



ZAVOD ZA
GRADBENIŠTVO
SLOVENIJE

SLOVENIAN
NATIONAL BUILDING
AND CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE



Inštitut za vodarstvo, d.o.o.

Raziskovalni projekt

POTROG 2

**Nadgradnja sistema za določanje potresne ogroženosti
in odzivnosti za potrebe zaščite in reševanja v Sloveniji**

Dodatek: Individualne in modelne ocene potresne ogroženosti
stavb v Občini Kobarid

Naročnik:	Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo Vojkova cesta 55, 1000 Ljubljana
Naročilo/pogodba:	pogodba št. 4300-199/2015-1 (ZAG št. 6742/15) z dne 11.06.2015

Ljubljana, oktober 2016

Raziskovalni projekt

POTROG 2

Nadgradnja sistema za določanje potresne ogroženosti in odzivnosti za potrebe zaščite in reševanja v Sloveniji

Dodatek

Individualne in modelne ocene potresne ogroženosti stavb
v Občini Kobarid

Naročnik:	Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo Vojkova cesta 55, 1000 Ljubljana
Naročil/pogodba:	pogodba št. 4300-199/2015-1 (ZAG št. 6742/15) z dne 11.06.2015
Vodja projekta:	mag. Marjana Lutman, univ.dipl.inž.grad. (ZAG)
Sodelavci:	dr. Maja Kreslin, univ.dipl.inž.grad. (ZAG) dr. Primož Banovec, univ.dipl.inž.grad. (IzV) Matej Cerk, univ.dipl.inž.grad. (IzV)

Ljubljana, oktober 2016

Ob zaključku projekta POTROG 2 - "Nadgradnja sistema za določanje potresne ogroženosti in odzivnosti za potrebe zaščite in reševanja v Sloveniji" smo naročniku predali tudi dokument v elektronski obliki in datoteko POTROG2.pdf, v kateri so zbrane vse vsebine in splošni rezultati projekta POTROG 2. Dokument je naročnik objavil na svoji spletni strani: http://www.sos112.si/slo/tdocs/naloga_102.pdf.

V okviru projekta smo v delovnem področju 2 (DP-2) ocenili potresno odpornost in ranljivost 86 različnih stavb, ki se nahajajo pretežno na lokacijah, kjer projektni pospešek tal na Karti potresne nevarnosti Slovenije znaša 0.225 ali 0.250 g (v nadaljevanju: obravnavana območja Slovenije). Z naročnikom smo se na začetku projekta dogovorili, da pri izbiri stavb za ocenjevanje potresne ogroženosti sodelovanju povabimo tudi večje slovenske občine z obravnavanih območij Slovenije. Iz seznama stavb po predlogu občin smo individualno ocenili tiste stavbe, za katere smo pridobili ustrezno tehnično dokumentacijo, za izbrane ostale stavbe pa izdelali modelno oceno potresne ogroženosti.

V dokumentu POTROG2.pdf so v prilogi DP-2 prikazane končne ocene prišakovane poškodovanosti ocenjenih stavb v primeru potresa po Karti potresne intenzitete s povratno dobo 475 let. Za seznanitev sodelujočih občin z vsemi vmesnimi rezultati individualno ocenjenih stavb v njihovih občinah pa smo na osnovi dogovora z naročnikom pripravili dodatke DP-2 k dokumentu POTROG2.pdf. V teh dodatkih so podane številčne ocene potresne odpornosti in ranljivosti, kot tudi najverjetnejše kategorije poškodovanosti v primeru potresa za posamezne stavbe.

V nadaljevanju je dodatek DP-2 za Občino Kobarid.

Projekt: POTROG 2

Nadgradnja sistema za določanje potresne ogroženosti in odzivnosti za potrebe zaščite in reševanja v Sloveniji

Delovno področje 2 (DP-2)

Izdelava ocen potresne ogroženosti objektov posebnega pomena

Občina Kobarid

Zavod za gradbeništvo Slovenije (ZAG)

VSEBINA:

1. UVOD	3
2. METODOLOGIJE OCENJEVANJA	5
2.1 Ocena potresne odpornosti	5
2.1.1 Zidane stavbe	5
2.1.2 Armiranobetonske stavbe	9
2.2 Potresna obtežba	11
2.2.1 Evrokod 8	12
2.2.2 Pravilnik	13
2.3 Ocena potresne ranljivosti	15
2.3.1 Opis metode RAN-Z	15
2.3.2 Korelacija med potresno ranljivostjo in potresno odpornostjo stavb v VIII. potresni coni	17
2.3.3 Ocena korelacije med potresno ranljivostjo in potresno odpornostjo stavb v VIII. potresni coni za višje stavbe	18
3. INDIVIDUALNE OCENE STAVB V OBLINI KOBARID	19
3.1 Obravnavane stavbe	19
3.2 Splošni podatki o stavbah	19
3.3 Podatki o nosilnih konstrukcijah za oceno potresne odpornosti	21
3.3.1 Zidane stavbe	21
3.3.2 Armiranobetonske stavbe	22
3.4 Potresna obtežba	24
3.5 Presoja potresne odpornosti ter ocena potresne ranljivosti in poškodovanosti	24
4. MODELNE OCENE STAVB V OBLINI KOBARID	27
4.1 Obravnavane stavbe	27
4.2 Podatki o stavbah	28
4.3 Ocena poškodovanosti	28
5. ZAKLJUČKI	29
6. VIRI IN LITERATURA	31

PRILOGA DP2-A: OPISI INDIVIDUALNO OCENJENIH STAVB

KO1: Osnovna šola Simona Gregorčič il' a Kobarid, Gregorčič il'eva 18a, Kobarid	34
KO2: OŠ Simona Gregorčič il' a Kobarid - PG Drežnica, Drežnica 16e, Drežnica	38
KO3: OŠ Simona Gregorčič il' a Kobarid - PG Smast, Smast 13, Smast	40
KO4: OŠ Simona Gregorčič il' a Kobarid - PG Breginj, Breginj 65, Breginj	42

PRILOGA DP2-B: OCENJENE LASTNOSTI MODELNO OCENJENIH STAVB

KO5: Stanovanjska stavba Markova ulica 16 , Kobarid	45
KO6: Kulturni dom in kino, Stresova ulica 2, Kobarid	45
KO7: Vrstna hiša Stresova ulica 20-20a-20b-20c, Kobarid	45

1. UVOD

Ker ni potres tisti, ki povzroča žrtve, pač pa stavbe in drugi objekti, ki se zaradi potresa poškodujejo ali rušijo, je potresno odporna gradnja edina učinkovita in zanesljiva zaščita pred potresi. V fazi projektiranja in izvedbe jo zagotavlja upoštevanje ustreznih tehničnih predpisov. V Sloveniji so se prvi pravi potresni predpisi prvič uporabljali leta 1963 (*Odredba o dimenzioniranju in izvedbi gradbenih objektov v potresnih območjih*), tik pred katastrofalnim potresom v Skopju v Makedoniji. To leto je tudi ključna prelomnica, po kateri je bil leta 1964 sprejet *Pravilnik o zahtevnih tehničnih predpisih za gradnje na potresnih področjih* in po kateri so se prvič graditi po tedanjih kriterijih potresno varni objekti. *Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih* iz leta 1981 je bil dopolnjen na podlagi novih spoznanj, vendar je še omejen na področje objektov visoke gradnje. Slovenija je nato leta 1995 v vzporedno uporabo sprejela evropski predstandard Evrokod 8, ki ureja področje potresno varne gradnje. Kot sestavni del Nacionalnega dokumenta za uporabo Evrokod 8 v Sloveniji je bila pripravljena in sprejeta nova karta potresne nevarnosti, ki je prvič veljala od 1.1. 2002. Ta karta na posameznih področjih Slovenije določa projektni pospešek tal, katerega vrednost se giblje med 10 % in 25 % pospeška prostega pada. Najvišjo vrednost le-ta dosega v Ljubljani in njeni okolici.

Med potresno najbolj ranljive objekte sodijo gradbeni objekti, ki so bili projektirani in grajeni pred uvedbo potresnih predpisov. Zelo ranljive so praviloma večetažne stanovanjske in javne stavbe z zidano nosilno konstrukcijo. Veliko ranljivih objektov pa je tudi iz skupine kasneje zgrajenih armiranobetonskih stavb, kjer se predpisi za potresno odporno gradnjo niso dosledno upoštevali. Med potresno ranljivimi objekti so še tudi nekateri najpomembnejši gradbeni objekti, celo tisti, od katerih je odvisno delovanje sistema za odpravljanje posledic potresa, pa tudi objekti, katerih poškodbe ali porušitev lahko pomenijo za okolico dodatno katastrofo, kot so odlagališča industrijskih odpadkov in podobno.

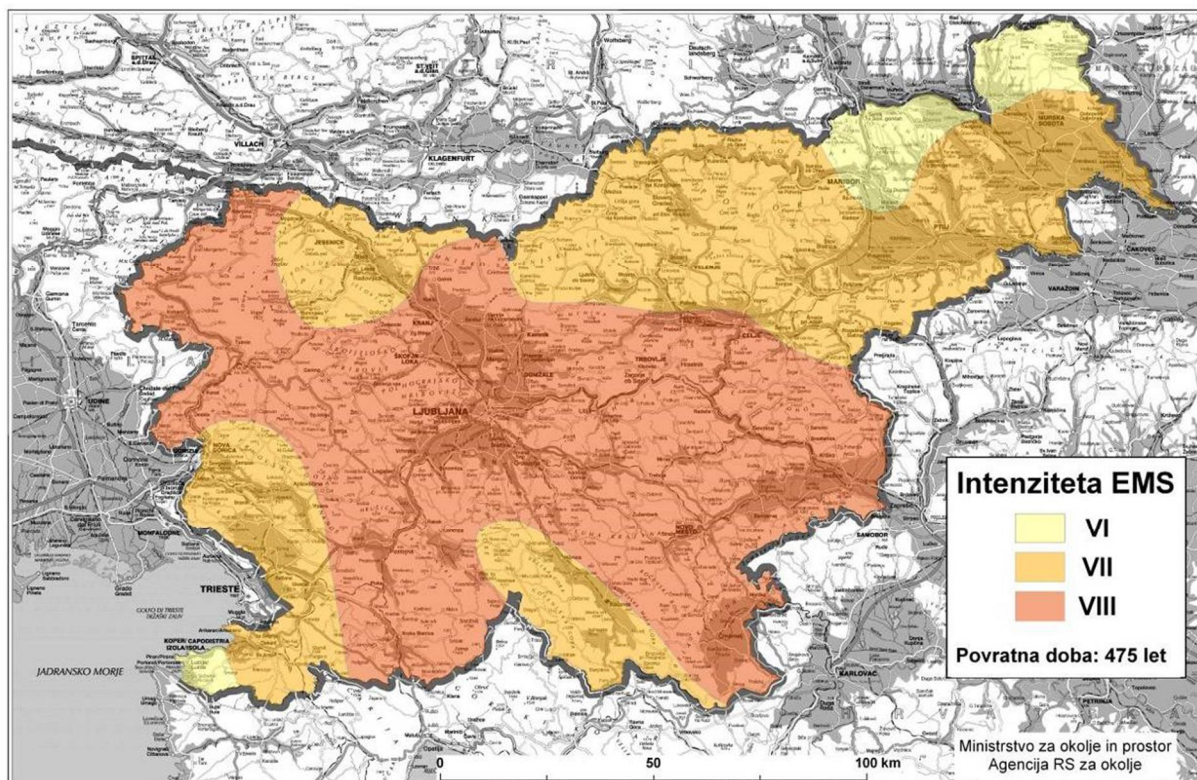
Pri načrtovanju zmanjševanja potresne ranljivosti večje skupine objektov ali pridobitve okvirne informacije o potresni odpornosti posameznega objekta se uporabljajo preproste, a dovolj zanesljive metode za ocenjevanje potresne odpornosti. V letu 2001 je bila na ZAG razvita metoda za ocenjevanje potresne odpornosti zidanih zgradb, t.j. koeficienta SRC_u , imenovana PO-ZID, ki temelji na optimalni izbiri vhodnih in izhodnih parametrov ter dragoceni bazi podatkov in rezultatov do sedaj opravljenih računskih analiz. V banko podatkov je vključena večina zidanih objektov, ki so bili v zadnjih nekaj letih sistematično pregledani in računsko ovrednoteni na ZAG. Zaradi specifičnosti armiranobetonskih konstrukcij je bila na ZAG v letu 2002 izdelana še metoda za ocenjevanje potresne odpornosti armiranobetonskih konstrukcij PO-AB. Rezultati ocenjevanja potresne odpornosti po metodi PO-ZID za zidane objekte so primerljivi z rezultati metode PO-AB za armiranobetonske konstrukcije.

Za oceno potresne ranljivosti objektov oziroma oceno obsega pričaakovanih poškodb je bila v letih 1994 do 1996 na ZAG razvita metoda RAN-Z, ki metodi PO-ZID in PO-AB dopolnjuje. Na osnovi ekspertne ocene izbranih vhodnih parametrov, ki določajo lastnosti konstrukcije objekta, model izvednoti številčno oceno ranljivosti objekta. S to metodo ocenjena potresna ranljivost oceni tudi kategorijo poškodovanosti po barvni lestvici, ki se običajno uporablja pri oceni po potresu poškodovanih objektov (zelena, rumena, rdeča). Posamezna kategorija vsebuje opis pričakovanih poškodb.

V letih od 2001 do 2010 so bile na ZAG s temi metodami izdelane ocene potresne odpornosti in ranljivosti za manjše oziroma večje skupine šolskih, vzgojno-varstvenih, zdravstvenih, stanovanjskih in upravnih objektov ter objektov gasilskih domov v Mestni občini Ljubljana. Tako dobljeni rezultati so med seboj primerljivi in bodo lahko pristojnim službam MOL služili za načrtovanje ukrepov v izrednih razmerah, uporabnikom pa za izdelavo prioritete pri protipotresnem utrjevanju.

V okviru priprave projekta smo ocenili skupno 86 različnih stavb. Stavbe se večinoma nahajajo na območjih, kjer je vrednost projektnega pospeška tal na Karti potresne nevarnosti Slovenije enaka 0.250 g ali 0.225 g (slika 2.1 - rdeče in temno oranžno), nekaj stavb pa se nahaja tudi v območjih nižje seizmičnosti. Te izjeme so bile v ocenjevanje izbrane zaradi njihove pomembnosti (zdravstvene stavbe, gasilski domovi, šolske stavbe, stavbe civilne zaščite) ali zaradi bližine nuklearne elektrarne (Krško in okoliški kraji). Stavbe so bile izbrane po dogovoru z naročnikom, s strani Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport in s strani občine. V ocenjevanje so bile praviloma vključene stavbe, ki bi po oceni obstoječega modela POTROG v primeru potresa z intenziteto po Karti potresne intenzitete Slovenije (slika 1.1) utrpeli poškodbe kategorije 5, 4 (rdeča), 3 ali izjemoma 2 (rumena) po Evropski potresni lestvici EMS-98 (Grünthal, 1998).

Stavbe so bile ocenjene na dveh nivojih natančnosti, z metodami, kot je opisano v nadaljevanju.



Slika 1.1. Karta potresne intenzitete s povratno dobo 475 let (Čket Motnikar in Zupančič, 2011).

2. METODOLOGIJE OCENJEVANJA

Ocena temelji na primerjavi ocenjene potresne odpornosti objekta s priľakovano potresno obteľbo, ki je definirana v potresnih predpisih. Ne glede na vrsto nosilne konstrukcije se ocena praviloma izdela za vsako od dveh pravokotnih smeri konstrukcije posebej. Naľin oziroma metoda ocenjevanja potresne odpornosti in doloľitev predpisane potresne obteľbe pa je odvisna od vrste nosilne konstrukcije objekta.

