

ODDELEK ZA GRADBENO FIZIKO
Požarni laboratorij in požarno inženirstvo

Ljubljana, 12.09.2019

POROČILO
št. 810/18-530-1

**POŽARNA ZAŠČITA STAREJŠIH STOLPNIC V
LJUBLJANI NA OSNOVI PREDLOGOV ZA
IZBOLJŠANJE POTRESNE ODPORNOSTI**

Stolpnice tipa A

Naročnik: **Mestna občina Ljubljana**
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Naročilo: **Pogodba št. C7560-18-210047 (ZAG št. 7862/18) z dne 14.08.2018 in
dodatek št. 1 z dne 20.3.2019**

Nosilec naloge: **dr. Andrej Rebec, univ.dipl.inž.grad.**

Vodja enote: **Friderik Knez, univ.dipl.fiz.**

Direktor: **doc. dr. Aleš Žnidarič, univ.dipl.inž.grad.**

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.
Rok za reklamacije je 15 dni od izdaje poročila. Skupno število strani: 25; število prilog: 10; število dodatkov: 0.

Obr. P.S. 12-001-1/3

Vsebina

1. UVOD	3
2. ZASNOVA S PREDLOGI IZVEDBE.....	3
2.1 Možnost protipotresne utrditve stolpnic Tip A.....	5
3. PREDLAGANI UKREPI AKTIVNE IN PASIVNE POŽARNE ZAŠČITE STOLPNIC	6
3.1 Protipotresna utrditev.....	6
3.1.1 Predlagani ukrepi pasivne in aktivne požarne zaščite.....	8
3.2 Nadomestitev stolpnic z novimi.....	9
3.2.1 Dopolnitev predlaganih ukrepov pasivne in aktivne požarne zaščite.....	9
4. ANALIZA PREDLAGANIH UKREPOV	10
4.1 Pasivni ukrepi požarne zaščite.....	10
4.2 Aktivni ukrepi požarne zaščite.....	13
5. POVZETEK.....	15
6. GRAFIČNE PRILOGE (tlorisi, prerezi)	
Tip A 2. na in protipotresne utrditve	
Tip A nadomestitev stolpnic z novimi	

1. UVOD

Naloga predstavlja razvojno raziskovalni projekt z raziskovalnimi izsledki in zaključki na področju potresnega inženirstva in obenem predstavlja osnovo za gradbeni projekt potrebne obnove oziroma nadomestitev stolpnice z novimi. Govorimo o visokih objektih, ki imajo v potresnem in požarnem smislu posebno težo, zato je priporočljivo, da bodo deležniki v projektu podprli idejo, da morajo predlagane rešitve pokrivati celoten nabor problemov povezanih z obstojem stolpnice. Predlagana protipotresna utrditev bo zato izvedena na način, da bo nosilna konstrukcija po posegih ustrezno požarno odporna in da bodo izvedeni ostali ukrepi, ki bodo zagotavljali ustrezen nivo požarne zaščite.

Projektne rešitve morajo biti predlagane v okviru veljavnih predpisov, obenem pa se pričakuje, da bo, ker je tudi raziskovalni projekt, doprinesel k boljše gradbeni stroki in ponudil rešitve, ki strokovno lahko pomenijo bistveno izboljšanje obstoječega stanja ob razumnih stroških. To pomeni, da bomo tudi na področju požarne zaščite, ki predstavlja drugo bistveno lastnost, s selektivnim naborom ukrepov pasivne in aktivne požarne zaščite izboljšali obstoječe stanje. Če bi drugo bistveno lastnost obravnavali po veljavni zakonodaji, le-tej ne bi mogli zadostiti ob razumnih stroških.

Za primere protipotresne utrditve je zaradi določenih prednosti (teža, hitrost izvedbe) predlagana izvedba nekaterih gradbenih elementov (nove medetažne konstrukcije) v lahki izvedbi, ki mora biti usklajena z arhitekturo. V primeru nadomestitve stolpnice z novimi bi bila ena od možnih alternativ izvedba posameznih sten in plošč v lesni izvedbi. V obeh primerih bodo morale biti predlagane izvedbe usklajene s požarnimi zahtevami.

Les postaja vse bolj uporabljeno gradivo s potencialnimi prednostmi in slabostmi. Ker je po definiciji gorljiv (materialna lastnost) in hkrati požarno odporen (lastnost konstrukcije) omogoča s selektivnim pristopom široko uporabo v gradbeništvi. Veljavna zakonodaja navaja, da mora biti nosilna konstrukcija stolpnice negorljiva. Hkrati pa v svetu narašča število zgradb, tudi visokih, ki so zgrajene iz lesa. To posredno pomeni, da bo s projektno dokumentacijo za nove stolpnice potrebno dokazati, da bo izvedba izbranih lesenih elementov zgradbe pod določenimi pogoji dopustna.

2. ZASNOVA S PREDLOGI IZVEDBE

Projekt protipotresne analize izbranih stolpnice je postal aktualen z zavedanjem, da so stolpnice poleg drugih zgradb zgrajenih v obdobju pred približno štiridesetimi leti, potresno ranljive do te mere, da bi jih lahko potres resno poškodoval ali porušil.

Naloga je zasnovana tako, da obravnava tri variante predlogov protipotresnih utrditvenih posegov, vključno s predlogom nadomestitve stolpnice z novimi za tri glavne vrste izbranih obstoječih stolpnice tipov: A, B in C. Iz vidika požarne zaščite bodo nato obdelani tisti primeri, ki bodo zagotavljali primerno raven protipotresne zaščite po veljavnih predpisih.

V potresni analizi je bilo zajetih 15 stolpnice na območju Ljubljane. Posamezna stolpnica arhitektonsko zajema: eno oziroma dve kleti, pritličje, 9-12 stanovanjskih nadstropij in teraso. Izbrane stolpnice so bile zgrajene v intervalu med leti 1959 in 1965; tipičen tloris nadzemnega dela vseh stolpnice je podoben; sestavljen je iz štirih/petih stanovanj in centralnega stopnišča s hodnikom, dvigali in inštalacijskimi jaški. Podzemni del stolpnice ima eno klet (osem stolpnice: tipa A in C), oziroma dve kleti (sedem stolpnice: tipa A in B). V podzemnem delu so servisni prostori (trafo postaja, vodni hidtoforji, plinski ventili in gteveci) in shrambe stanovanj.

V okviru projekta je bilo torej obravnavanih 15 stolpnice z oziroma na vrsto navpične nosilne konstrukcije **nadzemnega** dela, ki so bila razvrščene na tri tipe:

- tip A: navpična nosilna konstrukcija je sestavljena iz betonskih sten v pritličju in opekljenih zidov v nadstropjih; osem stolpnice,
- tip B: navpična nosilna konstrukcija je sestavljena iz betonskih sten, armiranobetonskih stebrov in zidov, grajenih po sistemu ing Umek - z glindrinimi ali betonskimi votlaki, polnjenih z betonom; pet stolpnice in
- tip C: navpična nosilna konstrukcija je sestavljena iz betonskih sten, od katerih je velika večina ne-armiranih; dve stolpnici.

Medetažne plošče vseh stolpnice so polne armiranobetonske plošče. Nosilni zidovi **podzemnega** dela stolpnice so mestoma:

- ne-armirani betonski,
- oziroma armiranobetonski.

Z oziroma na tehnologijo gradnje, gradiva, kvaliteto izvedbe in tlorisno razporeditev prostorov stolpnice (nosilne stene) sta bili za povečanje potresne odpornosti analizirani dve varianti protipotresnih ojačitve nosilne konstrukcije:

- utrditev vseh nosilnih sten z armiranimi oblogami na obeh straneh zidov z medsebojno povezavo, pri tipu C v kombinaciji z zamenjavo določenih obstoječih predelnih sten z nosilnimi armiranobetonskimi in
- izvedba dodatne zunanje nosilne konstrukcije iz armiranobetonskih sten na obodu stolpnice;

poleg predlaganih dveh tipov protipotresne ojačitve nosilne konstrukcije je bila predlagana še tretja rešitev z nadomestitvijo stolpnice z novimi po veljavnih evropskih protipotresnih predpisih (Evrokod 8).

2.1 Možnost protipotresne utrditve stolpnic Tip A

1. na| in: utrditev vseh nosilnih zidov in nosilnih parapetov v vseh etažah (enako debeli kot nosilni zidovi in z zidovi povezani z ustreznimi zvezami), ki se jih izvede v vseh etažah z armiranimi oblogami na obeh straneh zidov. Obloge se lahko izvede v v dveh variantah:

- z jeklenimi armaturnimi mrežami (mreže na obeh straneh zidu so medsebojno povezane z jeklenimi stremeni) v brizganem betonu; debelina obloge na vsaki strani je ~3 - 4 cm ali
- iz GFRP oblog - mreže iz steklenih vlaken v polimerni matrici (mreže na obeh straneh zidu so medsebojno povezane z veznimi elementi, prav tako iz GFRP) in so vgrajene v sloj malte visoke trdnosti; debelina obloge na vsaki strani je ~3 - 5 cm.

Potresna analiza je pokazala, da 1. na| in utrditve stolpnicam tipa A ne bo mogel zagotoviti predpisane protipotresne odpornosti (Evrokod 8).

