

# Pretisci iz graditeljskog tiska

VIESTI

DRUŽTVA INŽINIRA I ARHITEKTA

Prof. dr. sc. **Dražen Aničić**, dipl. ing. građ. redoviti član Akademije tehničkih znanosti Hrvatske

**POTRES U LJUBLJANI**

**VIESTI, XVI. (1895), 5, 67-68 i 6, 76**

**(Ch. - Josip Chvala)**

*Prenose se podaci o jakom potresu koji je 14/15.4.1895. pogodio Ljubljanu. Iz opisa se može zaključiti da je oštećeno oko 30% zidanih zgrada, od kojih je trećina tako jako oštećena da će ih se morati rušiti. Nakon podrobnije ocjene 145 zgrada određeno je za rušenje. Ukupna šteta u gradu procijenjena je na 3,1 mil. forinti, a u okolici na daljnjih 4,3 mil. forinti (sveukupno oko 37 milijuna eura). Oštećenja su rušenje dimnjaka, otpadanje žbuke i štukatura, rušenje gornjih dijelova zabatnih zidova i pukotina, ponajviše oko prozorskih otvora. Svodovi su se raspucali uzduž, u tjemenu i u petama, a lukovi i u trećinama svoje visine.*

**GLAVNA NAČELA ZA GRADNJU SGRADA ODOLJEVAJUĆIH UČINKOM POTRESA**

**VIESTI, XVII. (1896), 8, 114-116**

**(Josip Chvala)**

*Očito potaknut ljubljanskim potresom, austrijski stručni časopis je objavio članak, o gradnji zgrada sigurnih na djelovanje potresa koji skraćeno prenose VIESTI. Potres je ispravno protumačen kao horizontalno vibracijsko djelovanje. Istaknuto je načelo potresno sigurne gradnje: **gradi čvrsto i masivno**. Upute se odnose na odabir dobrog temeljnog tla i način izvedbe pojedinih konstrukcijskih elemenata. Ističe se i važnost kvalitetnog gradiva. Ovaj tekst pokazuje da je i krug zagrebačkih inženjera bio zainteresiran za gradnju zgrada sigurnih na potres, za što je imao i razloga nakon snažnog zagrebačkog potresa koji se zbilo 1880. g.*

**EARTHQUAKE IN LJUBLJANA**

**(Ch. - Josip Chvala)**

*The information about strong earthquake that hit the town of Ljubljana on April 14/15, 1895 is presented. Based on the description of this event, it can be concluded that about 30 percent of masonry buildings were damaged, a third of which suffered such damage that they had to be demolished. After a more detailed assessment of the situation it became clear that the total of 145 buildings had to be pulled down. An overall damage to the town was estimated at 3.1 million of forints, with additional 4.3 million for the surrounding area (or about € 37 million in total). The typical types of damage were: chimney collapse, plaster and stucco work detachment, collapse of top portions of gable walls, as well as the extensive cracking, particularly around window openings. Vaults suffered longitudinal damage and damage to crown and impost, while arches also suffered damage in individual thirds of their height.*

**MAIN PRINCIPLES FOR THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS RESISTANT TO EARTHQUAKE ACTION**

**(Josip Chvala)**

*Obviously inspired by the Ljubljana earthquake, an Austrian professional journal published an article about construction of buildings resistant to earthquake action, which is now presented by VIESTI in an abbreviated form. The earthquake is rightly interpreted as a horizontal vibrating action. The following principle of earthquake resistant construction is emphasized: **build solid and massive structures!** Instructions focus on the selection of good foundation soil and methods for building individual structural elements. The significance of good-quality construction materials is also stressed. This text shows that the circle of Zagreb engineers was also interested in the construction buildings resistant to earthquake action, for which it had good reasons after the strong earthquake that hit Zagreb in 1880.*



## Potres u Ljubljani.

Iz obširnoga opisa katastrofe Ljubljanske, obavio se na 15. travnja 1895. crpimo iz mjesečnika za javnu gradjevnu službu, svezak VI. od 1895. i iz časopisa austrijskih inžinira i arhitekta br. 18. od god. 1895. slijedeće:

U noći od 14. na 15. travnja 1895. osjećena su nagla tri riva u smjeru od jugozapada k sjeveroiztoku a svaki je trajao 7 do 8 sekunda.

