igmat d.d.
inštitut za gradbene materiale

Zadobrovška cesta 4
, SI-1260 Ljubljana-Polje, Slovenija
tel: 01 / 586 26 00, DDV št.: SI82051011
www.igmat.si, e-mail: info@igmat.eu

Poročilo: 660-KON-24

Datum: 27.08.2024

POROČILO
O MATERIALNO TEHNIČNEM STANJU TER STATIČNI IN POTRESNI ANALIZI OBJEKTA

OBJEKT: Mladinski dom Jarše

NAROČNIK: Eutrip, d.o.o., Kidričeva Ulica 24, 3000 Celje

NAROČILO: naročilnica št. 24231N (nalog Igmat: 362/24)

Obdelal-i:

Tadej Dragan univ.dipl.inž.grad.

Tomaž Žagar, univ.dipl.inž.grad.

Jani Kosec, dipl.inž.grad.

Žiga Korbar, inž.grad.

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

Vodilni strokovnjak:

dr. Grega Trtnik, univ.dipl.inž.grad.

Vodja oddelka za beton in konstrukcije:

Miran Kepic, univ.dipl.inž.grad.

Direktor:

dr. Grega Trtnik, univ.dipl.inž.grad.

Kazalo vsebine

1 UVOD 5
1.1 Splošno 5
1.2 Namen oziroma obseg del 7
1.3 Opis konstrukcijske zasnove objekta in drugi splošni podatki 7
1.4 Navedba pridobljene projektne in tehnične dokumentacije 7
1.5 Struktura elaborata 8
2 OPIS IZVEDENIH PREISKAV TER METODOLOGIJA IZRAČUNA STATIČNO POTRESNE ODPORNOSTI OBJEKTA 9
2.1 Vizualni pregled 9
2.2 Izvedba sondaž posameznih konstrukcijskih sklopov 9
2.3 Določitev vgrajene armature v posameznih konstrukcijskih elementih 9
2.4 Neporušna sklerometrična ocena inforamtivne tlačne trdnosti in homogenosti betona 10
2.5 Metodologija izračuna statično potresne analize 10
3 DETAJLNI VIZUALNI PREGLED 13
4 LOKACIJE IN REZULTATI IZVEDENIH PREISKAV 14
4.1 Lokacije sondaž in preiskav 14
4.2 Stene, vertikalne vezi in AB stebri 17
4.2.1 Karakteristike 17
4.2.1.1 Šolski objekt 17
4.2.1.2 Bivalni objekt 17
4.2.2 Določitev vgrajene armature 17
4.3 Medetažne konstrukcije 31
4.3.1 Karakteristike 31
4.3.2 Določitev vgrajene armature 31
4.3.3 Neporušna preiskava ocene informativne tlačne trdnosti in homogenosti betona medetažnih konstrukcij 40
4.4 Geometrija objekta 41
4.5 Streha 41
5 STATIČNO POTRESNA ANALIZA OBJEKTA – POVZETEK REZULTATOV 43
5.1 Stalna obtežba – bivalni del 43
Stalna obtežba strešne konstrukcije 43
Stalna obtežba etažnih konstrukcij 43
5.2 Stalna obtežba – šolski del 43

Stalna obtežba strešne konstrukcije 43
Stalna obtežba etažnih konstrukcij 44
5.3 Koristna obtežba – bivalni del 45
5.4 Obtežba snega 45
5.5 Obtežba vetra 45
5.6 Potresna obtežba 45
5.7 Kvaliteta vgrajenih materialov – bivalni del 45
5.8 Povzetek rezultatov potresne analize – bivalni del 46
5.9 Povzetek rezultatov potresne analize – šolski del 46
6 ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE 47

Kazalo slik

Slika 1-1 Lokacija Mladinski dom Jarše na naslovu Jarška cesta 44, Ljubljana (vir: www.google.com). ...6
Slika 1-2 Pogled na Mladinski dom Jarše, levo šolski objekt in desno v ozadju bivalni objekt(vir: www.google.com). 6
Slika 3-1 Vertikalna razpoka na Z fasadi telovadnice.....13
Slika 4-1 Lokacije sondaž in preiskav »Šolski objekt«„ pritličje 14
Slika 4-2 Lokacije sondaž in preiskav »Šolski objekt«, 1. nadstropje 15
Slika 4-3 Lokacije sondaž in preiskav »Šolski objekt«, 2. nadstropje 15
Slika 4-4 Lokacije sondaž in preiskav »Bivalni objekt«, pritličje.....16
Slika 4-5 Lokacije sondaž in preiskav »Bivalni objekt«, 1. nadstropje 16
Slika 4-6 Dimenzije AB elementov in njihova armatura 19
Slika 4-7 Dimenzije AB elementov in njihova armatura 32
Slika 4-8 Leseno paličje ostrešja šolskega objekta 42
Slika 4-9 Leseno paličje ostrešja bivalnega objekta 42
Slika 5.1: Projektni pospešek temeljnih tal »tipa A« za področje Slovenije 45

Kazalo preglednic

Preglednica 4-1 Lokacije in rezultati sondaž in izvedenih neporušnih preiskav vgrajene armature v vertikalnih elementih objekta in sestave sten 20

Preglednica 4-2 Lokacije in rezultati sondaž in izvedenih neporušnih preiskav vgrajene armature v karakterističnih medetažnih ploščah objekta 33
Preglednica 4-3 Lokacije in rezultati neporušne ocene informativne tlačne trdnosti in homogenosti betona 40

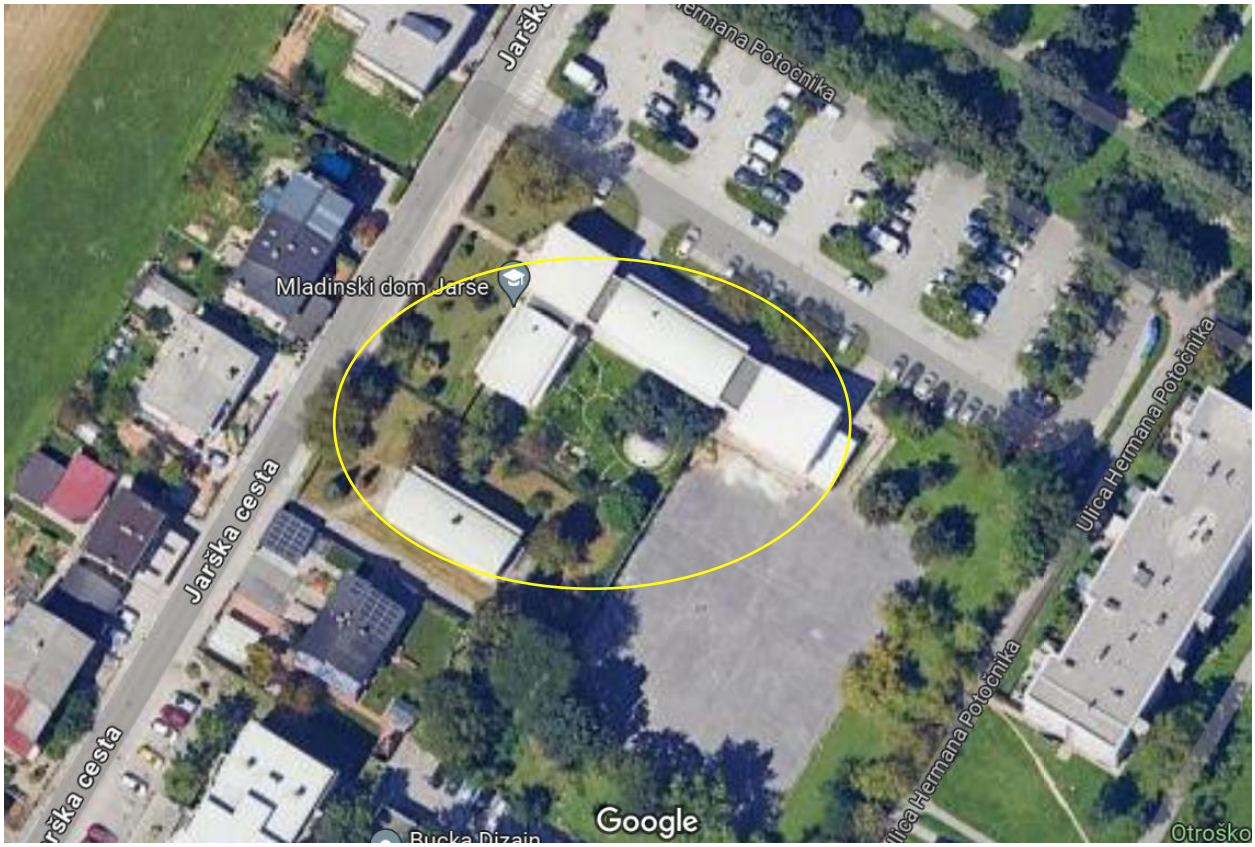
1 UVOD

1.1 Splošno

Skladno z naročilom s strani naročnika Eutrip, d.o.o., Kidričeva Ulica 24, 3000 Celje (naročilo navedeno na naslovni strani tega elaborata) smo v mesecu avgustu 2024 izvajali preiskave, potrebne za določitev dejanskega materialno tehničnega stanja objekta ter statično in potresno analizo objekta »Mladinski dom Jarše«. Lokacijo predmetnega objekta prikazuje Slika 1-1, pogled na objekt pa Slika 1-2. V tem elaboratu so prikazane ugotovitve izvedenega detajlnega pregleda ter rezultati izvedenih terenskih preiskav materialno tehničnega stanja predmetnega objekta.

Projektno in drugo obstoječo tehnično dokumentacijo o objektu je priskrbel naročnik, dejansko materialno tehnično stanje objekta smo določali predstavniki inštituta Igmat d.d., 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 ločenih poročilih podizvajalca, ki so priloga temu poročilu.

Območje Mladinskega doma Jarše zajemata 2 objekta, šolski objekt in bivalni objekt. Šolski objekt je masivne izgradnje. Nosilni zidovi so v armiranem in nearmiranem betonu. Stropne plošče so armiranobetonske. Ostrešje je leseno in pokrito z Al pločevino. Objekt je temeljen na pasovnih in točkovnih temeljih. Bivalni objekt je klasično grajen z modularno opeko. Plošča je monolitna AB. Ostrešje je leseno in pokrito z Al pločevino. Temelji pod objektom so pasovni.



Slika 1-1 Lokacija Mladinski dom Jarše na naslovu Jarška cesta 44, Ljubljana (vir: www.google.com).



Slika 1-2 Pogled na Mladinski dom Jarše, levo šolski objekt in desno v ozadju bivalni objekt(vir: www.google.com).

1.2 Namen oziroma obseg del

Skladno z naročilnico številka 24231N z dne 13.8.2024 in ponudbo št. 430-PON-24 z dne 12.8.2024 je vsebina oziroma namen predmetnega naročila sledeča:

- pregled razpoložljive arhivske projektne dokumentacije obstoječega objekta
- detajlni vizualni pregled objekta z ugotavljanjem konstrukcijskega sistema, registracijo in popisom obstoječih poškodb s fotodokumentacijo;
- preverjanje geometrijskih karakteristik nosilnih konstrukcij;
- preiskave glavnih armiranobetonskih nosilnih elementov:
    - kontrola količine vgrajene armature in debeline krovnega sloja betona po nedestruktivni metodi z instrumentom za detekcijo armature,
    - ugotavljanje kvalitete vgrajenega betona z neporušnimi preiskavami – sklerometriranje.

1.3 Opis konstrukcijske zasnove objekta in drugi splošni podatki

Na podlagi pridobljene razpoložljive dokumentacije podajamo splošni opis predmetnega objekta.

Šolski objekt je sestavljen iz štirih segmentov, vhodnega dela, telovadnice in dveh segmentov, ki sta namenjena učilnicam in kabinetom. Vhodni del je podkleten in medetažen. Ima klet ter dve etaži (K+P+N). Telovadnica je dimenzij 9,0 m x 12,0 m in višine 4,5 m. Stropna plošča je betonska in podprta z dvema nosilcema v prečni smeri dimenzij 0,3 m x 0,46 m. Nad telovadnico je nadstropje izvedeno kot medetaža. Zadnja dva segmenta sta sestavljena iz pritličja in nadstropja tipičnih višin (P+N). Nosilni sistem objekta predstavljajo betonske stene in armiranobetonske plošče.

Bivalni objekt je tlorisnih dimenzij cca. 19,0 m x 6,4 m. Sestavljen je iz pritličja in nadstropja (P+N). Nosilni sistem objekta predstavljajo stene iz opeke povezane med seboj z AB vezmi. Medetažna konstrukcija je armiranobetonska plošča.

1.4 Navedba pridobljene projektne in tehnične dokumentacije

Izvedli smo detajlni vizualni pregled objekta ter preučili projektno in tehnično dokumentacijo, ki jo je priskrbel naročnik. Pridobljena dokumentacija je bila naslednja:

- projekt arhitektura, PGD in PZI, Prehodni mladinski dom, marec 1991, izdelalo podjetje STUDIO GALEB d.o.o., Repičeva 1, Koper

1.5 Struktura elaborata

Elaborat je vsebinsko smiselno strukturiran v več ločenih poglavij. Prvo poglavje je splošno in navaja predmet in namen naročila, kratek opis osnove konstrukcijske zasnove objekta, navedbo pridobljene ključne projektne in tehnične dokumentacije ter vsebino 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 podamo ugotovitve vizualnega pregleda objekta, v četrtem poglavju pa prikazujemo lokacije in rezultate izvedenih terenskih preiskav, potrebnih za določitev dejanskega materialno tehničnega stanja objekta. V petem poglavju povzemamo bistvene ugotovitve izvedene statične in potresne analize, v šestem poglavju pa podajamo bistvene zaključke in ugotovitve s predlogi za statično potresno ojačitev predmetnega objekta.

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

Priloga 1: poročilo o statično potresni analizi bivalnega objekta (Urbani Biro, d,o.o.)

Priloga 2: poročilo o statično potresni analizi šolskega objekta (Urbani Biro, d,o.o.)

2 OPIS IZVEDENIH PREISKAV TER METODOLOGIJA IZRAČUNA STATIČNO POTRESNE ODPORNOSTI OBJEKTA

2.1 Vizualni pregled

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, ki predstavlja podlago za korekten izračun statično potresene analize objekta.

Premerili smo osnovne dimenzije posameznih glavnih konstrukcijskih elementov in osnovno geometrijo objekta, za kar smo uporabili tračni meter in laserski merilec.

2.2 Izvedba sondaž posameznih konstrukcijskih sklopov

Za potrebe določitve dejanskega stanja posameznih konstrukcijskih sklopov smo izvedli večje število sondaž posameznih konstrukcijskih sklopov v obliki globinskih preiskovalnih sond za ugotovitev vrste materialov, načina zidanja in določitve vgrajenega materiala.

V grobem sta bila izvedena dva tipa sondažnih odprtin:

1. Sondažne odprtine, izvedene v vertikalnih konstrukcijskih elementih – stenah.
2. Sondažne odprtine, izvedene v medetažnih konstrukcijah – AB plošče in tlaku.

Za izdelavo sondažnih odprtin smo uporabili ročno orodje, s katerim smo povzročili najmanjše možne poškodbe konstrukcije objekta. Detajlnejši opis posameznih sondažnih preiskav je podan v nadaljevanju poročila.

2.3 Določitev vgrajene armature v posameznih konstrukcijskih elementih

Dejansko razporeditev 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 Ferroscan PS 200 in 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 ocenili 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. V primerih, kjer je bila na mestu neporušnega skeniranja izvedena tudi globinska sonda (in s tem tako omogočena dejanska določitev prečnega prereza armature), smo kot vhodni podatek za statično potresni preračun predlagali dejanski premer armature, ugotovljen z metodo sondiranja. V primerih, kjer je bila velikost armature ocenjena z neporušno metodo skeniranja (t.j. brez izvedbe porušnih globinskih sond), smo kot vhodni podatek za statično potresni preračun predlagali povprečno vrednost premera armature, ugotovljenega z omenjeno statistično analizo. Ob tem je skladno s predhodnimi ugotovitvami potrebno zavedanje, da je dejanski premer vgrajene armature lahko nekoliko manjši ali večji od predlaganega povprečja. Glede na čas gradnje smo v vseh primerih upoštevali, da je v AB elementih vgrajena armatura f_{yk} = 400 Mpa.

2.4 Neporušna sklerometrična ocena inforamtivne tlačne trdnosti in homogenosti betona

Na več mestih je bila ocenjena informativna tlačna trdnost in homogenost vgrajenega betona določena neporušno z metodo sklerometričnega indeksa po standardu SIST EN 12504-2:2021. Omenjena preiskava je bila izvedena na reprezentativnih mestih, s ciljem zajeti kar se da reprezentativno površino posameznega konstrukcijskega elementa. Pri tej metodi merimo odboj posebnega kladivca od betonske površine. Za izvedbo preiskave je bil uporabljen sklerometer DIGI-SCHMIDT 2000. Na vsakem mestu smo izvedli več serij udarcev. Rezultati so vrednoteni po posameznih mestih preiskave in nato združeni v oceno informativne tlačne trdnosti vgrajenega betona posameznega konstrukcijskega elementa. Lokacije izvedbe sklerometrične preiskave ocene informativne tlačne trdnosti vgrajenega betona so navedene v poglavju 4.

2.5 Metodologija izračuna statično potresne analize

Statično in seizmično analizo smo izvedli za posameznega od obeh objektov ločeno.

Bivalni objekt je klasična zidana konstrukcija, zato zanj naredimo potresno analizo s pomočjo iteracijskega postopka po metodi "SREMB". Podatke smo povzemali po obstoječi dokumentaciji, vizualnem pregledu ter rezultatih izvedenih preiskav materialno tehničnega stanja objekta.

Upošteva se potresna obtežba za projektni pospešek a_g = 0.275g. Upošteva se pomembnost objekta III. kategorije, ter tla uvrščena v kategorijo C.

Seizmično analizo smo izvedli z upoštevanjem nelinearnega odnosa med obremenitvami in deformacijami zidov. Na podlagi razporeditve zidov in njihovih materialno tehničnih karakteristik smo določili histerezno ovojnico kritične etaže objekta-kletne etaže.

V seizmični analizi so bile upoštevane sledeče predpostavke:

- zidovi so povezani med seboj s horizontalnimi vezmi in stropnimi konstrukcijami, ki so toge v svoji ravnini. Ta toga povezava zagotavlja sodelovanje vseh zidov pri prevzemu horizontalne obremenitve,
- zidovi so na zgornjem in spodnjem robu vpeti v stropno konstrukcijo, v prekladni ali parapetni del zidu,
- zidove sestavljenih prerezov (L, T, H) obravnavamo kot vsoto na navpičnih stikih med seboj ločenih zidov,
- doprinos odpornosti zidov k odpornosti etaže je odvisen od njihove togosti in nosilnosti, pa tudi od njihove deformacije, ki je odvisna predvsem od njihove lege v prostoru,
- zidovi prenašajo svoj delež horizontalne obtežbe tudi v nelinearnem območju, vendar le dokler njihove deformacije ne presežejo deformacije na meji porušitve,
- obravnavali smo zidani del pritličja, ki ni vkopan.

Etažna histerezna ovojnica je vsota histereznih ovojnic zidov, ki sestavljajo etažo. Obnašanje posameznih zidov pri horizontalni obtežbi prikažemo z idealizirano elasto-plastično histerezno ovojnico, ki jo določajo začetna efektivna togost zidu, nosilnost zidu ter faktor duktilnosti, ki omejuje deformacijo zidu v neelastičnem območju. Celotna etažna prečna sila se porazdeli po zidovih v razmerju njihovih togosti. Za določitev deformacije na meji elastičnosti je merodajna manjša izmed vrednosti upogibne in strižne nosilnosti zidu.

Odpornost etaže (*SRC*) je definirana kot mejna nosilnost etaže deljena s težo objekta nad njo. Ta koeficient (*SRC*) mora biti večji od koeficienta potresne obremenitve (*BSC*) izračunanega po standardu EC8-1:

$$BSC \leq SRC$$

Poleg nosilnosti mora imeti kritična etaža tudi zadostno duktilnost, ki jo določimo iz faktorja obnašanja konstrukcije. Faktor redukcije sil je odvisen od sposobnosti konstrukcije za neelastično prevzemanje potresne obtežbe s pomočjo histereznega dušenja. Računska idealizirana duktilnost kritične etaže (μ) mora biti večja od mejne duktilnosti μ_u.

$$\mu_u \leq \mu.$$

Šolski objekt je betonska konstrukcija grajena iz sten, ki so ponekod iz armiranega betona, drugje pa samo betonske izvedbe. Sistem gradnje ni klasičen skeletni armiranobetonski ali stenasti armiranobetonski, še manj pa lahko objekt obravnavamo kot zidano konstrukcijo, saj so stebri in slopi zaliti skupaj z drugimi betonskimi elementi. Za ta objekt smo naredili dve analizi. Prva analiza je bila analiza s sprektri odziva – modalna analiza, kjer smo vse betonske elemente modelirali ekvivalentno, material beton. Rezultat te analize nam da potrebno armaturo, ki zagotovi potresno odpornost objekta. Pomanjkljovost te metode je, če želimo armirati in upoštevati armiranje samo v armiranobetonskih stenah. Zato smo izvedli še drugo analizo, podobno narejeno s spektri odziva – modalno analizo, samo da smo tokrat nearmirane betonske stene modelirali kot ločene betonske stene, povezane z armiranobetonskimi stenami togo v smeri pomikov

ter členkasto v smeri zasukov, kar simulira nastanek razpok med armiranimi elementi ter nearmiranimi. Na tak način se dopusti določene razpoke v nearmiranih stenah ohrani pa njihovo togost pri potresu.
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 DETAJLNI VIZUALNI PREGLED

Iz vidika poškodovanosti sta objekta sicer v relativno dobrem stanju. Večjih konstrukcijskih poškodb in poškodb, ki bi kazale na problematiko temeljenja oziroma neenakomerno posedanje objektov ter morebitne preobremenitve nismo zaznali. Spodnje slike prikazujejo nekaj tipičnih poškodb na objektih.



Slika 3-1 Vertikalna razpoka na Z fasadi telovadnice

4 LOKACIJE IN REZULTATI IZVEDENIH PREISKAV

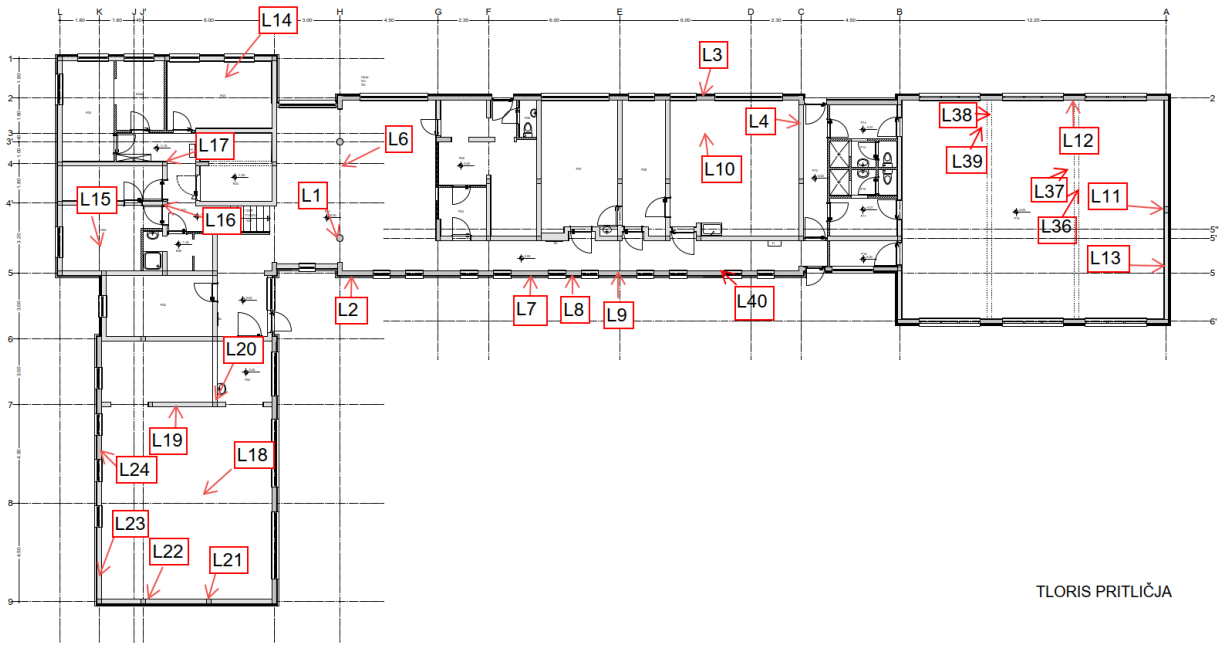
4.1 Lokacije sondaž in preiskav

Na slikah 4-1 do 4-2 prikazujemo lokacije in oznake lokacij izvedenih preiskav po posameznih etažah in objetkih. Te oznake konsistentno uporabljamo v celotnem elaboratu.

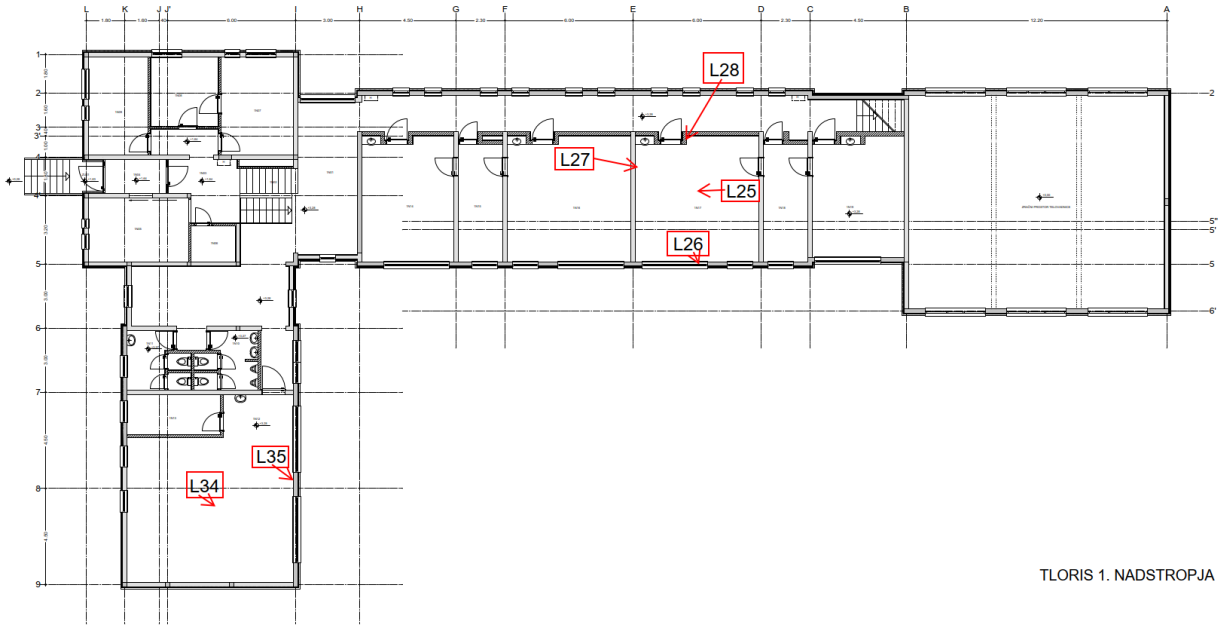
Na kontroliranih lokacijah so bili (poleg temeljitega vizualnega pregleda) izvedeni predvsem naslednji tipi preiskav:

- sondaže vertikalnih in horizontalnih nosilnih elementov ter temeljev, (oznake S),
- neporušno skeniranje vgrajene armature (oznake SK, DSK),
- neporušna ocena tlačne trdnosti betona in homogenosti betona (oznake SKL),

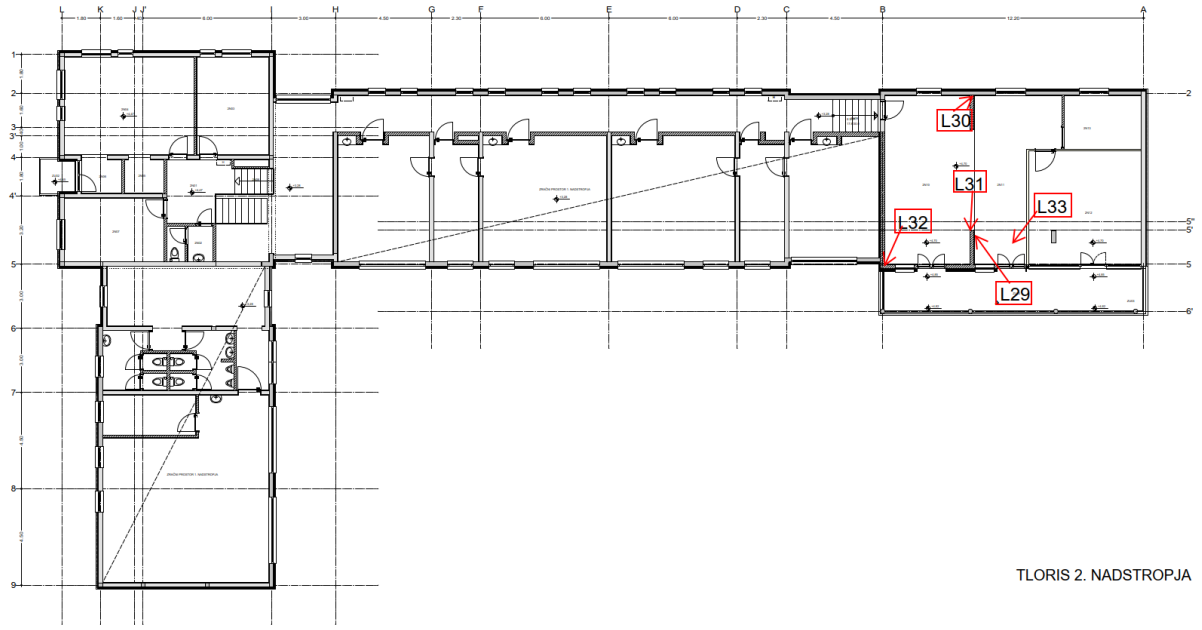
Na teh in na številnih drugih lokacijah smo izvedli še druge preiskave, potrebne za korektno ugotovitev dejanskega stanja kvalitete vgrajenih materialov in tehničnega stanja konstrukcije, npr. izmere osnovnih dimenzij posameznih elementov.



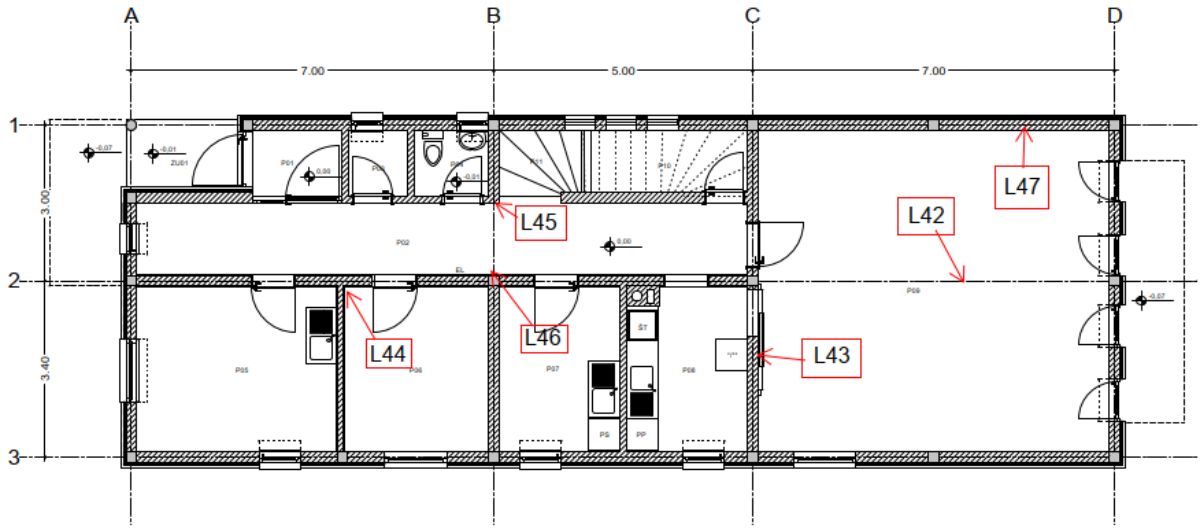
Slika 4-1 Lokacije sondaž in preiskav »Šolski objekt«„ pritličje



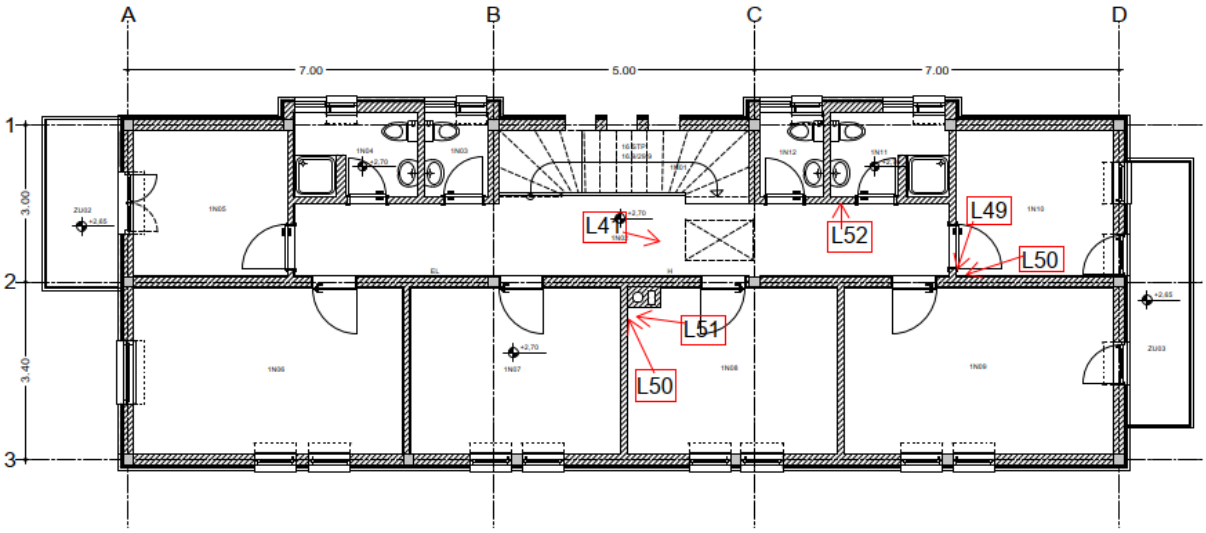
Slika 4-2 Lokacije sondaž in preiskav »Šolski objekt«, 1. nadstropje



Slika 4-3 Lokacije sondaž in preiskav »Šolski objekt«, 2. nadstropje



Slika 4-4 Lokacije sondaž in preiskav »Bivalni objekt«, pritličje



Slika 4-5 Lokacije sondaž in preiskav »Bivalni objekt«, 1. nadstropje

4.2 Stene, vertikalne vezi in AB stebri

4.2.1 Karakteristike

Pred izvedbo posameznih preiskav smo v prvi fazi kontrolirali, kje v objektih so armirano betonski (AB) stebri, stene in vezi glede na načrte. Le-te smo preverjali z neporušnim ugotavljanjem prisotnosti armature v posamezni karakterističnih prerezih (skeniranje) in manj invazivnim sondiranjem. Po identifikaciji AB stebrov in vezi smo preverili osnovne dimenzije opečnatih sten, za kar smo uporabili laserski merilec in tračni meter.

4.2.1.1 Šolski objekt

Ugotavljamo, da so na šolskem objektu zunanje in notranje nosilne stene betonske, armirane in nearmirane, debeline 20,0 cm. Predelne stene so izvedene v debelini 10,0 cm in 15,0 cm in sicer iz porolita in knaufa.

4.2.1.2 Bivalni objekt

Bivalni objekt ima zunanje in notranje nosilne opečne stene debeline 20,0 cm, notranje predelne stene so debeline 12,0 cm. Nosilne stene so iz modularne opeke, predelne pa iz porolita. Po celotnem objektu potekajo vertikalne vezi in stebri v zunanjih in notranjih nosilnih stenah.

4.2.2 Določitev vgrajene armature

Preglednica 4-1 prikazuje lokacije in rezultate izvedenih preiskav (sondaže, neporušno skeniranje) vgrajene armature v karakterističnih stenah predmetnega objekta po posameznih etažah. Pomen oznak v preglednici 4-1 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
Lx - razdalja med posameznimi palicami v x smeri, določena z metodo detajlnega skeniranja
Ly - 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

Glede na čas gradnje smo v vseh primerih upoštevali, da je v AB elementih vgrajena armatura f_{yk} = 400 Mpa.

Na podlagi rezultatov, prikazanih v preglednici 4-1 ocenjujemo, da je v preiskanih AB stebrih in stenah sledeča armatura:

V okroglem AB stebru pritličja v šolskem objektu

- **glavna armatura v okroglem AB stebru je sestavljena iz palic Φ18, 6kom**
- **stremenska armatura v okroglem AB stebru je sestavljena iz palic Φ8, na razmaku 200 mm**

V AB stenah v šolskem objektu

- **vertikalna armatura v AB stenah je sestavljena iz palic Φ10, na razmaku 200 mm**
- **horizontalna armatura v AB stenah je sestavljena iz palic Φ10, na razmaku 200 mm**

V vertikalnih vezeh v telovadnici v šolskem objektu

- **vertikalna armatura v AB vezeh je sestavljena iz palic Φ12, 6 kom,**
- **horizontalna armatura v v AB stenah je sestavljena iz palic Φ10, na razmaku 300 mm**

V vertikalnih vezeh v notranjih stenah v šolskem objektu

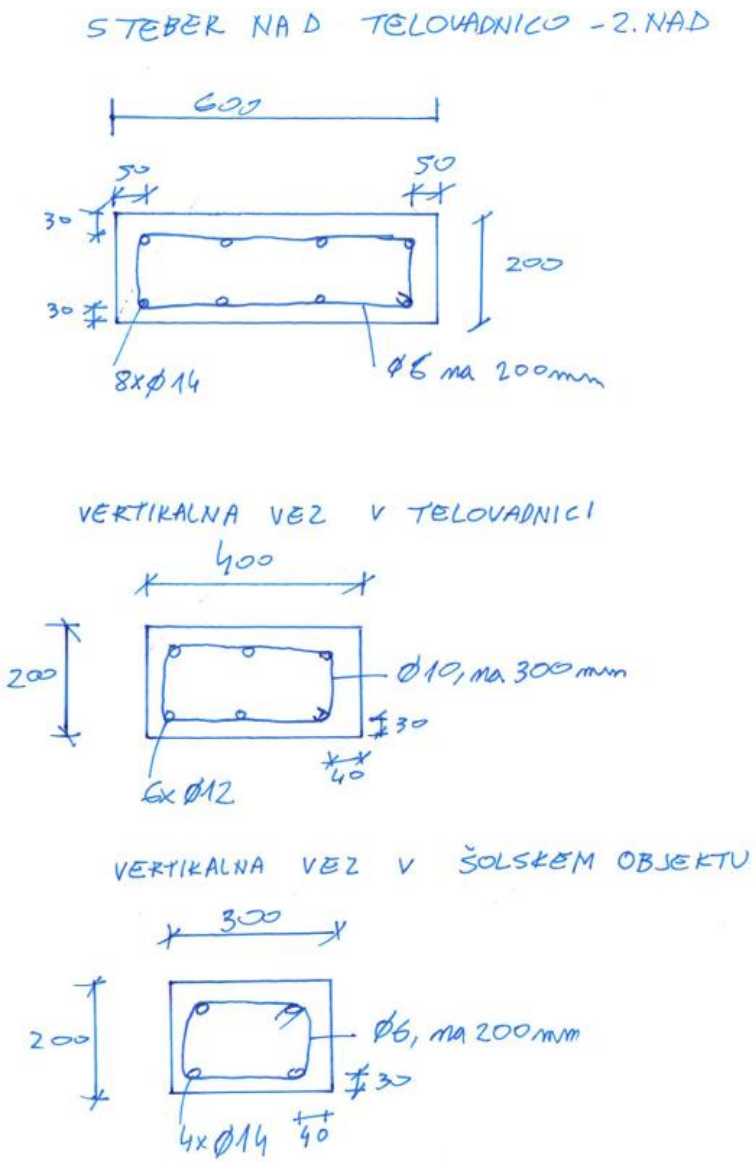
- **vertikalna armatura v AB vezeh je sestavljena iz palic Φ14, 4 kom,**
- **horizontalna armatura v AB stenah je sestavljena iz palic Φ6, na razmaku 200 mm**

V stebru v nadstropju nad telovadnico v šolskem objektu

- **vertikalna armatura v stebru je sestavljena iz palic Φ14, 8 kom,**
- **horizontalna armatura v stebru je sestavljena iz palic Φ6, na razmaku 200 mm**

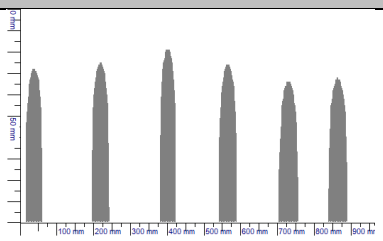
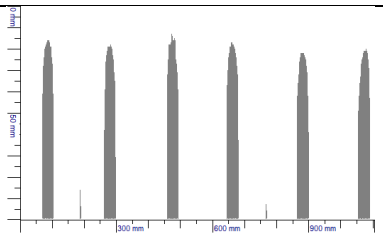
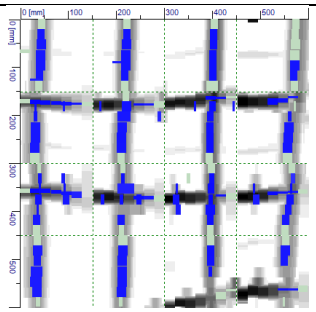
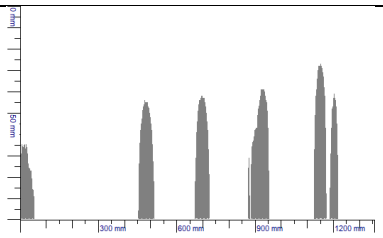
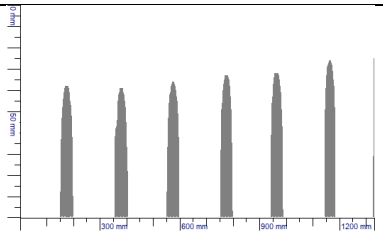
V vertikalnih vezeh v stenah v bivalnem objektu

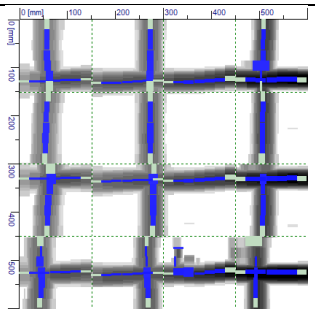
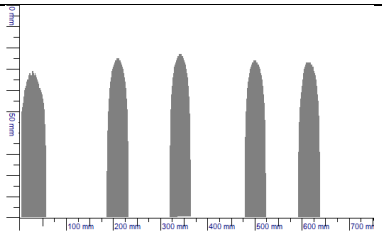
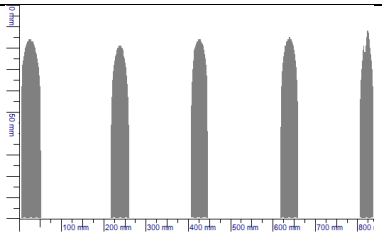
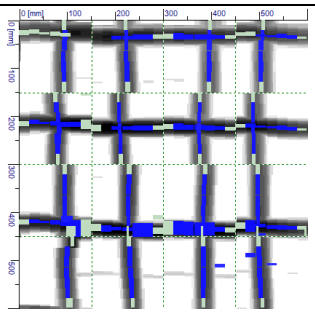
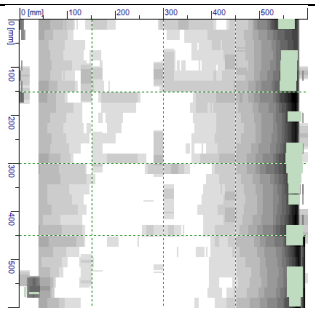
- **vertikalna armatura v AB vezeh je sestavljena iz palic Φ16, 4 kom,**
- **horizontalna armatura v AB stenah je sestavljena iz palic Φ6, na razmaku 250 mm**

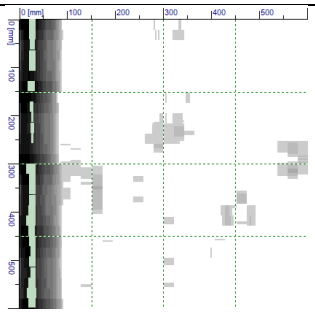
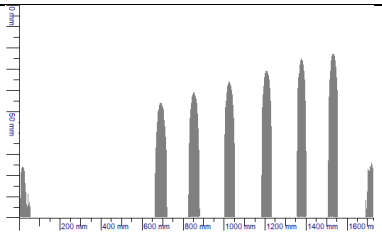
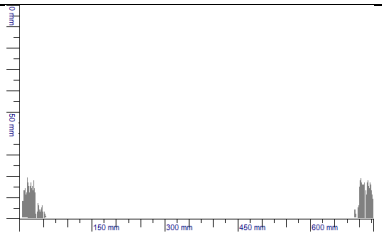
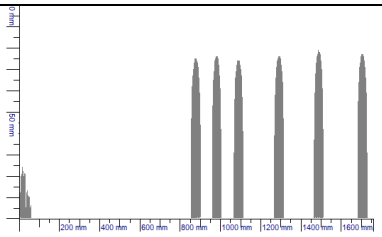
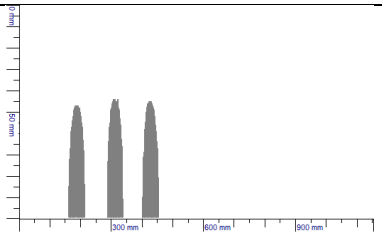
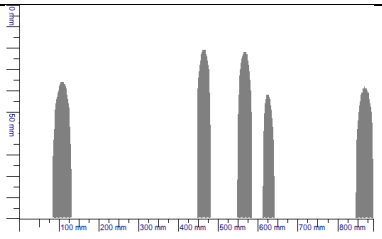


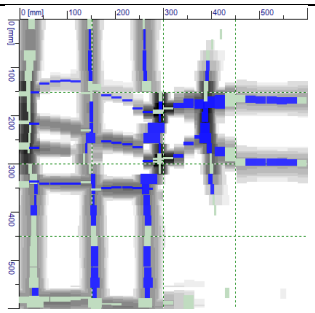
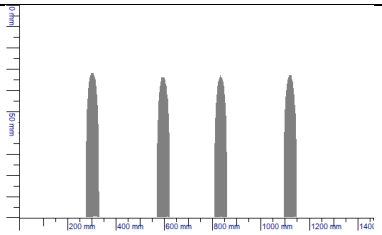
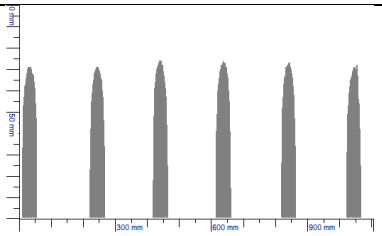
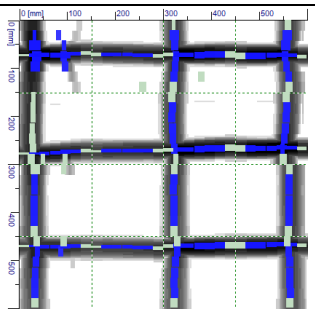
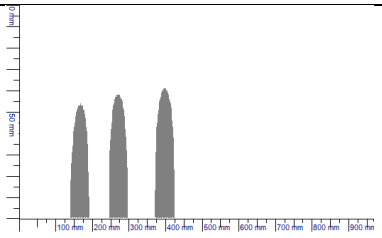
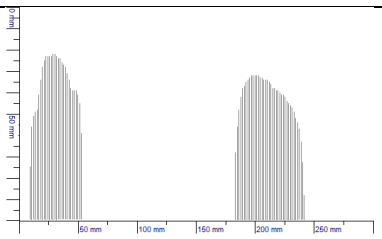
Slika 4-6 Dimenzije AB elementov in njihova armatura

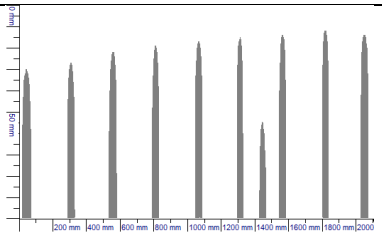
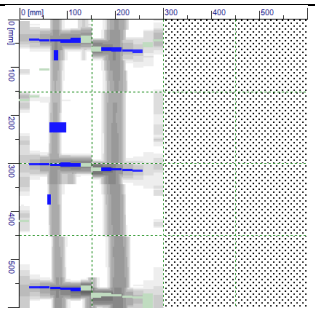
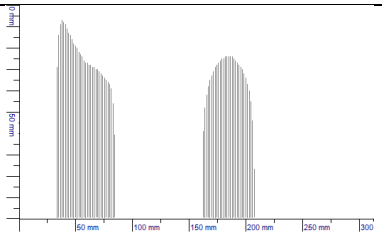
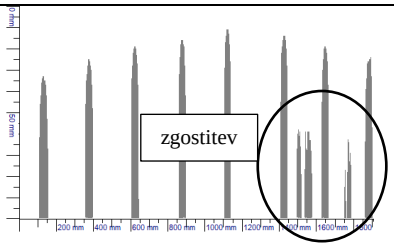
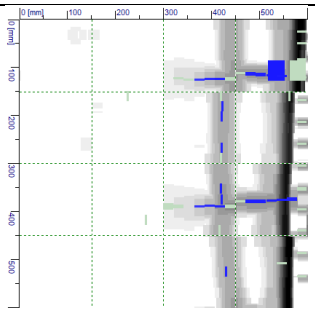
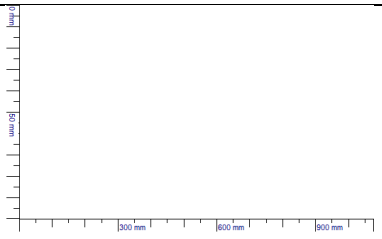
Preglednica 4-1 Lokacije in rezultati sondaž in izvedenih neporušnih preiskav vgrajene armature v vertikalnih elementih objekta in sestave sten

