

ПРОЈЕКАТ КОНСТРУКЦИЈЕ АБ ЗГРАДЕ ПРЕМА ЕВРОКОДУ И УТИЦАЈ ПОЛОЖАЈА ЗИДОВА ЗА УКРУЋЕЊЕ НА ОДГОВОР КОНСТРУКЦИЈЕ**STRUCTURAL DESIGN OF RC BUILDING ACCORDING TO EUROPEAN STANDARDS AND EFFECTS OF SHEAR WALL LOCATION ON THE RESPONSE OF MULTI STOREY BUILDING**

Николина Брборић, Факултет Техничких Наука, Нови Сад

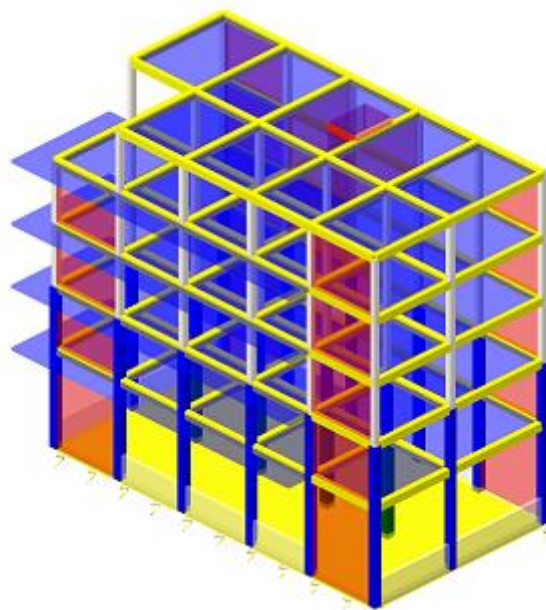
Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Тема овог рада јесте пројекат конструкције АБ зграде по европским стандардима те анализа утицаја различитих положаја смичућих зидова на одговор конструкције. Урађен је статички прорачун конструкције, спроведене су потребне прорачунске контроле те се затим приступило димензионисању.

Abstract – This paper analyzes structural design of rc building according to Eurocode and gives influence of different locations of shear walls on the response of the structure. First, static calculation was done, then various checks were carried out and at the end final dimensions of the elements and required reinforcement are adopted.

Кључне речи: АБ зграда, Еврокод, статички прорачун, димензионисање, сеизмичка анализа, зидови за крућење

Keywords: RC building, Eurocode, structural design, earthquake resistance, shear walls



Слика 1. 3Д модел конструкције

1. УВОД

Пројектним задатком је предвиђено пројектовање аб конструкције стамбено-пословног објекта спратности П+4. Објекат је крућеног скелетног конструктивног система, правоугаоне основе. Локација објекта је Нови Сад.

2. ТЕХНИЧКИ ОПИС**2.1. Архитектонско решење**

Према својој намени објекат је стамбено-пословни. Приземље и прве три етажe предвиђени су као пословни простори док је етажa четвртог спрата намењена становању. Вертикална комуникација у објекту је обезбијеђена помоћу лифта и двокраког степеништа.

На објекту је предвиђен раван кров. Плафон четвртог спрата уједно представља и кровну плочу.

Облоге подова, у зависности од намене просторије, су паркет или керамичке плочице.

Сви зидови изводе се од YTONG блокова.

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је био проф. др Ђорђе Лађиновић.

2.2. Конструктивни систем

Конструктивни систем објекта је крућени скелетни систем који формирају међуспратне и кровне таваничне конструкције ослоњене на оквире и зидове. Растер стубова је ортогонални са промјенљивим распонима у оба правца. Стубови приземља и првог спрата су димензија 40/40см и 45/45см а преосталих етажа 30/30см. Међусобно су повезани гредама 30/40см.

Таваничне конструкције су пуне плоче дебљине 15см пројектоване као систем континуалних крстасто армираних плоча у оба правца. Учествују у пријему и преносу и вертикалног и хоризонталног оптерећења. Степениште је пројектовано као двокрако дебљине степенишне плоче 15см. Подестне плоче се анкерују у зидна платна.