Najzadnji bio je najjači, tako da su se sve sgrade do temelja stresle, i prouzročio je najveće štete.

Posvema porušenih sgrada nema, već se na sgradah pokazuje porušenje pojedinih dijelova i u unutarnjosti sgrada naročito je svoda odpadala žbuka, štukatoriranje te su popucali zidovi i svodovi. Jednostavna i osamjela dvorišna krila sgrada su sasvim porušena, jer nisu imala uporišta. Isto tako je porušen veći dio dimnjaka.

Što se neposrednoga učinka potresa na sgrade tiče, to je opaženo, da nije tu uplivala visina gradjevnih objekata, budući su jednako nastradale višekratne sgrade kao jednokratne i prizemne nu s tom razlikom, da se kod višekratnih sgrada opaža veća šteta u najviših spratovih.

Zato je znatno uplivala starost kuća na njihovu stabilnost.

Na najnovijih i u gradnji se još nalazećih objekata ne opaža se značajnih šteta. Na starijih pak opažaju se pukotine na glavnih vjencih i lukovih izvana te odpali žbuk i štukatoriranje iz unutra. Pukotine idu vertikalno počev od prozorskih lukova do naslonih zidova višega sprata. Kod starih kuća prouzročena bje znatna šteta porušenjem dimnjaka, koji su većim dijelom krovove i stropove probili. Debljina zidova nije uplivala na štetno djelovanje potresa.

Kod najstarijih i manje solidnih sgrada idu pukotine od lukova vertikalno do kutova prozora gornjih spratova te se tu opažaju popucani pilovi.

Zanimivi slučaj pokazuje tako zvana Maierova kuća kod

koje je jedan krajni pilov pukao ali neposredno kraj njega se nalazeći luk uvoza ostao je neoštećen.

Glede stabilnosti sgrada proti uplivu potresa pokazali su se temelji od velike važnosti.

Tako je novo kazalište dosta nastradalo jedino s toga, što nije sagrađeno na dovoljno nosivom tlu.

Zanimivo je promatranje djelovanja potresa na stropove. Svodovi stropova u obće su skoro svi popucali po duljini na zaglavku, a od glavne te pukotine razilaze se manje na svo strane.

Na upornjacih pokazalo se je kod starih svodova često izbočenje istih, dokaz tomu, da su svodovi prouzročili posmik. Izbočenje zidova opaženo je ne samo kod svodova već i kod inih visokih sgrada i to u vertikalnom i horizontalnom pravcu. Sasvim porušenih svodova ima malo.

Stropovi od greda odoljeli su najbolje vibriranju, koje je samo odpadanje štukatoriranja prouzročilo.

Mnogo su trpila stubišta a naročito koja su bila svodjena, jer su svodovi u zaglavcima popucali. Kod zabatnih zidovih opaža se, da su najgornji trokutni dijelovi zabata izbačeni a niže njih da su popucali. Oblik pukotina je različit.

Osim vertikalnih pukotina na zidovima pokazuju pukotine na lukovih njeku pravilnost, jer popucani lukovi kod prozora i vrata skoro jednako pokazuju na zaglavku i u  $\frac{1}{3}$  visine svoda tragove loma, dočim su svodovi stropova popucali skoro samo u zaglavku po cijeloj duljini svoda.

Na obodnih zidovih pokazuju se osim vertikalnih i horizontalnih pukotina i pukotine na krajnjih pilovih.

Pukotine su od 2 cm. do 6 cm. široke ter idu obično skroz cijelu debljinu zida ili svoda.

Kod razdielnih zidova opaža se odcipljenje istih od srednjih i glavnih zidova te je prouzročeno tim, što su se usljed potresa glavni i srednji zidovi momentano naklonili.

