



5. PRIMENA I MOGUĆNOSTI ŠIRE PRIMENE PROIZVODA OD GLINE

GREŠKE PRI PROJEKTOVANJU, IZVOĐENJU I EKSPLOATACIJI ZIDOVA OD OPEKE

MASONRY BUILDINGS - MISTAKES AND OMISSIONS IN CONSTRUCTION PRACTICE

UDK: 624.012.8:692.2
Stručni rad

Boško STEVANOVIĆ¹⁾,
Mihailo MURAVLJOV²⁾

REZIME

Da bi zidane konstrukcije dobile svoju punu afirmaciju potrebno je dobro poznavanje svih specifičnosti ovih konstrukcija. Ovo se, pre svega, odnosi na njihovo projektovanje, proračun i izvođenje. Međutim, dosadašnje iskustvo je pokazalo da se velike greške i propusti čine baš u ovim fazama realizacije.

U radu je ukazano na neke od grešaka i propusta koji se često javljaju u praksi projektovanja, građenja i eksploatacije zidanih objekata. Greške i propusti o kojima je re obično se čine iz neznanja - nepoznavanja svojstva materijala, sredine u kojoj se gradi, nekvalitetnog izvođenja i održavanja, odnosno zbog nepoznavanje osnovnih pravila i principa građenja zidanih zgrada.

Ključne reči: zidane konstrukcije, zidovi od opeke, održavanje objekata, projektovanje, greške.

SUMMARY

In order to obtain a full affirmation of masonry structures, the excellent knowledge of all unique characteristics of this type of structures is necessary. This is mainly related to their design, analysis and construction. However, the existing experience has shown that huge mistakes and errors were done exactly in these stages.

The paper presents some of the mistakes and failures that often occur in the practice of design, construction and operation of masonry buildings. Errors and omissions in question are usually done out of ignorance - ignorance of the material properties, the environment in which to build, low-quality construction and maintenance, or due to ignorance of basic rules and principles of construction of masonry buildings.

Key words: masonry structures, brick walls, building maintenance, design, errors.

1. UVOD

Iako danas čelik, beton i neki drugi savremeni građevinski materijali zauzimaju značajno mesto u izgradnji svih objekata pa i zgrada, stoji činjenica da oko 80% stambenih i javnih zgrada u svetu i kod nas pripada tipu zidanih zgrada. Ovi objekti, u okviru kojih vitalne kon-

strukcijske elemente predstavljaju zidani zidovi, najviše su zastupljeni u oblasti građenja individualnih stambenih zgrada (kuća) i stambeno-poslovnih zgrada manje spratnosti, ali zidane konstrukcije isto tako još uvek imaju primenu i na području građenja administrativnih, javnih, industrijskih, poljoprivrednih i mnogih drugih objekata.

U poređenju sa zgradama koje su građene u prošlosti, savremene zidane zgrade imaju zidove značajno manjih debljina, pri čemu se nosivost i stabilnost tih zidova, između ostalog, obezbeđuje preko nosivosti u ravni zidova, tj. preko nosivosti na smicanje, što rezultira pojavom relativno visokih napona zatezanja u zidovima. Zbog toga se pri projektovanju, proračunu, koncipiranju detalja

Adresa autora: ¹⁾ Vanredni profesor, dr, dipl. građ. inž., Građevinski fakultet, Univerziteta u Beogradu, 11000 Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73/I.

²⁾ Redovni profesor u penziji, dr, dipl. građ. inž., Građevinski fakultet, Univerziteta u Beogradu, 11000 Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73/I.

i izvođenju zidanih konstrukcija zgrada danas mora posvetiti posebna pažnja.

Međutim, kao i kod objekata izvedenih od drugih materijala, i u savremenim zidanim objektima mogu da se, u većoj ili manjoj meri, jave određena oštećenja koja su posledica delovanja različitih faktora. Ova oštećenja mogu da imaju nekonstruktivni (etetski, funkcionalni i sl.) karakter, ali mogu da imaju i velikog uticaja na nosivost i stabilnost, a samim tim i na sigurnost objekta.

Oštećenja koja mogu da se jave na zidanim zgradama su u opštem slučaju posledica velikog broja uticajnih faktora (nepredviđenih-izuzetnih dejstava, dejstva atmosferična, dejstva agresivnih agenasa i dr.), ali se generalno može smatrati da su sva oštećenja koja se javljaju na zidanim objektima, između ostalog, i posledica sledećih grešaka:

- grešaka pri projektovanju objekata,
- grešaka pri grđenju (izvođenju) objekata,
- grešaka pri eksploataciji i održavanju objekata.

