



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. 527/2

Prishtinë 06.03.2025

Formulari F3

RAPORT VLERËSIMI TË DORËSHKRIMIT TË PUNIMIT TE DIPLOMËS
MASTER

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT				
Vendimi i Këshillit të FIN-it	Nr.	1127/1	Date	23.05.2024
Komisioni vlerësues sipas vendimit të këshillit	1.	<i>Prof.Asoc.Dr. Misin Misini</i>	Kryetar	
	2.	<i>Prof.Asoc.Dr. Artan Dautaj</i>	Mentor	
	3.	<i>Prof.Ass. Dr. Zijadin Guri</i>	Anëtar	
Emri i projekt propozimit i miratuar sipas vendimit të këshillit të FIN.	VEÇORIT DHE KARAKTERISTIKAT E STRUKTURAVE BETON-ARME REZISTENTE NDAJ TËRMETEVE			
Vlerësimi i dorëshkrimit				
Vlerësim i dorëshkrimit: "VEÇORIT DHE KARAKTERISTIKAT E STRUKTURAVE BETON-ARME REZISTENTE NDAJ TËRMETEVE " të kandidatit Idriz Zuka, Bachelor i ndërtimtarisë–drejtimi Konstruktiv. Bazuar në detyrën e parashtruar në raportin e projekt propozimit dhe punën e realizuar nga kandidati paraqesim këtë: R A P O R T Punimi Master, me titull: "VEÇORIT DHE KARAKTERISTIKAT E STRUKTURAVE BETON-ARME REZISTENTE NDAJ TËRMETEVE" , i përgatitur nga Idriz Zuka, Bachelor i ndërtimtarisë, përmban gjithsej 98 faqe të shkruara, ku përfshihen edhe figurat, tabelat dhe diagramet. Në fund të punimit prezantohet literatura e përdorur, ku janë të përfshira 15 burime të ndryshme.				



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 shtatë kapituj. Në pjesën e hyrjes jepen njohuri mbi paraqitjen bazë të veprimit sizmik. Aty janë treguar vlerësimet sizmike duke iu referuar valëve sizmike, magnitudës, intensitetit dhe shkallëve sizmike si dhe rrezikut sizmik.

Në kapitullin e dytë të punimit është dhënë konfigurimi i sistemeve strukturore nga betoni i armuar dhe rezistenca ndaj tërmeteve. Në sistemet strukturore konfigurim i duhur mund të minimizojë dëmet gjatë një tërmeti dhe të garantojë sigurinë e ndërtesës. Më poshtë paraqiten disa nga aspektet kryesore të konfigurimit të sistemeve strukturore dhe ndikimi i tyre në sjelljen sizmike të ndërtesave. Parimet bazë që duhet të drejtojnë një projektim konceptual kundër rrezikut sizmik sipas EC8- 1/2004 janë:

- Thjeshtësia strukturore
- Uniformiteti, simetria dhe pacaktueshmëria (statike)
- Rezistenca dhe ngurtësia sipas të dy drejtimeve
- Rezistenca dhe ngurtësia ndaj përdredhjes
- Sjellja diafragmatike në nivelet e kateve
- Sistemi adekuat i themelit.

Një konfigurim i mirë i strukture duhet të përmbushë disa kritere për të siguruar qëndrueshmëri gjatë një tërmeti. Në vazhdim të këtij kapitulli janë dhënë kriteret për rregullsinë strukturore- Kriteret për rregullsinë në plan dhe kriteret për rregullsinë në lartësi.



Ref. nr. _____

Prishtinë ____/____/____

Projektimi i strukturave rezistente ndaj tërmetit është një proces kompleks që kërkon shmangien e disa rasteve, të cilat mund të çojnë në dështime strukturore gjatë një tërmeti. Kapitulli i tretë i punimit i është kushtuar rasteve që duhet të shmangen gjatë projektimit të strukturave rezistente ndaj tërmetit. Disa nga rastet që duhet të shmangen janë: Asimetritë në plan dhe lartësi, Kati i butë ("soft story") materiale cilësore dhe një themel adekuat. Gjithashtu, zbatimi korrekt i normave sizmike dhe një ekzekutim cilësor i ndërtimit janë thelbësore për sigurinë e ndërtesës.

Kapitulli i katërt i punimit i është kushtuar sistemeve strukturore. Kjo pjesë analizon, sidomos, strukturat kryesore mbajtëse dhe tipet strukturore si dhe faktorin e sjelljes sipas Eurokodit 8.

Kapitulli i pestë i punimit i është kushtuar procedurës statike jolineare në inxhinierin sizmike. Aty janë treguar njohuritë mbi modelimin në analizë jolineare dhe Analizen Pushover si dhe hapat bazë të metodës N2 sipas Fajfarit. Rrjedhimisht, aty është treguar se në çdo hap të analizës, me vlerat e forcës prerëse të bazës dhe zhvendosjeve korresponduese të çatisë, plotësohet gradualisht kurba e kapacitetit.



Ref. nr. _____

Prishtinë ____ / ____ / ____

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

Kapitulli i gjashtë i punimit i është kushtuar analizës të një strukture P+6 nga betoni i armuar. Në analizë është përdorur softueri ETABS 2020. Aty janë treguar kriteret e konceptimit të modelit llogaritës dhe rekomandimet përkatëse për vlerësimin e analizës sizmike si dhe principet bazë të konfigurimit, vlerësimet dhe verifikimet që lidhen me zgjidhjen e metodës së analizës të strukturave nga veprimet sizmike.

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 veçorive dhe karakteristikave të strukturave shumëkatëshe nga betoni i armuar.

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.



Ref. nr. _____

Prishtinë ____/____/____

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

Propozim:

Komisioni për vlerësimin e punimit master me titull : "**VEÇORIT DHE KARAKTERISTIKAT E STRUKTURAVE BETON-ARME REZISTENTE NDAJ TËRMETEVE**", të kandidatit Islam Zuka, Bachelor i 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, 04.03.2025

Komisioni:

Prof. Asoc.dr. Misin Misini, kryetar

Prof. Asoc.dr. Artan Dautaj, mentor

Prof. Ass.dr. Zijadin Guri, anëtar

Pranuar me: 07.02.2025			
Nj.org.	Numër	Shtojca	Vlera
06	302/1	-	-

Abstrakt

Tërmetet përfaqësojnë një nga fatkeqësitë natyrore më të rëndësishme, me potencial të lartë shkatërrues mbi jetën e njeriut dhe ndërtimet. Përballimi i rreziqeve që vijnë nga tërmetet kërkon jo vetëm njohuri të thella shkencore dhe teknike, por edhe përdorimin e praktikave më të mira të projektimit dhe zbatimit në ndërtim.

Ndërtimet me beton të armuar zënë një vend të veçantë në këtë kontekst, duke ofruar një kombinim unik të forcës dhe fleksibilitetit që ndihmon në përballimin e forcave dinamike.

Ky punim synon të trajtojë konceptet kryesore të projektimit të strukturave me beton të armuar në kushte sizmike, duke përfshirë analizën teorike, standardet ndërkombëtare, dhe një shembull konkret aplikimi.

Përmes këtij punimi është synuar të jepet një kontribut modest në përmirësimin e praktikave të projektimit në ndërtimin e strukturave më të sigurta dhe më të qëndrueshme, duke përmbushur nevojat e inxhinierëve dhe profesionistëve të fushës në sfidat e projektimit sizmik. Rezultatet dhe metodologjitë e përshkruara shërbejnë si një udhëzues i rëndësishëm për minimizimin e rreziqeve nga tërmetet dhe rritjen e qëndrueshmërisë së strukturave beton-arme. Është promovuar një qasje që kombinon sigurinë, qëndrueshmërinë dhe efikasitetin, duke adresuar sfidat aktuale dhe të ardhshme në projektimin sizmik.

Pranuar me: 07.02.2025			
Nj. org.	Numër	Shtojca	Vlera
06	302/1	-	-

Abstract

Earthquakes represent one of the most significant natural disasters, with a high destructive potential affecting human life and structures. Addressing the risks posed by earthquakes requires not only profound scientific and technical knowledge but also the implementation of best practices in design and construction.

Reinforced concrete structures occupy a special role in this context, offering a unique combination of strength and flexibility that helps withstand dynamic forces.

This paper aims to address the key concepts of designing reinforced concrete structures under seismic conditions, including theoretical analysis, international standards, and a practical application example.

Through this work, a modest contribution is intended to improve design practices for building safer and more resilient structures, meeting the needs of engineers and field professionals facing seismic design challenges. The described results and methodologies serve as an important guide for minimizing earthquake risks and enhancing the resilience of reinforced concrete structures. A promoted approach combines safety, sustainability, and efficiency while addressing current and future challenges in seismic design.

**Universiteti i Prishtinës
Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit
Departamenti i Ndërtimitarisë
Drejtimi Konstruktiv**



**VEÇORITË DHE KARAKTERISTIKAT E STRUKTURAVE
BETON-ARME REZISTENTE NDAJ TËRMETEVE**

Punim diplome - Master

Mentori:

Prof. Asoc.Dr. Arton Dautaj

Kandidati:

Idriz Zuka

Prishtinë, 2025

Abstrakt

Tërmetet përfaqësojnë një nga fatkeqësitë natyrore më të rëndësishme, me potencial të lartë shkatërrues mbi jetën e njeriut dhe ndërtimet. Përballimi i rreziqeve që vijnë nga tërmetet kërkon jo vetëm njohuri të thella shkencore dhe teknike, por edhe përdorimin e praktikave më të mira të projektimit dhe zbatimit në ndërtim.

Ndërtimet me beton të armuar zënë një vend të veçantë në këtë kontekst, duke ofruar një kombinim unik të forcës dhe fleksibilitetit që ndihmon në përballimin e forcave dinamike.

Ky punim synon të trajtojë konceptet kryesore të projektimit të strukturave me beton të armuar në kushte sizmike, duke përfshirë analizën teorike, standardet ndërkombëtare, dhe një shembull konkret aplikimi.

Përmes këtij punimi është synuar të jepet një kontribut modest në përmirësimin e praktikave të projektimit në ndërtimin e strukturave më të sigurta dhe më të qëndrueshme, duke përmbushur nevojat e inxhinierëve dhe profesionistëve të fushës në sfidat e projektimit sizmik. Rezultatet dhe metodologjitë e përshkruara shërbejnë si një udhëzues i rëndësishëm për minimizimin e rreziqeve nga tërmetet dhe rritjen e qëndrueshmërisë së strukturave beton-arme. Është promovuar një qasje që kombinon sigurinë, qëndrueshmërinë dhe efikasitetin, duke adresuar sfidat aktuale dhe të ardhshme në projektimin sizmik.

Abstract

Earthquakes represent one of the most significant natural disasters, with a high destructive potential affecting human life and structures. Addressing the risks posed by earthquakes requires not only profound scientific and technical knowledge but also the implementation of best practices in design and construction.

Reinforced concrete structures occupy a special role in this context, offering a unique combination of strength and flexibility that helps withstand dynamic forces.

This paper aims to address the key concepts of designing reinforced concrete structures under seismic conditions, including theoretical analysis, international standards, and a practical application example.

Through this work, a modest contribution is intended to improve design practices for building safer and more resilient structures, meeting the needs of engineers and field professionals facing seismic design challenges. The described results and methodologies serve as an important guide for minimizing earthquake risks and enhancing the resilience of reinforced concrete structures. A promoted approach combines safety, sustainability, and efficiency while addressing current and future challenges in seismic design.

PËRMBAJTJA

HYRJA.....	6
Qëllimi dhe rëndësia e temës	6
Objektivat kryesore të studimit.....	6
Struktura e punimit	6
1.0 BAZAT TEORIKE TË STRUKTURAVE BETON-ARME DHE TËRMETEVE.....	7
1.1 Përkufizimi i strukturave beton arme.....	7
1.2 Përparësitë dhe mangësitë e përdorimit të betonit të armuar	7
1.3 Elementet strukturore që formojnë strukturën nga betoni i armuar	9
1.3.1.Pllakat	9
1.3.2 Trarët	12
1.3.3 Shtyllat, Muret, Elementet kompozitë	13
1.3.4 Themelet	13
2.0 KËRKESAT DHE STANDARDET NDËRKOMBËTARE PËR MBROJTJEN NGA TËRMETET.....	14
2.1 Kërkesat e sjelljes (performancës) dhe kriteret e konformitetit (pajtueshmërisë)	14
2.1.1 Kërkesa e mos-shembjes, Kërkesa e kufizimit të dëmtimeve.....	14
2.1.2 Gjendjet kufitare të fundit, Gjendjet e kufizimit të dëmtimeve	14
2.2 Masa të veçanta.....	16
2.3 Projektimi sipas kapaciteteve.....	17
2.3.1 Materialet: kërkesat për çelikun armues	18
3.0 PROJEKTIMI I NDËRTESAVE	19
3.1. Parimet bazë të projektimit konceptual.....	19
3.2 Elementet sizmike primare dhe dytësore	24
3.3 Kriteret për rregullsinë strukturore	24
3.4 Kombinimi i veprimit sizmik me veprime të tjera.....	25
3.4.1 Koeficientet e kombinimit për veprime variable	26
3.5 Klasat e rëndësisë dhe faktorët e rëndësisë.....	26
3.6 Metodat e analizës.....	27
4.0 VERIFIKIMET E SIGURISË.....	30
4.1 Gjendja e fundit kufitare	30
4.1.1 Kushti i rezistencës	30
4.1.2 Efektet e rendit të dytë (efektet $P - \Delta$).....	30

4.1.3 Kushtet e duktilitetit global dhe lokal	31
4.1.4 Kushti i ekuilibrit	32
4.1.5 Rezistenca e diafragmave horizontale	32
4.1.6 Rezistenca e themeleve	32
4.1.7 Kushti i nyjes sizmike	33
4.2 Kufizimet e dëmtimeve	34
4.2.1. Kufizimi i drifteve të kateve	34
5.0 MODELIMI I STRUKTURËS	35
5.2. Rezultatet e fituara nga analiza e strukturës	38
5.3 Analiza Pushover	52
6.0 PËRFUNDIMET.....	59

HYRJA

Qëllimi dhe rëndësia e temës

Ndërtesat dhe strukturat beton arme luajnë një rol thelbësor në sigurinë dhe qëndrueshmërinë e jetës në zonat me aktivitet sizmik. Përballimi i forcave seizmike është një sfidë e madhe në inxhinierinë e ndërtimit, pasi përçakton fatin e shumë jetëve dhe vlerës materiale. Ky punim synon të shqyrtojë në detaje konceptet bazë, metodat e projektimit dhe përforcimet e strukturave beton arme rezistente ndaj tërmeteve.

Objektivat kryesore të studimit

1. Të analizojë veçoritë kryesore të strukturave beton arme.
2. Të përshkruajë sjelljen e materialeve të betonit dhe çelikut në kushte sizmike.
3. Të shqyrtojë teknikat bashkëkohore të projektimit rezistent ndaj tërmeteve

Struktura e punimit

Punimi është ndarë në pesë kapituj kryesorë, duke filluar nga bazat teorike dhe duke përfunduar me studime rasti të aplikimeve praktike.

1. **Bazat Teorike të Strukturave Beton-Arme dhe Tërmeteve** Ky kapitull prezanton parimet bazë të materialeve të betonit të armuar dhe përgjigjen e tyre në kushtet dinamike që krijohen nga tërmetet. Gjithashtu, ofrohet një përmbledhje e koncepteve kryesore mbi sizmologjinë dhe llojet e forcave të krijuara gjatë një tërmeti.
2. **Kërkesat dhe Standardet Ndërkombëtare për Mbrojtjen nga Tërmetet** Ky kapitull analizon kërkesat dhe rregullat e projektimit bazuar në standardet ndërkombëtare si Eurokodi 8, duke shqyrtuar gjithashtu praktikatat dhe protokollet më të mira për zbatim.
3. **Projektimi i Ndërtesave** Përqendrimi këtu është në teknikat dhe procedurat që përdoren për projektimin e strukturave rezistente ndaj tërmeteve, duke eksploruar aspekte të tilla si modelimi, shpërndarja e forcave dhe detajimi i elementëve.
4. **Verifikimet e Sigurisë** Ky kapitull trajton metodat dhe analizat që kryhen për të garantuar që një ndërtesë i plotëson kriteret e sigurisë ndaj tërmeteve, duke shqyrtuar faktorët e deformimit dhe kapacitetet mbajtëse.
5. **Shembull Praktik** Në kapitullin e fundit, do të paraqitet një shembull praktik që demonstroi procesin e plotë të projektimit të një ndërtesë me beton të armuar në zona sizmike. Ky shembull do të përmbledhë analizat teorike dhe përputhjen me standardet përkatëse.

Ky strukturim synon të sigurojë një trajtim të plotë dhe të kuptueshëm të tematikës, duke ndihmuar lexuesit në kuptimin dhe zbatimin e njohurive në praktikë.

1.0 BAZAT TEORIKE TË STRUKTURAVE BETON-ARME DHE TËRMETEVE

1.1 Përkufizimi i strukturave beton arme

Strukturat beton arme janë lloji më i përhapur i ndërtimeve në inxhinierinë e ndërtimit, që kombinon përfitimet mekanike të betonit dhe çelikut për të krijuar një material të përbërë të qëndrueshëm, të fortë dhe të përshtatshëm për një gamë të gjerë aplikimesh. Ato përfaqësojnë një kombinim të suksesshëm të dy materialeve kryesore, betonit dhe çelikut, duke krijuar ndërtime që janë të sigurta, të qëndrueshme dhe rezistente ndaj kushteve të ndryshme mjedisore dhe forcave ekstreme si tërmetet.

Strukturat beton arme funksionojnë duke shfrytëzuar vetitë specifike të betonit dhe çelikut në mënyrë të ndërlidhur. Në çdo strukturë beton arme, betoni është materiali kryesor që përballon ngarkesat shtypëse, duke vepruar si një shtyllë mbështetëse për peshën e ndërtesës dhe ngarkesat e tjera të jashtme. Në zonat e strukturës ku shfaqen forca tërheqëse (si në pjesën e poshtme të një trari të përkulur), çeliku vepron si përforcim, duke përballuar këto ngarkesa dhe duke parandaluar plasaritjet ose deformimet.

Kombinimi i këtyre materialeve siguron që strukturat beton arme të përballojnë forca komplekse si shtypja, tërheqja, përkulja dhe forcat prerëse.

1.2 Përparësitë dhe mangësitë e përdorimit të betonit të armuar

Betoni i armuar është një material i rëndësishëm dhe i domosdoshëm për ndërtimin modern për shkak të përparësive të tij, si qëndrueshmëria dhe fleksibiliteti. Megjithatë, kufizimet e tij si pesha, kostoja dhe ndikimi mjedisor janë faktorë që duhet të merren në konsideratë gjatë projektimit. Përmirësimet teknologjike po ndihmojnë për të minimizuar këto mangësi, duke e bërë atë një zgjedhje të qëndrueshme për strukturat e mëdha dhe komplekse.

Përparësitë e strukturave nga betoni i armuar

- **Rezistencë e lartë mekanike:**
Kombinimi i betonit dhe çelikut siguron një material të përbërë që mund të përballojë ngarkesa ekstreme në drejtim të shtypjes dhe tërheqjes.
- **Qëndrueshmëri afatgjatë:**
Betoni i armuar ka një jetëgjatësi të lartë kur projektohet dhe mirëmbajtja kryhet siç duhet, duke siguruar një funksionim të qëndrueshëm për dekada.
- **Mbrojtje ndaj korrozionit dhe zjarrit:**
Betoni mbështjell çelikun e armaturës, duke e mbrojtur atë nga korrozioni dhe dëmtimet nga zjarri.
- **Fleksibilitet në projektim:**
Materiali mund të përdoret në struktura komplekse, duke u përshtatur për qëllime arkitekturore dhe inxhinierike.
- **Stabiliteti në ngarkesa afatgjata**

Materiali ka qëndrueshmëri të shkëlqyer për ngarkesa të vazhdueshme pa humbur vetitë mekanike.

- **Absorbimi i energjisë sizmike**

Duktiliteti i çelikut dhe kombinimi i tij me betonin mundësojnë absorbimin dhe shpërndarjen e energjisë nga lëkundjet sizmike.

- **Përshtatshmëria për lartësi të mëdha**

Për ndërtesat e larta, betoni i armuar siguron një kombinim të ngurtësisë dhe fleksibilitetit të nevojshëm për të përballuar lëkundjet sizmike.

- **Kapaciteti për përforcime të mëvonshme**

Strukturat nga betoni i armuar mund të përforcohen me materiale shtesë, si fibra apo materiale tjera, për të përmirësuar performancën në veprimet sizmike.

Mangësitë e strukturave nga betoni i armuar

- **Pesha e madhe dhe ndikimi në themele**

Strukturat beton arme kanë densitet të lartë (rreth 2450 kg/m³), duke i bërë ato materiale shumë të rënda. Kjo çon në nevojën për themele më të forta dhe më të thella, duke rritur koston dhe kohën e ndërtimit. Në truall me aftësi mbajtëse të ulët, përdorimi i këtyre strukturave është kufizuar, pasi pesha e tyre mund të shkaktojë deformime ose dështime në themel

- **Rezistenca e ulët në tërheqje dhe plasaritjet**

Betoni është i dobët në përballimin e forcave tërheqëse, duke e bërë atë të prirur ndaj plasaritjeve në kushte të ngarkesave të larta ose deformimeve. Edhe pse çeliku i armaturës kompenson këtë dobësi, plasaritjet sipërfaqësore mbeten të zakonshme dhe mund të dëmtojnë qëndrueshmërinë e strukturës me kalimin e kohës.

- **Tkurrja dhe zgjatja termike**

Betoni është i prirur ndaj tkurrjes gjatë procesit të tharjes, ndërsa ndryshimet termike mund të shkaktojnë zgjerim ose tkurrje në strukturë. Këto procese krijojnë sforcime të brendshme dhe mund të rezultojnë në plasaritje ose dobësim të lidhjes ndërmjet çelikut dhe betonit.

- **Kohëzgjatja e ndërtimit**

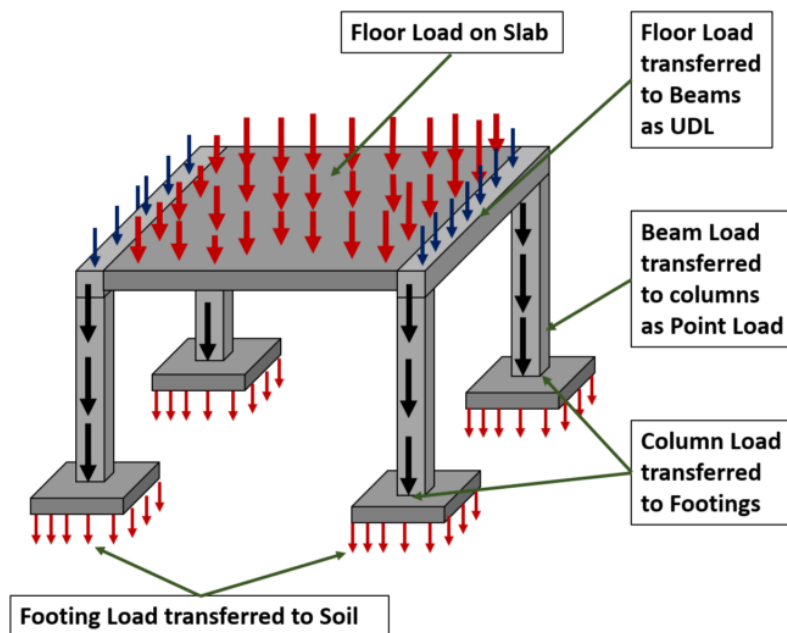
Procesi i ndërtimit të strukturave beton arme është relativisht i ngadaltë për shkak të fazave të ndryshme që kërkojnë kohë, si derdhja, ngurtësimi dhe tharja e betonit. Kjo mund të jetë një pengesë për projektet që kërkojnë përfundim të shpejtë.