Krovovi su mnogo trpili nu najviše s toga, što je veći dio krovnog sastava kod starijih i manjih sgrada trul, tako da nisu pojedini dijelovi krovista nimalo mogli odoljeti potresu već su se porušili. Svodovi izvedeni po sustavu Moniera i svodovi izvedeni u malih razmacih na željezne traverze nisu ni najmanja oštećeni.

Od svih starih javnih i privatnih sgrada oštećeno je potresom 30% od kojih se dade do 20% popraviti a 10% treba sasvim na novo izvesti. Sasvim neoštećena od potresa nije ostala nijedna sgrada.

Visoki dimnjaci tvornica pokazuju razmjerno malene štete.

Crkve su obće veoma oštećene dijelom i porušene, a trebati će znatnih popravnih radnja. Najviše oštećena je crkva sv. Jakova, kod koje su oba tornja popucala, isto i svod u svetištu;

zid kod koraša odcepilo se je od svoda crkve za 8 cm. a svodjeni hodnik do koraša srušio se je većim dijelom. U unutarnjosti crkve odpali su svi vjenci i štukatoriranje, usljed čega je i većina oltara srušena.

Što se tiče vertikalnoga učinka podzemnoga rivanja, to je opaženo, da su višekratne sgrade najviše trpile u najgornjem spratu, dočim pokraj takovih sgrada nalazeće se prizemne sgrade znatne deformacije pokazuju.

Iz navedenoga slijedi, da treba za očuvanje štetnoga djelovanja potresa kod gradnja novih sgrada najviše na što veću stabilnost temelja paziti, zatim da budu zidovi međusobno što bolje sponama spojeni i da se svodovi u malih razmacih bud na traverze bud po sustavu Moniera izvedu. Ch.



# VIESTI

## DRUŽTVA INŽINIRA I ARHITEKTA.

XVII. (1896), 8, 114-116



### Glavna načela za gradnju sgrada odoljevajućih učinkom potresa.

Priobćuje kr. nadinžinir Josip Chvála.

Povodom zadnjega potresa u Ljubljani, o kojem smo u glavnom i naše čitatelje u broju 5. od god. 1895. izvjestili, preduzeta su razna motrenja, kojima je bila svrha, pronaći takove sastave, koji bi mogli potresu odoljevati ili posljedice potresa na gradjevinah na što manju mjeru ograničiti.

Takovu zanimivu studiju preduzeo je c. kr. nadinžinir ministarstva za unutarnje poslove Adalbert Stradal, te ih je u časopisu austrijskih inžinira i arhitekta priobćio.

Od te obširne razprave najzanimiviji je onaj dio, u kojem su posljedici tih motrenja sastavljeni te načelne i glavne ustanove za gradnju gradjevina sjegurnih napram učinkom potresa nabrojene.

Pokusima naima uzpostavljeno je sljedeće:

„Uslied potresa vibriraju svi na zemaljskoj površini se nalazeći objekti, na koje vibriranje treba obzir uzeti te se kod sastava sgrada obazrieti na horizontalno djelujuće sile, proizlazeće pomenutom vibracijom“.

Napram tim silam rabe se spona, no i u svakom pojedinom detalju dotičnog sastava može se prama tim silama osjegurati, što je i učinjeno kod gradnja na otocih potresu silno

izloženih, kao na Manilli (1880.), Ischii (1883.), u Calabrij, južnih američkih republikah i u Africi.

Od sastava sjegurnih proti potresu treba naročito navesti sustav Lescasse-a i sustav zvani Baraccato.

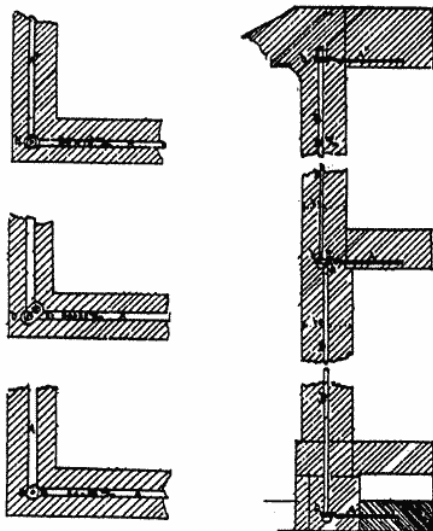
Prvi sastoji, kako priviti obrazac pokazuje, od sustava horizontalnih (plosnih) i vertikalnih (okruglih) spona, dočim se kod potonjega izvede najprije koštur ili kanati od drva ili željeza sa dobrim horizontalnim i vertikalnim vezom, koji se naknadno izpune zidjem od laskoga gradiva, koje se osim toga proti izpadanju osjegura poprieko na kanate pribijenima letvama.