2. GREŠKE PRI PROJEKTOVANJU

U opštem slučaju projektovanje objekata u okviru kojih zidovi od opeke predstavljaju vitalne konstrukcijske elemente, više nego u slučaju objekata drugih konstrukcijskih sistema, mora da se zasniva na validnim podlogama u okviru kojih su od primarnog značaja geotehničke i seizmološke podloge. Prve podloge su, između ostalog, bitne sa aspekta preciznog definisanja geomehaničkih i hidroloških uslova (nosivost i deformabilnost temeljnog tla, prisustvo podzemne vode i dr.), dok je u drugom slučaju od važnosti da se što je moguće preciznije definiše stepen seizmičnosti lokacije na kojoj se izvodi dati objekat zidane konstrukcije.

Ukoliko se na adekvatan način ne uzmu u obzir geomehanički uslovi (ili ukoliko geomehaničke podloge uopšte ne postoje), moguće su kardinalne greške pri projektovanju, koje u najvećem broju slučajeva dovode do prekomernih i neravnomernih sleganja objekata, što je uvek praćeno pojavom pukotina i prslina u zidovima. Na slici 1 prikazane su posledice sleganja objekata do kojih je došlo prevažno usled neadekvatnog fundiranja zidova, odnosno usled prekomerne "popustljivosti" temeljnog tla o kojoj nije vođeno računa.



Slika 1. Prsline i pukotine u zidovima usled sleganja temelja

Ukoliko se, pak, ne uzmu u obzir hidrološki parametri, čak i u slučajevima kada se objekti ne fundiraju u podzemnoj vodi, kapilarna vlaga je, po pravilu redovno prisutna u tlu, predstavlja faktor koji uvek uslovljava različite stepene vlaženja zidova u toku eksploatacije objekata. To znači da u okviru projektantskih rešenja uvek



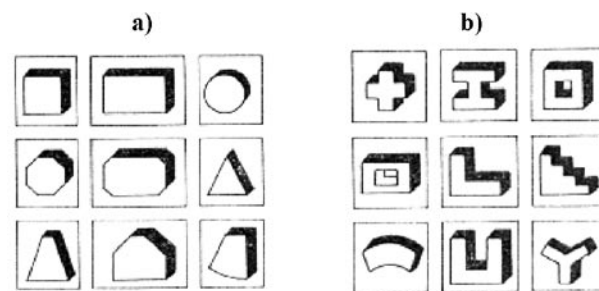
Slika 2. Posledice vlaženja zidova usled nepostojanja hidroizolacije koja će sprečiti kapilarno podizanje vlage prisutne u tlu

treba da postoje i rešenja zaštite zidova od vode, odnosno vlage, što podrazumeva da se kao najmanje zaštitne mere sledeći radovi:

- izrada trotoara koji će "odbijati" atmosfersku vodu od zidova objekta,
- izrada adekvatnih hidroizolacija (vertikalnih i horizontalnih), uključujući i "presecanje" zidova hidroizolacionim barijerama radi sprečavanja kapilarnog podizanja vlage kroz zidove.

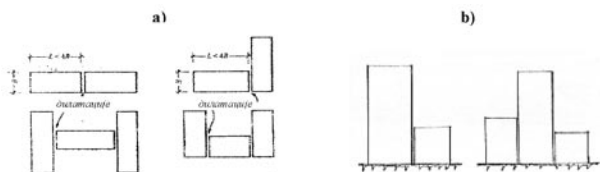
Na slici 2 prikazuju se posledice vlaženja zidova prouzrokovane nepostojanjem hidroizolacije koja će sprečiti kapilarno podizanje vlage prisutne u tlu.

Kako je celokupna teritorija Republike Srbije u područjima VII, VIII pa i IX stepena seizmičnosti prema skali MCS, pri projektovanju zidanih zgrada moraju se striktno poštovati pravila i propisi aseizmičkog građenja. U vezi sa tim zidane zgrade treba projektovati sa što je moguće pravilnijim rešenjima osnova (slika 3), pri čemu je obavezno da se primenjuju i međuspratne konstrukcije krute u svojoj ravni.