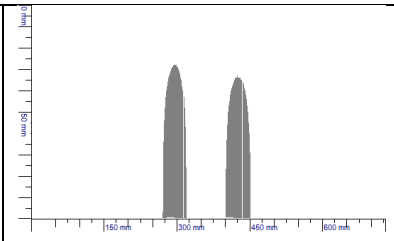
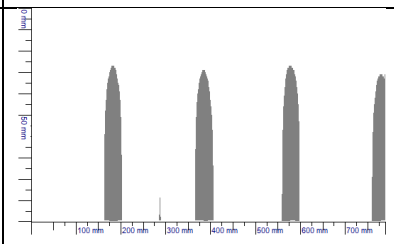
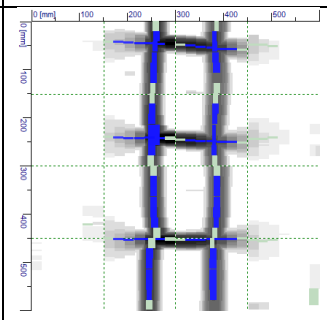
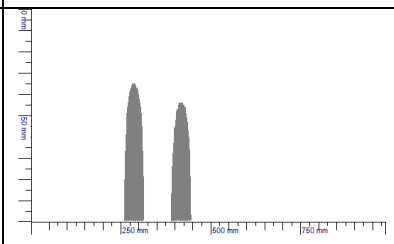
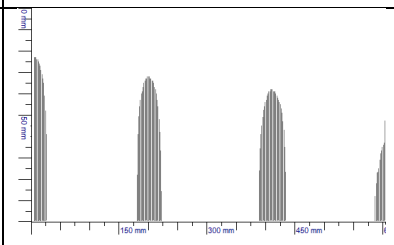
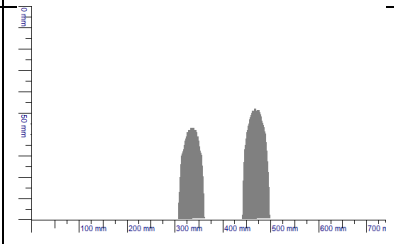
Oznaka lokacije	**Vrsta preiskave**	**Vrsta armature**	**Slika armature**	**Rezultati (mm)**
PRITLIČJE – ŠOLSKI OBJEKT				
L1 (steber)	SK1	glavna armatura		a_{max} = 34 a_{min} = 19 a_{povp} = 27 a_{stdev} = 5 L= 175 D = 963
L1 (steber)	SK2	stremenska armatura		a_{max} = 22 a_{min} = 13 a_{povp} = 17 a_{stdev} = 3 L= 200 D = 1104
L1 (steber)	DSK1			*L*x = 175 *L*y = 200 Φv_{povp} = 18 Φv_{int} = [16,20] Φ_{Hpovp} = 8 Φ_{Hint} = [7,9]
L2 (AB stena)	SK3	vertikalna armatura		a_{max} = 71 a_{min} = 27 a_{povp} = 47 a_{stdev} = 15 L= - D = 1356
L2 (AB stena)	SK4	horizontalna armatura		a_{max} = 39 a_{min} = 25 a_{povp} = 32 a_{stdev} = 6 L= 200 D = 1330

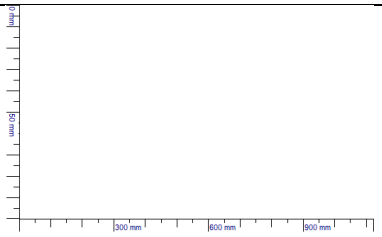
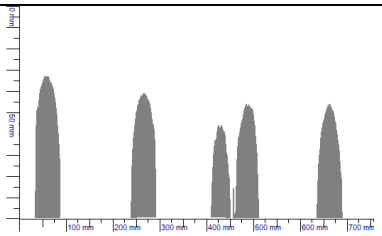
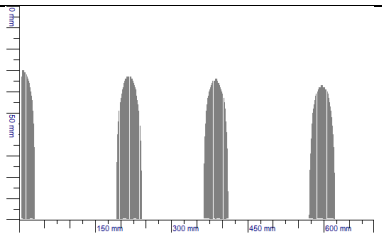
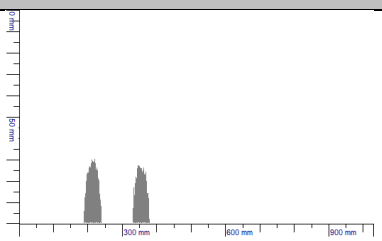
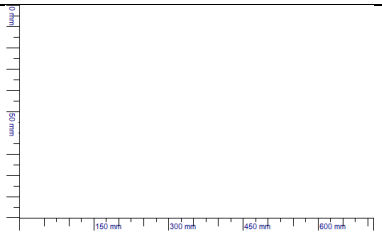
L2 (AB stena)	DSK2			Lx = 200 Ly = 200 Φv_{povp} = 12 Φv_{int} = [10,14] Φ_{Hpovp} = 8 Φ_{Hint} = [7,9]
L3 (AB stena)	SK5	vertikalna armatura		a_{max} = 31 a_{min} = 23 a_{povp} = 26 a_{stdev} = 3 L= 150-200 D = 751
L3 (AB stena)	SK6	horizontalna armatura		a_{max} = 19 a_{min} = 12 a_{povp} = 15 a_{stdev} = 3 L= 200 D = 837
L3 (AB stena)	DSK3			Lx = 200 Ly = 200 Φv_{povp} = 10 Φv_{int} = [8,12] Φ_{Hpovp} = 10 Φ_{Hint} = [8,12]
L4 (stena)	DSK4			do globine 10 cm armature nismo zaznali

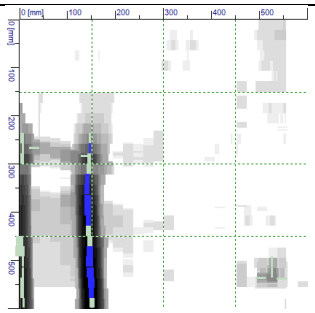
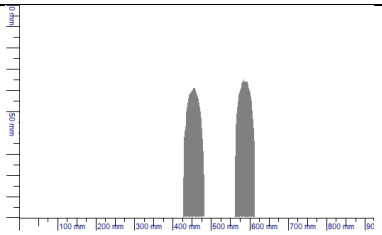
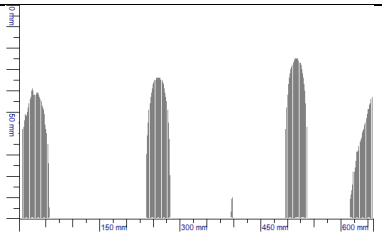
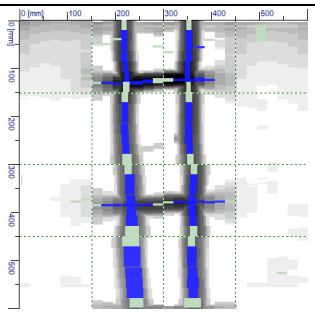
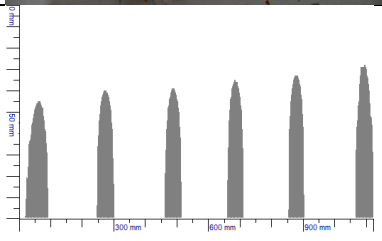
L5 (stena)	DSK5			do globine 10 cm armature nismo zaznali
L7 (AB stena)	SK13	vertikalna armatura		a_{max} = 76 a_{min} = 23 a_{povp} = 44 a_{stdev} = 21 L= 150-200 D = 1728
L8 (stena)	SK14			do globine 10 cm armature nismo zaznali
L9 (AB stena)	SK15	vertikalna armatura		a_{max} = 26 a_{min} = 21 a_{povp} = 23 a_{stdev} = 2 L= 150-200 D = 1759
L11 (vertikalna vez)	SK18	glavna armatura		a_{max} = 47 a_{min} = 44 a_{povp} = 45 a_{stdev} = 2 L= 3 kom D = 1153
L11 (vertikalna vez)	SK19	stremenska armatura		a_{max} = 42 a_{min} = 21 a_{povp} = 31 a_{stdev} = 10 L= - D = 889

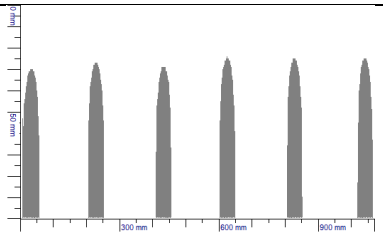
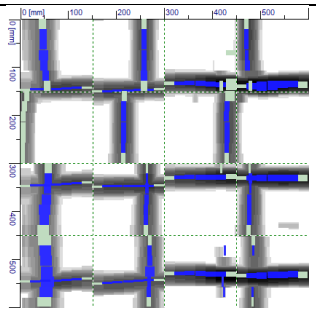
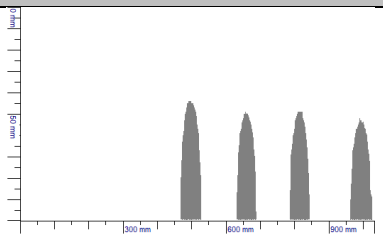
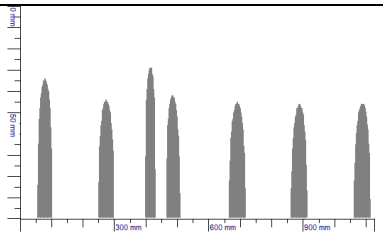
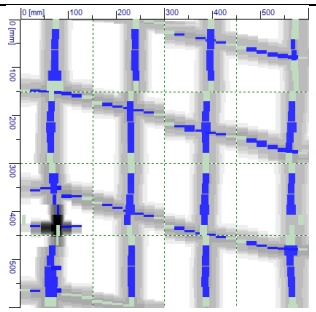
L11 (vertikalna vez)	DSK8			Lx = 100 Ly = - Φv_{povp} = 12 Φv_{int} = [10,14] Φ_{Hpovp} = - Φ_{Hint} = [-,-]
L12 (AB stena)	SK20	vertikalna armatura		a_{max} = 34 a_{min} = 32 a_{povp} = 33 a_{stdev} = 1 L= 200-300 D = 1464
L12 (AB stena)	SK21	horizontalna armatura		a_{max} = 29 a_{min} = 26 a_{povp} = 27 a_{stdev} = 1 L= 200 D = 1105
L12 (AB stena)	DSK9			Lx = 250 Ly = 300 Φv_{povp} = 14 Φv_{int} = [13,15] Φ_{Hpovp} = 10 Φ_{Hint} = [8,12]
L13 (vertikalna vez)	SK22	glavna armatura		a_{max} = 46 a_{min} = 39 a_{povp} = 42 a_{stdev} = 4 L= 3 kom D = 967
L16 (vertikalna vez)	SK27	glavna armatura		a_{max} = 32 a_{min} = 22 a_{povp} = 27 a_{stdev} = 7 L= 2 kom D = 300

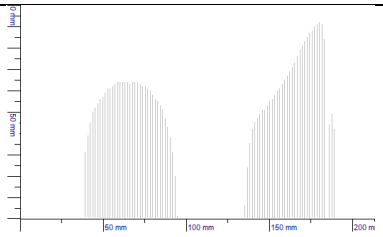
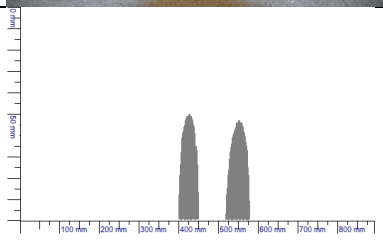
L16 (vertikalna vez)	SK28	stremenska armatura		a_{max} = 55 a_{min} = 12 a_{povp} = 22 a_{stdev} = 13 L= 225 D = 2103
L16 (vertikalna vez)	DSK12			*L*x = 120 *L*y = 250 Φv_{povp} = - Φv_{int} = [,] Φ_{Hpovp} = - Φ_{Hint} = [,]
L17 (vertikalna vez)	SK29	glavna armatura		a_{max} = 24 a_{min} = 7 a_{povp} = 15 a_{stdev} = 12 L= 2 kom D = 312
L17 (vertikalna vez)	SK30	stremenska armatura		a_{max} = 77 a_{min} = 11 a_{povp} = 34 a_{stdev} = 23 L= 225 D = 1906
L17 (vertikalna vez)	DSK13			*L*x = 120 *L*y = 250 Φv_{povp} = - Φv_{int} = [,] Φ_{Hpovp} = - Φ_{Hint} = [,]
L19 (stena)	SK33, SK34			do globine 10 cm armature nismo zaznali

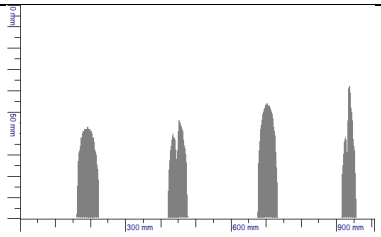
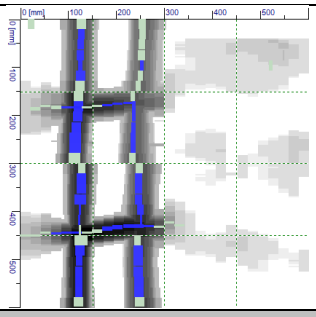
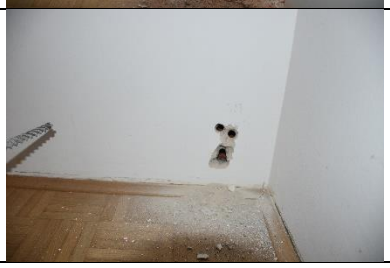
L20 (vertikalna vez)	SK35	glavna armatura		a_{max} = 33 a_{min} = 28 a_{povp} = 30 a_{stdev} = 4 L= 2 kom D = 729
L20 (vertikalna vez)	SK36	stremenska armatura		a_{max} = 31 a_{min} = 27 a_{povp} = 28 a_{stdev} = 2 L= 200 D = 789
L20 (vertikalna vez)	DSK15			Lx = 125 Ly = 200 Φv_{povp} = 14 Φv_{int} = [12,16] Φ_{Hpovp} = 6 Φ_{Hint} = [5,7]
L21 (vertikalna vez)	SK37	glavna armatura		a_{max} = 44 a_{min} = 35 a_{povp} = 39 a_{stdev} = 6 L= 2 kom D = 985
L21 (vertikalna vez)	SK38	stremenska armatura		a_{max} = 53 a_{min} = 23 a_{povp} = 36 a_{stdev} = 13 L= 200 D = 604
L22 (vertikalna vez)	SK39	glavna armatura		a_{max} = 57 a_{min} = 48 a_{povp} = 52 a_{stdev} = 6 L= 2 kom D = 739

L23 (stena)	SK40			do globine 10 cm armature nismo zaznali
L24 (AB stena)	SK41	vertikalna armatura		a_{max} = 56 a_{min} = 33 a_{povp} = 44 a_{stdev} = 8 L= - D = 756
L24 (AB stena)	SK42	horizontalna armatura		a_{max} = 37 a_{min} = 30 a_{povp} = 33 a_{stdev} = 3 L= 200 D = 695
L40	S6			Nearmiran beton
1. NADSTROPJE – ŠOLSKI OBJEKT				
L26 – stena pod oknom – 1. nad	SK45	vertikalna armatura		a_{max} = 73 a_{min} = 70 a_{povp} = 71 a_{stdev} = 2 L= - D = 1029
L26 – stena pod oknom – 1. nad	SK46	horizontalna armatura		a_{max} = - a_{min} = - a_{povp} = - a_{stdev} = - L= - D = 711

L26 – stena pod oknom – 1. nad	DSK17			Lx = 150 Ly = - Φv_{povp} = 10 Φv_{int} = [8,12] Φ_{Hpovp} = - Φ_{Hint} = [-,-]
L27 – vertikalna vez	SK47	glavna armatura		a_{max} = 39 a_{min} = 35 a_{povp} = 37 a_{stdev} = 3 L= 150 D = 921
L27 – vertikalna vez	SK48	stremenska armatura		a_{max} = 39 a_{min} = 35 a_{povp} = 37 a_{stdev} = 3 L= 250 D = 660
L27 – vertikalna vez	DSK18			Lx = 150 Ly = 250 Φv_{povp} = 16 Φv_{int} = [15,17] Φ_{Hpovp} = 6 Φ_{Hint} = [6,6]
L28	S1			Modularna opeka
L35 - stena	SK54	Vertikalna armatura		a_{max} = 45 a_{min} = 28 a_{povp} = 36 a_{stdev} = 6 L= 200 D = 1122

L35 - stena	SK55	Horizontalna armatura		a_{max} = 30 a_{min} = 24 a_{povp} = 26 a_{stdev} = 2 L= 200 D = 1069
L35 - stena	DSK 21			Lx = 200 Ly = 200 Φv_{povp} = 13 Φv_{int} = [12,14] Φ_{Hpovp} = 9 Φ_{Hint} = [8,10]
2.NADSTROPJE – ŠOLSKI OBJEKT				
L29 – steber nad telovadnico – 2. nadstropje	SK49	Glavna armatura		a_{max} = 52 a_{min} = 44 a_{povp} = 48 a_{stdev} = 3 L= 150 D = 1032
L29 – steber nad telovadnico – 2. nadstropje	SK50	Stremenska armatura		a_{max} = 46 a_{min} = 29 a_{povp} = 40 a_{stdev} = 7 L= 200 D = 1126
L29 – steber nad telovadnico – 2. nadstropje	DSK19			Lx = 150 Ly = 200 Φv_{povp} = 15 Φv_{int} = [14,16] Φ_{Hpovp} = 7 Φ_{Hint} = [7,7]
L30	S2			porobeton

L31 steber nad telovadnico – 2. nadstropje		Glavna armatura		a_{max} = 0 a_{min} = 0 a_{povp} = 0 a_{stdev} = 0 L= 100 D = 213
L32	S3			Modularna opeka v steni, AB steber v vogalu
PRITLIČJE – BIVALNI OBJEKT				
L43 – notranja stena – D=20 cm	S7			Modularna opeka
L44 – notranja stena hodnika	S8			Modularna opeka
L45 – notranja stena hodnika	S9			Modularna opeka
L46 – vertikalna vez – stena hodnik	SK63	glavna armatura		a_{max} = 53 a_{min} = 50 a_{povp} = 51 a_{stdev} = 2 2 kom D = 892

L46 – vertikalna vez – stena hodnik	SK64	stremenska armatura		a_{max} = 57 a_{min} = 38 a_{povp} = 48 a_{stdev} = 9 L= 250 D = 1008
L46 – vertikalna vez – stena hodnik	DSK25			*L*x = 120 *L*y = 250 Φv_{povp} = 16 Φv_{int} = [15,17] Φ_{Hpovp} = 7 Φ_{Hint} = [6,8]
1. NADSTROPJE – BIVALNI OBJEKT				
L47	S10			Modularna opeka
L48	S11			Modularna opeka
L49	S12			Modularna opeka
L50	S13			Modularna opeka

L52	S15			Modularna opeka

4.3 Medetažne konstrukcije

4.3.1 Karakteristike

Pred izvedbo posameznih preiskav smo v prvi fazi kontrolirali, sestavo stropov v objektu, kateri so armirano betonski glede na načrte. Le-to smo preverjali z neporušnim ugotavljanjem prisotnosti armature v posameznih ploščah (skeniranje) in manj invazivnim sondiranjem.

Šolski objekt

Ugotavljamo, da je stropna plošča v šolskem objektu AB debeline 16 cm. Nad telovadnico sta vgrajena 2 nosilca dimenzij 30/60 v prečni smeri na rastru 4,0 m, ki podpirata AB ploščo debeline 14 cm in 2 stebra, ki se pojavita v nadstropju nad telovadnico.

Bivalni objekt

Stropna plošča v bivalnem objektu je debeline 12 cm.

4.3.2 Določitev vgrajene armature

Preglednica 4-2 prikazuje lokacije in rezultate izvedenih preiskav (sondaže, neporušno skeniranje) vgrajene armature v karakterističnih T nosilcih predmetnega objekta. Pomen oznak v preglednici 4-2 je enak kot v poglavju 4.2.2.

Glede na čas gradnje smo v vseh primerih upoštevali, da je v AB elementih vgrajena armatura f_{yk} = 400 Mpa.

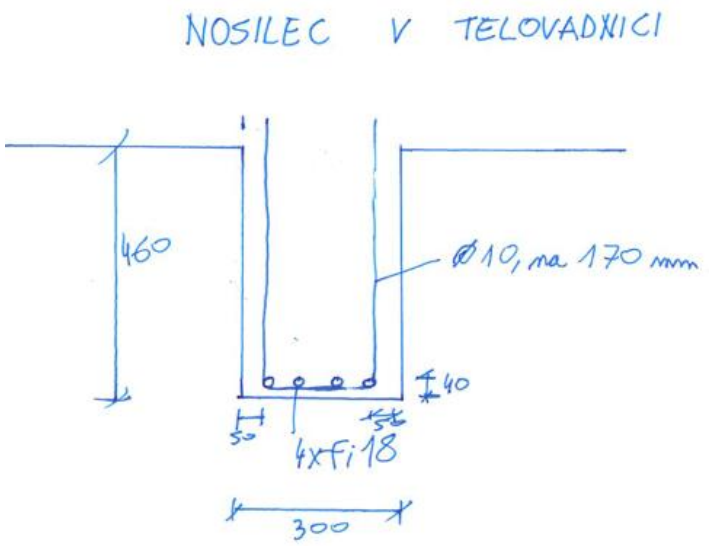
Na podlagi rezultatov, prikazanih v preglednici 4-2 ocenjujemo, da je v medetažnih konstrukcijah vgrajena sledeča armatura:

- **mreža v AB plošči nad pritličjem šolskega objekta Q503,**
- **mreža v AB plošči nad pritličjem najbolj južnega prostora šolskega objekta R509,**
- **mreža v AB plošči nad telovadnico šolskega objekta Q283,**
- **mreža v AB plošči nad 1. nadstropjem šolskega objekta Q335,**
- **mreža v AB plošči nad 1. nadstropjem najbolj južnega prostora šolskega objekta R424,**

- mreža v AB plošči nad pritličjem dnevnega prostora bivalnega objekta R524,

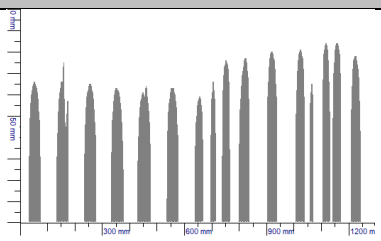
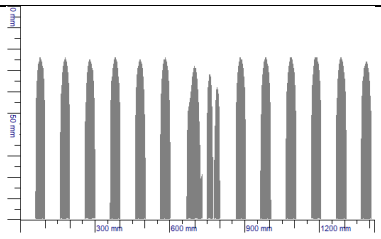
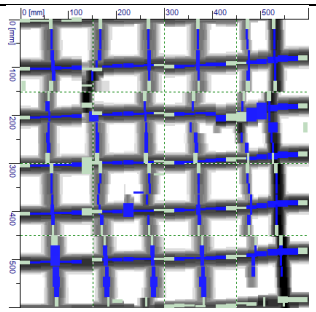
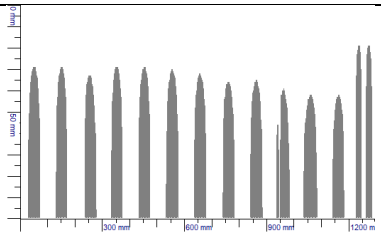
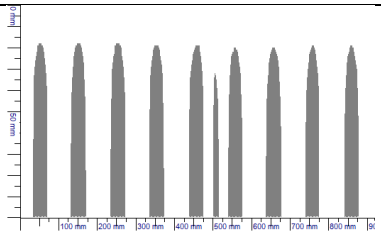
- glavna armatura v spodnji coni nosilca v telovadnici Φ18, 4 kos

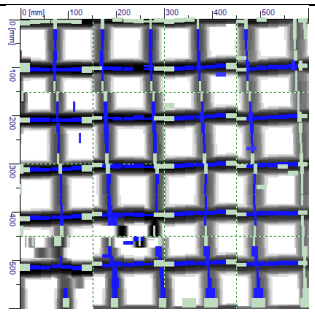
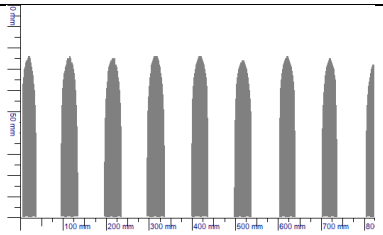
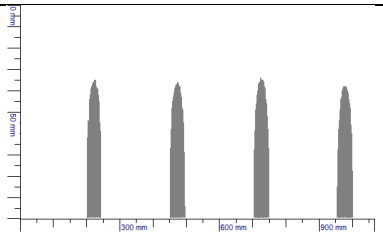
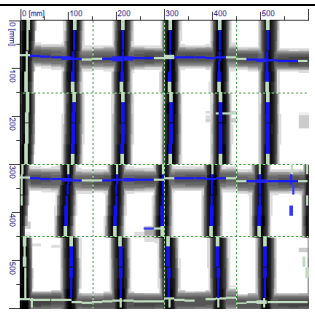
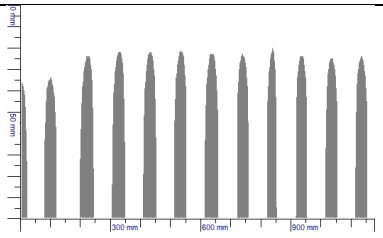
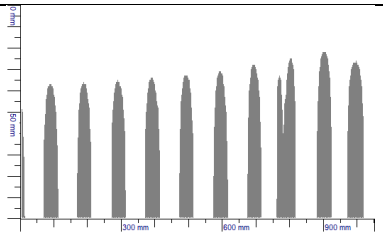
- stremenska armatura v nosilcu v telovadnici Φ10, na razmiku 170 mm



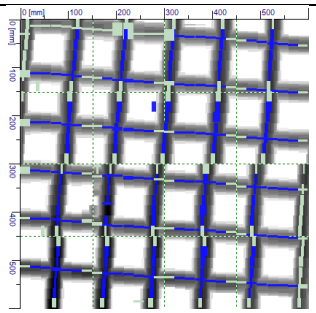
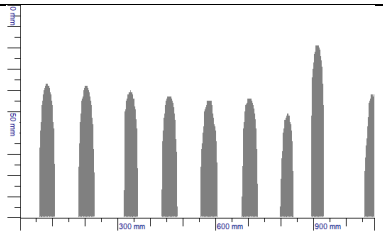
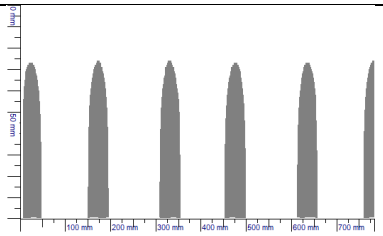
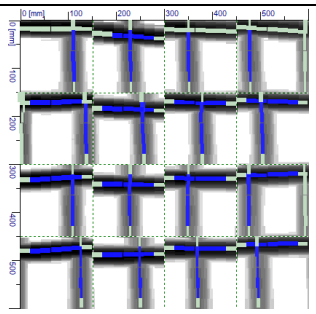
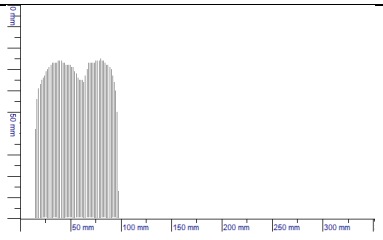
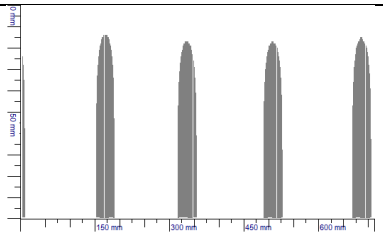
Slika 4-7 Dimenzije AB elementov in njihova armatura

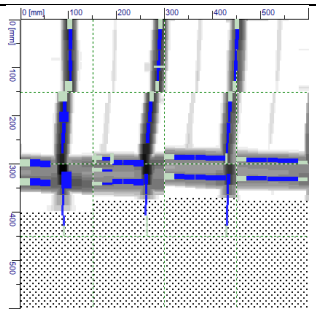
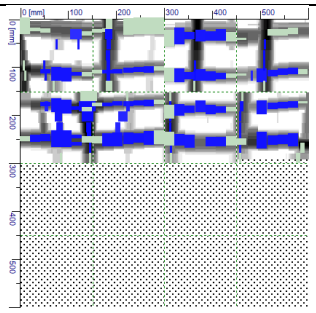
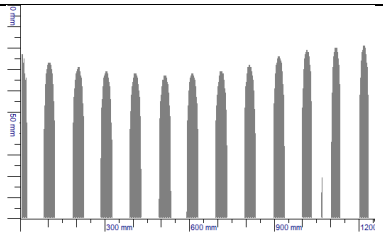
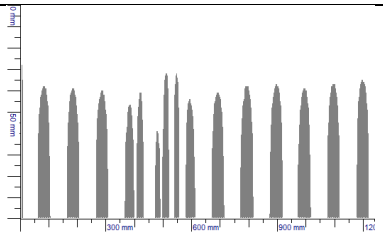
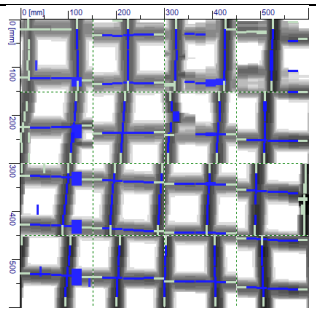
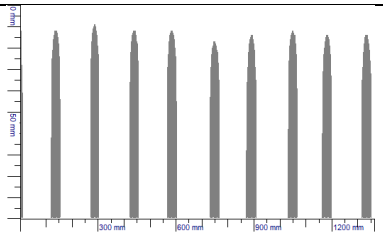
Preglednica 4-2 Lokacije in rezultati sondaž in izvedenih neporušnih preiskav vgrajene armature v karakterističnih medetažnih ploščah objekta

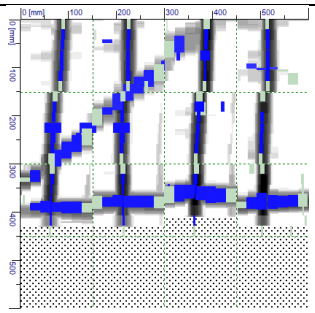
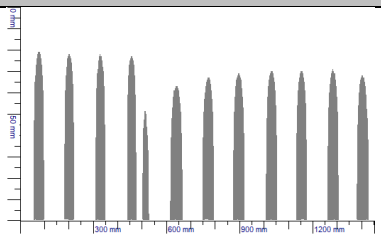
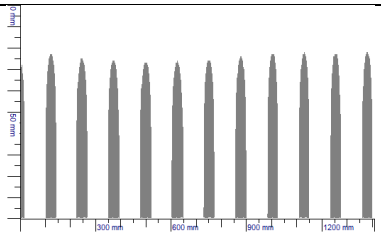
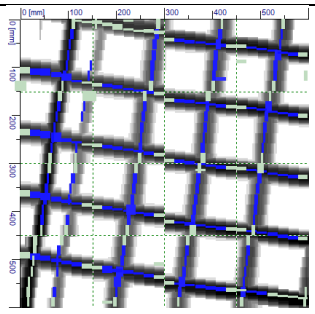
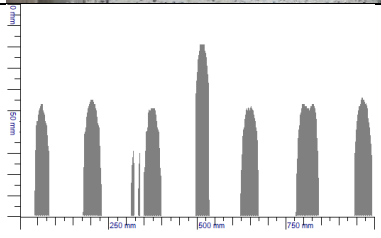
Oznaka lokacije	Vrsta preiskave	Vrsta armature	Slika armature	Rezultati (mm)
PRITLIČJE – ŠOLSKI OBJEKT				
L6	SK11	armatura smer V-Z		a_{max} = 41 a_{min} = 16 a_{povp} = 28 a_{stdev} = 8 L= 100 D = 1293
L6	SK12	armatura smer S-J		a_{max} = 38 a_{min} = 24 a_{povp} = 26 a_{stdev} = 4 L= 100 D = 1419
L6	DSK6			Lx = 100 Ly = 100 Φv_{povp} = 8 Φv_{int} = [7,9] Φ_{Hpovp} = 8 Φ_{Hint} = [7,9]
L10	SK16	armatura smer S-J		a_{max} = 56 a_{min} = 19 a_{povp} = 33 a_{stdev} = 9 L= 100 D = 1293
L10	SK17	armatura smer V-Z		a_{max} = 32 a_{min} = 18 a_{povp} = 20 a_{stdev} = 4 L= 100 D = 918

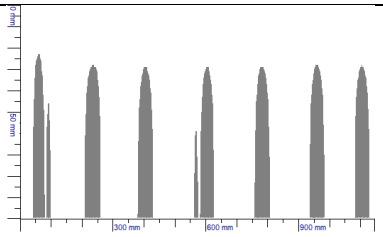
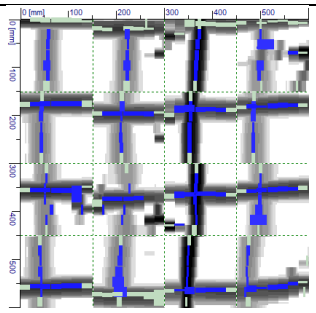
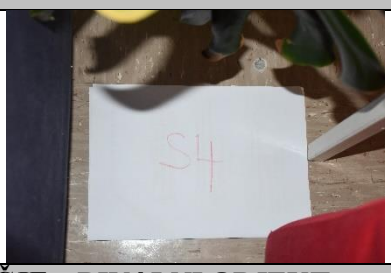
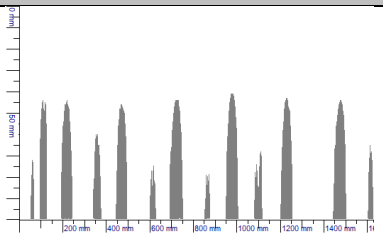
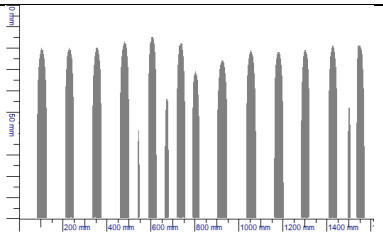
L10	DSK7			Lx = 100 Ly = 100 Φv_{povp} = 8 Φv_{int} = [7,9] Φ_{Hpovp} = 9 Φ_{Hint} = [8,10]
L14	SK23	armatura smer S-J		a_{max} = 28 a_{min} = 24 a_{povp} = 24 a_{stdev} = 1 L= 100 D = 823
L14	SK24	armatura smer V-Z		a_{max} = 38 a_{min} = 34 a_{povp} = 35 a_{stdev} = 2 L= 250 D = 1066
L14	DSK10			Lx = 100 Ly = 250 Φv_{povp} = 7 Φv_{int} = [6,8] Φ_{Hpovp} = 6 Φ_{Hint} = [5,7]
L15	SK25	armatura smer S-J		a_{max} = 36 a_{min} = 20 a_{povp} = 24 a_{stdev} = 5 L= 100 D = 1177
L15	SK26	armatura smer V-Z		a_{max} = 49 a_{min} = 22 a_{povp} = 32 a_{stdev} = 7 L= 100 D = 1051

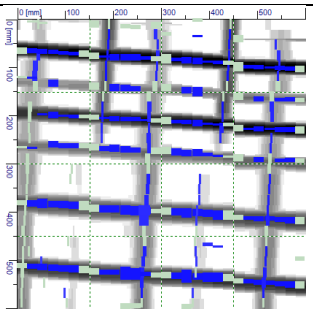
Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti. Rok za reklamacije je 30 dni od izdaje poročila.

L15	DSK11			Lx = 100 Ly = 100 Φv_{povp} = 8 Φv_{int} = [7,9] Φ_{Hpovp} = 8 Φ_{Hint} = [7,9]
L18	SK31	armatura smer S-J		a_{max} = 51 a_{min} = 19 a_{povp} = 39 a_{stdev} = 9 L= 100-125 D = 1087
L18	SK32	armatura smer V-Z		a_{max} = 27 a_{min} = 26 a_{povp} = 26 a_{stdev} = 1 L= 150 D = 783
L18	DKS14			Lx = 125 Ly = 150 Φv_{povp} = 8 Φv_{int} = [7,9] Φ_{Hpovp} = 10 Φ_{Hint} = [8,12]
L36 – nosilec v telovadnici s strani	SK56	Glavna armatura		a_{max} = 25 a_{min} = 25 a_{povp} = 25 a_{stdev} = 0 2 kom D = 351
L36 – nosilec v telovadnici s strani	SK57	Stremenska armatura		a_{max} = 24 a_{min} = 14 a_{povp} = 17 a_{stdev} = 4 L= 170 D = 712

L36 – nosilec v telovadnici s strani	DSK22			Lx = 170 Ly = - Φv_{povp} = 8 Φv_{int} = [7,9] Φ_{Hpovp} = 12 Φ_{Hint} = [11,13]
L36 – nosilec v telovadnici od spodaj	DSK23			Lx = 170 Ly = 70 Φv_{povp} = 10 Φv_{int} = [8,12] Φ_{Hpovp} = 19 Φ_{Hint} = [17,21]
L37 – plošča v telovadnici	SK58	Armatura V-Z		a_{max} = 81 a_{min} = 19 a_{povp} = 30 a_{stdev} = 15 L= 100 D = 1254
L37 – plošča v telovadnici	SK59	Armatura S-J		a_{max} = 59 a_{min} = 28 a_{povp} = 39 a_{stdev} = 7 L= 100 D = 1239
L37 – plošča v telovadnici	DSK24			Lx = 100 Ly = 100 Φv_{povp} = 6 Φv_{int} = [6,6] Φ_{Hpovp} = 7 Φ_{Hint} = [6,8]
L38 – nosilec s strani ob podpori	SK60	Stremenska armatura		a_{max} = 17 a_{min} = 9 a_{povp} = 12 a_{stdev} = 2 L= 150 D = 1363

L38 – nosilec s strani ob podpori	DSK25			*Lx* = 150 *Ly* = - Φv_{povp} = 9 Φv_{int} = [8,10] Φ_{Hpovp} = 26 Φ_{Hint} = [23,29]
1. NADSTROPJE – ŠOLSKI OBJEKT				
L25 – plošča – 1. nad	SK43	armatura smer V-Z		a_{max} = 49 a_{min} = 21 a_{povp} = 29 a_{stdev} = 8 L= 150 D = 1452
L25 – plošča – 1. nad	SK44	armatura smer S-J		a_{max} = 28 a_{min} = 22 a_{povp} = 24 a_{stdev} = 2 L= 150 D = 1408
L25 – plošča – 1. nad	DSK16			*Lx* = 150 *Ly* = 150 Φv_{povp} = 8 Φv_{int} = [7,9] Φ_{Hpovp} = 8 Φ_{Hint} = [8,8]
L28	S5			- 4 cm estrih - 6 cm TI - 16 cm plošča
L34 – stropna plošča – 1. nad	SK 52	armatura smer V-Z		a_{max} = 70 a_{min} = 19 a_{povp} = 48 a_{stdev} = 15 L= 150 D = 1000

L34 – stropna plošča – 1. nad	SK 53	armatura smer S-J		a_{max} = 59 a_{min} = 23 a_{povp} = 33 a_{stdev} = 12 L= 200 D = 1144
L34 – stropna plošča – 1. nad	DSK 20			*L*x = 150 *L*y = 200 Φv_{povp} = 9 Φv_{int} = [8,10] Φ_{Hpovp} = 11 Φ_{Hint} = [10,12]
2. NADSTROPJE – ŠOLSKI OBJEKT				
L33 - tla	S4			- 8 cm estrih - 6 cm TI - 14 cm AB plošča
PRITLIČJE – BIVALNI OBJEKT				
L42 – plošča	SK61	Armatura V-Z		a_{max} = 79 a_{min} = 41 a_{povp} = 55 a_{stdev} = 14 L= 150 D = 1627
L42 – plošča	SK62	Armatura S - J		a_{max} = 59 a_{min} = 15 a_{povp} = 26 a_{stdev} = 13 L= 125 D = 1611

L42 – plošča	DSK26			*L*x = 150 *L*y = 125 Φv_{povp} = 7 Φv_{int} = [7,7] Φ_{Hpovp} = 12 Φ_{Hint} = [11,13]
1. NADSTROPJE – BIVALNI OBJEKT				
L51	S14			- *1,5 cm parket* - *4,0 cm estrih* - *5,0 cm TI* - *12,0 cm AB plošča*

4.3.3 Neporušna preiskava ocene informativne tlačne trdnosti in homogenosti betona medetažnih konstrukcij

Preglednica 4-3 prikazuje lokacije in rezultate neporušne ocene tlačne informativne trdnosti in homogenosti betona. Lokacije izvedbe preiskav smo izbrali smiselno, s ciljem zajeti kar se da reprezentativne lokacije. V nadaljevanju podajamo statistično analizo ocenjene informativne tlačne trdnosti medetažnih konstrukcij. Povprečna ocenjena informativna tlačna trdnost znaša 37,5 Mpa. **Na podlagi ugotovljenih rezultatov ocenjujemo, da se za trdnosti razred betona medetažnih konstrukcij upošteva trdnosti razred C25/30.**

Preglednica 4-3 Lokacije in rezultati neporušne ocene informativne tlačne trdnosti in homogenosti betona

Preiskava	Minimalna vrednost odboja Q	Mediana odboja Q	Ocenjena informativna tlačna trdnost MPa	Lokacija preiskave
SKL1	48,5	56,0	39,5	L36 (nosilec s strani v telovadnici)
SKL2	54,5	56,0	35,5	L37 (AB plošča v telovadnici)
SKL3	54,5	59,5	38,5	L38 (nosilec s strani v telovadnici)
SKL4	51,0	54,5	34,5	L39 (AB plošča v telovadnici)
SKL5	52,0	55,5	38,5	L41 (AB plošča nad hodnikom v BO)

4.4 Geometrija objekta

Na podati izvedenih meritev geometrije objekta (razmiku med posameznimi stenami) **ugotavljamo, da se dimenzije NE ujemajo z načrti, ki jih je dostavil naročnik**.

4.5 Streha

Šolski objekt

Vhod in telovadnica

Nad vhodnim delom in telovadnico je dvokapnica s slemenom po diagonali:

- Dimenzija špirovcev je 10/15 cm, na razdalji osno 1,0 m,
- Dimenzija kapne lege je 15/16 cm.

Ostale dimenzije strešnih elementov niso bile preverjene, saj dostop do strešnih elementov ni bil omogočen oziroma bi le-to povzročilo nesorazmerno velike destruktivne posege na objektu. Predlagamo, da se ob rekonstrukciji objekta pregleda tudi nosilno konstrukcijo ostrešja, saj glede na podatke iz arhitekturnih načrtov ocenjujemo, da se le-ta nekoliko razlikuje od trenutno obstoječih arhitekturnih načrtov.

Vmesni južni in vmesni sredinski del

Na južnem in sredinskem delu je streha šolskega objekta obokaste oblike. Kritina je postavljena na leseno paličje. Paličje je sestavljeno iz dveh desk dimenzij 2,4 mm x 150 mm v horizontalni smeri, spodaj. Zgornja krožna linija elementov je sestavljena iz dveh 2,5 mm x 250 mm. Deske zaobjemajo vertikalne elemente, ki so sestavljeni iz plohov dimenzij 50 mm x 100 mm. Paličje je postavljeno prečno na objekt osno na rastru 1,3 m in je v vzdolžni smeri zavetrovano z dvema deskama.







Slika 4-8 Leseno paličje ostrešja šolskega objekta

Bivalni objekt

Bivalni objekt ima streho obokaste oblike. Kritina je postavljena na podkonstrukcijo, ki je postavljena na leseno paličje. Paličje je sestavljeno iz dveh desk dimenzij 2,4 mm x 150 mm v horizontalni smeri, spodaj. Zgornja krožna linija elementov je sestavljena iz dveh 2,4 mm x 200 mm. Deske zaobjemajo vertikalne in diagonalne elemente, ki so sestavljeni iz plohov dimenzij 50 mm x 100 mm. Paličje je postavljeno prečno na objekt osno na rastru 1,3 m in je v vzdolžni smeri zavetrovano z dvema deskama.



Slika 4-9 Leseno paličje ostrešja bivalnega objekta

5 STATIČNO POTRESNA ANALIZA OBJEKTA – POVZETEK REZULTATOV

5.1 Stalna obtežba – bivalni del

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

Stalna obtežba strešne konstrukcije

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije naslednje velikosti:

- Valovita kritina (s pritrjevanjem) 13 kg/m^2
- Podeskanje 12 kg/m^2

Skupaj: 25 kg/m^2

Upoštevano skupaj: 0.25 kN/m^2

Stalna obtežba etažnih konstrukcij

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije naslednje velikosti:

- Parket na lepilu, skupaj 3 cm, oz, ploščice 25 kg/m^2
- Estrih 6 cm 145 kg/m^2
- TI (zvočna izolacija), cca 3 cm 5 kg/m^2
- Omet 1 cm 25 kg/m^2

Skupaj: 200 kg/m^2

Upoštevano skupaj: 2.0 kN/m^2

5.2 Stalna obtežba – šolski del

Stalna obtežba strešne konstrukcije

Upoštevana je bila stalna obtežba strešne konstrukcije naslednje velikosti (obtežba za potresni prostorski model, ne za dimenzioniranje paličja):

- Valovita kritina (s pritrjevanjem) 20 kg/m^2
- Letve/kontra letve, TI 10 kg/m^2
- Lesena paličja, sekundarni nosilci 40 kg/m^2
- Instalacije 10 kg/m^2

Skupaj: 80 kg/m^2

Upoštevano skupaj: 0.8 kN/m^2

<u>Streha na mestu spuščenega stropa</u>

Upoštevana je bila stalna obtežba strešne konstrukcije naslednje velikosti:

- Valovita kritina (s pritrjevanjem) 20 kg/m^2
- Letve/kontra letve, TI 10 kg/m^2
- Lesena paličja, sekundarni nosilci 40 kg/m^2

- Spuščen strop iz mavčnokartonastih plošč 60 kg/m^2
- Instalacije 10 kg/m^2

Skupaj: 140 kg/m^2

Upoštevano skupaj: 1.4 kN/m^2

Stalna obtežba etažnih konstrukcij

Strop nad pritličjem telovadnice

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m^2
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m^2
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m^2
- AB križemarmirana plošča debeline d=14 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m^2

Skupaj: 165 kg/m^2

Strop nad pritličjem učilnice na jugu

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m^2
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m^2
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m^2
- AB križemarmirana plošča debeline d=16 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m^2

Skupaj: 165 kg/m^2

Strop nad pritličjem pisarn in učilnic na sredini vzdolžnega dela objekta

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m^2
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m^2
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m^2
- AB križemarmirana plošča debeline d=16 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m^2

Skupaj: 165 kg/m^2

Strop nad pritličjem trietažnega dela ter nad nadstropjem trietažnega dela objekta

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m^2
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m^2
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m^2
- AB križemarmirana plošča debeline d=16 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m^2

Skupaj: 165 kg/m^2

5.3 Koristna obtežba – bivalni del

Koristno obtežbo določimo skladno s standardom ter željami naročnika.

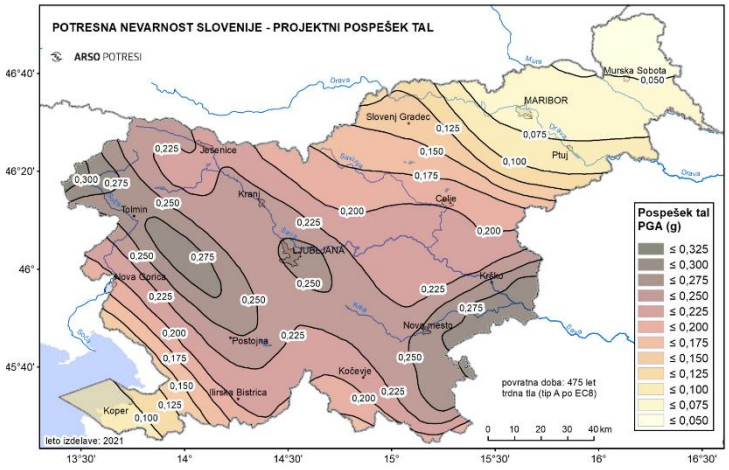
5.4 Obtežba snega

Upoštevana je bila faktorizirana obtežba snega na konstrukciji naslednje velikosti: 1.51 kN/m2

5.5 Obtežba vetra

5.6 Potresna obtežba

Upoštevana je bil projektni pospešek tal za Ljubljano, ki po karti določa a_g=**0.275** ***g*** (faktor tal C):



Slika 5.1: Projektni pospešek temeljnih tal »tipa A« za področje Slovenije

5.7 Kvaliteta vgrajenih materialov – bivalni del

vrsta zidovja	tlačna trdnost [MPa]	natezna trdnost [MPa]	elastični modul [MPa]	strižni modul [MPa]
polna opeka MO 10, MM 0.5	2.0	0.04	250	40
polna opeka MO 15, MM 2.5	2.5	0.18	800	200
lahki keramični blok MO 7.5, MM 2	5.0	0.3	4500	500
modularni opečni blok MO 15, MM 2.5	2.5	0.12	5000	300
modularni opečni blok MO 15, MM 5	3.0	0.18	5000	300
keramzitni blok MO 7.5, MM 5	3.5	0.27	5000	500
betonski blok MO 7.5, MM5	4.0	0.27	6000	600

- f_c = 3MPa,
- f_t = 0.18MPa,
- E = 5000 MPa,

- G = 300 MPa.

5.8 Povzetek rezultatov potresne analize – bivalni del

Analiza potresne odpornosti pritlične etaže v obstoječem stanju je pokazala **zadostno potresno odpornost glede na evropske predpise EC8 v *X* smeri, kjer ima objekt še nekaj rezerve, ter nezadostno potresno odpornost v prečni, *Y* smeri**.

```
-------------------------------------------------------------------------------------------------
                                PREVERJANE POTRESNE ODPORNOSTI
-------------------------------------------------------------------------------------------------
   odpornost > potresnih zahtev      kontrola (SRC_x > BSC) = IZPOLNJENA     SRC_x/BSC =  1.08
duktilnost et. > zahtevane dukt.       kontrola (ni_x > ni_u) = IZPOLNJENA     ni_x/ni_u =  1.05
 odpornost > potresnih zahtev      kontrola (SRC_y > BSC) =  NI IZPOLNJENA     SRC_y/BSC =  0.37
duktilnost et. > zahtevane dukt.       kontrola (ni_y > ni_u) = IZPOLNJENA     ni_y/ni_u =  1.09
*************************************************************************************************
```

5.9 Povzetek rezultatov potresne analize – šolski del

Računska armatura v ploščah večinoma zadošča za prevzem obremenitev. Samo lokalno se je izkazalo, da so bile potrebne količine večje od vgrajene armature. Tu se predlaga manjša ojačitev.

Računska armatura v stebrih je glede na izračun minimalna, torej manjša od vgrajene. Vendar bi bilo potrebno okrogle stebre pritličja strižno ojačati zaradi sodobnih predpisov.

Računska armatura v stenah je glede na izračun razmeroma majhna, večinoma manjša od vgrajene. Na mestih, kjer je potrebna armatura večja od predpisane ali na mestih, kjer je v nearmiranem betonu potrebna večja armatura, se predlaga, da se le-te dele ojača.

