ALTERNATOR
Misliti znanost.

Kako se spopadati s potresno ogroženimi stavbami?

8. 7. 2021

Number: 36/2021

Author:

- Marjana Lutman



Foto: Arne Hodalič

Na potresno ogroženost posamezne stavbe vplivata potresna odpornost stavbe na eni in potresna nevarnost lokacije stavbe na drugi strani. Potresno nevarnost prikazujejo karte (https://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/) , v katerih so za posamezna območja podane vrednosti pospeškov oziroma intenzitet potresov, kakršne moramo pričakovati z določeno verjetnostjo v določeni dobi. Potresna odpornost pa je lastnost stavbe oziroma njene konstrukcije, neodvisno od potresne nevarnosti lokacije, kjer stavba stoji. Potresna ogroženost stavbe pa je odvisna od obeh. Tako je npr. stavba, ki stoji v območju Ljubljane, kjer je potresna nevarnost največja v Sloveniji, potresno bolj ogrožena od enake stavbe, ki stoji v Prekmurju, kjer je potresna nevarnost najnižja. Ker na potresno nevarnost (https://www.arso.gov.si/potresi/vpra%c5%a1anja%20in%20odgovori/) nimamo vpliva, se bomo pred uničujočimi učinki potresov obranili le s potresno odpornimi stavbami. Te morajo biti zmožne prevzeti sile in deformacije, ki v njihovih konstrukcijah nastanejo zaradi potresa, ne da bi se pri tem prekomerno poškodovale ali celo porušile. Projektiranju in gradnji takih stavb so namenjeni ustrezni predpisi, ki so praviloma nastali ali bili posodobljeni po potresih.

Dobro leto po zadnjem rušilnem potresu z epicentrom v Ljubljani leta 1895 je bil sprejet Stavbinski red (http://dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-SWFPDKPP/54055edc-ea5c-4c2c-81e7-944e18e703e5/PDF) . V skladu z njim je bilo do leta 1910 zgrajeno veliko večjih stavb v Ljubljani in okolici. Velik poudarek je dal zagotavljanju pravilnosti in povezanosti stavb in v ta namen predpisoval »obilo vezi« v vseh zidovih in v vsakem nadstropju. Debeline nosilnih zidov so v večnadstropnih stavbah v vsakem naslednjem ali vsakem drugem naslednjem nadstropju manjše za širino zidaka. Na ta način so zidovi v vseh etažah približno enako obremenjeni že pri redni navpični obtežbi. Ob potresu pa tanjši zidovi v zgornjih nadstropjih predstavljajo manjše mase, manjše mase generirajo manjše potresne sile in posledično so manjše tudi

obremenitve zidov. Stavbe, zgrajene po Stavbinskem redu, so tudi tlorisno pravilne. Imajo zidove dveh vrst: debelejše »glavne zidove«, ki podpirajo strope in potekajo v vzdolžni tlorisni smeri, ter tanjše »vezne zidove«, ki so v določenem rastru pravokotni na prve. »Vezni zidovi« povezujejo in preprečujejo izbočitev »glavnih zidov«, zagotavljajo stabilnost stavbe in prevzamejo sorazmerni del potresne obtežbe. Zato jih nikakor ni dopustno odstranjevati, čeprav so nekateri debeli le 15 cm, misleč, da gre zgolj za predelne stene. Ti sicer res ne dosegajo minimalne debeline nosilnih zidov, ki je v veljavnem standardu Evrokod 8 opredeljena za nove zidane stavbe. Vsebinsko pa opravljajo funkcijo nosilnih zidov, saj sodelujejo pri prevzemu potresne obtežbe. Zato moramo vsak poseg v »vezni zid«, ne glede na njegovo debelino, smatrati kot poseg v nosilno konstrukcijo.

