

**dr.sc. Mirko Orešković, dipl.ing.građ.  
Zagreb, Bulatova 2  
e-mail: [mirko.oreskovic@gin.hr](mailto:mirko.oreskovic@gin.hr)  
tel: 098 390 110**

**PRINCIP  
POBOLJŠANJA SEIZMIČKE OTPORNOSTI  
ZIDANIH ZGRADA U DONJEM GRADU U ZAGREBU**

**U Zagrebu, svibanj 2020.**

dr.sc. Mirko Orešković, dipl.ing.građ.  
Zagreb, Bulatova 2  
e-mail: [mirko.oreskovic@gin.hr](mailto:mirko.oreskovic@gin.hr)  
tel: 098 390 110

## **PRINCIP POBOLJŠANJA SEIZMIČKE OTPORNOSTI ZIDANIH ZGRADA U DONJEM GRADU U ZAGREBU**

### **Uvod u Princip**

U dokumentu Princip poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada u Donjem gradu u Zagrebu (dalje: Princip) predlažem i obrazlažem mogući pristup u poboljšanja seizmičke otpornosti višekatnih zidanih zgrada u Donjem gradu u Zagrebu, utezanjem, odnosno uvođenjem prednapona u postojeće zidane zidove.

Dokument je motiviran potresom koji je pogodio Zagreb i okolicu 22.03.2020., a baziran na, u vrijeme rada na Principu, dostupnom mi tekstu prijedloga *ZAKONA O OBNOVI ZGRADA OSTEĆENIH POTRESOM NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA I OKOLICE*, u kojem se decidirano govori o *pojačanju konstrukcije*. Razlog za pojačanje konstrukcije jest poboljšanje seizmičke otpornosti zgrada. Kod Donjeg grada radi se o zgradama zidanim opekom.

Osnovni zahtjev od kojeg sam krenuo u istraživanju rješenja jest da se poboljšanje seizmičke otpornosti zidanih zgrada treba izvoditi dok su korisnici stanova/zgrada u stanovima/poslovnim prostorima/javnim prostorima, uz minimalno moguće narušavanje njihovog komfora, odnosno uobičajenog korištenja. Zahtjev je da se unutar zgrada obavljaju redovne aktivnosti primjerene za dani prostor, a da se unutar prostora izvode kratkotrajni radovi uz maksimalno prisutne mjere zaštite unutarnjeg prostora od posljedica radova. Ti radovi su bušenje zidova poprečnih na smjer utezanja, uvlačenje zatega i, rjeđe, montaža singularnih čeličnih ploča unutar prostora.

Mislim da zahtjevu o nenapuštanju zgrade ne treba tražiti opravdanje. Previše je razloga za ovakav pristup.

Literatura koja tretira poboljšanje seizmičke otpornosti zidnih zgrada (od opeke i kamena) uglavnom tretira javne i sakralne objekte kod kojih je ojačanje konstrukcije provedeno u napuštenim, odnosno praznim objektima, uz značajne intervencije unutar zgrade.

Pojačanje konstrukcije postojećih zidanih zgrada, s ciljem poboljšanja seizmičke otpornosti, koje su ili nisu pretrpjele poremećaje, odnosno oštećenja tijekom potresa jest zahtjev koji iziskuje izuzetno osjetljiv pristup u primjeni projektnog rješenja. Sve mora, za svaku pojedinu zgradu, krenuti od prethodno precizno utvrđenog zatečenog stanja nosive konstrukcije, položaja zgrade u prostoru i odnosa sa susjednim zgradama, zatečenih uvjeta korištenja, planiranog korištenja nakon dovršenja radova na pojačanju konstrukcije. Naredni korak je izrada projektnog zadatka kojim se moraju jasno iskazati zahtjevi za intenzitet poboljšanja seizmičke otpornosti.

Smatram jedino ispravnim pristupom da se nabava usluga projektiranja poboljšanja seizmičke otpornosti proveđe javnim pozivom za nuđenje projektiranja i izvedbe po projektiranom rješenju, odnosno da Naručitelj dobije obvezujuću ponudu koja će zajedno

nuditi projekt rješenja i vrijednost izvedbe istog. To znači da se u postupku nabave treba izbjegći nabava usluga projektiranja neovisno od ustupanja izvođenja radova.

Jedino i isključivo kada projektant i izvođač, na osnovu partnerskog odnosa, nude radove na poboljšanju seizmičke otpornosti građevine, možemo s punim opravdanjem očekivati da čemo i dobiti ono što se nudi.

U projektnom zadatku se moraju jasno i nedvosmisleno postaviti kriteriji uspješnosti projektom predviđenog poboljšanja seizmičke otpornosti, i u postupku nadmetanja nuđene finansijske vrijednosti, i to kroz parametre:

- a) uvjeti izvođenja, odnosno zahtjevi prema naručitelju,
- b) utjecaj na susjedne zgrade,
- c) trajanje izvođenja,
- d) funkcionalno korištenje zgrade prilikom izvođenja radova,
- e) vraćanje oblika fasadne ovojnica u stanje prethodno intervenciji,
- f) ukupni trošak zahvata (tu moraju biti uključeni svi troškovi koji se pojavljuju u izvođenju projektiranog poboljšanja seizmičke otpornosti zgrade),
- g) stupanj poboljšanja seizmičke otpornosti zgrade.

Proces projektiranja, u ovom slučaju poboljšanja seizmičke otpornosti građevine, odnosno pojačanja konstrukcije započinje nakon što ponuditelj preuzme Projektni zadatak, sastavni dio ponudbene dokumentacije, koji izrađuje i potpisuje Voditelj projekta obnove zgrade.

Projektni zadatak obvezno sadrži, ali ne isključivo:

- zatečeno stanje konstrukcije zgrade,
- lokalne uvjete, odnosno položaj zgrade u odnosu na susjedne zgrade,
- DA/NE korištenje zgrade prilikom izvođenja radova,
- uvjete fasadne ovojnica zgrade,
- očekivani stupanj poboljšanja seizmičke otpornosti zgrade,
- očekivano vrijeme trajanja procesa projektiranja,
- postojeće projekte konstrukcije zgrade, ako postoje,
- fotografije zatečenog stanja zgrade i posebno konstrukcije.

Proces projektiranja i nuđenja mora se provesti na način da rezultat procesa sadrži:

- a) tehnički opis u kojem su navedeni:
  1. - obrazloženje projektnog pristupa,
  2. - opis i argumentiranje primijenjenog rješenja,
  3. - uvjeti izvođenja,
  4. - utjecaj na susjedne zgrade,
  5. - očekivano trajanje izvođenja,
  6. - funkcionalno korištenje zgrade prilikom izvođenja radova,
  7. - vraćanje oblika fasadne ovojnica u stanje prethodno intervenciji,
  8. - ukupni trošak zahvata (uključeni svi troškovi koji se pojavljuju u izvođenju projektiranog poboljšanja seizmičke otpornosti zgrade),
  9. - stupanj poboljšanja seizmičke otpornosti zgrade;
- b) prikaz korištenog proračunskog modela poboljšanja seizmičke otpornosti zgrade;
- c) proračun;
- d) grafičke priloge;
- e) specifikaciju radova;
- f) predračun troškova, odnosno vrijednosnu ponudu izvedbe radova na poboljšanju seizmičke otpornosti zgrade prema predloženom projektnom rješenju.

Svakom od naprijed specificiranih kriterija od a) do f) pridružuje se ponder značaja za predmetnu zgradu. Isto tako za kriterij a) izrađuju se pod ponderi utjecaja od a) 1. do a) 9. Od presudnog značaja za zaštitu interesa naručitelja, ali i od posebnog društvenog interesa je utvrđivanje pondera pojedinih kriterija.

Smatram da je najvažniji kriterij a) 9., jer se postupak nadmetanja upravo i organizira u cilju poboljšanja seizmičke otpornosti građevine.

S predmetnim kriterijima i ponderima moraju biti upoznati ponuditelji koji će nuditi projektiranje i izvedbu radova na poboljšanja seizmičke otpornosti predmetne zgrade.

Prije predaje obvezujuće ponude, ponuditelji, projektant i izvođač, moraju na projekt ishoditi suglasnost autoriziranog revidenta.

Gore navedeno je obvezujuća osnova za provedbu valorizacije predloženog projektnog rješenja i vrijednosne ponude poboljšanja zatečene seizmičke otpornosti zidane zgrade, odnosno u skladu s rezultatom valorizacije donosi se odluka o odabiru najbolje, odnosno najsvrsishodnije ponude. U valorizaciji se primjenom kriterija i pondera provodi nadmetanje osnovom ekonomski najpovoljnije ponude.

Ovdje razmatran princip utezanja polazi od notorne činjenice da su zgrade u Donjem gradu građene krajem devetnaestog i početkom dvadesetog vijeka, zidovi su zidani opekom u vapnenom, rijetko produžnom mortu. Stropovi su drveni grednici, nosivi u jednom smjeru. Stropovi podruma su, u pravilu, bačvasti zidani svodovi na čeličnim traverzama.

Obzirom na ograničenja na kojima je zasnovan princip poboljšanja, predviđeno je utezanje zidanih zidova prema proizvoljnoj razdiobi opterećenja (vlastita težina, težina stropova i korisno opterećenje), a prema shemama danim u skicama (1), (2), (3), (11), (13) i (14).

Partikularnim projektom se za određenu zgradu određuju detalji koji će biti primjenjeni, odnosno koji će zidovi biti utezani i na koji način.

Ovdje ne razmatram problem tavanskih zabatnih zidova i zidanih dimnjaka koji su prilikom potresa, u pravilu, kolabirali.

Tavanski zabatni zidovi se rješavaju lokalno, ovisno o postojećoj ili namjeravanoj namjeni potkrovila. Tamo gdje su već učinjene adaptacije s prenamjenom tavanskog prostora u mansardni stan, ili će se takovo nešto desiti tijekom poboljšanja seizmičke otpornosti, zabatni zidovi su oblikovani i izvedeni u skladu sa zahtjevima sigurnosti i komfora stanovanja.

Kod tavanskih zabatnih zidova treba koristiti primjeren lagane materijale osigurane od bočnog urušavanja.

Dimnjaci se rješavaju partikularno, ovisno o načinu (ne)korištenja, i tu glavnu riječ ima funkcija zaštite kulturnih dobara. Sa svoje strane mislim da zidane dimnjake iznad poda tavana treba trajno ukloniti i, tamo gdje treba, zamijeniti suvremenim rješenjem, a zahtjeve vanjskog oblikovanja iznad pokrova ispuniti na način koji će osigurati „sliku“.

Kad sam se dotaknuo tavana, moram naglasiti da je za primjenu Principa, uz ograničenja aktualnog korištenja, dobrodošlo ojačanje poda tavana koje bi trebalo izvesti gdje god je to moguće. Neki autori kao ojačanje poda tavana predlažu postavu dva sloja dasaka pod kutom od četrdeset i pet stupnjeva. Uz to ankerima osiguravaju vezu grednika i zida paralelnog s rasponom grednika.

Moguće je izvesti i tlačnu ploču od armiranog, laganog betona. U tom slučaju se mora osigurati veza grednika i ploče, a bez intervencija koje bi ugrozile prostor ispod poda tavana. I u ovom slučaju se treba osigurati veza poda i zida paralelnog s pružanjem grednika.

Za svaku zgradu Princip zahtjeva prethodno utvrđivanje konstruktivnog stanja zidova, po mogućnosti i provjeru stropova, uz obveznu provjeru i ocjenu zatečene kvalitete ugrađenih opeka i veziva, provjeru mogućih oštećenja izazvanih i drugim djelovanjima osim potresa, nakon toga se izrađuju modeli prema in situ stanju te rade proračuni kojima se Princip pretvara u projektirano konkretno rješenje poboljšanja seizmičke otpornosti predmetne zidane zgrade.

Smatram oportunim da se za svaku zgradu razmotri više konkurentnih rješenja, ta da se provedbom objektivne komparativne analize utvrdi koje od mogućih rješenja je primjerenog za predmetnu zgradu.

Primjena predloženog Prinципa zahtjeva za svaku pojedinu zgradu izradu statičkog modela, provjeru, razradu detalja, dimenzioniranje i izradu izvedbenih nacrta.

Ne može se i ne smije, u primjeni Prinципa, krenuti od njegove samodovoljnosti. To znači da će se, tamo gdje će to zahtijevati konkretni uvjeti zgrade, trebati u primjeni kombinirati rješenje po Prinzipu s drugim adekvatnim rješenjima. Posebno je to važno kod saniranja lokalnih oštećenja. No to je stvar svakog pojedinačnog projektnog rješenja poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada.

U prilogu su skice na kojima je prikazana primjena principa utezanja zidanih zgrada.

1. Skica – OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Slobodno stoeća zgrada pravilnog tlocrta;
2. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA DINANIH ZGRADA, Slobodno stoeća zgrada razvedenog tlocrta;
3. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku;
4. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (1);
5. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (2);
6. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA DINANIH ZGRADA, Detalj (3);
7. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (4);
8. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (5);
9. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (6);
10. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj opći, nastavak ploča po vertikali.
11. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zidovi paralelni, Detalj (7);
12. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zidovi paralelni, Detalj (8);
13. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zidovi paralelni, u dvorištu poprečni zidovi pomaknuti, Detalj (9);
14. Skica - OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zid s pomakom linije, Detalj (10).

Za uvođenje pred napona koristili bi se, u pravilu, visoko vrijedni čelici, po mogućnosti nehrđajući.

Uvođenje pred napona u zidove vrši se zategama, preko visoko vrijednih čeličnih ploča, putem momentnog ključa. Čelični, okrugli profili – zatege -za unošenje pred napona su s navojima. U slučaju kada se ne može osigurati profil potrebne dužine, nastavak profila se izvodi putem navoja i navojne čahure.