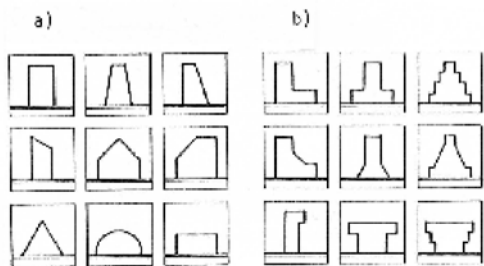


Slika 3. Povoljni (a) i nepovoljni (b) oblici osnova zgrada

S obzirom da je najpovoljnije da osnove zidanih zgrada što više odgovaraju obliku pravougaonika (ili kvadrata), ukoliko su u pitanju zgrade razuđenih osnova ili zgrade većih dužina, treba pokušati da se takvi objekti dilatacionim razdelnicama rastave na niz pravilnih i dovoljno kratkih deonica, sa simetrično postavljenim nosećim zidovima (slika 4a). Slično treba postupiti i u slučajevima zgrada kod kojih su prisutne nagle promene visine pojedinih delova, što takođe podrazumeva primenu odgovarajućih dilatacionih razdelnica (slika 4b).



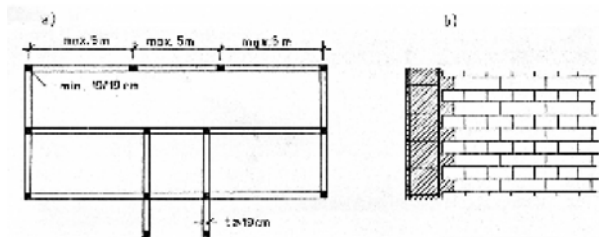
Slika 4. (a) Dilatazione razdelnice u osnovi i (b) po visini zgrada



Slika 5. Povoljni (a) i nepovoljni (b) visinski gabariti zgrada

Iz napred rečenog u vezi sa dilatacionim razdelnicama koje treba da postoje po visinama zgrada sledi zaključak da pri projektovanju treba izbegavati takva rešenja objekata u okviru kojih će postojati delovi značajno različitih visina. To znači da se sa navedenog aspekta kao konstrukcijski povoljnija rešenja mogu smatrati slučajevi prikazani na slici 5a, a kao konstrukcijski nepovoljnija rešenja slučajevi prikazani na slici 5b.

Da bi jedna zidana zgrada sa sigurnošću mogla da prihvati horizontalne sile koje se javljaju pod dejstvom zemljotresa, neophodno je da u okviru nje, kao što je već rečeno, postoje u svojoj ravni dovoljno kruti horizontalni međuspratni elementi - dijafragme (tavanice - najčešće od armiranog betona), koje će biti u stanju da horizontalne sile prenesu na vertikalne noseće elemente - zidove.



Slika 6. Principi postavljanja vertikalnih serklaža (a) i pravilna veza sa zidom (b)

Što se, pak, tiče zidova, oni osim horizontalnih armiranobetonskih serklaža u nivoima međuspratnih konstrukcija moraju da imaju i vertikalne serklaže saglasno slici 6a, pri emu ovi serklaži treba da budu povezani sa zidovima vezom na "šmorc", kako je to prikazano na slici 6b.

Da bi se izbegli tzv. "termički mostovi" serklaži, kako horizontalni tako i vertikalni, mogu da imaju manje debljine od zidova, čime se ostvaruje mogućnost da se u slučajevima fasadnih zidova sa spoljašnjih strana zidova primeni određena termoizolacija.

U zaključku koji se odnosi na projektovanje zidanih objekata u seizmički aktivnim područjima treba posebno istaći da se u takvim slučajevima mora se voditi računa o izboru materijala, konstrukcijskih rešenja, pravilnoj analizi opterećenja i izboru odgovarajućeg proračunskog modela, odnosno statičkog sistema konstrukcije. Pored navedenog, dužnu pažnju treba posvetiti konstruisanju i oblikovanju detalja.