2. na| in: izvedba zunanje - obodne konstrukcije iz armiranobetonskih sten. V posamezni etaži so nove armiranobetonske stene v posameznih oseh različno dolge in različno debele. Po višini stavbe se spreminja le debelina posamezne stene. Nove medetažne konstrukcije v obodu so iz arhitekturnih razlogov (zagotovitev ustrezne svetle višine) predvidene iz jeklenih nosilcev. Ta stropna konstrukcija mora biti požarno zaščitena.

Pri tej varianti se poleg tega utrdi obstoječe betonske in armiranobetonske stene v kleti in pritličju. To se izvede z obojestranskimi armiranobetonskimi oblogami. Mreže na obeh straneh stene so medsebojno povezane z jeklenimi stremeni. Armiranobetonske obloge morajo biti izvedene z obbetoniranjem tako, da je zagotovljena sprijemnost med obstoječo betonsko steno in armiranobetonsko oblogo in tako obstoječe stene in obloge delujejo kot monolitne armiranobetonske stene.

Potresna analiza je pokazala, da lahko 2. na| in utrditve stolpnicam tipa A znatno povečajo njihovo potresno odpornost, najverjetneje bo možno dosegati zahteve veljavne zakonodaje (Evrokod 8).

3. na| in: nadomestitev stolpnic z novimi. Za nove stolpnice je predlagana armiranobetonska nosilna konstrukcija, sestavljena iz a.b. sten in a.b. ploč. Možna alternativa bi bila konstrukcija, pri kateri bi bili stenski in medetažni elementi izdelani iz križemlepljenega lesa. V tem alternativnem primeru bodo morale biti predlagane izvedbe usklajene s požarnimi zahtevami.

Opisani na| in zagotavlja projektiranje oziroma doseganje potresne odpornosti v skladu z Evrokod 8.

3. PREDLAGANI UKREPI AKTIVNE IN PASIVNE POŽARNE ZAŠČITE STOLPNIC

3.1 Protipotresna utrditev

Poleg protipotresne utrditve, oziroma nadomestitve stolpnice z novimi po veljavnih predpisih, projekt vsebuje tudi predloge izboljšanja požarne zaščite, ki naj zagotovijo izboljšanje požarne varnosti v primeru:

- izvedba zunanje - obodne konstrukcije iz armiranobetonskih sten (Tip A, 2. način),
- utrditve nosilne konstrukcije in zamenjavo treh predelnih sten z nosilnimi armiranobetonskimi stenami (Tip C, 1. način) in
- nadomestitve stolpnice z novimi, ko bi bili ukrepi pasivne in aktivne požarne zaščite izvedeni v celoti v skladu z veljavnimi predpisi (Tipi A, B in C, 3. način).

V okviru nadomestitve stolpnice z novimi je omenjena možnost izvedbe dela nosilne konstrukcije (stene, plošče) v leseni izvedbi. Omenjeni elementi imajo lahko predpisano požarno odpornost, vendar ker so gorljivi (po veljavni zakonodaji morajo biti negorljivi) jih bo potrebno požarno izolirati. Tudi sicer je požarna problematika obravnavana na osnovi arhitekturnih rešitev, ki so nastale kot posledica posegov protipotresne utrditve posameznega tipa stolpnice.

Ker so obstoječe stolpnice bile zgrajene v obdobju med letoma 1959 in 1965 in zanje niso veljali aktualni predpisi, je smiselno podrožje požarne varnosti urediti tako, da ne bo poslabšano obstoječega stanja požarne zaščite in bo hkrati s tem manj invazivni ukrepi izboljšano novo predlagano stanje, zasnovano z upoštevanjem bistvenih ukrepov veljavne zakonodaje.

Grobe karakteristike stolpnice povezane s požarno zaščito, ki bodo protipotresno utrjene, oziroma bo predlagana nadomestitev stolpnice z novimi so naslednje:

- visoki obstoječi objekti 9-12 nadzemnih stanovanjskih etaž, ravna streha,
- ena, oziroma dve kletni etaži s servisnimi prostori (brez garaž),
- eno nezaščiteno stopnišče,
- eno ali dve dvigali,
- štiri/pet stanovanj na tipično stanovanjsko etažo, pritličje lahko kombinirano: stanovanjski prostori in servisni prostori (kolesarnica,...),
- ljubljanska gasilska brigada lahko posreduje z vozilom, ki je opremljeno z lestvijo do višine 27 m.

Obravnavane stolpnice sodijo v požarnem smislu med visoke objekte; požarna definicija visokega objekta je relativna višinska kota zadnje pohodne namenske etaže +21 m. Zahteve

za visoke objekte so strožje kot za "običajne" objekte; stolpnice so v požarnem smislu relativno zelo ranljive stavbe. Posebno pozornost je zato potrebno posvetiti:

- požarni odpornosti nosilne konstrukcije,
- zasnovi požarnih sektorjev s požarno odpornim obodom,
- onemogočanju širjenja nastalega požara tako po zunanosti kot po notranosti stavbe,
- evakuaciji prisotnih,
- omogočanju hitrega gašenja začetnega požara in
- hitri in učinkoviti akciji gasilcev.

Koncept zasnove požarne zaščite bo torej zasnovan na osnovi funkcionalne zasnove arhitekture podzemnega in nadzemnega dela stolpnic, upošteval bo obstoječe stanje in na njem manj invaziven načrt vključeval ukrepe pasivne in aktivne požarne zaščite.

S stalnimi požarno varne gradnje bodo obstoječe stolpnice, ki bi naj bile protipotresno utrjene (omenjena dva tipa objektov) obravnavane v skladu z veljavno zakonodajo. To pomeni, da protipožarna zaščita ne bo preverjana kot bistvena lastnost stolpnic, bo pa zajeta na predlaganih "utrditvenih" konstrukcijskih posegih in arhitekturnih danostih (storih). Hkrati bo zasnovana tako, da bo izboljšala obstoječe stanje. Za tretjo rešitev z nadomestitvijo stolpnic z novimi stolpnici pa bodo veljali veljavni predpisi za novogradnjo stolpnic, kar bo pomenilo tudi dodatno izboljšano požarno varnost v primerjavi z obstoječim stanjem stolpnic.

Nosilna konstrukcija stolpnice bo požarno odporna s predpisano požarno odpornostjo. Posamezna stolpnica bo razdeljena na požarne sektorje (stanovanja, posredno stopnišče) s predpisano požarno odpornostjo obodne konstrukcije v nadzemnem delu in podzemnem delu (servisni prostori, shrambe). Predpisane bodo lastnosti:

- zunanjih elementov (fasada, streha),
- notranjih finalnih oblognih materialov (evakuacijske poti: stopnišče, hodniki) in
- izolacijskih materialov glede na reakcije na ogenj.

V stopnišču bo predviden sistem npravnega odvoda dima in toplote. Vsi vertikalni inštalacijski jaški bodo obdani s požarno odporno obodno konstrukcijo. Revizijske odprtine inštalacijskih jaškov bodo pokrite s požarno odpornimi zaporami. Stolpnice bodo imele požarno zaščitene evakuacijske poti: delno požarno zaščiteno stopnišče s hodnikom. Evakuacijske poti bodo pokrite z varnostno razsvetljavo.

V podzemnem in nadzemnem delu stolpnic bo vgrajen tudi **sistem za javljanje in alarmiranje požara**, ki bo omogočal varno evakuacijo, hitro gašenje začetnega požara in gasilsko posredovanje s predpisano **nadstandardno** opremo (**gasilsko dvigalo**) in sredstvi za gašenje požara (tudi suhi dvigni vod). Za preprečevanje požarov in njihovih posledic bo izdelan predpisani požarni red. Izvedek požarnega reda in načrt evakuacije morata biti razobežena v na vidnih mestih v vseh etažah.

3.1.1 Predlagani ukrepi pasivne in aktivne požarne zaščite

Predlagani ukrepi pasivne in aktivne požarne zaščite v primeru **protipotresne utrditve stolpnic** so naslednji:

- zahtevana požarna odpornost nosilne konstrukcije, vključno z ojačitvami in novimi dodanimi elementi nosilne konstrukcije namenjenih protipotresni utrditvi (negorljiv material, razred A, požarna odpornost: REI/EI 90),
- požarno odporni fasadni parapeti višine 1 m (negorljiv material, razred A, REI/EI 90),
- požarni sektorji/celice (stanovanja in potencialno ogroženi prostori: kleti, servisni in tehnični prostori), negorljiv material, razred A, REI/EI 90,
- stopnišča (delno zaščiteni: požarna vrata na prostorih stopnišča), negorljiv material, razred A, REI 90,
- odvod dima in toplote (naravni odvod stopnišča, odprtina na strehi),
- negorljiva fasada, razred A (vključno s toplotno sanacijo),
- predpisane požarne lastnosti finalnih materialov sten, stropov in tal predvsem na stopnišču, vključno s hodnikom,
- streha (ravna streha pokrita s pohodnimi ploščami ali prodcem) iz negorljivih materialov, razred A,
- ročno javljanje požara,
- gasilsko dvigalo,
- zunanji hidranti,
- notranji hidranti (suh dvigani vod in notranji hidranti) in
- gasilniki.

