Građenje u trusnim područjima : pouke baštine

AFZG
diplomski studij Arhitekture i urbanizma
III semestar
ak. god. 21_22
Istraživanja, seminari, projekti: Arhitektura

koordinator:izv.prof.art.Siniša Justić
voditeljica: izv. prof. dr. sc. Marina Šimunić Buršić
studenti: Martin Bužančić, Josip Ćavar, David Penzar, Iva Sladoljev-Jolić, Niki Zelen

sadržaj

1 terensko istraživanje:

- opis
- izmjera i usporedba tipičnih kuća u Mraclinu
- sondiranje temelja nekadašnjeg Kundićevog čardaka u Mraclinu
- fotodokumentacija istraživanja u Mraclinu
- fotodokumentacija obilaska Bresta Pokupskog
- fotodokumentacija obilaska Remeta

2 teorijsko istraživanje:

- opis
- sažetak predavanja prof. dr. Sonje Zlatović
- sažetak principa građenja iz priručnika "Seismic Conceptual Design of Buildings – Basic principles for engineers, architects, building owners, and authorities" autora Hugo Bachmanna

3 praktično istraživanje:

- opis
- izrada 3d modela tradicijske drvene kuće s detaljima

1 terensko istraživanje

opis

Prvo poglavlje istraživanja odnosi se na terensku nastavu koju su studenti uz vodstvo voditeljice izv. prof. dr. sc. Marine Šimunić Buršić odradili u prvoj trećini semestra. Terenski obilazak uključivao je obilazak i upoznavanje s tehnikama tradicijske drvene gradnje, izmjeru karakterističnih čardaka, njihovu međusobnu usporedbu, te usporedbu sa u potresu stradalim građevinama novijeg nastanka. Nakon upoznavanja s materijom cilj je bio na prostoru nekadašnjeg Kundićevog čardaka pronaći kamene temeljce koji su omogućavali tzv. točkasto temeljenje drvenog okvira na kojem je čardak stajao, to jest upoznati se s ostatcima stare tehnologije kojom se u Mraclinu gradilo prije stoljeće i pol, a kojom se danas koristi najsuvremenija protupotresna gradnja, primjerice u Japanu. Susretima su nazočili poznavatelji lokalne gradnje Stjepan Čunčić i Ratko Cvetnić.

Osim terenskih istraživanja u Mraclinu, istražili smo stanje čardaka iz Bresta Pokupskog nakon Petrinjskog potresa, te crkvu BDM u Remetama koja je najviše stradala za vrijeme Zagrebačkog potresa.

1 terensko istraživanje: izmjera i usporedba tipičnih kuća u Mraclinu

izvor: https://geoportal.dgu.hr/

N° 0 _ Mraclin_ulica braće Radića 37

godina izgradnje 1864.
srušena 2010.
objekt istraživanja
temelj od šest kamena samaca
pronađena 2 kamena samca

izvor: vlastita fotografija

1 terensko istraživanje: izmjera i usporedba tipičnih kuća u Mraclinu

N° 1 _ Mraclin_ulica braće Radića 70

P+1
godina izgradnje 1889.
prevučena (ulična fasada na suprotnoj strani)
izvorno ulaz sa istoka
betonski temelj

izvor: vlastita fotografija

N° 2 _ Mraclin_ulica braće Radića 66

P+1
prizemlje od opeke
na bočnoj fasadi ima isprojektiran balkon
ulaz sa istočne strane

izvor: vlastita fotografija

N° 3 _ Mraclin_ulica Galekovića Ladislava 21

P
ulaz sa zapada
betonski temelj

izvor: vlastita fotografija

N° 4 _ Mraclin_ulica braće Radića 71

P+1
jedna od najstarijih u mjestu
ulaz sa zapada
temelj od opeke

izvor: vlastita fotografija

N° 5 _ Mraclin_ulica braće Radića 69

P+1
betonsko prizemlje
ulaz sa zapada

izvor: vlastita fotografija

N° 6 _ Mraclin_ulica braće Radića 37

P
godina izgradnje cca 1930-ih
ulaz sa zapada

izvor: vlastita fotografija

N° 7 _ Mraclin_ulica braće Radića 35

P+1
baza = ?
ulaz sa juga

izvor: vlastita fotografija

N° 1 + N° 2 + N° 3 + N° 4 + N° 5 + N° 6 + N° 7

preklop svih primjera

1 terensko istraživanje: sondiranje temelja nekadašnjeg Kundićevog čardaka u Mraclinu

