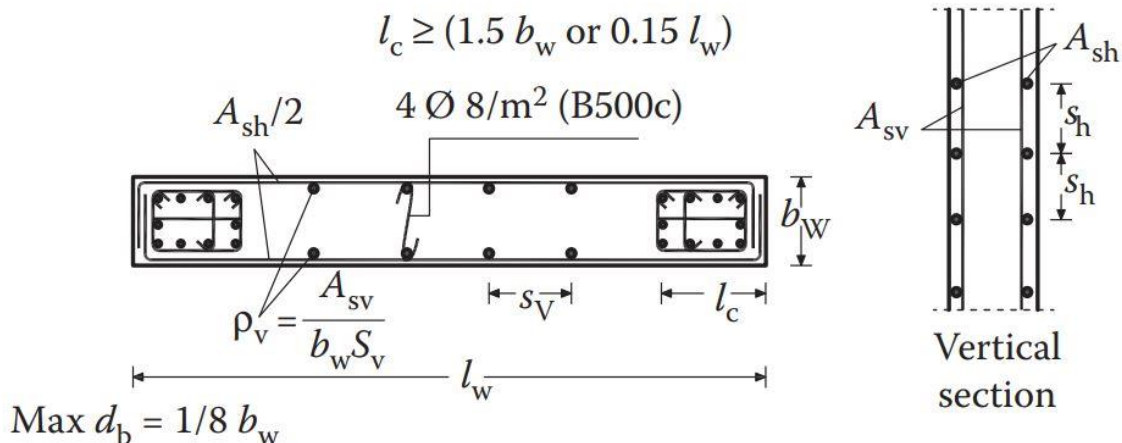


Figura 7.18 -Vendosja e armaturës tek muri duktil me prerje tërthore drejtkëndore

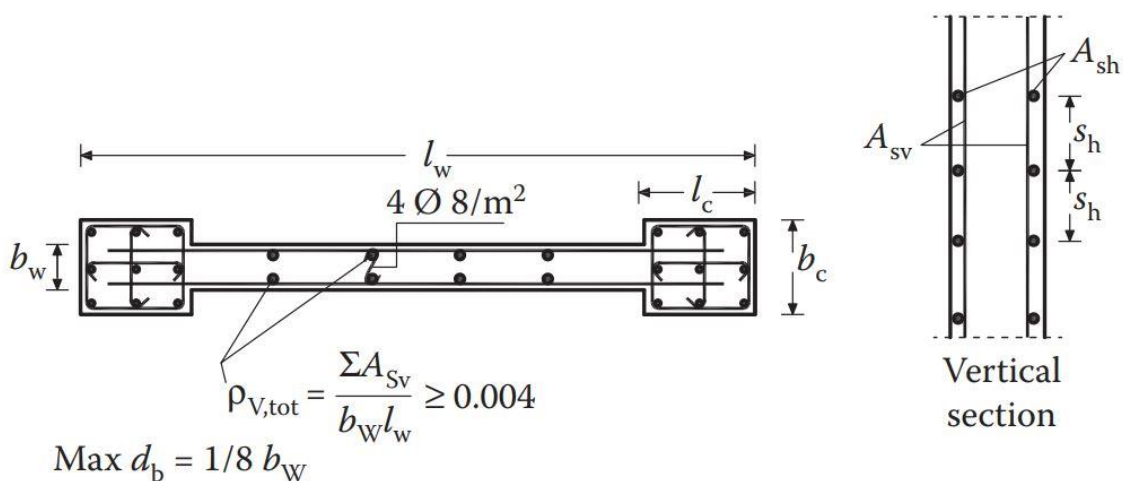


Figura 7.19 -Vendosja e armaturës tek muri duktil me prerje tërthore me elemente kufitare të shtrënguara.

- 4 Për muret me prerje drejtkëndore raporti volumetrik mekanik i armaturës së kërkuar kufizuese $\alpha_{\omega_{wd}}$ në elementet kufitare, do të duhej që të kënaq ekuacionin vijues (duke marrë vlerat μ_ϕ sa ato të specifikuara në pikën e mësipërme):

$$\alpha_{\omega_{wd}} \geq 30 \mu_\phi (v_d + \omega_v) \varepsilon_{sy,d} \frac{bc}{b_0} - 0.035$$

ku

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

ω_{wd} raporti volumetrik mekanik i stafave kufizuese (shtrënguese) në zonat kritike.

$$\omega_{wd} = \left[\begin{array}{l} \text{Vellimi i stafave kufizuese } f_{yd} \\ \text{Vellimi i berthames se betonit } f_{cd} \end{array} \right]$$

μ_{Φ} vlera e kerkuar e faktorit te duktilitetit te kurbatures;

v_d forca projektuese aksiale e normalizuar ($v_d = N_{ed} / A_c \cdot f_{cd}$)

$\epsilon_{sy, d}$ vlera projektuese e deformacionit të çelikut të tërhequr në gjendjen e rrjedhshmerisë;

h_c lartesia globale e prerjes terthore (paralel me drejtimin horizontal ne te cilin aplikohet vlera

μ_{Φ} e perdorur ne piken (6) te mesiperme);

h_o lartesia e berthames se prerjes tërthore (referuar vijes qendrore te stafave);

b_c gjeresia globale bruto e prerjes tërthore

b_o gjeresia e berthames te kufizuar apo te shtrenguar (refruar vijes qendrore te stafave);

α faktori i efektivitetit te shtrengimit (kufizimit), i barabarte me

- $\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$

a) per seksionet terthore drejtekendore:

$$\alpha_n = 1 - \sum b_1^2 / 6b_o h_o$$

$$\alpha_s = (1 - s/2b_o)(1-s/2h_o)$$

ku;

n numri total i shufrave gjatesore qe kapen anash nga stafat ose lidhjet terthore;

$$(\omega_v = \rho_v f_{yd} / f_{cd})$$

Ku ω_v eshte raporti mekanik i armatures te brinjes vertikale

Brenda elementeve kufitare në rajonin kritik vlera minimale prej ω_{wd} e barabartë me

- $\omega_{wd}=0.08$

5. Kufiri i specifikuar më sipër duhet të shtrihet vertikalisht mbi lartësinë h_{cr} të rajoni kritik dhe horizontal përgjatë një gjatësie l_c (figura 7.20) nga pika më ekstreme e sforcimeve

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

shtypëse të murit deri në pikën ku sforcimi është më i vogël se $\varepsilon_{cu2} = 0,0035$. Prandaj, elementi kufitar i kufizuar për një mur të seksioni ortogonal është i kufizuar në një distancë

$$l_c = x_u \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu,c}} \right)$$

Ku

$$x_u = (v_d + \omega_{vd}) \frac{l_w \cdot b_c}{b_o}$$

Deformimi në gjendjen e kurbaturës së fundit $\varepsilon_{cu2,c}$ lidhet me shkallën e mbylljes $\alpha\omega_{wd}$ nëpërmjet shprehjes së mëposhtme:

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0.0035 + 0.1\alpha\omega_{wd}$$

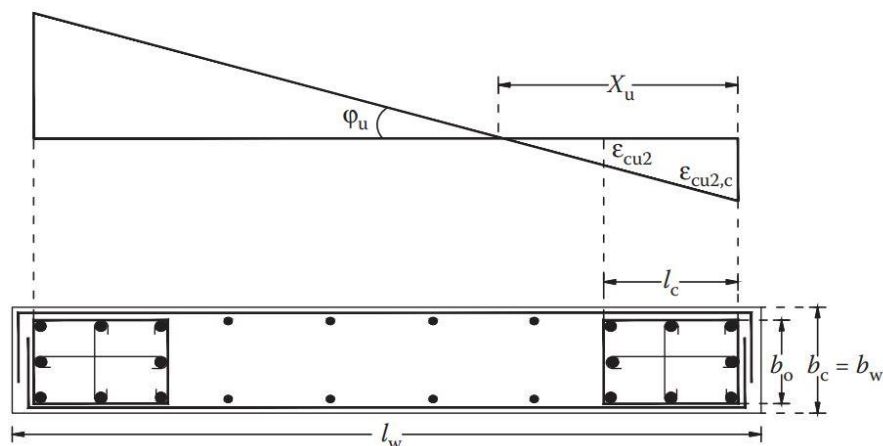


Figura 7.20 -Element kufitar i shtrënguar (i kufizuar) i fundit të murit me skaje të lira

(sipër :deformimet në gjendjen e kurbaturës së fundit ;poshtë: prerja tërthore e murit)

7.3.5 Detajimi i armimit ne rajonet kritike

Në rajonet kritike brenda elementëve kufitarë, stafa të mbyllura dhe stafa “S”, prej një diametri së paku 6 mm, duhet të vendosen në një hap të tillë që të sigurohet një duktilitet minimal dhe të ndalohet epja lokale e shufrave gjatësore. Hapi “s” midis stafave të mbyllura (në milimetra) nuk duhet të kapërcejë vlerën:

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

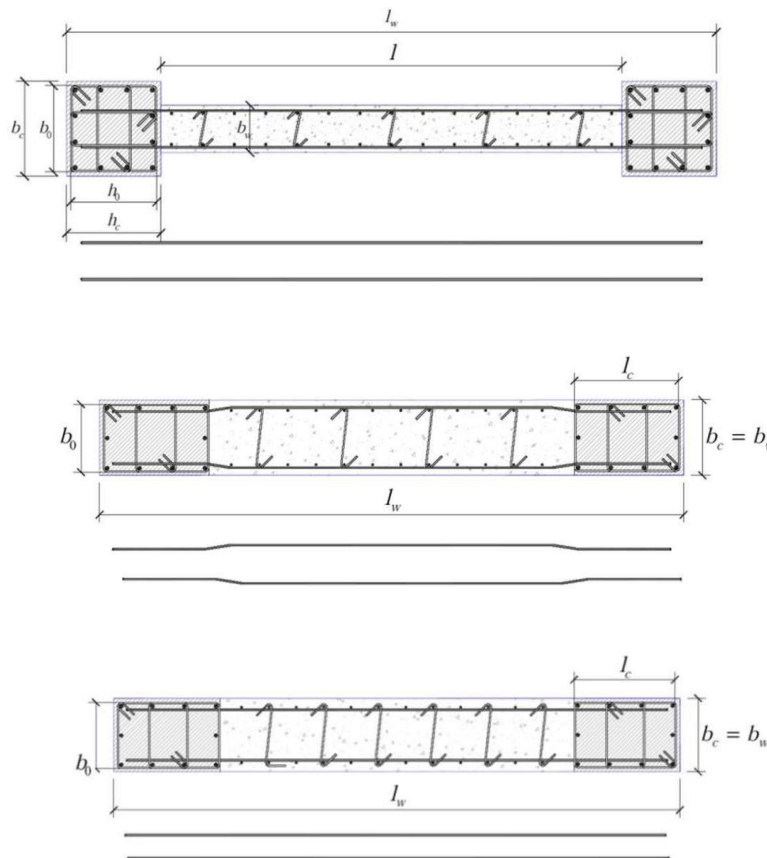
$s = \min (b_0 / 2; 175; 8dbL)$ në milimetra

b_0 (në milimetra) - është përmasa minimale e bërthamës prej betoni (referuar vijës qendrore të stafave të mbyllura)

dbL - është diametri minimal i shufrave gjatësore (në milimetra).

