



Igmat d.d.

Zadobrovška cesta 4

1260 Ljubljana-Polje



Poročilo: 55-KON-23

Datum: 01.08.2023

POROČILO

O DEJANSKEM MATERIALNO TEHNIČNEM STANJU TER STATIČNI IN POTRESNI ANALIZI OBJEKTA

OBJEKT: Statična presoja objektov na več lokacijah po Sloveniji, ki so v lasti RS
Ministrstvo za finance, finančni urad Koper, **Vojkovo nabrežje 36, 6000 Koper**

NAROČNIK: Republika Slovenija, Ministrstvo za javno upravo, Tržaška cesta 21, 1000 Ljubljana

NAROČILO: Pogodba Igmat št. 80-POG-22 (nalog Igmat: 693/22) oziroma MJU št. C3130-22-384139

Obdelal-i:

Mag. Franci Kavčič, univ.dipl.inž.grad.

Tomaž Žagar, univ.dipl.inž.grad.

dr. Urban Rodman, univ.dipl.inž.grad. – Urbani Biro, d.o.o. - podizvajalec

Vodilni strokovnjak:

dr. Gregor Trtnik, univ.dipl.inž.grad.

Vodja oddelka za beton in konstrukcije:

Miran Kepic, univ.dipl.inž.grad.

Direktor:

dr. Gregor Trtnik, univ.dipl.inž.grad.

Vsebina

1	UVOD	4
1.1	Splošno	4
1.2	Opis konstrukcijske zasnove obravnavanega dela objekta.....	5
1.3	Navedba in povzetek pridobljene projektne in tehnične dokumentacije	7
1.4	Struktura elaborata	8
2	OPIS IZVEDENIH PREISKAV TER METODOLOGIJA IZRAČUNA STATIČNO POTRESNE ODPORNOSTI OBJEKTA	9
2.1	Opis posameznih izvedenih preiskav določitve dejanskega materialno tehničnega stanja objekta 9	
2.1.1	Detajlni vizualni pregled objekta.....	9
2.1.2	Določitev vgrajene armature v posameznih konstrukcijskih elementih.....	9
2.1.3	Neporušna preiskava tlačne trdnosti vgrajenega betona.....	10
2.2	Metodologija izračuna statično potresne analize.....	10
3	LOKACIJE IN REZULTATI PREISKAV, POTREBNIH ZA DOLOČITEV DEJANSKEGA MATERIALNO TEHNIČNEGA STANJA OBJEKTA	12
3.1	Detajlni vizualni pregled objekta.....	12
3.2	AB STEBRI.....	15
3.2.1	Geometrijske karakteristike.....	15
3.2.2	Določitev vgrajene armature	15
3.2.3	Tlačna trdnost betona	19
3.3	AB STENE.....	20
3.3.1	Geometrijske karakteristike.....	20
3.3.2	Določitev vgrajene armature	20
3.3.3	Tlačna trdnost betona	22
3.4	MEDETAŽNE KONSTRUKCIJE.....	23
3.4.1	Geometrijske karakteristike.....	23
3.4.2	Določitev vgrajene armature	23
3.4.3	Tlačna trdnost betona	26
4	STATIČNO POTRESNA ANALIZA OBJEKTA – POVZETEK REZULTATOV	27
4.1	Splošno	27
4.2	Upoštevane obtežbe.....	27
4.2.1	Stalna obtežba etažne konstrukcije.....	27
4.2.2	Stalna obtežba strešne konstrukcije.....	27

4.2.3	Koristna obtežba.....	27
4.2.4	Potresna obtežba.....	27
4.3	Povzetek rezultatov	28
4.3.1	Horizontalni nosilni elementi	28
4.3.2	Vertikalni nosilni elementi	28
5	ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE.....	29
6	PREDLOGI STATIČNO POTRESNE OJAČITVE PREDMETNEGA OBJEKTA.....	30

1 UVOD

1.1 Splošno

Skladno z naročilom s strani naročnika "RS, Ministrstvo za javno upravo" (pogodba navedena na naslovnici tega elaborata) smo v obdobju januar-junij 2023 izvajali aktivnosti, potrebe za izvedbo statično potresne analize objekta na naslovu Vojkovo nabrežje 36, Koper, ki je trenutno v uporabi »Ministrstva za finance«. Za doseg navedenega cilja projekta smo predmetni projekt razdelili na tri glavne sklope, in sicer (1) pridobitev in preučitev obstoječe projektne in druge tehnične dokumentacije o predmetnem objektu, (2) določitev dejanskega materialno tehničnega stanja predmetnega objekta in (3) izračun statično potresne analize predmetnega objekta z navedbo smernic za sanacijo oziroma potresno ojačanje objekta.

Obstoječo projektno in drugo obstoječo tehnično dokumentacijo o objektu je priskrbel naročnik, dejansko materialno tehnično stanje objekta smo določali predstavniki inštituta Igmt, statično potresno analizo objekta z navedbo možnih ojačitvenih ukrepov pa smo izvedli v sodelovanju s podizvajalcem Urbani Biro, d.o.o.

Statično potresna analiza predmetnega objekta je podana v ločenem poročilu podizvajalca Urbani Biro, d.o.o., ki je priloga temu poročilu.

Lokacija objekta je prikazana na sliki 1.1, pogled na objekt pa na sliki 1.2.



Slika 1-1 Lokacija objekta, Ministrstvo za finance (vir: www.google.com)



Slika 1-2 Pogled na objekt

1.2 Opis konstrukcijske zasnove obravnavanega dela objekta

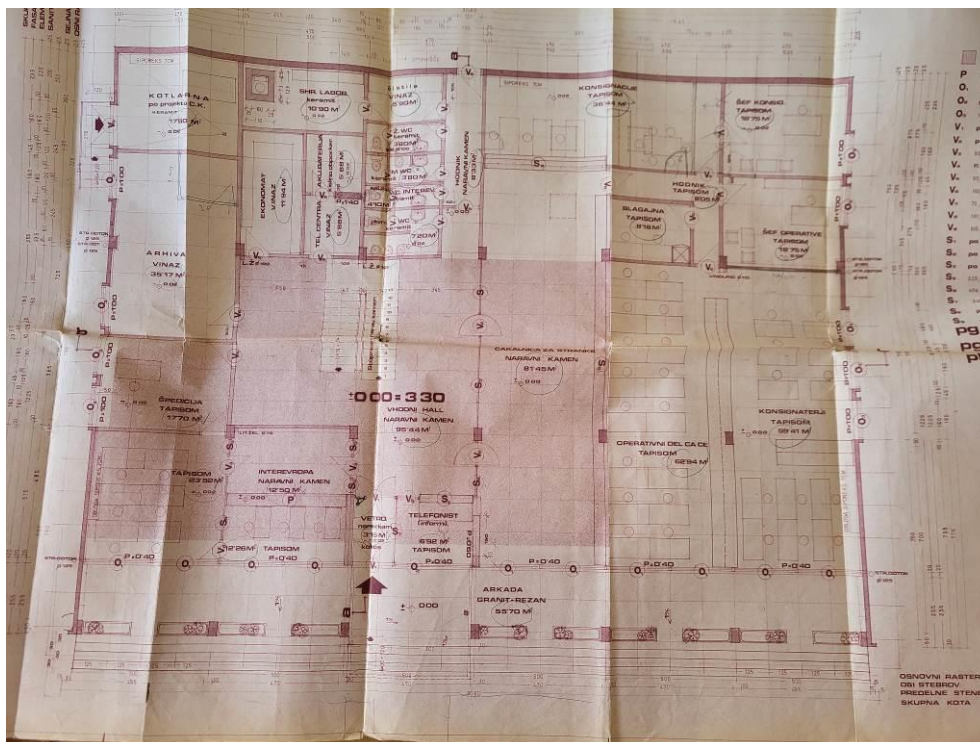
Opis konstrukcijske zasnove objekta, naveden v nadaljevanju tega poglavja je podan na podlagi izvedenega detajlnega pregleda in razpoložljive dokumentacije.

Objekt ima pritličje in dve nadstropji, pri čemer sta nadstropji tlorisno stopničasto zamaknjeni. Nosilna konstrukcija objekta je armiranobetonska (AB). Osnovne vertikalne konstrukcijske elemente predstavljajo armiranobetonski stebri in armiranobetonske stene. AB stebri so v nivoju stropnih konstrukcij, v vzdolžni smeri objekta povezani z AB nosilci dimenzij 30/60 cm (obodni) in 50/50 cm (srednji). AB stebri so dimenzij 30/50 cm, razporejeni so v treh vzdolžnih oseh, na medsebojnem rastru 5,0 x 7,5 m (osna razdalja). Zunanji fasadni stebri vzdolž glavne fasade so usmerjeni poševno tako, da so v spodnjih dveh etažah izmaknjeni izven območja stropnih konstrukcij in so s stropno konstrukcijo povezani le preko prečnih AB nosilcev dimenzije 30/50 cm, ki potekajo le do srednjih stebrov. Stebri so z nosilci povezani tudi v vzdolžni smeri. Zunanje fasadne prečne AB stene so debeline 15 cm, vzdolžna pritlična AB stena pa 30 cm.

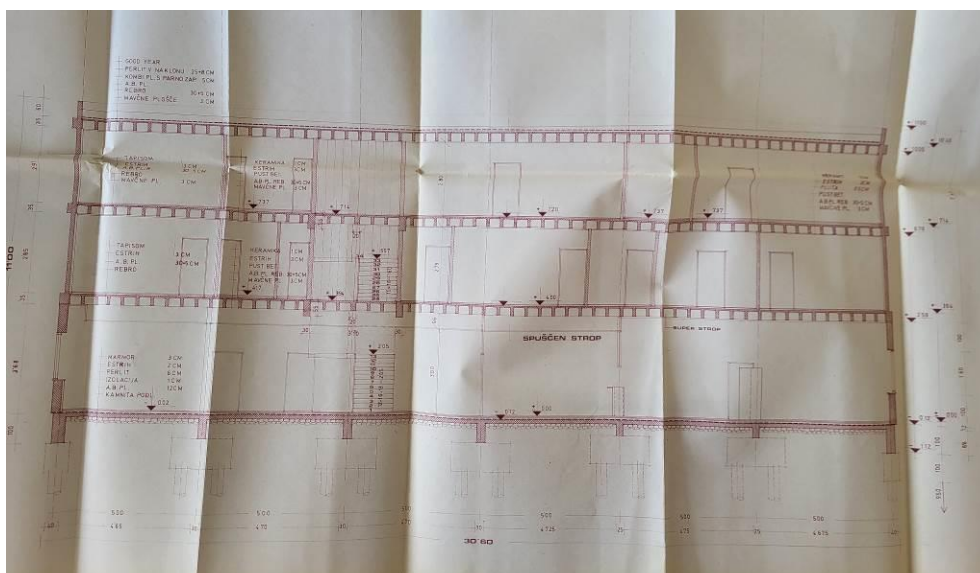
Stropne konstrukcije so rebričaste AB plošče z opečnimi vložki tipa »SUPER 30+5«. Rebra potekajo v prečni smeri objekta na razmiku cca 48 cm. Etažne višine znašajo 4,0 m v pritličju in 3,2 m v nadstropjih. Objekt ima ravno streho, pri čemer strešno nosilno konstrukcijo predstavlja rebričasta stropna konstrukcija stropa nad II. nadstropjem.

Temeljenje objekta je globoko in sicer na pilotih tipa »FRANKI« premera Φ 40 cm in globine 9,5 m, preko katerih so izvedeni temeljni nosilci.

Tloris pritličja ter prerez objekta prikazujeta Slika 1-3 in Slika 1-4.



Slika 1-3 Tloris pritličja objekta



Slika 1-4 Prerez objekta

1.3 Navedba in povzetek pridobljene projektne in tehnične dokumentacije

S strani naročnika smo pridobili dokaj obsežno projektno in drugo tehnično dokumentacijo o predmetnem objektu, ki smo jo uporabili za primerjavo dejanskega in v projektni dokumentaciji navedenega materialno tehničnega stanja objekta. Spodaj navajamo osnovno dokumentacijo o objektu, pridobljeno s strani naročnika:

- Interevropa Koper, Carinarnica Koper, GLAVNI PROJEKT, Invest biro Koper, št. Proj.: 73-70, odg. proj.: R.Kolenc, sep. 1974
- Interevropa Koper, Carinarnica Koper, GLAVNI PROJEKT, Invest biro Koper, št. Proj.: 70-120/2, odg. proj.: R.Kolenc, jan. 1973
- Poročilo o izvedbi preiskav, izdelavi statične in potresne analize obstoječe nosilne konstrukcijske zgradbe Carinskega urada Koper s študijo možnosti nadzidave zgradbe za eno etažo, ZRMK d.o.o., DN 2002592, nov. 2007

Povzetek bistvenih ugotovitev poročila ZRMK z naslovom "Poročilo o izvedbi preiskav, izdelavi statične in potresne analize obstoječe nosilne konstrukcijske zgradbe Carinskega urada Koper s študijo možnosti nadzidave zgradbe za eno etažo" je podan v nadaljevanju.

Namen analize je bil preveriti statično in potresno varnost objekta v primeru nadvišanja objekta za eno etažo. V ta namen je bil najprej analiziran objekt v obstoječem stanju, nato pa se je preverilo še vpliv izgradnje morebitne dodatne etaže na obnašanje objekta. Nadzidava zgradbe za eno etažo kasneje ni bila izvedena.

Iz predmetnega poročila izhajajo predvsem naslednje bistvene ugotovitve:

- AB stebri (sonde P-Z1, P-Z2, P-Z3 in II-Z2) so po večini armirani z glavno armaturo GA 4Φ22 mm in stremeni Φ8 mm /25-30cm. V območju vpetja stebrov ni zgoščitve stremen. Steber v I nadstropju (sonda I-Z1) je armiran z glavno armaturo GA 4Φ16 mm, kar je manj, kot je predvideno v projektu (4Φ20 mm)
- AB stene so na mestu sondiranja armirane dvostransko z vertikalno armaturo GA Φ12 mm /20-25 cm in horizontalno armaturo GA Φ8 mm /50-60 cm.
- V vzdolžnem nosilcu v II. nadstropju (sonde II-N1 in II-N2) so bile vgrajene rebraste palice RA Φ18 in gladke GA Φ22. Osnovni projekt sicer ne predvideva rebrastih palic. Stremensko armaturo sestavljajo stremena GA Φ8 /35 cm, ki ob podporah niso zgoščena.
- Stropna konstrukcija nad II. nadstropjem je rebričasta z opečnimi vložki. Rebra potekajo v prečni smeri objekta na razmiku cca 48 cm. Ugotovljena je bila vzdolžna armatura reber GA 2Φ12 mm, kar je manj, kot je predvideno v statičnem računu originalnega projekta, kjer je zahtevana armatura 7,4 cm/m² oziroma 3,5 cm² na rebro.

1.4 Struktura elaborata

Elaborat je vsebinsko smiselno strukturiran v več ločenih poglavij. Prvo poglavje je splošno in navaja osnovne podatke o naročilu, kratek opis konstrukcijske zasnove objekta, navedbo pridobljene projektne in druge tehnične dokumentacije z bistvenimi povzetki ter strukturo elaborata. V drugem poglavju opisujemo posamezne izvedene preiskave, potrebne za določitev dejanskega materialno tehničnega stanja objekta ter splošen opis metodologije izračuna statično potresne odpornosti objekta. V tretjem poglavju podajamo lokacije in rezultate izvedenih preiskav, potrebnih za določitev dejanskega materialno tehničnega stanja objekta, v četrtem poglavju pa povzetke izvedene statično potresne analize. V petem poglavju podajamo bistvene zaključke in ugotovitve, v zadnjem (šestem) poglavju pa predloge za statično potresno ojačitev predmetnega objekta.

Sestavni del tega poročila sta tudi dve prilogi, in sicer:

- Priloga 1: poročilo o statično potresni analizi predmetnega objekta (Urbani Biro, d.o.o.)
- Priloga 2: oznake lokacij posameznih izvedenih preiskav, potrebnih za določitev dejanskega materialno tehničnega stanja objekta

2 OPIS IZVEDENIH PREISKAV TER METODOLOGIJA IZRAČUNA STATIČNO POTRESNE ODPORNOSTI OBJEKTA

2.1 Opis posameznih izvedenih preiskav določitve dejanskega materialno tehničnega stanja objekta

2.1.1 Detajlni vizualni pregled objekta

Pred izvedbo posameznih preiskav smo izvedli detajlni vizualni pregled celotnega objekta z namenom identifikacije morebitnih poškodb posameznih konstrukcijskih elementov, ki bi nakazovale na zmanjšanje nosilnosti, stabilnosti in/ali trajnosti objekta oziroma katerega koli njegovega konstrukcijskega elementa. Izdelali smo fotodokumentacijo ugotovljenih poškodb. V sklopu pregleda smo v sodelovanju s podizvajalcem (Urbani Biro, d.o.o.) določili optimalna karakteristična mesta izvedbe posameznih terenskih preiskav, potrebnih za določitev dejanskega materialno tehničnega stanja objekta. Pri določitvi lokacij izvedenih preiskav smo upoštevali tudi lokacije, ki so bile preverjene v sklopu poročila, ki ga je izdelal ZRMK (poglavje 1.3).

Premirali smo osnovne dimenzije posameznih glavnih konstrukcijskih elementov in osnovno geometrijo objekta, za kar smo uporabili tračni meter in laserski merilec. Posebej smo locirali prostore, v katerih se nahaja težka obremenitev, npr. arhiv, knjižnica itd.

2.1.2 Določitev vgrajene armature v posameznih konstrukcijskih elementih

Dejansko armaturo, vgrajeno v posamezne konstrukcijske elemente smo določali z izvedbo globinskih sond ter z neporušno metodo skeniranja. V primeru izvajanja **globinskih sond** smo na posameznih karakterističnih mestih odstranili zaščitni sloj betona nad vgrajeno armaturo do globine armature, na ta način pa določili dejanski premer armature, vrsto armature (gladka (GA) ali rebrasta (RA) armatura) ter morebitno korozijo vgrajene armature. Pri izvajanju neporušnega skeniranja smo uporabili inštrumenta Hilti Ferrosan PS 250 in Hilti Ferrosan PS 1000, pri čemer smo izvajali dve metodi skeniranja. Z **metodo hitrega skeniranja** smo določili dejanski razpored posameznih armaturnih palic v posameznem konstrukcijskem elementu in debelino zaščitnega sloja betona nad armaturo, z **metodo detajlnega skeniranja** pa poleg omenjenih parametrov, določenih z metodo hitrega skeniranja še premer vgrajene armature. Ker je eksaktna določitev premera vgrajene armature z neporušno metodo skeniranja praktično nemogoča, smo ocenjen premer vgrajene armature podali s 95% intervalom zaupanja po Studentovi (T) porazdelitvi ter s povprečno vrednostjo premera armature, določene na podlagi več analiziranih točk na območju skeniranja.

Glede na čas gradnje smo v vseh primerih upoštevali, da je v AB elementih vgrajena armatura kvalitete $f_{yk} = 400$ Mpa (v primeru rebraste armature) in $f_{yk} = 240$ Mpa (v primeru gladke armature).

2.1.3 Neporušna preiskava tlačne trdnosti vgrajenega betona

S ciljem zajeti kar se da reprezentativno površino posameznega konstrukcijskega elementa je bila na več mestih tlačna trdnost in homogenost vgrajenega betona določena tudi neporušno z metodo sklerometričnega indeksa po standardu SIST EN 12504-2. Pri tej metodi merimo odboj posebnega kladivca od betonske površine in na osnovi statistične analize dobljenih rezultatov odboja ter ustreznih korelacijskih krivulj, ki jih predlaga proizvajalec naprave ocenimo tlačno trdnost betona na posameznem mestu. Za izvedbo preiskave je bil uporabljen sklerometer Proceq DIGI SCHMIDT 2000. Na vsakem mestu smo izvedli več serij udarcev. V vsaki seriji je deset udarcev. Rezultati so vrednoteni po posameznih mestih preiskave in nato združeni v oceno tlačne trdnosti vgrajenega betona posameznega konstrukcijskega elementa. Na podlagi dobljenih rezultatov smo ocenili trdnostni razred betona za posamezni konstrukcijski element. Morebitno delaminacijo krovnega sloja betona smo določali s klasično metodo pretrkavanja s kladivom.

2.2 Metodologija izračuna statično potresne analize

Statično in seizmično analizo smo izvedli z računalniškim programom Tower, verzija 8, podjetja Radimpex, ki deluje po metodi končnih elementov. Nosilne elemente modeliramo z linijskimi elementi (stebri, nosilci, pasovni temelji) ter ploskovnimi elementi (plošče, stene). Za namene statične in potresne analize izdelamo prostorski 3D model konstrukcije.

Za seizmično analizo uporabimo linearno dinamično (modalno) analizo s spektri odziva. **Rezultat statične in potresne analize (za ovojnico rezultatov) so notranje statične količine in potrebna armatura v posameznih nosilnih elementih za ovojnico merodajnih obtežnih kombinacij.** Ti rezultati so potrebni za preverjanje in dimenzioniranje konstrukcije v skladu z ustreznimi standardi in predpisi. Rezultat modalne analize so tudi etažni pomiki pri potresni obtežbi, ki so omejeni skladno s standardom in so običajno omejeni z odstotkom etažnih višin.

Nekateri bistveni vhodni podatki za statične in potresne analize so:

- obtežba na konstrukcijo, kot na primer; stalne obtežbe (sestave tlakov na nosilnih elementih, fasade, spuščeni stropovi, predelne stene, nasutja streh, ...), koristne obtežbe (upoštevamo koristno obtežbo za poslovno - pisarniško dejavnost, obtežba za vzdrževanje strehe, koristno obtežbo predelnih sten, v kolikor se upošteva kot koristna obtežba, ...), obtežba snega (odvisna od nadmorske višine in snežne cone objekta), obtežba vetra (odvisna od vetrne cone, geometrije objekta, okoliškega terena, ...), potresna obtežba (odvisna od potresne cone objekta, ki določa izhodiščni pospešek tal, tipa konstrukcije, faktorja obnašanja konstrukcije, tipa temeljnih tal, pomembnosti konstrukcije, ...), obtežbe zemljine na morebitne kletne stene, itd.,

- geometrija objekta (dimenzije prečnih prerezov, razponi, tipi vpetij, povezav, statični sistem, ...)
- materiali iz katerih je konstrukcija grajena (trdnostni razred betona, kvaliteta armature, kvaliteta jekla, ...).

3 LOKACIJE IN REZULTATI PREISKAV, POTREBNIH ZA DOLOČITEV DEJANSKEGA MATERIALNO TEHNIČNEGA STANJA OBJEKTA

3.1 Detajlni vizualni pregled objekta

Na predmetnem objektu smo zaznali nekaj pomembnejših poškodb (predvsem v obliki razpok), ki bi potencialno lahko ogrožale trajnost, nosilnost in/ali stabilnost predmetnega objekta oziroma posameznega nosilnega elementa. Izpostavljamo predvsem naslednje razpoke:

- horizontalne razpoke v vogalu stene na SV strani objekta na lokaciji L1 ($d=1\text{ mm}$)
- več vertikalnih razpok na SZ in JV fasadi ($d=0,2-0,5\text{ mm}$)
- vertikalne in horizontalne razpoke na nosilcu na SZ strani objekta ($d=0,5\text{ mm}$)
- razpokanost spodnje strani stebra na SZ strani objekta

Ugotovili smo, da se arhiv nahaja v pritličju objekta, in sicer na lokaciji L28.



Slika 3-1 Horizontalne razpoke na steni



Slika 3-2 Vertikalne razpoke na SZ fasadi



Slika 3-3 Vertikalne razpoke na JV fasadi



Slika 3-4 Vertikalne in horizontalne razpoke na nosilcu na SZ strani objekta



Slika 3-5 Razpoke na stebru na SZ strani objekta

3.2 AB STEBRI

3.2.1 Geometrijske karakteristike

Pred izvedbo posameznih preiskav smo preverili osnovne dimenzije prečnega prereza stebrov ter razmike med stebri, za kar smo uporabili laserski merilec in tračni meter. Dimenzija prečnega prereza vseh stebrov znaša 30/50 cm (vzdolžno/prečno), medsebojni svetli razmik med stebri pa 470 cm v vzdolžni smeri ter 700 cm v prečni smeri. **Izmerjene dimenzije so skladne s projektno dokumentacijo.**

3.2.2 Določitev vgrajene armature

Preglednica 3-1 prikazuje lokacije in rezultate izvedenih preiskav (sondaže, neporušno skeniranje) vgrajene armature v karakterističnih AB stebrih predmetnega objekta po posameznih etažah. Lokacije izvedenih preiskav so prikazane tudi v prilogi 1. Pomen oznak v preglednici 3-1 je sledeč:

a_{\max}	-	maksimalna debelina zaščitnega sloja betona na posameznem mestu
a_{\min}	-	minimalna debelina zaščitnega sloja betona na posameznem mestu
a_{povp}	-	povprečna debelina zaščitnega sloja betona na posameznem mestu
a_{stdev}	-	standardni odklon debeline zaščitnega sloja betona na posameznem mestu
L	-	ocenjen razmak med posameznimi armaturnimi palicami na posameznem mestu.
D	-	dolžina skeniranja na posameznem mestu
L_x	-	razdalja med posameznimi palicami v x smeri, določena z metodo detajlnega skeniranja
L_y	-	razdalja med posameznimi palicami v y smeri, določena z metodo detajlnega skeniranja
Φ_{povp}	-	povprečni premer armature, ocenjen z metodo detajlnega skeniranja
Φ_{int}	-	95% interval zaupanja premera armature, ocenjenega z metodo detajlnega skeniranja

Na podlagi rezultatov, prikazanih v preglednici 3-1 ocenjujemo, da je v preiskanih AB stebrih vgrajena sledeča armatura:

**- Glavna armatura¹: GA Φ 20-22, 2 kom po krajši stranici, nameščeni v vogalu
GA Φ 20-22, 2 kom po daljši stranici, nameščeni v vogalu
Skupaj 4x GA Φ 20-22. Povprečna debelina zaščitnega sloja
betona nad glavno armaturo stebrov znaša 42 mm**

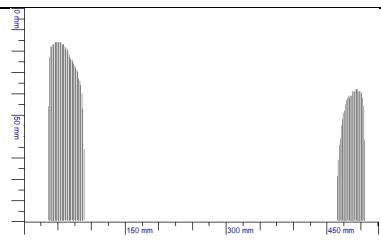
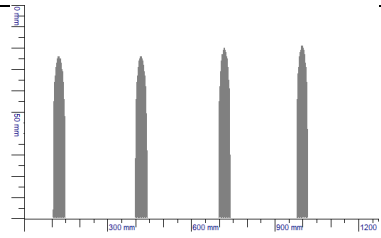
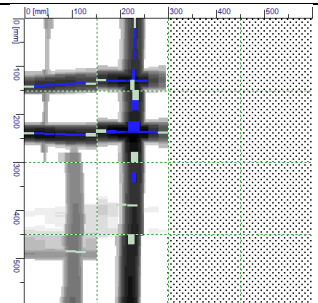
¹ Navedene so povprečne vrednosti armature, pri čemer 95% interval zaupanja, določen s Studentovo T porazdelitvijo znaša [17,23]

- Stremenska armatura²: $GA\Phi 8/28-33$ cm. Stremena so enakomerno razporejena po celotni višini stebra, brez zgostitev pri vrhu in dnu stebra. Povprečna debelina zaščitnega sloja betona nad stremensko armaturo znaša 36 mm. Razvidno je, da so stremena nameščena na zunanji strani armaturnega koša.

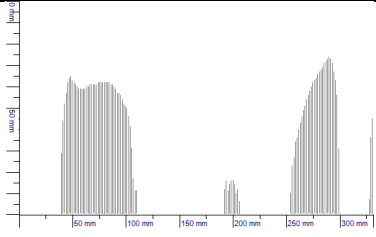
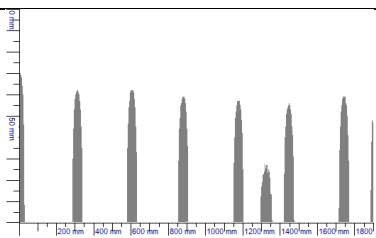
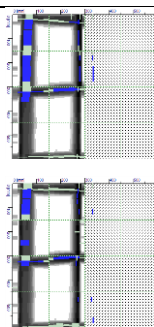
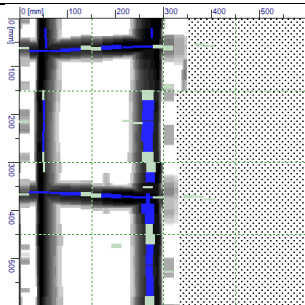
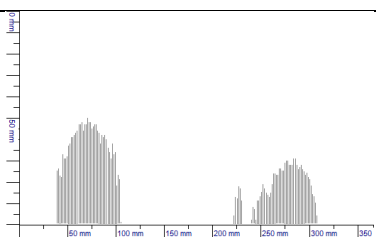
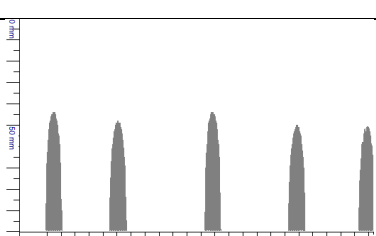
Rezultati preiskav vgrajene armature v stebrih se dobro ujemajo z rezultati, prikazanimi v poročilu ZRMK (poglavje 1.3). Glede na poročilo ZRMK (poglavje 1.3), se s projektno dokumentacijo ne ujema stebel v prvem nadstropju na lokaciji L18, ki je armiran z glavno armaturo $GA\ 4\Phi 16$.

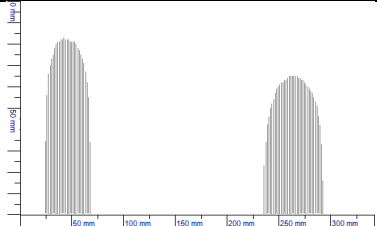
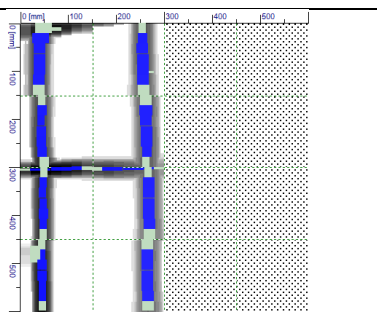
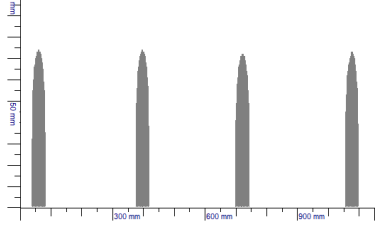
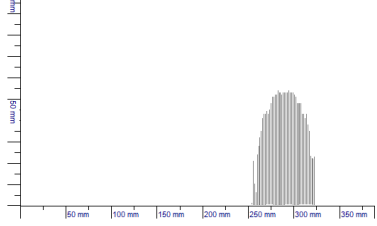
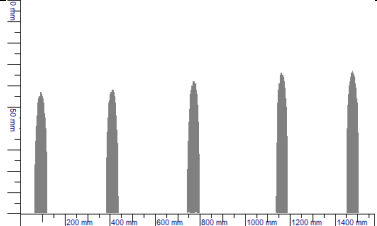
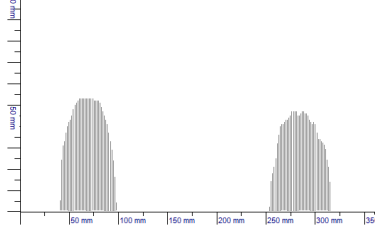
Na osnovi ugotovljenih rezultatov predlagamo, da se za notranje stebre v 1. nadstropju upošteva glavno armaturo $GA\ 4\Phi 16$, medtem ko se pri drugih stebrih upošteva glavno armaturo $GA\ 4\Phi 22$.