Kufizimet e strukturave beton arme lidhen kryesisht me peshën e tyre të madhe, koston fillestare, ndjeshmërinë ndaj kushteve mjedisore dhe ndikimin e madh mjedisor gjatë prodhimit. Për t'i adresuar këto sfida, përmirësimet teknologjike si përdorimi i betonit të lehtë, aditivëve ekologjikë dhe çelikut rezistent ndaj korrozionit janë thelbësore. Pavarësisht këtyre kufizimeve, strukturat beton arme mbeten të pazëvendësueshme për projekte të mëdha dhe të qëndrueshme, duke ofruar siguri dhe jetëgjatësi kur përdoren si duhet.

1.3 Elementet strukturore që formojnë strukturën nga betoni i armuar

Struktura skeletore e objektit përbëhet nga elementë mbajtës vertikale, horizontale dhe themelet. Ajo duhet të jetë e projektuar për të siguruar rezistencën e nevojshme ndaj ngarkesave të rëndësës, duke garantuar qëndrueshmëri gjatë gjithë periudhës së saj funksionale.

Sistemi mbajtës funksionon duke shpërndarë ngarkesat në mënyrë të vazhdueshme nga një element konstruktiv te tjetri. Ngarkesat vertikale merren fillimisht nga pllakat, të cilat i transmetojnë ato në trarë. Më pas, trarët i kalojnë ngarkesat në shtylla, të cilat i transferojnë në themelet. Në fund, themelet i shpërndajnë ngarkesat në tokë.



1.3.1. Pllakat

Janë elemente sipërfaqësore që përballojnë ngarkesa normal në planin e tyre. Varësisht nga mënyra e mbështetjes, klasifikohen në disa kategori:

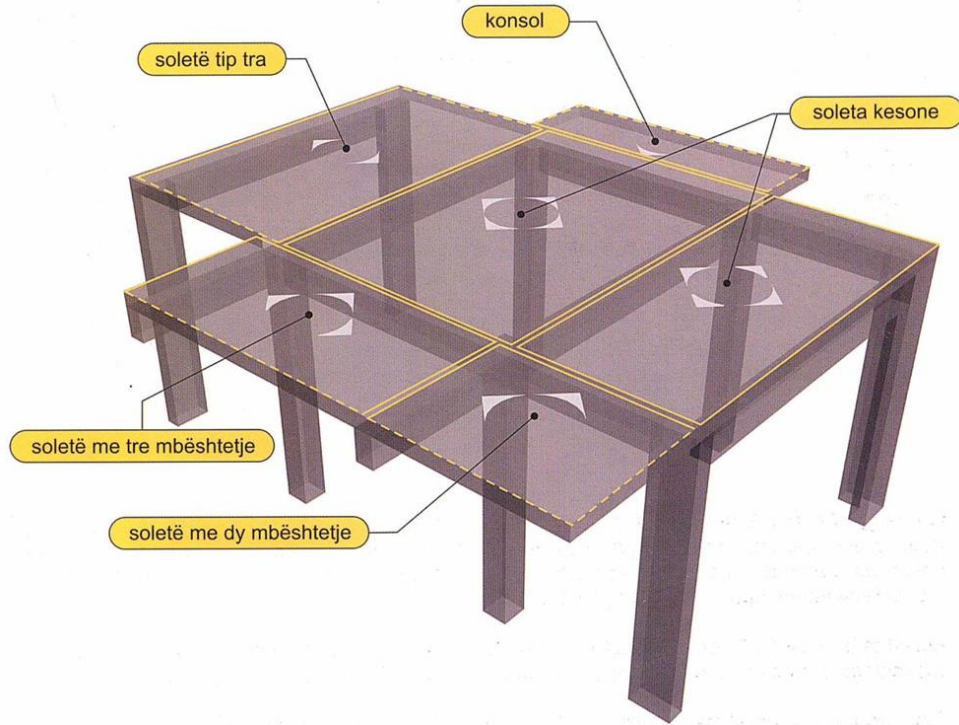
Pllaka një-drejtimëshe – Punojnë në një drejtim, mbështeten në dy anët përballë;

Pllakat dy-drejtimëshe (Keson) – Mbështeten në katër anët;

Pllakat konzolë – Pllaka që inkastrohen vetëm në një anë;

Pllakat me tri mbështetje – Mbështeten në tri nga katër faqet e tyre;

Pllakat me dy mbështetje – Mbështeten në dy faqet e njëpasnjëshme;



Trashësia e nevojshme e pllakës rezulton nga kushtet e aftësisë mbajtëse në përkulje dhe prerje, si dhe nga kushti i kufizimit të uljeve.

Pllakat nuk hyjnë në grupin e elementeve që përballojnë ngarkesa sizmike, mirëpo pasi që lidhin mes tyre elementet e tjerë strukturorë të strukturës, ndihmojnë në shpërndarjen e njëtrajtshme të forcave sizmike, duke punuar si diafragma të ngurta horizontale (EN 1998-1-1, 4.2.1.5).

Për të mbuluar hapësira më të mëdha, mund të përdoren pllaka të lehtësuara, të cilat poashtu mund të punojnë në një ose dy drejtime.

Tek pllakat me traveta që punojnë sipas një drejtimi, travetat vendosen sipas drejtimit kryesor, ndërsa në drejtimin tjetër vendosen traveta tërthore më të rralla, të cilat janë traveta lidhëse për të bërë shpërndarje sa më uniforme të ngarkesave.

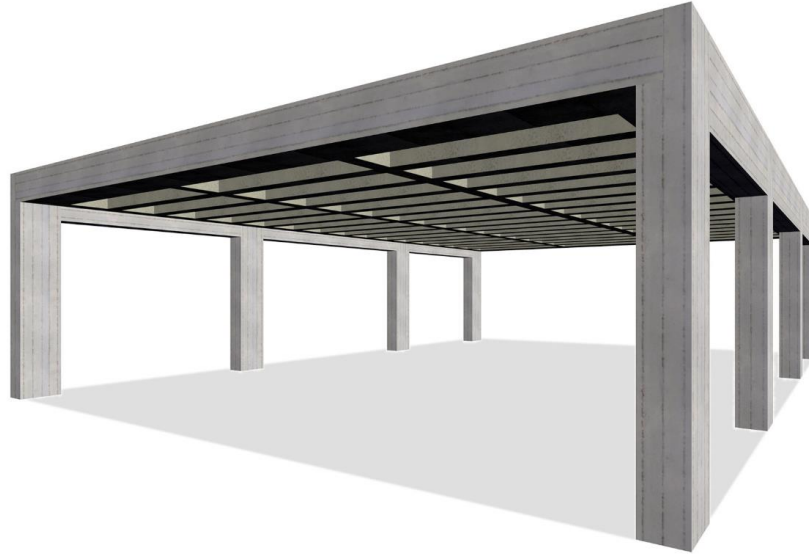


Fig 1. Pllaka me traveta sipas një drejtimi (Ribbed Slab)

Hapësirat ndërmjet travetave mbushen me material të lehtë.

Pllakat me traveta që punojnë në dy drejtime (kesone) përdorin kuadrante katrore, pasi që përkulen në dy drejtimet.

Hapësirat ndërmjet travetave mbushen me material të lehtë, ose me kallëpe plastike.

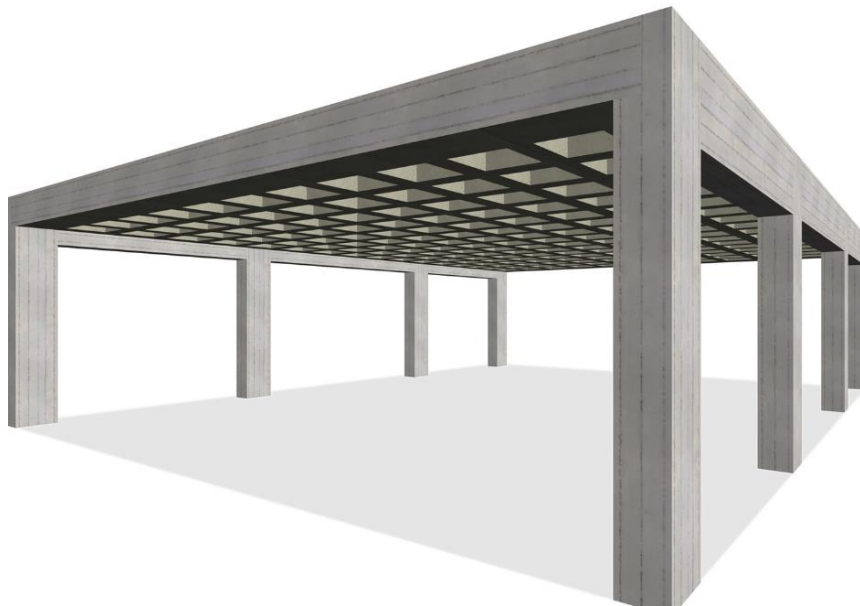


Fig 2. Pllaka me traveta në dy drejtime (Waffle slab)

Përparësitë e përdorimit të pllakave me traveta:

- Prerja tërthore më e madhe e cila rezulton me ngurtësi më të madhe
- Pesha vetjake e vogël

- Sasi më e vogël e armaturës

Mangësi e tyre është vështirësia e zbatimit, pasi që kërkohet një kujdes i veçantë gjatë punës, si dhe pahitë janë poashtu më të komplikuar.

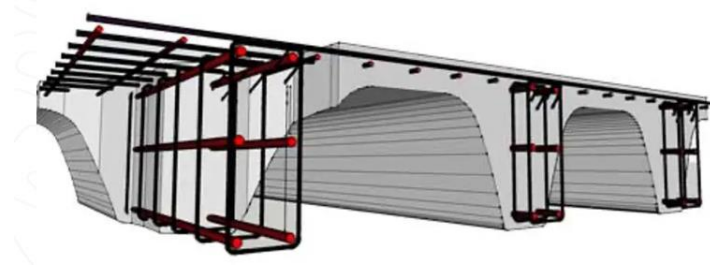


Fig 3. Armimi i pllakës me traveta

1.3.2 Trarët

Trarët janë elemente horizontale, të cilat pranojnë ngarkesën nga pllaka dhe e bartin atë në traje. Varësisht nga ndërlidhja e tyre me pllakën, kemi disa tipe të trajeve: **traje të varura**, **traje të përmbysura**, **traje të tipit Z**.

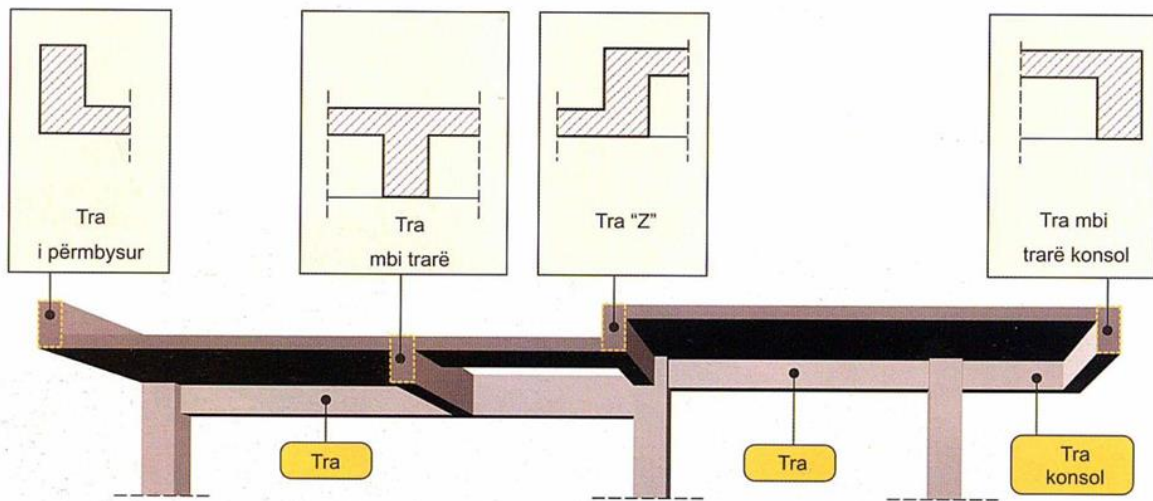


Fig 4. Llojet e trajeve

Trajat mund të klasifikohen edhe në bazë të mbështetjes së tyre.

Mbështetje direkte – kur trau mbështetet në shtylla

Mbështetje indirekte – kur trau mbështetet mbi një tra tjetër

Mbështetje në një anë – tra konzolë

1.3.3 Shtyllat, Muret, Elementet kompozitë

Bazuar në mënyrën e ndryshme të punës, llogaritjes si dhe mënyrës së ndryshme të armimit, elementet vertikale ndahen në tri kategori:

Shtyllat

Elemente me seksion drejtkëndor, me raport të brinjëve $B/L < 4$

Elemente me seksion rrethor apo poligonal me diametër të ndryshëm.

Elemente me seksion në forma të ndryshme: L, T, Z, ku plotësohet raporti $B/L < 4$.

Muret

Elemente sipërfaqësore vertikale të cilat pranojnë ngarkesat vertikale, anësore si dhe sipërfaqësore. Janë shumë të nevojshme për përballimin e forcave sezmike. Raporti i brinjëve tek muret është $B/L > 4$.

Elemente të përbëra (kompozitë)

Elemente të përbëra nga një ose më shume elemente drejtkëndorë, ku së paku njëri nga ta është mur strukturor (psh, kafazi i ashensorit).

1.3.4 Themelet

Themelet mundësojnë bartjen e ngarkesave nga shtyllat ose muret në tokë. Themelet mund të kenë forma të ndryshme, të cilat cekën në vijim:

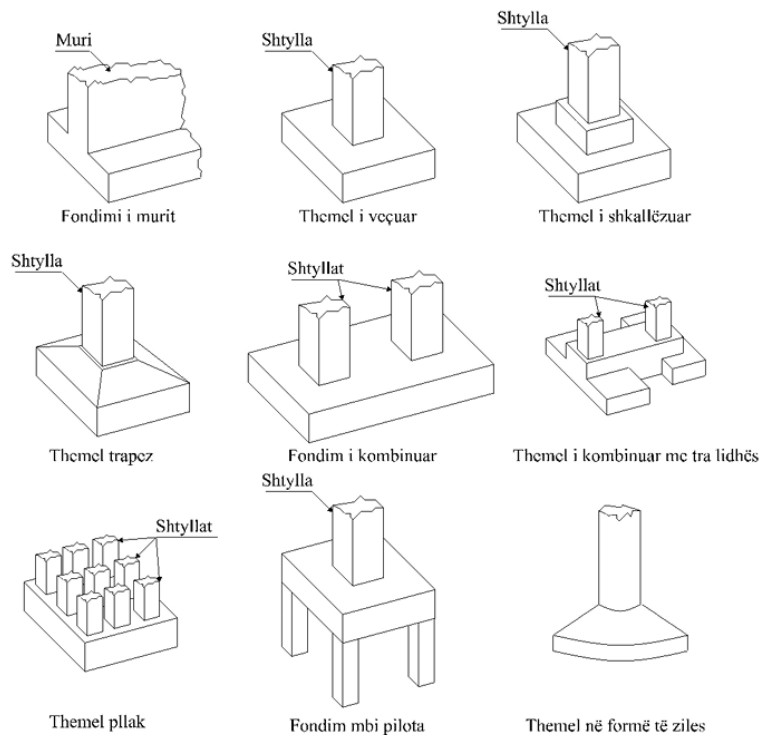


Fig 5. Lloje të ndryshme të themeleve

2.0 KËRKESAT DHE STANDARDET NDËRKOMBËTARE PËR MBROJTJEN NGA TËRMETET

Rregullat e Eurokodit 8 aplikohen gjatë projektimit dhe zbatimit të ndertesave dhe veprave inxhinierike në zonat sizmike. Qëllimi i këtyre Rregullave është të sigurojë që, në rast tërmetesh:

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

2.1 Kërkesat e sjelljes (performancës) dhe kriteret e konformitetit (pajtueshmerisë)

2.1.1 Kërkesa e mos-shembjes, Kërkesa e kufizimit të dëmtimeve

Kërkesat themelore janë:

- Kërkesa e mos-shembjes ("no-collapse")

Struktura duhet të projektohet dhe ndërtohet e tillë që të përballojë veprimin sizmik projektues, pa pësuar shembje (kolaps) lokal apo global, duke ruajtur tërësinë e saj strukturore si dhe një kapacitet mbetës mbajtës të ngarkesave pas veprimeve sizmike.

Veprimi projektues sizmik shprehet nëpërmjet:

- a) veprimit sizmik të referencës që lidhet me një probabilitet reference kalimi të tij, P_{NCR} , në 50 vjet ose me një periudhë përsëritëse reference, T_{NCR} .
- b) faktorit të rëndësisë γ_1 në përputhje me EN 1990

- Kërkesa e kufizimit të dëmtimeve

Struktura duhet të projektohet dhe ndërtohet në mënyrë të tillë që një veprim sizmik i cili krahasuar me veprimin sizmik projektues, ka një probabilitet më të madh ndodhjeje, të përballohet pa pësuar dëmtime ose kufizime të funksionalitetit, kostoja e të cilave do të ishte shumë e lartë krahasuar me koston e vetë strukturës.

Veprimi sizmik që duhet të merret parasysh për kërkesën e kufizimit të dëmtimeve karakterizohet nga një probabilitet kalimi, P_{DLR} në 10 vjet dhe një periudhë përsëritjeje, T_{DLR} . Në mungesë të të dhënave më të sakta, kontrolli i "Kërkesës për reduktimin ndaj veprimit sizmik projektues" duhet të llogaritet.

2.1.2 Gjendjet kufitare të fundit, Gjendjet e kufizimit të dëmtimeve

Me qëllim që të kënaqen kërkesat themelore të cekura më sipër, duhet të kontrollohen gjendjet kufitare vijuese:

- **Gjendjet kufitare të fundit:** Këto lidhen me shembjen ose forma të tjera të shkatërrimit strukturor që mund të rrezikojnë sigurinë e popullatës.

- **Gjendjet e kufizimit të dëmtimeve** - lidhen me ndodhjen e dëmtimeve që përkojnë me gjendje përtej të cilave nuk plotësohen më kërkesat e specifikuara të shërbimit (funktionalitetit).

Gjendja kufitare e fundit

Sistemi strukturor duhet të verifikohet për të siguruar që ka kapacitetin (aftësinë) e nevojshme për rezistencë dhe disipim të energjisë, siç specifikohet në pjesët përkatëse të EN 1998.

Kapaciteti i rezistencës dhe i disipimit të energjisë që duhet të ketë një strukturë është i lidhur me shkallën në të cilën shfrytëzohet reagimi jolinear i saj. Praktikisht, një bilanc i tillë midis kapacitetit të rezistencës dhe atij të disipimit të energjisë karakterizohet nga vlerat e faktorit të sjelljes qqq dhe klasifikimit përkatës të duktilitetit, të cilat përcaktohen në pjesët përkatëse të EN 1998.

Si një rast limit, për projektimin e strukturave të klasifikuara si jodisipative, disipimi histeretik i energjisë nuk merret parasysh dhe faktori i sjelljes qqq caktohet jo më i madh se 1.5. Ky vlerësim përfshin marrjen parasysh të mbirezistencave të sistemit.

Për strukturat disipative, faktori i sjelljes qqq merret më i madh se 1.5, duke përfshirë disipimin histeretik të energjisë që ndodh kryesisht në zona të projektuara në mënyrë specifike, të njohura si zona disipative ose rajone kritike.

Struktura duhet të kontrollohet në tërësi për të siguruar që është e qëndrueshme ndaj veprimit sizmik projektues. Duhet të shqyrtohet si qëndrueshmëria ndaj përmbysjes, ashtu edhe ajo ndaj rrëshqitjes. Në pjesët përkatëse të këtyre Rregullave Teknike (sipas Eurokodit 8, EN-1998) përcaktohen rregulla specifike për kontrollin e strukturave ndaj përmbysjes.

Gjithashtu, duhet të verifikohet që elementet e themelit dhe mjedisi truall-themel janë të afta të përballojnë efektet vepruese të shkaktuara nga reagimi i strukturës së ngritur mbi to, pa pësuar deformime të mëdha mbetëse. Gjatë përcaktimit të kundërveprimeve (reaksioneve), duhet të merret parasysh në mënyrë të përshtatshme rezistenca reale që elementi strukturor që transmeton veprimet mund të ofrojë.

Gjatë analizës, duhet të merret parasysh ndikimi i mundshëm i efekteve të rendit të dytë mbi vlerat e efekteve të veprimit.

Gjithashtu, duhet të verifikohet që, gjatë veprimit sizmik projektues, sjellja e elementeve jo-strukturore nuk paraqet rreziqe për njerëzit dhe nuk ndikon negativisht në reagimin e elementeve strukturore.

Gjendja e kufizimit të dëmtimeve

Duhet të sigurohet një shkallë e nevojshme besueshmërie kundrejt dëmtimeve të papranueshme, duke përmbushur kufijtë e deformimit ose kufij të tjerë përkatës, të përcaktuar në pjesët përkatëse të EN 1998.

Për strukturat e rëndësishme për mbrojtjen civile, sistemi strukturor duhet të verifikohet për të siguruar që ka rezistencë dhe ngurtësi të mjaftueshme për të garantuar funksionimin e shërbimeve jetësore të pajisjeve, duke marrë parasysh një ngjarje sizmike me një periudhë përsëritjeje të përshtatshme.

2.2 Masa të veçanta

Me qëllim që të kufizohen pasiguritë dhe të favorizohet një sjellje optimale e strukturave ndaj veprimeve sizmike që janë më të forta se veprimi sizmik projektues, duhet të ndërmerren një sërë masash të veçanta përkatëse.

Projektimi

Strukturat duhet të kenë forma të thjeshta dhe të rregullta, si në plan ashtu edhe në lartësi. Është thelbësore të shmangët shkatërrimi i thyeshëm ose formimi i parakohshëm i mekanizmave të paqëndrueshëm. Për këtë arsye, zbatohet procedura e projektimit sipas kapaciteteve, e cila synon krijimin e hierarkisë së rezistencave midis komponentëve të ndryshëm strukturore dhe përcaktimin e mënyrave të shkatërrimit të duhura për të siguruar një mekanizëm plastik të përshtatshëm, duke shmangur mënyrat e shkatërrimit të thyeshme.

Gjatë projektimit, duhet t'i kushtohet një vëmendje e veçantë detajimit të lidhjeve ndërmjet elementeve strukturore dhe rajoneve ku parashikohet sjellja jolineare. Kjo siguron që struktura të ketë një performancë të kontrolluar dhe të sigurt ndaj veprimeve sizmike.

Themelet

Ngurtësia e themeleve duhet të jetë e tillë që të mundësojë transmetimin në truall, në mënyrën sa më uniforme të mundshme, të veprimeve që merren nga struktura e ngritur mbi to.

Plani i sistemit të cilësisë

Dokumentet e projektit duhet të përmbajnë përmasat, detajet (hollësitë) dhe karakteristikat e materialeve të elementeve strukturore. Gjithashtu, duhet të merren masat e domosdoshme për kontrollin e cilësisë. Elementet me rëndësi të veçantë strukturore, që kërkojnë kontroll të posaçëm gjatë ndërtimit, duhet të identifikohen në vizatimet e projektit.

Për rajonet me sizmicitet të lartë dhe për strukturat me rëndësi të veçantë, si shtesë ndaj metodikave të kontrollit të përshkruara në rregullat e tjera përkatëse të projektimit (p.sh., Eurokode të tjera), është e nevojshme të përdoren projekte të miratuara zyrtarisht për sistemin e cilësisë. Këto projekte duhet të përfshijnë të gjitha aspektet e projektimit, ndërtimit dhe përdorimit (funksionit) të strukturës.