Kundićev čardak izgrađen je 1864. godine na prikazanoj parceli. Izvori kažu kako se radilo o čardaku temeljenom na danas gotovo nepostojeći način, oslanjanjem na 6 kamena samaca (kuća je mogla "blago lebdjeti iznad zemlje"). Takvo točkasto temeljenje imalo je višestruke prednosti: zaštita od vlage i potresa... Ovaj čardak koji je srušen 2010. godine postao je predmetom našeg istraživanja. Kroz dva radna dana studenti su na temelju ranije utvrđenih klasičnih dimenzija Mraclinskog čardaka trebali sondirati dokaze točkastog temeljenja. Pozicija čardaka je bila približno poznata lokalnim stanovnicima, ali ne točno. Prvo je sondirana točka uličnog pročelja, s obzirom na to da je trebala pratiti liniju ostale izgradnje. U toj liniji pronađen je samo jedan kamen temeljac, dok se pretpostavlja da su ostali uklonjeni tijekom provođenja instalacija. Drugi detektirani kamen nalazi se na samoj površini terena, pa je pronađen vrlo brzo. Uzevši u obzir duljinu dijagonale zaključili smo da se radi o poziciji srednjeg kamena, te je gabarit i točna pozicija kuće napokon otkrivena.

1 terensko istraživanje: fotodokumentacija istraživanja u Mraclinu

izvor: vlastita fotografija

izvor: vlastita fotografija

izvor: https://mraclin.hr/studenti-arhitekture-istrazuju-u-mraclinu/

kuća Jurinac izvor: vlastita fotografija

kuća Jurinac izvor: vlastita fotografija

izvor: vlastita fotografija

kapela sv. Barbare

izvor: vlastita fotografija

1 terensko istraživanje: fotodokumentacija obilaska Remeta

crkva Uznesenja Blažene Djevice Marije

izvor: fotografija izv. prof. dr. sc. Marina Šimunić Buršić

crkva Uznesenja Blažene Djevice Marije

izvor: vlastita fotografija

2 teorijsko istraživanje

opis

Drugo poglavlje odnosi se na teorijsko istraživanje o važnosti antiseizmičkog projektiranja i mogućih grešaka. Kako bi s više razumjevanja pristupili temi, prof. dr. Sonja Zlatović je kroz tri gostujuća predavanja objasnila nastanak potresa, moguće razarajuće posljedice i rješenja. Nakon toga pristupili smo istraživanju konstruktivnih i projektantskih protupotresnih principa izloženih u knjizi "Seismic Conceptual Design of Buildings – Basic principles for engineers, architects, building owners, and authorities" autora Hugo Bachmanna. Sagledane su uglavnom suvremene konstrukcije i metode građenja, koje za razliku od tradicionalnih drvenih objekata, najčešće stradavaju za vrijeme potresa.

citati iz predavanja prof. dr. Sonje Zlatović :

"Posljedice potresa ovisno o prirodi potresa, udaljenosti, položaju, ali i o svojstvima građevine i temeljnog tla:

- vibriranje
- ljuljanje
- prevrtanje
- rušenje kuća

Posljedice potresa ovisno o prirodi potresa i svojstvima tla

- mekano tlo može pojačati djelovanje potresa
- pjeskovito potopljeno rahlo tlo može likvefirati
- tlo može otsklizati, stijenje odroniti se
- tlo može slegnuti

Nemoguće je predvidjeti vrijeme, čak i snagu potresa ali možemo stalno poboljšavati razumijevanje kakve potrese možemo očekivati u određenim područjima i možemo izbjegavati greške – sve prema razumijevanju ponašanja građevine i tla

Rješenja

- pravilno oblikovanje konstrukcije i građevin
- dobra izvedba nosive konstrukcije i nekonstruktivnih elemenata
- prigušenje, izoliranje, ojačavanje konstrukcije

Opća pravila

- za vrijeme očekivanih potresa, nije dopuštena nikakva šteta
- ni za koji potres nije dopušteno rušenje"

Unatoč svim spoznajama o važnosti pravilnog antiseizmičkog projektiranja, brojni primjeri izvedeni suvremenim metodama pokazuju da se još uvijek ne primjenjuju u svakodnevnoj praksi. S toga smo u sklopu kolegija proučili priručnik "Seismic Conceptual Design of Buildings – Basic principles for engineers, architects, building owners, and authorities" autora Hugo Bachmanna.