Подну конструкцију приземља чини низ пливајућих плоча дебљине 12 см. Ове плоче се изводе на тампон слоју туцаника дебљине 20см, $M_s=40M_{ра}$.

Темељну конструкцију објекта чини АБ плоча дебљине 50см. Испод темељне плоче изводи се тампон слој туцаника дебљине 30 см, $M_s=40M_{ра}$. Кота фундирања темељне плоче је на -1,50m. Дозвољени напон у тлу је 200Mpa.

Класа бетона свих носећих елемената конструкције је C25/30, квалитет арматуре B500.

2.3. Анализа оптерећења

Стално оптерећење чине сопствене тежине свих конструктивних елемената као и сва друга оптерећења која су по карактеру стална, непромјенљива и непокретна (стубови, греде, зидна платна, таванице и степеништа) и тежина неносећих елемената (зидови, испуне, подови, кровне облоге...). Сопствена тежина конструкције срачунава се на основу димензија и карактеристичних вриједности запреминских тежина дефинисаних у Еврокод 1 EN 1991-1-1:2002.

Корисно оптерећење се усваја у складу са стандардом Еврокод 1 EN 1991-1-1:2012 према коме су површине у зградама подијељене у категорије у складу са њиховом специфичном употребом. Подразумијева употребу простора од стране људи, покретне преграде, намјештај, возила.

Оптерећење снијегом је према карактеру промјенљиво и непокретно дејство дефинисано у стандарду EN 1991-1-3:2017. Основн параметар дејства снијега је оптерећење од снијега на тло који се читава са мапа датих у Националном анексу.

Оптерећење ветром се класификује као промјенљиво непокретно дејство. Ово дејство је према карактеру динамичко али се при анализи констукције приказује преко скупа притисака или сила, чији је утицај еквивалентан екстремним утицајима турбулентног вјетра. Оптерећење од вјетра дефинисано је у стандарду EN 1991-1-4:2012.

Сеизмичко оптерећење се израчунава помоћу софтвера, Tower, који нуди опцију сеизмичког прорачуна према Еврокод стандарду EN 1998-1:2004 примјеном мултимодалне спектралне анализе.

2.4. Моделирање конструкције и прорачун

Конструкција је моделирана просторно у софтверском пакету Tower. Веза објекта и подлоге је моделирана помоћу еластичних опруга по Винклеровом моделу.

Приликом моделирања конструкције вођено је рачуна о постизању једноставности модела као и реалном представљању конструкције, што подразумијева да се моделираним елементима задају што реалније механичке и геометријске карактеристике.

Након моделирања носећег система конструкције и наношења оптерећења на исти спроведена је модална анализа којом се одређују динамичке карактеристике конструкције (својствене вриједности периода и облици осциловања). Као улазни параметри, у прорачун модалне анализе унешени су коефицијенти учешћа маса као и коефицијенти комбинације за промјенљива дејства, како је дефинисано у стандарду EN 1998-1:2004.

Табела 1. Фактори оптерећења за прорачун маса

No	Naziv	Koeficijent
1	Stalno (g)	1.00
3	Korisno-Kategorija A	0.30
4	Korisno-Kategorija B	0.30

Модална анализа је спроведена за првих десет тонова, а резултујући периоди својствених осцилација (и фреквенције) су приказани наредном табелом.

Табела 2. Периоди осциловања конструкције

No	T [s]	f [Hz]
1	1.0920	0.9157
2	0.6987	1.4312
3	0.6218	1.6082
4	0.1243	8.0444
5	0.1194	8.3754
6	0.0902	11.0905
7	0.0659	15.1657
8	0.0576	17.3483
9	0.0510	19.6030
10	0.0449	22.2864

На основу спроведене анализе, приступа се дефинисању параметара за прорачун сеизмичких сила.