2.1 Ocena potresne odpornosti

2.1.1 Zidane stavbe

Na Zavodu za gradbeniľtvo Slovenije (prej Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij) je bila razvita analitiľna metoda za raľun potresne odpornosti zidanih stavb. Za vsako od dveh med seboj pravokotnih smeri se izraľuna koeficient potresne odpornosti SRC_u po metodi mejnih stanj, pri ľemer veljajo naslednje osnovne predpostavke metode:

- v primeru vodoravne potresne obteľbe tvori etaľni mehanizem, tako da je potresna odpornost objekta enaka potresni odpornosti kritiľne etaľe;
- zidovi so med seboj povezani z vodoravnimi vezmi in s stropnimi konstrukcijami, ki so toge v svoji ravnini, zaradi ľesar se uľinki potresnih vplivov prenesejo na posamezne zidove v sorazmerju z njihovimi togostmi;

Toľna raľunska analiza potresne odpornosti se obilľajno uporablja v fazi projektiranja protipotresne utrditve objekta, pri ľemer je med drugim potrebno poznati mehanske lastnosti vgrajenih materialov in toľne sestave vseh elementov nosilne konstrukcije. Te podatke je potrebno pridobiti z detajlnim pregledom in laboratorijskimi preiskavami odvzetih vzorcev materialov (zidaki, malta, beton).

Pri naľrtovanju zmanjľevanja potresne ranljivosti velľje skupine objektov ali pridobitve okvirne informacije o potresni odpornosti posameznega objekta pa se uporabljajo preprostejľe, a dovolj zanesljive metode za ocenjevanje potresne odpornosti. V letu 2001 je bila na ZAG razvita metoda za ocenjevanje potresne odpornosti zidanih zgradb, imenovana PO-ZID, in do sedaj tudi ľe praktiľno aplicirana pri dveh skupinah objektov v Mestni obľini Ljubljana. Metoda PO-ZID temelji na optimalni izbiri vhodnih in izhodnih parametrov ter dragoceni bazi podatkov in rezultatov do sedaj opravljenih raľunskih analiz. V banko podatkov je vkljuľena velľina zidanih objektov, ki so bili v zadnjih nekaj letih sistematiľno pregledani in raľunsko ovrednoteni na ZAG.

PO-ZID ľ opis metode

Izhodiľni parametri

Metoda uporablja velľje ģtevilko izhodiľnih parametrov, za katere se je izkazalo, da vplivajo na potresno odpornost objekta. Da bi lahko posredno vkljuľili tudi eventualno razliľne vrste materialov oziroma razliľne mehanske lastnosti za posamezne navpiľne nosilne elemente (zidove, stene, stebre), so pri :

- koliľini zidov glede na povrģino objekta in
- povrģinskih deleľnih striľnih zidov

v posamezni smeri upošteevane nadomestne površine zidov, kar je razvidno iz nadaljevanja.

V nadaljevanju sledi opis izhodišnih parametrov:

$$\rho_x^* = \frac{A_x^*}{A_{\text{tloris}}} \quad \dots \quad \text{nadomestna površina zidov v smeri x glede na površino tlorisa objekta,} \quad (2.1)$$

$$\rho_y^* = \frac{A_y^*}{A_{\text{tloris}}} \quad \dots \quad \text{nadomestna površina zidov v smeri y glede na površino tlorisa objekta,} \quad (2.2)$$

$$g_{\text{tot}} = \frac{G_{\text{tot}}}{A_{\text{tloris}}} \quad \dots \quad \text{tlorisna obtežba objekta,} \quad (2.3)$$

$$\overline{\sigma}_o = \frac{G_{\text{tot}}}{A_x + A_y} \quad \dots \quad \text{povpreč na osna obremenitev v zidovih zaradi navpične obtežbe,} \quad (2.4)$$

$$d_{Ax-s}^* = \frac{A_{x-s}^*}{A_x^*} \quad \dots \quad \text{delež nadomestnih površin strižnih zidov v x smeri,} \quad (2.5)$$

$$d_{Ax-f}^* = \frac{A_{x-f}^*}{A_x^*} = 1 - d_{Ax-s}^* \quad \dots \quad \text{delež nadomestnih površin upogibnih zidov v x smeri,} \quad (2.6)$$

$$d_{Ay-s}^* = \frac{A_{y-s}^*}{A_y^*} \quad \dots \quad \text{delež nadomestnih površin strižnih zidov v y smeri,} \quad (2.7)$$

$$d_{Ay-f}^* = \frac{A_{y-f}^*}{A_y^*} = 1 - d_{Ay-s}^* \quad \dots \quad \text{delež nadomestnih površin upogibnih zidov v y smeri,} \quad (2.8)$$

$$\bar{e}_x = \frac{y_m - y_s}{r} \quad \dots \quad \text{brezdimenzionalna ekscentričnost vztrajnostnih sil, delujočih v x smeri;} \quad (2.9)$$

$$\bar{e}_y = \frac{x_m - x_s}{r} \quad \dots \quad \text{brezdimenzionalna ekscentričnost vztrajnostnih sil, delujočih v y smeri;} \quad (2.10)$$

kjer sta:

$$A_x^* = \sum_i A_{x-i} \frac{f_{t-i}}{f_{t-\text{ref}}} \quad \dots \quad \text{nadomestna površina vodoravnih prereзов zidov v x smeri, t.j. vsota geometrijskih površin zidov v tej smeri, korigiranih z razmerjem natezne trdnosti posameznega zidu in referenčne natezne trdnosti;} \quad (2.11)$$

$$A_y^* = \sum_i A_{y-i} \frac{f_{t-i}}{f_{t-\text{ref}}} \quad \dots \quad \text{nadomestna površina vodoravnih prereзов zidov v y smeri;} \quad (2.12)$$

$$A_x = \sum_i A_{x-i} \quad \dots \quad \text{geometrijska površina vodoravnih prerezov zidov v x smeri;}$$

$$A_y = \sum_i A_{y-i} \quad \dots \quad \text{geometrijska površina vodoravnih prerezov zidov v y smeri;}$$

A_{tloris} ... površina tlorisa objekta;

G_{tot} ... skupna teža objekta;

x_m, y_m ... koordinati masnega središča;

x_s, y_s ... koordinati središča togosti etaže;

r ... masni vztrajnostni polmer etaže.

Vhodni parametri

Zaradi prepletanja pozitivnega in negativnega vpliva teže objekta se je izkazalo za zelo primerno, da se za osnovni neposredni vhodni parameter uporabi količina, določena z izrazom za določanje strižne nosilnosti zidu (enačba prof. Turniška), ki se pogosto uporablja za oceno strižne nosilnosti objektov:

$$VK_{\text{in-s}} = \frac{H_{\text{u-in-s}}}{G_{\text{tot}}} = \frac{C_R \rho_{\text{in}}^* f_{\text{t-ref}}}{g_{\text{tot}} 1.5} \sqrt{\frac{\sigma_o}{f_{\text{t-ref}}} + 1} \quad \dots \quad \text{ocena strižne nosilnosti objekta v obravnavani smeri (in plane).} \quad (2.11)$$

Za dopolnilne vhodne parametre, ki naj bi to oceno korigirali v pravi smeri, so bili glede na dosedanje izkušnje izbrani:

$$d_{\text{Ain-s}}^* = \frac{A_{\text{in-s}}^*}{A_{\text{in}}^*} \quad \dots \quad \text{delež nadomestnih površin strižnih zidov v obravnavani smeri,} \quad (2.12)$$

$$d_{\text{Aout}}^* = \frac{\rho_{\text{out}}^*}{\rho_{\text{in}}^*} \quad \dots \quad \text{delež nadomestnih površin zidov v smeri, ki je pravokotna na obravnavano (out-of plane),} \quad (2.13)$$

$$\bar{e}_{\text{in}} \quad \dots \quad \text{brezdimenzionalna ekscentričnost vztrajnostnih sil, delujočih v obravnavani smeri.} \quad (2.14)$$

Objekt se neodvisno ocenjuje v x in y smeri. Pri obravnavi objekta v x smeri, je indeks enakega indeksa ω_{out}^* in se upošteva le parametri VK_{x-s} , $d_{\text{Ax-s}}^*$, $d_{\text{Ay}}^* = \frac{\rho_y^*}{\rho_x^*}$ in $\bar{e}_x$. Pri obravnavi objekta v y smeri velja obratno in se upošteva le parametri VK_{y-s} , $d_{\text{Ay-s}}^*$, $d_{\text{Ax}}^* = \frac{\rho_x^*}{\rho_y^*}$ in $\bar{e}_y$.

Izhodni parameter

Glavni izhodni parameter metode PO-ZID je ocena potresne odpornosti v obravnavani smeri:

SRC_u ... idealizirani koeficient potresne odpornosti.

Doloi se ga neodvisno za x in za y smer objekta, minimalno vrednost od obeh pa se upošteva kot merodajno.

Korekcija rezultatov

Glede na to, da je računska predpostavka o neskončni togosti medetafih konstrukcij pri starejših zidanih zgradbah izpolnjena le v manjši meri, je bil vpeljan dodatni faktor zmanjšane povezanosti zgradb k_{np} (Tomaševič in drugi, 1991). S faktorjem zmanjšane povezanosti objekta k_{np} je potrebno reducirati merodajni koeficient potresne odpornosti SRC_u , da dobimo reduciran-dejanski koeficient potresne odpornosti SRC_{u-np} :

$$SRC_{u-np} = k_{np} \cdot \min(SRC_{u-x}, SRC_{u-y}) \quad (2.15)$$

Razpon vrednosti k_{np} je bil doloen na podlagi prejšnjih eksperimentalnih raziskav vpliva povezanosti stropnih konstrukcij na potresno odpornost objekta, vrednosti za posamezne objekte pa so bile doloene v odvisnosti od ocenjene vrednosti parametra povezanosti zidov po ocenjevalni metodi in etañnosti objekta:

Preglednica 2.1: Vrednost faktorja k_{np} glede na vrednost parametra δ Povezanost zidovô(PZ) in etañnosti objekta

δPovezanost zidovô (metoda ocenjevanja)	faktor knp za objekte višine do P+2	faktor knp za objekte višine od P+3 do P+6
1	1.00	1.00
2	0.90	0.90
3	0.80	0.75
4	0.70	0.60
5	0.65	0.50

Vrednost parametra δ Povezanost zidovô (PZ) se dolo i neposredno po osnovni razlii ici metode iz I. 1986 (Lutman, 2002), moño pa je uporabiti ugotovljeno odvisnost (Lutman, 2003) parametra PZ od:

- znane vrste stropnih konstrukcij in
- znane starosti objekta (ta dva podatka sta vel inoma znana).

Preglednica 2.2: Vrednosti parametra δ Povezanost zidovô(PZ) glede na starost objekta in vrsto stropov

starost objekta	vrsta stropov		
	leseni stropi in oboki	a.b. stropi, leseni stropi in oboki	a.b. stropi
do 1946	4	3	2
1946 ñ 1965	3	-	2
po 1966	-	-	1

2.1.2 Armiranobetonske stavbe

Tol'no se potresna odpornost nosilne konstrukcije objekta izra'una z zahtevnimi nelinearnimi ra'unskimi analizami. Ocenopotresne odpornosti pa se lahko izdelana na vsaj dveh nivojih natanl'nosti:

- na podlagi ra'unskega modela in obremenitev iz projekta (višji nivo natanl'nosti), ali
- neposredno z izbrano metodo ocenjevanja (nižji nivo natanl'nosti).

2.1.2.1 Upoštevanje ra'unskega modela in obremenitev iz projekta

V kolikor je model konstrukcije po projektu s staligla potresnega inženirstva primeren, lahko iz njega povzamemo potresne obtehe in obremenitve. To lahko bistveno skrajša in poenostavi postopek ocene, sama ocena pa je lahko precej toljnejša kot v primeru ocenjevanja objekta po doloenem postopku brez upoštevanja rezultatov ra'unske analize iz projektne dokumentacije. Najprej doloimo kritil'no obremenitev kritil'nega elementa, t.j. tisto obremenitev tistega elementa, za katero je razmerje med reducirano nosilnostjo in projektno obremenitvijo najmanjše. Reducirana nosilnost je dejanska nosilnost, zmanjšana za obremenitev zaradi navpil'ne obtehe. Koeficient potresne odpornosti pa nato ocenimo kot produkt tega najmanjšega razmerja in brezdimenzionalne projektne potresne obtehe:

$$SRC_u = \frac{N_u - N_{proj-g,p}}{N_{proj-s}} \left(\frac{H_{tot}}{G_{tot}} \right)_{proj} \quad (2.16)$$

kjer je N_u nosilnost, $N_{proj-g,p}$ projektna obremenitev zaradi navpil'ne obtehe, N_{proj-s} projektna obremenitev zaradi potresne obtehe (vse v kritil'nem elementu), H_{tot} je skupna projektna vodoravna potresna obteha, G_{tot} pa skupna teha objekta. Kritil'na obremenitev N_i je lahko osna sila, prel'na sila ali upogibni moment.

2.1.2.2 Neposredna metoda ocenjevanja

V kolikor so predpostavke in ra'unski modeli pri projektih za razli'ne objekte razli'ni, obstaja nevarnost, da bodo dobljeni rezultati ocen na višjem nivoju natanl'nosti med seboj teho primerljivi. V tem primeru je koristno vzporedno izdelati še neposredno oceno na nižjem nivoju natanl'nosti in upoštevati primernejši rezultat. V vsakem primeru pa se z neposredno metodo ocenijo tisti objekti, za katere projektna dokumentacija ni dosegljiva ali je dosegljiva v zelo omejenem obsegu.

Splošno

Pri sami oceni potresne odpornosti ni upoštevan vpliv torzije zaradi eventuelne torisne nepravilnosti objekta, zaradi esar je pri ra'unu nosilnosti posameznih elementov upoštevan le enojni upogib z osno silo.

Pri mehanih a.b. nosilnih konstrukcijah je sodelovanje okvirov in sten pri prevzemu potresne obtehe razli'no. Predvsem je prispevek enih oziroma drugih k skupni potresni odpornosti odvisen od funkcije pri prevzemu navpil'ne obtehe ter mehanizma pri prevzemu vodoravne potresne obtehe. A.b. stene zaradi svoje obil'ajno znatno višje togosti glede na stebre okvirov prevzamejo v prvi fazi vel'ji del potresne obtehe. Ko pride do njihove poružitve pa vodoravno potresno obteho prevzamejo stebri, v kolikor še ni priglo do

poružitve objekta zaradi poružitve medetafih konstrukcij. V kolikor so stebri zasnovani za prevzem celotne navpične obtežbe, lahko prevzamejo potresno obtežbo v drugi fazi.

Zato je po tej metodi upoštevana bodisi nosilnost sten, bodisi stebrov okvirov: nosilnost a.b. sten v primerih, ko so bile le-te zasnovane za prevzem navpične in vodoravne potresne obtežbe tudi v projektu; nosilnost a.b. stebrov v primerih, ko so bili za prevzem navpične in vodoravne potresne obtežbe v projektu predvideni stebri, stene pa so bile dodane npr. ob jaških stopniščih ali dvigal.

V splošnem se za vse tipične a.b. elemente za vsako od obeh obravnavanih tlorskih smeri izračunajo upogibne in strižne nosilnosti.

Pri višjih okvirnih konstrukcijah je praviloma upoštevana predpostavka o togih prelah, tako da se momentni llenki pojavljajo na sredini stebrov etahe. Enako predpostavko je možno upoštevati tudi pri enoetafih konstrukcijah, kjer so stropne konstrukcije relativno toge in togo povezane s stebri. Pri pritlilnih konstrukcijah, kjer pa je streghna konstrukcija llenkasto podprta s stebri, so stebri obravnavani kot konzole. Celotna vodoravna potresna obtežba se tako prevzema s prel'nimi silami in upogibnimi momenti stebrov, ne pa tudi z dodatnimi osnimi silami v stebrih.

Pri stenah sta predpostavljena največja prel'na sila in največji upogibni moment ob vpetju v temelje.

Okvirne a.b. konstrukcije in konstrukcije na a.b. stebrih

Med te konstrukcije sodijo:

- okvirne a.b. konstrukcije, kjer so stebri togo povezani s prel'kami v eni ali obeh tlorskih smereh,
- konstrukcije, kjer so a.b. stebri neposredno vpeti v medetafne konstrukcije, in
- konstrukcije, kjer a.b. stebri llenkasto podpirajo nosilce medetafne konstrukcije.

