



Datum: Oktober 2022

Naročnik: Republika Slovenija
Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport
Masarykova cesta 16
1000 Ljubljana

Projekt: **POROČILO**
o statični in seizmični presoji objekta
III. gimnazije Maribor

Delovni nalog: DN 2007355

Naročilo: Naročilnica št. N3330-22-0151, z dne 21. 07. 2022

Center: **CENTER ZA MATERIALE IN KONSTRUKCIJE**

Nosilec naloge: **Gašper RUS, mag. inž. grad.**

in soavtorji: Boštjan KOVAČ, grad. teh.

Vodja centra: **dr. Blaž DOLINŠEK, univ. dipl. inž. grad.**

Direktor: **Marijan PREŠEREN, univ. dipl. inž. grad.**



KAZALO VSEBINE

1.	UVOD.....	2
2.	OPIS OBJEKTA.....	2
3.	PREGLEDI IN PREISKAVE.....	3
3.1.	SPLOŠNO	3
3.2.	PREGLED PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	3
3.3.	VIZUALNI PREGLED OBJEKTA.....	3
3.4.	PREISKAVE S SONDIRANJEM	4
4.	RAČUNSKÉ ANALIZE.....	5
4.1.	SPLOŠNO	5
4.2.	STATIČNA ANALIZA	6
4.3.	SEIZMIČNA ANALIZA	6
5.	SMERNICE ZA NADALJNJE UKREPE.....	7
5.1.	SPLOŠNO	7
5.2.	OBMOČJE PODSTREŠJA.....	7
5.3.	PROTIPOTRESNE OJAČITVE.....	8
6.	ZAKLJUČEK.....	8

PRILOGE:

Priloga 1: Fotodokumentacija

Priloga 2: Računske analize

Priloga 3: Rezultati preiskav konstrukcije

1. UVOD

Na osnovi naročila Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport (naročilnica št. N3330-22-0151, z dne 21. 07. 2022), smo pristopili k izdelavi *Poročila o statični in seizmični presoji objekta III. gimnazije Maribor*.

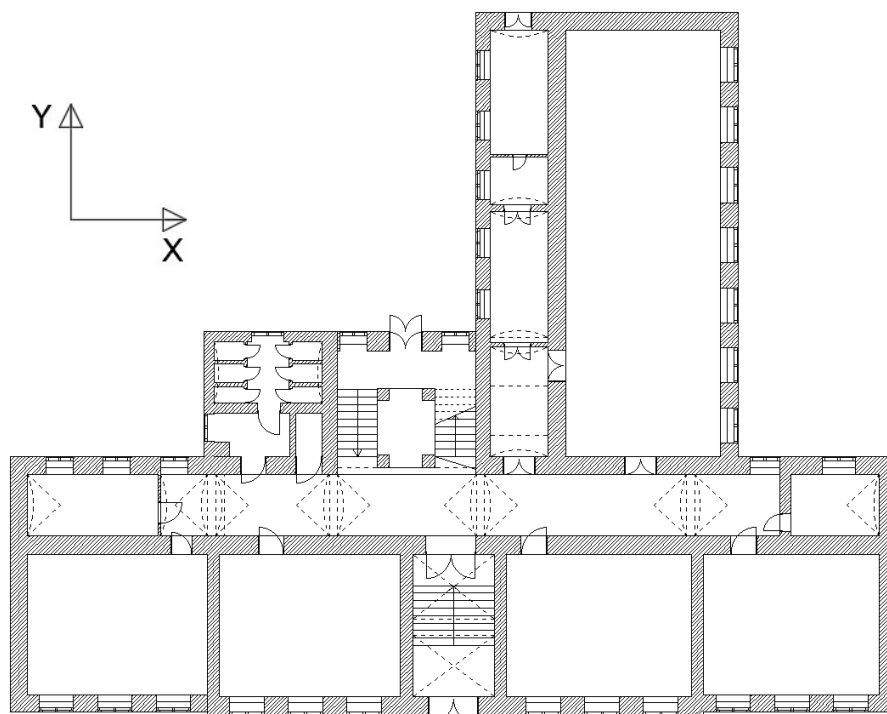
Zaradi prostorske problematike je predvidena ureditev podstrešja, ki trenutno ni v uporabi oz. se delno uporablja kot shranjevalni prostor. Namen naloge je celovit pregled objekta z zajemom bistvenih podatkov o nosilni konstrukciji ter izvedba statične in seizmične presoje. Podajo se ukrepi za zagotavljanje ustrezne globalne mehanske odpornosti in stabilnosti obstoječega stanja objekta ter ukrepi, na idejni ravni, za nameravano preureditev podstrešja.

V okviru naloge smo izvedli:

- Pregled arhivske dokumentacije,
- vizualni pregled objekta,
- preiskave nosilne konstrukcije s sondiranjem,
- statično in seizmično analizo konstrukcije,
- smernice za utrditev objekta,
- končno poročilo.

2. OPIS OBJEKTA

Obravnavan objekt se nahaja na naslovu Gosposvetska cesta 4 v Mariboru, kjer se dandanes nahajajo prostori III. gimnazije Maribor. Osnovna namembnost objekta je že od samega začetka šolska. Neorenesančna avstro-ogrska šola je bila grajena v letih 1906–1908 za namen zunanjega učiteljišča šolskih sester. Objekt je spomeniško zaščiten, saj gre za profano stavbno dediščino (EŠD: 11601).



Slika 1: Tloris pritličja s prikazom globalnih smeri

Etažnost objekta je K+P+3N+M, pri čemer je klet delno vkopana, sledi t. i. visoko pritličje. Etaže so nekoliko višje, saj merijo ca. 4 m. Tlorisni gabariti objekta so ca. 42,9/33,8 m. Nosilni zidovi so približno enakomerno razporejeni po tlorisu, tako v vzdolžni kot v prečni smeri. Objekt sestoji iz dveh traktov. Glavni trakt je orientiran v smeri vzhod/zahod (globalna X smer) in poteka vzdolž gosposvetske ceste. Pravokotno na glavni trakt se priključuje severni trakt, tako da tlorisna oblika objekta spominja na črko »T«. Z izjemo kletne in pritlične etaže, ki sta v celoti na isti višinski koti, so nivoji etaž severnega trakta praviloma nekoliko višji glede na glavni trakt, saj se v pritličju severnega trakta nahaja telovadnica. Streha posameznega trakta je dvokapna, s krajnimi čopi. Strešna kritina je opečna.

3. PREGLEDI IN PREISKAVE

3.1. Splošno

Preliminarni ogled objekta smo opravili dne 09. 08. 2022, v navzočnosti uporabnika objekta. Strokovne preglede, meritve in preiskave konstrukcije s sondiranjem, pa smo opravili dne 17. 08. 2022.

V prilogi 1 je prikazana fotodokumentacija, kjer je razvidna zasnova objekta, razvidne so tudi izvedene preiskovalne sonde in stanje ostrešja, sledijo prikazi evidentiranih izrazitejših poškodb notranjosti in zunanosti objekta. V prilogi 3 so prikazana mesta in ugotovitve preiskovalnih sond.

3.2. Pregled projektne dokumentacije

Proučili smo arhivsko projektno dokumentacijo (*Šolsko poslopje učiteljskega doma v Mariboru; Gosposvetska cesta 4; tloris 3N, tloris 2N, tloris 1N, tloris P, tloris K, prerez A, prerez B, julij 1959; Uprava za gradnjo in regulacijo Maribor*), ki je bila na voljo v okrnjenem obsegu. Dokumentacija je vsebovala le splošne arhitekturne prikaze. Ugotovimo, da se dejansko stanje objekta v veliki meri ujema z arhivsko projektno dokumentacijo.

Pregledali smo tudi aktualno projektno dokumentacijo – faza IZP, iz katere je razvidno, da se na severni strani objekta načrtuje večji prizidek. Slednji bo predvidoma vseboval športno dvorano, knjižnico, kuhinjo, jedilnico, večnamenski prostor, dodatne učilnice ipd. V sklopu prizidave je predvidena tudi ureditev podstrešja obstoječega objekta in umestitev panoramskega steklenega dvigala znotraj osrednjega stopnišča, ki poteka preko vseh etaž.

3.3. Vizualni pregled objekta

3.3.1. Konstrukcijska zasnova objekta

Vertikalno nosilno konstrukcijo objekta predstavljajo zidane stene različnih debelin in zidani stebri, ki se nahajajo pri glavnem stopnišču objekta. Horizontalne konstrukcije nad hodniki in sanitarnimi prostori so praviloma iz opečnih obokov. Nad učilnicami so večinoma prisotne t. i. »pruske čepice«. Takšni stropovi so sestavljeni iz jeklenih primarnih nosilcev in sekundarnih opečnih obokov. Strop proti podstrešju pa je grajen na način, da so namesto opečnih obokov, med jeklenimi nosilci vgrajeni leseni stropniki. V več prostorih so na spodnji strani stropov vgrajeni ravni stropni plafoni (obloge), kar zakriva stropne konstrukcije. V kleti so večinoma prisotni opečni oboki in loki, razen v območju plesne dvorane nad katero je vgrajena t. i. »pruska čepica«. Objekt je najverjetneje temeljen preko pasovnih temeljev.

3.3.2. Poškodbe objekta

Splošni vizualni pregled objekta je pokazal, da je objekt glede na starost v razmeroma dobrem stanju in je dobro vzdrževan. Izrazitejše poškodbe, ki bi kazale na diferenčno posedanje objekta in/ali na preobremenitve že pri redni statični obtežbi ni bilo zaznati. Mestoma so prisotne razpoke, za katere ocenjujemo, da niso konstrukcijske in ne slabšajo varnosti nosilne konstrukcije. Večinoma gre za poškodbe na stropnih in stenskih ometih, ki se pojavljajo bolj izrazito v višjih etažah in slabijo v nižjih etažah. Precej je tudi razpok na območju stika stropa in stene. Mestoma poškodbe kažejo tudi na slabšo sprijemnost in/ali kvaliteto stenskega oz. stropnega ometa. V takšnih primerih se običajno priporoča kontrola sprijemnosti ometov s pomočjo pretrkavnaja površin in po potrebi sanacija ometa. V notranjosti kleti so ponekod prisotne sledi povečane vlage. Na fasadah objekta so večinoma prisotne posamične tanke tehnološke razpoke in manjša lokalna odstopanja opleska. Prisoten je počen stik med osnovnim objektom in prizidkom v pritličju.

Nekatere razpoke so bile evidentirane in popisane že ob pregledu po decembrskem potresu leta 2020 v bližnji Hrvaški (*Strokovno mnenje o poškodbah na stavbi Tretje gimnazije v Mariboru kot posledicah potresov v decembru 2020; marec 2021; dr. Dolinšek, GR ZRMK d.o.o., DN 2006978*). Za preostale razpoke jasna opredelitev glede vzroka za nastanek ni mogoča. Običajno gre za posledico kombinacije različnih procesov, kot so staranje materialov, temperaturni vplivi, uvajanje raznih vibracij, reološki procesi materiala, atmosferski vplivi, itd.

3.3.3. Pregled ostrešja

Ostrešje je v leseni izvedbi, konstrukcijski sistem v osnovi predstavljajo trapezna vešala. V osrednjem delu ostrešja, v območju stikanja glavnega in severnega trakta, kjer je prisoten izrazit volumen, je konstrukcija ostrešja nekoliko bolj kompleksna. Tu se prepleta več različnih strešin. Naklon strehe je različen in znaša ca. 35–55°, razen vršnega dela kjer naklon znaša ca. 24°.

Pregled ostrešja je pokazal, da je lesena konstrukcija v solidnem materialno-tehničnem stanju. Večjih območij poškodb in/ali prekomernih povosov ni zaznati. Konstrukcijski les je v splošnem brez trohnenja in/ali prisotnosti lesnih škodljivcev. Izjema so območja lokalnega zamakanja strešne kritine. Tu prihaja do degradacije konstrukcijskega lesa, vendar ocenjujemo, da omenjena problematika v tej fazi še ni kritična. Trdnostni razred lesa ocenjujemo na ca. C22–C24.

3.4. Preiskave s sondiranjem

3.4.1. Splošno

Preiskave objekta so se vršile v kleti, 2. in 3. nadstropju ter v podstrešju. Izvedli smo skupno 15 preiskovalnih sond. Od tega smo 10 sond izvedli na vertikalnih konstrukcijah, na horizontalnih konstrukcijah pa skupno 5 sond. S pomočjo sondiranja smo pridobili podatke o: sestavi konstrukcijskih sklopov, količini in kvaliteti vgrajenih materialov, dimenzijah posameznih elementov, tipu nosilnega sistema in drugih karakteristikah. Pri sondiranju horizontalnih konstrukcij je bil poudarek na preiskovanju stropa proti podstrešju.

3.4.2. Preiskave vertikalnih konstrukcij

Ugotovili smo, da so vertikalne konstrukcije večinoma grajene iz polno-opečnih zidakov in apnene malte. Tudi stebri v območju stopnišča so zidani na enak način. Horizontalnih in vertikalnih zidnih vezi v zidovju nismo evidentirali, so pa izvedene zidarske zveze na stiku dveh medsebojno

pravokotnih zidov. V okviru opravljenih sond na stenah, grajenih iz polno-opečnih zidakov, smo ocenjevali mehanske karakteristike zidovja, ocenjene vrednosti zidovja so razvidne iz priloge 2. Mehanske karakteristike zidovja smo ocenili na podlagi identifikacije zidovja na terenu, s pomočjo strokovne literature in drugih analiz opravljenih na primerljivih objektih. Polno-opečni zidaki so dimenzij ca. 29/14/7 cm. Kvaliteta malte med opečnimi zidaki je razmeroma slaba do srednje dobra. Na več preiskovalnih mestih se je malta drobila pod prsti. Tlačno trdnost malte ocenjujemo na ca. 0,5–1,0 MPa. Zapolnitev reg med zidaki je bila pri večini preiskovalnih sond razmeroma dobra. Debelina zaključnega stenskega ometa znaša ca. 2–4 cm.

Sondi Z-8 in Z-10 sta pokazali, da so obodne kletne stene do višine ca. 1,2–1,25 m nad zaključnim tlakom kletnih prostorov, grajene iz betona. V območju sonde Z-10 smo opravili tudi meritve armature z nedestruktivno metodo, s pomočjo naprave s komercialnim imenom Hilti-Ferroskan. Naprava deluje po principu magnetne indukcije in sicer na podlagi zaznavanja motenj v elektromagnetnemu polju, ki jih povzroča jeklena armatura. Pri meritvah vgrajene armature ni bilo zaznati. Slednje pomeni, da gre za ne-armirane betonske stene.

3.4.3. Preiskave horizontalnih konstrukcij

Kot že omenjeno so preiskovalne sonde pokazale, da je prisotnih več vrst stropnih konstrukcij. Sonde S1, S2 in S3 kažejo na to, da je strop proti podstrešju grajen iz primarnih jeklenih nosilcev, ki so na medsebojnem razmiku ca. 2,6–2,7 m. Dimenzije vroče valjanih nosilcev so ekvivalentne tipu I34, najverjetneje kvalitete ca. S200–S235. V pravokotni smeri na jeklene nosilce potekajo leseni stropniki višine ca. 15–17 cm, ki so vgrajeni drug poleg drugega. Stropniki nalegajo na spodnjo pasnico jeklenega nosilca. Kvaliteto lesa stropnikov ocenjujemo na ca. C22–C24. Na spodnji strani lesenih nosilcev je vgrajen omet na trstiki, na zgornji strani pa je prisotno nasutje (leš in pepel), ki je vgrajeno v debelini ca. 10–16 cm. Sledijo opečni tlakovci, debeline 4 cm.

Sonda S4 kaže na to, da so nad hodniki vgrajeni oboki iz polno-opečnih zidakov. Izkazalo se je, da konstrukcijska debelina oboka znaša ca. 30 cm. Materialno-tehnično stanje opečnega oboka je podobno zidanim stenam objekta. Nad oboki se nahaja prodnato nasutje v debelini ca. 13 cm, sledi estrih debeline 7 cm.

S pomočjo sonde S5 pa smo proučevali stanje t. i. »pruske čepice«. Dimenzije primarnih vroče valjanih jeklenih nosilcev so ekvivalentne tipu I30 in so na medsebojnem razmiku ca. 1,4 m. Med jeklenimi nosilci so vgrajeni relativno plitki oboki. Nekateri oboki so iz polno-opečnih zidakov, drugi so iz opečnih votlakov. Obok je debeline ca. 17 cm, sledi nasutje v debelini ca. 18 cm ter leseni morali na katerih so vgrajene lesene deske debeline ca. 2,7 cm.

4. RAČUNSKE ANALIZE

4.1. Splošno

Izvedli smo računske analize za obstoječe stanje objekta, pri čemer smo upoštevali ugotovitve opravljenih pregledov in preiskav. Analize smo izvajali v skladu z današnjimi Evrokod standardi.

Opravljenе računske analize so prikazane v prilogi 2. Priloga 2.1 vsebuje rezultate statičnih preračunov posameznih elementov konstrukcije, ki so bili predmet preiskav, priloga 2.2 pa zajema potresno analizo, skupaj z upoštevanimi vhodnimi podatki.

4.2. Statična analiza

Na podlagi izvedenih preiskav smo opravili analizo obtežb, ter nadalje izvedli kontrolo mejnih stanj nosilnosti in uporabnosti stropnih konstrukcij. Slednje smo storili za strop proti podstrešju (sonda S1) in strop nad učilnicami (sonda S5). Preračun stropnih konstrukcij smo izvedli na enostavnem prostoležečem linijskem računskem modelu. Upoštevali smo koristno obtežbo vrednosti 3 kN/m^2 (ktg: C1 – površine z mizami, kot npr. šole). Izvedeni kontrolni preračuni stropa proti podstrešju kažejo na to, da sta upogibna in strižna nosilnost stropa glede na današnje standarde ustrezni. Računska izkoriščenost stropa znaša namreč ca. 86 %. Prav tako ugotovimo, da so računski povesi v dopustnih mejah. Pri stropu nad učilnicami pa kontrolni preračuni izkazujejo izkoriščenost stropne konstrukcije do ca. 70 %. Tudi tu je kontrola povesov izpolnjena.

Preračun lesenega ostrešja smo izvedli na podlagi geometrijskih izmer elementov strešne konstrukcije. Osredotočili smo se predvsem na del ostrešja nad severnim traktom, kjer je konstrukcijska zasnova povsem jasna, geometrijske meritve pa so se lahko opravile na vseh elementih. Kontrolni preračuni na poenostavljenem računskem modelu so pokazali, da obravnavan del ostrešja še zadošča kriterijem današnjih standardov, saj izkoriščenosti elementov znašajo do ca. 95 %. Na koncu smo primerjali tudi vertikalne obremenitve zidov z njihovo odpornostjo ter opravili kontrolo vitkosti zidov. Izkaže se, da so vse kontrole zidovja, ki se nanašajo na statične obtežbe, glede na današnje standarde izpolnjene.

4.3. Seizmična analiza

Na osnovi arhitekturnih podlog, pregleda stavbe in rezultatov opravljenih preiskav konstrukcije, smo izdelali tridimenzionalni idealizirani računski model za namen potresne analize objekta. Potresno analizo obstoječega stanja smo opravili s pomočjo programskega orodja 3Muri, ki deluje po principu makro elementov in nelinearne statične analize z upoštevanjem t. i. N2 metode. Program z uporabo N2 metode kot rezultat poda razmerje med mejnim pospeškom, ki ga konstrukcija lahko prenese in projektnim pospeškom temeljnih tal. Preverja se tudi mejno stanje uporabnosti preko kontrole etažnih pomikov. Računska analiza je izvedena skladno s standardom EC-8.

Lastno in stalno obtežbo etaž smo določili na podlagi povprečnih vrednosti ugotovljenih sestav v okviru terenskih preiskav. Stropne konstrukcije smo modelirali skladno z ugotovitvami sondiranja. Zidovje smo modelirali brez vgrajenih zidnih vertikalnih oz. horizontalnih vezi. Kletne etaže zaradi njene vkopanosti v seizmičnem preračunu ne upoštevamo. Pri določitvi tipa tal smo upoštevali zbirko arhivskih podatkov GI ZRMK d.o.o., pri čemer smo se osredotočili na pretekle preiskave tal, ki so se vršile v relativni bližini obravnavanega objekta. Upoštevali smo tip tal C, ki opisuje globoke sedimente gostega ali srednje gostega peska, proda ali toge gline globine nekaj deset do več sto metrov. Za referenčni projektni pospešek tal smo upoštevali vrednost $0,1 \cdot g$. Objekt se glede pomembnosti, ki je povezana s posledicami porušitve konstrukcije, razvršča v kategorijo III., kar v splošnem pomeni povečanje projektne potresne obtežbe za ca. 20 %, v primerjavi z običajnimi objekti. Kategorija III. namreč opisuje stavbe, katerih potresna odpornost je pomembna glede na posledice porušitve, kot npr. šole ipd.

Rezultati izvedene seizmične analize kažejo na to, da potresna odpornost obstoječega objekta ne zadošča vsem zahtevam glede protipotresne varnosti v skladu z današnjimi standardi. Na podlagi kontrolnih izračunov ugotavljamo, da objekt v globalni smeri X dosega ca. 65 %, v smeri Y pa ca. 60 % zahtev današnjih standardov. Globalne smeri računskega modela so razvidne iz slike 1. Za izpolnitev vseh zahtev protipotresne varnosti so potrebne protipotresne ojačitve nosilne konstrukcije. Kontrole izven-ravninske porušitve zidov za obravnavan primer niso merodajne.

5. SMERNICE ZA NADALJNJE UKREPE

5.1. Splošno

Na podlagi preliminarne računskih analiz ugotavljamo, da je varnost konstrukcije, kar se tiče statičnih obtežb, v skladu z današnjimi standardi, medtem ko je protipotresna varnost konstrukcije nižja glede na zahteve standardov.

Ocenjujemo, da načrtovana ureditev podstrešja in umestitev dvigala, znotraj obstoječega glavnega stopnišča, ki ga predvideva IZP dokumentacija, ne bo vplivala na globalno statično varnost objekta. Kar se tiče protipotresne varnosti pa menimo, da predvideni posegi ne bodo znatneje vplivali na protipotresno varnost, vsaj gotovo ne v smislu večjega obsega protipotresnih ojačitev, kot bi bilo to potrebno že v obstoječem stanju.

5.2. Območje podstrešja

5.2.1. Konstrukcija ostrešja

Statični preračuni konstrukcije ostrešja kažejo na to, da obstoječe stanje ostrešja zadostuje kriterijem današnjih standardov. Predlagamo, da se v okviru prenove ostrešja pri vgrajevanju zaključnih stenskih oz. stropnih oblog, uporabi materiale z nizko specifično težo. V primeru izbire težjih materialov, ki bi eventualno rezultirali v prekoračitvah nosilnosti in stabilnosti strešnih elementov, je treba ponovno računsko dokazati ustreznost konstrukcije ostrešja oz. podati potrebne ojačitvene ukrepe. Predlagamo, da se v okviru vzpostavitve dodatnih prostorov v ostrešju, v konstrukcijo ostrešja ne posega oz. naj bodo posegi čim manjši. Arhitekturno zasnovo novih prostorov se najverjetneje lahko prilagodi na način, da takšnih posegov ne bo, oz. da se realizirajo v čim manjši meri. Nekoliko lažje izvedljivi bi bili posegi v nosilno konstrukcijo ostrešja nad severnim traktom. Tu bi bilo eventualno možno lesena trapezna vešala relativno enostavno zamenjati z jeklenimi okvirji, s čimer bi se funkcionalnost prostora bistveno izboljšala. V sklopu preureditve ostrešja je tudi predvideno vgrajevanje strešnih oken. V izogib posegu v konstrukcijo ostrešja, se priporoča, da se le-ta vgradijo med obstoječe špirovce. Priporoča se tudi sidranje kapnih leg v zidovje.

Statični preračuni predvidenega stanja ostrešja se izvedejo v sklopu izdelave izvedbenih načrtov preureditve ostrešja, saj bodo takrat tudi znane vse vrednosti obtežb, sestave konstrukcijskih sklopov, ipd. V okviru preračunov se kontrolirajo vsaj glavni elementi strešne konstrukcije.

5.2.2. Talna konstrukcija podstrešja

Za vzpostavitev pohodnih površin v podstrešju se predlaga vgradnja nove talne konstrukcije. Le-ta naj se pritruje/sidra na obodne in notranje zidove, saj zidovje to še omogoča. Kakršnokoli naleganje nove talne konstrukcije na obstoječo medetažno konstrukcijo med 3. nadstropjem in podstrešjem, ni priporočljivo, saj bi se s tem tvegalo nastanek poškodb stropnih plafonov nad 3. nadstropjem. Namreč starejši stropni plafoni, grajeni iz trstike in ometa, so še posebej občutljivi na dodatne povese stropne konstrukcije. Prav tako ni dopustno poseganje v poveznike (spodnji horizontalni elementi trapeznih vešal), kar je treba njuno upoštevati pri zasnovi talne konstrukcije. Najbolje je, da se višinski nivo nove talne konstrukcije prilagodi glede na spodnji poveznik. Predlaga se vgradnja jeklene branaste konstrukcije, na katero se vgradi lesena sekundarna konstrukcija, kot npr. OSB plošče. Vsi nadaljnji sloji kot so estrih, zvočna izolacija, zaključni tlak ipd., naj bodo manjše teže. Enako velja za predelne stene, ki naj bodo v lahki, suho-montažni izvedbi.

Dimenzioniranje nove talne konstrukcije se izvede v sklopu izdelave izvedbenih načrtov preureditve ostrešja, saj bodo takrat tudi znane vse vrednosti obtežb, sestave konstrukcijskih sklopov, ipd.

5.3. Protipotresne ojačitve

Ker seizmična analiza objekta kaže na to, da konstrukcija ne dosega vseh zahtev današnjih standardov za protipotresno varno gradnjo so potrebni ojačitveni ukrepi nosilne konstrukcije. V splošnem je možno potresno odpornost objektov izboljšati na več načinov: z utrditvijo obstoječih nosilnih elementov, z dodajanjem novih elementov ali pa z izvedbo novega nosilnega sistema za prevzem potresnih sil. Izbira ukrepov je odvisna od same konfiguracije objekta, od nivoja sprejemljivosti posega v prostor, posega v arhitekturo oz. funkcionalnost objekta, od vpliva na obratovanje objekta med samo izvedbo ojačitev in od zahtev pristojnih mnenjedajalcev s področja kulturnega varstva objektov ipd.

V kategorijo najnujnejših ojačitvenih ukrepov za izboljšanje protipotresne varnosti se v obravnavanem primeru gotovo uvršča povezovanje zidov v ravnini etaž. Slednje je možno izvesti z vgradnjo protipotresnih jeklenih zidnih vezi, s katerimi se poveže zidovje v ravnini etažnih konstrukcij in tako pripomore k enotnemu aktiviranju zidanih sten v času potresnih sunkov. Primeren ukrep se zdi tudi ojačitev nekaterih zidov s tankoslojnim ometom oz. armirane prevleke FRCM (ang. *Fibre Reinforced Cementitious Matrix*). Pred vgradnjo takšnih ojačitev se odstrani stenske omete, zato da se armirano prevleko vgradi direktno na zidovje. Tako se učinkovito izboljšajo mehanske karakteristike posamičnih zidov. Možna je tudi ojačitev zidovja s klasičnimi armiranobetonskimi ometi. Takšni ometi so debeline 5–10 cm in se izvedejo na predhodno izveden polimeriziran cementni obrizg. Ometi se armirajo z armaturnimi mrežami, ki se jih skozi predhodno izvrtane luknje v zidu medsebojno poveže s horizontalnimi stremeni. Mreže se z ustreznimi sidri kontinuirno vodijo skozi stropne konstrukcije in sicer od temeljev do vrha nosilne stene.