Сеизмичка анализа се спроводи у складу са правилима и препорукама европског стандарда EN 1998-1:2004 који садржи правила, сеизмичка дејства и правила за зграде.

Табела 3. Параметри за сеизмички прорачун

Категорија тла:	C
Категорија значаја:	II ($\gamma=1.0$)
Однос ag/g :	0.20
Фактор понашања:	3.9
Коефицијент пригушења:	0.05
S:	1.15
Tb:	0.2
Tc:	0.6
Td:	2

2.5. Контрола напона и померања

Према правилнику EN 1998-1:2004, неопходно је контролисати нормализоване аксијалне силе у примарним сеизмичким елементима, односно стубовима, зидним платнима и гредама. Нормализована аксијална сила се добија из сеизмичке прорачунске комбинације те се за примарне сеизмичке стубове пројектоване за класу дуктилности DCM ограничава на 0,65 а за зидове на 0,40.

Контрола напрезања у контактної површи је спроведена примјеном методе прописаних мјера према којој се напрезање у тлу ограничава допуштеним напонам. Усвојена је дозвољена носивост тла у износу од 200 kPa. Контрола напона је урађена за анвелопу утицаја експлоатационих несеизмичких оптерећења (СЛС-карактеристичне комбинације) и анвелопу граничних сеизмичких комбинација (УЛС-сеизмичке ситуације). Иако Еврокодом 7 није дефинисано како се сеизмичке прорачунске ситуације анализирају приликом контроле поступком прописаних мјера традиционално се допушта да ивична напрезања која су последица сеизмичке ситуације прекораче допуштене напоне за 20%.

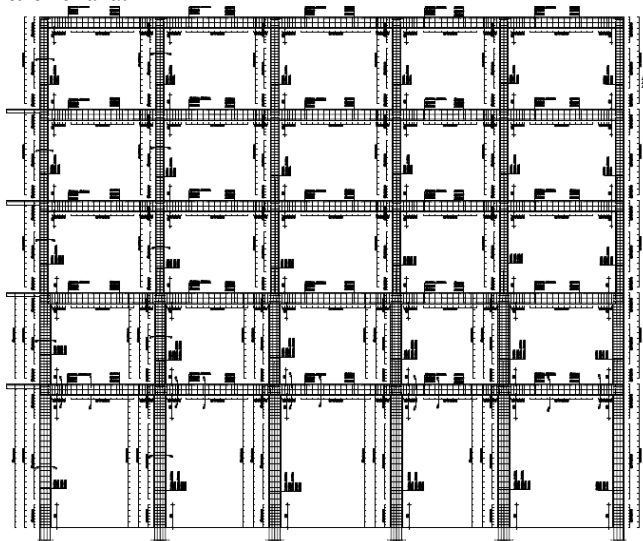
Сprovedена је и контрола међуспратних помијерања за предметни објекат која се одређују у функцији спратне висине. За неносеће елементе од кртих материјала, међуспратна помијерања су ограничена на 0,5% спратне висине.

2.6. Димензионисање

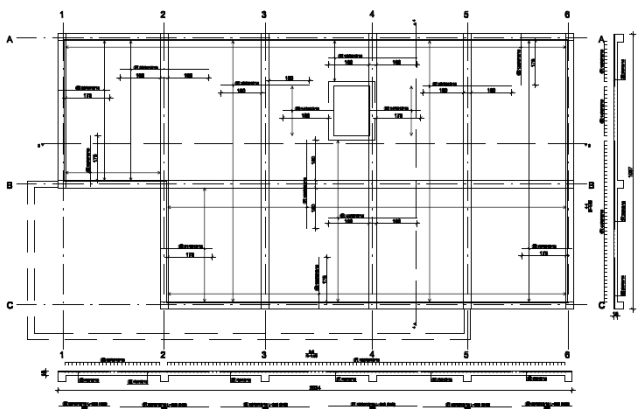
Елементи армиранобетонске конструкције објекта се димензионишу према граничном стању носивости и употребљивости којима се доказује сигурност, функционалност и трајност. Утицаји који се узимају као мјераодавни за димензионисање су максимални, добијени као резултат спроведене статичке анализе при којој су разматране све могуће комбинације граничних и експлоатационих оптерећења. Сваки елемент у сваком пресеку мора имати довољну количину арматуре како би задовољио услове поменутих граничних стања

Од плоча димензионисане су темељна плоча, плоча типског спрата и кровна плоча, док су за рамове изабрани по један рам за оба правца, рам Н-2 и V-3. Осим плоча и рамова, димензионисано је зидно платно у раму V-3 као и типско степениште са подестом.