Largësia midis shufrave gjatësore të njëpasnjëshme të kapura nga stafa të mbyllura ose stafa "S" nuk duhet të jetë më e madhe se 200 mm, duke u bazuar në EN 1992-1-1:2004, 9.5.3(6)

Në lartësinë e murit sipër rajonit kritik për armaturën vertikale, horizontale dhe tërthore, aplikohen vetëm rregullat përkatëse të EN 1992-1-1:2004. Megjithatë, këshillohet që, në ato pjesë të prerjes tërthore, ku në situatën sizmike të projektimit, deformacioni shtypës ϵ_c kapërcen 0,002, të parashikohet vendosja e një minimumi armature vertikale me raport prej 0,005.



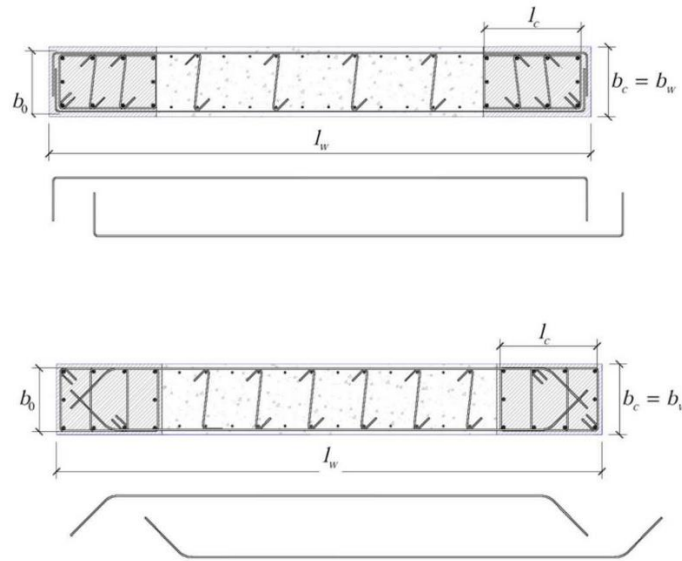


Figura 7.21 -Raste të ankorimit të shufrave horizontale të brinjës së murit

7.3.6 Projektimi i mureve të holla duktile për objekte me DCH (Duktilitet të lartë)

7.3.6.1 Kufizimet gjeometrike

Përveç asaj që është specifikuar për muret duktile të ndërtesave DCM, vendosen disa kërkesa shtesë si më poshtë:

- Dimensionet minimale të elementeve te skajshme janë dhënë në paragrafin përkatës për elementët kufitarë të kufizuar.
- Duhet të shmangen hapjet e rastësishme që nuk janë të vendosura në mënyrë të rregullt për të formuar mure të çiftëzuara, përveç nëse ndikimi i tyre është ose i parëndësishëm ose llogaritet në dimensionimin dhe projektimin e analizës.

7.3.6.2. Rezistenca në përkulje

- Rezistenca përkulëse vlerësohet si për muret DCM.
- Vlera e ngarkesës aksiale të normalizuar v_d duhet të kufizohet në 0.35, domethënë

- $$v_d = \frac{N_{ed}}{A_c \cdot f_{cd}} \leq 0.35$$

7.3.6.3 Shkatërrimi i diagonales së shtypur të brinjës për shkak të prerjes

Vlera e V_{Rdmax} duhet të llogaritet si më poshtë:

- a) Jashtë rajonit kritik

Vlera e V_{Rdmax} duhet të llogaritet si në rastin e shtyllave me gjatësi i krahut të brendshëm të forcave $z = 0.8lw$ dhe $\tan\theta = 1$ (Figura 7.22).

- b) Në rajonin kritik, rezistenca në prerje është e kufizuar në 40% të vlerës së jashtme rajoni kritik për të përballuar degradimin e prerjes së betonit në rajonin kritik nën ngarkimin ciklik.

7.3.6.4 Shkatërrimi i diagonales së tërhequr të brinjës për shkak të prerjes

Llogaritja e armaturës së brinjës për kontrollin e gjendjes së fundit kufitare (ULS) në prerje bëhet si në rastin e shtyllave por me gjatësi të krahut të brendshëm të forcave $z = 0.8lw$ dhe $\tan\theta = 1$, nëse raporti:

$$\alpha_s = \frac{M_{ed}}{V_{ed} \cdot l_w} \geq 2.0$$

Edhe në rastin e mureve të hollë, projektimi i diagonales së tërhequr duhet të kryhet si në rastin e mureve të ulta. Ky rregull ka kuptim në thelb për pjesën e sipërme kate të sistemeve duale. Në këto sisteme, ndërsa M_{ed} është dhënë nga diagrami i cili është linear mbi të gjithë lartësinë e ndërtesës, Diagrami V_{ed} , për shkak të projektimit sipas kapaciteteve, është mbivlerësuar në katet e sipërme, dhe për këtë arsye, shumë shpesh, raporti $M_{ed}/V_{ed} l_w$ rezulton në vlera më të vogla se 2. Pra, armimi në katet e sipërme del të jetë shumë më i madh.

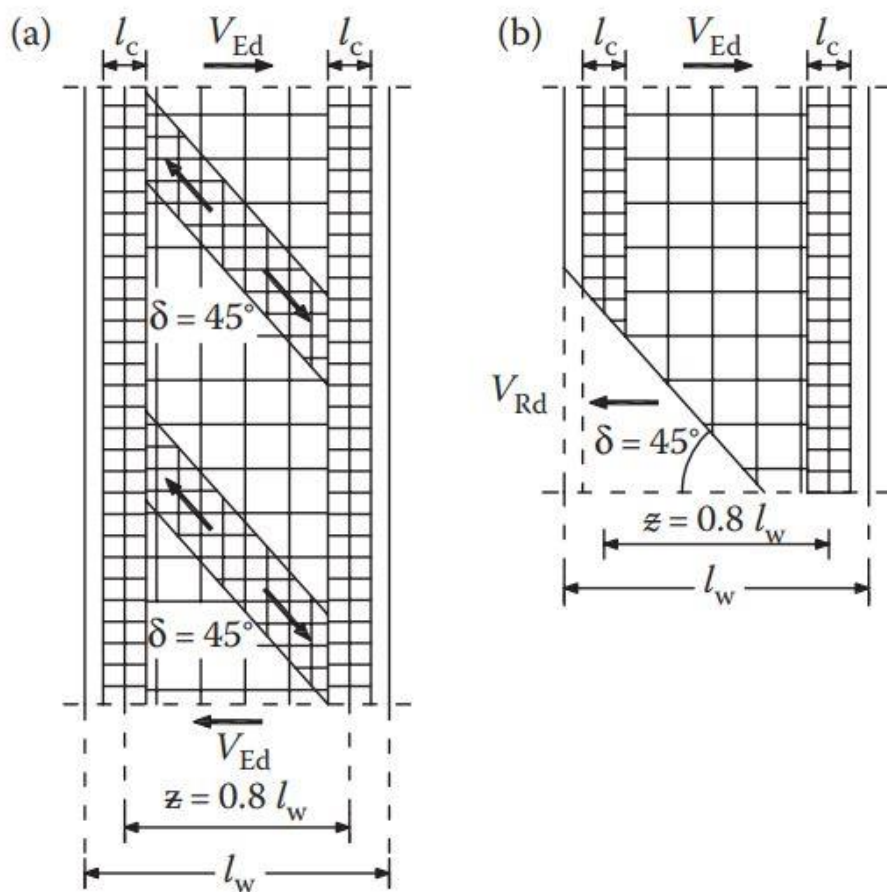


Figura 7.22 - Rezistenca diagonale e prerjes VRd

7.3.6.5 Shkatërrimi në rrëshqitje nga prerja

Në planet potenciale rrëshqitjes për shkak të forcës prerëse (në nyjat e ndërtimit ose nyjat ku ndërpritet betoni) brenda rajonit kritik kushti vijues kënaqet:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,S}$$

Ku $V_{Rd,S}$ është vlera projektuese e rezistencës në prerje kundrejt rrëshqitjes

$$V_{Rd,S} = V_{dd} + V_{id} + V_{fd}$$

$$V_{dd} = \min \begin{cases} 1,3 \cdot \sum A_{sj} \cdot \sqrt{f_{cd} \cdot f_{yd}} \\ 0,25 \cdot f_{yd} \cdot \sum A_{sj} \end{cases}$$

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

$$V_{id} = \sum A_{si} \cdot f_{yd} \cdot \cos \varphi$$

$$V_{fd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \mu_f \cdot \left[\left(\sum A_{sj} \cdot f_{yd} + N_{sd} \right) \cdot \xi + M_{Ed} / z \right] \\ 0,5\eta \cdot f_{cd} \cdot \xi \cdot l_w \cdot b_{wo} \end{array} \right.$$

ku:

V_{dd} rezistenca lidhese e shufrave vertikale;

V_{id} rezistenca ne prerje e shufrave te pjerrta (ne kendin φ kundrejt planit potencial te rreshqitjes, p.sh. e nyjes konstruktive);

V_{fd} rezistenca ne ferkim (nga ferkimi);

μ_f koeficienti i ferkimit te betonit me beton (beton-beton) ne kushtet e veprimeve ciklike, i cili, per siperaqe te ashpra, mund te merret sipas Kushteve Teknike te Projektimit te konstruksioneve betonarme (sipas pikes 6.2.5 te Eurokodit 2 –EN-1-1:200X, mund te merret, per siperaqe te ashpra, i barabarte me 0.65).

z krahu i brendshem i leves;

ξ lartesia thellesia e normalizuar e aksit neutral;

$\sum A_{sj}$ shuma e siperaqeve te shufrave vertikale te brinjës ose e shufrave shtese te vendosura ne elementet kufitare posaçerisht per rezistence kundrejt rreshqitjes;

$\sum A_{si}$ shuma e siperaqeve te te gjitha shufrave te pjerrta ne te dy drejtimet; per kete qellim rekomandohet perdorimi i shufrave me diameter te madh;

$\eta = 0,6(1 - f_{ck}(\text{MPa})/250)$ (sipas Rregullave Teknike ne fuqi te Projektimit te konstruksioneve betonarme (te Eurokodet ,shih shprehjen (6.6) te Eurokodit 2-EN 1992 –1-1:200X)

N_{sd} merret positive kur eshte shtypese

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Vendosja e armaturës në formë x që kryqëzon bashkimin rrëshqitës në rajonin kritik nuk është i detyrueshëm; është në dorën e projektuesit të vendosë nëse ai përdor përforcim shtesë vertikal të rrjetës ose armaturë në formë x. Duhet të theksohet se rregullimi i shufrave në formë x në mure nuk është një detyrë e lehtë nga këndvështrimi i konstruktivitetit.