Upogibno nosilnost tipilnih a.b. stebrov izračunamo po metodi mejnih stanj s pomočjo računalniškega programa INTDIA, razvitega na Zavodu za gradbeništvo. Računalniški program INTDIA pri dani geometriji prereza, armaturi, mehanskih lastnostih vgrajenih materialov ter dani osni sili izračuna mejni upogibni moment prereza M_u .

Iz mejnega upogibnega momenta izrazimo mejno vodoravno silo:

$H_{u-f} = M_u / (0.5 h)$... ob predpostavki obojestransko vpetega stebra (okvirne konstrukcije),

$H_{u-f} = M_u / h$... ob predpostavki konzolnega stebra (stebri llenkasto podpirajo medetafno konstrukcijo).

Strižno nosilnost pa določimo s pomočjo izrazov iz Evrokod 8 oziroma Evrokod 2::

$$H_{u-s} = V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} \quad (2.17)$$

kjer so:

$$V_{cd} = (C_{Rd} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \quad - \text{prispevek betona,}$$

MB	15	20	25	30	37	45	50	55	60
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$f_{ck}(\text{MPa})$	12	16	20	25	30	35	40	45	50
----------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

$C_{Rd} = 0.18 / g_c$ (za $g_c = 1.5$ je $C_{Rd} = 0.12$),

$k = 1 + \sqrt{200/d}$ ô2, kjer je d v mm,

$$k_1 = 0.15$$

ρ_1 - količnik natezne vzdolžne armature: $\rho_1 = A_{s1} / (b_w d)$,

σ_{cp} - osna obremenitev elementa,

b_w - širina prereza,

d - statilna višina natezne armature,

$$V_{wd} = A_{sws} 0.9 d f_{yws} / s_s + A_{swd} 0.9 d f_{ywd} / s_d (1 + \cot \alpha) \sin \alpha \quad \dots \text{prispevek strižne armature,}$$

A_{sws}, A_{swd} - presek strižne armature (stremen, diagonalne armature),

s_s, s_d - razmak med stremeni oz. diagonalno armaturo,

f_{yws}, f_{ywd} - meja elastičnosti jekla stremen / diagonalne armature,

α - kot med diagonalno armaturo in vzdolžno osjo.

Glede na določila Evrokod 8, kot tudi že veljavnega Pravilnika smemo za kritična območja (območja plastifikacij) upoštevati le prispevek strižne armature, ker beton zaradi drobljenja zaradi upogiba ne more sodelovati pri prevzemu prečnih sil. To določilo pa je zelo konservativno v primerih, ki jih sodobni potresni predpisi tako ne dopuščajo, to je v primerih zelo majhne količine stremenske armature. Tedaj bi bila strižna nosilnost stremen bistveno manjša od ekvivalentne upogibne nosilnosti in beton pri doseženi nosilnosti stremen že zdaleč ne bi bil poškodovan.

Merodajna nosilnost posameznega stebra je manjša od obeh vrednosti:

$$H_u = \min (H_{u-f}, H_{u-s})$$

Skupno nosilnost kritične etaže ocenimo kot vsoto merodajnih nosilnosti vseh stebrov. Če skupno mejno vodoravno silo delimo s skupno težo objekta nad nivojem kritične etaže, dobimo ocenjen koeficient potresne odpornosti:

$$SRC_u = \frac{H_{tot,u}}{G_{tot}} \quad (2.18)$$

Stenaste a.b. konstrukcije

Upogibne oziroma strižne nosilnosti posameznih sten v kritičnem prerezu izračunamo na enak način, kot je to opisano za stebre. Po določilih Pravilnika je potrebno vso potresno silo prevzeti z vodoravno armaturo. Tudi tu je to določilo konservativno v primerih zelo majhne količine vodoravne armature.

Veliko večjo pozornost pa je pri stenah potrebno posvetiti predpostavljenemu računskega modela in posledično razmerju med upogibnim momentom in prečno silo stene v kritičnem prerezu.

2.2 Potresna obtežba

V Republiki Sloveniji potresno varnost gradbenih objektov ureja standard *Evrokod 8* **Projekiranje potresno odpornih konstrukcij** (SIST EN 1998, v nadaljevanju EC 8): Del 1 pokriva področje projektiranja in gradnje stavb, del 3 pa pokriva oceno in prenovo stavb. Uporablja se skupaj z Nacionalnim dodatkom k SIST EN 1998-1

V obvezno uporabo ga je vpeljal *Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov* (Ur.l.RS št. 101/2005), ki je s 1.1.2008 tudi razveljavil stari *Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih* (Ur.l.SFRJ št. 31/1981).

Ob zadostitvi določenih minimalnih zahtev mora imeti konstrukcija zahtevano potresno odpornost - njena računska nosilnost mora biti večja ali enaka predpisani potresni obtežbi. Ta pogoj se lahko zapiše v brezdimenzijski obliki:

$$SRC_u = \frac{H_u}{G_{tot}} > BSC_u,$$

kjer so:

SCR_u - mejni koeficient potresne odpornosti objekta,

H_u - izračunana potresna odpornost (nosilnost) objekta,

G_{tot} - teža objekta nad obravnavanim prerezom,

BSC_u - predpisan mejni strižni koeficient.

2.2.1 Evrokod 8

Standard *Evrokod 8* (SIST EN 1998-1:2005 in [SIST EN 1998-1:2005/oA101:2005](#)) določa mejno potresno obtežbo v obliki brezdimenzionalnega koeficienta mejne računske prečne sile v kritični etaži (ultimate base shear coefficient). Odvisen je od lastne nihanje dobe konstrukcije:

$$BSC_u = \gamma_I \alpha S \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \quad \dots \quad T_B \leq T \leq T_C;$$

$$BSC_u = \gamma_I \alpha S \frac{2.5}{q} \quad \dots \quad 0 \leq T \leq T_B;$$

$$BSC_u = \gamma_I \alpha S \frac{2.5}{q} \left[\frac{T_C}{T} \right]; \quad BSC_u \geq \gamma_I \alpha 0.2 \quad \dots \quad T_C \leq T \leq T_D;$$

$$BSC_u = \gamma_I \alpha S \frac{2.5}{q} \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]; \quad BSC_u \geq \gamma_I \alpha 0.2 \quad \dots \quad T \geq T_D;$$

kjer so:

BSC_u - predpisan koeficient mejne računske prečne sile v kritični etaži;

S - koeficient tal: $S = 1.0, 1.2, 1.15, 1.35, 1.7, 2.55$ za kategorije tal A, B, C, D, E in S_1 ;

T_B, T_C, T_D - meje nihajnih časov v spektru iz Evrokod 8, ki so odvisne od kategorije tal:

kategorija tal A: $T_B = 0.10$ s, $T_C = 0.40$ s, $T_D = 2.0$ s;

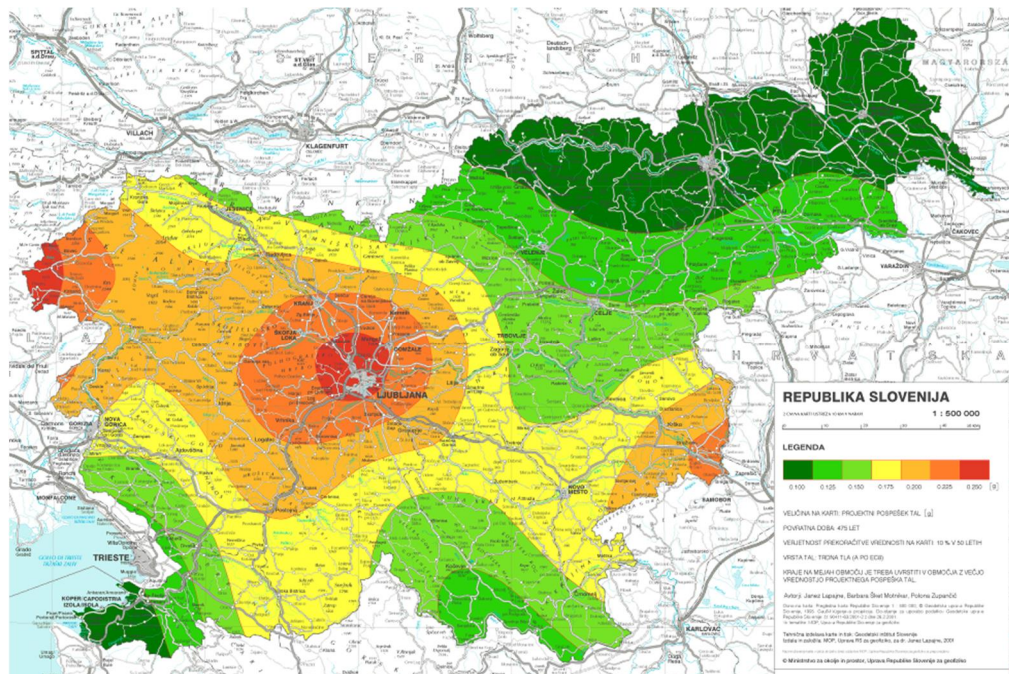
kategorija tal B: $T_B = 0.15$ s, $T_C = 0.50$ s, $T_D = 2.0$ s;

kategorija tal C: $T_B = 0.20$ s, $T_C = 0.60$ s, $T_D = 2.0$ s;

kategoriji tal D in S_1 : $T_B = 0.20$ s, $T_C = 0.80$ s, $T_D = 2.0$ s;

kategorija tal E: $T_B = 0.10$ s, $T_C = 0.40$ s, $T_D = 2.0$ s;

α - brezdimenzijski efektivni (računski) pospešek tal, t.j. efektivni pospešek tal a_g , izražen s pospežkom prostega pada $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ (slika 2.1).



Slika 2.1: Karta *Potresna nevarnost Slovenije - projektni pospešek tal* (Tehnični komite USM/TC KON/WG 8, april 2001), ki je v Sloveniji prilagojena veljati od 1.1. 2002 naprej, njeno uporabo pa predpisuje tudi Nacionalni dodatek k Evrokod 8.

- q - faktor obnažanja konstrukcije, ki je odvisen od vrste nosilne konstrukcije;
 γ_1 - faktor pomembnosti objekta; V Evrokod 8 veljajo sledeče vrednosti:

kategorija pomembnosti	stavbe	faktor pomembnosti
IV	stavbe, katerih integriteta med potresi je življenjskega pomena za civilno zaščito, npr. bolnišnice, gasilske postaje, elektrarne in podobno	1.4
III	stavbe, katerih potresna odpornost je pomembna glede na posledice poružitve, npr. škole, dvorane za srečanja, kulturne ustanove in podobno	1.2
II	navadne stavbe, ki ne pripadajo drugim kategorijam	1.0
I	stavbe, manj pomembne za varnost ljudi, npr. kmetijski objekti in podobno	0.8

2.2.2 Pravilnik

Za primerjavo navajamo še vrednosti mejnega strnišnega koeficienta, ki ga predpisuje razveljavljeni *Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih* (Ur. l. SFRJ 31/1981). Ta Pravilnik določa skupni mejni koeficient seizmičnosti, ki izraža potresno obtežbo, kot produkt faktorjev:

$$VK = V K_0 K_s K_d K_p = BSC_u,$$

kjer so:

K - skupni koeficient seizmičnosti;

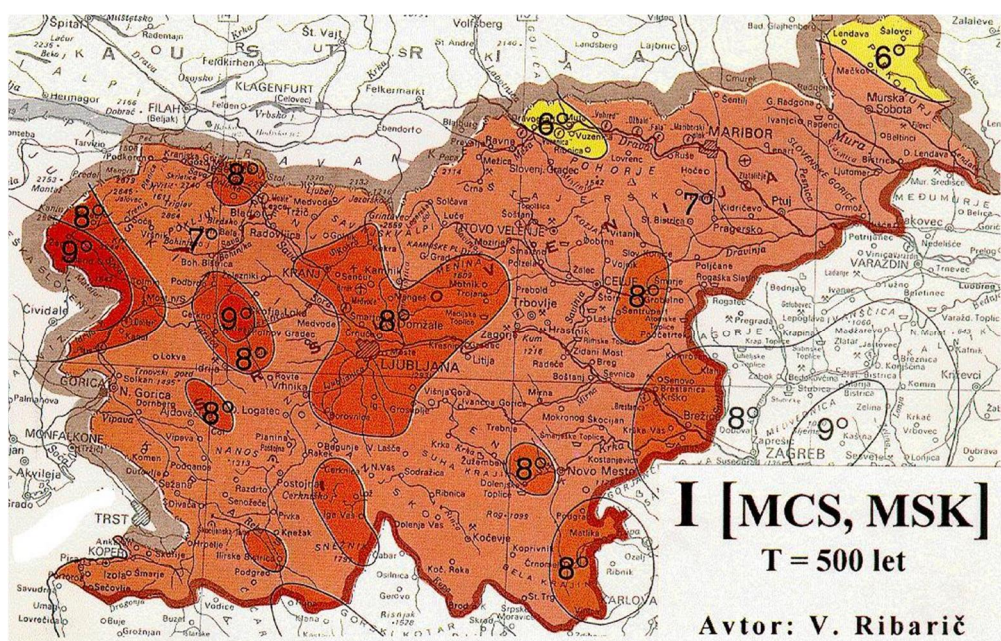
V - koeficient varnosti, l'e potresno odpornost konstrukcije preverjamo po metodi mejnih stanj ($V = 1.5$ za zidane konstrukcije, $V = 1.3$ za armiranobetonske konstrukcije, $V = 1.15$ za jeklene konstrukcije);

K_0 - koeficient kategorije objekta (po veljavnem Pravilniku za objekte I. kategorije, med katerimi so npr. gole, vrtci, zdravstveni objekti in objekti izjemne kulturne vrednosti, velja $K_0 = 1.5$; za objekte II. kategorije, med katerimi so stanovanjske, poslovne in druge javne stavbe, pa velja $K_0 = 1.0$);

K_s - koeficient seizmične intenzitete po Seizmološki karti (slika 2.2);

Za Ljubljano obstaja karta mikrorajonizacije (Lapajne, 1974) in sledel'e vrednosti koeficienta za posamezne cone:

$8_1: K_s = 0.04$; $8_2: K_s = 0.05$; $8_3: K_s = 0.06$; $9_2: K_s = 0.10$; $9_3: K_s = 0.12$;



Slika 2.2: Seizmološka karta za povratno dobo 500 let (Ribarič, 1987).

K_d - koeficient dinamičnosti. Odvisen je od lastne nihanje dobe konstrukcije in kategorije tal:

- I. kategorija tal: $K_d = 0.5 / T$; $1.0 > K_d > 0.33$;
- II. kategorija tal: $K_d = 0.7 / T$; $1.0 > K_d > 0.47$;
- III. kategorija tal: $K_d = 0.9 / T$; $1.0 > K_d > 0.60$;

K_p - koeficient duktilnosti in duženja, ki je odvisen od vrste nosilne konstrukcije: za jeklene in a.b. konstrukcije je $K_p = 1.0$, za zgradbe iz armiranih zidov je $K_p = 1.3$, za zidane zgradbe z navpičnimi a.b. vezmi je $K_p = 1.6$, za navadne zidane zgradbe, t.j. zgradbe brez navpičnih vezi, pa je $K_p = 2.0$.

2.3 Ocena potresne ranljivosti

2.3.1 Opis metode RAN-Z

V okviru raziskave potresne ranljivosti obstoječih gradbenih objektov (Peruš in drugi, 1995) je bila razvita metoda za oceno ranljivosti zidanih objektov RAN-Z in izdelana baza podatkov zanj. Pri tem je bila odločilnega pomena izbira parametrov, izbira tipa posameznih parametrov, zbiranje in korekcijo baze podatkov/znanja ter dokaz uporabnosti modela. Baza znanja je bila pridobljena na osnovi rezultatov ankete, ki jo je izpolnilo 6 vrhunskih ekspertov s področja potresnega inženirstva. Model pa je bil tudi verificiran na osnovi podatkov o poškodovanosti objektov po dejanskem potresu maja 1976 v Posočju.