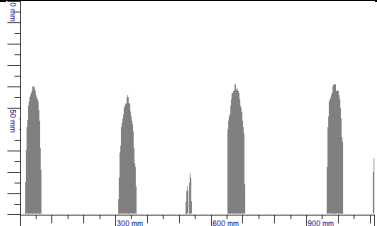
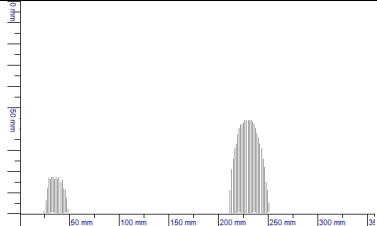
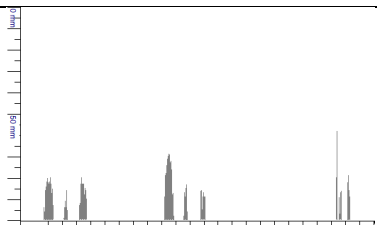
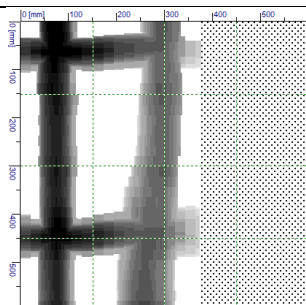
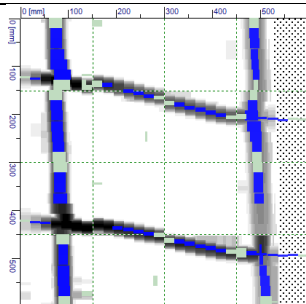
Preglednica 3-1 Lokacije in rezultati preiskav vgrajene armature v karakterističnih AB stebrih objekta

Oznaka lokacije	Vrsta preiskave	Vrsta armature	Slika armature	Rezultati (mm)
L2 (pritličje, notranji)	Hitri sken SK11	Glavna armatura, daljša stranica (50 cm)		$a_{\max} = 38$ $a_{\min} = 16$ $a_{\text{povp}} = 27$ $a_{\text{stdev}} = 16$ 2 kom $D = 526$
L2 (pritličje, notranji)	Hitri sken SK12	Stremenska armatura		$a_{\max} = 24$ $a_{\min} = 19$ $a_{\text{povp}} = 21$ $a_{\text{stdev}} = 3$ $L = 300$ $D = 1270$
L2 (pritličje, notranji)	Detajlni sken DSK3, daljša stranica			$L_x = 400$ $L_y = 250$ $\Phi_{\text{vovp}} = 20$ $\Phi_{\text{vint}} = [17,23]$ $\Phi_{\text{Hovp}} = 8$ $\Phi_{\text{Hint}} = [7,9]$

² Navedene so povprečne vrednosti armature, pri čemer 95% interval zaupanja, določen s Studentovo T porazdelitvijo znaša [7,9]

L3 (pritličje, notranji)	Hitri sken SK13	Glavna armatura, krajša stranica (30 cm)		$a_{\max} = 55$ $a_{\min} = 26$ $a_{\text{povp}} = 38$ $a_{\text{stdev}} = 15$ 2 kom $D = 331$
L3 (pritličje, notranji)	Hitri sken SK12	Stremenska armatura		$a_{\max} = 73$ $a_{\min} = 30$ $a_{\text{povp}} = 44$ $a_{\text{stdev}} = 12$ $L = 280$ $D = 1899$
L3 (pritličje, notranji)	Detajlni sken DSK4, DSK5, krajša stranica			$L_x = 200$ $L_y = 300$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 20$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [17,23]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 8$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [7,9]$
L9 (pritličje, notranji)	Detajlni sken DSK6, krajša stranica			$L_x = 200$ $L_y = 300$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 20$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [18,22]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 7$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [6,8]$
L4 (prvo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK15	Glavna armatura, krajša stranica (30 cm)		$a_{\max} = 82$ $a_{\min} = 50$ $a_{\text{povp}} = 67$ $a_{\text{stdev}} = 16$ 2 kom $D = 366$
L4 (prvo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK16	Stremenska armatura		$a_{\max} = 51$ $a_{\min} = 44$ $a_{\text{povp}} = 47$ $a_{\text{stdev}} = 3$ $L = 280$ $D = 1266$

L5 (prvo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK17	Glavna armatura, krajša stranica (30 cm)		$a_{\max} = 35$ $a_{\min} = 17$ $a_{\text{povp}} = 26$ $a_{\text{stdev}} = 13$ 2 kom $D = 342$
L5 (prvo nadstropje, zunanji)	Detajlni sken DSK7, krajša stranica			$L_x = 200$ $L_y = 300$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 22$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [21, 23]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 7$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [6, 8]$
L5 (prvo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK18	Stremenska armatura		$a_{\max} = 28$ $a_{\min} = 26$ $a_{\text{povp}} = 26$ $a_{\text{stdev}} = 1$ $L = 330$ $D = 1149$
L6 (drugo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK21	Glavna armatura, krajša stranica (30 cm)		$a_{\max} = 46$ $a_{\min} = 46$ $a_{\text{povp}} = 46$ $a_{\text{stdev}} = 0$ 1 kom $D = 388$
L6 (drugo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK22	Stremenska armatura		$a_{\max} = 43$ $a_{\min} = 33$ $a_{\text{povp}} = 38$ $a_{\text{stdev}} = 5$ $L = 330$ $D = 1573$
L7 (drugo nadstropje, notranji)	Hitri sken SK24	Glavna armatura, krajša stranica (30 cm)		$a_{\max} = 53$ $a_{\min} = 47$ $a_{\text{povp}} = 50$ $a_{\text{stdev}} = 4$ 2 kom $D = 360$

L7 (drugo nadstropje, notranji)	Hitri sken SK25	Stremenska armatura		$a_{\max} = 44$ $a_{\min} = 39$ $a_{\text{povp}} = 40$ $a_{\text{stdev}} = 2$ $L = 300$ $D = 1113$
L8 (drugo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK26	Glavna armatura, krajša stranica (30 cm)		$a_{\max} = 83$ $a_{\min} = 56$ $a_{\text{povp}} = 69$ $a_{\text{stdev}} = 19$ 2 kom $D = 357$
L8 (drugo nadstropje, zunanji)	Hitri sken SK27	Stremenska armatura		$a_{\max} = 86$ $a_{\min} = 58$ $a_{\text{povp}} = 78$ $a_{\text{stdev}} = 9$ $L = -$ $D = 1252$
L10 (drugo nadstropje, notranji)	Detajlni sken DSK10, krajša stranica			$L_x = 200$ $L_y = 350$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 20$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [18,22]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 9$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [8,10]$
L11 (pritličje, zunanji)	Detajlni sken DSK12, daljša stranica			$L_x = 400$ $L_y = 300$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 22$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [20,24]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 8$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [7,9]$

3.2.3 Tlačna trdnost betona

Preglednica 3-2 prikazuje lokacije in rezultate izvedenih preiskav tlačne trdnosti vgrajenega betona v karakterističnih AB stebrih predmetnega objekta po posameznih etažah. Lokacije izvedenih preiskav so prikazane tudi v prilogi 1. Za vse kontrolirane AB stebre znaša tlačna trdnost v povprečju 45,3 MPa s

standardnim odklonom posameznih meritev 7,7 MPa. Maksimalna tlačna trdnost betona znaša 65,5 MPa, minimalna pa 31,5 MPa.

Na podlagi ugotovljenih rezultatov predlagamo, da se za trdnosti razred betona stebrov v pritličju upošteva trdnosti razred C25/30, v ostalih etažah pa C20/25 skladno s standardom SIST EN 206.

Preglednica 3-2 Lokacije in rezultati preiskav tlačne trdnosti betona v karakterističnih AB stebrih objekta

Preiskava	Izmerjena TT [MPa]	Izmerjena St. dev. [MPa]	Lokacija preiskave
SKL1	31,5	5,5	Steber na lokaciji L12
SKL2	32,0	2,8	Steber na lokaciji L12
SKL3	34,5	7,3	Steber na lokaciji L13
SKL4	34,0	10,0	Steber na lokaciji L13
SKL13	54,5	8,8	Steber na lokaciji L14
SKL14	55,5	9,0	Steber na lokaciji L14
SKL15	62,5	9,3	Steber na lokaciji L15
SKL16	57,5	8,5	Steber na lokaciji L15
MIN:	31,5	2,8	
MAX:	65,5	10,0	
POVPR:	45,3	7,7	

3.3 AB STENE

3.3.1 Geometrijske karakteristike

Pred izvedbo posameznih preiskav smo preverili osnovne dimenzije betonskih sten, za kar smo uporabili laserski merilec in tračni meter. Fasadne prečne AB stene so debeline 15 cm, vzdolžna pritlična AB stena pa 30 cm (povzeto po poročilu ZRMK).

Dodatno smo na nekaj mestih izvedli manjše sondaže notranjih sten z namenom ugotoviti vrsto teh sten. Ugotavljamo, da so notranje stene v vseh preiskanih primerih zidane (opečne).

3.3.2 Določitev vgrajene armature

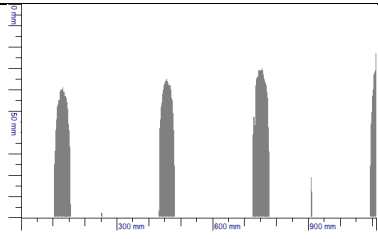
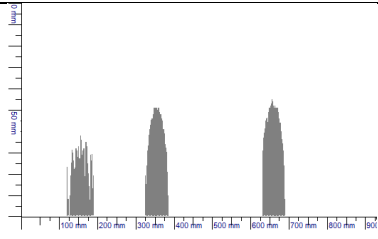
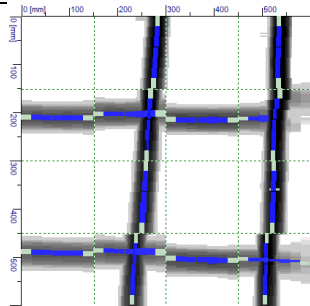
Preglednica 3-3 prikazuje lokacije in rezultate izvedenih preiskav (neporušno skeniranje) vgrajene armature v karakterističnih AB stenah predmetnega objekta po posameznih etažah. Lokacije izvedenih preiskav so prikazane tudi v prilogi 1. Pomen oznak v preglednici 3-3 je enak kot v poglavju 3.2.2.

Na podlagi rezultatov, prikazanih v preglednici 3-3 ocenjujemo, da je v zunanjih stenah vgrajena sledeča armatura:

- Vertikalna armatura³: $\Phi 12/20-30$ cm
- Horizontalna armatura⁴: $\Phi 10/50$ cm

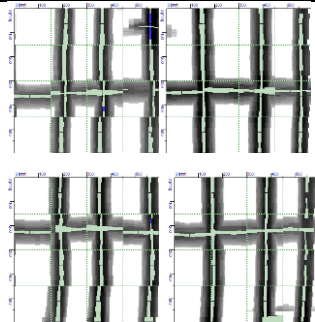




Rezultati preiskav vgrajene armature v stenah so podobni rezultatom, prikazanim v poročilu ZRMK (poglavje 1.3).

Preglednica 3-3 Lokacije in rezultati preiskav vgrajene armature v karakterističnih AB stenah objekta

Oznaka lokacije	Vrsta preiskave	Vrsta armature	Slika armature	Rezultati (mm)
L16 (pritliče notranja stena)	Hitri sken SK3	Vertikalna armatura		$a_{\max} = 39$ $a_{\min} = 23$ $a_{\text{povp}} = 31$ $a_{\text{stdev}} = 7$ $L = 300$ $D = 1113$
L16 (pritliče notranja stena)	Hitri sken SK4	Horizontalna armatura		$a_{\max} = 62$ $a_{\min} = 45$ $a_{\text{povp}} = 52$ $a_{\text{stdev}} = 9$ $L = 200-300$ $D = 1113$
L16 (pritliče notranja stena)	Detajlni sken DSK2			$L_x = 200$ $L_y = 300$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 11$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [10,12]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 11$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [10,12]$

³ Navedene so povprečne vrednosti armature, pri čemer 95% interval zaupanja, določen s Studentovo T porazdelitvijo znaša [10,14]

⁴ Navedene so povprečne vrednosti armature, pri čemer 95% interval zaupanja, določen s Studentovo T porazdelitvijo znaša [8,12]

L17 (pritličje zunanja stena)	Detajlni sken DSK13 – DSK16			$L_x = 200$ $L_y = -$ $\Phi_{v_{povp}} = 12$ $\Phi_{v_{int}} = [10,14]$ $\Phi_{H_{povp}} = 10$ $\Phi_{Hint} = [8,12]$
L19 (pritličje zunanja stena)	Sondaža S3			AB stena
L20 (pritličje notranja opečna stena)	Sondaža S2			Opečna stena, brez vgrajene armature
L21 (pritličje notranja opečna stena)	Sondaža S1			Opečna stena, brez vgrajene armature (luknje vzdolž stene)
L22 (pritličje, notranja stena pod stopnicami)	Sondaža S4			AB stena

3.3.3 Tlačna trdnost betona

Preglednica 3-4 prikazuje lokacije in rezultate izvedenih preiskav tlačne trdnosti vgrajenega betona v karakterističnih AB stenah predmetnega objekta po posameznih etažah. Lokacije izvedenih preiskav so prikazane tudi v prilogi 1. Za vse kontrolirane AB stene znaša tlačna trdnost v povprečju 35,8 MPa.

Na podlagi ugotovljenih rezultatov predlagamo, da se za trdnosti razred betona sten upošteva trdnosti razred C25/30 skladno s standardom SIST EN 206.

Preglednica 3-4 Lokacije in rezultati preiskav tlačne trdnosti betona v karakterističnih AB stenah objekta

Preiskava	Izmerjena TT [MPa]	Izmerjena St. dev. [MPa]	Lokacija preiskave
SKL11	37,0	11	Stena na lokaciji L17
SKL12	34,5	12	Stena na lokaciji L17
POVPR:	35,8	11,5	

3.4 MEDETAŽNE KONSTRUKCIJE

3.4.1 Geometrijske karakteristike

Stropne konstrukcije so rebričaste AB plošče z opečnimi vložki tipa »SUPER 30+5«. Rebra potekajo v prečni smeri objekta z osnim razmakom cca 48 cm. AB nosilci potekajo v vzdolžni smeri objekta, dimenzija je 30/60 cm (obodni) in 50/50 cm (srednji). V prečni smeri so AB nosilci dimenzij 30/50 cm in potekajo le do srednjih stebrov.

3.4.2 Določitev vgrajene armature

Preglednica 3-5 prikazuje lokacije in rezultate izvedenih preiskav (sondaže, neporušno skeniranje) vgrajene armature v karakterističnih medetažnih konstrukcijah objekta po posameznih etažah. Lokacije izvedenih preiskav so prikazane tudi v prilogi 1. Pomen oznak v preglednici 3-5 je enak kot v poglavju 3.2.2.

AB NOSILCI

Iz rezultatov, prikazanih v preglednici 3-5 je razvidno, da je v AB nosilcih vgrajena sledeča armatura:

- Na spodnji strani 4 vzdolžne palice $\Phi 18-22$ mm (Φ – poročilo ZRMK).
Povprečna debelina zaščitnega sloja betona nad glavno armaturo nosilcev znaša 30 mm.
- stremenska armatura $\Phi 8$ mm z razmaki 30 cm
Povprečna debelina zaščitnega sloja betona nad stremensko armaturo nosilcev znaša 32 mm.

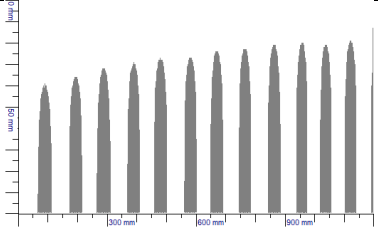
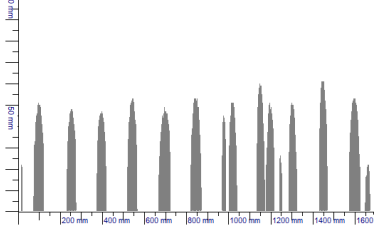
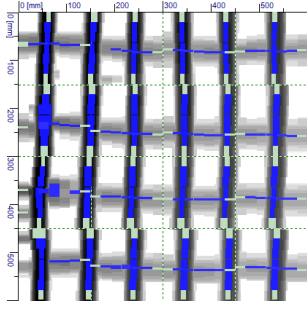
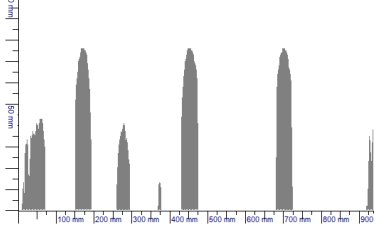
STREŠNA STROPNA KONSTRUKCIJA

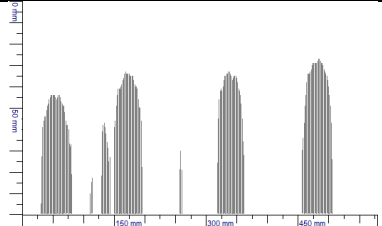
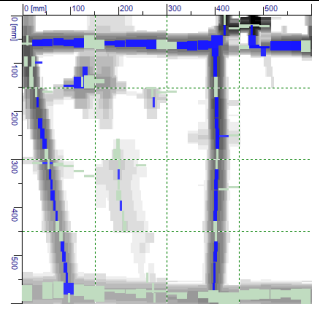
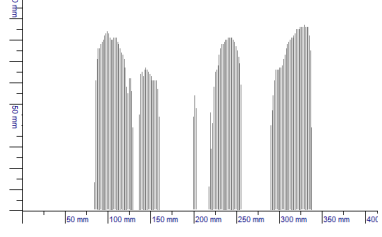
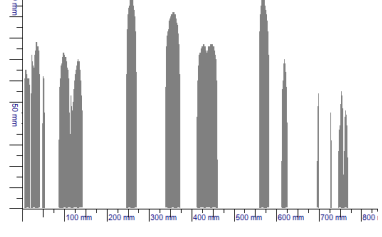
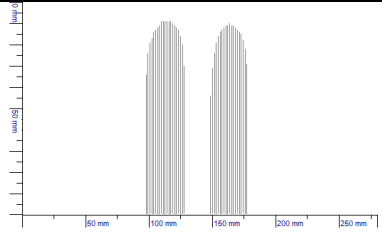
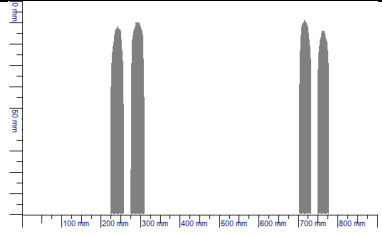
Vgrajena je glavna armatura (sonda II-S1, poročilo ZRMK) reber GA $2\Phi 12$ mm, pri čemer so rebra nameščena v prečni smeri na razmaku cca 48-50 cm. Strižna armatura reber je GA $\Phi 6/60$ mm.

ETAŽNA STROPNA KONSTRUKCIJA

Ugotovljena je bila glavna armatura (sonda S5) reber GA 2Φ12 mm, pri čemer so rebra nameščena v prečni smeri na razmaku cca 48-50 cm. Strižna armatura reber je GA Φ6/60 mm.

Preglednica 3-5 Lokacije in rezultati preiskav vgrajene armature v karakterističnih medetažnih konstrukcijah objekta

Oznaka lokacije	Vrsta preiskave	Vrsta armature	Slika armature	Rezultati (mm)
STOPNIŠČE				
L23 (stopniščna rama iz pritličja)	Hitri sken SK5	Vzdolžna armatura		$a_{\max} = 39$ $a_{\min} = 13$ $a_{\text{povp}} = 25$ $a_{\text{stdev}} = 7$ $L = 100$ $D = 1197$
L23 (stopniščna rama iz pritličja)	Hitri sken SK6	Prečna armatura		$a_{\max} = 55$ $a_{\min} = 39$ $a_{\text{povp}} = 48$ $a_{\text{stdev}} = 5$ $L = 150$ $D = 1686$
L23 (stopniščna rama iz pritličja)	Detajlni sken DSK1			$L_x = 100$ $L_y = 150$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 13$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [12, 14]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 6$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [6, 6]$
NOSILCI				
L24 (pritličje)	Hitri sken SK2	Stremenska armatura		$a_{\max} = 62$ $a_{\min} = 24$ $a_{\text{povp}} = 41$ $a_{\text{stdev}} = 19$ $L = 300$ $D = 937$

L24 (pritličje)	Hitri sken SK1	Glavna armatura		$a_{\max} = 44$ $a_{\min} = 27$ $a_{\text{povp}} = 34$ $a_{\text{stdev}} = 7$ 4 kom $D = 579$
L25 (prvo nadstropje)	Detajlni sken DSK8	S strani		$L_x = 300$ $L_y = 500$ $\Phi_{V_{\text{povp}}} = 8$ $\Phi_{V_{\text{int}}} = [7,9]$ $\Phi_{H_{\text{povp}}} = 21$ $\Phi_{H_{\text{int}}} = [19,23]$
L26 (pritličje)	Hitri sken SK9	Glavna armatura		$a_{\max} = 46$ $a_{\min} = 13$ $a_{\text{povp}} = 25$ $a_{\text{stdev}} = 14$ 4 kom $D = 414$
L26 (pritličje)	Hitri sken SK10	Stremenska armatura 40 cm		$a_{\max} = 46$ $a_{\min} = 0$ $a_{\text{povp}} = 23$ $a_{\text{stdev}} = 17$ $L = -$ $D = 837$
PLOŠČE				
L27 (pritličje)	Hitri sken SK7	Vzdolžna armatura, rebro		$a_{\max} = 10$ $a_{\min} = 9$ $a_{\text{povp}} = 9$ $a_{\text{stdev}} = 1$ 2 kom $D = 280$
L27 (pritličje)	Hitri sken SK8	Vzdolžna armatura, čez dva rebra		$a_{\max} = 14$ $a_{\min} = 9$ $a_{\text{povp}} = 11$ $a_{\text{stdev}} = 2$ 4 kom $D = 900$

L27 (pritliče)	Sondaža S5	Vzdolžna armatura		Vzdolžna armatura: GA12 Brez korozije
-------------------	------------	----------------------	--	---

3.4.3 Tlačna trdnost betona

Preglednica 3-6 in 3-7 prikazujeta lokacije in rezultate izvedenih preiskav tlačne trdnosti vgrajenega betona v karakterističnih AB nosilcih in stropnih konstrukcijah predmetnega objekta po posameznih etažah. Lokacije izvedenih preiskav so prikazane tudi v prilogi 1. Tlačna trdnost za vse kontrolirane stropne konstrukcije znašajo v povprečju 33,9 MPa s standardnim odklonom posameznih meritev 10,8 MPa.

Na podlagi ugotovljenih rezultatov predlagamo, da se za trdnostni razred betona stropnih konstrukcij upošteva trdnostni razred C20/25 skladno s standardom SIST EN 206.

Preglednica 3-6 Lokacije in rezultati preiskav tlačne trdnosti betona v karakterističnih AB nosilcih objekta

Preiskava	Izmerjena TT [MPa]	Izmerjena St. dev. [MPa]	Lokacija preiskave
SKL7	29,5	13,5	Nosilec na lokaciji L27
SKL8	28,0	10,5	Nosilec na lokaciji L27
POVPR:	28,8	12	

Preglednica 3-7 Lokacije in rezultati preiskav tlačne trdnosti betona v karakterističnih stropnih konstrukcijah objekta

Preiskava	Izmerjena TT [MPa]	Izmerjena St. dev. [MPa]	Lokacija preiskave
SKL5	38,5	12,0	Strop na lokaciji L29
SKL6	33,0	12,0	Strop na lokaciji L29
SKL9	35,0	9,5	Strop na lokaciji L27
SKL10	29,0	9,5	Strop na lokaciji L27
MIN:	29,0	9,5	
MAX:	38,5	12,0	
POVPR:	33,9	10,8	

4 STATIČNO POTRESNA ANALIZA OBJEKTA – POVZETEK REZULTATOV

4.1 Splošno

Celoten statično potresni izračun predmetnega objekta, izveden na podlagi rezultatov preiskav dejanskega materialno tehničnega stanja objekta (prejšnja poglavja) je prikazan v prilogi tega poročila. V nadaljevanju navajamo bistvene povzetke in ugotovitve izvedene statično potresne analize.

4.2 Upoštevane obtežbe

4.2.1 Stalna obtežba etažne konstrukcije

Upoštevana je bila stalna obtežba stropnih konstrukcij naslednje velikosti:

- | | |
|---|-----------------------|
| - Finalni tlak (tapisom, keramika) | 25 kg/m ² |
| - Estrih cca 3 cm | 75 kg/m ² |
| - TI (zvočna izolacija, kamena volna Tervol) | 5 kg/m ² |
| - Monta strop 30+5 cm, e=48 cm, b _f =8 cm, | 340 kg/m ² |
| - Spuščen strop (mavčno kartonasti) | 60 kg/m ² |

Skupaj: 505 kg/m²

4.2.2 Stalna obtežba strešne konstrukcije

Upoštevana je bila stalna obtežba stropnih konstrukcij naslednje velikosti:

- | | |
|---|-----------------------|
| - Finalni tlak (guma) | 10 kg/m ² |
| - Perlit v naklonu 8-25 cm | 125 kg/m ² |
| - TI (zvočna izolacija, kamena volna Tervol) | 5 kg/m ² |
| - Monta strop 30+5 cm, e=48 cm, b _f =8 cm, | 340 kg/m ² |
| - Spuščen strop (mavčno kartonasti) | 60 kg/m ² |

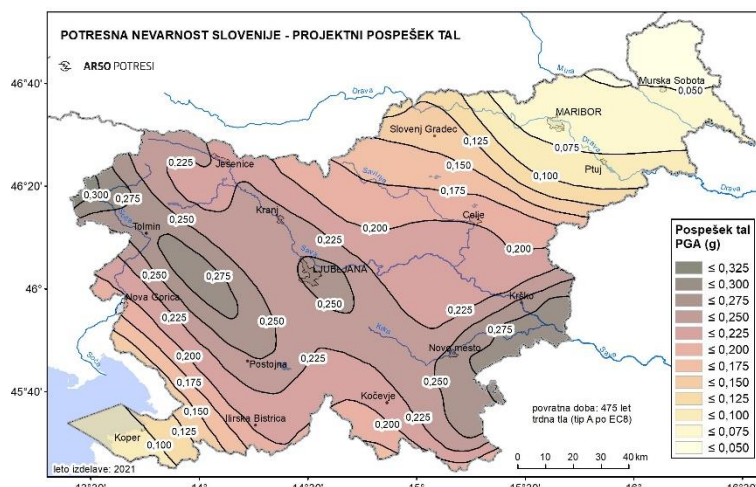
Skupaj: 555 kg/m²

4.2.3 Koristna obtežba

Upoštevana je bila koristna obtežba stropne konstrukcije naslednje velikosti: **3.0 kN/m²**

4.2.4 Potresna obtežba

Upoštevani je bil projektni pospešek tal za Koper po naslednji skici (faktor tal B):



Slika 4.1: Projektni pospešek temeljnih tal »tipa A« za področje Slovenije (potres s povratno dobo 475 let).

4.3 Povzetek rezultatov

4.3.1 Horizontalni nosilni elementi

Rezultati analize za mejno stanje nosilnosti kažejo na **mejno armaturo za horizontalne elemente – monta nosilce strešne plošče**, ponekod je armatura nezadostna za cca 18%.

Računsko potrebna armatura je na nekaterih segmentih večja od dejansko vgrajene. Stanje sicer ni kritično (glede na poškodbe in deformacije), vendar se predlaga ojačitev nosilcev ob ojačitvi objekta, do takrat pa uporaba prostorov z zmanjšano obtežbo. To pomeni, da je kopičenje dodatnega pisarniškega materiala prepovedano.

Armaturo v **vzdolžnih nosilcih**, ki nosijo monta strop je povečini ustrezna, razen **strižne armature, ki je nezadostna**.

4.3.2 Vertikalni nosilni elementi

Armiranobetonske stene so šibko armirane v horizontalni smeri, kjer je manjkajoče armature cca **100 %**. Tudi sama debelina sten je vprašljiva zaradi izvedbe in zaščite armature v okolju, kjer se nahaja. **Stebri** so armirani z **zadostno armaturo v pritličju** in z **neustrezno armaturo v I. nadstropju**, kjer je armature **35 % oz. 100 % premalo**.

5 ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE

Skladno z naročilom s strani naročnika "RS, Ministrstvo za javno upravo" (pogodba navedena na naslovnici tega elaborata) smo v obdobju januar-junij 2023 izvajali statično potresno analizo objekta na naslovu Vojkovo nabrežje 36 v Kopru. V nadaljevanju podajamo nekatere bistvene zaključke, ugotovljene na podlagi izvedenih aktivnosti, prikazanih v tem poročilu:

- Nosilnost horizontalnih etažnih konstrukcij (AB plošč in nosilcev) je računsko ponekod ustrezna, ponekod pa neustrezna, ob tem, da smo poleg rezultatov raziskav upoštevali še armaturo, ugotovljeno s strani podjetja ZRMK. Potrebno je ohraniti obstoječe sestave tlakov oziroma v primeru menjave sestave tlakov stropne konstrukcije razbremeniti na način, da se vgrajeni estrihi nadomesti z lažjim materialom. AB nosilci, ki so prečno na monta-strop so zadostno armirani v vzdolžni smeri ampak premalo strižno armirani.
- Objekt izkazuje nezadostno potresno odpornost predvsem iz vidika vertikalnih nosilnih elementov (prečnih sten), saj je računsko potrebna armatura v stenah večja od dejansko vgrajene (predvsem v horizontalni smeri) ugotovljene na podlagi izvedenih preiskav materialno tehničnega stanja.
- Armaturo v stebrih je ponekod manjša od preostalih stebrov, predvsem to velja za prvo nadstropje, kjer se je zaradi manjše armature privzelo, da so vsi stebri manj armirani od preostalih. Armaturo je premajhna glede na računsko potrebno.
- Objekt sicer ne izkazuje bistvenih poškodb, ki bi izkazovale ogroženost pri uporabi objekta.

6 PREDLOGI STATIČNO POTRESNE OJAČITVE PREDMETNEGA OBJEKTA

Glede na rezultate izvedenih preiskav dejanskega materialno tehničnega stanja predmetnega objekta ter rezultate izvedene statično-potresne analize predmetnega objekta predlagamo, da se na objektu izvedejo najmanj naslednji ojačitveni ukrepi:

- SAN1:** Ojačitev stebrov v prvem nadstropju na primer s karbonskimi lamelami in tkaninami, ki bodo nadomeščale manjkajočo glavno (vzdolžno) in stremensko armaturo,
- SAN2:** ojačitev zunanjih prečnih sten z dobetoniranjem
- SAN3:** razbremenitev koristne (stalne) obtežbe plošč oziroma izogibanje dodatnega obremenjevanja
- SAN4:** strižna ojačitev nosilcev etažnih konstrukcij,
- SAN5:** sanacija ugotovljenih razpok na glavnih konstrukcijskih elementih po metodi injektiranja.

Sanacija nezadostne količine vgrajene armature v stebrih 1. nadstropja (SAN1) se lahko izvede z lepljenjem karbonskih produktov, npr. karbonskih lamel (za nadomestitev glavne armature) in karbonskih tkanin (za nadomestitev stremenske armature). V primeru sanacije je potrebno zagotoviti ustreznost betonskih površin, na katere se bodo nanašala (lepila) karbonske ojačitve. **Potrebno je upoštevati tehnična navodila proizvajalca sistemov za konstrukcijska ojačenja.** Strošek omenjenega posega skupaj z gradbenimi deli ocenjujemo na cca. 120.000,00 EUR. Za natančnejšo analizo stroškov je potrebno izdelati natančen popis del, ki je mora biti del projektne dokumentacije za izvedbo PZI.

Za primer lepljenja karbonskih lamel, ki se nameščajo predvsem za nadomeščanje manjkajoče vzdolžne armature, je potrebno zagotoviti:

- Ravnost podlage v ustreznih tolerancah, ki so vezane na komercialno dosegljiv produkt (npr. 5 mm / 2 m in 1 mm / 30 cm),
- Ustrezno temperaturo podlage, temperaturo substrata in zračno vlažnost,
- Ustrezno odtržno trdnost podlage (tipično vsaj 1,5 MPa),
- Potrebno je zagotavljanje ustreznih delovnih pogojev, čistoče površin, idr.

V primeru lepljenja karbonskih tkanin, ki se nameščajo predvsem za nadomeščanje manjkajoče strižne armature, je potrebno zagotoviti:

- Ustrezno temperaturo podlage, temperaturo substrata in zračno vlažnost,
- Ustrezno odtržno trdnost substrata (tipično vsaj 1,0 MPa),
- Potrebno je zagotavljanje ustreznih delovnih pogojev, čistoče površin, idr.

Ojačitev prečnih zunanjih sten (SAN2) naj se izvede z obbetoniranjem obstoječe stene, ki se jo enostransko opaži. Predlaga se dobetoniranje v širini 15 cm z nameščeno ustrezno dvostransko armaturo, t.j. tako, da bo skupna debelina AB sloja ojačane stene znašala $d=30$ cm. Manjšo armaturno mrežo se nasloni ob obstoječo steno, glavno pa na zunanji rob. Potrebno je zagotoviti ustrezno prijemnost novega in starega dela stene, npr. z namestitvijo sider (vrsto in število sider določi projektant v fazi PZI). Priporoča se tudi ustrezno obbetoniranje temeljev pod novim delom stene, poleg dodatne mase tudi zaradi povečane potresne obremenitve na te linije. Ocenjuje se, da je za omenjena dela potrebno nameniti cca. 65.000,00 EUR. Strošek ne vsebuje izdelave fasade in novega toplotnega ovoja zgradbe.

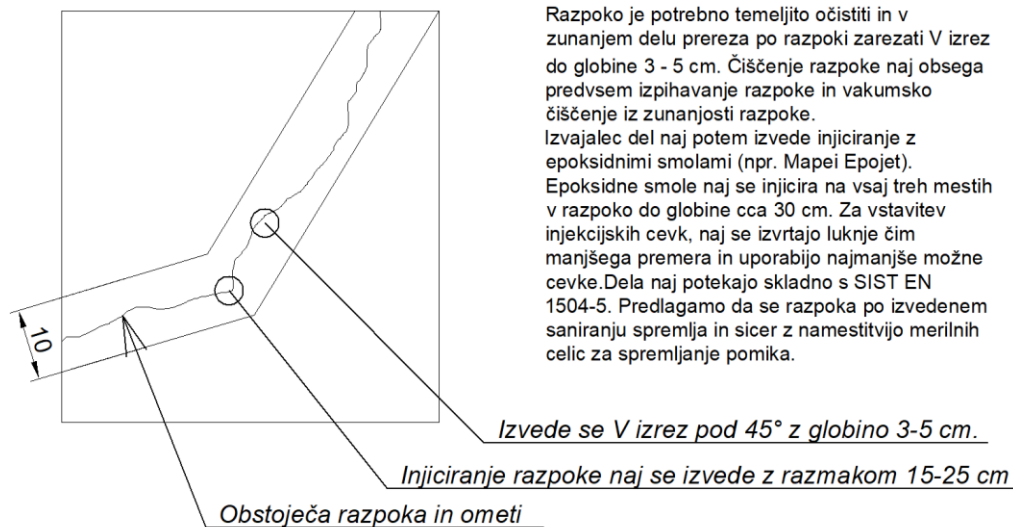
Razbremenitev obtežbe medetažnih konstrukcij oziroma izogibanje dodatne obremenitve (SAN3) pomeni predvsem uporabo prostorov na način, da se ne kopiči arhiv in/ali druga težka obremenitev v zgornjih nadstropjih. V primeru menjave tlakov se ne priporoča izdelave dodatnega estriha ter izravnalnih mas na obstoječe tlake, ampak je potrebno obstoječi tlak odstraniti in ga nadomestiti z novim, po možnosti lažjim materialom.

Strižna ojačitev nosilcev etažnih konstrukcij (SAN4) se lahko izvede podobno kot strižna ojačitev stebrov, t.j. z namestitvijo karbonskih trakov. Ocenjuje se, da je za omenjena dela potrebno nameniti cca. 50.000,00 EUR. Strošek ne vsebuje izdelavo fasade in novega toplotnega ovoja zgradbe.

Sanacija razpok (SAN5) se izvede po postopku, kot ga prikazuje slika v nadaljevanju. Predvidena dela za sanacijo razpok so prikazana opisno in slikovno. Ocenjujemo, da je za omenjena dela potrebno nameniti cca. 20.000,00 EUR. Predlagamo da se razpoka po izvedenem saniranju spremlja z namestitvijo merilnih celic za spremljanje pomika na mestu sanirane razpoke. Na ta način bo možno pravočasno ukrepanje v primeru morebitnega ponovnega odpiranja oziroma širjenja sanirane razpoke.

Skupni ocenjeni stroški predlaganih sanacijskih oziroma ojačitvenih del bi tako glede na trenutne cene na trgu ocenili na cca 255.000 EUR. Ob upoštevanju nepredvidenih del katerih potrebnost se pokaže ob sami izvedbi sanacije, bi stroške ocenili na 280.000 EUR.

