

# Protupotresna gradnja



## SADRŽAJ

- 02** *Protupotresna gradnja i obnova potresom oštećenih kuća*
- 09** *Što kažu stručnjaci*
- 13** *Što kažu proizvođači pojedinih građevinskih materijala i sustava*
- 16** *Gradnja otporna na potrese - Wienerberger*
- 18** *Protupotresna gradnja - Domprojekt*
- 22** *Seismic temeljni jastuk - Fibran*
- 26** *Predgotovljene kuće - Beton Lučko*
- 28** *Za krov siguran od potresa*



“Za stare zgrade koje nemaju povijesnu i kulturnu vrijednost svakako trebamo razmotriti mogućnost i ekonomsku isplativost uklanjanja i gradnje novih, suvremenih svojstva (može proćelje biti jednako izvornom) i smatram da će to u većini slučajeva biti isplativo i bolja odluka.”, dr.sc. Josip Galić, izvanredni profesor, Arhitektonski fakultet u Zagrebu



## Protupotresna gradnja i obnova potresom oštećenih kuća

Foto: Pixabay, Sutterstock, Freepik

U iščekivanju početka planirane obnove potresom oštećenih objekata u Zagrebu i na Banovini te gradnje novih, u fokusu šire javnosti su pitanja kako protupotresno graditi i kako pravilno obnoviti oštećene kuće. Pitanje protupotresne gradnje ne nameće se samo vlasnicima čiji su objekti srušeni u potresu, nego i svim budućim investitorima koji planiraju gradnju na trusnim područjima. Ova opširna tema bit će dugo aktualna, a mi ćemo u ovom broju započeti s detaljnijim osvrtom na obnovu oštećenih kuća.

Današnji Tehnički propisi za zidne konstrukcije propisuju tehnička svojstva za zidne konstrukcije u građevinama, sadrže zahtjeve za projektiranjem, izvođenjem radova, korištenje, održavanje i sl. Ono najbitnije, u propisima su zahtjevi koje građevina mora zadovoljiti u aspektu mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine i protupožarne otpornosti.

### Prvo i osnovno – građenje i obnova prema propisima

Propisi kojima se pokriva protupotresna otpornost objekta postoje, a iz nedavnih potresa

pokazalo se koliko je važno graditi u skladu s tim propisima i prema projektu napravljenom od ovlaštenog arhitekta i projektanta, ne štedjeti na materijalu te u konačnici koliko je važan dobar nadzor izvođenja radova. (\*) Konstrukcije se u potresnim područjima prema Eurokodu moraju projektirati i graditi tako da se ispune sljedeći zahtjevi: (1) zahtjev da ne smije doći do rušenja uslijed potresa i (2) zahtjev ograničenog oštećenja. Zahtjevi se ispunjavanju dokazima temeljenim na proračunima zidane konstrukcije, a ovisno o nekoliko parametara među kojima su najvažniji: ubrzanje temeljnog tla na lokaciji građevine, vrsti



tla, vrsti zidane konstrukcije i važnosti građevine.  
(\* Izvor: www.wienerberger.hr)

Danas su na tržištu dostupni različiti moderni građevinski materijali i sistemi kojima, uz uvjet projektiranja i izvođenja sukladno Tehničkim propisima, se mogu izgraditi objekti otporni na potrese predviđene jačine za područje Hrvatske.

Potresi koji su se dogodili, pogodili su u velikom dijelu starije građevine koje su građene prije striktnijih protupotresnih zahtjeva gradnje te objekte koji nažalost nisu građeni prema pravilima struke. Prema riječima stručnjaka čak građevine građene nakon 1964. imaju nisku razinu otpornosti na potrese, one građene između 1982. i 1998. srednju razinu otpornosti, a tek zgrade građene nakon 1998. trebale bi imati visoku razinu otpornosti na potrese. No i kod ove kategorizacije treba uzeti u obzir da li je gradnja rađena prema pravilima struke. Zato se svaka građevina treba promatrati individualno.

1 Drvene konstrukcije su elastičnije i pogodnije za gradnju u seizmički aktivnim zonama uz uvjet da se grade u skladu s Tehničkim propisima.

2 Ugradnja armature za ojačanje postojećeg temelja prije ugradnje betona

3 Kod gradnje kuće, a sukladno važećim Tehničkim propisima, potrebno je iznad otvora (prozora i vrata) napraviti armirano-betonski nadvoj. Što ujedno utječe na potrebnu stabilnost zida.

### Zašto kod starijih građevina dolazi češće do oštećenja?

Na samu konstrukciju građevine tijekom nje ne eksploatacije može utjecati puno čimbenika: neodržavanje, dogradnja katnih konstrukcija, neadekvatna pregrađivanja odnosno rušenje pojedinih zidova, oštećenja uslijed gradnje susjednih objekata, oštećenja uslijed manjih potresa, vibracija pri prolasku teških vozila...

Starije građevine, građene prije velikog potresa u Skopju 1963., građene su samo od opeke koja preuzima i vertikalna i horizontalna opterećenja, no zbog male vlačne otpornosti isključivo nose opterećenja na tlak dok prilikom vlačnih naprezanja nastaju pukotine. Dakle, opeka preuzima vertikalna opterećenja, a kod potresa se javljaju horizontalni pomaci (opterećenja). Takvo zide, građeno samo od opeke kako se u prošlosti radilo, nije otporno na srednje i jače seizmičke aktivnosti.



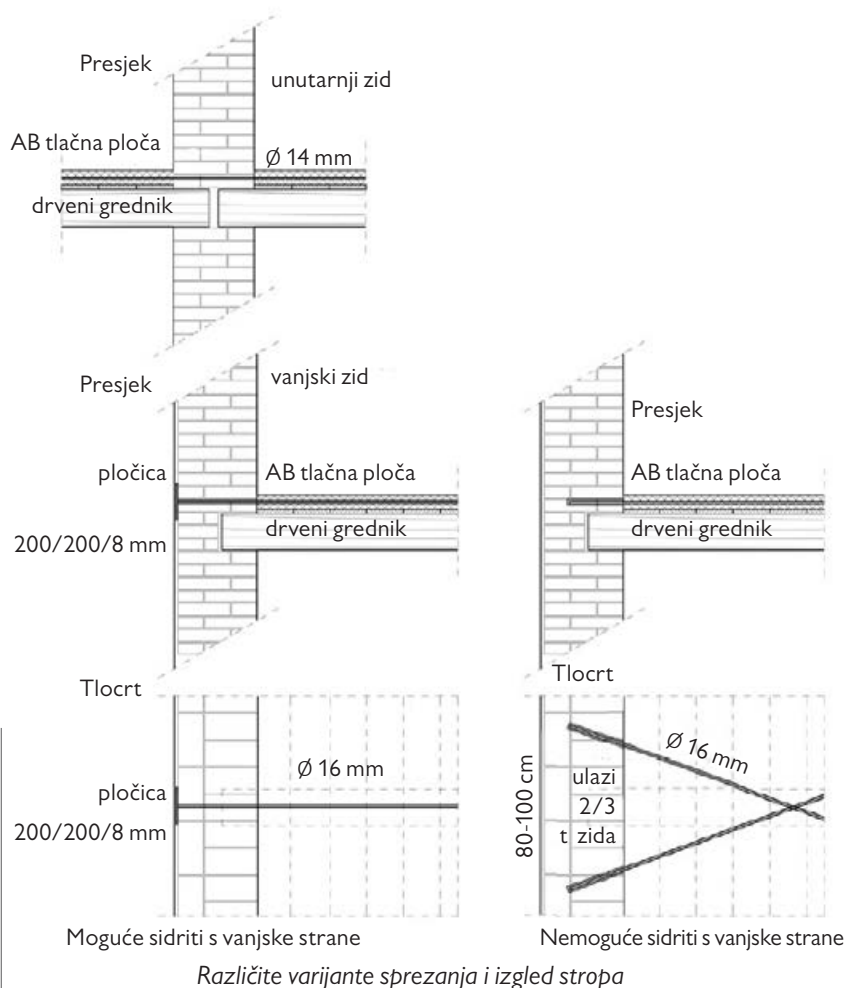


U modernoj gradnji zato imamo armirano betonske vertikalne i horizontalne serklaže koji preuzimaju ta horizontalna opterećenja te građevina građena kombinacijom opeke i armiranog betona zadovoljava nove protupo- tresne norme i trebala bi biti, ako je građena u skladu s tim normama, sigurna na potresna opterećenja za područje u kojem se gradi. Isto vrijedi i za ostale građevinske materijale.

### Sanacija zidnih konstrukcija

Sanaciju, pojačanje nosivih konstrukcija treba uvijek izvoditi stručno u suradnji s ovlaštenim arhitektima, projektantima i izvođačima. U novije vrijeme razvijene su razne metode kojima se mogu sanirati ili pojačati zidne konstrukcije. Cilj takvih ojačanja i popravaka je, uz što manju intervenciju na samu konstrukciju, omogućiti konstrukciji dodatnu sigurnost i otpornost.

Kod izbora tehnike sanacije i potrebnih pojačanja uvijek se trebaju zadržati osnovne karakteristike zgrade jer korištenjem neadekvatne tehnike mogu se promijeniti, na lošije, protu-



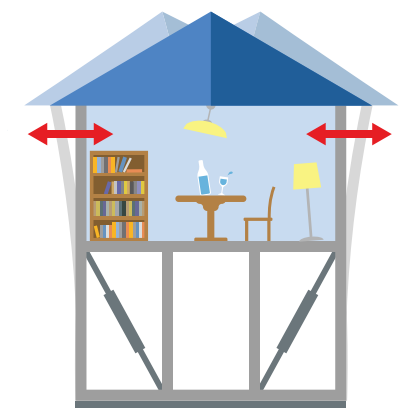
1 Sanacija postojeće drvene konstrukcije ugradnjom novih greda te popločavanje OSB pločama i učvršćivanje u noseće zidove.

potresne karakteristike objekta. Ako sanacija nije dobro projektirana, može doći do problema jer se različiti materijali različito ponašaju u slučaju potresa. Zidne konstrukcije su krute građevine. Njihovo pojačavanje mekanim konstrukcijama (duktilnim okvirima) nije prikladno, jer da bi okvir na sebe preuzeo opterećenje mora doći do otkazivanja zida (što nije opcija).



**Sezmička otpornost zgrade:** zgrada se ljulja ali se ne ruši

### Zaštita zgrade od potresa



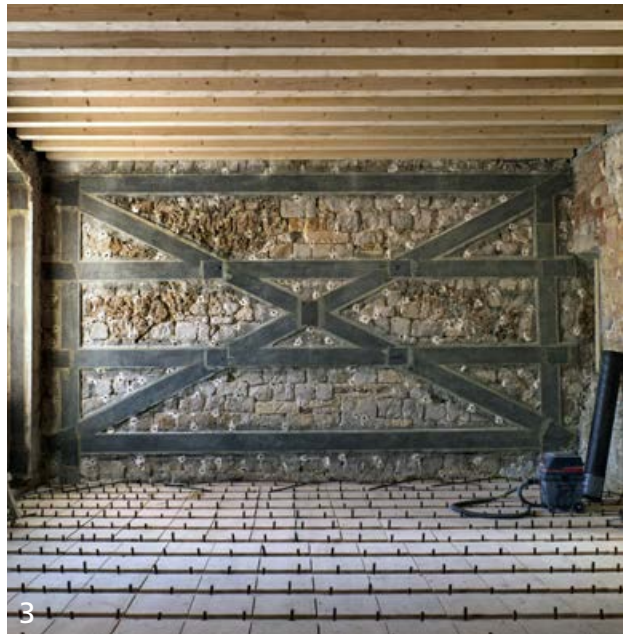
**Kontrola vibracije zgrade:** ugradnjom specijalnih čeličnih amortizera sprječava se jače ljuljanje zgrade



**Izolacija temelja:** ugradnjom specijalnih elemenata u temelje zgrada koji minimaliziraju horizontalno gibanje uslijed potresa te na taj način štite zgradu od vibracija i ljuljanja



2



3



4

Zidane zidove moguće je zamijeniti betonskim ili dograditi betonske uz postojeće zidane, čime se povećava protupotresna otpornost građevine.