Za razliko od metode iz l. 1986 upošteva poljubno nelinearno odvisnost med vhodnimi parametri in oceno potresne ranljivosti objekta. Metoda temelji na principu delovanja nevronske mreže, rezultati, ki so lahko prikazani v razponu, pa zato veljajo z določeno verjetnostjo. Zaradi nezanesljivosti vseh vhodnih parametrov so tudi končne ocene nezanesljive oziroma zanesljive samo z določeno verjetnostjo.

Za oceno potresne ranljivosti po metodi RAN-Z se predhodno določijo oziroma ocenijo sledeči vhodni parametri:

- Ocena vrste nosilne konstrukcije,
- Ocena simetričnosti (in razporejenosti nosilnih elementov),
- Ocena količine nosilnih elementov (z upoštevanjem osnih obremenitev),
- Ocena obstoječega stanja objekta,
- Ocena povezave nosilnih zidov,
- Potresna intenziteta območja, in
- Število etaž objekta.

Izhodni parameter modela RAN-Z je številna ocena ranljivosti objekta. Vrednosti le-te so pripadajočim kategorijam poškodovanosti navedene v oklepaju.

zelena → uporabni objekti:

nepoškodovani objekti in objekti, katerih stabilnost ni zmanjšana v tolikšni meri, da se ne bi mogli z manjšimi preventivnimi ukrepi usposobiti za nemoteno uporabo.

zelena I (1) - nepoškodovani objekti: ni vidnih poškodb konstrukcijskih elementov, močne fine razpoke na ometu zidov in stropov.

zelena II (2) - poškodovani objekti, vendar brez poškodb konstrukcije:

- fine razpoke konstrukcijskih elementov,
- razpoke na ometu zidov in stropov,
- odpadanje večjih kosov ometa z zidu in stropov,
- močne razpoke in delne poškodbe dimnikov, l'elnih zidov in zidov na
- podstrešju,
- delni zdrsi in padeci strešne kritine.

zelena III (3) - objekti z majhnimi poškodbami konstrukcije:

- manjše razpoke na konstrukcijskih elementih,

- poškodovani in delno porušeni dimniki, l'elni zidovi in zidovi na podstrežju,
- zdrs in padec vel'jega dela strežne kritine.

rumena → zaľasno neuporabni objekti:

objekti, katerih stabilnost je naľeta in so potrebni sanacijski ukrepi, da se doseže prvotno stanje konstrukcije.

rumena I (4) - objekti z laľjimi poľkodbami konstrukcije:

- razpoke v konstrukcijskih zidovih,
- diagonalne razpoke v medokenskih slopih in podobnih elementih konstrukcije,
- razpoke AB elementov konstrukcije: stebrov, prel'k in sten,
- teľko poľkodovani, delno porušeni in porušeni dimniki, l'elni zidovi in zidovi na podstrežju,
- zdrs in padec strežne kritine.

rumena II (5) - objekti s srednje teľkimi poľkodbami konstrukcije:

- delno rujenje predelnih sten,
- vel'je razpoke v konstrukcijskih zidovih,
- vel'je razpoke v medokenskih slopih in podobnih elementih konstrukcije,
- vel'je razpoke AB elementov konstrukcije: stebrov, prel'k in sten.

rumena III (6) - objekti s teľjimi poľkodbami konstrukcije:

- velike razpoke v zidovih, trganje delov zidov, delno zdr. material v zidovih,
- velike razpoke in zdrobljen material v medokenskih slopih in podobnih elementih konstrukcije,
- vel'je razpoke z drobljenjem materiala AB elementov konstrukcije: stebrov, prel'k in sten,
- delno do popolno rujenje predelnih sten,
- manjše dislokacije konstrukcijskih elementov in objekta kot celote.

rdeľa → neuporabni objekti:

objekti, katerih sanacija ni ekonomsko upraviľena.

rdeľa I (7) - teľko poľkodovani objekti:

- teľko poľkodovani in dislocirani konstrukcijski elementi,
- konstrukcijski elementi zdrobljeni v velikem obsegu,
- velike dislokacije objekta kot celote,
- moľ neje izraľena denivelacija stropov.

rdeľa II (8) - delno porušeni objekti:

- zelo zdrobljeni konstrukcijski elementi,
- delno porušeni konstrukcijski elementi,
- zelo dislociran in delno poružen objekt.

rdeľa III (9) - popolnoma porušeni objekti:

- zelo velik del ali celoten objekt poružen.

2.3.2 Korelacija med potresno ranljivostjo in potresno odpornostjo stavb v VIII. potresni coni

Leta 2002 smo poiskali korelacijo med potresno ranljivostjo RAN-Z in ocenjenim reduciranim koeficientom potresne odpornosti SRC_{u-np} (Lutman, 2002). Korelacijo smo poiskali na podlagi ocenjevanja skupine 42 stavb, pri katerem sta bila za posamezno stavbo SRC_{u-np} in RAN-Z ocenjena neodvisno. Korelacija velja za VIII. potresno cono, brez upoštevanja mikrorajonizacije.

Glede na vrsto nosilne konstrukcije sta bili ugotovljeni dve korelaciji: ena za zidane in meġane konstrukcije ter ena za armiranobetonske konstrukcije. V diagramu na sliki 2.3 sta prikazani obe korelaciji med SRC_{u-np} in RAN-Z, nanegene pa so tudi vrednosti, na podlagi katerih sta bili korelaciji ugotovljeni. Pri iskanju korelacij smo izloġili vrednosti za 5 stavb, ki bistveno odstopajo. Vzrok za odstopanje je pravzaprav netipiġnost objekta ali bistvena anomalija enega od parametrov, s katero smo pri ocenah skuġali zajeti doloġeno pomanjkljivost.

Zidane in meġane konstrukcije:

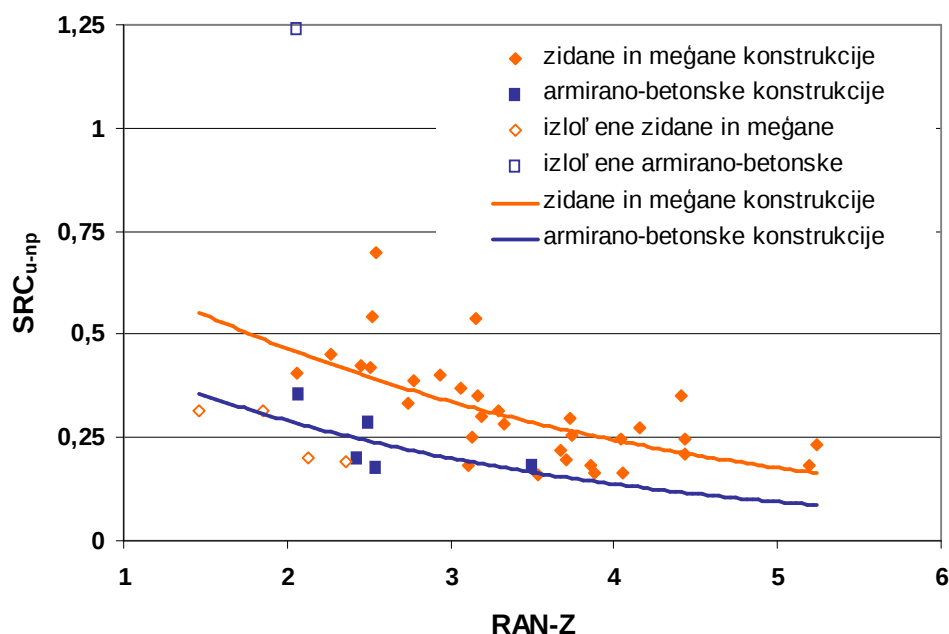
$$SRC_{u-np} = 0.8876 e^{(-0.3228 \cdot RAN-Z)}$$

$$RAN-Z = -3.0979 \ln (SRC_{u-np} / 0.8876)$$

Armiranobetonske konstrukcije:

$$SRC_{u-np} = 0.6175 e^{(-0.3758 \cdot RAN-Z)}$$

$$RAN-Z = -2.6610 \ln (SRC_{u-np} / 0.6175)$$



Slika 2.3: Korelacija med reduciranim koeficientom potresne odpornosti SRC_{u-np} in potresno ranljivostjo RAN-Z.

Ob upoštevanju dejstva, da je v obmoġju bolj ranljivih ($RAN-Z > 5$) objektov baza podatkov za to korelacijo zelo majhna, je:

- ocena koeficienta potresne odpornosti SRC_{u-np} na podlagi predhodno ocenjene potresne ranljivosti RAN-Z manj zanesljiva v območju $RAN-Z > 5$, oziroma
- ocena potresne ranljivosti RAN-Z in priľakovanega obsega poľkodb na podlagi predhodno ocenjenega koeficienta potresne odpornosti SRC_{u-np} manj zanesljiva v območju $SRC_{u-np} < 0.18$ (zidane in meľane konstrukcije) oziroma $SRC_{u-np} < 0.10$ (a.b. konstrukcije).

2.3.3 Ocena korelacije med potresno ranljivostjo in potresno odpornostjo stavb v VIII. potresni coni za viľje stavbe

Korelacije, navedene v toľki 2.3.2, so bile ugotovljene za stavbe niľje etaľnosti, ki imajo vrednosti osnovnih nihajnih ľasov najveľ 0.5 s. Za viľje stavbe z velľjimi vrednostmi osnovnih nihajnih ľasov pa so vrednosti v spektru pospeľkov tal in posredno vrednosti potresnih sil, niľje. V kolikor je osnovna nihajna oblika prevladujoľa, bi bilo potrebno korelacije ustrezno korigirati. Po naľi oceni je za oceno vrednosti RAN-Z namesto ocenjene osnovne vrednosti SRC_{u-np} smiselno upoľtevatı korigirano vrednost SRC_{u-np}^* , kot to sledi iz elastiľnih spektrov v Pravilniku (toľka 2.2.2.):

$$SRC_{u-np}^* = SRC_{u-np} / k_d .$$

Uporaba spektra iz Pravilnika je bila izbrana zato, ker je sama korelacija za oceno RAN-Z vezana na eno od stopenj seizmiľne intenzitete po lestvici MCS, le-te pa uporablja Pravilnik.

3. INDIVIDUALNE OCENE STAVB V OBLINI KOBARID

Za individualno ocenjene stavbe smo ocenili potresno odpornost, potresno ranljivost in najverjetnejšo kategorijo poškodovanosti pri potresu, ki je za lokacijo stavbe določen s Karto potresne intenzitete Slovenije (slika 1.1). Za ocenjevanje potresne odpornosti in potresne ranljivosti posamezne stavbe smo uporabili metode, opisane v točki 2.

3.1 Obravnavane stavbe

V nadaljevanju je podan seznam ocenjenih stavb. V kolikor je poslopje na posamezni lokaciji oziroma naslovu sestavljeno iz več stavb, katerih konstrukcije so med seboj dilatirane, smo ocenili vsako posamezno stavbo. Oznake stavb sestavljajo kratica obline, številka poslopja in številka stavbe, v kolikor je poslopje sestavljeno iz več stavb. V oblini Kobarid smo v okviru POTROG 2 ocenili stavbe treh žolskih poslopij:

- KO1-1: Osnovna žola Simona Gregorčičeva Kobarid, starejše poslopje -
- večnamenski trakt
- KO1-2: Osnovna žola Simona Gregorčičeva Kobarid, starejše poslopje - ulniški trakt
- KO2: Ož Simona Gregorčičeva Kobarid - Podružnica na žola Drežnica
- KO3: Ož Simona Gregorčičeva Kobarid - Podružnica na žola Smast
- KO4-1: Ož Simona Gregorčičeva Kobarid - Podružnica na žola Breginj - del A
- KO4-2: Ož Simona Gregorčičeva Kobarid - Podružnica na žola Breginj - del B
- KO4-3: Ož Simona Gregorčičeva Kobarid - Podružnica na žola Breginj - del C

Za navedene stavbe smo si izposodili tehnično dokumentacijo, ki so nam jo pripravili upravitelji in je navedena pri opisih posameznih objektov v prilogi A. Za večino stavb so bili razpoložljivi arhitekturni načrti tlorisov in prereзов, za veliko stavb tudi statični načrt, za nekatere objekte pa tudi armaturni načrti. Z vizualnimi pregledi stavb smo ugotavljali skladnost dejanskega stanja s pregledano projektno dokumentacijo in stanje vidnih delov nosilne konstrukcije. V prilogi A so za posamezno stavbo povzete splošne in konstrukcijske značilnosti, na podlagi katerih smo izdelali oceno potresne odpornosti. V kolikor smo ugotovili, da dejansko stanje nosilne konstrukcije odstopa od stanja po projektni dokumentaciji, smo to pri oceni upoštevali v največji možni meri.

V nadaljevanju so tabelirano povzeti splošni in konstrukcijski podatki, nato v tabelirani obliki sledijo rezultati ocenjevanja.

3.2 Splošni podatki o stavbah

Preglednica 3.1. Splošne lastnosti individualno ocenjenih stavb.

Oznaka	Leto izgradnje	Etažnost	$n_{etaž}$	A_{tloris} (m ²)	G (kN)	g (kN/m ²)	$g/n_{etaž}$ (kN/m ²)
KO1-1	1968	(K)+P+(1)	2	756	8051	10.65	5.32
KO1-2	1968	(K)+P+(1)	2	944	10958	11.61	5.80
KO2	1979	P	1	502	6567	13.07	13.07
KO3	1979	P	1	502	6567	13.07	13.07
KO4-1	1977	(K)+P	1	60	527	8.75	8.75
KO4-2	1977	(K)+P	1	382	3483	9.11	9.11
KO4-3	1977	(K)+P	1	170	1725	10.16	10.16

n_{etaf} ... število etaž nad nivojem kritil ne etaže (vključno s kritilno etažo), A_{tloris} ... površina tlorisa, G ... skupna teža stavbe, $g = G/A_{\text{tloris}}$... skupna teža stavbe na enoto tlorisa, g/n_{etaf} ... povprečje na teža etaže na enoto tlorisa.

Preglednica 3.2. Vrste elementov nosilnih konstrukcij, lokacije stavb na kartah potresne nevarnosti in tip tal na lokaciji stavbe.