На основу потребе за арматуром добијеном димензионисањем, усвојена је арматура и нацртани су планови армирања свих претходно наведених елемената.



Слика 2. Детаљ армирања рама



Слика 3. Детаљ армирања плоче

3. УТИЦАЈ ПОЛОЖАЈА ЗИДОВА ЗА УКРУЋЕЊЕ НА ОДГОВОР КОНСТРУКЦИЈЕ

Усвојени конструктивни систем поред основне функције обезбјеђења довољне носивости треба да обезбједи и прихватљив ниво хоризонталних помијерања. Велика хоризонтална помијерања која произилазе из хоризонталних дејстава могу да угрозе употребљивост објекта и редовно су праћена оштећењима неконструктивних елемената па чине целокупну структуру објекта некономичном. Великим хоризонталним помијерањима конструкција постаје осјетљива на утицаје другог реда у стубовима.

Таваничне конструкције имају значајан удио у систему трансфера хоризонталног оптерећења тако што својом крутошћу обезбјеђују да се хоризонтално спратно оптерећење предаје вертикалним елементима сагласно њиховим крутостима. Како су зидови значајно већих крутости од стубова њима је повјерена ова улога. Како би се постигло транслаторно помијерање таваница (наспрам ротационом) основни принцип којим се треба водити је постизање симетрије зграде у основи и дефинисање јасних и директних путања преноса сеизмичког дејства. За несиметричне основе се тешко може обезбједити поклапање центра масе и центра крутости што има за последицу торзирање зграде у основи. Крутост таванице у својој равни мора бити довољна да не утиче на расподјелу сила између вертикалних елемената. Својом недеформабилношћу таваница обезбјеђује да се вертикални носећи елементи понашају као јединствена цјелина у супротстављању хоризонталним дејствима.

Избором крутости (броја, локације и крутости) зидова за укрућење може се регулисати хоризонтална помјерљивост објекта. Зидови за укрућење скелетни систем трансформишу у укрућени скелетни систем и тако му смањују хоризонтална помијерања. Међутим, смањује се и период осциловања конструкције што значи да укрућени скелети развијају веће сеизмичке силе. Ови зидови се најчеће орјентишу у два ортогонална правца јер је савојна крутост смичућег зида око дуже осе занемарљиво мала у односу на крутост зида супротне орјентације. Такође, треба водити рачуна о очувању континуитета крутости цијелом висином зграде тј. зидови за укрућење треба да буду добро утемељени, континуални и да се пружају барем већим дијелом висине зграде.

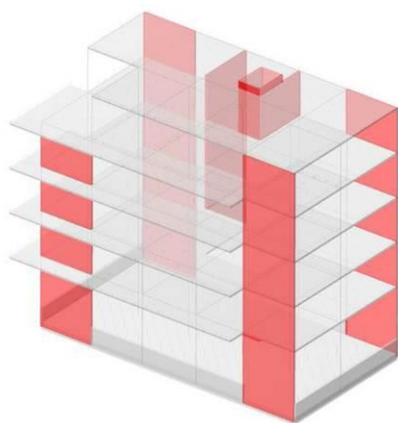
Несиметричан распоред крутих вертикалних елемената, ако су груписани уз ивицу или угао објекта, може довести до торзионог осциловања конструкције. Тада ободни стубови изложени великим хоризонталним помијерањима и због великих аксијалних сила доживљавају слом усљед ефеката другог реда.