2.3 Projektimi sipas kapaciteteve

Në një strukturë ku ekzistojnë mënyra të ndryshme shkatërrimi, duhet të sigurohet që shkatërrimi duktil të jetë i pari që ndodh, ndërsa shkatërrimi i thyeshëm duhet të shmanget plotësisht. Për të arritur këtë ekuilibër, strukturat mund të projektohen në mënyrë që mekanizmat e thyeshëm të mos aktivizohen kurrë, duke u dhënë atyre nivele rezistence më të larta krahasuar me mekanizmat duktilë. Në këtë mënyrë, sjellja e përgjithshme e strukturës udhëhiqet nga mekanizmat duktilë, pasi mekanizmat e thyeshëm, me një prag rezistence më të lartë, nuk mund të aktivizohen, duke garantuar kështu një sjellje duktile të të gjithë sistemit.

Për të kuptuar më mirë këtë koncept, mund t'i referohemi një modeli të thjeshtë duke marrë në konsideratë një strukturë bazike: një zinxhir me dy unaza, ku njëra është duktilë dhe tjetra e thyeshme. Zinxhiri duhet të përballojë një rritje të ngarkesave tërheqëse, të shpërndara në mënyrë të barabartë në të dy unazat.

Nëse unaza duktilë është projektuar me një rezistencë më të ulët se unaza e thyeshme, me shtimin e ngarkesave tërheqëse, unaza duktilë hyn e para në rrjedhshmëri, ndërsa unaza e thyeshme mbetet në gjendjen elastike (me kusht që sjellja plastike të jetë elastiko-plastike ideale). Në këtë rast, sjellja e përgjithshme e sistemit (zinxhirit) është duktilë.

Në të kundërt, nëse unaza e thyeshme ka një rezistencë më të ulët se ajo duktilë, sjellja e zinxhirit përcaktohet nga unaza e thyeshme. Si rezultat, me rritjen e ngarkesave, unaza e thyeshme pëson shkatërrim e para, duke e bërë sjelljen e përgjithshme të zinxhirit të jetë thyeshme.



Fig 6. Projektimi sipas kapaciteteve – shembull i dy unazave (sistem në seri): B-e thyeshme, D-duktilë

Ky shembull tregon se në projektimin e strukturave është thelbësore të analizohen dhe të kontrollohen të gjithë mekanizmat e mundshëm të shkatërrimit, të cilët duhet të klasifikohen bazuar në aftësinë e tyre për të siguruar duktilitet. Mekanizmave të thyeshëm duhet t'u jepet rezistencë më e lartë krahasuar me mekanizmat duktilë.

Kjo qasje nënkupton që shpesh elementët ose mekanizmat projektohen duke marrë parasysh rezistencën (ose kapacitetin) e elementëve të tjerë në sistem, dhe jo vetëm forcat e projektimit të llogaritura nga analiza, prandaj quhet “**projektimi sipas kapaciteteve**”.

Projektimi sipas kapaciteteve duhet të aplikohet në çdo nivel të strukturës:

- **Në materialet:** Përzgjedhja e materialeve me kapacitete të ndryshme për të garantuar renditjen e duhur të mekanizmave.

- **Në seksionet:** Dimensionimi i seksioneve për të shmangur dështimin e thyeshëm.
- **Në elementët:** Projektimi i elementëve duke siguruar që mekanizmat e thyeshëm të mos aktivizohen kurrë.

Rregullat e projektimit sipas kapaciteteve ndryshojnë sipas nivelit të duktilitetit, ku për DCH edhe rregullat janë më të rrepta për të garantuar duktilitet maksimal.

Një rregull i përgjithshëm për të gjitha llojet e ndërtesave me kuadro, i dhënë në Eurokodin 8, Pjesa 1, Seksioni 4.4.2.3, është që rezistenca momentale e shtyllave të lidhura me një nyje të caktuar duhet të jetë 30 për qind më e madhe se rezistenca momentale e trarëve.

$$\Sigma M_{Rc} \geq 1.3 \Sigma M_{Rb}$$

Në përfundim, **projektimi sipas kapaciteteve** siguron një sjellje të kontrolluar dhe të parashikueshme të strukturave gjatë tërmetejeve, duke parandaluar aktivizimin e mekanizmave të thyeshëm dhe duke garantuar që sjellja e përgjithshme e strukturës të jetë duktilë.

2.3.1 Materialet: kërkesat për çelikut armues

Çeliku armues është materiali që siguron duktilitetin e strukturave prej betoni, duke lejuar zhvillimin e mekanizmave duktilë ashtu siç janë projektuar. Për këtë arsye, vetitë e çelikut armues të përdorur në strukturën reale duhet të jenë të përafërta me ato të konsideruara gjatë procesit të projektimit. Sipas EN 1998-1, për elementët sizmikë parësorë, armatura duhet të jetë e klasës B ose C, siç specifikohet në Tabelën C.1 të EN 1992-1-1:2004. Në vijim, tabela e mëposhtme paraqet disa nga vetitë kryesore të çelikut armues, të marra nga EN 1992-1-1:2004, Tabela C.1.

Forma e produktit	Shufra dhe rrotulla teli		Rrjeta të parafabrikuara	
Klasa	B	C	B	C
Rezistenca karakteristike në rrjedhshmëri f_{yk} (MPa)	400 deri 600			
$k=(f_t/f_y)_k$	≥ 1.08	≥ 1.15 < 1.35	≥ 1.08	≥ 1.15 < 1.35
Deformacioni karakteristik në forcën maksimale, ϵ_{uk} (%)	≥ 5.0	≥ 7.5	≥ 5.0	≥ 7.5

Për çelique të tillë, duhet të sigurohet që raporti i rezistencës në tërheqje me sforcimet e rrjedhshmërisë të përmbushë kushtin vijues: $1.08 \leq k= f_t/f_y < 1.35$

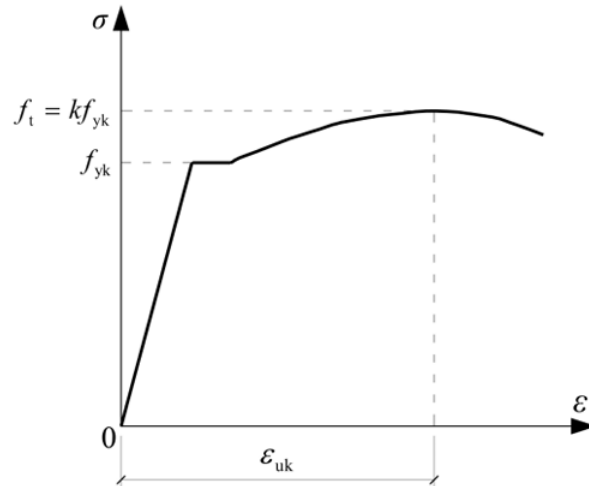


Fig 7. Diagrami sforcim-deformim i çelikut

Në rast se këto kushte nuk përmbushen, mund të prishet hierarkia e kapacitetit. Nëse kjo situatë ndodh, rritja e deformimeve plastike mund të shkaktojë rritje të tepërta të sforcimeve, ndërsa sforcimi i rrjedhshmërisë së çelikut të armaturës, që rezulton shumë më i lartë se vlera e deklaruar (nominale), mund të çojë në një rezistencë më të madhe se ajo e marrë si bazë për verifikimin.

3.0 PROJEKTIMI I NDËRTESAVE

3.1. Parimet bazë të projektimit konceptual

Në rajonet sizmike, rreziku sizmik duhet të merret në konsideratë që në fazat fillestare të projektimit konceptual (projekt-idee) të një ndërtese. Kjo qasje mundëson krijimin e një sistemi strukturor që brenda kufijve të kostove të pranueshme, plotëson kërkesat themelore të përcaktuara në paragrafin 2.1.1 (kërkesa e mos-shembjes, kërkesa e kufizimit të demtimeve).

Parimet kryesore që udhëheqin projektimin konceptual në lidhje me rrezikun sizmik janë:

- thjeshtësia strukturore
- uniformiteti, simetria dhe pacaktueshmeria statike
- rezistenca dhe ngurtësia sipas të dy drejtimeve
- rezistenca dhe ngurtësia përdredhëse
- sjellja diafragmatike (tip diafragme, si e një ndërkatit të ngurtë) në nivelin e katit
- themele të përshtatshme

Thjeshtësia strukturore

Thjeshtësia strukturore, e cila nënkupton ekzistencën e rrugëve të qarta dhe të drejtpërdrejta për transmetimin e forcave sizmike, përbën një objektivi të rëndësishëm për t'u respektuar. Kjo, sepse modelimi, analiza, dimensionimi, detajimi dhe ndërtimi i strukturave të thjeshta shoqërohen me më pak pasiguri, duke bërë që sjellja sizmike të jetë shumë më e parashikueshme dhe e besueshme.

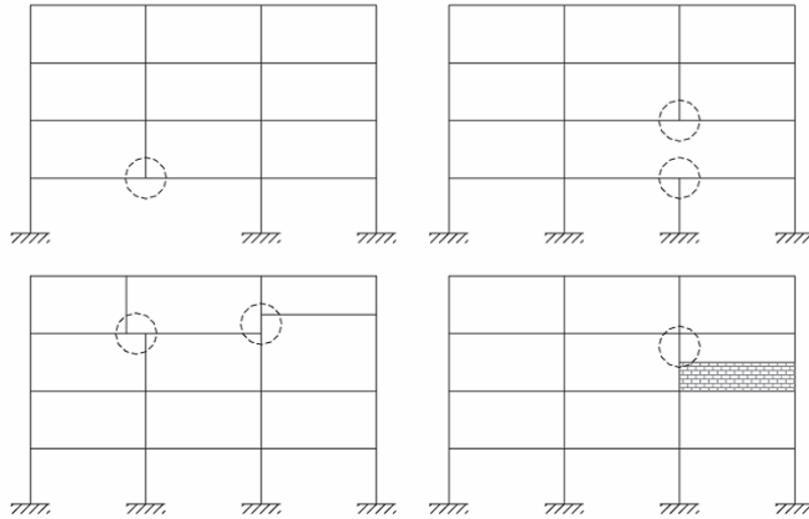


Fig 8. Shembuj të rrugëve të papërshtatshme të kalimit të ngarkesave

Uniformiteti, simetria dhe pacaktueshmeria statike

Uniformiteti përkufizohet nga një shpërndarje e barabartë e elementeve strukturore, e cila, kur zbatohet në planimetri, mundëson transmetimin e shpejtë dhe të drejtpërdrejtë të forcave inerciale nga masat e shpërndara të ndërtesës. Në rastet kur është e nevojshme, uniformiteti mund të arrihet duke ndarë të gjithë ndërtesën në njësi dinamikisht të pavarura përmes fugave sizmike, me kusht që këto fuga të projektohen për të parandaluar përplasjen ndërmjet njërive.

Uniformiteti në zhvillimin e strukturës përgjatë lartësisë së ndërtesës është po aq i rëndësishëm, pasi ai ndihmon në eliminimin e zonave të dobëta ku mund të ndodhin përqendrime të stresit ose kërkesa të larta për duktilitet, të cilat mund të shkaktojnë shembje të parakohshme.

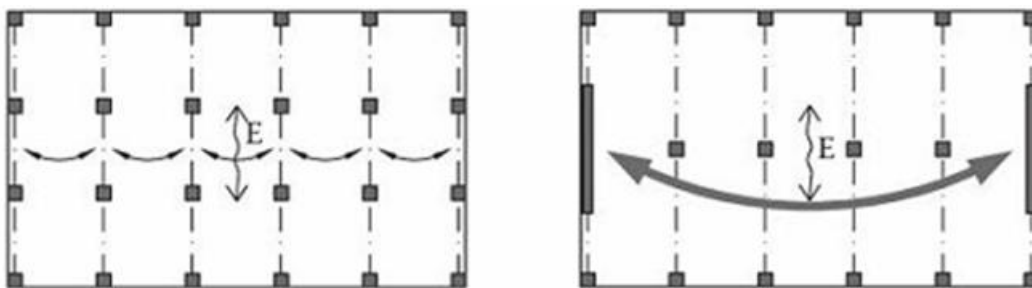


Fig 9. Shpërndarje uniforme strukturore, rrugë e shkurtër për transferimin e forcave (majtas); Shpërndarje jo uniforme strukturore, rrugë e gjatë për transferimin e forcave (djathtas)

Një lidhje e ngushtë ndërmjet shpërndarjes së masave, rezistencës dhe ngurtësisë ndihmon në eliminimin e jashtëqendrësive të mëdha midis këtyre faktorëve, duke përmirësuar qëndrueshmërinë e strukturës.

Në rastet kur konfigurimi i ndërtesës është simetrik ose afërsisht simetrik, një mënyrë e qartë për të arritur uniformitetin është një planimetri strukturore simetrike dhe mirë e shpërndarë.

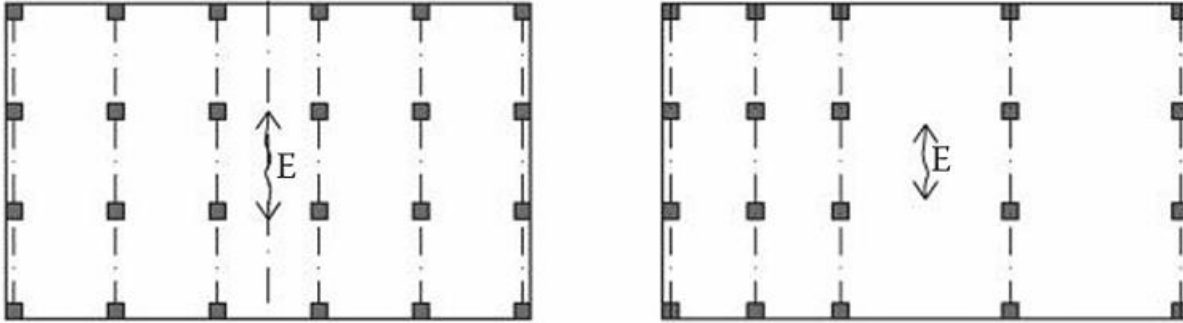


Fig 10. Shpërndarje simetrike strukturore (majtas), Shpërndarje jo simetrike strukturore (djathtas)

Përdorimi i elementeve strukturore të shpërndarë në mënyrë uniforme (të barabartë) rrit përcaktueshmërinë dhe lejon një rishpërndarje të favorshme të efekteve të veprimit dhe një shpërndarje të gjerë energjie në të gjithë strukturën.

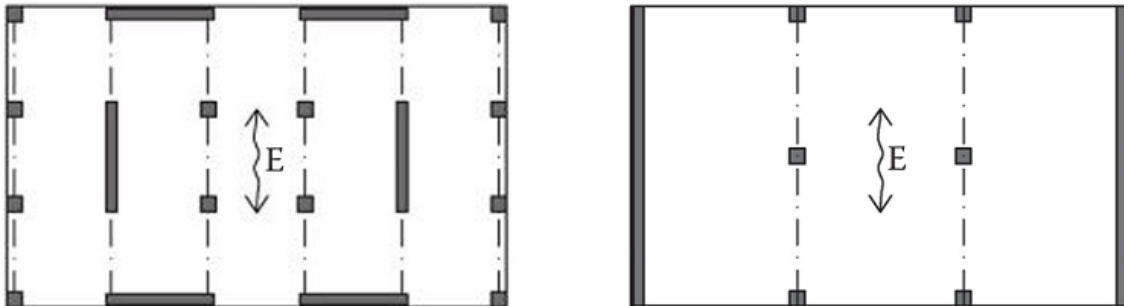


Fig 11. Sistem me pacaktueshmëri të madhe (majtas), Sistem me pacaktueshmëri të vogël (djathtas)

Rezistenca dhe ngurtësia sipas të dy drejtimeve

Lëvizja sismike horizontale është një fenomen që ndodh në dy drejtime (fenomen bi-direksional), ndaj struktura e ndërtesës duhet të jetë e aftë të përballojë veprimet horizontale në çdo drejtim.

Për të përmbushur këtë kërkesë, elementet strukturore duhet të vendosen në një mënyrë ortogonale në plan, duke garantuar karakteristika të njëjta të rezistencës dhe ngurtësisë në të dy drejtimet kryesore.

Përzgjedhja e karakteristikave të ngurtësisë së strukturës duhet të bëhet në mënyrë që, përveç synimit për të minimizuar efektet e veprimit sismik (duke marrë parasysh kushtet specifike të vendit të ndërtimit), të kufizohen edhe zhvendosjet e tepërta. Këto zhvendosje mund të çojnë në humbje të qëndrueshmërisë për shkak të efekteve të rendit të dytë ose në dëmtime të konsiderueshme të strukturës.

Rezistenca dhe ngurtësia përdredhëse

Përveç rezistencës dhe ngurtësisë anësore, strukturat e ndërtesave duhet të kenë gjithashtu rezistencë dhe ngurtësi të mjaftueshme ndaj përdredhjes, për të kufizuar shfaqjen e lëvizjeve përdredhëse që mund të sforcojnë elementet strukturore në mënyrë jo uniforme. Në këtë kontekst,

një avantazh të qartë ofrojnë konceptimet ku elementet kryesore rezistues ndaj veprimit sizmik janë të shpërndara pranë periferisë së ndërtesës.

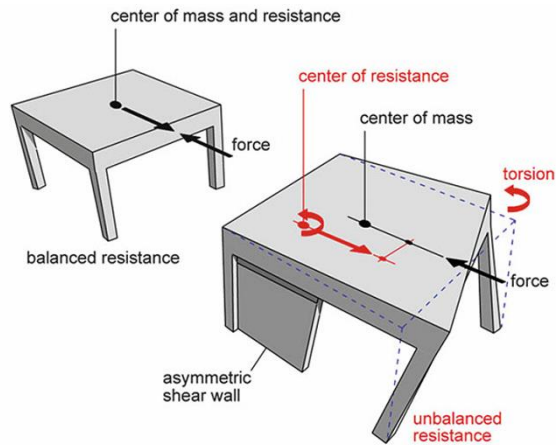


Fig 12. Mospërputhja e qendrës së masës dhe qendrës së shtangësisë

Sjellja diafragmatike në nivelin e katit

Pllakat e ndërkatit funksionojnë si diafragma horizontale që mbledhin dhe transmetojnë forcat inerciale te sistemet strukturore vertikale, duke siguruar që këto sisteme të bashkëpunojnë për të përballuar veprimet sizmike horizontale. Roli i diafragmave është veçanërisht i rëndësishëm në rastet e planimetrive komplekse ose jo-uniforme të sistemeve strukturore vertikale, si dhe kur kombinohen sisteme me karakteristika të ndryshme deformueshmërie horizontale, si në rastet e sistemeve duale ose të përziera.

Ato funksionojnë si diafragma horizontale që mbledhin dhe transmetojnë forcat inerciale te sistemet strukturore vertikale, duke siguruar që këto sisteme të bashkëpunojnë për të përballuar veprimet sizmike horizontale. Roli i diafragmave është veçanërisht i rëndësishëm në rastet e planimetrive komplekse ose jo-uniforme të sistemeve strukturore vertikale, si dhe kur kombinohen sisteme me karakteristika të ndryshme deformueshmërie horizontale, si në rastet e sistemeve duale ose të përziera.

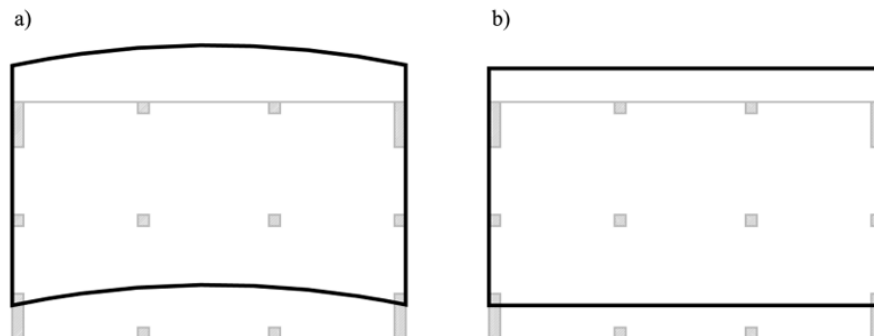


Fig. 13. Sjellja e ndërkatit në planin e tij; a) Sjellje fleksiilel; b) Sjellje diafragmatike

Diafragmat duhet të kenë ngurtësi të mjaftueshme në plan për të shpërndarë forcat horizontale dhe ato të inercisë në sistemet strukturore vertikale në përputhje me supozimet e analizës, siç është supozimi i diafragmave të ngurta. Kjo është veçanërisht e rëndësishme kur ekzistojnë ndryshime të mëdha në ngurtësi ose mosvazhdueshmëri në elementet vertikale mbi dhe poshtë diafragmës.

Themelet e përshtatshme

Në aspektin e veprimit sizmik, projektimi dhe ndërtimi i themeleve dhe lidhjet e tyre me strukturën mbi to duhet të sigurojnë që e gjithë ndërtesa t'i nënshtrohet një veprimi uniform sizmik.

Për strukturat që përbëhen nga një numër i kufizuar muresh strukturore, me ndryshime të mundshme në gjerësi dhe ngurtësi, rekomandohet përdorimi i një themeli të ngurtë, të tipit keson (lloj "box-type") ose kaseton (lloj "qelizë"), i cili përfshin një pllakë themeli dhe një pllakë mbuluese.

Për ndërtesat që përdorin elemente themeli të veçantë, si plinta ose pilota, këshillohet përdorimi i një pllake themeli ose trarëve lidhës në të dy drejtimet kryesore.

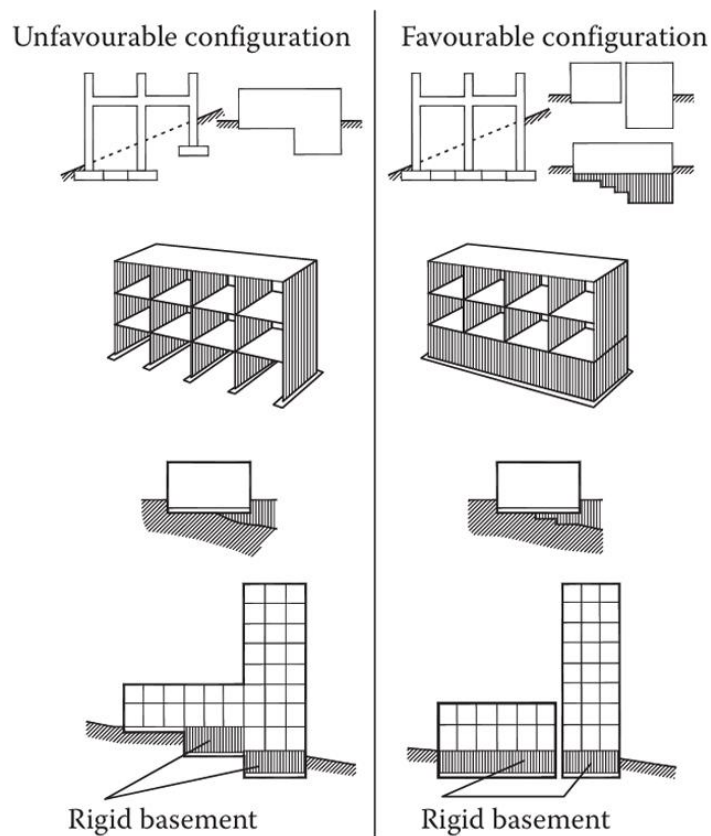


Fig 14. Konfigurimi i papërshtatshëm dhe ai i preferuar i themelit dhe bazës.