Dodatne analize, na podlagi katerih se ugotovi katere elemente bi bilo smotrno ojačati in na kakšen način, se izvedejo v nadaljnjih fazah projekta. Vsekakor pa se priporoča, da se pred tem opravi geološko geomehanske raziskave tal, s čimer se ugotovi, kateri tip tal pripada obravnavani mikrolokaciji. V kolikor se izkaže, da se na obravnavani lokaciji temeljna tla uvrščajo v razred tip A, potem protipotresne ojačitve objekta že v osnovi sploh niso potrebne. Preiskave tal se bodo namreč gotovo izvajale pred izgradnjo prizidka na severni strani obravnavanega objekta. Ugodno bi bilo tudi, da se v okviru prenove ostrešja odstranijo nepotrebni in nenosilni elementi, kot so: dimniki, opečni tlakovci, ipd., kar bi nekoliko zmanjšalo maso objekta in posledično potresne sile, ki delujejo na objekt.

6. ZAKLJUČEK

Predmet obravnave je objekt III. gimnazije v Mariboru, ki datira v leto 1908. V okviru pričujoče naloge smo izvedli preglede in preiskave objekta z namenom zajema bistvenih vhodnih podatkov. Izdelali smo obširno fotodokumentacijo. Grafično smo ponazorili mesta in ugotovitve opravljenega sondiranja. Na podlagi pridobljenih podatkov smo opravili statično in seizmično presojo obstoječe nosilne konstrukcije.

Izkazalo se je, da je stanje objekta glede na njegovo starost solidno. Objekt je dobro vzdrževan. Znatnejših poškodb, ki bi kazale na preobremenitve pri redni statični obtežbi in/ali na diferenčne posedke objekta ni bilo opaziti. Na objektu so mestoma prisotne rahle razpoke, ki pa niso bistvene

in ne zmanjšujejo varnostni konstrukcije. Nekatere razpoke so bile evidentirane že v okviru pregledov po potresu na Hrvaškem v decembru 2020.

Računske analize objekta kažejo na to, da zidovi, stropne konstrukcije in konstrukcija ostrešja praviloma zadoščajo kriterijem današnjih standardov. Seizmična analiza objekta pa izkazuje premajhno potresno odpornost. Objekt namreč dosega ca. 60–65 % zahtev glede protipotresne varnosti v skladu z današnjimi standardi.

Menimo, da so predvideni posegi, ki jih obravnava aktualna IZP dokumentacija (koriščenje podstrešja, vgradnja dvigala itd.), izvedljivi. Na idejni ravni smo v pričujočem poročilu predlagali nekatere smiselne ukrepe glede koriščenja ostrešja. **Ocenjujemo, da je koriščenje ostrešja možno zasnovati na način, da se mehanska odpornost in stabilnost konstrukcije bistveno ne spremenita, gradbeno-tehnično stanje objekta pa se ne poslabša.**

PRIPRAVILA:

Gašper RUS, mag. inž. grad.

dr. Blaž DOLINŠEK, univ. dipl. inž. grad.

PRILOGA 1
Fotodokumentacija

1. ZASNOVA OBJEKTA



Slika 1: Južna fasada objekta
(vir: Google Maps)



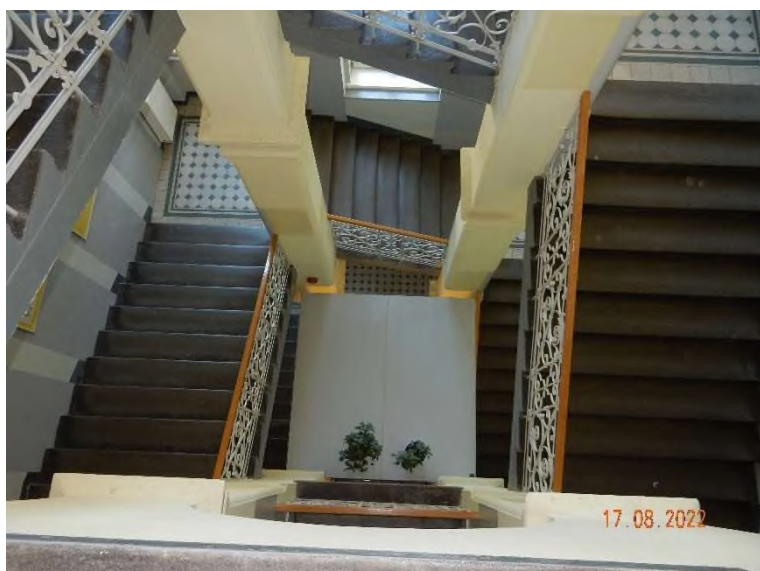
Slika 2: Severna fasada in del
zahodne fasade objekta



Slika 3: Vzhodna fasada
objekta



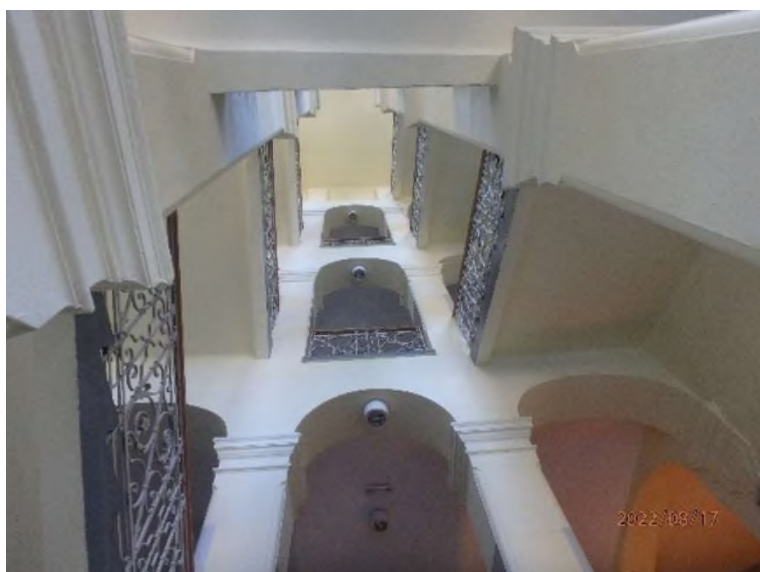
Slika 4: Vzhodna fasada in del
severne fasade objekta



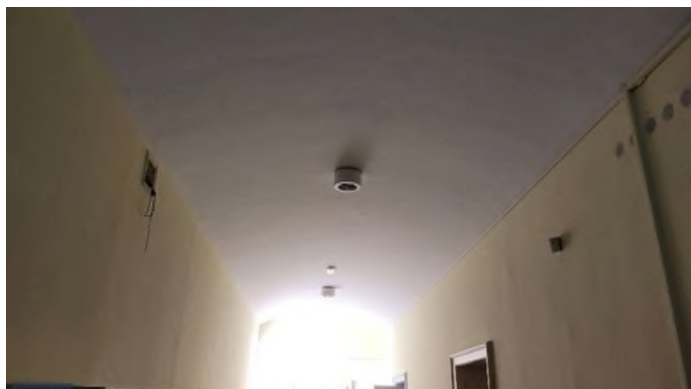
Slika 5: Osrednje stopnišče objekta



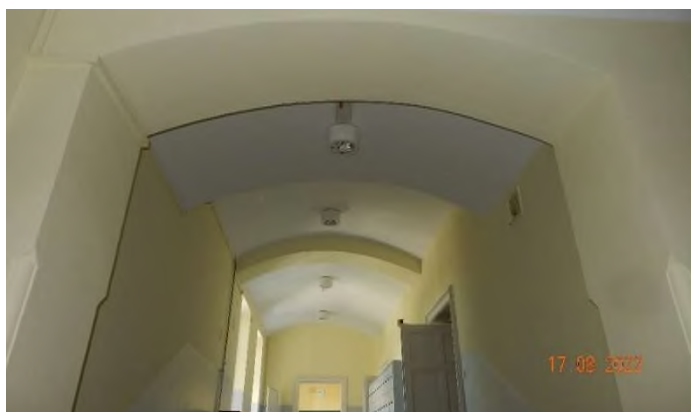
Slika 6: Osrednje stopnišče objekta



Slika 7: Osrednje stopnišče objekta



Slika 8: Obok nad hodnikom
(K, P, 1N, 2N)



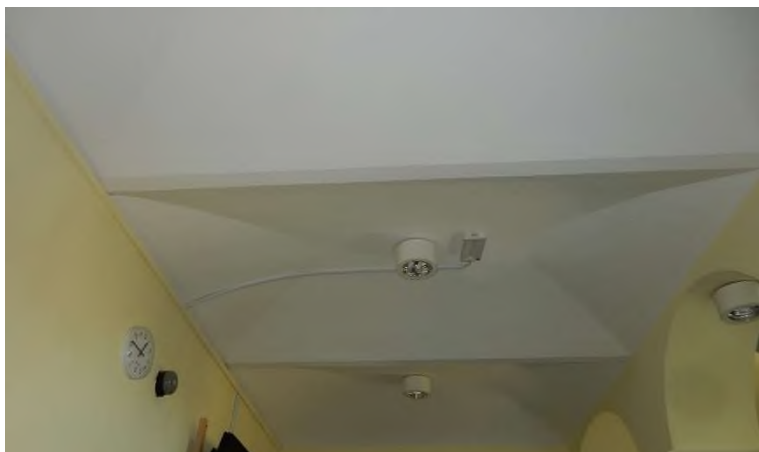
Slika 9: Oboki in loki
nad hodniki



Slika 10: Raven stropni plafon
nad hodnikom v 3N;
vgrajen je lesen strop



Slika 11: Strop v kabinetu na
koncu hodnika v 3N;
vgrajen je lesen strop



Slika 12: Oboki v območju pred stopniščem (P, 1N, 2N, 3N)



Slika 13: Križni obok nad vhodno avlo



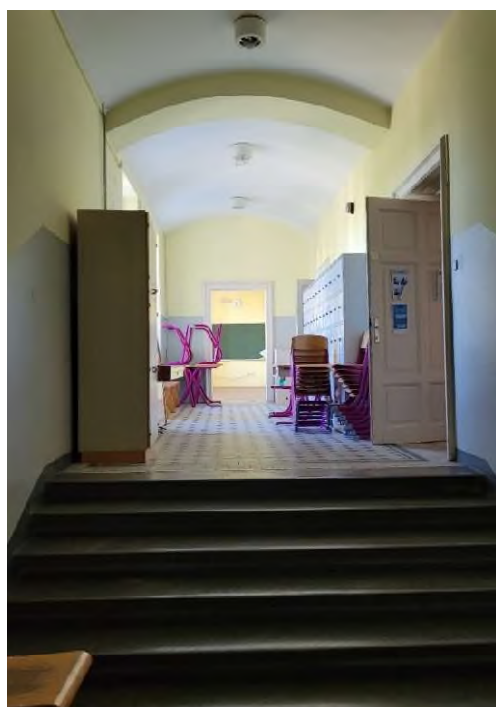
Slika 14: Pruska čepica nad plesno dvorano v kleti



Slika 15: Loki in oboki nad jedilnico v kleti



Slika 16: Nad učilnicami so prisotni ravni stropni plafoni



Slika 17: Spremenjen višinski nivo tlaka ob prehodu v severni trakt objekta

2. PREISKAVE OBJEKTA (mesta sondiranja so razvidna v prilogi 3)



Slika 18: Sonda na stropu nad 3. nadstropjem; pozicija: **S1**



Slika 19: Sonda na stropu nad 3. nadstropjem; pozicija: **S1**



Slika 20: Sonda na stropu nad 3. nadstropjem; pozicija: **S2**



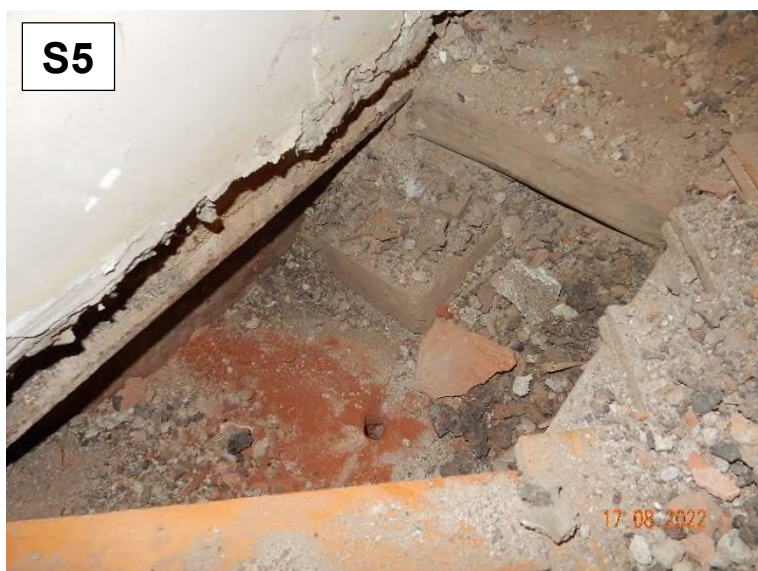
Slika 21: Sonda na stropu nad 3. nadstropjem; pozicija: **S3**



Slika 22: Sonda na stropu nad 2. nadstropjem; pozicija: **S4**



Slika 23: Sonda na stropu nad 2. nadstropjem; pozicija: **S4**



Slika 24: Sonda na stropu nad 2. nadstropjem; pozicija: **S5**



Slika 25: Sonda na stropu nad 2. nadstropjem; pozicija: **S5**



Slika 26: Sonda na zidu v 3. nadstropju; pozicija: **Z1**



Slika 27: Sonda na zidu v 3. nadstropju; pozicija: **Z2**



Slika 28: Sonda na zidu v 3. nadstropju; pozicija: **Z3**



Slika 29: Sonda na zidu v 2. nadstropju; pozicija: **Z4**



Slika 30: Sonda na zidnem slopu v območju stopnišča v 2. nadstropju; pozicija: **Z5**



Slika 31: Sonda na zidu v 2. nadstropju; pozicija: **Z6**



Slika 32: Sonda na zidu v kletni etaži; pozicija: **Z7**



Slika 33: Sonda na zidu v kletni etaži; pozicija: **Z8**



Slika 34: Sonda na zidu v kletni etaži; pozicija: **Z9**



Slika 35: Sonda na zidu v kletni etaži; pozicija: **Z10**

3. OSTREŠJE



Slika 36: Ostrrešje v leseni izvedbi; konstrukcijska zasnova je relativno kompleksna



Slika 37: Trapezno vešalo v območju najvišjega predela ostrrešja



Slika 38: Trapezno vešalo v območju krajnega dela ostrrešja



Slika 39: Območje ležišča trapeznega vešala



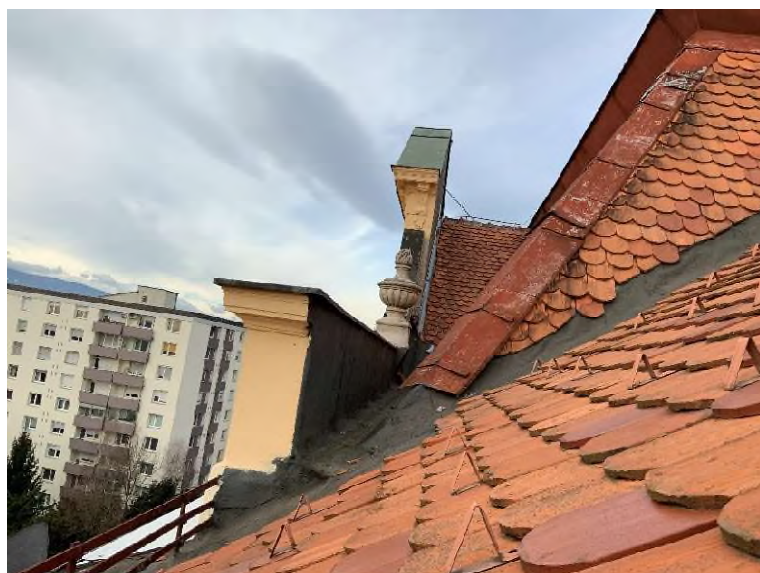
Slika 40: Posamezni detajli lesenega ostrešja



Slika 41: Kovinski strešni elementi v območju žlote

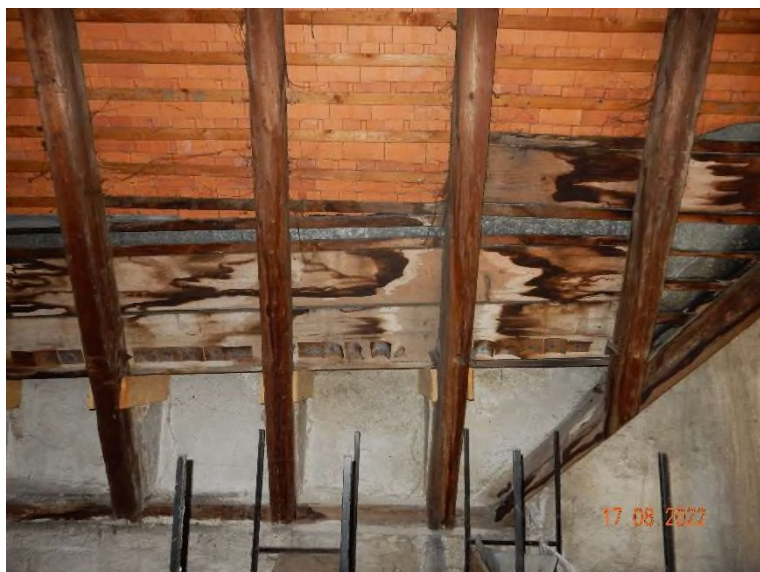


Slika 42: Stikanje špirovcev v območju slemena



Slika 43: Strešna kritina je opečni boborovec

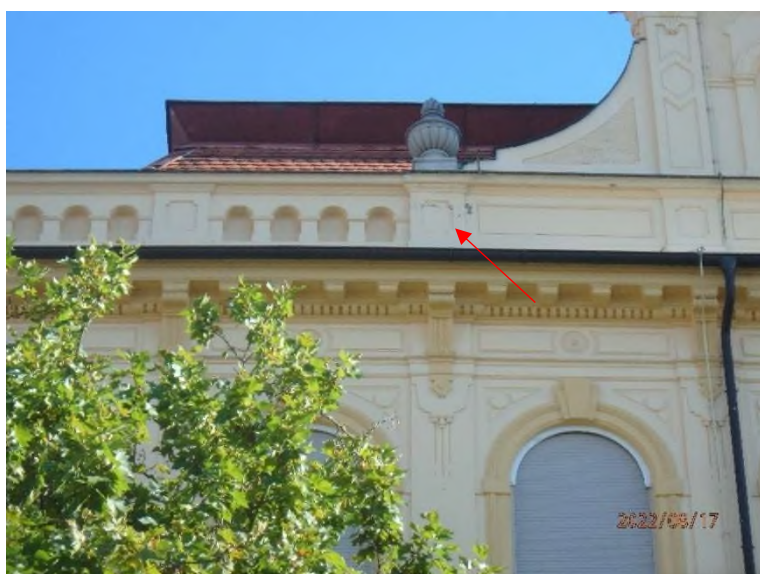
4. POŠKODBE OBJEKTA



Slika 44: Sledi zamakanja
strešne kritine



Slika 45: Sledi zamakanja
strešne kritine



Slika 46: Luščenje in odpadanje
zaključnega sloja fasade



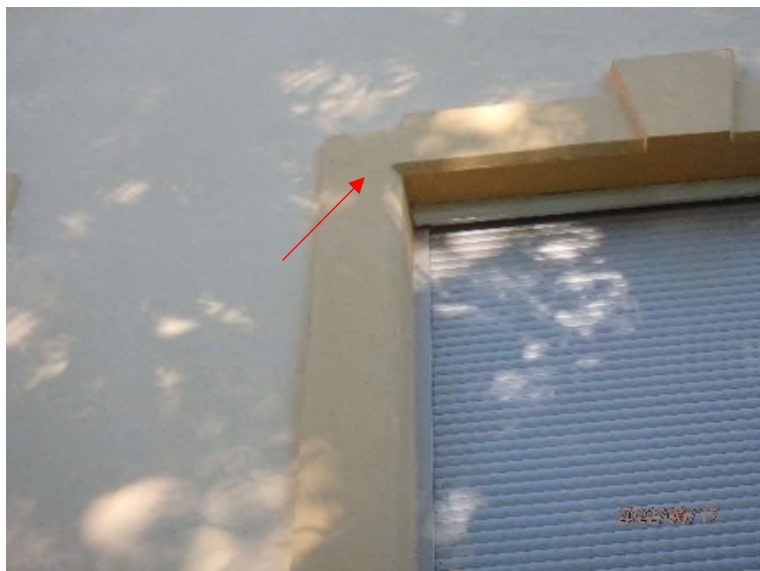
Slika 47: Posamične rahle razpoke na fasadi v območju okenskih odprtin



Slika 48: Posamične rahle razpoke na fasadi v območju okenskih odprtin



Slika 49: Posamične rahle razpoke na fasadi v območju okenskih odprtin



Slika 50: Posamične rahle razpoke na fasadi v vogalu okenske odprtine



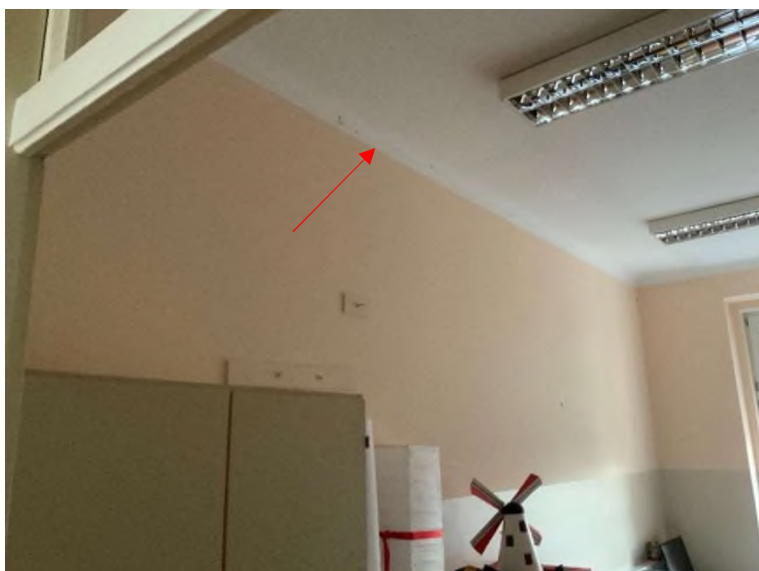
Slika 51: Razpoka na stiku s prizidanim delom



Slika 52: Rahle razpoke ometa v območju stikanja stene in stropa na stopnišču



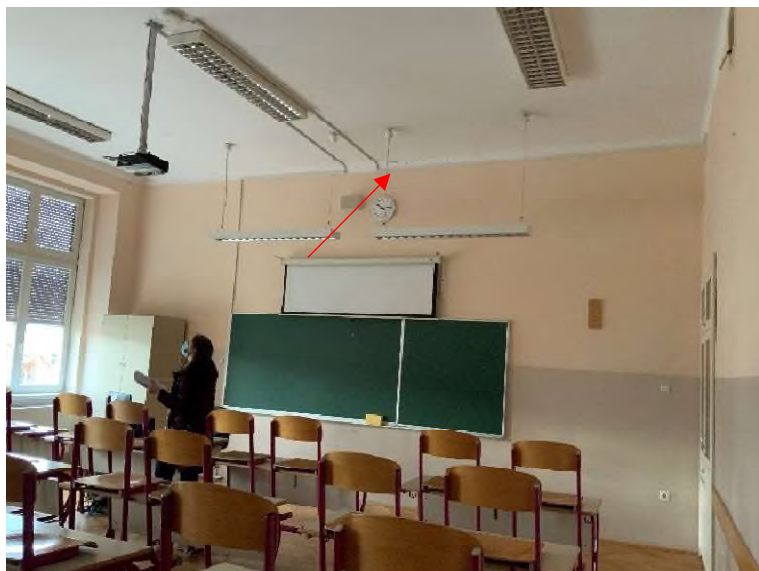
Slika 53: Rahle razpoke ometa v območju stikanja stene in stropa na stopnišču



Slika 54: Poškodbe ometov v območju stikanja stene in stropa, evidentirano v več učilnicah



Slika 55: Poškodbe ometov v območju stikanja stene in stropa, evidentirano v več učilnicah



Slika 56: Poškodbe ometov v območju stikanja stene in stropa, evidentirano v več učilnicah



Slika 57: Rahle razpoke na stenskih ometih, evidentirano predvsem na hodnikih



Slika 58: Rahle razpoke na stenskih ometih, evidentirano predvsem na hodnikih



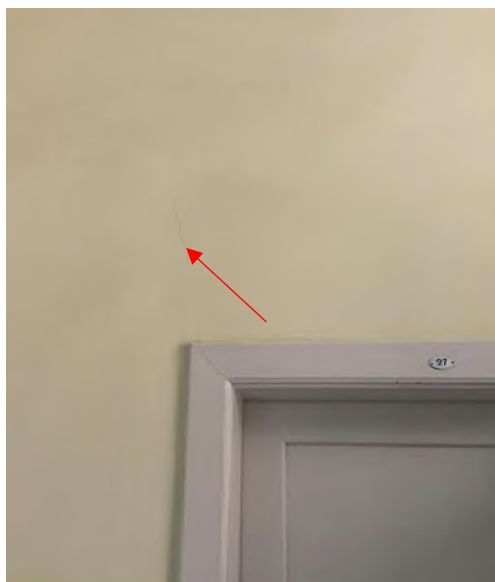
Slika 59: Rahle razpoke na stenskih ometih, evidentirano predvsem na hodnikih



Slika 60: Rahle razpoke na stenskih ometih, evidentirano predvsem na hodnikih



Slika 61: Rahle razpoke na stenskih ometih, evidentirano predvsem na hodnikih



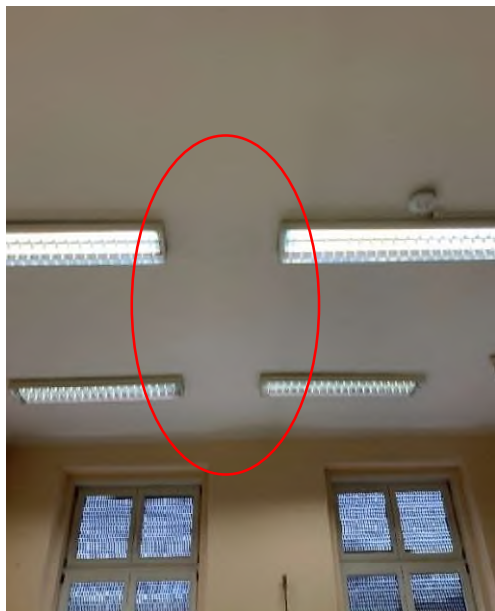
Slika 62: Rahle razpoke na stenskih ometih, evidentirano predvsem na hodnikih