Višina stroškov potrebnih za statično sanacije objekta je ocenjena na 280.000 € (brez DDV). Za natančnejšo analizo stroškov predlaganih sanacijskih ukrepov je potrebno izdelati dokumentacijo PZI. Natančna višina potrebne investicije bo razvidna iz popisov, ki so del PZI dokumentacije za statično sanacijo stavbe.



Slika 6.1: Shematski prikaz sanacije razpok

Priloga 1: STATIČNA IN SEIZMIČNA ANALIZA

1	Uvod	3
1.1	Prostorske enote, namembnost, gabariti	3
1.1.1	Tlorisni gabariti	3
1.1.2	Višinski gabariti	3
2	Konstruktivska zasnova	3
2.1	Pritličje in nadstropja	3
2.2	Medetažne konstrukcije in strešna konstrukcija	3
2.3	Temeljenje.....	4
3	Zasnova po načrtih	4
4	Uporabljeni konstrukcijski materiali	7
4.1	Armirani beton.....	7
4.1.1	Delni faktorji za material.....	8
4.2	Jeklo za armiranje	8
5	Kombinacije vplivov obtežb na stavbe	9
5.1	Mejna stanja nosilnosti.....	9
5.2	Kombinacije vplivov za mejna stanja uporabnosti	9
5.3	Upoštevanje reoloških vplivov.....	10
6	Analiza zunanjih vplivov	11
6.1	Stalna obtežba	11
6.1.1	Stalna obtežba etažnih konstrukcij	11
6.1.2	Stalna obtežba strešne sestave.....	11
6.1.3	Stalna obtežba predelnih sten iz porolita d=9 cm	11
6.1.3.1	Težka oprema	11
6.2	Koristna obtežba	12
6.2.1	Obtežba za vzdrževanje strehe	12
6.2.2	Obtežba v prostorih.....	12
6.3	Vpliv snega.....	13
6.3.1	Karakteristična obtežba snega.....	13
6.3.2	Razporeditev obtežbe snega na strehi	14
6.3.3	Nezgodno projektno stanje s snegom	14
6.4	Vpliv vetra	14

6.4.1	Predpostavke	14
6.5	Potresna obtežba	15
6.5.1	Kategorija pomembnosti objekta	16
6.6	Vpliv temperaturne obtežbe (brez požarne obremenitve) – toplotni vplivi.....	16
6.7	Nezgodni vplivi	16
7	Dimenzioniranje etažnih konstrukcij	16
7.1	Upoštevan material	16
7.2	Upoštevani prečni prerezi	17
7.3	Upoštevana obtežba	17
7.4	Notranje statične količine za merodajno kombinacijo	18
7.5	Potrebna armatura v stropnih nosilcih za merodajno kombinacijo	19
7.6	Zaključek in ugotovitve.....	22
8	Prostorski model konstrukcije	24
8.1	Vhodni podatki za statični model	25
8.1.1	Prikaz osi.....	25
8.1.2	Dimenzije nosilnih elementov	26
8.1.3	Uporabljeni prečni prerezi	28
9	Obtežba na računskem modelu konstrukcije	30
9.1	Seznam obtežb in obtežnih primerov	30
9.2	Uporabljeni materiali	30
9.3	Prikaz obtežb	31
10	Potresna analiza.....	33
10.1	Modalna analiza	33
10.2	Upoštevanje mas pri določanju potresnega vpliva in prikaz spektra	38
10.3	Upoštevanje razpokanih prerezov	38
10.4	Nihajni časi konstrukcije-nihajne oblike	38
10.5	Upoštevanje vpliva naključne torzije	38
10.6	Prikaz nihajnih oblik	39
11	Prikaz napetosti v temeljnih tleh in reakcij podpor	42
12	Omejitev poškodb	44
13	Potrebna armatura v pasovnih temeljih	46
14	Potrebna armatura nosilcev etažnih plošč za ovojnico obtežnih kombinacij	49
15	Potrebna armatura sten za ovojnice obt. kombinacij	51
16	Potrebna armatura v stebrih za ovojnice obt. kombinacij.....	54
16.1	Poševni zunanji stebri	54
16.2	Notranji stebri	57
16.3	Pritličje.....	63
16.4	1. nadstropje	63
16.5	2. nadstropje	63
16.6	Povzetek	63

1 Uvod

Namen statične presoje je za ovrednotenje stavbe pri izdelavi razširjenih energetskih pregledov ter pri nadaljnji pripravi projektne dokumentacije za izvedbo energetskih in statičnih sanacij stavb. Predmetne investicije bodo financirane iz Načrta za okrevanje in odpornost, kjer upravičene stroške predstavljajo tako ukrepi z vidika izboljšanja energetske učinkovitosti stavb, kot ukrepi izboljšanja zahtev mehanske odpornosti in stabilnosti stavb.

1.1 Prostorske enote, namembnost, gabariti

Objekt je skladno s standardi za načrtovanje objektov namenjen poslovnim dejavnostim in je etažnosti P+2.

Pri zagotavljanju mehanske odpornosti in stabilnosti objekta smo se oprli na določila skupine standardov EUROCODE.

1.1.1 Tlorisni gabariti

Zunanji statični tlorisni gabariti objekta so cca. 30.3 x 23 m, gabariti se manjšajo čez etaže objekta na način, da so na enem licu stebri poševni, širina etaže se nato ustrezno zmanjša na cca 2/3 razdalje.

1.1.2 Višinski gabariti

Višina objekta znaša cca. 10.4 m (statična višina), višina pritličja znaša cca. 4.0 m (v statičnem smislu, merjeno od vpetja stebrov do osi plošče), medtem ko višine ostalih etaž konstrukcije v statičnem smislu znašajo cca. 3.2 m (statična višina).

2 Konstrukcijska zasnova

Objekt je armiranobetonske izvedbe, statični sistem opredelimo kot mešan, kjer nosilni sistem predstavljajo obodne in vmesne AB stene ter stebri, ki so v prečni in vzdolžni smeri. Stebri in stene predstavljajo nosilni sistem tudi v ostalih nadstropjih. Na sredini ob stopnišču so nekatere stene izvedene kot nenosilne, te so po sestavi lažje izvedbe.

2.1 Pritličje in nadstropja

Pritličje in nadstropja so armiranobetonske izvedbe. Stebri in stene prenašajo vertikalne obremenitve, stebri so tipičnih dimenzij $b/h=30/50$ cm in so postavljeni v rastru 5.0×7.5 m, v nivojih etaž so večinoma povezani z nosilci dimenzij $30/60$ in $50/50$ cm. Prva linija stebrov je poševna in poteka izven objekta. Z notranjim delom objekta je povezana z nosilci dimenzij $30/50$ cm. Stene so debeline $d=30$ cm (zunanja stena na zgornji strani), $d=15$ cm (fasadne stene v prečni smeri objekta). Povezavo med etažami predstavljajo AB stopnice.

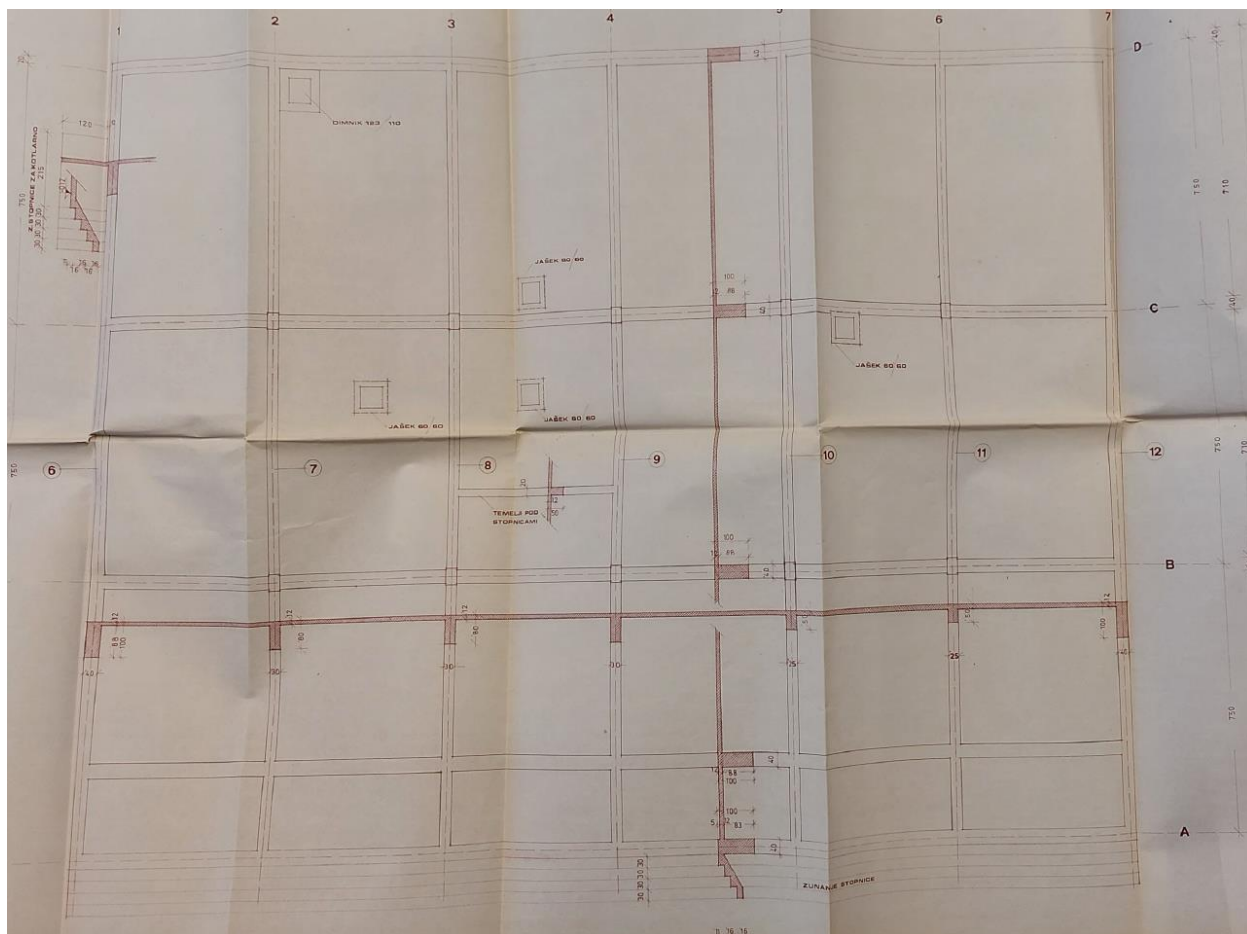
2.2 Medetažne konstrukcije in strešna konstrukcija

Medetažne plošče so rebričaste travetne plošče, skupne debeline nosilnega dela $d=30+5$ cm (velja za vsa nadstropja). Monta strop je enakega sistema za etaže in streho, postavljen je vzdolžni smeri objekta in nalega na AB nosilce, ki so po obodu in po sredini.

2.3 Temeljenje

Objekt je temeljen na pilotih tipa FRANKI, premera $\phi=40$ cm in globine 9.5 m. Na te pilote so izvedeni temeljni nastavki višine 1.0 m, preko katerih potekajo pasovni temelji različnih širin. Glede na obstoječo dokumentacijo so piloti postavljeni po potrebi, glede na obremenitve. Točnega števila pilotov nismo uspeli določiti. Širina gred, ki so na pilotih je običajno 30 cm in višina 1.0 m.

3 Zasnova po načrtih



Slika 3.1: Tloris temeljev konstrukcije kot je podan v načrtih.

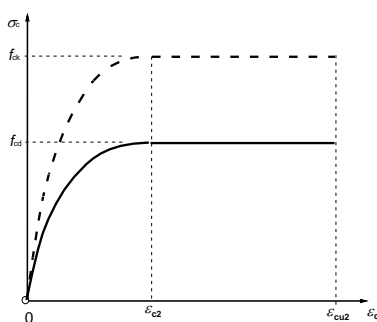


Slika 3.6: Prikaz objekta – javno dostopni podatki.

4 Uporabljeni konstrukcijski materiali

4.1 Armirani beton

Privzeta tlačna trdnost betona, enakovredna sedanji oznaki za trdnostni razred betona je C25/30 (stebri, pritličje), C20/25 (stebri, nadstropje), C25/30 (stene), C20/25 (plošče). Na naslednji sliki je prikazan privzet računski diagram za beton.



Slika 4.1: Poenostavljen računski σ - ϵ diagram za beton.

V naslednji preglednici so podane privzete računske lastnosti betona.

Preglednica 4-1: Trdnostne in deformabilnostne lastnosti betona.

Trdnostni razredi betona															Analitični izraz / Pojasnilo	
f_{cd} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	$f_{cm} = f_{yk} + 8 \text{ (MPa)}$	
$f_{ck,0.05}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105		
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	59	63	68	78	88	98		
f_{cm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0		
$f_{ck,0.05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ck,0.05} = 0,7 f_{cm}$	
$f_{ck,0.05}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ck,0.05} = 1,3 f_{cm}$	
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} in MPa)	
ε_{ct} (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	$\varepsilon_{ct} \text{ (‰)} = 0,7 f_{cm}^{0,31} \cdot 2,8$	
ε_{cu1} (‰)					3,5					3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	$z \alpha f_{cu} \geq 50 \text{ MPa}$ $\varepsilon_{cu1} \text{ (‰)} = 2,8 \cdot \sqrt{(98 - f_{cu})/100}^{\dagger}$	
ε_{cu} (‰)					2,0					2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	$z \alpha f_{cu} \geq 50 \text{ MPa}$ $\varepsilon_{cu} \text{ (‰)} = 2,0 + 0,085(f_{cu} - 50)^{0,53}$	
ε_{cu2} (‰)					3,5					3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	$z \alpha f_{cu} \geq 50 \text{ MPa}$ $\varepsilon_{cu2} \text{ (‰)} = 2,6 + 35(90 - f_{cu})/100^{\dagger}$	
n					2,0					1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	$z \alpha f_{cu} \geq 50 \text{ MPa}$ $n = 1,4 + 23,4(90 - f_{cu})/100^{\dagger}$	
ε_{cu} (‰)					1,75					1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	$z \alpha f_{cu} \geq 50 \text{ MPa}$ $\varepsilon_{cu} \text{ (‰)} = 1,75 + 0,55(f_{cu} - 50)/40$	
ε_{cu3} (‰)					3,5					3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	$z \alpha f_{cu} \geq 50 \text{ MPa}$ $\varepsilon_{cu3} \text{ (‰)} = 2,6 + 35(90 - f_{cu})/100^{\dagger}$	

4.1.1 Delni faktorji za material

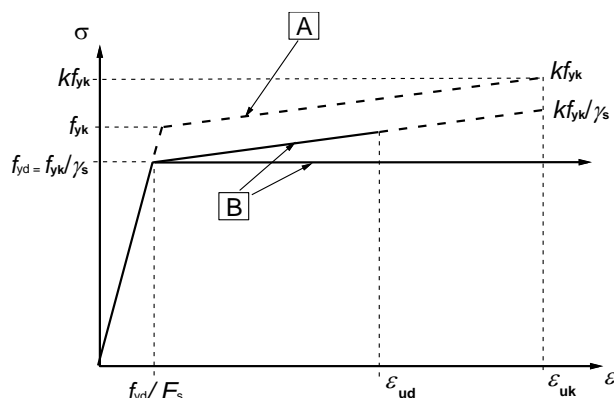
Preglednica 4-2: Delni faktorji za armirani beton.

Armirno betonske konstrukcije (SIST EN 1992)					
Material	Simbol	Projektno stanje			Mejno stanje uporabnosti
		Stalno & začasno	Potresno	Nezgodno	
Beton	γ_c	1.50	1.50	1.20	1.00
Armatura	γ_s	1.15	1.15	1.00	1.00

4.2 Jeklo za armiranje

Za armiranje se je v času izvedbe uporabljala gladka armatura z nižjo natezno trdnostjo. Upoštevane materialne karakteristike jekla so: $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$, $E = 200 \text{ GPa}$, $G = 81 \text{ GPa}$, $\nu = 0.30$, kjer je γ ... gostota, E ... elastični modul, G ... strižni modul in ν ... Poissonov količnik.

V nadaljevanju prikazujemo računski diagram armaturnega jekla:



Slika 4.2: Poenostavljen računski σ - ϵ diagram za mehko armaturo.

Predpostavljena kvaliteta armature za dimenzioniranje elementov je tipa s $f_{yk} = 400$ Mpa (rebrasta armatura) in $f_{yk} = 240$ Mpa (gladka armatura). Podatek smo dobili s strani raziskovalca materialov objekta.

5 Kombinacije vplivov obtežb na stavbe

Kombinacije vplivov so določene v standardu SIST EN 1991-1-1.

5.1 Mejna stanja nosilnosti

Stalna in začasna projektna stanja: $\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_P P \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} .$

Nezgodna projektna stanja: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \gamma_1 \cdot A_d \text{ "+" } (\psi_{1,1} \text{ ali } \psi_{2,1}) Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} .$

Potresno projektno stanje: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } A_{Ed} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} .$

5.2 Kombinacije vplivov za mejna stanja uporabnosti

Karakteristična kombinacija: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} .$

Pogosta kombinacija: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} .$

Navidezno stalna kombinacija: $\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} .$

Preglednica 5-1: Kombinacijski faktorji ψ za obtežbo stavbe (SIST EN 1991-1-1, preglednica A.1.1).

OBTEŽBA	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
kategorija A: stanovanjske površine	0.7	0.5	0.3
kategorija B: pisarne	0.8	0.5	0.3
kategorija C: prostori, kjer se zbirajo množice I	0.7	0.7	0.6
kategorija D: trgovine	0.7	0.7	0.6
kategorija E: skladišča	1.0	0.9	0.8
Kategorija F: vozila teže ≤ 30 kN	0.7	0.7	0.6
kategorija G: vozila teže > 30 kN in < 60 kN	0.7	0.5	0.3
kategorija H: nepovozne strehe	0.0	0.0	0.0
Sneg (Finska, Islandija, Norveška, Švedska)	0.7	0.5	0.2
Sneg (za druge članice CEN za $n.v.h > 1000$ m)	0.7	0.5	0.2
Sneg (za druge članice CEN za $n.v.h < 1000$ m)	0.5	0.2	0.0
Veter	0.6	0.2	0.0
Temperatura (razen požar) v stavbah	0.6	0.5	0.0

Iz preglednice lahko razberemo, da imajo pisarne različne delne faktorje kot skladišča, zato je taka uporaba iz računskega vidika bolj ugodna.

5.3 Upoštevanje reoloških vplivov

Pri povasih približno upoštevamo vpliv lezenja in krčenja po približni metodi z uporabo učinkovitega modula elastičnosti betona (glej SIST EN 1992-1-1, 7.4.3 (5)).

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t_0)}$$

Da se izračun poenostavi določimo faktor k , s katerim pomnožimo posamezni obtežni primer, ki povzroči dolgotrajne reološke vplive.

$$k = 1 + \varphi(t, t_0)$$

Preglednica 5-2: Približna ocena vpliva lezenja in krčenja pri klasično armiranih betonskih ploščah.

Starost betona t [dni]	$k = 1 + \varphi(t, t_0)$		
	Stalni vplivi G	Sprmenljivi vplivi Q	Vpliv prednapetja P
3	1.00	1.00	/
15	1.40	1.20	/
40	2.50	1.70	/
3 leta <	4.00	2.00	/

Glede na to, da je objekt starejše izvedbe, opazujemo predvsem nosilnost stropa in s tem mejno stanje nosilnosti.

6 Analiza zunanjih vplivov

6.1 Stalna obtežba

Upoštevan je standard SIST EN 1991-1-1: 2004.

6.1.1 Stalna obtežba etažnih konstrukcij

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije naslednje velikosti:

- Finalni tlak (tapisom, keramika)	25 kg/m ²
- Estrih cca 3 cm	75 kg/m ²
- TI (zvočna izolacija, kamena volna Tervol)	5 kg/m ²
- Monta strop 30+5 cm, e=48 cm, b _i =8 cm,	340 kg/m ²
- Spuščen strop (mavčno kartonasti)	60 kg/m ²

Skupaj: 505 kg/m²

Upoštevano skupaj: 5.1 kN/m² kar pomeni ekvivalent plošče debeline d=20 cm.

6.1.2 Stalna obtežba strešne sestave

Upoštevana je bila stalna obtežba strešne konstrukcije naslednje velikosti:

- Finalni tlak (guma)	10 kg/m ²
- Perlit v naklonu 8-25 cm	125 kg/m ²
- TI (zvočna izolacija, kamena volna Tervol)	5 kg/m ²
- Monta strop 30+5 cm, e=48 cm, b _i =8 cm,	340 kg/m ²
- Spuščen strop (mavčno kartonasti)	60 kg/m ²

Skupaj: 555 kg/m²

Upoštevano skupaj: 5.6 kN/m² kar pomeni ekvivalent plošče debeline d=22 cm.

6.1.3 Stalna obtežba predelnih sten iz porolita d=9 cm

Upoštevana je bila stalna obtežba stenske konstrukcije naslednje velikosti:

- Omet, cca. 2 cm	40 kg/m ²
- Opeka iz porolita 10 cm	120 kg/m ²
- Omet, cca. 2 cm	40 kg/m ²

Skupaj: 190 kg/m²

Upoštevano skupaj na tekoči meter za višino sten 2.9 m: 5.5 kN/m'

Upoštevano skupaj na tekoči meter za višino sten 3.9 m: 6.8 kN/m'

6.1.3.1 Težka oprema

Za težko opremo se šteje vsako opremo, katere ploskovna obremenitev na strop presega 2.0 kN/m².

Na objektu ni upoštevana težka oprema.

6.2 Koristna obtežba

Koristno obtežbo določimo skladno s standardom ter željami naročnika.

Za obtežbo stropne plošče se predvideva obremenitev v velikosti **3 kN/m² (pisarne)**.

6.2.1 Obtežba za vzdrževanje strehe

Skladno s standardom SIST EN 1991-1-1: 2004, preglednica 6.9 streho uvrstimo v kategorijo H (Strehe, dostopne le za normalno vzdrževanje in popravila).

Upoštevana je točkovna obtežba v velikosti

$$Q_k=1.5 \text{ kN},$$

ter porazdeljena obtežba v velikosti

$$q_k=0.4 \text{ kN},$$

ki deluje na površini $A=10 \text{ m}^2$.

Poleg tega je potrebno skladno s točko 6.3.4.2. (4) zgoraj omenjenega standarda streho projektirati tako, da prenese obtežbo **1.5 kN** na površini kvadrata s stranico 50 mm x 50 mm.

6.2.2 Obtežba v prostorih

Koristna obtežba medetažnih konstrukcije je določena skladno s standardom SIST EN 1991-1-1: 2004.

V nadaljevanju prikazujemo koristne obtežbe površin, določene skladno s standardom:

Preglednica 6.1: Koristna obtežba za prostore skladno s standardom.

<i>Namembnost</i>	<i>kategorija površine</i>	<i>q_k [kN/m²]</i>
Bivalni prostori	A	2.00
Stopnišča v bivalnih prostorih	A	2.00
Balkoni v bivalnih prostorih	A	2.50
Pisarniški prostori	B	3.00
Zdravstveni dom	B	3.00
Stopnišča, balkoni in terase v pisarniškem delu	B	3.00
VIP lože	C1	3.00
Kavarna na strehi nizkega dela stolpnice	C1	3.00
Avla ob vhodu v nadzemni del objekta	C3	5.00
Plesne dvorane	C4	5.00
Nepohodna ravna streha (samo vzdrževanje)	H	0.40

Preglednica 6-2: Koristna obtežba za prostore skladno s standardom.

Namembnost	kategorija površine	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Pisarniški prostori	B	3.00	4.50
Stopnišča	A, B	2.00	2.00
Terase, balkoni	A	2.50	2.00
Trgovine na drobno	D1	4.00	4.00
Trgovine-veleblagovnice	D2	5.00	7.00
Shrambe	E1	7.50	7.50
Skladišče za veleblagovnico	E1*	10.00	7.00

Preglednica 6-3: Obtežba predelnih sten za prostore skladno s standardom.

Lastna teža premičnih predelnih sten	q_k [kN/m ²]
premične predelne stene z lastno težo <1.0 kN/m' dolžine stene	0.50
premične predelne stene z lastno težo <2.0 kN/m' dolžine stene	0.80
premične predelne stene z lastno težo <3.0 kN/m' dolžine stene	1.20

6.3 Vpliv snega

6.3.1 Karakteristična obtežba snega

Vpliv snega na konstrukcije je bil določen po standardu SIST EN 1991-1-3. Skladno z nacionalnim dodatkom standarda SIST EN 1991-1-3: 2004/A101 se stavba nahaja v mediteranski regiji (glej spodnjo sliko).



Slika 6.1: Karta regij za določitev karakteristične obtežbe snega na ravnih tleh za področje Slovenije.

Streha objekta se nahaja na nadmorski višini cca. 5 m, ki za obravnavano cono rezultira v izvednoteno karakteristično obtežbo snega na ravnih tleh:

$$s_k = 0.289 \left[1 + \left(\frac{5}{452} \right)^2 \right] = 0.29 \text{ kN/m}^2.$$

6.3.2 Razporeditev obtežbe snega na strehi

Skladno s točko 5.2.(1) v SIST EN 1991-1-3 je potrebno upoštevati dve osnovni porazdelitvi obtežbe - *nakopičen* in *nenakopičen* sneg na strehi.

Projektna obtežba snega na strehah za trajna/začasna projektna stanja se določi z naslednjo formulo:

$$s = \mu C_e C_t s_k,$$

kjer μ predstavlja oblikovni koeficient obtežbe snega, faktorja C_e in C_t pa sta koeficienta izpostavljenosti in toplotni koeficient. Koeficienti so odvisni od vrste in oblike strehe.

Projektna obtežba snega na strehah za nezgodna projektna stanja se določi z naslednjo formulo:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad},$$

kjer je s_{Ad} predstavlja projektno vrednost izjemne obtežbe snega na tleh.

Koeficient izpostavljenosti se določi skladno s točko 5.2.(7) standarda, preglednica v nadaljevanju.

Preglednica 6.4: Koeficienti izpostavljenosti

Teren	Opis	Priporočene vrednosti C_e
Izpostavljen vetru	Teren izpostavljen vetru, ravne površine brez ovir, izpostavljene vetru iz vseh strani ali z majhnimi izkloni, ki jih nudijo teren, višji objekti ali drevje	0.80
Običajen	površine kjer veter ne prenaša snega na objektih, ker so zaščiteni zaradi terena, drugih objektov ali dreves	1.00
Zaščiten pred vetrom	površine kjer je obravnavani objekt občutno nižji kot okoliški teren, visoko drevje ali drugi objekti	1.20

Toplotni koeficient se upošteva za zmanjšanje obtežbe snega na strehah z veliko toplotno prevodnostjo ($> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$), zlasti pri steklenih strehah, kjer se sneg topi zaradi izgub. V vseh ostalih primerih velja:

$$C_t = 1.0.$$

Z upoštevanjem oblikovnih koeficientov strehe določimo:

$$s = \mu C_e C_t s_k = 0.8 \cdot 0.29 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0.23 \text{ kN/m}^2}.$$

6.3.3 Nezgodno projektno stanje s snegom

Nacionalni dodatek k SIST EN 1991-1-3:2004, točka 2(3):

V Republiki Sloveniji se obtežba snega upošteva kot nezgodna le v krajih, ki so višje nad 1500 m nad morjem.

Objekt z nadmorsko višino cca $A = 5 \text{ m}$ —→ nezgodno stanje se ne upošteva.

6.4 Vpliv vetra

6.4.1 Predpostavke

Obremenitev vetra se določa za globalni vpliv vetra na konstrukcijo.

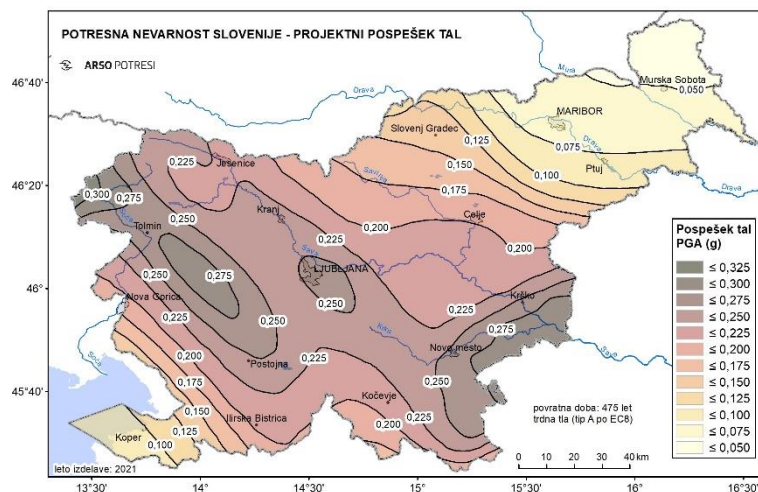
Referenčna hitrost vetra za obravnavno lokacijo je 20 m/s.

Objekt sodi v IV kategorijo terena glede na hrapavost terena.

Veter ni merodajna obtežna kombinacija za objekt.

6.5 Potresna obtežba

Upošteva se potresna obtežba za projektni pospešek $a_g=0.100$ g. Upošteva se pomembnost objekta I kategorije (običajne stavbe), ter tla uvrščena v kategorijo B. Razpokanost prereзов upoštevamo z opcijo v programu, prav tako slučajno ekscentričnost objekta v velikosti $0.05L_x$ in $0.05L_y$.



Slika 6.2: Projektni pospešek temeljnih tal »tipa A« za področje Slovenije (potres s povratno dobo 475 let).

Temeljna tla glede na vpliv značilnosti predvidimo, da lahko razvrstimo v kategorijo tal "tip B", skladno s preglednico 3.1 standarda SIST EN 1998-1; 2005. Za ta tip tal velja povprečna hitrost strižnega delovanja kot je navedeno v spodnji preglednici.

Preglednica 6.5: Opisi stratigrafskega profila skladno s SIST EN 1998-1; 2005.

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ [m/s]	N_{SPT} [udarcev/30 cm]	C_u [kPa]
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala.	> 800	-	-
B	Zelo gost pesek, prod ali zelo toga glina, debeline vsaj nekaj deset metrov, pri katerih mehanske značilnosti z globino postopoma naraščajo.	350-800	> 50	> 250
C	Globoki sedimenti gostega ali srednje gostega peska, prod ali toge gline nekaj deset do več sto metrov.	180-360	15 - 50	70 - 250
D	Sedimenti rahlih do srednje gostih nevezljivih zemljin (z nekaj mehкими vezljivimi plastmi ali brez njih) ali pretežno mehkih do trdnih vezljivih zemljin.	< 180	< 15	< 70
E	Profil tal, kjer površinska aluvialna plast z debelino med okrog 5 ali 20 metri in vrednostmi v_s , ki ustrezajo tipoma C ali D, leži na bolj togem materialu z $v_s < 800$ m/s.			
S_1	Sedimenti, ki vsebujejo najmanj 10 m debele plasti mehke gline/melja z visokim indeksom plastičnosti ($PI > 40$) in visoko vsebnostjo vode.	< 100 (indikativno)	-	10 - 20

S₂ Tla, podvržena likvefakciji, občutljive gline ali drugi profili tal, ki niso vključeni v tipe A-E ali S₁.

6.5.1 Kategorija pomembnosti objekta

SIST EN 1998-1: 2006 razvršča objekte v štiri kategorije glede potresne ogroženosti. Kategorije pomembnosti so odvisne od vrste rabe objekta. Tako so na primer objekti strateške pomembnosti razvrščeni v višje kategorije, objekti splošne rabe pa v nižje.

S spremembo namembnosti objekt se spremeni tudi pomembnost objekta s tem pa nivo potresne obtežbe na objekt. S tem je tudi določeno, da se mora v primeru spremembe namembnosti prostorov v objektu, izdelati nova statična presoja celotne konstrukcije objekta.

Preglednica 6.6: Kategorija pomembnosti za stavbo (preglednica 4.3 v SIST EN 1998-1).

Kategorija pomembnosti		Stavbe
I	Stavbe manjše pomembnosti za varnost ljudi, npr. kmetijski objekti in podobno	
II	Običajne stavbe, ki ne sodijo v druge kategorije	
III	Stavbe, katerih potresna odpornost je pomembna glede na posledice porušitve, npr. šole, dvorane za srečanja, kulturne ustanove in podobno	
IV	Stavbe, katerih integriteta med potresi je življenskega pomena za civilno zaščito, npr. bolnišnice, gasilske postaje, elektrarne in podobno	

Objekt sodi med običajne stavbe, s faktorjem potresne pomembnosti **1.0**.

6.6 Vpliv temperaturne obtežbe (brez požarne obremenitve) – toplotni vplivi

Vpliv temperaturne obtežbe na objekt ni merodajna obtežba.

6.7 Nezgodni vplivi

Nezgodni vplivi niso merodajna obtežna kombinacija.

7 Dimenzioniranje etažnih konstrukcij

V nadaljevanju prikazujemo dimenzioniranje strešne konstrukcije in etažne konstrukcije stropov – skupaj.