3.2 Elementet sizmike primare dhe dytësore

Disa elemente strukturore, si trarët dhe/ose shtyllat, mund të projektohen si elemente sizmike "dytësore," pa kontribuar në sistemin rezistues ndaj veprimeve sizmike të ndërtesës. Në këtë rast, rezistenca dhe ngurtësia e këtyre elementeve ndaj veprimeve sizmike nuk merren parasysh.

Megjithatë, këto elemente dhe lidhjet e tyre duhet të projektohen dhe të detajohen në mënyrë të tillë që të jenë në gjendje të mbajnë ngarkesat e peshës kur ekspozohen ndaj zhvendosjeve të shkaktuara nga kushti sizmik më i pafavorshëm i projektimit. Gjatë projektimit të këtyre elementeve, duhet të trajtohet në mënyrë të duhur ndikimi i efekteve të rendit të dytë (efekteve **P-Δ**) për të siguruar qëndrueshmërinë dhe sigurinë e strukturës.

Të gjithë elementet që nuk janë të projektuara si elemente sizmike dytësore konsiderohen si elemente parësore. Këta elemente janë pjesë e sistemit rezistues ndaj forcave anësore dhe duhet të modelohen sipas pikës 4.3.1, si dhe të projektohen dhe detajohen në përputhje me rregullat e përcaktuara në Seksionet 5 deri 9 për të përballuar veprimet sizmike.

Kontributi i elementeve sizmike dytësore në ngurtësinë anësore të strukturës nuk duhet të kalojë 15% të rezistencës përkatëse të elementeve sizmike parësore.

3.3 Kriteret për rregullsinë strukturore

Për qëllimet e projektimit sizmik, strukturat e ndërtesave dallohen në rregullta dhe jo të rregullta.

Ky dallim do të ndikojë në aspektet vijuese të projektimit sizmik:

- në modelin strukturor, që mund të jetë ose sistem plan i thjeshtuar, ose hapësinor
- në metodën e analizës, e cila mund të jetë ose një analizë e thjeshtuar sipas spektrit të reagimit (metoda e forcës anësore), ose një analizë modale
- në vlerën e faktorit të sjelljes q , i cili mund të zvogëlohet në varësi të tipit të jorregullsisë në lartësi

Përsa i përket ndikimeve të rregullsisë strukturore në analizë dhe projektim, duhet të bëhen konsiderime të veçuara mbi karakteristikat e rregullsisë së ndërtesës, si në plan ashtu edhe në lartësi. Këto konsiderata mund të përmbliidhen në tabelën e mëposhtme:

Tabela 1. Ndikimet e rregullsisë strukturore në analizën dhe projektimin sizmik

Rregullsi		Thjeshtim i lejuar		Faktor i sjelljes
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

3.4 Kombinimi i veprimit sizmik me veprime të tjera

Efektet inerciale të veprimit sizmik projektues duhet të vlerësohen duke marrë parasysh praninë e masave që përfshijnë të gjitha ngarkesat e peshës që paraqiten në kombinimin vijues të veprimeve:

$$\Sigma G_{kj} + \Sigma \psi_{E,i} * Q_{k,i}$$

ku:

G_{kj} – Përfaqëson ngarkesat e përhershme.

$Q_{k,i}$ – Përfaqëson ngarkesat e përdorimit (veprimet e përkohshme).

$\Sigma \psi_{E,i}$ – Koeficient që lidhet me ngarkesën e përdorimit, duke marrë parasysh ndikimet sizmike.

Kombinimi i këtyre veprimeve siguron që efektet inerciale të vlerësohen me saktësi, duke reflektuar kushtet reale të veprimit sizmik mbi strukturën.

Vlerat e rekomanduara për faktorët Ψ_0 dhe Ψ_2 jepen në tabelën e mëposhtme:

Veprimi	Ψ_0	Ψ_2
Kategoria A: Mjedise (sipërfaqe) banimi, shtëpi	0,7	0,3
Kategoria B: Mjedise (sipërfaqe) zyre	0,7	0,3
Kategoria C: Mjedise (sipërfaqe) me grumbullim njerëzish	0,7	0,6
Kategoria D: Mjedise (sipërfaqe) tregëtare	0,7	0,6
Kategoria E: Mjedise (sipërfaqe) magazinimi	1,0	0,8
Kategoria F: Mjedise (sipërfaqe) trafiku; pesha e mjetit lëvizës ≤ 30 kN	0,7	0,6
Kategoria G: Mjedise (sip.) trafiku; 30 kN < pesha e mjetit lëvizës < 160 kN	0,7	0,3
Kategoria H: çati	0	0
Ngarkesa e borës mbi ndërtesa *) (Për vende të ndryshme të Be faktorët Ψ_0 dhe Ψ_2 diferencohet si vijon: Finlanda, Islanda, Norvegjia, Suedia: $\Psi_0 = 0,7$ dhe $\Psi_2 = 0,2$. Vendet e tjera të BE, për lartësi mbi nivelin e detit $H > 1000$ m: Vendet e tjera të BE., për lartësi mbi nivelin e detit $H \leq 1000$ m: *) Rekomandohet të përcaktohet mbi bazën e kushteve përkatëse lokale		
Ngarkesat e erës mbi ndërtesa	0,6	0
Temperatura (jo zjarri) në ndërtesa	0,6	0

3.4.1 Koeficientet e kombinimit per veprime variable

Koeficientët e kombinimit $\psi_{E,i}$ për llogariten e efekteve të veprimeve sizmike jepen përmes ekuacionit: $\psi_{E,i} = \varphi * \psi_{2,i}$

Tabela 2. Vlerat φ për llogaritjen e $\psi_{E,i}$

Tipi i veprimit të ndryshueshëm	Kati	φ
Kategoritë A-C*	Kulmi	1.0
	Kate me ngarkime të ndërvarura nga njëra-tjetra	0.8
	Kate me ngarkime të pavarura mes tyre	0.5
Kategoritë D-F* dhe arkivat		1.0

3.5 Klasat e rëndësisë dhe faktorët e rëndësisë

Ndërtesat klasifikohen sipas klasave të rëndësisë, bazuar në ndikimet që shembja e tyre mund të ketë në jetën njerëzore, rëndësinë e tyre për sigurinë publike dhe mbrojtjen civile gjatë periudhës së emergjencës pas tërmetit, si dhe pasojat sociale dhe ekonomike që mund të shkaktojnë shembja e tyre.

Klasa e rëndësisë	Strukturat (ndërtesat)
I $y_I=1.4$	Ndërtesat, integriteti strukturor i të cilave gjatë tërmetit është me rëndësi jetësore për mbrojtjen civile, si p.sh. spitalet, stacionet zjarrfikëse, centralet energjetike etj.
II $y_I=1.2$	Ndërtesat, rezistenca sizmike e të cilave është me rëndësi në këndvështrimin e pasojave që shkakton një shembje, p.sh. shkollat, sallat e mbledhjeve, institucionet kulturore etj.
III $y_I=1.0$	Ndërtesat e zakonshme që nuk u përkasin kategorive tjera.
IV $y_I=0.80$	Ndërtesat e një rëndësie të vogël për sigurinë publike, p.sh. ndërtesat bujqësore etj.

Klasat e rëndësisë I dhe II, III dhe IV u korrespondojnë, në mënyrë të përafërt sipas rrjedhëve, përkatësisht klasave CC3, CC2 dhe CC1, të parashikuara në aneksin B të Eurokodit EN 1990:2002.

Klasa e rrjedhëve	Përshkrimi	Shembuj ndërtesash / veprash inxhinierike
CC3	Pasoja të rënda në humbjen e jetës së njerëzve, ose pasoja shumë të mëdha ekonomike, sociale ose të mjedisit.	Vendqendrite me grumbullime të mëdha njerëzish, ndërtesa publike ku pasojat e shkatërrimit janë të larta (p.sh. një sallë koncertesh).

CC2	Pasoja mesatare në humbjen e jetës së njerzve, pasoja të konsiderueshme ekonomike, sociale ose të mjedisit.	Ndërtesa banimi dhe administrative, ndërtesa publike ku pasojat e shkatërrimit janë mesatare (p.sh. një ndërtesë administrative).
CC1	Pasoja të vogla në humbjen e jetës së njerzve dhe pasoja të vogla ose të papërfillshme ekonomike, sociale, të mjedisit.	Ndërtesa bujqësore ku normalisht nuk hyjnë njerëz (p.sh. magazinat, serrat bujqësore).

3.6 Metodatat e analizës

Në varësi të karakteristikave strukturore të ndërtesës mund të përdoren disa lloje të analizës:

- Metoda e analizës së forcave anësore
- Analiza modale sipas spektrit të reagimit
- Analiza jolineare statike - pushover (mbingarkimi gradual)
- Analiza jolineare dinamike sipas funksioneve kohore (time-history)

Metoda e analizës së forcave anësore – përdoret kur plotësohen kushtet vijuese:

- a) Kanë periudha bazë lëkundjesh T_1 në të dy drejtimet kryesore, më të vogla se vlerat vijuese

$$T_1 \leq \begin{cases} 4 T_C \\ 2.0s \end{cases}$$

- b) Plotësohen kriteret e rregullsisë në lartësi.

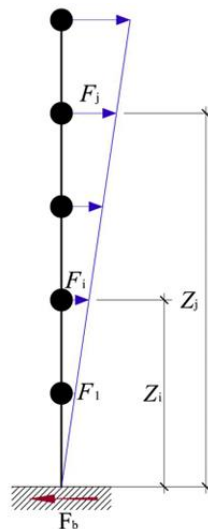


Fig 15. Shpërndarja lineare e forcave sizmike horizontale gjatë lartësisë

$$F_i = F_b * \frac{s_i * m_i}{s_j * m_j}$$

F_i - është forca horizontale që vepron në katin i ;

F_b - është forca prerëse e bazës

$s_i * m_i$ - janë zhvendosjet e masave m_i, m_j për formën themelore të lëkundjeve;

$s_j * m_j$ - janë masat e kateve, të llogaritura sipas EN 1998-1, 3.2.4(2)

Analiza modale sipas spektrit të reagimit - është e aplikueshme për të gjitha tipet e ndërtesave

Merr parasysh reagimin e të gjitha formave të lëkundjeve që kontribuojnë në mënyrë të rëndësishme në reagimin global. Duhet të plotësohen dy kushtet vijuese:

- Shuma e masave modale efektive të formave të lëkundjeve të marra parasysh (të konsideruara) është të paktën sa 90% e masës totale të strukturës.
- Të merren parasysh të gjitha format e lëkundjeve me masa modale efektive me të mëdha se 5% të masës totale.

Analiza jo-lineare statike – pushover – përdoret për qëllimet vijuese:

- Për të kontrolluar (verifikuar) ose rishikuar vlerat e raportit të mbirezistencës α_u/α_1
- Për të vlerësuar mekanizmat e pritshëm plastike dhe shpërndarjen e dëmtimeve.
- Për të vlerësuar sjelljen (performancën) strukturore të ndërtesave ekzistuese ose të përforcuara
- Si një alternativë kundrejt projektimit të bazuar në analizën lineare-elastike që përdor faktorin e sjelljes q . Në këtë rast, do të duhej që si bazë e projektimit të përdoret zhvendosja kufitare e caktuar si objektiv ("target").

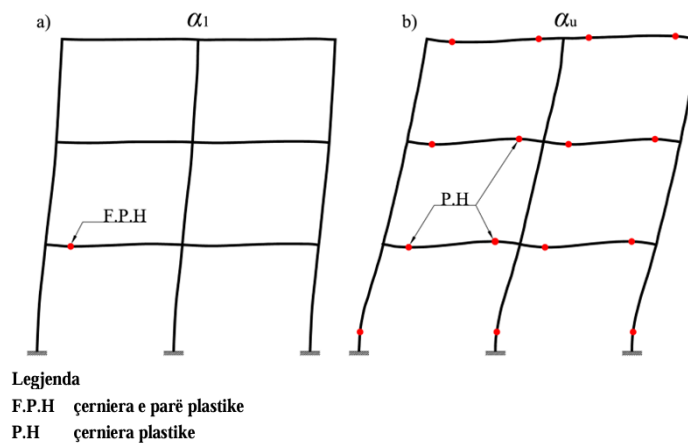


Fig 16. Tregimi i faktorëve α_u dhe α_1 të marrë gjatë një analize pushover

Analiza jo-lineare dinamike sipas funksioneve kohore (time-history)

Reagimi si funksion kohor i strukturës mund të përftohet nëpërmjet integritit numerik të drejtpërdrejtë të ekuacioneve diferenciale të lëvizjes, duke përdorur akselerograma që përfaqësojnë lëvizjet e truallit.

Modelet e një elementi strukturor do të përshkruajnë sjelljen e elementit nën veprimin e cikleve post-elastike të shkarkim-ringarkimit. Këto rregulla duhet të pasqyrojnë në mënyrë reale dissipimin (shuarjen) e energjisë në element, referuar rendit të amplitudave të zhvendosjeve të pritshme në situatën sizmike projektuese.

Si vlerë projektuese e efektit të veprimit E_d në kontrollet (verifikimet) kryesore merret mesatarja e madhësive të reagimit që kanë rezultuar nga të gjitha analizat. Në të kundërt, do të duhej të përdorej vlera më e pafavorshme e madhësisë së reagimit që rezulton nga analizat.

Përdorimi i këtyre metodave të analizës mund të përshkruhet përmes algoritmit të mëposhtëm:

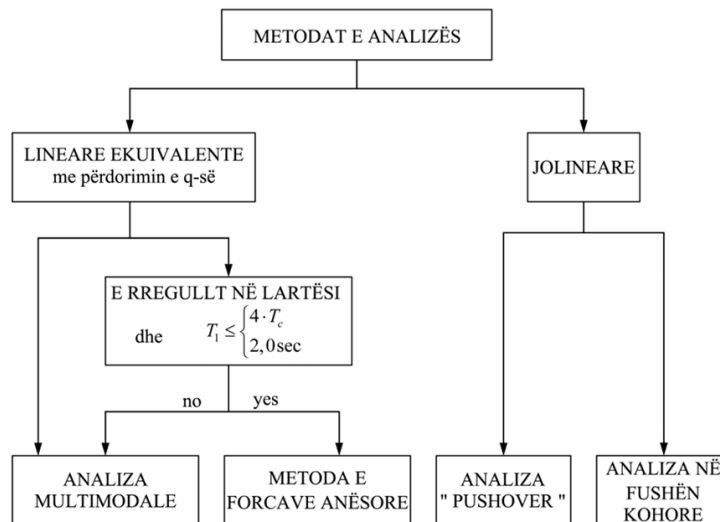


Fig 17. Metodatat e analizës

4.0 VERIFIKIMET E SIGURISË

Eurokodi 8 ofron një kornizë të detajuar për kërkesat dhe procedurat që duhet të ndiqen për të siguruar që strukturat e projektuara për të përballuar veprime sizmike të jenë në përputhje me kriteret e sigurisë dhe performancës. Kjo përfshin një sërë verifikimesh që synojnë të garantojnë integritetin dhe funksionalitetin e strukturës gjatë dhe pas një ngjarjeje sizmike, duke u fokusuar në qëndrueshmërinë dhe aftësinë e saj për të minimizuar rreziqet për jetën e njerëzve dhe dëmet materiale.

Eurokodi 8 thekson rëndësinë e kontrollit të dy gjendjeve thelbësore të kufizimit: **Gjendja kufitare mbajtëse (ULS)** dhe **Gjendja kufitare e shfrytëzimit (SLS)**.

Verifikimet ULS synojnë të sigurojnë që struktura të mos pësojë shembje gjatë ngarkesave ekstreme sizmike, duke adresuar aspektet e qëndrueshmërisë globale dhe lokale të elementeve strukturore, si dhe parandalimin e mekanizmave të dështimit të brishtë. Kjo përfshin llogaritjen e forcave dhe momenteve ekstreme, analizën e deformimeve plastike, dhe aplikimin e parimeve të projektimit sipas kapacitetit për të krijuar një mekanizëm duktile dështimi.

Nga ana tjetër, verifikimet SLS janë të dizajnuara për të garantuar që struktura ruan funksionalitetin dhe aftësinë e saj për t'u përdorur pas një tërmeti të moderuar. Këto verifikime fokusohen në kontrollin e zhvendosjeve të pranueshme, minimizimin e dridhjeve dhe kufizimin e çarjeve në elementët strukturorë dhe jo-strukturorë, duke ruajtur kështu qëndrueshmërinë dhe qëndrueshmërinë afatgjatë të strukturës.

4.1 Gjendja e fundit kufitare

4.1.1 Kushti i rezistencës

Për të gjitha elementet strukturore, përfshirë lidhjet dhe elementet përkatëse jostrukturore, duhet të plotësohet kushti i mëposhtëm:

$$Ed \leq Rd$$

ku:

Ed - është vlera projektuese e efektit të veprimit, që rrjedh nga situata sizmike e projektimit

Rd - është rezistenca projektuese korresponduese e elementit, e llogaritur sipas rregullave specifike për materialet përkatëse. Llogaritja bazohet në vlerat karakteristike mekanike (**f_k**) dhe faktorët pjestorë të sigurisë (**γ_M**), dhe përshtatet me modelet mekanike që lidhen me tipin specifik të sistemit strukturor.

4.1.2 Efektet e rendit të dytë (efektet P – Δ)

Efektet e rendit të dytë (efektet **P – Δ**) nuk është e domosdoshme të merren parasysh nëse në të gjitha katet plotësohet kushti i mëposhtëm:

$$\theta = \frac{P_{tot} * d_r}{V_{tot} * h}$$

θ - koeficienti i ndikimit apo i ndjeshmerise (interstorey drift sensitivity coefficient)

P_{tot} - ngarkesa peshë totale në dhe sipër katit të konsideruar në situatën sizmike projektuese

d_r - zhvendosja projektuese midis kateve (interstorey drift)

V_{tot} - forca totale sizmike e katit

h - lartësia e katit (interstorey height)

Kushti	Zgjidhja
$\theta = \frac{P_{tot} * d_r}{V_{tot} * h_{kat.}} \leq 0.1$	Ndikimi i faktorit ($P-\Delta$) nuk duhet marrë parasysh
$0.10 \leq \theta \leq 0.20$	Duhet bërë rritjen e ndikimeve statike (M,V,N... etj) nga veprimet sizmike me një faktor shumëzues, që është: $1/(1-\theta)$
$\theta > 0.20$	Është e domosdoshme të rritet ngurtësia e strukturës

4.1.3 Kushtet e duktilitetit global dhe lokal

Duke marrë parasysh shfrytëzimin e pritshëm të duktilitetit, i cili varet nga sistemi strukturor i zgjedhur dhe faktori i sjelljes, është e domosdoshme që të kryhen kontrollet përkatëse për të siguruar që si elementet strukturore, ashtu edhe struktura në tërësi, të kenë duktilitet të mjaftueshëm.

Duhet të plotësohen kërkesat specifike lidhur me materialet, veçanërisht aplikimin e **Projektimit sipas Kapaciteteve**. Kjo metodë synon të krijojë një hierarki të rezistencave midis komponentëve të ndryshëm strukturore, për të siguruar formimin e çernierave plastike në pozicione të synuara dhe për të shmangur mënyrat e dështimit të brishtë (amorfe).

Në ndërtesat shumëkatëshe duhet të shmanget formimi i një mekanizmi plastik të tipit "kat i butë" (soft storey), pasi një mekanizëm i tillë mund të kërkojë duktilitet lokal tepër të lartë për kolonat e këtij kati. Ky konfigurim është i rrezikshëm dhe mund të çojë në dështime të papranueshme gjatë ngarkesave sizmike.

Në ndërtesat me rama, me dy ose më shumë kate, përfshirë edhe ato me **rama ekuivalente**, në të gjitha nyjet që lidhin trarët me shtyllat parësore sizmike, duhet të plotësohet kushti i mëposhtëm:

$$\sum M_{Rc} \geq 1.3 \cdot \sum M_{Rb}$$

ku:

$\sum M_{Rc}$ - shuma e vlerave projektuese të momenteve rezistuese të shtyllave që hyjnë në nyje.

$\sum M_{Rb}$ - është shuma e vlerave projektuese të momenteve rezistuese të trarëve që hyjnë në nyje.

4.1.4 Kushti i ekuilibrit

Struktura e ndërtesës duhet të jetë dhe të mbetet e qëndrueshme kur i nënshtrohet serisë së veprimeve të situatës sizmike të projektimit. Këto kërkesa janë specifikuar në Eurokodet dhe veçanërisht në **EN 1990:2002**, duke përfshirë efektet kritike si **përmbysja** dhe **rrëshqitja**, të cilat duhet të adresohen për të garantuar stabilitetin e strukturës.

Ne raste të veçanta ekuilibri mund të kontrollohet (verifikohet) nepermjet metodave të balancit energjetik, ose nepermjet metodave jo-lineare të karakterit gjeometrik.

4.1.5 Rezistenca e diafragmave horizontale

Diafragmat dhe kontraentimet në planet horizontale duhet të jenë të afta për të transmetuar në mënyrë të sigurt efektet e veprimit sizmik projektues drejt sistemeve strukturore rezistuese ndaj ngarkesave anësore, me një mbirezistencë të mjaftueshme. Kjo mbirezistencë siguron që këto elemente të përmbushin funksionin e tyre pa dështuar në kushtet ekstreme të ngarkesave sizmike.

Kërkesa për mbirezistencën e diafragmave konsiderohet e përmbushur nëse për verifikimet përkatëse të rezistencës, efektet e veprimit sizmik për diafragmën shumëzohen me një faktor mbirezistence (γ_d) më të madh se 1.0.

- Për format e shkatërrimit të brishtë (amorfe), $\gamma_d = 1.3$.
- Për format e shkatërrimit duktil, $\gamma_d = 1.1$.

4.1.6 Rezistenca e themeleve

Efektet e veprimit mbi elementët e themeleve duhet të përcaktohen duke u bazuar në kriteret e projektimit sipas kapaciteteve, duke marrë në konsideratë shfaqjen e mbirezistencës së mundshme. Megjithatë, nuk është e domosdoshme që këto efekte të tejkalojnë ato që i korrespondojnë reagimit të strukturës në kushtet e situatës sizmike projektuese, duke mbajtur parasysh supozimin e një sjelljeje elastike ($q = 1,0$).

Për themelet e elementëve vertikalë të veçuar (mure ose shtylla), ky kriter konsiderohet i përmbushur nëse vlerat projektuese të efekteve të veprimit E_{Fd} mbi themelet përcaktohen si më poshtë:

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \gamma_{Rd} \cdot \Omega \cdot E_{F,E} \quad (6.3)$$

ku:

γ_{Rd} - faktori i mbirezistencës, ($\gamma_{Rd}=1.0$ për $q \leq 3.0$, ($\gamma_{Rd}=1.2$ për $q > 3.0$)

$E_{F,G}$ - efekti i veprimit për shkak të veprimeve jo-sizmike të përfshira në kombinimin e veprimeve për situatën sizmike të projektimit

$E_{F,E}$ - efekti i veprimit nga analiza për veprimin sizmik projektues

Ω - vlera e $(R_{di}/E_{di}) \leq q$ e zonës disipuese ose elementit i të strukturës që ka ndikimin më të lartë në efektin EF në shqyrtim

R_{di} - rezistenca projektuese e zonës ose elementit i

E_{di} - vlera projektuese e efektit të veprimit në zonën ose elementin “i” për situatën sizmike projektuese.

Për themelet e mureve strukturore ose shtyllave të ramave me nyje moment–rezistuese (“moment–resisting frames”), Ω është vlera minimale e raportit M_{Rd}/M_{Ed} në të dyja drejtimet kryesore ortogonale në prerjen tërthore më të ulët të elementit vertikal ku mund të formohet një çernierë plastike, gjatë situatës sizmike projektuese.