6 ZAKLJUČKI IN UGOTOVITVE

Skladno z naročilom s strani naročnika Eutrip, d.o.o. (naročilo navedeno na naslovni strani tega elaborata) smo v avgustu 2024 izvedli detajlni pregled objekta »Mladinski dom Jarše« in pripravili poročilo z rezultati detajlnega pregleda.

Na podlagi vizualnega pregleda ter rezultatov terenskih, prikazanih v tem poročilu podajamo naslednje pomembnejše zaključke in ugotovitve:

- Poškodb nosilne konstrukcije in drugih poškodb, ki bi kazale na problematiko temeljenja oziroma neenakomerno posedanje objekta nismo zaznali,
- Poškodb, ki bi kazale na morebitne preobremenitve in/ali potresno ranljivost nosilne konstrukcije objekta v trenutnem stanju nismo zaznali, kljub temu, da je bil objekt v času svoje dosedanje uporabe že podvržen nekaterim (tudi močnejšim) potresom.

Na podlagi statične analize in rezultatov, izračunanih ter analiziranih v prilogah tega poročila podajamo naslednje pomembnejše zaključke in ugotovitve.

Bivalni del:

Glede na videno stanje na licu mesta, raziskavo obstoječe dokumentacije za gradnjo in predloge sanacije ter naš numerični izračun potresne in mehanske odpornosti objekta, predlagamo naslednje statične ukrepe:

1. **izvedba ojačitve prečnih zunanjih sten z obbetoniranjem,**
2. **izvedba ojačitve plošče s karbonskimi lamelami v eni smeri,**
3. **sanacija razpok.**

Na objektu nismo zaznali bistvenih poškodb, ki bi nakazovale na bistveno poškodovanost objekta, kljub temu, da je objekt že doživel manjše potrese.

Računska armatura glavnega razpona plošče zadošča za prevzem obremenitev v eni smeri, v drugi smeri je primanjkuje. Lesene strešna konstrukcija je dovolj nosilna za prevzem obremenitev.

Potresna analiza je pokazala zadostno potresno odpornost v X smeri in nezadostno potresno odpornost v Y smeri. Ta naj se izboljša z obbetoniranjem zunanjih prečnih sten pred energetsko obnovo.

Šolski del:

Predlagani ukrepi v okviru rekonstrukcije

- Strižna ojačitev okroglih stebrov v pritličju s karbonskimi trakovi,
- ojačitev nosilcev telovadnice, s karbonskimi lamelami,
- ojačitev plošče južnega dela objekta s karbonskimi lamelami,
- ojačitev betonskih sten, kjer je računska armatura večja od vgrajene (pri izdelavi PZI se določi točna mesta)

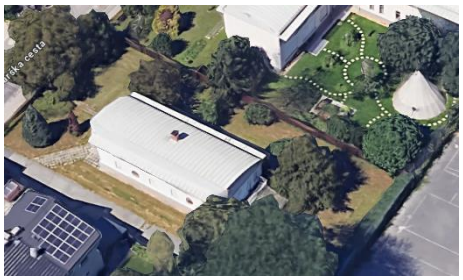
Objekt se nahaja v razmeroma dobrem stanju, na objektu nismo zaznali bistvenih poškodb, ki bi nakazovale na poškodbe objekta, kljub temu, da je objekt že doživel manjše potrese.
Računska armatura v ploščah večinoma zadošča za prevzem obremenitev. Samo lokalno se je izkazalo, da so bile potrebne količine večje od vgrajene armature. Tu se predlaga manjša ojačitev.
Računska armatura v stebrih je glede na izračun minimalna, torej manjša od vgrajene. Vendar bi bilo potrebno okrogle stebre pritličja strižno ojačati zaradi sodobnih predpisov.
Računska armatura v stenah je glede na izračun razmeroma majhna, večinoma manjša od vgrajene. Na mestih, kjer je potrebna armatura večja od predpisane ali na mestih, kjer je v nearmiranem betonu potrebna večja armatura, se predlaga, da se le-te dele ojača.

Objekta naj se vzdržujeta ter uporabljata kot do sedaj, pri tem je potrebno vršiti redne preglede objektov in spremljati njihovo stanje.
Prepovedani so kakršnikoli posegi v nosilno konstrukcijo brez predhodne statične preverbe.

Poročilo vsebuje skupaj 48 strani + 2 prilogi

Priloga 1: STATIČNA IN SEIZMIČNA ANALIZA

Bivalni objekt



1 Uvod 3
1.1 Prostorske enote, namembnost, gabariti 3
1.1.1 Tlorisni gabariti 3
1.1.2 Višinski gabariti 3
2 Konstrukcijska zasnova 3
2.1 Medetažne konstrukcije 3
2.2 Temeljenje 3
3 Zasnova 3
4 Uporabljeni konstrukcijski materiali 7
4.1 Armirani beton 7
4.1.1 Delni faktorji za material 8
4.2 Jeklo za armiranje 8
4.3 Opeka 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 9
6 Analiza zunanjih vplivov 10
6.1 Stalna obtežba 10
6.1.1 Stalna obtežba strešne konstrukcije 10

6.1.2 Stalna obtežba etažnih konstrukcij ... 10
6.1.3 Težka oprema ... 10
6.1.4 Koristna obtežba ... 11
6.2 Vpliv snega ... 12
6.2.1 Karakteristična obtežba snega ... 12
6.2.2 Razporeditev obtežbe snega na strehi ... 13
6.2.3 Nezgodno projektno stanje s snegom ... 14
6.3 Vpliv vetra ... 14
6.3.1 Predpostavke ... 14
6.4 Potresna obtežba ... 14
6.4.1 Kategorija pomembnosti objekta ... 15
6.5 Vpliv temperaturne obtežbe (brez požarne obremenitve) – toplotni vplivi ... 15
6.6 Nezgodni vplivi ... 15
7 Potresna analiza konstrukcije ... 15
1.1 Podatki za določitev potresne odpornosti objekta ... 15
1.1.1 Predpostavke numeričnega modela ... 15
1.1.2 Potresna obtežba ... 16
1.2 Globalna potresna odpornost objekta ... 16
1.2.1 Vhodni podatki – predpostavke ... 16
1.2.2 Računski postopek – "Push over" analiza ... 16
7.1.1.1 Računska metoda ... 16
1.2.3 Zahteve predpisov ... 17
1.2.4 Upoštevani materialne lastnosti zidov ... 18
1.2.5 Upoštevane vertikalne obtežbe ... 18
1.3 Potresna odpornost obstoječega stanja objekta ... 19
1.3.1 Vhodni podatki ... 20
1.3.2 Histerezna ovojnica objekta – obstoječe stanje ... 24
1.3.3 Graf ekscentričnosti – obstoječe stanje ... 24
1.3.4 Rezultati izračuna potresne odpornost objekta – obstoječe stanje ... 25
1.4 Predlagani ukrepi v okviru rekonstrukcije: ... 25
8 Etažne plošče ... 26
8.1.1 Stalna obtežba plošče glede na raziskave ... 26
8.1.2 Statična preverba ... 26
9 Strešna konstrukcija ... 28
9.1 Vhodni podatki ... 28
9.2 Statična preverba ... 29
10 Zaključki in predlog rekonstrukcije ... 36
10.1 Predlagani ukrepi v okviru rekonstrukcije ... 36
10.2 Zaključki ... 36

1 Uvod

Namen statične presoje je ovrednotenje nosilnosti stavbe s podatki pridobljenimi z analizo vgrajenih materialov. Objekt je namenjen energetski sanaciji in morebitni prenovi prostorov.

1.1 Prostorske enote, namembnost, gabariti

Objekt je skladno s standardi za načrtovanje objektov namenjen poslovnim dejavnostim in je etažnosti P+1.

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

1.1.1 Tlorisni gabariti

Tlorisni gabariti objekta za vse etaže so enaki in so cca. 19 x 6.4 m.

1.1.2 Višinski gabariti

Višina pritličja, kot tudi prvega nadstropja znaš cca. 2.7 m (v statičnem smislu, merjeno od vpetja sten do osi plošče).

2 Konstrukcijska zasnova

Objekt je zidane izvedbe, kjer statični sistem predstavljajo stene iz opeke (modularni opečni blok), povezane med seboj z AB vezmi. V pritličju so stene v rastru 3.0 m oz. 3.4 m v krajši smeri plošče ter na koncu narazen 7.0 m x 6.4 m, kjer se nahaja večja soba. Stene so debeline d=20 cm. Predelne stene so iz porolita in so debeline d=12 cm. V višjem nadstropju so stene prav tako iz modularnih opečnih zidakov, ter predelne iz porolita. Zidovje ima povečini potresne vezi, razen v nekaterih mestih, kjer bi bilo po standardu potrebna vez in se tam ne nahaja. To je npr. ob vogalih stene ob stopnišču ter ob vratih. Armiranobetonski elementi, ki se nahajajo na objektu so poleg AB vezi tudi AB plošče ter steber ob vhodu. Povezavo med nadstropji predstavljajo AB stopnice v sredinskem delu objekta ob zunanji steni, ki so togo povezane s ploščo.

2.1 Medetažne konstrukcije

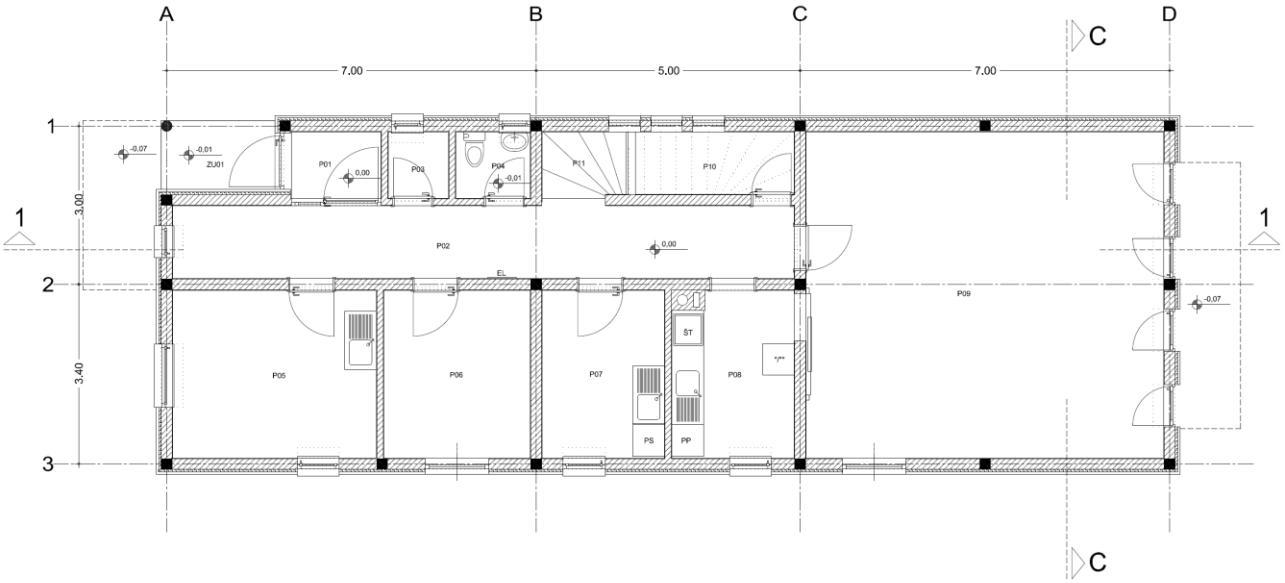
Medetažne plošče so sestavljene iz armiranega betona in so debeline d=12 cm. Plošča nalega na opečne stene, ki so v obeh smereh objekta, ter je kontinuirno betonirana čez vse stene.

2.2 Temeljenje

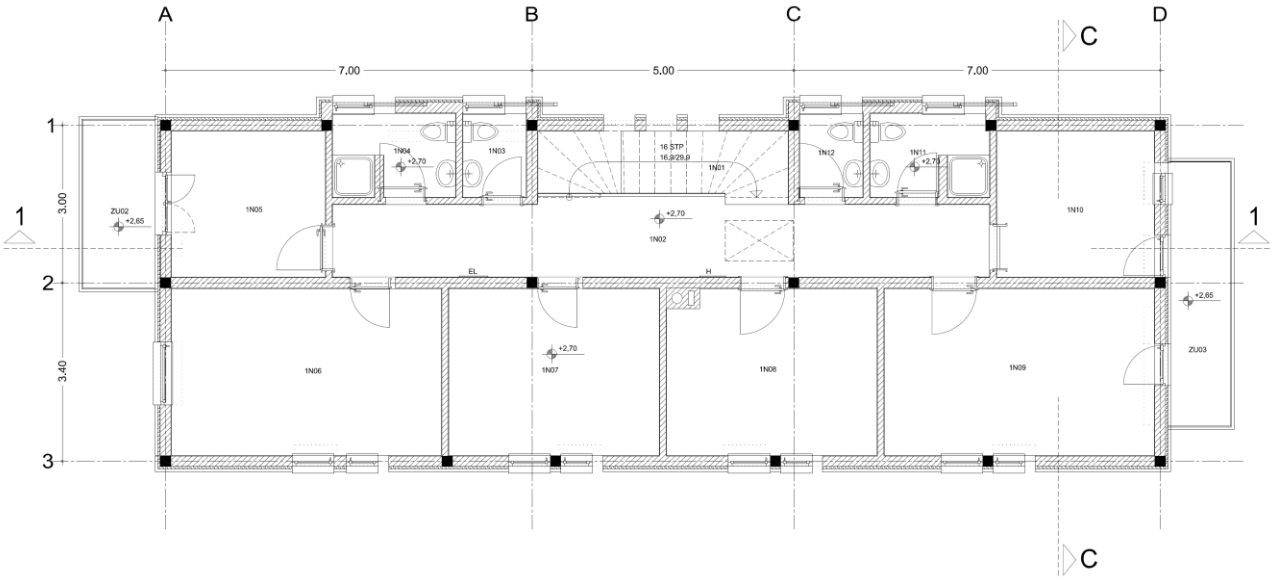
Objekt je temeljen predvidoma na armiranobetonskih pasovnih temeljih, ki se nahajajo pod vsemi nosilnimi zidovi. Temelji niso bili preiskani in ne kažejo znakov poškodb.

3 Zasnova

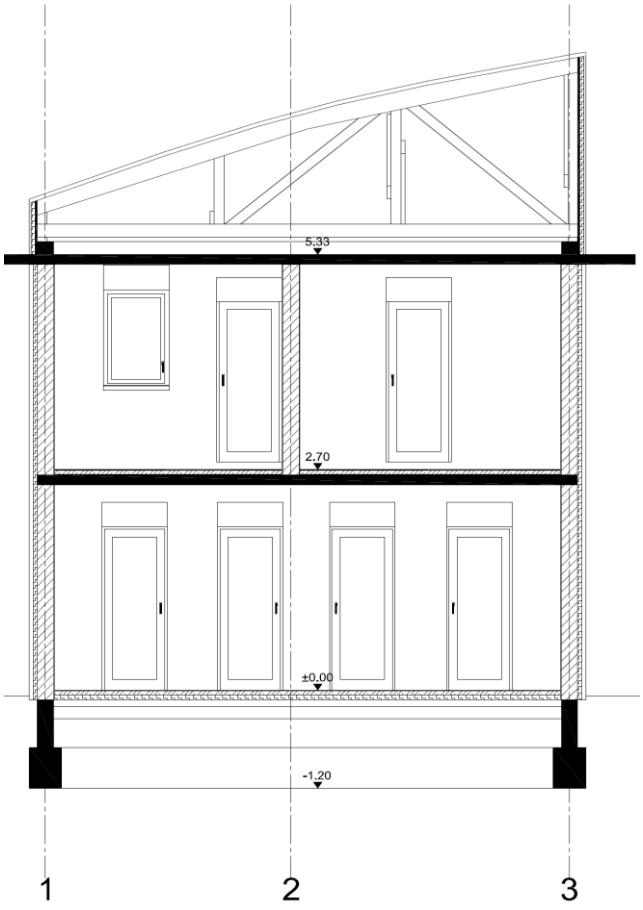
Na naslednjih slikah prikazujemo zasnovo:



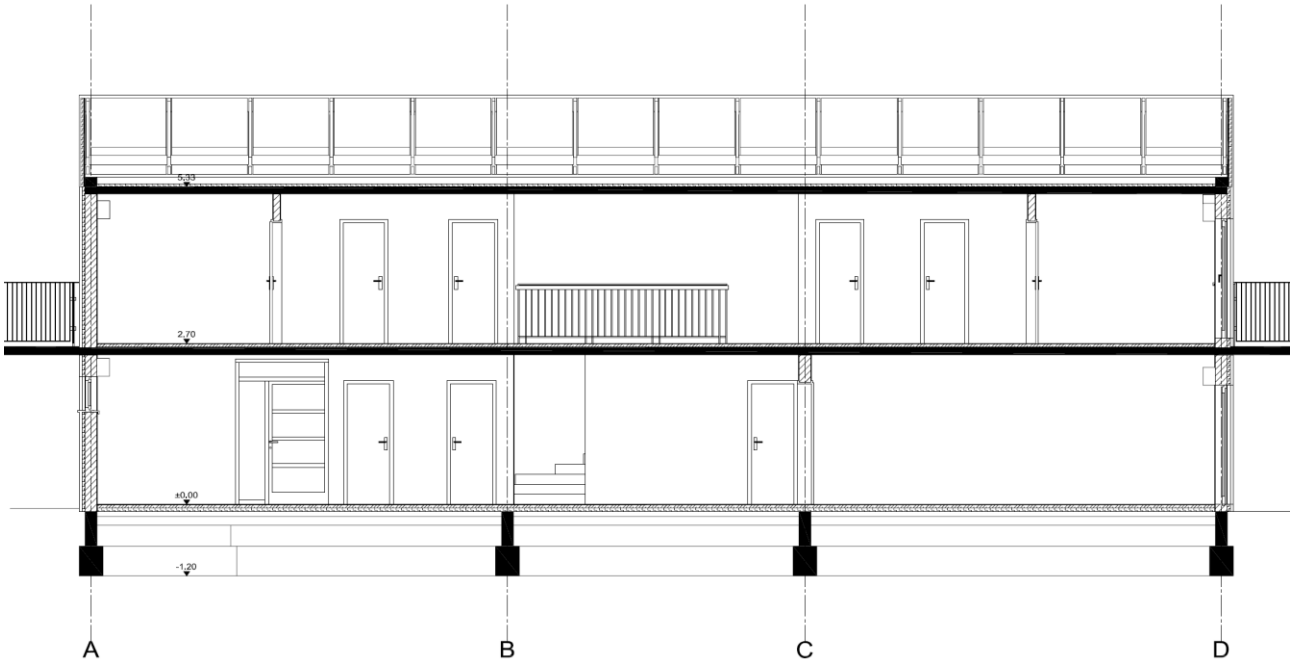
Slika 3.1: Tloris pritličja.



Slika 3.2: Tloris nadstropja.



Slika 3.3: Prečni prerez.



Slika 3.4: Vzdolžni prerez.



Slika 3.5: 3-D pogled.



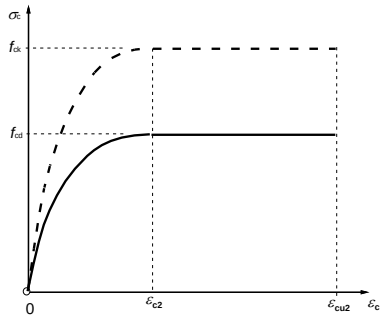
Slika 3.6: 3-D pogled z druge strani.

4 Uporabljeni konstrukcijski materiali

4.1 Armirani beton

Privzeta tlačna trdnost betona, ki je bila zaznana na objektu v okviru preiskav, je enakovredna sedanji oznaki za trdnostni razred betona C25/30 (vertikalne vezi oz. stebri, plošče, gredice).

Na naslednji sliki je prikazan 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.

Analitični izraz / Pojasnilo																								
Trdnostni razredi betona		12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90									
										50	55	60	70	80	90	95	100	105						
f_{ck} (MPa)		15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105									
$f_{ck,cube}$ (MPa)		20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98									
f_{cm} (MPa)	$f_{cm} = f_{ck}+8$ (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_{ctm} (MPa)	$f_{ctm}=0,30 f_{ck}^{(2/3)}$ ≤ C50/60 $f_{ctm}=2,12 \ln(1+(f_{cm}/10))$ > C50/60	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									
$f_{ctk,0.05}$ (MPa)	$f_{ctk,0.05} = 0,7 f_{ctm}$ 5% fraktila	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									
$f_{ctk,0.95}$ (MPa)	$f_{ctk,0.95} = 1,3 f_{ctm}$ 95% fraktila	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44									
E_{cm} (GPa)	$E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{0,3}$ (f_{cm} in MPa)	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									
ε_{c1} (‰)	ε_{c1} (‰) = $0,7 f_{cm}^{0,31} < 2,8$																							
ε_{cu1} (‰)	za $f_{ck} \geq 50$ MPa ε_{cu1}(‰)=2,8+27[(98-f_{cm})/100]^4										3,2	3,0	2,8	2,8	2,8									
ε_{c2} (‰)	za $f_{ck} \geq 50$ MPa ε_{c2}(‰)=2,0+0,085(f_{ck}-50)^{0,53}										2,2	2,3	2,4	2,5	2,6									
ε_{cu2} (‰)	za $f_{ck} \geq 50$ MPa ε_{cu2}(‰)=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4										3,1	2,9	2,7	2,6	2,6									
n	za $f_{ck} \geq 50$ MPa n=1,4+23,4(90 - f_{ck})/100]^4										1.75	1.6	1,45	1,4	1,4									
ε_{c3} (‰)	za $f_{ck} \geq 50$ MPa ε_{c3}(‰)=1,75+0,55[(f_{ck}-50)/40]										1,8	1,9	2,0	2,2	2,3									
ε_{cu3} (‰)	za $f_{ck} \geq 50$ MPa ε_{cu3}(‰)=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4										3,1	2,9	2,7	2,6	2,6									

4.1.1 Delni faktorji za material

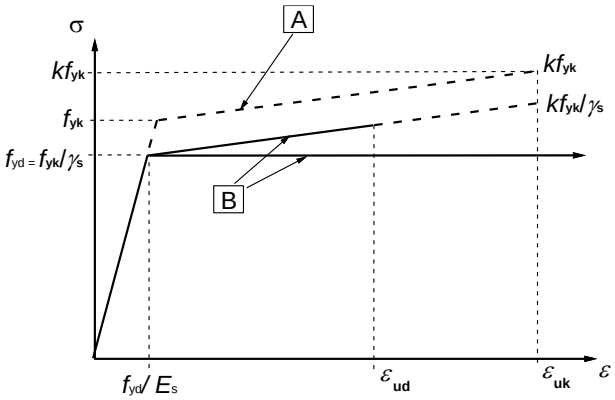
Preglednica 4-2: Delni faktorji za armirani beton.

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 ter tudi rebrasta armatura nekoliko boljše kvalitete. Upoštevane materialne karakteristike jekla so: γ = 7850 kg/m^3, E = 200 GPa, G = 81 GPa, ν = 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 je tipa rebrasta klasična armatura s f_{yk} = 400 Mpa.

4.3 Opeka

Objekt je grajen iz modularnega zidaka, katera trdnost je bila določena skladno z naslednjo preglednico.

vrsta zidovja	tlačna trdnost [MPa]	natezna trdnost [MPa]	elastični modul [MPa]	strižni modul [MPa]
polna opeka MO 10, MM 0.5	2.0	0.04	250	40
polna opeka MO 15, MM 2.5	2.5	0.18	800	200
lahki keramični blok MO 7.5, MM 2	5.0	0.3	4500	500
modularni opečni blok MO 15, MM 2.5	2.5	0.12	5000	300
modularni opečni blok MO 15, MM 5	3.0	0.18	5000	300
keramzitni blok MO 7.5, MM 5	3.5	0.27	5000	500
betonski blok MO 7.5, MM5	4.0	0.27	6000	600

Slika 4.3: Poenostavljen računski σ-ε diagram za mehko armaturo.

Za materialne karakteristike opečnih zidov smo privzeli naslednje:

- f_c = 3 MPa,
- f_t = 0.18 MPa,
- E = 5000 MPa,
- G = 300 MPa.

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

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

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

5.2 Kombinacije vplivov za mejna stanja uporabnosti

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

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

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

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 l	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>1000m)	0.7	0.5	0.2
Sneg (za druge članice CEN za n.v h<1000m)	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 povesih 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+φ (t,t0)		
	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. Deformacije etažnih plošč niso bile zavedene, da bi smatrali, da je potreben preračun kontrole povesov plošč.

6 Analiza zunanjih vplivov

6.1 Stalna obtežba

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

6.1.1 Stalna obtežba strešne konstrukcije

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije naslednje velikosti:

- Valovita kritina (s pritrjevanjem) 13 kg/m²
- Podeskanje 12 kg/m²

Skupaj: 25 kg/m²

Upoštevano skupaj: 0.25 kN/m²

6.1.2 Stalna obtežba etažnih konstrukcij

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije naslednje velikosti:

- Parket na lepilu, skupaj 3 cm, oz, ploščice 25 kg/m²
- Estrih 6 cm 145 kg/m²
- TI (zvočna izolacija), cca 3 cm 5 kg/m²
- Omet 1 cm 25 kg/m²

Skupaj: 200 kg/m²

Upoštevano skupaj: 2.0 kN/m²

6.1.3 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.

6.1.4 Koristna obtežba

Koristno obtežbo določimo skladno s standardom ter željami naročnika.

6.1.4.1.1 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

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

ter porazdeljena obtežba v velikosti

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

ki deluje na površini A=10 m².

6.1.4.1.2 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.

Kategorija	Opis uporabe	Primeri
A	Bivalni prostori	Sobe v stanovanjih in hišah, spalnice in oddelki v bolnišnicah, spalnice v hotelih, kuhinje v gostilnah in sanitarije
B	Pisarne	
C	Površine, kjer se zbirajo ljudje (z izjemo površin v kategorijah A, B, D[1)])	**C1:** Površine z mizami, npr. v šolah, kavarnah, restavracijah, jedilnicah, čitalnicah, sprejemnicah **C2:** Površine s pritrjenimi sedeži, npr. v cerkvah, gledališčih in kinih, konferenčnih dvoranah, predavalnicah, skupščinskih dvoranah, čakalnicah, železniških čakalnicah **C3:** Površine brez ovir za gibanje ljudi, npr. v muzejih, razstaviščih, dostopnih prostorih v javnih in upravnih stavbah, hotelih, bolnišnicah, preddverja železniških postaj **C4:** Površine za telesnokulturne dejavnosti, npr. plesne dvorane, telovadnice, odri **C5:** Površine, na katerih lahko pride do gneče, npr. prireditvene stavbe, koncertne dvorane, športne dvorane vključno s tribunami, terase, dostopne površine, železniške ploščadi
D	Trgovine	**D1:** Površine v trgovini na drobno **D2:** Površine v veleblagovnicah
1) Zlasti pri površinah C4 in C5 je treba upoštevati 6.3.1.1(2). Glej EN 1990, kadar je treba upoštevati dinamične učinke. Za kategorijo E glej preglednico 6.3.		
OPOMBA 1: Glede na pričakovano uporabo so površine, ki bi bile sicer lahko uvrščene v kategorijo C2, C3 ali C4, lahko uvrščene v kategorijo C5, če se tako odloči naročnik in/ali to določa nacionalni dodatek.		
OPOMBA 2: Nacionalni dodatek lahko predvidi podkategorije za kategorije A, B, C1 do C5, D1 in D2.		
OPOMBA 3: Za skladišča in industrijske površine glej 6.3.2.		

Kategorije površin		q_k [kN/m²]	Q_k [kN]
A	– tla na splošno	1,5 do 2,0	2,0 do 3,0
	– stopnice	2,0 do 4,0	2,0 do 4,0
	– balkoni	2,5 do 4,0	2,0 do 3,0
B		2,0 do 3,0	1,5 do 4,5
C	– C1	2,0 do 3,0	3,0 do 4,0
	– C2	3,0 do 4,0	2,5 do 7,0 (4,0)
	– C3	3,0 do 5,0	4,0 do 7,0
	– C4	4,5 do 5,0	3,5 do 7,0
	– C5	5,0 do 7,5	3,5 do 4,5
D	– D1	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0 (4,0)
	– D2	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0

Preglednica 6-2: Obtežba za prostore skladno s standardom.

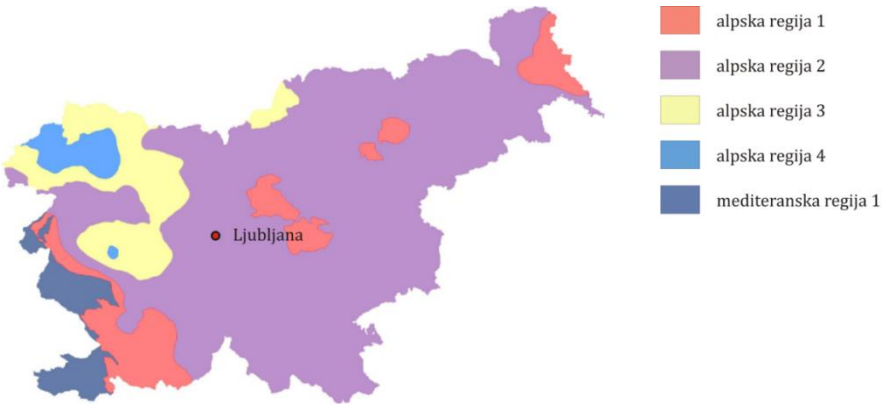
Upoštevana je porazdeljena obtežba v velikosti

$$q_k = \mathbf{2.0}\ \text{kN/m}^2.$$

6.2 Vpliv snega

6.2.1 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 alpski coni **A1** (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. 310 m, ki za obravnavano cono rezultira v izvrednoteno karakteristično obtežbo snega na ravnih tleh:

$$s_k = 1.293\left[1+\left(\frac{310}{728}\right)^2\right] = \mathbf{1.51}\ \mathrm{kN/m^2}.$$

6.2.2 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 6.3: 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 W/m²K), 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:

$$s = \mu C_e C_t s_k = 0.8 * 1.51 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{1.21} \text{ kN/m}^2.$$

6.2.3 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* = 310 m ⟶ nezgodno stanje se ne upošteva.

6.3 Vpliv vetra

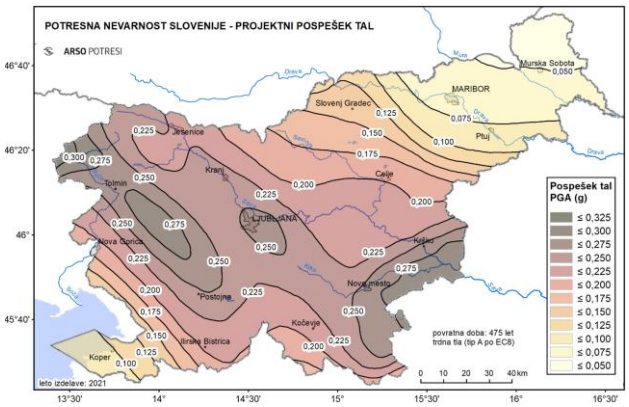
6.3.1 Predpostavke

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.

6.4 Potresna obtežba

Upošteva se potresna obtežba za projektni pospešek $\boldsymbol{a_g}$**=0.275** $\boldsymbol{g}$ po novi karti. Upošteva se pomembnost objekta **III. kategorije (šolske stavbe),** ter tla uvrščena **v kategorijo C**. Razpokanost prerezov upoštevamo z opcijo v programu, prav tako slučajno ekscentričnost objekta v velikosti 0.05Lx in 0.05Ly.



Slika 6.2: Projektni pospešek temeljnih tal »tipa A« za področje Slovenije (nova predlagana karta).

Temeljna tla glede na vpliv značilnosti razvrstimo v kategorijo tal "**tip C**", 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 6.4: 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, proda 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 mehkimi 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
S_2	Tla, podvržena likvefakciji, občutljive gline ali drugi profili tal, ki niso vključeni v tipe A-E ali S_1.			

6.4.1 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 6.5: 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 **1.2**.

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

Vpliv temperaturne obtežbe na objekt ni merodajna obtežba.

6.6 Nezgodni vplivi

Nezgodni vplivi niso merodajna obtežna kombinacija.

7 Potresna analiza konstrukcije

1.1 Podatki za določitev potresne odpornosti objekta

1.1.1 Predpostavke numeričnega modela

Rezultati potresne analize so narejeni povečini s pomočjo iteracijskega postopka po metodi "SREMB". Podatke smo povzemali po obstoječi dokumentaciji, ogledu in sondiranju objekta.

1.1.2 Potresna obtežba

Upošteva se potresna obtežba za projektni pospešek a_g=0.275 g z upoštevanim faktorjem S za temeljna tla C. Upošteva se pomembnost objekta III kategorije, ter tla uvrščena v kategorijo C.

1.2 Globalna potresna odpornost objekta

1.2.1 Vhodni podatki – predpostavke

Za določitev globalne potresne odpornosti objekta smo predpostavili enako kvaliteto zidov v pritličju, kot v nadstropju. Predpostavili smo opečni zid iz polne opeke, debeline po arhitekturnem posnetku. Materialne karakteristike takega opečnega zidu smo povzeli po raziskavah in priporočilih ZRMK, vrednosti materialnih lastnosti zidov prikazujemo v naslednji preglednici:

vrsta zidovja	tlačna trdnost [MPa]	natezna trdnost [MPa]	elastični modul [MPa]	strižni modul [MPa]
polna opeka MO 10, MM 0.5	2.0	0.04	250	40
polna opeka MO 15, MM 2.5	2.5	0.18	800	200
lahki keramični blok MO 7.5, MM 2	5.0	0.3	4500	500
modularni opečni blok MO 15, MM 2.5	2.5	0.12	5000	300
modularni opečni blok MO 15, MM 5	3.0	0.18	5000	300
keramzitni blok MO 7.5, MM 5	3.5	0.27	5000	500
betonski blok MO 7.5, MM5	4.0	0.27	6000	600

Slika 7-1 Materialne karakteristike zidov – priporočene vrednosti za staro zidovje.

Za nosilne zidove iz poln opeke smo za materialne karakteristike zidov privzeli priporočilo ZRMK, kjer so vrednosti za obravnavane zidove naslednje:

- f_c= 3 MPa,
- f_t= 0.18 MPa,
- E= 5000 MPa,
- G= 300 MPa.

1.2.2 Računski postopek – "Push over" analiza

Potresno odpornost objekta smo ocenili s pomočjo "push over" analize, imenovane SREMB, v nadaljevanju prikazujemo način določitve potresne odpornosti objekta.

7.1.1.1 Računska metoda

Seizmično analizo smo izvedli z upoštevanjem nelinearnega odnosa med obremenitvami in deformacijami zidov. Na podlagi razporeditve zidov in njihovih materialno tehničnih karakteristik smo določili histerezno ovojnico kritične etaže objekta-kletne etaže.

V seizmični analizi so bile upoštevane sledeče predpostavke:

- zidovi so povezani med seboj s horizontalnimi vezmi in stropnimi konstrukcijami, ki so toge v svoji ravnini. Ta toga povezava zagotavlja sodelovanje vseh zidov pri prevzemu horizontalne obremenitve;
- zidovi so na zgornjem in spodnjem robu vpeti v stropno konstrukcijo, v prekladni ali parapetni del zidu;
- zidove sestavljenih prerezov (L, T, H) obravnavamo kot vsoto na navpičnih stikih med seboj ločenih zidov;
- doprinos odpornosti zidov k odpornosti etaže je odvisen od njihove togosti in nosilnosti, pa tudi od njihove deformacije, ki je odvisna predvsem od njihove lege v prostoru;
- zidovi prenašajo svoj delež horizontalne obtežbe tudi v nelinearnem območju, vendar le dokler njihove deformacije ne presežejo deformacije na meji porušitve;
- obravnavali smo zidani del pritličja, ki ni vkopan.

Etažna histerezna ovojnica je vsota histereznih ovojnic zidov, ki sestavljajo etažo. Obnašanje posameznih zidov pri horizontalni obtežbi prikažemo z idealizirano elasto-plastično histerezno ovojnico, ki jo določajo začetna efektivna togost zidu, nosilnost zidu ter faktor duktilnosti, ki omejuje deformacijo zidu v neelastičnem območju. Celotna etažna prečna sila se porazdeli po zidovih v razmerju njihovih togosti. Za določitev deformacije na meji elastičnosti je merodajna manjša izmed vrednosti upogibne in strižne nosilnosti zidu.

Togost posameznega zidu je izračunana s formulo:

$$K_e = \frac{G \cdot A_w}{1.2 \cdot h \cdot \left[1 + \frac{G}{c \cdot E} \cdot \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right]} \tag{9.3.1}$$

Upogibna nosilnost s formulo:

$$H_{fw} = \frac{\sigma_o \cdot t \cdot l^2}{2 \cdot \alpha \cdot h} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_o}{f_{mc}} \right) \tag{9.3.2}$$

Strižna nosilnost pa s formulo:

$$H_{sw} = C_R \cdot A_w \cdot \frac{f_t}{b} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_o}{f_t} + 1} \tag{9.3.3}$$

Za nosilnost zidu je upoštevana manjša izmed vrednosti izračunanih po zgornjih dveh formulah.

$$H_{uw} = min\left(H_{sw}, H_{fw}\right) \tag{9.3.4}$$

Iz idealizirane nosilnosti zidu in njegove začetne togosti dobimo deformacije na meji elastičnosti zidu:

$$\delta_e = \frac{H_{uw}}{K_e} \tag{9.3.5}$$

in z upoštevanjem duktilnosti zidu še deformacije zidu ob porušitvi:

$$\delta_u = \delta_e \cdot \mu \tag{9.3.6}$$

Oznake pomenijo:

A_w	površina vodoravnega prereza zidu
t	debelina zidu
h	višina zidu (oziroma medokenskega slopa)
l	dolžina zidu
c	koeficient vpetosti zidu (1.2 v primeru obojestranskega vpetja in 0.3 v primeru konzolnega vpetja)
α	koeficient poteka upogibnega momenta (0.5 za primer obojestranskega vpetja in 1.0 v primeru konzole)
σ_o	povprečna napetost v zidu zaradi navpične obtežbe
C_R	faktor redukcije nosilnosti (0.9)
b	faktor razporeditve strižnih napetosti v zidu (od 1.5 - 1.1)
μ	faktor duktilnosti

1.2.3 Zahteve predpisov

Predpisani mejni strižni koeficient po EC8-1:

Po standardu EC8 se skupna mejna prečna sila zaradi potresa (ultimate base shear coefficient) določi na naslednji način:

$$BSC = \gamma_I \cdot \alpha \cdot S \cdot \mu \cdot B_o / q \tag{9.3.7}$$

kjer pomeni:

γ_I pomembnost objekta (1.2)

α računski pospešek za lokacijo objekta znaša 0.275 g

S parameter tal (S=1.15 za kategorijo C, predpostavka za objekt v Ljubljani)

μ zmanjšanje zaradi dušenja (μ =1 za 5% dušenje)

B_o koeficient dinamičnosti, odvisen od osnovne lastne periode konstrukcije (zidane konstrukcije imajo po navadi manj od 0.6 s zato B_o = 2.5).

q faktor obnašanja konstrukcije s katerim lahko zmanjšamo elastični spekter (q =1.5 oz. 2.0 za zidove oz povezano zidovje)

za obstoječe stanje:

$$BSCu = 1.2 \times 0.275 \times 1.15 \times 1.0 \times 2.5/1.75 = 0.54$$

Odpornost etaže (*SRC*) je definirana kot mejna nosilnost etaže deljena s težo objekta nad njo. Ta koeficient (*SRC*) mora biti večji od koeficienta potresne obremenitve (*BSC*) izračunanega po standardu EC8-1:

$$BSC \leq SRC$$
$$\text{oz. } Ed \leq Rd \qquad (3.2.3)$$

Poleg nosilnosti mora imeti kritična etaža tudi zadostno duktilnost, ki jo določimo iz faktorja obnašanja konstrukcije. Faktor redukcije sil je odvisen od sposobnosti konstrukcije za neelastično prevzemanje potresne obtežbe s pomočjo histereznega dušenja. Z obravnavani objekt velja:

- nearmirano zidovje, obstoječe stanje, faktor obnašanja q= 1.5,
- povezano zidovje, faktor obnašanja q= 2.0,
- armirano zidovje q= 2.5.

Mejno duktilnost kritične etaže, ki ustreza predpostavljenemu faktorju redukcije sil (obnašanju konstrukcije), izračunamo po spodnji enačbi:

$$\mu_U=(q^2+1)/^2=1.625 \text{ oziroma } 2.5 \qquad (3.2.4)$$

Računska idealizirana duktilnost kritične etaže (μ) mora biti večja od mejne duktilnosti μ_U.

$$\mu_U \leq \mu \qquad (3.2.5)$$

1.2.4 Upoštevani materialne lastnosti zidov

Za naš primer povzamemo podane karakteristične vrednosti in jih upoštevamo z varnostnim faktorjem γ_M=1.2.

Pri kontroli potresne odpornosti nosilnih zidov smo tako upoštevali mehanske karakteristike povzete po Tomaževič M., 1987, Zidane zgradbe na potresnih območjih, FAGG, Ljubljana reducirane z γ_M=1.2.

1.2.5 Upoštevane vertikalne obtežbe

Lastna in stalna teža:

- strešna konstrukcija (vse skupaj s TI) 0.8 kN/m²
- etaža 5.00 kN/m²
- strop proti podstrešju 3.75 kN/m²
- nosilno zidovje 18.0 kN/m³

Spremenljiva obtežba:

- koristna 2.00 kN/m²

- koristna, podstrešje 0.0 kN/m²

Za določitev potresnega vpliva upoštevamo težnostne sile (mase) z naslednjo kombinacijo:

$$\sum G_{kj} \quad "+" \quad \sum \psi_{Ei} \cdot Q_{ki} \,, \tag{2.6}$$

kjer je:

G_{kj} - karakteristična vrednost stalnega vpliva j,

Q_{ki} - karakteristična vrednost spremenljivega vpliva i,

Ψ_{Ei} - koeficient za kombinacijo za spremenljiv vpliv i.

Koeficienti Ψ_{Ei} upoštevajo verjetnost, da obtežba Q_{ki} med potresom ni prisotna po celi konstrukciji in jih izračunamo z izrazom:

$$\psi_{Ei} = \varphi \cdot \psi_{2i} \,, \tag{2.7}$$

Upoštevani varnostni faktorji:

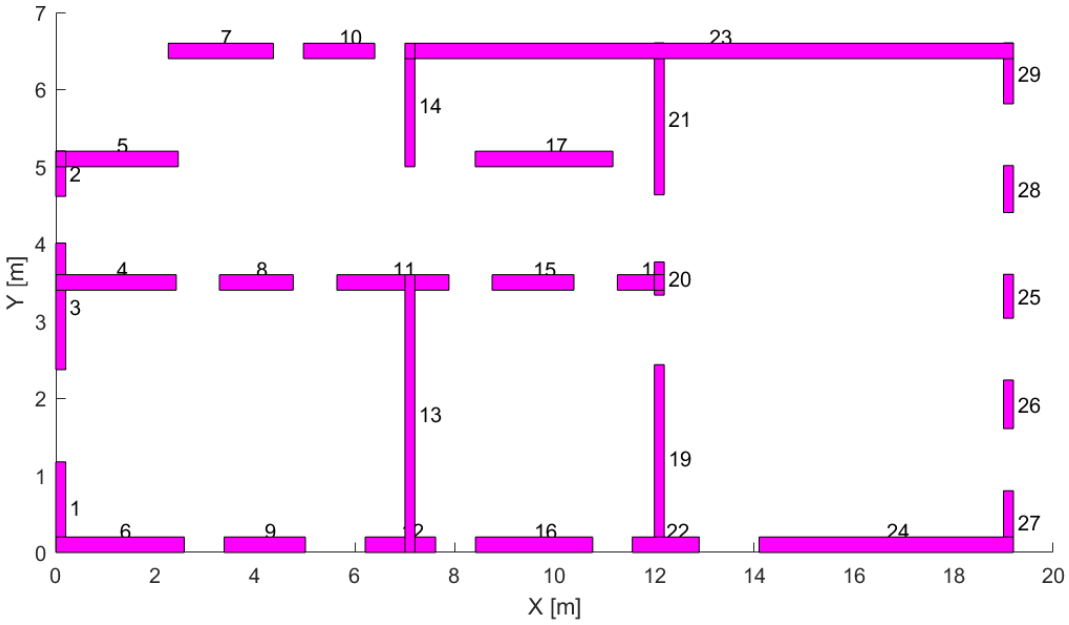
- lastna teža... γ=1.00,
- kombinacijski faktor za potres... Ψ_2= 0.30,
- faktor zasedenosti... φ=0.50,
- koristna obtežba... $\gamma_Q = \varphi \cdot \Psi_2$.

1.3 Potresna odpornost obstoječega stanja objekta

Izračunali smo potresno odpornost kritične etaže (pritličja) za obe smeri glavnega koordinatnega sistema ob upoštevanju različnih materialnih karakteristik zidov.

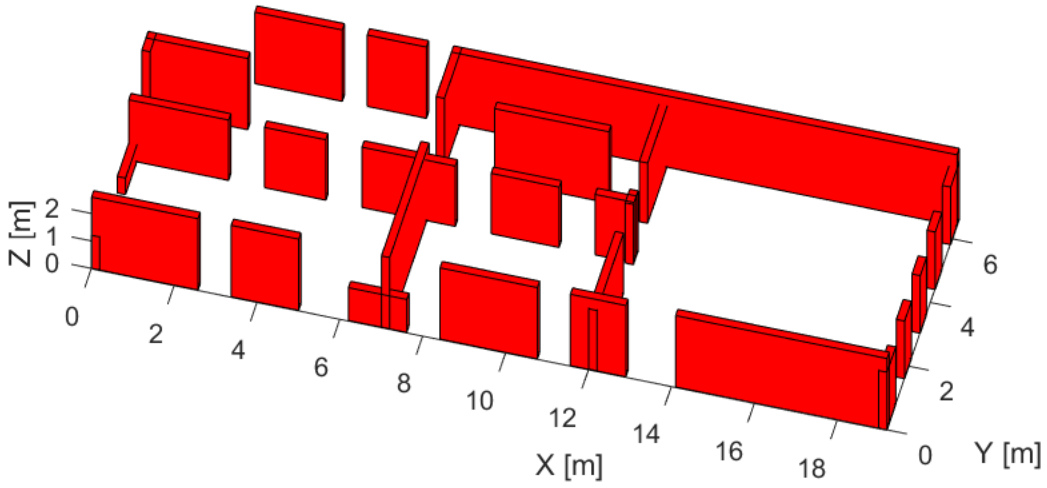
Razlog, da nismo obravnavali zgornjih etaž je ta, da so vse etaže skoraj enakega tlorisa, obremenjene so z manjšo obtežbo.

2D prikaz nosilnih zidov pritličja obstoječega stanja:



Slika 7-2 2D prikaz nosilnih zidov pritličja obstoječega stanja.

3D prikaz nosilnih zidov pritličja obstoječega stanja:



Slika 7-3 3D prikaz nosilnih zidov pritličja obstoječega stanja.