Čelične ploče, debljine određene proračunom, izvode se u dužini visine etaže partikularne zgrade. Nastavci čeličnih ploča po vertikali izvode se prema principijelnom detalju, na način da se osigura adekvatna distribucija pred napona. Zid se na mjestu nastavka produbljuje za nesmetan smještaj spojne ploče. Prije postave čelične ploče zid se u površini nalijeganja čelične ploče zaravnava i obrađuje cementnim špricom na način da se osigura kontinuitet spoja zida i čelične ploče. Čelična ploča se montira odmah po nanošenju cementnog šprica čime se osigurava kontinuitet prianjanja.

Sve dimenzije određuju se statičkim proračunom. Obzirom da se ploče izvode u visini jedne etaže i zatežu ispod stropova, razumno je, u skladu s modelom i provedenim proračunom smanjivati debljinu ploča po etaži, kao i profile zatega.

Zatege se smještaju u paru neposredno ispod stropa, počevši od stropa podruma do stropa zadnje etaže. U pravilu, tamo gdje zatege prolaze kroz unutarnji prostor postavljaju se iznad žbuke, a na fasadnom dijelu zida postavljaju se u ispod žbuke, u dubini zida koju diktira debljina postojeće fasadne žbuke.

Zbog relativno malog prednapona koji se može unijeti u postojeće zidane zidove, ne očekuje se signifikantno popuštanje naprezanja u zategama, odnosno relaksacija koja bi vremenski bitno utjecala na stanje zidova u koje je unijet prednapon.

U slučaju kada to potrebnim dokaže statički proračun, zatege se mogu postaviti u dva ili više parova ispod stropa.

U detaljima Principa prikazani su tlocrti ploča u istoj debljini za širinu ploče. Obzirom da širina ploča, plus konstruktivno povećanje širine gdje je to potrebo zbog utezanja, određuje širina zida koji se uteže, projektom se može, ovisno o rezultatu proračuna, ploča izvesti iz segmenata različite debljine. Naravno, samo tamo gdje se to pokaže racionalnim.

Tamo gdje zatege prolaze nadžbukno unutrašnjim prostorom, mogu se koristiti za vješanje umjetničkih slika i sličnih predmeta. Ukoliko vlasnik stana, odnosno unutrašnjeg prostora ne želi vidljive zatege iste se mogu obući u laganu pseudo štukaturu (stropor profili).

Na slobodnim uglovima zgrada ploče iz dva smjera su međusobno zavarene po čitavoj visini pod kutom sudaranja vanjskih zidova zgrade.

Unutar zgrade ležaji pred napona su singularne čelične ploče smještene ispod stropa prostorije. Dimenzije prema proračunu.

Čelične ploče i čelični profili za unošenje prednapona u fasadnim zidovima smještaju se s vanjske strane zida, ispod žbuke, a po potrebi se dijelom ukopavaju u zid. U unutrašnjosti zgrade, tamo gdje će to zahtijevati posebni uvjeti oblikovanja, zatege se mogu postaviti u estetski prikladne cijevi.

Mjesto ulaza zatege u poprečni zid pokriva se prikladnim rozetama.

U primjeni Principa mora se krenuti od odluke na koji način će se tretirati balkonske i slične istake izvan osnovne plohe fasade. Zalažem se za rješenje lokalnog ojačanja.

Za zaštitu fasade od nekontroliranih, nejednakih uvjeta zagrijavanja, čelične ploče se na fasadi oblažu termoizolacijskim slojem, predlažem primjenu heraklit ploča debljine 2,5 cm koje se radionički lijepe na čelične ploče. Preko heraklita izvodi se nova žbuka u karakteru zatečene.

Ovisno o zatečenoj debljini žbuke, posebno na uličnoj fasadi, čelične ploče se smještaju na način da se osigura dovoljan prostor za nanošenje nove žbuke u skladu sa zatečenim

stanjem. To znači da se tamo gdje je to potrebno čelične ploče uvlače u tkivo zida, sve na način da se osigura prostor za kvalitetno nanošenje nove žbuke u primjerenom sloju.

Provjera Principa na konkretnom modelu mora obuhvatiti poredbenu analizu s drugim rješenjima poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada, kako prema povećanju stupnja seizmičke otpornosti, tako i prema ukupnim troškovima aplikacije pojedinog rješenja (na bazi Principa i nekih drugih rješenja), a sve u skladu s naprijed rečenim o valorizaciji mogućih rješenja provedbom objektivne komparativne analize mogućih rješenja za predmetnu zgradu.

Na taj način će se moći odabrati optimalni odnos povećanja seizmičke otpornosti i troška. A sve u svjetlu zahtjeva za maksimalno moguće očuvanje komfora vlasnika i korisnika stanova u zgradama kojima se maksimalno moguće povećava seizmička otpornost.

Postupak i redoslijed izvođenja dani su uz Specifikaciju radova koja je u prilogu.

Posebnu poteškoću u projektiranju poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada u Donjem gradu, u Zagrebu predstavljat će činjenica da je u izgradnji zgrada u bloku izostavljena dilatacija, odnosno između zgrada postoji sljubnica koja ne omogućuje uvlačenje zatega između zgrada.

U skladu s tim ograničenjem predložio sam detalje prikazane na skicama (11), (12), (13), (14). I u ovom slučaju vrijedi sve ono što sam rekao ranije. Vrijedno je ovdje naglasiti da se u slučaju prikazanom u Skici 13., ovisno o dužini pomaka, mogu kombinirati različita rješenja spoja detalja (1) i detalja (9).

Pored aplikacije rješenja predstavljenih na skicama 11. do 14., moguće je i rješenje s dubokim bušenjem po rubu dilatacijskog zida bušilicama koje se koriste u minerskim radovima kod, na primjer, iskopa tunela ili kod radova u kamenolomima. Buši se dilatacijski zid neposredno uz dilataciju i u bušotinu se uvlači zatega.

Zatezanje dilatacijskog zida tada se vrši uz korištenje čelične ploče iz detalja (2), zategama gdje se jedna uvlači kroz zid a druga vodi unutar prostora nadžbukno.

Fasadni zid, poprečan na dilatacijski uteže se na način kako je to prikazano kod detalja (8). Ovo rješenje smatram svrshodnjim i primjerenijim „stanju stvari“ u bloku gdje je proces dogovaranja zajedničkog pristupa mnogobrojnih suvlasnika komplikiran i dugotrajan.

U naravi će se, sigurno, naići i na drugačije uvjete, odnosno položaje fasadnih zidova, kako uličnih, tako i dvorišnih. Ovdje posebno vrijedi napomena o konstruiranju detalja prema rezultatu statičkog proračuna.

U postupku poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada u Donjem gradu u Zagrebu ne bi trebali ignorirati moguću dogradnju jednog, možda negdje i dva mansardna kata. Na tu temu i kod nas u krugu stručnjaka postoje razmišljanja, i pri tome se često spominje iskustvo Beča koji si je dozvolio takove intervencije u staro gradsko tkivo.

I to izgleda dobro, mogli smo se uvjeriti prilikom posjeta Albertini.

Ta razmišljanja se dovode i u direktnu vezu s modelom financiranja obnove grada nakon potresa, odnosno kroz investicije u dogradnju mansardi se dijelom osiguravaju i sredstva za poboljšanje seizmičke otpornosti zidanih zgrada u Donjem gradu. Autori promišljanja odmah i upozoravaju na moguću zloupotrebu i špekulativne poteze temeljem isključivog interesa za brzom zaradom.

Tome se može doskočiti jednostavnim odgovorom: organizirana, transparentna i društveno monitorirana provedba Programa obnove i rekonstrukcije Donjeg grada.

Na taj način bi oštećenja i razaranja izazvana potresom bila tek ozbiljan povod za novo promišljanje grada. Tu nema prostora brzanju. Program zahtjeva razvoj sustava koji će djelovati kroz niz narednih godina.

U prilog ovom pristupu u promišljanju poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada ide i činjenica da ćemo se skoro pa redovito susresti s činjenicom da ne postoje dilatacije između zgrada u bloku. To za sobom povlači zahtjev za jedinstven pristup u rješavanju poboljšanja seizmičke otpornosti zgrada u bloku, a što implice znači da dogradnjom mansardi imamo šansu novog oblikovanja bloka i Donjeg grada u cijelosti. Uz uvažavanje i promišljanje različitosti zatečenog stanja u skladu s aktualnim premisama urbaniteta.

Pri tome moramo konkretno valorizirati i postojeću, naknadnu izgradnju unutar bloka, kao i moguću buduću izgradnju infrastrukturnih objekata unutar bloka. Na primjer, blokovskih garaža, pa da maknemo aute s pločnika. No to je tema izvan mog domašaja.

Još jednom naglašavam da je u primjeni Principa nužno voditi računa o postojećim specifičnostima pojedinih zgrada, te u skladu s njima projektirati realne detalje prikazane u Principu, uz korištenje i drugih metoda poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada, posebno kada se radi o lokalnim intervencijama.

No sve one moraju poštovati osnovni zahtjev Principa: za vrijeme radova ne staje redovni život unutar zgrade.

Dalje dajem komentar, obrazloženje i pojašnjenje predloženih detalja u skladu s Principom.

Princip mišljen je za Donji grad u Zagrebu, no moguće ga je primijeniti i na slično zidane zgrade u drugim seizmički ugroženim područjima. Za zgrade zidane opekom i kamenom.

## Pristup provedbi Principa

Ne s ciljem da se dadu apriorna, univerzalna rješenja detalja koji bi se trebali primijeniti u projektiranju poboljšanja seizmičke otpornosti zidanih zgrada, već s namjerom da ukazem na očekivana ograničenja u svakom pojedinačnom slučaju, kako zgrada tako i blokova, predlažem detalje dane u skicama, bez mjerila, ali s odnosima.

Ono što je zajedničko svim predloženim detaljima jest činjenica da sam krenuo od ideje o minimalnom razaranju postojećeg građevinskog tkiva zgrade.

To znači da će se dubina dubljenja postojeće žbuke i zida na mjestima gdje se ugrađuju vertikalne čelične ploče odrediti projektom uz uvažavanje zatečenog stanja, prije svega debljine postojeće žbuke.

Svuda se, nakon intervencije, izvodi nova fasadna žbuka, u karakteru zatečene, a preko toplinske izolacije koja je radionički zalijepljena za čeličnu ploču.

U unutrašnjem prostoru su radovi minimalizirani i svode se kod većine detalja na bušenje poprečnih zidova kroz koje moraju proći zatege.

Na mjestima gdje će proračun pokazati neophodnost postave singularnih ploča unutar prostora, u pravilu se radi o postavi ploča direktno na žbuku, uz nužno bušenje za prolaz pred napetih vijaka kojima se fiksiraju ploče s obje strane zida.

Zatege koje slobodno prolaze kroz prostor, ovisno o zahtjevima projekta, mogu biti obrađene na razne načine, od kvalitetne antikorozivne zaštite do smještanja u različite cijevi, sve u skladu s detaljnim rješenjem interijera.

### **Skica 1. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Slobodno stojeća zgrada pravilnog tlocrta**

Na skici je prikazan proizvoljan tlocrt slobodno stojeće zidane zgrade pravilnog, simetričnog tlocrta koji je što se tiče seizmičke otpornosti oblikovan povoljno. No, obzirom na vrijeme izgradnje i materijale koji su korišteni u izgradnji, i kod ovih zgrada je nužno provesti zahvate na poboljšanju seizmičke otpornosti. Ovakvu situaciju ćemo naći vrlo rijetko, no morao sam krenuti od jednostavnog primjera.

Raspored unutarnjih zidova je potpuno simetričan. U prikazu tlocrta nisu unijeti otvori u zidovima.

Bez obzira na veličinu otvora za prozore i vrata, u većini zidanih zgrada su stropovi visoki pa je za očekivati da je nadzid iznad otvora dio kontinuiranog unutarnjeg zida. Ista pretpostavka vrijedi i za fasadne otvore.

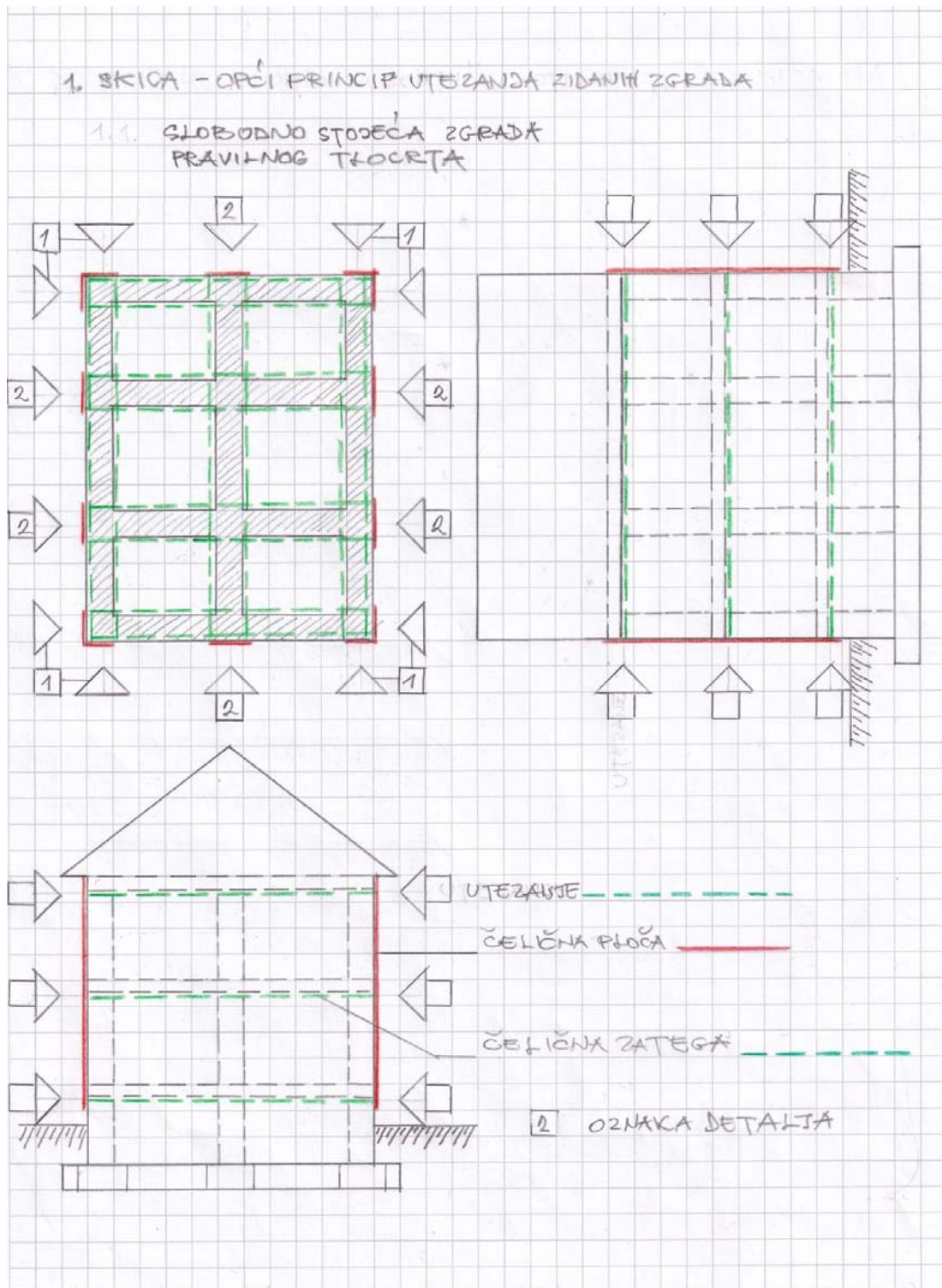
Tamo gdje se to proračunom utvrdi potrebnim, treba razmisiliti i o mogućem ojačanju zidova čeličnim okvirima koji se ugrađuju u otvore, bilo prozore, bilo vrata.