S toga se ističe važnost davno ispitanih i dokazanih metoda tradicijske gradnje. Primjeri takve gradnje mogu se pronaći diljem svijeta.

izvor: fotografija prof. dr. Sonje Zlatović

izvor: fotografija prof. dr. Sonje Zlatović

ARHITEKT I INŽENJER GRAĐEVINE RADE ZAJEDNO OTPOČETKA!
Još uvijek mjestimično vladaju zablude, kako među investitorima tako i u struci, da je dovoljno uključiti inženjera građevine u cijeli proces na samom kraju, za dimenzioniranje elemenata konstrukcije. Ovaj loš pristup može stvoriti velike probleme prilikom procesa projektiranja, građenja i korištenja zgrade, ne samo području statike, nego i funkcionalnosti, sigurnosti, troškovnika, i ostalih tema koje pripadaju arhitektonskoj struci. Razlika između "serijskog" i "paralelnog" projektantskog procesa: Prvi podrazumijeva manjak interakcije prilikom projektiranja, gdje se arhitekt i inženjer bave odvojeno svojim projektnim zadacima.

POŠTOVATI PROPISE ODREĐENE PRAVILNICIMA ZA POTRES!
Početkom 20. stoljeća krenulo se prema temeljitijem razumijevanju i propisivanju mjera zaštite od potresa prilikom projektantskog procesa, a 1960.-ih i 1970.-ih države su ih počele usvajati. Međutim, u velikom broju slučajeva danas nažalost velik broj projekata biva projektiran i izveden potpuno ignorirajući protupotresne propise.

NEMA ZNAČAJNIH DODATNIH TROŠKOVA ZAHVALJUJUĆI MODERNIM METODAMA!
Još uvijek je prisutno mišljenje u građevinskoj djelatnosti da projektiranje zgrada otpornih na potres povećava troškove gradnje. U zemljama srednje razine seizmičnosti prikladna seizmična otpornost nove zgrade može se postići bez značajnih dodatnih troškova. Međutim, troškovi gradnje sa prikladnom otpornosti na potres značajno ovise o konceptu projekta i određenoj metodi projektiranja. Što se tiće faze konceptualne razrade, ključna je suradnja između arhitekta i građevinskog inženejra u ranoj fazi. Sigurnost od potresa se mora uzeti u obzir u konceptualnom projektiranju konstrukcije. U suprotnom, dodatni troškovi se mogu pojaviti u kasnijoj fazi projekta budući da zahtjevaju izmjene u projektu, što može biti jako skupo. Metoda projektiranja se u zadnje vrijeme značajno unaprijedila. Brojna istraživanja omogućila su bolje razumijevanje ponašanja konstrukcije prilikom potresa, te tako poboljšala suvremene metode projektiranja. Uspoređujući starije metode, troškovi seizmične otpornosti zgrade su se smanjili, a izdržljivost pri potresu poboljšala. Za to su zaslužni vlačni konstruktivni elementi i metoda projektiranja zvana metoda projektiranja kapaciteta.

IZBJEGAVATI MEKA PRIZEMLJA
Brojna urušavanja zgrada prilikom potresa događaju se zbog toga što se elementi ukrute (npr. zidovi) koji su prisutni u gornjim etažama izostavljaju u prizemlju i zamjenjuju sa stupovima. To stvara etažu koja je oslabljena na horizontalne sile. Često nastaju oštećenja stupova u potresu zbog cikličnih pomaka između tla i gornjih etaža zgrade. Plastičnim deformacijama na vrhu i na dnu stupova dolazi do mehaničkog njihanja zgrade sa kojim nastaju sve veće plastične deformacije na krajevima stupova te često dolazi do urušavanja zgrade.

IZBJEGAVATI ASIMETRIČNO POSTAVLJE NOSIVE ELEMENTE!
Asimetrično postavljnje nosivih elemenata čest je uzrok urušavanju tijekom potresa. Stupovi nemaju svojstvo pružanja otpornosti horizontalnim silama (iako bi i u tim slučajevima trebali zadržati nosivost veatikalnih sila kako ne bi došlo do urušavanja)
M = centar gravitacije mase
W = centar otpornosti
S = centar krutosti
W elementi pružaju otpornost horizontalnim silama uzduž dvije osi. Ako se centar otpornsti i centar mase ne podudaraju, dolazi do nastanka ekscentriteta i uvijanja zgrade. Uvijanje de događa u horizontalnoj ravnini oko centra krutosti. Torzija izaziva velike horizontalne pomake (na dnu i vrhu) kod stupova najudaljenijih od centra krutosti. Rješenje je simetrično projektiranje nosivih elemenata i po mogućnostišto dalje od centra mase.