Slika 7. Posledice kondenzacije vlage na "hladnim" zidovima

U greške pri projektovanju zidanih zgrada spada i često vrlo prisutno ignorisanje uslova građevinske fizike. Naime, pošto savremene zidane zgrade karakteriše primena zidova manjih debljina, sa aspekta građevinske fizike, a posebno termičke zaštite objekata, u okviru takvih zidova danas je obavezna i primena termoizolacionih slojeva. Ovi slojevi su sa jedne strane od značaja sa šireg aspekta štednje energije, ali isto tako i sa aspekta eliminacije mogućnosti pojave kondenzacije vodene pare na unutrašnjim površinama fasadnih ("hladnih") zidova - u zonama tzv. "termičkih mostova". Kao što je poznato, navedeni "termički mostovi" se posebno javljaju u uglovima zidova, što je najčešće praćeno lokalnim vlaženjima, a neretko i pojavama glijivica i plesni (slika 7).

Kao posebno karakteristične primere grešaka pri projektovanju ovde treba istaći neke greške koje su prisutne kod projektovanja, ali i kod izvođenja nadogradnji zidanih zgrada. Nadograđuju se, po pravilu, stare zgrade koje već same po sebi nisu dovoljno otporne na seizmička dejstva, pa se nadogradnjom još više ugrožava seizmička otpornost objekta.

Ovde se napominje da u oblasti zidanih zgrada projektovanje i izvođenje nadogradnji predstavlja jedno od najosetljivijih pitanja kome treba posvetiti izuzetnu pažnju. Međutim, kako to predstavlja posebnu i vrlo specifičnu problematiku, tim pitanjima ovde se nećemo baviti.

3. GREŠKE PRI GRAĐENJU (IZVOĐENJU) OBJEKATA

Generalno posmatrano, u greške koje se se javljaju pri građenju (izvođenju) zidanih objekata, a konkretno zidova u okviru tih objekata, spadaju:

- primena materijala - elemenata za zidanje i/ili maltera - neodgovarajućeg kvaliteta,
- nizak kvalitet izvođenja zidova,
- loše povezivanje zidova sa armiranobetonskim elementima u sklopu konstrukcije.

Na slici 8 prikazuju se površine zidova u okviru kojih su primenjeni elementi za zidanje neodgovarajućeg kvaliteta.



Slika 8. Primer iscvetavanja soli na zidu izvedenom od blokova za zidanje (a) i izgled zida izvedenog od opeka neotpornih na dejstvo mraza (b)

Napred navedene i slične greške nastaju, između ostalog, zato što zidane zgrade, posebno individualne, uglavnom grade nekvalifikovani radnici. To su priučeni "majstori" koji, posle 2-3 meseca provedena u svojstvu pomoćnih radnika, kada su uglavnom angažovani na spravljanju maltera i transportnim operacijama, prelaze u "majstore" i sada traže sebi pomoćne radnike. Ovakvi "majstori" u najvećem broju slučajeva ne poznaju osnovne stvari vezane za materijale koje primenjuju, a posebno faktore koji su od uticaja na konačan kvalitet zida koji zidaju. Iz tih razloga se uopšte ne vodi računa o merama nege i zaštite sveže ozidanih zidova, posebno pri niskim i pri visokim temperaturama, kiši, mrazu, vetru. Retko se može videti da, na primer, pri visokim temperaturama majstor kvasi vrlo zagrejanu opeku ili blok, pa ona tako zagrejana oduzima vodu iz maltera, što dovodi do njegovog "pregorevanja" i drastičnog smanjenja prijanjanja za element za zidanje. Veliki broj "majstora - zidara" ostavlja prazne, bez maltera, vertikalne spojnice, ili u najboljem slučaju samo ih delimično popunjava malterom (slika 9), pri čemu se takav postupak pravda time da će nepopunjene spojnice prekriti malter pri malterisanju zida. Prema našim iskustvima, takvi zidovi ne mogu da izdrže ni slabiji zemljotres.

Vrlo čest je slučaj da se pri izvođenju zidova ne izvodi njihovo povezivanje sa vertikalnim armiranobetonskim serklažima vezom na "šmorc", kako je to prikazano na slici 6b, već je ta veza vertikalna - u jednoj ravni. U takvim se slučajevima sile smicanja u toku zemljotresa sa zida na serklaž praktično ne mogu preneti, pa se zidana zgrada sa takvim vertikalnim serklažima ponaša kao zgrada bez tih serklaža.