### Što napraviti sa stropnom pločom i gredama?

Stropnu ploču možemo sanirati na više načina ovisno o materijalu od kojeg je izgrađena. Ojačanje postavljanjem drvene oplata ili dasaka na postojeću konstrukciju (grede), poželjno je u barem dva sloja u različitim smjerovima. Ako nije moguć pristup s gornje strane drvena oplata, daske mogu doći i s donje strane. Grede tijekom životnog vijeka obično stradaju zbog utjecaja vlage, insekata ili potresa. Često nije moguće zamijeniti cijelu gredu bez diranja oplata stoga je rješenje zamijeniti i samo oštećeni dio (učvrstiti ga čeličnim elementima, čavlima, vijcima ili epoksidnim ljepilom).

2,3,4 Sanacija starih neadekvatnih zidova ugradnjom armaturne mreže na koju se torkretira beton.

„Studentima kolegija Postupci sanacija i pojačanja postojećih konstrukcija sve uspoređujem s automobilima. Ako imate stari automobil koji je krš bolje ga prodati i kupiti novi. Ne isplati se u krš od automobila mijenjati sjedala, ugrađivati airbag i sl., jer potrošit ćete puno novca, a auto neće vrijediti puno više. Bolje ga se riješiti i kupiti noviji. Ako se nema novaca onda bolje je bilo kakvo ulaganje nego nikakvo.“, dr.sc. Josip Galić, izvanredni profesor, Arhitektonski fakultet u Zagrebu

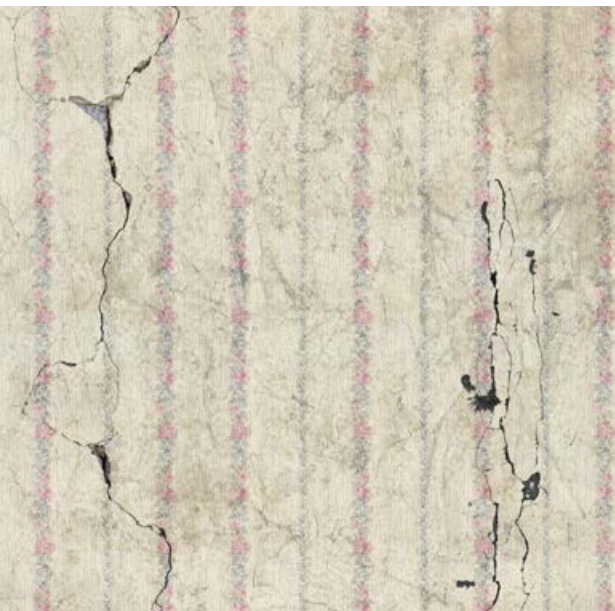
### Ojačanje konstrukcije krovišta

Oštećene grede se mogu sanirati istom metodom kao i stropne grede. Konstrukcijsko ojačanje krovišta može se izvršiti ugradnjom metalnih pločica na spojeve drvnih elemenata krovišta. Horizontalna stabilizacija krovišta osigurava se ugradnjom kosnika na krovištu (daske dim. 3x10 cm).

### Poboljšanje veze stropa, krova i zida

Stropovi starih zgrada, građenih prije 1960. godine, sastoje se većinom od drvenih greda na kojima je daščana oplata i šuta.





učvršćuju pločicama ili na AB ploču s druge strane zida. Ako smo stropnu konstrukciju popravljali daskanjem, takav je strop također potrebno sidrenim profilima učvrstiti u postojeće zidove. Ukoliko nije potrebno povećanje nosivosti drvene stropne konstrukcije, može se napraviti horizontalno ukrućenje drvenih grednih stropova ugradnjom zatega, ispod ili iznad stropa, te sidrenjem u zidove.

### Sanacija pukotina

Sanacijom pukotina vraćamo čvrstoću zidu. Uske pukotine širine do 0,5 mm popunjavaju se epoksi mortom (ljepilom). Pukotine 0,5 do 10 mm popunjavamo smjesom morta (vapno, cement i pijesak). Pukotine veće od 10 mm popravljamo ekspanzijskim materijalima uz dodatak pojačanja ili prezidavanje zida na tom području. Injektiranje može

1 Ugradnja FRP (fiber reinforced polymer) mrežice na zide čime se u novije vrijeme saniraju i učvršćuju zidovi.

2 Ugradnja specijalnih čeličnih elemenata na postojeću zgradu čime se povećava otpornost zgrade na horizontalna opterećenja koja nastaju kod potresa.

Takvi su stropovi nepovezani i fleksibilni, nisu vezani sa zidovima te u potresu dolazi do urušavanja. Sanacija je moguća zamjenom stropova AB pločama ili ugradnjom „bijelog stropa“. Sva-ko uklanjanje greda je štetno za konstrukciju, pa je stoga bolje na postojeće grede ugraditi AB ploče debljine 6-8 cm. Unutar nove AB ploče ugrađuju se moždanici kojima se ploča povezuje s gredama. Novu AB ploču nužno je povezati i s postojećim zidovima, što se radi ugradnjom metalnih poveznica koje horizontalno izlaze iz AB ploče kroz postojeći zid te se s druge strane zida



biti: pod tlakom, gravitacijsko (kod jako oštećenih zidova), vakumsko (kod manjih pukotina). Ako su pukotine veće od 6 – 10 mm uz injektiranje moramo raditi i pojačavanje pukotine ubacivanjem betonskih moždanika ili čeličnih šipki.

### Izvedba novih otvora ili proširenje postojećih

Kod provođenja rekonstrukcija često imamo potrebu za izvedbom novih otvora ili proširenjem postojećih. Najbolji je način izvedba novog nadvoja postavljanjem čeličnih profila. Umjesto čeličnih nadvoja moguće je i izvesti AB gredu (dvostruka, jedna pored druge s osloncem na čelični lim ili betonsku papuču). Nadvoj se može pojačati i FRP mrežom (prednost je što se ne mijenja masa ni krutost konstrukcije, a povećava se posmična čvrstoća i duktilnost).



3 Jedna od ideja za obnovu kuća na Banovini je izgradnja montažnih kuća od tvornički predgotovljenih elemenata čime se ubrzava postupak gradnje i useljenja. Ovakve montažne kuće imaju dobra protupotresna svojstva.

4 Moderni sistemi gradnje od opeke poput Porotherm IZO Profi opeke daju 2U1 rješenje jer imaju integriranu toplinsku izolaciju, kamenu vunu, a i za zidanje se koristi Dryfix. extra lijepilo umjesto morta, čime se dobiva suh sistem gradnje koji je 3 puta brži od klasičnog.



### Pojačanje zidova na objektima građenim bez serklaža

Zidovi se mogu dodatno ojačati primjenom različitih tehnika i materijala. Ukratko donosimo pregled mogućih tehnika pojačanja zidova. Jednostavno i učinkovito ojačanja zidnih elemenata može se napraviti mrežama čeličnih traka čime se povećava nosivost zida.

Trodimenzionalno pojačanje zidanih elemenata može se koristiti za povezivanje i prednapinjanje zida. Čeličnim trakama debljine 0,8 mm i širine 20mm izrađuje se mreža vertikala i horizontala koje prodiru u debljinu zida. U trakama se ostvaruje djelomično prednapinjanje čime se omogućuje povećanje i tlačne i posmične otpornosti zida.



Jedna od najčešćih tehnika pojačanja zidova, pogotovo kamenih ili od opeke, je dodavanje armiranih cementnih slojeva.

Polipropilenske trake su jeftine, a često se mogu nabaviti i kao otpadni materijal. Od traka se formira mreža koja se pričvrsti na zid te povećava duktilnost i nosivost zid te ograničava raspucavanje. Nužno ih je zaštititi žbukom te povezati ankerima kroz zid. Ovo je prihvatljivo rješenje za potrese srednjeg intenziteta.

Pojačanjem građevine horizontalnim zategama ne dolazi do razdvajanja zidova te time osiguravamo cjelovitost građevine. Ovijanje građevine se postiže provlačenjem čeličnih šipki uz zidove ispod stropa i po visini. Čelične šipke se provlače uz nosive zidove u visini stropa, a sidrenje se radi na vanjskoj strani zida preko čelične sidrene ploče. Zatege se mogu postaviti i u krovnoj konstrukciji kao osiguranje od otkazivanja zidova kod uobičajenog opterećenja, a i prilikom potresa.

1 Prilikom izrade temeljne ploče i temelja potrebno je slijediti pravila struke kako bi ostatak kuće imao osiguranu potrebnu stabilnost za ostatak konstrukcije.

2 Iz primjera oštećenih i srušenih kuća na Banovini jasno je koliko su bitini AB serklaži, stupovi i grede u osiguravanju elastičnosti i stabilnosti objekta.

Pojačanje zidova pritezanjem se kao i kod betona unosi tlak u zid čime se pojačava nosivost zida jer sprečava nastanak vlačnih naprezanja u zidu. Zid se može pritezati i vertikalno i horizontalno.

Ojačanje zidova izradom armirano-betonskog serklaža kojim se na spoju zida, a u razini stropa, ukloni zidani zid te se na tom dijelu izradi AB serklaž. Poželjno je da se uklonjeni dio zida napravi kao zupčasti spoj čime se osigurava bolja veza zida i novog serklaža.

Ako se utvrdi da postojeći zidovi nisu dovoljni, dodaju se novi zidovi (zidani ili AB). U tom je slučaju, na mjestu novog zida, potrebno najprije napraviti temelj te se na tom novom temelju izvodi novi zid koji se jednom od metoda mora povezati s postojećim zidom.

**Svaku rekonstrukciju potrebno je povjeriti ovlaštenim stručnjacima projektantima, statičarima koji će odlučiti koja je od navedenih metoda najprikladnija za određenu građevinu.**

### Pojačavanje temelja

Ovom metodom temelji se odvajaju od tla te je omogućeno minimalno horizontlano kretanje objekta, ali dovoljno da ublaži posljedice potresa. U temeljnom dijelu zgrade ugrađuju se elementi (Ealstomerni ležajevi) od olova, gume i čelika koji odvajaju zgradu od okolnog tla. Time se postiže da se prilikom potresa i horizontalnih gibanja zgrada ne pomiče kao i tlo na kojem se dogodio potres.

Korišteni izvor: Galić, J., Vukić, H., Andrić, D., Stepinac, L. (2020.) *Tehnika popravaka i pojačanja zidanih zgrada*, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Zagreb





## ŠTO KAŽU STRUČNJACI?

**Rajka Bunjevac, dipl. ing. arh., predsjednica Hrvatske komore arhitekata**

*1. Nedavni potresi, a i onaj zagrebački u ožujku, s jedne strane su katastrofe koje su donijele niz problema pogođenim područjima i cjelokupnom društvu, no s druge strane i velika prilika za jedan pozitivan širokokutni zahvat na raznim gospodarskim razinama, možda svojevrsan reset. Ovo je, između ostalog, prilika da se građevinski fond obnovi visokokvalitetnim materijalima i modernim rješenjima koji će stanovnicima pružiti život u novim, niskoenergetskim objektima otpornim na potrese. Time bi se pozitivno utjecalo i na istraživanja i razvoj novih građevinskih proizvoda. Da li se ovo može ostvariti javnom nabavom po ENP-a tj. ponudi koja nudi najveću vrijednost za uloženi novac ili preporučate neki drugi model?*

Prije svega se mora napraviti dobra analiza ŠTO se obnavlja, te koji će biti postupak obnove.