Tehnologija in uporabljeni materiali obstoječih stolpnic zagotavljajo predpisano požarno odpornost nosilnih sten in medetažnih armiranobetonskih plošč (zaščitni sloji betona nad armaturo). Tudi okenski parapeti zagotavljajo zahtevano požarno odpornost; francoski balkoni pa omogočajo prehod požara med medetažnimi ploščami, zato jih bo potrebno ustrezno nadomestiti.

Utrditveni sloji na obstoječi nosilni konstrukciji bodo imeli ustrezen zaščitni sloj (torkret beton, malte visoke trdnosti) nad armaturo (jeklena armaturna mreža, mreža iz steklenih vlaken). Tudi nove armiranobetonske stene na obodu stolpnic (oziroma nekatere obstoječe predelne stene nadomeščene z nosilnimi armiranobetonskimi) bodo imele zahtevane zaščitne sloje betona nad armaturo.

Obstojeca stopnišča, ki so odprta in brez predprostorov od kleti do strehe predstavljajo v požarnem smislu resno tveganje, ker omogočajo nekontrolirano širjenje požara po notranjosti stopnice in zato otežujejo ali onemogočajo evakuacijo in posredovanje gasilcev.

Stopnišča na jedra, vključno z dvigalnimi jaški imajo zahtevano požarno odporno konstrukcijo, podobno velja za obodno konstrukcijo posameznih stanovanj in servisnih in tehničnih prostorov predvsem v podzemnih etažah. Za vse nagnete prostore velja, da bo na njih potrebno namestiti požarna vrata s samozapirali in urediti požarno tesnenje na prehodih inštalacij tako strojnih kot električnih skozi obodno konstrukcijo prostorov. Na ta način bo postalo stopnišče do določene mere zaščiteno.

V stopnišču bo na strehi potrebno izvesti odprtino za naravni odvod dima in toplote; proženje le-te bo praviloma upravljala gasilska enota. Predvidena je uporaba prezračevalnika (gasilska enota). Proženje odprtine bo mogoče ročno s pritiskom na in terasne etaže.

V stolpnici je z ozirom na višino in omejen doseg gasilcev (gasilska lestev višine 27 m) poleg notranjih hidrantov, predlagana v dogovoru z Gasilsko brigado namestitve suhega dvigunskega voda za hitrejšo gasilsko posredovanje. Notranji hidranti bodo v podzemnem delu v vsaki etaži, v nadzemnem pa v vsaki drugi etaži. V vsaki nadzemni etaži bosta po en oziroma dva gasilnika (odvisno od arhitekturne zasnove), v podzemnih etažah bodo razporejeni glede na namembnost in velikost prostorov.

3.2 Nadomestitev stolpnice z novimi

Veljavna Slovenska zakonodaja (Tehnična smernica: Požarna varnost v stavbah) za projektiranje stolpnice (visoke stavbe z relativno koto zadnje etaže nad 21 m) predlaga uporabo nemške smernice: Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (MHR).

3.2.1 Dopolnitev predlaganih ukrepov pasivne in aktivne požarne zaščite

Ukrepi pasivne in aktivne požarne zaščite v primeru **nadomestitve stolpnice z novimi**: predlagani ukrepi so v skladu z veljavno zakonodajo za novo zgrajene objekte; zajeti so vsi zgoraj navedeni ukrepi uporabljeni v primeru protipotresne utrditve z dodanimi naslednjimi ukrepi:

- kontrola odmikov od sosednji zgradbi,
- glede na višino stolpnice morajo biti ob posamezni stolpnici urejene:
 - dostopne poti za gasilce,
 - dovozne poti za gasilce,
 - delovne površine za gasilska vozila in
 - postavitvene površine za gasilska vozila,
- predprostor pred zaprtim stopniščem in dvigali, negorljiv material, razred A, REI 90 in
- nadtlak v prostoru stopnišča (50 Pa) in predprostora stopnišča z dvigali (45 Pa), vrata požarno odporna s samozapirali E 30.

Načrti ukrepi pasivne in aktivne požarne varnosti bodo v primeru protipotresne utrditve pomenili izboljšanje požarne zaščite v primerjavi z obstoječim stanjem stolpnice. V primeru nadomestitve stolpnice z novimi pa bo stanje požarne zaščite bistveno izboljšano glede na obstoječe stanje. V primeru nadomestitve stolpnice z novimi bo potrebno preveriti tudi mikro lokacijo le-teh glede na sosednje objekte (giranje požara na sosednje objekte, dostopnost za gasilsko posredovanje).

4. ANALIZA PREDLAGANIH UKREPOV

4.1 Pasivni ukrepi požarne zaščite

Analiza požarne odpornosti nosilne konstrukcije in hkrati požarne odpornosti oboda požarnih sektorjev (stanovanj, posredno stopnišča in servisnih prostorov)

Nosilna konstrukcija in obodna konstrukcija požarnih sektorjev

Obstojelci zidovi iz: opeke, Umekovih zidakov zalitih z betonom in betona, ki predstavljajo nosilno konstrukcijo in hkrati obodno konstrukcijo požarnih sektorjev zagotavljajo požarno odpornost sten vsaj devetdeset minut (REI 90). To pomeni, da imajo zidovi obstoječi stolpnice požarno odpornost, ki je predpisana z veljavno zakonodajo. Predlagane ojačitve, povezane s potresno utrditvijo z različnimi oblogami samo še doprinesejo k osnovni požarni odpornosti obstoječih zidov.

Požarni sektorji, požarne celice

Vsako stanovanje mora biti ločen požarni sektor. Enako velja za vsak servisni prostor v podzemnem ali nadzemnem delu stolpnice (celice). Obodna konstrukcija požarnih sektorjev in celic mora biti požarno odporna 90 minut (REI/EI 90). Vsa vrata v požarne sektorje iz hodnika, ki je v istem zračnem prostoru kot stopnišče, morajo biti požarno odporna EI 30 in opremljena s samozapirali.

Evakuacija stolpnice bo potekala po obstoječem odprtem stopnišču ob katerem poteka hodnik, ki povezuje štiri/pet stanovanja v vsaki etaži. Po veljavnih predpisih bi moralo stopnišče biti zaprto in pred vhodom v stopnišče bi moral biti predprostor. Vrata v predprostor in dalje v stopnišče bi morala biti požarno odporna. V obstoječih stolpnice, ki bodo potresno utrjene ta izvedba zaradi arhitekturnih danosti ni mogoča. Zato je ukrep, ki je v takih primerih mogoč, zamenjava vseh obstoječih vrat v stopnišču na vseh nivojih s požarno odpornimi vrati s samozapirali. Stene, ki ločujejo stanovanja in stopnišče (hodnik) so nosilne; obstoječa izvedba zagotavlja predpisano požarno odpornost 90 minut: REI (EI) 90. Potrebno bo poskrbeti, da bodo inštalacijski preboji v teh stenah ustrezno požarno tesnjeni.

Obstojelci stolpnice imajo centralno stopnišče, katerega del je tudi skupni hodnik preko katerega je urejen dostop do posameznega stanovanja v vsaki etaži. Brez resnih posegov ni mogoče fizično ločiti stopnišča od hodnika. V požarnem smislu je to bistvena razlika, glede na veljavno regulativo stolpnice, ki zahteva ločena stopnišča s predprostori (nadtak) in iz le-

teh dostop do hodnika in dalje do posameznega stanovanja. Na ta način je mogoče izvesti relativno varna stopnišča, ki omogočajo ustrezno evakuacijo in gasilsko posredovanje.

V konkretnem primeru protipotresne utrditve bo stopnišče ostalo nespremenjeno, vertikalni instalacijski vodi bodo obdani s požarno odporno obodno konstrukcijo, revizijske odprtine bodo izvedene v požarno odporni izvedbi, instalacijski preboji bodo izvedeni v požarno odporni izvedbi. Vsa vrata stopnišča na vseh nivojih bodo požarno odporna z vgrajenimi samozapirali. To pomeni, da bodo vsi prostori, ki mejijo na stopnišče in požarni sektorji (stanovanja), oziroma požarne celice (vsi servisni prostori stolpnice) obdane s požarno odporno konstrukcijo.

Instalacijski jaški v stopnišču

Vsi instalacijski jaški, ki potekajo v stopnišču, morajo biti v požarno odpornem obodu, revizijske odprtine pa morajo biti izvedene v požarno odporni izvedbi (podobno, kot vrata v stanovanja in servisne prostore).

Obstoječi zidovi

Obstoječi zidovi iz opeke in betona (Umekovi zidaki zaliti z betonom) debeline > 20 cm zagotavljajo požarno odpornost sten vsaj devetdeset minut (REI 90). To pomeni, da imajo zidovi obstoječih stolpnice požarno odpornost, ki je predpisana z veljavno zakonodajo. Predlagane ojačitve, povezane s potresno utrditvijo z različnimi oblogami, samo že doprinašajo k osnovni požarni odpornosti obstoječih zidov. Ne nazadnje so obloge dimenzionirane tako, da bo armatura (jeklena ali steklena vlakna v polimerni matrici) zaščitena z vsaj 3 cm debelo zaščitno plastjo betona (torkret) ali malte visoke trdnosti, kar po Evrokodu 2 pomeni aktivno armaturo po približno 90 minutah standardnega požara.