To su zahvati koju se mogu obaviti uz minimalno ometanje redovitih aktivnosti unutar prostora koji zatvaraju vanjski zidovi predmetne zgrade.

U tlocrtu su unijete oznake detalja (1) i (2) kojima se rješava kako položaj čeličnih ploča tako i način vođenja čeličnih profila-zatega za unošenje pred napona.

Kod detalja (1) čelične ploče se postavljaju na fasadi, podžbukno uz djelomično produbljenje zida, zatege se na fasadi vode podžbukno, u unutarnjem prostoru zatege se vode nadžbukno.

Kod detalja (2) čelične ploče se postavljaju na fasadi podžbukno, uz djelomično produbljenje zida, zatege se vode kroz fasadni zid bušenjem, u unutarnjem prostoru zatege su vidljive, odnosno vode se nadžbukno. U slučaju posebnih zahtjeva na uređenju interijera, zatege se mogu prikriti na različite načine.



## **Skica 2. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Slobodno stojeća zgrada razvedenog tlocrta**

Na skici je prikazan proizvoljan tlocrt slobodno stojeće zidane zgrade razvedenog, nepravilnog, nesimetričnog tlocrta.

Raspored unutarnjih zidova potpuno je nasumičan i sveden je na otvaranje različitih uvjeta provedbe sustava utezanja zidanih zidova. U prikazu tlocrta nisu unijeti otvori u zidovima.

Bez obzira na veličinu otvora za prozore i vrata, u većini zidanih zgrada su stropovi visoki pa je za očekivati da je nadzid iznad otvora dio kontinuiranog unutarnjeg zida. Ista pretpostavka vrijedi i za fasadne otvore.

Tamo gdje se to proračunom utvrdi potrebnim, treba razmisliti i o mogućem ojačanju zidova čeličnim okvirima koji se ugrađuju u otvore, bilo prozore, bilo vrata.

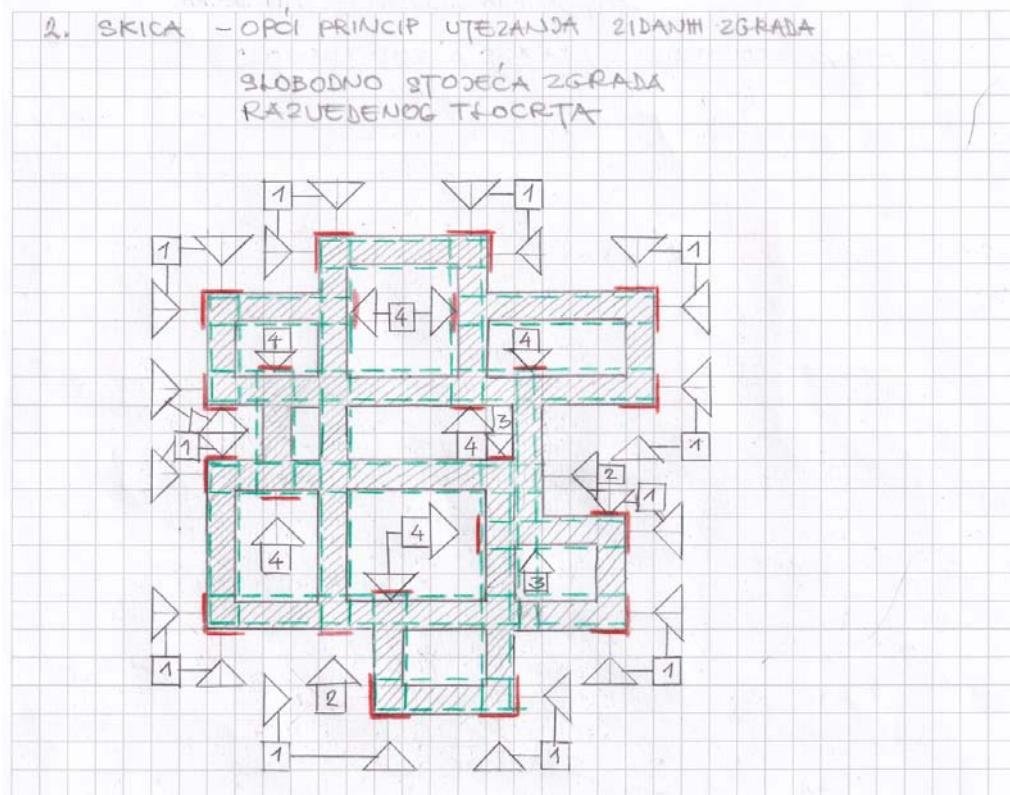
To su zahvati koju se mogu obaviti uz minimalno ometanje redovitih aktivnosti unutar prostora koji zatvaraju vanjski zidovi predmetne zgrade.

U tlocrtu su unijete kontinuirane oznake detalja (1) do (4) kojima se rješava kako položaj čeličnih ploča tako i način vođenja čeličnih profila za unošenje pred napona.

O detaljima (1) i (2) rekao sam kod Skice 1.

Kod detalja (3) i (4) singularne čelične ploče postavljaju se u unutarnjem prostoru, nadžbukno, zatege se na fasadi vode podžbukno, u unutarnjem prostoru zatege se vode nadžbukno. Tamo gdje je zatega na fasadi smještena podžbukno, nastavlja se, zbog nesmetanog vođenja, podžbukno i unutar zatvorenog prostora.

Primjenu detalja (3) i (4) ne preporučam i treba ga primijeniti samo tamo gdje se statičkom provjerom utvrdi da je za postizanje traženog stupnja seizmičke otpornosti zgrade neophodno i zatezanje unutarnjeg zida koji nema kontinuitet između fasadnih zidova.



### **Skica 3. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku**

Na Skici 3. prikazani su proizvoljni tlocrti zidanih zgrada u bloku, različitih tlocrtnih rješenja, sve s ciljem da se ilustriraju posebni zahtjevi koje sa sobom donose zgrade zidane u nizu s dilatacijama.

Raspored unutarnjih zidova je potpuno nasumičan i sveden je na otvaranje različitih uvjeta provedbe sustava utezanja zidanih zidova. U prikazu tlocrta nisu unijeti otvori u zidovima.

Bez obzira na veličinu otvora za prozore i vrata, u većini zidanih zgrada su stropovi visoki pa je za očekivati da je nadzid iznad otvora dio kontinuiranog unutarnjeg zida. Ista pretpostavka vrijedi i za fasadne otvore. Naravno, sve mora proći statičku provjeru.

Tamo gdje se to proračunom utvrđi potrebnim, treba razmisliti i o mogućem ojačanju zidova čeličnim okvirima koji se ugrađuju u otvore, bilo prozore, bilo vrata.

To su zahvati koju se mogu obaviti uz minimalno ometanje redovitih aktivnosti unutar prostora koji zatvaraju vanjski zidovi predmetne zgrade.

U tlocrtu su unijete oznake detalja (1), (2), (4), (5) i (6) kojima se rješava kako položaj čeličnih ploča tako i način vođenja zatega za unošenje pred napona u zidane zidove.

O detaljima (1) i (2) rekao sam kod Skice 1., o detalju (4) kod Skice 2.

Kod detalja (5) ploče se postavljaju na dilataciji, odnosno između dvije zgrade. Ovisno o širini dilatacije utvrđuje se potreba dubljenja dilatacijskih zidova. Dubljenje se, isključivo izvodi iz razloga manipulacije pri izvođenju radova, a smještaj čeličnih ploča i zatega je određen dubljenjem dilatacijskih zidova.

Na fasadi se kod detalja (5) fasadne ploče stavljaju na isti način kao i kod detalja (2), a dilatacijske ploče se ugrađuju prema zahtjevima sadržanim u Skici 8.

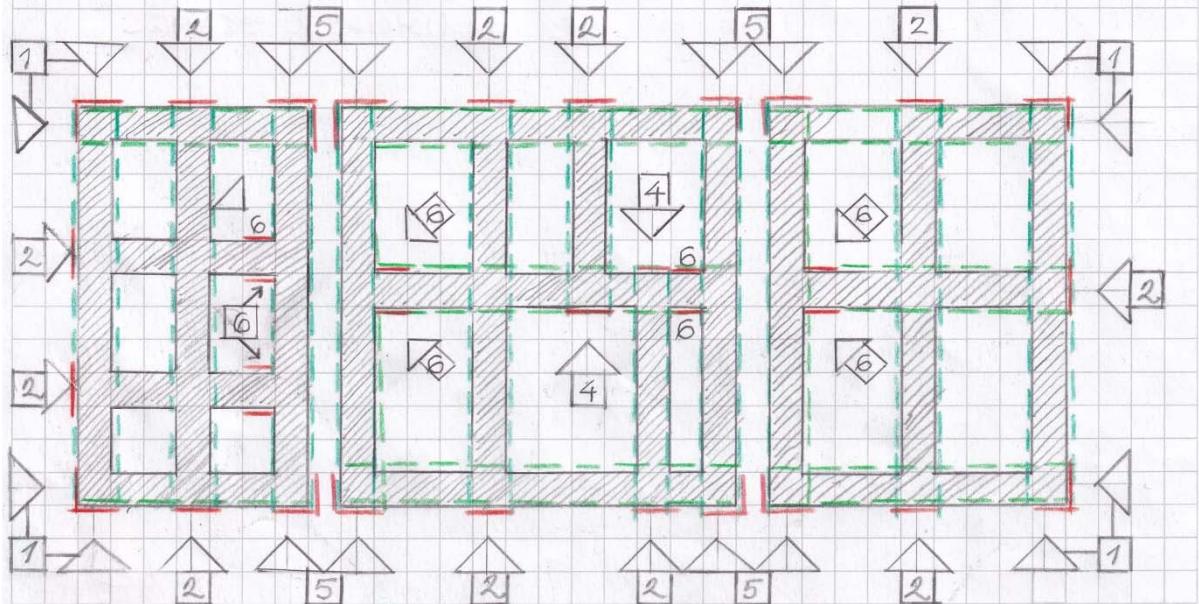
Kod detalja (6) ploče se pred napetim vijcima fiksiraju u unutarnjem prostoru, nadžbukno, zatege se vode nadžbukno.

Detalj (6) primjenjuje se u slučajevima kada pred napon unutarnjih zidova nije moguće izvesti postavom čeličnih ploča na vanjskom zidu zgrade, a nužan je za poboljšanje seizmičke otpornosti zidane zgrade.

Primjenu detalja (6) ne preporučam i treba ga primijeniti samo tamo gdje se statičkom provjerom utvrđi da je za postizanje traženog stupnja seizmičke otpornosti neophodno zatezanje unutarnjeg zida bez mogućnosti utezanja s vanjske strane zgrade.

3. SKICA

- OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA  
ZGRADE U BLOKU



#### Skica 4. PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (1)

U slučaju kada postoji slobodan pristup uglu zgrade i fasadi na kojoj se može bez smetnji izvoditi radove na poboljšanju seizmičke otpornosti zidanih zgrada utezanjem vanjskih fasadnih zidova primjenjuje se Detalj (1).

Čelične ploče smještaju se na slobodnoj fasadi, podžbukno, s potrebnim dubljenjem zida da bi se osigurala dovoljna debljina nove žbuke.

Čelične ploče izrađuju se u radionici. Dovoze se na gradilište neposredno prije montaže i utezanja. Prva, donja čelična ploča ima na sebi zavarenu spojnu ploču za izvedbu nastavka slijedećom pločom po vertikali. O tome više kod Skice 10.

Kako se radi o dvije ploče, koje su u radionici varom spojene po čitavoj dužini, kut pod kojim se vare ovisi o kutu koji zatvaraju dva vanjska, uglovna zida. U pravilu to je pod devedeset stupnjeva, no ne mora biti slučaj.

Za potrebe montaže, na pločama se ugrađuju privremene „uši“ za podizanje i montažu ploče. „Uši“ se uklanjanju nakon obavljenog utezanja.

Debljina, širina i visina čelične ploče i veličina utezanja određuju se projektom. Na čelične ploče se u radionici lijepi toplinska izolacija. Predlažem da to budu heraklit ploče debljine dva i pol centimetra.

Zatezni profili ugrađuju se u parovima, na fasadi (1) a mora se voditi računa o njihovom ekcentricitetu u odnosu na težište zida koji se uteže.

Na mjestu gdje će se postaviti čelična ploča izvede se potpuno dubljenje postojeće žbuke i plitko dubljenje postojećeg zida od opeke u širini nalijeganja čeličnih ploča.

Dubljenje na fasadi izvodi se linijski i za podžbukni smještaj fasadne čelične zatege.