*Treba naglasiti da se zgrade i kuće ne trebaju obnoviti samo građevinski, već cjelovito – poboljšanjima treba težiti po svim aspektima – od pristupa invalidima, od kvalitetne protupožarne zaštite, o energetske obnovi, o aktiviranju zapuštenih prostora i dvorišta, pa sve do modela upravljanja zgradama.*

Veliku ulogu u obnovi imaju i konzervatori, koji se trebaju odrediti što je to što neku kuću ili zonu čini povijesno bitnom, i bez čega se ne može. Mnogo je štete učinjeno upravo zanemarivanjem stabiliziranja dimnjaka i zabatnih zidova, koji su u slučaju zagrebačkog potresa učinili najviše štete. Oni doduše čine sliku grada iz ptičje perspektive, ali pitanje je koliko je nužno čuvati ih u izvornom obliku i sastavu, ako oni ugrožavaju sigurnost ljudi. Tu ima potrebe za korigiranjem tih zahtjeva, i važno je doista odrediti što na jednoj zgradi ili cjelini ima povijesnu i ambijentalnu vrijednost.

Nadalje, sadašnji se modeli odlučivanja

unutar zgrade moraju mijenjati. Zadovoljavanje temeljnih zahtjeva zgrade ne može pasti na jednom uskraćenom potpisu. Upravitelji zgrada trebaju biti proaktivniji u procesu popravaka, a predstavnici suvlasnika osobe s menadžerskim sposobnostima.

Potrebno je napraviti i kvalitetnu projektnu dokumentaciju, kojom se definiraju oblici, tehnološki postupci i konačno kvaliteta materijala.

O tome koji će izvođač trebati biti odbran ovisi o razini kvalitete projekta. U projektnoj dokumentaciji se definiraju oblici, tehnološki postupci i kvaliteta materijala.

Ponekad pri obnovi treba posegnuti i za jednostavnim rješenjima, koja su već desetljećima provjerena, a gdje nije nužno puno ulagati kako bi se dobila jača otpornost zgrade.

Pritom treba imati na umu da sve zgrade imaju i određeni vijek trajanja – do 100 godina. Očekivati kako se takva zgrada može potpuno obnoviti je iluzorno, i trebalo bi uzeti u obzir njenu kompletnu obnovu, od temelja do nosivih zidova, ukoliko ju se želi vratiti u izvorni oblik.

Kao što vidite, model odabira izvođača dolazi tek na kraju – i jasno je da on mora zadovoljiti kriterije kvalitete koji uključuju različite aspekte stručnosti i iskustva, a tek na kraju i aspekt cijene. Naime, svjedoci smo dugogodišnje prakse ugovaranja poslova u graditeljstvu po najnižim cijenama, koje onda ne osiguravaju optimalnu kvalitetu radova, kako angažiranjem nestručnih izvođača, tako i ugradnjom nekvalitetnih materijala. Sve to dovodi do velikog broja reklamacija, naknadnih sanacija i popravaka, te višekratno većih troškova u konačnici.

*2. Jedno od glavnih pitanja budućih investitora, vlasnika kuća je kako izgraditi objekt koji će biti otporan na potrese. Obzirom da je Vlada naglasila da će u području pogođenom potresom biti prostora u obnovi i gradnji za različite sisteme gradnje, da li to znači da su svi sistemi i materijali pogodni za gradnju kuća u trusnim područjima, uz*

*poštivanje gradnje prema propisanim protupožarnim normama (tehničkim propisima) ili smatrate da neki sistemi u ovakvim područjima imaju prednost?*

Činjenica je da svi sustavi gradnje moraju zadovoljiti standard protupožarne zaštite, propisan zakonskom regulativom. Kolege konstrukteri već od potresa u Skoplju 1963. god. primjenjuju pojačane faktore sigurnosti u proračunima statike. S projektne strane smo već više desetljeća osigurani. Međutim, svjesni smo kakvo je stanje na terenu. Na količinu armature se često znalo odmahnuti rukama, zaobilazili su se serklaži i propisno dimenzionirani temelji, dnevnici građenja su bili krivotvoreni ili se uopće nisu niti vodili. Nemar u građenju, ali i nemar u održavanju doveo je do toga da se mnogi danas pitaju o sigurnosti građenja, što je svakako trenutak da građevinska struka ponovno naglasi kako je potrebno graditi prema projektu, a ne napamet. Projekt je trošak kojeg mnogi klijenti vole zaobići, ali sada se pokazalo da je ipak bolje da postoji potrebna dokumentacija. Osim toga, za kvalitetnu izvedbu, nužna je stvarna i kvalitetna prisutnost nadzornog inženjera na gradilištu, a ne samo njegov formalni angažman.

*Kod gradnje je bitno naglasiti da se protupožarna izvedba kuća zasniva na tome da ona kao cjelina elastično podnese horizontalne, a ponekad i vertikalne udare potresa, a da se pritom ne ošteti.*

Model "krletke" je takav model gdje su svi strukturalni elementi spregnuti u jednu cjelinu, a takav model moguće je postići i klasičnom gradnjom (opekom i serklažima), kao i gradnjom drvom i čelikom. Bitno je da su svi strukturalni elementi jednako "uposleni" prilikom potresa. Na potresom pogođenim

Foto: Hrvatska komora arhitekata



područjima, u ovom zadnjem potresu, najkvalitetnije su odgovorile na takva naprezanja upravo tradicionalno građene drvene zgrade, te se na tim saznanjima, treba preferirati i buduću izgradnju. Gradnja drvom, osim što je održiva, konstruktivno je iznimno otporna na potres zbog svoje lakoće pa tu mi arhitekti vidimo mogućnost razvoja industrijske proizvodnje suvremenih tipologija zgrada baziranih na drvu kao nosivoj konstrukciji, ali i u nekim drugim adekvatnim materijalima.

*3. Veliki broj obiteljskih kuća u Hrvatskoj su starije od 1964. g. te su građene opekom. Da bismo takve obiteljske kuće napravile sigurnim prema trenutnim protupotresnim normama da li je, ako nisu povijesno važne, takve kuće jeftinije srušiti i napraviti nove ili ih obnoviti da budu potresno sigurne, prema trenutnim protupotresnim normama te da li je to uopće moguće?*

Moguće je obnoviti ih, ali je pitanje isplativosti. Svaka gradnja ima svoj vijek trajanja te, ukoliko one nemaju povijesnu vrijednost, one koje su jako oštećene ili zapuštene svakako je jeftinije zamijeniti novom gradnjom.

*Investiranje u obnovu stare kuće nosi samo kratkoročni benefit, jer je u startu jeftinije, no dugoročno treba računati s tim da su se materijali kroz desetljeća ipak iscrpili.*

Odluku o rušenju i izgradnji nove kuće, međutim, moraju donijeti sami vlasnici zgrade, uz potporu, stručnu analizu i savjet arhitekta. Takva odluka je vrlo kompleksna. No, iz gledišta struke svakako je bolje napraviti novu kuću po suvremenim propisima, imajući na umu da kuće moraju biti prilagođene današnjem načinu života.

*4. Naše čitatelje zanima pojašnjenje otpornosti objekta, konkretno tipične obiteljske kuće na potres, projektirane prema prutipotresnim normama, neovisno o sistemu gradnje-koju jačinu potresa bi trebala kuća izdržati bez puknuća odnosno urušavanja?*

Svaka kuća mora biti izvedena prema protupotresnim normama, bez obzira na sustav gradnje.

*Sadašnji potres u Sisačko-Moslavačkoj županiji, koji je bio intenziteta 6.2, pokazao je da su kuće s propisno izvedenom konstrukcijom prošle uglavnom bez bitnih oštećenja na konstrukciji zgrade.*

*5. Moderne višekatne zgrade danas se u potresnim zonama grade ugradnjom*

*raznih vrsta stabilizatora koji odvajaju zgradu od temelja i ublažavaju horizontalne sile koje nastaju kod potresa. Je li možda to dio rješenja koje se može primijeniti u budućoj obnovi tj. novogradnji u potresom pogođenim područjima?*

U svemu treba uračunati i faktor isplativosti. Za zgrade javne i društvene namjene svakako treba razmatrati ovakva ili slična rješenja, jer se u njima nalaze veliki broj ljudi. Teško je predložiti recept, jer se tla na kojima se gradi razlikuju iz regije u regiju, pa i iz sela u selo. Trenutno pouzdano znamo da se u nekim naseljima oko Gline više neće moći graditi, jer je nosivo tlo tek na 7 m dubine, a sve između je mekano i pjeskovito tlo, te je došlo do različitih vrsta trajnih nestabilnosti tla: likvefakcija, klizišta, pukotina, vrtača i sl.

*No, kada gradimo na stabilnom tlu, za nas i dalje vrijede poznati postulati kvalitetne gradnje – dobar temelj i vertikalni i horizontalni sustav nosivih konstrukcija su preduvjet za kvalitetno izvedenu obiteljsku kuću.*

## Josip Galić, dr. sc., izvanredni profesor, Arhitektonski fakultet, Sveučilište u Zagrebu



Foto: AFZ

*1. Nedavni potresi, a i onaj zagrebački u ožujku, s jedne strane su katastrofe koje su donijele niz problema pogođenim područjima i cjelokupnom društvu, no s druge strane i velika prilika za jedan pozitivan širokokutni zahvat na raznim gospodarskim razinama, možda svojevrsan reset. Ovo je, između osta-*

*log, prilika da se građevinski fond obnovi visokokvalitetnim materijalima i modernim rješenjima koji će stanovnicima pružiti život u novim, niskoenergetskim objektima otpornim na potrese. Time bi se pozitivno utjecalo i na istraživanja i razvoj novih građevinskih proizvoda. Da li se ovo može ostvariti javnom nabavom po ENP-a tj. ponudi koja nudi najveću vrijednost za uloženi novac ili preporučate neki drugi model?*

Postoji stara izreka "nije svako zlo za zlo". Kada se dogodi neka nesreća tada to može biti prilika da se osvijesti-

mo i pristupimo sustavnom poboljšanju stvari. Bilo je primjera da su neke nezgode dovele do poboljšanja prostora i ekonomskog napretka kao što je to primjer potres u Furlaniji koja je sada treća ekonomska regija u Italiji. Mi smo imali sreću u nesreći da je izrazito mali broj poginulih. Sada moramo iskoristiti tu sreću i detaljno vidjeti što nije bilo dobro, a puno toga nije bilo dobro kao što je pristup uzdržavanja postojećih građevina, provođenje tehničke kontrole ispravnosti i stanja postojećih građevina, zanemarivanje bitnih zgrada kao što

su bolnice, škole, fakulteti i sl., a u konačnici i sve ovo oko organizacije i ponašanja u katastrofama kakav je potres. To sve treba analizirati i jasno utvrditi što ne valja te donijeti strategiju i pristup obnovi, ali ne samo Zagreba i Petrinje, nego i cijele Hrvatske.

*Na primjeru Petrinje smo vidjeli da problem potresne otpornosti nije samo u Zagrebu. On je prisutan u cijeloj Hrvatskoj i pristup obnove ne smije biti ograničen samo na Zagreb i Petrinju nego mora biti obuhvaćena cijela Hrvatska.*

Obnova je za mene puno širi pojam. Obnova nije popravak (sanacija) oštećenja ili eventualno poboljšanje samo jednog segmenta, kao što je potresna otpornost. Obnova je puno širi pojam i ona mora obuhvaćati sve segmente od urbanističkih, infrastrukturnih, energetskih, bitnih zahtjeva za zgrade do socioloških i ekonomskih. Ona se mora provoditi u duhu trendova zapadnih civilizacija kojima mi pripadamo. Potrošiti sada ogromne novce samo na popravak ili samo na potresno poboljšanje zgrada, a sve ostalo ostaviti isto će biti loše. Sada smo imali primjer vidjeti da poslijeratna obnova u Banovini u vidu popravka i izgradnje kuća nije rezultirala obnovom kraja. Taj kraj nije bio obnovljen, obnovljene su bile samo kuće.

Ja sam pobornik da obnovu maksimalno moraju provoditi vlasnici zgrada i kuća. Država po meni treba dati subvencije, vaučere, porezne olakšice i sl., a da sami vlasnici zgrada sami odlučuju što i kako će obnavljati, ali naravno da sve to bude u skladu s važećom tehničkom i zakonskom regulativom. Za javne građevine, gdje su vlasnici država, županije, gradovi i određene institucije se mora poštovati proces javne nabave po ENP. Javna nabava po ENP je trenutno najbolji model da se osigura mogućnost natjecanja većem broju ponuđača i da se izbjegne pogodovanje.