Nove predelne lesene stene in plošče

Nove predelne lesene stene in plošče (prefabricirani elementi izdelani iz križem-lepljenega lesa) imajo lahko prav tako same po sebi zahtevano požarno odpornost 90 minut (EI 90), vendar po veljavnih predpisih niso dovoljene, ker so gorljive in s tem predstavljajo dodatno požarno tveganje s povečano požarno obtežbo in širjenjem požara po površini sten ali plošč. Zato bo za lesene elemente (stene, plošče) potrebno v projektu izvedbe dodatno predlagati, kje so take stene in plošče dopustne, oziroma kje jih je potrebno ustrezno obložiti z negorljivimi materiali. Če taki elementi ne sodelujejo pri požarni odpornosti nosilne konstrukcije stolpnice kot celote, za opisane elemente velja požarna odpornost EI in ne REI, če pa so vgrajeni na fasadi, jih je zaradi zahtev po negorljivosti potrebno ustrezno požarno izolirati.

Novo predvidena lahka (jeklo) ploskovna konstrukcija plošč

Ker je nosilnost jeklenih konstrukcij v primeru požara relativno hitro ogrožena zaradi hitrega padanja trdnosti in modula elastičnosti, bo mestoma novo predvidena lahka izvedba dela medetažnih plošč za doseganje predpisane požarne odpornosti REI 90 požarno izolirana.

Požarno odporni fasadni parapeti

Za preprečitev prehoda požara iz etaže v etažo morajo biti okenski parapeti stolpnice (vključno z vigino spodnje okenske preklade in debeline plošč etaže) visoki vsaj 1 m in požarno odporni 90 minut: EI 90. Na mestih balkonov mora znašati vsota vigine okenske preklade,

debeline pločle, žirine balkona in parapeta vsaj 1.5 m. Pri tem morata biti tako pločla balkona kot parapet negorljiva in požarno oporna (armirani beton).

Naravni odvod dima in toplote

V stopniših in predprostorih stopniših stolpnice je potrebno po veljavnih predpisih vgraditi sistem kontrole dima, kar pomeni ustrezen nadtlak v predprostorih stopniših in v stopniših. V protipotresno utrjenih obstoječih stolpnice to ne bo mogoče, zato bo za od-dimljanje stopniših na vrhu stopniših vgrajena odprtina za naravni odvod dima in toplote, ki jo bodo praviloma uporabljali gasilci. V pritliju mora biti zagotovljena približno enaka površina za dovod svežega zraka (vrata). Stikalo za opiranje omenjene odprtine bo vgrajeno v pritliju in zadnji etaži stolpnice. Delovanje mora biti zagotovljeno tudi z rezervnim virom elektrike napajanja.

Fasadne stene

Fasadne stene bodo izdelane iz negorljivih materialov, vključno s toplotno izolacijo. Na mestih fasadnih parapetov je dovoljena lahka izvedba (le siceršnja nosilna konstrukcija objekta to dopuščala), vendar je zahtevana izvedba v negorljivi in požarno odporni izvedbi EI 90. S tem bo preprečeno širjenje požara po vertikali zunanje strani stolpnice skozi okenske odprtine.

Zunanji finalni materiali fasade in strehe

Fasada stolpnice mora biti izvedena iz negorljivih materialov, vključno s toplotno izolacijo. Stolpnice imajo pohodne terase obložene z betonskimi pločlami. Izvedba gorljive toplotne izolacije (EPS/XPS) je dopustna, le je le-ta popolnoma zaprta z betonom (spodaj armiranobetonska pločla, preko toplotne izolacije zopet plast betona v katerega so položene betonske pohodne pločle, oziroma je nasut prodec).

Notranji finalni materiali

Finalni obložni material tal, sten in stropov se morajo uvrščati v predpisane skupine po veljavni regulativi. Na evakuacijskih poteh (hodnik, stopnišje) morajo biti uporabljeni negorljivi materiali (A1/A2). Obstoječi finalni materiali stopnišja so ustrezni, negorljivi. Tla so obložena s keramičnimi pločlicami ali terac-betonom. Stene in stropovi so betonski in ometani in s tem negorljivi. Za stanovanja ni zahtev.

Odmiki

V okviru izvedbenih projektov bo potrebno preveriti oddaljenost novih stolpnice (stolpnice na spremenjenih lokacijah) od obstoječih objektov.

Intervencijske površine

Vse stolpnice so umešane na mestne površine tako, da so obdane s parkirnimi prostori ali parkovnimi površinami (v manjši meri). Z ozirom na višino objektov in potencialno posredovanje gasilcev z zunanje strani, nimajo ustreznih površin namenjenih gasilskemu posredovanju (delovne površine in postavitvene površine). Glede na višino stolpnice morajo biti ob posamezni stolpnici urejene:

- dostopne poti za gasilce,
- dovozne poti za gasilce,

- delovne površine za gasilska vozila in
- postavitvene površine za gasilska vozila.

Tako v primeru potresne utrditve, kot nadomestitve stolpnice z novimi bo potrebno ustrezno pozornost posvetiti površinam neposredno ob objektih.

4.2 Aktivni ukrepi požarne zaščite

Javljanje požara in alarmiranje

Z ozirom na višino zgradb predlagamo vgradnjo sistema ročnega javljanja požara in pripadajočega alarmiranja.

Zunanji hidranti

Ob posamezni stolpnici morajo biti locirani hidranti s predpisanimi karakteristikami:

- cevi razdelilnega cevovoda v obročnem omrežju zunanjih hidrantov morajo imeti glede na zahtevano vodo premer vsaj 100 mm (DN 100),
- ob objektu bosta dva hidranta, medsebojna razdalja ne bo presegala 80 m, od objekta bosta oddaljeni vsaj 5 m,
- zunanji hidranti bodo imeli najmanjši tlak na priključku vsaj 2.5 barov pri pretoku 10 l/s;
- požarna voda bo zagotovljena iz mestnega vodovoda in bo zagotavljala 72 m³ vode v dveh urah.

Za zunanje hidrantno omrežje je potrebno zagotoviti nemoteno uporabo ob katerikoli času. Predvideno je uporaba dveh zunanjih nadzemnih hidrantov, s skupnim pretokom vode 10 l/s.

Notranji hidranti, suhi dvigljivi vod, gasilniki

Poleg predpisanih notranjih hidrantov (1.16 l/s); vgrajeni bodo hidranti ki bodo pokrivali po dve nadzemni etaži (in vsako kletno etažo), bo vgrajen suhi dvigljivi vod za hitrejše gasilsko posredovanje. Predvidena je postavitve enega gasilnika v nadzemnih etažah in dveh v podzemnih etažah, ki pa se z ozirom na tlorisno razporeditev posamezne stolpnice lahko spreminja.

Gasilsko dvigalo

V stolpnici mora biti nameščeno gasilsko dvigalo (SIST EN 81-72), ki bo vodilo od najnižje kleti do zadnje etaže na terasi in bo povezovalo vse pod in nadzemne etaže. V normalnih razmerah bo dvigalo uporabno kot ostala dvigala. Gasilsko dvigalo bo v ločenem požarno odpornem armiranobetonskem jašku in bo v 60 sekundah doseglo katerikoli etažo stolpnice; imelo bo rezervni vir električnega napajanja (zakasnitev vklopa največ 20 sekund, trajanje delovanja 2 uri).

Gasilna voda ne sme ovirati delovanje gasilskega dvigala in strojnice. Dostop do gasilskega dvigala ne bo izveden po predpisih preko požarno zaščitenega predprostora dimenzij vsaj 2.0 x 3.0 m (nadtlak), ker obstojele stolpnice ne bodo imele predprostora pred stopnišči in dvigalom zaradi arhitekturnih danosti.

Vrata v jašek gasilskega dvigala bodo negorljiva, E 60 in široka vsaj 0.8 m. Kabina gasilskega dvigala bo imela tloris z vsaj naslednjimi dimenzijami: 1.1 x 2.1 m, vrata v kabino bodo široka vsaj 0.8 m, nosilnost dvigala bo znašla vsaj 1000 kg, na stropu bo imela kabina loputo za zasilni izhod dimenzij vsaj 0.6 x 0.8 m.

Električno gnano delovanje vrat v kabino bo povezano z vrati v jašek, v primeru izpada električne energije se bodo vrata odpirala ročno. Gasilsko dvigalo bo imelo vgrajen predpisan krmilni in komunikacijski sistem (rezervno napajanje, vsi kabli znotraj jaška) z vsemi predpisanimi varnostnimi funkcijami v primeru požara. Krmilni sistem bo ločen od ostalih sistemov in bo lociran v strojnici dvigala ali v posebnem ločenem prostoru (enake zahteve, kot za strojnico). Ker bo gasilsko dvigalo v normalnih razmerah delovalo kot običajno dvigalo se bo v primeru požara vrnilo v izhodišni položaj. Aktiviranje dvigala v gasilsko dvigalo izvršijo gasilci.