7.1 Upoštevan material

Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/°C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C 20/25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

7.2 Upoštevani prečni prerezi

Set: 1 Prerez: T 48/35, Fiktivna ekscentričnost							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	1 - C 20/25	6.900e-2	4.661e-2	4.597e-2	3.575e-4	5.452e-4	8.218e-4
[cm]							

Seti točkovnih podpor

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

7.3 Upoštevana obtežba

Lista obtežnih primerov

LC	Naziv
1	Stalna in lastna
2	Koristna
3	Komb.: I+II
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII

Obt. 1: Stalna in lastna /

Linijska obtežba

1. p = -2.52 kN/m

3. p = -2.66 kN/m

Strešna konstrukcija

Etažna konstrukcija

Seti numeričnih podatkov
Linijska obtežba (1,3)

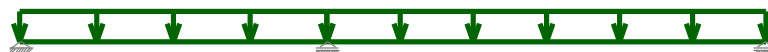
Obt. 2: Koristna /

Linijska obtežba

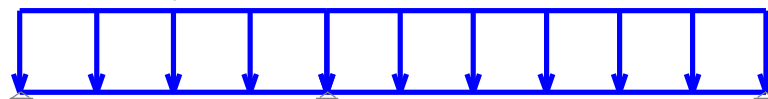
2. $p = -2.02 \text{ kN/m}$

4. $p = -0.20 \text{ kN/m}$

Strešna konstrukcija



Etažna konstrukcija

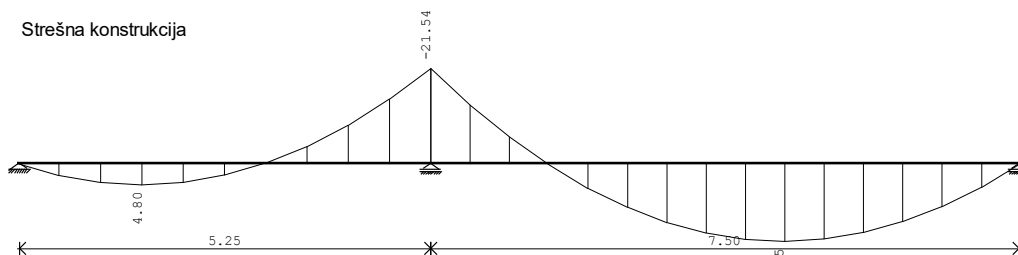


Seti numeričnih podatkov
Linijska obtežba (2,4)

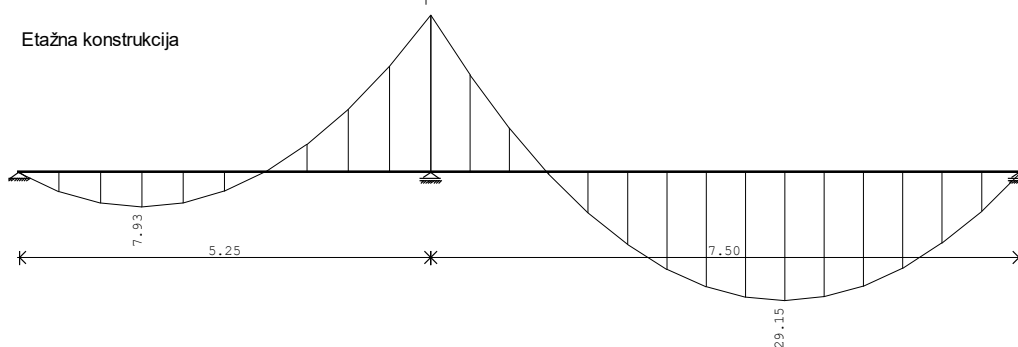
7.4 Notranje statične količine za merodajno kombinacijo

Obt. 4: 1.35xI+1.5xII

Strešna konstrukcija



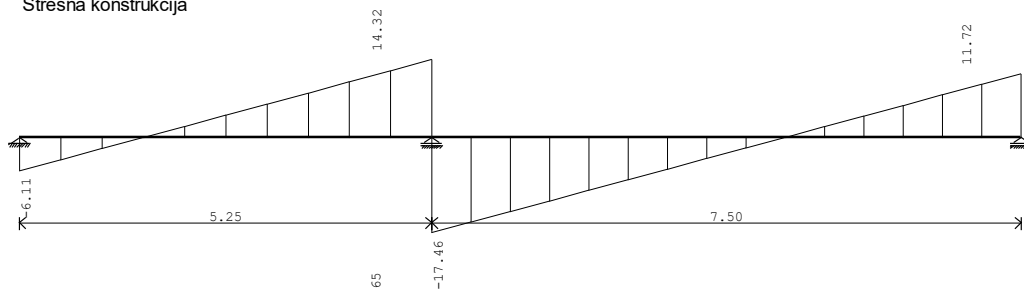
Etažna konstrukcija



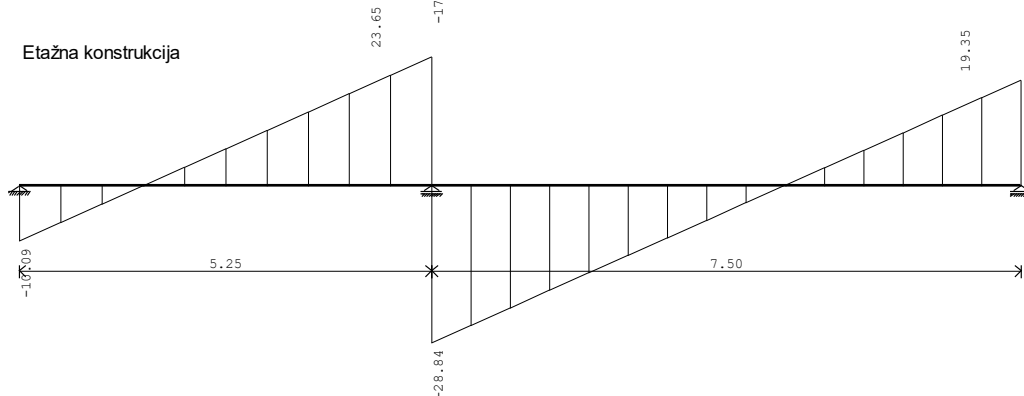
Vplivi v gredi: max $M_3 = 29.15$ / min $M_3 = -35.57 \text{ kNm}$

Obt. 4: 1.35xl+1.5xll

Strešna konstrukcija



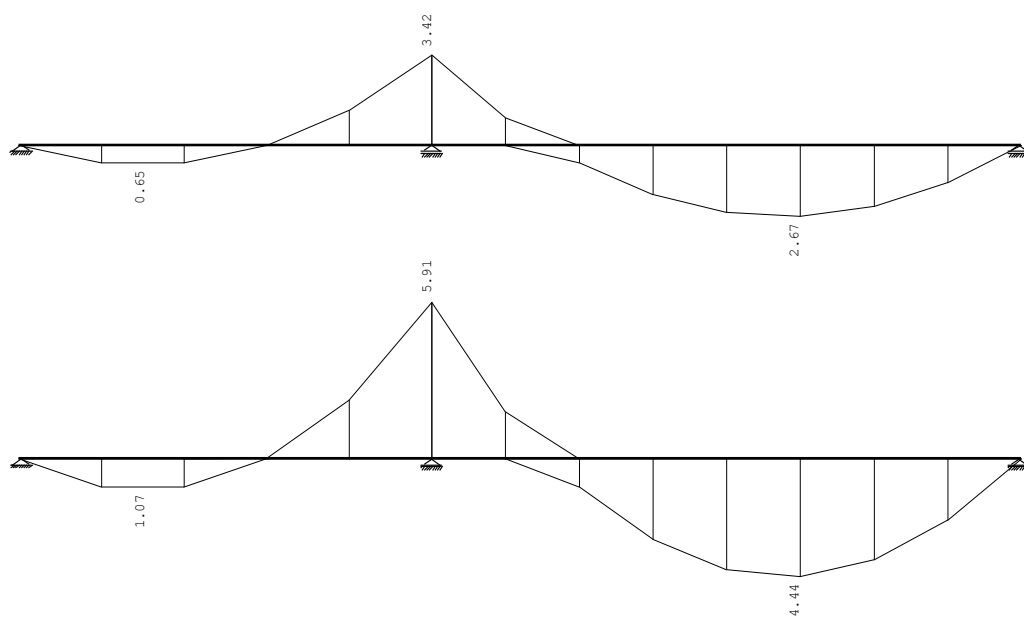
Etažna konstrukcija



Vplivi v gredi: max T2= 23.65 / min T2= -28.84 kN

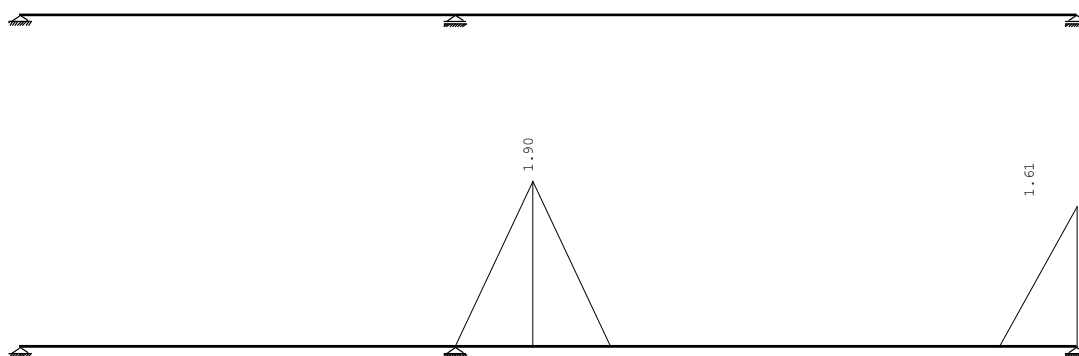
7.5 Potrebna armatura v stropnih nosilcih za merodajno kombinacijo

Merodajna obtežba: 1.35xl+1.50xll
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, 240 Mpa



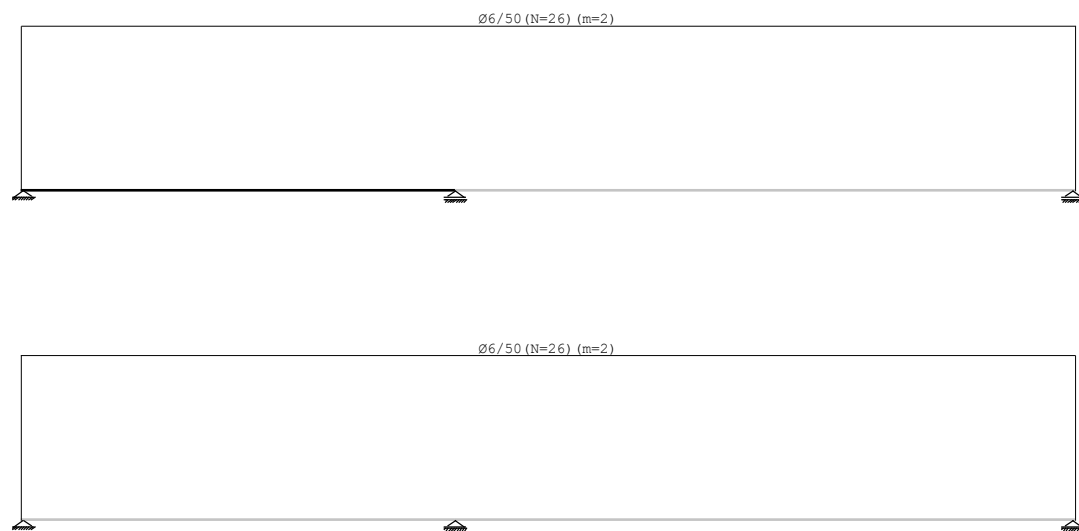
Armatura v gredah: max Aa2/Aa1= 5.91 / 4.44 cm²

Merodajna obtežba: 1.35xI+1.50xII
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, 240 Mpa



Armatura v gredah: max $A_{a,st} = 1.90 \text{ cm}^2$

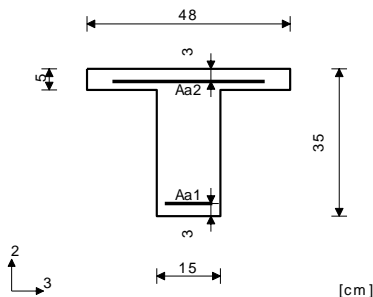
Osvojena armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, 240 Mpa



Armatura v gredah (osvojena): $A_{a,st}$

Strešna konstrukcija – manjši razpon

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C20/25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
240 Mpa
Dimenzioniranje enega obtežnega
primera: 1.35xl+1.50xll



Prerez 1-1 $x = 1.05m$

V2ed = -2.02 kN
M3ed = 4.27 kNm

Vrd,max,2 = 158.98 kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -0.547/20.000 \text{ ‰}$
Aa1 = 0.65 cm²
Aa2 = 0.00 cm²
Aa3 = 0.00 cm²
Aa4 = 0.00 cm²
Aa,st = 0.00 cm²/m (m=2)

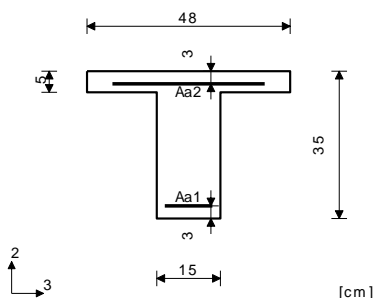
Prerez 2-2 $x = 5.25m$

V2ed = 14.32 kN
M3ed = -21.54 kNm

Vrd,max,2 = 158.98 kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -3.249/20.000 \text{ ‰}$
Aa1 = 0.00 cm²
Aa2 = 3.42 cm²
Aa3 = 0.00 cm²
Aa4 = 0.00 cm²
Aa,st = 0.00 cm²/m (m=2)

Strešna konstrukcija – večji razpon

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C20/25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
240 Mpa
Dimenzioniranje enega obtežnega
primera: 1.35xl+1.50xll



Prerez 2-2 $x = 0.00m$

V2ed = -17.46 kN
M3ed = -21.54 kNm

Vrd,max,2 = 158.98 kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -3.249/20.000 \text{ ‰}$
Aa1 = 0.00 cm²
Aa2 = 3.42 cm²
Aa3 = 0.00 cm²
Aa4 = 0.00 cm²
Aa,st = 0.00 cm²/m (m=2)

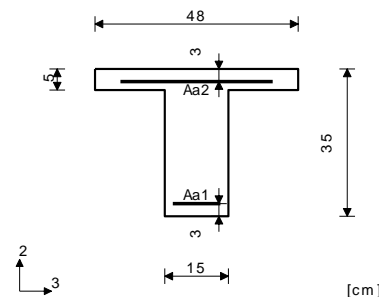
Prerez 3-3 $x = 4.69m$

V2ed = 0.78 kN
M3ed = 17.46 kNm

Vrd,max,2 = 158.98 kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -1.203/20.000 \text{ ‰}$
Aa1 = 2.67 cm²
Aa2 = 0.00 cm²
Aa3 = 0.00 cm²
Aa4 = 0.00 cm²
Aa,st = 0.00 cm²/m (m=2)

Etažna konstrukcija – manjši razpon

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C20/25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
240 Mpa
Dimenzioniranje enega obtežnega
primera: 1.35xl+1.50xll



Prerez 1-1 $x = 1.05m$

V2ed = -3.34 kN
M3ed = 7.05 kNm

Vrd,max,2 = 158.98 kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -0.718/20.000 \text{ ‰}$
Aa1 = 1.07 cm²
Aa2 = 0.00 cm²
Aa3 = 0.00 cm²
Aa4 = 0.00 cm²
Aa,st = 0.00 cm²/m (m=2)

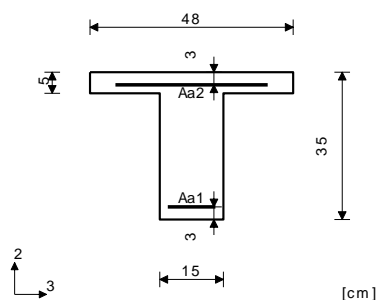
Prerez 2-2 $x = 5.25m$

V2ed = 23.65 kN
M3ed = -35.58 kNm

Vrd,max,2 = 158.98 kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/11.277 \text{ ‰}$
Aa1 = 0.00 cm²
Aa2 = 5.91 cm²
Aa3 = 0.00 cm²
Aa4 = 0.00 cm²
Aa,st = 0.00 cm²/m (m=2)

Etažna konstrukcija – večji razpon

EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C20/25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
240 Mpa
Dimenzioniranje enega obtežnega
primera: 1.35xl+1.50xll



Prerez 2-2 $x = 0.00m$
 $V_{2ed} = -28.84$ kN
 $M_{3ed} = -35.58$ kNm

$V_{rd,max,2} = 158.98$ kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/11.277$ ‰
 $A_{a1} = 0.00$ cm²
 $A_{a2} = 5.91$ cm²
 $A_{a3} = 0.00$ cm²
 $A_{a4} = 0.00$ cm²
 $A_{a,st} = 0.00$ cm²/m (m=2)

Prerez 3-3 $x = 0.94m$
 $V_{2ed} = -22.82$ kN
 $M_{3ed} = -11.45$ kNm

$V_{rd,max,2} = 158.98$ kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -1.936/20.000$ ‰
 $A_{a1} = 0.00$ cm²
 $A_{a2} = 1.77$ cm²
 $A_{a3} = 0.00$ cm²
 $A_{a4} = 0.00$ cm²
 $A_{a,st} = 1.90$ cm²/m (m=2)

Prerez 4-4 $x = 4.69m$
 $V_{2ed} = 1.28$ kN
 $M_{3ed} = 28.83$ kNm

$V_{rd,max,2} = 158.98$ kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -1.644/20.000$ ‰
 $A_{a1} = 4.44$ cm²
 $A_{a2} = 0.00$ cm²
 $A_{a3} = 0.00$ cm²
 $A_{a4} = 0.00$ cm²
 $A_{a,st} = 0.00$ cm²/m (m=2)

7.6 Zaključek in ugotovitve

Iz rezultatov lahko razberemo naslednje ugotovitve.

Streha objekta – AB nosilci

Manjši razpon:

- Potrebna vzdolžna armatura v strešnih nosilcih znaša v polju $A_{s,pot}=0.64$ cm², dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $2\phi 12 \rightarrow A_{s,dej}=2.26$ cm². **Armatura je zadostna!**
- Potrebna stremenska armatura v strešnih nosilcih: Ni potrebna. Dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $\phi 6/50$. **Armatura računsko ni potrebna!**
 Kljub temu se ob ojačitvi nosilcev priporoča namestitvev minimalne strižne armature.

Večji razpon:

- Potrebna vzdolžna armatura v strešnih nosilcih znaša $A_{s,pot}=2.66$ cm², dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $2\phi 12 \rightarrow A_{s,dej}=2.26$ cm².

Armatura NI zadostna!

Manjka cca 18 % armature.

- Potrebna vzdolžna armatura v strešnih nosilcih nad podporo znaša $A_{s,pot}=3.42$ cm², **dejanska armatura pa ni bila detektirana, saj je bila nedostopna.**
Za rezultate sklepamo po armaturi v polju.

- Potrebna stremenska armatura v strešnih nosilcih: Ni potrebna. Dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $\phi 6/50$. **Armatura računsko ni potrebna!**

Stropovi objekta – AB nosilci

Stropovi objekta so obremenjeni z večjo obtežbo (pisarniški namen) ter predelnimi stenami, ki so upoštevane kot dodatek h koristni obtežbi v velikosti 1.2 kN/m².

Manjši razpon:

- Potrebna vzdolžna armatura v strešnih nosilcih znaša v polju $A_{s,pot}=1.07 \text{ cm}^2$, dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $2\phi 12 \rightarrow A_{s,dej}=2.26 \text{ cm}^2$. **Armatura je zadostna!**
- Potrebna stremenska armatura v strešnih nosilcih: Ni potrebna. Dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $\phi 6/50$. **Armatura računsko ni potrebna!**
Kljub temu se ob ojačitvi nosilcev priporoča namestitvev minimalne strižne armature.

Večji razpon:

- Potrebna vzdolžna armatura v strešnih nosilcih v polju znaša $A_{s,pot}=4.44 \text{ cm}^2$, dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $2\phi 12 \rightarrow A_{s,dej}=2.26 \text{ cm}^2$.
Armatura NI zadostna!
Manjka cca 96 % vzdolžne armature.
- Potrebna vzdolžna armatura v strešnih nosilcih nad podporo znaša $A_{s,pot}=5.91 \text{ cm}^2$, **dejanska armatura pa ni bila detektirana, saj je bila nedostopna.**
Za rezultate sklepamo po armaturi v polju.
- Potrebna stremenska armatura v strešnih nosilcih: $A_{s,pot}=1.88 \text{ cm}^2$. Dejanska armatura, ki se nahaja v nosilcih pa znaša $\phi 6/50$, $A_{s,dej}=0.6 \text{ cm}^2$.
Armatura NI zadostna!
Manjka lokalno cca 200 % stremenske armature.

Povzetek:

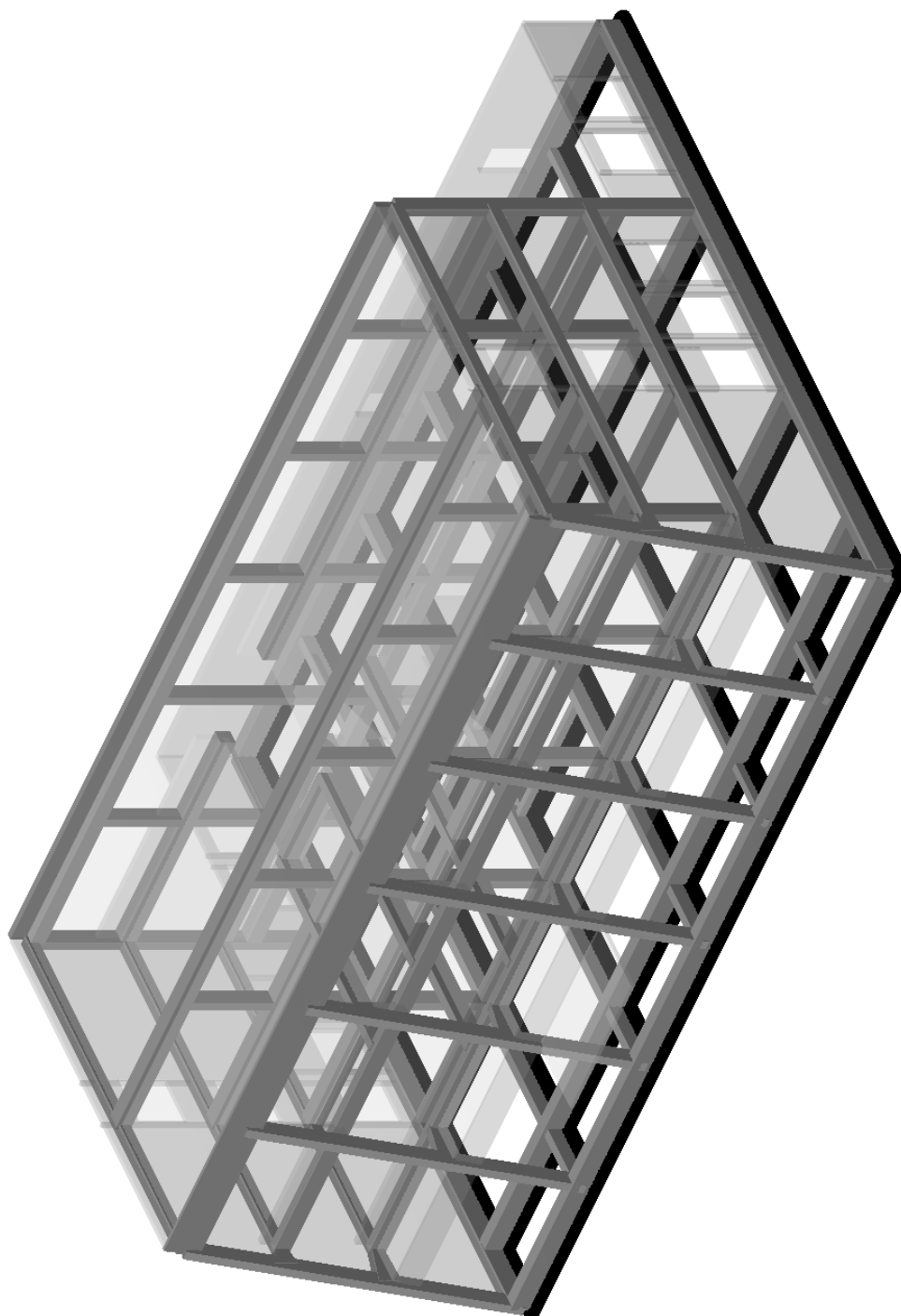
Strešna plošča izkazuje armaturo, ki je blizu računsko potrebni armaturi.

Glede na to, da ni težav in poškodb strešne konstrukcije, se rezultate interpretira na način, da sanacija ni potrebna, saj je tudi koristna obtežba 0.4 kN/m² konservativen vpliv.

Nosilci etažnih plošč izkazujejo nezadostno armaturo za večji razpon 7.5 m. Premajhna je vzdolžna armatura in strižna armatura zgolj ob podporah.

Glede na to, da ni težav in poškodb strešne konstrukcije, se do nadaljnje sanacije objekta priporoča uporaba prostor kot do sedaj oz. po možnosti z zmanjšano obremenitvijo, v procesu ojačitve objekta pa se lokalno strižno in vzdolžno ojača nosilce.

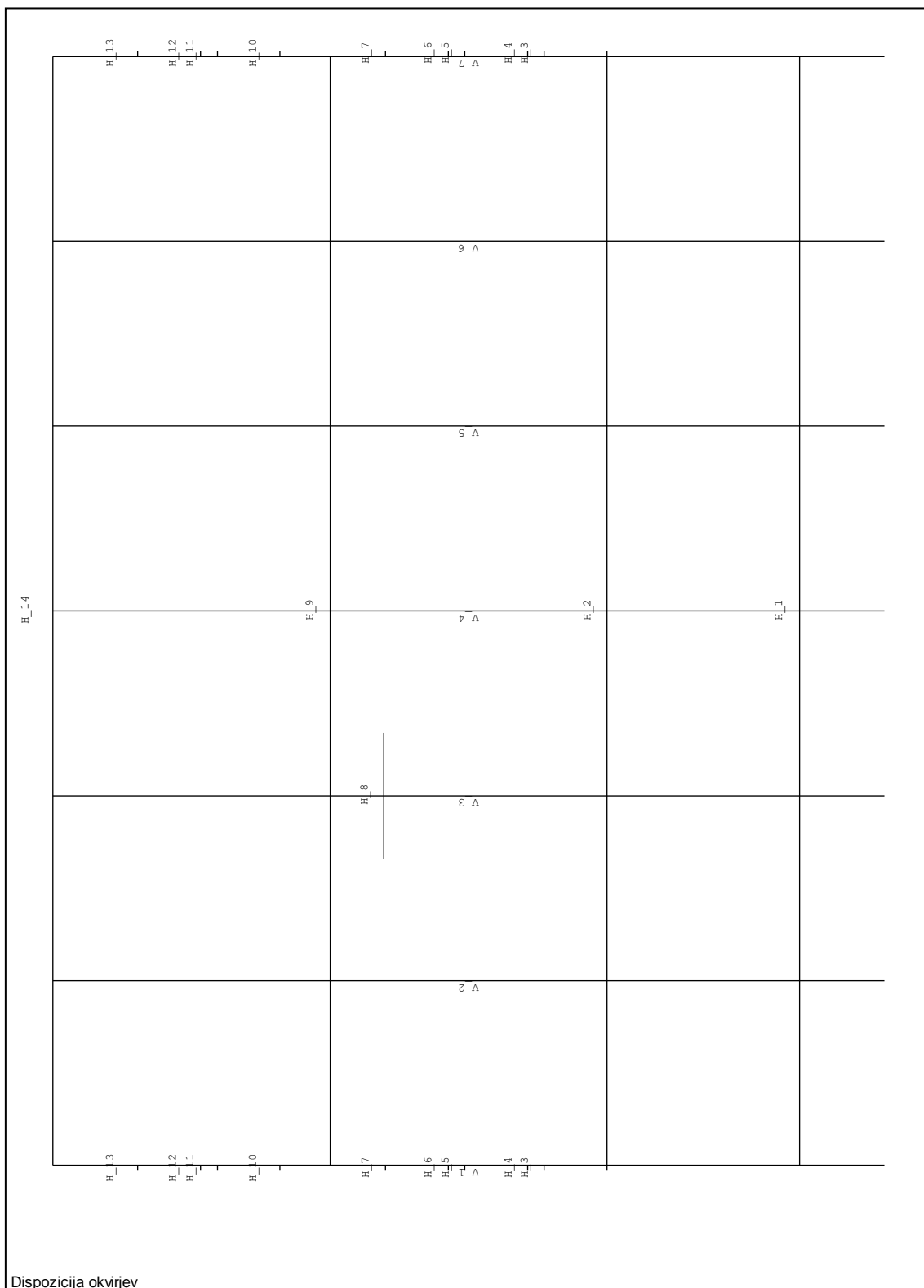
8 Prostorski model konstrukcije



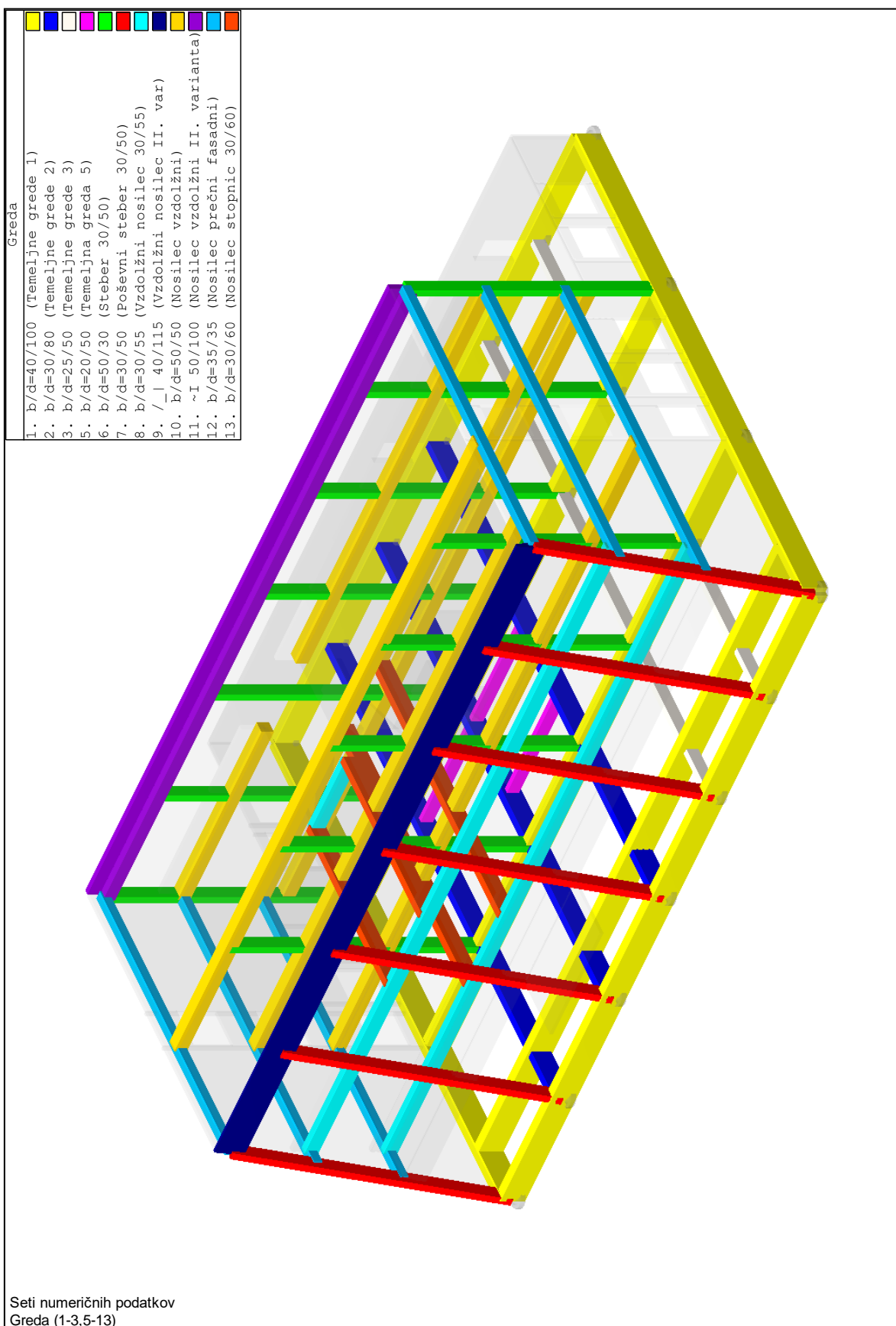
Izometrija

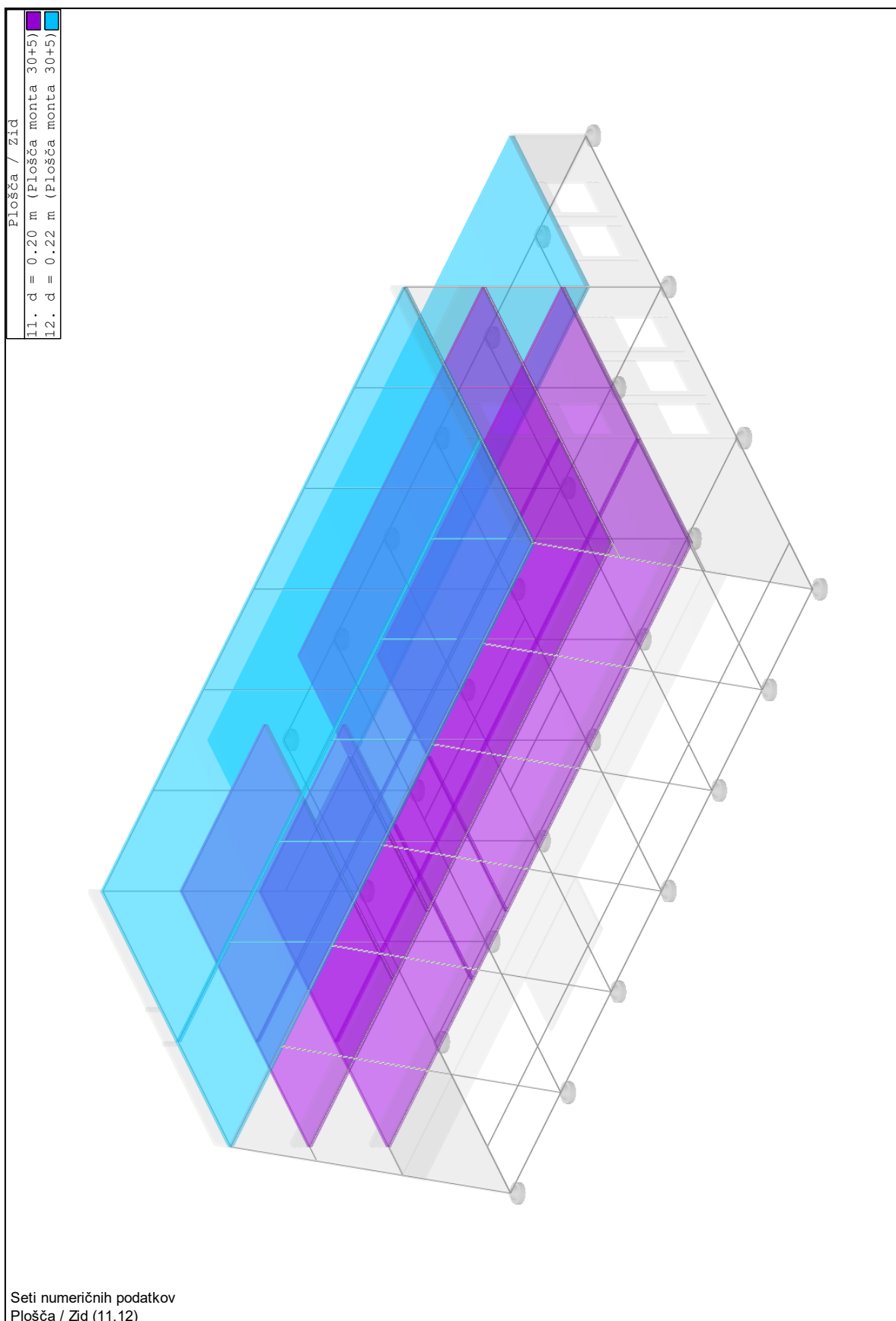
8.1 Vhodni podatki za statični model

8.1.1 Prikaz osi



8.1.2 Dimenzije nosilnih elementov





8.1.3 Uporabljeni prečni prerezi

Set: 1 Prerez: b/d=40/100, Fiktivna ekscentričnost, Temeljne grede 1							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	2 - C 20/25	4.000e-1	3.333e-1	3.333e-1	1.597e-2	5.333e-3	3.333e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 0.01;						