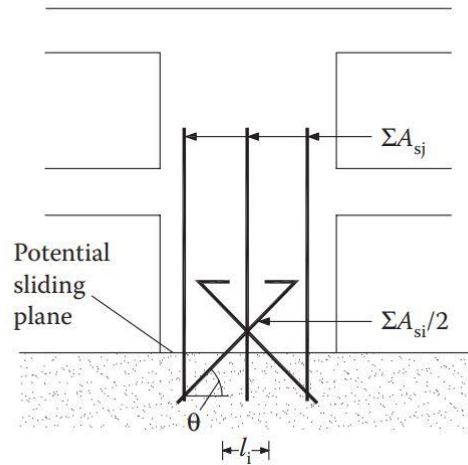


Figura 7.23 -Përdorimi i armaturës diagonale tek muri në vendin potencial të rrëshqitjes

Shufrat e pjerrëta duhet të ankorohen plotësisht në të dy anët e bashkimit të mundshëm rrëshqitës. Duhet gjithashtu të theksohet se shufrat e tilla, nëse vendosen pas projektimit të përgjithshëm të murit si rezultat i një projektimi lokal për murin që rrëshqet në nyjen e bazës, çojnë në një rritje të rezistencës së përkuljes së murit dhe për rrjedhojë në një rritje të forcës prerëse të bazës që rezulton nga procedura e projektimit të kapacitetit. Kjo rritje e momentit të përkuljes mund të vlerësohet si më poshtë (Figura 7.24)

$$\square MRd = \frac{1}{2} \sum A_{si} \cdot f_{yd} \cdot \sin \varphi \cdot l_i$$

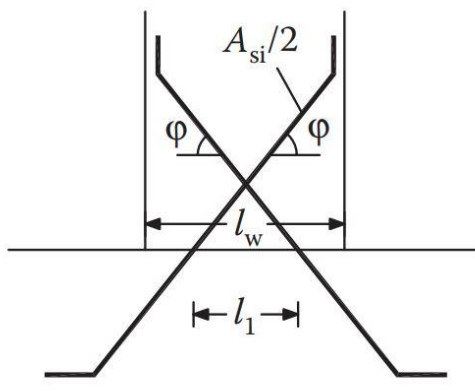


Figura 7.24 -Rritja e rezistencës së përkuljes në bazën e muri për shkak të vendosjes së armaturës në formën X.

Përndryshe, rezistenca e prerjes V_{id} e shufrave të pjerrëta mund të reduktohet në vend të rritjes së V_{Ed} për shkak të ΔM_{Rd} . Në këtë kontekst, V_{id} merr formën:

$$V_{idred} = \sum A_{si} \cdot f_{yd} \cdot (\cos \phi - 0.5l_1 \sin \phi / \alpha_s \cdot l_w)$$

Kjo shprehje rezulton shumë lehtë nga shprehjet e mëposhtme. Rritja ΔV_{Ed} e V_{Ed} për shkak të rritjes së momenteve bazë me ΔM_{Rd} mund të rrjedh nga shprehja:

$$\alpha_s = \frac{\square Med}{\square Ved \cdot l_w} \cong \frac{\square Med}{\square VRd \cdot l_w}$$

$$\square VRd \cong \frac{\square MRd}{l_w \cdot \alpha_s}$$

Duke e marrë parasysh se:

$$V_{idred} = V_{id} - \square V_{Rd}$$

Përveç rregullave për ndërtesat DCM të paraqitura paraprakisht, EC8- 1/2004 specifikon disa rregulla shtesë për ndërtesat DCH, të cilat janë dhënë më poshtë:

Brenda elementeve kufitare në rajonin kritik vlera minimale prej ω_{wd} e barabartë me

- $\omega_{wd}=0.12$

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Në të njëjtën kohë, për përforcimin kufizues të elementeve kufitare që është diametri i armatures, hapësira e tyre dhe distanca midis shufrave të njëpasnjëshme gjatësore rregullat e specifikuara për rajonin kritike të shtyllave të ndërtesave DCH specifikohen edhe në rastin e mureve të hollë DCH.

- a) Rajoni kritik zgjatet për një kat më shumë se rajoni kritik për objektet me DCM, por vetëm me gjysmën e armaturës kufizuese të kërkuar në një zonë kritike.

Sasia minimale e armaturës është specifikuar për të parandaluar plasaritjen e parakohshme të prerjes së rrjetës. Ky përforcim ofrohet në formën e dy rrjetave të shufrave, një në secilën faqe të murit. Rrjetat duhet të lidhet përmes lidhjeve tërthore të distancuara në rreth 500 mm, diametri i këtyre rrjetave të jetë i kufizuar me shprehjen e më poshtme:

- $\rho_{l,\min} = \rho_{v,\min} = 0,002$
- $8.0mm \leq d_{web} \leq b_{w0} / 8$

Për mbrojtjen e nyjeve konstruktive horizontale jashtë rajonit kritik kundër plasaritje, duhet të jetë një sasi minimale e armaturës vertikale të ankoruar plotësisht të ofruara nëpër nyje të tilla.

Raporti minimal i këtij përforcimi ρ_{\min} jepet nga shprehja:

$$\rho_{\min} \geq \begin{cases} \left(1,3 \cdot f_{cd} - \frac{N_{Ed}}{A_w} \right) / \left(f_{yd} \cdot \left(1 + 1,5 \sqrt{f_{cd} / f_{yd}} \right) \right) \\ 0,0025 \end{cases}$$

ku A_w është sipërfaqja e përgjithshme horizontale e seksionit tërthor të murit, dhe ndërkaq N_{sd} merret positive nëse është shtypëse.

8 MURET E ÇIFTËZUARA

8.1 Kuptimi i mureve të çiftëzuara

Përderisa siq u tha edhe më herët muri duktil quhet muri i cili projektohet dhe detajohet me rregullat e eurocodit 8 ashtu që energjia sizmike të shpërndahet në një çërnierë plastike të vetme e cila formohet në bazën e murit, ndërsa muri në pjesën tjetër të gjatësisë së tij mbetet elastik dhe ky mur nuk ka hapje ose shpime të mëdha sipër bazës së tij, në anën tjetër **Mur i çiftëzuar (i lidhur)** quhet një element strukturor i përbërë nga dy ose më shumë mure të veçante, të lidhur sipas një modeli të rregullt me anë të trajeve duktile të konceptuar në mënyrë adekuate (“trarë çiftëzues”), të aftë të zvogëlojnë të paktën me 25% shumën e momenteve përkulëse në bazë, të cilët do të shfaqeshin në muret e veçantë, nëse këto mure do të punonin të ndarë nga njeri tjetri.

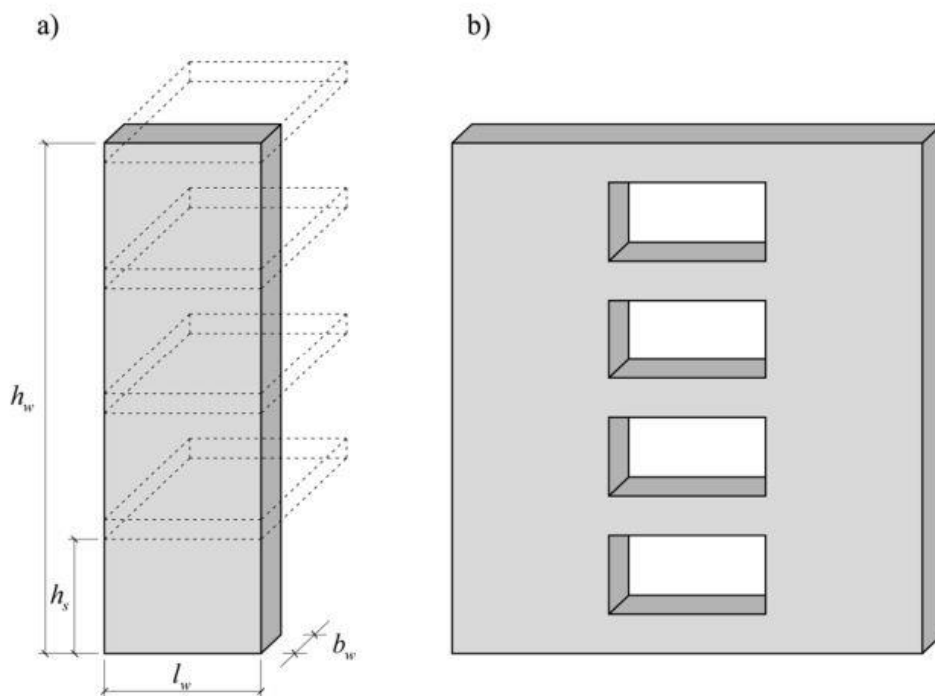


Figura 8.1 -a)Muri duktil, b)Muri i çiftëzuar

Kur muret prerëse vendosen në perimetrin e ndërtesës, shumë shpesh kanë formë e mureve të lidhura me trajë të vendosura sipër hapjeve të dyerve ose dritareve në fasadë të ndërtesës .

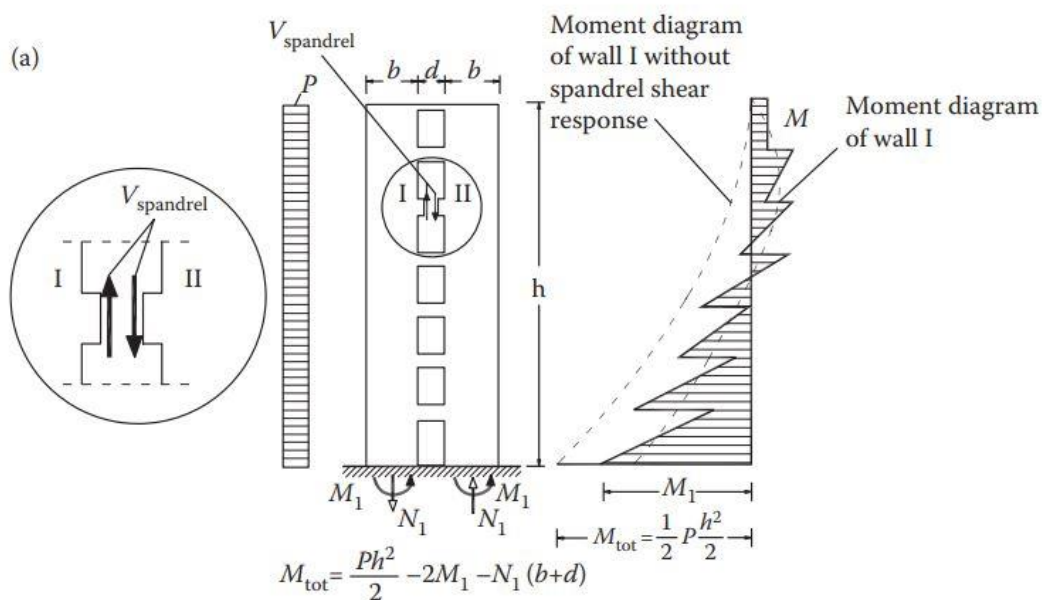


Figura 8.2 -Diagrami i momenteve në Murin I – pa hapje, dhe diagrami i momenteve në Murin II – muri me hapje.

Diagramet e momenteve të këtyre sistemeve janë paraqitur në figurën 8.3. Karakteristikë kryesore nga këto diagrame është se momenti në bazën e secilit prej dy mureve është më i vogël se gjysma e momentit të bazës që do të paraqitej në rast që shtangësia e hapësirave në mes të hapjeve është zero. Në fakt, me rritjen e shtangësisë së kësaj hapësire, momenti i bazës së murit zvogëlohet, në formën kufitare të figurës 8.3.

Kjo i atribuohet faktit se një përqindje e momentit total të jashtëm të modelit të ngarkesës horizontale bartet në disa forca të brendshme aksiale N_1 dhe N_2 në bazën e dy mureve të lidhura. Këto forca aksiale shkaktohen nga forcat prerëse të hapjeve (Figura 8.2 a). Forcat prerëse të shufrave marrin vlera të larta dhe alternative për shkak të ciklit të lëvizjeve sizmike.