Për themelet e përbashkëta të më shumë se një elementi vertikal (trarët e themeleve, themelet e vazhduara (“strip footings”), themelet pllakë etj., vlera e Ω është nxjerrë nga elementi vertikal që ka forcën prerëse horizontale më të madhe në situatën sizmike të projektimit ose, në një mënyrë alternative, me vlerën e faktorit të mbirezistencës γ_{Rd} të rritur në 1.4 duke përdorur një vlerë $\Omega=1$.

4.1.7 Kushti i nyjes sizmike

Kushtet për përmbushjen e kërkesës:

1. **Për ndërtesat ose njësitë strukturore të pavarura që nuk i përkasin të njëjtës pronësi:** Kërkesa konsiderohet e përmbushur nëse largësia nga vija e pronësisë deri te pikat potenciale të goditjes është të paktën e barabartë me largësinë horizontale maksimale të ndërtesës në nivelin përkatës.
2. **Për ndërtesat ose njësitë strukturore të pavarura që i përkasin të njëjtës pronësi:** Kërkesa konsiderohet e përmbushur nëse largësia midis tyre është të paktën e barabartë me rrënjën katrore të shumës së katroreve të zhvendosjeve horizontale maksimale të dy ndërtesave ose njërive në nivelin përkatës, e llogaritur sipas formulës:

$$\Delta \geq \sqrt{d_{s1}^2 + d_{s2}^2}$$

3. **Në rastin kur lartësitë e kateve të dy ndërtesave ose njërive janë të njëjta:** Largësia minimale e kërkuar mund të reduktohet duke shumëzuar me një faktor 0.7.

Ky rregull siguron që ndërtesat të shmangin dëmtimet nga përplasjet gjatë tërmetit, duke minimizuar rreziqet për stabilitetin dhe integritetin e tyre.

4.2 Kufizimet e dëmtimeve

4.2.1. Kufizimi i drifteve të kateve

a) për ndërtesat që kanë elementë jostrukturore me materiale amorfe (të thyeshme) dhe që janë të bashkëngjitura me strukturën $d_r \leq 0.005 * h$

b) për ndërtesat që kanë elementë jostrukturore duktile: $d_r v \leq 0.0075 * h$

c) për ndërtesat që kanë elementë jostrukturorë të fiksuar në mënyrë të tillë që nuk ndikojnë në deformimet strukturore, ose që janë pa elementë jostrukturore: $d_r v \leq 0.010 * h$

ku:

d_r - është drifti projektues i kateve

h - është lartësia e katit;

v - është faktori reduktues që merr parasysh periudhën më të ulët të përsëritjes së veprimit sizmik, që lidhet me kërkesën e kufizimit të dëmtimeve.

Vlerat e rekomanduara për v varësisht nga klasa e rëndësisë së strukturës janë dhënë në tabelën në vijim:

Klasat e rëndësisë	Vlera e faktorit të reduktimit v
I, II	0.5
III, IV	0.4

5.0 MODELIMI I STRUKTURËS

Struktura e cila do të analizohet, është paraparë të ketë dimensione $B \times L = 30 \times 18 \text{m}$. Elementet vertikale të strukturës përbëhen nga shtyllat, muret sizmike si dhe bërthama e ashensorit.

Gjatë modelimit të kësaj strukture, është bërë përpjekje që të përmbushen kërkesat të cilat i kemi paraqitur në pjesën teorike, e kjo do të shihet detajisht në vazhdim.

Shtyllat janë përvetësuar me dimensione $50 \times 50 \text{cm}$, $40 \times 80 \text{cm}$ dhe lidhja e tyre me themelin është paraparë të jetë lidhje e shtangët.

Muret sizmike janë përvetësuar në formë drejtkëndëshe me dimensione $600 \times 30 \text{cm}$ dhe janë vendosur në dy anët perimetrike të objektit me qëllim që të ofrohet një shpërndarje simetrike e shtangësisë dhe të arrihet formë e duhur e lëkundjeve.

Bërthama e ashensorit është paraparë të formohet nga muri me trashësi 30cm dhe është vendosur në qendër të objektit, së bashku me murin tjetër me të cilin kufizojnë hapësirën e shkallëve.

Të gjitha këto elemente vertikale janë të vendosura përgjatë tërë lartësisë së strukturës, dhe dimensionet e tyre mbesin të pandryshuara, duke krijuar kështu një rrugë të përshtashme për transmetimin e ngarkesve deri në themel.

Pllakat e meskatit janë përvetësuar pllaka monolite me trashësi 20cm , ndërsa trajet kanë dimensione $30 \times 50 \text{cm}$. Këto pllaka janë përvetësuar të veprojnë si diafragma, ashtu siq theksohet në pjesën teorike.

Modelimi si dhe analiza e strukturës së përshkruar më lartë do të bëhet përmes softwerit ETABS 20. Analiza sizmike e strukturës do të kryhet përmes analizës multimodale sipas spektrit të reagimit.

Objekti është paraparë të jetë i vendosur në truall të tipit B, me vlerë të shpejtimit referent të truallit $a_g/g = 0.25$.

Materialet që do të përdoren janë betoni i klasës C-30/37 për elementet vertikale, C-25/30 për pllaka, si dhe armatura e tipit B500B.

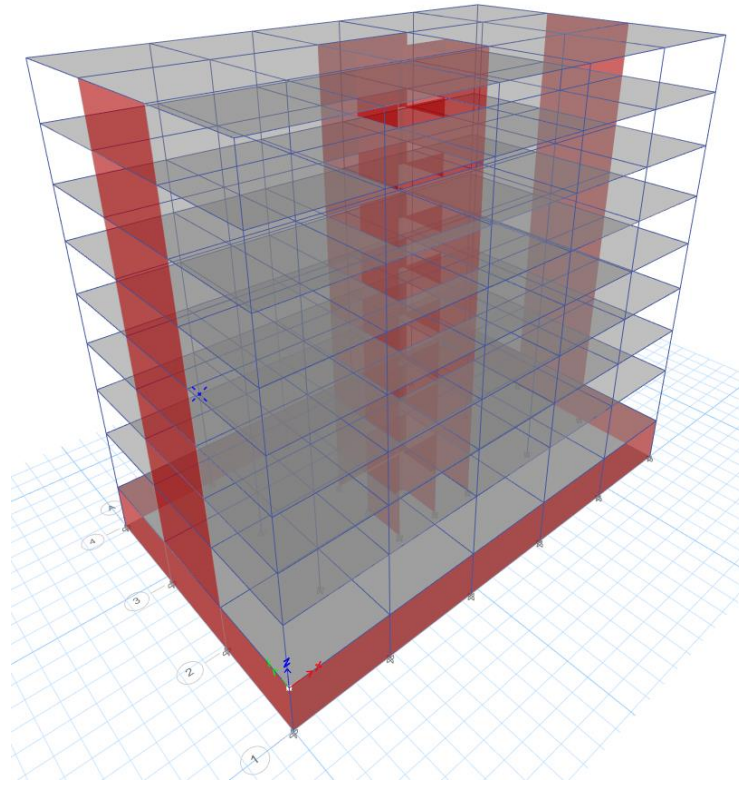


Fig. 18 - Paraqitja 3D e strukturës

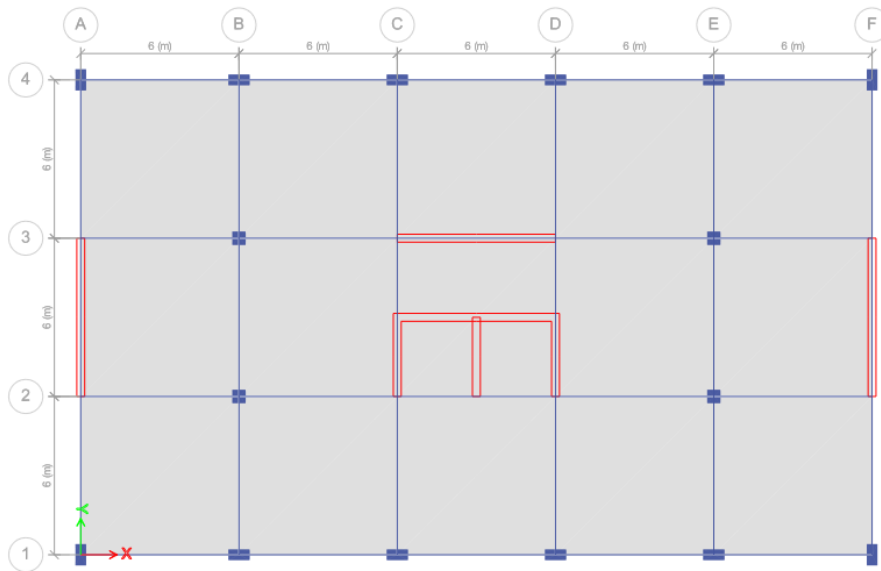


Fig.19 - Paraqitja në plan e strukturës

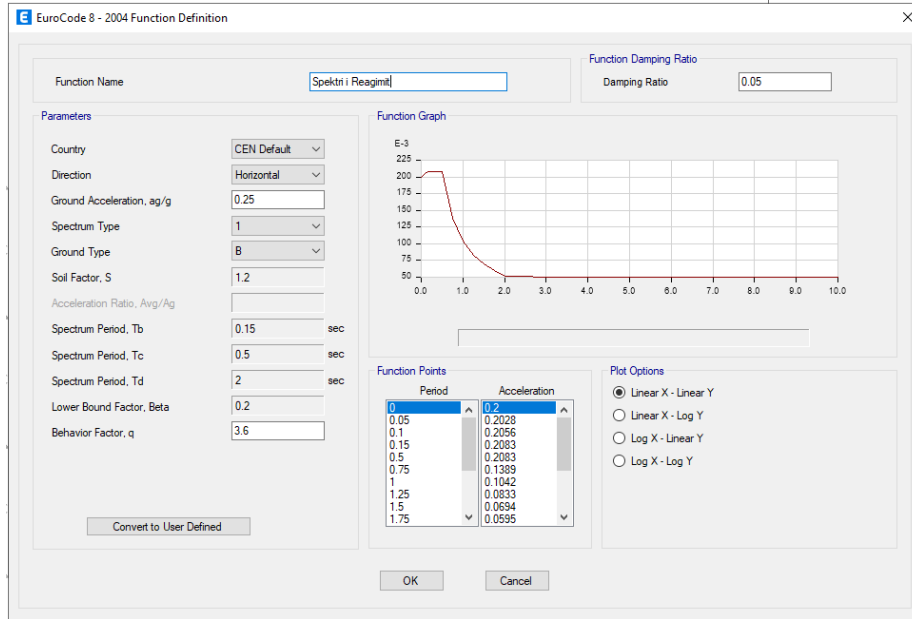


Fig.20 - Definimi i spektrit të reagimit

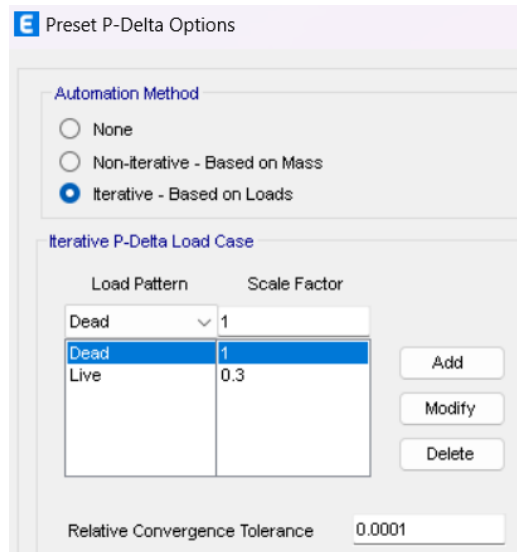


Fig.21 - Efekti P-Delta

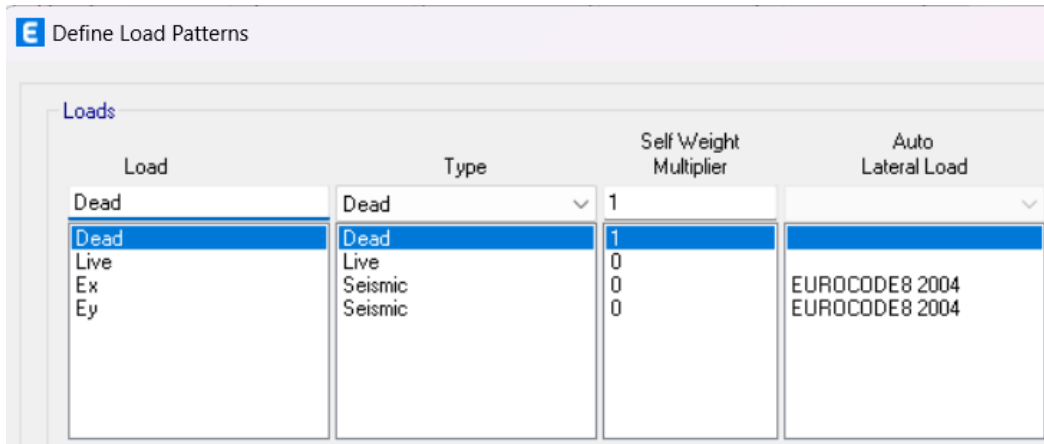


Fig.22 - Rastet e ngarkesave

5.2. Rezultatet e fituara nga analiza e strukturës

- **Format e lëkundjeve**

Analiza multimodale sipas spektri të reagimit na jep si rezultat format e lëkundjeve të strukturës, ku siç shihet në vazhdim, në dy format e para kemi lëvizje translatore, ndërsa forma e tretë është përdredhje.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
		sec				
Modal	1	0.654	0.00000562	0.6554	5.6E-06	0.6554
Modal	2	0.642	0.6104	6.4E-06	0.6104	0.6554
Modal	3	0.543	0.0617	0	0.6721	0.6554
Modal	4	0.15	0.000001214	0.1673	0.6721	0.8227
Modal	5	0.149	0.1432	1.4E-06	0.8154	0.8227
Modal	6	0.123	0.0155	0	0.8309	0.8227
Modal	7	0.068	0.0393	0	0.8701	0.8227
Modal	8	0.065	0	0.0606	0.8701	0.8833
Modal	9	0.053	0.0029	0	0.8731	0.8833
Modal	10	0.043	0.0162	0	0.8893	0.8833
Modal	11	0.038	0	0.0317	0.8893	0.915
Modal	12	0.032	0.0047	0	0.937	0.915

Përmes marrjes në llogari të 12 formave të lëkundjeve, plotësohet edhe kushti i masës efektive i kërkuar në EN 1998-1, 4.3.3.3.1.

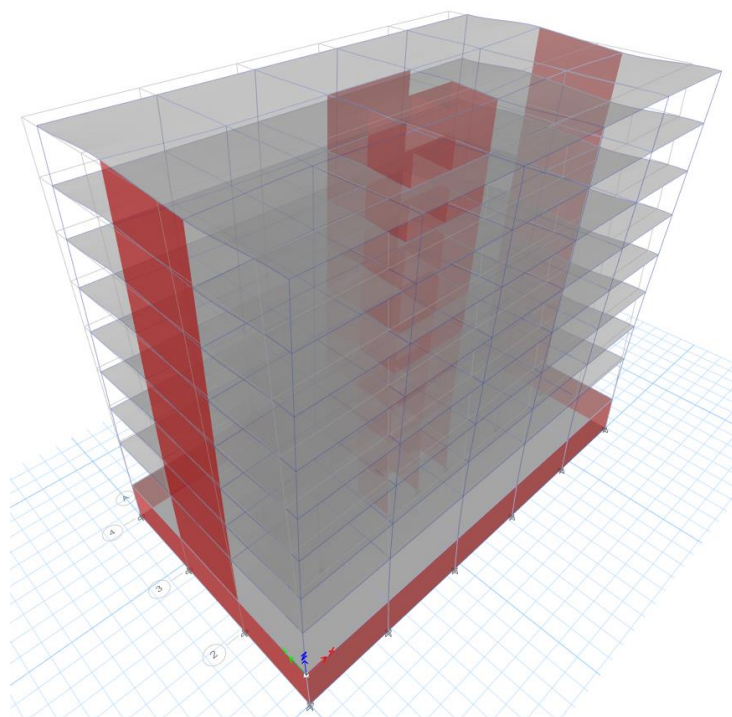


Fig.23 - Forma e parë e lëkundjeve – Lëvizje translator (Drejtimi Y)

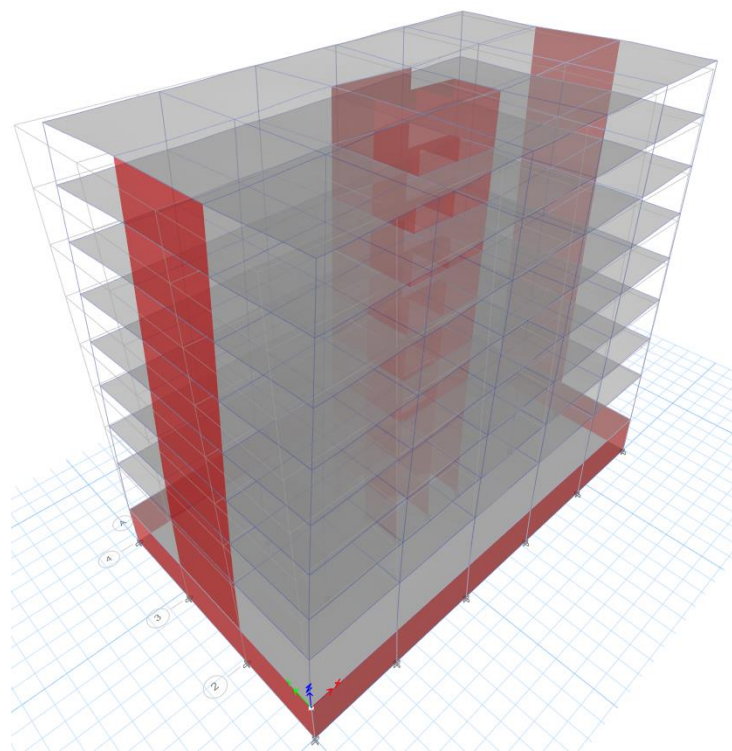


Fig.24 - Forma e dytë e lëkundjeve – Lëvizje translator (Drejtimi X)

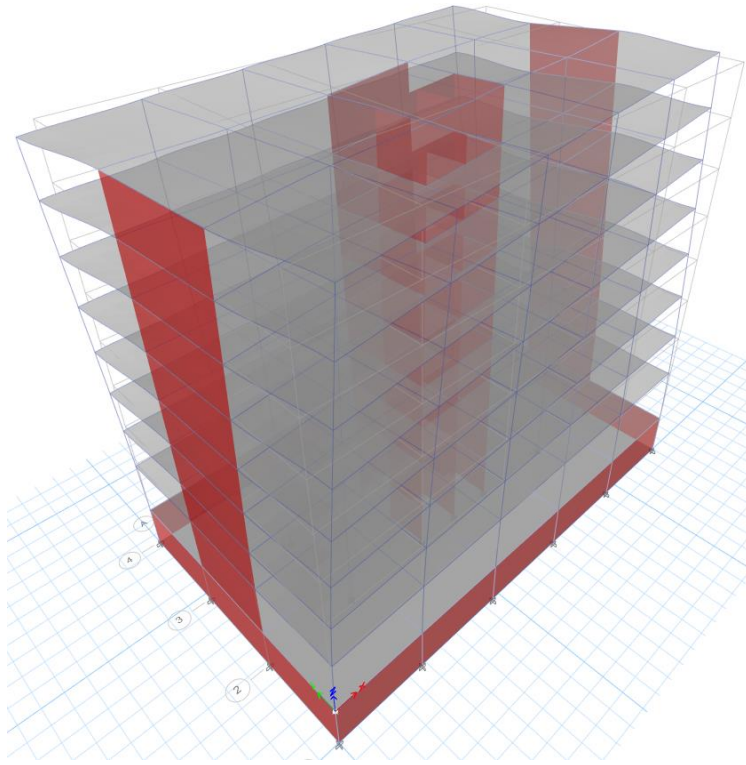


Fig.25 - Forma e tretë e lëkundjeve – Përdredhje

- **Ndikimet e brendshme në strukturë**

Në vijim do të paraqesim ndikimet në ramën 1-1 nga ngarkesat e përhershme, të përkohshme si dhe nga sizmika.

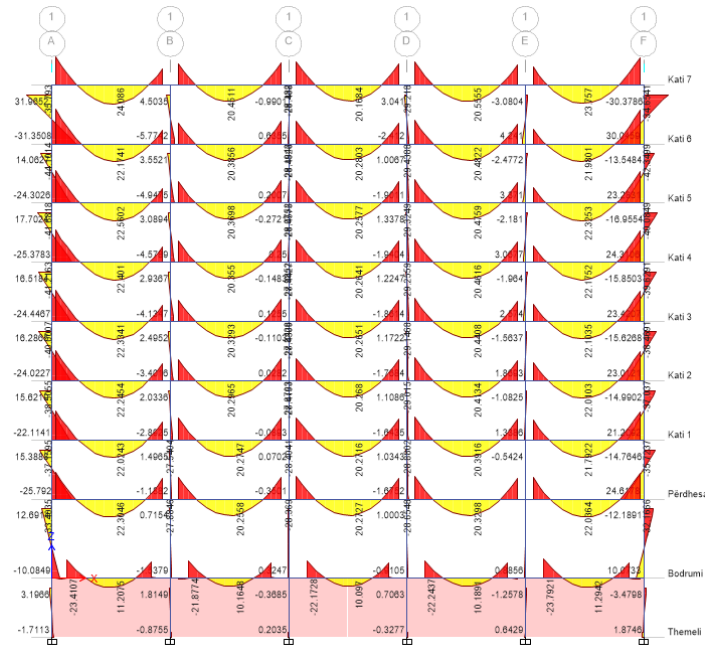


Fig 26– Diagrami i momenteve të përkuljes (M) në ramën C-C nga ngarkesa e përhershme

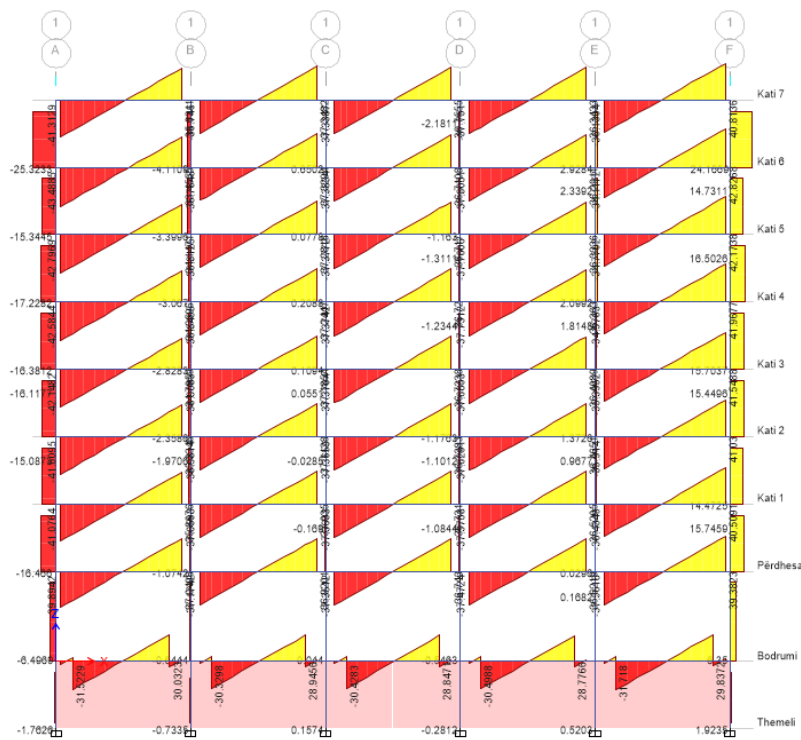


Fig 27– Diagrami i forcave transversale (T) në ramën C-C nga ngarkesa e përhershme