5. POVZETEK

V potresni analizi je bilo zajetih 15 stolpnic na območju Ljubljane. Posamezna stolpnica arhitekturno zajema: eno oziroma dve kleti, pritličje, 9-12 stanovanjskih nadstropij in teraso. Izbrane stolpnice so bile zgrajene v intervalu med leti 1959 in 1962; tipičen tloris nadzemnega dela vseh stolpnic je podoben; sestavljen je iz štirih/petih stanovanj in centralnega stopnišča s hodnikom, dvigali in inštalacijskimi jaški. Podzemni del stolpnic ima eno klet (osem stolpnic: tipa A in C), oziroma dve kleti (sedem stolpnic: tipa A in B). V podzemnem delu so servisni prostori (trafo postaja, vodni hidtoforji, plinski ventili in gtevcji) in shrambe stanovanj.

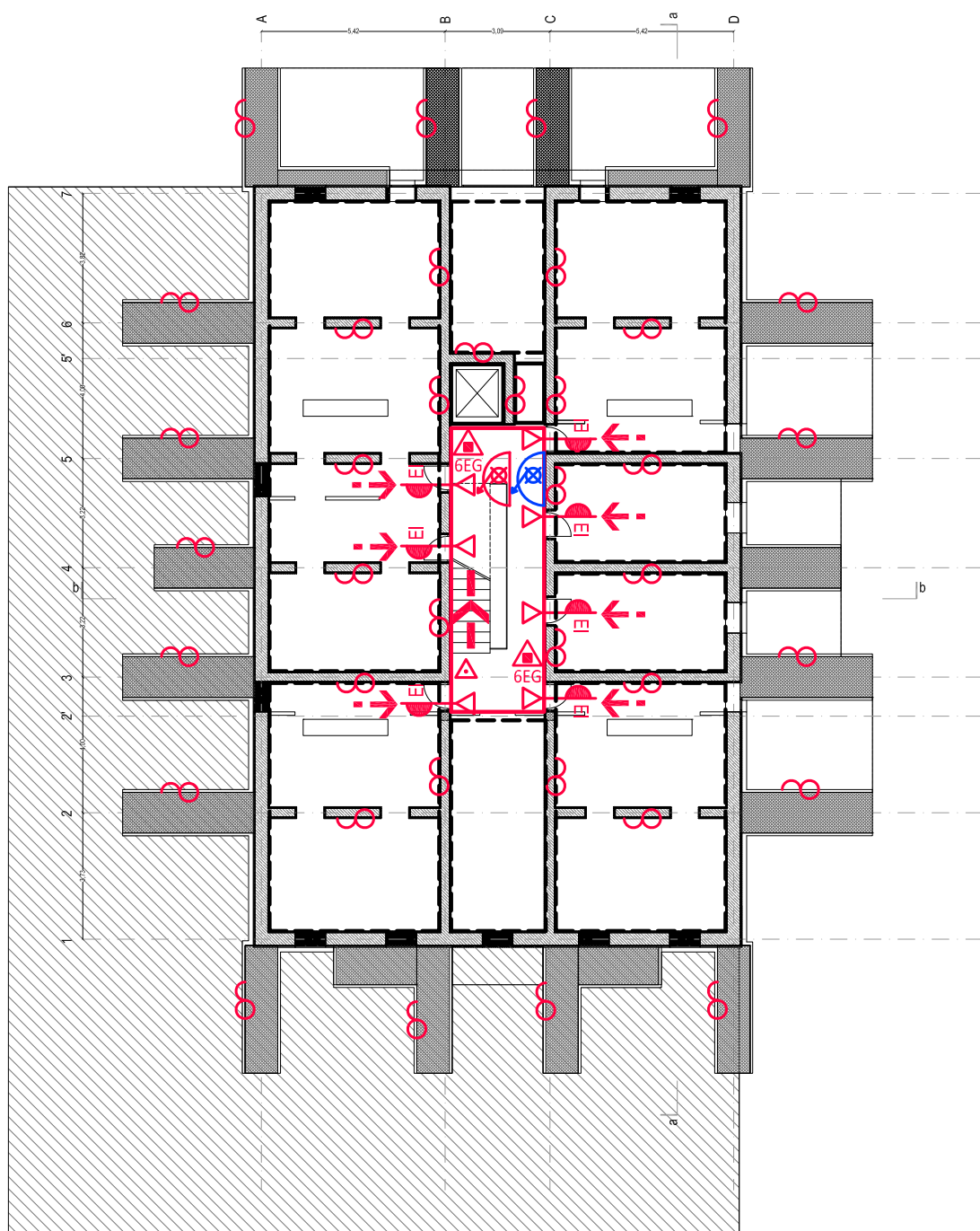
Naloga je zasnovana tako, da obravnava tri variante predlogov protipotresnih utrditvenih posegov vključno s predlogom nadomestitve stolpnic z novimi za tri glavne vrste izbranih obstoječih stolpnic. Iz vidika požarne zaščite so bili nato obdelani tisti primeri, ki kažejo možnost zagotovitve primerne ravni protipotresne zaščite po veljavnih predpisih.

V okviru nadomestitve stolpnic z novimi je omenjena možnost izvedbe dela nosilne konstrukcije (stene, plošče) v leseni izvedbi. Omenjeni elementi imajo lahko predpisano požarno odpornost, vendar ker so gorljivi (po veljavni zakonodaji morajo biti negorljivi) jih bo potrebno požarno izolirati. V primeru posegov protipotresne utrditve bo izvedba z lahkimi ploščami (jeklo), če bo izbrana, izvedena v požarni izvedbi (požarno izolirana). Tudi sicer je požarna problematika obravnavana na osnovi arhitekturnih rešitev, ki so nastale kot posledica posegov protipotresne utrditve posameznega tipa stolpnic.

Ker so obstoječe stolpnice bile zgrajene v obdobju pred približno šestdesetimi leti, zanje niso veljali aktualni predpisi, smo nabor za izvedbo ukrepov pasivne in aktivne požarne zaščite predlagali tako, da ne bo poslabšano obstoječega stanje požarne zaščite in bo hkrati s tem manj invazivni ukrepi izboljšano novo predlagano stanje, zasnovano z upoštevanjem bistvenih ukrepov veljavne zakonodaje. Pri ohranitvi in utrditvi stolpnic se požarna zaščita ne preverja kot bistvena lastnost stolpnic, mora pa biti zajeta v predlaganih ukrepih za utrditev konstrukcije in arhitekturnih danostih (tlorisi). Hkrati mora biti zasnovana tako, da bo izboljšala obstoječe stanje. V primeru nadomestitve stolpnic z novimi pa bodo predlagani ukrepi pasivne in aktivne požarne varnosti zagotovili večjo požarno varnost v primerjavi s stanjem utrjenih stolpnic in še večjo v primerjavi z obstoječim stanjem stolpnic.

LEGENDA:

-  90 minutna požarna odpornost
-  požarnoodporna vrata EI 30 minut, opremljena s samozapirali
-  požarnoodporna, dimotesna vrata EI 30 minut, opremljena s samozapirali
-  požarnoodporna dimotesna vrata E 30 minut, opremljena s samozapirali
-  notranji hidrant
-  notranji hidrant - suhi dvizni vod
-  smer evakuacije
-  gasilnik na prašek 6 kg, ABC
-  stikalo požarnega alarmnega sistema
-  izhod iz požarnega sektorja
-  požarni sektor / jašek
-  požarna celica
-  požarno zaščiteno hodnik / stopnišče, pokrit z avtomatskim in ročnim sistemom javljanja požara ter varnostno razsvetljavo