*Ono za što sam ja pobornik i što bi uvelo više razinu u pogledu kvalitete provedbe javne nabave i realizacije su police osiguranja. Smatram da moramo uvesti modele koje postoje u zapadnim europskim zemljama u pogledu polica osiguranja.*

Npr. kod nas se za projektiranje traži bankovna garancija u iznosu od 10% cijene projektiranja i to se uglavnom odnosi na rokove izrade projekta, dok uglavnom za štetu koja je uzrokovana lošim projektima nije bilo nekih garancija osim minimalnih strukovnih komorskih osiguranja. Bankovne garancije se moraju zamijeniti većim policama osiguranja. Kada razgovarate s našim tvrtkama koje rade u Britaniji za njih je normalno da za posao od 15 milijuna eura mora dati policu osiguranja u punom iznosu ugovora. Tada bi brzo osiguravateljske kuće eliminirali one ponuđače koji su rizični i rade loše jer bi naplata njihovih polica bila velika i bile bi im neisplative.

Ja se sjećam kada sam radio jedan projekt u Švedskoj. Najveća kontrola projekta nije bila od investitora ili revidenta, nego od strane osiguravateljske kuće, jer je ona davala policu za naš posao.

**2. Jedno od glavnih pitanja budućih investitora, vlasnika kuća je kako izgraditi objekt koji će biti otporan na potrese. Obzirom da je Vlada naglasila da će u području pogođenom potresom biti prostora u obnovi i gradnji za različite sisteme gradnje, da li to znači da su svi sistemi i materijali pogodni za gradnju kuća u trusnim područjima, uz poštivanje gradnje prema propisanim protupotresnim normama (tehničkim propisima) ili smatrate da neki sistemi u ovakvim područjima imaju prednost?**

*Ja otkako radim tehnički i zakonski ne postoji drugačiji način projektiranja i izvođenja građevina osim da su protupotresne. Mi se samo trebamo držati zakona koje imamo i provoditi ih.*

Vi u Hrvatskoj ako radite novu kuću ili rekonstruirate postojeću morate projektirati kao protupotresne. Ne razumijem izjave koje se pojavljuju u medijima. To je kao da netko kaže: mi moramo početi disati zrak, a svi ga dišemo godinama. U Hrvatskoj ne smijete projektirati građevine, a da nemaju seizmičku otpornost. Mi se samo moramo početi držati struke i zakona i kažnjavati one koji to ne rade. Iskreno inspekcije trebaju početi raditi svoj posao. Po meni za veliki dio oštećenja koja su nastala je kriva građevinska inspekcija koja nije kažnjavala one koji se ne brinu o svojim zgradama. Uostalom mi sada imamo veliki broj oštećenih zgrada koje smo legalizirali. Legalizacija je rezultat odsutnosti i nerada građevinske inspekcije.

Glede vrste materijala, tipova konstrukcijskih sustava jako me smeta kada se počne preferirati neki materijal i sustav kao protupotresan i slično.

*Sve vrste konstrukcija od svih materijala mogu biti protupotresne, ako se projektiraju i izvedu u skladu sa zahtjevima.*

Naravno neki tipovi imaju neka ograničenja, kao što su zidane pa ne možete raditi neke visoke zgrade, odnosno čak i možete, ali nisu ekonomski isplative ako se držite svih zahtjeva. Znači svaki tip konstrukcije može biti seizmički otporan, ako se projektira i izvede u skladu s pravilima. Također potresna otpornost nije jedini zahtjev za građevine. Postoji još puno zahtjeva tako da odabir materijala i konstrukcijskih sustava treba biti optimalan s obzirom na sve zahtjeve, a ne samo potresnu otpornost.

**3. Veliki broj obiteljskih kuća u Hrvatskoj su starije od 1964. g. te su građene opekom. Da bismo takve obiteljske kuće napravile sigurnim prema trenutnim protupotresnim normama da li je, ako nisu povijesno važne, takve kuće jeftinije srušiti i napraviti nove ili ih obnoviti da budu potresno sigurne, prema trenutnim protupotresnim normama te da li je to uopće moguće?**

Za svaku kuću treba napraviti analizu. Ne može se generalizirati. Neke zgrade se mogu s minimalnim sredstvima seizmički poboljšati, dok kod nekih trebaju opsežni i skupi zahvati. Ako gledamo samo segment seizmičkog

poboljšanje uglavnom je jeftinije seizmički poboljšati postojeću građevinu nego rušiti i graditi novu. Međutim ja nisam za to da se gleda samo jedan segment tj. seizmička otpornost.

Većina zgrada ne samo da ne zadovoljava potresnu otpornost, nego ne zadovoljavaju puno toga od požarne otpornosti, energetskih svojstava, fizika zgrade (zvuk) zdravstvenih uvjeta (vlaženje), pristupačnosti za invalide, nemaju dizala, nemaju mogućnost parkiranja, zastarjele instalacije, loša stolarija i puno toga.

Ako sagledamo da će nas direktni troškovi seizmičkog pojačanja koštati oko 300 eura/m<sup>2</sup> + 300 eura/m<sup>2</sup> indirektni troškovi popravka zidova, pločica, parketa i drugih oštećenja nastalih kod konstrukcijskog poboljšanja, tada neka realna cijena seizmičkog poboljšanja je oko 600 eura/m<sup>2</sup>. Međutim što se dobilo. Dobila se ista zgrada koja je u 10 drugih zahtjeva loša, samo je seizmički poboljšana. Ona u tržišnoj vrijednosti neće dobiti dodatnu vrijednost od 600 eura/m<sup>2</sup>. Međutim ako za npr. 1100 eura se ta zgrada sruši i izvede nova to jest skuplje, ali se dobije nova zgrada koja zadovoljava sve suvremene zahtjeve. S tim načinom se bitno povećala vrijednost zgrade i generalno za društvo dobijemo sigurniju zgradu, energetski učinkovitu, pristupačnu, jednostavno suvremenu. Npr. cijena stana u starim zgradama je po centru Zagreba oko 1800 eura/m<sup>2</sup> i što je najbolje to tržište stagnira, tj. nema baš nekog prometa. Cijena novogradnje u centru nije ispod 4000 eura/m<sup>2</sup>. Sada se postavlja pitanje jeli ekonomski gledano bolje na 1800 eura/m<sup>2</sup> potrošiti 600 eura/m<sup>2</sup> da opet taj stan ne bi koštao više od 2000 eura/m<sup>2</sup> ili je bolje potrošiti 1100 eura/m<sup>2</sup> i dobiti stan koji košta više od 4000 eura/m<sup>2</sup>. Po meni to je put prema kojem trebamo težiti. Valorizaciju treba napraviti na pravi način da se zna koje su to vrijedne zgrade, a koje nisu, a na da imamo kao sada da je sve i što treba i što ne treba za-

štićeno i onda se zgrada državnog arhiva stavlja u isti koš kao neka bezvezna zgrada iz 30-tih godina na Šalati.

Za stare zgrade koje nemaju povijesnu i kulturnu vrijednost svakako trebamo razmotriti mogućnost i ekonomsku isplativost uklanjanja i gradnje nove suvremenih svojstva (može pročelje biti jednako izvornom) i smatram da će to u većini slučajeva biti isplativo i bolja odluka.

#### 4. Naše čitatelje zanima pojašnjenje otpornosti objekta, konkretno tipične obiteljske kuće na potres, projektirane prema prapotresnim normama, neovisno o sistemu gradnje-koju jačinu potresa bi trebala kuća izdržati bez puknuća odnosno urušavanja?

Mi građevine projektiramo na odgovarajuće ubrzanje tla koje nastane pri očekivanom potresu s povratnim periodom od 475 godina. Ta ubrzanja nam priređuju kolege seizmografi. Oni analiziraju moguće potrese za svako područje Hrvatske i na temelju očekivanih potresa i mjerenja određuju karte ubrzanja. Naravno u nekim područjima mogu biti potresi iznimne magnitude, ali ne mora značiti da njegov učinak u pogledu ubrzanja tla je isti kao na nekom području potres manje magnitude. Znači jednoznačan odgovor tipa može izdržati potres magnitude 6,5 i slično nije korektan. Ono što je korektno je to da mi proračunavamo građevine na potres koji ima povratni period 475 godina. Za Zagreb to je neka procjena da se radi o potresu magnitude oko 6,5-7,0 odnosno odgovara maksimalnom ubrzanju tla od 0,25-0,28g. To je inače veliko ubrzanje i građevine realno proračunate na ta ubrzanja mogu izdržati i veće ubrzanje. Za ta ubrzanja i tu jakost potresa dopuštena su oštećenja zgrade, ali ne smije doći do gubitka stabilnosti građevine kao cjeline ili njenog dijela i svakako trošak popravka ne bi trebao prelaziti cijenu uklanjanja i gradnje nove. Naravno mi proračunavamo i na manje potrese. Tako za ovaj potres u Zagrebu koji se dogodio građevine ne bi smjele imati ni-

kakva konstrukcijska oštećenja, tj. moguća su neka manja oštećenja na nekonstrukcijskim elementima, tipa pukotina na spoju gipskartonskih ploča, spoju pregrada i sl., ali ne da ne možete nastaviti s kontinuiranim korištenjem zgrade.

Mislim da se građani ne trebaju opterećivati sa jakosti potresa i njegovom magnitudom. Oni trebaju paziti da projekte ili analize koje naručuju budu izrađene u skladu s važećom tehničkom regulativom.

Također kada im netko kaže da zbog potresne otpornost nešto treba, da ne kažu kao do sada ma kakav potres. Tko zna gdje ćemo biti kada bude potres :).

#### 5. Moderne višekatne zgrade danas se u potresnim zonama grade ugradnjom raznih vrsta stabilizatora koji odvajaju zgradu od temelja i ublažavaju horizontalne sile koje nastaju kod potresa. Je li možda to dio rješenja koje se može primijeniti u budućoj obnovi tj. novogradnji u potresom pogođenim područjima?

Mi kao narod smo skloni ekstremima. Do jučer nikog nije bilo briga za potres, a sada bi svi da su kuće kao u Japanu :). Realno je da mi jesmo seizmičko aktivno područje, ali i da pojavnost potresa je bitno manja nego u Japanu, Kaliforniji, Novo Zelandu, Čileu i sl. Mislim da se trebamo držati propisa koje imamo i da nema potrebe za pretjeranom uporabom seizmičkih izolatora i sl. Po meni nema potrebe sada da idemo u krajnost. Pogotovo sve te tehnike i tehnologije traže ozbiljnije održavanje. Mi na žalost nismo to u stanju pratiti. Većina zgrada u Hrvatskoj je umjerene katnosti. Također rijetke su konstrukcije kojima bi ti izolatori dali ekonomsku opravdanost. Dovoljno je da se držimo pravila gradnje koja imamo, ali zaista da se toga držimo i nećemo imati problema. Sada sam čuo raznih ideja kao i to da treba zabraniti crijep na krovovima i ugrađivati lim jer crijep padne s krova. Nema potrebe ići u krajnost. U čemu je problem ako neki crijep svakih 50-100 godina padne? :).

## ŠTO KAŽU PROIZVOĐAČI POJEDINIH GRAĐEVINSKIH MATERIJALA I SUSTAVA?

Tomislav Gojković, dipl.ing.građ., Ytong porobeton d.o.o.

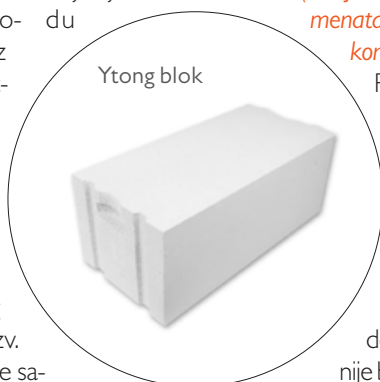
### 1. Koje su prednosti gradnje Ytong sustavom u potresnim područjima, a prema trenutnim protupotresnim normama?