Po izvedenom dubljenju obavlja se bušenje vanjskih zidova i, tamo gdje je potrebno, i unutrašnjih zidova za nesmetan prolaz unutarnje čelične zatege. Bušenje se mora izvesti s preciznošću zahtijevanom projektom.

Po izvršenom bušenju zidova izvrši se geodetsko snimanje geometrije bušotina na osnovu kojih se određuje mjesto radioničkog bušenja rupa u čeličnim pločama.

Izdubljena površina zida od opeke, prije montaže čeličnih ploča, obrađuje se cementnim špricom na način da se osigura kvalitetno, kontinuirano površinsko prianjanje između čelične ploče i zida.

Nakon montaže ploča uvlače se čelične zatege i zatežu „moment ključem“. Prije zatezanja, čelične ploče moraju biti sigurno pridržane.

Preporučam da se zatezne glave zaštite čahurama kako bi se kasnije moglo kontrolirati stanje naprezanja u zatezi te eventualno, kroz vrijeme, dodavati silu utezanja. Čahure mogu biti skrivene fasadom, no mora se znati njihov položaj na fasadi.

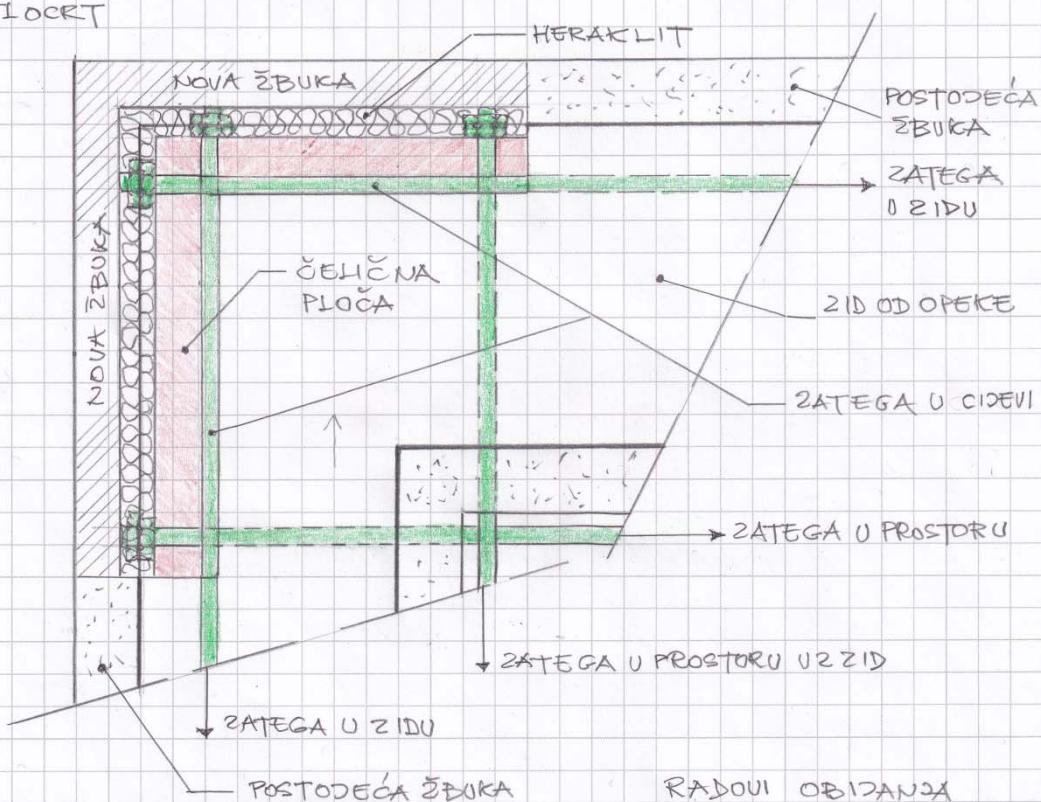
Projektant, u suradnji sa službom zaštite kulturnih dobara, treba riješiti detalj čahure i njenu eventualnu pristupačnost bez naknadnog razaranja fasade.

Po izvršenom utezaju vrše se sitni popravci u unutrašnjosti zgrade, žbukanje preko čeličnih ploča zaštićenih termo izolacijom, te obrada fasade fasadnom bojom.

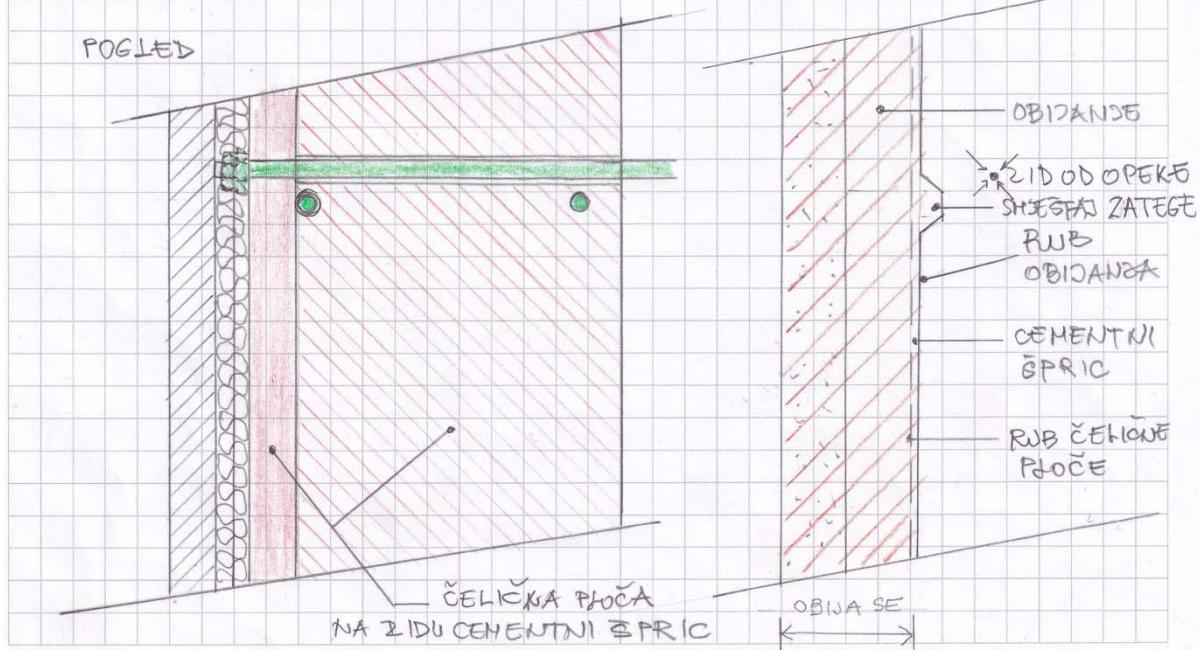
4. SKICA - OPOĆI PRINCIPI UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA

DETALJ [1] - UTEZANJE NA UGLU ZGRADE

TIČRT



POGLEĐ



## **Skica 5. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (2)**

Detalj (2) primjenjuje se kod utezanja unutarnjih zidova s fasadnih zidova.  
Čelične ploče smještaju se na fasadi.

Čelične ploče izrađuju se u radionici i dovoze na gradilište neposredno prije montaže i utezanja. Prva, donja čelična ploča ima na sebi zavarenu spojnu ploču za izvedbu nastavka slijedećom pločom po vertikali. O tome više kod Skice 10.

Debljina, širina i visina čelične ploče i veličina utezanja određuju se projektom. Na čelične ploče u radionici se lijepli toplinska izolacija.  
Zatege ugrađuju se unutar prostora nadžbukno.

Na mjestu gdje će se postaviti čelična ploča izvede se potpuno dubljenje postojeće žbuke i plitko dubljenje postojećeg zida od opeke u širini nalijeganja čeličnih ploča.

Po izведенom dubljenju obavlja se bušenje vanjskih zidova i, tamo gdje je potrebno, i unutrašnjih zidova za nesmetan prolaz unutarnje čelične zatege. Bušenje se mora izvesti u preciznosti zahtijevanom projektom.

Po izvršenom bušenju zidova izvrši se geodetsko snimanje geometrije bušotina na osnovu kojih se određuje mjesto radioničkog bušenja rupa u čeličnim pločama.

Izdubljena površina zida od opeke, prije montaže čeličnih ploča, obrađuje se cementnim špricom na način da se osigura kvalitetno, kontinuirano prianjanje između čelične ploče i zida.

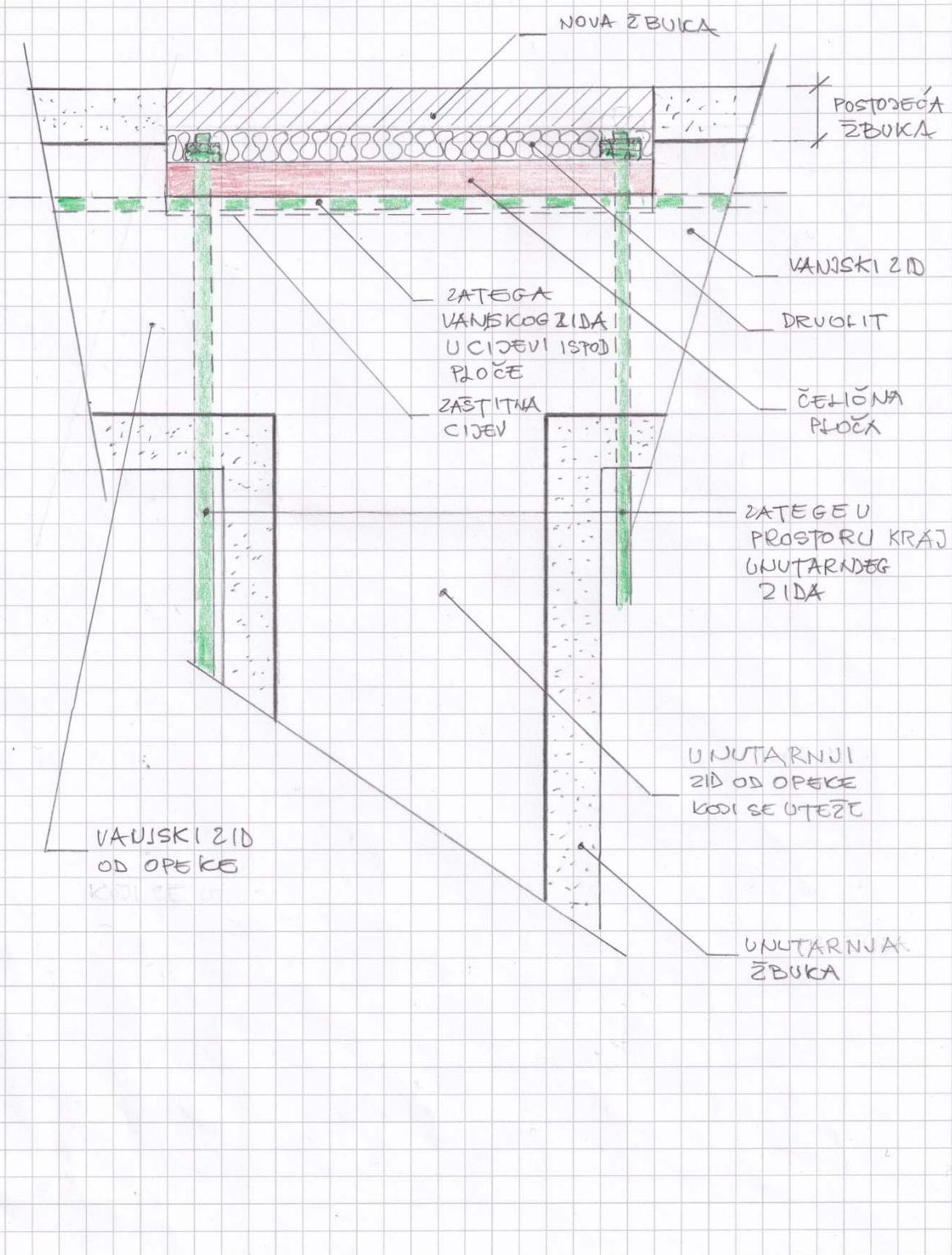
Nakon montaže ploča uvlače se čelične zatege i zatežu „moment ključem“. Prije zatezanja, čelične ploče moraju biti sigurno pridržane.

Preporučam da se zatezne glave zaštite čahurama kako bi se kasnije moglo kontrolirati stanje naprezanja u zatezi te eventualno dodavati silu utezanja. Čahure mogu biti i skrivene fasadom, no mora se znati njihov položaj na fasadi.  
Projektant, u suradnji sa službom zaštite kulturnih dobara, treba riješiti detalj čahure i njenu eventualnu pristupačnost bez naknadnog razaranja fasade.

Po izvršenom utezalu vrše se sitni popravci u unutrašnjosti zgrade, žbukanje preko čeličnih ploča zaštićenih termo izolacijom, te obrada fasade fasadnom bojom.

## 5. SKICA - OPĆI PRINCIP UTERANJA ZIDANIH ZGRADA

### DETALJ [2]



## **Skica 6. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (3)**

Detalj (3) primjenjuje se u slučajevima kada nije moguće izvesti utezanje zidova s vanjske strane. Odnosno koristi se kod nosivih zidova koji nemaju oba „izlaza“ na vanjske zidove, odnosno ne postoji mogućnost kontinuiteta prijenosa utezanja između vanjskih zidova.

Ovaj slučaj je dosta čest kod blokovske izgradnje. Bilo bi dobro ako bi se ovo utezanje, na osnovu rezultata analize i detaljnog proračuna moglo izostaviti, no to često neće biti slučaj. Isključivo se primjenjuje u skladu sa zahtjevima pojedinog stanja zgrade i u skladu sa zahtjevima vlasnika stana.

Singularne čelične ploče smještaju se, u pravilu, na poprečnom zidu, u ugлу dva zida.

Singularne čelične ploče izrađuju se u radionici i dovoze na gradilište neposredno prije montaže i utezanja.

Debljina, širina i visina singularne čelične ploče i veličina utezanja određuju se projektom. Zatezni profili ugrađuju se unutar prostora nadžbukno.