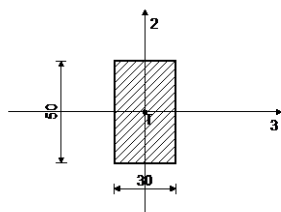
Set: 2 Prerez: b/d=30/80, Fiktivna ekscentričnost, Temeljne grede 2							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	2 - C 20/25	2.400e-1	2.000e-1	2.000e-1	5.502e-3	1.800e-3	1.280e-2
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 0.01;						

Set: 3 Prerez: b/d=25/50, Fiktivna ekscentričnost, Temeljne grede 3							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	2 - C 20/25	1.250e-1	1.042e-1	1.042e-1	1.788e-3	6.510e-4	2.604e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 0.01;						

Set: 5 Prerez: b/d=20/50, Fiktivna ekscentričnost, Temeljna greda 5							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	2 - C 20/25	1.000e-1	8.333e-2	8.333e-2	9.981e-4	3.333e-4	2.083e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 0.01;						

Set: 6 Prerez: b/d=50/30, Fiktivna ekscentričnost, Steber 30/50							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	2 - C 20/25	1.500e-1	1.250e-1	1.250e-1	2.817e-3	3.125e-3	1.125e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						

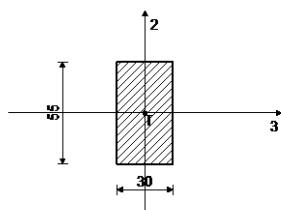
Set: 7 Prerez: b/d=30/50, Fiktivna ekscentričnost, Poševni steber 30/50



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C 20/25	1.500e-1	1.250e-1	1.250e-1	2.817e-3	1.125e-3	3.125e-3
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						

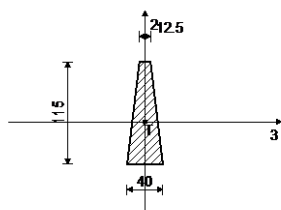
Set: 8 Prerez: b/d=30/55, Fiktivna ekscentričnost, Vzdolžni nosilec 30/55



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C 20/25	1.650e-1	1.375e-1	1.375e-1	3.262e-3	1.238e-3	4.159e-3
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						

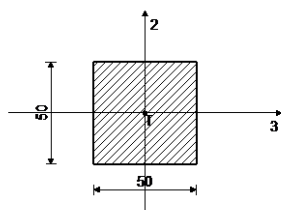
Set: 9 Prerez: / 40/115, Fiktivna ekscentričnost, Vzdolžni nosilec II. var



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C 20/25	3.019e-1	2.508e-1	2.848e-1	5.937e-3	2.209e-3	3.023e-2
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						

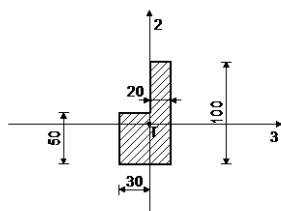
Set: 10 Prerez: b/d=50/50, Fiktivna ekscentričnost, Nosilec vzdolžni



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C 20/25	2.500e-1	2.083e-1	2.083e-1	8.802e-3	5.208e-3	5.208e-3
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						

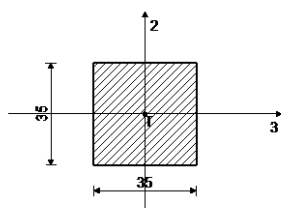
Set: 11 Prerez: -I 50/100, Fiktivna ekscentričnost, Nosilec vzdolžni II. varianta



[cm]

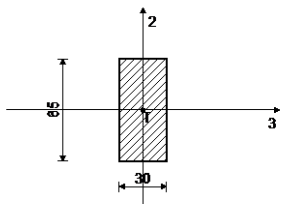
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C 20/25	3.500e-1	2.620e-1	2.584e-1	2.217e-2	7.149e-3	2.515e-2
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						

Set: 12 Prerez: b/d=35/35, Fiktivna ekscentričnost, Nosilec prečni fasadni



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C 20/25	1.225e-1	1.021e-1	1.021e-1	2.113e-3	1.251e-3	1.251e-3
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						

Set: 13 Prerez: b/d=30/60, Fiktivna ekscentričnost, Nosilec stopnic 30/60							
	Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
	2 - C 20/25	1.950e-1	1.625e-1	1.625e-1	4.155e-3	1.463e-3	6.866e-3
	ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
	SE: EA1 x 1, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 0.01;						

9 Obtežba na računskem modelu konstrukcije

9.1 Seznam obtežb in obtežnih primerov

Lista obtežnih primerov

Naziv	
1	Lastna in stalna (g)
2	Koristna
3	x (+e)
4	x (-e)
5	y (+e)
6	y (-e)
7	Komb.: 1.35xI+1.5xII
8	Komb.: I+0.3xII+III
9	Komb.: I+0.3xII+IV
10	Komb.: I+0.3xII+V
11	Komb.: I+0.3xII+VI

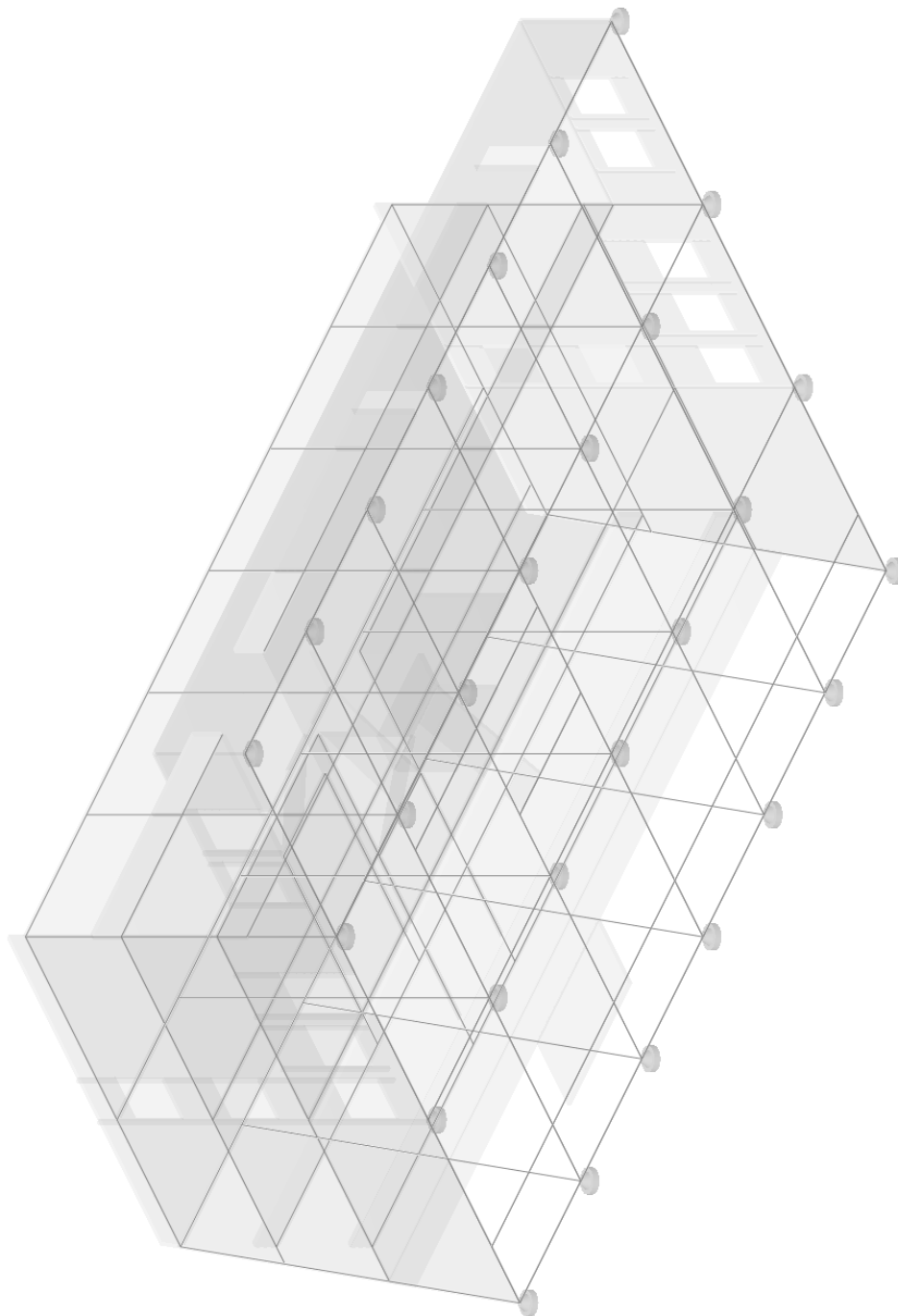
9.2 Uporabljeni materiali

Tabele materialov

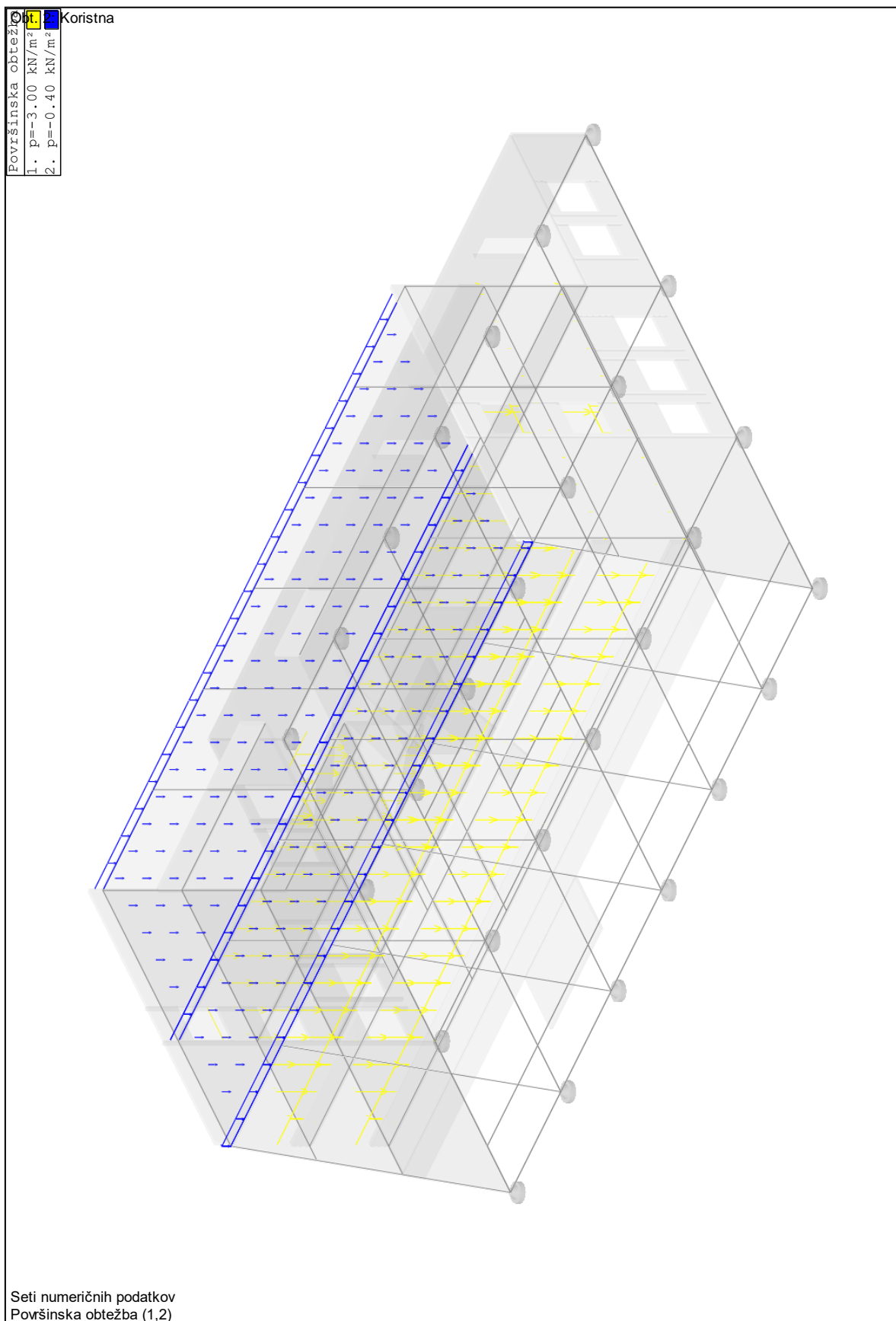
No	Naziv materiala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/°C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
2	C 20/25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20
3	Opeka	6.000e+6	0.20	18.00	1.000e-5	6.000e+6	0.20

9.3 Prikaz obtežb

Obt. 1: Lastna in stalna (g)



Seti numeričnih podatkov
Površinska obtežba (g)



10 Potresna analiza

10.1 Modalna analiza

Napredne opcije seizmičnega preračuna:

Preprečeno nihanje v Z smeri

Faktorji obtežb za preračun mas

No	Naziv	Koeficient
1	Lastna in stalna (g)	1.00
2	Koristna	0.30

Razporeditev mas po višini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
	10.40	15.00	8.56	331.19	0.87
	7.20	15.21	8.51	387.90	1.07
	5.60	13.99	8.63	24.21	4.91
	4.00	15.08	8.04	417.06	1.03
	3.20	14.38	5.08	19.41	1.49
	3.00	14.96	17.90	173.95	0.77
	2.00	14.17	16.74	55.01	11.16
	0.00	14.79	13.98	52.69	
Skupno:	5.98	15.01	9.97	1461.41	

Položaj centra togosti po višini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
	10.40	15.00	8.47
	7.20	15.00	2.57
	5.60	15.00	11.08
	4.00	15.00	1.27
	3.20	15.00	0.88
	3.00	15.00	22.43
	2.00	15.00	22.19
	0.00	25.94	22.18

Ekscentriciteta po višini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	10.40	0.00	0.09
	7.20	0.21	5.94
	5.60	1.01	2.45
	4.00	0.08	6.78
	3.20	0.62	4.20
	3.00	0.04	4.54
	2.00	0.83	5.45
	0.00	11.14	8.19

Nihajne dobe konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.5891	1.6974
2	0.2020	4.9494
3	0.1175	8.5081
4	0.0826	12.1134
5	0.0816	12.2527
6	0.0811	12.3379
7	0.0780	12.8126
8	0.0694	14.4007
9	0.0671	14.8943
10	0.0630	15.8730
11	0.0600	16.6588
12	0.0563	17.7486
13	0.0561	17.8163
14	0.0558	17.9210
15	0.0555	18.0311
16	0.0509	19.6339

Seizmični preračun: EC8 (EN 1998) SLO

Kategorija tal:	B
Kategorija pomena:	II ($\gamma=1.0$)
Razmerje agR/g :	0.100
Koeficient dušenja:	0.05
Slučajna ekscentričnost mase etaže:	$e_i = \pm 0.050 \times L_i$

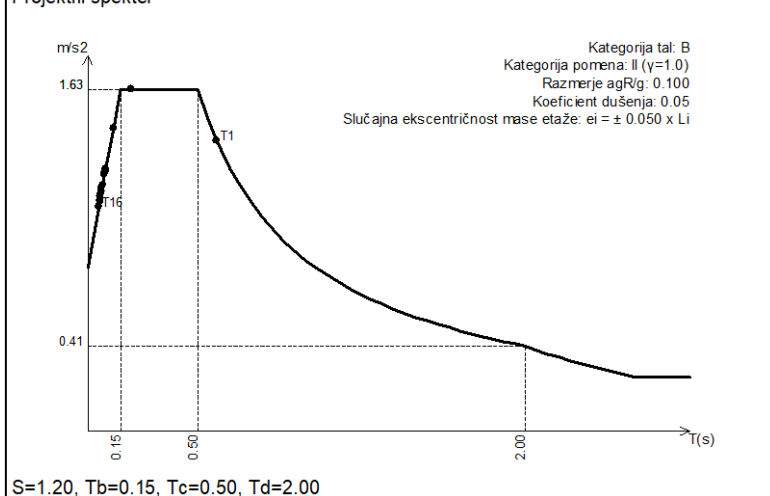
Faktorji smeri potresa:

Obtežni primer	Kot α [°]	k, α	$k, \alpha+90^\circ$	k_z	Faktor O.
x	0	1.000	0.300	0.000	1.800
y	90	1.000	0.300	0.000	1.800

Tip spektra

Obtežni primer	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
x	1.200	0.150	0.500	2.000	1.000
y	1.200	0.150	0.500	2.000	1.000

Projektni spekter



Razporeditev potresnih sil po višini objekta - x (+e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	547.49	-0.03	-0.24	-111.89	0.28	0.08	-0.26	110.41	-0.51
	7.20	429.12	1.17	12.95	164.64	0.09	-4.50	-0.07	176.68	18.28
	5.60	12.11	0.49	0.08	5.68	0.18	-0.11	-0.08	5.51	-0.80
	4.00	17.03	-0.10	-2.36	9.86	-0.12	-0.35	-4.86	65.76	3.89
	3.20	0.50	0.00	0.01	0.29	-0.00	0.00	-0.18	2.39	0.02
	3.00	1.31	-0.23	-0.06	0.78	-0.15	-0.00	-0.29	11.22	-0.08
	2.00	-0.17	-0.11	0.02	-0.13	-0.05	0.01	-0.15	1.84	-0.02
	0.00	-0.04	-0.01	0.00	-0.03	-0.00	0.00	-0.02	0.17	-0.01
	Σ	1007.3	1.19	10.40	69.20	0.23	-4.88	-5.90	373.98	20.77

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	2.65	49.77	-6.92	0.04	-18.71	3.01	0.20	-5.61	0.86
	7.20	-24.16	-1.30	-7.85	-0.86	8.39	1.53	-1.90	3.92	-0.34
	5.60	14.50	-1.10	0.52	0.62	-0.48	-0.06	1.31	-0.28	0.04
	4.00	330.50	1.74	-1.99	12.47	-9.06	0.41	26.35	-4.16	-0.06
	3.20	16.49	-0.43	-0.01	0.61	-0.36	0.01	1.30	-0.19	0.00
	3.00	37.92	-9.16	-0.70	1.43	-2.31	-0.02	3.08	-1.69	-0.06
	2.00	10.03	-1.05	0.02	0.39	-0.36	0.01	0.81	-0.24	0.00
	0.00	1.06	-0.09	-0.00	0.04	-0.03	0.00	0.09	-0.02	0.00
	Σ	388.99	38.37	-16.92	14.72	-22.90	4.88	31.23	-8.27	0.46

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.13	34.76	-6.53	-0.27	1.64	-0.32	0.05	-1.22	0.32
	7.20	-0.05	-19.86	-7.25	-0.37	-0.62	-2.53	-0.03	0.83	-8.87
	5.60	-0.13	0.41	0.17	1.71	0.02	0.64	-0.19	0.01	-0.07
	4.00	0.11	10.28	-1.20	0.76	-2.28	-1.79	1.55	0.95	0.49
	3.20	0.02	0.39	-0.00	-0.01	-0.08	0.02	0.08	0.04	-0.01
	3.00	0.01	3.07	-0.02	0.15	-0.35	-0.02	0.23	-0.09	0.00
	2.00	-0.01	0.48	-0.01	0.03	-0.08	0.01	0.05	-0.00	-0.00
	0.00	-0.00	0.05	-0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	-0.00	-0.00
	Σ	0.07	29.57	-14.83	2.00	-1.75	-3.99	1.75	0.51	-8.14

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.23	-19.29	1.75	1.79	-0.13	-0.57	0.06	-2.51	-0.05
	7.20	-0.15	-3.53	2.03	-4.17	-11.01	16.13	-0.18	0.42	0.95
	5.60	0.94	1.53	0.94	0.18	1.31	-1.94	0.11	0.11	0.00
	4.00	-1.70	49.86	-1.67	94.38	31.53	9.68	3.68	3.92	0.06
	3.20	0.07	2.07	-0.31	3.85	1.31	-0.20	0.15	0.20	-0.04
	3.00	0.26	6.03	0.34	16.87	-7.00	-0.33	0.74	1.30	0.03
	2.00	-0.10	0.96	-0.01	3.87	-0.52	-0.03	0.17	0.20	-0.00
	0.00	-0.01	0.09	-0.00	0.43	-0.04	-0.00	0.02	0.02	-0.00
	Σ=	-0.93	37.72	3.06	117.21	15.44	22.74	4.73	3.65	0.94

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.00	-0.14	0.03	0.01	0.39	-0.04	0.17	-0.17	-0.14
	7.20	-0.00	0.27	0.01	-0.03	-0.53	0.12	-0.40	-0.94	1.84
	5.60	-0.00	-0.00	-0.00	0.01	0.01	-0.01	0.12	0.14	-0.16
	4.00	0.07	-0.14	0.02	0.72	0.21	0.11	8.99	2.78	1.11
	3.20	0.00	-0.01	0.00	0.03	0.01	-0.00	0.32	0.13	-0.03
	3.00	0.01	-0.01	-0.00	0.15	-0.26	-0.01	1.84	-1.37	-0.06
	2.00	0.00	-0.00	0.00	0.03	-0.03	0.00	0.43	-0.14	-0.00
	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.05	-0.01	0.00
	Σ=	0.08	-0.03	0.05	0.93	-0.20	0.16	11.51	0.42	2.56

Nivo	Z [m]	Ton 16		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.06	-6.54	1.70
	7.20	-0.29	3.16	2.49
	5.60	0.29	0.15	-0.86
	4.00	7.91	-10.35	-3.45
	3.20	0.40	0.35	0.14
	3.00	0.86	55.71	1.11
	2.00	0.77	7.80	-0.09
	0.00	0.07	0.84	-0.08
	Σ=	10.06	51.11	0.97

Razporeditev potresnih sil po višini objekta - x (-e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	547.49	-0.03	-0.24	-111.89	0.28	0.08	-0.26	110.41	-0.51
	7.20	429.12	1.17	12.95	164.64	0.09	-4.50	-0.07	176.68	18.28
	5.60	12.11	0.49	0.08	5.68	0.18	-0.11	-0.08	5.51	-0.80
	4.00	17.03	-0.10	-2.36	9.86	-0.12	-0.35	-4.86	65.76	3.89
	3.20	0.50	0.00	0.01	0.29	-0.00	0.00	-0.18	2.39	0.02
	3.00	1.31	-0.23	-0.06	0.78	-0.15	-0.00	-0.29	11.22	-0.08
	2.00	-0.17	-0.11	0.02	-0.13	-0.05	0.01	-0.15	1.84	-0.02
	0.00	-0.04	-0.01	0.00	-0.03	-0.00	0.00	-0.02	0.17	-0.01
	Σ=	1007.3	1.19	10.40	69.20	0.23	-4.88	-5.90	373.98	20.77

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	2.65	49.77	-6.92	0.04	-18.71	3.01	0.20	-5.61	0.86
	7.20	-24.16	-1.30	-7.85	-0.86	8.39	1.53	-1.90	3.92	-0.34
	5.60	14.50	-1.10	0.52	0.62	-0.48	-0.06	1.31	-0.28	0.04
	4.00	330.50	1.74	-1.99	12.47	-9.06	0.41	26.35	-4.16	-0.06
	3.20	16.49	-0.43	-0.01	0.61	-0.36	0.01	1.30	-0.19	0.00
	3.00	37.92	-9.16	-0.70	1.43	-2.31	-0.02	3.08	-1.69	-0.06
	2.00	10.03	-1.05	0.02	0.39	-0.36	0.01	0.81	-0.24	0.00
	0.00	1.06	-0.09	-0.00	0.04	-0.03	0.00	0.09	-0.02	0.00
	Σ=	388.99	38.37	-16.92	14.72	-22.90	4.88	31.23	-8.27	0.46

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.13	34.76	-6.53	-0.27	1.64	-0.32	0.05	-1.22	0.32
	7.20	-0.05	-19.86	-7.25	-0.37	-0.62	-2.53	-0.03	0.83	-8.87
	5.60	-0.13	0.41	0.17	1.71	0.02	0.64	-0.19	0.01	-0.07
	4.00	0.11	10.28	-1.20	0.76	-2.28	-1.79	1.55	0.95	0.49
	3.20	0.02	0.39	-0.00	-0.01	-0.08	0.02	0.08	0.04	-0.01
	3.00	0.01	3.07	-0.02	0.15	-0.35	-0.02	0.23	-0.09	0.00
	2.00	-0.01	0.48	-0.01	0.03	-0.08	0.01	0.05	-0.00	-0.00
	0.00	-0.00	0.05	-0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	-0.00	-0.00
	Σ=	0.07	29.57	-14.83	2.00	-1.75	-3.99	1.75	0.51	-8.14

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.23	-19.29	1.75	1.79	-0.13	-0.57	0.06	-2.51	-0.05
	7.20	-0.15	-3.53	2.03	-4.17	-11.01	16.13	-0.18	0.42	0.95
	5.60	0.94	1.53	0.94	0.18	1.31	-1.94	0.11	0.11	0.00
	4.00	-1.70	49.86	-1.67	94.38	31.53	9.68	3.68	3.92	0.06
	3.20	0.07	2.07	-0.31	3.85	1.31	-0.20	0.15	0.20	-0.04
	3.00	0.26	6.03	0.34	16.87	-7.00	-0.33	0.74	1.30	0.03
	2.00	-0.10	0.96	-0.01	3.87	-0.52	-0.03	0.17	0.20	-0.00
	0.00	-0.01	0.09	-0.00	0.43	-0.04	-0.00	0.02	0.02	-0.00
	Σ=	-0.93	37.72	3.06	117.21	15.44	22.74	4.73	3.65	0.94

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.00	-0.14	0.03	0.01	0.39	-0.04	0.17	-0.17	-0.14
	7.20	-0.00	0.27	0.01	-0.03	-0.53	0.12	-0.40	-0.94	1.84
	5.60	-0.00	-0.00	-0.00	0.01	0.01	-0.01	0.12	0.14	-0.16
	4.00	0.07	-0.14	0.02	0.72	0.21	0.11	8.99	2.78	1.11
	3.20	0.00	-0.01	0.00	0.03	0.01	-0.00	0.32	0.13	-0.03
	3.00	0.01	-0.01	-0.00	0.15	-0.26	-0.01	1.84	-1.37	-0.06
	2.00	0.00	-0.00	0.00	0.03	-0.03	0.00	0.43	-0.14	-0.00
	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.05	-0.01	0.00
	Σ=	0.08	-0.03	0.05	0.93	-0.20	0.16	11.51	0.42	2.56

Nivo	Z [m]	Ton 16		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.06	-6.54	1.70
	7.20	-0.29	3.16	2.49
	5.60	0.29	0.15	-0.86
	4.00	7.91	-10.35	-3.45
	3.20	0.40	0.35	0.14
	3.00	0.86	55.71	1.11
	2.00	0.77	7.80	-0.09
	0.00	0.07	0.84	-0.08
	Σ=	10.06	51.11	0.97

Razporeditev potresnih sil po višini objekta - y (+e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-163.54	0.01	0.07	33.15	-0.08	-0.02	-0.91	390.31	-1.82
	7.20	-128.18	-0.35	-3.87	-48.78	-0.03	1.33	-0.26	624.57	64.62
	5.60	-3.62	-0.15	-0.02	-1.68	-0.05	0.03	-0.28	19.48	-2.82
	4.00	-5.09	0.03	0.70	-2.92	0.04	0.10	-17.20	232.47	13.74
	3.20	-0.15	-0.00	-0.00	-0.09	0.00	-0.00	-0.64	8.46	0.08
	3.00	-0.39	0.07	0.02	-0.23	0.04	0.00	-1.01	39.68	-0.28
	2.00	0.05	0.03	-0.00	0.04	0.01	-0.00	-0.51	6.52	-0.08
	0.00	0.01	0.00	-0.00	0.01	0.00	-0.00	-0.06	0.59	-0.02
	Σ=	-300.90	-0.36	-3.11	-20.50	-0.07	1.45	-20.87	1322.1	73.41

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.52	-9.73	1.35	-0.13	65.13	-10.47	-0.12	3.45	-0.53
	7.20	4.73	0.26	1.53	3.01	-29.22	-5.34	1.16	-2.41	0.21
	5.60	-2.84	0.22	-0.10	-2.15	1.66	0.22	-0.80	0.17	-0.02
	4.00	-64.64	-0.34	0.39	-43.40	31.53	-1.42	-16.17	2.56	0.04
	3.20	-3.23	0.08	0.00	-2.11	1.24	-0.02	-0.80	0.12	-0.00
	3.00	-7.42	1.79	0.14	-4.97	8.04	0.08	-1.89	1.04	0.03
	2.00	-1.96	0.21	-0.00	-1.35	1.24	-0.02	-0.50	0.15	-0.00
	0.00	-0.21	0.02	0.00	-0.14	0.11	-0.01	-0.05	0.01	-0.00
	Σ=	-76.08	-7.50	3.31	-51.24	79.74	-16.98	-19.16	5.08	-0.28

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.43	114.83	-21.58	0.43	-2.62	0.51	-0.00	0.01	-0.00
	7.20	-0.17	-65.61	-23.94	0.59	0.99	4.03	0.00	-0.01	0.07
	5.60	-0.44	1.35	0.56	-2.72	-0.03	-1.02	0.00	-0.00	0.00
	4.00	0.36	33.96	-3.95	-1.22	3.63	2.85	-0.01	-0.01	-0.00
	3.20	0.05	1.28	-0.01	0.01	0.13	-0.03	-0.00	-0.00	0.00
	3.00	0.03	10.16	-0.06	-0.23	0.55	0.03	-0.00	0.00	-0.00
	2.00	-0.02	1.59	-0.03	-0.05	0.12	-0.01	-0.00	0.00	0.00
	0.00	-0.00	0.15	-0.01	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.24	97.71	-49.00	-3.19	2.79	6.35	-0.01	-0.00	0.06

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.86	-70.60	6.39	-0.29	0.02	0.09	0.02	-0.96	-0.02
	7.20	-0.56	-12.90	7.42	0.67	1.78	-2.61	-0.07	0.16	0.36
	5.60	3.43	5.58	3.44	-0.03	-0.21	0.31	0.04	0.04	0.00
	4.00	-6.23	182.46	-6.10	-15.28	-5.11	-1.57	1.41	1.50	0.02
	3.20	0.27	7.57	-1.13	-0.62	-0.21	0.03	0.06	0.08	-0.01
	3.00	0.95	22.07	1.24	-2.73	1.13	0.05	0.29	0.50	0.01
	2.00	-0.37	3.50	-0.05	-0.63	0.08	0.01	0.07	0.08	-0.00
	0.00	-0.04	0.34	-0.02	-0.07	0.01	0.00	0.01	0.01	-0.00
	Σ=	-3.41	138.02	11.19	-18.98	-2.50	-3.68	1.81	1.40	0.36

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.00	0.11	-0.02	-0.01	-0.22	0.02	-0.04	0.04	0.04
	7.20	0.00	-0.20	-0.01	0.02	0.29	-0.07	0.10	0.25	-0.48
	5.60	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.01	0.01	-0.03	-0.04	0.04
	4.00	-0.05	0.11	-0.01	-0.40	-0.12	-0.06	-2.35	-0.73	-0.29
	3.20	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	-0.00	0.00	-0.08	-0.03	0.01
	3.00	-0.01	0.01	0.00	-0.08	0.14	0.00	-0.48	0.36	0.01
	2.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.02	0.02	-0.00	-0.11	0.04	0.00
	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	0.00	-0.00
	Σ=	-0.06	0.02	-0.04	-0.51	0.11	-0.09	-3.00	-0.11	-0.67

Nivo	Z [m]	Ton 16		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.12	-12.38	3.22
	7.20	-0.56	5.99	4.72
	5.60	0.55	0.28	-1.62
	4.00	14.98	-19.61	-6.54
	3.20	0.77	0.65	0.27
	3.00	1.62	105.50	2.11
	2.00	1.45	14.77	-0.18
	0.00	0.13	1.58	-0.14
	Σ=	19.06	96.79	1.84

Razporeditev potresnih sil po višini objekta - y (-e)

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-163.54	0.01	0.07	33.15	-0.08	-0.02	-0.91	390.31	-1.82
	7.20	-128.18	-0.35	-3.87	-48.78	-0.03	1.33	-0.26	624.57	64.62
	5.60	-3.62	-0.15	-0.02	-1.68	-0.05	0.03	-0.28	19.48	-2.82
	4.00	-5.09	0.03	0.70	-2.92	0.04	0.10	-17.20	232.47	13.74
	3.20	-0.15	-0.00	-0.00	-0.09	0.00	-0.00	-0.64	8.46	0.08
	3.00	-0.39	0.07	0.02	-0.23	0.04	0.00	-1.01	39.68	-0.28
	2.00	0.05	0.03	-0.00	0.04	0.01	-0.00	-0.51	6.52	-0.08
	0.00	0.01	0.00	-0.00	0.01	0.00	-0.00	-0.06	0.59	-0.02
	Σ=	-300.90	-0.36	-3.11	-20.50	-0.07	1.45	-20.87	1322.1	73.41

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.52	-9.73	1.35	-0.13	65.13	-10.47	-0.12	3.45	-0.53
	7.20	4.73	0.26	1.53	3.01	-29.22	-5.34	1.16	-2.41	0.21
	5.60	-2.84	0.22	-0.10	-2.15	1.66	0.22	-0.80	0.17	-0.02
	4.00	-64.64	-0.34	0.39	-43.40	31.53	-1.42	-16.17	2.56	0.04
	3.20	-3.23	0.08	0.00	-2.11	1.24	-0.02	-0.80	0.12	-0.00
	3.00	-7.42	1.79	0.14	-4.97	8.04	0.08	-1.89	1.04	0.03
	2.00	-1.96	0.21	-0.00	-1.35	1.24	-0.02	-0.50	0.15	-0.00
	0.00	-0.21	0.02	0.00	-0.14	0.11	-0.01	-0.05	0.01	-0.00
	Σ=	-76.08	-7.50	3.31	-51.24	79.74	-16.98	-19.16	5.08	-0.28

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.43	114.83	-21.58	0.43	-2.62	0.51	-0.00	0.01	-0.00
	7.20	-0.17	-65.61	-23.94	0.59	0.99	4.03	0.00	-0.01	0.07
	5.60	-0.44	1.35	0.56	-2.72	-0.03	-1.02	0.00	-0.00	0.00
	4.00	0.36	33.96	-3.95	-1.22	3.63	2.85	-0.01	-0.01	-0.00
	3.20	0.05	1.28	-0.01	0.01	0.13	-0.03	-0.00	-0.00	0.00
	3.00	0.03	10.16	-0.06	-0.23	0.55	0.03	-0.00	0.00	-0.00
	2.00	-0.02	1.59	-0.03	-0.05	0.12	-0.01	-0.00	0.00	0.00
	0.00	-0.00	0.15	-0.01	-0.00	0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.24	97.71	-49.00	-3.19	2.79	6.35	-0.01	-0.00	0.06

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.86	-70.60	6.39	-0.29	0.02	0.09	0.02	-0.96	-0.02
	7.20	-0.56	-12.90	7.42	0.67	1.78	-2.61	-0.07	0.16	0.36
	5.60	3.43	5.58	3.44	-0.03	-0.21	0.31	0.04	0.04	0.00
	4.00	-6.23	182.46	-6.10	-15.28	-5.11	-1.57	1.41	1.50	0.02
	3.20	0.27	7.57	-1.13	-0.62	-0.21	0.03	0.06	0.08	-0.01
	3.00	0.95	22.07	1.24	-2.73	1.13	0.05	0.29	0.50	0.01
	2.00	-0.37	3.50	-0.05	-0.63	0.08	0.01	0.07	0.08	-0.00
	0.00	-0.04	0.34	-0.02	-0.07	0.01	0.00	0.01	0.01	-0.00
	Σ=	-3.41	138.02	11.19	-18.98	-2.50	-3.68	1.81	1.40	0.36

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	-0.00	0.11	-0.02	-0.01	-0.22	0.02	-0.04	0.04	0.04
	7.20	0.00	-0.20	-0.01	0.02	0.29	-0.07	0.10	0.25	-0.48
	5.60	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.01	0.01	-0.03	-0.04	0.04
	4.00	-0.05	0.11	-0.01	-0.40	-0.12	-0.06	-2.35	-0.73	-0.29
	3.20	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	-0.00	0.00	-0.08	-0.03	0.01
	3.00	-0.01	0.01	0.00	-0.08	0.14	0.00	-0.48	0.36	0.01
	2.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.02	0.02	-0.00	-0.11	0.04	0.00
	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	0.00	-0.00
	Σ=	-0.06	0.02	-0.04	-0.51	0.11	-0.09	-3.00	-0.11	-0.67

Nivo	Z [m]	Ton 16		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
	10.40	0.12	-12.38	3.22
	7.20	-0.56	5.99	4.72
	5.60	0.55	0.28	-1.62
	4.00	14.98	-19.61	-6.54
	3.20	0.77	0.65	0.27
	3.00	1.62	105.50	2.11
	2.00	1.45	14.77	-0.18
	0.00	0.13	1.58	-0.14
	Σ=	19.06	96.79	1.84

Faktorji participacije - relativno sodelovanje

Ton \ Naziv	1. x (+e)	2. x (-e)	3. y (+e)	4. y (-e)
1	0.557	0.557	0.048	0.048
2	0.038	0.038	0.003	0.003
3	0.059	0.059	0.706	0.706
4	0.221	0.221	0.008	0.008
5	0.004	0.004	0.051	0.051
6	0.016	0.016	0.006	0.006
7	0.005	0.005	0.052	0.052
8	0.001	0.001	0.002	0.002
9	0.001	0.001	0.000	0.000
10	0.006	0.006	0.074	0.074
11	0.067	0.067	0.002	0.002
12	0.003	0.003	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.006	0.006	0.000	0.000
16	0.014	0.014	0.048	0.048

Faktorji participacije - angažiranje mase

Ton	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]
1	50.00	0.00
2	2.94	0.00
3	0.02	65.32
4	20.84	0.20
5	1.53	3.71
6	1.87	0.13
7	0.00	5.99
8	0.23	0.18
9	0.24	0.02
10	0.01	9.36
11	7.53	0.13
12	0.24	0.14
13	0.01	0.00
14	0.06	0.00
15	0.72	0.00
16	0.27	7.07
ΣU (%)	86.51	92.26

10.2 Upoštevanje mas pri določanju potresnega vpliva in prikaz spektra

Upoštevali smo natančno razporeditev mas in jih nismo zgoščevali po etažah.