Slika 9. Nepravilno (a) i pravilno (b) izvedene malterske spojnice u zidu

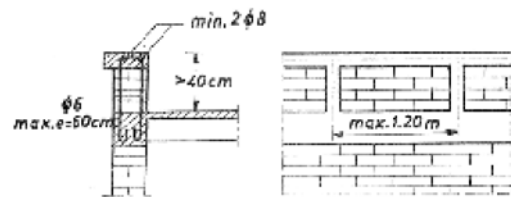
U praksi izvođenja zidarskih radova prisutni su takođe i drugi primeri lošeg povezivanja zidova sa armiranobetonskim elementima konstrukcije. Ima slučajeva da

se elementi za zidanje tipa šupljih blokova postavljaju u pogrešnom pravcu, tako što se za noseći vertikalni pravac zida postavlja nenoseća strana bloka (slika 10).



Slika 10. Pogrešno postavljeni blokovi za zidanje

Pored navedenog, prilikom izvođenja objekata treba voditi računa i o nekim detaljima koji nisu mogli u potpunosti biti obuhvaćeni projektom. Na primer, ako postoje delovi zgrade koji nadvišavaju poslednju (tavansku) konstrukciju, kao što su atike, parapeti, dimnjaci i slično, na njih treba obratiti posebnu pažnju, jer njihov pad sa zgrade, posebno za vreme zemljotresa, može da ugrozi ljudske živote. Ako su ovi elementi od betona treba ih armirati, a ako su od opeke treba ih uokviriti armiranobetonskim elementima koji su povezani sa serklažima poslednje etaže (slika 11). Ako visina ovih nadvišenja ne prelazi 40cm, nije neophodno njihovo ukotvljenje.



Slika 11. Pravilan način izvođenja zidanih parapeta na zgradi

Dimnjake i ventilacione kanale zgrada treba takođe na odgovarajući način armirati, posebno ako se objekat nalazi u osmoj i devetoj seizmičkoj zoni. Od pada u toku zemljotresa treba obezbediti i crepove na krovu njihovim povezivanjem pocinkovanom žicom za letve. Treba povezivati minimum svaki treći red crepova.

Krovne konstrukcije svih vrsta, a posebno drvene krovove, treba povezati sa ostalom konstrukcijom zgrade. Posebnu opasnost za vreme zemljotresa predstavljaju kalkanski krovni zidovi, jer oni, usled seizmičkih udara, veoma lako "ispadaju". Da se to ne bi dogodilo, takve zidove treba "uokviriti" odgovarajućim serklažima i povezati sa krovnom odnosno tavanskom konstrukcijom.

Prilikom izvođenja radova vrlo često se čine greške koje se ilustruju slikom 12. Kao što se vidi, u datom slučaju nadvoji iznad otvora u zidovima izvedeni su bez ikakvih nadvratnika, odnosno nadprozornika.



Slika 12. Otvori u zidovima izvedeni bez odgovarajućih nadvratnika i nadprozornika

4. GREŠKE PRI EKSPLOATACIJI I ODRŽAVANJU OBJEKATA

Oštećenja do kojih dolazi tokom eksploatacije objekata, ako se izuzmu oštećenja usled incidentnih dejstava u kakva, na primer, spadaju dejstva zemljotresa (videti slike 13 i 14) i požara (videti slike 15 i 16), a koja mogu da budu uzročnici drastičnih oštećenja, uglavnom su vezana za neadekvatan odnos prema objektu u toku njegove eksploatacije. To, naime, znači da se u toku eksploatacije objekta ne sprovode neophodne mere redovnog održavanja, a istovremeno tolerišu različite dodatne



Slika 13. Fasadni zid zidane zgrade oštećene dejstvom zemljotresa



Slika 14. Unutrašnji zid zidane zgrade oštećen dejstvom zemljotresa



Slika 15. Zid jednog starog objekta oštećen požarom: vidi se da supune opeke u dobrom (očuvanom) stanju, da je sa zida u potpunosti otpala malterska obloga i da postoje pukotine u zidu usled termičkog "rada" zida

intervencije na njemu, pri čemu se tu, osim nadogradnji, podrazumevaju i eventualne promene namene objekata koje za sobom povlače novu organizaciju prostora, povećanje korisnog opterećenja, različita "probijanja" otvora u postojećim zidovima, kao i izradu novih zidova.