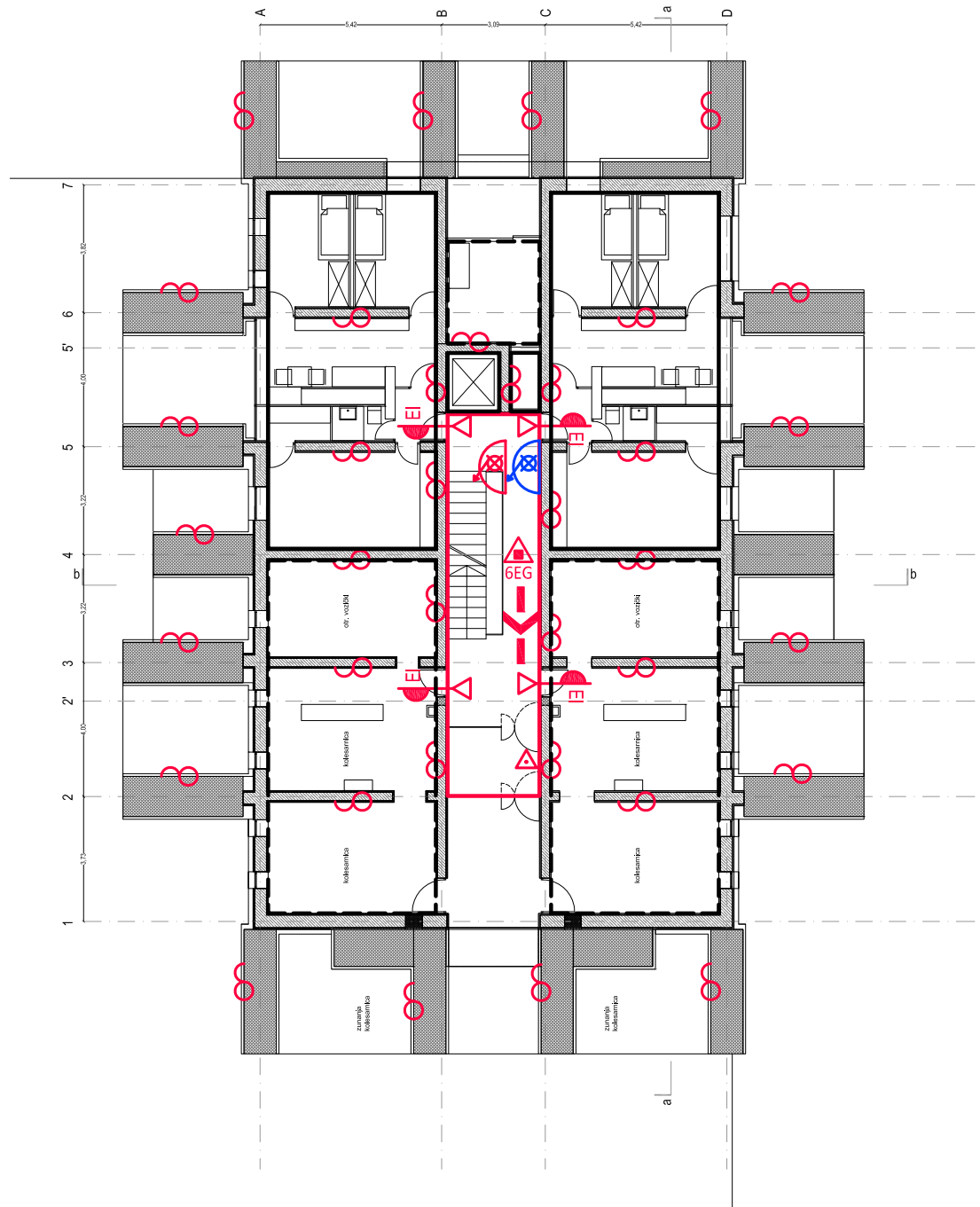


STOLPNICE TIP A - PROTIPOTRESNA UTRDITEV

KLET 1 in 2

M 1:200

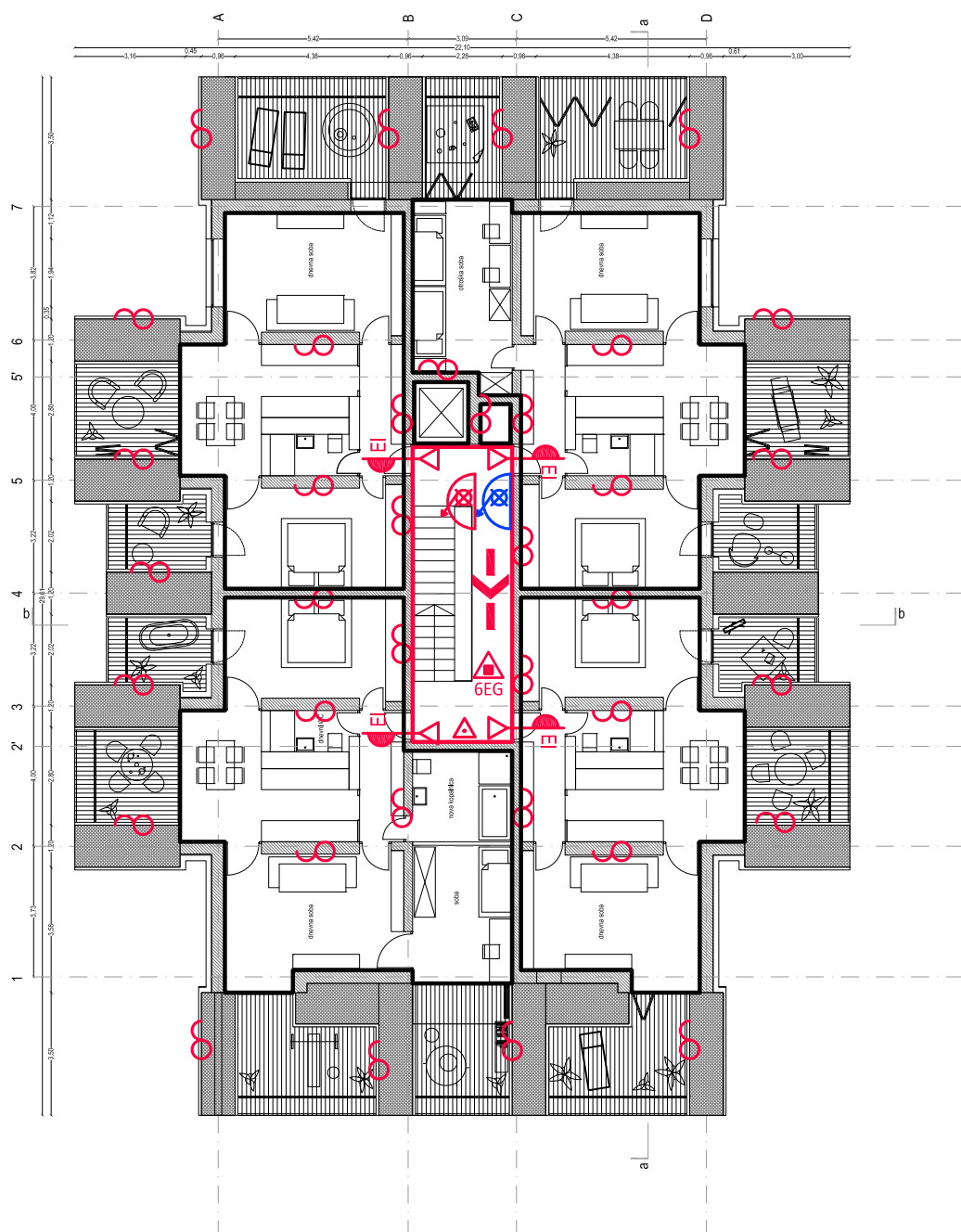
Priloga 2/1



STOLPNICE TIPA A - PROTIPORESNA UTRDITEV
PRITLIČJE **M 1:200**

M 1:200

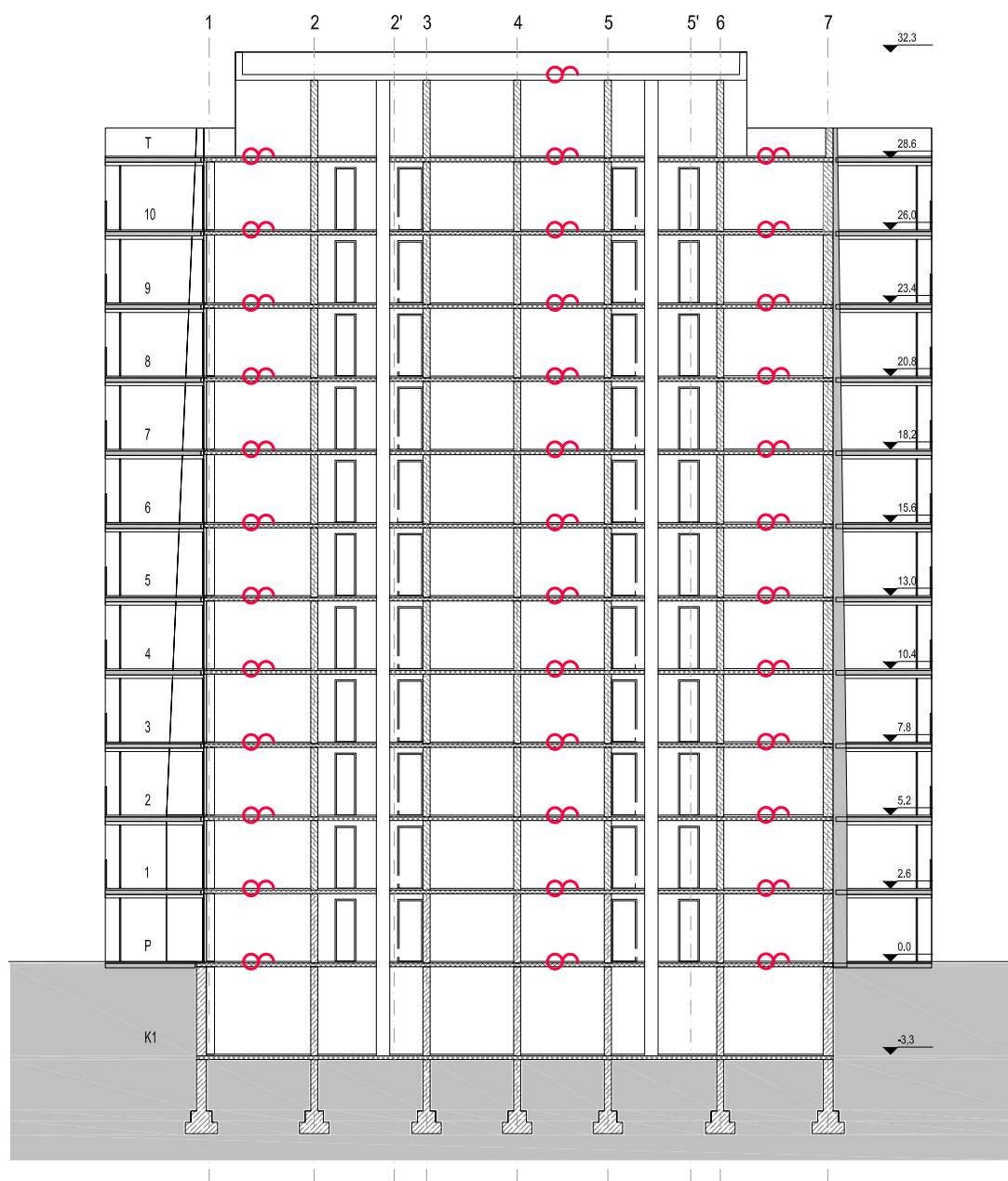
Priloga 3/1



STOLPNICE TIPA A - PROTIPOTRESNA UTRDITEV