Oznaka	Vrste elementov navpične konstrukcije ¹	Vrste medetažnih konstrukcij ²	Potresna cona ³	Projektni pospešek tal ⁴	Tip tal ⁵
KO1-1	ABS,ABSt,JS	AB,ABN	9	0.225	D
KO1-2	ABS	AB,ABN	9	0.225	D
KO2	OpV	AB	9	0.225	A
KO3	OpV	AB	9	0.225	D
KO4-1	ABO	AB	9	0.250	D
KO4-2	ABO	AB	9	0.250	D
KO4-3	ABO	AB	9	0.250	D

1 - vrste elementov navpične konstrukcije od kritil ne etaže navzgor:

Ka: kamniti ali mečani zidovi, Op: opešni zidovi, OpV: zidovi z navpičnimi a.b. vezmi, BZ: betonski zidovi, ABS: a.b. stene, ABO: a.b. okviri, ABSt: a.b. stebri, JO: jekleni okviri, JS: jekleni stebri;

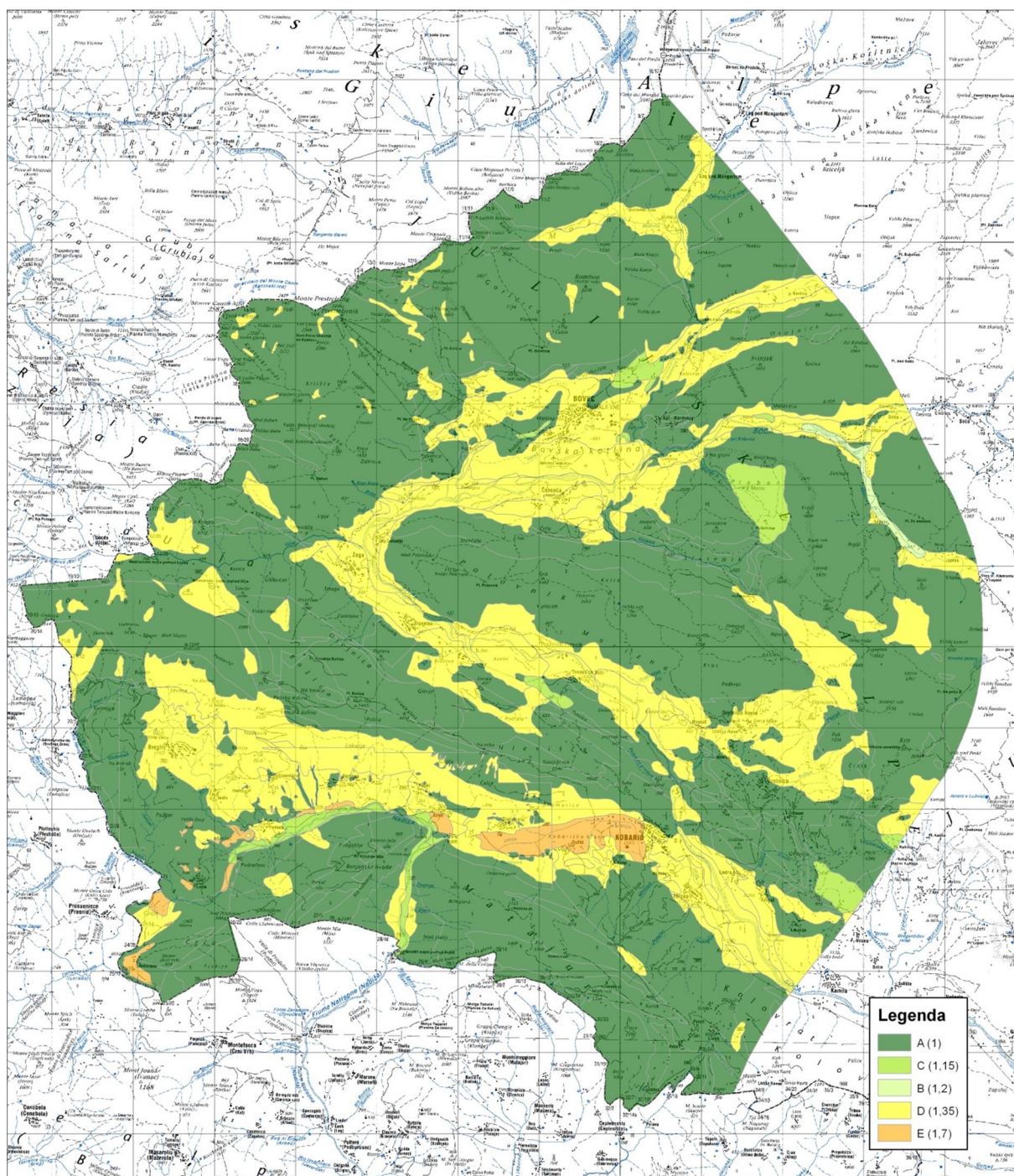
2 - vrste medetažnih konstrukcij:

AB: armiranobetonske plošče, ABR: rebraste a.b. konstrukcije, ABR-S: super stropi, ABR-M: monta stropi, ABR-R: rapid stropi, ABN: a.b. nosilci, Le: leseni stropi, TrLe: leseni stropi med jeklenimi nosilci, TrAB: a.b. plošče med jeklenimi nosilci, Ob: oboki, TrOb: oboki med jeklenimi nosilci, Si: plošče iz siporeksa;

3 - potresna cona (za določitev potresne obtežbe po Pravilniku iz l. 1981 (Ur. l. SFRJ 31/1981) po Seizmološki karti (slika 2.2) oziroma razpoložljivi karti mikrorajonizacije;

4 - projektni pospešek tal (za določitev potresne obtežbe po Evrokod 8):
po karti potresne nevarnosti (slika 2.1)

5 - tip tal (za določitev potresne obtežbe po Evrokod 8 (SIST EN 1998-1:2005)):
samo na območjih 0.225 g in 0.250 g (slika 3.1).



Slika 3.1: Klasifikacija tal po EC8 na območju Zgornjega Posolja (Lutman in drugi, 2013, poglavje DP-5 (ARSO)).

3.3 Podatki o nosilnih konstrukcijah za oceno potresne odpornosti

3.3.1 Zidane stavbe

Potresno odpornost zidanih stavb smo ocenili z metodo PO-ZID (Lutman in Peruć, 2001), opisano tudi v poročilu projekt POTROG (Lutman in drugi, 2013, poglavje DP-2). V preglednicah 3.3 in 3.4 so zbrane vrednosti izhodiščnih in vhodnih parametrov.

Preglednica 3.3. Vrednosti izhodiščnih (ρ_x^* , ρ_y^* , g_{tot} , in $\bar{\sigma}_0$) in vhodnih parametrov (d_{Ax-s}^* , d_{Ay-s}^* , $\bar{e}_x$ in $\bar{e}_y$) za model PO-ZID.

Oznaka	Refer. mat. ¹	ρ_x^* (%)	ρ_y^* (%)	g_{tot} (kN/m ²)	$\bar{\sigma}_0$ (MPa)	d_{Ax-s}^*	d_{Ay-s}^*	$\bar{e}_x$	$\bar{e}_y$
KO2	MO1-V	3.60	3.04	13.07	0.208	0.79	0.97	0.05	0.05
KO3	MO1-V	3.60	3.04	13.07	0.208	0.79	0.97	0.05	0.05

¹ ... PO: zidovje iz polne opeke, PO2: $f_t=0.09\text{MPa}$, PO3: $f_t=0.12\text{MPa}$, PO4: $f_t=0.15\text{MPa}$
 K: kamnito/mečano zidovje, K1: $f_t=0.08\text{MPa}$
 MO: zidovje iz modularne opeke, MO1: $f_t=0.15\text{MPa}$,

Preglednica 3.4: Vrednosti vhodnih parametrov (VK_{x-s} , d_{Ay}^* , VK_{y-s} in d_{Ax}^*) in rezultatov (SRC_{u-x} in SRC_{u-y}) modela PO-ZID, faktor zmanjšane povezanosti k_{np} ter dejanski in reduciran koeficient potresne odpornosti zaradi zmanjšane povezanosti SRC_{u-np} .

Oznaka	Smer x			Smer y			Potresna odpornost	
	VK_{x-s}	d_{Ay}^*	SRC_{u-x}	VK_{y-s}	d_{Ax}^*	SRC_{u-y}	k_{np}	SRC_{u-np}
KO2	0.382	0.845	0.425	0.323	1.184	0.396	1.0	0.396
KO3	0.382	0.845	0.425	0.323	1.184	0.396	1.0	0.396

3.3.2 Armiranobetonske stavbe

Za armiranobetonske stebre smo upoštevali naslednje konstrukcijske lastnosti (vrednosti so zbrane v preglednici 3.5):

- $\rho_c = A_c/A_{tloris}$... količina stebrov v kritični etaži (povrčina stebrov na enoto tlorisa stavbe);
- MB_{povpr} ... povprečje na marka betona;
- $\mu + \mu'$... povprečje na geometrijska stopnja armiranja natezne in tlačne armature ($\mu = A_s/A_c$, $\mu' = A_{s'}/A_c$);
- $\omega_w = \frac{(\text{volumen stremen})}{(\text{volumen obd. betona})} \frac{(\text{meja elast. jekla})}{(\text{tl. trdnost betona})}$... povprečje na mehanski prostorninski delež stremenske armature (po Evrokod 2).

Za armiranobetonske stene pa smo upoštevali sledeče konstrukcijske lastnosti (vrednosti so zbrane v preglednici 3.6):

- $\rho_c = A_c/A_{tloris}$... količina sten pritličja (povrčina sten na enoto tlorisa objekta),
- μ_{s-h} ... geometrijska stopnja armiranja s porazdeljeno vodoravno armaturo ($\mu_{s-h} = A_{s-h}/A_c$),
- μ_{s-v} ... geometrijska stopnja armiranja s porazdeljeno navpično armaturo ($\mu_{s-v} = A_{s-v}/A_c$),
- μ_{s-vr} ... geometrijska stopnja armiranja z robno navpično armaturo ($\mu_{s-vr} = A_{s-vr}/A_c$).

Pri ocenjevanju potresne odpornosti armiranobetonskih konstrukcij smo uporabili eno od različnih metod PO-AB (Lutman in Peruć, 2002), opisano v točki 2.

Različne metode z upoštevanjem realnega modela in obremenitev iz projekta smo uporabili pri stavbah, pri katerih je bila v statičnem realnem modelu projekta nosilna konstrukcija modelirana in realna na potresne obremenitve. Glede na projektantsko prakso so bili stebri in stene veljati dimenzionirani le na kombinacijo osnih in upogibnih obremenitev. Na podlagi projektnih obremenitev smo ocenili potresno odpornost stavbe, ki izhaja iz upogibne nosilnosti kritičnega elementa. Z neposredno metodo pa smo ocenili potresno

odpornost stavbe, ki izhaja iz strižne nosilnosti a.b. elementov. Pri računu strižne nosilnosti smo izračunali prispevek betona in prispevek vodoravne armature. Leprav predpisi za projektiranje potresno odpornih stavb praviloma zahtevajo, da se celotno strižno silo zaradi potresne obtežbe prevzame z vodoravno armaturo, smo strižno nosilnost ocenili glede na močnost hkratnega sodelovanja betona in armature. Pri stenah, kjer je strižna nosilnost armature večja od strižne nosilnosti betona, smo upoštevali le prispevek armature. Pri stenah, kjer je strižna nosilnost armature precej manjša od strižne nosilnosti betona (nearmirane ali gibko armirane stene), pa smo upoštevali vsoto prispevka betona in prispevka vodoravne armature. To odločitev je mogoče utemeljiti na podlagi nekatere relevantne literature (Greifenhagen in Lestuzzi, 2005, Hildago in drugi, 2002).

Pri stavbah, kjer v projektu konstrukcija ni bila analizirana na potresne obremenitve, smo v celoti uporabili neposredno metodo ocenjevanja potresne odpornosti.

Pri nosilnih konstrukcijah iz a.b. stebrov so stebri različno vpeti v medetažne konstrukcije. Kjer so z a.b. prečkami v eni ali obeh tlorisnih smereh povezani v okvire, smo upoštevali njihovo obojestransko vpetost. V primeru objektov s telovadnicami, kjer pa stebri l'enkasto podpirajo strežne nosilce, smo jih obravnavali kot konzole. Pri računu ocene potresne odpornosti smo nosilnosti posameznega tipa a.b. stebra smo izračunali ob upoštevanju njegovih konkretnih lastnosti, v preglednicah pa so za celoten objekt navedene povprečne vrednosti. Povprečje je bilo izvedeno glede na površino prereza stebrov.

Pri mnogih objektih imajo a.b. stebri zelo majhno količino stremenske armature. Po Evrokod 8 je stopnja duktilnosti za stebre odvisna tudi od ω_w : stebri visoke stopnje duktilnosti: $\omega_w \geq 0.12$, stebri srednje stopnje duktilnosti: $\omega_w \geq 0.08$. Zaradi majhne količine stremen smo pri oceni strižne nosilnosti stebrov upoštevali tudi prispevek betona. Zato je bila veljavna merodajna upogibna nosilnost stebrov.

Pri konstrukcijah, kombiniranih iz a.b. stebrov in a.b. sten smo v posamezni tlorisni smeri upoštevali bodisi a.b. stebre, bodisi a.b. stene in v končni fazi upoštevali kritični mehanizem.

Preglednica 3.5. Objekti z nosilnimi konstrukcijami iz a.b. stebrov: konstrukcijske lastnosti in ocenjeni koeficienti potresne odpornosti.

Oznaka	ρ_c (%)	Beton MB_{povpr}	Armatura	$(\mu + \mu')_{povpr}$ (%)	ω_w -povpr	SRC_{u-x}	SRC_{u-y}
KO4-1	0.955	20	GA	1.46	0.069	0.458	0.552
KO4-2	0.775	30	GA	1.33	0.041	0.478	0.426
KO4-3	1.325	30	GA	1.08	0.042	0.645	0.534

* ... samo prispevek a.b. stebrov, brez prispevka nosilnih zidov

Preglednica 3.6. Objekti z nosilnimi konstrukcijami iz a.b. sten: konstrukcijske lastnosti a.b. sten in ocenjeni koeficienti potresne odpornosti.

Oznaka	Beton MB_{povpr}	Arma- tura	Stene v smeri x			SRC_{u-x}	Stene v smeri y			SRC_{u-y}
			ρ_c (%)	μ_{s-vr} (%)	μ_{s-h} (%)		ρ_c (%)	μ_{s-vr} (%)	μ_{s-h} (%)	
KO1-2	16	GA	-	-	-	-	3.81	0.02	0.05	0.785

3.4 Potresna obtežba

Za posamezno stavbo smo izračunali vrednosti koeficienta potresne obtežbe po Pravilniku iz l. 1981 (VK) in Evrokod 8 (BSC_u), ki bi ju morala vrednost koeficienta potresne odpornosti stavbe SRC_{u-np} presegati, če naj bi posameznemu predpisu zadoščala. Pri določitvi koeficientov potresne obtežbe po Pravilniku iz l. 1981 oziroma Evrokod 8 smo upoštevali vrednosti posameznih parametrov glede na lastnosti in lego stavbe.

Glede na namembnost stavb smo upoštevali vrednost faktorja pomembnosti γ_1 (Evrokod 8) oziroma vrednost koeficienta kategorije objekta K_o (Pravilnik iz l. 1981):

$\gamma_1 = 1.2$ oziroma K_o = 1.5 za šolske stavbe, vrtce, kulturne in športne dvorane.

Pri določitvi vpliva temeljnih tal smo upoštevali karte mikrorajonizacije (sliki 3.1 in 3.2). Vrste tal na lokacijah posameznih stavb so podane v preglednici 3.2.

Vrednost koeficienta tal S (Evrokod 8) je odvisna od vrste tal na karti. S pomočjo primerjave opisa tal v Evrokod 8 in opisa tal v Pravilniku iz l. 1981, pa smo isto karto uporabili tudi za določitev kategorije tal po Pravilniku iz l. 1981. Predpostavili smo sledeče povezave:

- tip tal A ustreza kategoriji tal I,
- tipa tal B in C ustrezata kategoriji tal II,
- tipa tal D in E ustreza kategoriji tal III.

Za obravnavane stavbe, ki se nahajajo izven območij projektnega pospeška 0.225 in 0.250 g in zanje vrsta tal ni znana, vrednosti koeficientov potresne obtežbe nismo mogli izračunati.

Pri določitvi seizmičnosti smo upoštevali Seizmološko karto (slika 2.2) oziroma Karto potresne nevarnosti Slovenije (slika 2.1). Podatki o seizmičnosti na lokacijah posameznih stavb so podani v preglednici 3.2.

Vpliv dinamičnih lastnosti smo upoštevali glede na lastne nihajne lase nosilne konstrukcije, ki smo jih izračunali s pomočjo regresijskih premic, določenih v projektu POTROG (Lutman in drugi, 2013, poglavje DP-5 (ARSO)).

Za faktor obnačanja konstrukcije q (Evrokod 8) smo glede na ugotovljene lastnosti nosilnih konstrukcij upoštevali sledeče vrednosti:

- q = 1.5 ... za navadne zidane konstrukcije brez navpičnih vezi,
- q = 2.0 ... za zidane konstrukcije z navpičnimi a.b. vezmi,
- q = 2.5 ... za konstrukcije iz armiranega zidovja,
- q = 2.5 ... za armiranobetonske in jeklene konstrukcije.

Vrednosti koeficienta duktilnosti in duženja K_p (Pravilnik iz l. 1981) pa so odvisne od vrste nosilne konstrukcije (glej karta 2.2.2).

3.5 Presoja potresne odpornosti ter ocena potresne ranljivosti in poškodovanosti

Rezultati presoje in ocenjevanja so zbrani v preglednici 3.7. Potresna odpornost stavbe, ki smo jo ocenili neposredno, je izražena s koeficientom potresne odpornosti SRC_{u-np}. V preglednici je navedena kritična tlorsna smer stavbe (x - vzdolžna smer, ali y - prečna smer). Kritična je tista smer, v kateri je vrednost koeficienta manjša kot v drugi smeri.