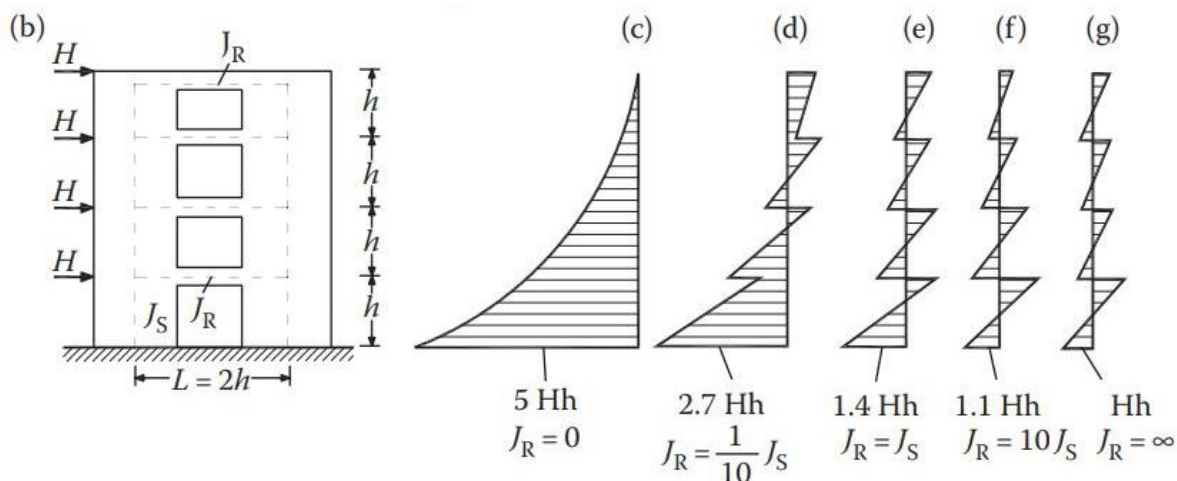


Figura 8.3 -Ndryshimi i momenteve të murit, në bazë të ndryshimit të shtangësisë J_R

8.2 Sjellja inelastike e mureve të çiftëzuara

Përveç procedurës analitike për përcaktimin e forcave të brendshme bazuar në procedurën lineare elastike, nga provat eksperimentale, janë nxjerrë përfundimet e mëposhtme.

- Kërkesa për duktilitet të hapësirat mes hapjeve (llambave) përsa i përket rrotullimeve θ_p/θ_y arrin vlerën prej rreth 3.5, ndërsa muret e çiftëzuara vazhdojnë të jenë në intervalin elastik.

- Nëse kërkesa për duktilitet te muret në bazën e tyre ka vlerën 4, kërkesa për duktilitet për hapësirat mes hapjeve (llambave) arrin vlerën rreth 11. Prandaj nevojitet një përkushtim i veçantë për sigurimin e kapaciteteve me duktilitet të lartë për hapësirat mes hapjeve (llambave) (Figura 8.4, pozicioni 1).

- Duke pasur parasysh se ngarkesa horizontale sizmike kundërbalancohet nga momente në bazë fikse të kombinuara me ngarkesa aksiale të shenjës së kundërt, është e dukshme se në çdo cikël gjysmë ngarkimi, njëri prej mureve i nënshtrohet veprimit të konsiderueshëm shtesë të përkuljes dhe prerjes. Kjo gjendje e ngarkesës mund të ndikojë negativisht në kapacitetin e tërheqjes diagonale të murit (Figura 8.4, pozicioni 2).

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- Rrëshqitja e mureve në bazën e tyre gjithashtu përbën një mekanizëm eventual të dështimit (Figura 8.4, pozicioni 3).

- Nga të gjitha që u thanë më sipër shihet se nëse sigurohet duktiliteti i hapësirave mes hapjeve (llambave) dhe në rrjetën e tyre nuk shfaqet asnjë defekt parandalues i prerjes, muret duktile të çiftëzuara sigurojnë një sistem duktil efektiv kundër veprimit sizmik. Për këtë arsye EC8-1/2004 i klasifikon muret e çiftëzuara në një kategori më të lartë 'sjelljeje' sesa muret duktile të holla të izoluara (të vetme). Një kusht themelor për karakterizimin e dy ose më shumë mureve duktil të lidhur (çiftëzuar) me trarë është se momentet e tyre fikse reduktohen me të paktën 25%, për shkak të lidhjes së tyre në krahasim me momentet me fund të fiksuar të mureve individuale.

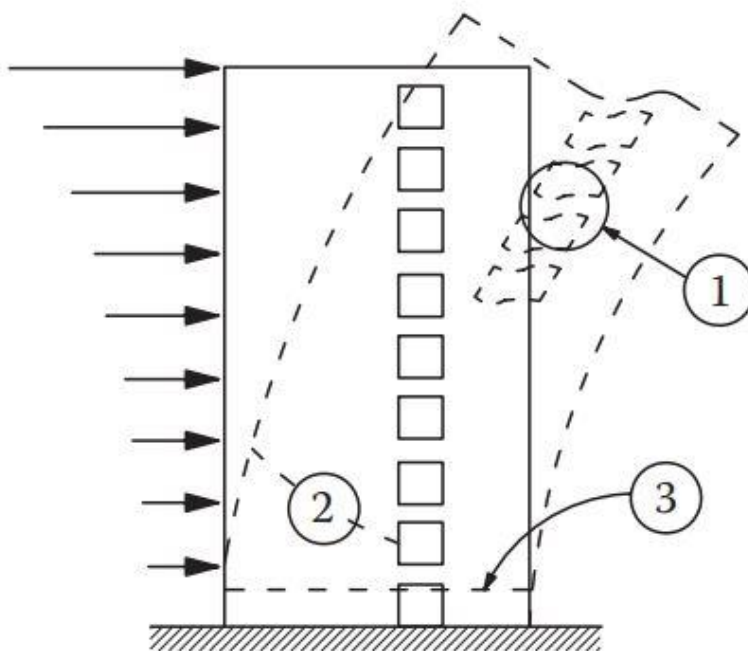


Figura 8.4 -Zonat kritike të sjelljes së mureve të çiftëzuara

8.3 Metoda të armimit te mureve të çiftëzuara

Është verifikuar nga prova të gjera eksperimentale që nëse hapësirat mes hapjeve përforcohen me armaturë në formë të shkronjës X duke e ancoruar mirë në mur, muret shfaqin një duktilitet shumë

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

të lartë në raport me muret e përforcuara në mënyre konvencionale të cilat janë të armuar me armature vertikale dhe stafa ne zonat e shtrenguara (flangjat) në dy anët e murit si dhe armatura rrjetë në zonën tjetër të murit.

Edhe në rastin e shtyllave të shkurtërta ku mbizotëron ngarkesa aksiale, ky lloj përforcimi është prezantuar si një zgjidhje alternative (Tegos dhe Penelis, 1988). Për këtë arsye ky lloj armimi në formë x të vendosur në formë të pjerrët, të fshehur nën hapje për të shmangur përkuljen është miratuar nga të gjitha Kodet Sizmike moderne.

Efekti në rezistencën në prerje jepet përmes forcës prerëse V_{Rdx} :

$$V_{Rdx} = 2A_{si} f_{yd} \sin \alpha$$

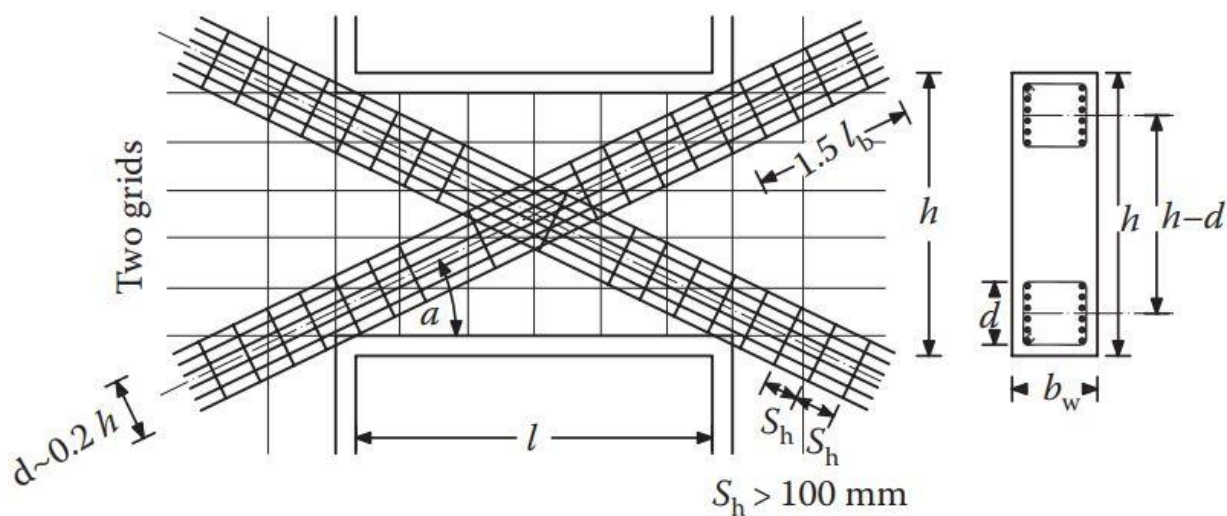


Figura 8.5 -Përforcimi me armature X ne hapësirat mbi hapje (tek trajet e çiftezuara)

$$V_{Rdx} = 2A_{si} f_{yd} \sin \alpha$$

Ku:

V_{Rdx} - Forca prerese projektuese ne elementin e çiftezuar

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

A_{si} - Sipërfaqja totale e armaturës në dy drejtimet diagonale

α - këndi midis aksit të traut dhe armaturës diagonale

Nga ana tjetër, efekti në momentin e përkuljes jepet përmes shprehjes M_{Rdx} :

$$M_{Rdx} \cong (h-d)A_{si}f_{yd}\cos\alpha$$



Figur 8.6 -Rasti i përforcimit me armaturë të formës X- hapësirat mbi hapje (tek trajet e çiftezuara).

Sa i përket mureve të çiftëzuara, lindin dy çështje:

- Forca e madhe tërheqëse në bazën e mureve dhe ndikimi i saj në rezistencën e tyre në prerje. Nga provat ekzistuese eksperimentale (Santhakumar, 1974; Park dhe Paulay, 1975; Abrams, 1991) është arritur në përfundimin se projektimi i rezistencës së përshtatshme në prerje i parashikuar nga Kodet moderne për muret e holla duktile siguron gjithashtu rezistencë të përshtatshme në prerje për muret e çiftëzuara.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- Projektimi në përkulje në rajonet kritike të mureve duhet të marrë parasysh shenjen e forcës aksiale në lidhje me shenjën e momentit përkatës (Figura 8.7 rasti c). Ky kombinim i shenjave rezulton në përforsim më të fortë në pjesën e jashtme të fllanxhave të mureve të çiftëzuara sesa ato të brendshme. Në rastin kur analiza është kryer duke përdorur analizën modale, ky diskriminim nuk mund të bëhet lehtë, pasi të gjitha rezultatet kanë një shenjë pozitive.