Singularne čelične ploče postavljaju se nadžbukno.

Obavlja se bušenje poprečnih zidova za nesmetan prolaz unutarnje čelične zatege. Bušenje se mora izvesti u preciznosti zahtijevanom projektom.

Po izvršenom bušenju zidova izvrši se geodetsko snimanje geometrije bušotina na osnovu kojih se određuje mjesto radioničkog bušenja rupa u čeličnim pločama.

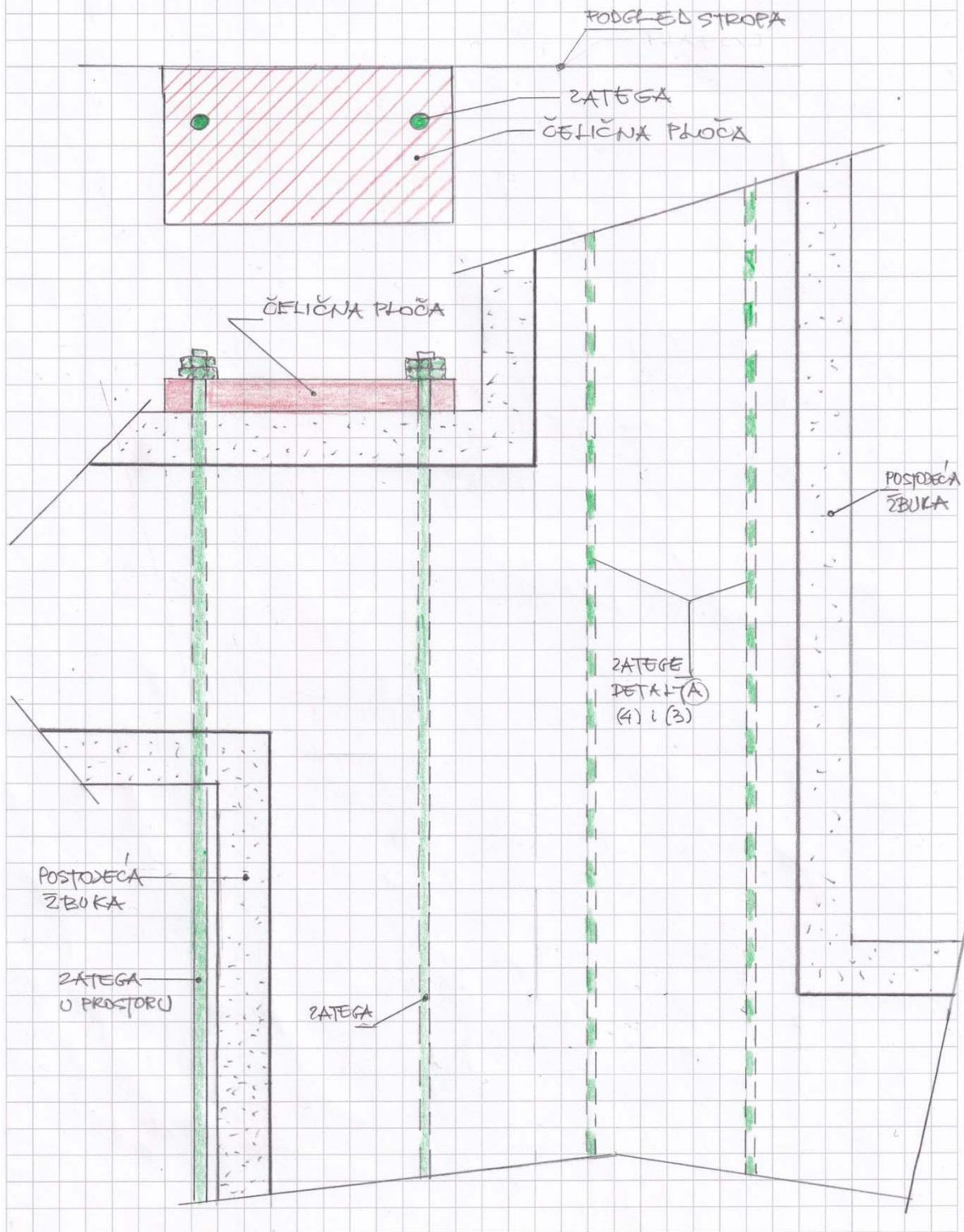
Nakon montaže singularnih čeličnih ploča uvlače se čelične zatege i zatežu „moment klijučem“. Prije zatezanja, čelične ploče moraju biti sigurno pridržane.

Po izvršenom utezaju vrše se sitni popravci u unutrašnjosti ugrade.

Kao što sam ranije rekao preporučam projektantima da izbjegavaju primjenu ovakvog rješenja i da ga koriste samo u neporecivoj potrebi.

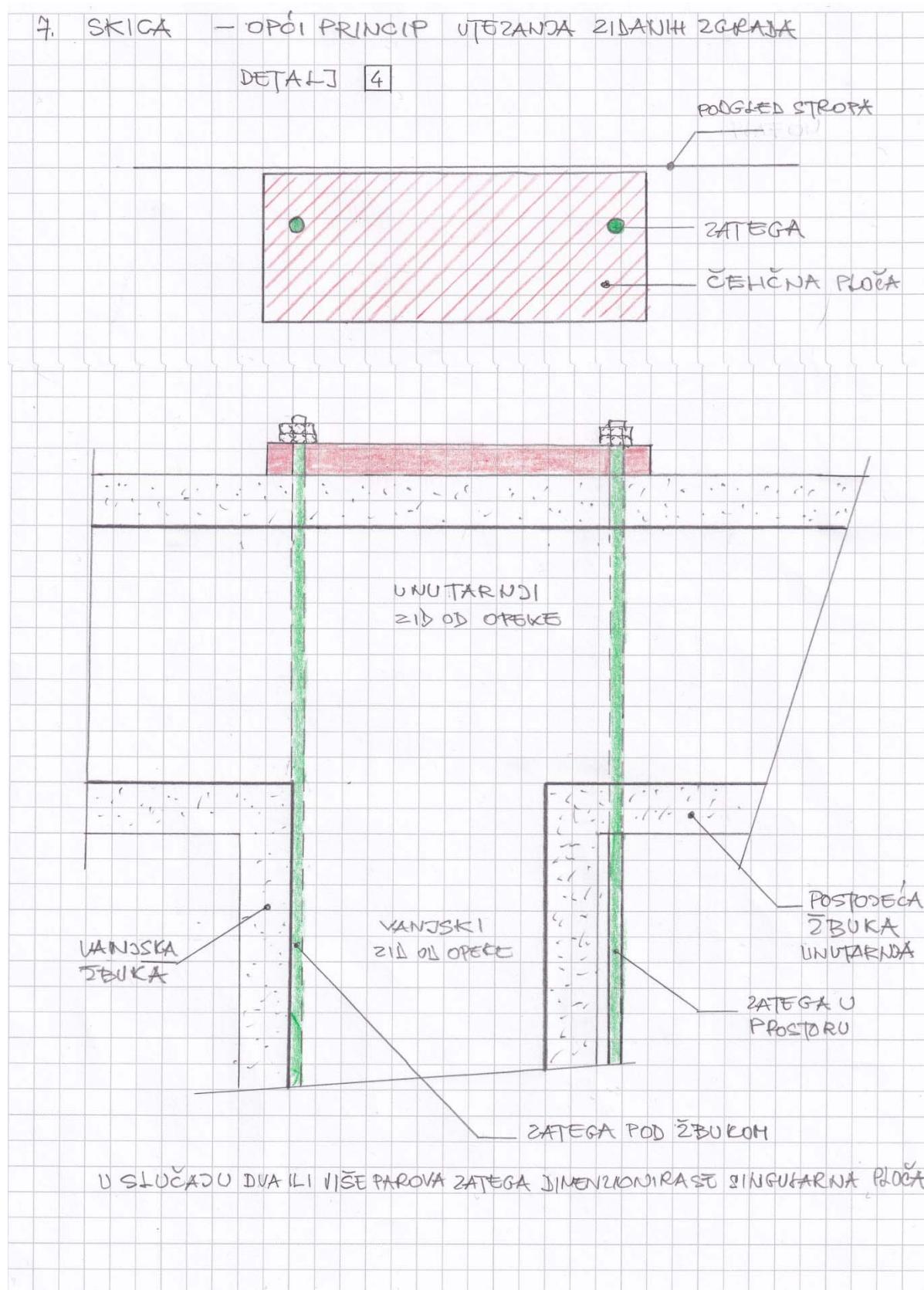
6. SKICA - OPĆI PRINCIJ UTERANDA ZIDANIH ZARADA

DETALJ [3]



**Skica 7. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA,  
Detalj (4)**

Sve navedeno kod Skice 6., Detalj 3., vrijedi i za detalj 4.



## **Skica 8. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (5)**

Ovaj detalj se primjenjuje kod zidanih zgrada u bloku kod kojih su zgrade izgrađene s međusobnim razmakom.

Prije odluke o primjeni detalja neophodno je ustanoviti širinu postojeće dilatacije između susjednih zgrada, odnosno širinu postojećeg razmaka zabatnih zidova promatranih zgrada. Minimalna širina dilatacije mora biti veća za najmanje tri promjera zatega. O širini postojećeg razmaka ovise dubina izvođenja radova na dubljenju dijela dilatacijskih zidova.

U formiranju detalja krenuo sam od pretpostavke da na zabatnim, dilatacijskim zidovima nema žbuke. Izostanak te pretpostavke, ako i nije realna za neku situaciju, ne derogira rješenje. Uz to, rješenjem se predviđa da se utežu oba dilatacijska zida, no to ponekad neće biti slučaj, te će se izvoditi samo „polovica“ detalja.

Dijelovi zidova uklanjaju se po čitavoj visini zgrade, kako za smještaj čeličnih ploča, tako i za osiguranje nužnog, minimalnog prostora manipulacije koji i određuje dubinu dubljenja.

Nakon što se dubljenjem obostrano ukloni dio dilatacijskih zidova od fasade prema unutrašnjosti u širini dimenzija čelične ploče „A“, kao i dubljenje na fasadnim zidovima u širini ploče „B“, uključivo i dubljenje žbuke fasadnog zida za smještaj podžbukne zatege, slijede aktivnosti:

- 1.) buše se dilatacijski zidovi za prolaz zatege i po potrebu unutrašnji zidovi za nadžbukni prolaz čelika za utezanje, te snimanje položaja rupa;
- 2.) za smještaj ploče „A“ izvodi se cementni špric za poravnanje ravnine dilatacijskog zida dobivene dubljenjem, debljina cementnog šprica utvrđuje se, slijedom projektnog rješenja, na licu mesta;
- 3.) unutarnje čelične ploče (A) smještaju se u projektirani položaj;
- 4.) preko unutarnje ploče (A) obavi se utezanje podžbukne i nadžbukne zatege;
- 5.) buši se fasadni zid i po potrebu unutrašnji zidovi za nadžbukni smještaj čelika za utezanje preko ploče (B);
- 6.) postavlja se razdjelna opna (stiropor ili slično);
- 7.) uvlači se čelični profil za utezanje uz dilataciju, preko ploče (B), u bužiru na dijelu koji se naknadno betonira, dalje se zatega kroz dilataciju vodi slobodno;
- 8.) ugrađuje se sitnozrni beton za ispunjavanje lijevog i desnog prostora koji je nastao uklanjanjem dijela dilatacijskih zidova;
- 9.) postavlja se vanjska ploča (B);
- 10.) ugrađuje se čelični profil za utezanje koji prolazi kroz fasadni zid i dalje se u unutrašnjem prostoru vodi nadžbukno [(od ploče (B))],
- 11.) vrši se utezanje od fasade do fasade, preko ploča (B);
- 12.) preko heraklita izvodi se nova žbuka na fasadnim zidovima;
- 13.) izvodi se završna obrada fasade;
- 14.) obavljaju se popravci u unutrašnjosti zgrade i postavljaju rozete na zatege na mjestima ulaza i izlaza kod unutrašnjih zidova.

Čelične ploče izrađuju se u radionici i dovoze na gradilište neposredno prije montaže i utezanja. Prva, donja čelična ploča ima na sebi zavarenu spojnu ploču za izvedbu nastavka slijedećom pločom po vertikali. O tome više kod Skice 10.

Debljina, širina i visina čelične ploče (A ) i čelične ploče (B ) i veličina utezanja određuju se projektom. Na čeličnu ploču (B) se u radionici lijepi toplinska izolacija.

Zatezni profili ploče (A) ugrađuju se uz dilatacijsku fasadu neposredno u zidu, a unutar prostora nadžbukno.

Zatezni profili ploče (B) ugrađuju se uz fasadu u svemu prema Detalju (1), a unutar prostora nadžbukno.

Na mjestu gdje će se postaviti čelična ploča (B) izvede se potpuno dubljenje postojeće žbuke i plitko dubljenje postojećeg zida od opeke u širini nalijeganja čeličnih ploča.