Vrednost koeficienta SRC_{u-np} v primerjavi z vrednostjo koeficientov potresne obtežbe VK oziroma BSC_u kaže izpolnjevanje zahtev posameznega predpisa:

- Ie je SRC_{u-np} . $\tilde{O}BSC_u$, potresna odpornost zadošlja zahtevam Evrokod 8,
- Ie je SRC_{u-np} . $\tilde{O}VK$, potresna odpornost zadošlja zahtevam Pravilnika iz l. 1981.

Za stavbe, ki se nahajajo izven območij, za katere so na voljo karte mikrorajonizacije, koeficienta potresne obtežbe po Evrokod 8 (BSC_u) nismo mogli določiti. Za grobo presojo ustreznosti po Evrokod 8 je za te stavbe v preglednici 3.7 navedena ocenjena vrednost BSC_u , ki bi veljala pri povprečnih tleh tipa B.

Potresno ranljivost RAN-Z smo ocenili s korelacijami med RAN-Z in koeficientom SRC_{u-np} (tol'ki 2.3.2 in 2.3.3). Barvna ocena RAN-Z, ki po tej metodi podaja tudi oceno poškodb, je vezana na izhodiščno - VIII. potresno intenziteto.

Najverjetnejšo kategorijo poškodovanosti pri potresu smo za obravnavane stavbe ocenili na podlagi povezave med številčno lestvico RAN-Z in lestvico EMS, ki je opisana v POTROG (Lutman in drugi, 2013, poglavje DP-4). Poškodovanost smo ocenili za:

- potres intenzitete EMS VIII in
- potres intenzitete s povratno dobo 475 let, ki jo na lokaciji posamezne stavbe določata:
 - Karta potresne intenzitete s povratno dobo 475 let (slika 1.1) in
 - prirastek intenzitete EMS zaradi tipa tal po Evrokod 8 na lokaciji stavbe.

Tipi tal na lokacijah posameznih stavb so podani v preglednici 3.2. V preglednici 3.7 so prikazani rezultati: kategorija poškodovanosti pri potresu intenzitete EMS VIII, intenziteta EMS s povratno dobo 475 let na lokaciji stavbe in kategorija poškodovanosti pri potresu dane intenzitete. Navedena kategorija poškodovanosti posamezne stavbe pri potresu dane intenzitete je ocenjena kot tista, za katero ima stavba na prizadetem območju največjo verjetnost, da jo utrpi. Pri oceni poškodovanosti smo upoštevali definicije lestvice EMS in tipologijo stavb na obravnavanih območjih.

Preglednica 3.7. Koeficient potresne obtežbe (VK po Pravilniku, BSC_u po Evrokod 8), ocena koeficienta potresne odpornosti SRC_{u-np} , ocena potresne ranljivosti RAN-Z, intenziteta s povratno dobo 475 let in ocena kategorije poškodovanosti po EMS.

Oznaka	Predpisana potresna obtežba		Potresna odpornost		Potresna ranljivost RAN-Z		Intenziteta EMS 475 let	Poškodovanost	
	VK	BSC_u	SRC_{u-np}	Smer				EMS 475 let	EMS VIII
KO1-1	0.195	0.365	0.238	y	2.54	zelena III	VIII	0	0
KO1-2	0.195	0.365	0.096	x	4.95	rumena II	VIII	2	2
KO2	0.360	0.338	0.396	y	1.97	zelena II	VII-VIII	0	0
KO3	0.360	0.456	0.396	y	1.97	zelena II	VIII	0	0
KO4-1	0.195	0.405	0.458	x	0.79	zelena I	VIII	0	0
KO4-2	0.195	0.405	0.426	y	0.99	zelena I	VIII	0	0
KO4-3	0.195	0.405	0.534	y	0.39	zelena I	VIII	0	0

x, y... merodajna nosilnost v x (vzdolžni) oziroma y (prečni) smeri

V preglednici 3.7 so vrednosti ocenjenih koeficientov potresne odpornosti SRC_{u-np} različne poudarjene glede na primerjavo s koeficienti potresne obtežbe po Pravilniku oziroma Evrokod 8:

1. nepoudarjeno : ocenjena potresna odpornost stavbe presega zahteve Pravilnika in EC8,
2. poudarjeno : ocenjena potresna odpornost stavbe presega zahteve Pravilnika, ne dosega pa zahtev EC8,
3. poudarjeno in potemnjeno : ocenjena potresna odpornost stavbe ne dosega niti zahtev Pravilnika, niti zahtev EC8.

V preglednici 3.8 so prikazane že verjetnosti za nastanek posamezne kategorije poškodovanosti pri potresu intenzitete s povratno dobo 475 let.

Preglednica 3.8. Intenziteta s povratno dobo 475 let in ocene kategorij poškodovanosti.

Oznaka stavbe	Intenziteta EMS 475 let	Verjetnost posamezne kategorije poškodovanosti pri potresu intenzitete EMS 475 let					
		5	4	3	2	1	0
KO1-1	VIII	0%	0%	0%	7%	18%	78%
KO1-2	VIII	0%	1%	13%	29%	36%	22%
KO2	VII-VIII	0%	0%	0%	0%	2%	98%
KO3	VIII	0%	0%	0%	0%	4%	96%
KO4-1	VIII	0%	0%	0%	0%	0%	100%
KO4-2	VIII	0%	0%	0%	0%	0%	100%
KO4-3	VIII	0%	0%	0%	0%	0%	100%

4. MODELNE OCENE STAVB V OBLINI KOBARID

Za modelno ocenjene stavbe smo ocenili potresno ranljivost in najverjetnejšo kategorijo poškodovanosti pri potresu, ki je za lokacijo stavbe določen s Karto potresne intenzitete Slovenije (slika 1.1).

Modelno ocenjevanje smo v projektu POTROG 2 izvedli prvil in sicer na sledeč način:

- Izbor stavb smo izdelali na osnovi predlogov in prioritete sodelujočih občin in na osnovi seznama stavb iz Registra nepremičnih (REN) v posameznih občinah, razvrščenih glede na vrednost posplošene ocene potresne ranljivosti RAN-Z. Posplošene ocene smo izdelali z uporabo modela POTROG, upoštevali vrednosti štirih ključnih parametrov (leto izgradnje, število vseh etaž, številka pritličja in material konstrukcije), ki so vpisane v REN. Dve do štiri stavbe z vrha seznama smo ocenili individualno, v kolikor smo uspeli pridobiti ustrezno tehnično dokumentacijo. Ostale stavbe po seznamu smo vključili v izbor za modelno ocenjevanje, pri tem pa smo poleg predlogov občin (Občina Medvode je npr. predlagala gasilske domove) upoštevali pomembnost stavbe v primeru potresa, število ljudi v stavbi in primernost metode modelnega ocenjevanja. Model POTROG je namreč mogoče uporabljati le za stavbe, ki so podobne stavbam v bazi ZAG, na osnovi katere je bil model postavljen. V Brežicah smo npr. vodovodni stolp ocenili kot visoko ogrožen objekt, vendar ni bil primeren za modelno ocenjevanje, ker ni tipičen stavbeni objekt.

- Vizualni pregled stavb je bil osnova za ugotovitev ključnih lastnosti stavb, ki jih model POTROG potrebuje za oceno potresne ranljivosti RAN-Z:

- leto oziroma obdobje izgradnje. Za leto izgradnje smo upoštevali letnico s stavbe, podatek iz REN ali pa smo ocenili obdobje izgradnje glede na tipologijo stavbe;
- število etaž nad nivojem terena. Pri tem velja, da je zadnja etaža tista najvišja etaža, ki je zaključena z masivno medetažno konstrukcijo, mansarda, nad katero je le lahka strešna konstrukcija (lesena, jeklena), pa po tem kriteriju ne predstavlja etaže;
- material navpične nosilne konstrukcije (kamen, opeka, beton oziroma armirani beton, kombinacija, les, jeklo).

V kolikor smo ugotovili, da je stavba glede na njene lastnosti primerna za modelno ocenjevanje, smo zabeležili še morebitne njene posebnosti, morebitne tipične nepravilnosti ter poškodbe nosilne konstrukcije.

- Modelno oceno potresne ranljivosti in oceno najverjetnejše kategorije poškodovanosti v primeru potresa smo izdelali z uporabo modela POTROG, ki je opisan v poročilu projekta POTROG (Lutman in drugi, 2013, poglavje DP-4). Model upošteva korelacije med potresno ranljivostjo RAN-Z in ključnimi lastnostmi stavbe (leto izgradnje, število etaž, material konstrukcije), ki so bile postavljene v projektu POTROG (DP-4), ter definicije evropske potresne lestvice EMS-98.

4.1 Obravnavane stavbe

V nadaljevanju je podan seznam ocenjenih stavb. Oznake stavb sestavljajo kratica občine in številke stavbe, pri čemer se številčenje nadaljuje od številčenja individualno ocenjenih stavb.

- KO5: Stanovanjska stavba Markova ulica 16

- KO6: Kulturni dom Stresova ulica 2
- KO7: Stanovanjska stavba Stresova ulica 20

Ob vizualnem pregledu smo ugotovili, da so podatki o letu izgradnje v REN za vse obravnavane stavbe smiselni glede na ugotovljeno tipologijo. Nekaj nepravilnosti v REN smo ugotovili pri podatkih o materialu konstrukcije, vel' pa pri podatkih o etažnosti. V prilogi B so za posamezno stavbo skupaj s tipil'no fotografijo povzete splošne in bistvene lastnosti, na podlagi katerih smo izdelali modelno oceno, v nadaljevanju pa so lastnosti povzete tabelaril'no.

4.2 Podatki o stavbah

Preglednica 4.1. Lastnosti modelno ocenjenih stavb.

Oznaka	Leto izgradnje	Etažnost	Material konstrukcije ¹	Projektni pospešek tal ⁴	Tip tal ³
KO5	1934	P+2	kamen	0.225	C
KO6	1960	P+1	opeka	0.225	C
KO7	1965	P+1(+2)	opeka	0.225	D

1 - material konstrukcije - se nanaša na elemente navpič ne nosilne konstrukcije (stebre, stene, zidove), glede na nabor iz REN: kamen, opeka, beton (oz. armirani beton), les, jeklo.

2 - projektni pospešek tal (za določitev potresne obtežbe po Evrokod 8): po karti potresne nevarnosti (slika 2.1)

3 - tip tal (za določitev potresne obtežbe po Evrokod 8 ([SIST EN 1998-1:2005](#))): samo na območjih 0.225 g in 0.250 g (slika 3.1).

4.3 Ocena poškodovanosti

Za primer potresa intenzitete s povratno dobo 475 let smo za posamezno stavbo ocenili verjetnosti za nastanek posamezne kategorije poškodovanosti (preglednica 4.2). V ta namen smo uporabili povezave med številčno lestvico RAN-Z in lestvico EMS, ki je opisana v POTROG (Lutman in drugi, 2013, poglavje DP-4). Intenziteto potresa s povratno dobo 475 let na lokaciji posamezne stavbe določa:

- Karta potresne intenzitete s povratno dobo 475 let (slika 1.1) in
- prirastek intenzitete EMS zaradi tipa tal po Evrokod 8 na lokaciji stavbe. Tipi tal na lokacijah posameznih stavb so podani v preglednici 4.1.

Preglednica 4.2. Intenziteta s povratno dobo 475 let in ocene kategorij poškodovanosti.

Oznaka stavbe	Intenziteta EMS 475 let	Verjetnost posamezne kategorije poškodovanosti pri potresu intenzitete EMS 475 let					
		5	4	3	2	1	0
KO5	VIII	0%	8%	26%	33%	29%	4%
KO6	VIII	0%	0%	11%	27%	37%	26%
KO7	VIII	0%	2%	15%	30%	36%	18%

5. ZAKLJULKI

Na podlagi pregleda projektne in ostale tehnične dokumentacije za stavbe, ki smo jih individualno ocenili v tem projektu ugotavljamo, da je bila skrbnost pri projektiranju odvisna ne le od tedaj veljavnih predpisov, ampak tudi od pomembnosti načrtovanega gradbenega objekta in razmer v družbi. Kljub temu, da do uveljavitve *Odredbe o dimenzioniranju in izvedbi gradbenih objektov v potresnih območjih* (Ur. l. SRS 18/63) in *Pravilnika o zahtevnih tehničnih predpisih za gradnjo na seizmičnih področjih* (Ur. l. SFRJ 39/64) nismo imeli primerne predpisa za protipotresno projektiranje in gradnjo, imajo nekatere stavbe iz obdobja po 2. svetovni vojni tak nivo potresne odpornosti, kot je bil zahtevan po letu 1964. In tudi marsikatera stavba izpred 2. svetovne vojne dosega ta nivo. Hla so take stavbe redke.

Zato se je ponovno pokazala smiselnost in upravičenost, da se pomembne stavbe oziroma stavbe, v katerih bi se v primeru potresa utegnili zadrževati veliko ljudi, oceni z natančnejšimi metodami na individualnem nivoju in na podlagi pregleda relevantne tehnične dokumentacije.

Individualno ocenjene stavbe so bile tudi v tem projektu raznolike po starosti, namembnosti in vrsti nosilne konstrukcije. Z namenom zagotavljanja raznolikosti stavb v bazi ZAG in zaradi velikega števila ljudi pa so bile vključene tudi velike in za posamezne soseske tipične stanovanjske stavbe.

Med skupno 7 individualno ocenjenimi stavbami je navpična nosilna konstrukcija, ki je pomembna pri prevzemu potresnih sil, pri 2 stavbah pretežno zidana ali kombinirana iz zidov in armiranobetonskih elementov in pri 5 stavbah je pretežno armiranobetonska. Bistvene pomanjkljivosti starejših stavb so naslednje: imajo izrazito gibkejšo eno tlorisno smer, imajo velike mase v zgornjih nadstropjih, starejši zidovi, zidani s gibko apneno malto, imajo nizko trdnost, zidovi nimajo ustreznih vezi, v nekaterih primerih so bile izvedene pomanjkljive rekonstrukcije. Ohranitev lesenih stropov, ki zaradi svoje manjše teže ne povzročajo velikih potresnih sil, je zelo priporočljiva v kombinaciji s tlačno a.b. ploščo in povezavo z zidovi. Na potresno odpornost zelo vpliva količina in razporeditev nosilnih zidov in višina stavbe. Pri armiranobetonskih stavbah je sicer prišlo do manjše poškodbe v primeru potresa, pomanjkljivost pa je neustrezna razporeditev a.b. sten in stebrov v tlorisu in hipna sprememba količine nosilnih zidov po višini, kar povzroča spremembe v togosti in neugodne torzijske učinke.

V projektu smo prvič izvedli modelno ocenjevanje stavb na osnovi vizualnega pregleda in uporabe modela POTROG. Ob tej priložnosti smo kritično pregledali tipologijo stavb v starih mestnih jedrih, večjih stanovanjskih naseljih in kompleksih za prireditve z večjim številom udeležencev. V modelno ocenjevanje so bile praviloma vključene potresno najranljivejše stavbe, saj je bil namen tega ocenjevanja pridobitev ocene potresne ranljivosti, ki bo zanesljivejša od posplošene ocene, in bo podlaga za nadaljnje odločanje. Za stavbe, za katere je modelno ocenjevanje pokazalo visoko stopnjo potresne ogroženosti, priporočamo, da se jih v nadaljevanju oceni individualno. Če posebej tiste, pri katerih so bile ugotovljene posebnosti z negativnim vplivom na potresno ogroženost, za tiste s poškodbami in za tiste, ki predstavljajo reprezentantno stavbo za večje število enakih stavb (npr. stanovanjske soseske).

Dobljeni rezultati o potresni odpornosti so glede na zanesljivost upoštevanih predpostavk v splošnem priporočljivi. Pomembno je, da so primerljivi med seboj in z dosedanjimi ocenami ter lahko pristojnim službam služijo za načrtovanje ukrepov v izrednih razmerah,

uporabnikom pa za izdelavo prioritet pri protipotresnem utrjevanju. Pred načrtovanjem in izvedbo utrditve posamezne stavbe pa je potrebno izvesti detajlni pregled nosilne konstrukcije, preveriti dejansko kvaliteto vgrajenih materialov in na podlagi tega izdelati toľno analizo potresne odpornosti.