YTONG je jedna od najstarijih robnih marki među građevinskim materijalima na svijetu. Sinonim je za bijele građevinske blokove specifične poraste strukture i brojnih pozitivnih karakteristika koje ga čine različitim od klasičnog materijala za gradnju. Porobeton je materijal mineralnog sastava, visoke proizvodne kvalitete, odličnih termo-izolacijskih svojstava i velike požarne otpornosti.

Tijekom 2009. godine u Ljubljani smo, na tamošnjem Zavodu

za građevinarstvo, uz nadzor vrhunskih stručnjaka za pitanja potresnih djelovanja, provedli opsežno ispitivanje cjelovitog Ytong sustava. Ispitali smo ponašanje stambenih zgrada izgrađenih od Ytong materijala u sustavu tzv. „omeđenog zida“ koje se

sastoji od Ytong zida, u kontinuitetu obrubljenog vertikalnim i horizontalnim serklažom. Ispitana su po dva modela trokatnica i četverokatnica, a uspoređivane su stropne konstrukcije izrađene od polumontažnog Ytong stropa i stropne konstrukcije od čvrste armirano betonske ploče. Modeli su bili izloženi nizu potresa jačeg intenziteta – koristili smo seizmološke zapise potresa magnitude 7 stupnjeva po Richteru, koji se 1979g. dogodio u Crnoj Gori.



Razlog tome je manja masa konstrukcije i izotropnost materijala koja uvjetuje ista tehnička svojstva u svim smjerovima, što kod drugih materijala za zidanje nije slučaj. Uloga armiranog betona u propisanim tzv. horizontalnim i vertikalnim serklažima svedena je na minimum kako se ne bi dodatno nepotrebno povećavala masa objekta.

### 2. Koji elementi Ytong sustava gradnje osiguravaju najbolje protupotresne karakteristike građevine prema trenutnim protupotresnim normama (debljina bloka, korištenje gotovih elemenata za serklaže, nadvoje, stropne konstrukcije, bijeli strop...)?

Pri projektiranju i izgradnji objekata izuzetno je bitno pridržavati se važećih normi i tehničkih propisa i pri tom koristiti cjeloviti – ispitani Ytong sustav gradnje;

- prema procjeni ili proračunu za jače opterećene zidove najbolje je koristiti „snažnije blokove“ YTONG STRONG ili YTONG ACOUSTIC

- za obavezne vertikalne serklaže koristiti namjenske kutne blokove
- za horizontalne i krovne serklaže koristiti „U“ profile ili „L“ profile u ovisnosti od njihovog položaja
- za zidanje koristiti tankoslojni - Bijeli Ytong mort marke M10
- za međukatne i krovne konstrukcije koristiti lagani Ytong Bijeli strop

### 3. Do kojeg stupnja (prema Richteru) te prema trenutnim protupotresnim normama bi kuća građena od Ytonga, trebala ostati neoštećena odnosno stabilna bez urušavanja?

Kada govorimo o potresima, prije svega moramo razlikovati dva osnovna pojma; jačinu potresa u hipocentru, koja se iskazuje prema Richterovoj ljestvici i intenzitet potresa, a to je ono što mi „osjećamo“ na površini zemlje u epicentru potresa. Intenzitet potresa se iskazuje po više ljestvica, a kod nas se najviše koristi MCS ljestvica te se ona iskazuje kao funk-

cija ubrzanja tla.

Prema potresnim kartama što su ih izradili seizmolozi, Hrvatsko područje pokriva od VI – IX stupnja MCS ljestvice. Prema lokaciji objekta određuje se projektna akceleracija tla, na koju se objekt projektira i gradi. Veličina dopuštenih oštećenja ovisi o tzv. kategoriji objekta. Naravno da nije isto radi li se o nuklearnoj elektrani ili o nekom pomoćnom objektu, ali za stambene zgrade osnovni uvjet je sprečavanje rušenja.

### 4. Kako se Ytong proizvodi mogu iskoristiti u obnovi oštećenih objekata, zamjena porušanih zidova laganim Ytongom? Zamjena stropnih konstrukcija bijelim stropom? Korištenjem predgotovljenih elemenata za serklaže i nadvoje?

Kuća građena od Ytong porobetona je najsigurnija kuća kada je potres u pitanju. Razlog tome je manja masa konstrukcije i izotropnost materijala koja uvjetuje ista tehnička svojstva u svim smjerovima, što kod drugih materijala za zidanje nije slučaj. Ytong je homogen, čvrst i izrazito duktilan materijal.

Niti jedan drugi građevinski materijal tako dobro ne spaja stabilnost i optimalnu toplinsku izolaciju kao što to čini porobeton. Osnovni razlog takve idealne kombinacije leži u jedinstvenoj i finoj mrežastoj strukturi pora unutar Ytonga. Takvu strukturu možemo pronaći u kostima čovjeka i ona jamči maksimalnu čvrstoću pri minimalnoj težini.

*U slučaju jakih potresa Ytong ima sposobnost manjih elastičnih deformacija bez krutih lomova konstrukcije, te na taj način omogućava siguran izlazak ljudi iz objekata.*



*Ponašanje modela nadmašilo je očekivanja i zahtjeve za zgrade otporne na potres - otkriveno je kako se pri potresnom opterećenju zgrade zidane od porastog betona ponašaju jednako kao i druge vrste zidanih zgrada, ali su rezultati u pogledu sigurnosti osjetno bolji.*

Tanja Herr, dipl.ing.arh., Fibran



Potres – kad god da se desi, uhvati nas nespremne.

Japance ova tema prati cijeli život. I premda njihova država ulagaže u protupotresnu gradnju i njima se omakne pokoji skandal, poput onog 2006. godine, kad je zbog zahtjeva za uštedom investitor tražio od projektanta da lažira dokumentaciju o potresnoj otpornosti zgrada. Smanjujući željezo u konstrukciji, smanjila se cijena gradnje, ali i potresna otpornost zgrada. Srećom, prijevara je otkrivena prije nego se desio veći potres i arhitekt Hidetsugu Aneha je osuđen na 5 godina zatvora. Članak ne govori što se desilo investitorima...

Izvor: <http://fact-sanddetails.com/japan/cat26/sub160/item2285.html>

Nedavni članak Borisa Dežulovića, „Tajna hrvatskog serklaža“, koncentrira se samo na nadzemni dio



Polaganje Fibran xps Seismic

kuće. Premda obojen crnim humorom, tekst upravo govori o percepciji samograditelja, ali ne i samo njih. Geofizičari tvrde da su razorne posljedice nedavnih potresa u našim krajevima, rezultat nesolidne gradnje, koja nije uključivala protupotresne elemente. No lako je biti general nakon bitke. Što s kućama koje su pretrpjele štete koje se ne mogu sanirati? Koja se gradnja dobro ponaša u potresu: montažna, fleksibilna ili masivna gradnja, drvene, čelične ili armirano-betonske kuće?

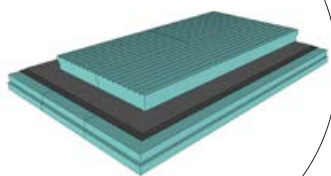
*Sasvim je prirodno da prvo pomislimo na nadzemni dio kuće – onaj kojeg vidimo kad ga potres ošteti ili sruši. No kuću od potresa, prije svega, štite temelji.*

Japanci su prvi počeli razmatrati gradnju kuća na lebdećim temeljima, gumenim valjcima, ukratko, na temeljima koji mogu svojim gibanjem zajedno sa silama potresa, ublažiti ili apsorbirati sile potresa.

*Fibran je razvio patent, SEISMIC temeljnog jastuka, koji objedinjava sljedeće prednosti:*

kontrolirano ponašanje podnožja zgrade u slučaju potresne aktivnosti, nosivost prilagođena građevini i njezinom ponašanju za potresnih aktivnosti, trajnu energetsku učinkovitost temeljnog konstrukcijskog sklopa, zaštićenu hidroizolacija, zaštitu od prodora radona iz tla, osiguranu sigurnost instalacijskih vodova, jednak trošak za neprocjenjivo bolji učinak i jednostavnu izvedbu.

Seismic antiradon sastav



**Esad Hajdarovac, dipl. ing. građ., direktor tvrtke Domprojekt**

**1. Koje su prednosti montažne gradnje u potresnim područjima u odnosu na klasičnu gradnju, a prema trenutnim protupotresnim normama?**

Prednosti montažne gradnje u potresnim područjima od nosive drvene konstrukcije panelnog sistema su: težina konstrukcije je cca. 4 puta manja u odnosu na klasični način gradnje, tako su i sile koje se javljaju u konstrukciji manje. Drveni materijal je žilav, elastičan, nema krutih lomova koji dovode do urušavanja objekta

**2. Koji je sistem montažne gradnje najbolji u osiguravanju protupotresnih uvjeta građevina prema trenutnim protupotresnim normama?**

Najbolji sistem gradnje u osiguravanju protupotresnih uvjeta je onaj za koji se primjenjuju protupotresne mjere, za spajanje elemenata međusobno, kao i spajanje za betonsku podlogu. Za objekte se

napravi statički proračun prema brzini tla koja se iščitava iz seizmičke karte.

**3. Do kojeg stupnja (prema Richteru) montažna kuća građena u vašem sistemu prema trenutnim protupotresnim normama, a prema smjericama iz pitanja 2, bi trebala ostati neoštećene, odnosno stabilne?**

Montažna gradnja je otporna na potrese. Neoštećena montažna kuća, primjenjujući izračunata spojna sredstva, može ostati do 9 stupnjeva po Richteru.

Također, objekt na Markuševcu koji je sagrađen od epicentra cca. 2 km je ostao je stabilan i neoštećen.

**4. Do koje se katnosti može graditi prema Vašem sustavu da stambeni objekt bude protupotresno siguran prema trenutnim protupotresnim normama?**

U našem sistemu smo gradili objekte do 4 kata i takvi objekti su protupotresno sigurni.

**5. Kako se može Vaš sistem gradnje iskoristiti u obnovi oštećenih objekata, zamjeni pojedinih nosivih, srušenih ili oštećenih zidova, stropova, krovništva?**

Naš sistem gradnje može se iskoristiti u obnovi oštećenih objekata u zamjeni zabatnih zidova, pojedinih nosivih zidova.





Porotherm Profi opečni kut za potresno otpornu gradnju

# Gradnja otporna na potrese

## WIENERBERGER MODERNA SISTEMSKA RJEŠENJA

Obnova stambenog fonda područja pogođenih potresom bit će dugotrajan proces, ali ujedno i prilika za korištenje modernih, brzih i energetski učinkovitih materijala. Pri tome za protupotresnu otpornost objekta osim karakteristika korištenih materijala, značajnu ulogu ima ispravan način gradnje i nadzor iste.

**T**vrka Wienerberger proizvodi moderna systemska rješenja od opeke, Porotherm Profi i Porotherm IZO Profi, koja su zapravo sistemi 2U1- istovremeno pružaju veliku potresnu otpornost i imaju iznimne toplinske karakteristike. Stabilna ovojnica Porotherm IZO Profi opeke ispunjena je kamenom vunom koja ima odlična svojstva toplinske izolacije čime se dobiva puno bolja U vrijednost (do 0,13 W/m<sup>2</sup>K), a nisu potrebni dodatni slojevi izolacije na zidovima.