1.3.1 Vhodni podatki

št. zidu	dimenzija dx[m]	dimenzija dy[m]	težišče x[m]	težišče y[m]	V. nap. [MPa]	višina [m]	E [MPa]	G [MPa]	fc [MPa]	ft [MPa]	dukt	vpetje c
1	0.20	1.17	0.10	0.59	0.170	1.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
2	0.20	0.59	0.10	4.91	0.174	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
3	0.20	1.64	0.10	3.19	0.174	0.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
4	2.41	0.20	1.21	3.50	0.170	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
5	2.45	0.20	1.23	5.10	0.204	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
6	2.57	0.20	1.29	0.10	0.179	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
7	2.11	0.20	3.31	6.50	0.179	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
8	1.48	0.20	4.02	3.50	0.185	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
9	1.63	0.20	4.19	0.10	0.179	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
10	1.43	0.20	5.68	6.50	0.179	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
11	2.25	0.20	6.76	3.50	0.167	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
12	1.41	0.20	6.91	0.10	0.182	1.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
13	0.20	3.60	7.10	1.80	0.163	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
14	0.20	1.60	7.10	5.80	0.181	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
15	1.64	0.20	9.57	3.50	0.189	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
16	2.35	0.20	9.59	0.10	0.182	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
17	2.76	0.20	9.79	5.10	0.174	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
18	0.94	0.20	11.73	3.50	0.227	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
19	0.20	2.43	12.10	1.22	0.170	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2

20	0.20	0.43	12.10	3.55	0.248	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
21	0.20	1.97	12.10	5.62	0.170	2.20	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
22	1.34	0.20	12.23	0.10	0.182	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
23	12.20	0.20	13.10	6.50	0.175	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
24	5.10	0.20	16.65	0.10	0.179	2.60	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
25	0.20	0.57	19.10	3.32	0.281	2.10	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
26	0.20	0.63	19.10	1.92	0.329	2.10	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
27	0.20	0.80	19.10	0.40	0.329	2.10	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
28	0.20	0.61	19.10	4.71	0.330	2.10	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2
29	0.20	0.79	19.10	6.21	0.281	2.10	5000	300	2.500	0.150	1.5	1.2

št. zidu	ef. togost X[kN/mm]	ef. togost Y[kN/mm]	nosilnost X[kN]	nosilnost Y[kN]	mejni pomik X[mm]	mejni pomik Y[mm]	nosilnost v smeri X[kN]	nosilnost v smeri Y[kN]	teža [kN]
1	17.41	46.31	6.19	36.20	0.53	1.17		36.20	39.84
2	1.20	5.76	1.47	4.33	1.83	1.13		4.33	20.51
3	94.25	135.76	17.68	59.15	0.28	0.65		59.15	57.01
4	52.58	7.77	83.75	6.95	2.39	1.34	83.75		82.03
5	44.60	4.99	86.43	7.06	2.91	2.12	86.43		99.86
6	47.02	5.23	84.29	6.56	2.69	1.88	84.29		91.83
7	37.71	4.29	56.81	5.38	2.26	1.88	56.81		75.39
8	30.29	4.77	34.15	4.61	1.69	1.45	34.15		54.82
9	27.81	3.32	33.89	4.16	1.83	1.88	33.89		58.21
10	23.60	2.91	26.09	3.65	1.66	1.88	26.09		51.09
11	48.80	7.25	71.66	6.37	2.20	1.32	71.66		75.08
12	56.70	20.98	51.50	7.94	1.36	0.57	51.50		51.37
13	7.33	67.47	8.45	127.69	1.73	2.84		127.69	117.52
14	3.26	27.18	4.13	33.01	1.90	1.82		33.01	57.83
15	34.20	5.29	42.69	5.21	1.87	1.48	42.69		61.94
16	42.59	4.78	71.74	6.11	2.53	1.92	71.74		85.61
17	50.82	5.62	94.72	6.86	2.80	1.83	94.72		95.89
18	16.77	3.03	16.58	3.53	1.48	1.75	16.58		42.68
19	7.83	53.05	7.01	85.15	1.34	2.41		85.15	82.72
20	1.39	4.23	1.74	3.75	1.89	1.33		3.75	21.30
21	6.35	42.14	5.68	55.98	1.34	1.99		55.98	67.08
22	21.69	2.73	23.35	3.48	1.61	1.92	23.35		48.86
23	234.08	24.83	440.88	30.57	2.83	1.85	440.88		427.33
24	96.82	10.38	185.27	13.01	2.87	1.88	185.27		182.15
25	2.08	8.08	2.71	7.72	1.95	1.43		7.72	32.04
26	2.30	9.64	3.43	10.81	2.23	1.68		10.81	41.50
27	2.92	14.17	4.36	17.42	2.23	1.84		17.42	52.66
28	2.23	9.12	3.33	10.14	2.24	1.67		10.14	40.23
29	2.89	13.90	3.75	14.80	1.95	1.60		14.80	44.33

****

****

HITRA OCENA

Nosilnost zidov v X smeri [kN] : 1403.78

Nosilnost zidov v Y smeri [kN] : 466.15

Teža konstrukcije [kN] : 2258.72

Ocena SRC (X smer) : 0.62

Ocena SRC (Y smer) : 0.21

****

IZRAČUN HISTEREZNE OVOJNICE:

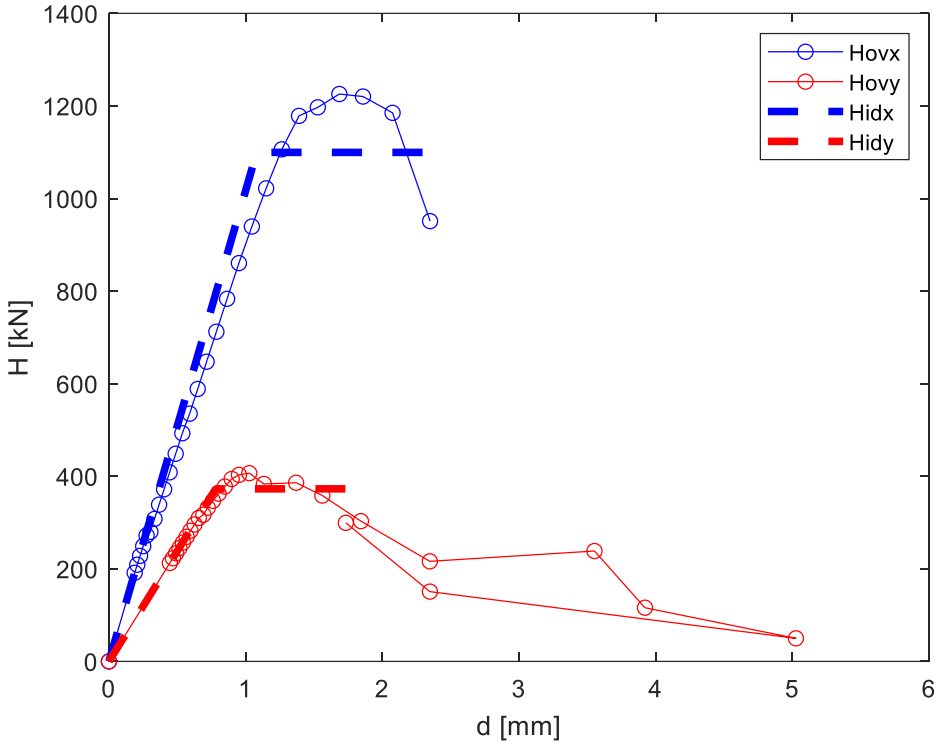
Izpis pomikov elementov, togost, sila in izkoriščenost:

št. zidu	pomik X [mm]	pomik Y [mm]	togost X [kN/mm]	togost Y [kN/mm]	Sila X [kN]	Sila Y [kN]	izk dtx/dux	izk dty/duy
1	2.74	0.72	0.00	46.31	0.00	33.31	5.14	0.61
2	2.15	0.72	0.00	5.76	0.00	4.14	1.17	0.64
3	2.39	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	8.48	1.10
4	2.34	0.84	35.71	7.77	83.75	6.51	0.98	0.62
5	2.13	0.84	40.62	4.99	86.43	4.19	0.73	0.40
6	2.81	0.85	0.00	5.23	0.00	4.43	1.04	0.45
7	1.94	1.06	29.32	4.29	56.81	4.56	0.86	0.56
8	2.34	1.14	0.00	4.05	0.00	4.61	1.39	0.78
9	2.81	1.16	0.00	3.32	0.00	3.84	1.54	0.62
10	1.94	1.32	0.00	2.77	0.00	3.65	1.17	0.70
11	2.34	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	1.09
12	2.81	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06	2.55
13	2.58	1.47	0.00	67.47	0.00	99.01	1.49	0.52
14	2.03	1.47	0.00	22.50	0.00	33.01	1.07	0.81
15	2.34	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	1.17
16	2.81	1.73	0.00	3.52	0.00	6.11	1.11	0.91
17	2.13	1.75	44.52	3.91	94.72	6.86	0.76	0.96
18	2.34	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58	1.12
19	2.65	2.00	0.00	42.54	0.00	85.15	1.98	0.83
20	2.34	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	1.51
21	2.06	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53	1.00
22	2.81	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74	1.05
23	1.94	2.11	227.55	0.00	440.88	0.00	0.69	1.14
24	2.81	2.49	66.01	0.00	185.27	0.00	0.98	1.32
25	2.37	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	1.92
26	2.56	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	1.64
27	2.77	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	1.49
28	2.18	2.75	1.53	0.00	3.33	0.00	0.97	1.65
29	1.98	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	1.72

IZPIS REZULTATOV ZA HISTEREZNO OVOJNICO

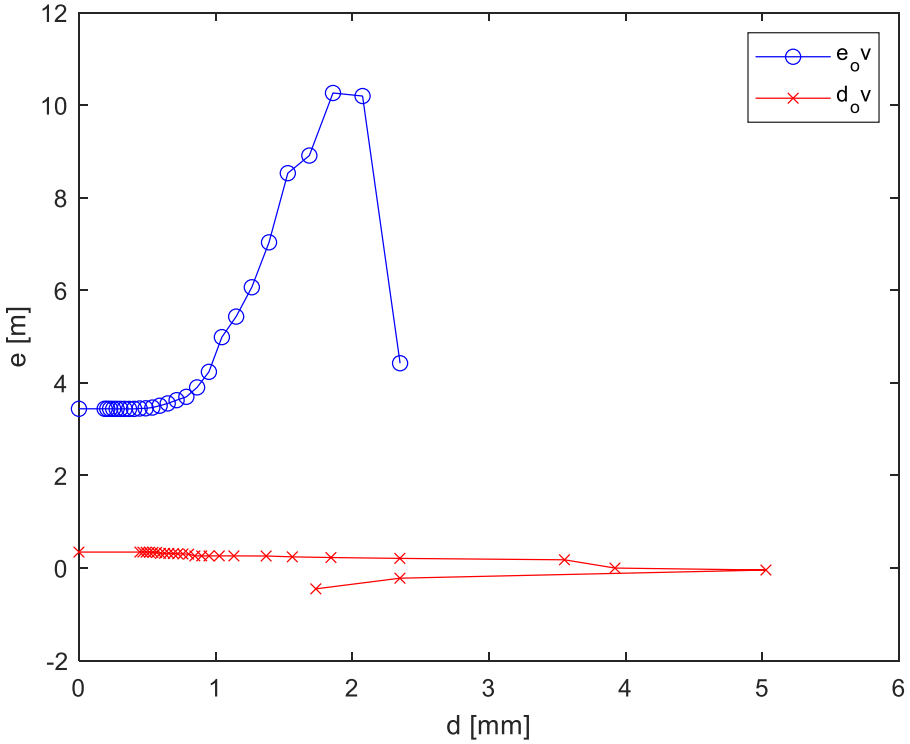
št. zidu	pomik X [mm]	pomik Y [mm]	eksc. X [kN/mm]	eksc. Y [kN/mm]	Sila X [kN]	Sila Y [kN]
1	0.00	0.00	3439.62	344.59	0.00	0.00
2	0.19	0.45	3439.62	344.59	191.51	212.64
3	0.21	0.47	3439.62	344.59	208.90	222.87
4	0.23	0.49	3439.27	342.34	228.01	233.62
5	0.25	0.52	3438.94	340.27	249.04	244.89
6	0.28	0.54	3438.63	338.35	272.16	256.74
7	0.30	0.57	3438.32	336.58	279.92	269.17
8	0.33	0.60	3438.04	317.57	307.85	282.23
9	0.37	0.63	3437.76	317.57	338.62	295.89
10	0.40	0.66	3438.48	317.46	371.86	309.92
11	0.44	0.69	3446.54	312.50	408.41	316.85
12	0.49	0.72	3450.08	307.96	448.61	331.97
13	0.54	0.76	3466.57	303.83	492.83	346.89
14	0.59	0.80	3506.43	300.06	535.29	362.45
15	0.65	0.85	3555.83	261.99	588.60	377.73
16	0.71	0.90	3626.08	261.99	647.46	394.04
17	0.79	0.95	3698.45	261.99	712.20	402.89
18	0.86	1.03	3902.52	261.99	783.42	406.63
19	0.95	1.13	4237.65	261.99	860.42	383.32
20	1.05	1.37	4987.86	259.95	939.52	386.01
21	1.15	1.56	5431.38	241.52	1021.92	358.31
22	1.26	1.84	6065.68	226.64	1106.23	303.07
23	1.39	2.35	7035.99	208.08	1178.53	216.18
24	1.53	3.55	8530.17	177.73	1196.97	238.48
25	1.69	3.92	8910.55	-0.84	1225.74	115.97
26	1.86	5.03	10262.48	-43.45	1220.34	49.81
27	2.07	2.35	10196.59	-220.04	1185.11	150.76
28	2.35	1.73	4424.23	-449.93	951.18	299.38

1.3.2 Histerezna ovojnica objekta – obstoječe stanje



Slika 7-4 Histerezna ovojnica.

1.3.3 Graf ekscentričnosti – obstoječe stanje



Slika 7-5 Graf ekscentričnosti.

1.3.4 Rezultati izračuna potresne odpornost objekta – obstoječe stanje

```
****************************************
              REZULTATI
----------------------------------------
Koeficient potresne odpornosti SRC_x :  0.49
Koeficient potresne odpornosti SRC_y :  0.17
   faktor duktilnosti etaže ni_X :  2.14
   faktor duktilnosti etaže ni_Y :  2.21
****************************************
```

```
*********************************************************************************************
                        PREVERJANE POTRESNE ODPORNOSTI
---------------------------------------------------------------------------------------------
   odpornost > potresnih zahtev      kontrola (SRC_x > BSC) = IZPOLNJENA    SRC_x/BSC =  1.08
 duktilnost et. > zahtevane dukt.      kontrola (ni_x > ni_u) = IZPOLNJENA    ni_x/ni_u =  1.05
 odpornost > potresnih zahtev      kontrola (SRC_y > BSC) =  NI IZPOLNJENA    SRC_y/BSC =  0.37
 duktilnost et. > zahtevane dukt.      kontrola (ni_y > ni_u) = IZPOLNJENA    ni_y/ni_u =  1.09
*********************************************************************************************
```

Analiza potresne odpornosti pritlične etaže v obstoječem stanju je pokazala **zadostno potresno odpornost glede na evropske predpise EC8 v *X* smeri, kjer ima objekt še nekaj rezerve, ter nezadostno potresno odpornost v prečni, *Y* smeri**.

V trenutnem stanju dosega objekt **108 % potresno odpornost v X smeri** in **37 % potresno odpornost v Y smeri**.

Poleg navedenega, je potrebno na tem mestu opozoriti še na naslednje vhodne podatke, ki ugodno vplivajo na rezultat push-over analize:

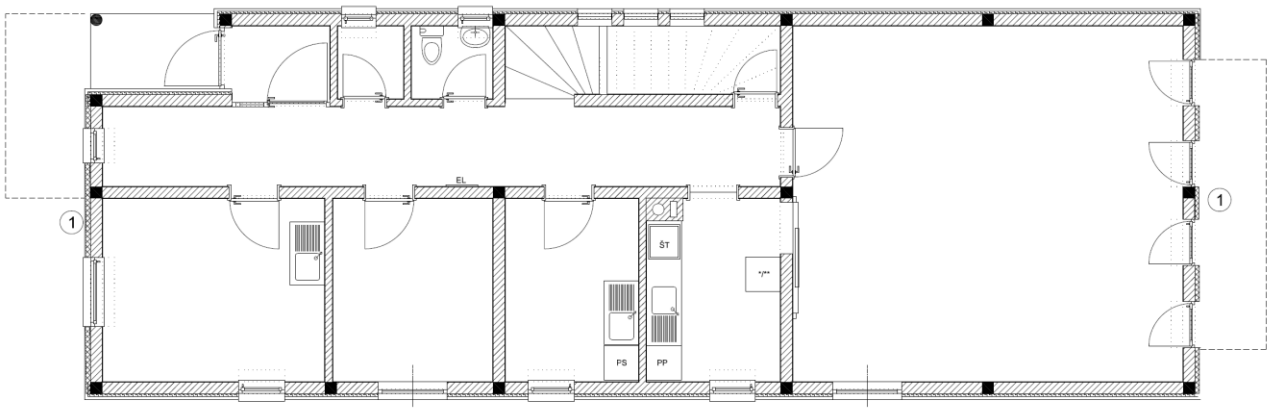
- opečni zidovi so delno medsebojno delno povezani z vertikalnimi ter horizontalnimi vezmi, iz tega razloga smo privzeli faktor obnašanja konstrukcije q=1.75, v kolikor bi se izvedle dodatne vezi bi lahko privzeli faktor obnašanja q=2.0 ter zmanjšali računske obremenitve na objekt.

V fazi PZI naj se račun ponovi z ukrepi ter morebitnim novim faktorjem obnašanja konstrukcije.

1.4 Predlagani ukrepi v okviru rekonstrukcije:

Glede na videno stanje na licu mesta, raziskavo obstoječe dokumentacije za gradnjo in predloge sanacije ter naš numerični izračun potresne in mehanske odpornosti objekta, predlagamo naslednje statične ukrepe:

1) **izvedba ojačitve sten, vsaj 1, 2, 3, 25-29 (obbetoniranje),**



Slika 7-6 Skica predlaganih sanacijskih ukrepov.

Dodana nosilnost v X smeri in Y smeri zaradi ojačitvenih ukrepov je odvisna od izbrane debeline obbetoniranja in je poljubna, zato smatramo, da bodo sanacijski ukrepi zadostovali.

8 Etažne plošče

Etažne plošče so bile raziskane do tega nivoja, da se je določilo kvaliteto betona in armaturo ter geometrijo, sicer etažne konstrukcije ne kažejo bistvenih znakov poškodb. Preverili smo ploščo nad pritličjem, ki je najbolj obremenjena.

8.1.1 Stalna obtežba plošče glede na raziskave

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije naslednje velikosti:

- Parket na lepilu, skupaj 1.5 cm, 15 kg/m²
- Estrih 4 cm 95 kg/m²
- TI (zvočna izolacija), cca 5 cm 5 kg/m²
- Omet 1 cm 20 kg/m²

Skupaj: 135 kg/m²

8.1.2 Statična preverba

Tabele materialov

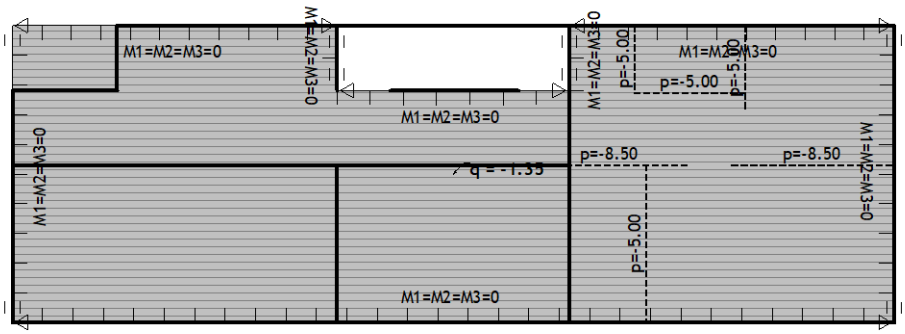
No	Naziv materiala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

Vhodni podatki - Obtežba

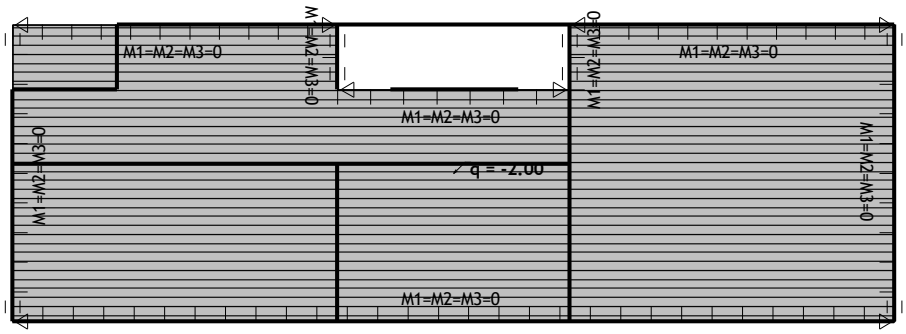
Lista obtežnih primerov

LC	Naziv
1	g (g)
2	q
3	Komb.: I+II
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII

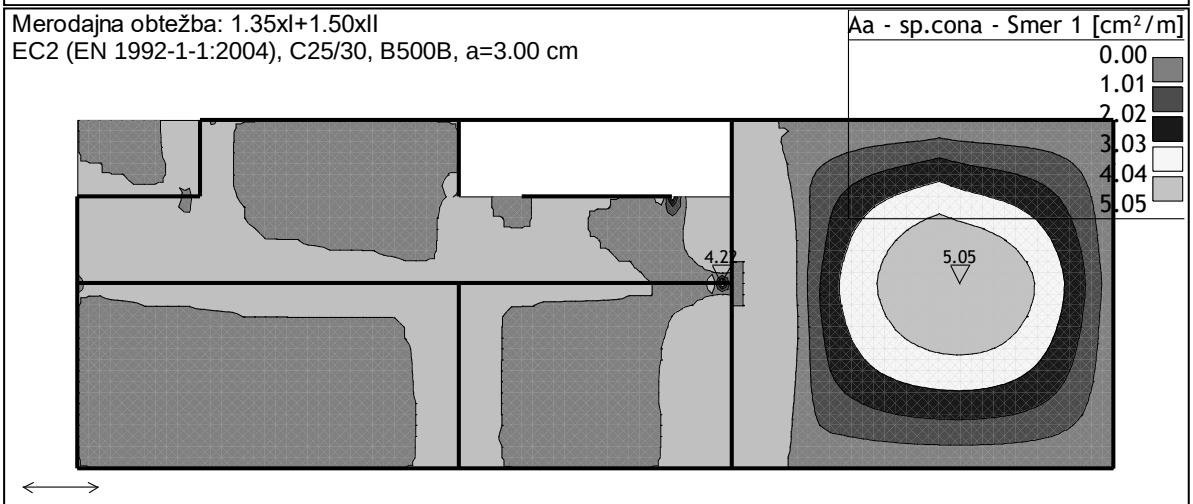
Obt. 1: g (g)



Obt. 2: q

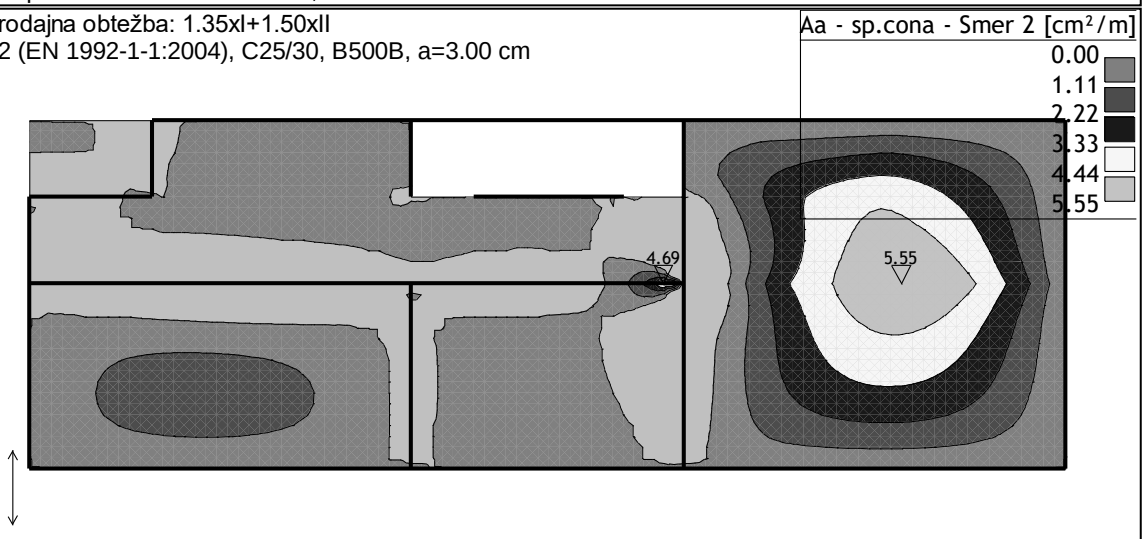


Merodajna obtežba: 1.35xI+1.50xII
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=3.00 cm

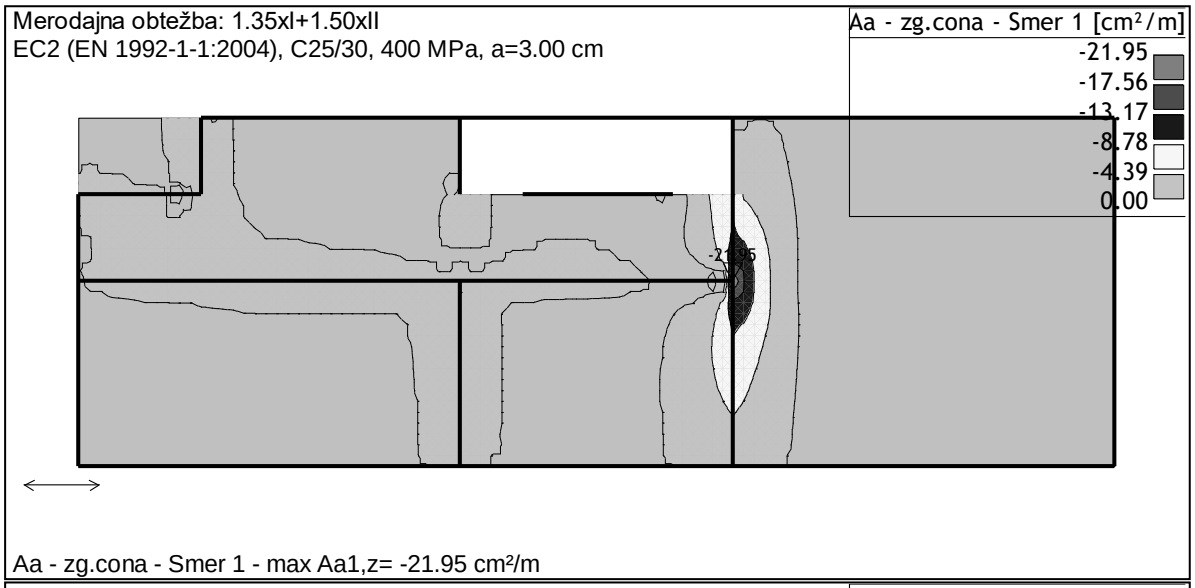


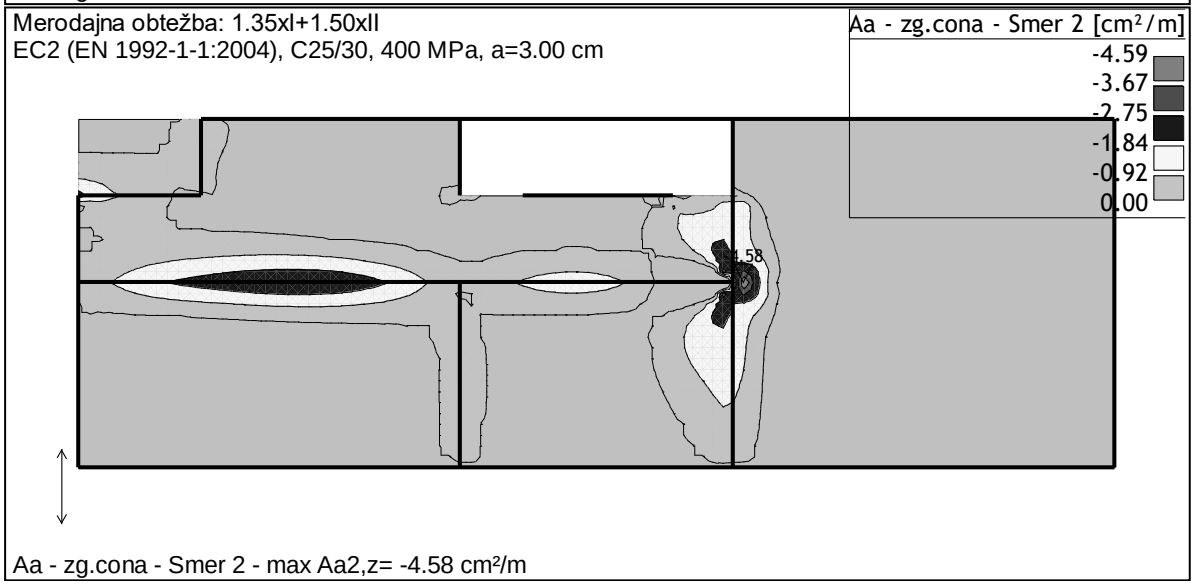
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 5.05 cm²/m

Merodajna obtežba: 1.35xI+1.50xII
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B, a=3.00 cm



Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 5.55 cm²/m





Iz rezultatov vidimo, da je armatura v plošči zadostna v eni smeri, v drugi smeri jo primanjkuje zato se jo malenkost lokalno ojača.

Izogibati se je potrebno kopičenju obtežbe na objektu, kot npr. vgradnja velikih regalov, knjižnic itd.

9 Strešna konstrukcija

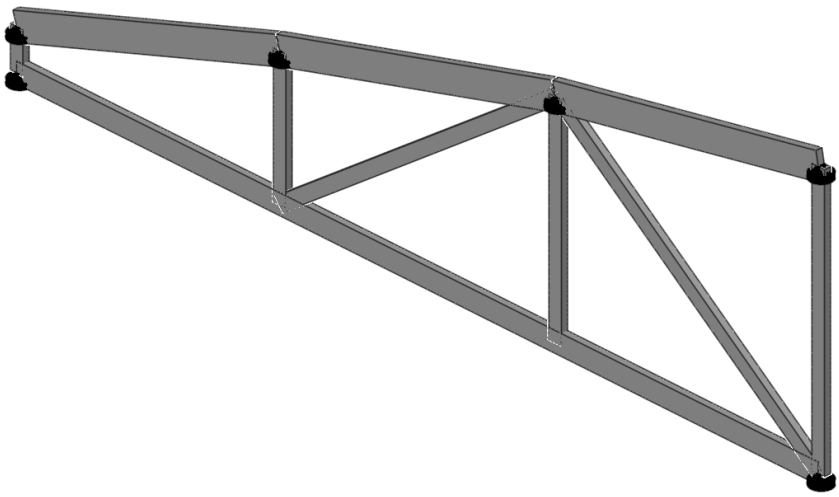
9.1 Vhodni podatki

Smatra se, da je strešna konstrukcija ustrezno dimenzionirana, glede na to da ne kaže bistvenih znakov poškodb.

Kljub temu smo dimenzionirali tipično paličje, katerega se je preverilo tudi na terenu ob ogledu. Les ne kaže bistvenih znakov poškodb. Izmere so dale naslednje podatke:

- dimenzija spodnje natezne palice lesenega okvira 2xb/h=2x2.4/15 cm
- dimenzija diagonal in vertikal b/h=5/10 cm,
- dimenzija zgornje tlačne palice, ki poteka ukrivljeno 2xb/h=2.4/20 cm
- razmak med okvirji e=130 cm,
- obtežba na okvire 25 kg/m².

9.2 Statična preverba



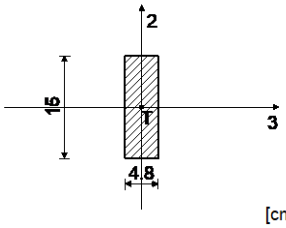
Izometrija

Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Les-Iglavci-Masiven les	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

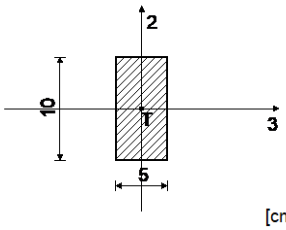
Seti gred

Set: 1 Prerez: b/d=4.8/15, Fiktivna ekscentričnost



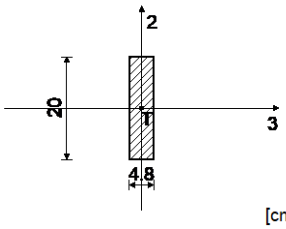
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	7.200e-3	6.000e-3	6.000e-3	4.416e-6	1.382e-6	1.350e-5

Set: 2 Prerez: b/d=5/10, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	5.000e-3	4.167e-3	4.167e-3	2.861e-6	1.042e-6	4.167e-6

Set: 3 Prerez: b/d=4.8/20, Fiktivna ekscentričnost

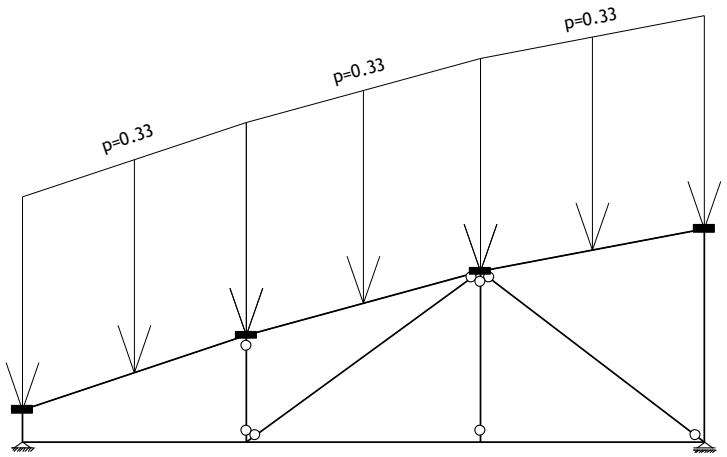


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	9.600e-3	8.000e-3	8.000e-3	6.258e-6	1.843e-6	3.200e-5

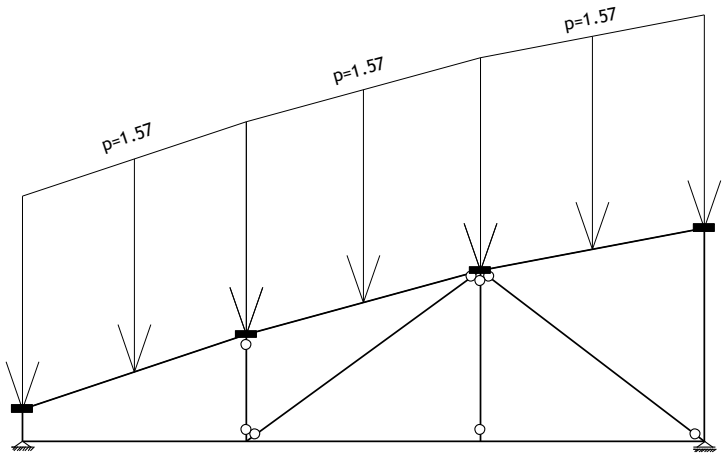
Lista obtežnih primerov

LC	Naziv
1	g (g)
2	q
3	Komb.: I+II
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII

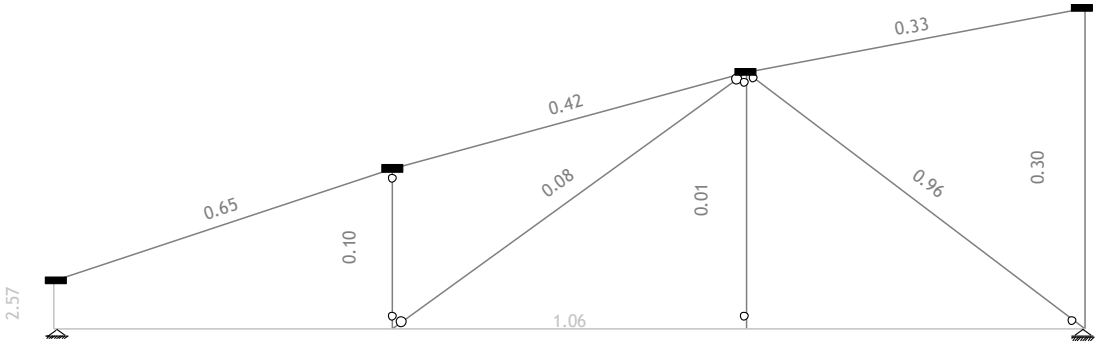
Obt. 1: g (g)



Obt. 2: q

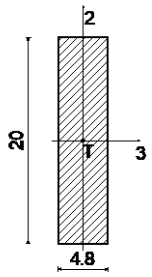


Dimenzioniranje (les)



Kontrola stabilnosti

PALICA 2-4
Monoliten les - iglavci in mehki listavci - C24
Eksploatacijski razred 2
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB
4. γ=0.65 3. γ=0.44

KONTROLA NORMALNIH IN STRIŽNIH NAPETOSTI
(obtežni primer 4, začetek palice)

Računska osna sila	Ned =	-15.248	kN
Prečna sila v smeri osi 2	V2ed =	-4.131	kN
Upogibni moment okoli osi 3	M3ed =	2.491	kNm

KONTROLA NAPETOSTI - TLAK IN UPOGIB
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2	Kh_2 =	1.256	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3	Kh_3 =	1.000	
Faktor oblik (za pravokotni prerez)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna trdnost	fc,0,k =	21.000	MPa
Računska tlačna trdnost	fc,0,d =	12.923	MPa
Karakteristična upogibna trdnost	fm,k =	24.000	MPa
Računska upogibna trdnost - os 2	fm,2,d =	18.549	MPa
Računska upogibna trdnost - os 3	fm,3,d =	14.769	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	0.542	
Relativna vitkost	λrel,3 =	0.130	
Normalne tlačne napetosti	σc,0,d =	1.588	MPa
Odpornostni moment	W3 =	320.00	cm3
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	7.784	MPa

σm3,d <= fm,3,d (7.784 <= 14.769)
Izkoriščenost prereza je 52.7%

TLAK IN UPOGIB - VELIKA VITKOST

Začetna imperfekcija	βc =	0.200
Koeficient	k3 =	0.491
Koeficient	k2 =	0.671
Koeficient	kc,3 =	1.036
Koeficient	kc,2 =	0.937

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) +
+ σm2,d / fm,2,d <= 1 (0.500 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 50.0%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d +
+ km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (0.646 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 64.6%

KONTROLA NAPETOSTI - STRIG
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Karakteristična strižna napetost	fv,k =	4.000	MPa
Računska strižna trdnost	fv,d =	2.462	MPa
Površina prečnega prereza	A =	96.000	cm2
Dejanska strižna napetost(os 2)	τ2,d =	0.645	MPa

τ2,d <= fv,d (0.645 <= 2.462)
Izkoriščenost prereza je 26.2%

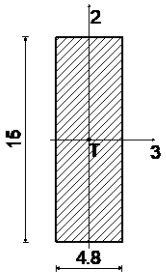
DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Razmak pridržanih točk pravokotno na smer osi 2	lef =	44.272	cm
5% fraktil modula E paralelno z vlakni	E0.05 =	7400.0	MPa
5% fraktil strižnega modula G	G0.05 =	460.00	MPa
Torzijski vztrajnostni moment	Itor =	630.20	cm4
Vztrajnostni moment	I2 =	184.32	cm4
Odpornostni moment	W3 =	320.00	cm3
Kritična napetost uklona	σm,crit =	139.44	MPa

Relativna vitkost za uklon	λrel =	0.415	
Koeficient	k_krit =	1.000	
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	7.784	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (7.784 <= 14.769)
Izkoriščenost prereza je 52.7%

PALICA 1-7
Monoliten les - iglavci in mehki listavci - C24
Eksploatacijski razred 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB
4. γ=1.06 3. γ=0.72

KONTROLA NORMALNIH IN STRIŽNIH NAPETOSTI
(obtežni primer 4, začetek palice)

Računska osna sila	Ned =	13.159	kN
Prečna sila v smeri osi 2	V2ed =	-1.067	kN
Upogibni moment okoli osi 3	M3ed =	1.457	kNm

KONTROLA NAPETOSTI - NATEG IN UPOGIB
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2	Kh_2 =	1.256	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3	Kh_3 =	1.000	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - nateg	Kh_t =	1.256	
Karakteristična natezna trdnost	ft,0,k =	14.000	MPa
Računska natezna trdnost	ft,0,d =	10.820	MPa
Faktor oblik (za pravokotni prerez)	km =	0.700	
Karakteristična upogibna trdnost	fm,k =	24.000	MPa
Računska upogibna trdnost - os 2	fm,2,d =	18.549	MPa
Računska upogibna trdnost - os 3	fm,3,d =	14.769	MPa
Normalna natezna napetost	σt,0,d =	1.828	MPa
Odpornostni moment	W3 =	180.00	cm3
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	8.093	MPa

σm3,d <= fm,3,d (8.093 <= 14.769)
Izkoriščenost prereza je 54.8%

σt,0,d / ft,0,d + km x (σm3,d / fm,3,d) + σm2,d / fm,2,d <= 1
(0.552 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 55.2%

σt,0,d / ft,0,d + σm3,d / fm,3,d + km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1
(0.717 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 71.7%

KONTROLA NAPETOSTI - STRIG
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Karakteristična strižna napetost	fv,k =	4.000	MPa
Računska strižna trdnost	fv,d =	2.462	MPa
Površina prečnega prereza	A =	72.000	cm2
Dejanska strižna napetost(os 2)	τ2,d =	0.222	MPa

τ2,d <= fv,d (0.222 <= 2.462)
Izkoriščenost prereza je 9.0%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

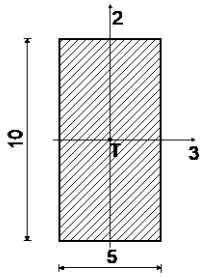
Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Razmak pridržanih točk pravokotno na smer osi 2	lef =	640.00	cm
5% fraktil modula E paralelno z vlakni	E0.05 =	7400.0	MPa
5% fraktil strižnega modula G	G0.05 =	460.00	MPa
Torzijski vztrajnostni moment	Itor =	442.81	cm4
Vztrajnostni moment	I2 =	138.24	cm4

Odpornostni moment	W3 =	180.00	cm3
Kritična napetost uklona	σm,crit =	12.449	MPa
Relativna vitkost za uklon	λrel =	1.389	
Koeficient	k_krit =	0.519	
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	8.093	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (8.093 <= 7.660)

Prekoračitev napetosti. Izkoriščenost prereza je 105.7%

PALICA 6-7
Monoliten les - iglavci in mehki listavci - C24
Eksploatacijski razred 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB
4. γ=0.96 3. γ=0.66

KONTROLA NORMALNIH NAPETOSTI
(obtežni primer 4, konec palice)

Računska osna sila	Ned =	-12.041	kN
Prečna sila v smeri osi 2	V2ed ≈	0.000	kN

KONTROLA NAPETOSTI - TLAK
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2	Kh_2 =	1.246	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3	Kh_3 =	1.084	
Faktor oblik (za pravokotni prerez)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna trdnost	fc,0,k =	21.000	MPa
Računska tlačna trdnost	fc,0,d =	12.923	MPa
Karakteristična upogibna trdnost	fm,k =	24.000	MPa
Računska upogibna trdnost - os 2	fm,2,d =	18.398	MPa
Računska upogibna trdnost - os 3	fm,3,d =	16.017	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	2.171	
Relativna vitkost	λrel,3 =	1.086	
Normalne tlačne napetosti	σc,0,d =	2.408	MPa

TLAK IN UPOGIB - VELIKA VITKOST

Začetna imperfekcija	βc =	0.200	
Koeficient	k3 =	1.168	
Koeficient	k2 =	3.044	
Koeficient	kc,3 =	0.626	
Koeficient	kc,2 =	0.193	

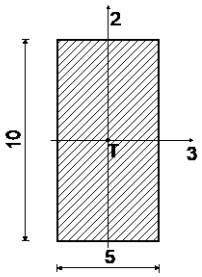
(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) +
+ σm2,d / fm,2,d <= 1 (0.965 <= 1)

Izkoriščenost prereza je 96.5%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d +
+ km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (0.298 <= 1)

Izkoriščenost prereza je 29.8%

PALICA 8-7
Monoliten les - iglavci in mehki listavci - C24
Eksploatacijski razred 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB
4. γ=0.30 3. γ=0.20

KONTROLA NORMALNIH IN STRIŽNIH NAPETOSTI
(obtežni primer 4, začetek palice)

Računska osna sila	Ned =	-2.376	kN
Prečna sila v smeri osi 2	V2ed =	-0.111	kN
Upogibni moment okoli osi 3	M3ed =	0.153	kNm

KONTROLA NAPETOSTI - TLAK IN UPOGIB

Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno			
Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2			
	Kh_2 =	1.246	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3			
	Kh_3 =	1.084	
Faktor oblik (za pravokotni prerez)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna trdnost	fc,0,k =	21.000	MPa
Računska tlačna trdnost	fc,0,d =	12.923	MPa
Karakteristična upogibna trdnost	fm,k =	24.000	MPa
Računska upogibna trdnost - os 2	fm,2,d =	18.398	MPa
Računska upogibna trdnost - os 3	fm,3,d =	16.017	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	2.350	
Relativna vitkost	λrel,3 =	1.175	
Normalne tlačne napetosti	σc,0,d =	0.475	MPa
Odpornostni moment	W3 =	83.333	cm3
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	1.835	MPa

σm3,d <= fm,3,d (1.835 <= 16.017)
Izkoriščenost prereza je 11.5%

TLAK IN UPOGIB - VELIKA VITKOST

Začetna imperfekcija	βc =	0.200
Koeficient	k3 =	1.278
Koeficient	k2 =	3.465
Koeficient	kc,3 =	0.562
Koeficient	kc,2 =	0.166

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) +
+ σm2,d / fm,2,d <= 1 (0.301 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 30.1%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d +
+ km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (0.180 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 18.0%

KONTROLA NAPETOSTI - STRIG

Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno			
Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Karakteristična strižna napetost	fv,k =	4.000	MPa
Računska strižna trdnost	fv,d =	2.462	MPa
Površina prečnega prereza	A =	50.000	cm2
Dejanska strižna napetost(os 2)	τ2,d =	0.033	MPa

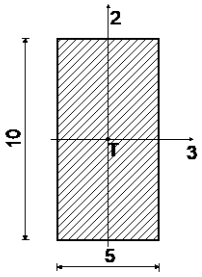
τ2,d <= fv,d (0.033 <= 2.462)
Izkoriščenost prereza je 1.4%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno			
Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Razmak pridržanih točk pravokotno na smer osi 2			
	lef =	200.00	cm
5% fraktil modula E paralelno z vlakni	E0.05 =	7400.0	MPa
5% fraktil strižnega modula G	G0.05 =	460.00	MPa
Torzijski vztrajnostni moment	Itor =	284.09	cm4
Vztrajnostni moment	I2 =	104.17	cm4
Odpornostni moment	W3 =	83.333	cm3
Kritična napetost uklona	σm,crit =	59.826	MPa
Relativna vitkost za uklon	λrel =	0.633	
Koeficient	k_krit =	1.000	
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	1.835	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (1.835 <= 16.017)
Izkoriščenost prereza je 11.5%

PALICA 2-1
Monoliten les - iglavci in mehki listavci - C24
Eksploatacijski razred 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB
4. γ=2.57 3. γ=1.36

KONTROLA NORMALNIH IN STRIŽNIH NAPETOSTI
(obtežni primer 4, začetek palice)

Računska osna sila	Ned =	-8.741	kN
Prečna sila v smeri osi 2	V2ed =	13.159	kN
Upogibni moment okoli osi 3	M3ed =	-2.491	kNm

KONTROLA NAPETOSTI - TLAK IN UPOGIB
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2	Kh_2 =	1.246	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3	Kh_3 =	1.084	
Faktor oblik (za pravokotni prerez)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna trdnost	fc,0,k =	21.000	MPa
Računska tlačna trdnost	fc,0,d =	12.923	MPa
Karakteristična upogibna trdnost	fm,k =	24.000	MPa
Računska upogibna trdnost - os 2	fm,2,d =	18.398	MPa
Računska upogibna trdnost - os 3	fm,3,d =	16.017	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	0.352	
Relativna vitkost	λrel,3 =	0.176	
Normalne tlačne napetosti	σc,0,d =	1.748	MPa
Odpornostni moment	W3 =	83.333	cm3
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	29.892	MPa

σm3,d <= fm,3,d (29.892 <= 16.017)
Prekoračitev napetosti. Izkoriščenost prereza je 186.6%

TLAK IN UPOGIB - VELIKA VITKOST

Začetna imperfekcija	βc =	0.200
Koeficient	k3 =	0.503
Koeficient	k2 =	0.567
Koeficient	kc,3 =	1.026
Koeficient	kc,2 =	0.988

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) +
+ σm2,d / fm,2,d <= 1 (1.443 <= 1)
Prekoračitev napetosti. Izkoriščenost prereza je 144.3%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d +
+ km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (1.998 <= 1)
Prekoračitev napetosti. Izkoriščenost prereza je 199.8%

KONTROLA NAPETOSTI - STRIG
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Karakteristična strižna napetost	fv,k =	4.000	MPa
Računska strižna trdnost	fv,d =	2.462	MPa
Površina prečnega prereza	A =	50.000	cm2
Dejanska strižna napetost(os 2)	τ2,d =	3.948	MPa

τ2,d <= fv,d (3.948 <= 2.462)
Prekoračitev napetosti. Izkoriščenost prereza je 160.4%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Razmak pridržanih točk pravokotno na smer osi 2	lef =	30.000	cm

5% fraktil modula E paralelno z vlakni	E0.05 =	7400.0	MPa
5% fraktil strižnega modula G	G0.05 =	460.00	MPa
Torzijski vztrajnostni moment	Itor =	284.09	cm4
Vztrajnostni moment	I2 =	104.17	cm4
Odpornostni moment	W3 =	83.333	cm3
Kritična napetost uklona	σm,crit =	398.84	MPa
Relativna vitkost za uklon	λrel =	0.245	
Koeficient	k_krit =	1.000	
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	29.892	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (29.892 <= 16.017)

Prekoračitev napetosti. Izkoriščenost prereza je 186.6%

Račun pokaže, da je lesena konstrukcija na meji ampak še vedno dovolj nosilna za prevzem vertikalne obtežbe.

Ob menjavi kritine naj se ohranja isto ali manjšo maso. Ob izvedbi PZI za energetsko sanacijo naj se v primeru dodatne obtežbe na novo dimenzionira strešno konstrukcijo.

10 Zaključki in predlog rekonstrukcije

10.1 Predlagani ukrepi v okviru rekonstrukcije

Glede na videno stanje na licu mesta, raziskavo obstoječe dokumentacije za gradnjo in predloge sanacije ter naš numerični izračun potresne in mehanske odpornosti objekta, predlagamo naslednje statične ukrepe:

1. **) izvedba ojačitve prečnih zunanjih sten z obbetoniranjem,**
2. **) izvedba ojačitve plošče s karbonskimi lamelami v eni smeri,**
3. **) sanacija razpok.**

10.2 Zaključki

Objekt se nahaja v razmeroma dobrem stanju, skladno glede na starost objekta.

Na objektu nismo zaznali bistvenih poškodb, ki bi nakazovale na bistveno poškodovanost objekta, kljub temu, da je objekt že doživel manjše potrese.

Računska armatura glavnega razpona plošče zadošča za prevzem obremenitev v eni smeri, v drugi smeri je primanjkuje. Lesene strešna konstrukcija je dovolj nosilna za prevzem obremenitev.

Potresna analiza je pokazala zadostno potresno odpornost v X smeri in nezadostno potresno odpornost v Y smeri. Ta naj se izboljša z obbetoniranjem zunanjih prečnih sten pred energetsko obnovo.

Objekt naj se vzdržuje ter uporablja kot do sedaj, pri tem je potrebno vršiti redne preglede objekta in spremljati njegovo stanje.

Prepovedani so kakršnikoli posegi v nosilno konstrukcijo brez predhodne statične preverbe.

Potrebno je izdelati PZI projektno dokumentacijo, katero naj se izdela skladno z veljavnimi standardi. Upošteva naj se izsledke tega poročila.