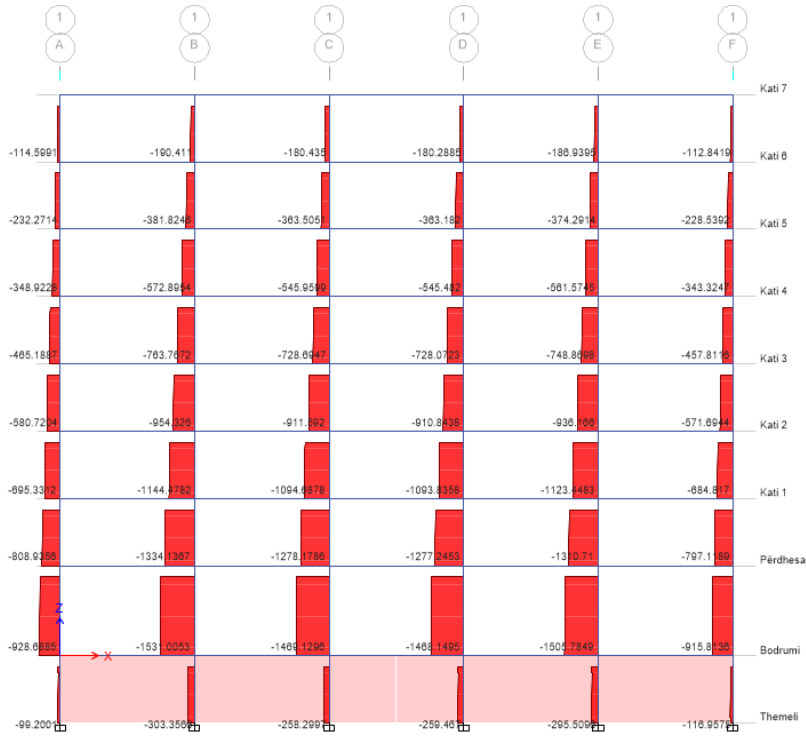


Fig 28 – Diagrami i forcave Aksiale (N) në ramën 1-Ingë ngarkesa e përhershme

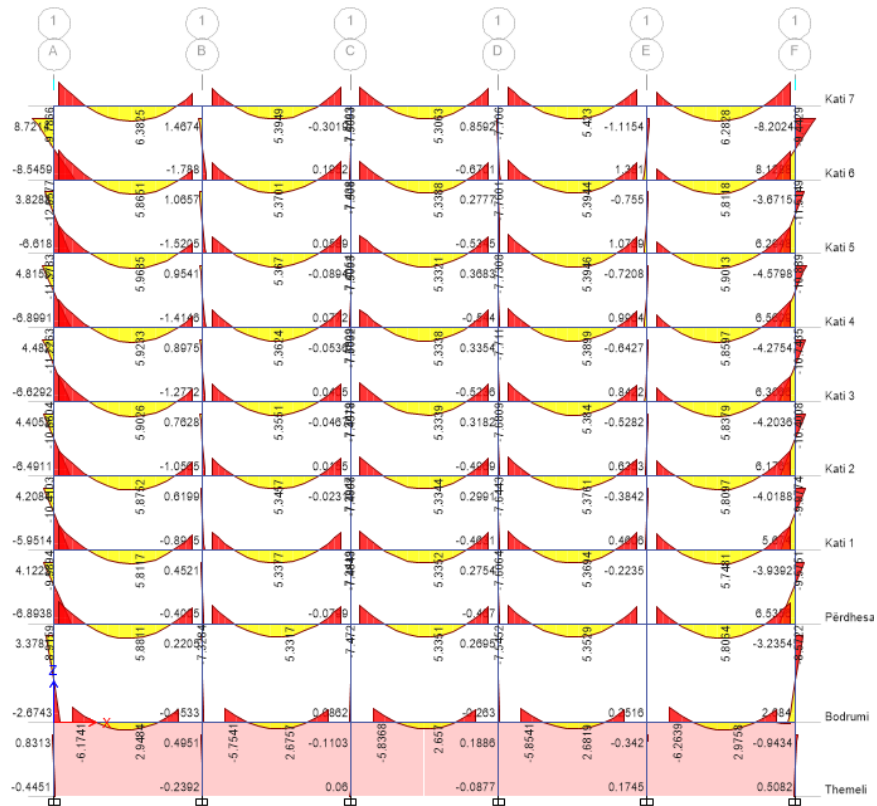


Fig 29 – Diagrami i momenteve të përkuljes (M) në ramën 1-Ingë ngarkesa e përkohshme

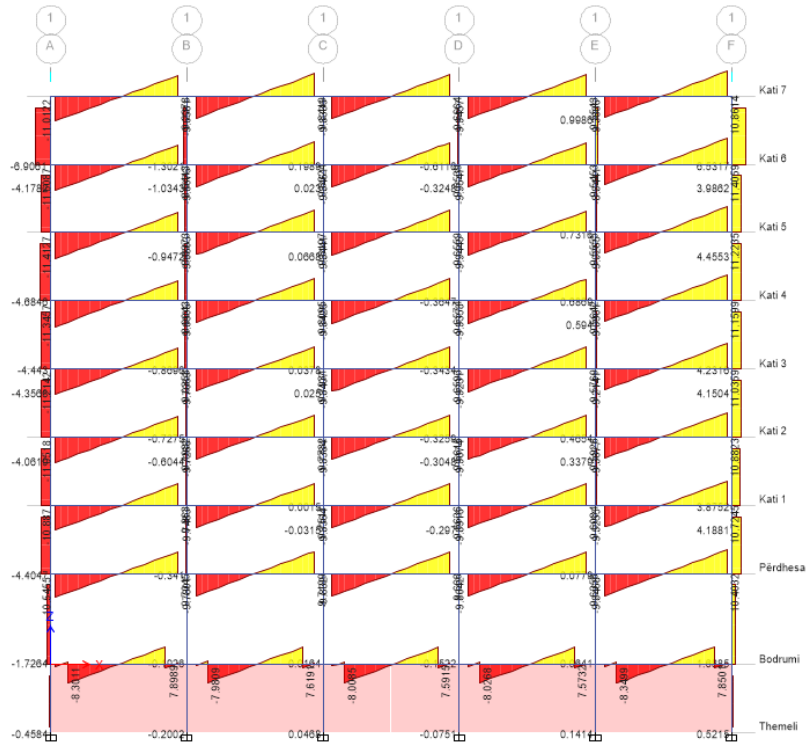


Fig 30– Diagrami i forcave transversale (T) në ramën 1-1 nga ngarkesa e përkohshme

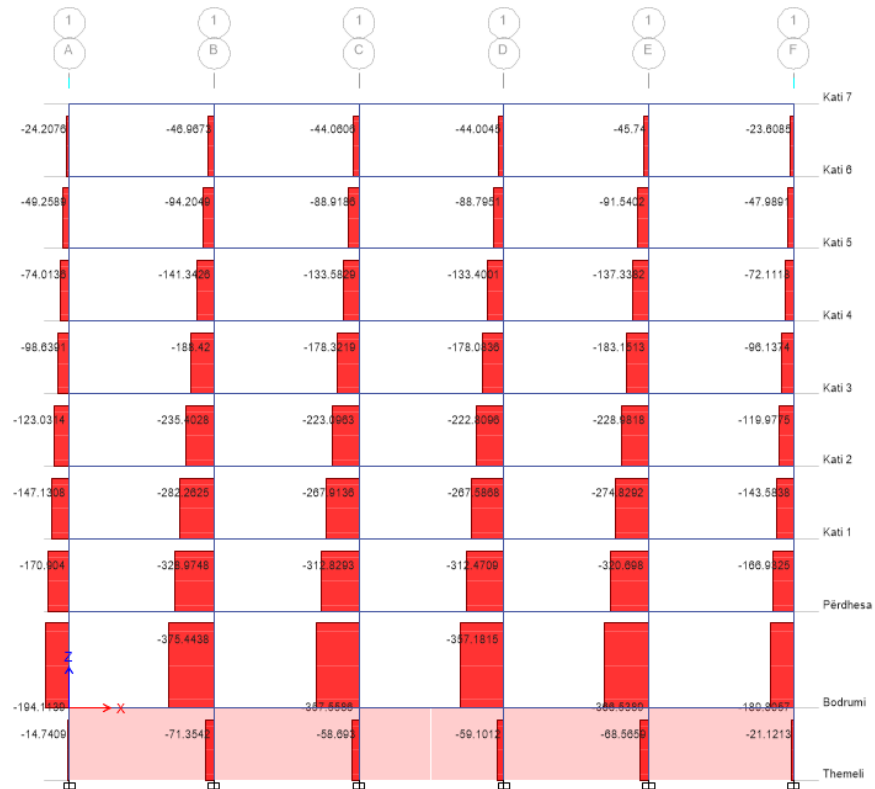


Fig 31 – Diagrami i forcave Aksiale (N) në ramën 1-1 nga ngarkesa e përkohshme

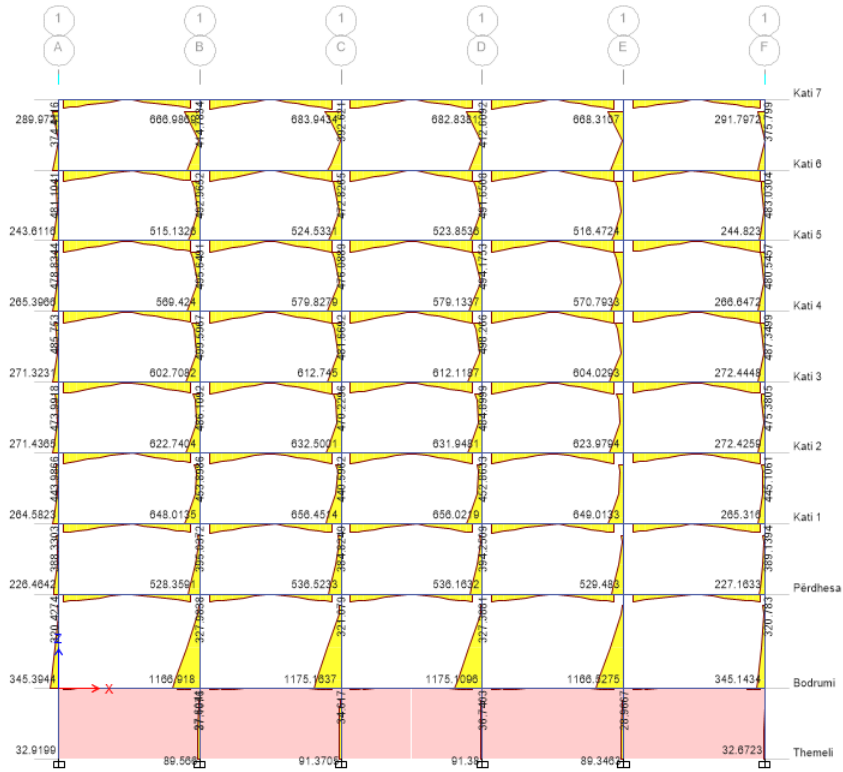


Fig 32– Diagrami i momenteve të përkuljes (M) në ramën 1-1 nga ngarkesa sizmike Ex

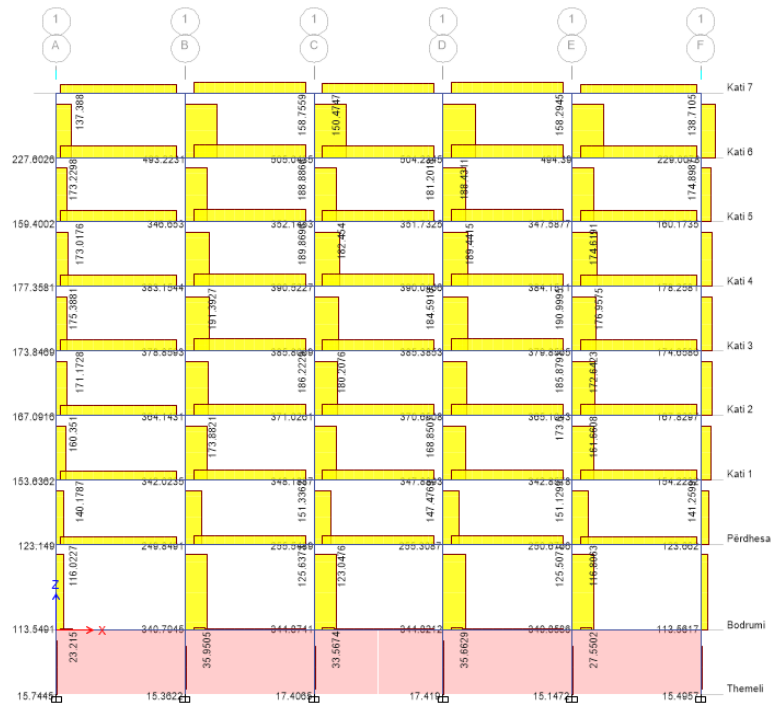


Fig 33 – Diagrami i forcave transversale (T) në ramën 1-1 nga ngarkesa sizmike Ex

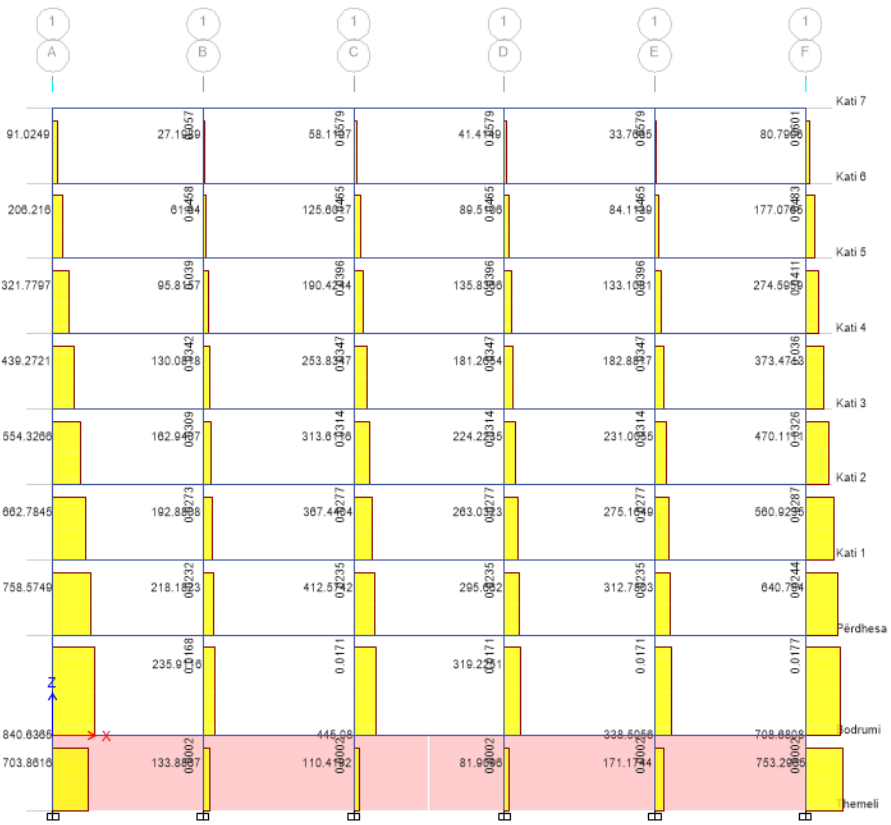


Fig 34– Diagrami i forcave aksiale (N) në ramën 1-1 nga ngarkesa sizmike Ex

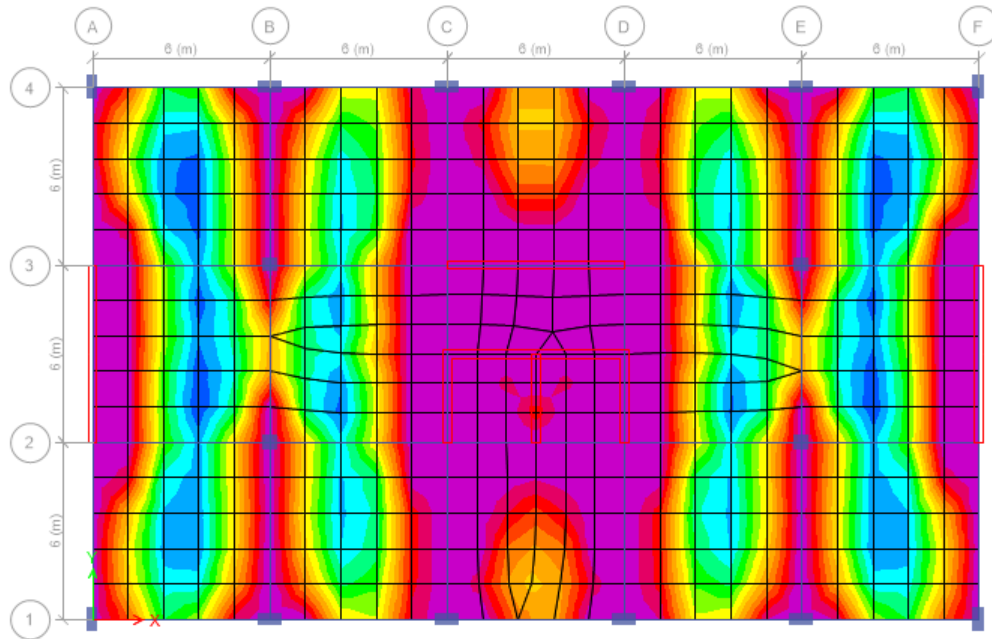


Fig. 35 - Dimensionimi i pllakës së katit 1 (+4.0m) – Drejtimi X - Zona e poshtme e armimit

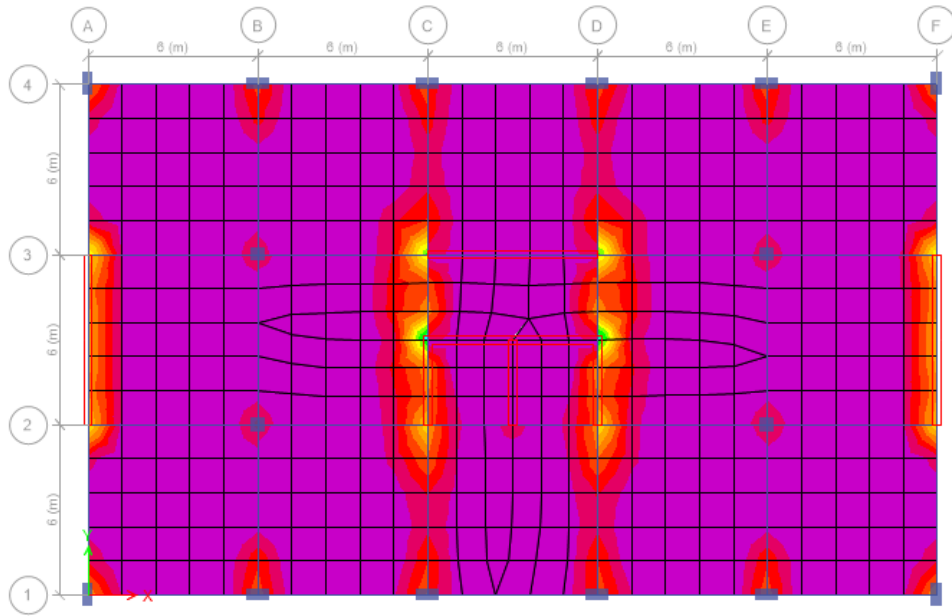


Fig. 36 - Dimensionimi i pllakës së katit 1 (+4.0m) – Drejtimi X - Zona e sipërme e armimit

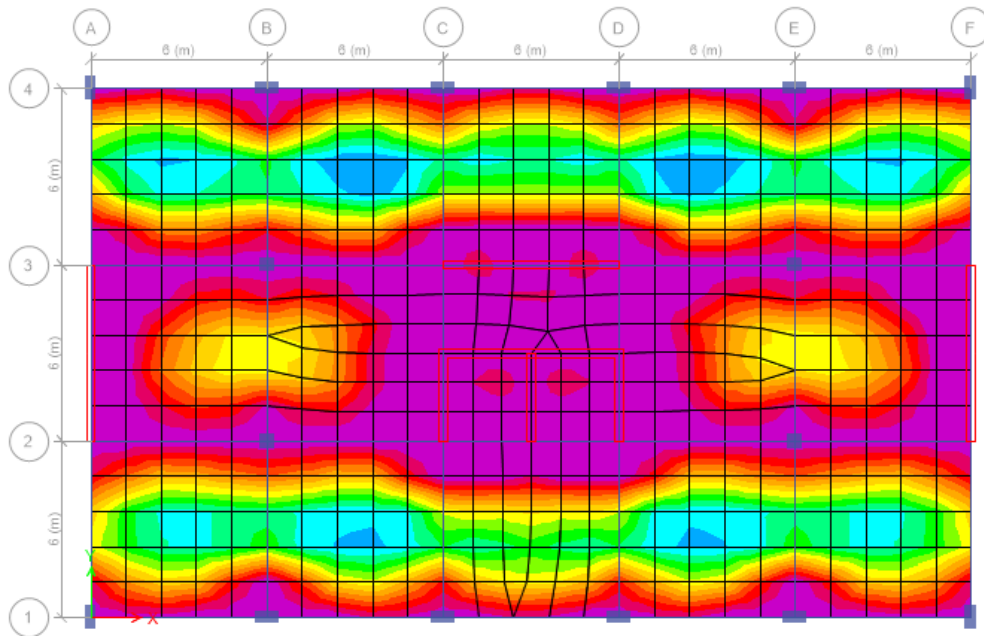


Fig. 37- Dimensionimi i pllakës së katit 1 (+4.0m) – Drejtimi X - Zona e poshtme e armimit

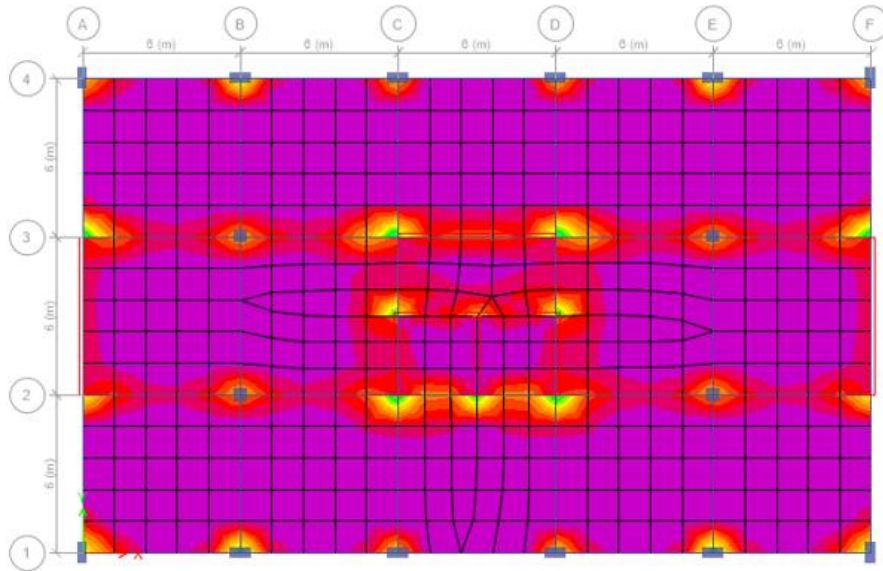


Fig. 38 - Dimensionimi i pllakës së katit 1 (+4.0m) – Drejtimi X - Zona e sipërme e armimit