Od najnovijih sastava pako je to sustav Monica, sustav Cöttancina i t. d. koji veliku sjegurnost pružaju. Naročito potonji, kod nas malo poznati, ali u Francuzkoj mnogo rabljeni sustav, polag kojeg se i stropovi po privitom obrazcu, stupovi i krovni sastavi izvadaju, osobito se preporučuje za gradjevine u potresu izloženih mjestih.

Što se pojedinih za razne zemlje posebice opredjeljenih gradjevnih propisa za gradnje potresu izložene tiče, ne mogu se isti u potankosti navesti, već će se napram primjetbam Johna Milnéa samo načela iztaknuti.

Po izkustvu postoje samo dva sustava o načinu gradnje i to: 1. gradi čvrsto i masivno ili 2. gradi sasna slobodno i lahko.

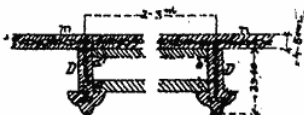
U gradovih, gdje se treba obazirati na sjegurnost od vatre i obzirom na podneblje, može se samo po prvom sustavu graditi, jer se drugi može samo za sgrade najzadnje vrsti rabiti a ne upotrebljuje se u velikom ni u tropskih krajevih.



Za gradnju objekta prve kategorije treba obzir uzeti na dva uvjeta:

1. Za gradjevinu treba dobro gradilište ili ako ga nema, valja za nju pravi temelj prirediti t. j. takav, koji najmanje sraz prenaša.

2. Sgradu treba tako izvesti, da uplivu horizontalnih sila što bolje odoljeva.



U tu svrhu treba na sljedeće paziti.

I. Gradilište. Najbolje je gradilište dati pregledati po povjerenstvu, koje opredjeljuje prikladna i manje prikladna mjesta za gradnju pa s toga i opredjeljuje, u kojem se smjeru može grad obzirom na povoljnije gradjevno tlo proširiti. Tako je na pr. u Tokiu i na Ischii učinjeno te su stanoviti predjeli od izgradjenja izlučeni a prama raznomu gradjevnomu tlu i gradjevni propisi udešeni.

U obće valja za sjegurno gradilište čvrsto tlo. Tako na Jamaici ostale su sgrade sagrađene na čvrstom vapnencu bez štete, dotim one na piesku i gruhu bijahu porušene.

Kod potresa u Calabrijii (1788.) opaženo je, da su gradovi sagrađeni na medji mehkgoga i tvrdoga tla najviše bili oštećeni pa se to irazjašnjuje tim, da su se valovi potresa na tvrdom tlu srazili.

II. Temelje. Pošto u dubljini nastaje slabije vibriranje, to se pokazuje probitačno, temelje sgrade što dublje i kompaktno izvesti. Tako na pr. propisuje gradjevni red za Ischii, da se jedrokatne sgrade, koje se grade na ne posvema solidnom tlu, moraju izvadjeti na najmanje 70 cm. debelejoj temeljnoj ploči (po mogućnosti od betona) a za dvokatne na 1.2 m. Ta temeljna ploča mora biti 1.0-1.5 m. široka.

Na Manilli se propisuje, da mora biti temelj tako udešen, da može dvostruc od normalnih odnošajah nositi.

Da budu sgrade što manje srazu izložene, izvadjaju se sa prostimi temelji ležećimi na krugljah, no taj način rabljen u Japanu, valja samo za manje i lahke sgrade izvadjuće se na mehkom tlu.