Avgust 2024

dr. Urban Rodman, univ. dipl. inž. grad.
IZS G-3560

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

Priloga 2: STATIČNA IN SEIZMIČNA ANALIZA

Šolski objekt



1 Uvod 3
1.1 Prostorske enote, namembnost, gabariti 3
1.1.1 Tlorisni gabariti 3
1.1.2 Višinski gabariti 3
2 Konstrukcijska zasnova 3
2.1 Medetažne konstrukcije 3
2.2 Streha 4
2.3 Temeljenje 4
2.4 Opomba 4
3 Zasnova 4
3.1 Uporabljeni konstrukcijski materiali 8
3.2 Armirani beton 8
3.2.1 Delni faktorji za material 9
3.3 Jeklo za armiranje 9
4 Kombinacije vplivov obtežb na stavbe 9
4.1 Mejna stanja nosilnosti 9
4.2 Kombinacije vplivov za mejna stanja uporabnosti 9
4.3 Upoštevanje reoloških vplivov 10
5 Analiza zunanjih vplivov 11
5.1 Stalna obtežba 11
5.1.1 Stalna obtežba strešne konstrukcije 11
5.1.2 Stalna obtežba etažnih konstrukcij 11
5.1.3 Težka oprema 12

5.1.4 Koristna obtežba ... 12
5.2 Vpliv snega ... 14
5.2.1 Karakteristična obtežba snega ... 14
5.2.2 Razporeditev obtežbe snega na strehi ... 14
5.2.3 Nezgodno projektno stanje s snegom ... 15
5.3 Vpliv vetra ... 15
5.3.1 Predpostavke ... 15
5.4 Potresna obtežba ... 15
5.4.1 Kategorija pomembnosti objekta ... 16
5.5 Vpliv temperaturne obtežbe (brez požarne obremenitve) – toplotni vplivi ... 17
5.6 Nezgodni vplivi ... 17

6 Strešna konstrukcija ... 17
6.1 Leseno paličje vzdolžnega in južnega dela objekta ... 17
6.1.1 Vhodni podatki ... 17
6.1.2 Statična preverba ... 18

7 Etažne konstrukcije ... 23
7.1 Plošča nad pritličjem – telovadnica ... 23
7.1.1 Obtežba, ki odpade na ploščo ... 23
7.1.2 Dimenzioniranje ... 23
7.2 Plošča nad pritličjem – južni del ... 27
7.2.1 Obtežba, ki odpade na ploščo ... 27
7.2.2 Dimenzioniranje ... 27
7.3 Plošča nad pritličjem – vzdolžni srednji del ... 31
7.3.1 Obtežba, ki odpade na ploščo ... 31
7.3.2 Dimenzioniranje ... 31

8 Vertikalna konstrukcija ... 35
8.1 Stebri ... 35
8.2 Vertikalne vezi ... 38
8.3 Stene ... 40
8.4 Kontrola sten z ločenim modelom nearmiranih in armiranih sten ... 95

9 Prostorski model konstrukcije ... 102
9.1 Statični model – aksonometrija ... 102
9.2 Oznake ravnin (pozicije) ... 103
9.3 Uporabljeni prečni prerezi ... 104
9.4 Prikaz obtežbe na modelu ... 105
9.5 Prikaz obtežnih primerov ... 113

10 Potresna analiza konstrukcije ... 114
1.1 Predpostavke numeričnega modela s podatki za določitev potresne odpornosti objekta ... 114

11 Temelji ... 119

12 Zaključki in predlog rekonstrukcije ... 119
12.1 Predlagani ukrepi v okviru rekonstrukcije ... 119
12.2 Zaključki ... 120

1 Uvod

Namen statične presoje je ovrednotenje nosilnosti stavbe (mehanske odpornosti in stabilnosti) s podatki, pridobljenimi z analizo vgrajenih materialov.

1.1 Prostorske enote, namembnost, gabariti

Objekt je skladno s standardi za načrtovanje objektov namenjen dejavnostim poučevanja (telovadnica, spremljajoči prostori) in je sestavljen iz štirih segmentov; vhodnega dela, ki je podkleten in ima nad kletjo dve etaži, dva segmenta sta podolgovata in imata pritličje ter nadstropje tipičnih višin, zadnji segment pa je telovadnica nekoliko večjega razpona, ki je prav tako iz pritličnega dela in nadstropja, s tem da je pritličje nekoliko višje od nadstropja. Objekt je torej etažnosti P+1 na enem, na drugem pa K+VP+1.

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

1.1.1 Tlorisni gabariti

Statični tlorisni gabariti objekta so tlorisnih dimenzij 48.8 m x 23.0 m.

1.1.2 Višinski gabariti

Višina objekta znaša cca. 10.3 m, merjeno od terena do vrha strehe, v statičnem smislu so višine etaž konstrukcije za telovadnico cca. 4.7 m (pritličje) in 3.5 m (nadstropje), za povezovalni del so višine cca. 3.3 m za pritličje in 3.2 m za nadstropje, ter za vhodni del objekta 2.8 m (klet) ter 2.85 m (zgornji nadstropji).

2 Konstrukcijska zasnova

Objekt je kombinacija armiranobetonske stenaste konstrukcije z betonskimi nearmiranimi stenami na mestih, kjer se je v času gradnje oz. projektiranja smatralo, da armatura v betonu ni potrebna. Kjer stene niso nosilne (običajno med prostori sanitarij), so le te izvedene iz porolitnih zidakov. Izjema so predelne stene v telovadnici, ki padejo na razpon in so iz mavčnokartonastih plošč. Vertikalna obtežba snega se torej preko strehe prenaša na obodne zidove, za pa naprej v pasovne temelje. Podobno mase plošč, ki so križem armirane in nalegajo na vse obodne zidove. Največji razponi v objektu so v območju telovadnice na vzhodnem delu, kjer je statični razpon prostora 10.2 m x 12.2 m. V tem delu je spodaj večnamenski prostor, zgoraj pa telovadnica. Obtežba se v tem primeru prenaša preko treh nosilcev dimenzij b/h=30/60 cm, ki so statične dolžine 10.2 m in so postavljeni na medsebojnih razdalji 4.0 m. Dva taka nosilca na sredini plošče tvorita skupaj z obodnimi stenami 3 razpone dolžine 4.0 m, ki jih premošča plošča debeline d=16 cm. Večji razponi v objektu so še na južni strani objekta, kjer se nahaja večja učilnica, tu je statični razpon 8.0 m x 9.0 m. Plošča je križem armirana, debeline d=16 cm in kontinuirno izvedena preko več polj proti severu. Sredinska avla ima razpon 8.0 m x 7.5 m, ampak je na sredini dodatno podprta z dvema stebroma Fl30 cm, ki sta na medsebojni razdalji 4.4 m. Ostali razponi so majnši, 6 m razpon je v eni izmed učilnic, ostali so velikosti 3-4 m.

Povezavo med nadstropji predstavljajo AB stopnice v sredinskem delu objekta, ki so debeline d=15 cm in ki so togo povezane z AB etažnimi ploščami.

2.1 Medetažne konstrukcije

Medetažne plošče so narejene iz klasičnih križem armiranih plošč debeline d=16 cm povsod, razen nad telovadnico, kjer je plošča debeline d=14 cm. Plošče so v dvoetažnem delu objekta prav tako debeline d=16 cm.

2.2 Streha

Strešna konstrukcija je sestavljena iz pločevinaste kritine, ki nalega na leseno konstrukcijo (lege, špirovci, letve, kontraletve), te pa na betonske zidove.

Ta streha se nahaja na vzhodnem in zahodnem segmentu in je dvokapnica s slemenom po diagonali.

Na sredinskem delu in južnem delu pa je streha obokaste oblike in je kritina postavljena na lesena paličja, ta pa naprej na obodne betonske zidove. Razpon je v obeh primerih 8.0 m, s tem da je na vzdolžnem delu objekta zmanjšan na 6.0 m s podporo sten hodnika.

Vmes med obokasto streho in dvokapnico so segmenti ravne strehe (razpon teh segmentov je 3.0 m in 4.5 m), tu je toplotna izolacija postavljena na zunanjo stran AB plošče.

2.3 Temeljenje

Objekt je temeljen na armiranobetonskih pasovnih in mestoma tudi točkovnih temeljih različnih dimenzij, ki so armirani z armaturo, katere načrte nismo prejeli. Točkovni temelji se nahajajo pod stebri v avli, pasovni pa pod vsemi betonskimi stenami in so običajno dimenzij 40/80 cm.

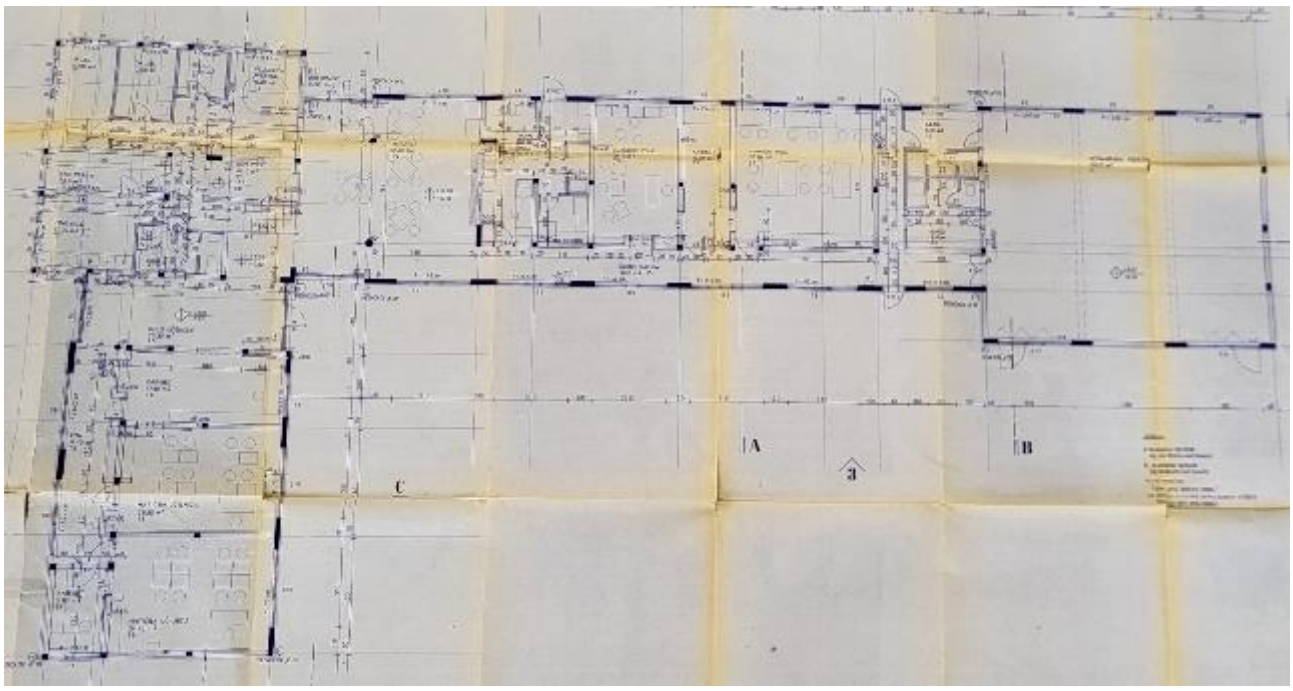
Kljub temu, da so temelji glede na sodobne standarde verjetno poddimenzionirani le-ti ne kažejo znakov poškodb oz. na objektu ni zaznati poškodb, ki bi kazale na težave temeljenja.

2.4 Opomba

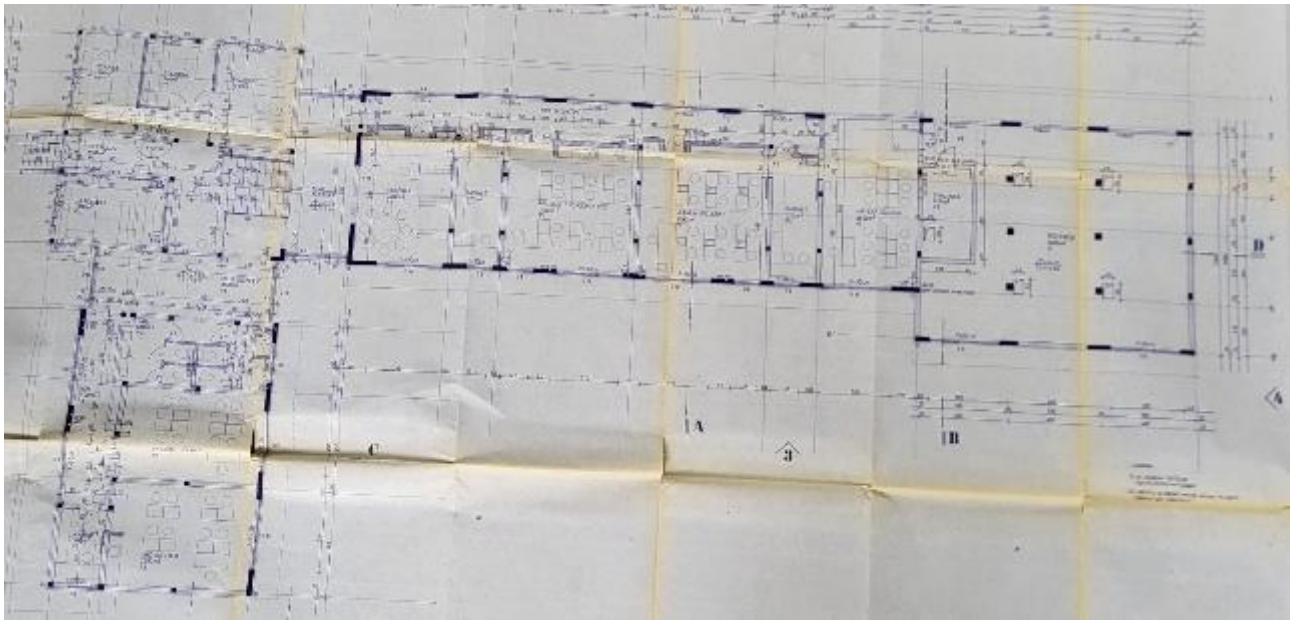
Objekt je bil projektiran leta 1991, nato pa izveden kasneje. Spremembe v času gradnje glede na načrt so opazne z izdelavo novega načrta obstoječega stanja, kjer so vidne razlike glede na prvotni načrt. Nekatere odprtine so se spremenile, na terenu pa se je opazilo, da so bili prvotni načrti vseeno upoštevani, saj se armatura nahaja na mestih, kjer so bili prvotno mišljeni armiranobetonski deli. Torej se lahko sklepa, da je bil objekt rekonstruiran tekom uporabe ali pa da so pri gradnji upoštevali prvotne načrte, dodatne pozidave pa so delali dodatno glede na prvotni načrt.

3 Zasnova

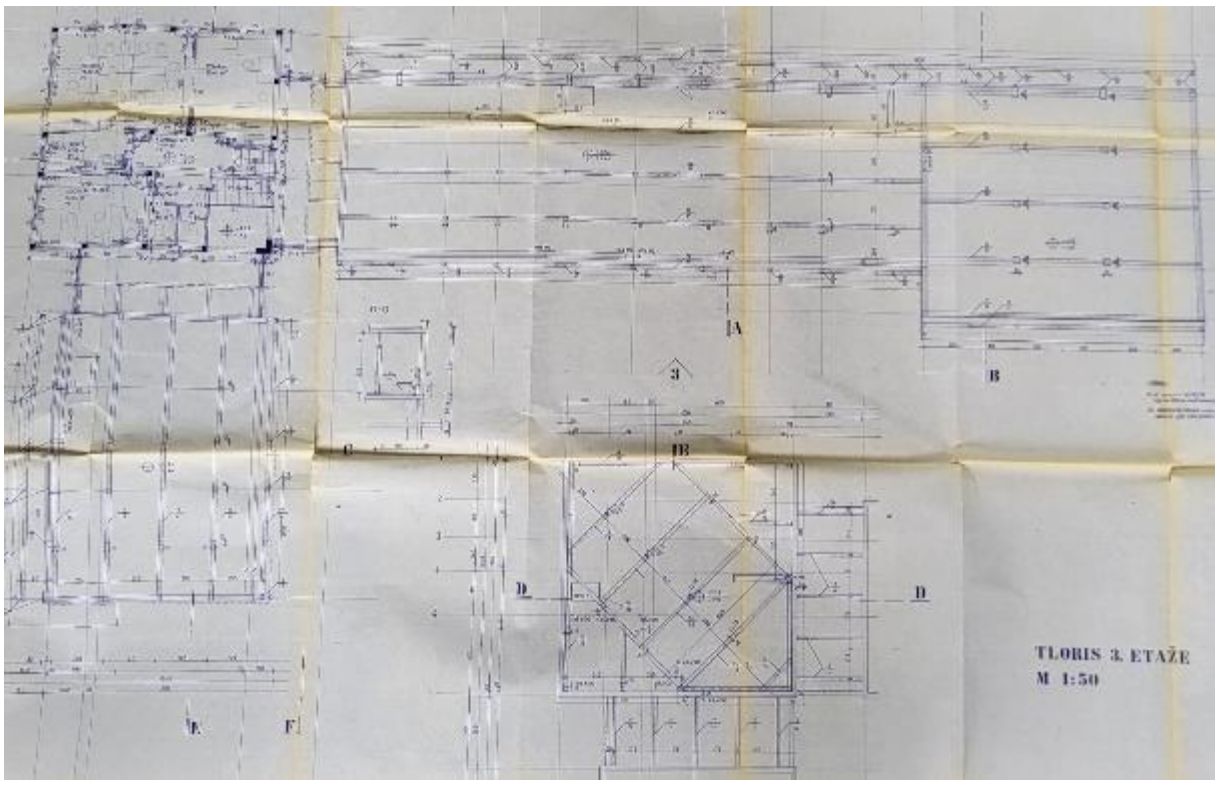
Na naslednjih slikah prikazujemo zasnovo iz osnovnih načrtov:



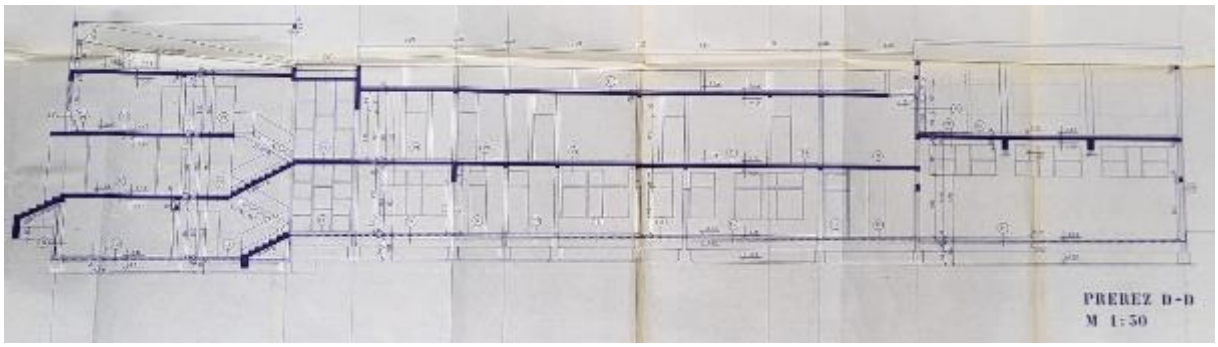
Slika 3.1: Tloris pritličja.



Slika 3.2: Tloris I. nadstropja.



Slika 3.3: Tloris II nadstropja oz. strešja.



Slika 3.4: Vzdolžni prerez..



Slika 3.5: Prečni prerez..



Slika 3.6: 3-D pogled.



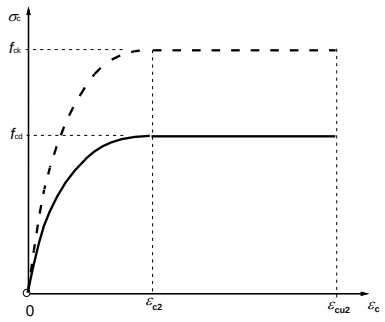
Slika 3.7: 3-D pogled z druge strani.

3.1 Uporabljeni konstrukcijski materiali

3.2 Armirani beton

Privzeta tlačna trdnost betona, ki je bila zaznana na objektu v okviru preiskav, je enakovredna sedanji oznaki za trdnostni razred betona **C25/30 (stene, stebri), C25/30 (plošče, nosilci)**.

Na naslednji sliki je prikazan računski diagram za beton.



Slika 3.8: Poenostavljen računski σ-ε diagram za beton.

V naslednji preglednici so podane privzete računske lastnosti betona.

Preglednica 3-1: Trdnostne in deformabilnostne lastnosti betona.

Analitični izraz / Pojasnilo																				
Trdnostni razredi betona																				
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90						
$f_{ck,cube}$ (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	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck}+8$ (MPa)					
f_{ctm} (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	$f_{ctm}=0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)}$ ≤ C50/60	$f_{ctm}=2,12 \ln(1+(f_{cm}/10))$ > C50/60				
$f_{ctk,0.05}$ (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	$f_{ctk,0.05} = 0,7 \cdot f_{ctm}$	5% fraktila				
$f_{ctk,0.95}$ (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	$f_{ctk,0.95} = 1,3 \cdot f_{ctm}$	95% fraktila				
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_{c1} (‰)	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	ε_{c1} (‰) = 0,7 $f_{cm}^{0,31}$ < 2,8					
ε_{cu1} (‰)	3.5									3.2	3.0	2.8	2.8	2.8	za f_{ck} ≥ 50 MPa ε_{cu1}(‰)=2,8+27[(98-f_{cm})/100]^4					
ε_{c2} (‰)	2.0									2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	za f_{ck} ≥ 50 MPa ε_{c2}(‰)=2,0+0,085(f_{ck}-50)^{0,53}					
ε_{cu2} (‰)	3.5									3.1	2.9	2.7	2.6	2.6	za f_{ck} ≥ 50 MPa ε_{cu2}(‰)=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4					
n	2.0									1.75	1.6	1.45	1.4	1.4	za f_{ck} ≥ 50 MPa n=1,4+23,4[(90- f_{ck})/100]^4					
ε_{c3} (‰)	1.75									1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	za f_{ck} ≥ 50 MPa ε_{c3}(‰)=1,75+0.55[(f_{ck}-50)/40]					
ε_{cu3} (‰)	3.5									3.1	2.9	2.7	2.6	2.6	za f_{ck} ≥ 50 MPa ε_{cu3}(‰)=2,6+35[(90-f_{ck})/100]^4					

3.2.1 Delni faktorji za material

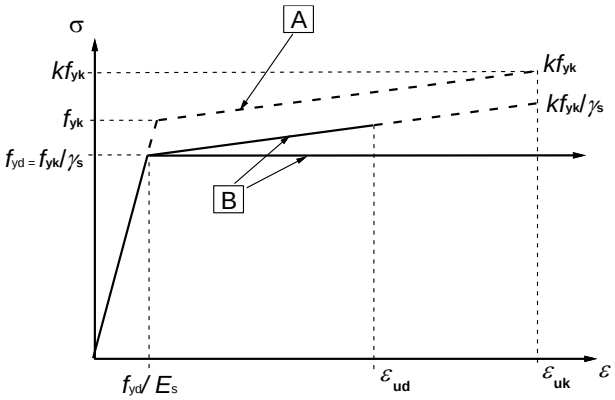
Preglednica 3-2: Delni faktorji za armirani beton.

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

3.3 Jeklo za armiranje

Za armiranje se je v času izvedbe uporabljala z nekoliko nižjo natezno trdnostjo za rebraste palice ter mrežna armatura boljše kvalitete. Upoštevane materialne karakteristike jekla so: γ = 7850 kg/m³, E = 200 GPa, G = 81 GPa, ν = 0.30, kjer je γ... gostota, E ... elastični modul, G ... strižni modul in ν... Poissonov količnik.

V nadaljevanju prikazujemo računski diagram armaturnega jekla:



Slika 3.9: Poenostavljen računski σ-ε diagram za mehko armaturo.

Predpostavljena kvaliteta armature za dimenzioniranje (povzeto po starih načrtih) je tipa »ČBR400« s f_{yk} = 400 Mpa za palice in »ČBM400« s f_{yk} = 400 Mpa za mreže.

4 Kombinacije vplivov obtežb na stavbe

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

4.1 Mejna stanja nosilnosti

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

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

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

4.2 Kombinacije vplivov za mejna stanja uporabnosti

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

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

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

Preglednica 4-1: 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 l	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>1000m)	0.7	0.5	0.2
Sneg (za druge članice CEN za n.v h<1000m)	0.5	0.2	0.0
Veter	0.6	0.2	0.0
Temperatura (razen požar) v stavbah	0.6	0.5	0.0

4.3 Upoštevanje reoloških vplivov

Pri povesih 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 4-2: Približna ocena vpliva lezenja in krčenja pri klasično armiranih betonskih ploščah.

Starost betona *t* [dni]	$k = 1+\varphi(t,t0)$		
	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. Deformacije etažnih plošč niso bile zavedene, da bi smatrali, da je potreben preračun kontrole povesov plošč.

5 Analiza zunanjih vplivov

5.1 Stalna obtežba

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

5.1.1 Stalna obtežba strešne konstrukcije

Upoštevana je bila stalna obtežba strešne konstrukcije naslednje velikosti (obtežba za potresni prostorski model, ne za dimenzioniranje paličja):

- Valovita kritina (s pritrjevanjem) 20 kg/m²
- Letve/kontra letve, TI 10 kg/m²
- Lesena paličja, sekundarni nosilci 40 kg/m²
- Instalacije 10 kg/m²

Skupaj: 80 kg/m²

Upoštevano skupaj: 0.8 kN/m²

Streha na mestu spuščenega stropa

Upoštevana je bila stalna obtežba strešne konstrukcije naslednje velikosti:

- Valovita kritina (s pritrjevanjem) 20 kg/m²
- Letve/kontra letve, TI 10 kg/m²
- Lesena paličja, sekundarni nosilci 40 kg/m²
- Spuščen strop iz mavčnokartonastih plošč 60 kg/m²
- Instalacije 10 kg/m²

Skupaj: 140 kg/m²

Upoštevano skupaj: 1.4 kN/m²

5.1.2 Stalna obtežba etažnih konstrukcij

Strop nad pritličjem telovadnice

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m²
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m²
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m²
- AB križemarmirana plošča debeline d=14 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m²

Skupaj: 165 kg/m²

Strop nad pritličjem učilnice na jugu

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m²
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m²
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m²
- AB križemarmirana plošča debeline d=16 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m²

Skupaj: 165 kg/m²

Strop nad pritličjem pisarn in učilnic na sredini vzdolžnega dela objekta

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m²
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m²
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m²
- AB križemarmirana plošča debeline d=16 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m²

Skupaj: 165 kg/m²

Strop nad pritličjem trietažnega dela ter nad nadstropjem trietažnega dela objekta

Upoštevana je bila stalna obtežba stropne konstrukcije podstrešja naslednje velikosti:

- Finalni tlak, obloga (parket, ploščice), 1-2 cm 20 kg/m²
- Estrih, 5.0 cm 120 kg/m²
- TI (zvočna izolacija), s folijo, cca 4 cm 5 kg/m²
- AB križemarmirana plošča debeline d=16 cm (upošteva program) /
- Omet 1 cm 20 kg/m²

Skupaj: 165 kg/m²

5.1.3 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.

5.1.4 Koristna obtežba

Koristno obtežbo določimo skladno s standardom ter željami naročnika.

5.1.4.1.1 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

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

ter porazdeljena obtežba v velikosti

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

ki deluje na površini A=10 m².

5.1.4.1.2 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 5.1: Koristna obtežba za prostore skladno s standardom.

Preglednica 6.1: Kategorije uporabe

Kategorija	Opis uporabe	Primeri
A	Bivalni prostori	Sobe v stanovanjih in hišah, spalnice in oddelki v bolnišnicah, spalnice v hotelih, kuhinje v gostilnah in sanitarije
B	Pisarne	
C	Površine, kjer se zbirajo ljudje (z izjemo površin v kategorijah A, B, D[1)])	**C1:** Površine z mizami, npr. v šolah, kavarnah, restavracijah, jedilnicah, čitalnicah, sprejemnicah **C2:** Površine s pritrjenimi sedeži, npr. v cerkvah, gledališčih in kinih, konferenčnih dvoranah, predavalnicah, skupščinskih dvoranah, čakalnicah, železniških čakalnicah **C3:** Površine brez ovir za gibanje ljudi, npr. v muzejih, razstavliščih, dostopnih prostorih v javnih in upravnih stavbah, hotelih, bolnišnicah, preddverja železniških postaj **C4:** Površine za telesnokulturne dejavnosti, npr. plesne dvorane, telovadnice, odri **C5:** Površine, na katerih lahko pride do gneče, npr. prireditvene stavbe, koncertne dvorane, športne dvorane vključno s tribunami, terase, dostopne površine, železniške ploščadi
D	Trgovine	**D1:** Površine v trgovini na drobno **D2:** Površine v veleblagovnicah

[1)] Zlasti pri površinah C4 in C5 je treba upoštevati 6.3.1.1(2). Glej EN 1990, kadar je treba upoštevati dinamične učinke. Za kategorijo E glej preglednico 6.3.

OPOMBA 1: Glede na pričakovano uporabo so površine, ki bi bile sicer lahko uvrščene v kategorijo C2, C3 ali C4, lahko uvrščene v kategorijo C5, če se tako odloči naročnik in/ali to določa nacionalni dodatek.

OPOMBA 2: Nacionalni dodatek lahko predvidi podkategorije za kategorije A, B, C1 do C5, D1 in D2.

OPOMBA 3: Za skladišča in industrijske površine glej 6.3.2.

Kategorije površin		q_k [kN/m^2]	Q_k [kN]
A	– tla ne splošno	1,5 do 2,0	2,0 do 3,0
	– stopnice	2,0 do 4,0	2,0 do 4,0
	– balkoni	2,5 do 4,0	2,0 do 3,0
B		2,0 do 3,0	1,5 do 4,5
C	– C1	2,0 do 3,0	3,0 do 4,0
	– C2	3,0 do 4,0	2,5 do 7,0 (4,0)
	C3	3,0 do 5,0	4,0 do 7,0
	– C4	4,5 do 5,0	3,5 do 7,0
	– C5	5,0 do 7,5	3,5 do 4,5
D	– D1	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0 (4,0)
	– D2	4,0 do 5,0	3,5 do 7,0

Obtežba prostorov učilnic se upošteva kot **3.0 kN/m²** za **C1 kategorijo** (površine z mizami, npr. v šolah, čitalnicah,...).

Obtežba prostorov telovadnice se upošteva kot **5.0 kN/m²** za **C4 kategorijo** (površine telesnokulturne dejavnosti, plesne dvorane, telovadnice,...).

Preglednica 5-2: 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

Obtežba predelnih sten iz knaufa se upošteva kot **0.80 kN/m²** in se doda k koristni obtežbi.

Obtežba predelnih sten iz porolita se poračuna in se točno upošteva v modelu.

5.2 Vpliv snega

5.2.1 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 alpski coni **A2** (glej spodnjo sliko).



Slika 5.1: Karta regij za določitev karakteristične obtežbe snega na ravnih tleh za področje Slovenije.

Streha objekta se nahaja na nadmorski višini cca. 310 m, ki za obravnavano cono rezultira v izvrednoteno karakteristično obtežbo snega na ravnih tleh:

$$s_k = 1.293\left[1+\left(\frac{310}{728}\right)^2\right] = \mathbf{1.51}\ \mathrm{kN/m^2}.$$

5.2.2 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 5.3: 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 W/m²K), 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:

$$s = \mu C_e C_t s_k = 0.8 * 1.51\ \mathrm{kN/m^2}\ = \mathbf{1.21}\ \mathrm{kN/m^2}.$$

5.2.3 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* = 310 m ⟶ nezgodno stanje se ne upošteva.

5.3 Vpliv vetra

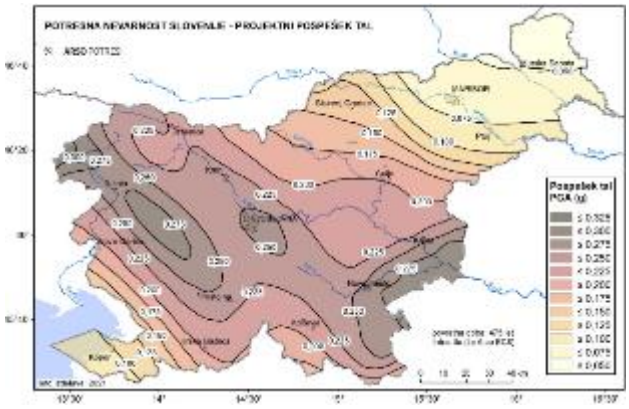
5.3.1 Predpostavke

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.

5.4 Potresna obtežba

Upošteva se potresna obtežba za projektni pospešek $\boldsymbol{a_g}$**=0.275** $\boldsymbol{g}$ po veljavni karti. Upošteva se pomembnost objekta **III. kategorije (šolski objekti),** ter tla uvrščena **v kategorijo C**. Razpokanost prerezov upoštevamo z opcijo v programu, prav tako slučajno ekscentričnost objekta v velikosti 0.05Lx in 0.05Ly.



Slika 5.2: Projektni pospešek temeljnih tal »tipa A« za področje Slovenije (nova predlagana karta).

Temeljna tla glede na vpliv značilnosti razvrstimo v kategorijo tal "**tip C**", 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 5.4: 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, proda 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 mehkimi 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
S_2	Tla, podvržena likvefakciji, občutljive gline ali drugi profili tal, ki niso vključeni v tipe A-E ali S_1.			

5.4.1 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 5.5: 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 življenjskega pomena za civilno zaščito, npr. bolnišnice, gasilske postaje, elektrarne in podobno

Objekt sodi med stavbe, s faktorjem potresne pomembnosti **1.2**.

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

Vpliv temperaturne obtežbe na objekt ni merodajna obtežba.

5.6 Nezgodni vplivi

Nezgodni vplivi niso merodajna obtežna kombinacija.

6 Strešna konstrukcija

6.1 Leseno paličje vzdolžnega in južnega dela objekta

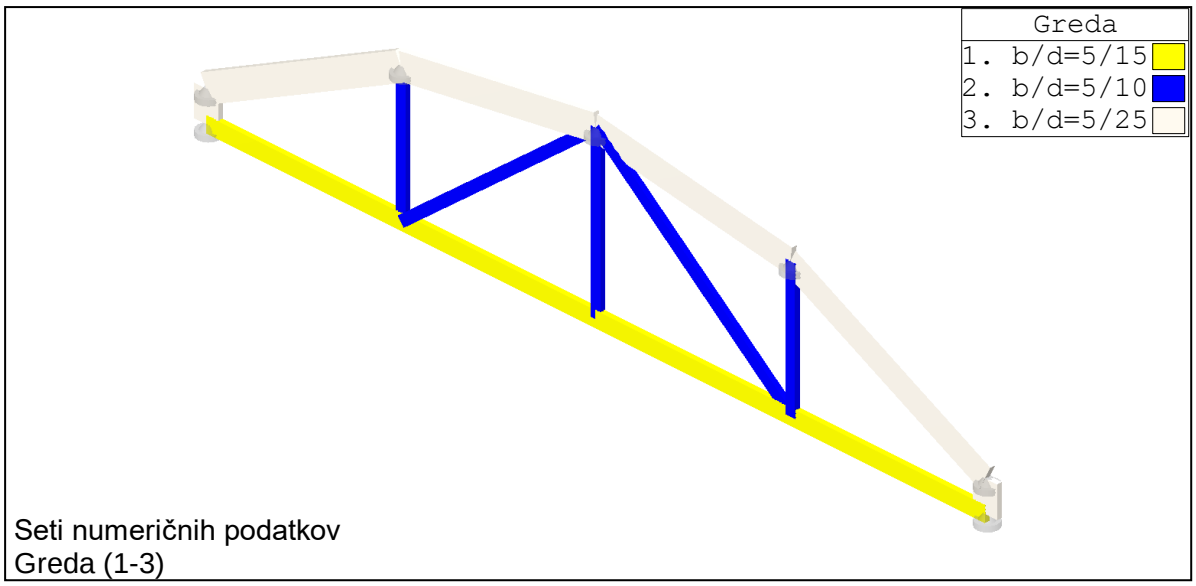
6.1.1 Vhodni podatki

Smatra se, da je strešna konstrukcija ustrezno dimenzionirana, glede na to da ne kaže bistvenih znakov poškodb.

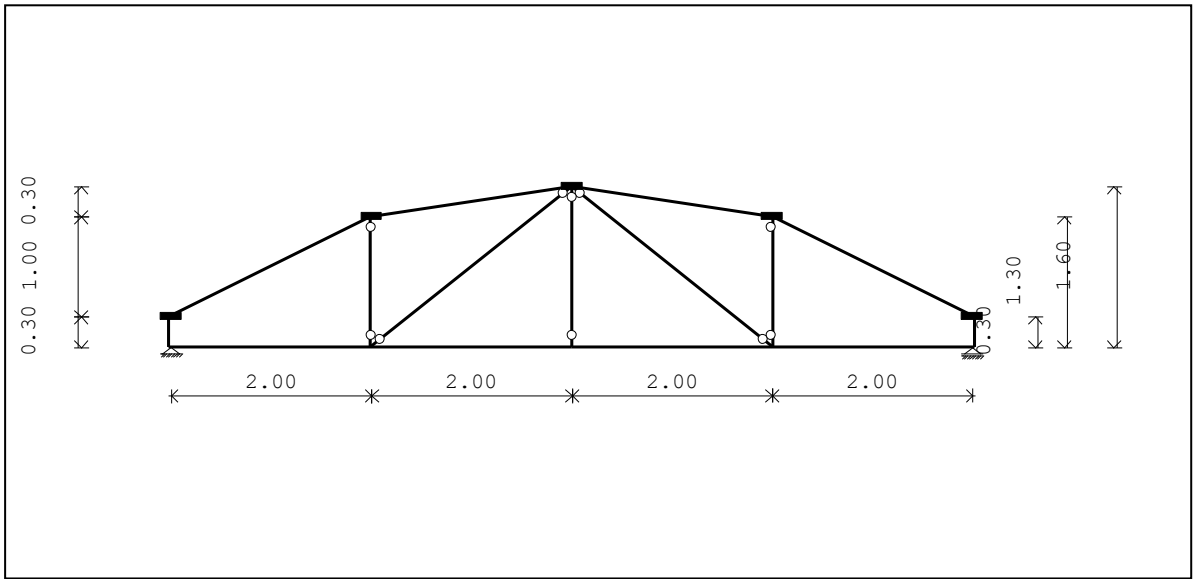
Kljub temu smo dimenzionirali tipično paličje, katerega se je preverilo tudi na terenu ob ogledu. Les ne kaže bistvenih znakov poškodb. Izmere so dale naslednje podatke:

- dimenzija spodnje natezne palice lesenega okvira 2xb/h=2x2.4/15 cm
- dimenzija diagonal in vertikal b/h=5/10 cm,
- dimenzija zgornje tlačne palice, ki poteka ukrivljeno 2xb/h=2.5/25 cm
- razmak med okvirji e=130 cm,
- obtežba na okvire 25 kg/m^2.

6.1.2 Statična preverba



Seti numeričnih podatkov
Greda (1-3)

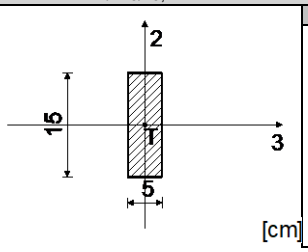


Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Les-Iglavci-Masiven les	1.000e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.000e+7	0.20

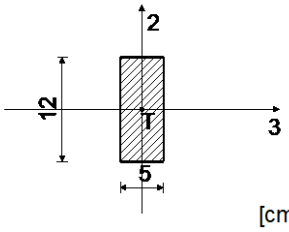
Seti gred

Set: 1 Prerez: b/d=5/15, Fiktivna ekscentričnost



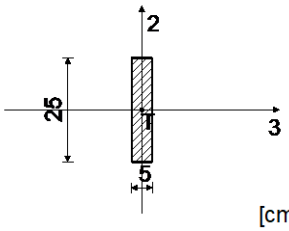
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	7.500e-3	6.250e-3	6.250e-3	4.939e-6	1.563e-6	1.406e-5

Set: 2 Prerez: b/d=5/12, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	6.000e-3	5.000e-3	5.000e-3	3.691e-6	1.250e-6	7.200e-6

Set: 3 Prerez: b/d=5/25, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Les-Iglavci-M...	1.250e-2	1.042e-2	1.042e-2	9.104e-6	2.604e-6	6.510e-5

Seti točkovnih podpor

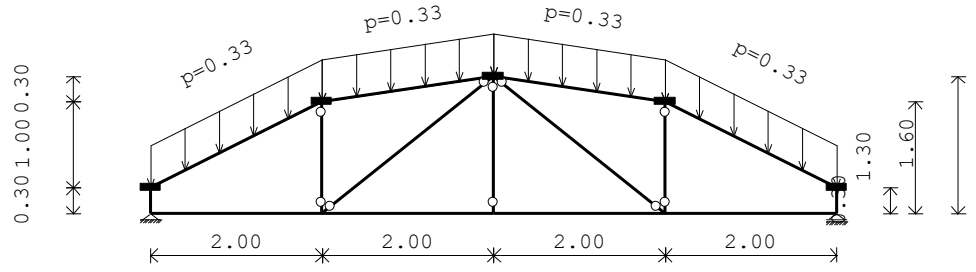
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2		1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		
3		1.000e+10				

Vhodni podatki - Obtežba

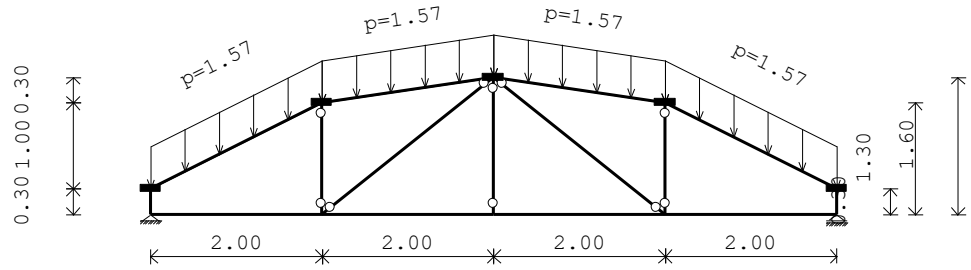
Lista obtežnih primerov

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	g (g)	0.00	0.00	-3.85
2	q	0.00	0.00	-12.35
3	Komb.: I+II	0.00	0.00	-16.20
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII	0.00	0.00	-23.72

Obt. 1: g (g)

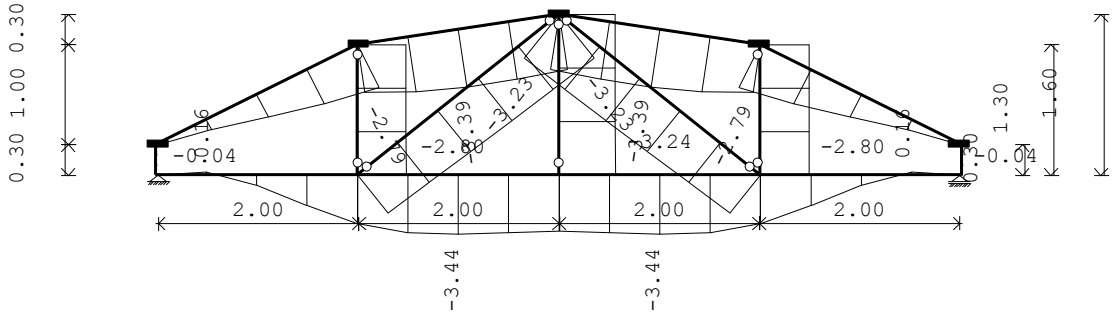


Obt. 2: q



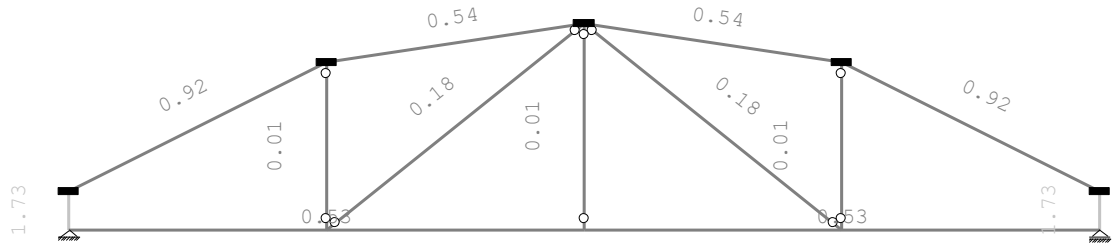
Statični preračun

Obt. 3: I+II



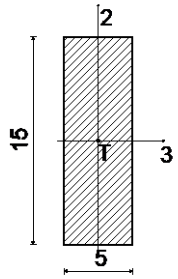
Vplivi v gredi: max Zp= 0.16 / min Zp= -3.44 m / 1000

Dimenzioniranje (les)



Kontrola stabilnosti

PALICA 9-5
Monoliten les - iglavci in mehki listavci - C27
Eksploatacijski razred 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB
4. γ=0.53 3. γ=0.36

KONTROLA NORMALNIH IN STRIŽNIH NAPETOSTI
(obtežni primer 4, začetek palice)

Računska osna sila	Ned =	12.953	kN
Prečna sila v smeri osi 2	V2ed =	-0.904	kN
Upogibni moment okoli osi 3	M3ed =	1.202	kNm

KONTROLA NAPETOSTI - NATEG IN UPOGIB
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2	Kh_2 =	1.246	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3	Kh_3 =	1.000	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - nateg	Kh_t =	1.246	
Karakteristična natezna trdnost	ft,0,k =	16.000	MPa
Računska natezna trdnost	ft,0,d =	12.266	MPa
Faktor oblik (za pravokotni prerez)	km =	0.700	
Karakteristična upogibna trdnost	fm,k =	27.000	MPa
Računska upogibna trdnost - os 2	fm,2,d =	20.698	MPa
Računska upogibna trdnost - os 3	fm,3,d =	16.615	MPa
Normalna natezna napetost	σt,0,d =	1.727	MPa
Odpornostni moment	W3 =	187.50	cm3
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	6.411	MPa

σm3,d <= fm,3,d (6.411 <= 16.615)
Izkoriščenost prereza je 38.6%

σt,0,d / ft,0,d + km x (σm3,d / fm,3,d) + σm2,d / fm,2,d <= 1
(0.411 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 41.1%

σt,0,d / ft,0,d + σm3,d / fm,3,d + km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1
(0.527 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 52.7%

KONTROLA NAPETOSTI - STRIG
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Karakteristična strižna napetost	fv,k =	4.000	MPa
Računska strižna trdnost	fv,d =	2.462	MPa
Površina prečnega prereza	A =	75.000	cm2
Dejanska strižna napetost(os 2)	τ2,d =	0.181	MPa

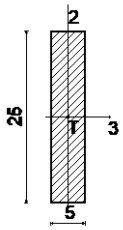
τ2,d <= fv,d (0.181 <= 2.462)
Izkoriščenost prereza je 7.3%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Razmak pridržanih točk pravokotno na smer osi 2	lef =	400.00	cm
5% fraktil modula E paralelno z vlakni	E0.05 =	8000.0	MPa
5% fraktil strižnega modula G	G0.05 =	500.00	MPa
Torzijski vztrajnostni moment	Itor =	494.87	cm4
Vztrajnostni moment	I2 =	156.25	cm4
Odpornostni moment	W3 =	187.50	cm3
Kritična napetost uklona	σm,crit =	23.296	MPa
Relativna vitkost za uklon	λrel =	1.077	
Koeficient	k_krit =	0.753	
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	6.411	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (6.411 <= 12.504)
Izkoriščenost prereza je 51.3%

PALICA 10-8
Monoliten les - iglavci in mehki listavci - C27
Eksploatacijski razred 1
EUROCODE (EN 1995-1-1)



[cm]

FAKTORJI IZKORIŠČENOSTI PO KOMBINACIJAH OBTEŽB
4. γ=0.92 3. γ=0.63

KONTROLA NORMALNIH IN STRIŽNIH NAPETOSTI
(obtežni primer 4, začetek palice)

Računska osna sila	Ned =	-16.481	kN
Prečna sila v smeri osi 2	V2ed =	-3.997	kN
Upogibni moment okoli osi 3	M3ed =	2.684	kNm

KONTROLA NAPETOSTI - TLAK IN UPOGIB
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 2	Kh_2 =	1.246	
Dodatek za elemente z malimi dimenzijami - os 3	Kh_3 =	1.000	
Faktor oblik (za pravokotni prerez)	km =	0.700	
Karakteristična tlačna trdnost	fc,0,k =	22.000	MPa
Računska tlačna trdnost	fc,0,d =	13.538	MPa
Karakteristična upogibna trdnost	fm,k =	27.000	MPa
Računska upogibna trdnost - os 2	fm,2,d =	20.698	MPa
Računska upogibna trdnost - os 3	fm,3,d =	16.615	MPa
Relativna vitkost	λrel,2 =	2.586	
Relativna vitkost	λrel,3 =	0.517	
Normalne tlačne napetosti	σc,0,d =	1.318	MPa
Odpornostni moment	W3 =	520.83	cm3
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	5.153	MPa

σm3,d <= fm,3,d (5.153 <= 16.615)
Izkoriščenost prereza je 31.0%

TLAK IN UPOGIB - VELIKA VITKOST

Začetna imperfekcija	βc =	0.200
Koeficient	k3 =	0.655
Koeficient	k2 =	4.072
Koeficient	kc,3 =	0.945
Koeficient	kc,2 =	0.139

(σc,0,d / (kc_2 x fc,0,d)) + km x (σm3,d / fm,3,d) +
+ σm2,d / fm,2,d <= 1 (0.920 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 92.0%

(σc,0,d / (kc_3 x fc,0,d)) + σm3,d / fm,3,d +
+ km x (σm2,d / fm,2,d) <= 1 (0.413 <= 1)
Izkoriščenost prereza je 41.3%

KONTROLA NAPETOSTI - STRIG
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Karakteristična strižna napetost	fv,k =	4.000	MPa
Računska strižna trdnost	fv,d =	2.462	MPa
Površina prečnega prereza	A =	125.00	cm2
Dejanska strižna napetost(os 2)	τ2,d =	0.480	MPa

τ2,d <= fv,d (0.480 <= 2.462)
Izkoriščenost prereza je 19.5%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI
Vrsta obtežbe: osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficient	Kmod =	0.800	
Parcialni koef. za karakteristike materiala	γm =	1.300	
Razmak pridržanih točk pravokotno na smer osi 2	lef =	223.61	cm
5% fraktil modula E paralelno z vlakni	E0.05 =	8000.0	MPa
5% fraktil strižnega modula G	G0.05 =	500.00	MPa
Torzijski vztrajnostni moment	Itor =	918.04	cm4
Vztrajnostni moment	I2 =	260.42	cm4
Odpornostni moment	W3 =	520.83	cm3
Kritična napetost uklona	σm,crit =	26.379	MPa
Relativna vitkost za uklon	λrel =	1.012	
Koeficient	k_krit =	0.801	
Normalna upogibna napetost okoli osi 3	σm3,d =	5.153	MPa

σm,3,d <= k_krit x fm,3,d (5.153 <= 13.313)
Izkoriščenost prereza je 38.7%

Račun pokaže, da je lesena konstrukcija dovolj nosilna za prevzem vertikalne obtežbe.

Ob menjavi kritine naj se ohranja isto ali manjšo maso. Ob izvedbi PZI za energetsko sanacijo naj se v primeru dodatne obtežbe dimenzionira strešno konstrukcijo.