### Razlika u gradnji nekad i danas

Materijali i načini gradnje zidanih konstrukcija su danas, u pogledu potresne otpornosti, znatno unaprijeđeni i modernizirani. Sadašnji Tehnički propis za potresno otpornu gradnju (Eurokod 8) zahtijeva projektiranje i gradnju objekata tako da pružaju visok nivo sigurnosti tijekom potresa. Pravilnim koncipiranjem i projektiranjem konstrukcije, poštujući sve zahtjeve i ograničenja koja

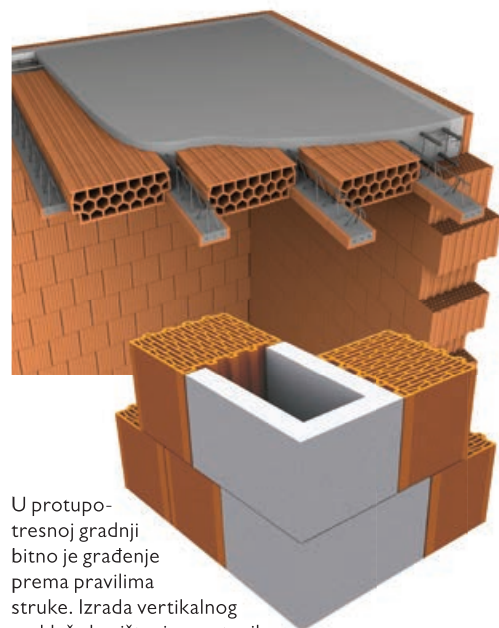
postavlja trenutni Tehnički propis (Eurokod 8) te uz pravilno izvođenje radova, moguće je izgraditi objekte koji su sigurni za sve predvidive intenzitete potresa u Hrvatskoj.

### Porotherm Profi i IZO Profi opeke za gradnju na potresno najugroženijim područjima

Kao što je ranije navedeno, današnja opeka kao materijal, kao i sustavi gradnje s opekama su uveliko otporniji na sile potresa. Naime, posebna geometrija, poboljšana mehanička svojstva i robusnost Porotherm Profi i Porotherm IZO Profi opeke, kao i systemska rješenja za gradnju omeđenog zida, omogućuju veću sposobnost rasipanja energije pri potresu. Pravilnim projektiranjem sukladno suvremenim europskim normama je pomoću Porotherm Dryfix sistema moguće graditi zidane zgrade na potresno najugroženijim područjima u Hrvatskoj.

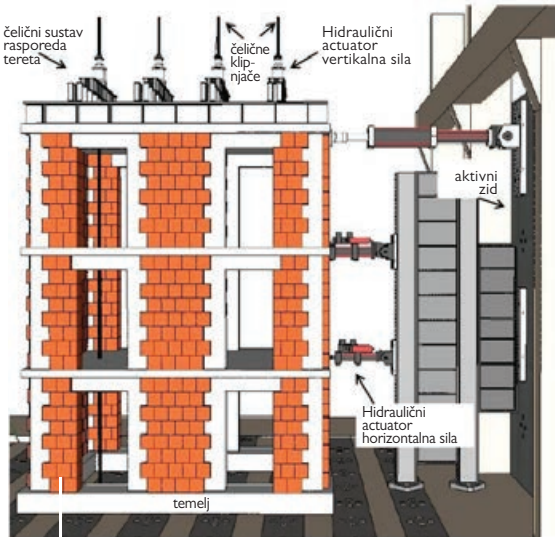


Zide od brušene opeke Porotherm Profi ili Porotherm IZO Profi, koja je međusobno povezana Porotherm Dryfix.extra ljepilom, ima veću vlačnu čvrstoću, a time i veću nosivost na sile potresa.



U protupotresnoj gradnji bitno je građenje prema pravilima struke. Izrada vertikalnog serklaža korištenjem gotovih Porotherm kutnih elemenata te izrade stropne konstrukcije ugradnjom fert gređica i ispunje zajedno s horizontalnim serklažima iznad zidova te zajedničko betoniranje stropne konstrukcije i serklaža.





Ispitivanje ponašanja zidane konstrukcije građene po sustavu omeđenog zida/Potresna ploča  
Zavod za građevinarstvo Slovenije (ZAG), Ljubljana; voditelji projekta doc. dr. Matija Gams i  
prof. dr. Miha Tomažević



Ispitivanje ponašanja ispunskog zida izvan ravni-  
ne FGAG Split, voditelj projekta prof. dr. Boris  
Trogrlić, prof. dr. sc. Ante Mihanović

### Karakteristike zida od Wienerberger suvremene opeke

Zide od brušene opeke Porotherm Profi ili Porotherm IZO Profi, koja je međusobno povezana Porotherm Dryfix.extra ljepilom, ima veću vlačnu čvrstoću, a time i veću nosivost na sile potresa. Naime, u ovakvom zidu se slom događa u opeci, a ne u mortnim spojevima, što je obično slabost klasičnog zida. Pored toga, brojna ispitivanja su pokazala da je u slučaju omeđenog zida od Porotherm Profi opeke moguće koristiti veće vrijednosti faktora ponašanja (q-faktor) od vrijednosti određenih tehničkim propisom, što znači da takvo zide bolje rasipa potresnu energiju. Navedena ciklička istraživanja ponašanja zida su provedena na Zavodu za građevinarstvo u Ljubljani (ZAG) i na Institutu IGH u Zagrebu. Porotherm Profi i Porotherm IZO Profi opeke imaju veliku tlačnu čvrstoću ( $\geq 10$  MPa), što i više nego zadovoljava zahtjeve za kvalitetu opeke za zidane objekte na potresnim područjima.

### Pravilan način građenja

Zidovi objekta moraju biti povezani u svim smjerovima horizontalnim i vertikalnim armiranobetonskim serklažima. Za energetske učinkovitu i potresno otpornu gradnju vertikalnih serklaža se preporučuje uporaba Porotherm kutova od opeke. Pri takvom izvođenju serklaža nisu potrebne oplata, osigurava se potreban poprečni presjek betonskog serklaža i učinkovito su prekinuti toplinski mostovi. Prema Eurokodu 8, vertikalne serklaže je potrebno postaviti na slobodnim rubovima svakog nosivog zida, s obje strane većih otvora, na spojevima nosivih zidova kao i unutar duljine nosivog zida, tako da se ne premaši horizontalni razmak od 5 m između serklaža. Serklaže je potrebno primjereno armirati (uzdužna armatura min.  $4\phi 12$ , poprečna armatura (spone) min.  $\phi 8/15$  cm). Zide koje je na ovakav način povezano vertikalnim i horizontalnim serklažima će tijekom potresa djelovati jedinstveno (homogeno), što povećava potresnu sigurnost objekta. Pored na-

vedenog, stropna konstrukcija mora biti dovoljno kruta u svojoj ravni (učinak horizontalne krute dijaframe). Tu je optimalno rješenje izvođenje Porotherm stopa, s obzirom da tlačna a-b ploča osigurava potrebnu krutost, a sama konstrukcija je lakša u odnosu na klasične a-b ploče. Manja težina znači i manje potresne sile.

### 3 puta brža gradnja

Službeno je dokazano neovisnim ispitivanjima na gradilištu, koje je proveo Građevinski fakultet u Zagrebu pod vodstvom izv. prof. dr. Ivane Burcar Dunović da se korištenjem Dryfix.extra ljepila gradi 3 puta brže u odnosu zidanje mortom.

*Građevinski fakultet u Zagrebu ispitivao je ponašanja različitih ETICS sustava u uvjetima požara u stvarnoj veličini. Nosivi zidovi visine 8 m, izgrađeni upravo od Porotherm Profi opeke su tijekom ispitivanja prenijeli sva požarna opterećenja te su ostali cjeloviti i neoštećeni.*

**Wienerberger**

**Wienerberger d.o.o.**

Donje Pokupje 2, 47 000 Karlovac

Karlovac - T: 047 694 110

Đakovo - T: 031 836 920

e-mail: office.hr@wienerberger.com

**www.wienerberger.hr**

**Tehnička podrška:**

**Tel: 099 3595 336, 099 3595 337,**

**098 226 154**



Domprojekt je najpoznatiji po montažnim obiteljskim kućama. U svom katalogu kuća raspolaže s 80 tipskih kuća, prizemnica, kuća s potkrovljem i katnih kuća koje mogu zadovoljiti različite želje i ukuse kupaca. Također postoji i mogućnost individualnog projektiranja objekta (kuća u Istri)

# Protupotresna gradnja

U iščekivanju početka obnove potresom uništenih objekata u Zagrebu i na području Banovine postavljaju se mnogobrojna pitanja, između ostalog koje sisteme gradnje koristiti u trusnim područjima pri gradnji novih objekata. Zbog niza razloga kao jedno od najprihvatljivijih rješenja nameću se montažni sistemi gradnje.

**M**ontažna gradnja je prije svega niskoenergetska gradnja kojom se štedi vrijeme i novac. Pored toga, montažne kuće se odlikuju odličnim protupotresnim i protupožarnim karakteristikama.

## Neograničene mogućnosti montažne gradnje

Tvornica kuća Domprojekt jedan je od pionira montažne gradnje u Hrvatskoj. Od 1984. godine bave se projektiranjem, proizvodnjom i građenjem niskoenergetskih montažnih građevina - obiteljskih kuća, te građevina poslovne i javne namjene, kao što su vrtići, škole, zdravstvene ustanove i građevina sličnih namjena.



Jedna od glavnih odlika montažne gradnje je brzina gradnje i mogućnost brzog useljenja. Ako su sve pripreme obavljene, montažne kuće mogu se konstruktivno postaviti u jednom danu, a između 20 do 25 dana dolazi se do faze visokog roh-bau.



Mogućnosti gradnje Domprojekt montažnim sustavima su mnogobrojne, čemu svjedoči i primjer ovog kompleksa kuća u nizu izgrađenih u Švicarskoj.

Osim brojnih referentnih objekata u Hrvatskoj, njihove reference prisutne su širom Europe, u Sloveniji, Njemačkoj, Austriji, Italiji, Francuskoj, Švicarskoj, Luksemburgu... Različiti sistemi montažne gradnje koje nudi Domprojekt omogućuju individualnost u oblikovanju privatnih kuća i višestambenih objekata. Kao primjer možemo istaknuti montažne zgrade u Pfaffnau, Vacallo i Lengnau u Švicarskoj, dječje vrtiće u Gračišću, Vižinadi i Taru u Istri.

### Otpornost montažnih kuća na potrese

Karta potresnih područja Hrvatske otkriva visoke vrijednosti poredbenog vršnog ubrzanja tla, gdje se očekuje potres velikog intenziteta. Montažne kuće Domprojekt s drvenom nosivom konstrukcijom odlikuju se izvrsnom otpornošću na potrese. Drvena konstrukcija višestruko je lakša od materijala koji se koriste kod tradicionalne gradnje, te preuzimaju značajno manje potresno opterećenje.



Montažna kuća Karolina svojom simetrijom i dvoetažnim portikom koketira s klasičnom arhitekturom, ali u osuvremenjenom izdanju, pročišćene forme i čistih linija.



Proces proizvodnje od pripreme, zaštite i obrade materijala za gradnju, izrade konstruktivnih elemenata niskoenergetskih montažnih kuća, precizno definiranih 3D-CAD/CAM softwareom, odvija se unutar proizvodnog pogona Tvornice kuća Domprojekt u Zagrebu.



Možda su manje poznate mogućnosti montažne gradnje višestambenih objekata. Domprojekt i u ovom segmentu ima referentne objekte, poput ove višestambene zgrade u Lengnau u Švicarskoj.

Drvo je trinaest puta lakše od čelika i četiri puta lakše od betona, a u kombinaciji s metalnim spojnim sredstvima osigurava duktilno ponašanje konstrukcije pri uvođenju potresnog opterećenja. Visoku razinu pouzdanosti osigurava korištenje povoljnih svojstava drva, čvrstoće i elastičnosti, pravilna izvedba

detalja između drvenih elemenata i njihovo sidrenje u temeljnu ploču.

### Dugi vijek trajanja montažnih kuća

Trajnost konstrukcije je njena sposobnost posjedovanja zahtjevne razine sigurnosti i uporabljivosti u određenom

vremenskom razdoblju pod utjecajem pretpostavljenih uzročnika. Trajnost Domprojekt montažnih građevina je 150 godina ili više uz redovita održavanja. Stvarni uporabni vijek bilo koje konstrukcije naravno ovisi o održavanju, utjecajima okoliša te izvanrednim događajima. Prema Europskoj normi



Montažna gradnja Domprojekt višestambene zgrade u Pfaffnau u Švicarskoj.