III. Svodovi. Ta važna konstrukcija može lahko vertikalno djelujućim silam odoljeti no ne istodobno horizontalno djelujućim. Stoga su za uporabu svodova u predjelih potresu izloženih izdani posebni propisi.

Na Ischii su svodovi samo u podrumu dozvoljeni, koji smiju dobiti  $\frac{1}{8}$  svjetlosti za visinu a u zaglavku 25 cm. debljine.

Na Manilli su kratni svodovi u obće zabranjeni a ostali samo onda dozvoljeni, ako se sponami dovoljno svežu.

Svodovi u prizemlju kao stropovi nisu u tih predjelih nigdje dozvoljeni a dotične su vlade dapače obstojeće još prizemne svodove dale ukloniti, jer su bili pogibeljni.

Svodovi nad prozorima nesmiju biti plitki te još sponami svezani ili nosnicima podbočeni.

IV. Vrata i prozori. Ti otvori prouzrokuju uvijek oslabljenje zidova te od njih proizlaze pukotine. Glede uređenja tih otvora nesadržaju gradjevni propisi ništa posebnoga nu zanimivo je, što John Milne tvrdi, da treba neobhodno otvore prozora pojedinih spratova jedan nad drugim projektirati i izvadjeti, već da su zidovi, u koji su ti otvori na pr. tek u svakom drugom katu jedan nad drugim postavljeni, a medju njima ležećima katovima za polovicu osi prozora pomaknuti, relativno jači napram učinku horizontalnih sila.

Što se veličine tiče, to propisuju talijanski gradjevni redovi, da bude najveća širina otvora 1.5 m., te se preporuča vrata bar 1.5 m. udaljeno od stropa sgrade i to na takovom mjestu smjestiti, gdje može sgrada za potresa slobodno nihati i da se može kroz vrata čim prije spasiti.

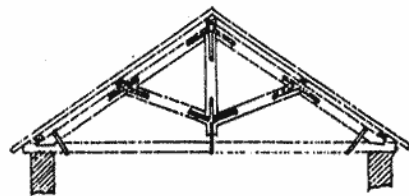
V. Dimnjaci. Svaki konstrukter imade nastojati, da budu oni dieleci sgrade, koji imadu razna trajanja nihanja, što čvršće medjusobno spojeni ili bez svakoga sveza sa ostalimi izvedeni. Usljed toga izvadjaju se u Japanu od god. 180. visoki dimnjaci posebice jer njihovo nihanje riedko se slaže sa nihanjem ostale sgrade. Isto tako izvadjaju se i na Ischii visoki dimnjaci posebice. Arhitekta Josia Conder, koji je opisao učinke potresa u Japanu god. 1893. drži, da bi najprobitačnije bilo graditi željezne dimnjake a preporučuje i za manje dimnjake stanovnih sgrada, da se izvadjaju od željeza, da se dadu stegnuti i da budu dobro pričvršćeni. Isto tako nesmiju se izvadjati tornjevi uadvisujući crkvenu ladju.

VI. Spoj raznih dieleci sgrade. Prije spomenuti sustav Lescasse-a bijaše kod više sgrada u Tokiu i Yokohami upotriebljen. No iskustvo je pokazalo, da treba s tim sustavom veoma oprezno postupati, jer — ako nije pomno proveden prouzrokuje veće štete na sgradah. U Italiji nije dosad upotriebljen, već se tamo više rabi sustav Baraccato.

Stropne konstrukcije, ako nisu čvrsto i solidno sa zidovi spojene, nihaju čim nastaju nutarnje sile, koje štetno na sgradu djeluju. U drugom pako pogledu nesmiju se opet konstrukcije tako spajati, da nastaju napetosti, jer ako njih nestaje, mogu se pojaviti štetni učinci.

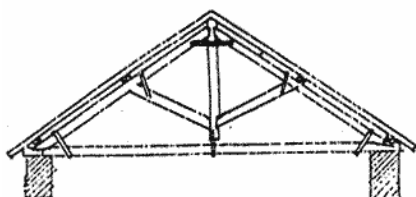
VII. Krovovi. Gornji dieleci sgrade imadu se što laglji izvadjati. Jaki i težki krovovi nastoje kod nihanja da se odiele. Usljed toga nastaje lom, budi u zidju sa kojim su spojeni, te na njem počivaju, budi pako na samom sastavu krova. Stoga bi se preporučile lahke željezne konstrukcije no te imadu opet manu, da slabo odoljevaju vihorom, te što prouzrokuju veliku vrućinu.