- Qendra e masës dhe qendra e shtangësisë

TABLE: Centers Of Mass And Rigidity							
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	XCR	YCR
		kg	kg	m	m	m	m
Kati 7	D1	716704.8	716704.8	15	9.0072	15.0017	10.1704
Kati 6	D1	738782.18	738782.18	15	9.014	15.0016	10.1879
Kati 5	D1	738782.18	738782.18	15	9.014	15.0015	10.2106
Kati 4	D1	738782.18	738782.18	15	9.014	15.0013	10.2394
Kati 3	D1	738782.18	738782.18	15	9.014	15.0011	10.2721
Kati 2	D1	738782.18	738782.18	15	9.014	15.0008	10.3058
Kati 1	D1	738782.18	738782.18	15	9.014	15.0005	10.3308
Përdhesa	D1	756991.48	756991.48	15	9.0159	15.0003	10.2906
Bodrumi	D1	853326.21	853326.21	15	9.0141	15	9.2214

- Llogaritja e zhvendosjeve

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		mm	mm
Kati 7	25	Top	164.445	63.781
Kati 6	22	Top	143.652	55.308
Kati 5	19	Top	121.725	46.425
Kati 4	16	Top	99.12	37.286
Kati 3	13	Top	76.37	28.128
Kati 2	10	Top	54.291	19.335
Kati 1	7	Top	33.922	11.414
Përdhesa	4	Top	16.494	4.98
Bodrumi	0	Top	0.872	0.133
Themeli	-3	Top	0	0

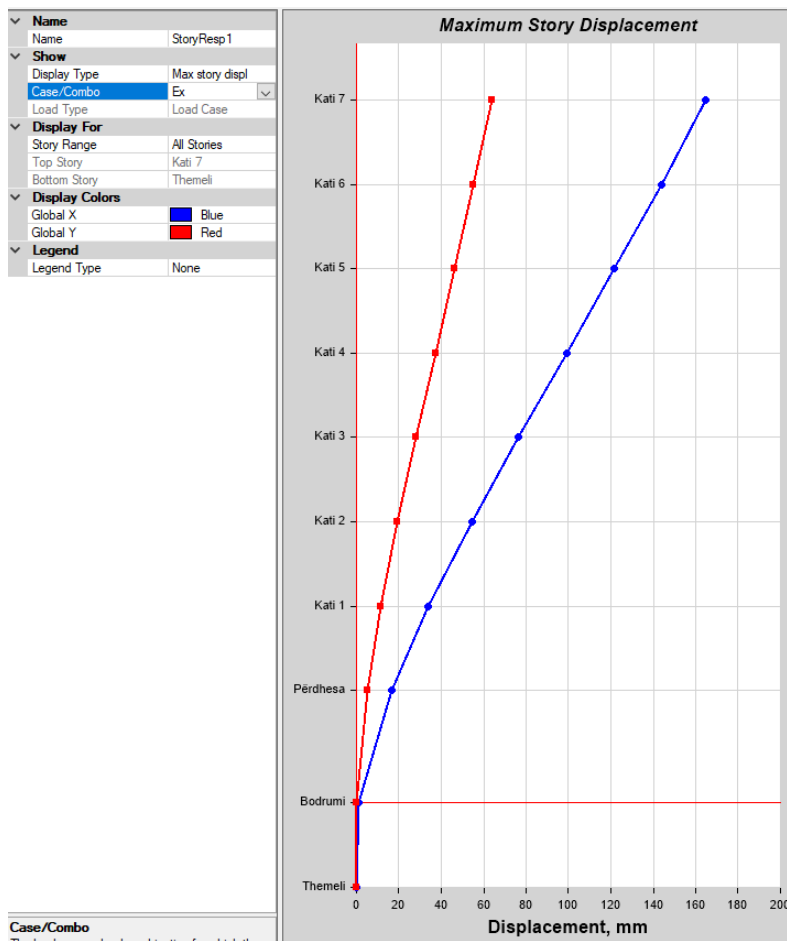


Fig 39 - Zhvendosjet e kateve nga veprimi sizmik Ex

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		mm	mm
Kati 7	25	Top	0.154	151.564
Kati 6	22	Top	0.134	131.669
Kati 5	19	Top	0.113	110.853
Kati 4	16	Top	0.092	89.432
Kati 3	13	Top	0.07	67.954
Kati 2	10	Top	0.049	47.294
Kati 1	7	Top	0.031	28.606
Përdhesa	4	Top	0.015	13.31
Bodrumi	0	Top	0.001	1.523
Themeli	-3	Top	0	0

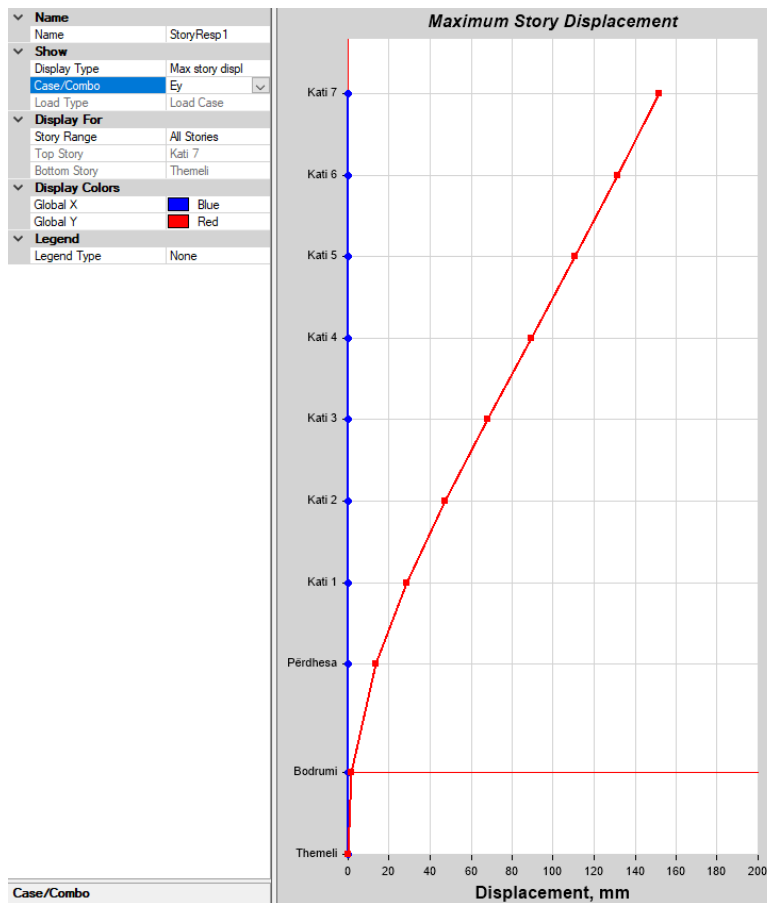


Fig 40 - Zhvendosjet e kateve nga veprimi sizmik Ey

- Llogaritja e Drifteve

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
Kati 7	25	Top	0.006955	0.002836
Kati 6	22	Top	0.00734	0.002974
Kati 5	19	Top	0.007566	0.003059
Kati 4	16	Top	0.007609	0.003062
Kati 3	13	Top	0.007377	0.002937
Kati 2	10	Top	0.0068	0.002643
Kati 1	7	Top	0.005814	0.002146
Përdhesa	4	Top	0.003906	0.001215
Bodrumi	0	Top	0.000291	0.000044
Themeli	-3	Top	0	0

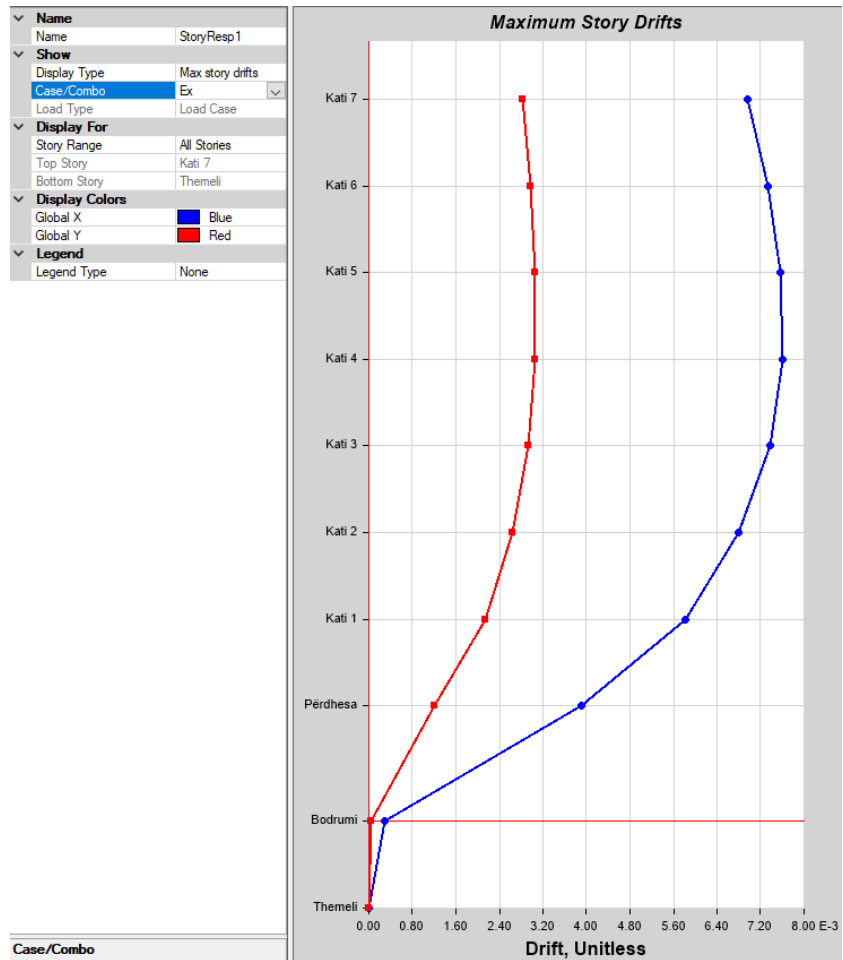


Fig 41 - Driftet e kateve nga veprimi sizmik Ex

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m			
Kati 7	25	Top	0.000007	0.006668
Kati 6	22	Top	0.000007	0.006969
Kati 5	19	Top	0.000007	0.007169
Kati 4	16	Top	0.000007	0.007182
Kati 3	13	Top	0.000007	0.006901
Kati 2	10	Top	0.000006	0.006239
Kati 1	7	Top	0.000005	0.005102
Përdhesa	4	Top	0.000003	0.003035
Bodrumi	0	Top	2.426E-07	0.000508
Themeli	-3	Top	0	0

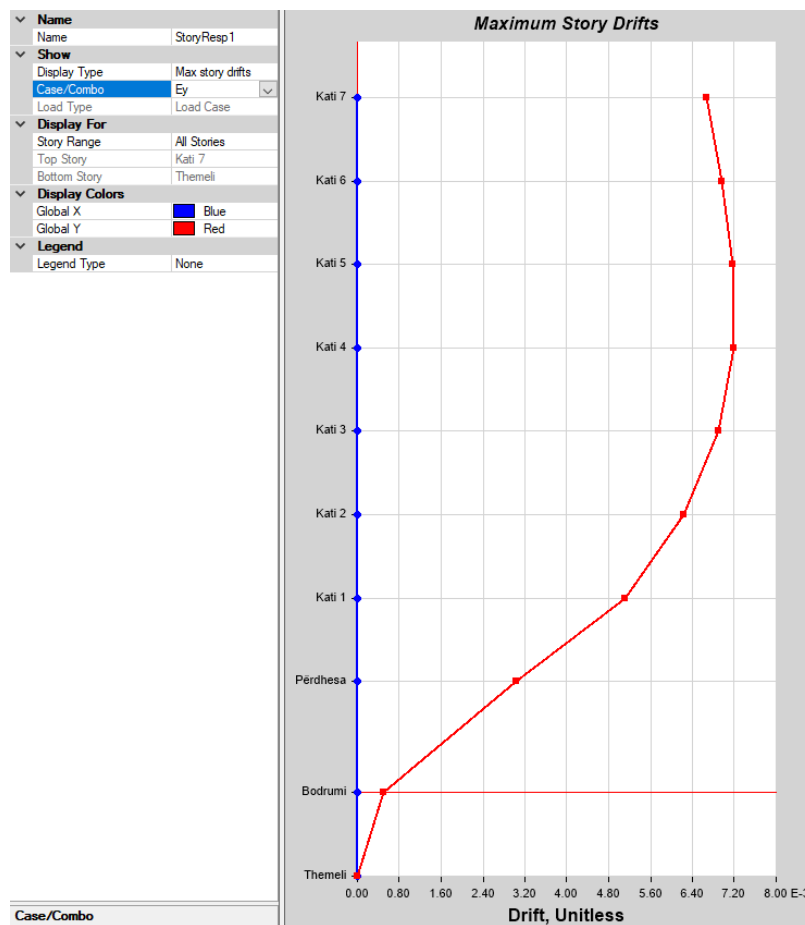


Fig 42 - Driftet e kateve nga veprimi sizmik Ey

5.3 Analiza Pushover

Analiza Pushover, ose analiza e mbingarkimit gradual, është një nga metodat më të njohura dhe më të përdorura, falë thjeshtësisë dhe lehtësisë së zbatimit përmes programeve softuerike që janë të disponueshme në treg.

Kjo analizë përfshin një proces statik jolinear të një strukture, duke aplikuar ngarkesa vertikale konstante dhe ngarkesa horizontale pothuajse statike, të cilat rriten gradualisht deri në pikën e shkatërrimit të strukturës. Qëllimi është të imitohet sa më besnikërisht ndikimi i forcave sizmike inerciale. Përmes kësaj metode përcaktohet kapaciteti real duktil i strukturës.

Në procedurën statike jolineare, parametri kryesor për vlerësimin e kapacitetit strukturor dhe kërkesës së sistemit është zhvendosja anësore e ndërtesës.

Pas përfundimit të analizave lineare, si statike ashtu edhe dinamike, realizohet analiza Pushover. Fillimisht, bëhet modeli i karakteristikave jolineare të çernierave plastike, të cilat përfaqësojnë pikat potenciale të lëshimit (kolapsit) nga veprimi i forcave. Këto pika zakonisht gjenden pranë lidhjeve të traut me shtyllën dhe të shtyllës me themelin.

Ekzistojnë disa metoda për specifikimin e karakteristikave të çernierave plastike, por ne kemi aplikuar modelin e plasticitetit pikë. Sipas këtij modeli, zona e sjelljes joelastike (rrjedhjes) përqendrohet në një pikë specifike të elementit strukturor.

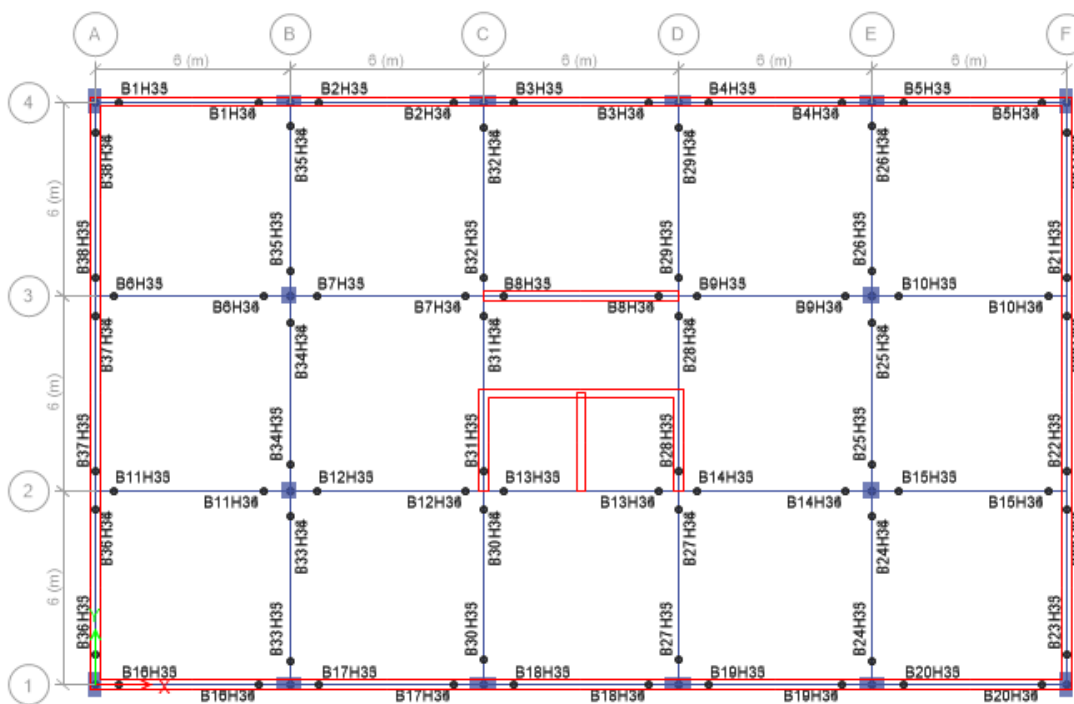


Fig. 43 - Definimi i paraqitjes së çernjerave plastike tek trajet

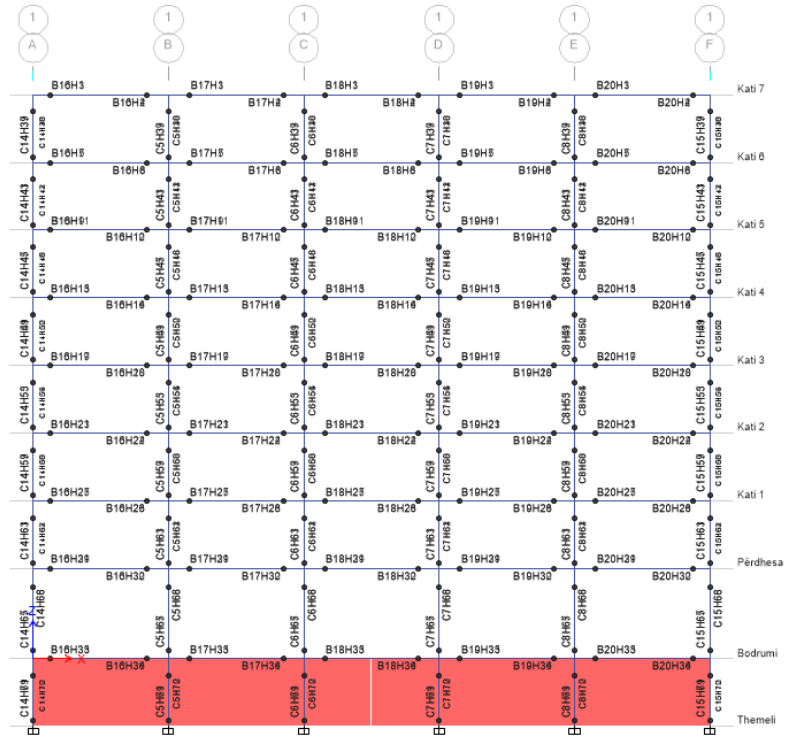
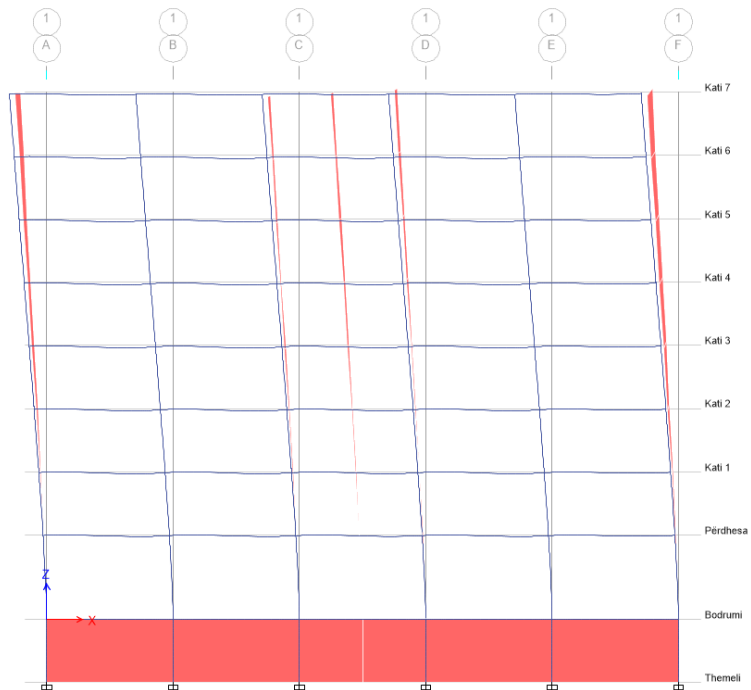


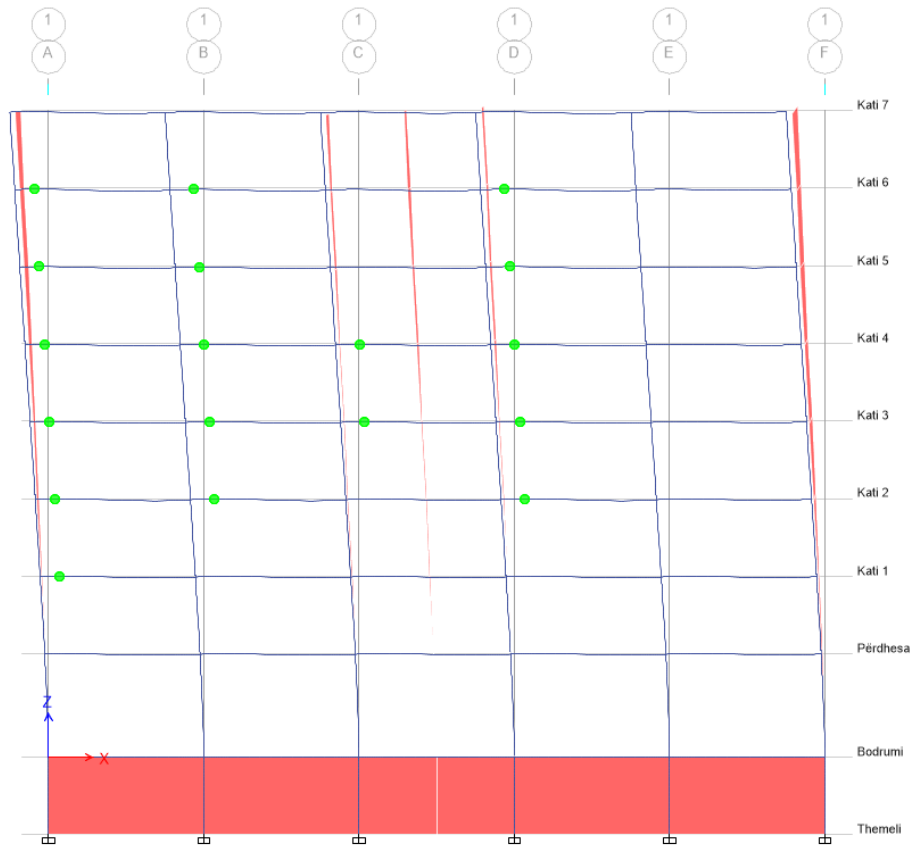
Fig. 44 - Definimi i paraqitjes së qërnerave plastike tek shtyllat

Në vijim paraqitet formimi i qërnerave gjatë veprimit të ngarkesës.