10.3 Upoštevanje razpokanih prereзов

Razpokane prereze smo upoštevali na način, da smo v seizmični analizi reducirali upogibno in strižno togost na 50 % osnovne vrednosti.

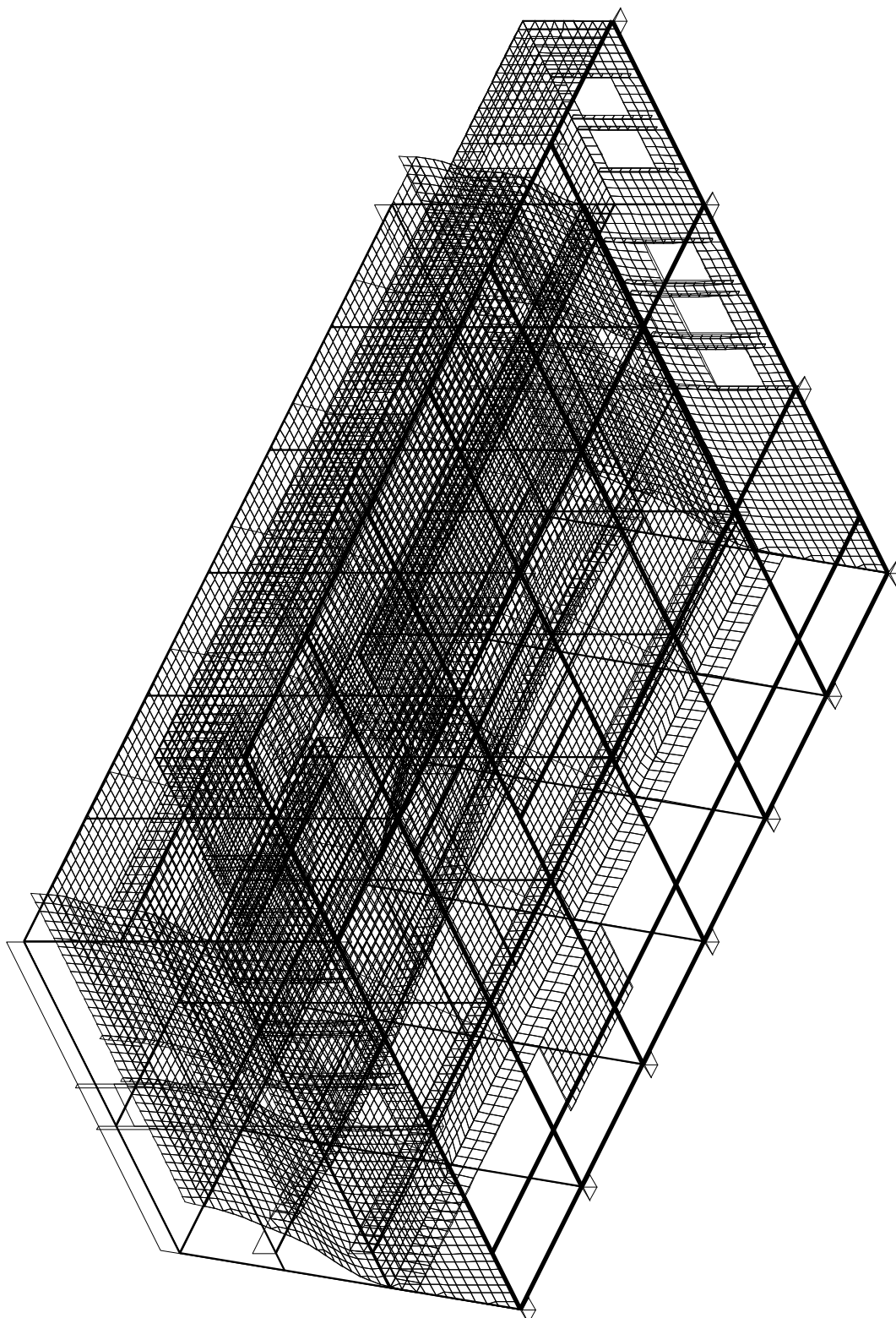
10.4 Nihajni časi konstrukcije-nihajne oblike

V nadaljevanju prikazujemo prve tri glavne nihajne oblike konstrukcije:

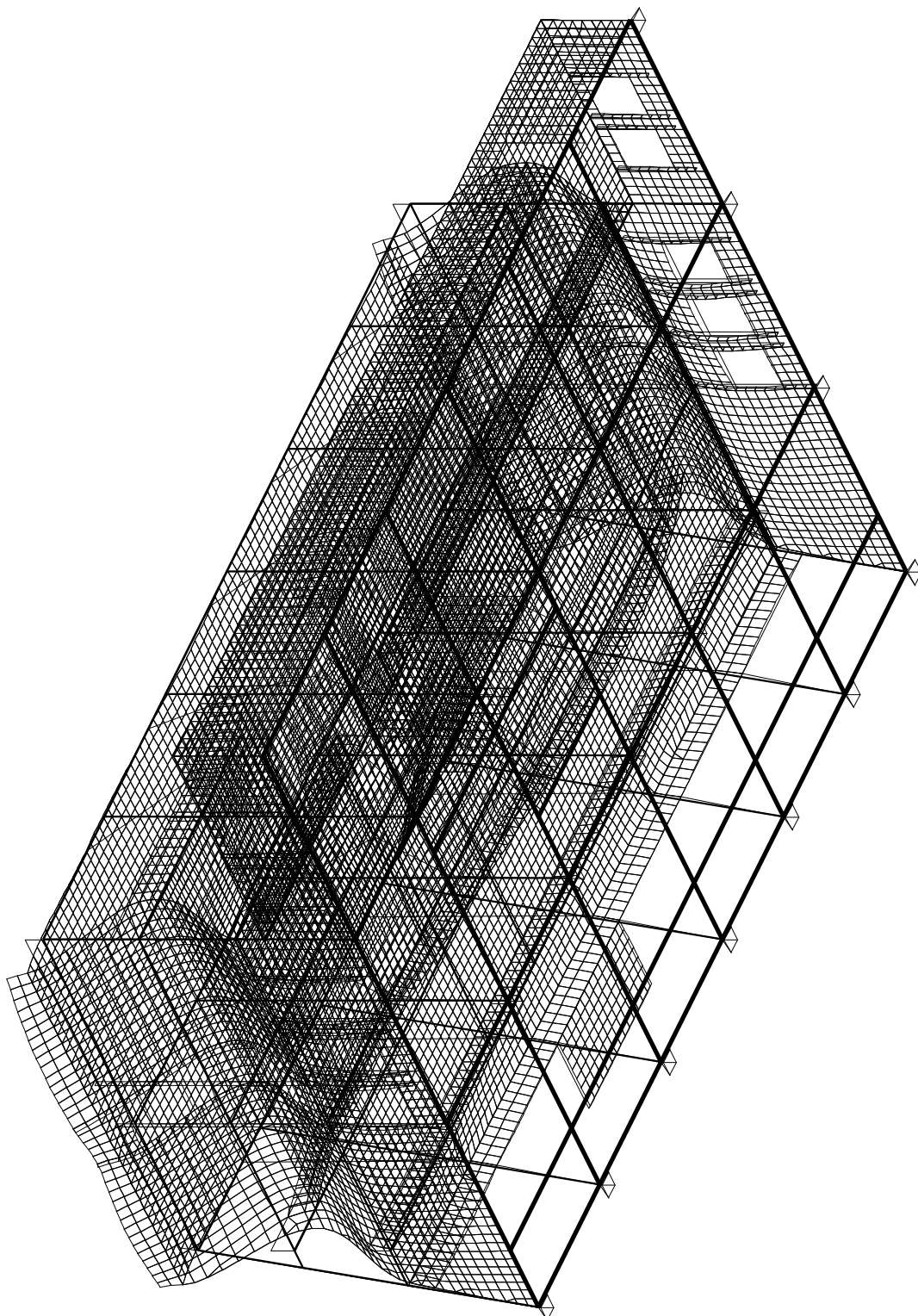
10.5 Upoštevanje vpliva naključne torzije

Vpliv naključne torzije program avtomatsko upošteva v velikosti 5 %.

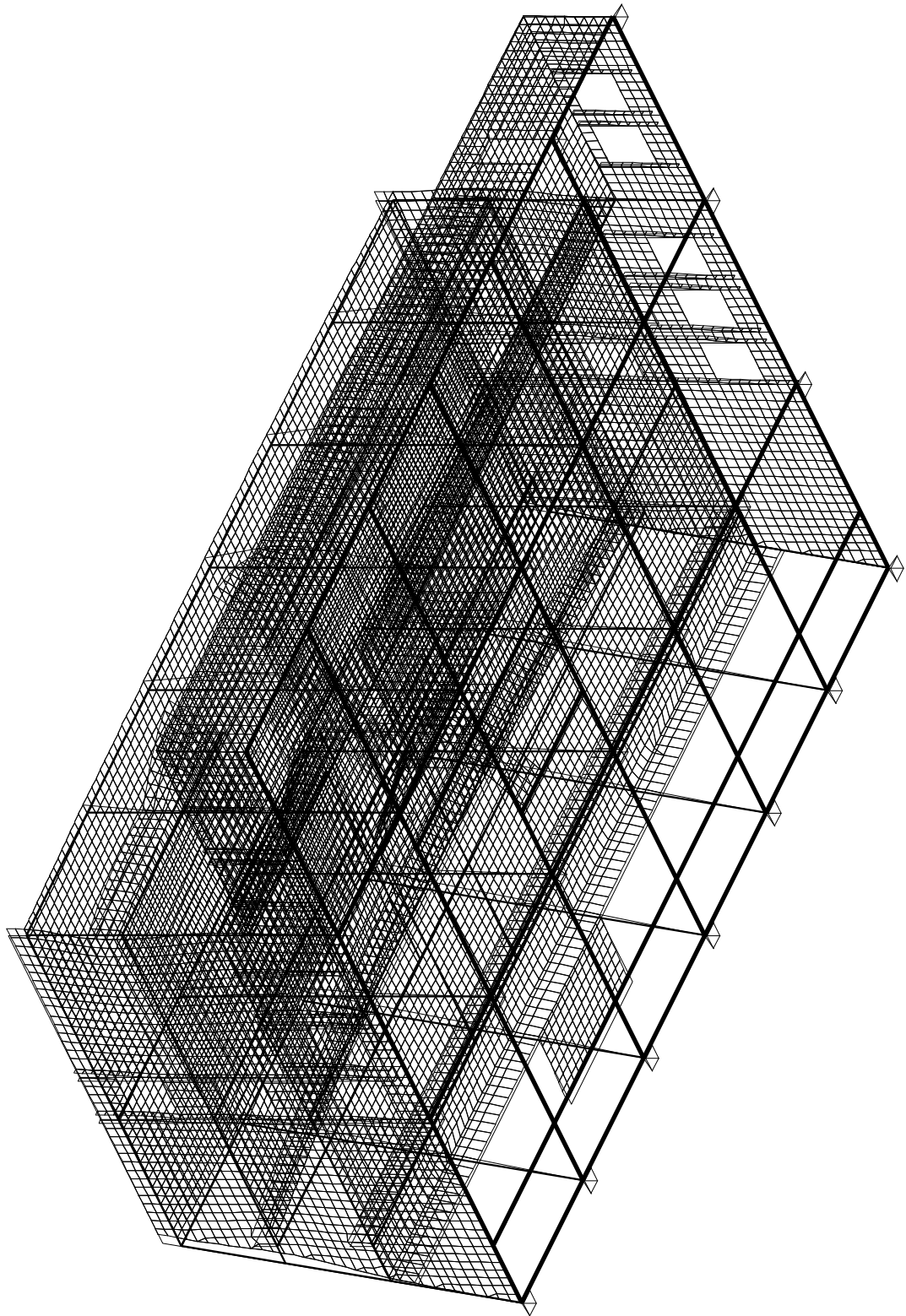
10.6 Prikaz nihajnih oblik



Izometrija
Nihajna oblika: 1/16 [$T=0.5891\text{sec}$ / $f=1.70\text{Hz}$]



Izometrija
Nihajna oblika: 2/16 [T=0.2020sec / f=4.95Hz]

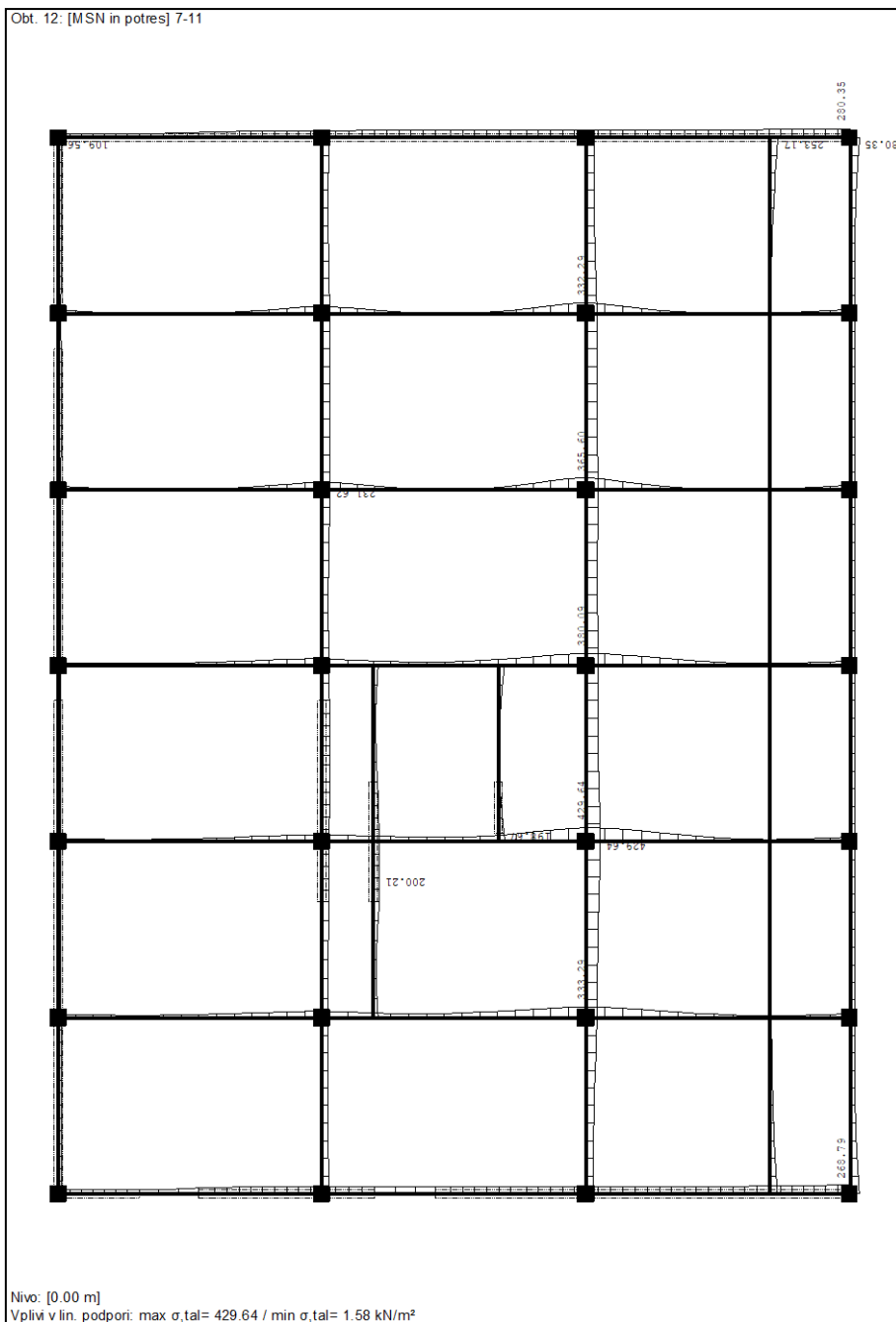


Izometrija
Nihajna oblika: 3/16 [T=0.1175sec / f=8.51Hz]

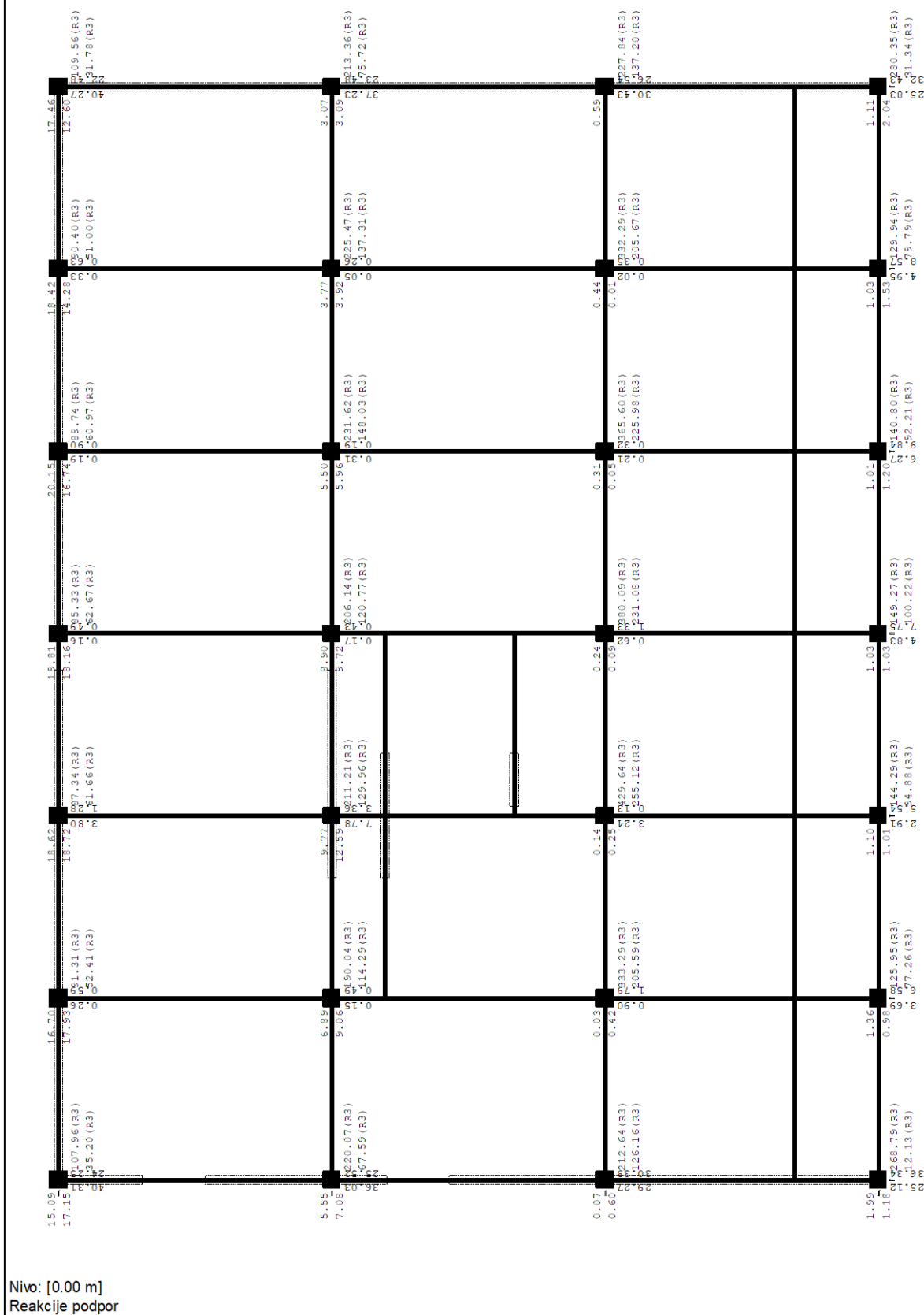
11 Prikaz napetosti v temeljnih tleh in reakcij podpor

V nadaljevanju prikazujemo napetosti v pasovnih temeljih in reakcije podpor – simulacija podpor pilotov, ki je bila narejena s pomočjo modeliranja podajnosti podpor v ločenem statičnem modelu. V tem primeru smo privzeli podatke po predpostavkah, saj geomehansko poročilo ni bilo na razpolago in točnih karakteristik zemljine nismo poznali. Upoštevali smo konservativne vrednosti podpor. Na podlagi takega modela je bila določena tudi potrebna armatura v pasovnih temeljih.

Napetosti pod pasovnimi temelji prikazujemo na naslednji sliki:



Obt. 12: [MSN in potres] 7-11



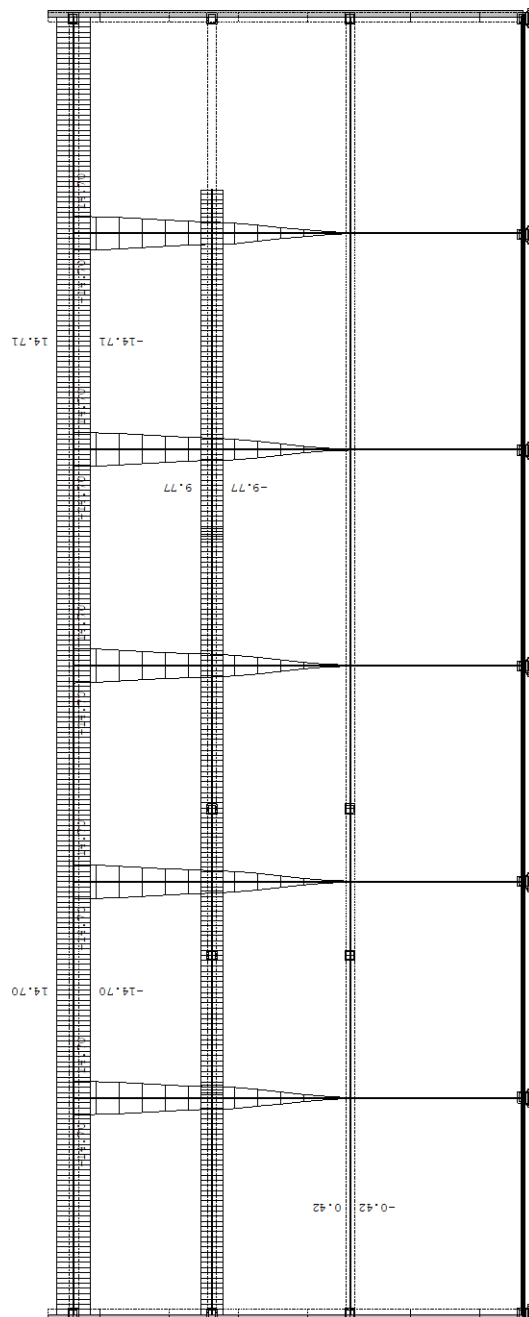
Iz prikaza napetosti v temeljnih tleh za ovojnico obtežnih kombinacij ter poškodb na objektu lahko sklepamo, da temelji niso problematični, sama raziskava celotnih temeljev pa je omejena. Predlaga se, da se novo dobetoniranje sten temelji na lastnih novih temeljih.

12 Omejitev poškodb

Kontrola etažnih pomikov se upošteva z naslednjim izrazom:

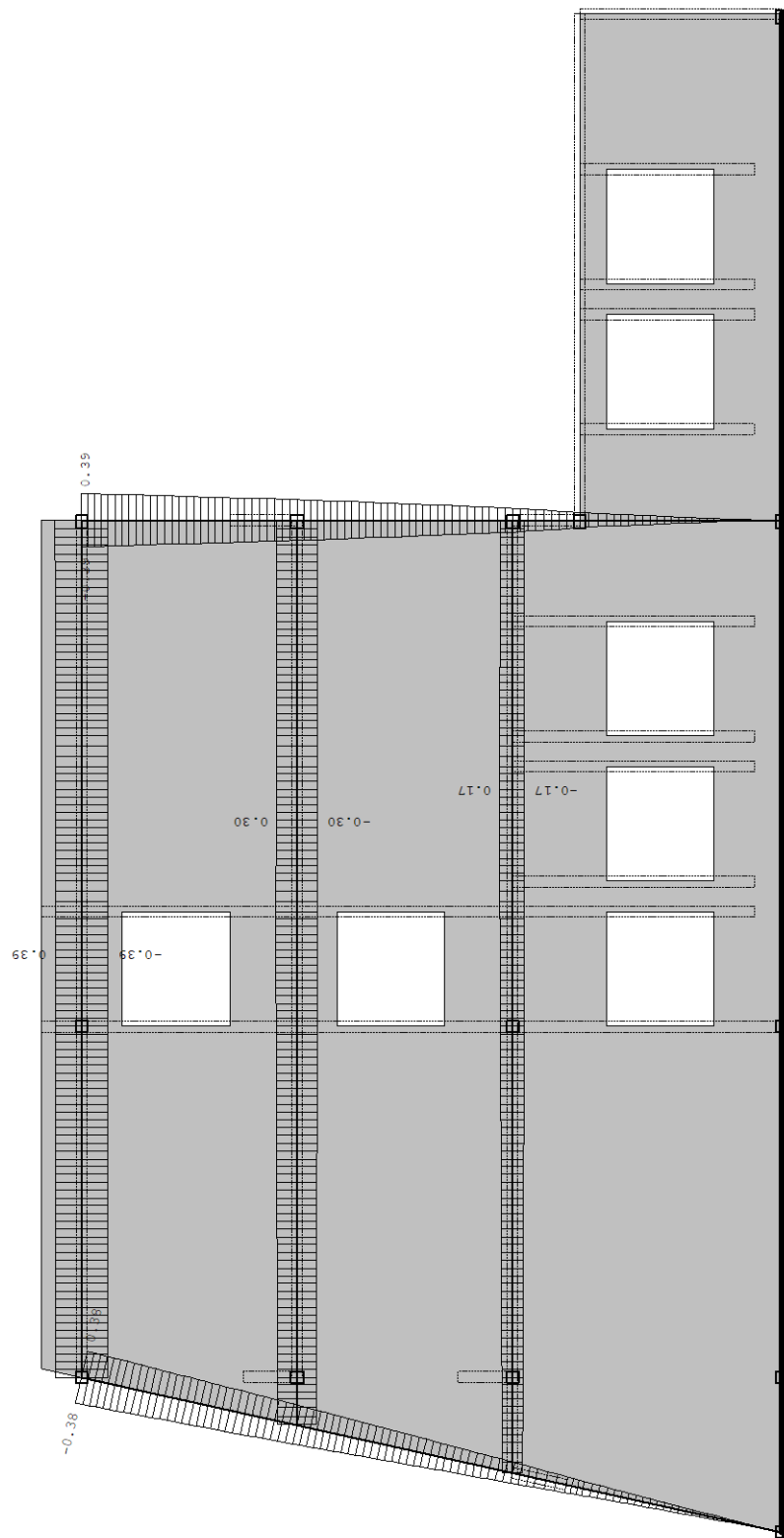
$d_r^* v < 0.0075 h \rightarrow d_{r\max}$ = pomiki so zaradi statičnega sistema konstrukcije minimalni

Obt. 3: x (+e)



Okvir: H_2
Vplivi v gredi: max $X_p = 14.71$ / min $X_p = -14.71$ m / 1000

Obt. 5: y (+e)