Kod drvenih krovova preporuča se izdašno spojenje svih spoja sa nauglicama a za vezne grede imade biti dovoljan ležaj i to  $\frac{1}{2}$  debljine zida kako to priviti lik prikazuje.



Isto tako treba na to paziti, da neležezne grede nad slabim delovi zidja.

Krovovi sa malim postromom (nagibom) drže bolje pokrivači materijal nego li strmi krovovi. Crip i žljebnjake treba čavlima na oplatu ili letve pribijati ili sponama spajati. Osobitu pazku treba obratiti pokrivanju sljemena te jih valja kao prednavedeno priövrstiti.



VIII. Zidovi. Isto treba lagano no solidno izvadjati.

Ako su zidovi preteški, to se može dogoditi, naročito ako su opterećeni sa nadozidi, attikama i t. d., da već usljed nihanja tih nadogradaka popucaju. Osim toga imade biti i visina zidova odnosno sgrada ograničena.

Na Ischii su dozvoljena samo dva kata od visine od 9.5 m. kod toga je propisana debljina zida od tufa sa 70 cm. na visinu od najmanje 4.0 m. Gradjevni red za Liguriju dozvoljuje tri sprata nad podrumom do najveće visine od 15 m. nad tlom. Na Manilli se obično kod jednokatnih sgrada zidje samo prizemlje a gornji sprat izvadja od drva. Duljina zida, t. j. ona udaljenost, na koju neimaču nikakav spoj sa razdielnim zidom, mada najviše dvostruku visinu iznositi.

Prednost imade jednoliko homogeno zidje, mješovito (od lomljenjaka i opeke) se nepreporuča.

Spone imadu se svuda tamo smjestiti, gdje je zid nihanju izložen. Na Manilli propisuju se uporni pillovi na uglovih sgrade kao i kod zidova znatnije duljine.

IX. Pomoljke i vience treba sa što manjom iztakom izvadjati, te uvijek övrsto sa zidom spojiti. Na Ischii je dozvoljeno za pomoljke najveća iztaka od 60 cm. a za vience 30 cm.

X. Stube. Pogledom na stube nesadržaju gradjevni redovi nikakvih posebnih ustanova, no iste treba oprezno izvadjati jer naročito teške stube mogu biti za potresa veoma pogibeljne.

U Zagrebu, navadja pisac, neizvadjaju se od zadnjega potresa nikakove prosto noseće stube, već se na obojih strana uzidju a na drugom kraju na traveze polože. Preporuča se, da se u stublštu, koje idu kroz sve spratove diel sgradu na dva diela, sponami uzpostavi spoj obojih tih dielova.

X. Gradivo. U svih propisih zahtjeva se uporaba najboljega gradiva. Naročito se imadu samo dobro pečena opeka i dobro mješani mort rabit te za potonji novo vapno i östar plesak upotriebiti.

Na Manilli je uporaba tekućega vapna i slaboga morta izrično zabranjena, niti je dozvoljena uporaba slane vode za mort. Nadalje se propisuje, da se zidovi izvedeni od lomljenjaka do potpunoga slegnuća moraju uzdržati vlažni. U obće imade se upotriebiti gradivo volike pruživosti i övrstoće.

Na svršetku iztiče pisac, da ako se gradjevni propisi savjestno vrše, ako se gradjevine osnuju po pouzdanih i umnih arhitekta i graditeljih te ako gradjevine budu izvadjane po sposobnih i pouzdanih sila, od valjanoga gradiva te u vlastitoj upravi ili putem pogodbe sa pojedinih zanatlijama, to nema dvojbe da se mogu takove gradjevine stvoriti, koje će moći potresom jakosti ljubljanskoga potresa od god. 1895. odoljeti.