IZBJEGAVATI POMAKE UČVRŠĆENJA!
Horizontalni pomaci učvršćenja u horizontalnoj ravnini (na donjem katu) i izvan ravnine (na gornjim katovima). Moment savijanja i pomične sile koje nastaju takvim pomakom ne mogu se nikad u potpunosti nadoknaditi (unatoč znatnim dodatnim troškovima).Pomak remeti izravan tok sila + slabi se otpornost i duktilnost (plastična deformacija), što rezultira velikim dodatnim silama i deformacijama u drugim konstruktivnim elementima npr. pločama i stupovima =znatno smanjena seizmička otpornost.

DISKONTINUITET U KRUTOSTI I OTPORU UZROKUJE PROBLEME!
Modifikacije u presjeku nosivog sustava uzrokuju diskontinuitet i iznenadne varijacije u krutosti i otpornosti = iregularna dinamika ponašanja i ometanje protoka sila.

DVA VITKA NOSIVA ARMIRANOBETONSKA ZIDA U DVA SMJERA!
Armiranobetonski nosivi zidovi pravokutnog poprečnog presjeka čine najprikladnije učvršćenje protiv seizmičkog djelovanja za skeletni sustav. Zidovi mogu biti relativno kratki u horizontalnom smjeru - npr. 3 - 6 m ili oko 1/3 do 1/5 visine zgrade, međutim u vertikalnom smjeru moraju se pružati punom visinom zgrade. U zonama umjerene seizmičnosti u većini slučajeva dva vitka proračunata zida u dva okomita smjera su dovoljna. Vrsta nestrukturnih elemenata također može utjecati na dimenzije presjeka ukrute. Da bi se učinci torzije smanjili zidove treba postaviti simetrično u odnosu na središte mase i što je blize moguće rubovima zgrade. Kutne zidove je poželjno izbjegavati. L ili U poprečni presjeci zbog nedostatka simetrije postižu manju duktilnost. Dok armirani betonski zid sa pravokutnim presjekom (d _ 30 cm) postiže duktilnost bez previše napora, i tako osigurava visoku seizmičnu otpornost

IZBJEGAVATI MJEŠOVITE SUSTAVE SA STUPOVIMA I NOSIVIM ZIDANIM STIJENAMA!
Pri navođenju ove upute, potrebno je naglasiti da se misli na nosive armirano-betonske ili čelične stupove. Sustavi sačinjeni samo od stupova, ploča i eventualno greda imaju značajno manju horizontalnu krutost nego li zidane stijene. Zbog toga, u slučaju potresa, horizontalne potresne sile (mješovitim sustavima) preuzimaju uglavnom zidovi / zidane stijene. - U tom slučaju zidovi ne samo da trebaju podnijeti inertne sile iz svoje zone utjecaja nego preuzimaju horizontalne sile od ostalih dijelova konstrukcije, dakle ostatak konstrukcije tereti direktno njih. - Potresna otpornost takvih sustava je značajno manja nego li kod sustava koji su potpuno sačinjeni od zidanih stijena. Budući da su u takvim mješovitim sustavima zidovi predviđeni da nose i gravitacijske (vertikalne) sile, a potresnim silama i oštećenjima je njihov integritet narušen - zgradi prijeti potpuni kolaps, takvi oštećeni zidovi više ne podnose gravitacijske sile na koje su proračunati. Puno bolje rješenje su čiste skeletne konstrukcije sa određenim (manjim) postotkom armirano-betonskih zidova koji se protežu kroz sve etaže / čitavom visinom građevine. Zidani zidovi onda imaju samo pregradnu funkciju, mogu se micati, probijati i tako dalje te nemaju nikakvu konstruktivnu ulogu.