Slika 63: Rahle razpoke na stenskih ometih, evidentirano predvsem na hodnikih



Slika 64: Tipične razpoke po obodu montažne predelne stene



Slika 65: Rahle razpoke na stropnih ometih, evidentirano predvsem v učilnicah, najverjetneje se razpoke nahajajo ob električnih vodih



Slika 66: Rahle razpoke na stropnih ometih, evidentirano predvsem v učilnicah, najverjetneje se razpoke nahajajo ob električnih vodih



Slika 67: Rahle razpoke na stropnih ometih, evidentirano predvsem v učilnicah, najverjetneje se razpoke nahajajo ob električnih vodih

PRILOGA 2

Računske analize

PRILOGA 2.1
Statična analiza



VSEBINA PRILOGE

1. Karakteristike materialov

- 1.1 Konstrukcijski les
- 1.2 Konstrukcijsko jeklo
- 1.3 Zidovje

2. Analiza obtežb

- 2.1 Lastna in stalna obtežba
- 2.2 Koristna obtežba
- 2.3 Obtežba snega
- 2.4 Obtežba vetra
- 2.5 Obtežne kombinacije

3. Kontrole nosilnosti in uporabnosti

- 3.1 Strop nad učilnicami
- 3.2 Strop proti podstrešju
- 3.3 Ostrešje

4. Kontrola zidovja

- 4.1 Kontrola vertikalnih obremenitev
- 4.2 Kontrola vitkosti zidov
- 4.3 Tabelarični prikaz izkoriščenosti medokenskih zidnih elementov

STATIČNA ANALIZA

1. Karakteristike materialov

1.1 Konstrukcijski les

Les C24, 2. razred uporabnosti (T=20°, v<20%)

$$f_{m,k} := 2.40 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{t,0,k} := 1.40 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{c,0,k} := 2.10 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{c,90,k} := 0.53 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{v,k} := 0.25 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$E_{0,mean} := 1100 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$E_{0,05} := 740 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$\rho_{mean} := 420 \cdot kg \cdot m^{-3}$$

$$\rho_k := 350 \cdot kg \cdot m^{-3}$$

$$\gamma_{les} := 4.2 \cdot kN \cdot m^{-3}$$

$$\gamma_{m,les} := 1.3$$

$$k_{def} := 0.8$$

Modifikacijski faktorji

$$k_{mod,P} := 0.6$$

$$k_{mod,L} := 0.7$$

$$k_{mod,M} := 0.8$$

$$k_{mod,S} := 0.9$$

$$k_{mod,I} := 1.1$$

karakteristična upogibna trdnost

karakteristična natezna trdnost (vzporedno)

karakteristična tlačna trdnost (vzporedno)

karakteristična tlačna trdnost (pravokotno)

karakteristična strižna trdnost

modul elastičnosti lesa (povprečno)

modul elastičnosti lesa (5% fraktila)

gostota (povprečno)

gostota (karakteristično)

specifična teža (povprečno)

materialni varnostni faktor za les

deformacijski faktor

stalna obtežba (P)

dolgotrajna obtežba (L)

srednje dolga obtežba (M)

kratkotrajna obtežba (S)

trenutna obtežba (I)

1.2 Konstrukcijsko jeklo

Jeklo kvalitete S235

$$f_{yk,S235} := 23.5 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{u,S235} := 36 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$f_{yd,S235} := \frac{f_{yk,S235}}{\gamma_{M0}} = 23.5 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$E_s := 21000 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$G_s := 8077 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$\gamma_s := 78 \cdot kN \cdot m^{-3}$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{23.5 \cdot kN \cdot cm^{-2}}{f_{yk,S235}}} = 1$$

karakteristična vrednost meje plastičnosti

karakteristična vrednost natezne trdnosti

materialni varnostni faktorji za jeklo

projektna vrednost meje plastičnosti

elastični modul jekla

strižni modul jekla

spec. teža jekla

1.3 Zidovje

Opečni zid, polna opeka

$$\gamma_w := 18 \cdot kN \cdot m^{-3}$$

$$f_{w,m} := 3.30 \cdot MPa$$

$$\tau_{w,0} := 0.08 \cdot MPa$$

$$E_w := 1500 \cdot MPa$$

$$G_w := 500 \cdot MPa$$

$$\gamma_{m,w} := 2.0$$

$$CF := 1.2$$

prostorninska teža zidu

povprečna tlačna trdnost zidu

strižna trdnost zidu

elastični modul zidu

strižni modul zidu

materialni varnostni faktor zidu

faktor poznavanja

2. Analiza obtežb

2.1 Lastna in stalna obtežba

2.1.1 Kritina

$$g_{kritina} := 0.85 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

stalna obtežba kritine in lesenih letev

2.1.2 Strop proti podstrešju

Sonda S1

$$g_{opeč.tlak} := 18 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.04 \cdot m = 0.72 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

opečni tlakovci

$$g_{nasutje} := 10 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.16 \cdot m = 1.6 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

nasutje (leš+pepel)

$$g_{tram} := 4.5 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.16 \cdot m = 0.72 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

leseni trami drug ob drugem

$$g_{omet} := 0.2 \cdot kN \cdot m^{-2} = 0.2 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

omet na trstiki

$$g_{skupaj.S1} := g_{opeč.tlak} + g_{nasutje} + g_{tram} + g_{omet} = 3.2 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

skupaj

2.1.3 Strop nad učilnicami

Sonda S5

$$g_{vinil} := 12 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.003 \cdot m = 0.04 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

vinilna talna obloga

$$g_{parket} := 7 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.02 \cdot m = 0.14 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

parket

$$g_{deske} := 4.5 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.025 \cdot m = 0.11 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

lesene deske

$$g_{nasutje} := 12 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.10 \cdot m = 1.2 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

nasutje

$$g_{obok} := 12 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.17 \cdot m = 2.04 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

opečni obok iz votlakov

$$g_{omet} := 18 \cdot kN \cdot m^{-3} \cdot 0.045 \cdot m = 0.81 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

omet

$$g_{skupaj.S5} := g_{vinil} + g_{parket} + g_{deske} + g_{nasutje} + g_{obok} + g_{omet} = 4.3 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

skupaj

2.2 Koristna obtežba

Koristna obtežba - kategorija C1 (šole)

$$q_C := 3 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

2.3 Obtežba snega

$$n_v := 275m$$

nadmorska višina (Maribor, cona A2)

$$\alpha_{st} := 35deg$$

naklon strehe

$$s_k := 1.293 \cdot \left[1 + \left(\frac{n_v}{728m} \right)^2 \right] \cdot kN \cdot m^{-2} = 1.48 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

karak. vrednost obtežbe snega na tleh

$$\mu_I := 0.8$$

oblikovni koeficient

$$s_{projekcija} := \mu_I \cdot s_k = 1.18 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

obtežba snega na strehi

2.4 Obtežba vetra

$$H_{obj} := 26.4 \cdot m$$

višina objekta

$$L_{obj} := 42.9 \cdot m$$

dolžina objekta

$$B_{obj} := 12.5 \cdot m$$

širina objekta

Referenčna hitrost vetra:

$$v_{b0} := 20 \cdot m \cdot s^{-1}$$

cona 1 (pod 800m)

Koeficienta smeri in letnega časa:

$$c_{dir} := 1$$

$$c_{season} := 1$$

Gostota zraka:

$$\rho := 1.25 \cdot kg \cdot m^{-3}$$

Koeficienti terena:

kategorija terena: III

$$z_0 := 0.3 \cdot m$$

$$z_{min} := 5 \cdot m$$

$$z_{0.II} := 0.05m$$

$$z_{max} := 200m$$

$$k_T := 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0.II}} \right)^{0.07} = 0.22$$

$$c_F(z) := k_T \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$$

$$c_0(z) := 1$$

$$k_I := 1$$

$$v_m(z) := c_f(z) \cdot c_{f0}(z) \cdot (c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0})$$

$$I_v(z) := \frac{k_I}{c_{f0}(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

Karakteristični največji pritisk vetra:

$$q_p(z) := \text{if}\left[z \geq z_{min}, \left(1 + 7 \cdot I_v(z)\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m(z)^2, \left(1 + 7 \cdot I_v(z_{min})\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m(z_{min})^2\right]$$

$$\text{za: } z < z_{max} = 200\text{m}$$

Pritisk vetra na streho:

Obravnavamo smer vetra pravokotno na daljšo stranico.

$$h_{obj} := H_{obj} = 26.4 \cdot \text{m}$$

$$b_{obj} := L_{obj} = 42.9 \cdot \text{m}$$

$$d_{obj} := B_{obj} = 12.5 \cdot \text{m}$$

$$e := \min(b_{obj}, 2 \cdot h_{obj}) = 42.9 \cdot \text{m}$$

$$h_{obj} \div d_{obj} = 2.11$$

$$z_e := h_{obj} = 26.4 \cdot \text{m}$$

$$q_p(z_e) = 0.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

višina slemena

dolžina slemena

$$\frac{e}{10} = 4.29 \cdot \text{m}$$

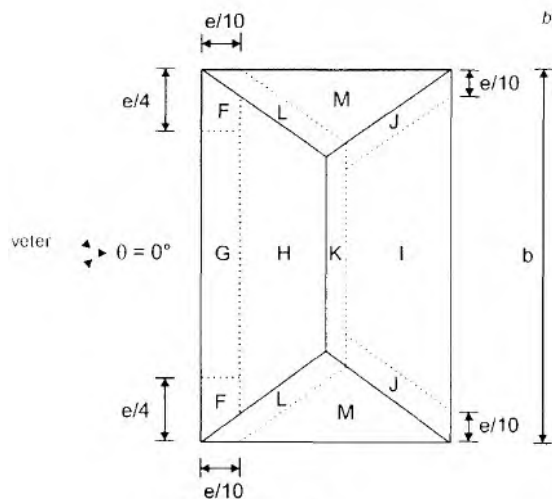
referenčna višina za streho

karakteristični največji pritisk vetra

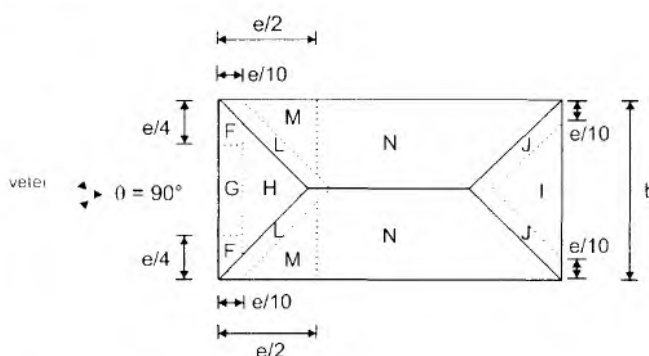
Vplivna območja za posamezne cone štirikapne strehe:

$e = b$ ali $2h$
manjša izmed vrednosti

b : širina prečno na smer vetra



(a) smer vetra = 0°



(a) smer vetra = 90°

Vpliv vetra pravokotno na sleme:

Pozitivne vrednosti tlaka na območju G in H:

$$c_{pe.10.G} := 0.7$$

$$w_{e.G.I} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.G} = 0.42 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

tlak

$$c_{pe.10.H} := 0.47$$

$$w_{e.H.I} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.H} = 0.28 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

tlak

$$c_{pe.10.K} := -0.43$$

$$w_{e.K.I} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.K} = -0.26 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

srk

$$c_{pe.10.I} := -0.37$$

$$w_{e.I.I} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.I} = -0.22 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

srk

Negativne vrednosti tlaka na območju G in H:

$$c_{pe.10.G} := -0.33$$

$$w_{e.G.2} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.G} = -0.2 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

srk

$$c_{pe.10.H} := -0.13$$

$$w_{e.H.2} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.H} = -0.08 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

srk

$$c_{pe.10.K} := -0.43$$

$$w_{e.K.2} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.K} = -0.26 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

srk

$$c_{pe.10.I} := -0.37$$

$$w_{e.I.2} := q_p(z_e) \cdot c_{pe.10.I} = -0.22 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

srk

2.5 Obtežne kombinacije

$$\text{Komb 1: } 1.35^*G + 1.5^*Q$$

$$\text{Komb 2: } 1.0^*G + 1.0^*Q$$

$$\text{Komb 3: } 1.35^*G + 1.5^*S + 1.5^*0.6^*W$$

$$\text{Komb 4: } 1.0^*G + 1.0^*S + 1.0^*0.6^*W$$

3. Kontrole nosilnosti in uporabnosti

3.1 Strop nad učilnicami

3.1.1 Jeklen nosilec

Karakteristike elementa

Predpostavimo, da je element bočno podprt!

$$L_0 := 1.05 \cdot 7.15m$$

$$e_{vpl} := 1.4 \cdot m$$

računska razpetina

vplivna širina

Karakteristike prereza

Jeklen profil tipa I 300.

$$h_I := 30 \cdot cm$$

$$b := 12.5 \cdot cm$$

$$t_f := 1.62 \cdot cm$$

$$t_w := 1.08 \cdot cm$$

$$A := 69 \cdot cm^2$$

$$I_y := 9800 \cdot cm^4$$

$$W_{el,y} := 653 \cdot cm^3$$

$$W_{pl,y} := 762 \cdot cm^3$$

$$r := 0.65 \cdot cm$$

$$A_{v,z} := A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 32.36 \cdot cm^2$$

višina profila

širina profila (pasnice)

debelina pasnice

debelina stojine

površina prečnega prereza

vztraj. moment okoli močnejše osi

elast. odpor. moment okoli močnejše osi

plast. odpor. moment okoli močnejše osi

zaokrožitveni radij

strižni prerez

Linijaska obtežba

$$g_{ipe300} := 0.531 \cdot kN \cdot m^{-1}$$

$$g_{lin} := g_{ipe300} + g_{skupaj.S5} \cdot e_{vpl} = 6.6 \cdot kN \cdot m^{-1}$$

$$q_{lin} := q_C \cdot e_{vpl} = 4.2 \cdot kN \cdot m^{-1}$$

lastna teža

lastna in stalna obtežba

koristna obtežba

Obremenitev

$$M_{Ed} := \frac{(1.35 \cdot g_{lin} + 1.5 \cdot q_{lin}) \cdot L_0^2}{8} = 107.21 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \frac{(1.35 \cdot g_{lin} + 1.5 \cdot q_{lin}) \cdot L_0}{2} = 57.12 \cdot kN$$

Upogibna nosilnost

$$M_{Rd} := W_{el,y} \cdot f_{yd.S235} = 153.46 \cdot kN \cdot m$$

$$kontrola(M_{Ed} \leq M_{Rd}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$M_{Ed} \div M_{Rd} = 0.7$$

Strižna nosilnost

$$V_{Rd} := A_{v,z} \cdot \frac{f_{yd.S235}}{\sqrt{3}} = 438.99 \cdot kN$$

$$kontrola(V_{Ed} \leq V_{Rd}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$V_{Ed} \div V_{Rd} = 0.13$$

Kontrola povosov

$$w_{G.inst} := \frac{5 \cdot g_{lin} \cdot L_0^4}{384 \cdot E_s \cdot I_y} = 1.33 \cdot cm$$

$$w_{Q.inst} := \frac{5 \cdot q_{lin} \cdot L_0^4}{384 \cdot E_s \cdot I_y} = 0.84 \cdot cm$$

$$w_{inst} := w_{G.inst} + w_{Q.inst} = 2.17 \cdot cm$$

$$w_{inst.lim} := \frac{L_0}{300} = 2.5 \cdot cm$$

$$kontrola(w_{inst} \leq w_{inst.lim}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$w_{inst} \div w_{inst.lim} = 0.87$$

Upogibna in strižna nosilnost stropa sta glede na današnje standarde ustrezni. Računski povosi so v dopustnih mejah.

3.2 Strop proti podstrešju

3.2.1 Leseni tramovi

Karakteristike elementa

$$L_0 := 2.7m$$

$$e_{vpl} := 0.15m$$

Karakteristike prereza

$$b := 15cm$$

$$h := 15cm$$

$$A := b \cdot h = 225 cm^2$$

$$W_y := \frac{b \cdot h^2}{6} = 562.5 \cdot cm^3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = 4218.75 cm^4$$

Linjska obtežba

$$g_{lin} := g_{skupaj} \cdot S1 \cdot e_{vpl} = 0.49 \cdot kN \cdot m^{-1}$$

$$q_{lin} := q_C \cdot e_{vpl} = 0.45 \cdot kN \cdot m^{-1}$$

Obremenitev

$$M_{Ed} := \frac{(1.35 \cdot g_{lin} + 1.5 \cdot q_{lin}) \cdot L_0^2}{8} = 1.21 \cdot kN \cdot m$$

$$V_{Ed} := \frac{(1.35 \cdot g_{lin} + 1.5 \cdot q_{lin}) \cdot L_0}{2} = 1.8 \cdot kN$$

Upogibna nosilnost

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{Ed}}{W_y} = 0.22 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{m,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_{m,les}} = 1.48 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola(\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \sigma_{m,d} \div f_{m,d} = 0.15$$

Strižna nosilnost

$$\tau_d := \frac{V_{Ed}}{(2 \div 3) \cdot A} = 0.01 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_{m,les}} = 0.15 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola(\tau_d \leq f_{v,d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \tau_d \div f_{v,d} = 0.08$$

Kontrola povesov

$$w_{G,inst} := \frac{5 \cdot g_{lin} \cdot L_0^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} = 0.07 cm$$

$$w_{Q,inst} := \frac{5 \cdot q_{lin} \cdot L_0^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y} = 0.07 cm$$

$$w_{inst} := w_{G,inst} + w_{Q,inst} = 0.14 cm$$

$$\Psi_{0,Q} := 0.7 \quad \Psi_{2,Q} := 0.6$$

$$w_{net,fin} := w_{G,inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{Q,inst} \cdot (1 + \Psi_{2,Q} \cdot k_{def}) = 0.23 \cdot cm$$

$$w_{inst,lim} := \frac{L_0}{300} = 0.9 \cdot cm \quad w_{net,fin,lim} := \frac{L_0}{250} = 1.08 \cdot cm$$

$$kontrola(w_{inst} \leq w_{inst,lim}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad w_{inst} \div w_{inst,lim} = 0.16$$

$$kontrola(w_{net,fin} \leq w_{net,fin,lim}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad w_{net,fin} \div w_{net,fin,lim} = 0.21$$

Upogibna in strižna nosilnost stropa sta glede na današnje standarde ustrezni. Računski povesi so v dopustnih mejh.

razpetina

vplivna širina

širina prereza

višina prereza

površina prereza

odpornostni moment prereza

vztrajnostni moment prereza

lastna in stalna obtežba

koristna obtežba

3.2.2 Jeklen nosilec

Karakteristike elementa

Predpostavimo, da je element bočno podprt!

$$L_0 := 1.05 \cdot 7.4 \text{ m}$$

$$e_{vpl} := 2.7 \cdot \text{m}$$

računska razpetina

vplivna širina

Karakteristike prereza

Jeklen profil tipa I 340.

$$h_I := 34 \cdot \text{cm}$$

$$b := 13.7 \cdot \text{cm}$$

$$t_f := 1.83 \cdot \text{cm}$$

$$t_w := 1.22 \cdot \text{cm}$$

$$A := 86.7 \cdot \text{cm}^2$$

$$I_y := 15700 \cdot \text{cm}^4$$

$$W_{el,y} := 923 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{pl,y} := 1080 \cdot \text{cm}^3$$

$$r := 0.73 \cdot \text{cm}$$

$$A_{v,z} := A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 41.46 \text{ cm}^2$$

višina profila

širina profila (pasnice)

debelina pasnice

debelina stojine

površina prečnega prereza

vztraj. moment okoli močnejše osi

elast. odpor. moment okoli močnejše osi

plast. odpor. moment okoli močnejše osi

zaokrožitveni radij

strižni prerez

Linijaska obtežba

$$g_{ipe340} := 0.667 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$g_{lin} := g_{ipe340} + g_{skupaj.SI} \cdot e_{vpl} = 9.41 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$q_{lin} := q_C \cdot e_{vpl} = 8.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

lastna teža

lastna in stalna obtežba

koristna obtežba

Obremenitev

$$M_{Ed} := \frac{(1.35 \cdot g_{lin} + 1.5 \cdot q_{lin}) \cdot L_0^2}{8} = 187.61 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} := \frac{(1.35 \cdot g_{lin} + 1.5 \cdot q_{lin}) \cdot L_0}{2} = 96.58 \cdot \text{kN}$$

Upogibna nosilnost

$$M_{Rd} := W_{el,y} \cdot f_{yd.S235} = 216.91 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{kontrola}(M_{Ed} \leq M_{Rd}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$M_{Ed} \div M_{Rd} = 0.86$$

Strižna nosilnost

$$V_{Rd} := A_{v,z} \cdot \frac{f_{yd.S235}}{\sqrt{3}} = 562.55 \cdot \text{kN}$$

$$\text{kontrola}(V_{Ed} \leq V_{Rd}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$V_{Ed} \div V_{Rd} = 0.17$$

Kontrola povesov

$$w_{G.inst} := \frac{5 \cdot g_{lin} \cdot L_0^4}{384 \cdot E_s \cdot I_y} = 1.36 \text{ cm}$$

$$w_{Q.inst} := \frac{5 \cdot q_{lin} \cdot L_0^4}{384 \cdot E_s \cdot I_y} = 1.17 \text{ cm}$$

$$w_{inst} := w_{G.inst} + w_{Q.inst} = 2.52 \text{ cm}$$

$$w_{inst.lim} := \frac{L_0}{300} = 2.59 \cdot \text{cm}$$

$$\text{kontrola}(w_{inst} \leq w_{inst.lim}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$w_{inst} \div w_{inst.lim} = 0.97$$

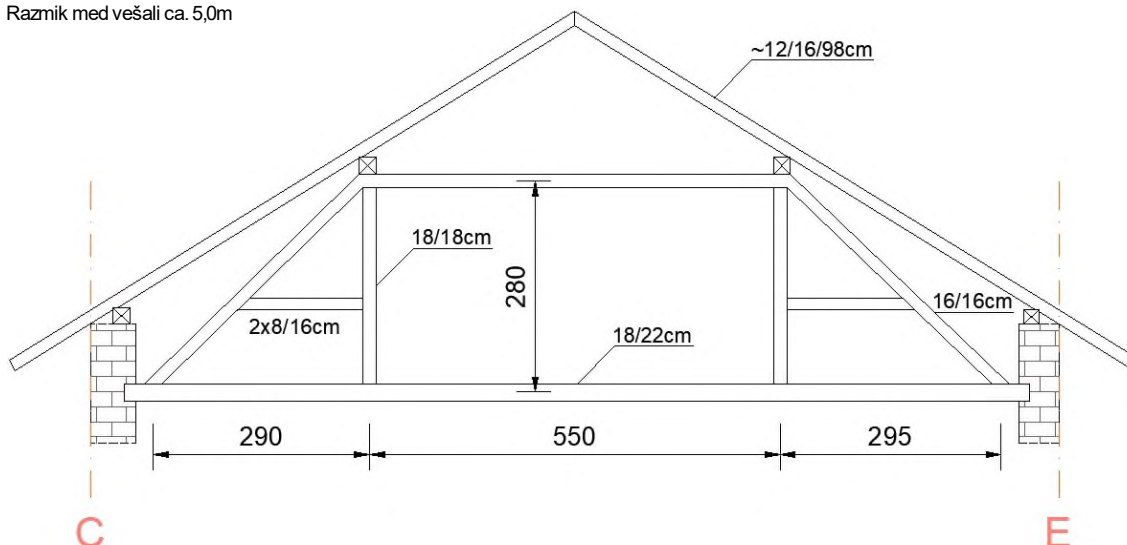
Upogibna in strižna nosilnost stropa sta glede na današnje standarde ustrezni. Računski povesi so v dopustnih mejh.

3.3 Ostrešje

3.3.1 Konstrukcijski sistem

Sistem ostrešja od osi 3 do osi 5 (poenostavljeno):

Razmik med vešali ca. 5,0m



3.3.2 Notranje statične količine

Diagrami notranjih statičnih količin so razvidni iz izpisov iz programa Tower7 v nadaljevanju.

3.3.3 Kontrola nosilnosti in povosov

ŠPIROVEC

Kontinuirni nosilec preko dveh polj s previsom

$$\alpha_{st} := 35deg$$

naklon strehe

Karakteristike elementa

$$L_1 := 3.2m \quad L_2 := 3.7m \quad L_3 := 1.4m \quad (\text{previs})$$

Karakteristike prereza

$$b := 12cm$$

širina prereza

$$h := 16cm$$

višina prereza

$$A := b \cdot h = 192cm^2 \quad W_y := \frac{b \cdot h^2}{6} = 512cm^3 \quad I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = 4096cm^4 \quad I_z := \frac{h \cdot b^3}{12} = 2304cm^4$$

Kontrola upogiba z osno silo

$$M_{Ed} := |-3.2kN \cdot m| = 3.2kN \cdot m$$

$$N_{Ed} := |-9.0kN| = 9kN$$

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{Ed}}{W_y} = 0.63kN \cdot cm^{-2}$$

$$\sigma_{t,0,d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.05kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{m,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_{m,les}} = 1.48kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{t,0,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_{m,les}} = 0.86kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola\left(\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1\right) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = 0.48$$

Upogibna nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

Strižna nosilnost

$$V_{Ed} := 5.1kN$$

$$\tau_d := \frac{V_{Ed}}{(2 \div 3) \cdot A} = 0.04kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{v,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_{m,les}} = 0.15kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola(\tau_d \leq f_{v,d}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$\tau_d \div f_{v,d} = 0.26$$

Strižna nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

Kontrola povosov

Vrednosti pomikov so določene s programom Tower7.

$$L_0 := L_1 = 3.2 \cdot m$$

$$w_{G.inst} := 1.3 mm$$

pomik zaradi lastne teže

$$w_{S.inst} := 1.4 \cdot mm$$

$$\Psi_{0,S} := 0.5$$

$$\Psi_{2,S} := 0$$

pomik zaradi snega

$$w_{W.inst} := 0.5 mm$$

$$\Psi_{0,W} := 0.6$$

$$\Psi_{2,W} := 0$$

pomik zaradi vetra

$$w_{inst} := w_{G.inst} + w_{S.inst} + \Psi_{0,W} \cdot w_{W.inst} = 0.3 \cdot cm$$

$$w_{net.fin} := w_{G.inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{S.inst} \cdot (1 + \Psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{W.inst} \cdot (\Psi_{0,W} + \Psi_{2,W} \cdot k_{def}) = 0.4 \cdot cm$$

$$w_{inst.lim} := \frac{L_0}{300} = 1.07 \cdot cm$$

$$w_{net.fin.lim} := \frac{L_0}{250} = 1.28 \cdot cm$$

$$kontrola(w_{inst} \leq w_{inst.lim}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$w_{inst} \div w_{inst.lim} = 0.28$$

$$kontrola(w_{net.fin} \leq w_{net.fin.lim}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$w_{net.fin} \div w_{net.fin.lim} = 0.32$$

Povesi so glede na današnje standarde ustrezni.

$$L_0 := L_3 = 1.4 \cdot m$$

$$w_{G.inst} := 0.8 mm$$

pomik zaradi lastne teže

$$w_{S.inst} := 0.9 \cdot mm$$

$$\Psi_{0,S} := 0.5$$

$$\Psi_{2,S} := 0$$

pomik zaradi snega

$$w_{W.inst} := 1.0 mm$$

$$\Psi_{0,W} := 0.6$$

$$\Psi_{2,W} := 0$$

pomik zaradi vetra

$$w_{inst} := w_{G.inst} + w_{S.inst} + \Psi_{0,W} \cdot w_{W.inst} = 0.23 \cdot cm$$

$$w_{net.fin} := w_{G.inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{S.inst} \cdot (1 + \Psi_{2,S} \cdot k_{def}) + w_{W.inst} \cdot (\Psi_{0,W} + \Psi_{2,W} \cdot k_{def}) = 0.29 \cdot cm$$

$$w_{inst.lim} := \frac{L_0}{150} = 0.93 \cdot cm$$

$$w_{net.fin.lim} := \frac{L_0}{125} = 1.12 \cdot cm$$

$$kontrola(w_{inst} \leq w_{inst.lim}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$w_{inst} \div w_{inst.lim} = 0.25$$

$$kontrola(w_{net.fin} \leq w_{net.fin.lim}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$w_{net.fin} \div w_{net.fin.lim} = 0.26$$

Povesi so glede na današnje standarde ustrezni.