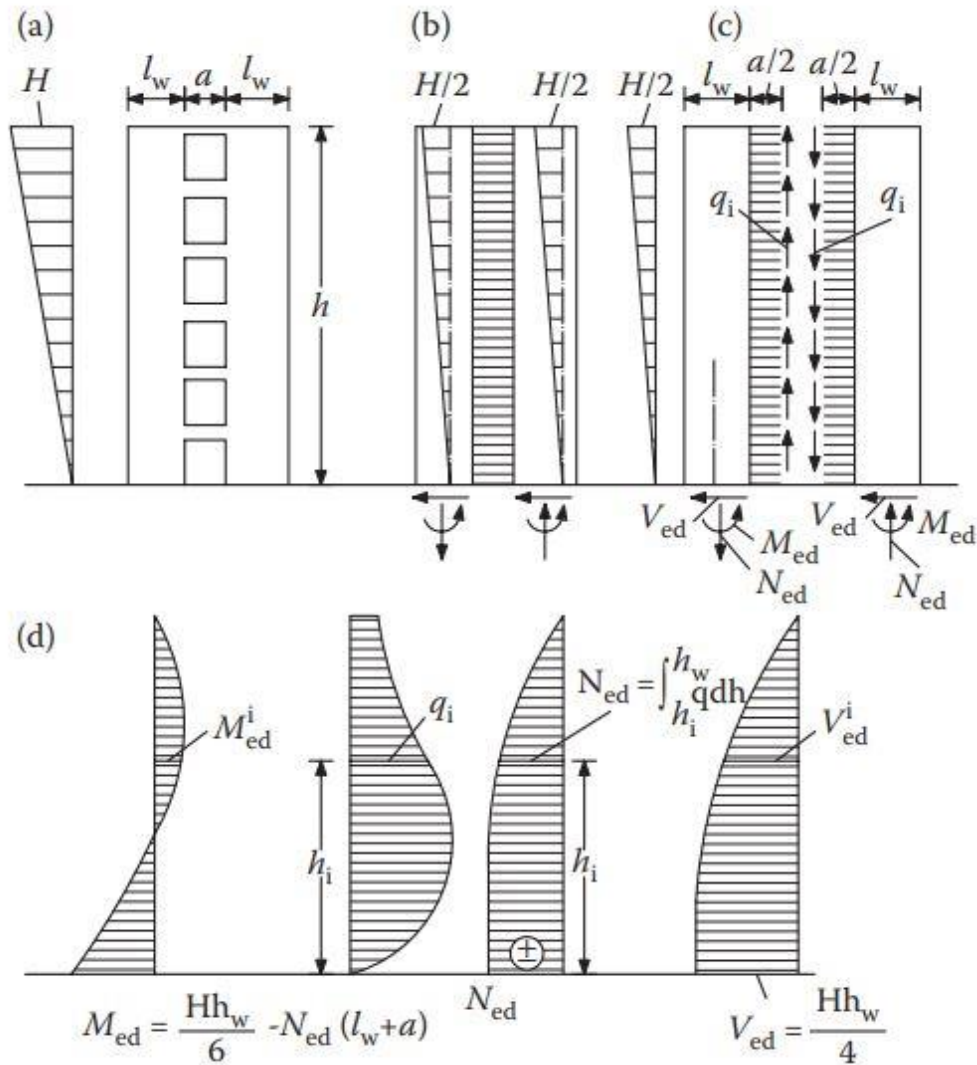


Figura 8.7 -Sjellja strukturore e mureve të çiftëzuara

8.4 Dispozitat e projektimit të mureve të çiftëzuara duktile të hollë

Siç u tha edhe tashmë, dy ose më shumë mure konsiderohen të mure të çiftëzuar nëse janë të lidhur me trarët lidhës të cilët gjithashtu quhen traje të çiftëzuar të cilët zvogëlojnë momentet në bazën e mureve individuale të paktën 25%. Prandaj, lidhja e mureve me pllaka nuk duhet të merret parasysh, pasi nuk është efektiv.

Rregullat për trarët duktil të DCH mund të zbatohen edhe për llambat, vetëm në rastin kur plotësohet të paktën një nga kushtet e mëposhtme:

- Është jo e mundur që të ndodhin plasaritje në të dyja drejtimet diagonale. Kjo konsiderohet se ndodh nëse:

$$V_{Ed} \leq f_{ctd} b_w (h - d)$$

- Sigurohet një mënyre shkatërrimi e dominuar nga përkulja. Kjo konsiderohet se ndodh kur

$$l / h \geq 3.0$$

- Nëse asnjë nga kushtet e mësipërme nuk plotësohet, rezistenca ndaj veprimeve sizmike duhet të sigurohet nga përforcimi i vendosur përgjatë dy diagonaleve të traut (Figura 8.5).

Në këtë rast:

$$M_{Ed} \leq (h - d) A_{si} f_{yd} \cos \alpha$$

$$V_{Ed} = 2 A_{si} f_{yd} \sin \alpha$$

Ku

$$V_{Ed} = 2 M_{Ed} / l$$

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

- Armatura diagonale vendoset në elementet e ngjashëm me shtyllat me një përmasë të paktën sa $0,5 b_w$; gjatësia e ankorimit të armaturës e kalon me 50% atë të kërkuar nga Rregullat Teknike në fuqi të Projektimit të Konstruksioneve betonarme (te Eurokodet , nga Eurokodi 2 – EN 1992 – 1 – 1 : 200 X).
- Përreth këtyre elementeve të ngjashëm me shtyllat sigurohet vendosja e stafave në mënyrë që të shmanget humbja e qëndrueshmërisë e shufrave gjatësore. Do të duhej që largësia s midis stafave të mos kaloj 100 mm.
- Në të dy faqet anësore të traut sigurohet vendosja e armaturës gjatësore dhe tërthore, duke respektuar kërkesat minimale të Rregullave Teknike në fuqi të Projektimit të Konstruksioneve betonarme (te Eurokodet, te Eurokodi 2 – EN 1992 – 1 – 1). Do të duhej që armatura gjatësore të mos ankorohet (inkastrohet) në trarët e çiftezuar, por vetëm të zgjatet në brendësi të murit me 150 mm.

9. SHEMBULLI I ANALIZIMIT TË NJË STRUKTURE BETONARME ME MURE

9.1. Përshkrimi i struktures dhe karakteristikat

Struktura që kemi marrë për analizim ka etazhitet $n=3$ kate, lartësia e kateve është $h=3\text{m}$ ku lartësia totale e strukturës është $H=9\text{m}$.

Gjatësia e struktures: $L=28.0$ metra ($L=7+7+7+7$) m

Gjerësia : $B=35.0$ m ($B=7+7+7+7+7$) m

Struktura ka një plan (bazë) të formës së drejtkëndëshit.

Struktura konsiderohet se i takon zonës sizmike andaj është projektuar sipas rregullave të EC8.

Sistemi strukturor i ndërtesës është sistem me mure.

Struktura nga betonarme të përforcuar me 3 etazhe me pllaka monolite nga betoni i armuar.

Forma e prerjes tërthore të shtyllave është rezultat i zgjidhjes arkitektonike, ndërkaq, përmasat e tyre kanë rezultuar nga analizat dhe dimensionimet përkatëse.

Sistemi strukturor është klasifikuar si sistem me mure mbajtëse si mure njëfishe (pasi që muret pranojnë më tepër se 65% të forcës horizontale të aplikuar në baze).

Pllaka (e kulmit dhe e meskatit) është nga betoni i armuar e cila punon në dy drejtime, me trashësi $d=20,0$ cm.

Shtyllat janë nga betoni i armuar, në fushat e mesit me dimensione të prerjes tërthore (40x40)cm, ndërsa në perimetër me dimensione të prerjes tërthore (30x80)cm, gjegjësisht (80x30)cm.

Muret janë nga betoni i armuar, me dimensione të prerjes tërthore (30x600)cm.

Kornizat kanë 5 fusha në drejtimin X dhe 4 fusha në drejtimin Y. Në çdo drejtim (X dhe Y) fushat janë 7 metra të gjatë.

Për të gjitha punët e betonit është paraparë betoni me klasë C- 30/37 dhe çeliku me klasë S-500 B. Ngarkesat projektuese të aplikuara në këtë analizë përfshijnë ngarkesat shfrytëzuese, ngarkesat gravituese (ngarkesa e përhershme), ngarkesa sizmike, të bazuara në kategorinë e shfrytëzimit dhe lokacionin e objektit.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Planimetria e konstruksionit:

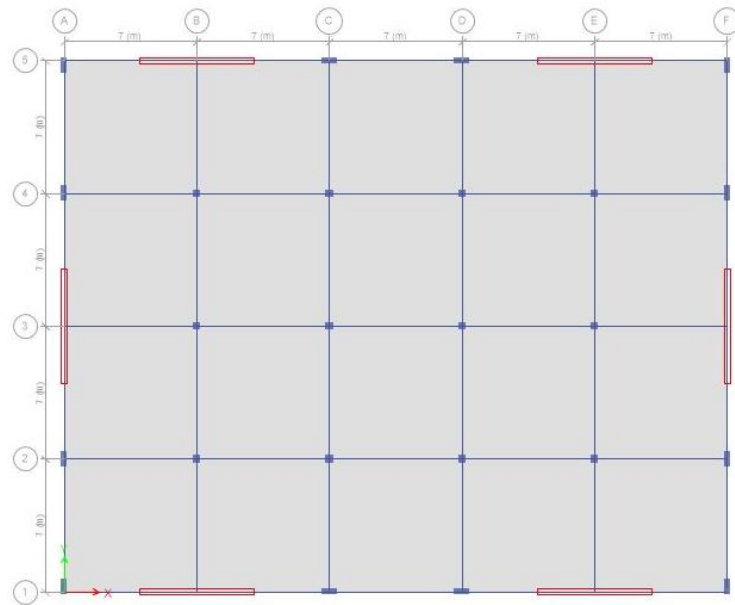


Figura 9.1 - Dukja e bazës së strukturës

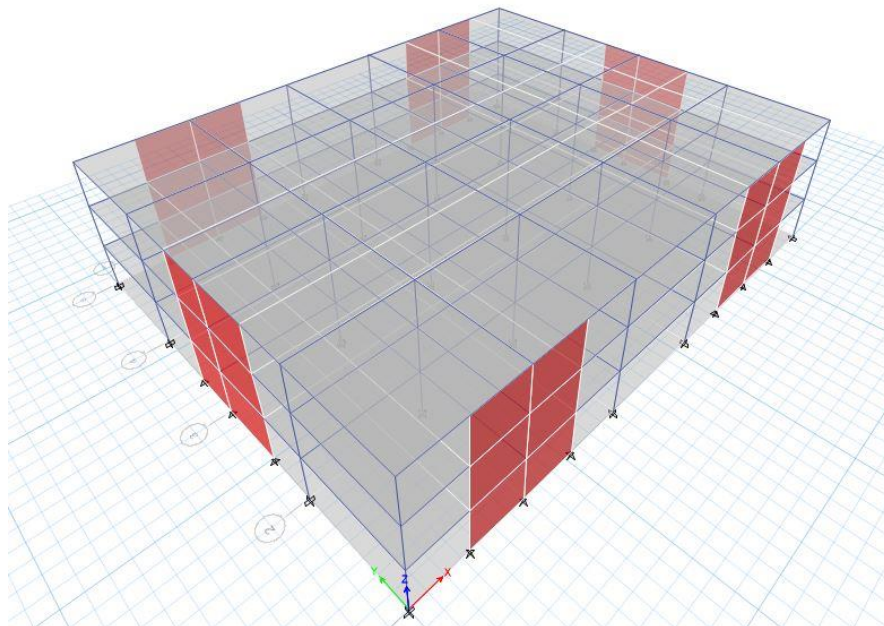


Figura 9.2 -Dukja e 3d e strukturës

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Fillimisht vlerësohet struktura duke supozuar një forcë horizontale H=100 kN