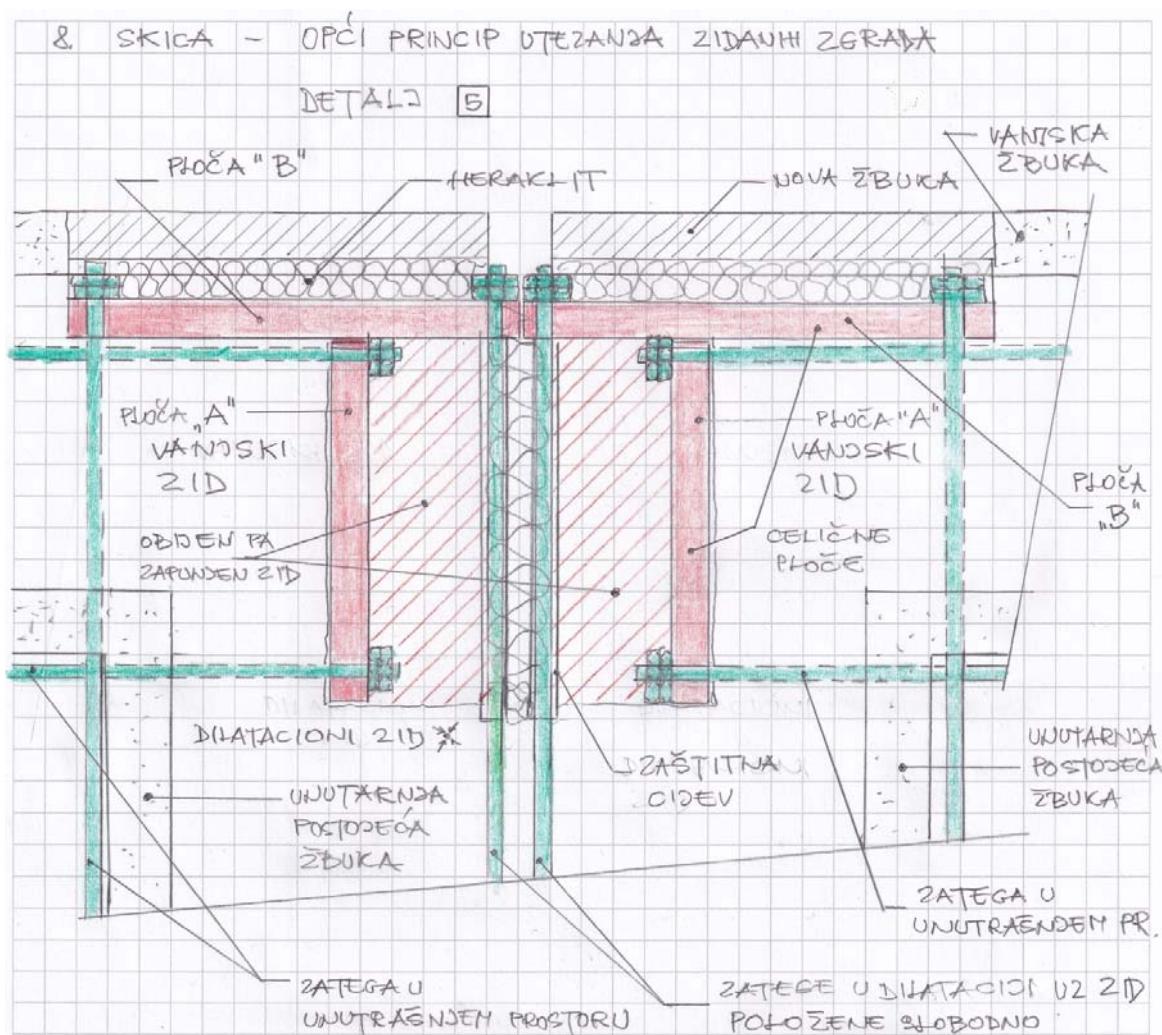
Dubljenje fasadne žbuke i zida izvodi se i za podžbukni smještaj fasadne čelične zatege.

Po izvedenom dubljenju obavlja se bušenje vanjskih zidova i, tamo gdje je potrebno, i unutrašnjih zidova za nesmetan prolaz unutarnje čelične zatege. Bušenje se mora izvesti s preciznošću zahtijevanom projektom.

Preporučam da se zatezne glave kod fasadnih zidova zaštite čahurama kako bi se kasnije moglo kontrolirati stanje naprezanja u zatezi te eventualno dodavati silu utezanja. Čahure mogu biti skrivenе fasadom, no mora se znati njihov položaj na fasadi.

Zatezne glave kod ploča „B“ ovim projektnim rješenjem, kao i same ploče „B“ trajno ostaju nedostupne.

Projektant, u suradnji sa službom zaštite kulturnih dobara, treba riješiti detalj čahure i njenu eventualnu pristupačnost bez naknadnog razaranja fasade.



## **Skica 9. - PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj (6)**

Detalj se primjenjuje kod zidanih zgrada u nizu, uz dilatacijski zid, najčešće je to slučaj kod gradskih blokova Donjeg grada koji su oštećeni i trajno izloženu utjecajima potresa. Njegova primjena je nužna kada se intervenira na unutrašnjim zidovima u prostoru koji je zatvoren bez mogućnosti intervencija izvana.

Singularne čelične ploče, oblika i formata prema proračunu, preko postojeće žbuke, pred napetim vijcima sprežu se sa zidom od opeke koji se uteže.

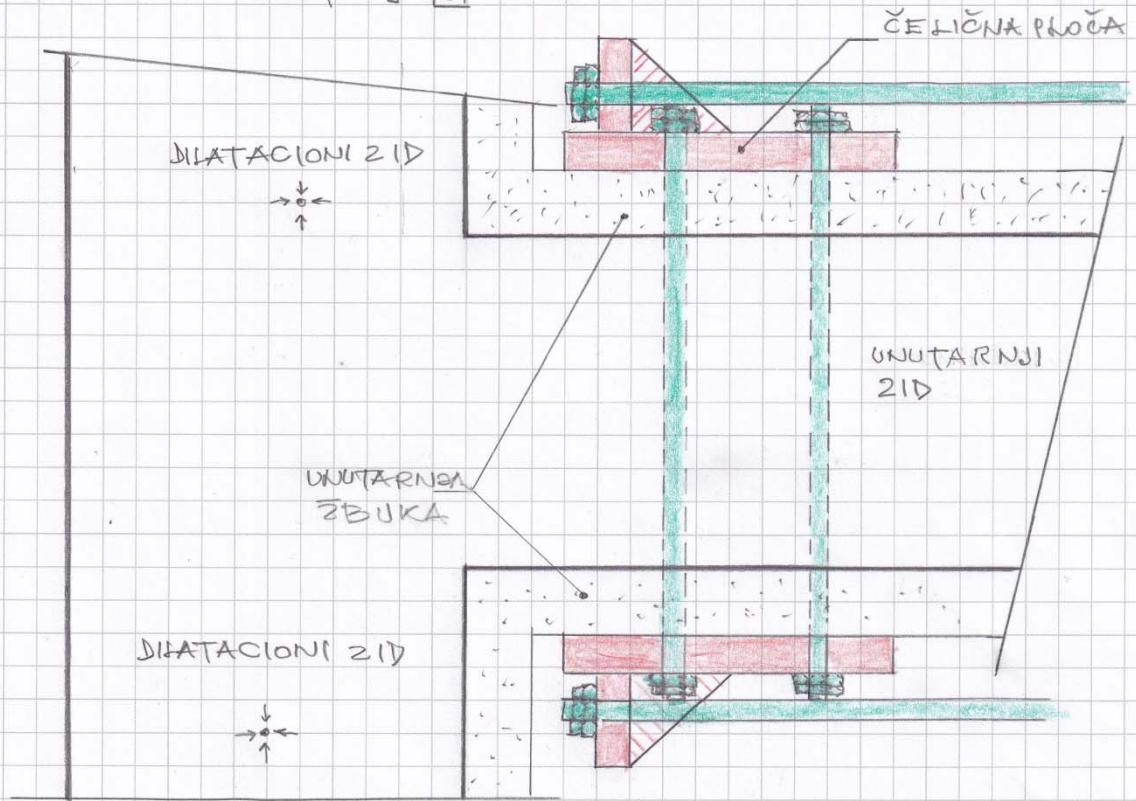
Kao što sam naprijed rekao, ako to potrebnim pokaže modelski proračun, ploča s pred napetim vijcima se dimenzionira za smještaj potrebnog broja zatega po visini, počevši od podgleda stropa.

Za prijenos napona s ploče na zid i smještaj zateznih matica, pored vijaka koji kroz zid spajaju čelične ploče, koriste se, prema proračunu dimenzionirane, čelične konzolice.

Čelični profili za utezanje vode se nadžbukno. U svakom slučaju njihov smještaj ne smije ometati redovno korištenje unutrašnjih prostor zgrade.

g. SKICA - OPĆI PRINCIJ UTERANJA ZIDANIH ZGRADA

DETALJ [6]



ČELIČNA PLOČA

UNUTARNI  
ZID

UNUTARNA  
ŽBUKA

DILATACIONI ZID



POGLED

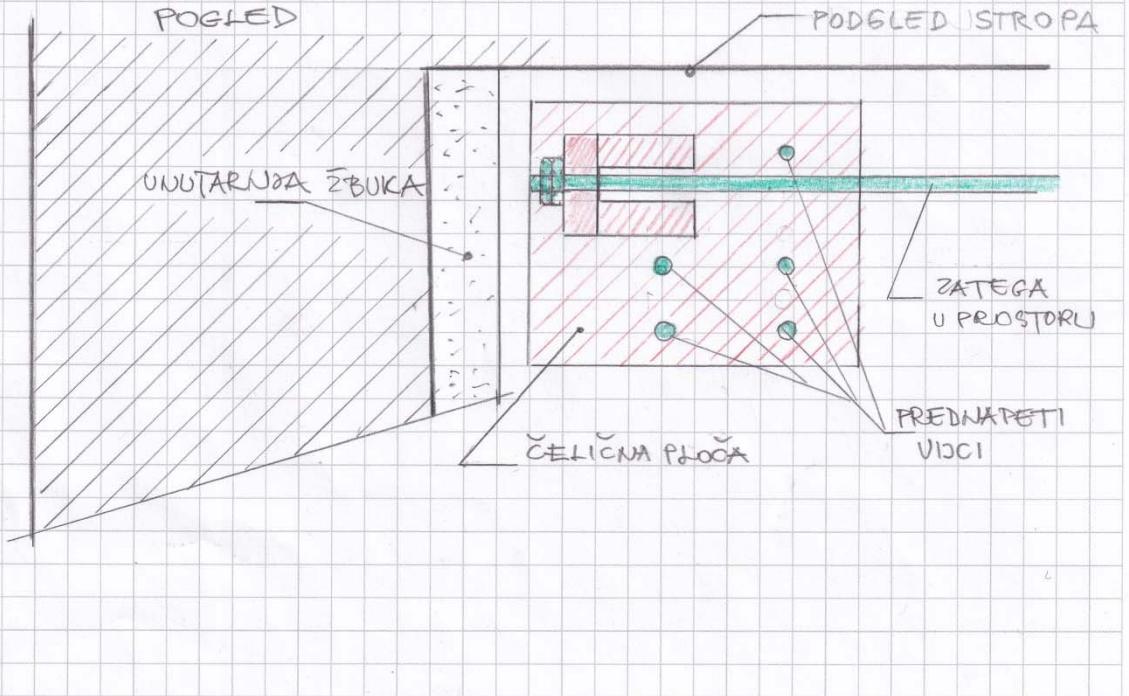
PODGLED ISTROPA

UNUTARNA ŽBUKA

ZATEGA  
U PROSTORU

PREDNAPETI  
VIJCI

ČELIČNA PLOČA



## **Skica 10. – PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Detalj opći, nastavak ploča po vertikali**

Kao što sam ranije rekao, čelične ploče izrađuju se u dužini koju određuje visina etaže tretirane zgrade. Nastavljaju se fiksnim, vijčanim spojem u predjelu stropa.

Za potrebe smještaja spojne ploče sa strane prema zidu, dodatno produbljuje se zid u širini i dužini preklopne, spojne ploče koja je u radionici zavarena za donju ploču.

Utezanje zida prizemlja počinje ispod stropa podruma, koji je skoro pa redovito izveden kao bačvasti strop od opeke, oslonjen na čelične traverze. Utezanje najgornje etaže završava ispod stropa, odnosno prije poda tavana. Iz tog razloga bilo bi za funkcioniranje sustava od značajne važnosti da se pod tavana monolitizira na neki od mogućih načina i na taj način dobije horizontalni disk iznad zadnje etaže zgrade.

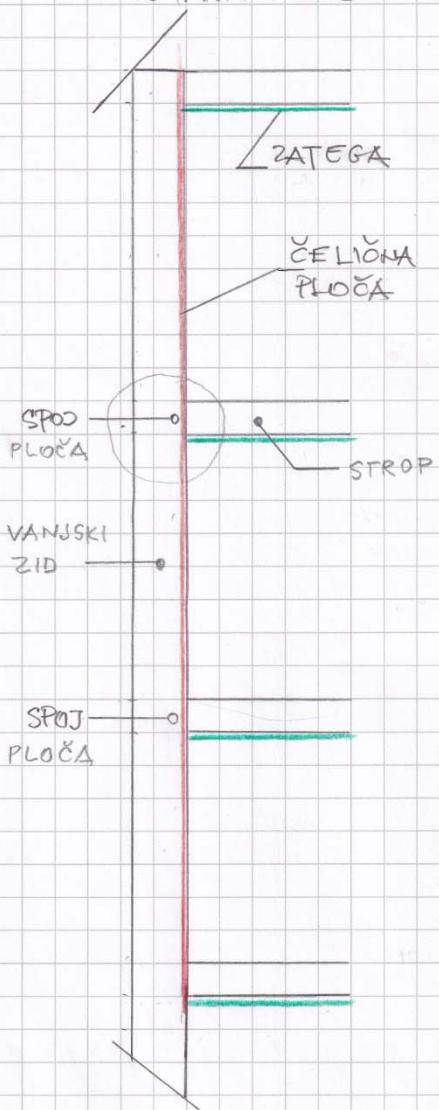
Gornja vertikalna ploča oslanja se na donju utegnutu čeličnu ploču i vijcima se steže za preklopnu ploču. Na taj način se osigurava vertikalni kontinuitet utezana. Sve dimenzije ploča i nastavka izvode se prema izračunu.

Prije dubljenja gornje etaže, ako nije izvedeno odjednom po čitavoj visini, a to će najčešće biti slučaj, moraju se efikasno zaštititi gornji rub donje ploče, spojna ploča i vijci koji vire iz spojne ploče.