### PREDNOSTI DOMPROJEKT NISKOENERGETSKIH MONTAŽNIH KUĆA

- brzina gradnje – 1-2 dana, useljenje u roku od 2 mjeseca
- gradnja tijekom cijele godine – proizvodnja kuća u kontroliranoj i zaštićenoj sredini, neovisna o vremenskim utjecajima
- suha gradnja – useljenje moguće odmah po završetku radova
- najsuvremeniji materijali i tehnologija gradnje – najveći rast u razvoju tehnoloških rješenja za ugodnost stanovanja
- superiorna energetska učinkovitost – kompletan presjek ovojnice ispunjen izolacijom, te optimizirani sistemi gradnje za različita područja
- otpornost na potrese i požare

na bazi gipsa pružaju požarnu zaštitu, te produljuju vrijeme potrebno za uvođenje požarnog opterećenja na drvenu konstrukciju. Odgovarajuća razina pouzdanosti na požar postiže se zaštitom drva negorivim pločastim oblogama, kao i odabirom robusnijih poprečnih presjeka drvenih elemenata.



**Projektni ured:** Trnjanska 37, Zagreb  
tel: 01/4810 138

**Proizvodnja:** Delkovečka 4, Blato (Zagreb)  
info@domprojekt.hr  
[www.domprojekt.hr](http://www.domprojekt.hr)



Domprojekt ima referentne objekte i u segmentu objekata javne namjene poput vrtića u Taru i Gračišću u Istri.

EN 1990 proračunski uporabni vijek konstrukcije zgrada ili drugih uobičajenih konstrukcija iznosi 50 godina.

#### Montažni objekti Domprojekt su niskoenergetski i protupožarni

Kod gradnje i obnove građevinskog fonda na području pogođenom potresom, prilika je osim za gradnju građevina koje će biti naravno sigurne i otporne na potrese, izgraditi niskoenergetske objekte koji su energetske učinkoviti, koji će pružiti vlasnicima znatne uštede na troškovima grijanja i hlađenja te sveukupno imati pozitivan učinak na okoliš. Prosječne stare zgrade godišnje troše 200-300

kWh/m<sup>2</sup> energije za grijanje, standardno izolirane kuće ispod 100 kWh/m<sup>2</sup>, suvremene niskoenergetske montažne kuće ispod 40 kWh/m<sup>2</sup>, a pasivne kuće i kuće gotovo nulte energije 15 kWh/m<sup>2</sup> i manje. Energijom koju potrošimo u standardno izoliranoj kući danas možemo zagrijati 3 do 4 niskoenergetske kuće ili 8 do 10 pasivnih kuća.

#### Protupožarna otpornost

Zidni elementi montažnih kuća Domprojekt izvode se od drvenih nosivih konstrukcija između kojih se postavlja kamena vuna, te se obostrano oblažu gipsvlaknastim pločama. Pločaste obloge



# Seismic temeljni jastuk

Za zgrade gotovo nulte energije sigurne od potresa

Pojam Seismic temeljnog jastuka je mnogima već poznat. O njemu smo, prije svega pisali kao o rješenju kojim se rješavaju toplinski mostovi u kućama gotovo nulte energije.

Toplinski most je Ahilova peta ovojnice zgrade. To je mjesto povećanih gubitaka topline, niže površinske temperature unutrašnje plohe vanjskog građevinskog dijela, na kojem se posljedično pojavljuje kondenzacija vodene pare, koja pogoduje razvoju gljivica i plijesni, a u krajnjem slučaju može dovesti i do ozbiljnih oštećenja konstrukcije.

Do pojave nedavnih potresa, kod sustava temeljnog jastuka, isticali smo slijedeće prednosti:

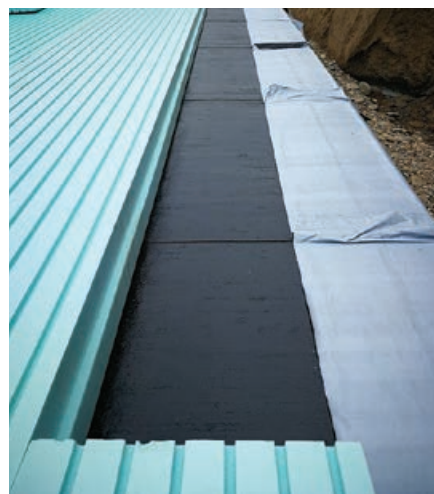
- izvedba toplinske izolacije bez prekida
- zaštita hidroizolacije
- zaštita od prodora radona iz tla
- zaštita instalacijskih vodova
- jednak trošak za neprocjenjivo bolji učinak
- jednostavna izvedba

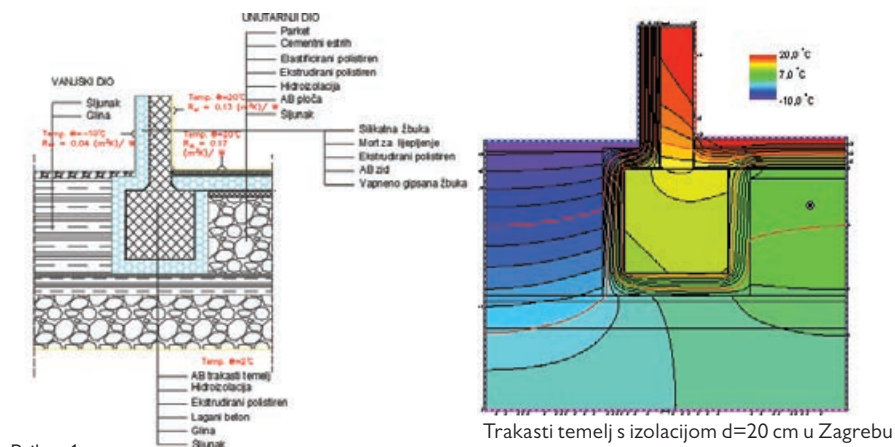
## Patentirano FIBRAN rješenje

Premda živimo u seizmički aktivnom području, statička stabilnost zgrada se nakon 1964. godine ozbiljnije proračunava na potresna opterećenja, doprinos Seismik temeljnog jastuka u slučaju potresa smo manje naglašavali. Nakon dugogodišnjih istraživanja sigurnosti pasivnih kuća u potresom ugroženim područjima, FIBRAN je u ožujku 2013. podnio prijavu za patentno rješenje koje predviđa ponašanje zgrada na sustavu toplinske izolacije FIBRANxps i kompatibilne hidroizolacije. Nakon 18 mjeseci testiranja rješenja, u studenom 2014. dodijeljen je patent.

Patent se odnosi na temeljenje na armirano-betonskoj temeljnoj ploči, koja je izvedena na podlozi čvrste toplinske izolacije. Obzirom da se toplinska izolacija nalazi s vanjske strane temelja (prema tlu), spajanjem s vertikalnom toplinskom izolacijom vanjskih zidova (u tlu i iznad tla), sprečavaju se toplinski gubici i nastanak toplinskih mostova.

Jednostavna i troškovno optimalna

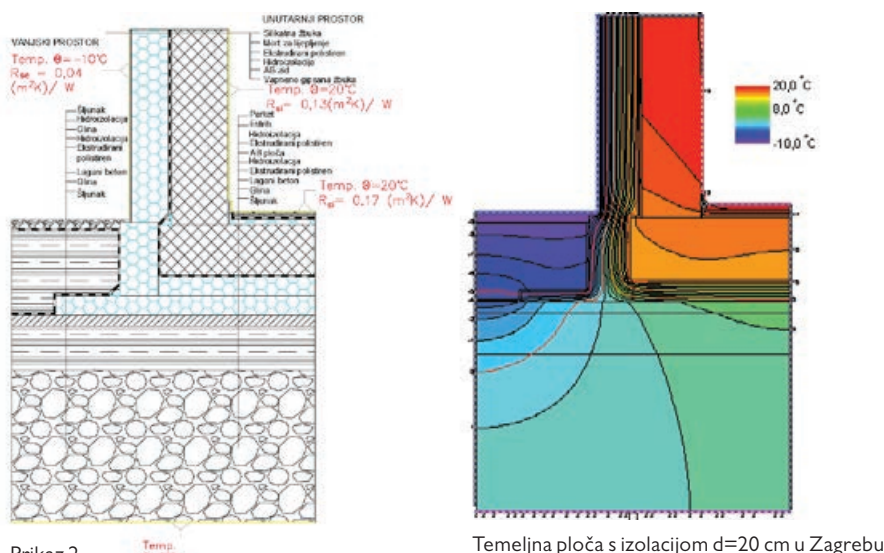




Prikaz 1

Zaključili su da je efikasnost toplinske zaštite bitno veća kad se temelji na ploči, nego na trakastim temeljima:

Za slučaj detalja temeljne ploče na XPS-u u Dubrovniku i Zagrebu dobivene su oko 5 puta manje  $\Psi$  vrijednosti u odnosu na referentni model, dok su za detalj trakastog temelja dobivene oko 2 puta manje  $\Psi$  vrijednosti. Ovo je samo jedan od pokazatelja prednosti postavljanja izolacije ispod temelja u odnosu na neizolirani temelj. Naime, što je manja  $\Psi$  vrijednosti to je manja opasnost od pojave toplinskog mosta u konstrukciji, a to je danas ujedno i jedan od najvažnijih kriterija za projektiranje zgrada gotovo nulte energije. Izbjegavanje toplinskih mostova u projektiranju i izgradnji nužan je način da se izbjegne nepotrebni gubitak topline. (Izvadak iz studije: Utjecaj temeljenja na xps-u na toplinske gubitke i ponašanje pri potresu zgrade gotovo nulte energije; L. Đurković, D.Knežević, K.Konjevod, I.Kukina, T.Maleš, D.Vidić )



Prikaz 2

rješenja koriste se u područjima s projektnim ubrzanjem tla od  $a_g = 0,1$  g nadalje, što uključuje cijelu Sloveniju. Najveće seizmičko ubrzanje izmjereno posljednjih godina postignuto je u okolini Bovca,  $a_g = 0,47$  g. Za cijelu Sloveniju se uzima prosječno horizontalno ubrzanje tla  $a_g = 0,25$  g.

Prva kuća na Seismic temeljnom jastuku izvedena je u Ljubljani, 2015. godine.

### Seismic dokazano štiti objekt od potresa

Potres ne poznaje granice, tako smo imali dojava da se prvi potres koji je zatrebao Zagreb, u proljeće 2020., dobro osjetio i u susjednoj Sloveniji, gdje je susutav Seismic temeljnog jastuka primjenjen na brojnim obiteljskim kućama. Naročito se dobro osjetila razlika u drvenim montažnim kućama, koje su izvedene na Seismic temeljnom jastuku,

ku, koji je ublažio udar potresa do te mjere, da se stanari kuće nisu niti probudili, za razliku od susjeda u kućama masivne gradnje, koje nisu temeljene na temeljnom jastuku.

### Toplinska zaštita temelja s Fibrans XPS-om

Hrvatska se nalazi u trusnom području, a najugroženiji dijelovi su oko Zagreba i Dubrovnika. Studenti građevinskog fakulteta pod vodstvom docenata, Bojana Milovanovića i Josipa Atalića, napravili su studiju u kojoj su promatrali utjecaj toplinske izolacije ispod temelja, upravo na ova dva područja. Osim što se nalaze na bitno različitim tlima, ova se dva grada nalaze u dva bitno različita klimatska područja, stoga je studija promatrala i učinak toplinske izolacije koja se ugrađuje:

- ispod temeljne ploče
- oko trakastih temelja

Kad pogledamo ova dva prikaza (prikaz 1 i 2), jasno nam je ne samo da je manje efikasno toplinski zaštititi trakaste temelje, to je i u praksi vrlo teško provesti. Za razliku od toga, toplinsku je izolaciju ispod temeljne ploče lako ugraditi, jer se izvodi na ravnoj podlozi dobro kompaktnog i zaravnatog šljunka (dorbljenac) ili na mršavom betonu.