7 Etažne konstrukcije

7.1 Plošča nad pritličjem – telovadnica

7.1.1 Obtežba, ki odpade na ploščo

- obtežba porolitnih sten, h=3 m... 5.5 kN/m'
- obtežba opečne stene d=20 cm, h=3.9 m... 12.5 kN/m'
- obtežba opečne zunanje stene d=30 cm, h=3.2 m... 15.5 kN/m'
- obtežba strehe... od 0 do 0.8*10.2*.6 0-5 kN/m'
- obtežba predelnih sten k koristni obtežbi... 0.8 kN/m²
- obtežba spuščenega stropa... 0.4 kN/m²

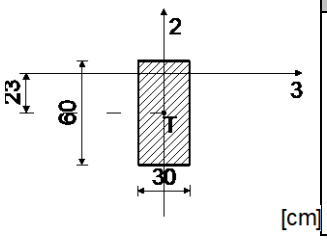
7.1.2 Dimenzioniranje

Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C 20/25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

Seti gred

Set: 1 Prerez: b/d=30/60, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 20/25	1.800e-1	1.500e-1	1.500e-1	3.708e-3	1.350e-3	5.400e-3

Seti točkovnih podpor

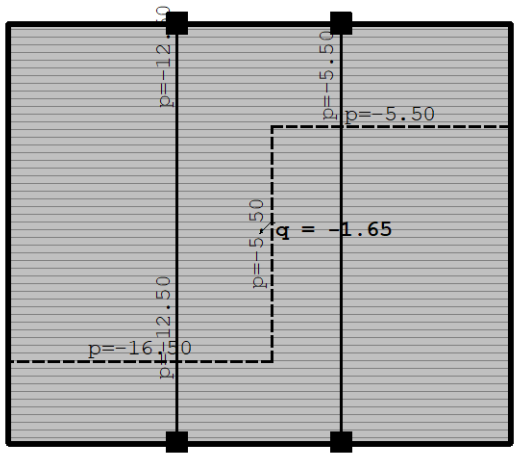
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Vhodni podatki - Obtežba

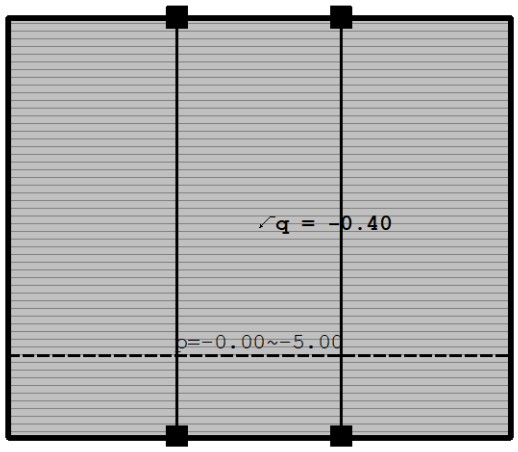
Lista obtežnih primerov

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	G (g)	0.00	0.00	-955.27
2	g strehe	0.00	0.00	-80.28
3	q	0.00	0.00	-373.32
4	Komb.: I+II+III	0.00	0.00	-1408.86
5	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII	0.00	0.00	-1957.96

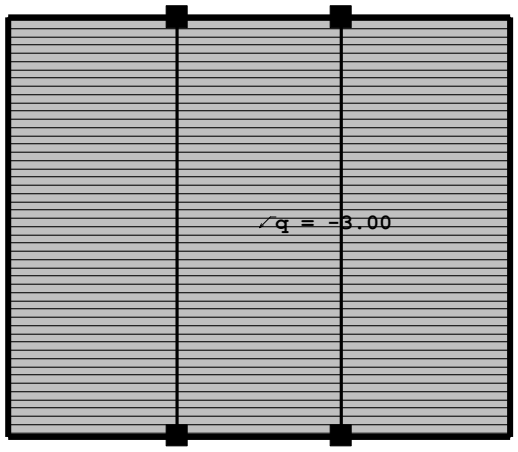
Obt. 1: G (g)



Obt. 2: g strehe

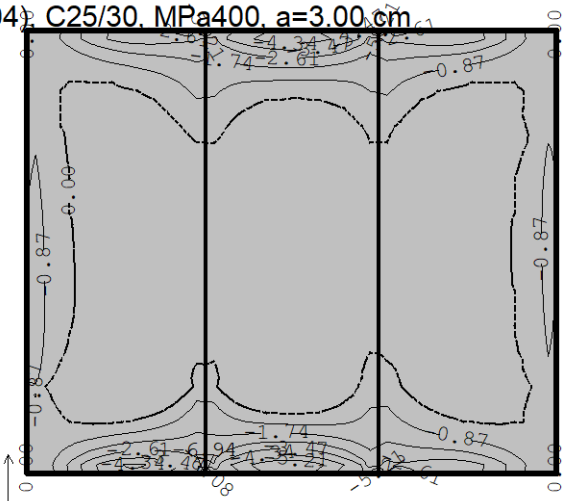


Obt. 3: q



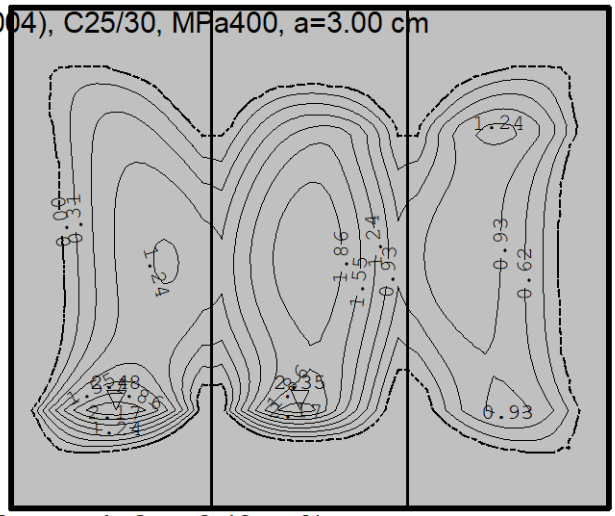
Dimenzioniranje (beton)

Merodajna obtežba: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, MPa400, a=3.00 cm



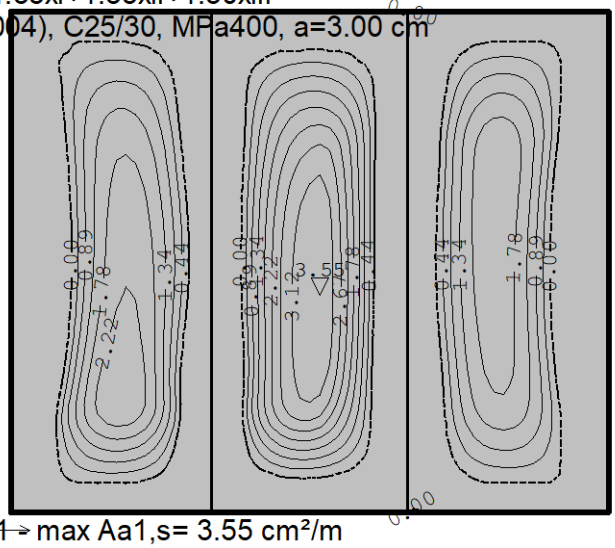
Nivo: [0.00 m]
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -6.94 cm²/m

Merodajna obtežba: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, MPa400, a=3.00 cm

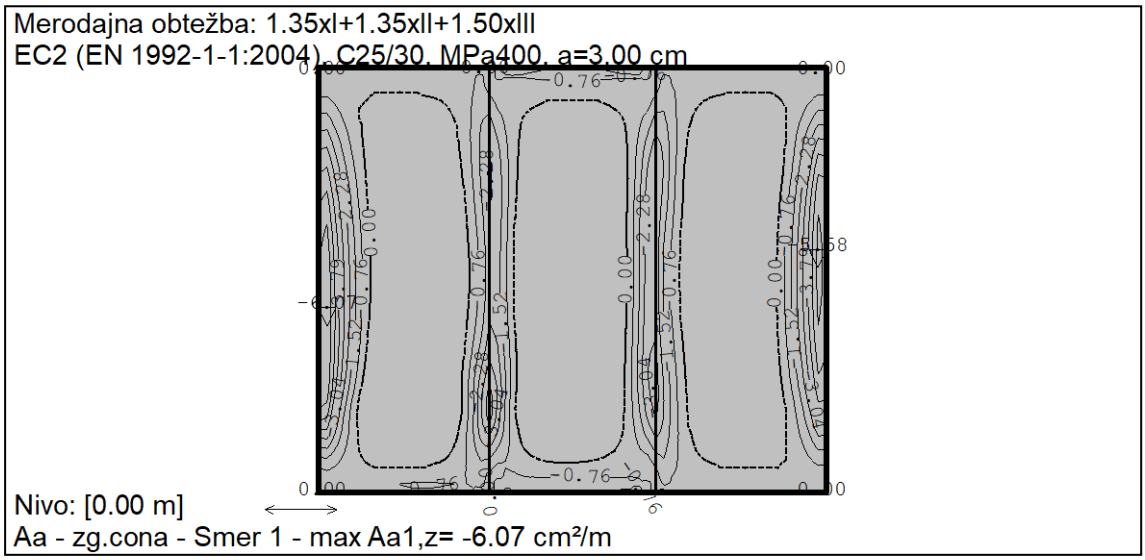


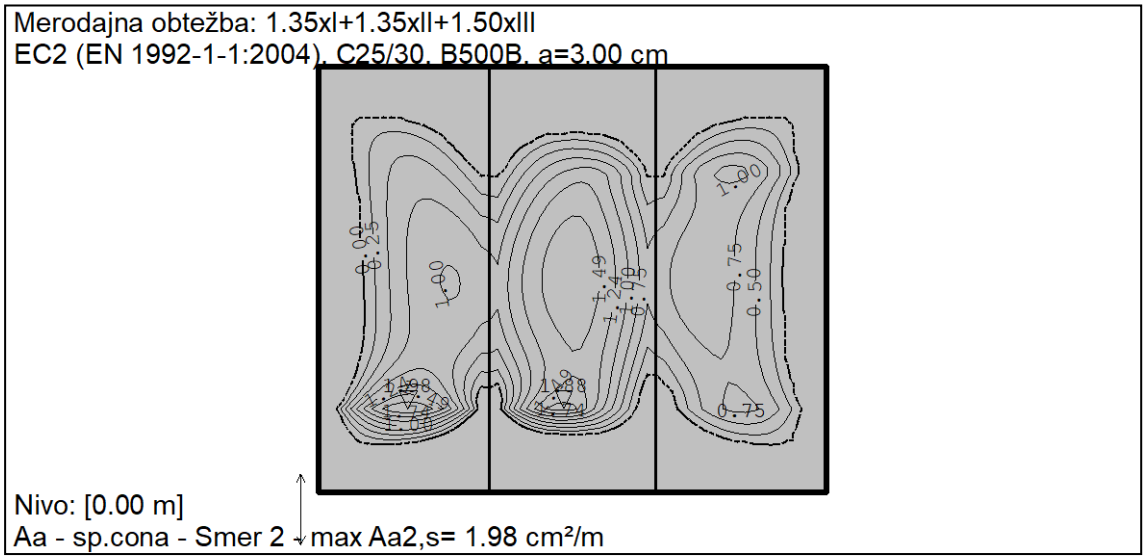
Nivo: [0.00 m]
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 2.48 cm²/m

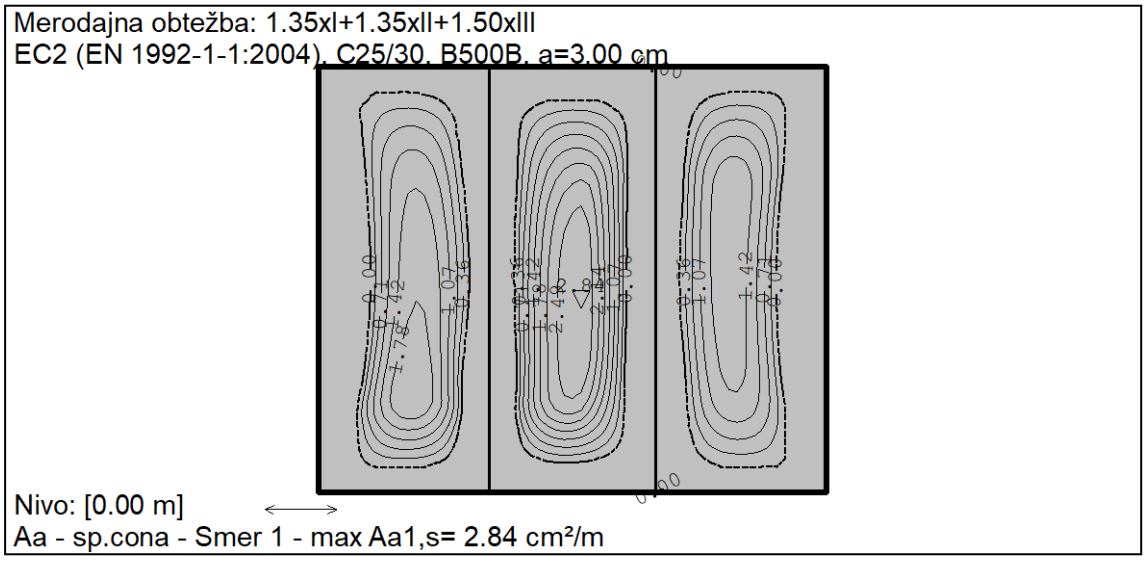
Merodajna obtežba: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, MPa400, a=3.00 cm



Nivo: [0.00 m]
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 3.55 cm²/m





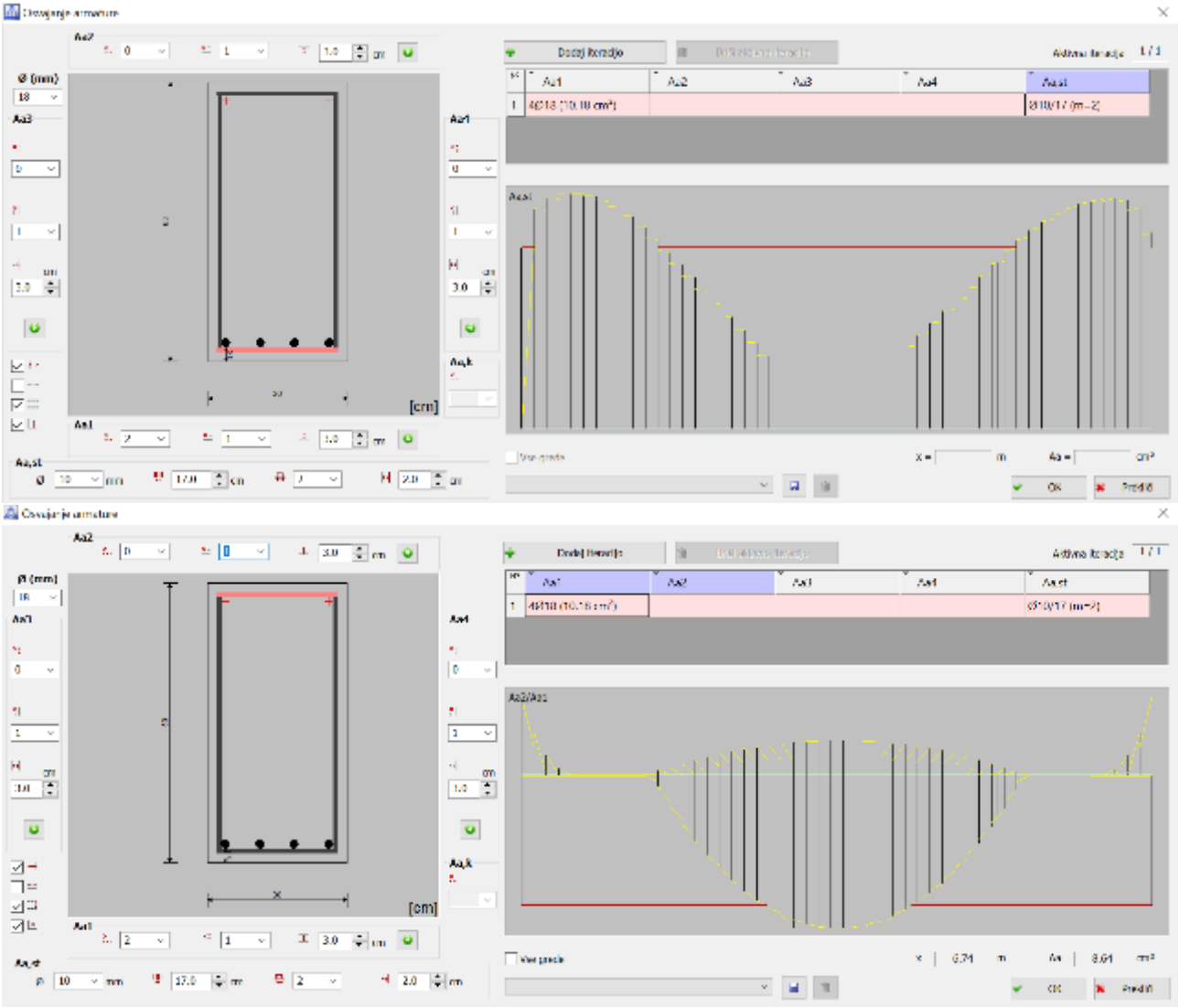


Predpostavili smo togo vpeto ploščo v AB zidove. V kolikor je ta plošča z armaturo povezana in togo vpeta, je potrebna armatura v polju v vodoravni smeri enaka v območju razpona največ **As=3.55 cm²**.

Mreža v AB plošči nad telovadnico šolskega objekta je po raziskavah **Q283**, torej smatramo, da je armatura nezadostna.

V kolikor pa je armatura višje kvalitete (S500), je zadostna, saj je potrebna armatura **As=2.84 cm² > As=2.83 cm²**.

Potrebno armaturo nosilcev prikazujemo na naslednji sliki:



Vidimo, da je vgrajena armatura nezadostna glede na potrebno. Nosilce je potrebno ojačati strižno in vzdolžno.

7.2 Plošča nad pritličjem – južni del

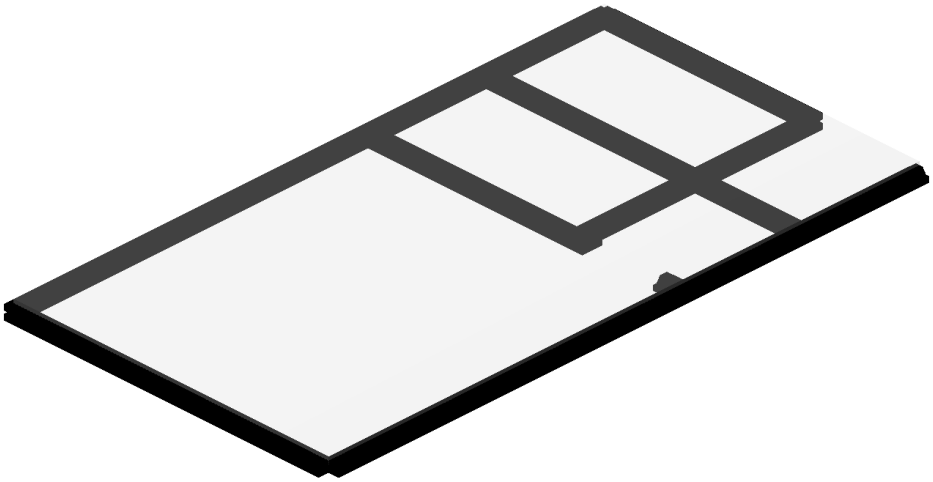
7.2.1 Obtežba, ki odpade na ploščo

- obtežba porolitnih sten, d=12 cm, h=2.7 m... 5.2 kN/m'

7.2.2 Dimenzioniranje

Vhodni podatki - Konstrukcija

Merodajna obtežba: 1.35xI+1.50xII
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Izometrija
Aa - zg.cona - Smer 1

Tabele materialov

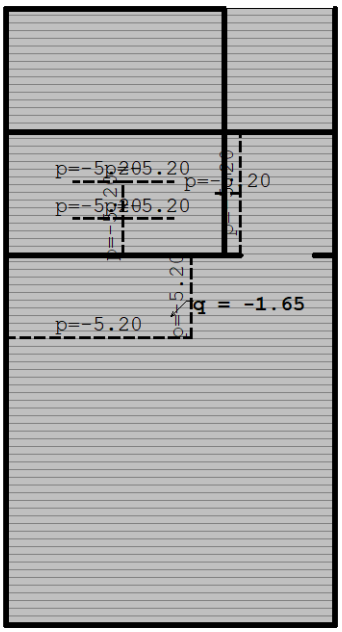
No	Naziv materiala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C 20/25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

Vhodni podatki - Obtežba

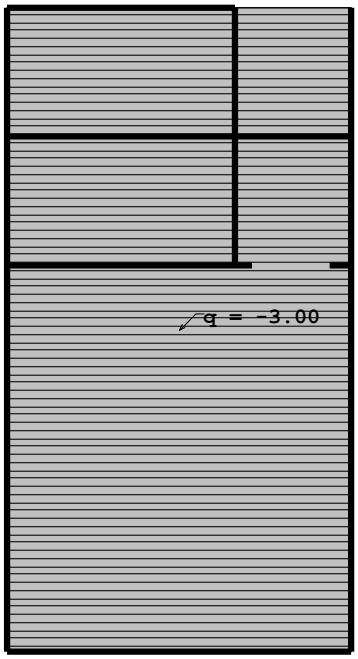
Lista obtežnih primerov

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	G (g)	0.00	0.00	-764.84
2	q	0.00	0.00	-360.00
3	Komb.: I+II	0.00	0.00	-1124.84
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII	0.00	0.00	-1572.53

Obt. 1: G (g)



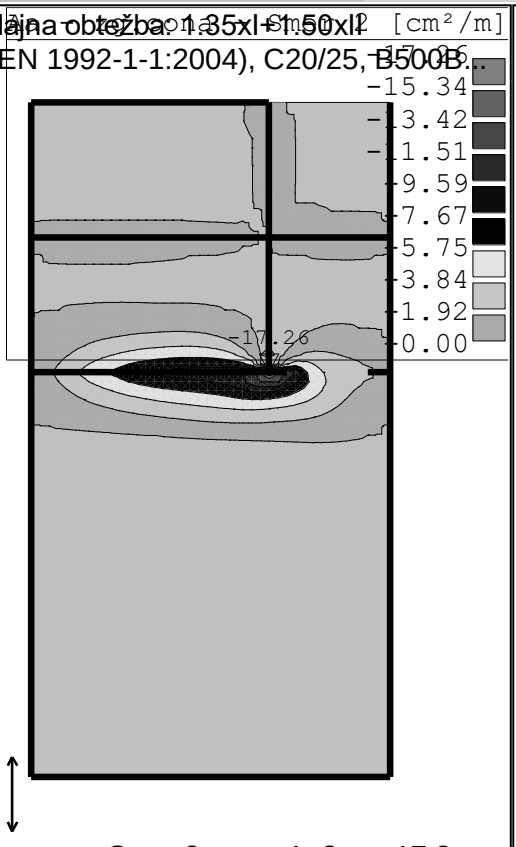
Obt. 2: q



Dimenzioniranje (beton)

Merodajna obtežba: 1.35xI+1.50xII

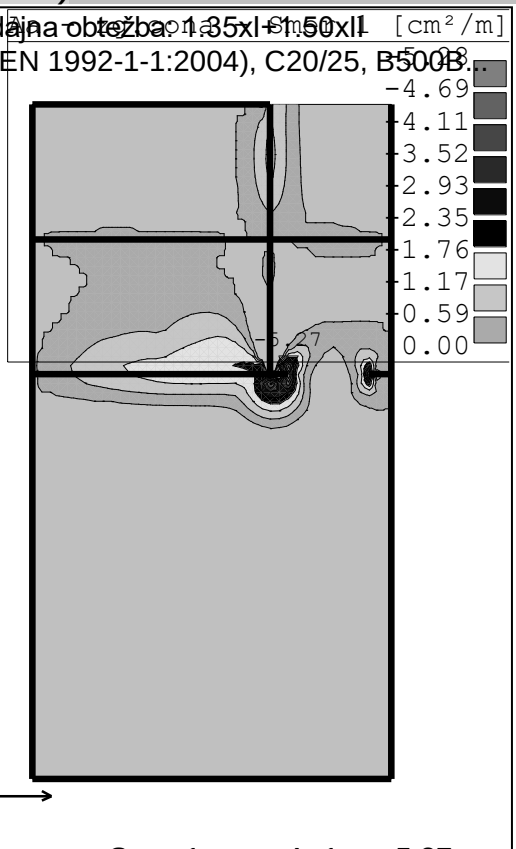
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B...



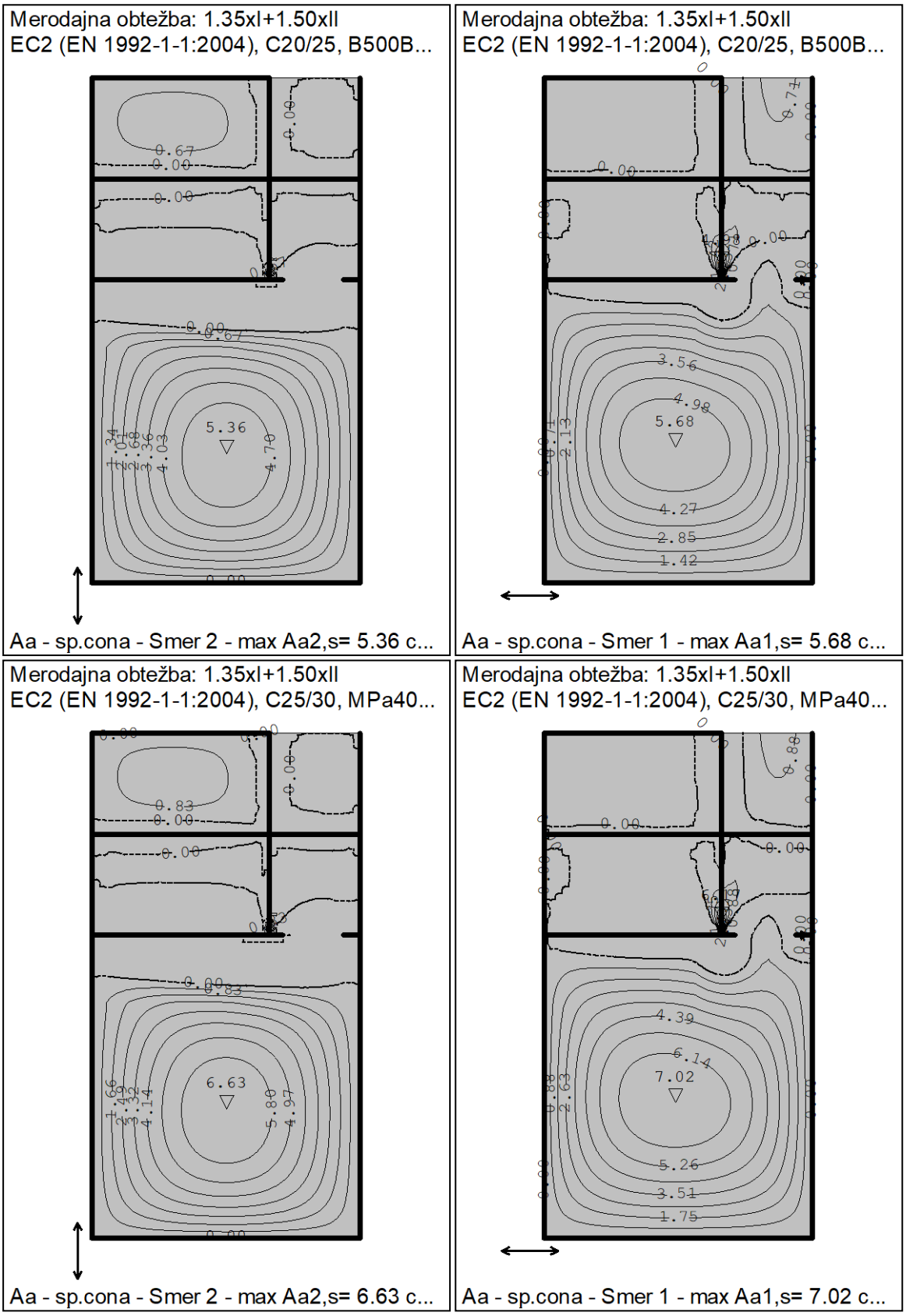
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -17.2...

Merodajna obtežba: 1.35xI+1.50xII

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B...



Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -5.27 ...



Po raziskavi je vgrajena armatura **R509,** kvaliteta je predvidena kot **fy=400 MPa**.

Vidimo, da je vgrajena armatura v tem primeru nezadostna za X **(manjka -27 %)** in Y smer **(manjka -83 %)**.

V primeru, da so bile uporabljene mreže višje kvalitete, pa vidimo, da je v eni smeri zadostna, v drugi na nezadostna.

7.3 Plošča nad pritličjem – vzdolžni srednji del

7.3.1 Obtežba, ki odpade na ploščo

- stalna obtežba določena v poglavju obtežbe... 1.65 kN/m²
- obtežba opečne stene na hodniku d=20 cm, h=3.1 m... 10.5 kN/m'
- obtežba betonske stene ki pade na stebra d=20 cm, h=3.1 m*... 14.9 kN/m'
- obtežba predelnih sten k koristni obtežbi... 0.8 kN/m²

*betonska stena se dejansko nosi kot nearmiran stenasti nosilec preko obeh stebrov in ne obremenjuje plošče – predpostavka je konservativna

7.3.2 Dimenzioniranje

Vhodni podatki - Konstrukcija

Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C 20/25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

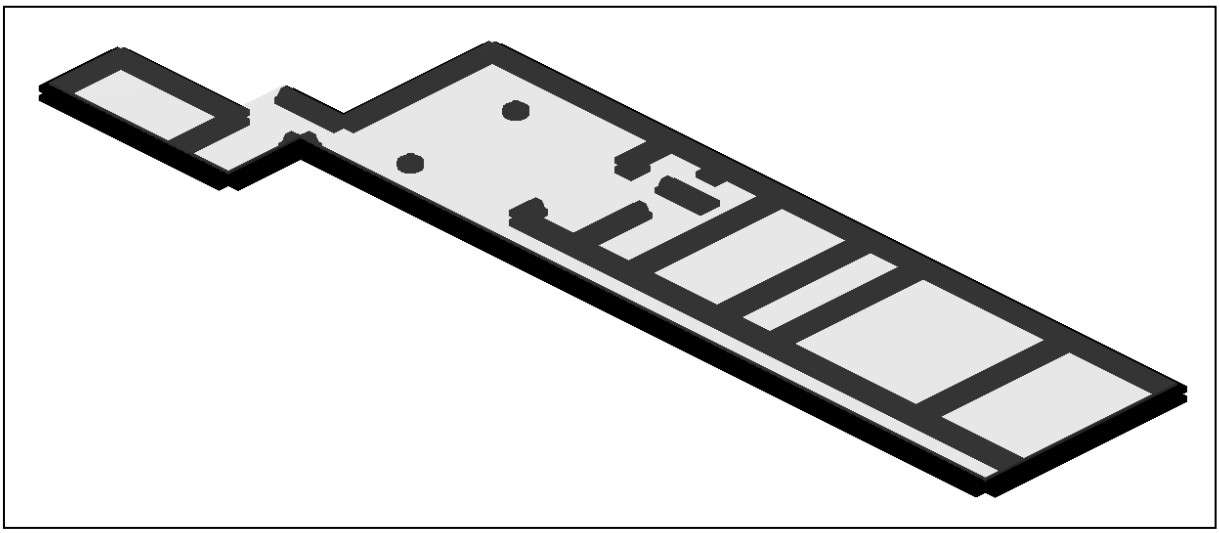
Seti točkovnih podpor

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	1.000e+10	1.000e+10

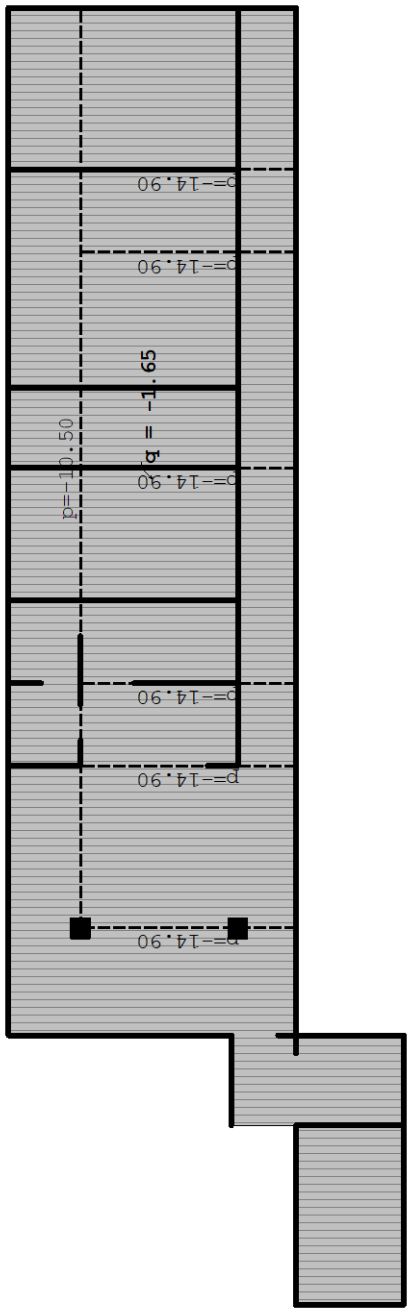
Vhodni podatki - Obtežba

Lista obtežnih primerov

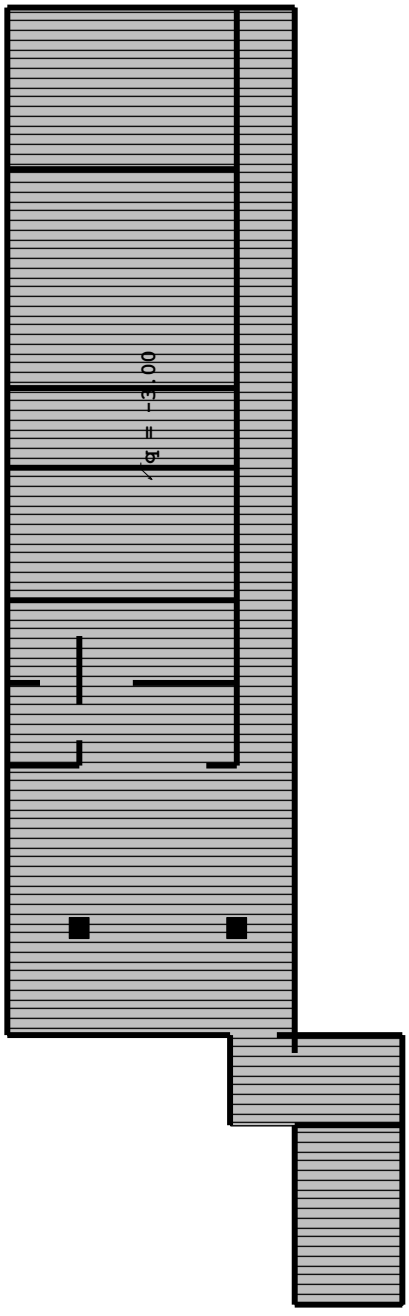
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	g (g)	0.00	0.00	-2122.57
2	q	0.00	0.00	-767.40
3	Komb.: I+II	0.00	0.00	-2889.97
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII	0.00	0.00	-4016.57



Obt. 1: g (g)

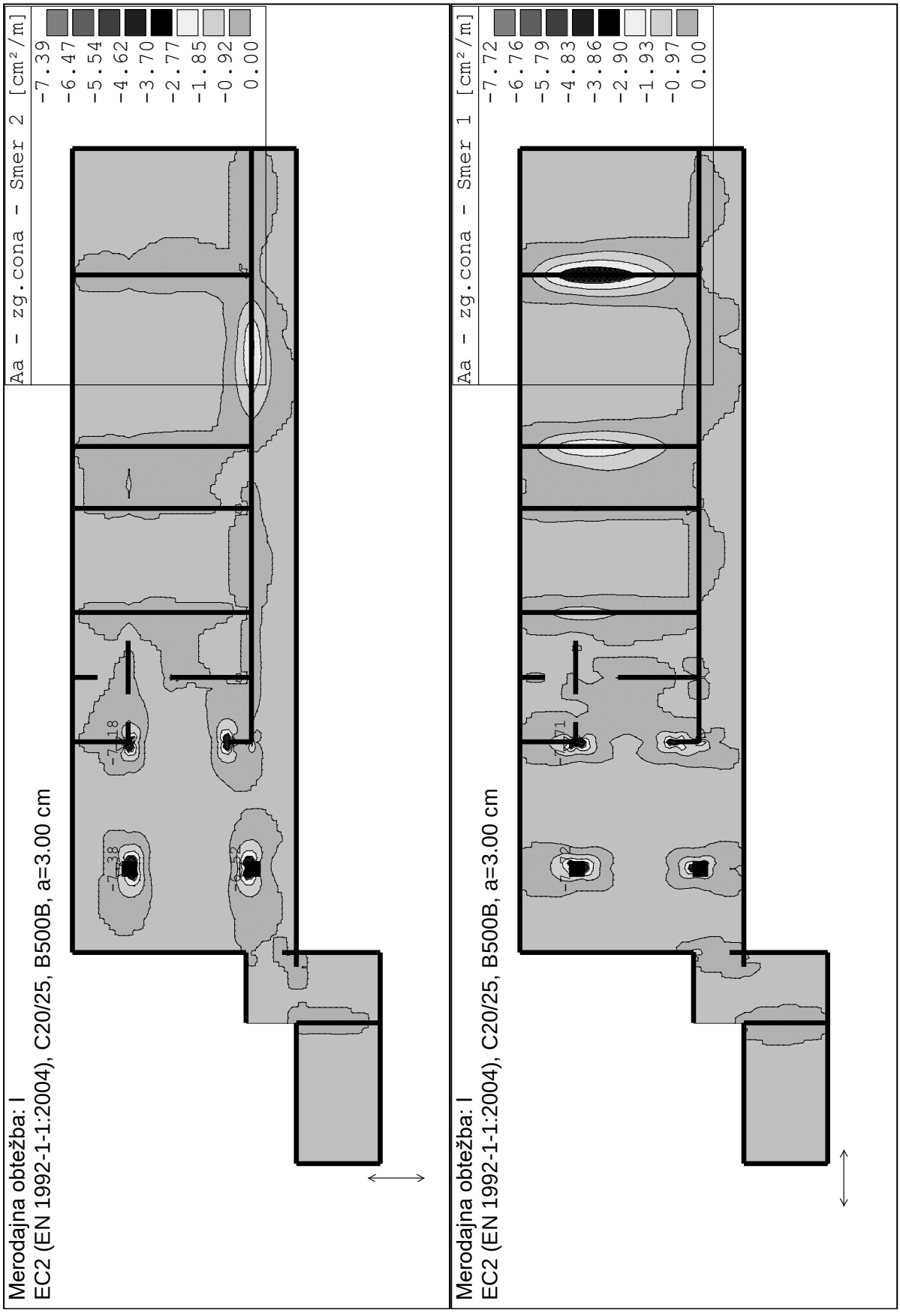


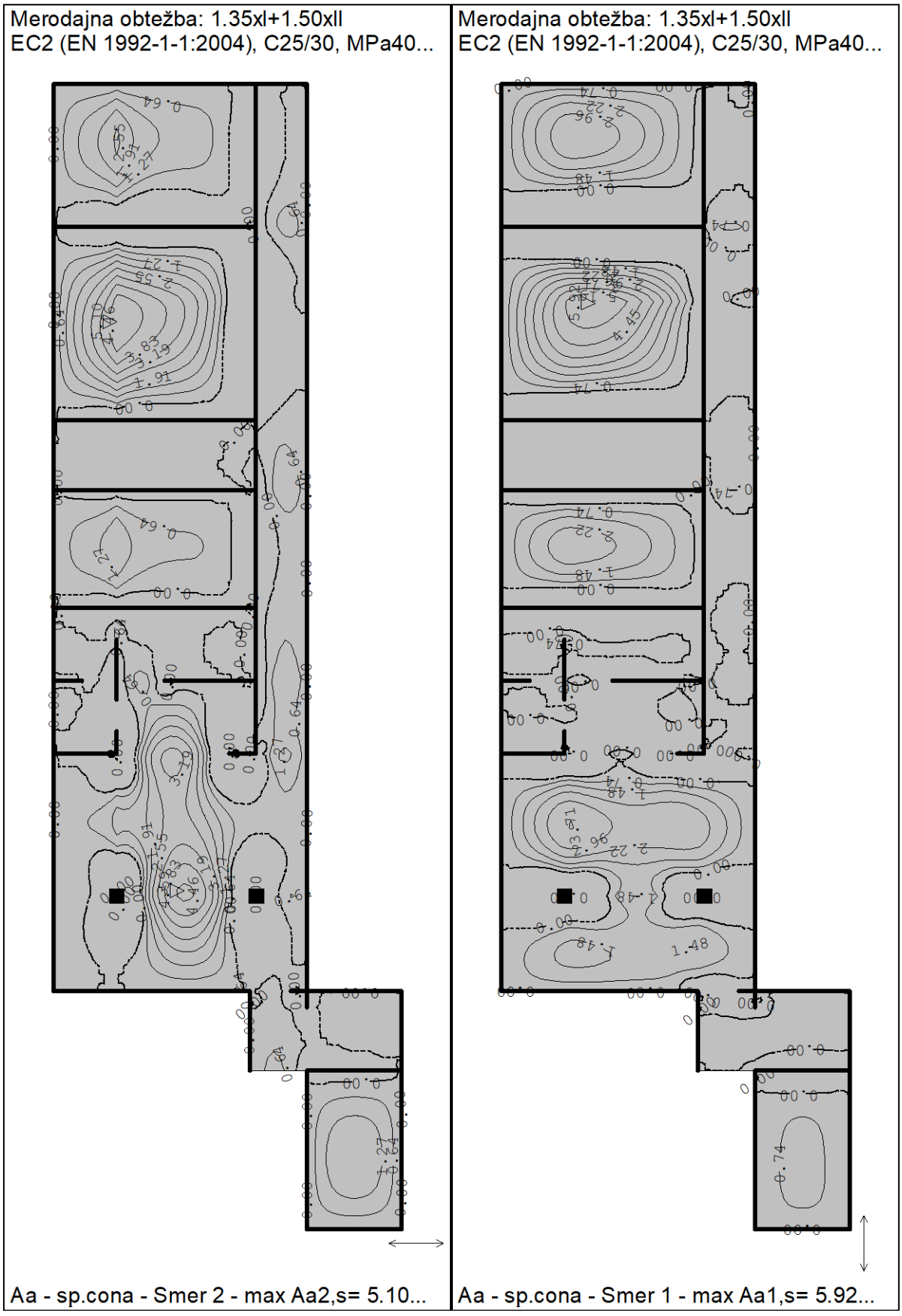
Obt. 2: q



Dimenzioniranje (beton)

Potrebno armaturo prikazujemo na naslednjih slikah:





Vidimo, da je vgrajena armatura zadostna glede na potrebno za prečno smer in nezdostna nekatere konice za vzdolžno smer objekta. **As=5.92 cm² > As=5.03 cm²**, manjka cca **15 %.**

Glede na videno stanje plošče, se smatra, da ojačanje plošče ni potrebno.

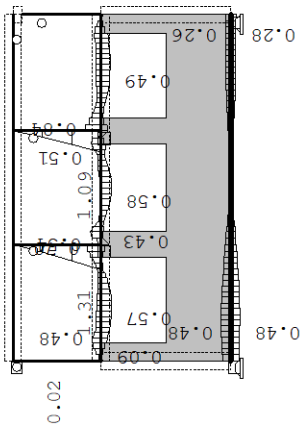
8 Vertikalna konstrukcija

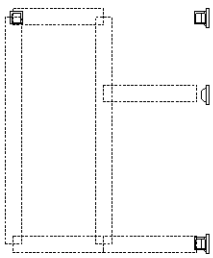
8.1 Stebri

Stebri v pritličju potrebujejo računsko minimalno armaturo. Zato smatramo da je armatura, ki je bila detektirana, zadostna. Pomanjkljiva je le stremenska armatura, fi8/20 cm, ki ni po standardu, zato se smatra, da je steber potrebno strižno ojačati.

Potrebno armaturo za ostale stebre prikazujemo na naslednji sliki:

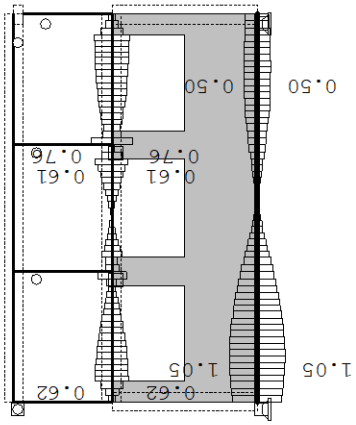
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B

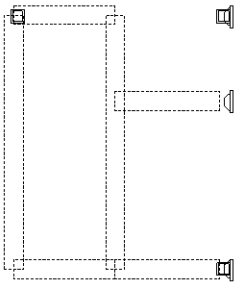




Okvir: H_4
Armatura v gredah: max Aa2/Aa1= 0.84 / 1.31 cm²

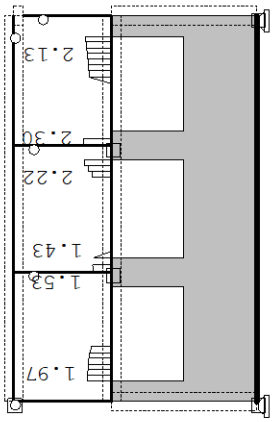
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B

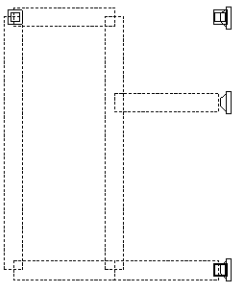




Okvir: H_4
Armatura v gredah: max Aa3/Aa4= 1.05 / 1.05 cm²

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C25/30, B500B





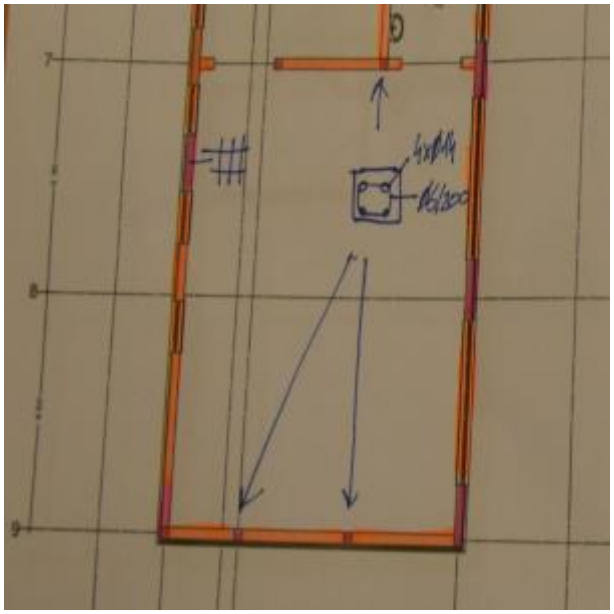
Okvir: H_4
Armatura v gredah: max Aa,st= 2.30 cm²

Glede na to, da smo ugotovili minimalno potrebno armaturo v stebrih, smatramo da so le ti dovolj armirani in jih nismo pregledovali.

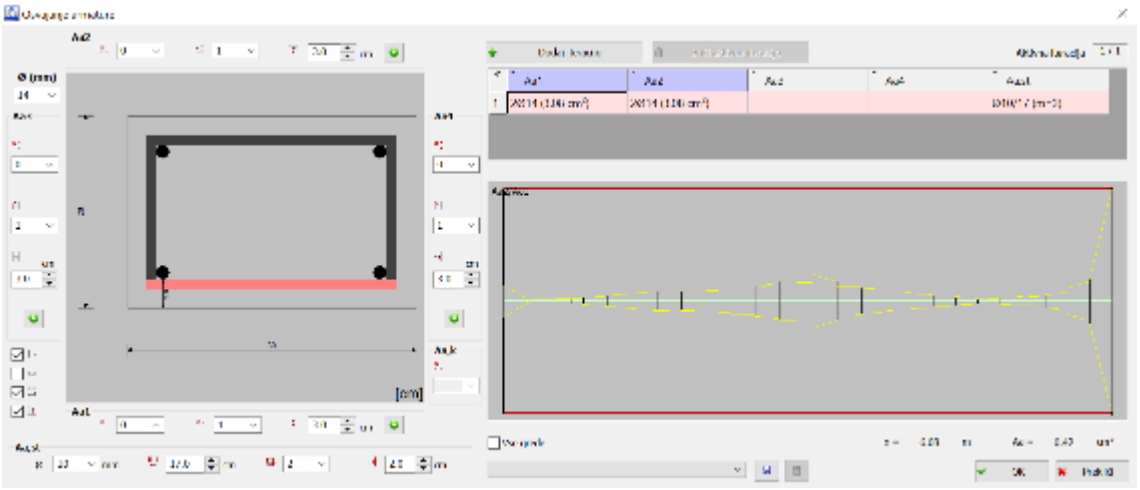
8.2 Vertikalne vezi

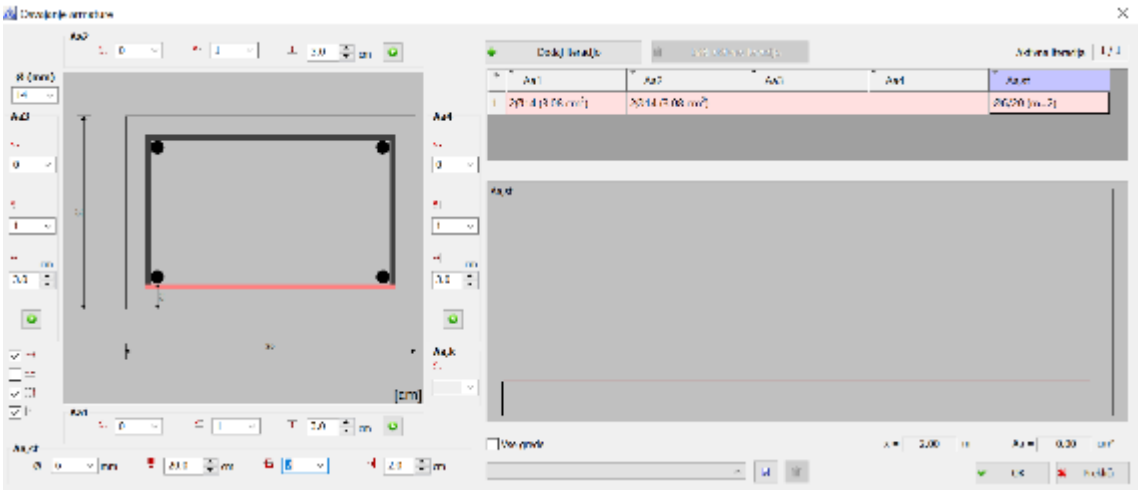
OS 9 - PRITLIČJE

Podatki iz raziskav:



Računsko potrebna armatura:

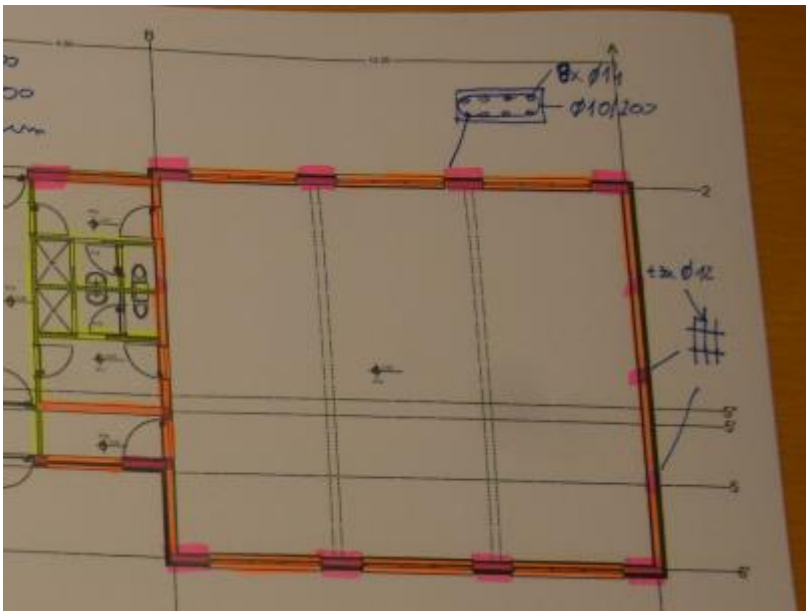




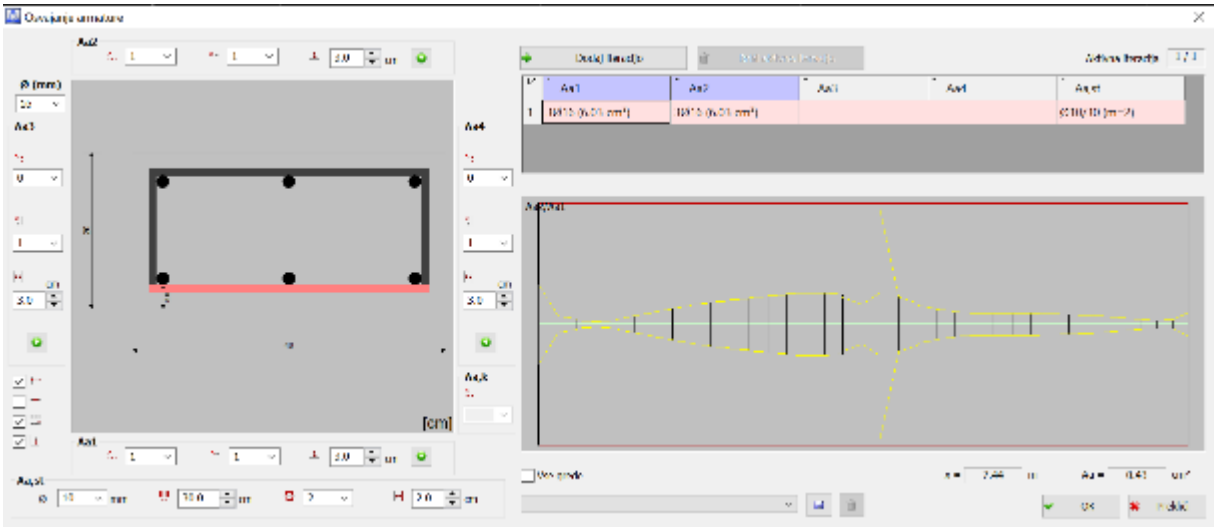
Iz rezultatov vidimo, da je vzdolžna vgrajena armatura zadostna glede na računsko potrebno, strižna pa nezadostna.