IZBJEGAVATI ISPUNJAVANJE OKVIROVA SA ZIDANOM ISPUNOM!
Ispunjavanje okvirnih konstrukcija (najčešće armirano-betonskih) sa zidanom ispunom je loša ideja zbog temeljnih razlika u ponašanju ovakva dva tipa konstrukcija. - Zidani elementi, zidane stijene su krute i fragilne, te konstrukcije nisu duktilne niti fleksibilne, nemaju ''elastike''. Zbog toga one pod pritiskom deformacije pucaju. S druge strane okvirovi su relativno duktilni i fleksibilni, oni mogu u određenoj mjeri biti deformirani, a da to podnesu i ne puknu. Zbog ovih svojstava okviri i zidani zidovi su u osnovi nekompatibilni, različito se ponašaju i reagiraju na potres pa su slučaju potresa ne bi smijeli biti u kontakstu da ne dođu u koliziju. Tipična pojava u slučaju potresa kod ovakvih konstrukcija bilo bi stvaranje dijagonalnih pukotina u ziđu. Kod ovakvih spojeva razlikujemo 2 slučaja - prvi slučaj je kada su stupovi ''jači'' ili čvršći od ziđa. U tom slučaju rezultat potresa bilo bi potpuno oštećeno i uništeno ziđe. Drugi slučaj je takav da je ziđe ''jače'' ili čvrće od okvirova / stupova. Tada ziđe ošteti i deformira stupove koji su ključni za prijenos vertikalnih sila. Oštećeni stupovi mogu rezultirati potpunim kolapsom građevine.

UČVRSTITI ZIDANE GRAĐEVINE NOSIVIM ZIDOVIMA OD ARMIRANOG BETONA!
Tradicijska gradnja stambenih kuća i manjih objekata je često zasnovana samo na zidanim konstrukcijama, zidanim stijenama. Zidarski elementi su uglavnom pogodni u smislu termoizolacije ili pak preuzimanja vertikalnih opterećenja. Zidarski elementi su nažalost vrlo nepovoljni u smislu preuzimanja potresnih sila i takve konstrukcije loše reagiraju na potres. - S jedne strane zidane konstrukcije su dosta krute iliti ''krte'', a još jedna njihova karakteristika je da su lomljive pa je prilikom potresa disipacija energije relativno mala. - Zbog svih ovih razloga, čak i u zonama niskog potresnog rizika nužno je pojačati zidane konstrukcije nekim drugim elementima. Jedna od varijanti je podupiranje ili ojačavanje nosivih zidanih stijena sa armirano-betonskim. Pri tome ab zidovi moraju biti dovoljno čvrsti i kruti te moramo paziti na njihovu vitkost - dakle omjer debljine i visine. Izrazito je bitno da horizontalna deformacija armirano betonskog zida ne smije biti veća od kapaciteta deformacije najkrućeg (najduljeg) zidanog zida.

USKLADITI NOSIVE I NENOSIVE ELEMENTE!
Ako se nenosivi elementi osjetljivi na deformaciju (npr pregradne stijene ili zidane stijene za ispunu fasade) uklope horizontalno ''mekanu'' konstrukciju (npr. sustav okvirova) bez dilatacija, čak i kod laganih potresa može doći do ozbiljnih oštećenja. U ovakvim slučajevima, iako konstrukcija nije pretrpila ozbiljna oštećenja, ponekad je nužno rušđiti čitavu zgradu jer su nastala brojna oštećenja na nenosivim elementima. Suvremene građevine u smislu otpornosti na potres trebaju imati usklađen kapacitet otpornosti nosivih elemenata sa deformacijskim kapacitetom nenosivih elemenata. Nužno je dobro uskladiti nosive i nenosive elemente, bilo da se radi o presjeku elementa, materijalima ili nečemu trećem.

KOD SKELETNIH KONSTRUKCIJA, ODVOJITI NENOSIVE ZIDANE STIJENE DILATACIJAMA OD KONSTRUKCIJE
Kod fleksibilnih skeletnih konstrukcija potrebno je nenive zidane stijene (ispune ili pregrade) odvojiti dilatacijama od nosivih elemenata. Na ovaj način moguće je spriječiti nastanak šteta u slučaju potresa, a posebno je korisno u odnosu na lagane potrese i ishode koji su opisani u poglavlju 14. Debljian dilatacija je obično 2 do 4 cm, a zidovi se razdvajaju od svih nosivih elemenata kao što su stupovi, grede, ploče itd. Dilatacija debljine 2 do 4 cm treba biti ispunjena materijalom koji nije previše krut, a ima dostatnu zvučnu izolaciju (npr. guma). Polistiren, pluto i slični materijali su ipak prekruti za ovu primjenu.