RAZPORAKarakteristike elementa

$$L_0 := 5.5 m$$

Karakteristike prereza

$$b := 16 cm$$

širina prereza

$$h := 16 cm$$

višina prereza

$$A := b \cdot h = 256 \cdot cm^2$$

$$W_y := \frac{b \cdot h^2}{6} = 682.67 \cdot cm^3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = 5461.33 \cdot cm^4$$

$$I_z := \frac{h \cdot b^3}{12} = 5461.33 \cdot cm^4$$

Tlačna nosilnost

$$N_{Ed} := |-54.2 kN| = 54.2 \cdot kN$$

$$\sigma_{c,0,d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.21 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{c,0,d} := k_{mod,M} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{m,les}} = 1.29 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola(\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}) = \text{"JE izpolnjena"}$$

$$\sigma_{c,0,d} \div f_{c,0,d} = 0.16$$

Osnova nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.
--

Kontrola stabilnosti elementa

Obremenitev

$$N_{Ed} := |-54.2 kN| = 54.2 \cdot kN$$

uklon Z-Z oz Y-Y

$$L_u := L_0 = 5.5 \cdot m \quad \beta_c := 0.2 \quad (0.2 \dots \text{masivni les}, 0.1 \dots \text{lepljen les})$$

$$N_{z,cr} := \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05} \cdot I_z}{L_u^2} = 131.86 \cdot kN \quad \lambda'_z := \sqrt{\frac{A \cdot f_{c,0,k}}{N_{z,cr}}} = 2.02$$

$$\text{kontrola_vitkosti}(\lambda'_z \leq 0.3) = \text{"kontrola uklona JE potrebna"}$$

$$k := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda'_z - 0.3) + \lambda'^2_z \right] \quad k_c := \min \left(\frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda'^2_z}}, 1 \right) = 0.22$$

$$\sigma_{c,0,d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.21 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{c,0,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{m,les}} = 1.29 \cdot kN \cdot cm^{-2} \quad k_c f_{c,0,d} = 0.29 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$\text{kontrola}(\sigma_{c,0,d} \leq k_c f_{c,0,d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \sigma_{c,0,d} \div (k_c f_{c,0,d}) = 0.74$$

Stabilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

OPIRAČA

Karakteristike elementa

$$L_0 := 4.2m$$

Karakteristike prereza

$$b := 16cm$$

širina prereza

$$h := 16cm$$

višina prereza

$$A := b \cdot h = 256 cm^2 \quad W_y := \frac{b \cdot h^2}{6} = 682.67 \cdot cm^3 \quad I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = 5461.33 \cdot cm^4 \quad I_z := \frac{h \cdot b^3}{12} = 5461.33 \cdot cm^4$$

Tlačna nosilnost

$$N_{Ed} := |-113.3kN| = 113.3kN$$

$$\sigma_{c,0,d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.44 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{c,0,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{m,les}} = 1.29 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$\text{kontrola}(\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \sigma_{c,0,d} \div f_{c,0,d} = 0.34$$

Osnova nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

Kontrola stabilnosti elementa

Obremenitev

$$N_{Ed} := |-113.3kN| = 113.3kN$$

uklon Z-Z oz Y-Y

$$L_u := L_0 = 4.2 \cdot m \quad \beta_c := 0.2 \quad (0.2 \dots \text{masivni les}, 0.1 \dots \text{lepljen les})$$

$$N_{z,cr} := \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05} \cdot I_z}{L_u^2} = 226.12 \cdot kN \quad \lambda'_z := \sqrt{\frac{A \cdot f_{c,0,k}}{N_{z,cr}}} = 1.54$$

$$\text{kontrola_vitkosti}(\lambda'_z \leq 0.3) = \text{"kontrola uklona JE potrebna"}$$

$$k := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda'_z - 0.3) + \lambda'^2_z \right] \quad k_c := \min \left(\frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda'^2_z}}, 1 \right) = 0.36$$

$$\sigma_{c,0,d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.44 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{c,0,d} := k_{mod} \cdot M \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{m,les}} = 1.29 \cdot kN \cdot cm^{-2} \quad k_c f_{c,0,d} = 0.47 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$\text{kontrola}(\sigma_{c,0,d} \leq k_c f_{c,0,d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \sigma_{c,0,d} \div (k_c f_{c,0,d}) = 0.95$$

Stabilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

POVEZNIKKarakteristike elementa

$$L_I := 11.8m$$

Karakteristike prereza

$$b := 18cm$$

$$h := 22cm$$

širina prereza

višina prereza

$$A := b \cdot h = 396cm^2 \quad W_y := \frac{b \cdot h^2}{6} = 1452 \cdot cm^3 \quad I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = 15972 \cdot cm^4 \quad I_z := \frac{h \cdot b^3}{12} = 10692 \cdot cm^4$$

Natezna nosilnost

$$N_{Ed} := 84.6kN$$

$$\sigma_{t.0.d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.21 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{t.0.d} := k_{mod.M} \cdot \frac{f_{t.0.k}}{\gamma_{m.les}} = 0.86 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola(\sigma_{t.0.d} \leq f_{t.0.d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \sigma_{t.0.d} \div f_{t.0.d} = 0.25$$

Oсна nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

Kontrola upogiba z osno silo

$$M_{Ed} := |-9.5kN \cdot m| = 9.5 \cdot kN \cdot m$$

$$N_{Ed} := 84.6kN$$

$$\sigma_{m.d} := \frac{M_{Ed}}{W_y} = 0.65 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$\sigma_{t.0.d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.21 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{m.d} := k_{mod.M} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_{m.les}} = 1.48 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{t.0.d} := k_{mod.M} \cdot \frac{f_{t.0.k}}{\gamma_{m.les}} = 0.86 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola\left(\frac{\sigma_{m.d}}{f_{m.d}} + \frac{\sigma_{t.0.d}}{f_{t.0.d}} \leq 1\right) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \frac{\sigma_{m.d}}{f_{m.d}} + \frac{\sigma_{t.0.d}}{f_{t.0.d}} = 0.69$$

Upogibna nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

Strižna nosilnost

$$V_{Ed} := 4.0kN$$

$$\tau_d := \frac{V_{Ed}}{(2 \div 3) \cdot A} = 0.02 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{v.d} := k_{mod.M} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_{m.les}} = 0.15 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola(\tau_d \leq f_{v.d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \tau_d \div f_{v.d} = 0.1$$

Strižna nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

SOHAKarakteristike elementa

$$L_I := 2.8m$$

Karakteristike prereza

$$b := 18cm$$

$$h := 18cm$$

širina prereza

višina prereza

$$A := b \cdot h = 324cm^2 \quad W_y := \frac{b \cdot h^2}{6} = 972 \cdot cm^3 \quad I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = 8748 \cdot cm^4 \quad I_z := \frac{h \cdot b^3}{12} = 8748 \cdot cm^4$$

Tlačna nosilnost:

$$N_{Ed} := |-8.0kN| = 8kN$$

$$\sigma_{c.0.d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.02 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$f_{c.0.d} := k_{mod.M} \cdot \frac{f_{c.0.k}}{\gamma_{m.les}} = 1.29 \cdot kN \cdot cm^{-2}$$

$$kontrola(\sigma_{c.0.d} \leq f_{c.0.d}) = \text{"JE izpolnjena"} \quad \sigma_{c.0.d} \div f_{c.0.d} = 0.02$$

Oсна nosilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

Kontrola stabilnosti elementa

Obremenitev

$$N_{Ed} := |-8.0 \text{ kN}| = 8 \text{ kN}$$

uklon Z-Z oz Y-Y

$$L_u := L_I = 2.8 \cdot m \quad \beta_c := 0.2 \quad (0.2 \dots \text{masivni les}, 0.1 \dots \text{lepljen les})$$

$$N_{y.cr} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot 0.05 \cdot I_y}{L_u^2} = 814.94 \cdot \text{kN} \quad \lambda'_{y'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{c.0.k}}{N_{y.cr}}} = 0.91$$

$$\boxed{\text{kontrola_vitkosti}(\lambda'_{y'} \leq 0.3) = \text{"kontrola uklona JE potrebna"}}$$

$$k := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda'_{y'} - 0.3) + \lambda'^2_{y'} \right] \quad k_c := \min \left(\frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda'^2_{y'}}}, 1 \right) = 0.75$$

$$\sigma_{c.0.d} := \frac{N_{Ed}}{A} = 0.02 \cdot \text{kN} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$f_{c.0.d} := k_{mod.M} \cdot \frac{f_{c.0.k}}{\gamma_{m.les}} = 1.29 \cdot \text{kN} \cdot \text{cm}^{-2} \quad k_c f_{c.0.d} = 0.97 \cdot \text{kN} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\boxed{\text{kontrola}(\sigma_{c.0.d} \leq k_c f_{c.0.d}) = \text{"JE izpolnjena"}} \quad \sigma_{c.0.d} \div (k_c f_{c.0.d}) = 0.03$$

Stabilnost elementa je glede na današnje standarde ustrezna.

4. Kontrola zidovja

4.1 Kontrola vertikalnih obremenitev

Kontrola vertikalnih obremenitev zidovja je izvedena skladno s standardom EN 1996-1-1 6.1.2. Kontrola je izpolnjena če je izpolnjen kriterij: $N_{ed} \leq N_{Rd}$. Slednja kontrola je izvedena na vsakem med-okenskem slopu (ang. »pier«) in sicer na treh kontrolnih mestih (zgoraj, sredina, spodaj). Upošteva se naslednja obtežna kombinacija: $1.35 \times G + 1.50 \times Q$.

N_{ed} : design value of the vertical load applied to a masonry

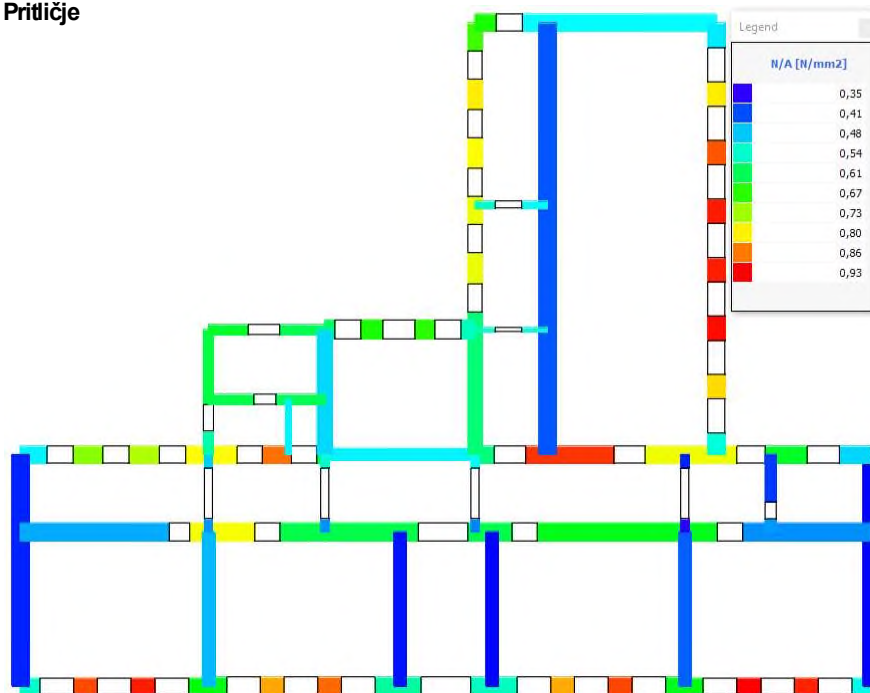
N_{Rd} : design value of the wall's vertical resistance; $N_{Rd} = \Phi \times f_d \times A$

A : loaded horizontal gross cross-sectional area of the wall

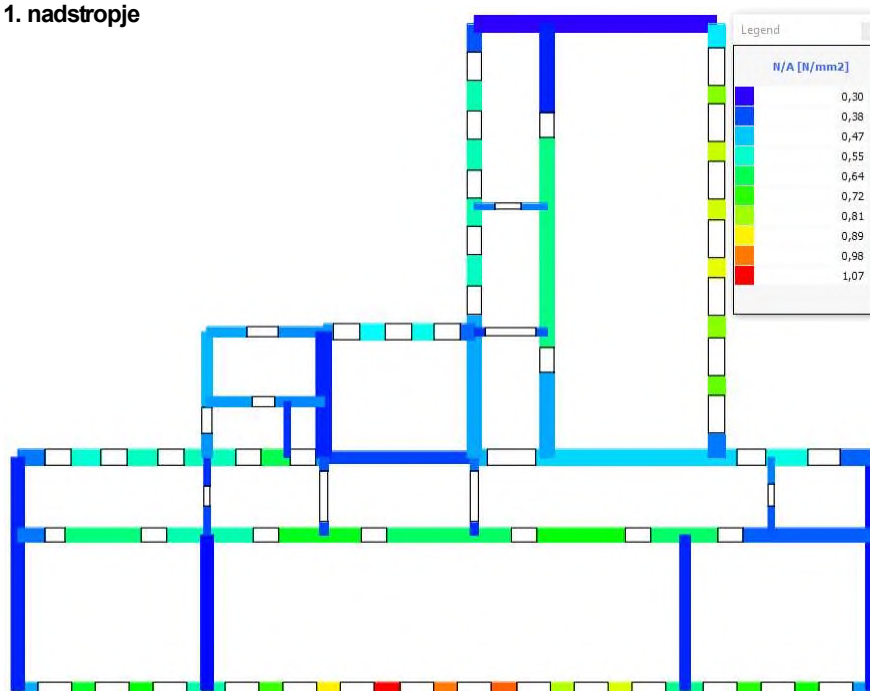
f_d : design compressive strength of the masonry

Φ : capacity reduction factor of the wall

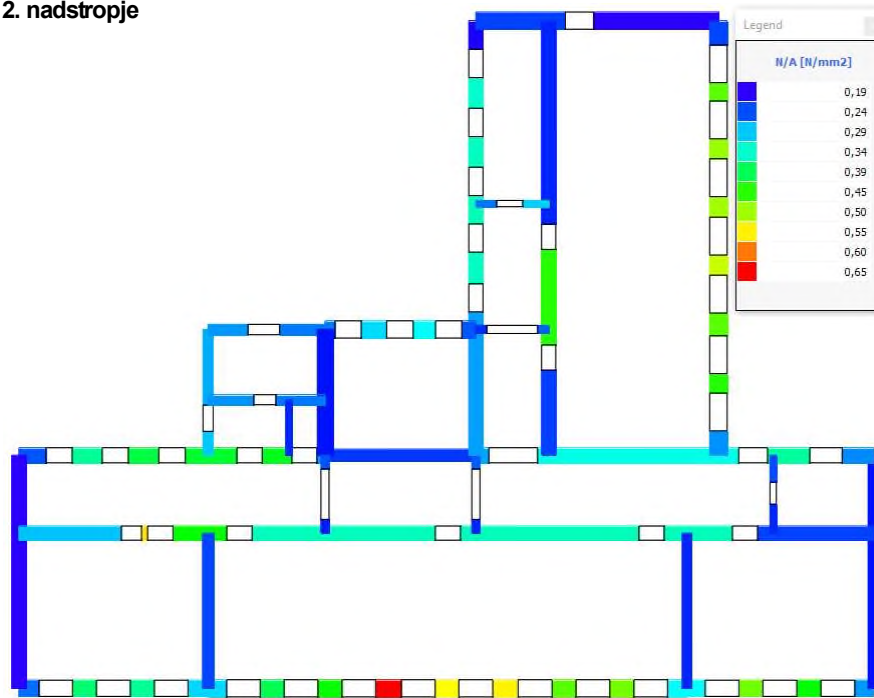
Pritličje



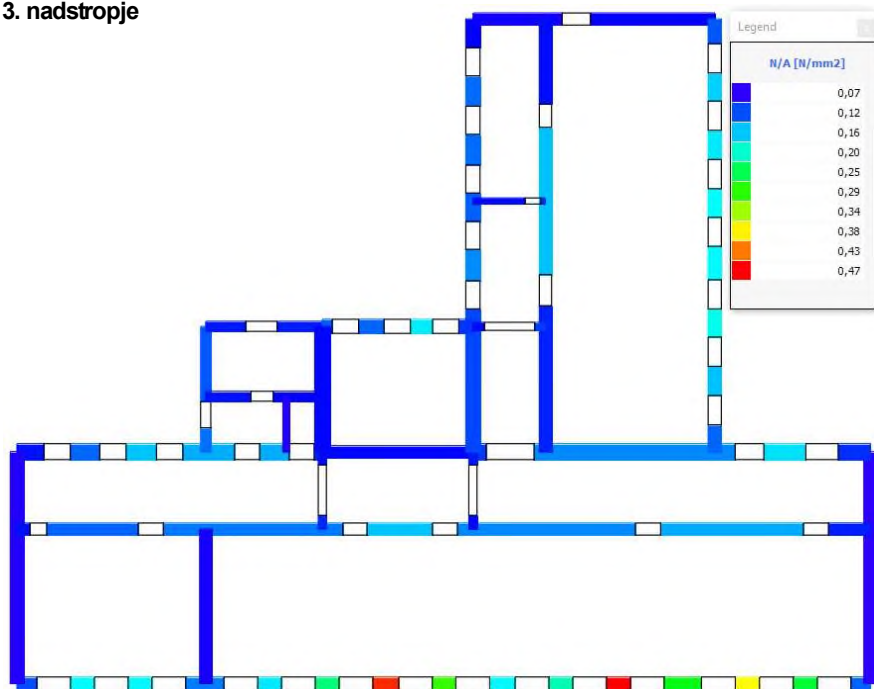
1. nadstropje



2. nadstropje



3. nadstropje



4.2 Kontrola vitkosti zidov

Kontrola vitkosti je izvedena skladno s standardom EN 1966-1-1; 5.5.1.4 (2). Faktor vitkosti se določi s pomočjo izraza: h_{ef}/t_{ef} . Kontrola vitkosti zidovja je izpolnjena če je izpolnjen kriterij: $h_{ef}/t_{ef} < 27$.

- h_{ef} : the effective height of the wall equal to $p \cdot h$
- t_{ef} : the effective thickness of the wall equal to $\rho_t \cdot t$
- h : the level's internal height
- t : wall thickness
- ρ : lateral constraint factor
- ρ_t : the stiffening factor

4.3 Tabelaričen prikaz izkoriščenosti medokenskih zidnih elementov

Pier	hef/tef	Top				Middle				Bottom				Satisfied
		Ned	ϕ	NRd	Ned/NRd	Ned	ϕ	NRd	Ned/NRd	Ned	ϕ	NRd	Ned/NRd	
111	0	389	0.90	965	0.40	423	0.88	945	0.45	457	0.90	965	0.47	Yes
112	0	799	0.87	1 114	0.72	830	0.85	1 095	0.76	861	0.87	1 124	0.77	Yes
113	0	822	0.87	1 122	0.73	853	0.86	1 103	0.77	883	0.88	1 131	0.78	Yes
114	0	476	0.89	969	0.49	511	0.88	955	0.54	545	0.90	975	0.56	Yes
115	0	504	0.90	1 052	0.48	542	0.89	1 039	0.52	579	0.90	1 052	0.55	Yes
116	0	895	0.88	1 346	0.67	931	0.87	1 335	0.70	968	0.89	1 358	0.71	Yes
117	0	931	0.88	1 348	0.69	968	0.87	1 336	0.72	1 004	0.89	1 359	0.74	Yes
118	0	1 134	0.88	2 604	0.44	1 215	0.88	2 590	0.47	1 297	0.89	2 640	0.49	Yes
119	0	1 116	0.88	2 642	0.42	1 199	0.88	2 630	0.46	1 282	0.89	2 681	0.48	Yes
120	0	893	0.88	1 342	0.67	930	0.87	1 331	0.70	966	0.89	1 354	0.71	Yes
121	0	952	0.89	1 356	0.70	988	0.88	1 344	0.74	1 025	0.89	1 366	0.75	Yes
122	0	527	0.90	1 105	0.48	566	0.89	1 092	0.52	605	0.90	1 105	0.55	Yes
123	0	430	0.90	886	0.49	462	0.88	873	0.53	493	0.90	891	0.55	Yes
124	0	843	0.88	1 136	0.74	874	0.86	1 116	0.78	905	0.88	1 145	0.79	Yes
125	0	826	0.87	1 128	0.73	857	0.85	1 108	0.77	888	0.88	1 138	0.78	Yes
126	0	368	0.90	944	0.39	401	0.88	926	0.43	435	0.90	945	0.46	Yes
127	0	301	0.86	868	0.35	333	0.85	856	0.39	365	0.88	888	0.41	Yes
128	0	573	0.81	979	0.59	602	0.80	960	0.63	631	0.83	997	0.63	Yes
129	0	592	0.77	934	0.63	621	0.76	916	0.68	649	0.79	955	0.68	Yes
130	0	754	0.83	1 616	0.47	801	0.82	1 586	0.51	847	0.85	1 645	0.52	Yes
131	0	624	0.80	961	0.65	653	0.78	942	0.69	681	0.81	979	0.70	Yes
132	0	763	0.74	892	0.86	792	0.72	873	0.91	820	0.76	912	0.90	Yes
133	0	967	0.80	1 030	0.94	998	0.78	1 006	0.99	1 029	0.81	1 043	0.99	Yes
134	0	827	0.77	930	0.89	856	0.75	909	0.94	885	0.78	946	0.94	Yes
135	0	904	0.80	1 030	0.88	934	0.78	1 006	0.93	965	0.81	1 044	0.93	Yes
136	0	698	0.81	976	0.72	727	0.79	956	0.76	755	0.82	991	0.76	Yes
137	0	724	0.77	934	0.78	753	0.76	914	0.82	782	0.79	952	0.82	Yes
138	0	771	0.84	1 592	0.49	817	0.82	1 562	0.52	862	0.85	1 618	0.53	Yes
139	0	619	0.84	1 023	0.61	648	0.82	1 002	0.65	677	0.85	1 037	0.65	Yes
140	0	608	0.84	1 020	0.60	637	0.82	999	0.64	666	0.85	1 034	0.64	Yes
141	0	286	0.87	853	0.34	317	0.85	841	0.38	349	0.89	872	0.40	Yes
142	0	167	0.80	853	0.20	201	0.81	865	0.23	235	0.85	909	0.26	Yes
143	0	345	0.73	940	0.37	376	0.73	939	0.40	406	0.77	988	0.41	Yes
144	0	342	0.73	942	0.36	373	0.73	941	0.40	403	0.77	989	0.41	Yes
145	0	190	0.76	825	0.23	225	0.77	839	0.27	259	0.82	887	0.29	Yes
146	0	183	0.77	808	0.23	216	0.79	823	0.26	249	0.83	865	0.29	Yes
147	0	358	0.72	985	0.36	391	0.72	991	0.39	423	0.76	1 039	0.41	Yes
148	0	433	0.70	963	0.45	466	0.71	965	0.48	498	0.74	1 012	0.49	Yes
149	0	632	0.67	981	0.64	666	0.67	978	0.68	701	0.70	1 025	0.68	Yes
150	0	518	0.67	915	0.57	551	0.67	915	0.60	584	0.70	962	0.61	Yes
151	0	530	0.61	893	0.59	565	0.62	899	0.63	600	0.65	955	0.63	Yes
152	0	425	0.70	955	0.45	457	0.70	958	0.48	490	0.74	1 006	0.49	Yes
153	0	476	0.78	1 072	0.44	509	0.78	1 067	0.48	542	0.81	1 104	0.49	Yes
154	0	210	0.78	859	0.25	245	0.79	871	0.28	280	0.83	912	0.31	Yes
155	0	191	0.77	766	0.25	222	0.78	775	0.29	254	0.82	816	0.31	Yes
156	0	432	0.78	1 016	0.43	463	0.78	1 007	0.46	494	0.81	1 047	0.47	Yes
157	0	398	0.76	989	0.40	429	0.76	983	0.44	460	0.79	1 026	0.45	Yes
158	0	179	0.80	836	0.21	212	0.81	846	0.25	246	0.85	888	0.28	Yes
159	0	49	0.54	474	0.10	77	0.66	575	0.13	105	0.77	670	0.16	Yes
160	0	126	0.54	565	0.22	151	0.57	597	0.25	176	0.66	692	0.26	Yes
161	0	124	0.50	518	0.24	149	0.53	559	0.27	174	0.63	660	0.26	Yes
162	0	112	0.62	1 043	0.11	152	0.68	1 136	0.13	192	0.77	1 288	0.15	Yes
163	0	109	0.56	580	0.19	134	0.59	620	0.22	159	0.69	716	0.22	Yes
164	0	158	0.46	478	0.33	182	0.49	507	0.36	207	0.58	606	0.34	Yes
166	0	194	0.47	487	0.40	219	0.48	504	0.44	244	0.57	595	0.41	Yes
167	0	127	0.56	624	0.20	154	0.59	660	0.23	181	0.68	760	0.24	Yes
168	0	133	0.49	508	0.26	157	0.52	545	0.29	182	0.62	646	0.28	Yes
170	0	266	0.47	777	0.34	305	0.50	814	0.37	344	0.59	963	0.36	Yes
172	0	185	0.62	654	0.28	210	0.62	658	0.32	235	0.70	733	0.32	Yes
173	0	54	0.62	531	0.10	81	0.70	600	0.14	108	0.80	680	0.16	Yes
174	0	3 120	0.90	12 102	0.26	3 655	0.88	11 893	0.31	4 189	0.90	12 102	0.35	Yes
175	0	2 032	0.90	9 254	0.22	2 441	0.87	8 916	0.27	2 850	0.90	9 254	0.31	Yes
176	0	1 048	0.90	8 542	0.12	1 425	0.86	8 157	0.18	1 802	0.90	8 542	0.21	Yes
177	0	112	0.90	9 254	0.01	510	0.87	8 916	0.06	918	0.90	9 254	0.10	Yes
230	0	1 993	0.88	5 381	0.37	2 237	0.85	5 190	0.43	2 480	0.90	5 487	0.45	Yes
231	0	1 423	0.84	5 140	0.28	1 666	0.82	4 999	0.33	1 910	0.87	5 339	0.36	Yes
232	0	801	0.74	4 513	0.18	1 045	0.75	4 576	0.23	1 288	0.82	5 045	0.26	Yes
233	0	170	0.38	2 342	0.07	414	0.68	4 173	0.10	657	0.82	4 994	0.13	Yes
234	0	517	0.89	1 376	0.38	566	0.88	1 364	0.42	616	0.90	1 394	0.44	Yes
235	0	855	0.88	1 507	0.57	896	0.87	1 488	0.60	937	0.89	1 521	0.62	Yes
236	0	905	0.88	1 538	0.59	946	0.87	1 518	0.62	988	0.89	1 553	0.64	Yes
237	0	1 629	0.90	2 672	0.61	1 697	0.88	2 626	0.65	1 765	0.90	2 672	0.66	Yes
238	0	1 024	0.90	1 515	0.68	1 061	0.88	1 489	0.71	1 098	0.90	1 515	0.73	Yes
239	0	188	0.90	415	0.45	204	0.88	408	0.50	219	0.90	415	0.53	Yes
240	0	434	0.90	995	0.44	472	0.88	982	0.48	509	0.90	999	0.51	Yes
241	0	3 201	0.87	4 394	0.73	3 314	0.85	4 333	0.77	3 426	0.87	4 431	0.77	Yes
242	0	2 855	0.90	4 753	0.60	2 976	0.88	4 672	0.64	3 097	0.90	4 754	0.65	Yes
243	0	1 050	0.90	2 176	0.48	1 108	0.88	2 140	0.52	1 165	0.90	2 177	0.54	Yes
244	0	592	0.90	1 655	0.36	650	0.88	1 628	0.40	709	0.90	1 657	0.43	Yes
245	0	393	0.86	1 257	0.31	439	0.86	1 247	0.35	486	0.88	1 288	0.38	Yes