TIPIČNA ETAŽA

M 1:200

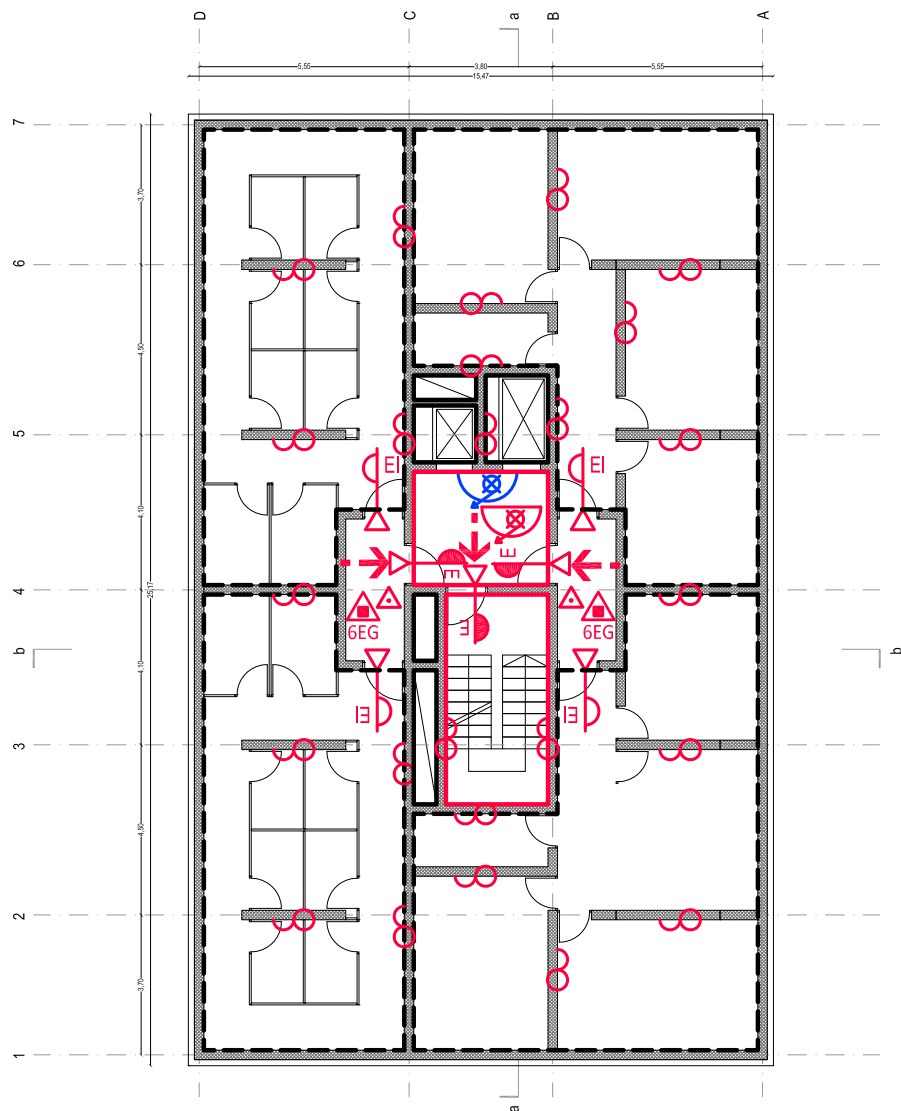
Priloga 4/1



STOLPNICE TIP A - PROTIPOTRESNA UTRDITEV
PREREZ

M 1:250

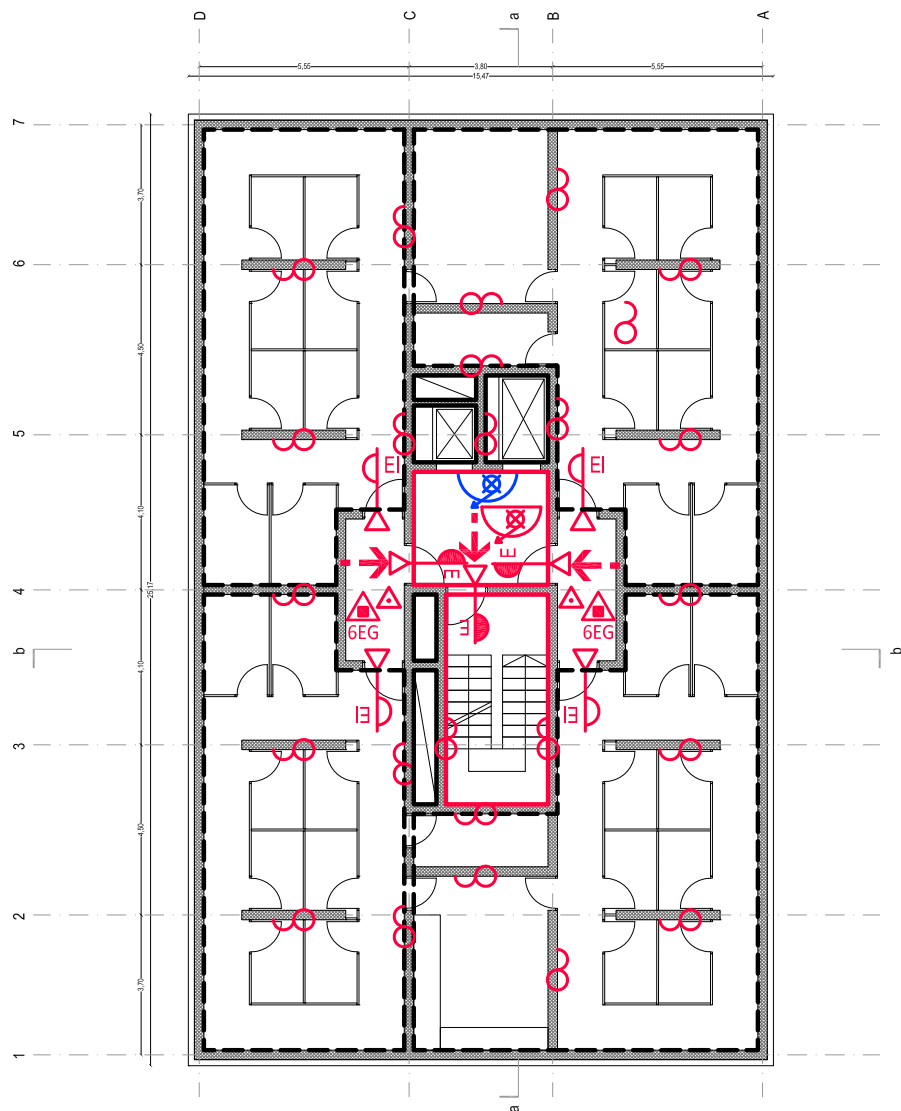
Priloga 5/1



STOLPNICE TIP A - NADOMESTITEV STOLPNIC Z NOVIMI
KLET 2

M 1:200

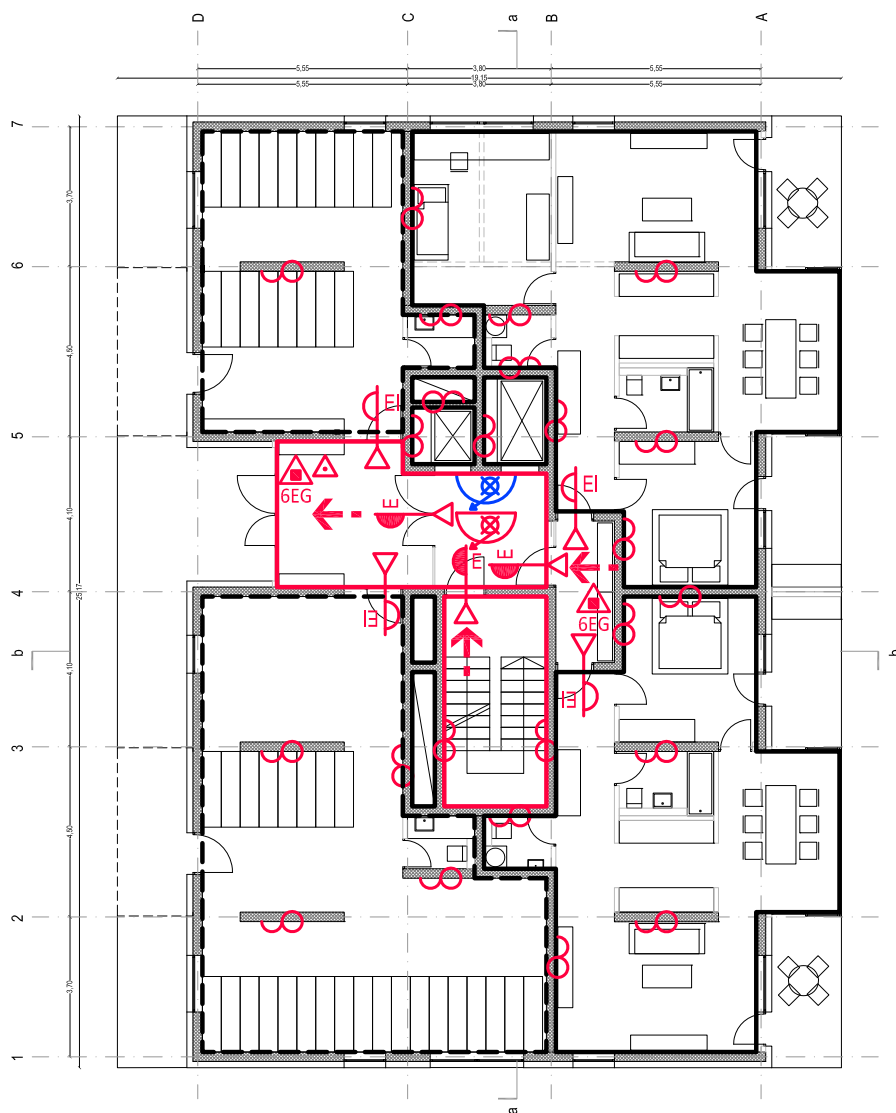
Priloga 6/1