IZBJEGAVATI KRATKE STUPOVE !
Relativno često oštećenje u slučaju potresa nastaje kod kratkih stupova. To su stupovi koji imaju izraženu dimenziju debljine (tlocrtni presjek) u odnosu na svoju visinu. Ovakvi stupovi su često pričvršćeni (oslonjeni) na vrlo 'jake' i krute stopne ploče. Uobičajeni vitki, visoki stupovi mogu postati kratki stupovi dodatkom parapetnih zidova ispune i to također treba izbjegavati. Do pucanja kratkih stupova dolazi zbog korizontalnih sila koje preuzimaju od jakih ploča s obje strane zbog čega dolazi do posmika.

IZBJEGAVATI DJELOMIČNO ISPUNJENE OKVIRE!
Ispuna parapetnih zidova u okvirnu konstrukciju bez dodatnog učvršćivanja može uzrokovati fenomen kratkog stupa. Dolazi do smicanja, ili u slučajevima dovoljne posmične čvrstoće dolazi do mehaničkog njihanja sa sekundarnim efektima.

PAŽLJIVO PROJEKTIRATI DIJAGONALNE ČELIČNE UKRUTE!
Za ukrutu zgrada, posebno industrijskih, mogu se koristiti čelični rešetkasti sustavi. Međutim mora ih se pravilno osmisliti i isprojektirati. Uobičajeni rešetkasti sustav ukrute sa spojem na sjecištu vitkih dijagonalnih elemenata imaju nepovoljno ponašanje pod cikličkim djelovanjem. Dijagonale popuštaju pod napetošću, izdužuju se svakim idućim ciklusom i na kraju se izvijaju. Cikličkim ponavljanjem naprezanja, krutost rešetke postaje vrlo mala na nultoj točki deformacije. To u kombinaciji s dinamičkim učincima može uzrokovati otkazvanjem konstrukcije. Takva vrsta ukrute može se postavljati ako nije potrebna visoka duktilnost ili ako joj je predviđeno elastično djelovanje. Preporučuje se provjeriti komatibilnost među deformacijama ukruta i deformacijama nosivih i nenosivih elemenata. To može ukazivati na potrebu za jačim ukrutnim sustavima ili za drugačijim sustavima ukrute. Čelični rešetkasti sustavi sa ekscentričnim vrstama spojeva i kompaktnim elementima ponašaju se puno bolje od rešetke sa središnjim spojevima i vitkim elementima.

PROJEKTIRATI ČELIČNE STRUKTURE DA BUDU DUKTILNE!
Čelik općenito ima dobar kapacitet plastične deformacije. Ipak čelični elementi čelične konstrukcije mogu imati nisku duktilnost ili čak krto ponašanje pod cikličkim djelovanjem, osobito zbog lokalne nestabilnosti. Na primjer elementi sa širokim prirubnicama (stupovi i grede) mogu se izvijati ili otkazati u zavarenim spojevima. Stoga, moraju se poštivati zahtjevi i prilikom projektiranja dodatno razmotriti odabir nosive konstrukcije i presjeka konstruktivnih elemenata.

ODVOJITI SUSJEDNE ZGRADE SPOJEVIMA!
Sudaranje susjednih zgrada prilikom potresa može uzrokovata znatnu štetu ako ne i urušavanje zgrade. Prijetnja urušavanja je najveća kada su podne ploče susjednih zgrada na različitim visinama te mogu udarati u stupove susjedne zgrade. U takvim sluajevima spojevi moraju biti u skladu s relevantnim pravilima projektiranja. To podrazumjeva sljedeće:
1) spojevi moraju imati određenu minimalnu širinu (navedeno u građevinskim propisima)
2) spojevi moraju biti prazni (bez dodirnih točaka) Kako bi omogućili slobodne oscilacije i izbjegli udar između susjednih zgrada često je potrebno imati znatnu širinu spoja.

PREDNOSTI KOMPAKTNOG PLANIRANJA
Važno je pri projektiranju realistično vizualizirati dinamičko ponašanje strukture. U strukturi tlocrtnog L oblika, krutosti dvaju krila (koji su različitih smjerova) je vrlo različita jer će svako krilo težiti osciliranju, ali vrlo različito i pri tome će se međusobno ometati. Nastaju velika dodatna naprezanja, osobito na uglovima podnih ploča i na kraju svakogkrila proble krila pomoću spoja koji je u skladu spravilima seizmičkog projektiranja. Rezultat su dvije kompaktne pravokutne zgrade koje su dinamički neovisne.