246	0	604	0.85	1 368	0.44	642	0.84	1 349	0.48	681	0.87	1 390	0.49	Yes
247	0	635	0.86	1 411	0.45	675	0.84	1 391	0.49	714	0.87	1 433	0.50	Yes
248	0	1 074	0.90	2 515	0.43	1 138	0.88	2 463	0.46	1 202	0.90	2 515	0.48	Yes
249	0	714	0.90	1 426	0.50	748	0.88	1 396	0.54	783	0.90	1 426	0.55	Yes
250	0	122	0.90	391	0.31	137	0.88	383	0.36	151	0.90	391	0.39	Yes
251	0	213	0.86	605	0.35	237	0.85	600	0.39	260	0.88	620	0.42	Yes
252	0	3 520	0.86	9 355	0.38	3 770	0.85	9 233	0.41	4 020	0.87	9 514	0.42	Yes
253	0	831	0.86	1 962	0.42	885	0.85	1 934	0.46	940	0.88	1 992	0.47	Yes
254	0	447	0.86	1 486	0.30	502	0.85	1 475	0.34	557	0.88	1 526	0.37	Yes
255	0	200	0.77	1 045	0.19	243	0.78	1 063	0.23	287	0.83	1 131	0.25	Yes
256	0	368	0.75	1 127	0.33	404	0.74	1 121	0.36	440	0.79	1 182	0.37	Yes
257	0	412	0.73	1 129	0.37	449	0.73	1 122	0.40	486	0.77	1 186	0.41	Yes
258	0	707	0.88	2 314	0.31	767	0.87	2 274	0.34	827	0.90	2 348	0.35	Yes
259	0	427	0.90	1 340	0.32	460	0.88	1 307	0.35	493	0.90	1 340	0.37	Yes
260	0	67	0.88	356	0.19	81	0.87	354	0.23	95	0.90	366	0.26	Yes
261	0	116	0.77	506	0.23	138	0.78	512	0.27	160	0.82	544	0.29	Yes
262	0	2 140	0.77	7 862	0.27	2 375	0.77	7 824	0.30	2 609	0.81	8 237	0.32	Yes
263	0	498	0.79	1 688	0.30	549	0.78	1 673	0.33	600	0.82	1 754	0.34	Yes
264	0	265	0.77	1 248	0.21	317	0.78	1 263	0.25	368	0.83	1 341	0.28	Yes
265	0	53	0.69	1 005	0.05	99	0.80	1 171	0.09	146	0.87	1 270	0.12	Yes
266	0	109	0.72	1 150	0.10	147	0.76	1 226	0.12	186	0.82	1 322	0.14	Yes
267	0	156	0.68	1 127	0.14	195	0.72	1 190	0.16	235	0.78	1 288	0.18	Yes
268	0	222	0.69	1 918	0.12	286	0.73	2 042	0.14	350	0.79	2 214	0.16	Yes
269	0	146	0.67	1 056	0.14	181	0.70	1 118	0.16	216	0.77	1 216	0.18	Yes
270	0	18	0.47	206	0.09	32	0.68	294	0.11	47	0.78	341	0.14	Yes
271	0	38	0.41	286	0.13	61	0.60	424	0.14	85	0.72	508	0.17	Yes
272	0	743	0.50	5 457	0.14	993	0.60	6 518	0.15	1 244	0.69	7 539	0.17	Yes
273	0	219	0.51	1 156	0.19	274	0.58	1 316	0.21	328	0.66	1 508	0.22	Yes
274	0	82	0.87	1 508	0.05	137	0.88	1 527	0.09	192	0.90	1 559	0.12	Yes
275	0	3 288	0.90	12 102	0.27	3 822	0.88	11 893	0.32	4 357	0.90	12 102	0.36	Yes
276	0	2 171	0.90	9 254	0.24	2 580	0.87	8 916	0.29	2 988	0.90	9 254	0.32	Yes
277	0	1 028	0.90	9 966	0.10	1 468	0.87	9 667	0.15	1 908	0.90	9 966	0.19	Yes
278	0	113	0.90	9 254	0.01	520	0.87	8 916	0.06	929	0.90	9 254	0.10	Yes
295	0	2 773	0.90	8 214	0.34	3 078	0.89	8 094	0.38	3 384	0.90	8 214	0.41	Yes
296	0	2 171	0.90	3 586	0.61	2 259	0.89	3 534	0.64	2 347	0.90	3 586	0.65	Yes
297	0	3 541	0.90	7 618	0.47	3 760	0.89	7 507	0.50	3 979	0.90	7 618	0.52	Yes
298	0	1 128	0.90	2 428	0.47	1 198	0.89	2 393	0.50	1 267	0.90	2 428	0.52	Yes
299	0	4 847	0.90	9 912	0.49	5 090	0.89	9 768	0.52	5 333	0.90	9 912	0.54	Yes
300	0	2 306	0.90	7 089	0.33	2 569	0.89	6 986	0.37	2 833	0.90	7 089	0.40	Yes
301	0	334	0.90	1 148	0.29	376	0.87	1 113	0.34	419	0.90	1 148	0.37	Yes
302	0	1 512	0.90	3 250	0.47	1 591	0.87	3 152	0.51	1 671	0.90	3 250	0.51	Yes
303	0	1 638	0.90	3 697	0.44	1 729	0.87	3 586	0.48	1 819	0.90	3 697	0.49	Yes
304	0	1 849	0.90	3 530	0.52	1 936	0.87	3 424	0.57	2 023	0.90	3 530	0.57	Yes
305	0	2 597	0.90	5 323	0.49	2 727	0.87	5 163	0.53	2 858	0.90	5 323	0.54	Yes
306	0	2 003	0.90	3 777	0.53	2 096	0.87	3 663	0.57	2 189	0.90	3 777	0.58	Yes
307	0	1 360	0.90	2 850	0.48	1 430	0.87	2 764	0.52	1 500	0.90	2 850	0.53	Yes
308	0	1 573	0.90	5 514	0.29	1 778	0.87	5 348	0.33	1 983	0.90	5 514	0.36	Yes
309	0	878	0.90	4 362	0.20	1 040	0.87	4 231	0.25	1 202	0.90	4 362	0.28	Yes
310	0	116	0.79	229	0.51	122	0.78	224	0.55	129	0.81	234	0.55	Yes
311	0	742	0.90	2 287	0.32	798	0.87	2 218	0.36	854	0.90	2 287	0.37	Yes
312	0	2 036	0.86	7 453	0.27	2 227	0.84	7 298	0.31	2 418	0.88	7 606	0.32	Yes
313	0	1 975	0.86	7 281	0.27	2 161	0.84	7 128	0.30	2 348	0.88	7 427	0.32	Yes
314	0	740	0.90	2 902	0.26	811	0.87	2 815	0.29	882	0.90	2 902	0.30	Yes
315	0	799	0.90	4 968	0.16	983	0.87	4 819	0.20	1 168	0.90	4 968	0.24	Yes
316	0	15	0.85	438	0.03	32	0.86	443	0.07	50	0.90	464	0.11	Yes
317	0	289	0.87	3 227	0.09	371	0.85	3 155	0.12	453	0.90	3 341	0.14	Yes
318	0	530	0.87	6 368	0.08	691	0.85	6 230	0.11	853	0.90	6 564	0.13	Yes
319	0	259	0.86	2 288	0.11	318	0.84	2 230	0.14	376	0.90	2 373	0.16	Yes
320	0	572	0.86	6 237	0.09	732	0.84	6 106	0.12	891	0.90	6 509	0.14	Yes
321	0	498	0.86	4 994	0.10	626	0.84	4 881	0.13	754	0.90	5 202	0.15	Yes
322	0	62	0.83	1 410	0.04	119	0.86	1 451	0.08	175	0.90	1 526	0.12	Yes
367	0	105	0.90	333	0.32	119	0.79	293	0.41	133	0.90	333	0.40	Yes
368	0	126	0.78	289	0.44	140	0.68	253	0.55	154	0.81	300	0.51	Yes
369	0	2 696	0.90	6 110	0.44	2 913	0.87	5 941	0.49	3 129	0.90	6 125	0.51	Yes
370	0	803	0.89	1 327	0.61	838	0.87	1 292	0.65	874	0.90	1 337	0.65	Yes
371	0	724	0.89	1 194	0.61	756	0.87	1 162	0.65	788	0.90	1 202	0.66	Yes
372	0	793	0.88	1 282	0.62	828	0.86	1 248	0.66	862	0.89	1 293	0.67	Yes
373	0	812	0.88	1 275	0.64	846	0.85	1 241	0.68	881	0.89	1 286	0.69	Yes
374	0	633	0.88	1 199	0.53	676	0.86	1 170	0.58	719	0.89	1 214	0.59	Yes
375	0	84	0.90	333	0.25	98	0.79	293	0.33	111	0.90	333	0.34	Yes
376	0	97	0.71	263	0.37	111	0.63	231	0.48	125	0.76	283	0.44	Yes
377	0	1 972	0.87	5 885	0.34	2 188	0.85	5 770	0.38	2 405	0.88	6 016	0.40	Yes
378	0	575	0.86	1 281	0.45	611	0.84	1 249	0.49	646	0.87	1 299	0.50	Yes
379	0	523	0.85	1 147	0.46	555	0.83	1 119	0.50	587	0.87	1 164	0.51	Yes
380	0	565	0.84	1 227	0.46	599	0.82	1 197	0.50	634	0.86	1 247	0.51	Yes
381	0	569	0.84	1 220	0.47	604	0.82	1 191	0.51	638	0.85	1 241	0.51	Yes
382	0	342	0.83	1 135	0.30	385	0.82	1 118	0.34	428	0.86	1 173	0.37	Yes
383	0	45	0.90	333	0.14	59	0.79	293	0.20	73	0.90	333	0.22	Yes
384	0	55	0.53	194	0.28	69	0.49	180	0.38	83	0.67	247	0.34	Yes
385	0	1 134	0.79	5 349	0.21	1 351	0.79	5 358	0.25	1 567	0.84	5 698	0.28	Yes

386	0	345	0.78	1 165	0.30	381	0.77	1 149	0.33	416	0.81	1 214	0.34	Yes
387	0	310	0.77	1 035	0.30	342	0.76	1 021	0.34	374	0.81	1 081	0.35	Yes
388	0	332	0.75	1 094	0.30	366	0.74	1 081	0.34	401	0.79	1 149	0.35	Yes
389	0	329	0.75	1 088	0.30	364	0.74	1 077	0.34	399	0.79	1 145	0.35	Yes
390	0	163	0.76	1 036	0.16	206	0.78	1 058	0.20	249	0.83	1 136	0.22	Yes
391	0	9	0.90	333	0.03	23	0.79	293	0.08	37	0.90	333	0.11	Yes
392	0	15	0.46	172	0.09	29	0.58	216	0.13	42	0.78	289	0.15	Yes
393	0	331	0.85	5 803	0.06	547	0.87	5 939	0.09	764	0.90	6 125	0.13	Yes
394	0	117	0.71	1 063	0.11	153	0.74	1 109	0.14	188	0.81	1 209	0.16	Yes
395	0	83	0.74	996	0.08	115	0.78	1 043	0.11	147	0.84	1 129	0.13	Yes
396	0	97	0.74	1 080	0.09	132	0.77	1 126	0.12	166	0.84	1 218	0.14	Yes
397	0	102	0.72	1 047	0.10	137	0.76	1 097	0.12	171	0.82	1 195	0.14	Yes
398	0	45	0.66	905	0.05	88	0.79	1 071	0.08	132	0.87	1 180	0.11	Yes
402	0	2 261	0.90	11 806	0.19	2 783	0.88	11 562	0.24	3 304	0.90	11 806	0.28	Yes
403	0	548	0.90	1 100	0.50	589	0.88	1 081	0.55	630	0.90	1 100	0.57	Yes
404	0	3 812	0.90	10 076	0.38	4 187	0.88	9 902	0.42	4 561	0.90	10 076	0.45	Yes
405	0	720	0.90	4 628	0.16	883	0.88	4 548	0.19	1 047	0.90	4 628	0.23	Yes
406	0	722	0.90	6 443	0.11	950	0.88	6 331	0.15	1 178	0.90	6 443	0.18	Yes
407	0	97	0.90	3 267	0.03	213	0.86	3 120	0.07	328	0.90	3 267	0.10	Yes
408	0	130	0.90	4 548	0.03	290	0.86	4 343	0.07	451	0.90	4 548	0.10	Yes
465	0	440	0.87	1 086	0.41	483	0.87	1 078	0.45	525	0.89	1 107	0.47	Yes
466	0	794	0.85	1 200	0.66	834	0.84	1 186	0.70	874	0.86	1 217	0.72	Yes
467	0	899	0.86	1 203	0.75	938	0.85	1 188	0.79	978	0.87	1 217	0.80	Yes
468	0	888	0.86	1 201	0.74	928	0.85	1 186	0.78	967	0.87	1 215	0.80	Yes
469	0	896	0.86	1 210	0.74	936	0.85	1 194	0.78	976	0.87	1 223	0.80	Yes
470	0	864	0.86	1 207	0.72	904	0.84	1 192	0.76	944	0.87	1 222	0.77	Yes
471	0	782	0.85	1 201	0.65	822	0.84	1 187	0.69	862	0.86	1 217	0.71	Yes
472	0	480	0.89	1 302	0.37	529	0.88	1 291	0.41	579	0.90	1 316	0.44	Yes
473	0	360	0.82	1 084	0.33	401	0.82	1 079	0.37	443	0.85	1 122	0.40	Yes
474	0	575	0.81	865	0.67	600	0.80	851	0.71	625	0.83	879	0.71	Yes
475	0	681	0.82	998	0.68	709	0.80	982	0.72	738	0.83	1 013	0.73	Yes
476	0	657	0.82	890	0.74	682	0.80	875	0.78	708	0.83	903	0.78	Yes
477	0	664	0.81	914	0.73	691	0.80	899	0.77	717	0.83	927	0.77	Yes
478	0	632	0.82	876	0.72	657	0.80	861	0.76	682	0.83	888	0.77	Yes
479	0	555	0.82	811	0.68	578	0.81	798	0.72	601	0.83	823	0.73	Yes
480	0	439	0.87	1 142	0.39	481	0.86	1 129	0.43	522	0.89	1 164	0.45	Yes
481	0	231	0.73	1 027	0.23	275	0.76	1 057	0.26	320	0.80	1 120	0.29	Yes
482	0	359	0.72	810	0.44	385	0.72	810	0.48	412	0.75	848	0.49	Yes
483	0	419	0.71	928	0.45	450	0.71	929	0.48	480	0.75	972	0.49	Yes
484	0	408	0.72	832	0.49	436	0.72	830	0.53	463	0.75	867	0.53	Yes
485	0	406	0.71	848	0.48	434	0.71	847	0.51	462	0.74	886	0.52	Yes
486	0	392	0.72	816	0.48	419	0.72	816	0.51	446	0.75	852	0.52	Yes
487	0	355	0.73	764	0.47	380	0.73	763	0.50	404	0.76	796	0.51	Yes
488	0	198	0.75	1 047	0.19	242	0.77	1 082	0.22	286	0.82	1 145	0.25	Yes
489	0	70	0.45	533	0.13	107	0.59	698	0.15	143	0.72	847	0.17	Yes
490	0	141	0.55	712	0.20	170	0.58	753	0.23	198	0.67	869	0.23	Yes
491	0	151	0.53	664	0.23	179	0.56	699	0.26	207	0.65	810	0.26	Yes
492	0	163	0.68	1 005	0.16	196	0.69	1 022	0.19	229	0.76	1 127	0.20	Yes
493	0	142	0.56	704	0.20	170	0.59	739	0.23	198	0.68	848	0.23	Yes
494	0	140	0.56	729	0.19	169	0.59	768	0.22	197	0.68	882	0.22	Yes
495	0	138	0.56	699	0.20	165	0.59	736	0.23	193	0.68	846	0.23	Yes
496	0	56	0.52	569	0.10	90	0.65	710	0.13	124	0.77	834	0.15	Yes
500	0	6 623	0.90	22 563	0.29	7 620	0.88	22 173	0.34	8 616	0.90	22 563	0.38	Yes
501	0	1 204	0.90	3 634	0.33	1 339	0.87	3 525	0.38	1 474	0.90	3 634	0.41	Yes
502	0	4 162	0.90	8 983	0.46	4 383	0.87	8 713	0.50	4 603	0.90	8 983	0.51	Yes
503	0	941	0.90	3 799	0.25	1 083	0.87	3 684	0.29	1 224	0.90	3 799	0.32	Yes
504	0	658	0.90	3 634	0.18	793	0.87	3 525	0.23	928	0.90	3 634	0.26	Yes
505	0	1 361	0.90	4 080	0.33	1 461	0.87	3 958	0.37	1 562	0.90	4 080	0.38	Yes
506	0	1 238	0.90	8 701	0.14	1 561	0.87	8 440	0.19	1 885	0.90	8 701	0.22	Yes
507	0	310	0.79	4 726	0.07	509	0.82	4 885	0.10	708	0.89	5 309	0.13	Yes
508	0	552	0.84	5 054	0.11	685	0.82	4 953	0.14	818	0.88	5 304	0.15	Yes
509	0	132	0.78	2 721	0.05	249	0.83	2 881	0.09	365	0.90	3 135	0.12	Yes
517	0	1 914	0.90	5 688	0.34	2 165	0.86	5 431	0.40	2 416	0.90	5 688	0.43	Yes
518	0	1 267	0.90	5 688	0.22	1 518	0.86	5 431	0.28	1 769	0.90	5 688	0.31	Yes
519	0	740	0.90	5 214	0.14	970	0.85	4 921	0.20	1 200	0.90	5 214	0.23	Yes
520	0	111	0.90	5 688	0.02	337	0.86	5 431	0.06	588	0.90	5 688	0.10	Yes
521	0	108	0.90	333	0.32	122	0.79	293	0.41	135	0.90	333	0.41	Yes
522	0	116	0.90	333	0.35	129	0.79	293	0.44	143	0.90	333	0.43	Yes
523	0	304	0.90	727	0.42	330	0.84	676	0.49	356	0.90	727	0.49	Yes
524	0	1 068	0.90	2 310	0.46	1 150	0.84	2 146	0.54	1 231	0.90	2 310	0.53	Yes
525	0	142	0.90	528	0.27	162	0.70	413	0.39	181	0.90	528	0.34	Yes
526	0	132	0.90	528	0.25	151	0.70	413	0.37	171	0.90	528	0.32	Yes
527	0	226	0.90	727	0.31	252	0.84	676	0.37	277	0.90	727	0.38	Yes
528	0	753	0.90	2 310	0.33	835	0.84	2 146	0.39	916	0.90	2 310	0.40	Yes
529	0	141	0.90	727	0.19	167	0.84	676	0.25	193	0.90	727	0.27	Yes
530	0	432	0.90	2 310	0.19	514	0.84	2 146	0.24	595	0.90	2 310	0.26	Yes
531	0	45	0.74	598	0.08	71	0.75	608	0.12	97	0.86	692	0.14	Yes
532	0	127	0.70	1 784	0.07	208	0.73	1 877	0.11	290	0.84	2 167	0.13	Yes
561	0	574	0.86	1 159	0.50	617	0.80	1 081	0.57	660	0.87	1 177	0.56	Yes
562	0	630	0.90	1 383	0.46	678	0.84	1 285	0.53	727	0.90	1 383	0.53	Yes

563	0	253	0.90	564	0.45	272	0.89	557	0.49	292	0.90	564	0.52	Yes
564	0	630	0.90	1 247	0.51	668	0.89	1 231	0.54	706	0.90	1 247	0.57	Yes
565	0	582	0.90	1 137	0.51	617	0.89	1 123	0.55	651	0.90	1 137	0.57	Yes
566	0	326	0.90	803	0.41	356	0.89	792	0.45	386	0.90	803	0.48	Yes
567	0	100	0.90	248	0.41	110	0.49	136	0.81	119	0.90	248	0.48	Yes
568	0	125	0.90	315	0.40	137	0.49	172	0.79	148	0.90	315	0.47	Yes
569	0	401	0.83	1 117	0.36	444	0.77	1 045	0.43	487	0.85	1 148	0.42	Yes
570	0	435	0.86	1 314	0.33	484	0.80	1 231	0.39	533	0.88	1 344	0.40	Yes
571	0	146	0.90	480	0.31	163	0.88	470	0.35	179	0.90	480	0.37	Yes
572	0	463	0.90	1 240	0.37	493	0.88	1 215	0.41	523	0.90	1 240	0.42	Yes
573	0	437	0.90	1 086	0.40	463	0.88	1 063	0.44	489	0.90	1 086	0.45	Yes
574	0	195	0.90	683	0.29	220	0.88	669	0.33	246	0.90	683	0.36	Yes
575	0	67	0.90	266	0.25	78	0.79	235	0.33	89	0.90	266	0.34	Yes
576	0	75	0.90	266	0.28	86	0.79	235	0.37	97	0.90	266	0.36	Yes
577	0	234	0.73	980	0.24	277	0.69	936	0.30	320	0.79	1 065	0.30	Yes
578	0	247	0.77	1 187	0.21	296	0.74	1 131	0.26	344	0.83	1 269	0.27	Yes
579	0	83	0.90	510	0.16	101	0.88	502	0.20	118	0.90	510	0.23	Yes
580	0	257	0.90	1 318	0.20	289	0.88	1 295	0.22	321	0.90	1 318	0.24	Yes
581	0	264	0.90	1 154	0.23	292	0.88	1 134	0.26	320	0.90	1 154	0.28	Yes
582	0	116	0.90	726	0.16	142	0.88	713	0.20	169	0.90	726	0.23	Yes
583	0	37	0.90	266	0.14	48	0.79	235	0.21	60	0.90	266	0.22	Yes
584	0	43	0.90	266	0.16	55	0.79	235	0.23	66	0.90	266	0.25	Yes
585	0	60	0.90	1 216	0.05	103	0.84	1 130	0.09	146	0.90	1 216	0.12	Yes
586	0	66	0.90	1 383	0.05	114	0.84	1 285	0.09	163	0.90	1 383	0.12	Yes
587	0	21	0.90	420	0.05	35	0.87	408	0.09	49	0.90	420	0.12	Yes
588	0	71	0.90	1 085	0.07	98	0.87	1 053	0.09	124	0.90	1 085	0.11	Yes
589	0	101	0.90	950	0.11	123	0.87	921	0.13	146	0.90	950	0.15	Yes
590	0	29	0.90	598	0.05	51	0.87	580	0.09	73	0.90	598	0.12	Yes
591	0	8	0.90	266	0.03	19	0.79	235	0.08	31	0.90	266	0.12	Yes
592	0	12	0.90	266	0.04	23	0.79	235	0.10	34	0.90	266	0.13	Yes
593	0	1 508	0.84	5 303	0.28	1 759	0.82	5 155	0.34	2 010	0.87	5 504	0.37	Yes
594	0	1 472	0.83	5 271	0.28	1 723	0.81	5 130	0.34	1 974	0.87	5 484	0.36	Yes
596	0	1 695	0.90	5 688	0.30	1 946	0.86	5 431	0.36	2 197	0.90	5 688	0.39	Yes
597	0	1 124	0.90	4 740	0.24	1 334	0.84	4 404	0.30	1 543	0.90	4 740	0.33	Yes
598	0	551	0.90	4 266	0.13	740	0.82	3 879	0.19	928	0.90	4 266	0.22	Yes
599	0	80	0.90	333	0.24	94	0.79	293	0.32	108	0.90	333	0.33	Yes
600	0	91	0.90	333	0.27	105	0.79	293	0.36	119	0.90	333	0.36	Yes
605	0	2 015	0.90	5 762	0.35	2 269	0.88	5 619	0.40	2 524	0.90	5 762	0.44	Yes
606	0	1 356	0.90	5 762	0.24	1 611	0.88	5 619	0.29	1 865	0.90	5 762	0.32	Yes
607	0	731	0.90	5 762	0.13	985	0.88	5 619	0.18	1 240	0.90	5 762	0.22	Yes
608	0	137	0.78	4 965	0.03	387	0.88	5 619	0.07	641	0.90	5 762	0.11	Yes
609	0	107	0.90	333	0.32	121	0.79	293	0.41	135	0.90	333	0.41	Yes
610	0	131	0.90	333	0.40	145	0.79	293	0.50	159	0.90	333	0.48	Yes
611	0	87	0.90	333	0.26	101	0.79	293	0.34	115	0.90	333	0.35	Yes
612	0	90	0.90	333	0.27	104	0.79	293	0.35	118	0.90	333	0.35	Yes
613	0	45	0.90	333	0.13	59	0.79	293	0.20	73	0.90	333	0.22	Yes
614	0	52	0.90	333	0.16	66	0.79	293	0.23	80	0.90	333	0.24	Yes
615	0	12	0.90	333	0.04	26	0.79	293	0.09	40	0.90	333	0.12	Yes
616	0	11	0.37	138	0.08	25	0.58	215	0.12	39	0.79	292	0.13	Yes
621	0	631	0.90	1 383	0.46	683	0.84	1 285	0.53	734	0.90	1 383	0.53	Yes
622	0	676	0.90	1 494	0.45	731	0.84	1 388	0.53	787	0.90	1 494	0.53	Yes
623	0	454	0.90	1 383	0.33	505	0.84	1 285	0.39	557	0.90	1 383	0.40	Yes
624	0	469	0.90	1 494	0.31	524	0.84	1 388	0.38	580	0.90	1 494	0.39	Yes
625	0	271	0.90	1 383	0.20	322	0.84	1 285	0.25	374	0.90	1 383	0.27	Yes
626	0	274	0.90	1 494	0.18	329	0.84	1 388	0.24	385	0.90	1 494	0.26	Yes
627	0	71	0.90	1 383	0.05	123	0.84	1 285	0.10	174	0.90	1 383	0.13	Yes
628	0	65	0.90	1 494	0.04	121	0.84	1 388	0.09	176	0.90	1 494	0.12	Yes
629	0	368	0.90	1 019	0.36	413	0.70	797	0.52	458	0.90	1 019	0.45	Yes
630	0	258	0.90	1 019	0.25	303	0.70	797	0.38	348	0.90	1 019	0.34	Yes
631	0	149	0.90	1 019	0.15	194	0.70	797	0.24	239	0.90	1 019	0.24	Yes
632	0	26	0.69	786	0.03	71	0.65	731	0.10	116	0.88	996	0.12	Yes
636	0	146	0.90	442	0.33	162	0.85	418	0.39	179	0.90	442	0.40	Yes
637	0	461	0.90	1 596	0.29	520	0.85	1 507	0.35	579	0.90	1 596	0.36	Yes
638	0	150	0.90	528	0.28	170	0.70	413	0.41	189	0.90	528	0.36	Yes
639	0	146	0.90	493	0.30	164	0.70	385	0.43	183	0.90	493	0.37	Yes
640	0	83	0.90	528	0.16	103	0.70	413	0.25	122	0.90	528	0.23	Yes
641	0	76	0.90	493	0.15	94	0.70	385	0.24	112	0.90	493	0.23	Yes
645	0	175	0.90	434	0.40	191	0.76	365	0.52	207	0.90	434	0.48	Yes
646	0	208	0.90	552	0.38	228	0.76	464	0.49	249	0.90	552	0.45	Yes
647	0	109	0.90	372	0.29	123	0.70	291	0.42	136	0.90	372	0.37	Yes
648	0	142	0.90	473	0.30	159	0.70	370	0.43	177	0.90	473	0.37	Yes
649	0	63	0.90	372	0.17	77	0.70	291	0.26	91	0.90	372	0.24	Yes
650	0	92	0.90	473	0.19	109	0.70	370	0.30	127	0.90	473	0.27	Yes
651	0	33	0.90	948	0.04	69	0.70	742	0.09	104	0.90	948	0.11	Yes
652	0	4	0.90	74	0.05	7	0.70	58	0.12	10	0.90	74	0.13	Yes

Računske kontrole vertikalnih napetosti v zidovju so izpolnjene.