$$Q_{X,i} = H_X \frac{l_{y,i}}{\sum l_{y,i}}$$

Elementi	d _x	d _y	I _{xi}	I _{yi}	Q _{xi}	% _x TOTALE	Q _{yi}	% _y TOTALE
	[m]	[m]	[m ⁴]	[m ⁴]				
C001	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116	1.230	0.008	0.420
C002	0.8	0.3	0.002	0.013	0.016			
C003	0.8	0.3	0.002	0.013	0.016			
C004	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116			
C005	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116			
C006	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C007	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C008	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C009	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C010	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116			
C011	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C012	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C013	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C014	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C015	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116			
C016	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C017	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C018	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C019	0.4	0.4	0.002	0.002	0.019			
C020	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116			
C021	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116			
C022	0.8	0.3	0.002	0.013	0.016			
C023	0.8	0.3	0.002	0.013	0.016			
C024	0.3	0.8	0.013	0.002	0.116			
W001	6	0.3	0.014	5.400	0.123	98.770	24.864	99.580
W002	6	0.3	0.014	5.400	0.123		24.864	
W003	0.3	6	5.400	0.014	49.139		0.062	
W004	0.3	6	5.400	0.014	49.139		0.062	
W005	6	0.3	0.014	5.400	0.123		24.864	
W006	6	0.3	0.014	5.400	0.123		24.864	
Σ =			10.989	21.718		100.000		100.000

Tabela 9.1 – Raporti i pranimit të forcës horizontale nga shtyllat dhe muret

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Ne bazë të tabelës së mësipërme shihet se muret pranojnë më tepër se 65% të forcës horizontale të aplikuar në baze prandaj objekti klasifikohet si sistem me mure.

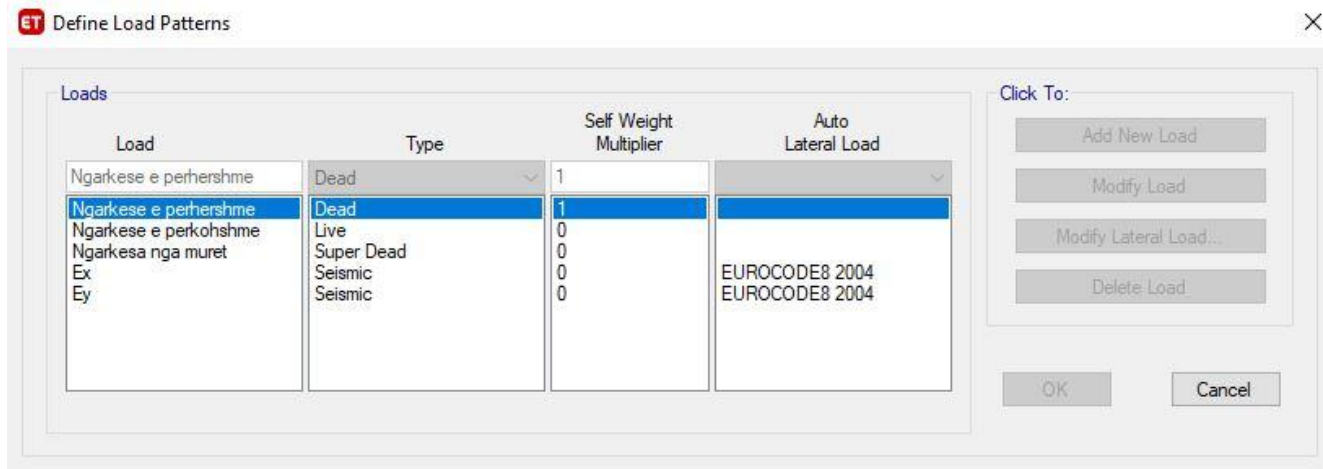


Figura 9.3 - Percaktimi i ngarkesave

9.2. Analiza e ngarkesave

NGARKESA E PËRKOHSHME (Live Load) Ngarkesa shfrytëzues e objekti lexohet nga tabela {EN 1991-1-1:2002 – Table 6.1 dhe 6.2} për objekt afarizëm, lexohet kategoria B me vlerë $q = 2,5 \text{ kN/m}^2$. Ngarkesa shpërndahet në gjithë sipërfaqet e meskateve të katit parë dhe dytë të objektit.

NGARKESA E PËRHERSHME (Dead Load) llogaritet si në vijim

Nr.	Shtresat	Trashësia	Pesha vëllimore	Pesha karakteristike
		(mm)	(kN/m ³)	Gk (kN/m ²)
1	Parketi	20	8.0	0,16
2	PVC Folie	5	24,0	0,12
3	Nivelizimi	40	19,0	0,76
4	Izolimi termik EPS	40	2,5	0,100
5	Pllaka betonarme	200	25	5,0
6	Suvatimi	20	19,0	0,380
			Σ	6,52

Tabela 9.2 - Peshat e konstruksionit të pllakës së meskatit

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

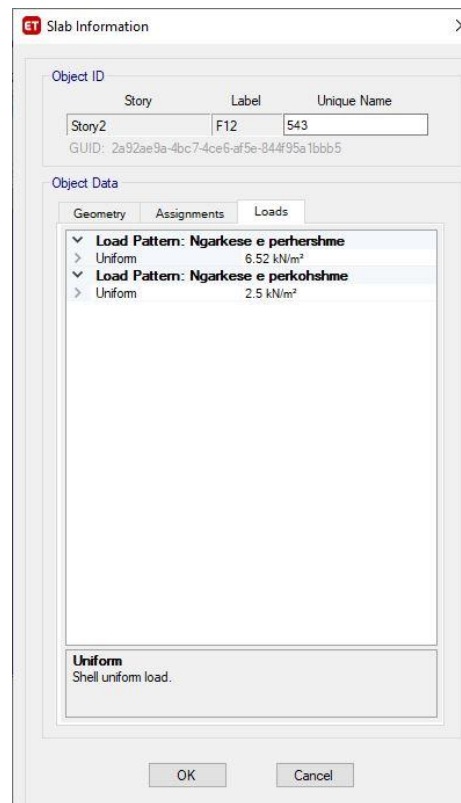


Figura 9.4 - Ngarkesat e vendosura në pllakën e meskatit

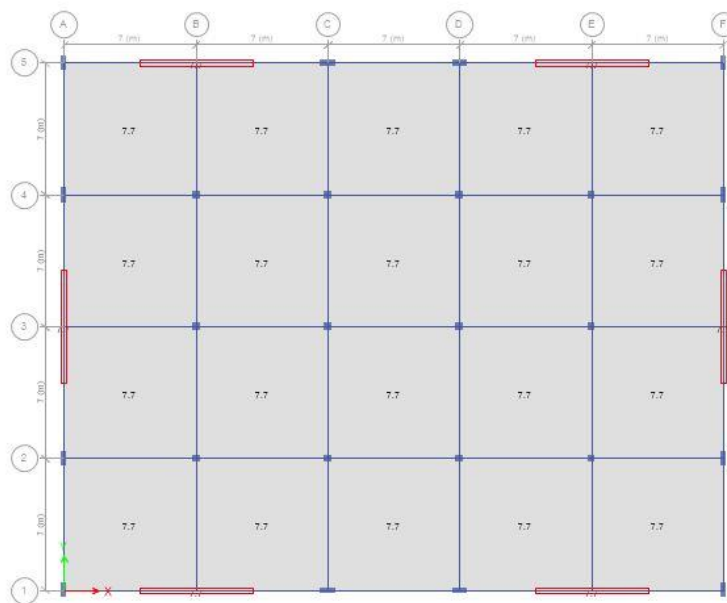


Figura 9.5 - Aplikimi i ngarkesës së përhershme në pllakën e kulmit

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Nr.	Shtresat	Trashësia	Pesha vëllimore	Pesha karakteristike
		(mm)	(kN/m ³)	Gk (kN/m ²)
1	Izolimi termik EPS	100	2,5	0,250
2	Ngjitës	10	19,0	0,19
3	Blok nga argjila	250	7,5	1,875
4	Suvatim	15	19,0	0,285
			Σ	2,600

Tabela 9.3 - Peshat nga muret perimetrike te objektit

Muret nga bloqet e argjilës me ngarkesë $2,6 \text{ kN/m}^2 \cdot 2.5 \text{ m}$ hapsira e lirë fitojmë $6.5 \text{ kN/m}'$ veprime në të gjithë trarët e jashtëm, perveq në trarët e jashtëm të katit të fundit

Nr.	Shtresat	Trashësia	pesha vëllimore	pesha karakteristike
		(mm)	(kN/m ³)	Gk (kN/m ²)
1	Suvatim	15	19,0	0,285
2	Blok nga argjila	250	7,5	1,875
3	Suvatim	15	19,0	0,285
			Σ	2,445

Tabela 9.4 - Peshat nga muret e brendshme te objektit

Muret nga bloqet e argjilës me ngarkesë $2,445 \text{ kN/m}^2 \cdot 2.5 \text{ m}$ hapsira e lirë fitojmë $6.113 \text{ kN/m}'$ veprime në të gjithë trarët e brendshëm, perveq në trarët e brendshëm të katit të fundit