KORIŠTENJE PLOČA ZA POVEZIVANJE ELEMENATA I RASPOREĐIVANJE SILA
U višekatnim zgradama, podne ploče trebaju biti gotovo krute dijafragme. Moraju biti pravilno spojene sa svim nosivim elementi ma (koji prenose gravitacijske sile). Kako bi se ponašale kao dijafragme tj. "čuvari presječnog oblika" ploče moraju omogućiti da svi verti kalni elementi pridonesu u otpornosti na bočne sile. Montažne ploče se ne preporučuju, ali ako se ipak odlučimo za to rješenje, spojeve treba zabrtviti armiranim betonom dovoljne debljine. Monolitne armirano betonske ploče su bolje dijafragme.

DUKTILNE KONSTRUKCIJE KROZ KONTROLU KAPACITETA!
Duktilne konstrukcije nude puno prednosti u odnosu prema krtim, a najveća prednost možda je upravo njihova sposobnost dobrog podnošenja potresa. Metoda projektiranja pkroz kontrolu elastičnim kapacitetom pruža jednostavan i učinkovit pristup: umjesto da se krutošću suprotstavljamo silini potresa, pokušavamo je kontrolirati, i to na način da određujemo konstrukciji gdje se smije savijati, a gdjene. Na taj način stvara se pogodan plastični mehanizam.

KORISTITI ARMATURU KARAKTERISTIKA RM/RE ≥ 1.15 I AGT ≥ 6 %!
Kvalitetu armaturnog čelika određuju dvije osobine:
5. omjer naprezanja i otvrdnjivanja Rm/Re
6. ukupno produljenje pri najvećoj napetosti Agt

U Europi velika količina armatiurnog čelika na tržištu nije nzadovoljavajućih osobina. Kako bi betonska konstrukcija postigla "srednju" duktilnost, potrebno je da udovoljava minimalnim zahtjevima:
Rm/Re ≥ 1.15
Agt ≥ 6 %

KORISTITI POPREČNA OJAČANJA S KUKICAMA OD 135O A S ≤ 5D U NOSIVIM ZIDOVIMA I STUPOVIMA!
Unutar cikličko opterećenih plastičnih zona armiranobetonskih zidova i stupova, zaštitni beton se drobi kada se pređe elastično ograničenje armature. U tim je zonama stoga potrebno stabilizirati vertikalne šipke s veznom armaturom i oblikovati beton kako bi se podnosila veća tlačna opterećenja.

IZBJEGAVATI OTVORE ILI STANJENJA KONSTRUKCIJE U NJENIM PLASTIČNIM ZONAMA!
Na nekim projektima postoji tendencija da se stvore stanjenja na konstrukciji zbog instalacija, ventilacijskih kanala, itd., ili čak veći otvori zbog ostalih namjena, a da se pritom ne savjetuje s građevinskim inženjerom. Posljedice mogu biti izrazito nepogodne ukoliko se spomenute alteracije izvode u plastičnim zonama AB konstrukcije, jer može dovesti do kolapsa konstruktivnih elemenata. Alternativa je takve zahvate izvoditi na elastičnim dijelovima konstrukcije.

SIGURNI SPOJEVI U MONTAŽNIM ZGRADAMA
spojevi u monažnim zgradama često su projektirani samo na gravitacijska opterećenja. Zato su uglavnom osjetljive na potrese. Kratki oslonci, slabe ili nepostojeće tiple, nezadovoljavajuća ograničenja od prevrtanja česti su razlog urušavanja. Klizni ležajevi moraju imati minimalnu duljinu oslonca (b min). U skladu sa seizmičkim građevinskim propisima fiksni ležajevi moraju imati tiple predviđene za moguće sile, a grede biti osigurane od bočnih prevrtanja.

METODOM KONTROLIRANJA ELASTIČNOG KAPACITETA OBLIKOVATI I TEMELJENJE!
Sposobnost temelja konstrukcije da preuzima seizmičke sile važan je u cjelokupnom otpornosti konstrukcije na potresna opterećenja. Temeljna konstrukcija bi uvijek trebalo projektirati elastično jer plastične deformacije imaju tendenciju voditi do nepredvidivog i nepovoljnog ponašanja. Također, obnavljanja temeljnih konstrukcija generalno su puno teže izvediva nego onih nadtemeljnih. Kako bi se osiguralo da se seizmičke sile prenesu na tlo savjetuje se prethodno izučavanje puta sile u temeljnoj konstrukciji. Dopuštena naprezanja tla pod promjenjivim opterećenja mogu se pokazati mnogo viša nego kod statičkih, ali treba voditi računa oko osiguranja da se plastične deformacije tla izbjegnu pod svaku cijenu.