### Potresne karakteristike Seismic temeljnog jastuka

Osim spomenutog rada studenata, za kojeg su dobili 2019. Rektorovu nagradu, grupa slovenskih stručnjaka Vojko Kilar, David Koren, Martina Zbašnik-Senegačnik, objavila je 2013. rad u kojem analiziraju isključivo potresne karakteristike Seismic temeljnog jastuka. Analizirali su pogodnost promjene ovog sustava obzirom na kvalitetu tla, katnost i način gradnje zgrade.

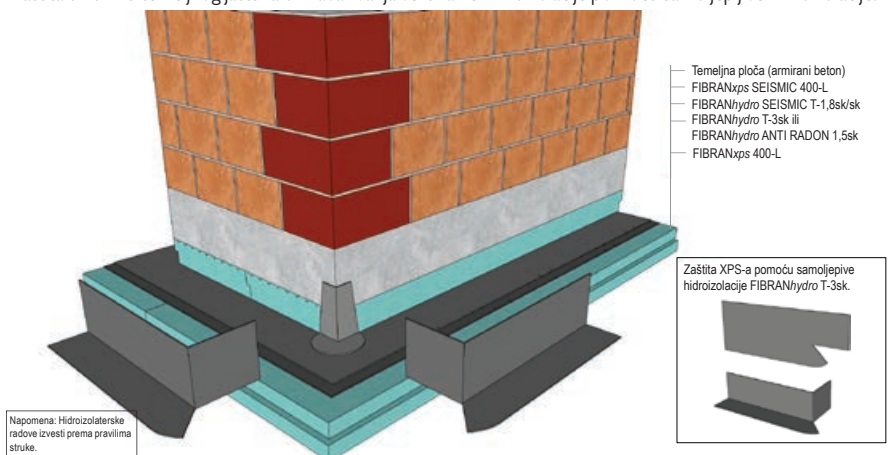


Ukratko, došli su do zaključka da se na tvrdim tlima, mogu izvesti zgrade do visine 3 etaže, a na manje nosivim tlima do 2 etaže. Najmanja tlačna čvrstoća XPS ploča koja se preporučuje za izvedbu Seismic temeljnog jastuka je 400 kPa. Na mekšim tlima je moguća izvedba i na pločama tlačne čvrstoće 500 i 700 kPa.

S obzirom na najveća postignuta naprežanja u XPS-u, može se zaključiti da je najveći dopušteni broj katova kod manjih tlocrta ograničen na dva do tri kata, kod većih tlocrta na četiri kata i više, ovisno o materijalu (masi) nosive konstrukcije. Navedene tvrdnje predstavljaju preliminarne rezultate koji se temelje na pojednostavljenim seizmičkim analizama.

Ovaj je zaključak donesen na temelju rezultata istraživačkog projekta ARRS (Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije) "Varnost pasivnih hiš pri potresu" (šifra L5-4319). (Izvor: GRAĐEVINAR 65 (2013) 5, 423-433; Ponašanje zgrada temeljenih na toplinskoj izolaciji pri potresu; V.Kilar, D.Koren, M. Zbašnik-Senegačnik)

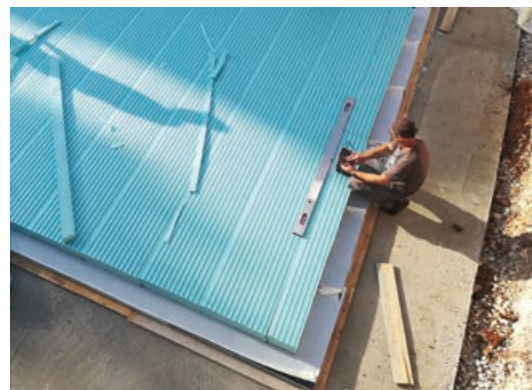
Zaštita SEISMIC temeljnog jastuka od zavarivanja vertikalne hidroizolacije pomoću samoljepljive hidroizolacije:



## PRIMJER IZVEDBE ANTIRADON SEISMIC TEMELJNOG JASTUKA

1. Prvi sloj FIBRANxps 400 L
2. FIBRANhydro Antiradon
3. FIBRANhydro 1.8 sk/sk
4. Drugi sloj FIBRANxps 400 L





Trajna i energetski  
učinkovita rješenja  
od temelja do  
krova.

Saznajte  
**VIŠE**

[www.FIBRAN.hr](http://www.FIBRAN.hr)

**fibran**





# BETON-LUČKO kuće

Gradnja kuća od predgotovljenih armirano-betonskih elemenata nameće se kao optimalno rješenje za brzu i kvalitetnu obnovu Banovine. Jedno od rješenja dostupnih na tržištu su i predgotovljene armirano-betonske kuće koje proizvodi tvrtka "BETON-LUČKO" d.o.o.

**T**vrтка "BETON-LUČKO" proizvodi kuće koje su po svojim konstrukcijsko – fizikalnim svojstvima optimalne u pogledu kvalitete, kratkih rokova gradnje, visoke energetske učinkovitosti, protupotresne izdržljivosti i cijene.

#### **Proizvodnja u kontroliranim uvjetima**

Kuće se proizvode u tvornici u kontroliranim uvjetima čime je osigurana kvaliteta gradnje uz certificirani sustav kontrole tvorničke pro-

izvodnje betona (CERTIFIKAT O SUKLADNOSTI KONTROLE TVORNIČKE PROIZVODNJE 1/05-ZGP-2662, izdan od Instituta IGH d.d. iz Zagreba) te kontrole tvorničke proizvodnje predgotovljenih betonskih elemenata (CERTIFICATE OF CONFORMITY OF THE FACTORY PRODUCTION CONTROL 1373-CPR-027, izdan od instituta IGMAT d.d. iz Ljubljane).

#### **Sistem gradnje**

Nosivi armirano-betonski zidovi se izvode kao troslojni sendvič paneli: nosivi armirano-betonski sloj je debljine 20 cm, sloj toplinske izolacije od mineralne vune debljine 16-20 cm te fasadni sloj debljine 8 cm. Fasadni sloj se može izvesti u glatkoj ili pranoj obradi različitih struktura i boja. Zidni elementi se postavljaju na pripremljenu armirano-betonsku temeljnu ploču, nakon čega se vrši montaža i monolitizacija stropne ploče i protupotresnih okvira. Dvostrešni krov se izvodi u drvenoj konstrukciji uz pokrov glinenim crijepom.

#### **Otpornost na potrese**

Kuće zadovoljavaju važeće europske norme za otpornost na požar te potres. Spojevi





*Dakle, osim što će izgradnja biti brža i povoljnija od klasične zidane gradnje i energetske učinkovita, Beton Lučko će se pobrinuti i da vaš dom bude siguran i stabilan.*

predgotovljenih montažnih elemenata i konstrukcije su vrlo čvrsti i postojani, što znači da ovakva građena kuća potres neće oštetiti.

#### **Brza gradnja**

Gradnja od predgotovljenih armirano-betonskih elemenata je otprilike 70% brža od

Na temeljima obrta, 1990. godine osnovano je trgovačko društvo „Beton-Lučko“ čiji razvoj niti danas nije završio. S proizvodnim pogonim diljem Hrvatske i rasprostranjenom prodajnom mrežom tvrtka „Beton-Lučko“ vodeća je tvrtka u svom segmentu u Hrvatskoj, a značajne rezultate bilježi i na susjednim tržištima Slovenije i Bosne i Hercegovine. Neprikosnovena kvaliteta proizvoda i proizvodnih procesa, koji su okrunjeni ISO 9001 certifikatom, te široka paleta različitih proizvoda od betona doprinjeli su razvoju i zauzimanju tržišne pozicije tvrtke „Beton-Lučko“. Prisutni su i na tržištu izgradnje stambenih i industrijskih objekata, te hala izgrađenih po montažnom sistemu od armiranog i prenaprnutog betona. Ponuda proizvoda uključuje i gotove betonske garaže, te specijalne elemente poput gotovih stubišnih krakova, vodomjernih okana i niza specijalnih elemenata namijenjenih gradnji cesta, autocesta i tunela.

klasične zidane gradnje, čime se smanjuje problem nedostatka građevinskih radnika, a samim time i troškovi. Ovakva gradnja ne ovisi o vremenskim uvjetima.

Osim gradnje obiteljskih kuća, sustav predgotovljenih nosivih panela „Beton-Lučko“ također je optimalno rješenje za gradnju energetski učinkovitih objekata javne namjene, poput škola, vrtića i drugih objekata.



#### **BETON-LUČKO d.o.o.**

Puškariceva 1b  
10250 Lučko - Zagreb  
tel: +38516599-700  
mail: info@betonlucko.hr  
[www.betonlucko.hr](http://www.betonlucko.hr)



AeroDek Quadro u crnoj boji, modernih linija



Gerard model Diamant u crvenoj boji

# Za krov siguran od potresa

Kako krovnu konstrukciju učiniti sigurnom u slučaju potresa? Jedno od rješenja su AeroDek i Gerard krovne ploče koje su čak 7 puta lakše od klasičnog pokrova

**T**rtka Polo-commerce specijalizirana je za izvedbu svih vrsta radova na krovu, a u svojoj ponudi ima niz kvalitetnih sistema za izolaciju krova i zidova te pokrivanje krovišta. Dio ponude su AeroDek (bivša Decra) i Gerard čelični krovni pokrovi s kamenim granulatom koji svojim izgledom vjerno prate izgled klasičnog pokrova. Sam dizajn čeličnih krovnih ploča AeroDek i Gerard

nudi različite vrste stilova - od klasičnih preko mediteranskih do modernih, a pogodne su za novogradnju i renovaciju.

## Manje opterećenje krovne konstrukcije

AeroDek i Gerard krovne ploče otpornije su na potrese jer su 7 puta lakše od klasičnih krovnih pokrova, a 10 puta lakše od biber crijepa. Zbog toga puno manje opterećuju krovnu konstrukciju, odnosno konstrukciju kuće. Jedna AeroDek ili Gerard ploča pokriva 0,46 m<sup>2</sup> krova, a

pričvršćena je s 4 vijka – čime je osigurana kompaktnost i fleksibilnost krova pri potresnim naprezanjima, te ne dolazi do ispadanja krovnih ploča.

Krovne ploče AeroDek i Gerard u različitim stilovima



Ozalska ulica 93, 10000 Zagreb  
Gsm: +385 98 258 427  
Tel: +385 1 65 36 093

Mail: novi-krovovi@ri.t-com.hr  
[info@polo-commerce.hr](mailto:info@polo-commerce.hr)  
[www.polo-commerce.hr](http://www.polo-commerce.hr)

## Pozitivna iskustva renoviranja krovništa s AeroDek krovnim pokrovom otkrio nam je vlasnik kuće iz Zagreba.

"Kuća je građena 50-tih godina prošlog stoljeća i zadnji puta je obnavljana prije 20-30 godina. Potkrovlje koristimo kao stambeni prostor. S obzirom da je kvaliteta postojećeg pokrova narušena, odlučili smo se za postavljanje novog. Postojeći krovni pokrov, šindru, nismo skidali jer bi to bio veliki, skupi zahvat s velikom količinom građevinskog otpada za odvoz. Zato smo odabrali AeroDek koji svojom malom težinom od svega 7 kg/m<sup>2</sup>, u odnosu na crijep koji ima težinu 50 kg/m<sup>2</sup>, ne opterećuje krovnu konstrukciju. Na postojeću šindru postavljena je paropropusna i vodonepropusna folija, zatim kontraletve, letve i na to AeroDek pokrov. U našem slučaju AeroDek se pokazao kao odlično rješenje, a također ima deklariranu otpornost na UV zračenje, zaštićen je od korozije, ima 30 godina garanciju, a moguće ga je postavljati i na vrlo blage nagibe. Svakako bih ga preporučio i zbog brzog i jednostavnog postavljanja."