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

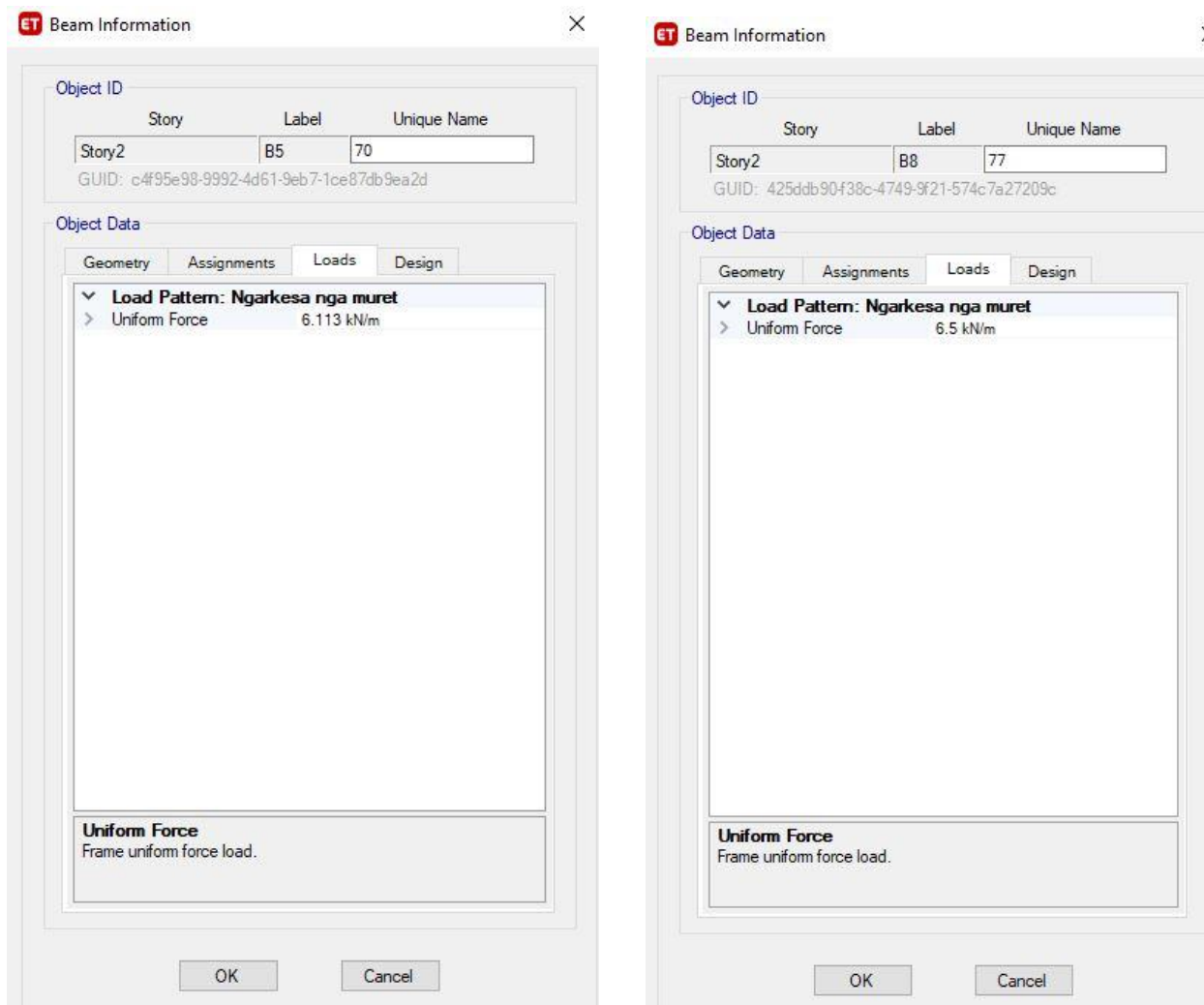


Figura 9.6 - Ngarkesa në trarë nga muret e brendshme dhe nga muret perimetrike

9.3 Analiza modale sipas spektrit të reagimit

9.3.1. Spektri i reagimit

Analiza sizmike paraqitet nga spektri i reagimit elastik

Supozohet se objekti është vendosur në truallin e kategorisë B.

Për dimensionimin e objektit përdoret spektri i reagimit së projektimit (d.m.th. spektri i reagimit elastike reduktuar nga faktori i sjelljes q). Përcaktimi i faktorit të sjelljes q , i cili varet nga lloji i

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

sistemit strukturor, rregullsia në lartësi dhe në plan, dhe klasa e duktilitetit. Ajo arrin në $q=3.0$. Spektri i projektimit për analizën elastike u përcaktua duke përdorur shprehjet në {EN 1998-1/3.2.2.5 (4) P}.

$$q = q_0 k_w \geq 1.5$$

$$q_0 = 3.0 \text{ për sisteme me mure}$$

$$\alpha_0 = \sum h_{wi}/l_{wi} = \frac{(3+3+3) \times 6}{6 \times 6} = 1.5$$

$$k_w = \frac{1 + \alpha_0}{3} = \frac{1 + 1.5}{3} = 0.833$$

$$q = q_0 k_w = 3 \times 0.833 = 2.5$$

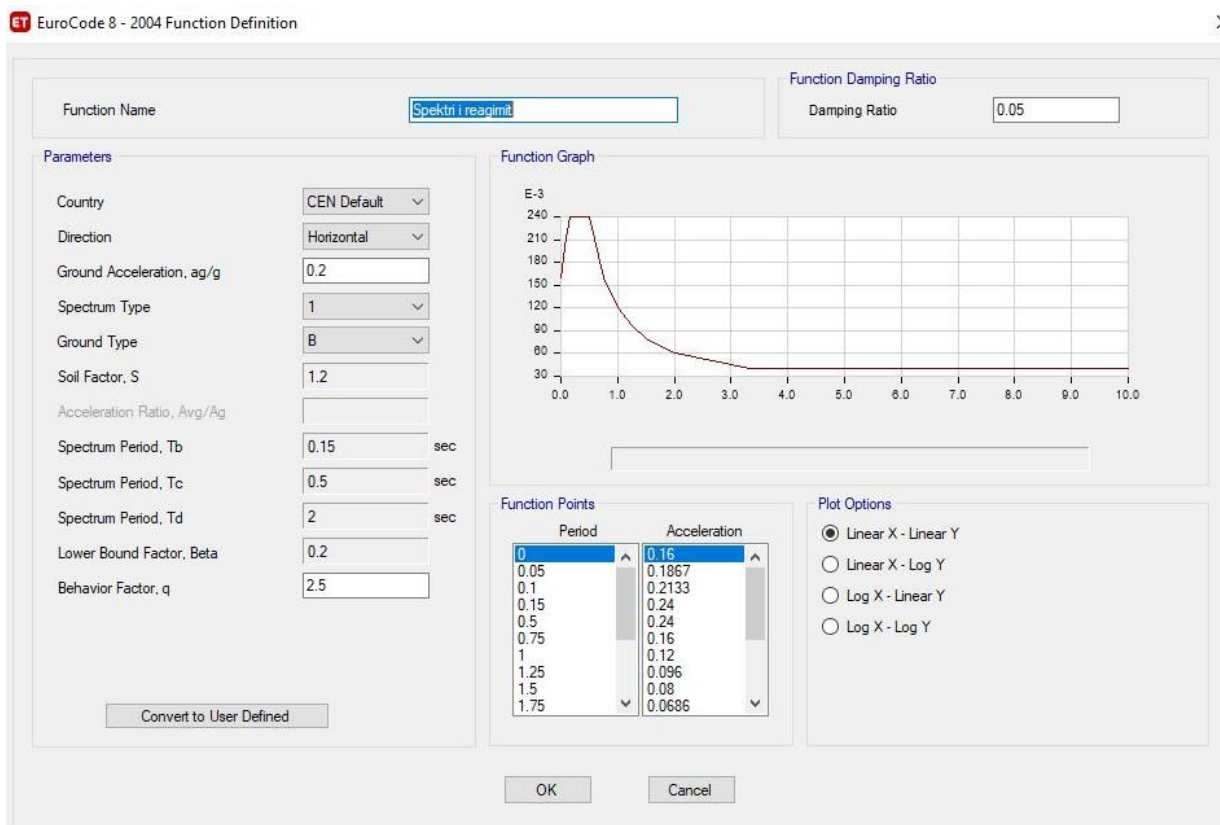


Figura 9.7 - Definimi i spektrit te reagimit

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

9.3.2. Masa e objektit për efektin sizmik

Masat në dysheme dhe momentet masive të inercisë përcaktohen sipas {EN 1998-1/3.4.2}.

Konsiderohet masa të plota që rezultojnë nga ngarkesa e përhershme (pesha vetë e strukturës), ndërsa masat nga ngarkesa e përkohshme reduktohen duke përdorur faktorin $\psi_{E,i}$

Load Pattern	Multiplier
Ngarkese e perhershme	1
Ngarkese e perhershme	1
Ngarkese nga muret Ngarkese e perkohshme	0.3

Figura 9.10 - Definimi i Mass Source

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

9.3.3. Periodat e objektit

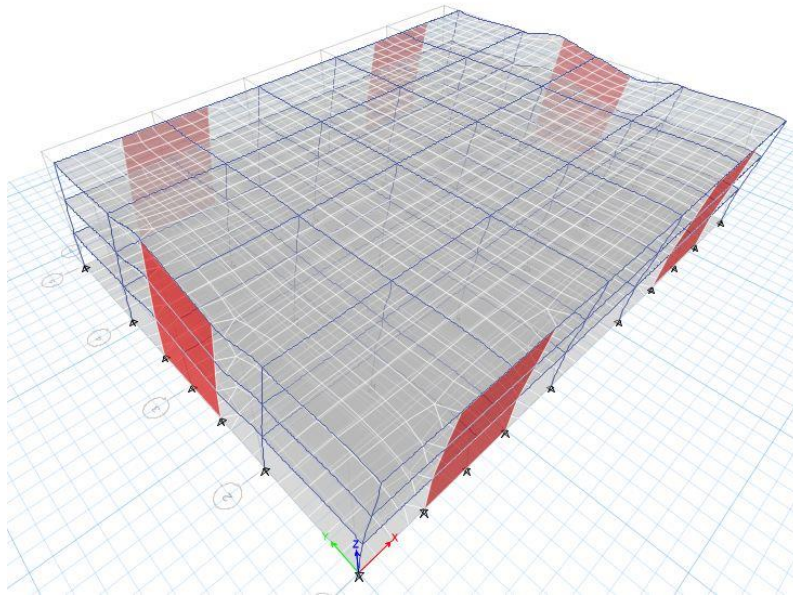


Figura 9.11 - Perioda I, $T_1=0.256$

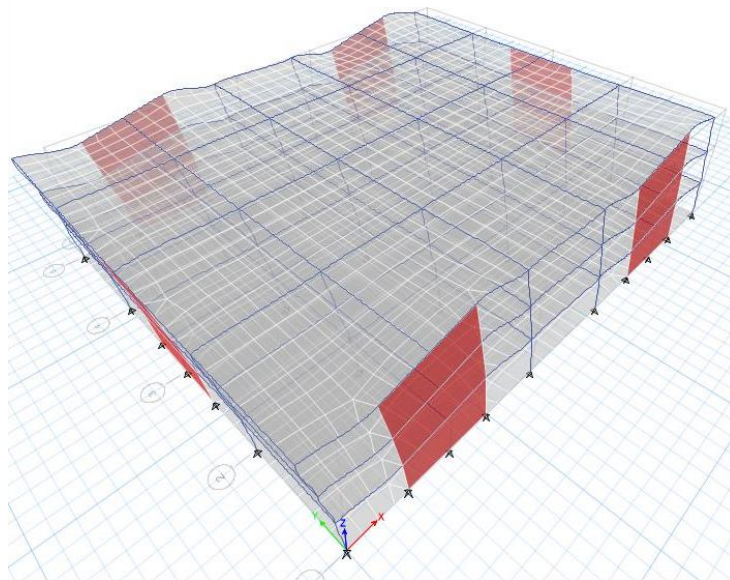


Figura 9.12 - Perioda II, $T_2=0.19$

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

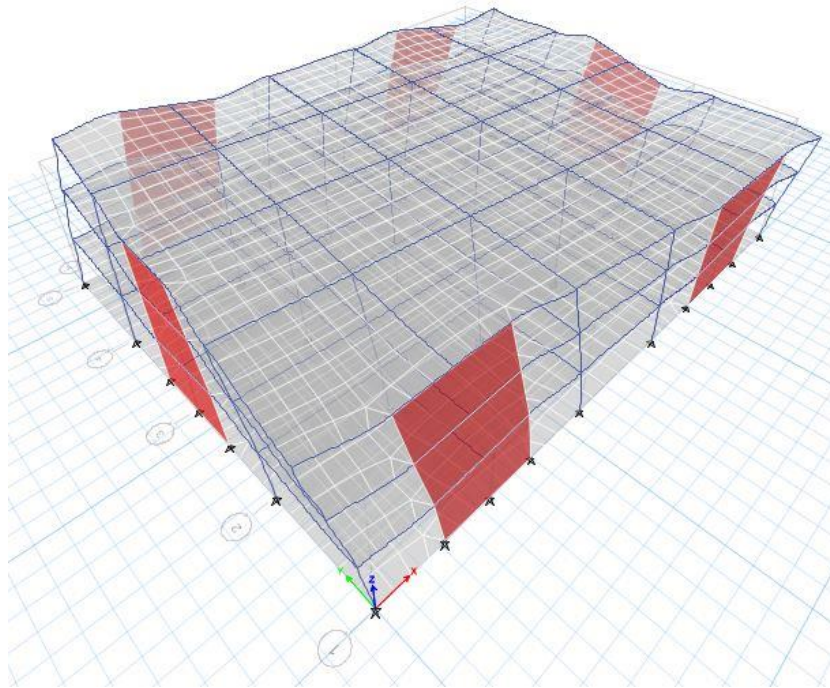


Figura 9.13 - Perioda III, $T_3=0.145$

9.3.4. Zhvendosjet dhe driftet

Sipas {EN 1998-1 (Ekuacioni 4.23)} zhvendosjet aktuale të një pike të sistemit strukturor (ds) llogariten si produkt i faktorit të sjelljes q dhe zhvendosja e të njëjtës pikë (de) e marrë nga analiza e spektrit të përgjigjes modale bazuar në spektrin e përgjigjes së projektimit (me efekte torsionore të përfshira). Në rastin tonë, faktori q arrin në 2,5. Zhvendosjet në qendrat e masave (QM) janë paraqitur në tabelën 9.14 Janë paraqitur të dy zhvendosjet, de dhe ds .