SPEKTAR ODGOVORA SPECIFIČAN ZA LOKACIJU
Odgovor tla odnosno konstrukcije na sile potresa ne mora nužno biti isti kao i odgovor definiran općenitim građevinskim propisima. Spektar odgovora jako ovisi o sastavu tla na konkretnoj lokaciji, te se mogu očekivati veoma jake vibracije kod relativno malih potresa, primjerice na mekim tlima s brzinom posmičnog vala manjom od 200 m/s i/ili s velikim debljinama slojeva tla, te u određenim dolinama s aluvijalnim ili glacijalnim sedimentima (omjer dubine i širine veći od cca 0,2). Iz tih je razloga potrebno provesti istragu lokalnog tla sa specifičnim spektrima ubrzanja i odgovora.

*POTENCIJAL LIKVEFAKCIJ*E
Kod pješčanih i muljevitih tla zasićenih vodom postoji potencijal ukapljivanja, tj njihovog ponašanja kao tekućina u slučaju potresa. Posljedice toga mogu biti stravične poput prevrtanja cijelih objekata. Protumjere za likvefakciju obuhvaćaju konsolidaciju injekitranjima, temeljenje na pilonima i sl.

OMEKŠAVANJE MOŽE BITI KORISNIJE OD UKRUTE
Prekomjerna ukruta zgrade može imati vrlo negativne posljedice jer se više energije od potresa apsorbira te dolazi do pucanja. Ugrađivanjem posebnih seizmičkih ležajeva iznad temelja osigurava pomak frekvencije prema donjem području spektra odaziva i time smanjenje seizmičkih sila.

SIDRENJE OBLOGE FASADE PROTIV HORIZONTALNIH SILA
Fasadne ploče na ventiliranoj potkonstrukciji, ili bilo koja druga obloga, treba biti osigurana protiv horizontalnih sila a ne samo vertikalnih, jer uslijed potresa može doći do njihovog pada i daljnje štete/ozlijede prolaznika.

PRIČVRŠĆENJE SLOBODNOSTOJEĆIH PARAPETA I ZIDOVA
Kod jakih horizontalnih sila može doći do prevrtanja tih elemenata.

PRIČVRŠĆENJE OVJEŠENIH STROPOVA I INSTALACIJA
Ovješene stropove također treba projektirati ne samo za vertikalne nego i za horizontalne sile. Ključno je da nakon potresa instalacije ostanu u funkciji jer će time biti osigurana evakuacija svih korisnika. To je naročito bitno primjerice kod plinskih instalacija čije oštećenje može ugroziti živote korisnika zgrade.

3 *praktično istraživanje:*

opis

Treće poglavlje odnosi se na završnu fazu istraživačkog kolegija, u kojoj su svi naučeni principi i tehnike povezani sa tradicijskim sustavom i logikom slaganja. Cilj je bio napraviti vjeran model karakterističnog čardaka, sa specifičnim spojevima i elementima.

izvor: vlastiti 3d model

izvor: vlastiti 3d model

izvor: vlastiti 3d model

izvor: vlastiti 3d model

izvor: vlastiti 3d model

izvor: vlastiti 3d model

shema dimenzija
elemenata veza

"Hrvatski (Hrvaški)" vez

Kako samo ime sugerira, radi se o starijem, lokalnom tipu veza drvene masivne konstrukcije. Planjke od hrastovine obrađivane su sjekirama, tako da se pri njihovim krajevima s gornje i donje strane usijecao po jedan utor. Kod ovog tipa veza neophodni su istaknuti krajevi planjki, jer dodirne plohe utora horizontalno sjedaju jedna na drugu, pa bi bez njih ukruta u horizontalnom smjeru bila neostvarena.

shema dimenzija
elemenata veza

"Njemački (Nemški)" vez

U doba Habsburške vladavine skupa s novim alatom - pilom, u kontinentalnu je Hrvatsku došla i nova tehnologija vezanja planjki u drvenoj masivnoj konstrukciji, posljedično nazvana tzv. *njemačkim* vezom. Za razliku od prethodnog, kod ovog veza nije konstruktivno neophodno isticanje krajeva planjki iz ravnine zida. Naime, horizontalno ukrućivanje konstrukcije postiže se oblikovanjem krajeva planjki u istake sa skošenim dodirnim plohama, koje, jednom kada se slože jedna na drugu, više ne dopuštaju horizontalni moment.