Pri gradnji po 1. svetovni vojni so se pravila Stavbinskega reda opuščala, zidane stavbe so bile pogosto grajene brez zidnih vezi. Zidane stebre in zidove so začeli nadomeščati stebri iz armiranega betona, vendar detajli armiranja niso taki, da bi omogočali ustrezno obnašanje pri potresu. Stiki med vzdolžnimi armaturnimi palicami so na mestih največjih obremenitev, stremena okoli vzdolžnih palic pa so redka in odprta, kar je vse v nasprotju z danes veljavnimi pravili. Iz 20-letnega obdobja po 2. svetovni vojni imamo veliko potresno najranljivejših stavb, večstanovanjskih in šolskih, zdravstvenih domov in bolnišnic. Tedaj veljavni Začasni tehnični predpisi (PTP) so namreč za dimenzioniranje konstrukcij stavb predpisovali skromno vodoravno obtežbo, vključno zaradi potresa. Skupna vodoravna sila, ki so jo upoštevali tedanji projektanti, se je gibala med 1 % in 4 % teže stavbe. To pa je ponekod le desetina vrednosti, ki jo zahteva danes veljavni standard Evrokod 8. Pomemben mejnik predstavlja Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za grajenje na potresnih področjih, ki ga je tedanja SFRJ sprejela septembra 1964, dobro leto po katastrofalnem potresu v Skopju julija 1963, in na osnovi Odredbe o dimenzioniranju in izvedbi gradbenih objektov v potresnih območjih, ki jo je tedanja SR Slovenija sprejela že junija 1963. Za tedaj prevladujoče zidane stavbe je med drugim omejil število etaž. Na območju IX. stopnje MCS, ki je bila na tedanji potresni karti Slovenije najvišja, sicer pa je imela 12 stopenj, in v kateri je bila tudi Ljubljana, so bile pri navadnih zidanih stavbah dovoljene le tri nadzemne etaže, pri zidovju z navpičnimi vezmi pa jih je bilo dovoljenih pet. Revidirani pravilnik je bil leta 1981 sprejet po potresih v Furlaniji 1976, ki so bili rušilni tudi za kraje v Posočju. Čeprav so opečne zidove pri stanovanjskih blokih večinoma nadomestile armiranobetonske stene, je pravilnik dodatno omejil število nadzemnih etaž za zidane stavbe. Pri konstrukcijah iz armiranobetonskih sten pa je pravilnik med drugim predpisal minimalno količino sten v obeh tlorisnih smereh, kar je odpravilo nekatere dotedanje anomalije, kjer je bilo sten v eni smeri bistveno več kot v drugi. Bistveno višjo potresno obtežbo zahteva evropski standard Evrokod 8, ki je v Sloveniji obvezen pri projektiranju od leta 2008. Najbolj bistvena je sprememba – znatno povečanje potresne obtežbe – potresnih sil, ki jih je potrebno upoštevati pri dimenzioniranju stavb. Poleg tega so spremembe vezane tudi na spremembe v tehnologiji gradnje, ki so se zgodile od leta 1981 do 2008. Osnovni cilj vseh predpisov za potresno odporno projektiranje je preprečiti porušitve in s tem obvarovati človeška življenja. Po Evrokod 8 projektirane stavbe pa bodo poleg tega manj poškodovane in zato uporabne tudi po močnejšem potresu.

Na podlagi raziskav potresne ogroženosti več kot 1600 konkretnih stavb v Sloveniji so bile med drugim ugotovljene zakonitosti, kako je potresna odpornost stavb odvisna od leta izgradnje, števila nadstropij in vrste gradiva, iz katerega je zgrajena navpična konstrukcija stavbe. Te zakonitosti so eden od temeljev modela POTROG (https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/potrog/) , ki je v osnovi namenjen načrtovanju in upravljanju popotresnih aktivnosti civilne zaščite, velik pomen pa ima njegova uporaba pri ozaveščanju in spodbujanju k aktivnostim za zmanjšanje potresne ogroženosti v Sloveniji. Portal POTROG je javno dostopen in med drugim ponuja dve aplikaciji za splošno uporabo. Pri aplikaciji »Oceni svojo stavbo« poljubno stavbo opišemo z odgovori na vprašanja in model vrne poškodovanost, ki bi jo povprečna stavba s podanimi lastnostmi utrpela pri potresu podane intenzitete. Pri aplikaciji »Ocena posledic potresa« pa model vrne oceno poškodovanosti vseh stavb na prizadetem območju. Aplikacija deluje v povezavi z Registrom nepremičnin v Sloveniji (REN (https://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/nepremicnine/register-nepremicnin/)), ki vsebuje podatke o posamezni stavbi – letu izgradnje, številu nadstropij in vrsti gradiva navpične konstrukcije. Podati je potrebno epicenter in intenziteto potresa v epicentru. Z aplikacijo lahko primerjamo posledice različnih potresov (https://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20aktivnost/Mo%c4%8dni_potresi_v_preteklosti.pdf) . S spreminjanjem lokacije epicentra znotraj meja Slovenije smo ugotovili, da bi imel potres iste intenzitete najobsežnejše posledice, če bi bil njegov epicenter v Ljubljani. Najhuje poškodovanih ali celo porušenih stavb bi bilo pri takem potresu največ ne le po njihovem številu (399 stavb v primeru potresa intenzitete VIII EMS-98 (https://www.arso.gov.si/novice/datoteke/043486-EMS%20kraj%c5%a1e%20prevod_popravljeno.pdf) po trenutnih podatkih v REN), ampak tudi po deležu glede na vse stavbe na prizadetem območju (2,5 ‰). Precej manj obsežne posledice daje scenarij potresa iste intenzitete z epicentrom v Lepeni, pri katerem bi bilo najhuje poškodovanih ali porušenih stavb 32, ki predstavljajo 0,4 ‰ vseh stavb na prizadetem območju.

Zadnja primerjava ponuja zaključek, da bi bila odprava posledic potresa intenzitete VIII EMS-98 v Ljubljani bistveno obsežnejša in zahtevnejša od odprave posledic potresov, ki sta leta 1998 in 2004 prizadela Posočje. Zato je poleg načrtovanja popotresnih aktivnosti civilne zaščite nujno potrebno pristopiti k sistematičnemu utrjevanju potresno ranljivih stavb in nadomeščanju najranljivejših z novimi.



Potres je leta 1998 povzročil obsežne poškodbe na stavbah v Zgornjem Posočju. Tipične so križne razpoke v kamnitih zidovih, razpoke v območju okenskih in vratnih odprtin ter razpoke v dimnikih tik nad nivojem strehe.

https://www.alternator.science/en/short/kako-se-spopadati-s-potresno-ogrozenimi-stavbami/