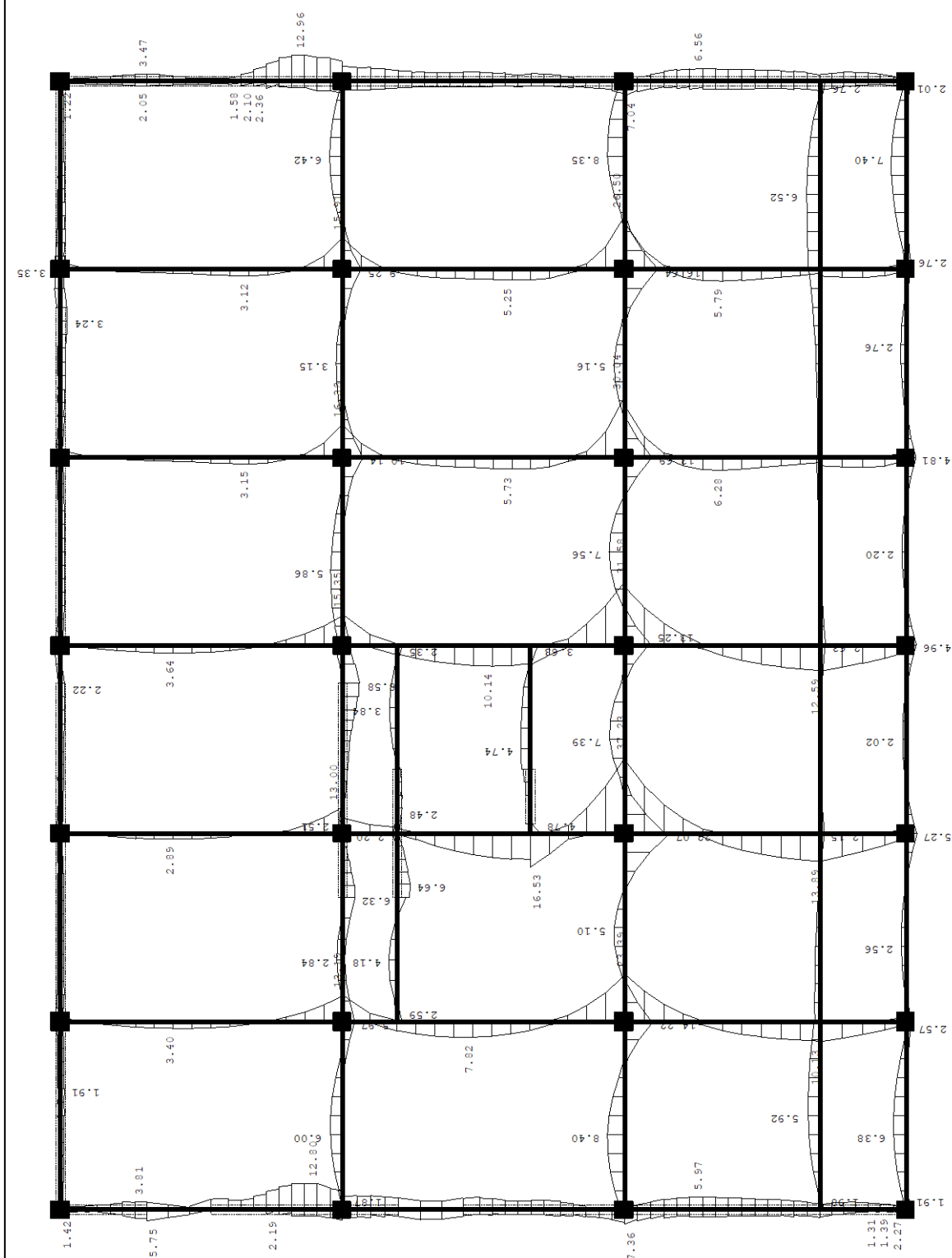
Okvir: V_7

Vplivi v gredi: max $Y_p = 0.39$ / min $Y_p = -0.39$ m / 1000

13 Potrebna armatura v pasovnih temeljih

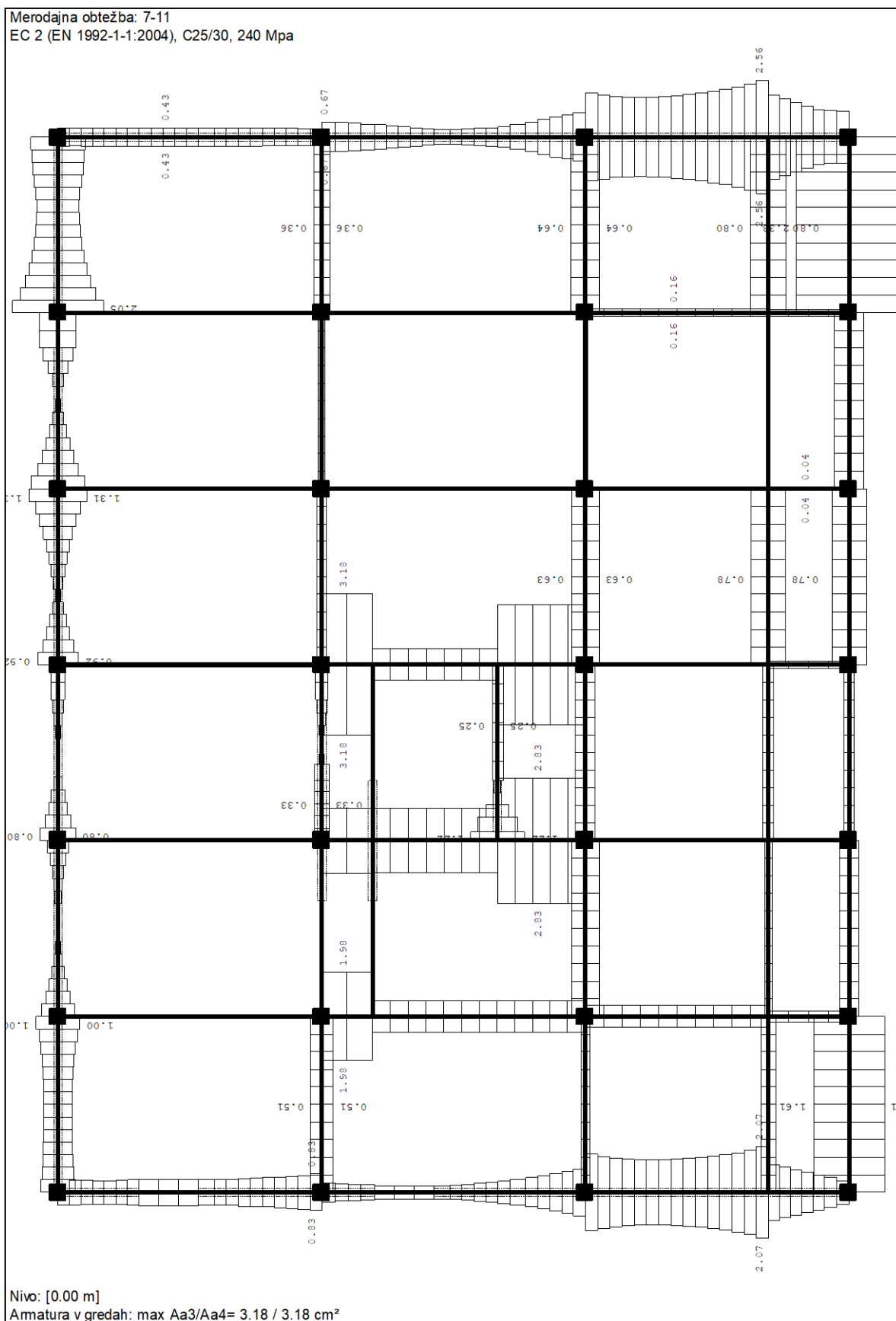
Merodajna obtežba: 7-11

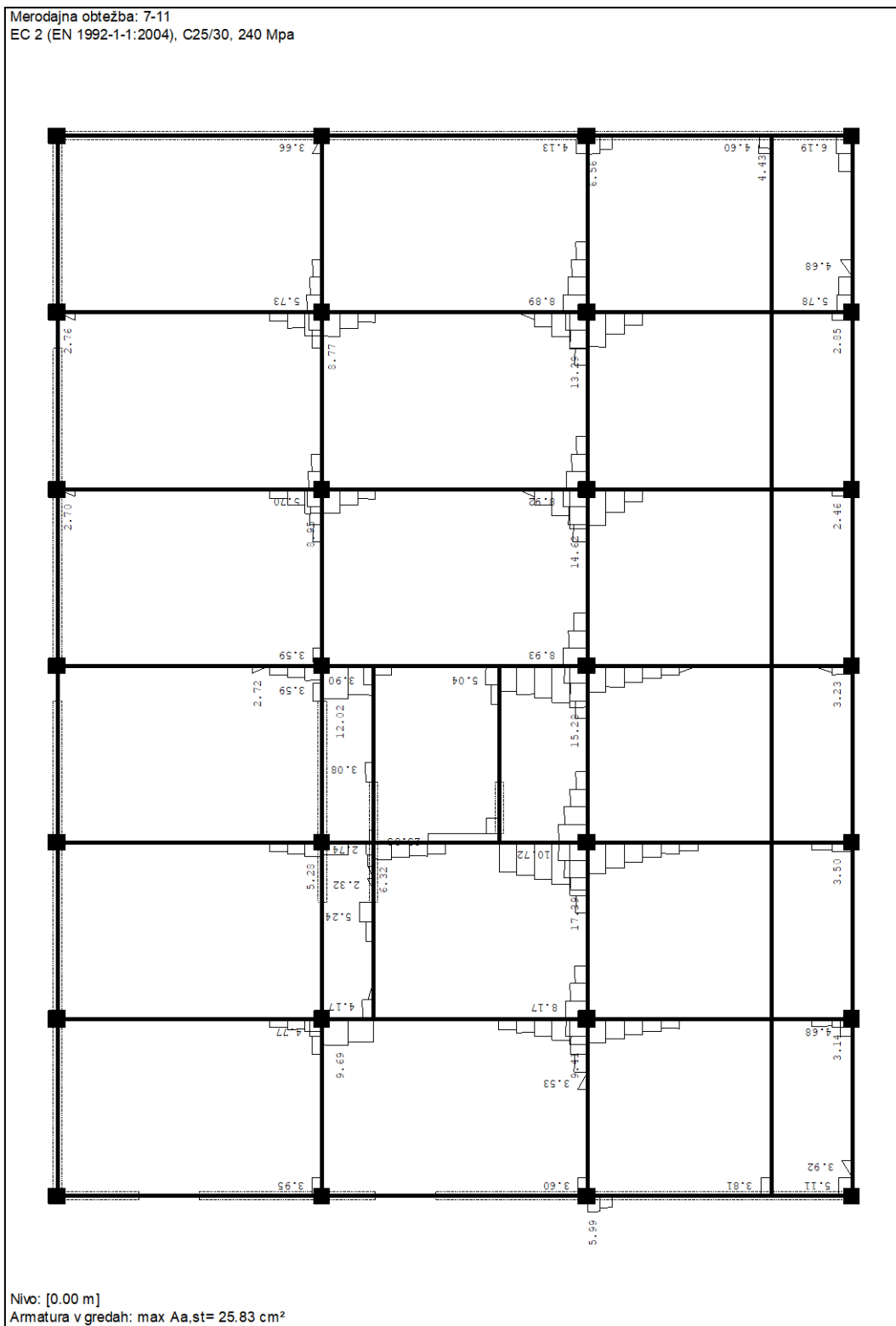
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa



Nivo: [0.00 m]

Armatura v gredah: max $A_{a2}/A_{a1} = 16.53 / 37.23 \text{ cm}^2$

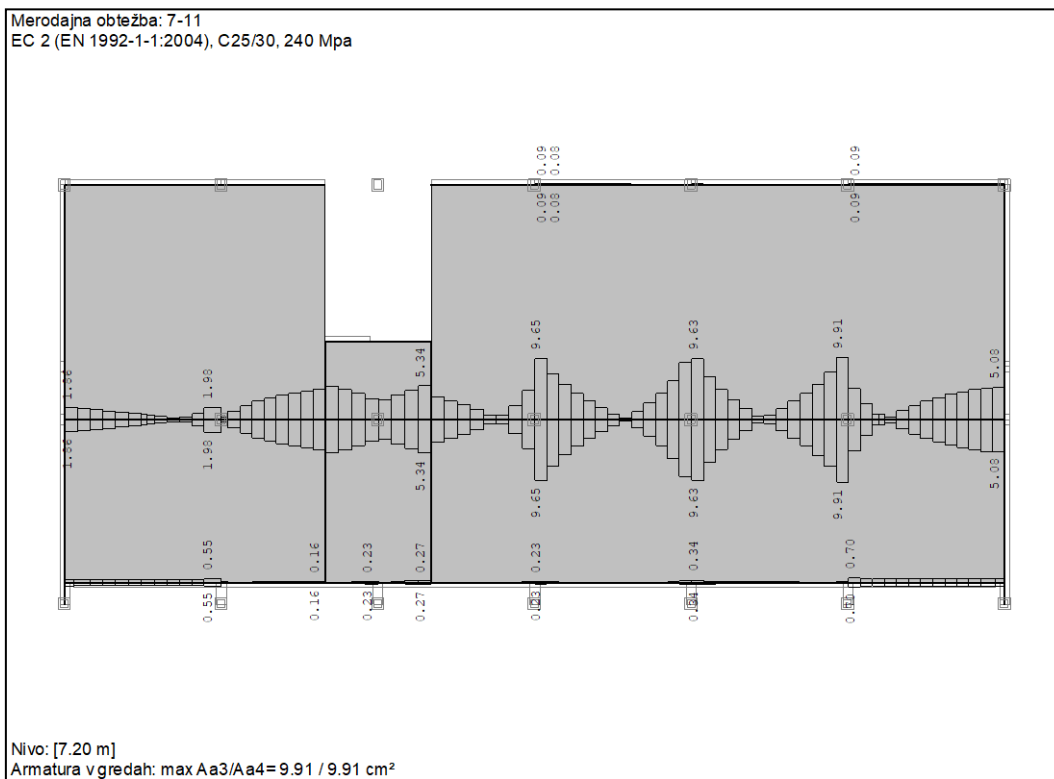
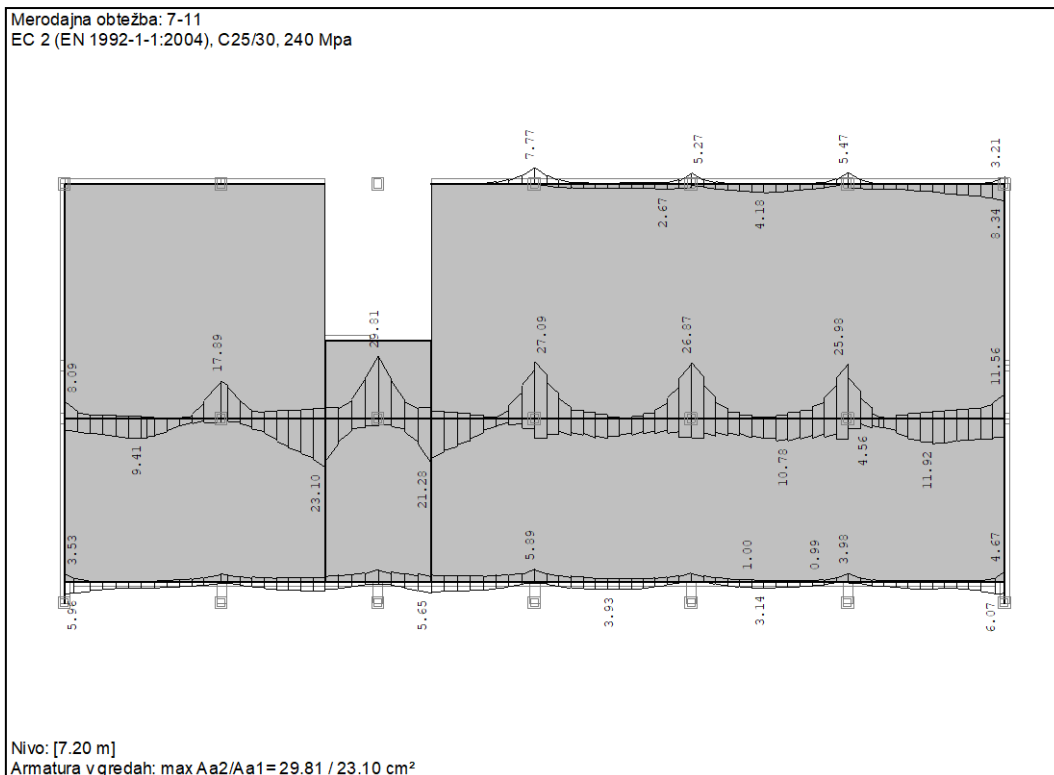


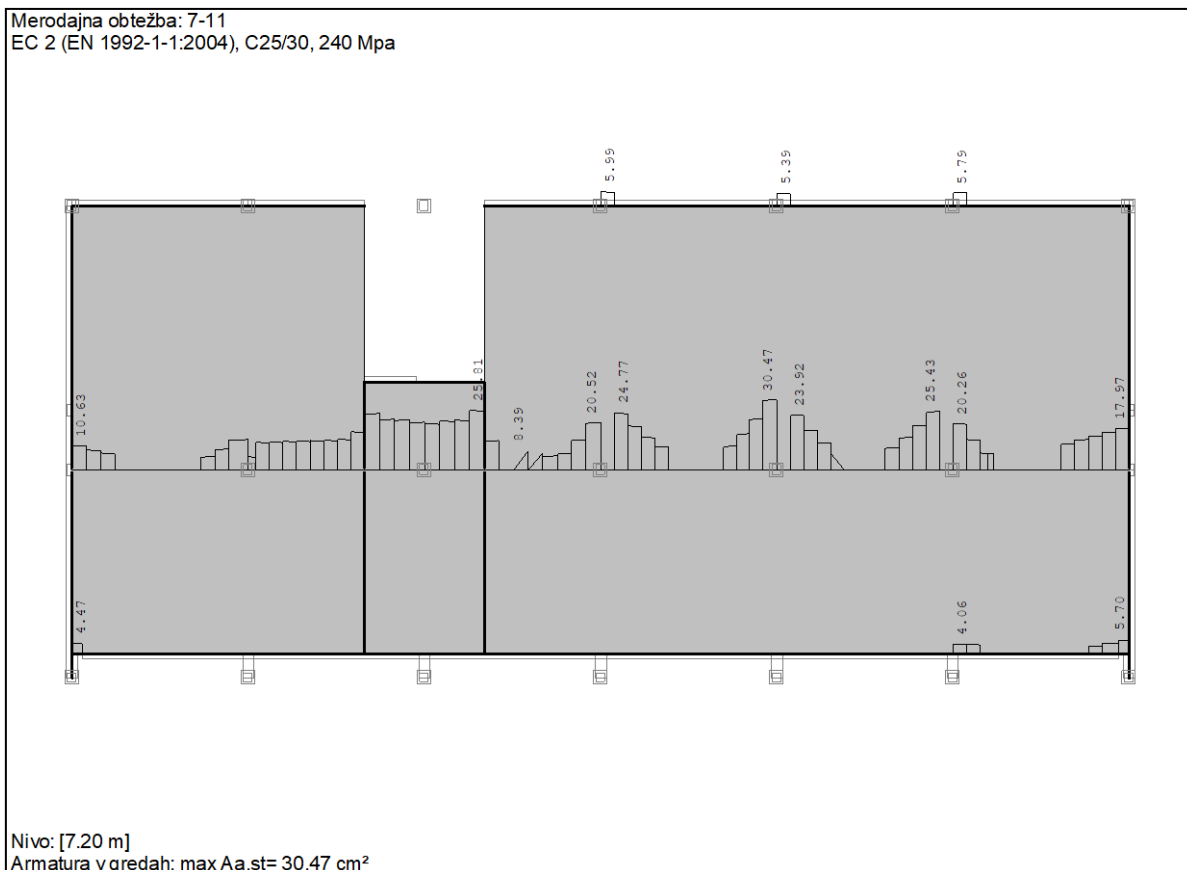


Glede na to, da poškodb iz naslova poddimenzioniranih temeljev ni opaziti, ter da je računsko potrebna armatura v temeljih majhna, se sklepa, da so temelji ustrezno dimenzionirani.

Opaziti pa je določene razpoke, ki so lahko posledica delovanja tal.

14 Potrebna armatura nosilcev etažnih plošč za ovojnico obtežnih kombinacij





Iz rezultatov razberemo, da je spodnja armatura (kot po raziskavah materialov $4\phi 22 \rightarrow A_{s,dej}=15.2 \text{ cm}^2$) večinoma ustrezna, prekoračena je zgolj v konicah na sredini nosilca.

Smatra se, da je spodnja armatura v nosilcih ustrezna.

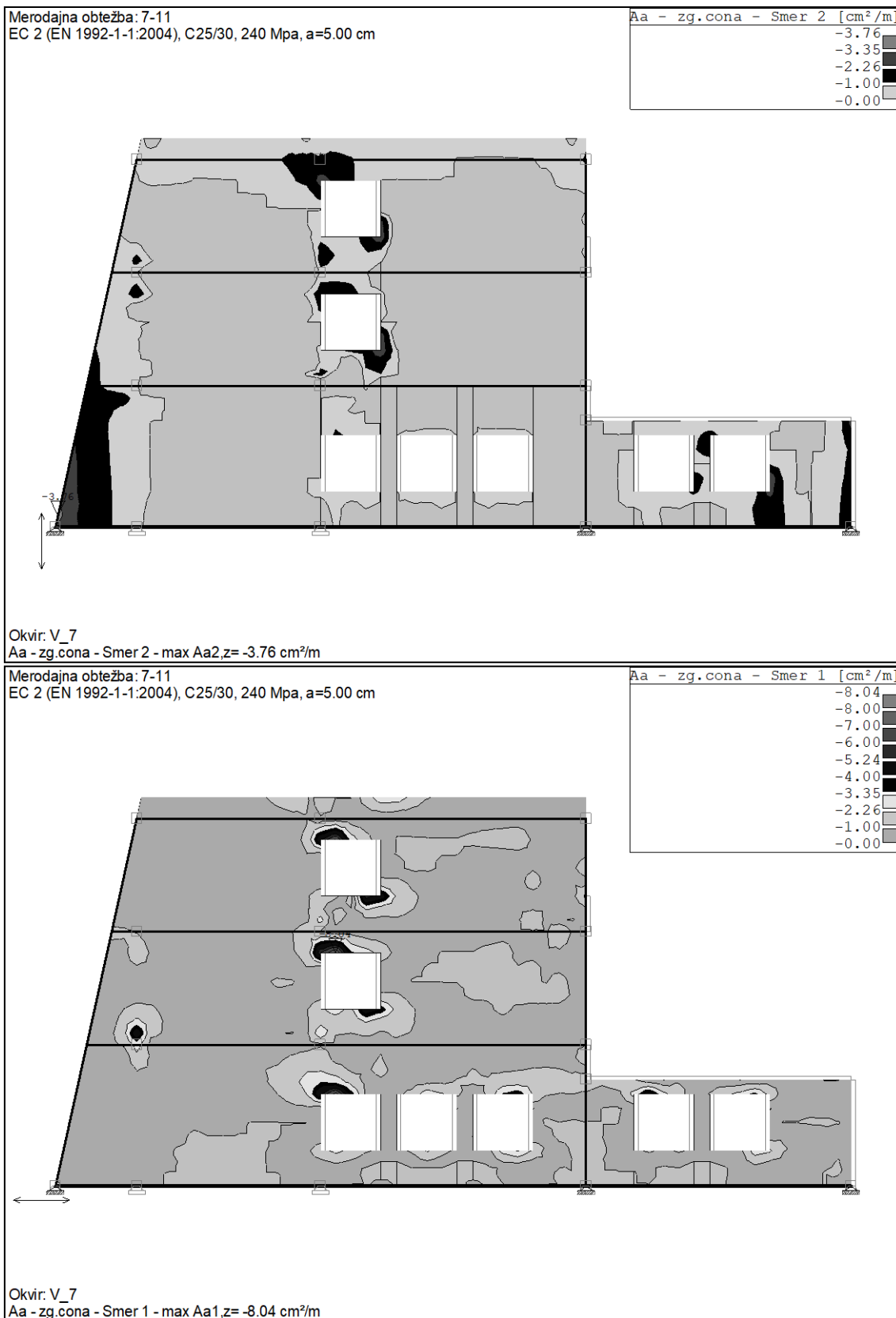
Zgornja armatura ni bila dostopna, zato je ne moremo komentirati, sklepa se, da je narejena v enakem razmerju kot zgornja in zato smatramo, da je prav tako ustrezna.

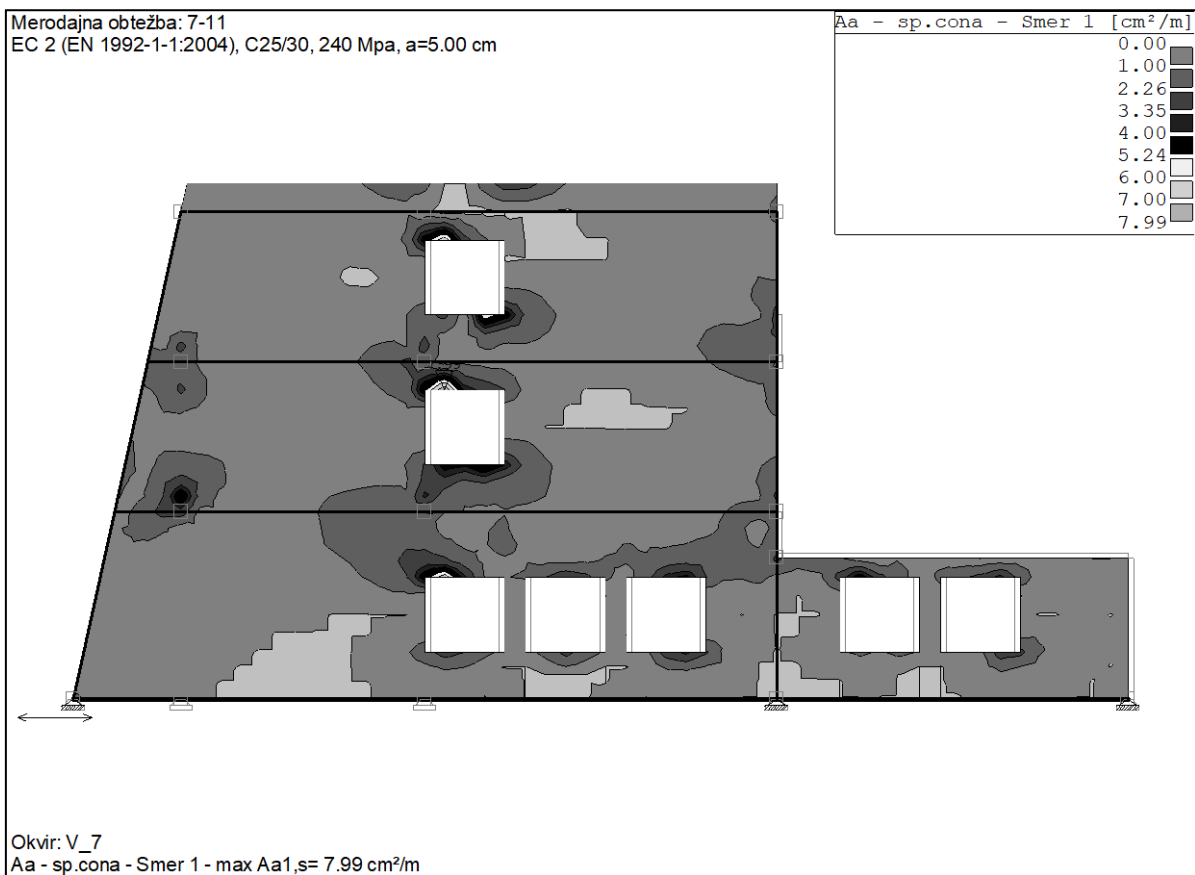
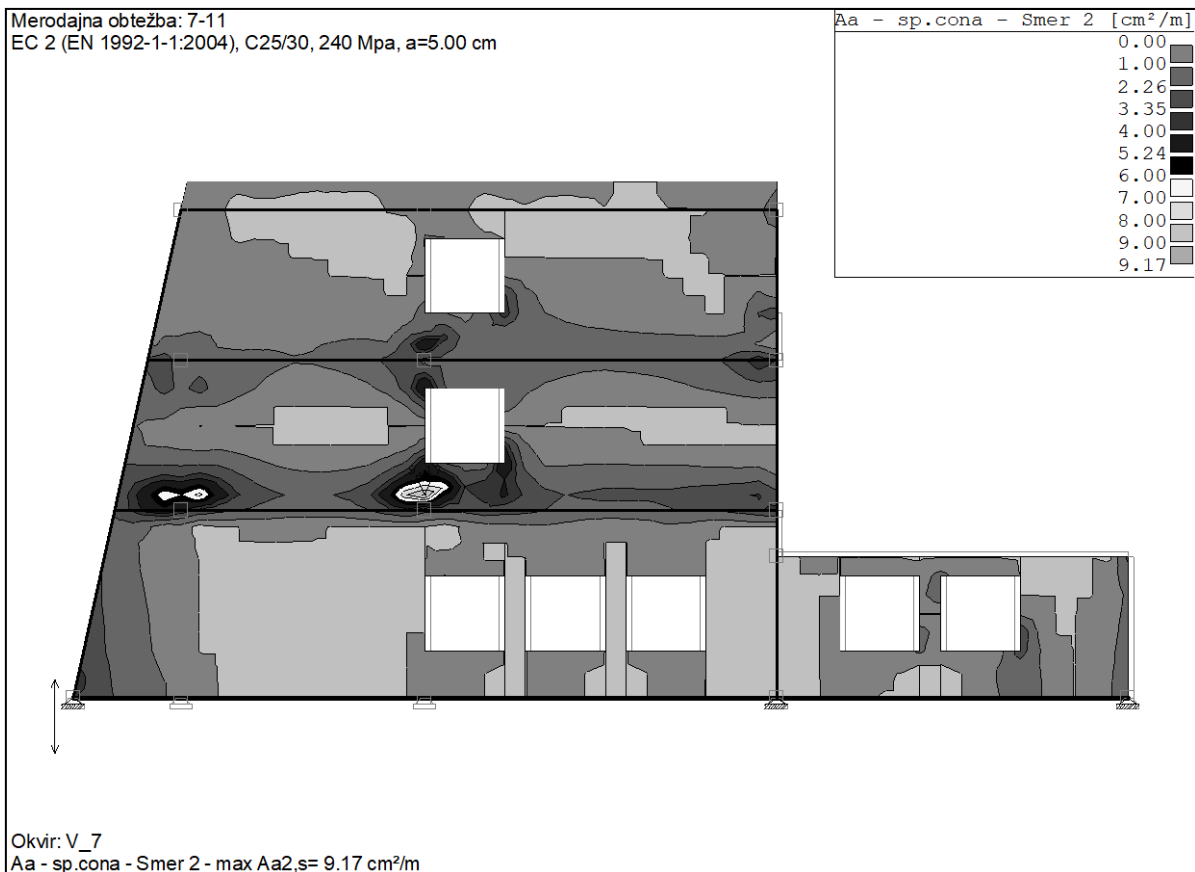
Strižna armatura je glede na rezultate analize nezadostna. Potrebna je ojačitev strižne armature nosilcev po rezultatih nove statike, ki bo upoštevala tudi ojačitev sten. Ta armatura bo drugačna kot armatura sedanjega stanja.

Priporoča se ojačitev s karbonskimi lamelami oz. trakovi - ovoji.

15 Potrebna armatura sten za ovojnice obt. kombinacij

V nadaljevanju prikazujemo računsko potrebno armaturo za prečno steno.





Iz raziskav je mogoče razbrati, da je vgrajena armatura, ki znaša v zunanjih stenah debeline $d=15$ cm enaka $\phi 12/20$ za vertikalno smer. V vodoravni smeri pa je armatura zgolj $\phi 10/50$.

$$A_{s,dej,VERT}=5.7 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,dej,HOR}=1.6 \text{ cm}^2$$

Armatura, ki je računsko potrebna je sicer večja od vgrajene zgolj lokalno, vendar je tudi minimalna armatura po standardu večja od vgrajene armature.

Skladno s SIST EN 1992-1-1 je minimalna armatura AB sten enaka $0.002A_c$, za vodoravno smer prav tako velja $A_{s,min}=0.002A_c$, kar za steno $d=15$ cm znaša

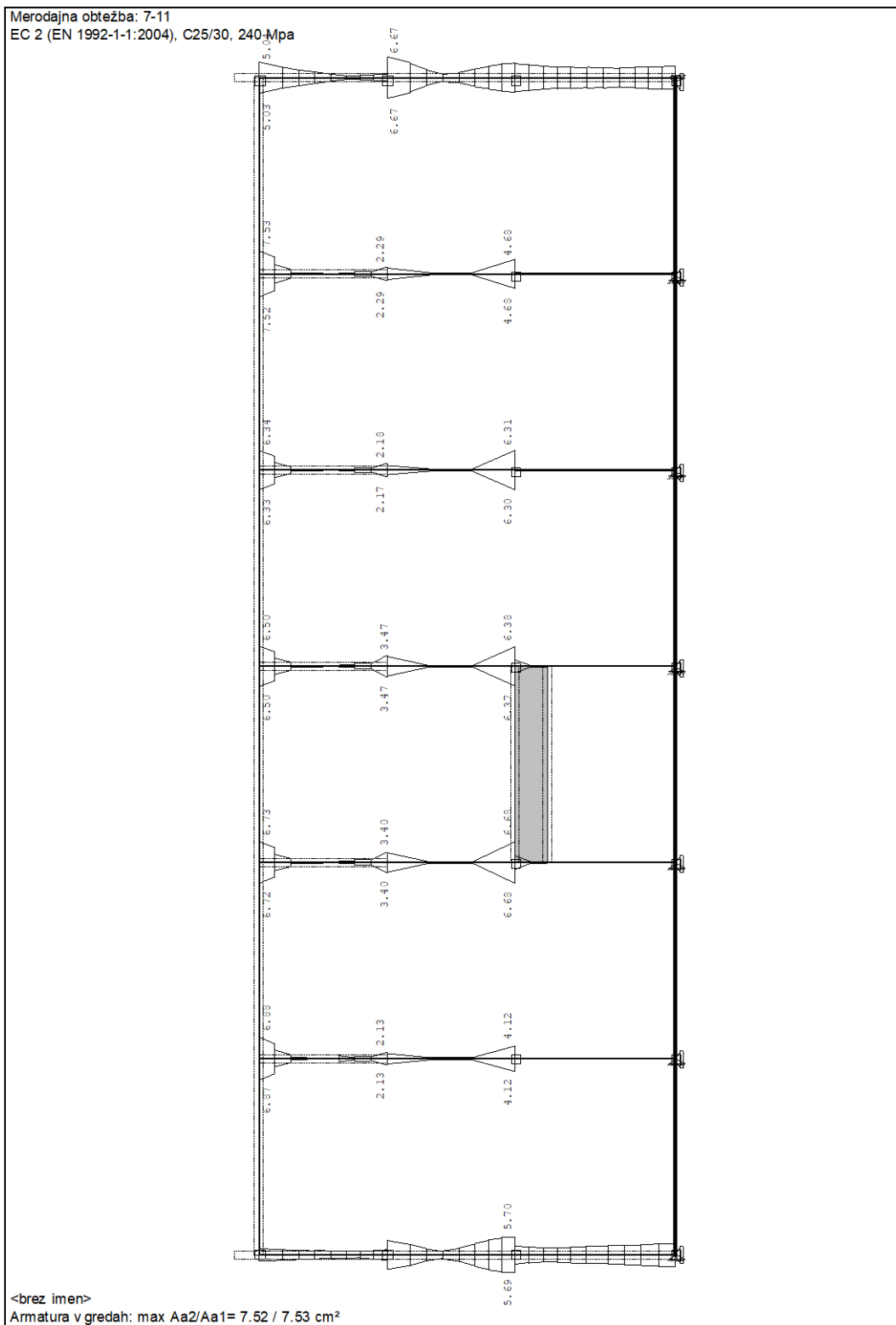
$$A_{s,pot,min}=3.0 \text{ cm}^2$$

Vgrajena armatura je cca 87 % premajhna glede na potrebno.