Posebej je potrebno opozoriti na to, da imajo nekatere stavbe poľkodbe nosilne konstrukcije ňe v obstojel'em stanju. Za posamezne stavbe so opisane v prilogah A in B, pri sami oceni potresne odpornosti pa niso bile upoľteevane. V primeru zidanih konstrukcij so to predvsem konstrukcijske razpoke, razpoke zaradi nepovezanosti in odmikanja ter poľkodbe zaradi prekomernega navlaňevanja. V primeru armiranobetonskih konstrukcij pa so to predvsem korozija armature, razpoke v betonu in odpadanje vel'jih kosov krovnih plasti betona. Ker opisane poľkodbe resno zmanj'jujejo nosilnost konstrukcije, je potrebno poľkodovane stavbe ľim prej strokovno pregledati, izdelati navodila za sanacijo in le-to izvesti pod strokovnim nadzorom. Za tiste stavbe, pri katerih se naľrtuje energetska sanacija, naj se v prvi fazi pregleda nosilno konstrukcijo in oceni njeno potresno odpornost, glede na rezultate in zahteve veljavne zakonodaje pa naj se v prenovu vkljuľi tudi utrditev nosilne konstrukcije.

6. VIRI IN LITERATURA

- Greifenhagen, C., Lestuzzi, P.: Static cyclic tests on lightly reinforced concrete shear walls, Engineering Structures, 27 (2005), pp. 1703-1712.
- Grünthal, G. (ur.), 1998: European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg 99 pp., 1998; spletni vir (dostopno 19. 11. 2013): http://media.gfz-potsdam.de/gfz/sec26/resources/documents/PDF/EMS-98_Original_englisch.pdf
- Hildago, P. A., Ledezma, C. A., Jordan, R. M.: Seismic Behavior of Squat Reinforced Concrete Shear Walls, Earthquake Spectra, Volume 18, No. 2, pp. 287-308, May 2002.
- Lapajne, J.: Potresna mikrorajonizacija Ljubljane, 1974;
- Lapajne, J., Čket Motnikar, B., Zupančič, P. 2001: Karta potresne nevarnosti Slovenije in projektni pospešek tal in Tolmač. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Uprava RS za geofiziko oz. Agencija RS za okolje, Ljubljana.
- Lutman, M., Peruš, I., in Tomaževič, M.: Potresna odpornost objektov v Mestni občini Ljubljana, št. poročila P 940/00-650-1,-2,-3,-4, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, 19.06.2001.
- Lutman, M., Peruš, I.: Ocena potresne ogroženosti 12 objektov v Lek d.d.: poročilo in priloge, št. poročila P 1031/01-650, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, 23.05.2002.
- Lutman, M.: Zbirni pregled dosedanjih ocen in analiz potresne odpornosti objektov v Mestni občini Ljubljana, št. poročila P 800/02-650-1, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, 06.09.2002.
- Lutman, M.: Ugotovitev analitičnih korelacij med rezultati starejših in nove metode za oceno potresne odpornosti ter aplikacija ugotovljene analitične korelacije na rezultatih starejših ocen, št. poročila P 1030/03-650-1, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, 29.10.2003.
- Lutman, M.: Ocena potresne ogroženosti Mestne občine Ljubljana - Dopolnitev baze ocen potresne odpornosti in ranljivosti, št. poročila P 1213/11-650-1, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, 07.11.2012.
- Lutman, M.: CHERPLAN Krepitev kulturne dediščine z okoljskim načrtovanjem in upravljanjem, Ocena potresne ogroženosti stavb v Občini Idrija, št. poročila P 32/13-610-1, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Ljubljana, 24.04.2013.
- Lutman, M., Weiss, P., Klemenc, I., Zupančič, P., Čket Motnikar, B., Banovec, P., Cerk, M. 2013: POTROG Potresna ogroženost v Sloveniji za potrebe Civilne zaščite, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Agencija Republike Slovenije za okolje, Inštitut za vodarstvo, Ljubljana, oktober 2013 - http://www.sos112.si/slo/tdocs/naloga_99.pdf.
- Lutman, M., Kreslin, M., Banovec, P., Cerk, M. 2016: POTROG 2 Nadgradnja sistema za določanje potresne ogroženosti in odzivnosti za potrebe zaščite in reševanja v Sloveniji. Zavod za gradbeništvo Slovenije, Inštitut za vodarstvo Ljubljana, oktober 2016 - http://www.sos112.si/slo/tdocs/naloga_102.pdf
- Peruš, I., Fajfar, P., Reflak, J.: Potresna ogroženost in varstvo pred potresi in Metodologija za oceno potresne ranljivosti obstoječih gradbenih objektov: zidane in armiranobetonske konstrukcije stavb, Poročilo št. 1, Univerza v Ljubljani, FGG, IKPIR, december 1995.

Ribaril', V. (1987), Seizmološka karta SFRJ (za območje SR Slovenije), Seizmološki zavod SR Slovenije, Ljubljana.

[SIST EN 1998-1:2005](#), Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij. 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe, slovenski standard, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2005.

[SIST EN 1998-1:2005/oA101:2005](#) - Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij - 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe - Nacionalni dodatek, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2005.

[SIST EN 1998-3:2005](#), Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij. 3. del: Ocena in prenova stavb, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2005.

[SIST EN 1998-3:2005/oA101:2005](#) - Evrokod 8 - Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij - 3. del: Ocena in prenova stavb - Nacionalni dodatek, Slovenski inštitut za standardizacijo, Ljubljana, 2010.

Çket Motnikar, B., Zupančič, P., 2011: Karta potresne intenzitete Slovenije.

http://www.arso.gov.si/potresi/potresna%20nevarnost/intenzitete_potresov.html

Tomažević, M., Sheppard, P., Bergant, M., Lutman, M.: Potresna ogroženost mesta Ljubljane I (DN 382/90), ZRMK IKFIS Ljubljana, 29.03.1991.

Ur. l. RS, št. [101/2005](#), Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov.

Ur. l. SFRJ, št. 39/1964, Pravilnik o zahtevih tehničnih predpisih za gradnjo na seizmičnih področjih.

Ur. l. SFRJ 31/1981, 49/1982, 29/1983, 21/1988 in 52/1990, Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih s spremembami in dopolnitvami.

Ur. l. SRS 18/63, Odredba o dimenzioniranju in izvedbi gradbenih objektov v potresnih območjih.

Zupančič, P., Prosen, T., Çket Motnikar, B., Gosar, A.: CHERPLAN (Krepitev kulturne dediščine z okoljskim načrtovanjem in upravljanjem) - Ocenjevanje potresne nevarnosti kulturne dediščine v Idriji, MOK, Agencija RS za okolje, Ljubljana, april 2013;

.

PRILOGA A:

INDIVIDUALNO OCENJENE STAVBE:

OPISI STAVB IN NJIHOVIH NOSILNIH KONSTRUKCIJ

KO1: Osnovna šola Simona Gregorčiča Kobarid, Gregorčičeva ulica 18a, Kobarid

leto izgradnje:
1968

številčnost etaž:
(K)+P+(1)

cona:
9 (Pravilnik)
 $a_g = 0.225 \text{ g}$, $S = 1.35$
tip tal: D (Evrokod 8)

Splošni opis: Šolsko poslopje glede na funkcionalnost sestavljata vel' namenski trakt na zahodni strani, ki je skupnih tlorisnih dimenzij 32.47 x 24.09 m, in ul' ilniški trakt na vzhodni strani, ki je skupnih tlorisnih dimenzij 44.77 x 27.84 m. Glede na etažnost pa so deli sledeči i:

Pritliči ni del ul' ilniškega trakta (PU) ima v tlorisu obliko l' rke L, pri l' emer so v severnem kraku ul' ilnice in vzdolžni hodnik, v zahodnem kraku ob stiku z vel' namenskim traktom pa vezni prostor in oder. Kota tlaka v severnem kraku je +0.15 m (0.15 m nad nivojem okolnega terena), v zahodnem kraku pa +0.75 m. Nad pasom ul' ilnic na severni strani in nad ul' ilnico na južni strani sta strehi enokapnici s preli' nim naklonom 21%. Svetla višina v ul' ilnicah znaša 4.63 m na notranji in 2.47 m na zunanji strani. Nad vzdolžnim hodnikom in nad veznim prostorom sta ravni strehi z minimalnim preli' nim naklonom (4%), svetla višina pa se giblje med 2.40 in 2.54 m.



Situacija objekta (vir: Spletni Atlas okolja Agencije RS za okolje)

Nadstropni del ul' ilniškega trakta (NU) je pravokotnega tlorisa. NU je s PU povezan z dvema preli' nima hodnikoma, vsak s svojim stopniš'em. Pritliči je na koti +0.15 m,

nadstropje pa na koti +3.52 m. Svetla višina v pritlihih ul' ilnicah in knjižnici znaša 2.97 m, svetla višina v nadstropnih ul' ilnicah, ki jih pokriva streha dvokapnica, pa je enaka kot pri ul' ilnicah v PU.

Prvotno je imel del NU med obema preli nima hodnikoma ter med zahodnim hodnikom in krakom dela PU zaprta atrija brez strehe. Ob prenovi l. 1996/97 pa so bili atrija in odprt prostor, vzhodno od vzhodnega hodnika, rekonstruirani v zaprte prostore v dveh etaah (pritlihi je in nadstropje). S tem je gola pridobila prostor za knjižnico (v pritlihi ju vel' juga atrija) in ul' ilnice. Vsa prvotna okna na severnem pasu ul' ilnic (NU) in juhnem pasu hodnika (PU) so bila zazidana. Prvotna salonitna kritina je bila na vseh streghinah nadomegl' ena z novo kritino iz barvanih steklo-vlaknatih cementnih plohl', nad ravno streho nad hodnikom v PU pa je bila izdelan podaljšek enokapne strehe med PU proti NU.

Pritlihi ni del vel' namenskega trakta (PV) je pravokotnega tlorisa, vighinski gabariti in streha so enaki kot pri PU. Dvoranski del vel' namenskega trakta (DV) je pravokotnega tlorisa. V njem je vzdolhni hodnik na koti +0.15 m, ki se nadaljuje v PU, in vel' namenska dvorana na koti -0.35 m. DV pokriva streha dvokapnica s preli nim naklonom 21%, njena konstrukcija pa je s spodnje strani zaprta z opaem. Svetla višina se zaradi oblike konstrukcije spreminja in znaša najmanj 5.70 m nad hodnikom in najveeli 7.10 m na juhnem robu dvorane. Nadstropni del vel' namenskega trakta (NV) je pravokotnega tlorisa, po vighini pa obsega klet, pritlihi je in nadstropje. Etahe so med seboj povezane z enoramnim stopnihl' em. V kleti so skladihl' e in kotlarna, pritlihi ju so hodnik, ki se nadaljuje v hodnik v DV, in garderobe, v nadstropju pa upravni prostori in balkon s pogledom na dvorano.

Nosilna konstrukcija: Poslopje je temeljeno na armiranobetonskih pasovnih temeljih na globini 1.30 m. Temeljne pete so visoke 60 cm in ghroke od 40 do 90 cm. Celotno poslopje je z dvema dilatacijama loen na tri konstrukcijske enote. Med vel' namenskim in ul' ilnihl' im traktom je 3 cm ghroka preli na dilatacija, vzdolh katere imata vsak trakt svoje navpil' ne nosilne elemente. Na juhnem robu hodnika v delu PU pa je 3 cm ghroka vzdolhna dilatacija, ki po nal' rtih poteka vzdolh sredine debeline zidu.

Navpil' na nosilna konstrukcija je kombinirana. Sestavljajo jo armiranobetonske stene (MB16), armiranobetonski stebri razlihi nih presekov (MB22 in MB30) in jekleni stebri cevnege preseka. V kleti so obodne stene debele 35 cm, notranje pa 20 cm. V pritlihi ju in nadstropju so vse stene debele 20 cm. Preli ne stene v delih PV, PU in NU so armirane z zvezno navpil' no in vodoravno armaturo. Krajne preli ne stene imajo pod lehl' ghli i vzdolhnih nosilcev armaturo zgohl' eno. Za ostale betonske stene v projektu ni podatkov o morebitni armaturi.

Vzdolhna stena oziroma stenasti nosilec z vratnimi odprtinami, ki poteka po severnem robu ul' ilnic v nadstropju dela NU (med zgornjim robom prvotnih oken v pritlihi ju in spodnjim robom prvotnih oken v nadstropju), ima razporejeno vzdolhno in preli no armaturo ter zgohl' eno robno armaturo na spodnjem in zgornjem robu.

Na severnem in juhnem robu dvoranskega dela vel' namenskega trakta (DV) so a.b. stebri, ki podpirajo jeklene streghne nosilce. V nadstropnem delu vel' namenskega trakta (NV) so v vseh etaah a.b. stebri, ki podpirajo a.b. nosilce na obodu stopnihl' a ter a.b. nosilce na juhnem in vzhodnem robu tega dela. Trije jekleni stebri cevnege preseka podpirajo balkonsko plohl' o nad pritlihi jem na njenem zahodnem robu.

Elementi navpične konstrukcije so bili v projektu računsko preverjeni oziroma je bila njihova armatura določena na obremenitve zaradi navpične obtežbe in na obremenitve zaradi vodoravne potresne obtežbe glede na Pravilnik iz leta 1964, upoštevali intenziteto VIII MCS in srednja tla ($K_c = 0.05$) oziroma na vodoravno potresno silo v višini 7.5% celotne teže posameznega dela.

Medetafne in strežne konstrukcije so velinoma armiranobetonske, strežna konstrukcija nad dvoranskim delom vel namenskega trakta je jeklena, krovne konstrukcije pa so lesene.

Pri strehah enokapnicah (nad ul' ilnicami v nadstropju NU, nad ul' ilnicami v pritli' ju PU in nad ul' ilnicami PV) so žpirovci podprti z vzdolžnimi armiranobetonskimi nosilci. Ti nosilci potekajo kontinuirano preko pre' nih sten, na sredini posamezne ul' ilnice pa so medsebojno povezani s pre' nim a.b. nosilcem - t.i. razdelilnim rebrom. Vzdolžni nosilci so na koncih podprti s krajnimi pre' nimi stenami. Izjema je zahodni rob pritli' ne ul' ilnice na južni strani (stik med PU in DV), kjer so vzdolžni nosilci podprti na a.b. okviru, ki ga sestavljajo a.b. nosilec in dva stebra. Konstrukcije prvotnih ravnih streh nad hodnikom in veznim prostorom v PU so a.b. ploš' e.

Stropne konstrukcije nad pritli' jem nadstropnega dela NU so a.b. ploš' e na vzdolžnih a.b. nosilcih, ki potekajo kontinuirano preko pre' nih sten, na sredini posamezne ul' ilnice pa so medsebojno povezani s pre' nim a.b. nosilcem - t.i. razdelilnim rebrom.

V delu NV so medetafne konstrukcije dveh tipov. Od krajnega zahodnega roba do vzhodnega roba stopniš' a so medetafne konstrukcije nad kletjo, pritli' jem in nadstropjem rebril' aste armiranobetonske z ope' nimi polnili (super 30+5 cm). Od vzhodnega roba stopniš' a do roba kleti je strop nad kletjo a.b. ploš' a, armiranobetonska je tudi balkonska ploš' a nad pritli' jem. Ta je na vzhodnem robu podprta s stebri - jeklenimi cevmi.

Nosilne konstrukcije novejših vzidkov iz l. 1996/97 so glede na projekt sestavljene iz to' kovnih a.b. temeljev (na vseh vogalih posameznega vzidka), a.b. stebrov in nosilcev ter montažnih PVP ploš' . V projektu ni podatkov o morebitni dilataciji med novo in prvotno konstrukcijo. V delu NU je bil zaradi preureditve dveh ul' ilnic v dve manjši ul' ilnici in vmesni kabinet izveden poseg v nosilno konstrukcijo. Odstranili so eno a.b. steno in vgradili dve novi.

Stanje: Navpične razpoke so vidne na obeh stikih med deloma DV in NV, v delu NU pa v pritli' ju v pre' nih stenah med hodnikoma in knjižnico ter v nadstropju - na stiku med pre' nim zidom hodnika in vzdolžnim nosilcem med ul' ilnicami in hodnikom. Vodoravne razpoke so vidne na stiku med a.b. strežno konstrukcijo nad pre' nim hodnikom (del NU) in a.b. stropno konstrukcijo nad vzdolžnim hodnikom (del PU). To je območ' je vzdolžne dilatacije.