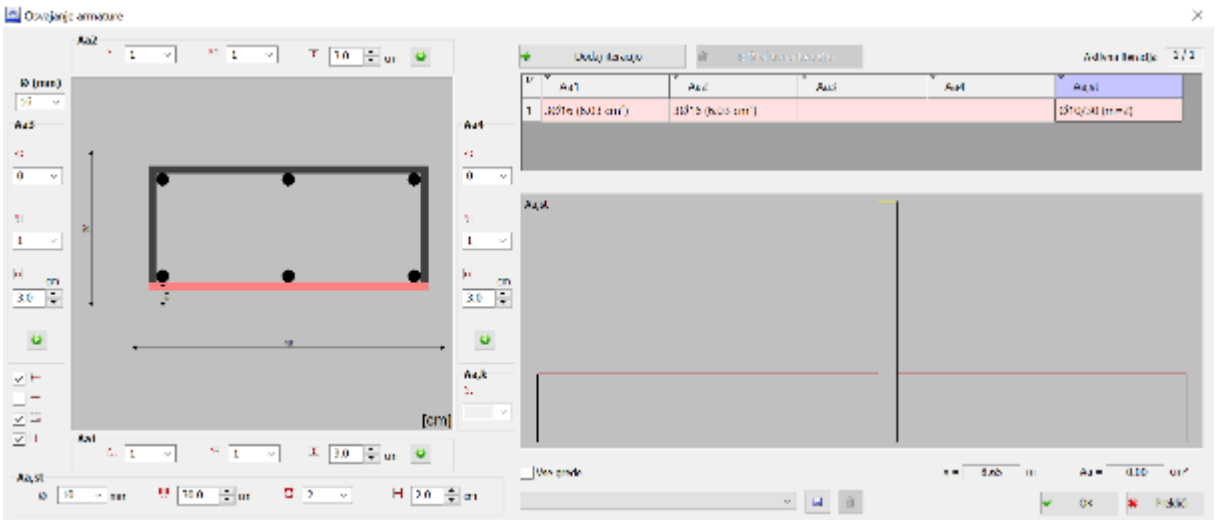
OS A - PRITLIČJE

Podatki iz raziskav:



Računsko potrebna armatura:

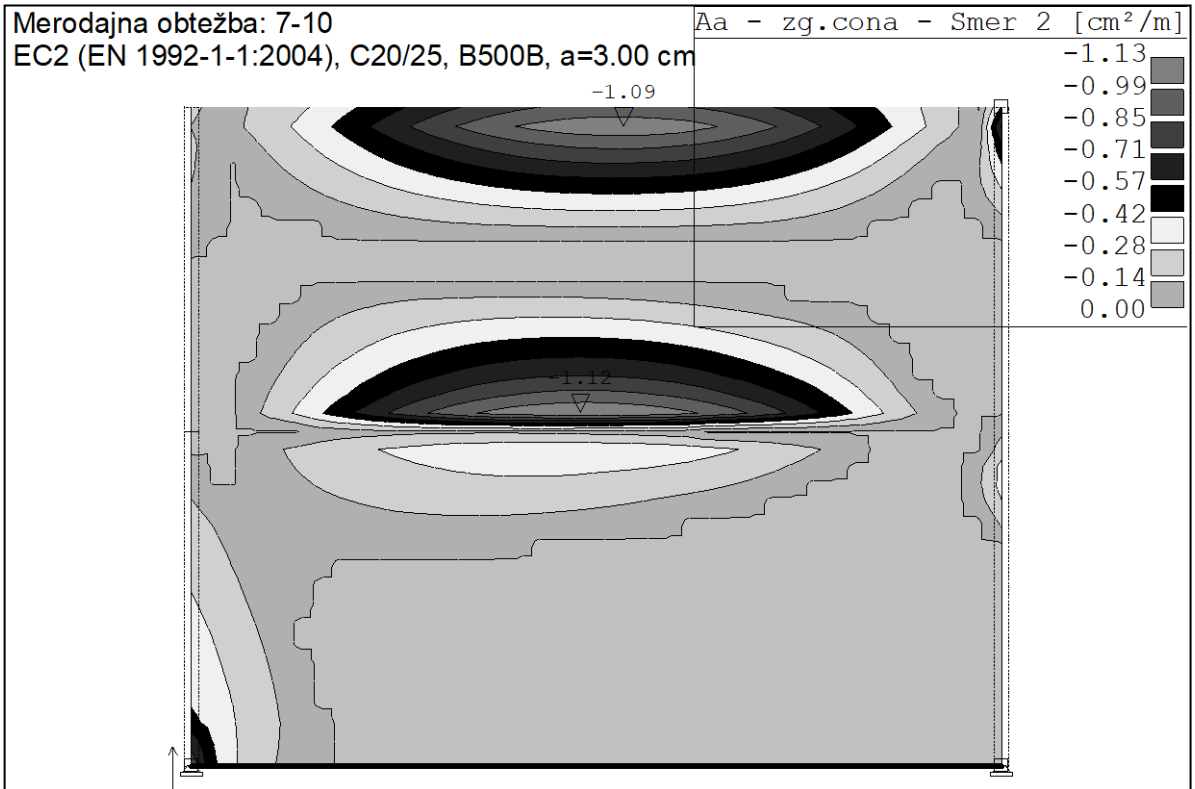


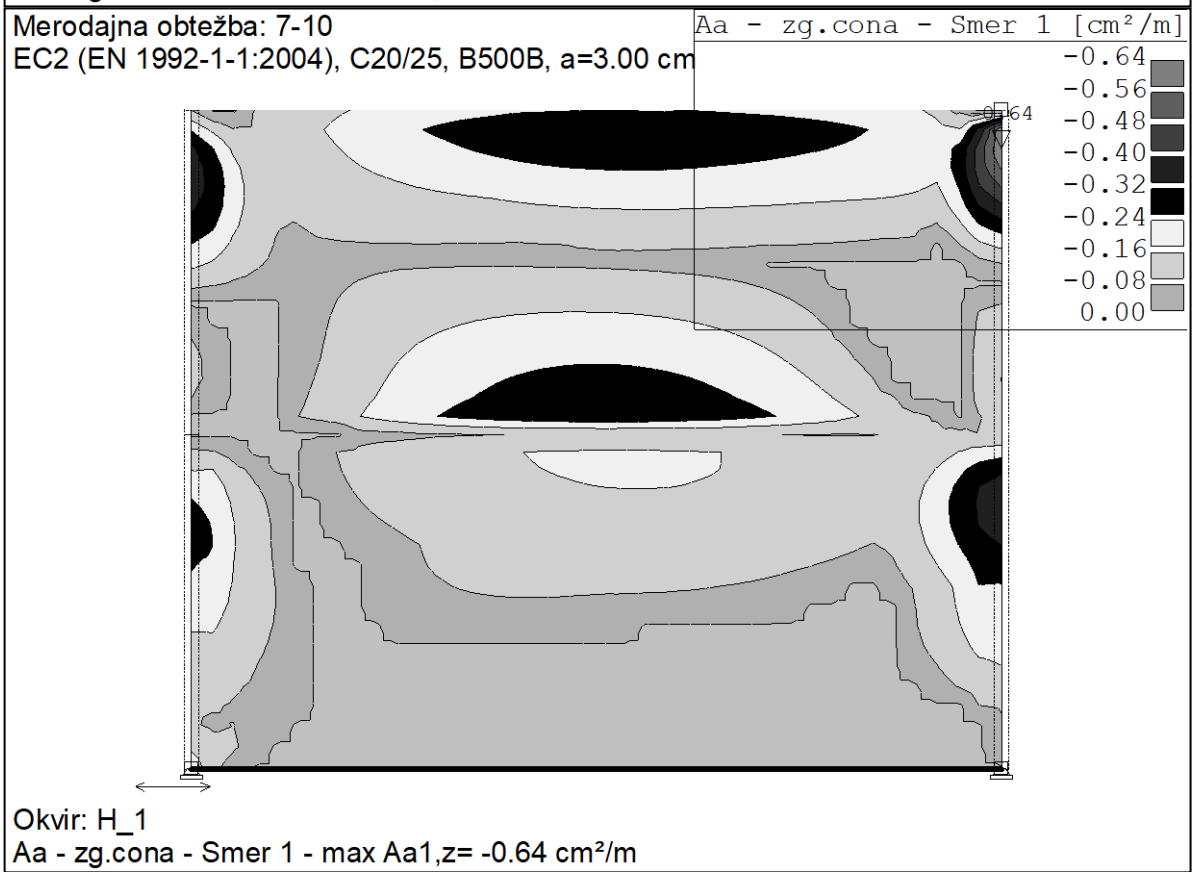


Iz rezultatov vidimo, da je vzdolžna vgrajena armatura zadostna glede na računsko potrebno, strižna pa nezadostna.

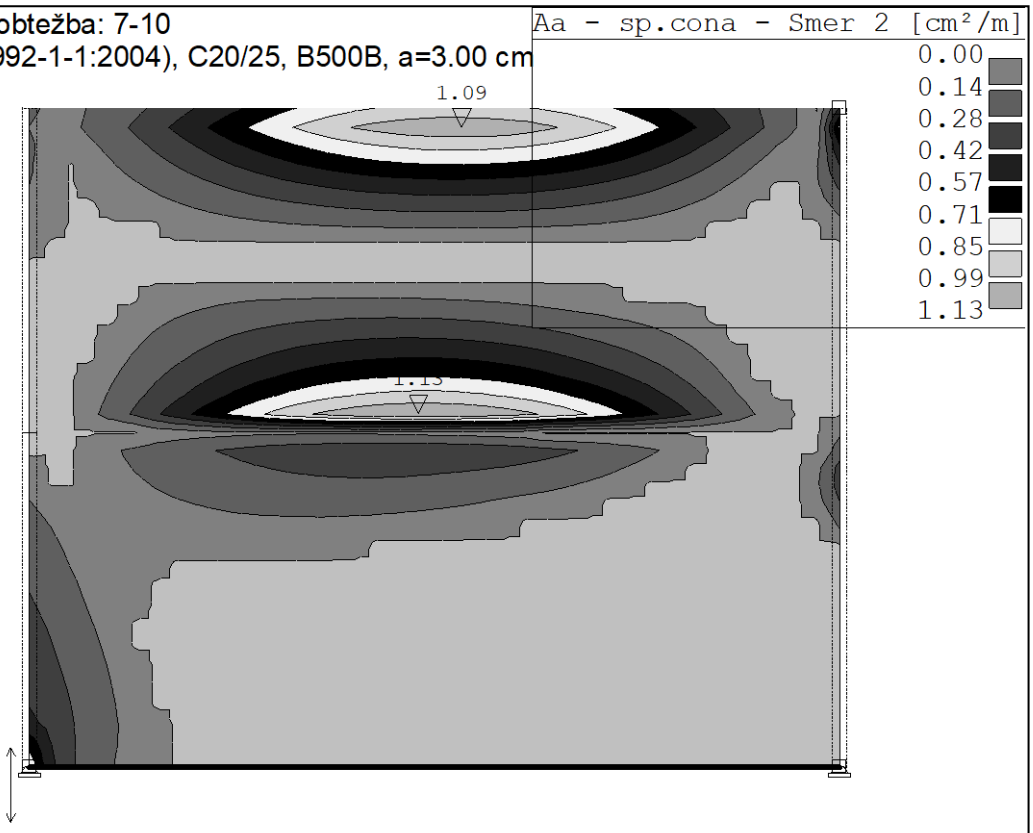
8.3 Stene

Potrebno armaturo sten, za prvi model, prikazujemo na naslednji sliki:



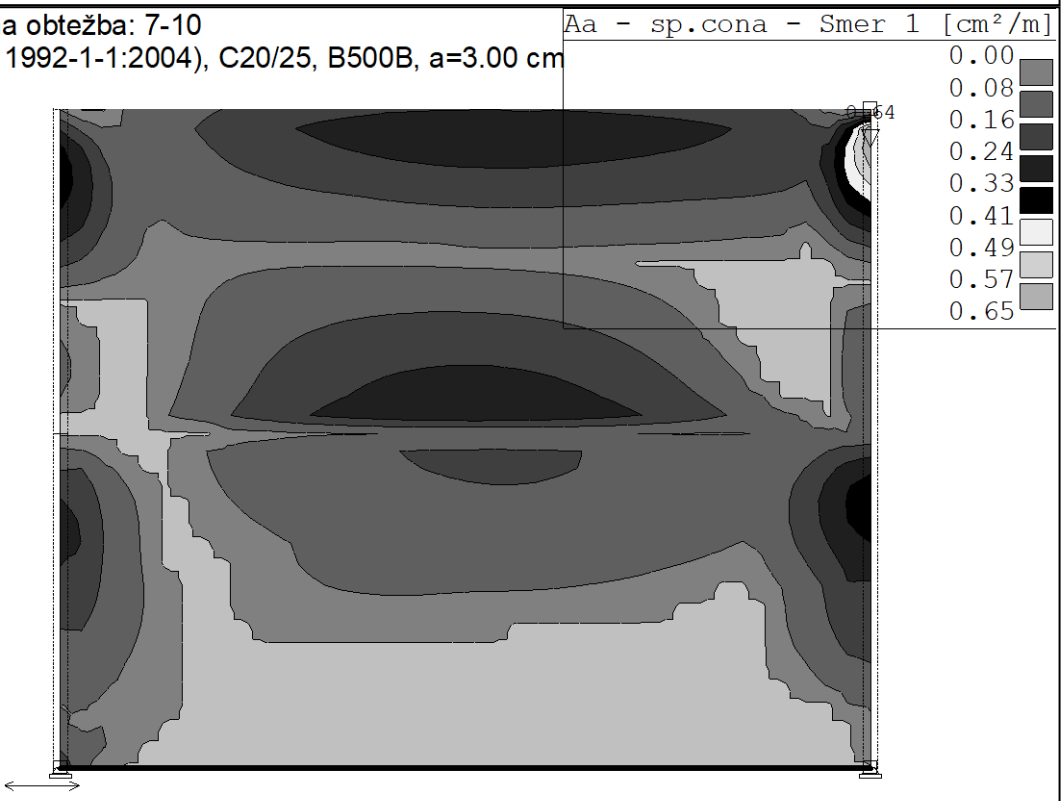


Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



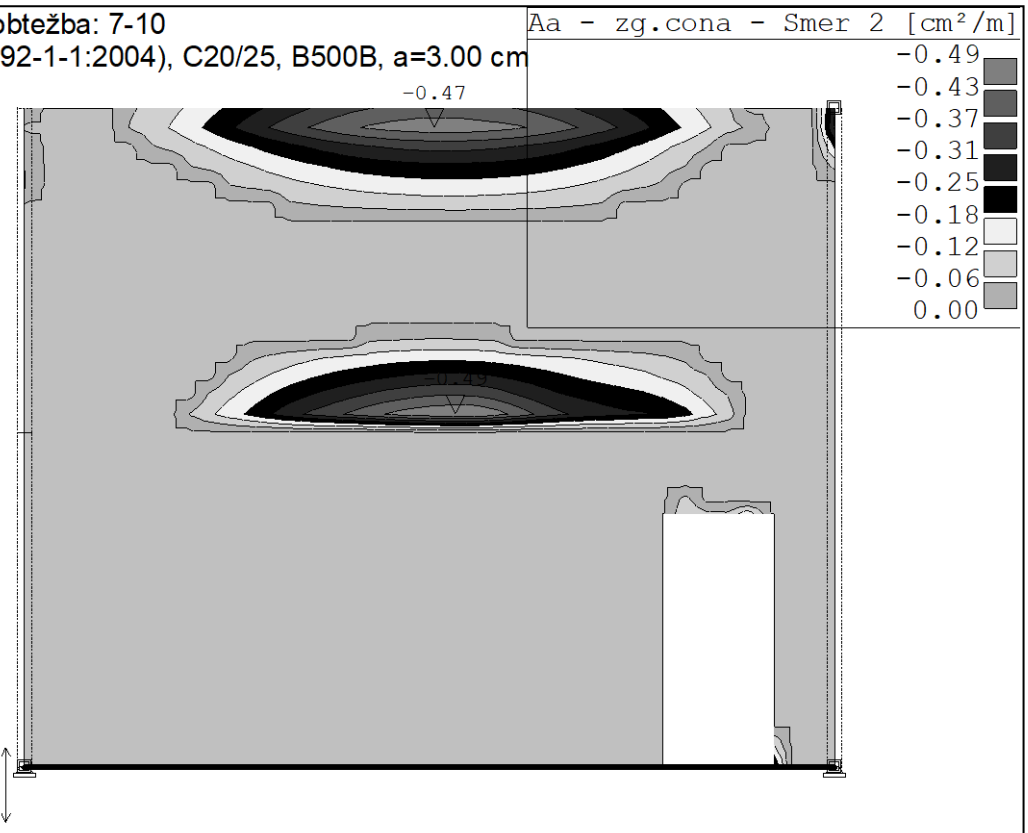
Okvir: H_1
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 1.13 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



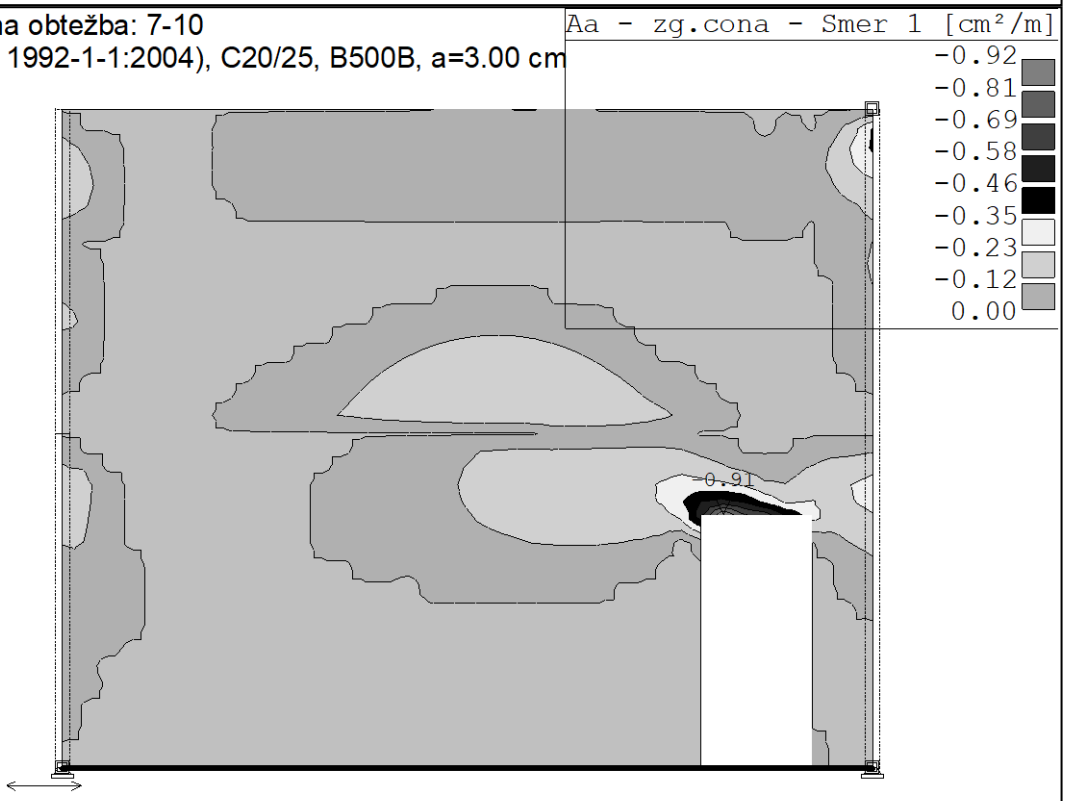
Okvir: H_1
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.64 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



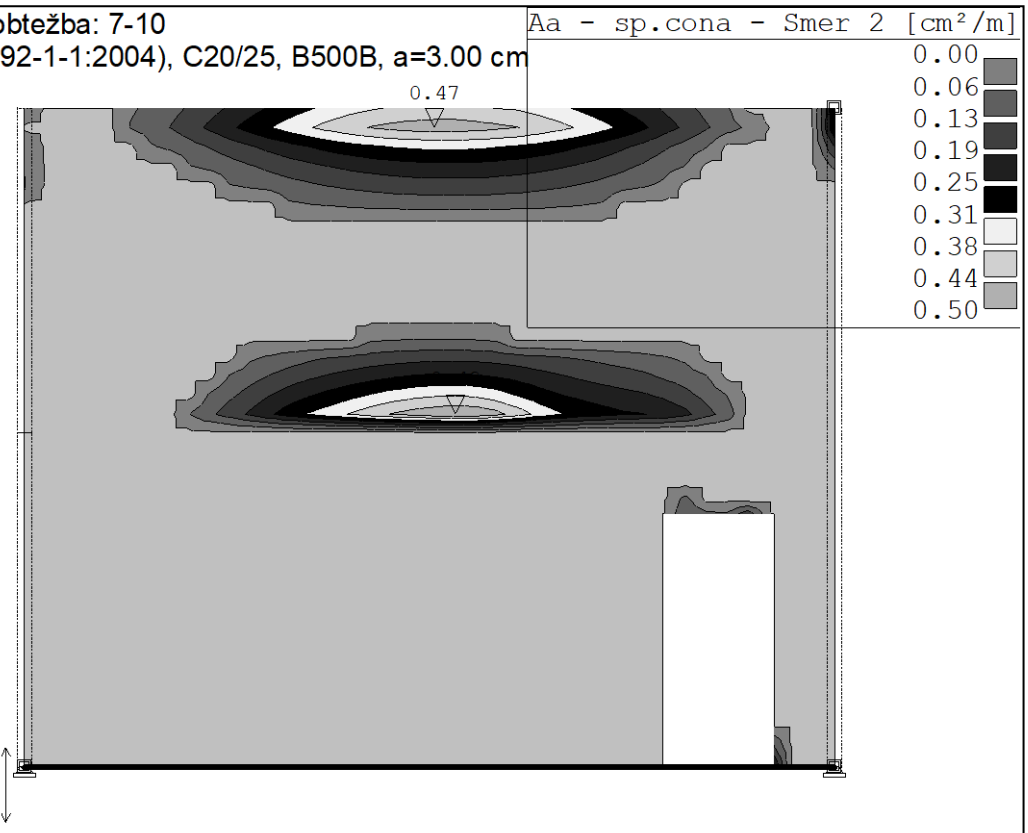
Okvir: H_2
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.49 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



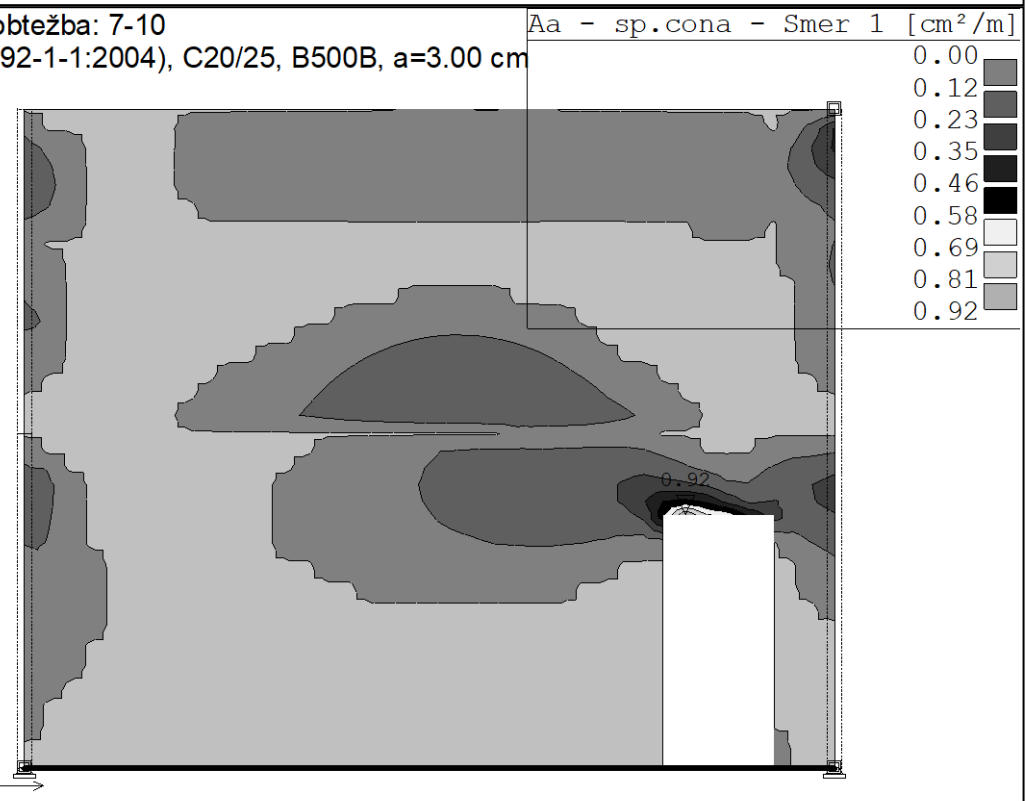
Okvir: H_2
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.91 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



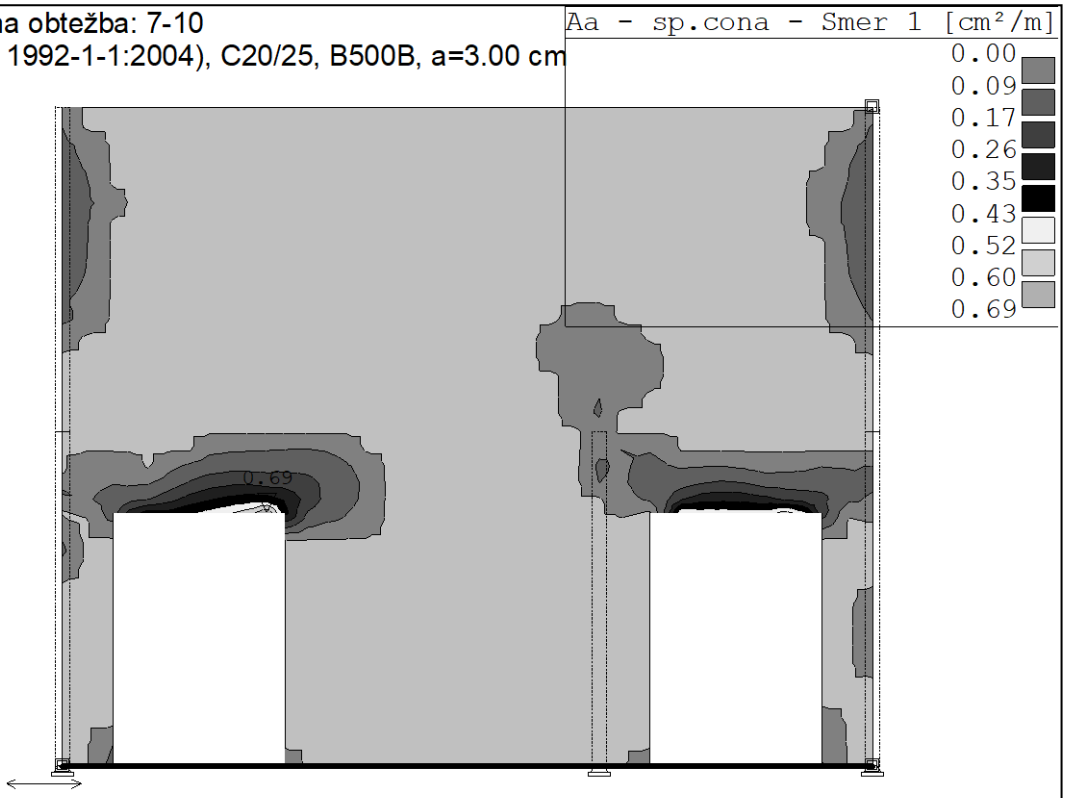
Okvir: H_2
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.49 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



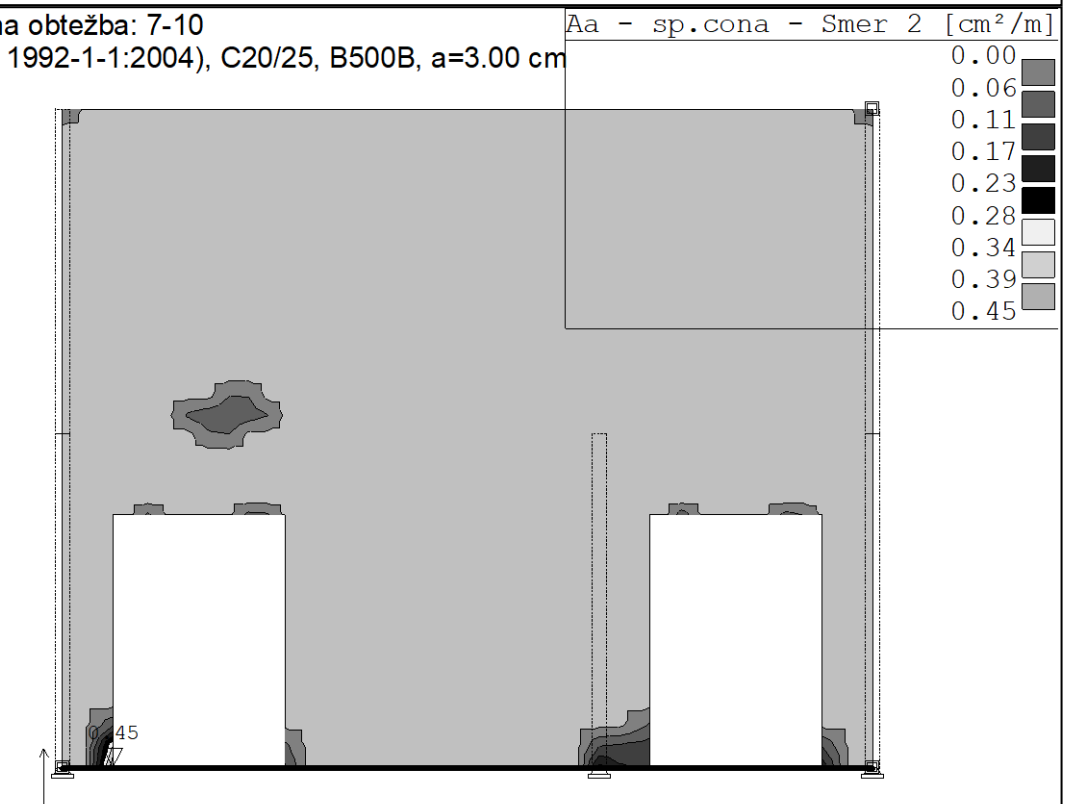
Okvir: H_2
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.92 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



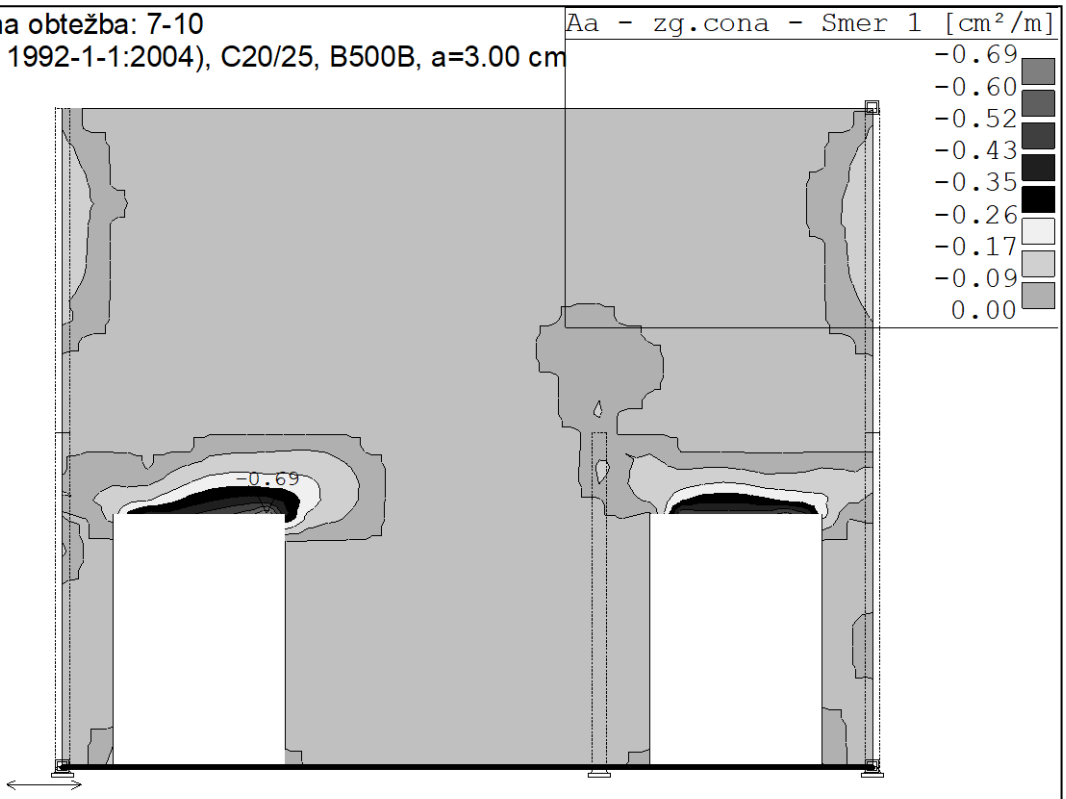
Okvir: H_3
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.69 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



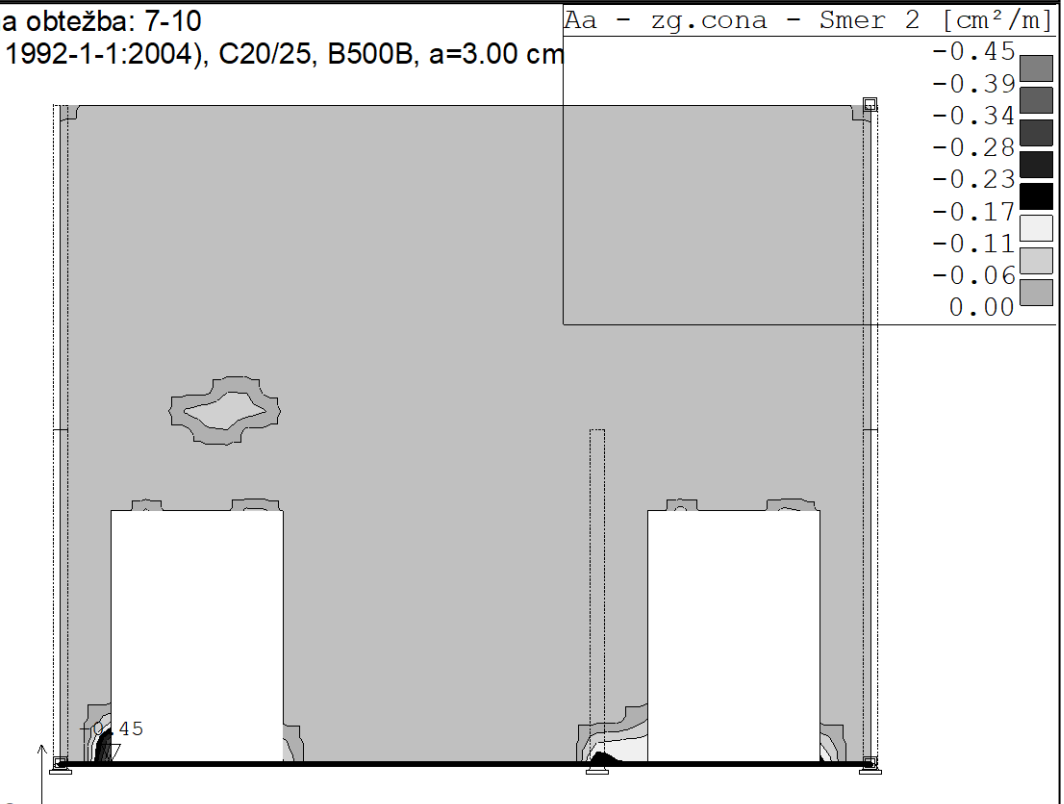
Okvir: H_3
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.45 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



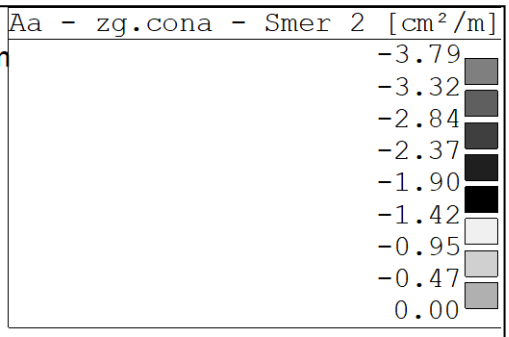
Okvir: H_3
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.69 cm²/m

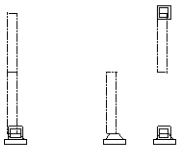
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

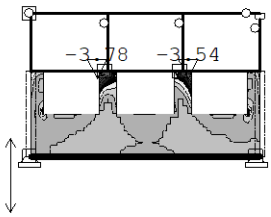


Okvir: H_3
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.45 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

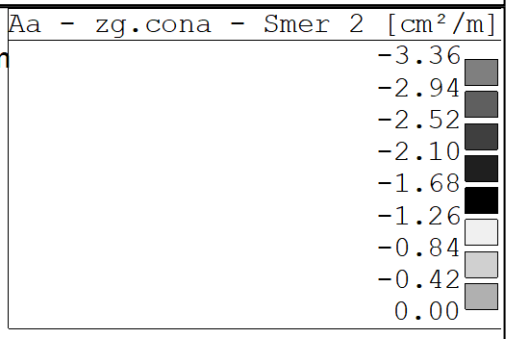


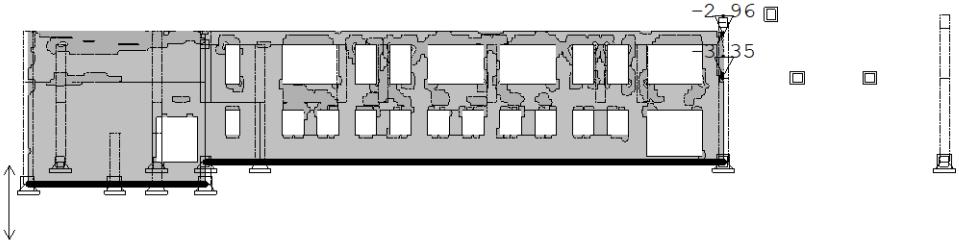




Okvir: H_4
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -3.78 cm²/m

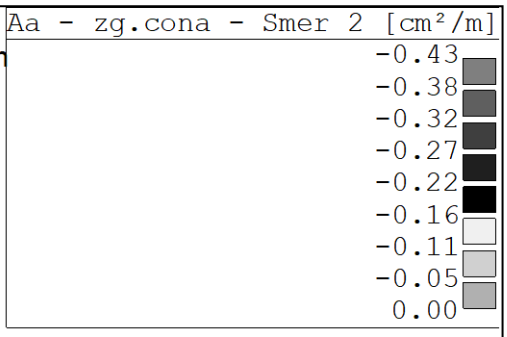
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

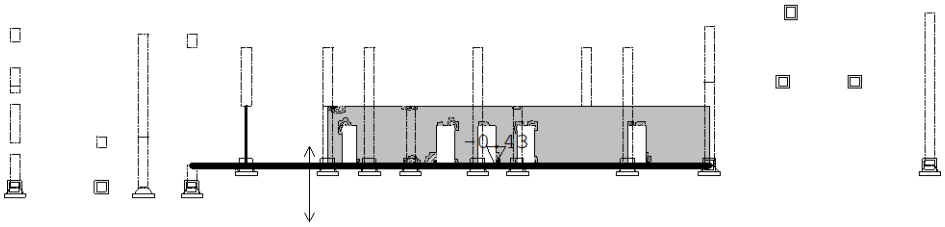




Okvir: H_5
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -3.35 cm²/m

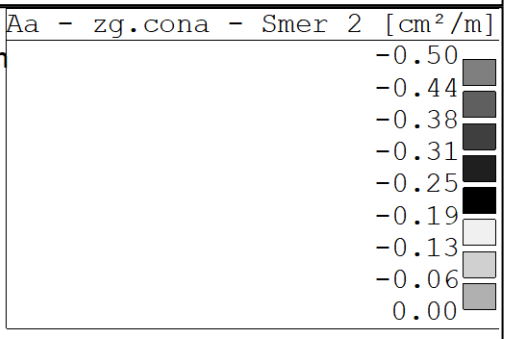
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

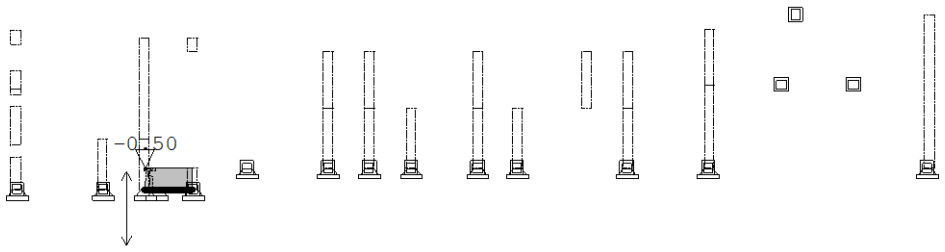




Okvir: H_6
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.43 cm²/m

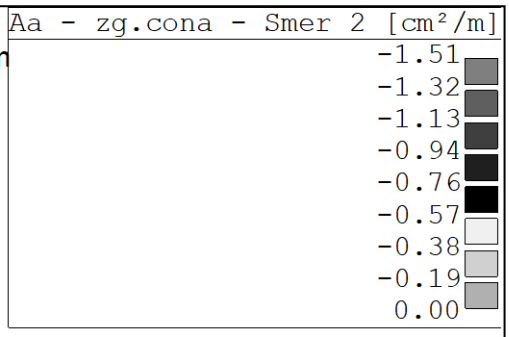
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

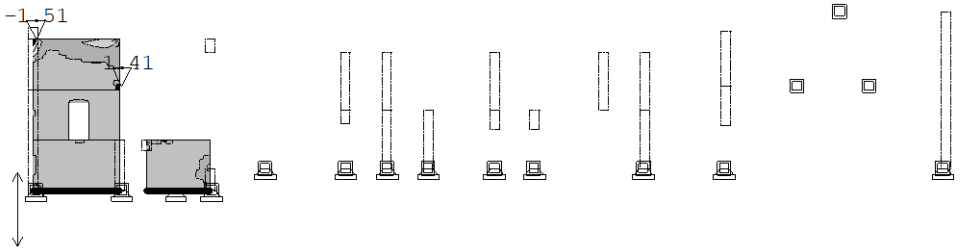




Okvir: H_7
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.50 cm²/m

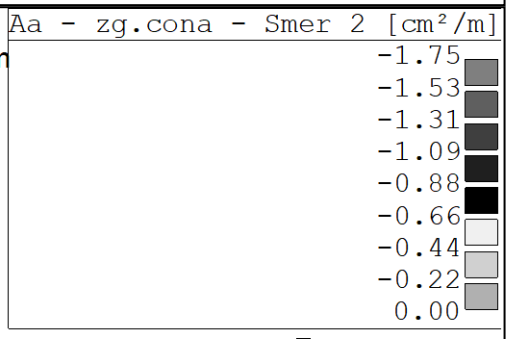
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

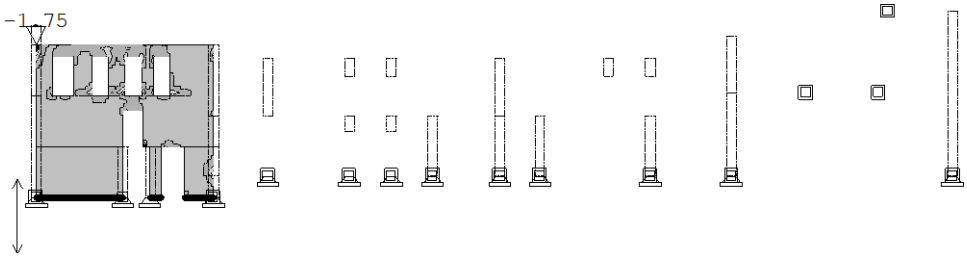




Okvir: H_8
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -1.51 cm²/m

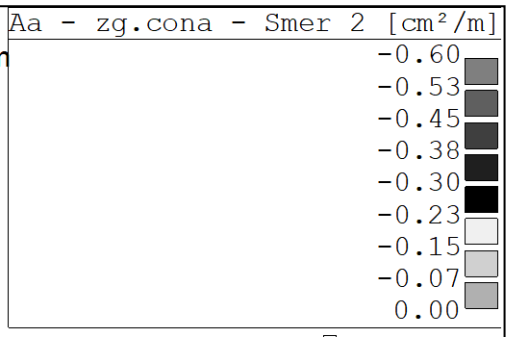
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

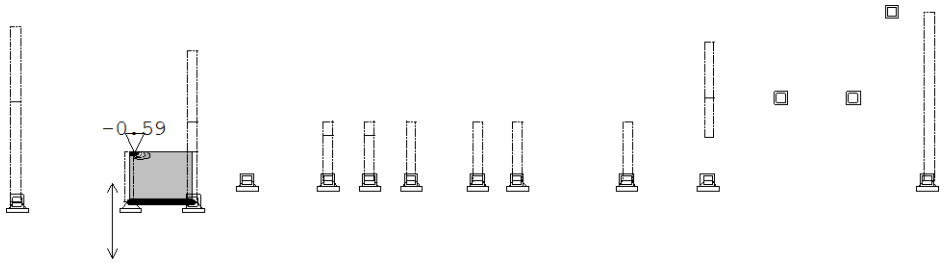




Okvir: H_9
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -1.75 cm²/m

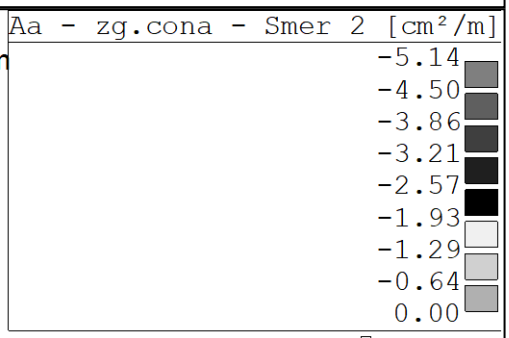
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

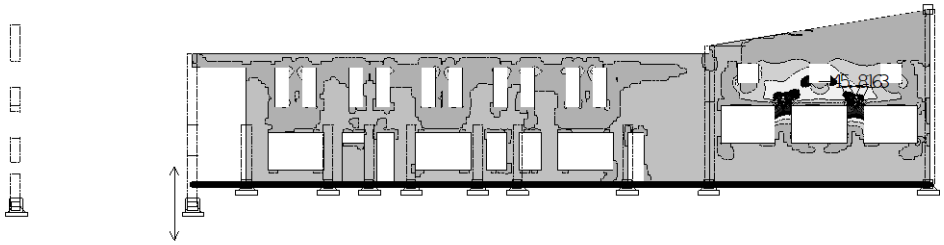




Okvir: H_10
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.59 cm²/m

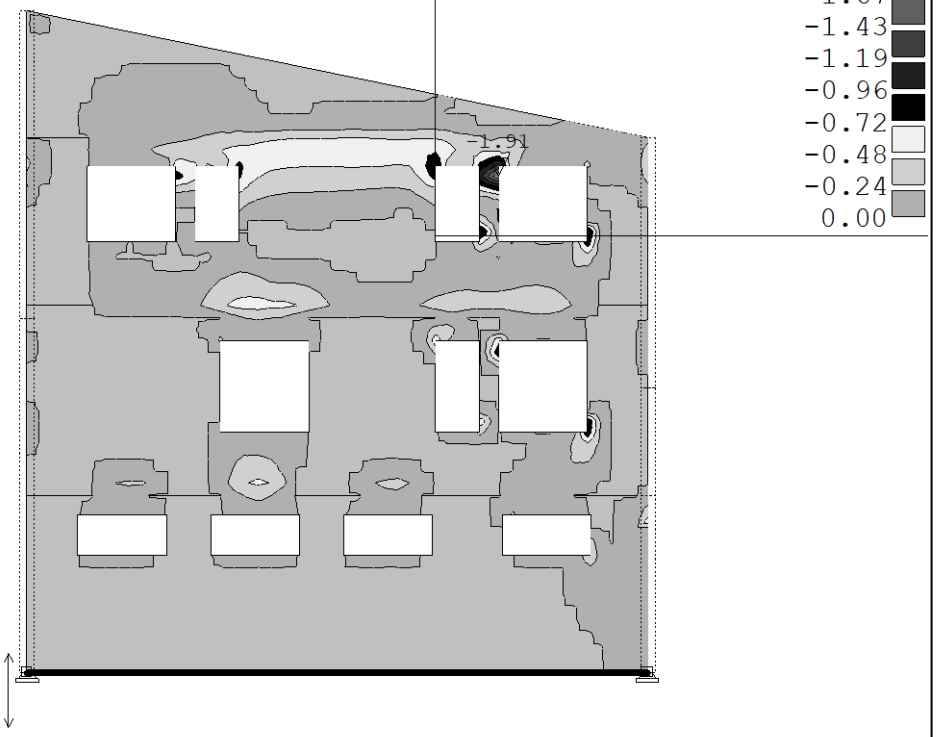
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm