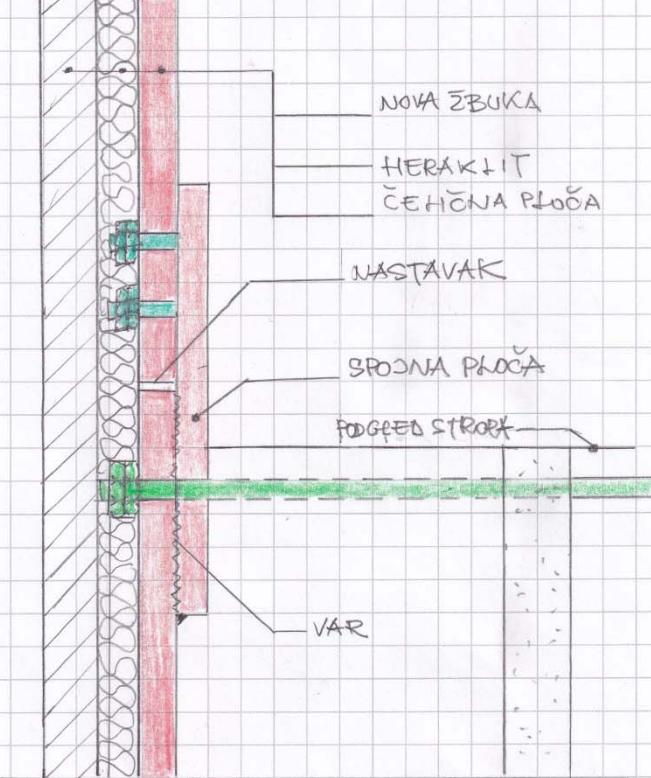
10. SKICA - OPCI PRINCIPI UTJEZANJA ZIDANIH ZGRADA

DETALJ OPCI

NASTAVAK PLOČA PO VERTIKALI



DETALJ SPORA



## **Skica 11. – PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zidovi paralelni, Detalj (7)**

Detalj ilustrira najčešći slučaj izgradnje u bloku, bez zamjetne dilatacije između dilatacijskih zidova, kada se ulični fasadni zidovi, a i dvorišni nastavljaju u kontinuiranom nizu, bez pojedinačnih ispada. Vrlo često su dilatacije skrivene olucima pa je, prije bilo kakve pretpostavke nužno utvrditi da li dilatacija kao takova ima ili nema bilo kakvu širinu.

Ono što, u odnosu na prethodno razmatrane detalje, u bitnom razlikuje Detalj (7), jest činjenica da se zajedno utežu dva susjedna zida koji nisu međusobno spojeni ali se praktički dodiruju. To znači da se između njih bez bušenja dilatacijskog zida od ulične do dvorišne fasade ne mogu provući zatege.

Obzirom na širinu zahvata koju diktiraju širine dvaju susjednih zidova, povećanu za nadžbukni smještaj zatega u prostoru zgrada, nužno je pri projektiranju istražiti mogućnost olakšanja čeličnih ploča, odnosno ispitati rješenja sa segmentnim pločama povezanim na adekvatan način, nekom vrstom rešetke.

Za osiguranje pravilnosti ploče i utezanog zida nužno je ugraditi i pritezne vijke koji se po visini ploče raspoređuju u skladu s projektom.

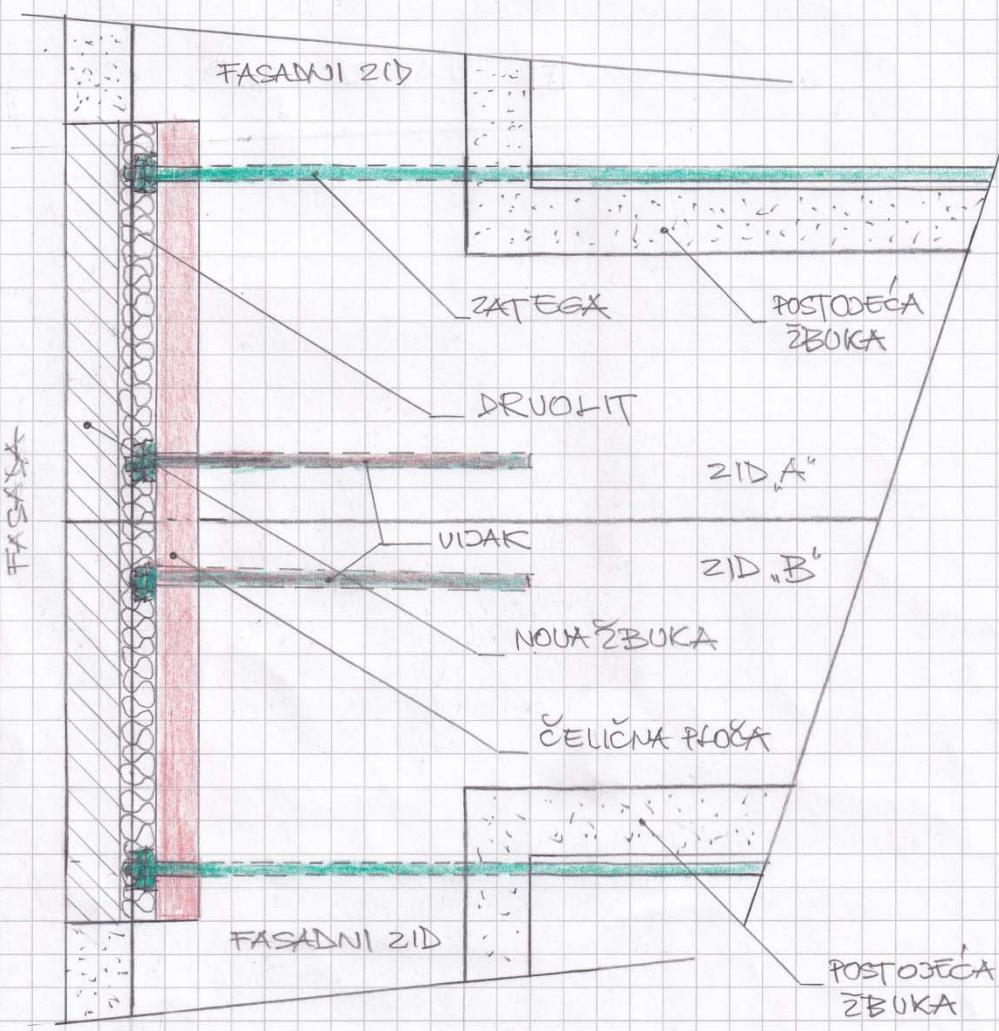
Projektom se mora posebno istražiti na koji način ovakav sustav djeluje na individualno ponašanje zgrada u bloku koje je, ipak, determinirano izostankom uočljive dilatacije. I ovdje vrijedi stav da se, ovisno o rezultatu izračuna, zatege mogu postaviti u dva ili više redova po vertikali.

Sve ostalo se odgovarajuće primjenjuje kao kod prethodnih detalja.

U slučaju primjene Detalja (7), zidovi poprečni na utegnute u skladu s Detaljem (7) utežu se na način prikazan na Skici 12, u Detalju (8).

11. SKICA - OPCI PRINCIPI UTJEZANJA ZIDANIH ZGRADA

ZGRADE U BLOKU, BEZ DIFERENCIJE  
FASADNI ZIDOVII PARALELNI



## **Skica 12. – PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zidovi paralelni, Detalj (8)**

Sve što je rečeno kod Detalja (7), koji je simetrično susjedan Detalju (8), vrijedi i ovdje. Obzirom na nemogućnost utezanja zida izvana, kod Detalja (8) primjenjuje se rješenje slično onom kod Detalja (6). Detalj (8) i Detalj (6) razlikuju se u činjenici da se kod Detalja (6) utezanje obostrano i simetrično obavlja unutar zgrade, dok se kod Detalja (8) utezanje vrši nesimetrično, podžbukno na fasadi i nadžbukno u prostoru zgrade.

To za sobom povlači oprez u dimenzioniranju sila u zategama, odnosno utezanje se mora obaviti na način da momenti u težištu zida budu u ravnoteži.

Broj prednapetih vijaka, kao i debljina ploča i broj parova zatega određuje se proračunom.

Uvjeti dimenzioniranja svih ostalih elemenata sustava utezanja su identični kao kod Detalja (6) osim dimenzioniranja konzole čelične ploče koja se na fasadi smješta podžbukno.

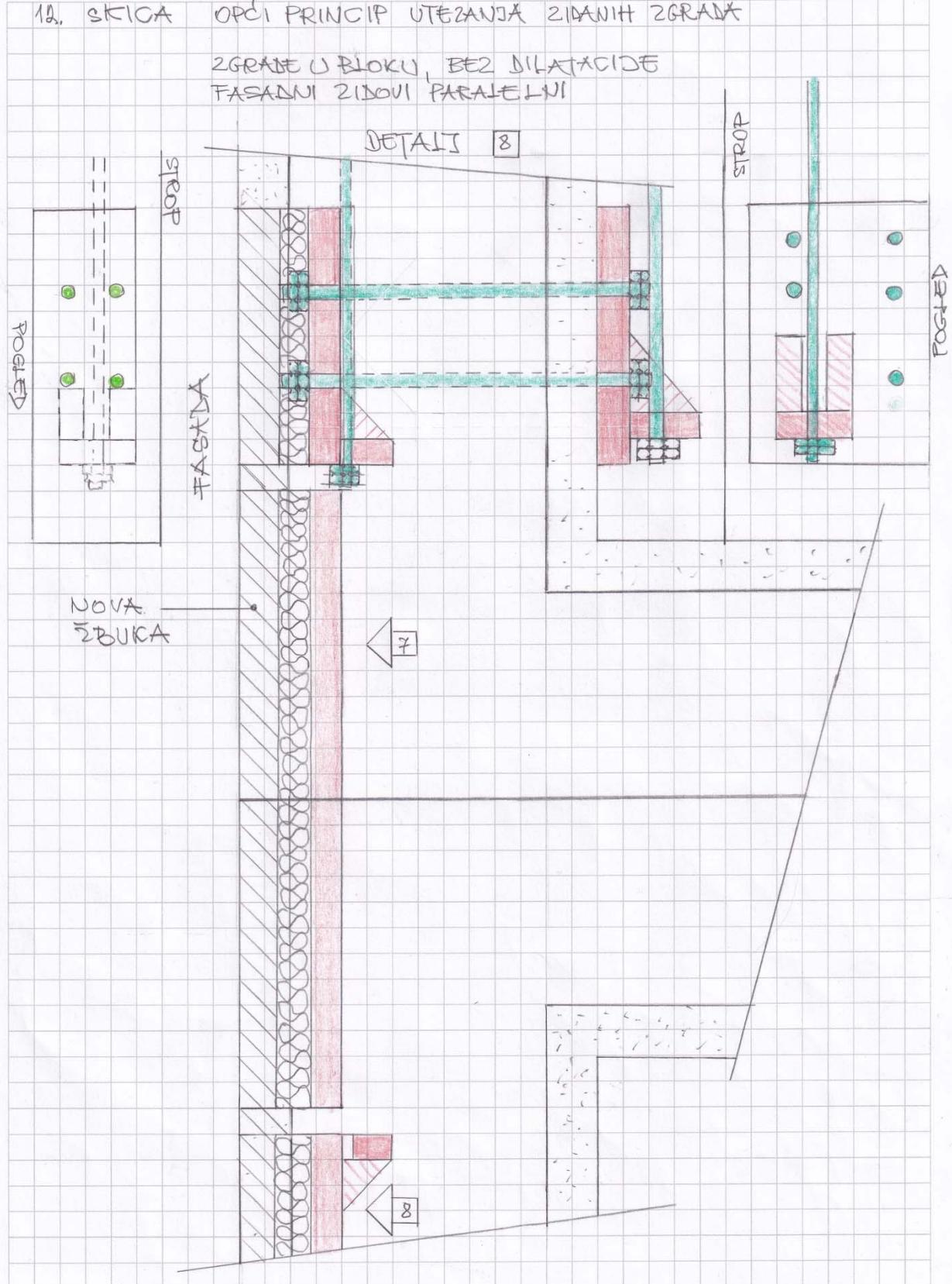
Zatega na fasadi se ispod ploče provlači kroz zaštitnu cijev kako bi se, nakon utezanja ploča prednapetim vijcima, moglo nesmetano i istovremeno izvesti utezanje podžbukne zatege na fasadi i nadžbukne zatege u prostoru zgrade.

Zatvaranje fasade obavlja se nakon što je uspješno završeno utezanje.

Svi ostali završni radovi identični su radovima kod prethodno razmatranih detalja.

12. SKICA OPCI PRINCIP UTERANJA ZIDANIH ZGRADA

ZGRANE U BLOKU, BEZ DILATACIJE  
FASADNI ZIDOVII PARALELNI



**Skica 13. – PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zidovi paralelni, u dvorištu oprečni zidovi pomaknuti, Detalj (9)**

Detalj (9) ilustrira slučaj izgradnje u bloku, bez zamjetne dilatacije između dilatacijskih zidova, kada se ulični fasadni zidovi nastavljaju u kontinuiranom nizu [Detalj (7)], a u dvorištu se jedan od dilatacijskih zidova nastavlja kao fasadni zid.

Tada se, na vrhu fasadnog dvorišnog zida sa slobodnim uglom, primjenjuje već razmatran Detalj (1), a na mjestu odvajanja fasadnog dvorišnog zida primjenjuje se Detalj (9).

Ono što, u odnosu na prethodno razmatrane detalje, u bitnom razlikuje ovaj slučaj, jest činjenica da se, silom prilika, pri zajedničkom utezanju dva susjedna zida, koji nisu međusobno spojeni ali se praktički dodiruju, kada je jedan od zidova duži, mora osigurati prijenos utezanja s ulične fasade na dva zida nejednake dužine. To je riješeno Detaljem (9).

Ploča „A“ je standardna čelična ploča dimenzionirana da preuzme naprezanje utezanja zategom koja nadzbukno dolazi od Detalja (7). Pri tome joj pomažu vijci raspoređeni u skladu s proračunom.

Na ploču „A“ zavarena je singularna čelična ploča „B“ koja je pred napetim vijcima fiksirana za singularnu ploču unutar prostora, u svemu kao kod Detalja (6), u dilatacijskom zidu koji je u dvorištu postao fasadni zid. Ploča „B“ ima zadaću kontinuiranog podzbuknog prijenosa napona utezanja do Detalja (1).

Projektom se mora posebno istražiti na koji način ovakav sustav djeluje na ponašanje dilatacijskih zidova zgrada u bloku koje ponašanje je, ipak, determinirano dilatacijom čija dimenzija ne omogućuje uvlačenje zatega.