Tehnil' na dokumentacija:

- Osnovna ģola Kobarid - glavni projekt (arhitektura), Urbanisti' ni zavod - Projektivni atelje, ģt. proj. 1094, junij 1967;
- Osnovna ģola Kobarid - glavni projekt (statil' ni rač' un in opažni nač' rti), Urbanisti' ni zavod - Projektivni atelje, ģt. proj. 1094, junij 1967;
- Osnovna ģola Kobarid - glavni projekt (armaturni nač' rti), Urbanisti' ni zavod - Projektivni atelje, ģt. proj. 1094, junij 1967;
- Rekonstrukcija in dozidava Osnovne ģole Kobarid - arhitektura PGD, PZI, Projekt Nova Gorica, ģt. proj. 3939, september 1996;

Ocena potresne ogroženosti:

Oznaka stavbe	Intenziteta EMS 475 let	Verjetnost posamezne kategorije poškodovanosti pri potresu intenzitete EMS 475 let					
		5	4	3	2	1	0
KO1-1 (vel' namenski t.)	VIII	0%	0%	0%	7%	18%	78%
KO1-2 (ul' ilniški t.)	VIII	0%	1%	13%	29%	36%	22%

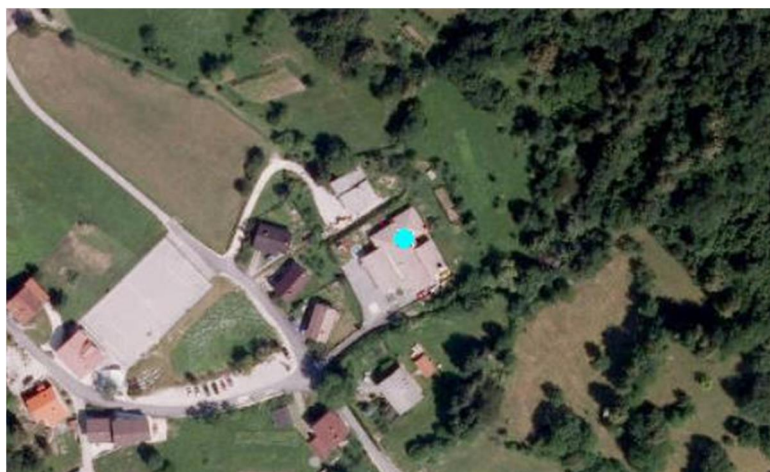
KO2: OŠ Simona Gregorčiča Kobarid - PG Drežnica, Drežnica 16e, Drežnica

leto izgradnje:
1979

številčnost etaž:
P

cona:
9 (Pravilnik)
 $a_g = 0.225 g$, $S = 1.00$
tip tal: A (Evrokod 8)

Splošni opis: Stavba je bila zgrajena po projektu, ki se nekoliko razlikuje od projekta za podružnično šolo v Smastu. Tloris stavbe je razčlenjen in zasnovan tako, da so okoli osrednjega vel'namenskega prostora nanizani ul' ilnice, prostori vrtca, uprave, kuhinja, kotlarna in hišniško stanovanje. Skupna dolžina stavbe znaša 26.96 m, širina pa se stopničasto spreminja od 6.77 m do 24.37 m. Stavba je pritlična z etažno višino 5.68 m v osrednji avli in 3.26 m v ostalih prostorih. Strehe nad posameznimi deli so dvokapne ali štirikapne z naklonom 22°.



Situacija objekta (vir: Spletni Atlas okolja Agencije RS za okolje)

Nosilna konstrukcija: Stavba je temeljena na betonskih pasovnih temeljih (MB10) z armaturno vezjo. Temeljenje je na globini 1.0 m (po obodu) oziroma 0.8 m (pod notranjimi zidovi), temelji pa so široki 50 cm. Nosilni zidovi so zidani iz modularnih ope' nih zidakov (MO15) v podaljšani malti in imajo navpične a.b. vezi (MB20), ki so na navpičnih stikih z zidovjem po določilih projekta zidane »na zob«. Notranji zidovi so debeli 19 cm, zunanji pa 29 cm. Zunanji zidovi so za doseg ustrezne toplotne izolacije na zunanji strani oblošeni z 9 cm debelim slojem iz porolita. Na vzhodnem robu je eden, na južnem pa šest medokenskih

a.b. stebrov preseka 20/30 cm (MB20). Predelne stene so iz porolita. Stropne konstrukcije so a.b. pločje debeline 18 cm (MB30). Ostrežje je leseno, razen nad avlo, kjer je a.b. pločja v naklonu 22° in nad hodniki, kjer je ravna a.b. pločja. V tehničnem poročilu projekta je sicer navedeno, da je stavba projektirana za 9. potresno stopnjo, vendar ni izračunana niti potresna obtežba, niti niso preverjene obremenitve konstrukcije za to stopnjo.

Stanje: Na JZ pročelju so v zidovju vidne tanjše vodoravne in poševne razpoke, ki se gredo od zgornjih vogalov okenskih odprtih navzgor ali iz spodnjih vogalov okenskih odprtih navzdol. Tanjše navpične razpoke so vidne tudi v parapetih. Pod napučenjem so vidne tudi vodoravne razpoke na spodnjem robu kolenitih zidov in razpoke v obzidavah med žpirovci. V notranjosti, v osrednjem vel'namenskem prostoru pa je vidna žirga vodoravna razpoka na dnu enega od obeh zatrepnih zidov, ki nosita višjeležečo a.b. strešno konstrukcijo v naklonu. Na drugi strani je razpoka vidna na stiku med zidom in a.b. strešno konstrukcijo. Glede na njihov potek so razpoke najverjetneje posledica potresa leta 1998.

Tehnična dokumentacija:

- Osnovna gola Drežnica, PZI - arhitektura, statika, opafni in armaturni načrti, Invest-biro Koper, št. proj. 76-31, avgust 1979;

Ocena potresne ogroženosti:

Oznaka stavbe	Intenziteta EMS 475 let	Verjetnost posamezne kategorije poškodovanosti pri potresu intenzitete EMS 475 let					
		5	4	3	2	1	0
KO2	VII-VIII	0%	0%	0%	0%	2%	98%

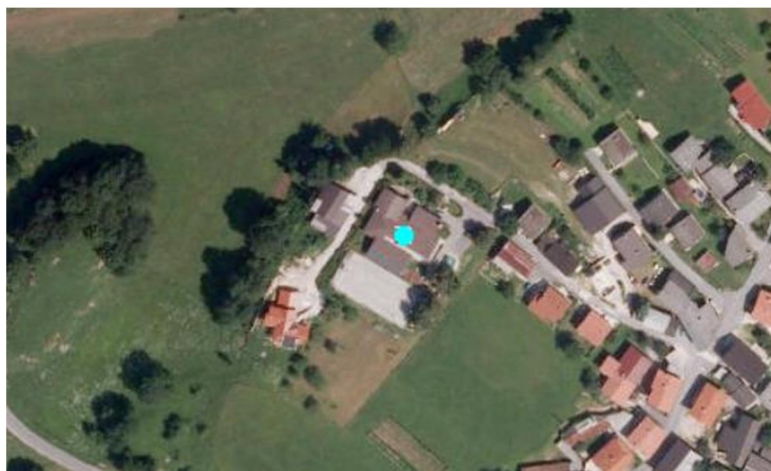
KO3: OŠ Simona Gregorčičeva Kobarid - PG Smast, Smast 13, Smast

leto izgradnje:
1979

številčnost etaž:
P

cona:
9 (Pravilnik)
 $a_g = 0.225 g$, $S = 1.35$
tip tal: D (Evrokod 8)

Splošni opis: Na mestu sedanjega je stala že starejša šolska stavba, ki jo je bilo potrebno porušiti zaradi obsežnih poškodb, ki so nastale zaradi potresov leta 1976. Tloris sedanjega stavbe je razčlenjen in zasnovan tako, da so okoli osrednjega vel'namenskega prostora nanizani ul' ilnice, prostori vrta, uprave, kuhinja in hišniško stanovanje. Skupna dolžina stavbe znaša 26.96 m, širina pa se stopničasto spreminja od 6.77 m do 24.37 m. Stavba je pritlična z etažno višino 5.68 m v osrednji avli in 3.26 m v ostalih prostorih. Strehe nad posameznimi deli so dvokapne ali štirikapne z naklonom 22°.



Situacija objekta (vir: Spletni Atlas okolja Agencije RS za okolje)

Nosilna konstrukcija: Stavba je temeljena na betonskih pasovnih temeljih (MB10) z armaturno vezjo. Temeljenje je na globini 1.0 m (po obodu) oziroma 0.8 m (pod notranjimi zidovi), temelji pa so široki 50 cm. Nosilni zidovi so zidani iz modularnih ope' nih zidakov (MO15) v podaljšani malti in imajo navpične a.b. vezi (MB20), ki so na navpičnih stikih z zidovjem po določilih projekta zidane »na zob«. Notranji zidovi so debeli 19 cm, zunanji pa 29 cm. Zunanji zidovi so za dosego ustrezne toplotne izolacije na zunanji strani obloženi z 9 cm debelim slojem iz porolita. Na vzhodnem robu je eden, na južnem pa šest medokenskih

a.b. stebrov preseka 20/30 cm (MB20). Predelne stene so iz porolita. Stropne konstrukcije so a.b. plošč e debeline 18 cm (MB30). Ostrežje je leseno, razen nad avlo, kjer je a.b. plošč a v naklonu 22° in nad hodniki, kjer je ravna a.b. plošč a. V tehnič nem poroč ilu projekta je sicer navedeno, da je stavba projektirana za 9. potresno stopnjo, vendar ni izrač unana niti potresna obtežba, niti niso preverjene obremenitve konstrukcije za to stopnjo.

Stanje: Na stavbi ni vidnih konstrukcijskih poškodb.

Tehnič na dokumentacija:

- Osnovna gola Smast, PZI - arhitektura, statika, opažni in armaturni načrti, Invest-biro Koper, št. proj. 76-129, april 1978;

Ocena potresne ogroženosti:

Oznaka stavbe	Intenziteta EMS 475 let	Verjetnost posamezne kategorije poškodovanosti pri potresu intenzitete EMS 475 let					
		5	4	3	2	1	0
KO3	VIII	0%	0%	0%	0%	4%	96%

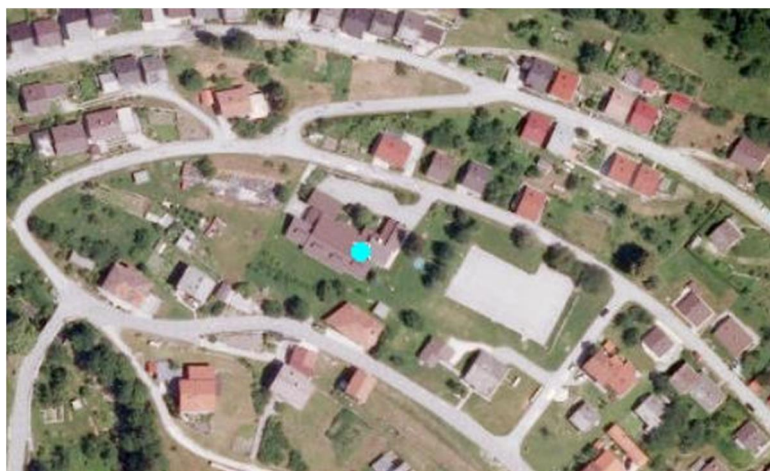
KO4: OĢ Simona Gregorl' il'a Kobarid - PĢ Breginj, Breginj 65, Breginj

leto izgradnje:
1977

ġtevílo etaĥ:
(K+)P

cona:
9 (Pravilnik)
 $a_g = 0.25 \text{ g}$, $S = 1.35$
tip tal: D (Evrokod 8)

Sploġni opis: Po potresih leta 1976, ki sta v Breginju poruġila mnoge stavbe, je bilo zgrajeno novo ġolsko poslopje. V tlorisu je razl' lenjene oblike, sestavljeno iz vel' pravokotnih delov. Skupna dolĥina poslopja znaġa 38.5 m, ġirina pa se giblje med 14.8 in 24.0 m. Poslopje ima klet le na SV delu tlorisa. Pritliĥ je na koti $\pm 0.00 \text{ m}$ oziroma 0.6 m nad nivojem okolnega terena, klet pa na koti -2.75 m . Glede na naklone streġin, ki neposredno pokrivajo ul' ilnice in avlo, se etaĥna viġina v pritliĥ ju spreminja od kap do slemena. V ul' ilnicah se giblje med 2.55 m in 4.55 m, v avli med 4.00 in 6.60 m, v hodnikih, nad katerimi je raven strop, pa znaġa 2.70 m. Strehe nad posameznimi deli poslopja so vel' inoma enokapnice, delno dvokapnice z naklonom 18° .



Situacija objekta (vir: Spletni Atlas okolja Agencije RS za okolje)

Nosilna konstrukcija: S 5 cm ġirokimi dilatacijami je poslopje razdeljeno na dele A, B in C. Osnovno nosilno konstrukcijo sestavljajo armiranobetonski okviri, ki so bili v projektu dimenzionirani tudi na obremenitve zaradi potresne obteĥbe glede na Pravilnik iz leta 1964, upoġtevajoĥ intenziteto VIII MCS in slaba tla ($K_c = 0.06$), oziroma na vodoravno potresno silo v viġini 13.5% celotne teĥe posameznega dela. Stebri okvirov so razliĥ nega preseka ($dx/dy =$

25/25, 25/55, 55/25, 40/25, 110/25 in 125/25 cm). Pri delu A so stebri izdelani iz betona MB20, pri delih B in C pa iz betona MB30. Armirani so z gladko vzdolžno in stremensko armaturo. Polnilni in predelni zidovi so debeli 10 in 25 cm, zidani iz opele njih votlakov. Stropne in strešne konstrukcije so 12 cm debele a.b. pločle. V delih A in B imajo nekatere strehe leseno konstrukcijo, ki so s sidri povezana z a.b. gredami. Konstrukcija je temeljena na pasovnih nearmiranih betonskih temeljih (MB15), minimalne globine 1.0 m. Pri določitvi dimenzij temeljev je bila v projektu upoštevana dopustna obremenitev temeljnih tal 156 kPa.

Tehnična dokumentacija:

- Osnovna gola Goce Dell'ev Breginj - glavni projekt (arhitektura - knjiga 1, statilni računi), GP Pelagonija Skopje, št. proj. 1811/14, september 1976;

Ocena potresne ogroženosti:

Oznaka stavbe	Intenziteta EMS 475 let	Verjetnost posamezne kategorije poškodovanosti pri potresu intenzitete EMS 475 let					
		5	4	3	2	1	0
KO4-1 (del A)	VIII	0%	0%	0%	0%	0%	100%
KO4-2 (del B)	VIII	0%	0%	0%	0%	0%	100%
KO4-3 (del C)	VIII	0%	0%	0%	0%	0%	100%

PRILOGA B:
MODELNO OCENJENE STAVBE:
OCENJENE LASTNOSTI

KO5: Stanovanjska stavba Markova ulica 16 , Kobarid

leto izgradnje:

1934

številčnost etaž:

P+2

material konstrukcije:

kamen

cona (Evrokod 8):

$a_g = 0.225$ g, tip tal: C

posebnosti:

-

KO6: Kulturni dom in kino, Stresova ulica 2, Kobarid

leto izgradnje:

1960

številčnost etaž:

P+1

material konstrukcije:

opeka

cona (Evrokod 8):

$a_g = 0.225$ g, tip tal: C

posebnosti:

nepravilna po tlorisu in višini

KO7: Vrsta hiša Stresova ulica 20-20a-20b-20c, Kobarid

leto izgradnje:

1965

številčnost etaž:

P+1(+2)

material konstrukcije:

opeka

cona (Evrokod 8):

$a_g = 0.225$ g, tip tal: D

posebnosti:

deli stavbe imajo višinski zamik
za pol etažne višine