Osnovni podatki o modelu, Vhodni podatki - Konstrukcija

Datoteka: Ostresje 1.twp
Datum preračuna:

Način preračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

- ☒ Teorija I-ga reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost
☐ Teorija II-ga reda ☐ Seizmični preračun ☐ Faze gradnje
☐ Nelinearen preračun

Velikost modela

Število vozlišč: 17
Število ploskovnih elementov: 0
Število grednih elementov: 20
Število robnih elementov: 16
Število osnovnih obtežnih primerov: 3
Število kombinacij obtežb: 1

Enote mer

Dolžina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius

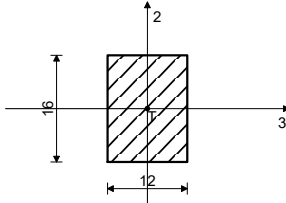
Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	αt [1/C]	Em[kN/m ²]	μm
1	Les-Iglavci-Masiven les	7.400e+6	0.20	4.20	1.000e-5	1.100e+7	0.20

Seti gred

Set: 1 Prerez: b/d=12/16, Fiktivna ekscentričnost

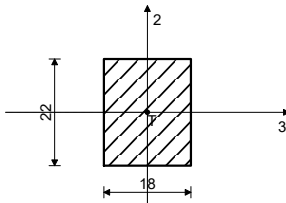
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	1.920e-2	1.600e-2	1.600e-2	4.976e-5	2.304e-5	4.096e-5



[cm]

Set: 2 Prerez: b/d=18/22, Fiktivna ekscentričnost

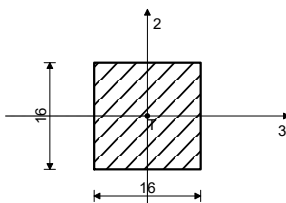
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	3.960e-2	3.300e-2	3.300e-2	2.155e-4	1.069e-4	1.597e-4



[cm]

Set: 3 Prerez: b/d=16/16, Fiktivna ekscentričnost

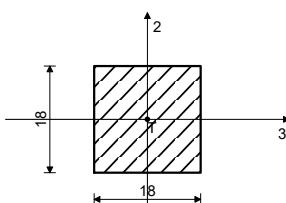
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	2.560e-2	2.133e-2	2.133e-2	9.230e-5	5.461e-5	5.461e-5



[cm]

Set: 4 Prerez: b/d=18/18, Fiktivna ekscentričnost

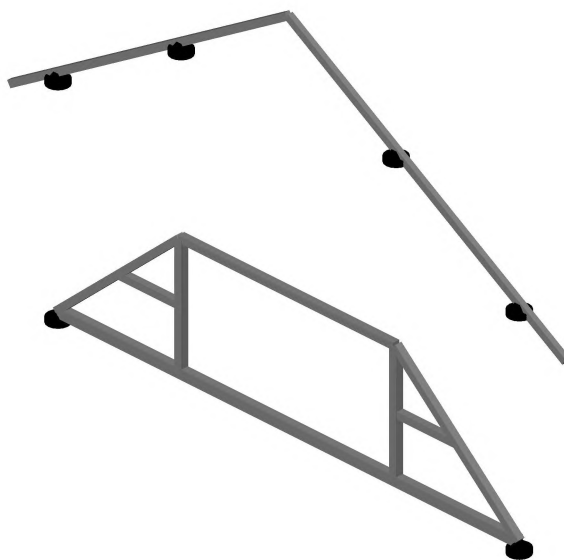
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	3.240e-2	2.700e-2	2.700e-2	1.478e-4	8.748e-5	8.748e-5



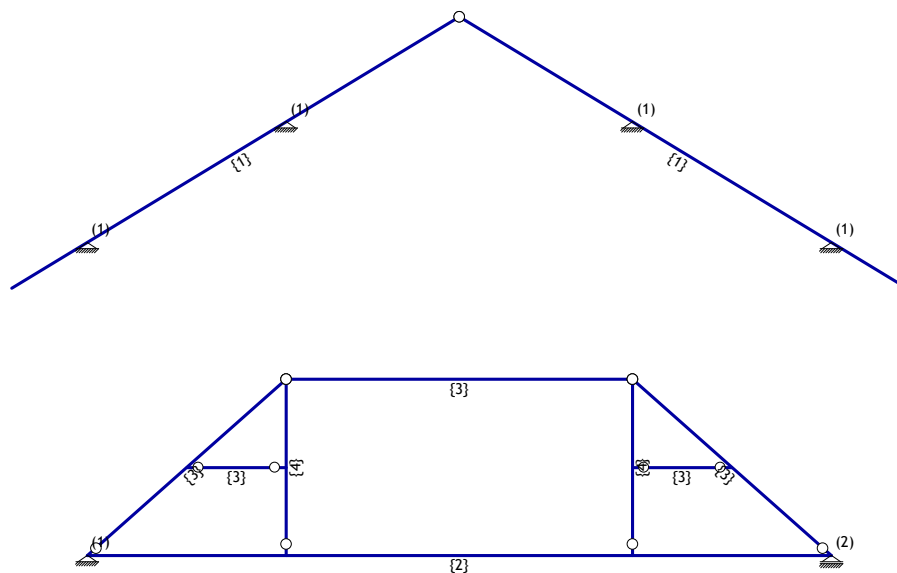
[cm]

Seti točkovnih podpor

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2			1.000e+10			



Izometrija

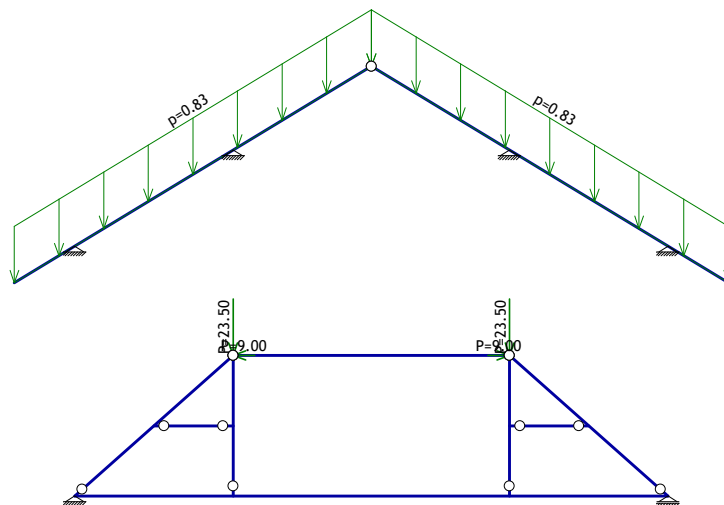


Vhodni podatki - Obtežba

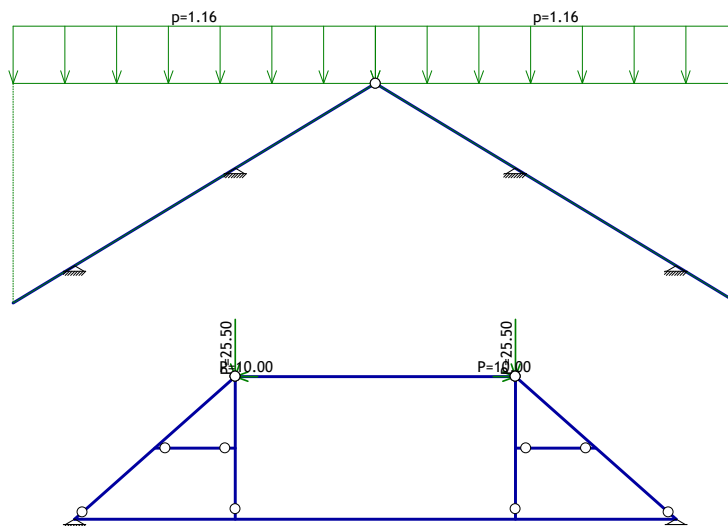
Lista obtežnih primerov

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	lastna+stalna (g)	0.00	0.00	-66.74
2	sneg	0.00	0.00	-67.42
3	veter	9.41	0.00	-0.40
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII	8.47	0.00	-191.58

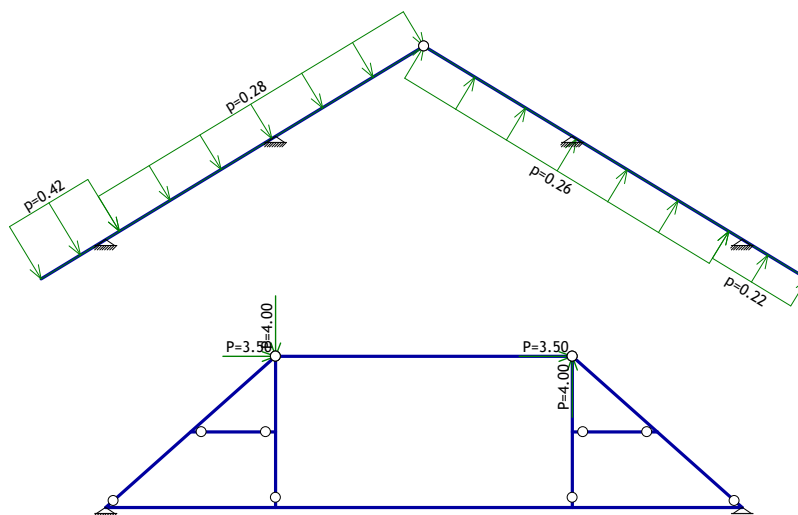
Obt. 1: lastna+stalna (g)



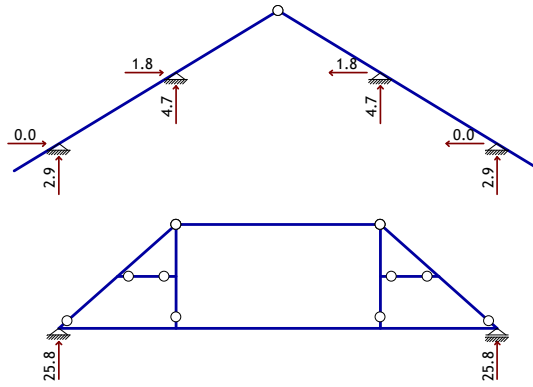
Obt. 2: sneg



Obt. 3: veter

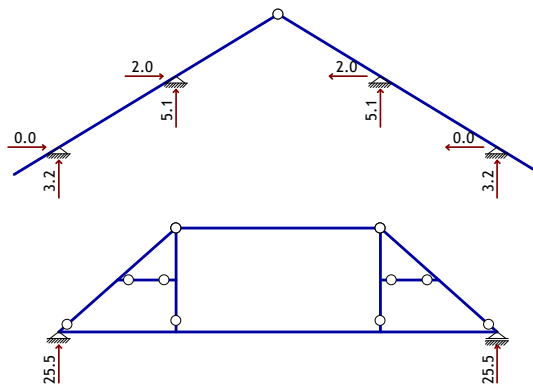


Obt. 1: lastna+stalna (g)



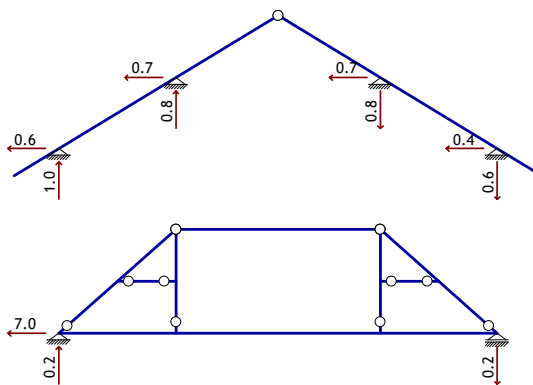
Reakcije podpor

Obt. 2: sneg



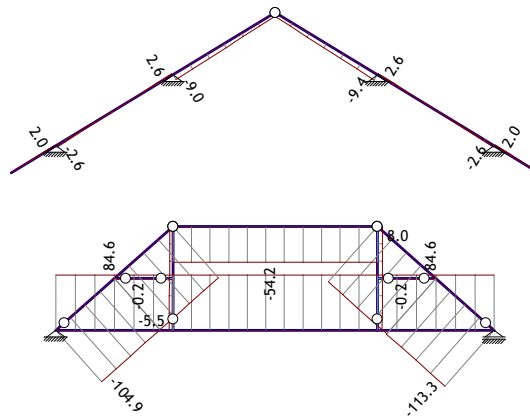
Reakcije podpor

Obt. 3: veter



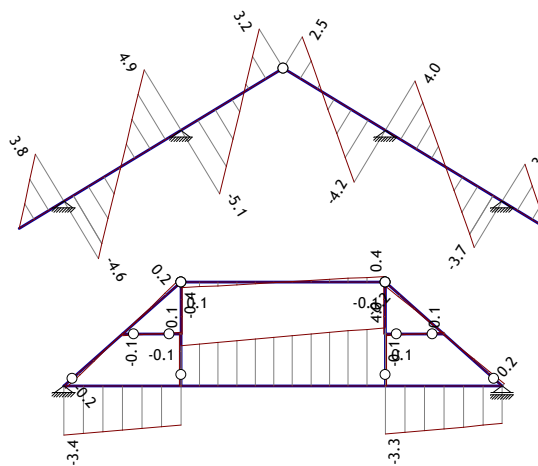
Reakcije podpor

Obt. 4: $1.35xI+1.5xII+0.9xIII$



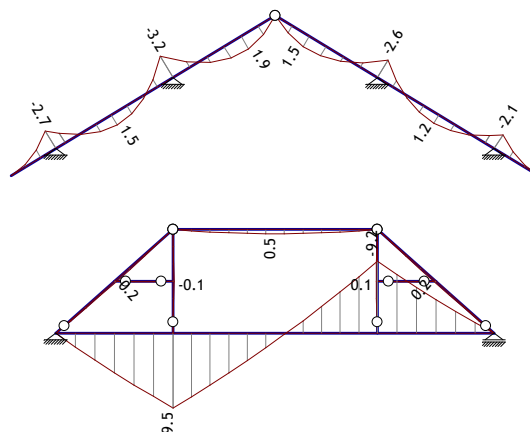
Vplivi v gredi: max $N1 = 84.6$ / min $N1 = -113.3$ kN

Obt. 4: $1.35xI+1.5xII+0.9xIII$



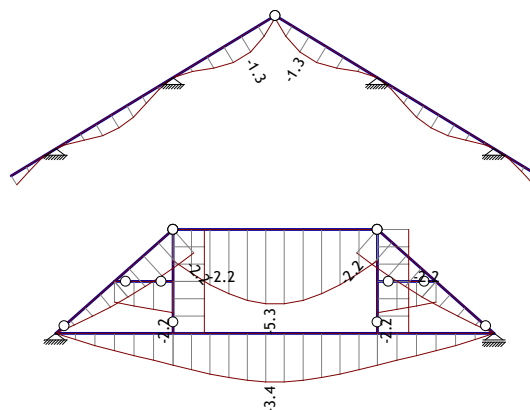
Vplivi v gredi: max $T2 = 4.9$ / min $T2 = -5.1$ kN

Obt. 4: $1.35xI+1.5xII+0.9xIII$



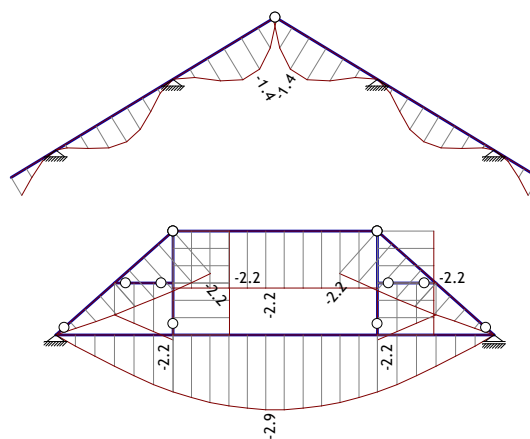
Vplivi v gredi: max $M3 = 9.5$ / min $M3 = -9.2$ kNm

Obt. 1: lastna+stalna (g)



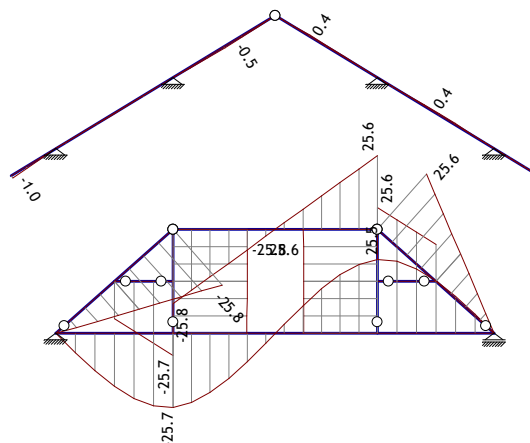
Vplivi v gredi: max $Z_p = -0.0$ / min $Z_p = -5.3$ m / 1000

Obt. 2: sneg



Vplivi v gredi: max $Z_p = -0.0$ / min $Z_p = -2.9$ m / 1000

Obt. 3: veter



Vplivi v gredi: max $Z_p = 25.6$ / min $Z_p = -25.8$ m / 1000

PRILOGA 2.2

Seizmična analiza

VSEBINA PRILOGE

1.1.	OPIS RAČUNSKE METODE	2
1.2.	MATERIALNE KARAKTERISTIKE	2
1.2.1.	Karakteristike zidovja	2
1.3.	VERTIKALNI VPLIVI NA KONSTRUKCIJO	2
1.3.1.	Lastna in stalna obtežba	2
1.3.2.	Koristna obtežba	3
1.4.	HORIZONTALNI VPLIVI NA KONSTRUKCIJO	3
1.4.1.	Potresna obtežna kombinacija	3
1.4.2.	Potresna obtežba za določitev ciljnih pomikov	3
1.5.	RAČUNSKA ANALIZA	4
1.5.1.	Splošno	4
1.5.2.	Upoštevana odpornost zidovja	4
1.5.3.	Idealiziran računski model	5
1.5.4.	Geometrijski vhodni podatki	6
1.6.	REZULTATI SEIZMIČNE ANALIZE OBSTOJEČEGA STANJA	8
1.6.1.	Splošno	8
1.6.2.	Bistveni rezultati potisne analize	10
1.7.	ZAKLJUČEK IN UGOTOVITVE SEIZMIČNE ANALIZE	15

SEIZMIČNA ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

1.1. Opis računske metode

Seizmično analizo objekta smo izvedli z nelinearno statično – t. i. potisno analizo. Tekom tovrstne analize konstrukciji postopno povečujemo horizontalne obremenitve s pomočjo vsiljevanja horizontalnih pomikov. S tem poenostavljeno simuliramo delovanje potresa. Rezultat analize so krivulje skupne prečne sile objekta v odvisnosti od horizontalnega pomika masnih središč vrhnje etaže. Dobljene krivulje imenujemo tudi potisne krivulje (ang. »pushover curves«). Le-te nato idealiziramo v bi-linearne diagrame, ki podajo bistvene informacije o mejnih nosilnostih in pomikih oz. duktilnosti konstrukcije. Glede na dosežen padec maksimalne skupne prečne sile za 20 % ali presežene vrednosti dovoljenih povprečnih zasukov posameznih etaž določimo mejni pomik d_m . Pri 70 % maksimalne prečne sile se določi efektivna togost idealizirane krivulje. S kriterijem enakosti vnesene energije potisne krivulje in bi-linearne idealizacije pa se nato določi še elastični pomik d_e in idealizirana nosilnost F_y . Bi-linearne krivulje odziva konstrukcije se primerja s potresnimi zahtevami v AD formatu za sistem z eno prostostno stopnjo. Primerja se bodisi mejne dosežene pomike s ciljnim, bodisi maksimalne pospeške, ki jih konstrukcija lahko prenese, s projektnimi. Za različne točke na potisni krivulji se kontrolira stanje poškodb na konstrukciji.

1.2. Materialne karakteristike

1.2.1. Karakteristike zidovja

Spodaj podajamo ocenjene materialne karakteristike zidovja, ki smo jih upoštevali v seizmični analizi. Trdnostne karakteristike se v analizi naknadno reducirajo s faktorjem zaupanja $CF_{KL2} = 1,2$ (omejeno oz. srednje poznavanje konstrukcije), upošteva se razpokanost prerezov.

Opečno zidovje:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| • prostorninska teža zidov | $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ |
| • povprečna tlačna trdnost zidov | $f_m = 3,3 \text{ MPa}$ |
| • strižna trdnost zidov | $\tau_0 = 0,08 \text{ MPa}$ |
| • elastični modul | $E = 1500 \text{ MPa}$ |
| • strižni modul | $G = 500 \text{ MPa}$ |

1.3. Vertikalni vplivi na konstrukcijo

1.3.1. Lastna in stalna obtežba

Obtežbo predelnih sten in ostrešja s strešno kritino upoštevamo preko nadomestnega linijskega vpliva. Pri določevanju lastnih in stalnih ploskovnih obtežb medetažnih konstrukcij, smo upoštevali ugotovitve preiskovalnih sond medetažnih konstrukcij. Glede na tip etažne konstrukcije smo upoštevali naslednje vrednosti lastne in stalne obtežbe:

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| • streha | $g_{1+2} = 1,0 \text{ kN/m}^2$ |
| • strop proti podstrešju | $g_{1+2} = 3,2 \text{ kN/m}^2$ |

- pruska čepica (učilnice) $g_{1+2} = 4,3 \text{ kN/m}^2$
- opečni oboki (hodniki) $g_{1+2} = 8,2 \text{ kN/m}^2$

1.3.2. Koristna obtežba

Na podlagi standarda SIST EN 1991-1-1, upoštevamo naslednje vrednosti koristne obtežbe:

- učilnice, hodniki ipd. *ktg. C1* $q = 3,0 \text{ kN/m}^2$ ($\psi_2 = 0,6$)
- neizkoriščeno podstrešje *servis. obt.* $q = 0,4 \text{ kN/m}^2$ ($\psi_2 = 0$)

1.4. Horizontalni vplivi na konstrukcijo

1.4.1. Potresna obtežna kombinacija

Za določitev potresnega vpliva je upoštevana naslednja kombinacija vplivov:

$$\sum G_{kj} \text{ "+" } \sum \psi_{Ei} \cdot Q_{ki},$$

kjer je:

G_{kj} - karakteristična vrednost stalnega vpliva j ,

Q_{ki} - karakteristična vrednost spremenljivega vpliva i ,

ψ_{Ei} - kombinacijski koeficient za spremenljiv vpliv i (določimo ga s spodnjim izrazom):

$$\psi_{Ei} = \varphi \cdot \psi_{2i}$$

V seizmični analizi za obravnavan primer upoštevamo vrednost $\varphi = 0,5$.

1.4.2. Potresna obtežba za določitev ciljnih pomikov

Za določitev ciljnih pomikov konstrukcije upoštevamo spodnje vrednosti:

- referenčna vrednost projektnega pospeška tal **$a_{gR} = 0,10 \cdot g$**
- koeficient vpliva zemljine (tip tal C) **$S = 1,15$**
- faktor pomembnosti (razred III) **$\gamma_I = 1,2$**

Pri tem se elastični spekter odziva za pospeške določi po spodnjih izrazih:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right],$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{2,5}{q},$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right],$$

$$T_D \leq T: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot \frac{2,5}{q} \cdot \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right].$$

Kjer je:

a_g - projektni pospešek za tip tal A ($a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$),

T - nihajni čas linearnega sistema z eno prostostno stopnjo,

T_B - spodnja meja nihajnega časa na območju konstantne vrednosti pospeška,

T_C - zgornja meja nihajnega časa na območju konstantne vrednosti pospeška,

T_D - meja pri kateri se začne območje konstantne vrednosti spektralnega pomika,

η - faktor za korekcijo vpliva dušenja z referenčno vrednostjo $\eta = 1$ pri 5 % viskoz. dušenju.

Elastični spekter odziva za pomike $S_{de}(T)$ pa je določen z direktno transformacijo elastičnega spektra odziva za pospeške:

$$S_{de}(T) = S_e(T) \cdot \frac{T^2}{4\pi^2}.$$

1.5. Računska analiza

1.5.1. Splošno

Seizmično analizo smo izvedli s pomočjo programa 3Muri (verzija 12.6.2.4), ki je specializiran za oceno potresne odpornosti zidanih stavb. S programom smo modelirali idealiziran tridimenzionalni računski model objekta, ki sestoji iz ekvivalentnih okvirjev iz t. i. makro končnih elementov.