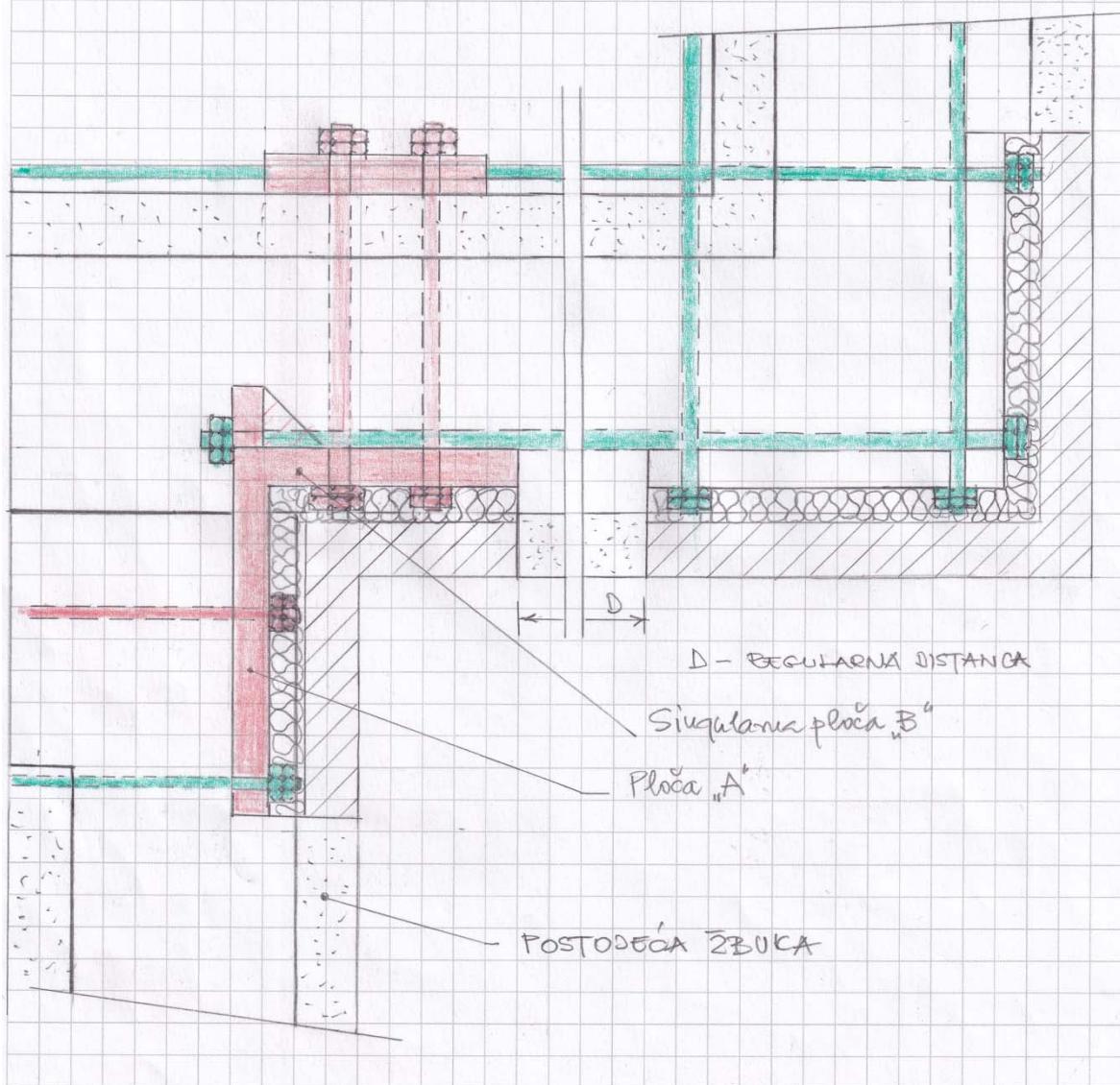
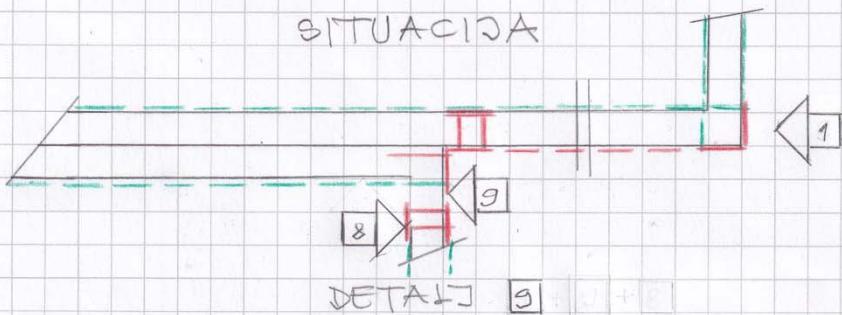
I ovdje vrijedi stav da se, ovisno o rezultatu izračuna, zatege mogu postaviti u dva ili više redova po vertikali.

Sve ostalo se odgovarajuće primjenjuje kao kod prethodnih detalja.

13. SKICA OPĆI PRINCIJ UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA

ZGRADE U BLOKU, BEZ DILATACIJE  
FASADNI ZIDOVI PARALELNI,  
U DVORISTU POPREČNI ZIDOVI POMAKNUTI

SITUACIJA



#### **Skica 14. – PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH ZGRADA, Zgrade u bloku, bez dilatacije, fasadni zid s pomakom linije, Detalj (10)**

Detalj ilustrira slučaj izgradnje u bloku, bez zamjetne dilatacije između dilatacijskih zidova, kada se ulični fasadni zidovi ne nastavljaju u kontinuiranom nizu već postoji pomak linija fasadnih zidova, a u dvorištu može postojati slučaj prikazan u Detalju (7) i Detalju (8), ili Detalju (9).

Tada se na fasadnom, uličnom zidu primjenjuje Detalj (10) uz pridodat Detalj (8) kod prema ulici uvučenog fasadnog zida.

Ono što, u odnosu na prethodno razmatrane detalje, u bitnom razlikuje ovaj slučaj, jest činjenica da se, kada postoji pomak dilatacijskog zida, mora osigurati prijenos utezanja na uličnoj fasadi na dva fasadna zida. To je riješeno Detaljem (10).

Ploča „S“ je standardna čelična ploča dimenzionirana da preuzme naprezanje utezanja zategom koja nadžbukno dolazi od Detalja (1) ili Detalja (7).

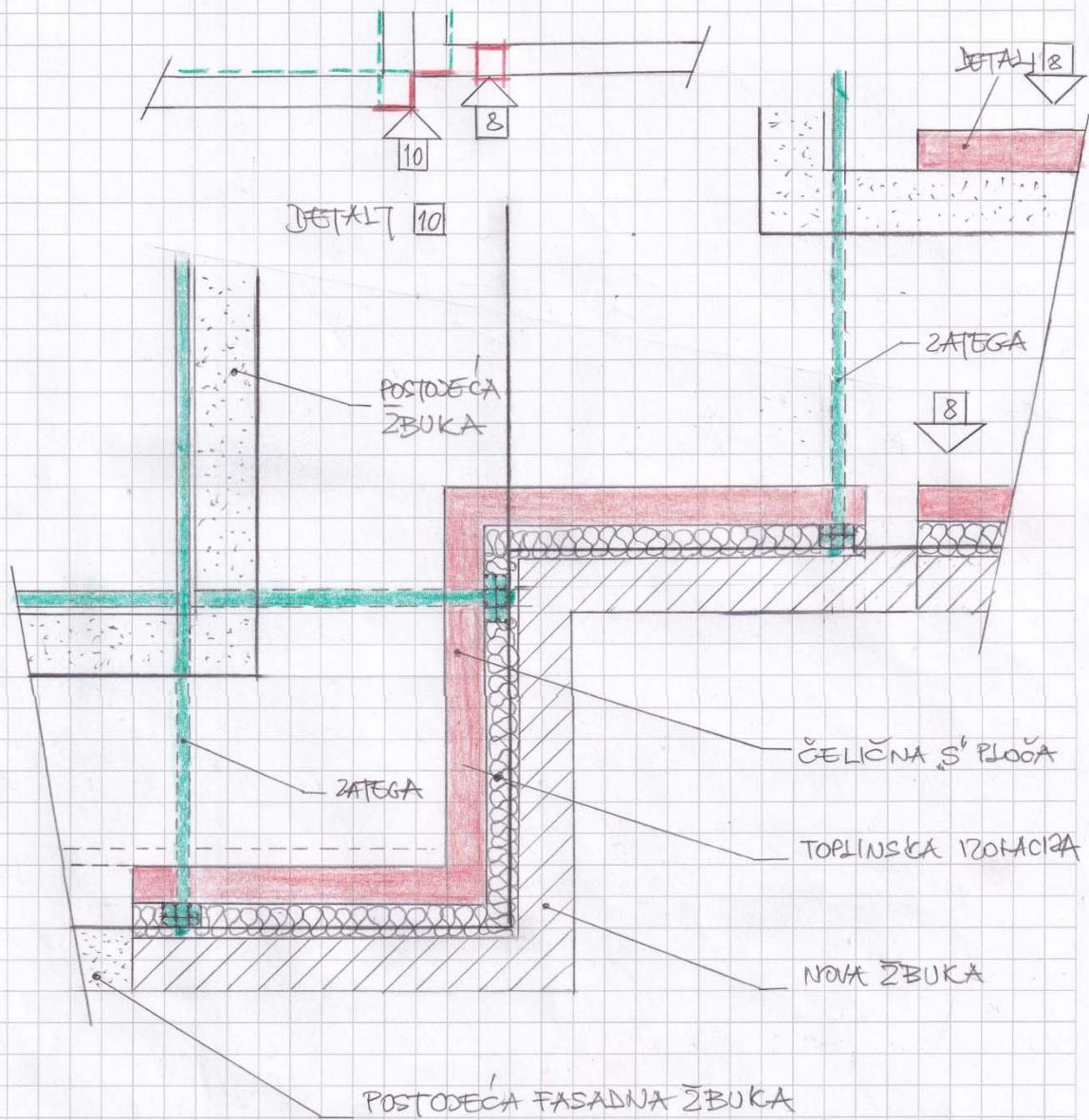
Projektom se mora posebno istražiti na koji način ovakav sustav djeluje na ponašanje dilatacijskih zidova zgrada u bloku koje ponašanje je determinirano dilatacijom čija dimenzija ne omogućuje uvlačenje zatega. A i uvjetuje ponašanje susjednih zidova u slučaju potresa. I ovdje vrijedi stav da se, ovisno o rezultatu izračuna, zatege mogu postaviti u dva ili više redova po vertikali.

Sve ostalo se odgovarajuće primjenjuje kao kod prethodnih detalja.

14. SKICA OPĆI PRINCIP UTEZANJA ZIDANIH 2GRADA

2GRADE U BLOKU, BEZ DILATACIJE,  
FASADNI ZID S PONAKOM LINIJOM Δ S d

SITUACIJA



## Završno

Princip mora proći ozbiljnu, otvorenu, stručnu raspravu i nije sam po sebi primjenjiv. Ovdje je dan na idejnom nivou iako su detalji prikazani (bez mjerila) na način da su vidljivi odnosi elemenata koje sadrži pojedini detalj.

Princip mora, da bi bio podoban za primjenu, konzumirati uvodni postupak u kojem se za konkretnu zgradu utvrđuje stupanj oštećenja izazvanih potresom, provjeri stanje materijala u ziđu, posebno stanje veznog sredstva te ocijeni mogući stupanj poboljšanja seizmičke otpornosti predmetne zgrade i njegova prihvatljivost.

Potom se za svaku zgradu treba sačiniti elaborat provedbe investicijskog projekta, uz uvažavanje prostornih, odnosno urbanističkih ograničenja, zatečenog stanja zgrade, zahtjeva poboljšanja seizmičke otpornosti, a sve u skladu s modelom ulaganja u obnovu temeljem Zakona o obnovi zgrada oštećenih potresom na području grada Zagreba i okolice.

Uvjeren sam da pri planiranju poboljšanja seizmičke otpornosti zidane zgrade trebamo, gdje god je to moguće unutar postojećih restrikcija, misliti rekonstrukciju zgrade dogradnjom mansard. Još bolje, na taj način misliti rekonstrukciju bloka.

Za svaku zgradu mora se provesti dimenzioniranje na osnovu statičke analize i proračuna, dobiti pozitivna suglasnost ovlaštenog inženjera-revidenta dinamičke otpornosti i stabilnosti na provedeni postupak i dobiveni rezultat projektiranja.

Revident mora potvrditi da će se izvedbom radova po projektu koji je revidirao postići projektirana seizmička otpornost predmetne zgrade.

U primjeni Prinципa nikako se ne smiju ignorirati komplementarne metode, kako sanacije lokalnih oštećenja, tako i metode poboljšanja seizmičke otpornosti zidane zgrade koje poboljšavaju djelovanje rješenja po Prinzipu.

Kada se ostvare pobrojani uvjeti Prinzip može krenuti u proces dokazivanja tehničke, prije svega inženjerske, ali i arhitektonske primjerenosti, te društvene, prije svega s naslova zaštite arhitektonskog i inženjerskog nasljeđa, i ekonomске opravdanost primjene.

U primjenu može krenuti nadmećući se u konkurenciji s drugim mogućim rješenjima.

Ono što moram ponovno naglasiti jest da je Prinzip potaknut, promišljen i zasnovan na zahtjevu da se radovi na poboljšanju seizmičke otpornosti zidane zgrade izvode a da se na prekidaju postojeće aktivnosti u zgradama kojoj je nužno i neophodno poboljšati seizmičku otpornost. Smatram da je to odrednica koja Prinzipu daje dodatnu vrijednost.

Kroz javno nadmetanje s drugim projektnim prijedlozima Prinzip mora, da bi postao izvodljiv, proći slijeset različitih filtera i provjera i biti tehnički, društveno i ekonomski pozitivno valoriziran.

U Zagrebu, 01. svibanj 2020.

Prilog:

- Specifikacija radova na provedbi Prinzipa