16 Potrebna armatura v stebrih za ovojnice obt. kombinacij

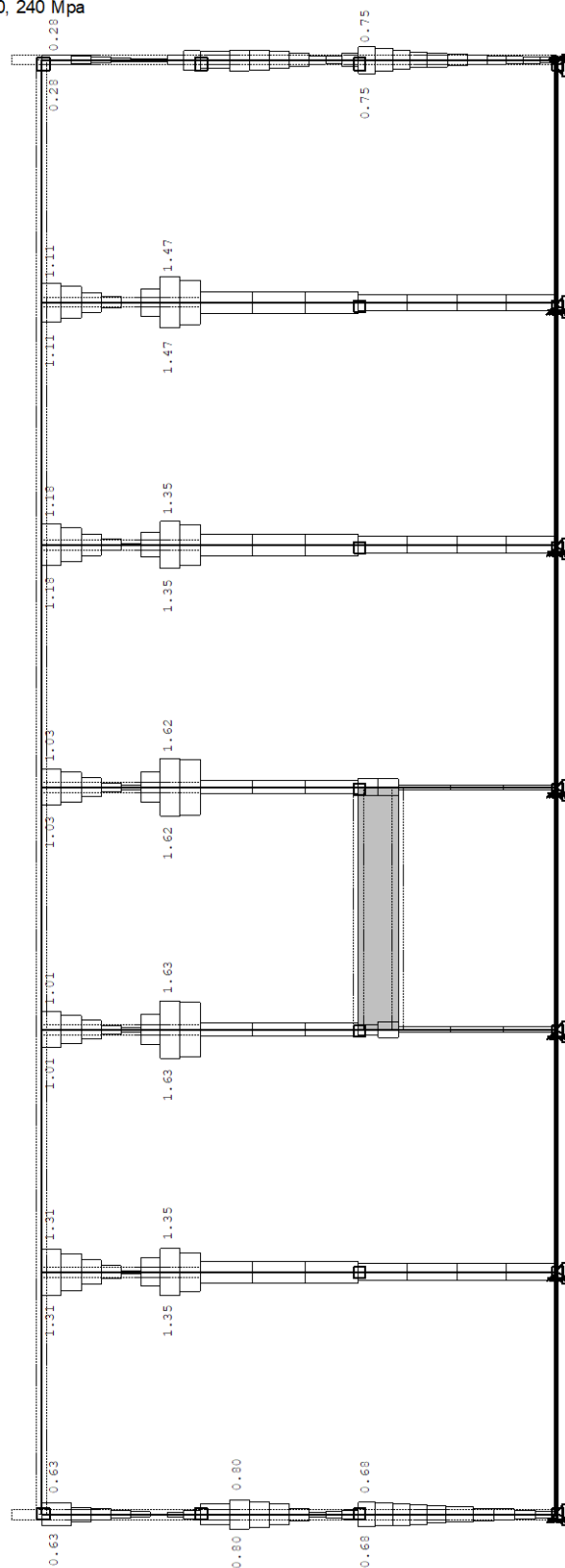
16.1 Poševni zunanji stebri

Potrebno armaturo v stebrih prikazujemo na naslednjih slikah:



Merodajna obtežba: 7-11

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa

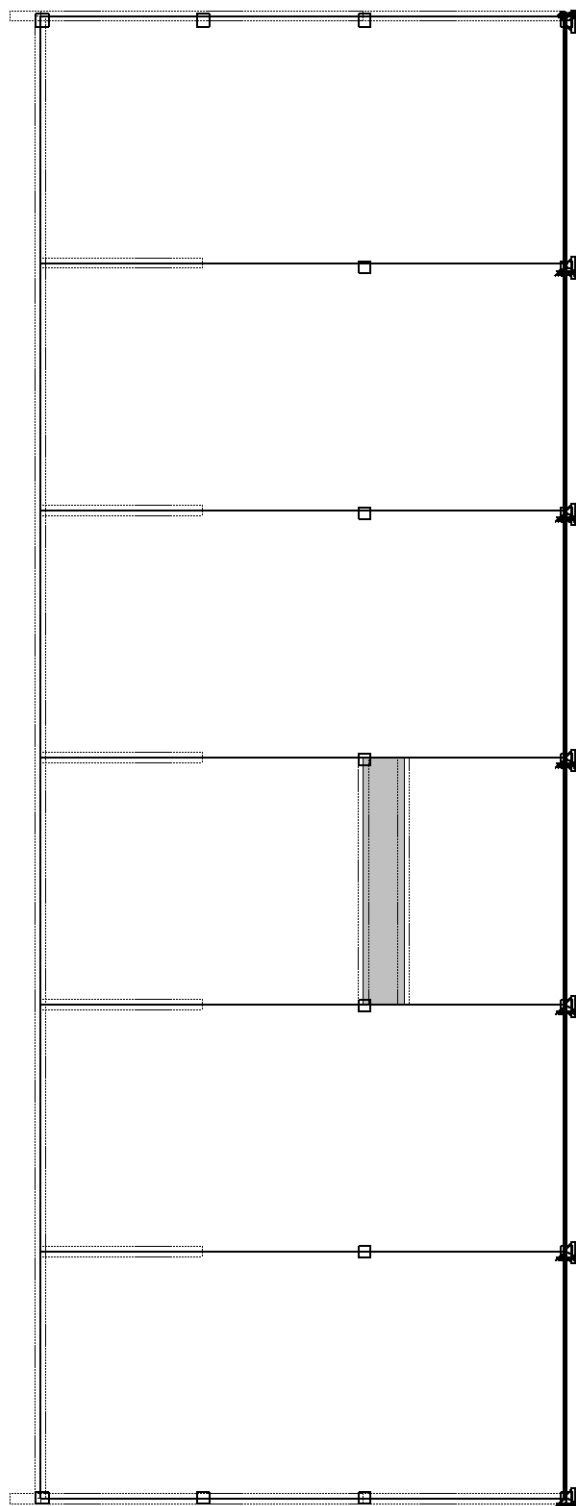


<brez imen>

Armatura v gredah: max Aa3/Aa4= 1.63 / 1.63 cm²

Merodajna obtežba: 7-11

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa



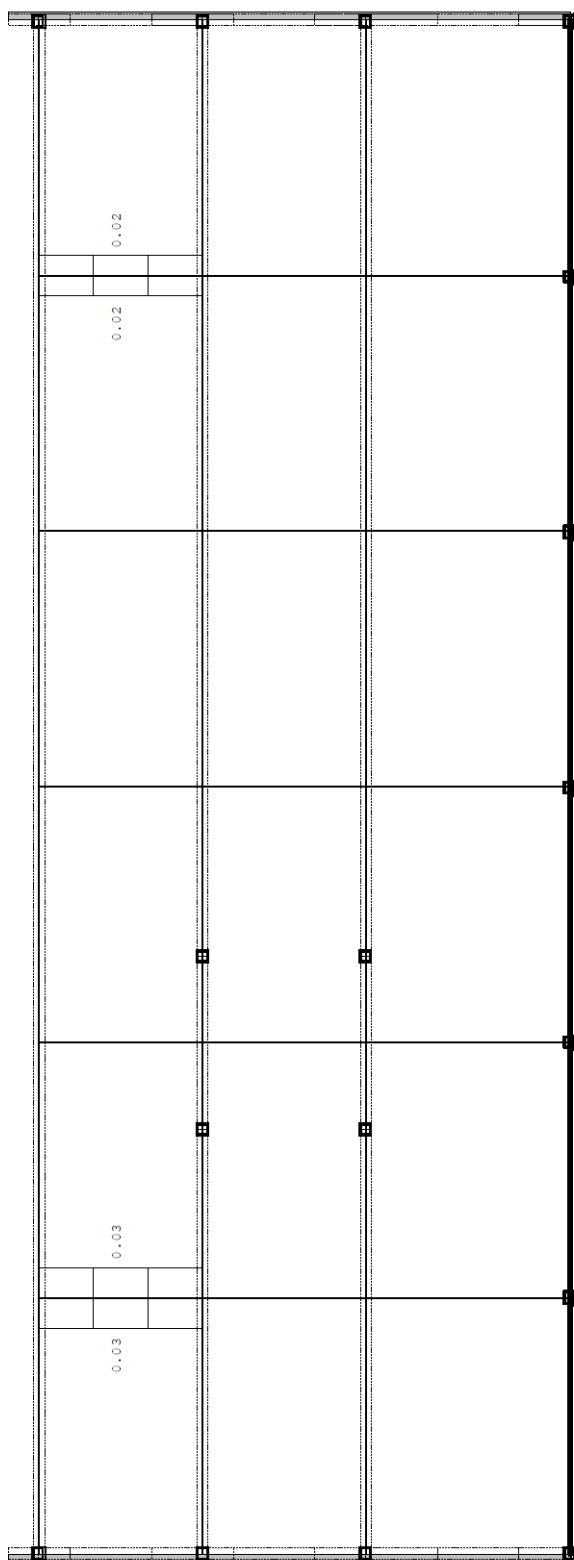
<brez imen>

Armatura v gredah: max $A_{a,st} = 0.00 \text{ cm}^2$

Razvidno je, da je računska armatura ustrezna.

Merodajna obtežba: 7-11

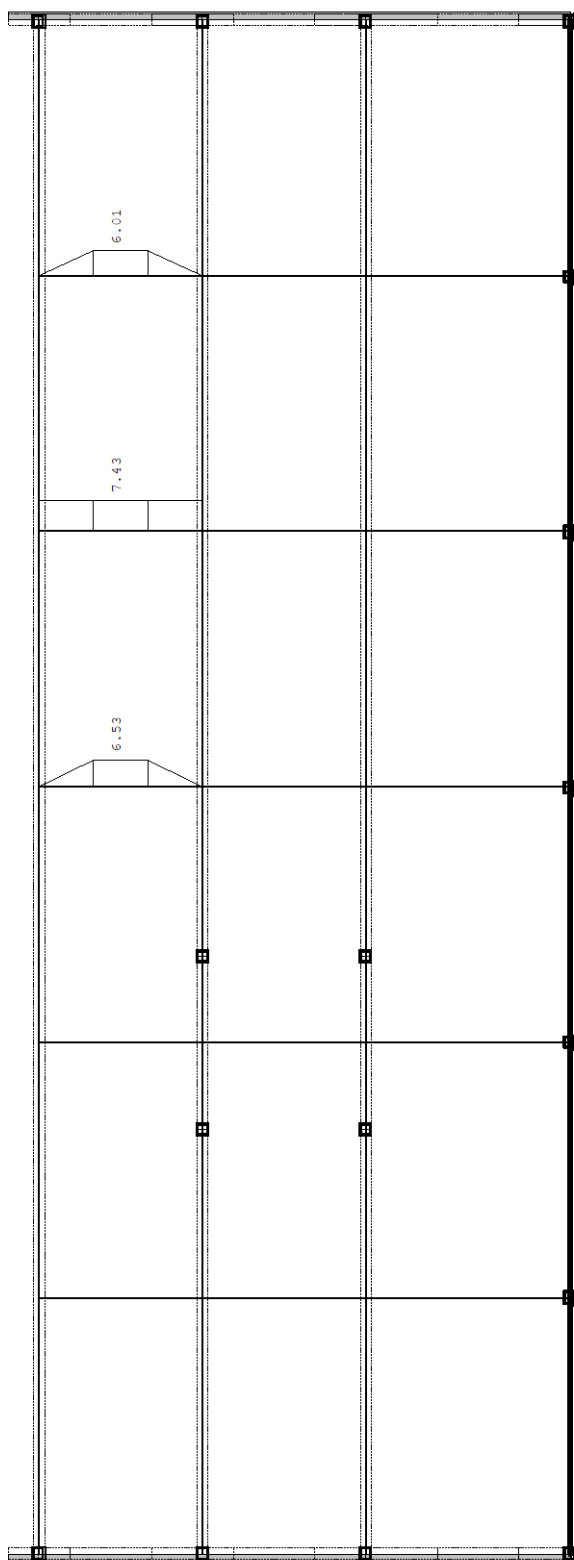
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa



Okvir: H_2

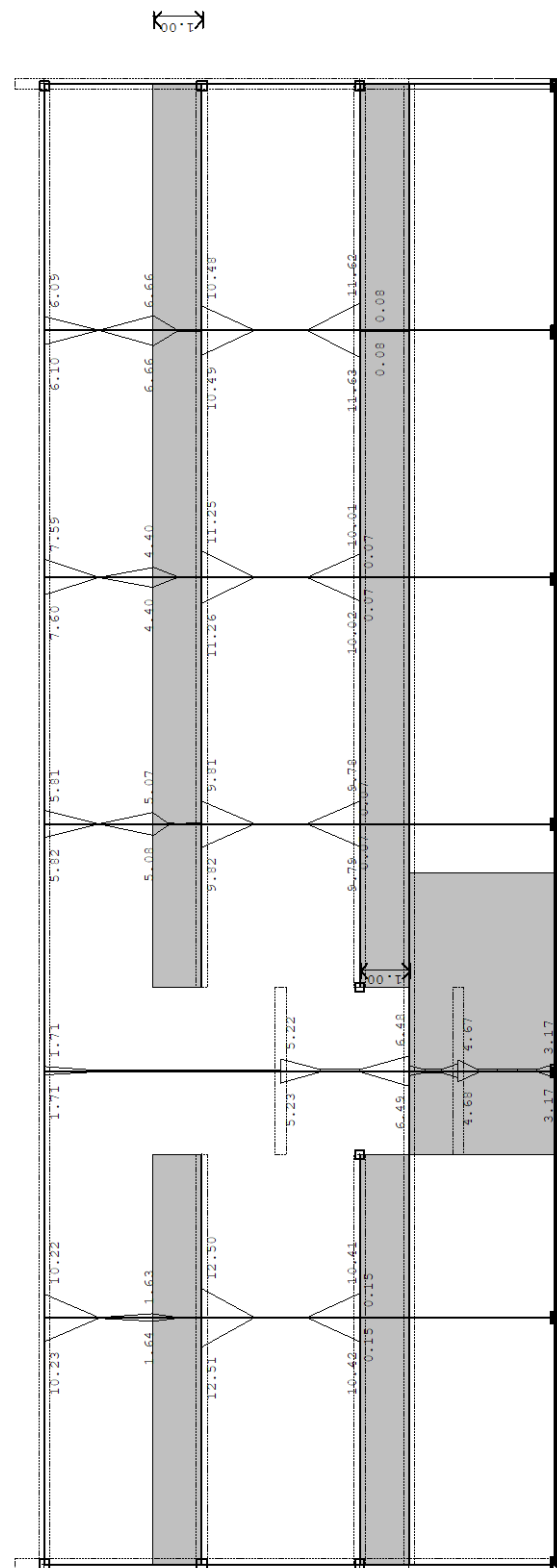
Armatura v gredah: max $A_{a3}/A_{a4} = 0.03 / 0.03 \text{ cm}^2$

Merodajna obtežba: 7-11
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa



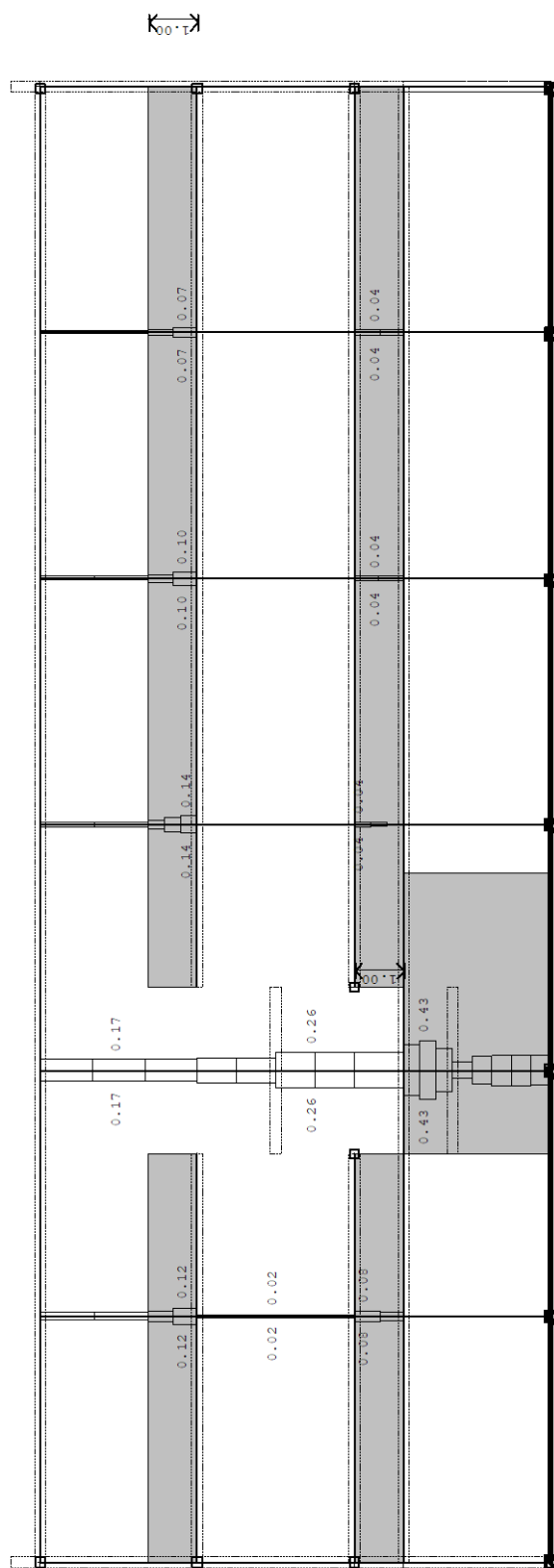
Okvir: H_2
Armatura v gredah: max $A_{a, st} = 7.43 \text{ cm}^2$

Merodajna obtežba: 7-11
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa



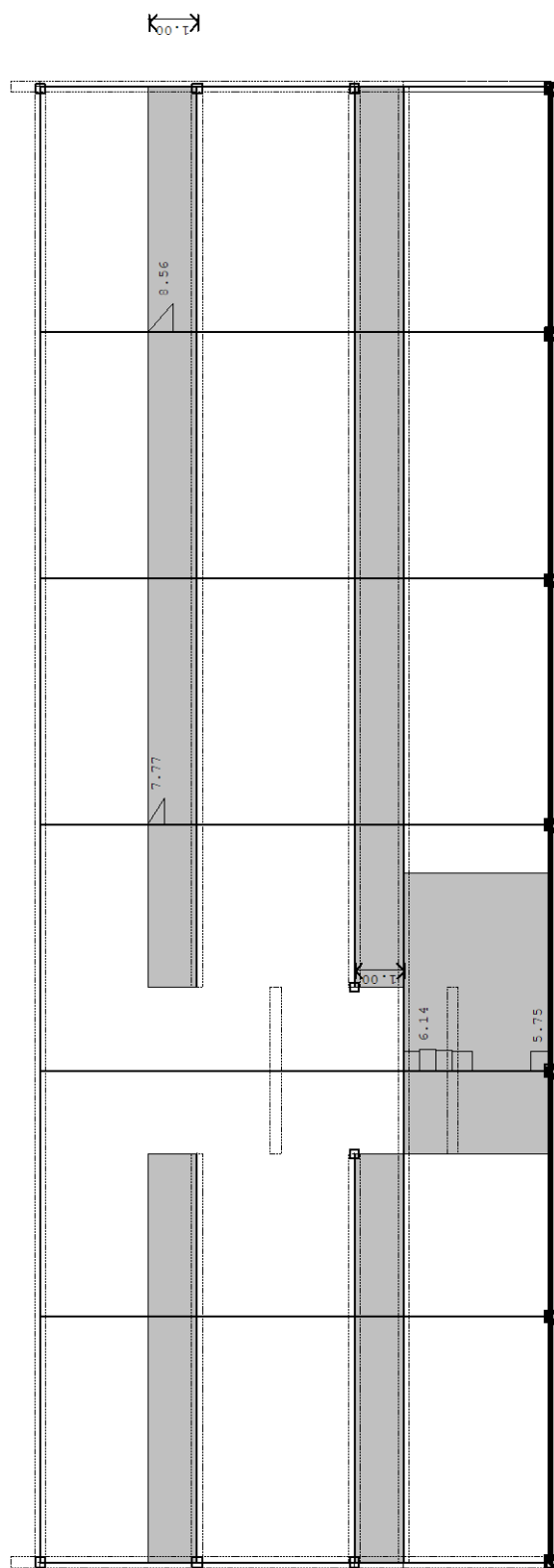
Okvir: H_9
Armatura v gredah: $\max A_{a2}/A_{a1} = 12.50 / 12.51 \text{ cm}^2$

Merodajna obtežba: 7-11
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa



Okvir: H_9
Armatura v gredah: $\max Aa3/Aa4 = 0.43 / 0.43 \text{ cm}^2$

Merodajna obtežba: 7-11
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, 240 Mpa



Okvir: H₉
Armatura v gredah: max A_{a,st} = 8.56 cm²

16.3 Pritličje

Vgrajena armatura je po podatkih $4\phi 22$, streme $\phi 8/30$ cm. Računsko potrebna armatura je manjša od vgrajene.

Armatura v stebrih je ustrezna.

16.4 1. nadstropje

Vgrajena armatura je po podatkih raziskav $4\phi 16$, streme $\phi 8/30$ cm. Računsko potrebna armatura je $A_{s,pot}=5.44$ cm² in je večja od vgrajene, ki je $A_{s,pot}=4.02$ cm².

Armatura v stebrih NI ustrezna. Za sredinske stebre je 35 % prenizka armiranost, za robne stebre pa lokalno tudi do 100 % prenizka armiranost. V PZI naj se prvo naredi nov statični model z ojačano prečno steno in nato naredi ponovna analiza stebrov.

16.5 2. nadstropje

Vgrajena armatura je po podatkih $4\phi 22$, streme $\phi 8/30$ cm. Računsko potrebna armatura je manjša od vgrajene.

Armatura v stebrih je ustrezna.

16.6 Povzetek

Iz obstoječe dokumentacije in opravljenih preiskav na terenu lahko sklepamo, da je armatura v stebrih zadostna v pritličju in zgornjem nadstropju, medtem ko je v prvem nadstropju nezadostna.

Maj 2023

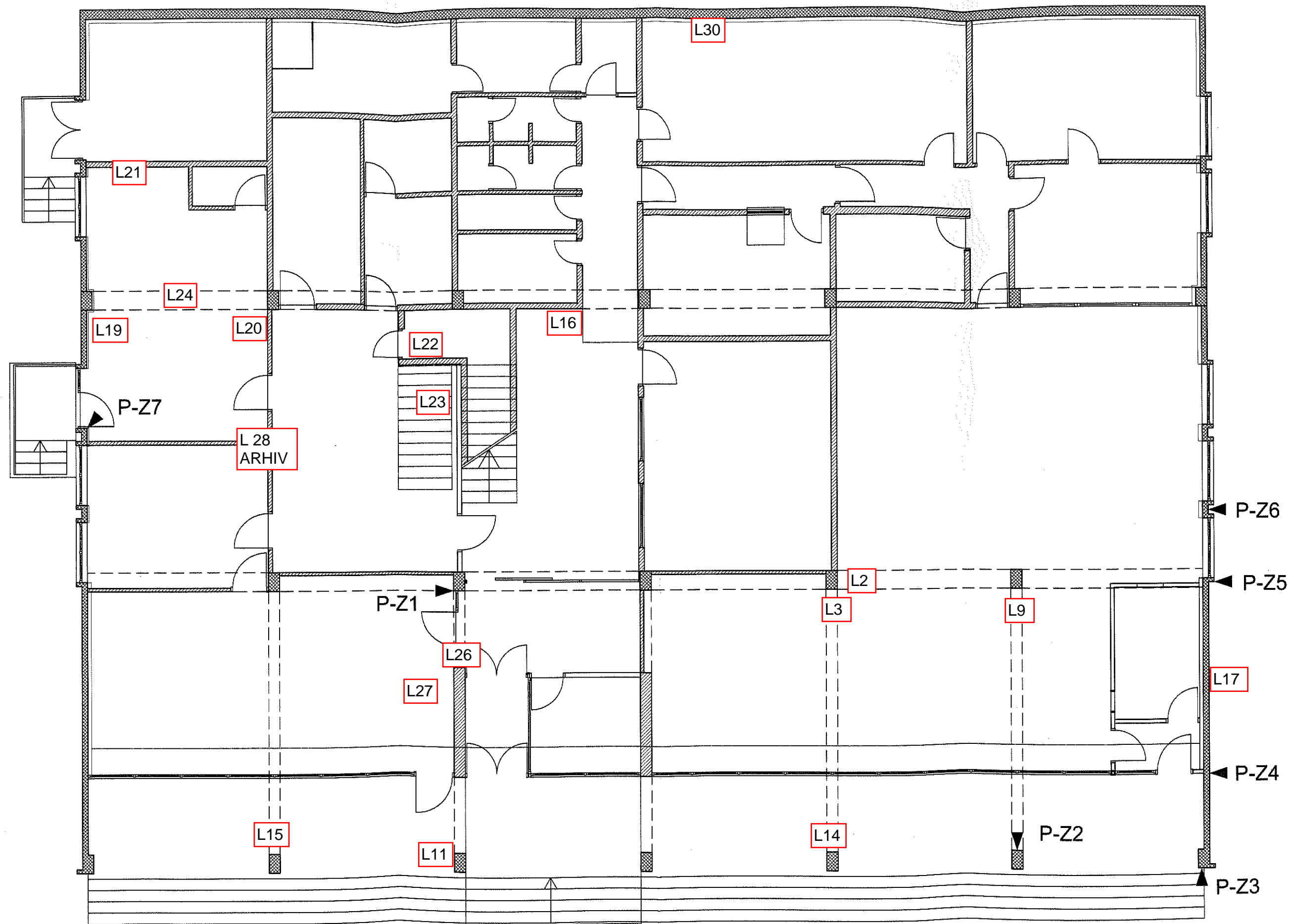
dr. Urban Rodman, univ. dipl. inž. grad.

IZS G-3560

dr. URBAN RODMAN univ.dipl.inž.grad. IZS G-3560
--



PRITLIČJE



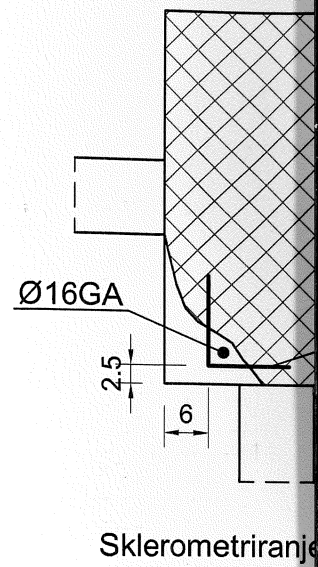
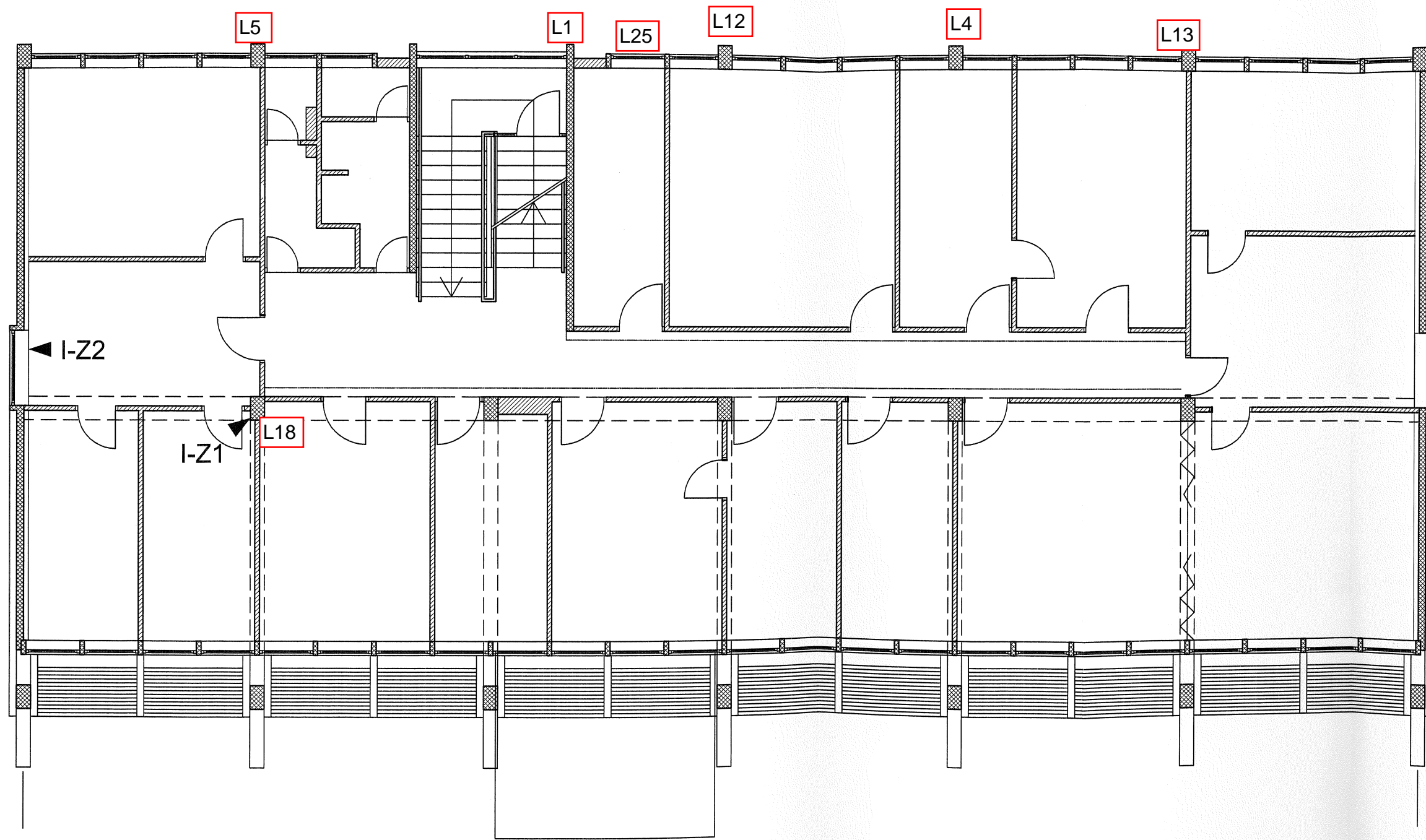
Ø8GA/25cm

Ø22GA

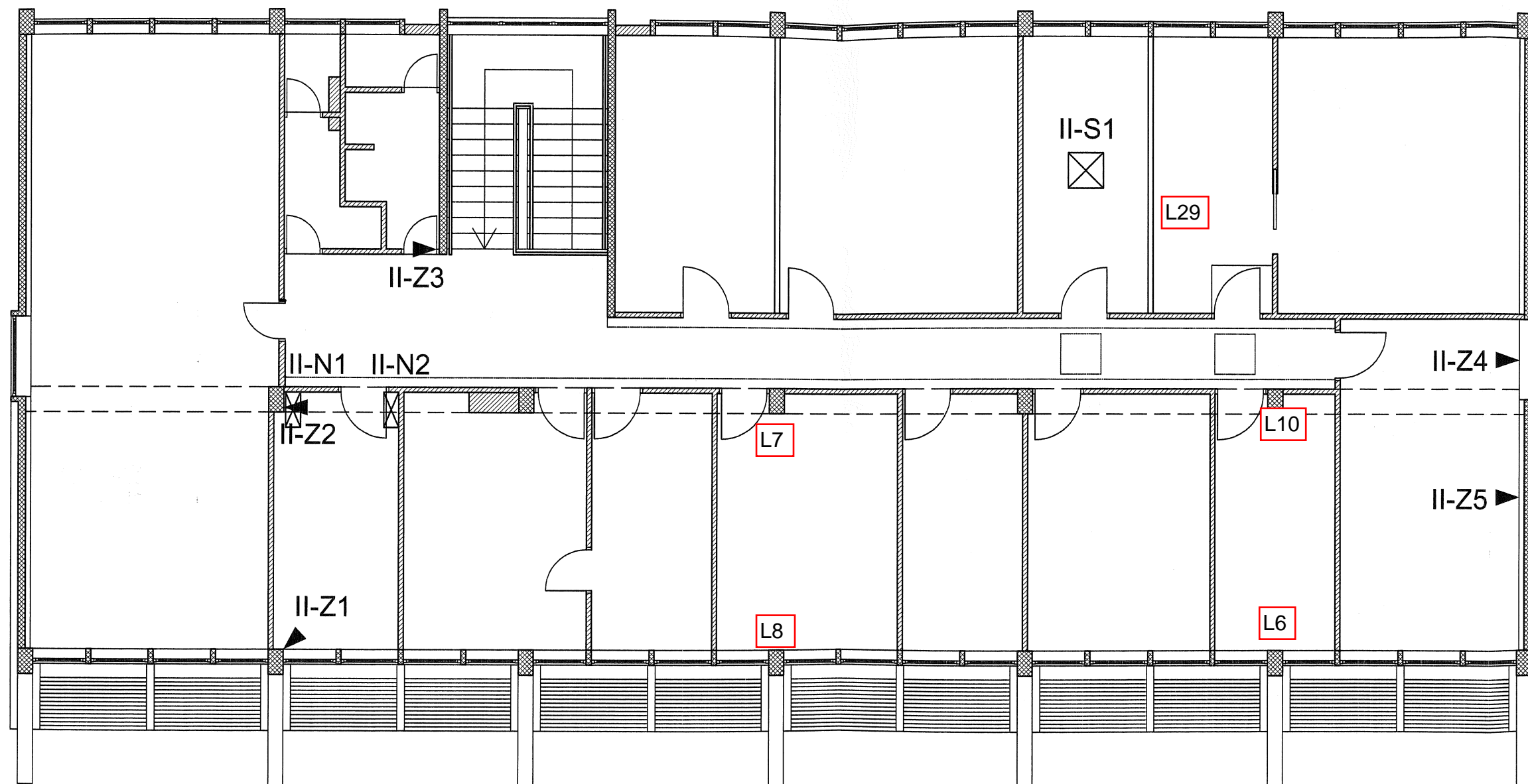
Sklerometri

Sklerometri

1. nadstropje

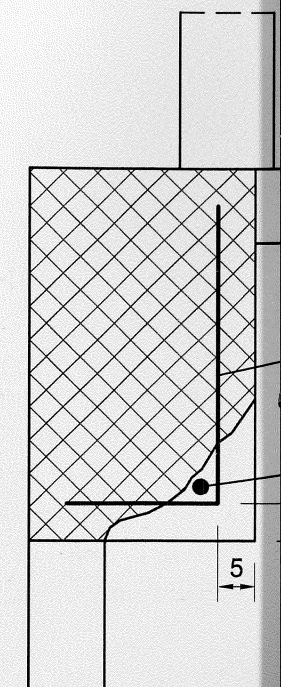


2. nadstropje



II-Z1
- Obzidava iz polne

II-Z2
- AB steber



Sklerometriranje: 24

II-Z3
- Predelna stena iz

II-Z4
Vrtina na parapetu:
- obloga iz siporeksa
- beton

II-Z5
Vrtina na zidu:
- obloga iz siporeksa
- beton