1.5.2. Upoštevana odpornost zidovja

Strižno odpornost zidovja določimo s Turnšek-Čačovičovo enačbo (1), medtem ko upogibno odpornost določimo po izrazu (2).

$$V_u = A_w \frac{f_{Mt}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_{Mt}}} \quad (1)$$

$$M_u = \frac{(\sigma_0 A_w) l_w}{2} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_{Mc}} \right) \quad (2)$$

V_u - strižna nosilnost pri diagonalnem strižnem mehanizmu,

A_w - prečni prerez zidu,

f_t - natezna trdnost zidu,

σ_0 - vertikalna obremenitev zidu,

b - koeficient, ki zajema vpliv razporeditve strižnih napetosti,

M_u - mejni moment pri upogibnem mehanizmu zidu,

l - dolžina zidu,

f_c - tlačna trdnost zidu.

Za določitev elasto-plastične krivulje obnašanja zidov so predpostavljeni mejni zasuki zidov in sicer 0,004 za strižni mehanizem in 0,008 h_0/l za upogibni mehanizem, pri čemer je h_0 višina zidov od prereza z maksimalnim momentom do ničelne momentne točke in l dolžina zidov.

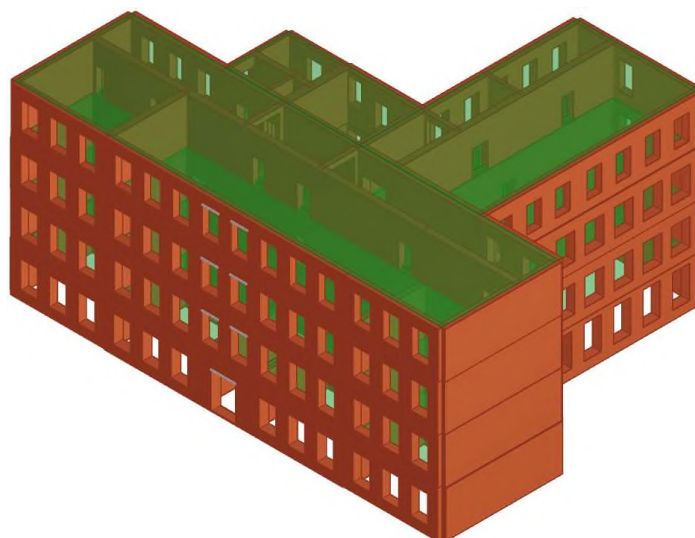
1.5.3. Idealiziran računski model

Računski model smo ustvarili na podlagi pridobljenega arhitekturnega posnetka ter ugotovitev iz preiskav nosilne konstrukcije. Etažne konstrukcije smo modelirali v skladu z ugotovitvami preiskovalnih sond.

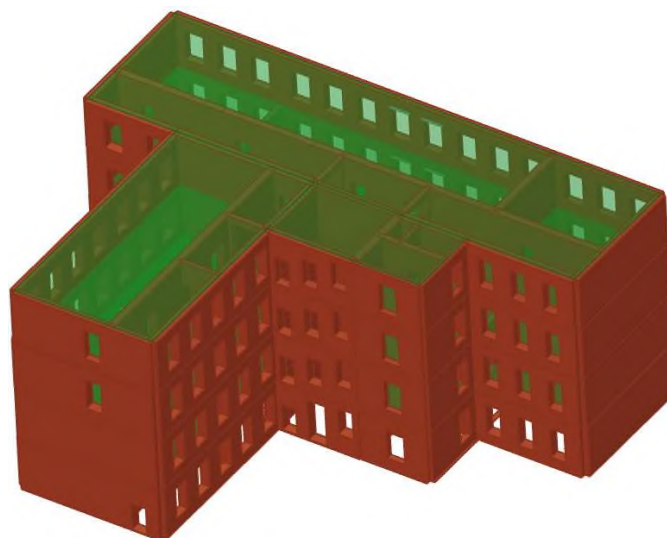


Slika 1: Upoštevani tipi etažnih konstrukcij

Pri modeliranju zidovja ne upoštevamo zidnih vezi. Kletno etažo, ki se razprostira po celotnem tlorisu objekta, zaradi njene vkopanosti v seizmičnem preračunu ne upoštevamo. Zanemari se tudi zamik višinskega nivoja posameznih etaž severnega trakta glede na preostali objekt. Stene, ki niso kontinuirane od temeljev do vrha smo upoštevali preko linijskih vplivov.



Slika 2: Grafični prikaz idealiziranega računskega modela v tridimenzionalni obliki



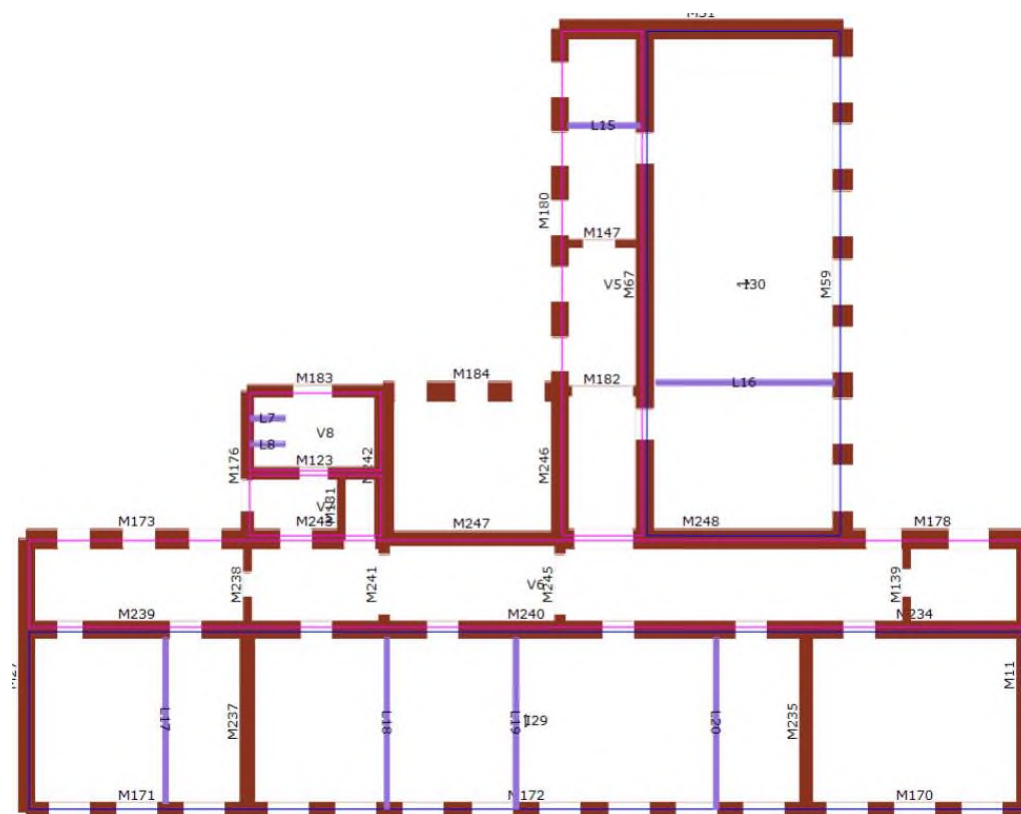
Slika 3: Grafični prikaz idealiziranega računskega modela v tridimenzionalni obliki

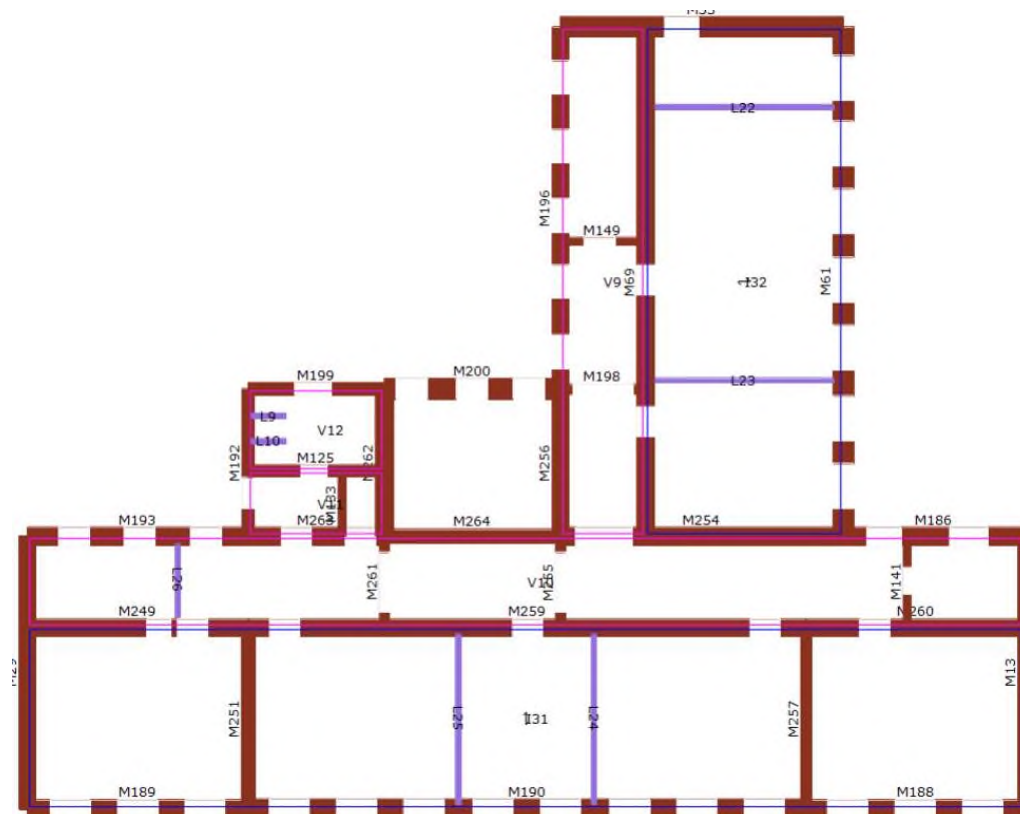
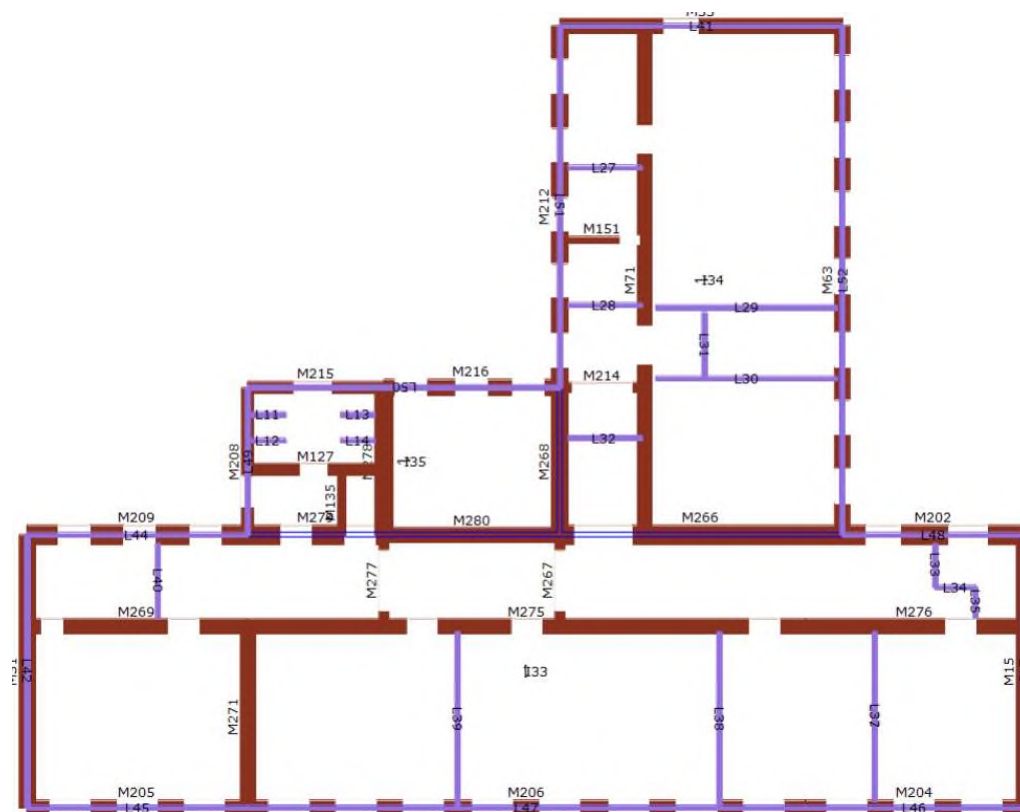
1.5.4. Geometrijski vhodni podatki

Etaža 1 (pritličje)



Etaža 2 (1. nadstropje)



Etaža 3 (2. nadstropje)**Etaža 4 (3. nadstropje)**

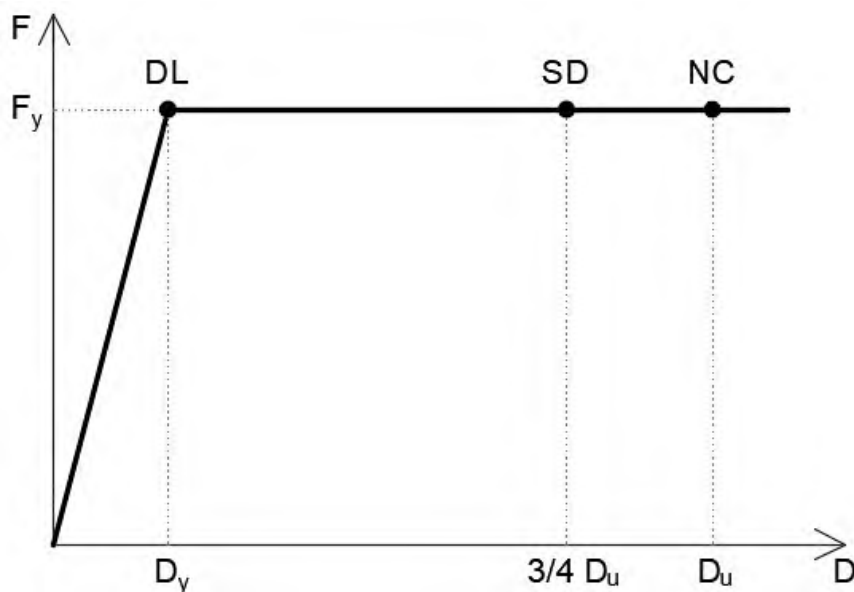
Material	Height [m]	Level 1			Level 2			Level 3			Level 4		
		No.	Wall	Thick.[mm]	No.	Wall	Thick.[mm]	No.	Wall	Thick.[mm]	No.	Wall	Thick.[mm]
Zidovje	4,50	153	1	800	170	1	750	188	1	800	204	1	650
Zidovje	4,50	155	1	950	171	1	750	189	1	800	205	1	650
Zidovje	4,50	156	1	800	172	1	750	190	1	850	206	1	650
Zidovje	4,50	9	2	850	11	2	650	13	2	600	15	2	650
Zidovje	4,50	157	3	850	173	3	800	186	3	750	202	3	800
Zidovje	4,50	162	3	850	178	3	800	193	3	750	209	3	800
Zidovje	4,50	226	3	850	243	3	800	254	3	750	266	3	800
Zidovje	4,50	231	3	850	247	3	600	263	3	750	279	3	800
Zidovje	4,50	232	3	600	248	3	800	264	3	600	280	3	600
Zidovje	4,50	25	4	850	27	4	650	29	4	700	31	4	650
Zidovje	4,50	217	5	900	234	5	700	249	5	700	269	5	600
Zidovje	4,50	223	5	900	239	5	700	259	5	700	275	5	600
Zidovje	4,50	224	5	900	240	5	700	260	5	700	276	5	600
Zidovje	4,50	164	6	700	180	6	700	196	6	700	212	6	700
Zidovje	4,50	227	6	400	245	6	400	255	6	400	267	6	400
Zidovje	4,50	228	6	700	246	6	700	256	6	700	268	6	700
Zidovje	4,50	49	7	850	51	7	800	53	7	850	55	7	600
Zidovje	4,50	57	8	850	59	8	800	61	8	850	63	8	650
Zidovje	4,50	65	9	850	67	9	700	69	9	700	71	9	600
Zidovje	4,50	160	10	500	176	10	500	192	10	500	208	10	500
Zidovje	4,50	219	10	600	237	10	600	251	10	550	271	10	600
Zidovje	4,50	220	10	400	238	10	300	198	11	400	214	11	400
Zidovje	4,50	166	11	200	182	11	400	199	11	500	215	11	500
Zidovje	4,50	167	11	500	183	11	500	200	11	850	216	11	700
Zidovje	4,50	168	11	940	184	11	800	257	14	450	277	15	400
Zidovje	4,50	89	12	600	235	14	500	261	15	400	278	15	750
Zidovje	4,50	97	13	600	241	15	400	262	15	750	127	16	500
Zidovje	4,50	221	14	600	242	15	750	125	16	500	135	17	300
Zidovje	4,50	222	14	400	123	16	500	133	17	300	151	19	300
Zidovje	4,50	229	15	400	131	17	300	141	18	300	204	1	650
Zidovje	4,50	230	15	750	139	18	300	149	19	300	205	1	650
Zidovje	4,50	121	16	500	147	19	300	188	1	800	206	1	650
Zidovje	4,50	129	17	300	170	1	750	189	1	800	15	2	650
Zidovje	4,50	137	18	550	171	1	750	190	1	850	202	3	800
Zidovje	4,50	145	19	350	172	1	750	13	2	600	209	3	800

1.6. Rezultati seizmične analize obstoječega stanja

1.6.1. Splošno

V nadaljevanju prikazujemo rezultate seizmične analize. Potresna odpornost je za posamezno stanje objekta analizirana za 24 primerov potresne obtežbe (pozitivna in negativna prečna (X) ter vzdolžna (Y) smer obremenjevanja, brez ekscentričnosti mase in z upoštevanjem 5 % ekscentričnosti mase v obeh smereh, masna in modalna porazdelitev sil). Za polovico primerov potresna obtežba sledi enakomerni razporeditvi, kjer je vodoravna obtežba sorazmerna masam (masna porazdelitev). Pri drugi polovici primerov pa je vodoravna obtežba sorazmerna vodoravnim silam, določenim z elastično analizo (modalna porazdelitev).

Ocena odpornosti je računski postopek, s katerim preverimo ali obstoječa nepoškodovana ali poškodovana konstrukcija zadošča kriterijem izbranega mejnega stanja ob upoštevanju pričakovane potresne obtežbe. Ločimo tri mejna stanja (NC, SD in DL), ki so shematsko prikazana na spodnji sliki.



Legenda:

NC – mejno stanje

»Near Collapse«

SD – mejno stanje

»Significant Damage«

DL – mejno stanje

»Damage Limitation«

Slika 4: Lege mejnih stanj na idealizirani krivulji potresne odpornosti konstrukcije

V okviru 24 potisnih analiz se izvedejo naslednje kontrole:

Mejno stanje NC (»Near Collapse«):

$$d_t^{NC} \leq d_m^{NC}$$

d_t^{NC} : ciljni pomik

d_m^{NC} : maksimalni pomik obravnavane točke konstrukcije

$$\alpha_{NC} = \frac{PGA_{CNC}}{PGA_{DNC}}$$

PGA_{CNC} : dosežen pospešek konstrukcije pri mejnem stanju NC

PGA_{DNC} : zahteve standarda za mejno stanje NC

Mejno stanje SD (»Significant Damage«):

$$d_t^{SD} \leq d_m^{SD}$$

d_t^{SD} : ciljni pomik

d_m^{SD} : dosežen pomik konstrukcije pri mejnem stanju SD

$$\alpha_{SD} = \frac{PGA_{CSD}}{PGA_{DSD}}$$

PGA_{CSD} : dosežen pospešek konstrukcije pri mejnem stanju SD

PGA_{DSD} : zahteve standarda za mejno stanje SD

Mejno stanje DL (»Damage Limitation«):

$$S_d(T^*) \leq d_y^*$$

$S_d(T^*)$: ciljni pomik pri $T = T^*$

d_y^* : pomik na meji elastičnosti ekvivalentnega sistema z eno prostostno stopnjo

$$\alpha_{DL} = \frac{PGA_{CDL}}{PGA_{DDL}}$$

PGA_{CDL} : dosežen pospešek konstrukcije pri mejnem stanju DL

PGA_{DDL} : zahteve standarda za mejno stanje DL

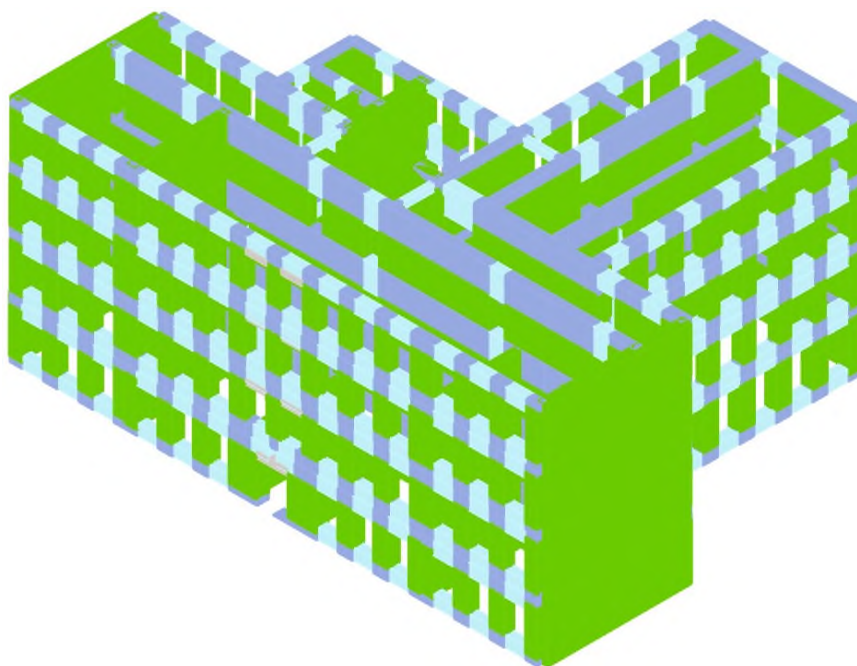
1.6.2. Bistveni rezultati potisne analize

Merodajni primer za globalno smer X je analiza pod zaporedno številko 16, merodajni primer za globalno smer Y pa je analiza pod zaporedno številko 23.

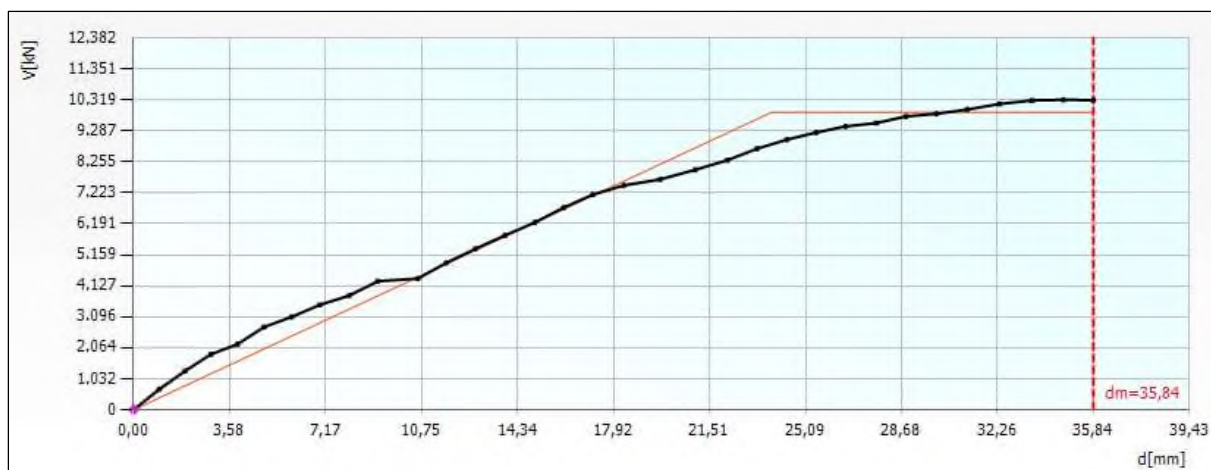
No.	Seism. dir.	Seism. load	Ecc. [mm]	dt NC [mm]	dm NC [mm]	NC Ver.	dt SD [mm]	dm SD [mm]	SD Ver.	Sd DL [mm]	d*y DL [mm]	DL Ver.	α NC	α SD	α DL	dm/dt NC
1	+X	Uniform	0,0	46,62	81,19	Yes	34,53	60,89	Yes	15,93	18,85	Yes	1,718	1,731	1,183	1,742
2	+X	Stat. For.	0,0	56,89	161,11	Yes	42,60	120,83	Yes	20,05	20,35	Yes	2,832	2,836	1,015	2,832
3	-X	Uniform	0,0	46,22	64,46	Yes	34,25	48,35	Yes	15,63	15,59	No	1,383	1,395	0,998	1,395
4	-X	Stat. For.	0,0	54,86	62,97	Yes	41,08	47,23	Yes	19,33	17,57	No	1,148	1,149	0,909	1,148
5	+Y	Uniform	0,0	44,87	36,47	No	32,79	27,35	No	13,24	14,12	Yes	0,825	0,849	1,066	0,813
6	+Y	Stat. For.	0,0	54,69	35,98	No	40,85	26,98	No	17,37	15,49	No	0,660	0,664	0,892	0,658
7	-Y	Uniform	0,0	46,82	34,39	No	34,32	25,79	No	14,17	16,79	Yes	0,750	0,771	1,185	0,735
8	-Y	Stat. For.	0,0	58,14	38,38	No	43,54	28,78	No	18,69	18,22	No	0,660	0,661	0,975	0,660
9	+X	Uniform	1648	48,71	119,00	Yes	36,28	89,25	Yes	16,84	17,77	Yes	2,420	2,429	1,055	2,443
10	+X	Uniform	-1648	46,25	60,18	Yes	34,22	45,13	Yes	15,77	18,76	Yes	1,291	1,304	1,190	1,301
11	+X	Stat. For.	1648	103,27	209,69	Yes	77,33	157,27	Yes	36,39	78,51	Yes	2,031	2,034	2,158	2,031
12	+X	Stat. For.	-1648	57,02	92,21	Yes	42,70	69,16	Yes	20,09	20,48	Yes	1,617	1,620	1,019	1,617
13	-X	Uniform	1648	45,54	76,50	Yes	33,74	57,37	Yes	15,17	12,65	No	1,659	1,672	0,834	1,680
14	-X	Uniform	-1648	46,24	44,33	No	34,22	33,25	No	15,73	18,02	Yes	0,960	0,973	1,145	0,959
15	-X	Stat. For.	1648	59,14	102,81	Yes	44,29	77,11	Yes	20,84	18,83	No	1,738	1,741	0,904	1,738
16	-X	Stat. For.	-1648	54,78	35,84	No	41,02	26,88	No	19,30	19,16	No	0,654	0,655	0,993	0,654
17	+Y	Uniform	2104	44,31	29,39	No	32,36	22,04	No	12,93	13,10	Yes	0,686	0,710	1,013	0,663
18	+Y	Uniform	-2104	47,17	37,03	No	34,68	27,78	No	14,13	14,31	Yes	0,796	0,814	1,012	0,785
19	+Y	Stat. For.	2104	52,82	33,31	No	39,34	24,98	No	16,49	13,65	No	0,637	0,643	0,828	0,631
20	+Y	Stat. For.	-2104	56,34	42,95	No	42,19	32,21	No	18,11	15,49	No	0,762	0,763	0,856	0,762
21	-Y	Uniform	2104	45,26	30,82	No	33,06	23,12	No	13,50	15,50	Yes	0,703	0,727	1,149	0,681
22	-Y	Uniform	-2104	47,11	35,84	No	34,59	26,88	No	14,21	15,74	Yes	0,774	0,793	1,108	0,761
23	-Y	Stat. For.	2104	56,72	34,12	No	42,47	25,59	No	18,23	16,86	No	0,602	0,603	0,925	0,602
24	-Y	Stat. For.	-2104	58,95	42,59	No	44,14	31,94	No	18,95	18,16	No	0,722	0,724	0,959	0,722

Slika 5: Rezultati potresne analize obstoječega stanja

Poleg globalne analize konstrukcije smo izvedli še kontrole izven-ravninske porušitve zidov. Izkaže se, da zidovi ustrezajo kriterijem odpornosti izven-ravninske porušitve.