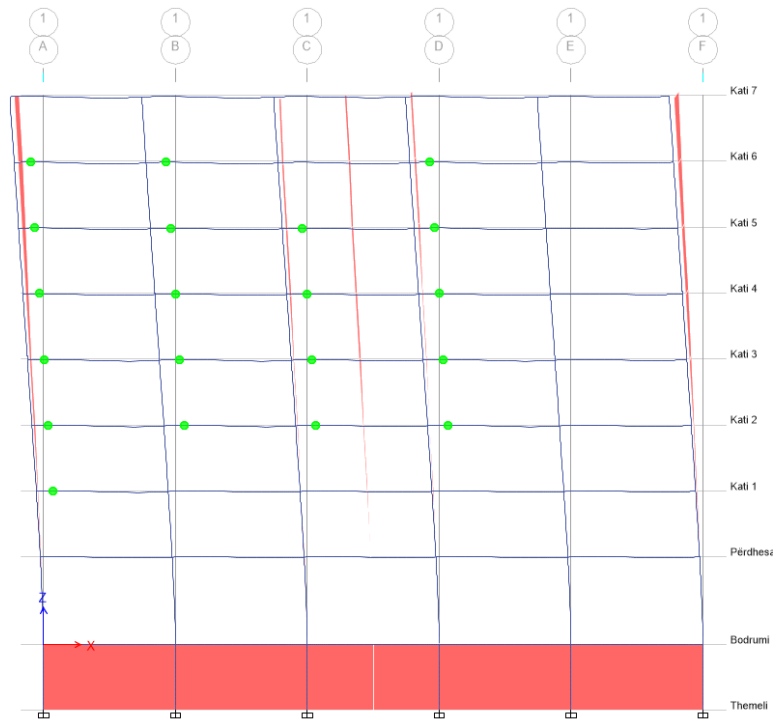
Hapi 4



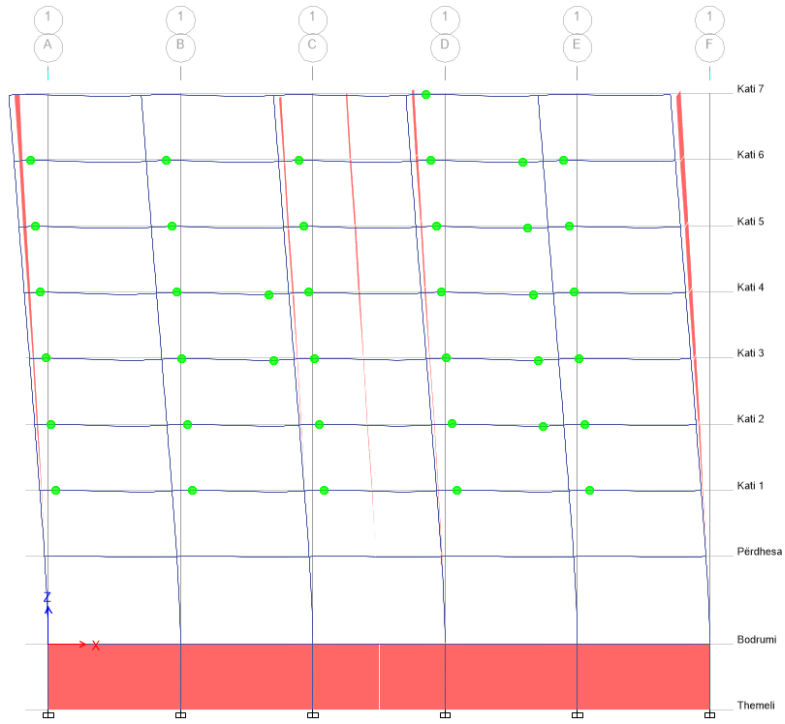
Hapi 6



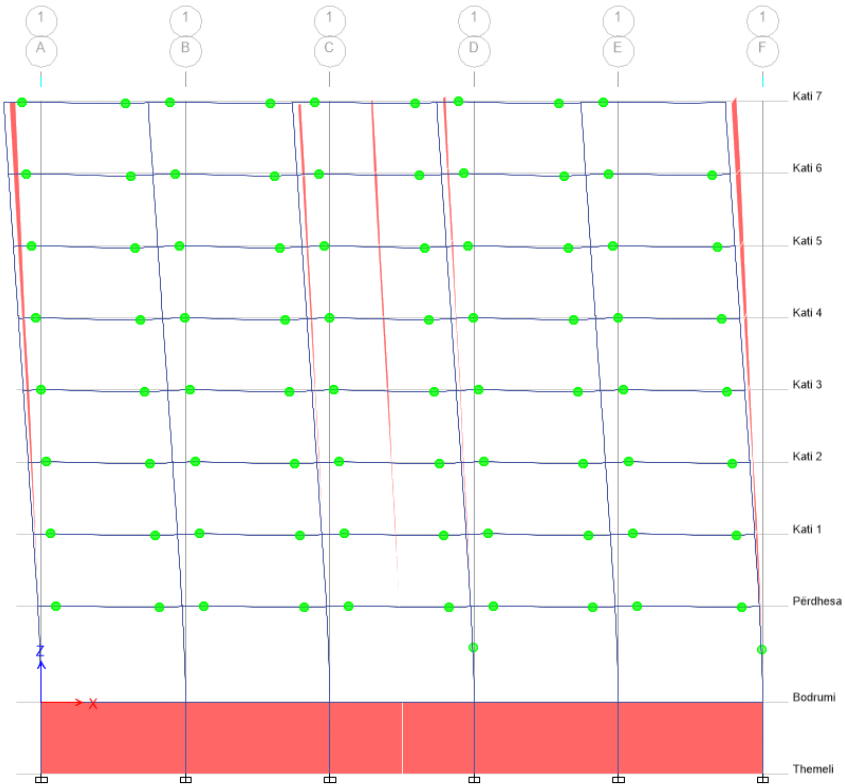
Hapi 8



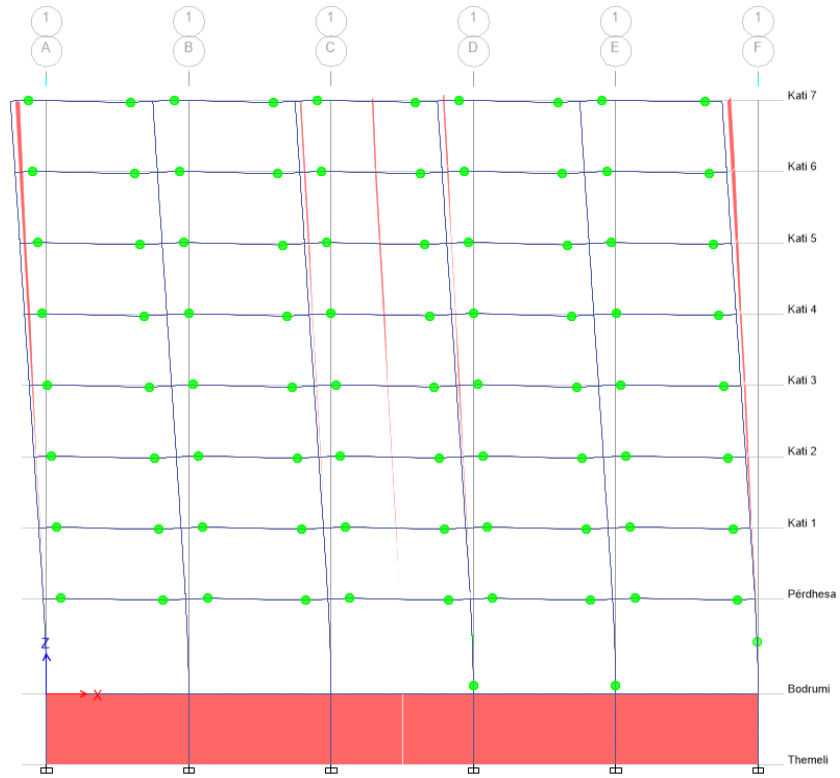
Hapi 10



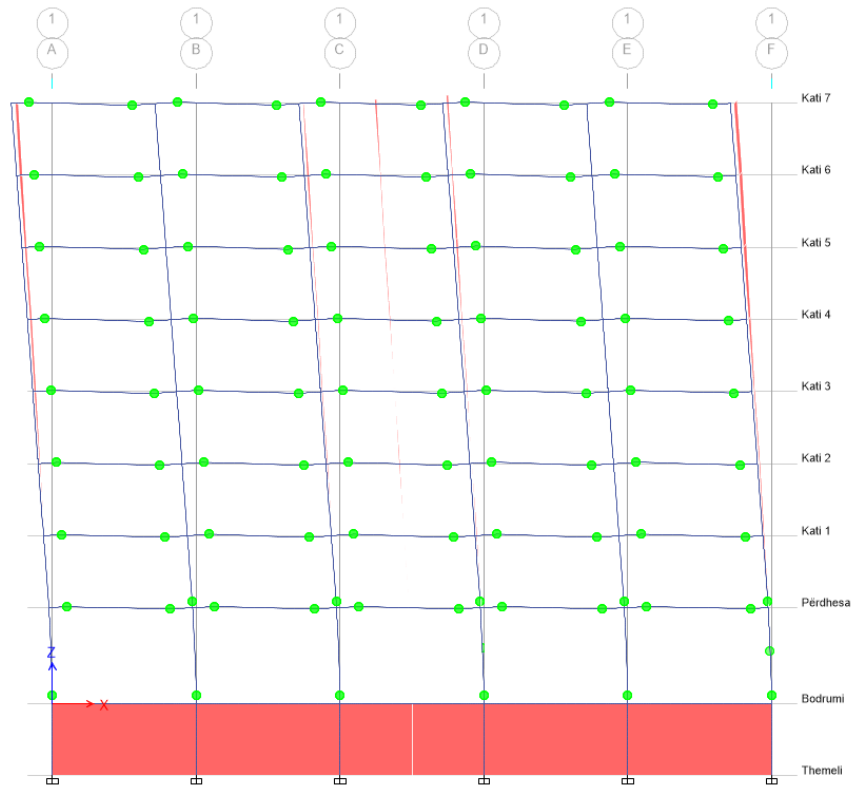
Hapi 12



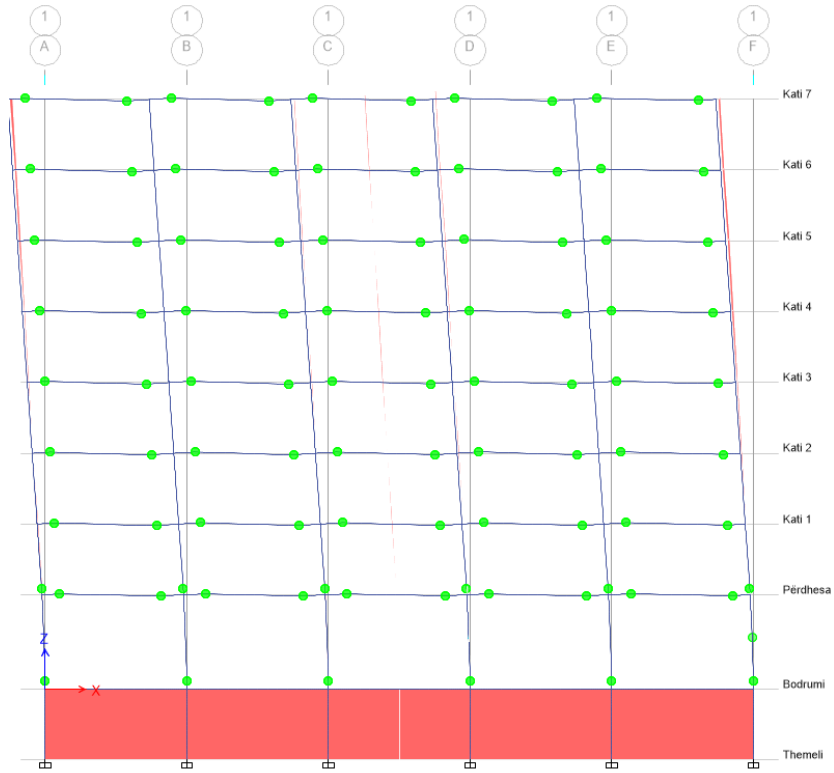
Hapi 14



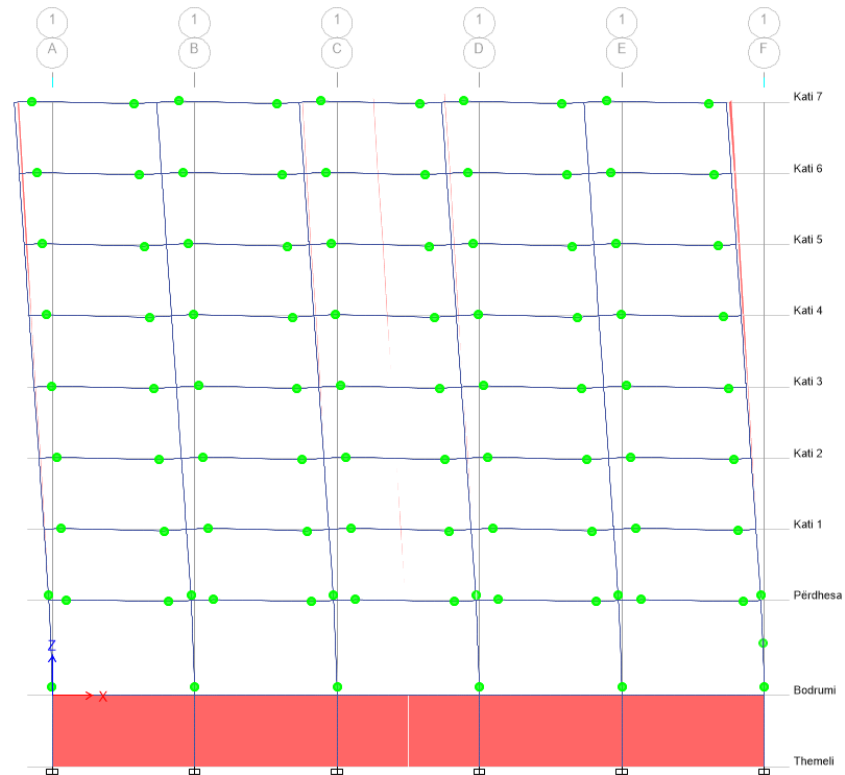
Hapi 16



Hapi 18



Hapi 20



Në figurat e paraqitura më lart, janë treguar format e deformimit të ramës në drejtimin X dhe shpërndarja e nyjeve kryesore plastike për hapat nga 4 deri në 20, të marra gjatë analizës jolineare me shpërndarjen graduale të ngarkesave.

Rezultati përfundimtar i kësaj analize është lakorja forcë-zhvendosje, e njohur ndryshe si kurba e kapacitetit, e cila përshkruan marrëdhënien ndërmjet forcës prerëse në bazë dhe zhvendosjes së pikës së kontrollit (kulmit).

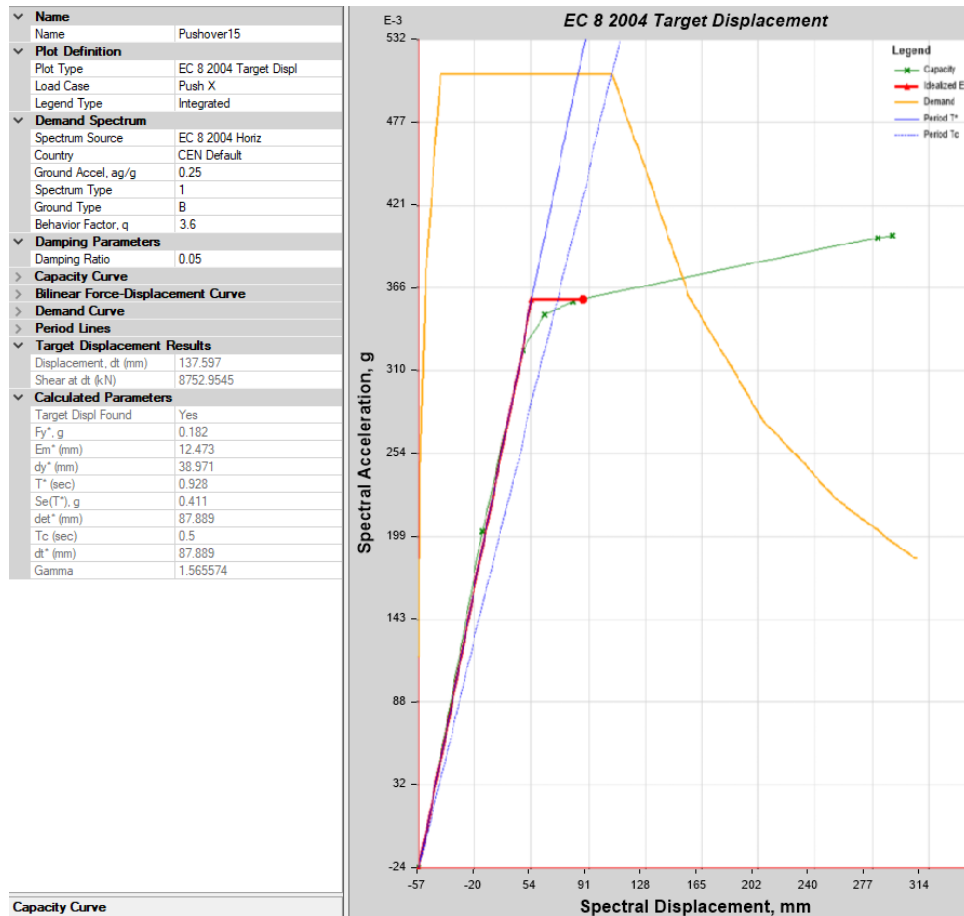


Fig 45 - Spektri i kapacitetit nga analiza pushover në drejtimin "X"

Bazuar në këtë analizë, mund të konkludojmë se struktura e zgjedhur i përmbush kriteret e kërkuara dhe qëndron brenda kufijve të performancës së përcaktuar. Këtë e vërteton edhe shpërndarja e nyjeve plastike në të gjitha elementet strukturore, duke treguar një sjellje të kontrolluar dhe të pranueshme gjatë ngarkesave të aplikuara.

6.0 PËRFUNDIMET

Dizajnimi i modelit strukturor përbën pjesën më të vështirë dhe më kreative të procesit të projektimit. Rezultatet e analizës janë tejet të ndikuara nga zgjedhja e modelit të konstruktuar, prandaj është thelbësore të krijohet një model që përshkruan sa më saktë sjelljen reale të strukturës.

Struktura e përzgjedhur përbëhet nga elemente lineare vertikale (shtyllat) dhe horizontale (trajet), si dhe nga elemente sipërfaqësore-planare vertikale (muret) dhe horizontale (pllakat). Një aspekt i rëndësishëm gjatë përzgjedhjes së modelit ka qenë identifikimi i elementeve vertikale dhe lidhja efektive e tyre me elementet horizontale, me qëllim që këto lidhje të performojnë në mënyrë optimale gjatë përballimit të ngarkesave sizmike.

Projektimi i objekteve rezistente ndaj tërmeteve është një proces kompleks, ku ndjekja e disa parimeve themelore është vendimtare për të siguruar qëndrueshmëri dhe siguri gjatë veprimit të forcave sizmike. Një nga elementët kyç është thjeshtësia strukturore, e cila garanton një shpërndarje të qartë dhe të barabartë të ngarkesave, duke e bërë më të lehtë analizimin dhe optimizimin e strukturës. Po aq e rëndësishme është ruajtja e uniformitetit dhe simetrisë, pasi ato ndihmojnë në shmangien e sjelljeve të paparashikuara dhe përmirësojnë përgjigjen e strukturës ndaj tërmeteve.

Gjatë projektimit duhet të tentohet të arrihet një pozicionim simetrik i elementeve vertikale, e sidomos mureve sizmike. Në këtë mënyrë do të kontribuojmë drejtpërdrejtë në arritjen e rezultateve të favorshme tek format e lëkundjeve të strukturës, si dhe përafrimin e qendrës së masës dhe asaj të shtangësië.

Duke qenë se pjesa më e madhe e ngarkesës sizmike pranohet nga muret sizmike, kjo na sjell domosdoshmërisht te përfundimi se gjithnjë duhet të synohet të kemi strukturë me mure në brendi të saj.

Duhet të tentohet që gjithnjë të respektohet rregullsia në plan dhe ajo në lartësi. Nëse kjo nuk arrihet atëherë duhet të merren parasysh të gjithë parametrat dhe ndryshimet që kërkohen nga EC-8, dhe për të cilat është diskutuar në pjesën teorike të këtij punimi.

Projektimi sizmik kërkon që gjithnjë të përcjellen rregullat e projektimit sipas kapaciteteve, duke trajtuar elementet në mënyrë të detajuar, dhe duke ndjekur konceptin shtyllë e fortë – tra i dobët.

Rezistenca dhe ngurtësia duhet të sigurohen në të dy drejtimet kryesore të veprimit të forcave, në mënyrë që struktura të përballojë me sukses çdo ndikim sizmik. Gjithashtu, është thelbësore që rezistenca ndaj përdredhjes të jetë e mjaftueshme, duke shmangur deformimet e tepërta rrotulluese që mund të çojnë në dëmtime serioze. Një aspekt tjetër i rëndësishëm është sjellja diafragmatike në nivelin e çdo kati, ku ndërkatet e ngurta ndihmojnë në shpërndarjen uniforme të forcave dhe minimizojnë përkuljet e pakontrolluara.

Themelet luajnë një rol kritik në gjithë këtë proces, pasi zgjedhja e tyre e duhur ndihmon në shpërndarjen efektive të ngarkesave në tokë dhe redukton rrezikun e thyerjeve apo shkarjeve. Në përfundim, projektimi efektiv dhe i sigurt i ndërtesave rezistente ndaj tërmeteve varet nga integrimi i të gjitha këtyre parimeve që në fazën e konceptimit, duke garantuar që struktura të përballojë me sukses lëkundjet sizmike dhe të minimizojë dëmet e mundshme.

Përdorimi i programeve të avancuara, veçanërisht i analizës Pushover, është jetik në projektimin e objekteve rezistente ndaj tërmeteve. Kjo analizë jolineare lejon identifikimin e pikave të dobëta të strukturës dhe vlerësimin e kapacitetit të saj përballë ngarkesave sizmike. Përmes saj, projektuesit mund të optimizojnë strukturën, duke garantuar siguri dhe qëndrueshmëri maksimale me efikasitet të lartë.

Literatura

1. Markel Baballëku, Niko Pojani, Enrico Spacone, Shkëlzen Bogdani, Niko Lako, Arian Lako. *Rregulla për projektimin e ndërtesave prej betoni bazuar në Eurokodin 8.*
2. Misini M. *Bazat e Inxhinierisë së Tërmeteve*. Ligjerata të autorizuara. Prishtinë, 2018.
3. Michael N. Fardis, Eduardo C. Carvalho, Peter Fajfar, Alain Pecker. *Seismic Design of Concrete Buildings to Eurocode 8.*
4. European Committee for Standardization, Brussels, 2004. *EN 1998-1: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.*
5. European Committee for Standardization, Brussels, 2004. *EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.*
6. R. W. Clough and J. Penzien. *Dynamics of Structures, Third Edition.*
7. Ioannis Avramidis, Asimina Athanatopoulou, Konstantinos Morfidis, Anastasios Sextos, Agathoklis Giaralis. *Eurocode Compliant Seismic Analysis and Design of R/C Buildings.*
8. Mohiuddin Ali Khan, Ph.D., P.E., C. Eng., M.I.C.E. *Earthquake-Resistant Structures Design, Build, and Retrofit.*
9. Ahmed Farghal. *Seismic Lateral Loads Effects.*
10. Izni Syahrizal bin Ibrahim. *Column Design.*
11. Koh Chan Ghee, Choo June Shyan. *Advanced Building Analysis for Seismic Design with Eurocode 8.*
12. P. Bisch, E. Carvalho, H. Degee, P. Fajfar, M. Fardis, etj. *Eurocode 8: Seismic Design of Buildings Worked Examples.*
13. Dr. B.C. Punmia, Ashok Kumar Jain, Arun Kumar Jain. *Reinforced Concrete Structures Volume 1.*
14. Dr. H.J. Shah, Dr. Sudhir K. Jain. *Design Example of Six Storey Building.*
15. T.J. Macginley, B.S. Choo. *Reinforced Concrete Design Theory and Examples, 2nd Edition.*
16. Michael N. Fardis. *Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings: Based on EN-Eurocode 8.*
17. Carlo Sigmund. *Eurocodes Spreadsheets Structural Design - Worked Examples in accordance with European standards CEN / TC 250 Structural Eurocodes (EN 1990/EN1991).*