Како би се анализирао утицај промјене положаја зидова за укрућење на одговор конструкције упоређивани су резултати за 3 различита модела :

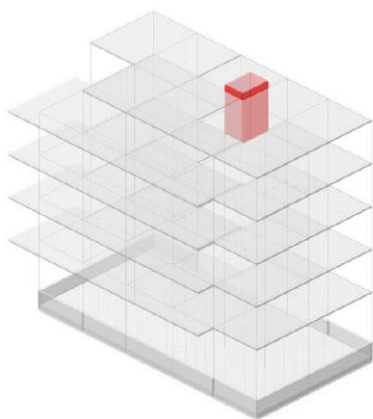
Модел 1- пројектовани модел

Модел 2 – сеизмички зидови распоређени само у централном дијелу објекта и

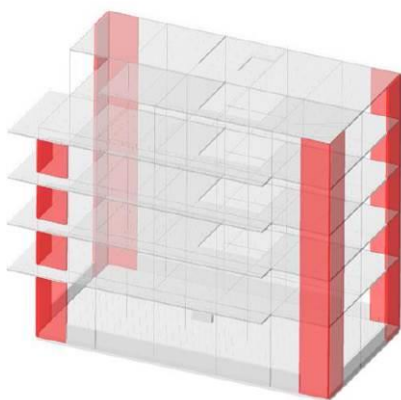
Модел 3- сеизмички зидови распоређени само по обиму



Слика 4. Модел 1



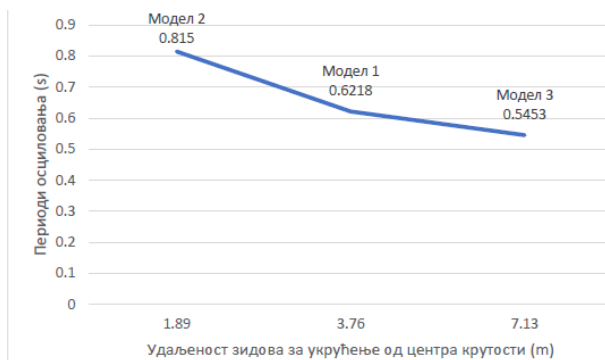
Слика 5. Модел 2



Слика 6. Модел 3

Анализом претходна 3 модела, дошло се до закључка да се по питању торзионих ефеката, тј. помијерања и облика осциловања изазваних торзијом, најбоље понаша модел 3 тј. модел конструкције код кога су зидови за укрућење распоређени по ободу конструкције.

Модел 2 је нејнеповољнији по питању утицаја торзионих ефеката на сеизмички одговор конструкције. Резултати анализе су приказани на следећем графику :



Слика 7. Графички приказ резултати анализе

4. ЗАКЉУЧАК

Анализом претходно приказаних модела, чији су резултати и графички приказани, долазимо до следећих закључака :

- Са аспекта супротстављања торзионим утицајима у основи зграде најбољи положај зидова за укрућење је фасадни (ободни) дио објекта
- Симетрија конструкције зграде у основи је мјера за постизање веће сеизмичке отпорности јер се тако постиже поклапање центра масе и центра крутости
- Поред постојања зидова за укрућење у X и Y правцу битан је и њихов распоред како би се спријечило торзирање зграде у основи
- Зидови за укрућење треба да буду добро утемељени, континуални и да се пружају барем већим дијелом висине зграде.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Еврокод 1: Дејства на конструкције
- [2] Еврокод 2: Прорачун бетонских конструкција
- [3] Еврокод 8: Прорачун сеизмички отпорних конструкција
- [4] Др Зоран Брујић: Бетонске конструкције у зградарству према Еврокоду

Кратка биографија:



Николина Брборић, рођена је у Приједору 1993. год. Октобра 2012. год. уписује одсек за Грађевинарство на Факултету техничких наука у Новом Саду. Јула 2017. год. стиче звање дипломираног инжењера грађевинарства. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Сеизмичка анализа конструкција одбранила је 2021. године.