Slika 6: Rezultati kontrole izven-ravninske porušitve

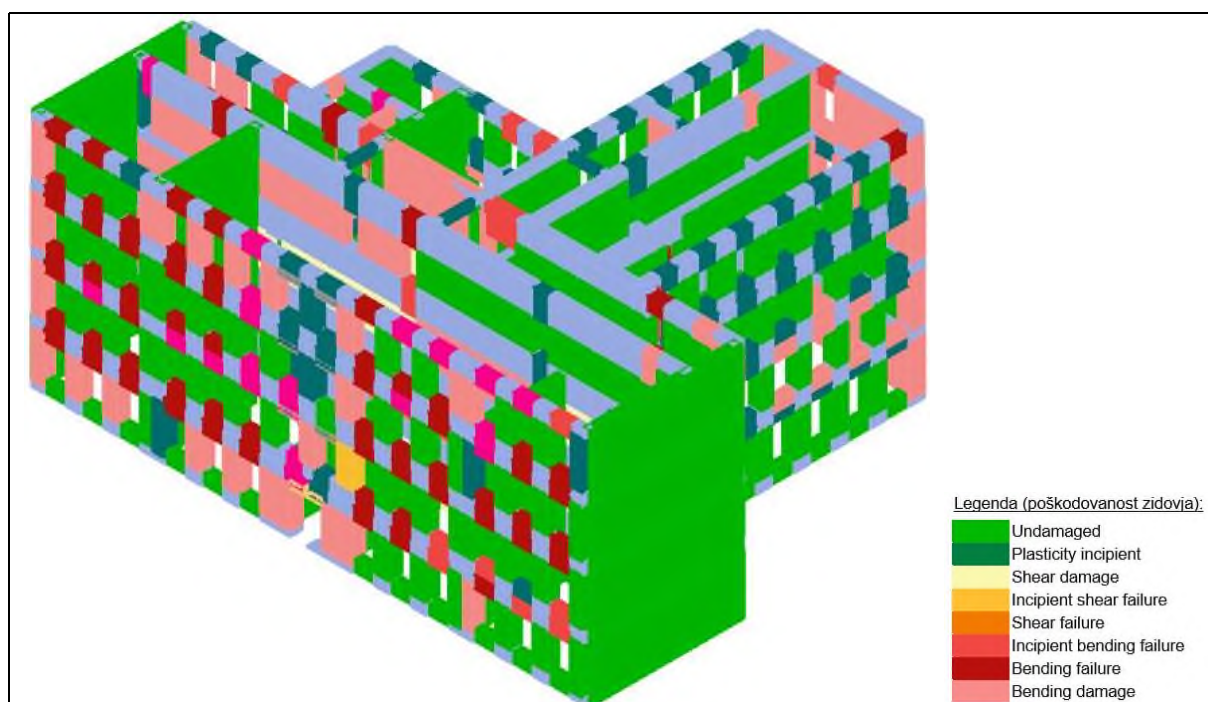


Slika 7: Potisna krivulja za merodajen primer v smeri X

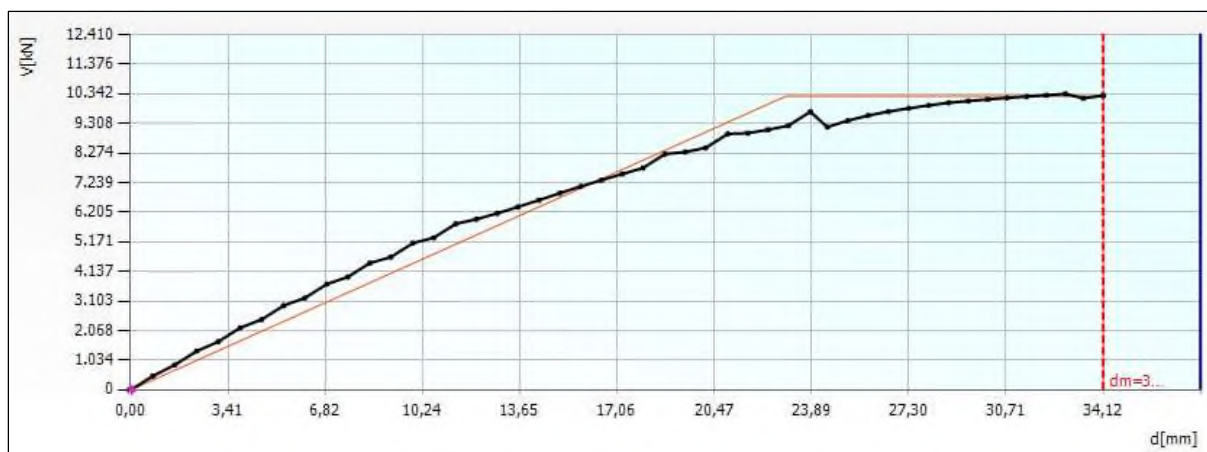
NC		
dt	54,78 [mm]	> dm 35,84 [mm]
qu	2,30	dm/dt = 0,65
Not satisfied verification		
SD		
dt	41,02 [mm]	> dm 26,88 [mm]
Not satisfied verification		
DL		
Sd	19,30 [mm]	> d*y 19,16 [mm]
Not satisfied verification		

Analysis parameters	
T* [s]	0,641
m* [kg]	4330671,69
w [kN]	78561
M [kg]	7784859,089
m*/M [%]	55,629
Γ	1,24
F*y [kN]	7967
d*y [mm]	19,16
d*m [mm]	28,83

Slika 8: Detajlni rezultati za merodajen primer v smeri X



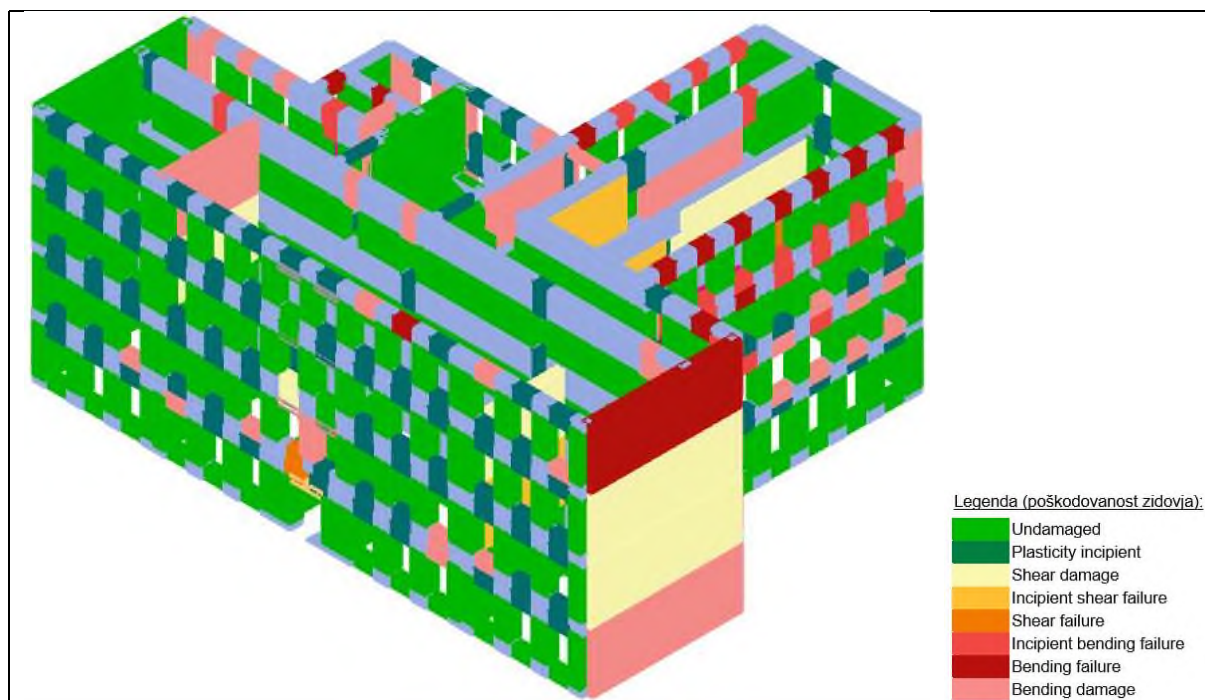
Slika 9: Mehanizmi porušitve delov nosilne konstrukcije ob zaključku potisne analize v smeri X



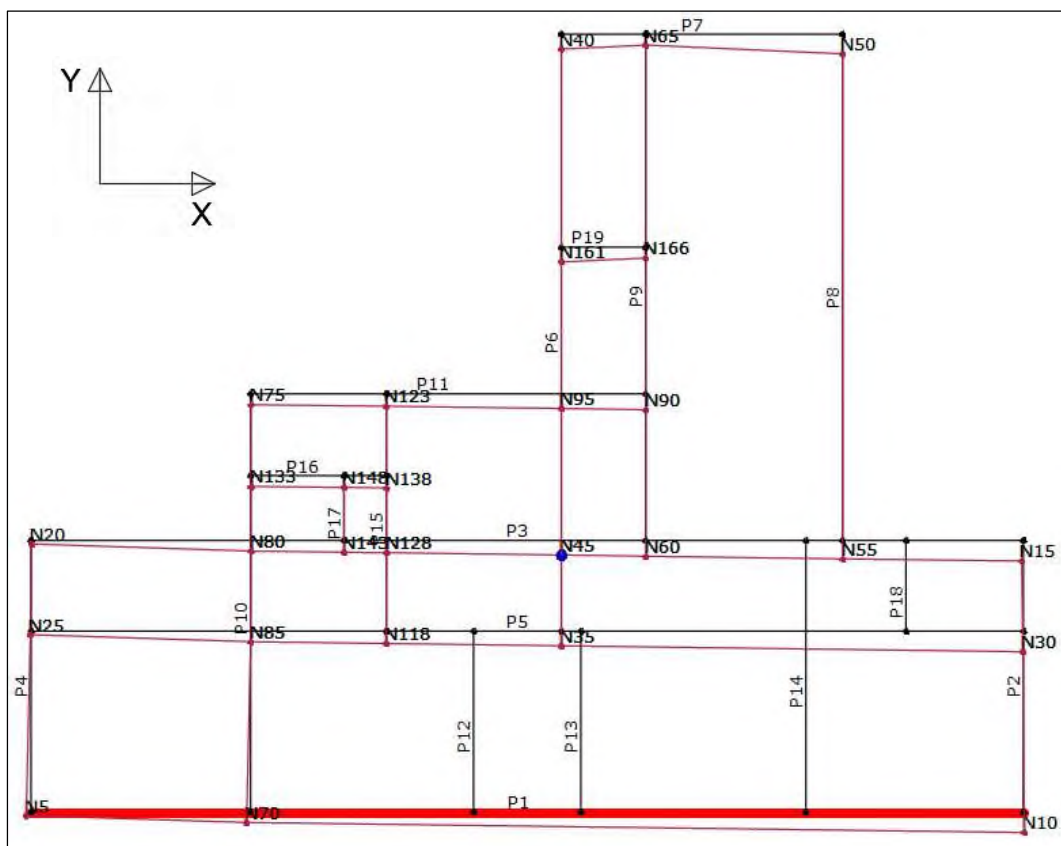
Slika 12: Potisna krivulja za merodajen primer v smeri Y

NC				Analysis parameters	
dt	56,72	[mm]	>	dm	34,12 [mm]
qu	2,47			dm/dt	0,60
Not satisfied verification					
SD					
dt	42,47	[mm]	>	dm	25,59 [mm]
Not satisfied verification					
DL					
Sd	18,23	[mm]	>	d*y	16,86 [mm]
Not satisfied verification					
				T* [s]	0,606
				m* [kg]	4148226,875
				w [kN]	78561
				M [kg]	7784859,089
				m*/M [%]	53,286
				Γ	1,36
				F*y [kN]	7528
				d*y [mm]	16,86
				d*m [mm]	25,03

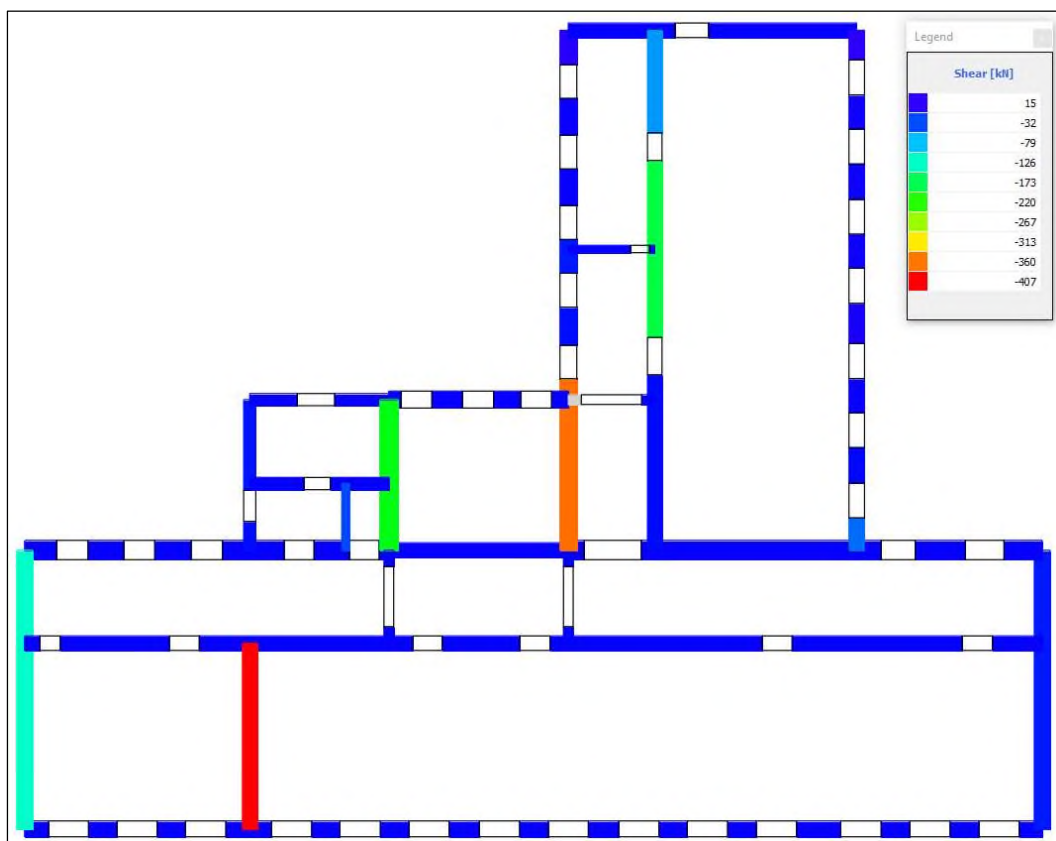
Slika 13: Detajlni rezultati za merodajen primer v smeri Y



Slika 14: Mehanizmi porušitve delov nosilne konstrukcije ob zaključku potisne analize v smeri Y



Slika 15: Ravninski pomiki elementov zgornje etaže ob zaključku potisne analize v smeri Y



Slika 16: Strižne sile v zidovih pritličja, ob zaključku potisne analize za merodajni primer v smeri Y

1.7. Zaključek in ugotovitve seizmične analize

Na podlagi seizmične analize obstoječe nosilne konstrukcije ugotovimo, da konstrukcija ne zadošča vsem zahtevam današnjih standardov glede protipotresne varnosti, medtem ko kontrolni izračuni kažejo na to, da izven ravninske porušitve zidov ni pričakovati.

Izkaže se, da objekt v globalni X smeri dosega 65 %, v smeri Y pa 60 % zahtev standardov za mejno stanje nosilnosti (mejno stanje SD). Nekoliko večja potresna odpornost objekta v globalni X smeri, se odraža tudi v tem, da za smer X nista izpolnjena le 2 obtežna primera od 12-ih, medtem ko za Y smer ni izpolnjenih vseh 12 obtežnih primerov.

Zaključujemo, da so za izpolnitev vseh zahtev protipotresne varnosti potrebni ojačitveni posegi nosilne konstrukcije.

PRILOGA 3

Rezultati preiskav konstrukcije



Legenda:
◀ Z1 -Sonda na zidu

Z7 -Sonda na steni

- Zid iz polno-opečnih zidakov
- Malta slabe do srednje kvalitete
- Spojnice dobro zapolnjene z malto
- Omet debeline 2.0-3.5cm

Z8 -Sonda na steni

- Betonska stena do višine 1.2m nad tlakom
- Sicer zid iz polno-opečnih zidakov
- Malta slabe do srednje kvalitete
- Spojnice dobro zapolnjene z malto
- Omet debeline 2.0-3.5cm

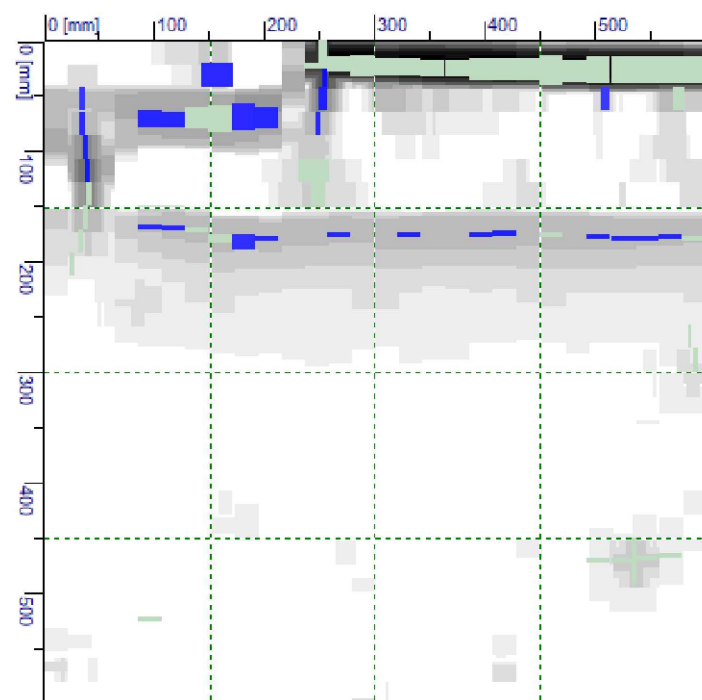
Z9 -Sonda na steni

- Zid iz polno-opečnih zidakov
- Malta slabe do srednje kvalitete
- Spojnice dobro zapolnjene z malto
- Omet debeline 2.0cm

Z10 -Sonda na steni

- Betonska stena do višine 1.25m nad tlakom
- Sicer zid iz polno-opečnih zidakov
- Malta slabe do srednje kvalitete
- Spojnice dobro zapolnjene z malto
- Omet debeline 2.0-3.0cm

Izveden tudi posnetek z elektronskim profometrom (Hilti Ferroskan), ki izkazuje, da armatura v betonski steni ni vgrajena.



Opomba:
Jeklene armature na posnetku ni zaznati.
Zgornji del posnetka prikazuje vgrajene vodovodne cevi.

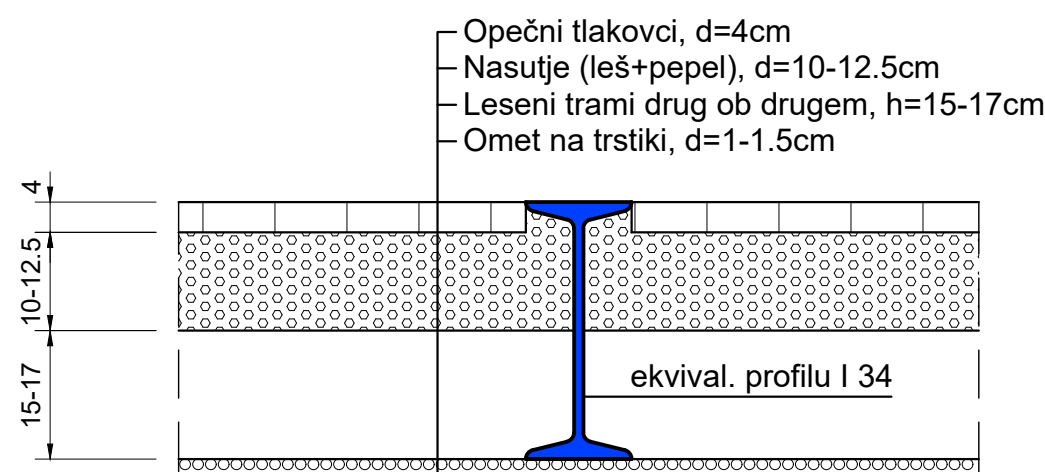
Mesta in ugotovitve preiskovalnih sond TLORIS KLETI, M 1:100

<div>INSTITUT</div>		Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Building and Civil Engineering Institute	
Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, p.p.2554, 1000 Ljubljana, Slovenija, tel.:+386 01/280 81 91			
Naročnik	RS Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport; Masarykova c. 16; Ljubljana		
Objekt	III. gimnazija Maribor; Gosposvetska c. 4; Maribor		
Nosilec naloge	Gašper Rus, mag.inž.grad. IZS G-4688		Št. DN DN 2007355
Izdela	Boštjan Kovač, grad.teh.		Datum September 2022
			List številka 1

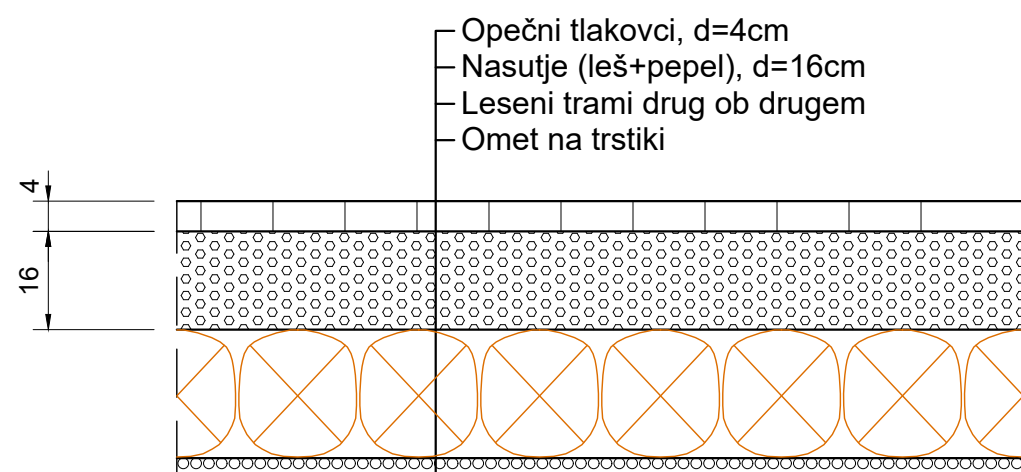


- Legenda:
- ☒ S1 -Sonda na stropu
- ◄ Z1 -Sonda na zidu

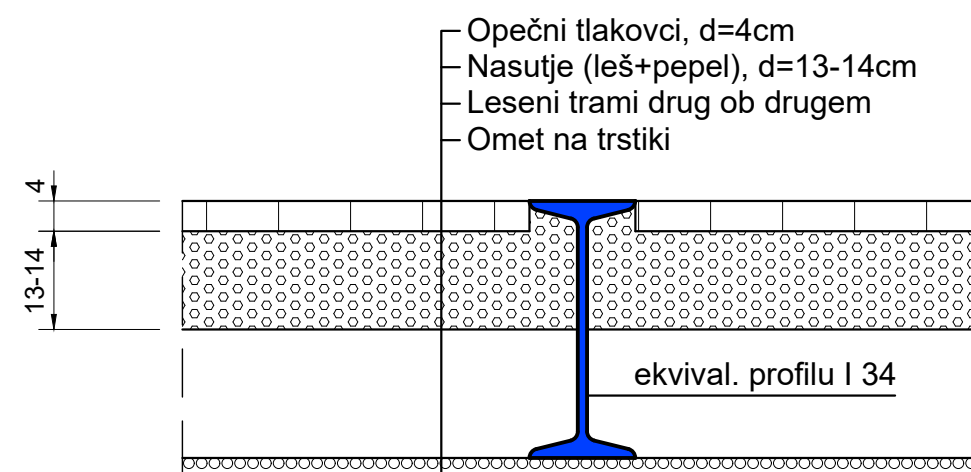
S1 -Sonda na stropni konstrukciji nad 3.nadstropjem
Navpični prerez, M 1:10



S2 -Sonda na stropni konstrukciji nad 3.nadstropjem
Navpični prerez, M 1:10



S3 -Sonda na stropni konstrukciji nad 3.nadstropjem
Navpični prerez, M 1:10



Z1 -Sonda na steni

- Zid iz polno-opečnih zidakov
- Malta slabe do srednje kvalitete
- Pravilna zidarska zveza v vogalu
- Spojnice dobro zapolnjene z malto
- Omet debeline 2.5cm

Z2 -Sonda na steni

- Zid iz polno-opečnih zidakov
- Malta slabe do srednje kvalitete
- Pravilna zidarska zveza v vogalu
- Spojnice dobro zapolnjene z malto
- Omet debeline 2.5cm

Z3 -Sonda na steni

- Zid iz polno-opečnih zidakov
- Malta slabe do srednje kvalitete
- Pravilna zidarska zveza v vogalu
- Spojnice dobro zapolnjene z malto
- Omet debeline 2.5-3.0cm

Mesta in ugotovitve preiskovalnih sond TLORIS 3. NADSTROPJA, M 1:100

<div></div>		<div>Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.</div> <div>Building and Civil Engineering Institute</div>	
<div>Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Dimičeva 12, p.p.2554, 1000 Ljubljana, Slovenija, tel.:+386 01/280 81 91</div>			
<div>Naročnik / investor</div>	<div>RS Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport; Masarykova c. 16; Ljubljana</div>		
<div>Objekt in lokacija objekta</div>	<div>III. gimnazija Maribor; Gosposvetska c. 4; Maribor</div>		
<div>Nosilec naloge</div>	<div>Gašper Rus, mag inž.grad. IZS G-4688</div>		<div>Št. DN</div> <div>DN 2007355</div>
<div>Izdajal</div>	<div>Boštjan Kovač, grad.teh.</div>		<div>Datum</div> <div>September 2022</div>
			<div>List številka</div> <div>3</div>