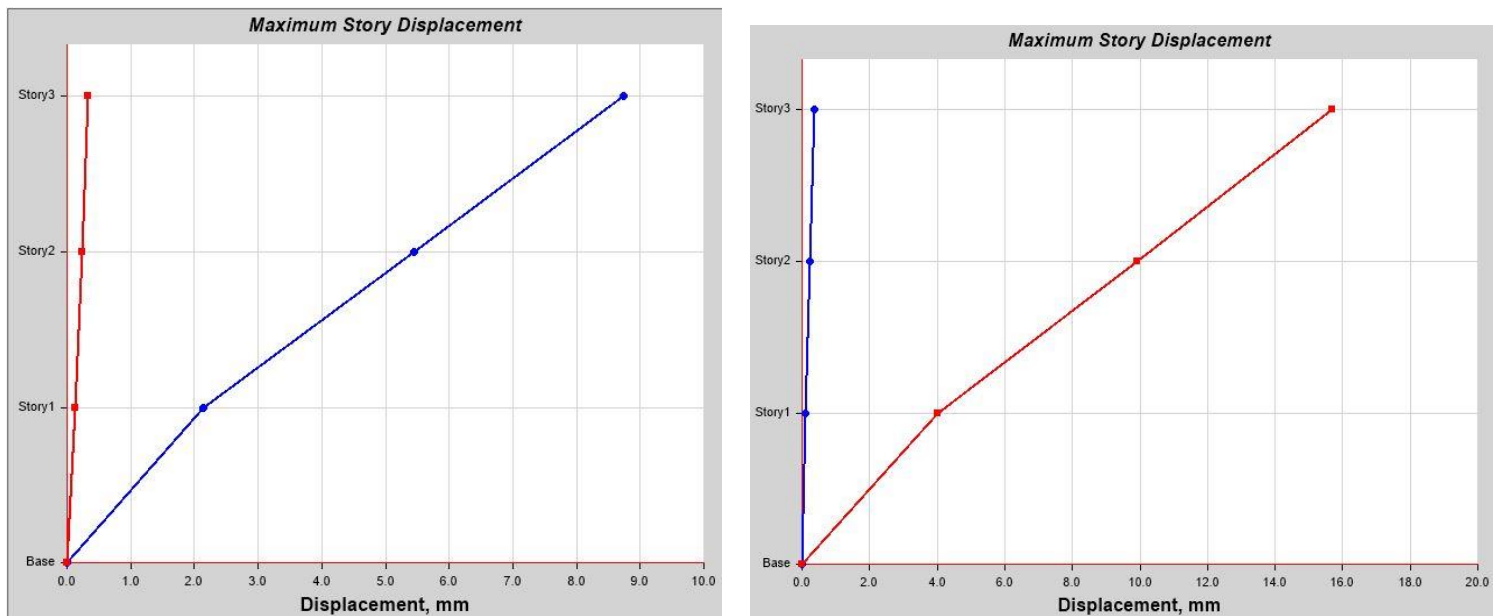


Figura 9.14 - Zhvendosjet e qendrës së masave përgjatë lartësisë (ds) në dy drejtimet

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

Kërkesa për kufizimin e zhvendosjeve duhet të verifikohet në kuptimin e drafteve të kateve (interstorey drift)

Driftet dr ne drejtimin x dhe ne drejtimin y janë paraqitur në tabelën 9.15.

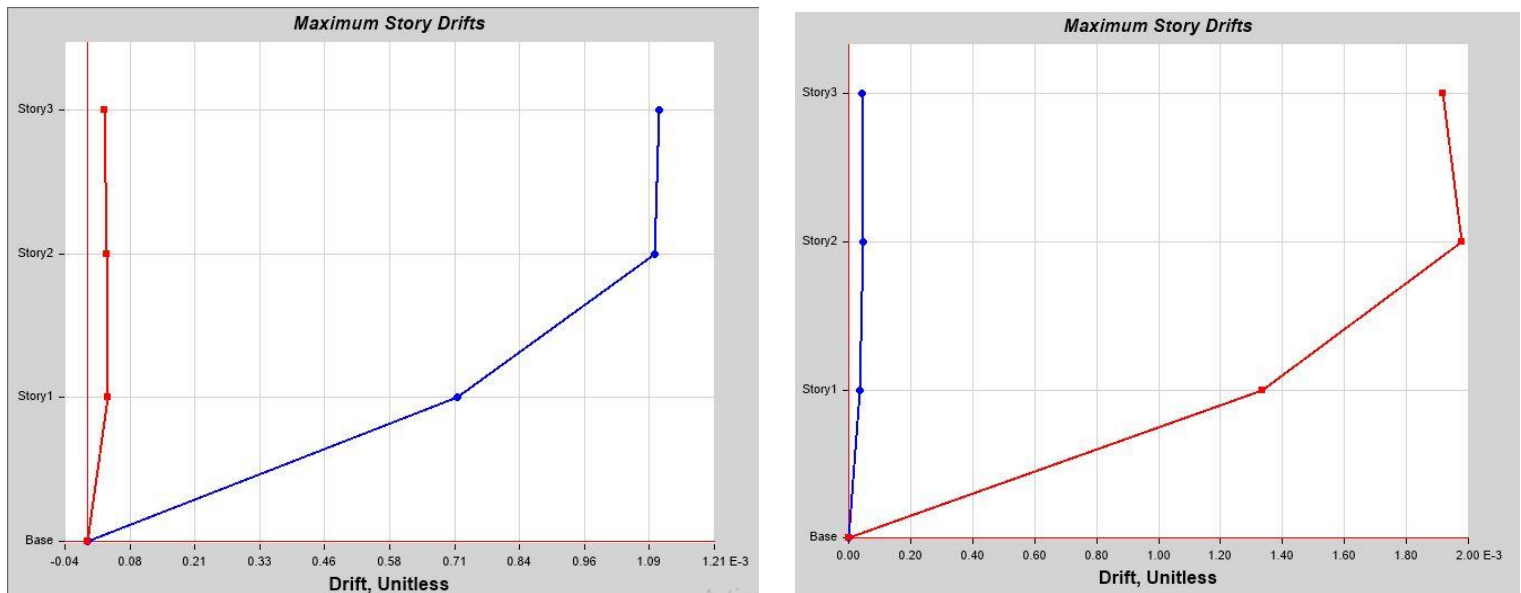


Figura 9.15 -Driftet në dy drejtime.

PERFUNDIMET

Qëllimi i këtij studimi ishte që të bëhet studimi dhe vlerësim i kapacitetit sizmik të sistemeve strukturore me mure duktile dhe atyre me mure të çiftëzuara. Krahasimi i sistemeve me mure ndaj sistemeve të tjera të cilat i njeh Eurokodi. Njohja me përparësitë dhe të metat e këtyre sistemeve. Janë analizuar rregullat dhe dispozitat për projektimin e mureve duktile dhe dallimet që konsisojnë nga niveli i duktilitetit të objektit. Gjithashtu është trajtuar sjellja inelastike e mureve të çiftëzuara.

Në fund është trajtuar një objekt me etazhitet 3 kate duke përdorur rregullat nga EC 2 dhe EC 8 duke e ngarkuar modelin me ngarkesat gravitacionale dhe ato anësore me anë të analizës modale sipas spektrit të reagimit prej të cilit si përfundim kemi nxjerrur sjelljen e objektit, mënyrat e lëkundjeve të objektit apo periodat, vlerësimin e zhvendosjeve dhe kufizimin e tyre përmes drifteve.

Duke u bazuar në të dhënat e mësipërme mund të konkludojmë se struktura që kemi zgjedhur ta analizojmë është brenda kufijve të performances.

PROJEKTIMI SIZMIK I OBJEKTEVE BETONARME ME MURE DUKTILE DHE MURE TË ÇIFTËZUARA

LITERATURA

- 1.Misini, M. Ligjerata në *Bazat e Inxhinierisë së Tërmeteve* , Universiteti i Prishtinës, Prishtinë,2008
- 2.Fardis, M.N. 2009. *Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings*, Springer,Heidelberg.
- 3.Fardis M.N., Carvalho E.C., Fajfar P.,Pecker A. 2015 *Seismic Design of Concrete Buildings to Eurocode 8* CRC Press Taylor & Francis Group
- 4.Penelis, G.G. and Penelis, Gr. 2014, *Concrete Buildings in Seismic Regions*, CRC Press Taylor & Francis Group
- 5.Material trajnues, “*Rregulla për projektimin e ndërtesave prej betoni*”, Bazuar në Eurokodin 8.
- 6.Avrמידis I., Athanatopoulou A., Morfidis K., Sextos A., 2011: *Eurocode-Compliant Seismic Analysis and Design of R/C Buildings*, Springer International Publishing Switzerland 2016
- 7.Fajfar, P. 1999. Capacity spectrum method based on inelastic demand spectra. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics* 28(9):979–993.
- 8.Fajfar, P. 2000. A nonlinear analysis method for performance-based seismic design. *Earthquake Spectra* 16(3):573–592.
- 9.Mentor Lllunji. (2012). *Arkitektura Sizmike*
- 10.Eurocode 2-:Design of concrete structures”Part 1-1-General rules and rules for buildings.Final Draft,pr EN1992-1-1,Brussels,December 2003.
- 11.Institution of Structural Engineers Great Britain Manual for the seismic design of steel and concrete buildings to Eurocode 8
- 12.Andrew Coburn, Robin Spance-Earthquake Protection
13. Moehle J. P. (1992), "*Displacement-Based Design of RC Structures Subjected to Earthquakes*", Earthquake Spectra.
- 14.Fajfar, P. and M. Fischinger. 1987. Non-linear seismic analysis of RC buildings: Implications of a case study. *European Earthquake Engineering* 1:31–43