Slika 16. Uticaj požara na zid od pune opeke i međuspratnu konstrukciju jednog objekta novijeg datuma: zid je u dobrom (očuvanim) stanju, dok je međuspratna konstrukcija sistema TM potpuno devastirana

U velikom broju slučajeva, kada se u toku eksploatacije vrši prenamena pojedinih delova ili celog objekta, osim povećanje korisnog i/ili stalnog opterećenja, često se dodavanjem novih zidova, izradom novih otvora u međuspratnim konstrukcijama ili zidovima, drastično menja geometrija konstrukcije objekata i njegovog statičkog sistema. To može da predstavlja vrlo ozbiljan problem ako se takve izmene vrše u prizemljima stambenih zgrada i kada se prizemlje iz stambenog pretvara u poslovni prostor, restoran, lokal i sl. U takvim slučajevima se po pravilu uklanjaju neki zidovi u prizemlju i dobija tzv. "meko" prizemlje (slika 17) koje najčešće nije u stanju da se suprotstavi seizmičkim silama.



Slika 17. "Meko" prizemlje i "meke" etaže iznad prizemlja (eventualno)

Vlaga je jedan od osnovnih uzročnika degradacionih procesa na zidovima od opeke i drugih elemenata za zidanje od gline. Stoga prvu grešku pri eksploataciji



Slika 18. Primeri oštećenja zidnih površina usled neispravnih olučnih vertikala



Slika 19. Primer oštećenja fasade usled neispravnog horizontalnog oluka

zidanih objekata čini nedovoljno ozbiljan, a često i potpuno ignorantski odnos prema tom faktoru. Mehanizmi vlaženja zidova su različiti, ali se može smatrati da vlaženja zidova i drugih konstrukcijskih elemenata u okviru objekata u opštem slučaju dolazi usled:

- delovanja atmosfere vode na celokupne površine zidova ili na neke njihove parcijalne površine (na primer, na mestima neispravnih oluka),

- delovanja podzemne vode prisutne u tlu, kada najčešće dolazi do pojave kapilarnog podizanja vlage kroz zidove,

- delovanja vlage prouzrokovane neispravnošću vodovodnih, kanalizacionih ili toplovodnih instalacija, bilo instalacijau tlu ili u zidovima zgrada.

Na slikama 18 i 19 dati su primeri uticaja atmosferične vlage na fasadne zidove objekata usled neispravnosti oluka. Kao što se vidi, usled kvašenja zida, kombinovanog sa dejstvom mraza, došlo je do ljuštenja i otpadanja maltera, kao i do značajne degradacije opeka. Međutim, kao što se iz već napred izloženog može zaključiti, valaga u zidu, bez obzira na način nastanka, u opštem slučaju mo-

že da bude uzročnik i pojava buđi, mrlja, iscvetavanja soli i dr.

Ovde se napominje da atmosferska voda, osim već opisanog, a usled nekontrolisanog prodora u zidove i temelje objekata, može da izazove i sleganja temelja, pukotine u zidovima i vrlo ozbiljna vlaženja kako spoljašnjih tako i unutrašnjih zidova. Sve to, kada se superponira sa eventualnim greškama načinjenim u projektovanju i izvođenju, tokom eksploatacije zidanih objekata može da proizvede njihova vrlo ozbiljna oštećenja.

5. ZAKLJUČAK

U radu je ukazano na neke od grešaka i propusta koji se često javljaju u praksi projektovanja, građenja i eksploatacije zidanih objekata. Slobodno se može reći da otklanjanje učinjenih grešaka i propusta u velikom broju slučajeva može da bude vrlo skupo, a u nekim slučajevima i nemoguće. Greške i propusti o kojima je reč obično se čine iz neznanja - nepoznavanja svojstva materijala, sredine u kojoj se gradi, nekvalitetnog izvođenja i održavanja, jednom reči zbog nepoznavanja osnovnih pravila i principa građenja zidanih zgrada. Pri ovome se ne uzima dovoljno u obzir da je vlaga (voda) jedan od najvećih uzročnika propadanja zidanih zgrada. Stoga je imperativ sprečiti prodor vlage u zgradu i u njeno temeljno tlo, što se prevashodno odnosi na tlo koje je usled promene vlažnosti sklono povećanju deformabilnosti i smanjenju nosivosti.

U cilju produženja životnog veka zidanih zgrada i sprečavanja nastanka ozbiljnijih oštećenja na zidovima u okviru njih, dakle, neophodno je da se zidovima - naizgled vrlo jednostavnim konstrukcijskim elementima, posveti odgovarajuća pažnja u fazama projektovanja, građenja i održavanja, i da se u vezi sa tim posebno analiziraju svi uticajni parametri, odnosno konkretni eksploatacioni uslovi i uslovi sredine u kojoj se objekat gradi.