STOLPNICE TIP A - NADOMESTITEV STOLPNIC Z NOVIMI
KLET 1

M 1:200

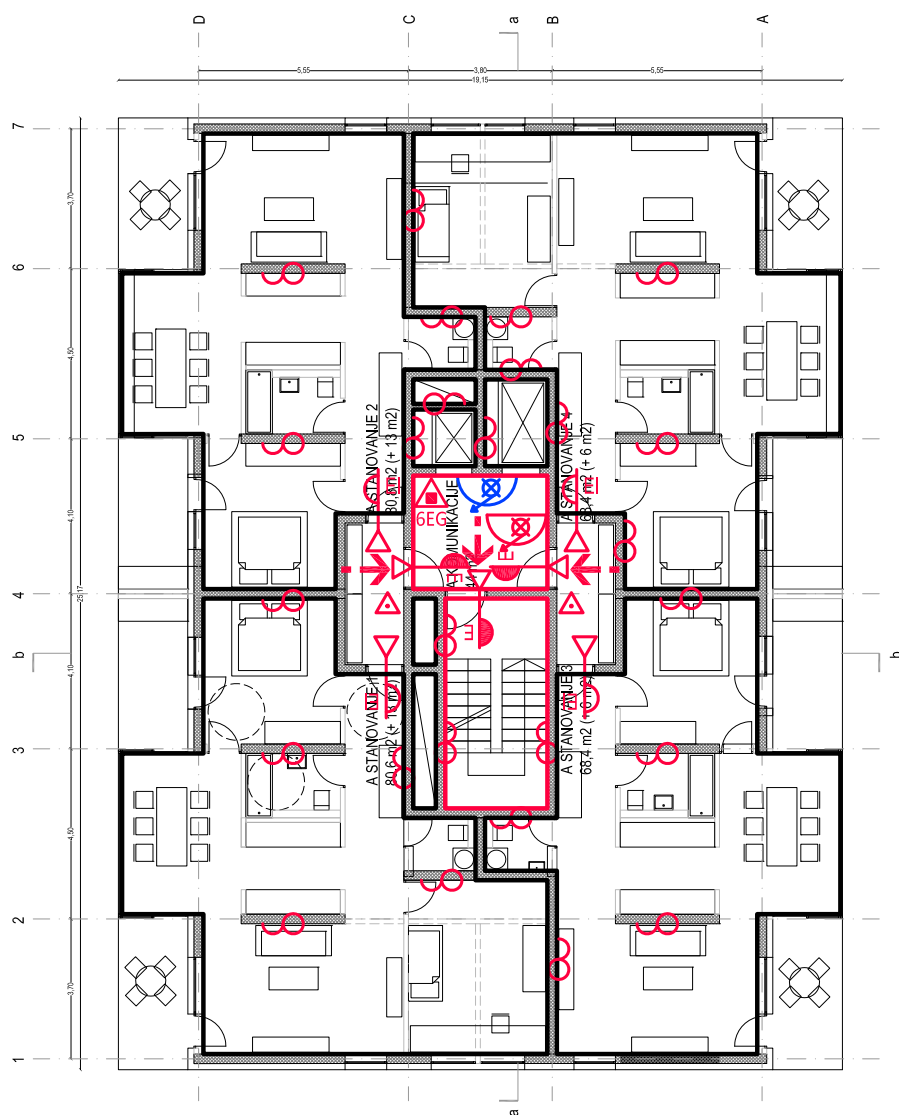
Priloga 7/1

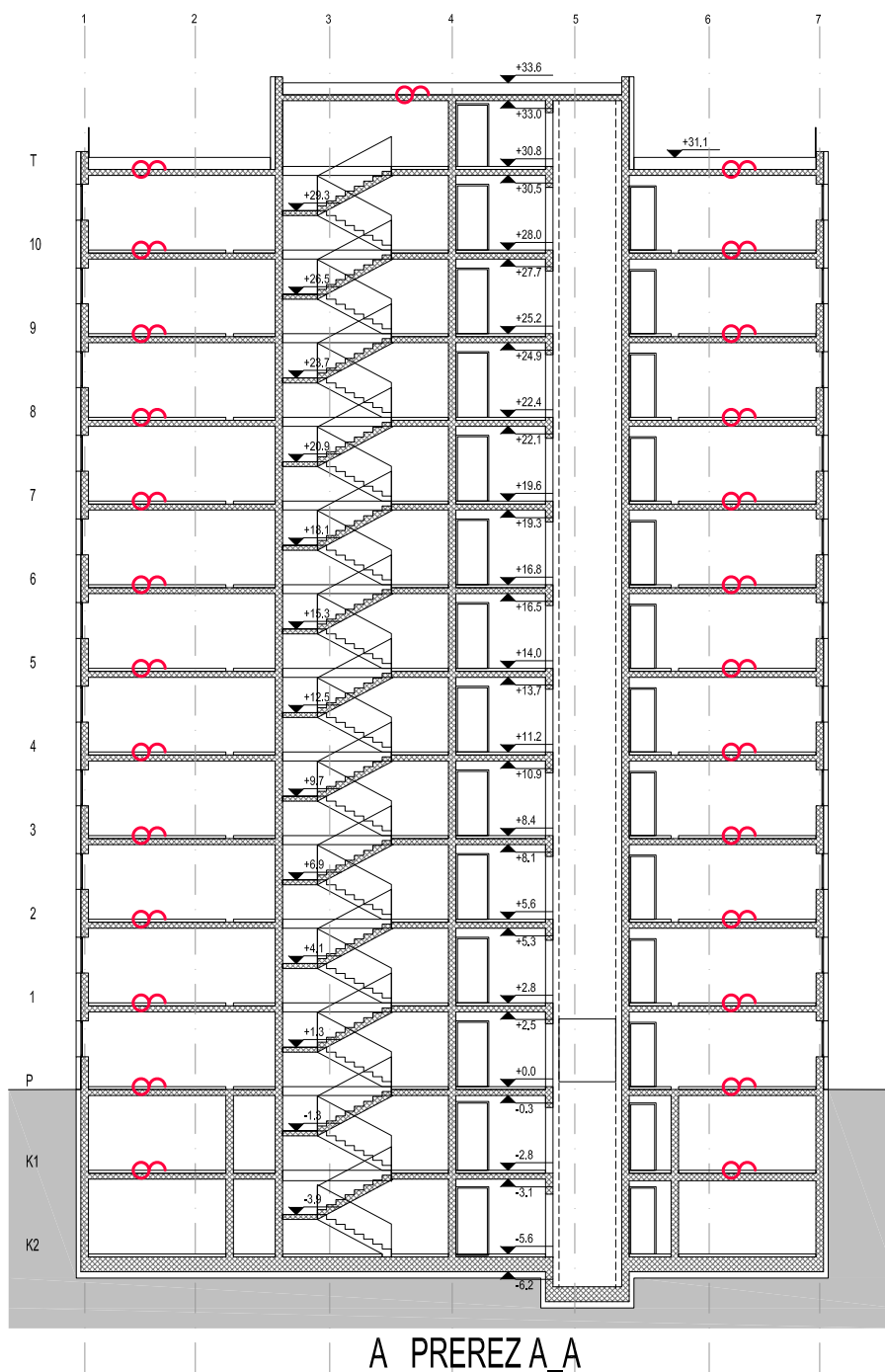


**STOLPNICE TIP A - NADOMESTITEV STOLPNIC Z NOVIMI
PRITLIČJE**

M 1:200

Priloga 8/1





**STOLPNICE TIP A - NADOMESTITEV STOLPNIC Z NOVIMI
PREREZ**

M 1:250

Priloga 10/1