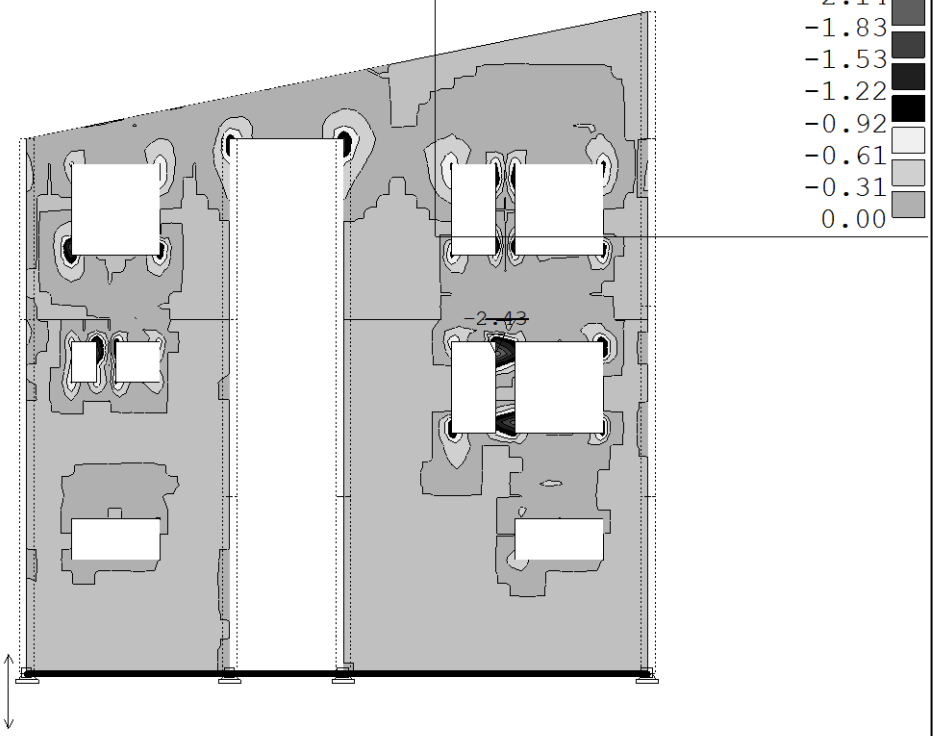
Okvir: H_11
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -5.13 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



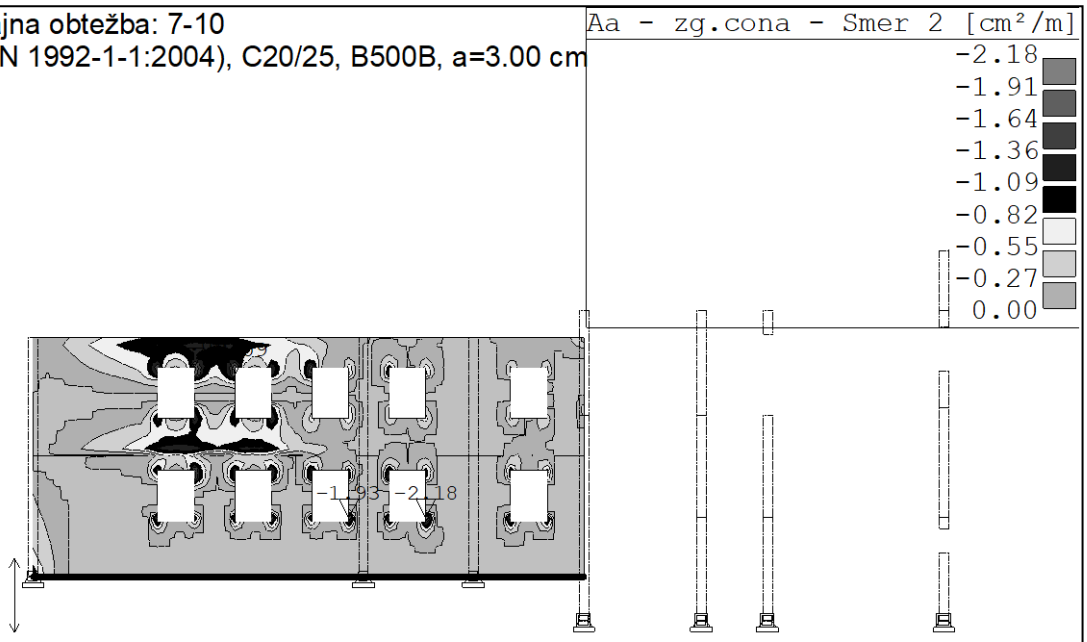
Okvir: H_12
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -1.91 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



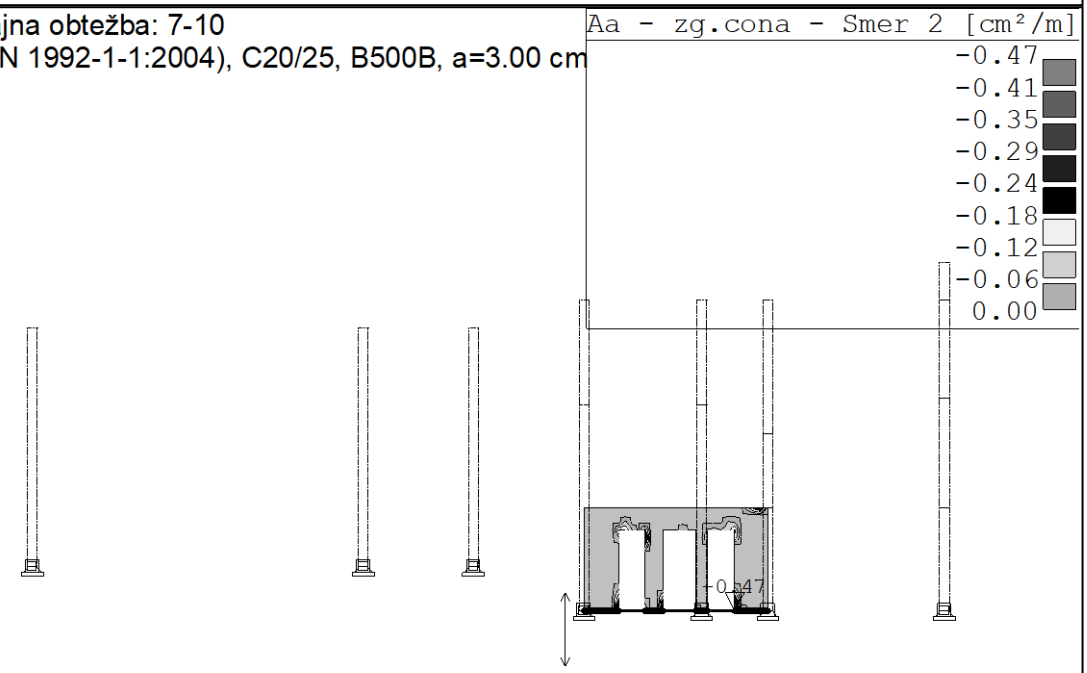
Okvir: V_1
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -2.43 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



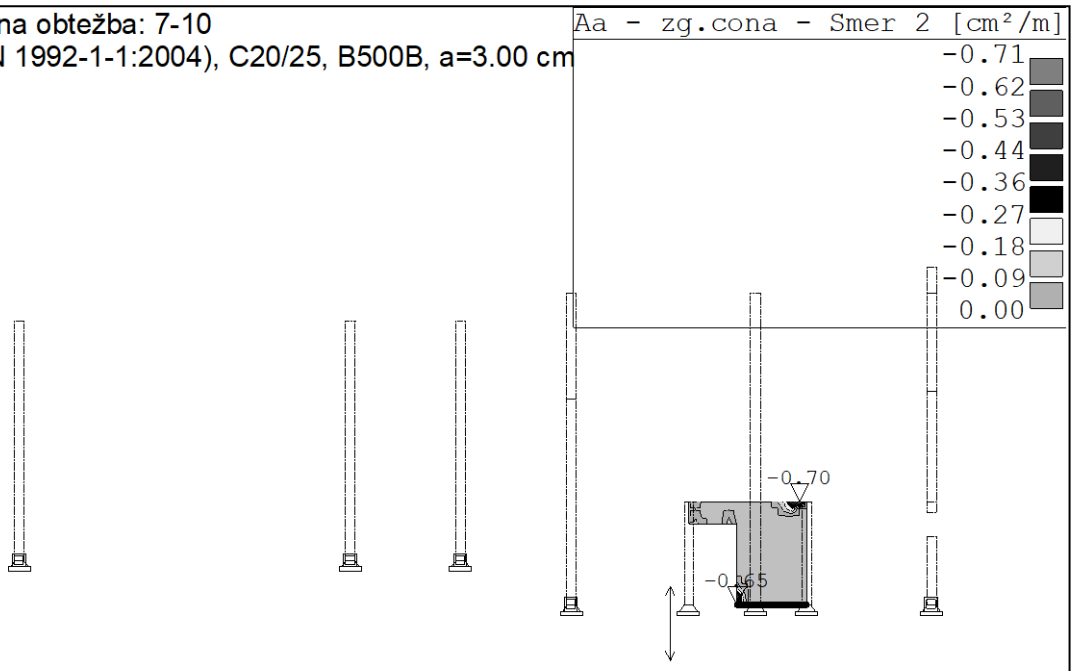
Okvir: V_2
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -2.18 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



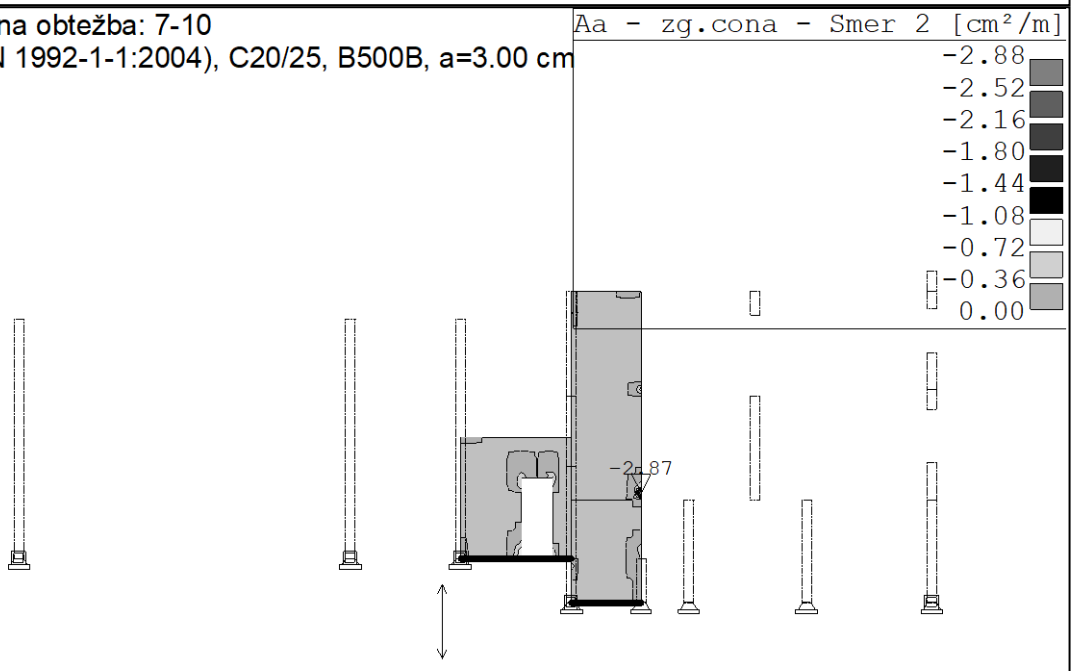
Okvir: V_3
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.47 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



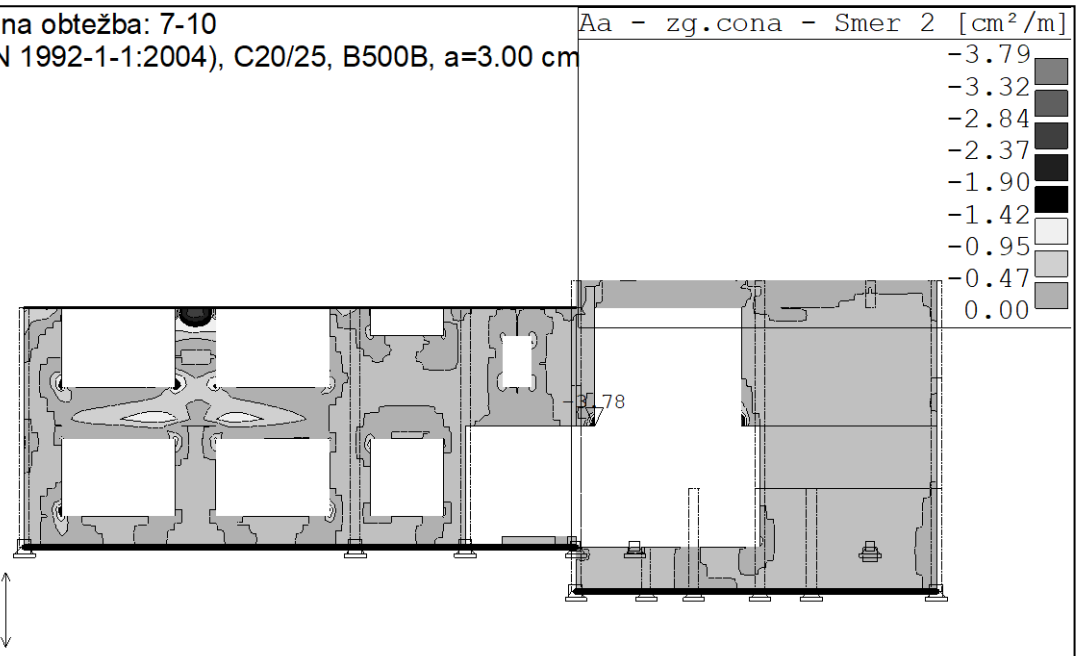
Okvir: V_4
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.70 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



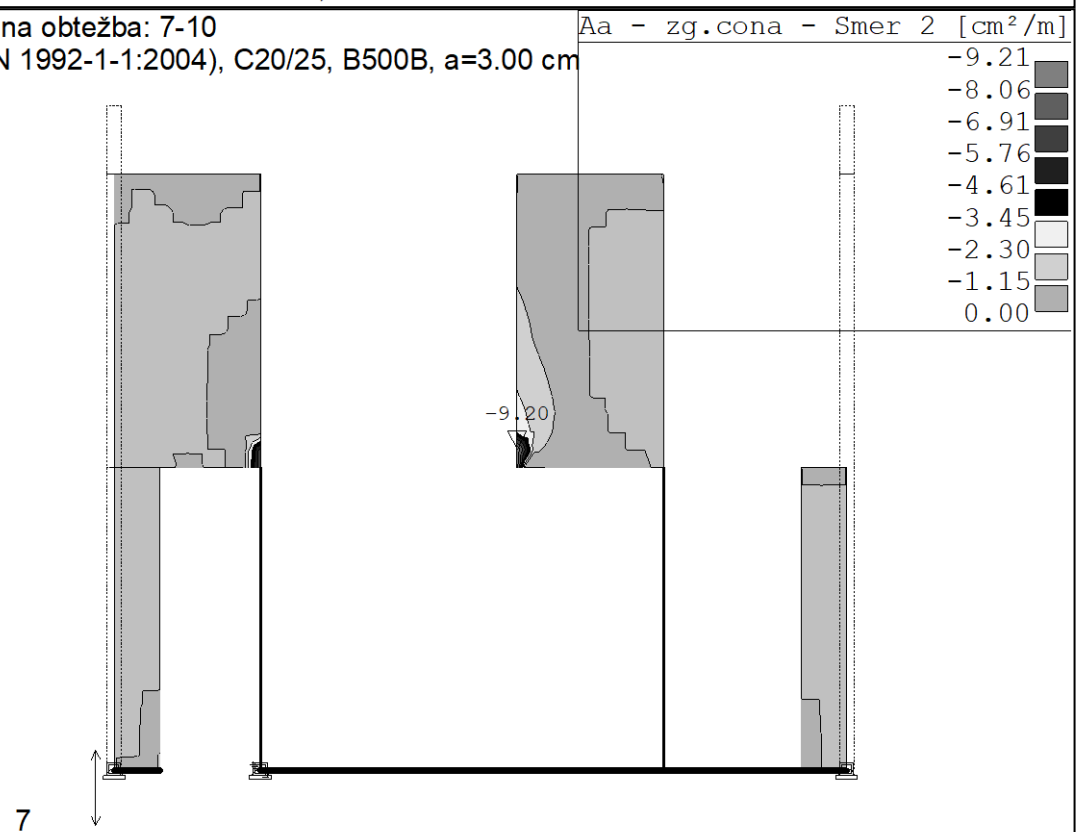
Okvir: V_5
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -2.87 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

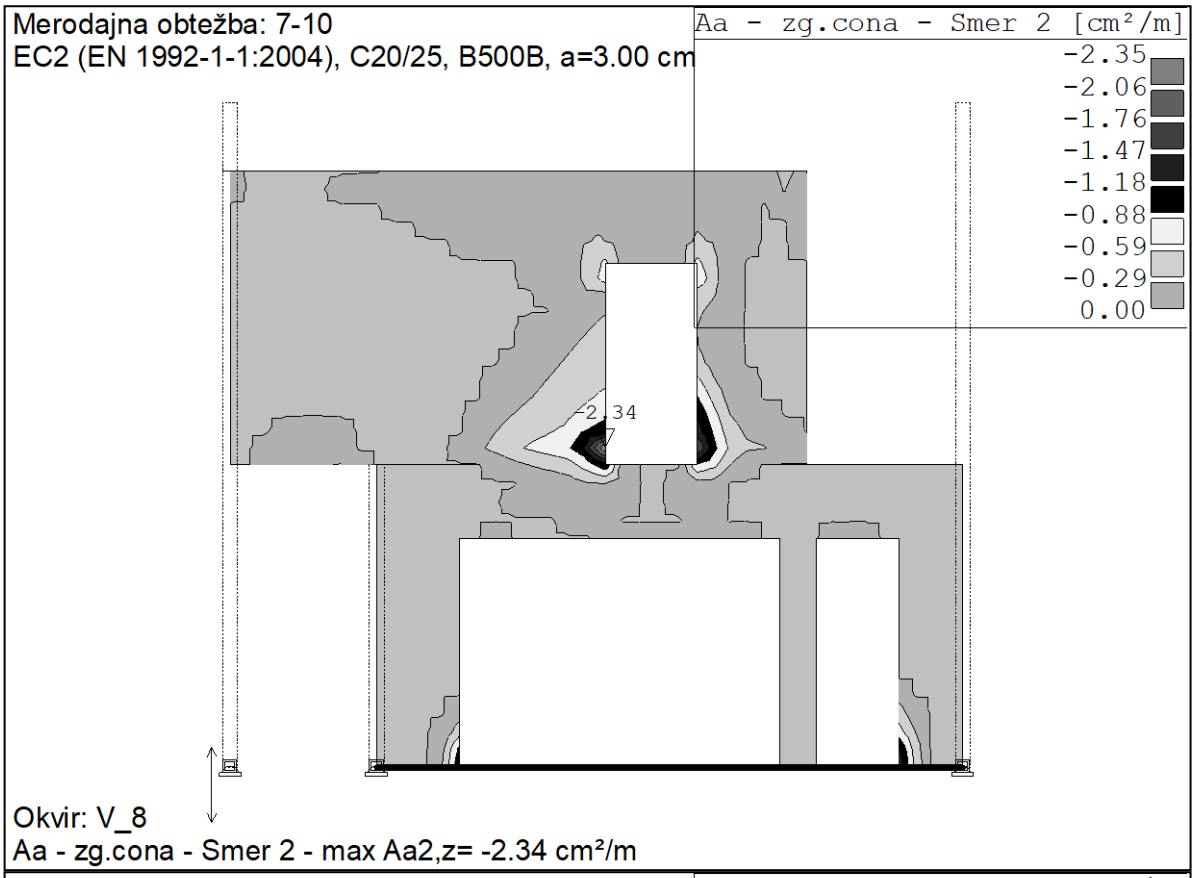


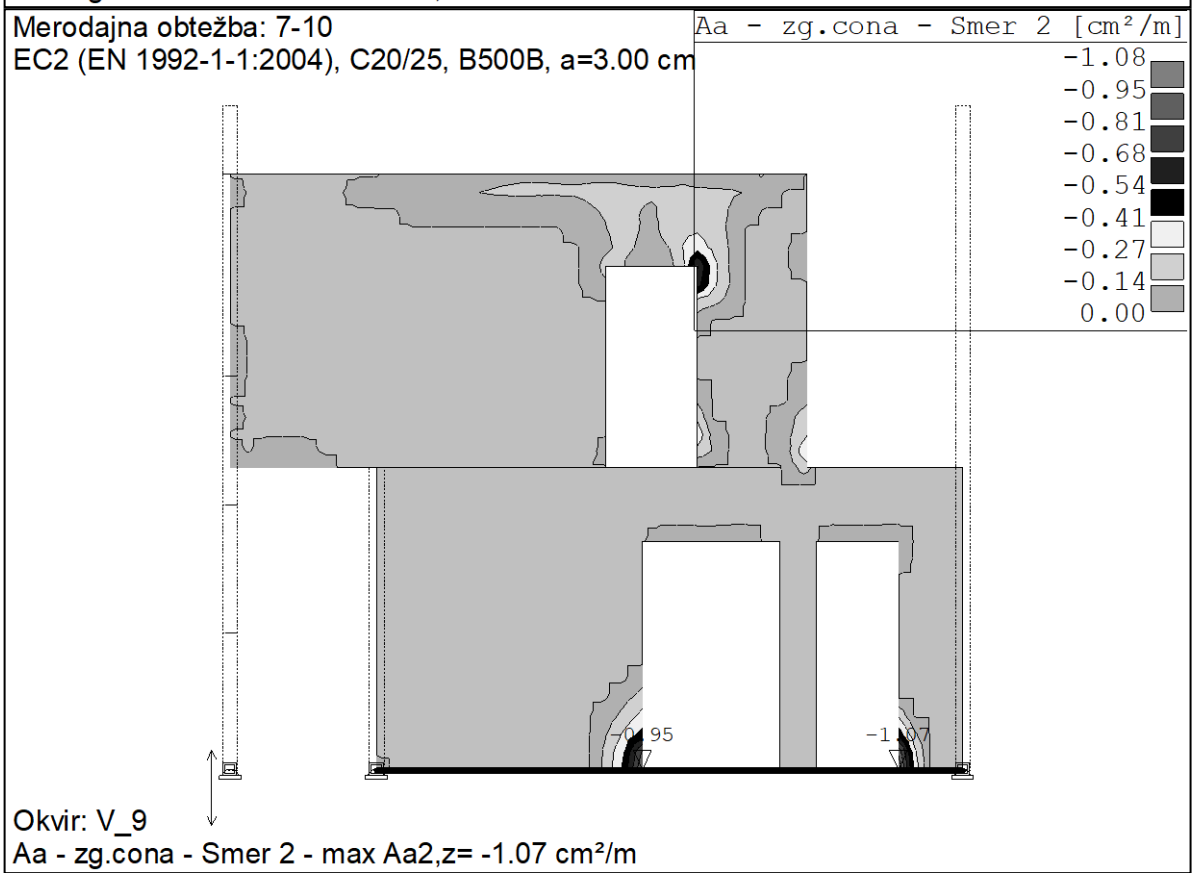
Okvir: V_6
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -3.78 cm²/m

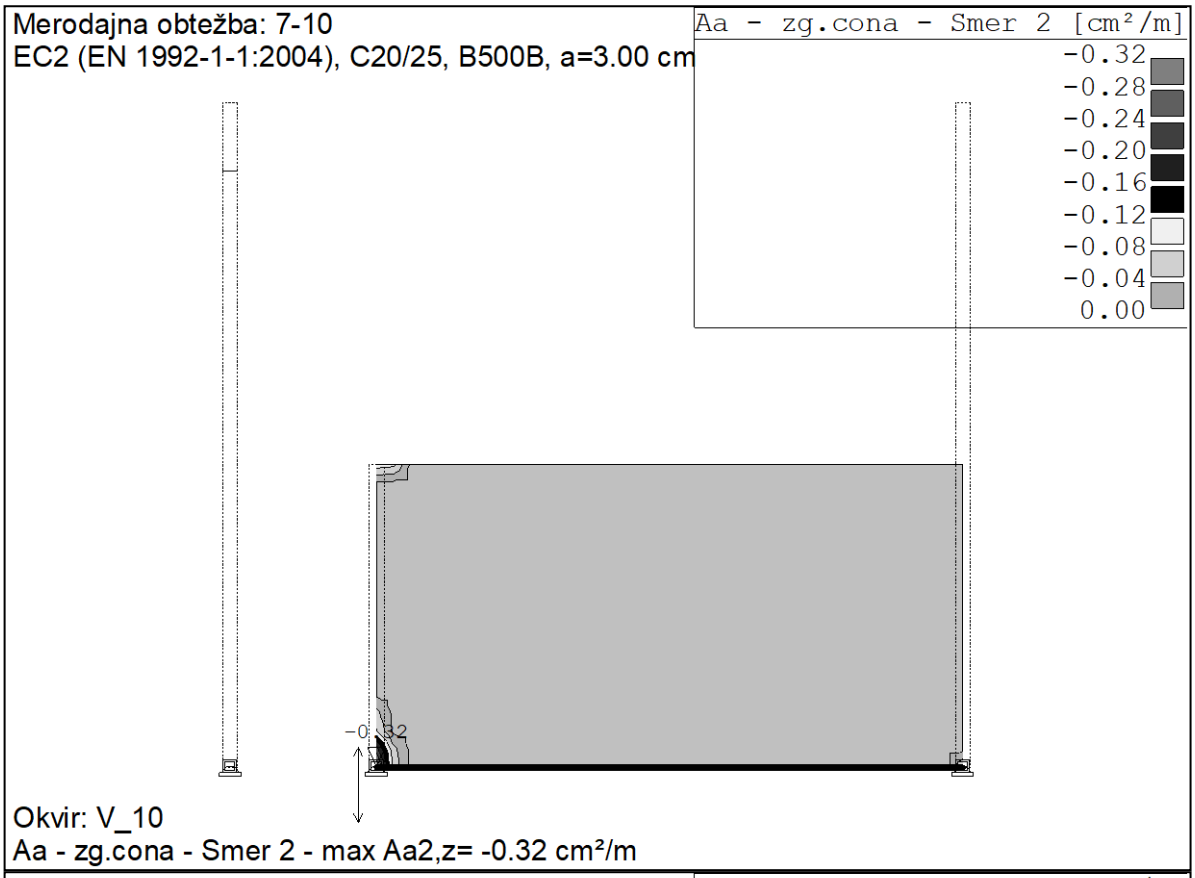
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

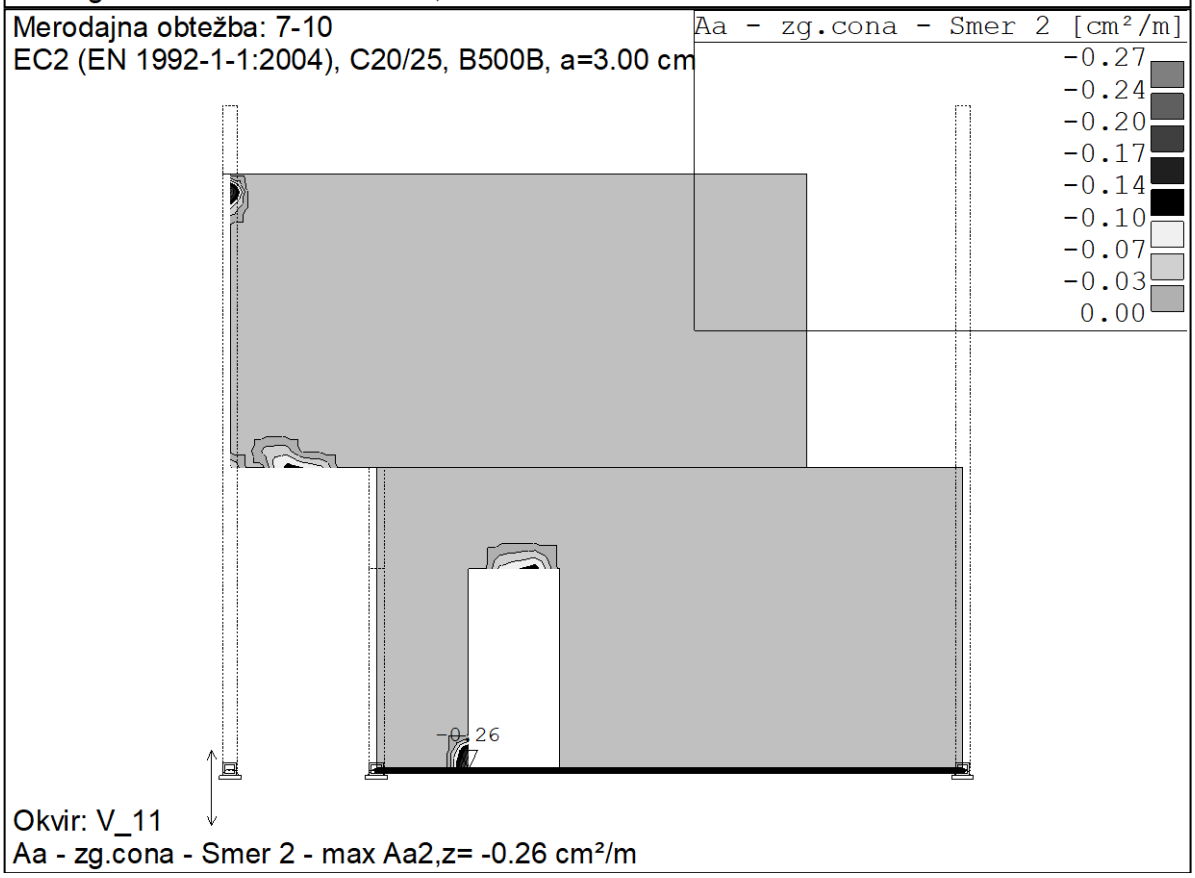


Okvir: V_7
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -9.20 cm²/m

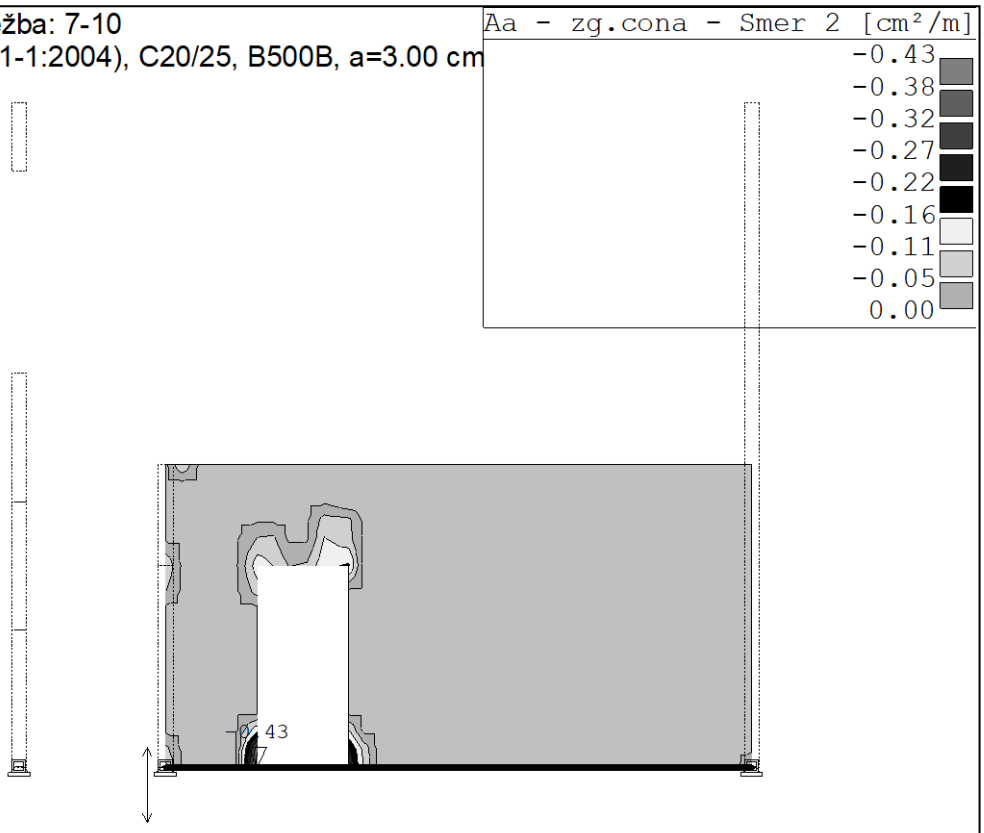

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm
Aa - zg.cona - Smer 2 [cm²/m]
-2.35
-2.06
-1.76
-1.47
-1.18
-0.88
-0.59
-0.29
0.00
-2.34
Okvir: V_8
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -2.34 cm²/m


Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm
Aa - zg.cona - Smer 2 [cm²/m]
-1.08
-0.95
-0.81
-0.68
-0.54
-0.41
-0.27
-0.14
0.00
-0.95
-1.07
Okvir: V_9
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -1.07 cm²/m


Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm
Aa - zg.cona - Smer 2 [cm²/m]
-0.32
-0.28
-0.24
-0.20
-0.16
-0.12
-0.08
-0.04
0.00
-0.32
Okvir: V_10
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.32 cm²/m

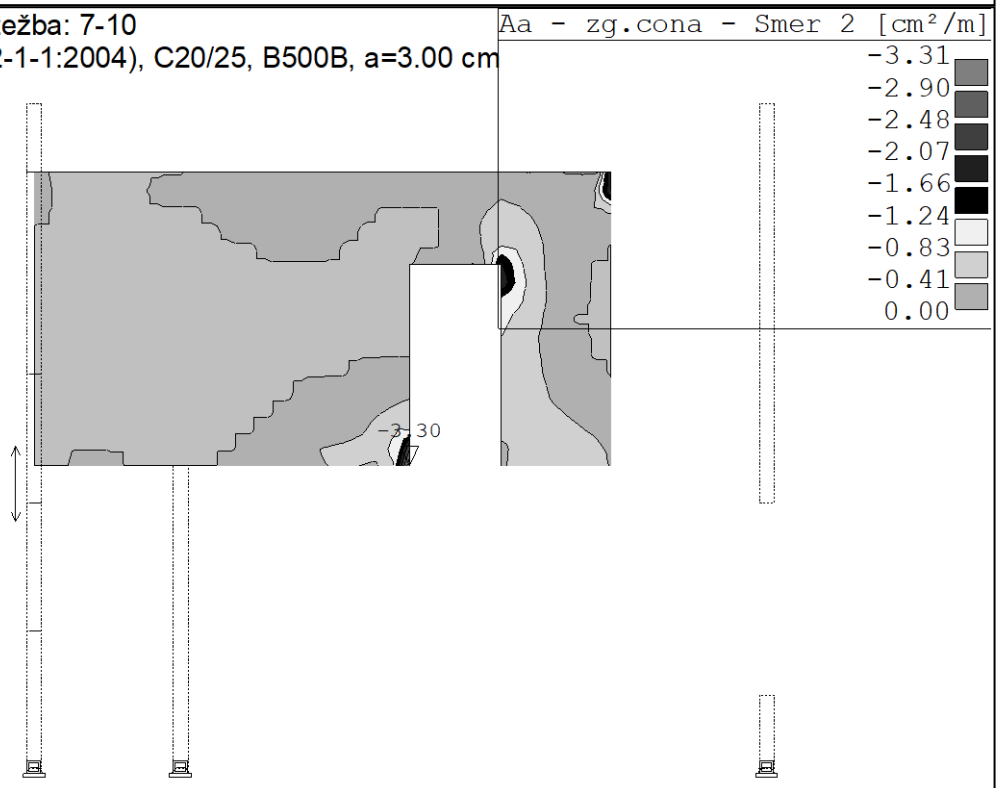

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm
Aa - zg.cona - Smer 2 [cm²/m]
-0.27
-0.24
-0.20
-0.17
-0.14
-0.10
-0.07
-0.03
0.00
-0.26
Okvir: V_11
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.26 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



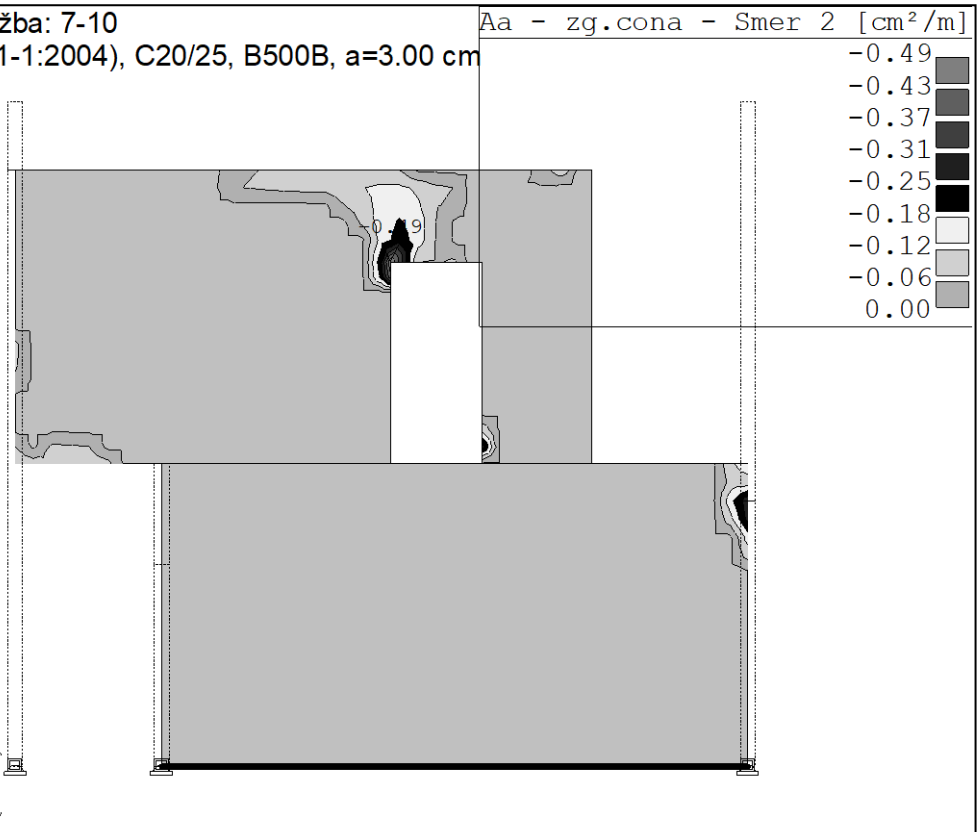
Okvir: V_12
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.43 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



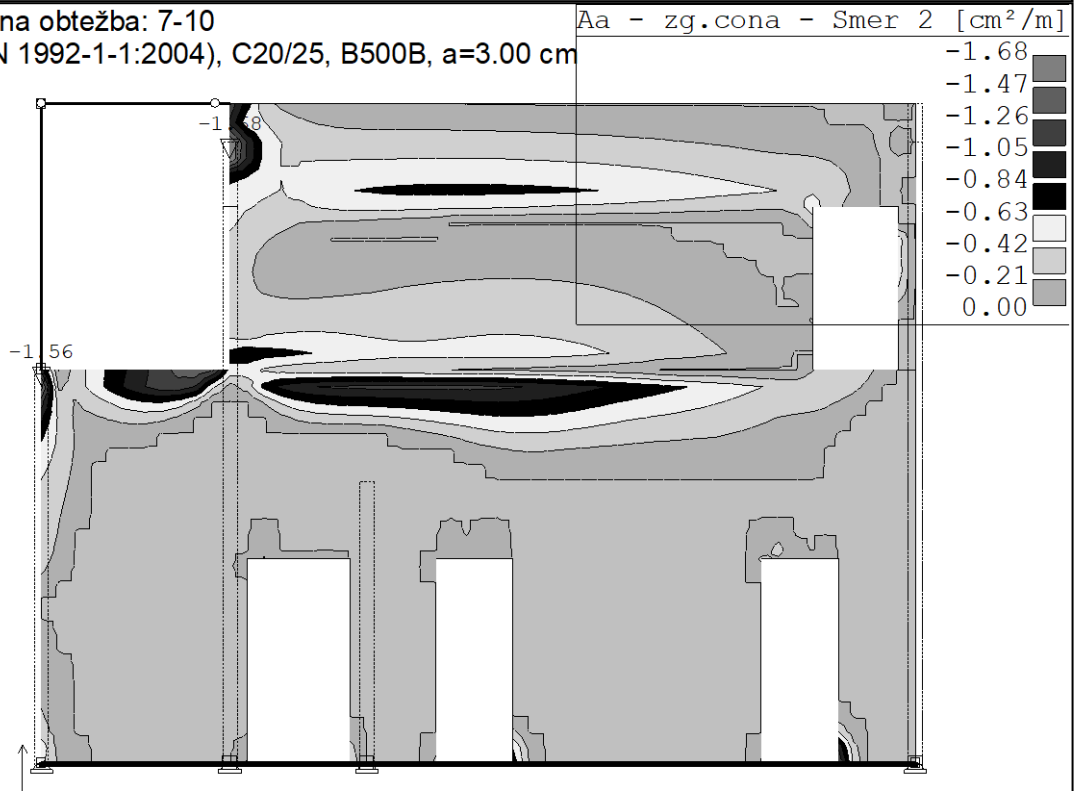
Okvir: V_13
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -3.30 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



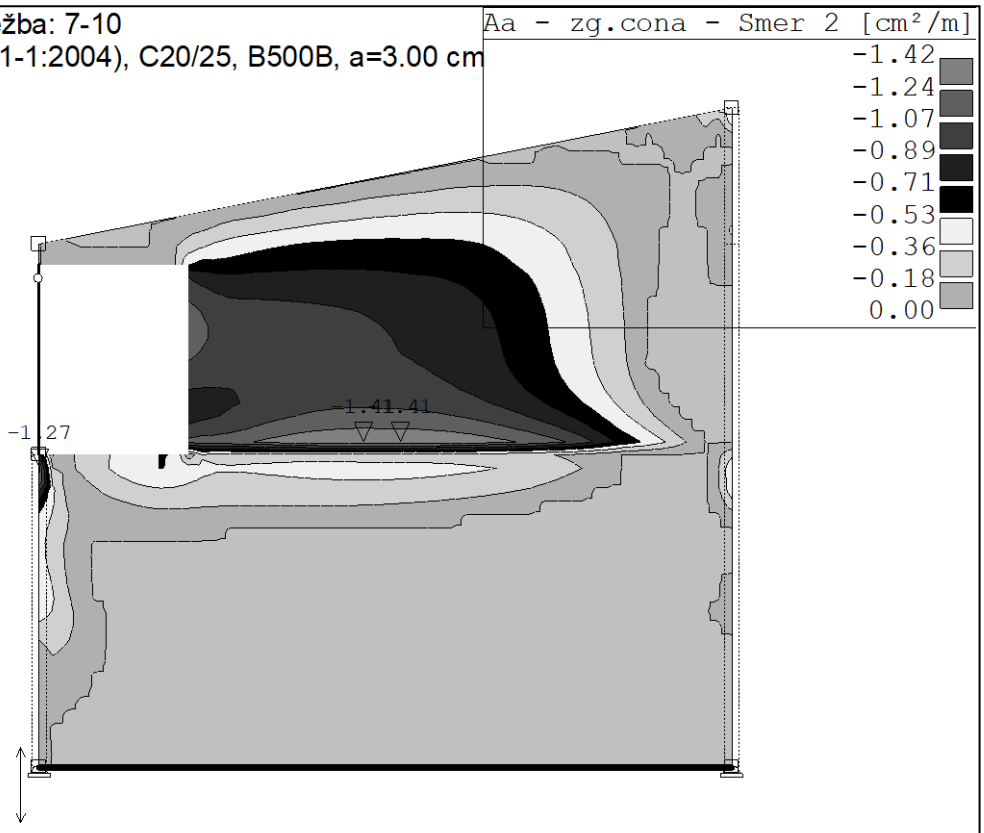
Okvir: V_14
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -0.49 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



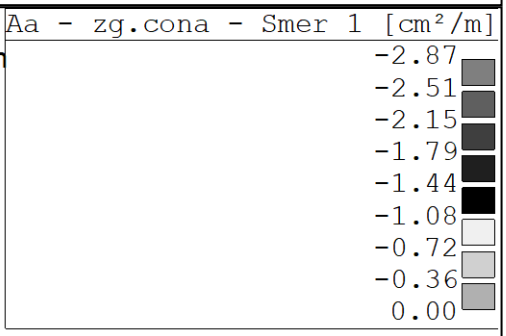
Okvir: V_15
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -1.68 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Okvir: V_16
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -1.41 cm²/m

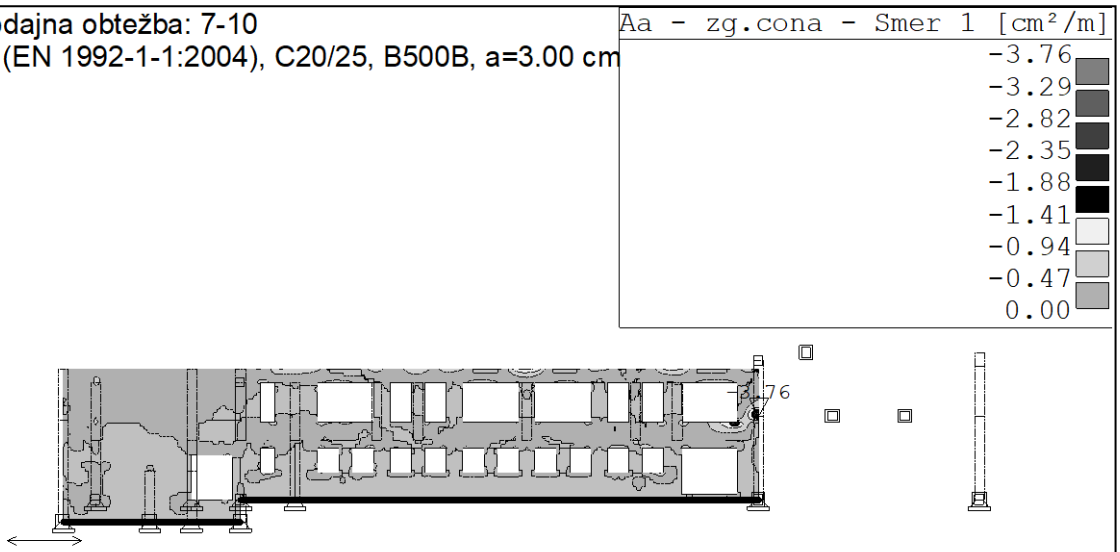
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm





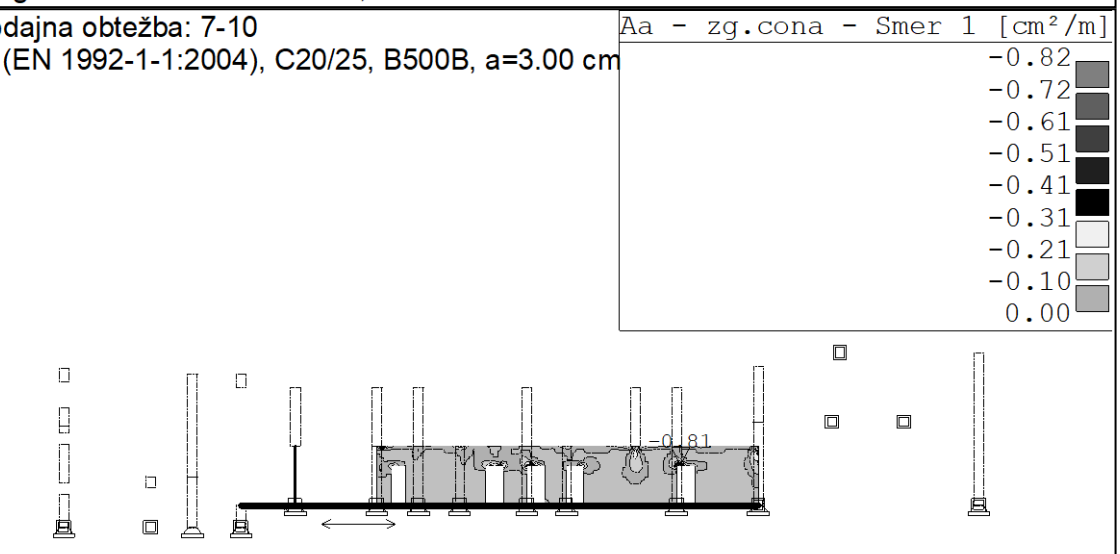
Okvir: H_4
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -2.86 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Okvir: H_5
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -3.76 cm²/m

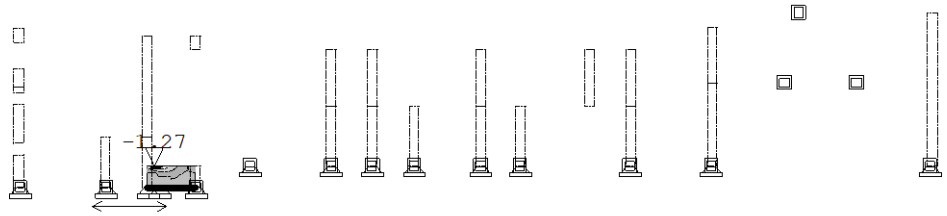
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Okvir: H_6
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.81 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

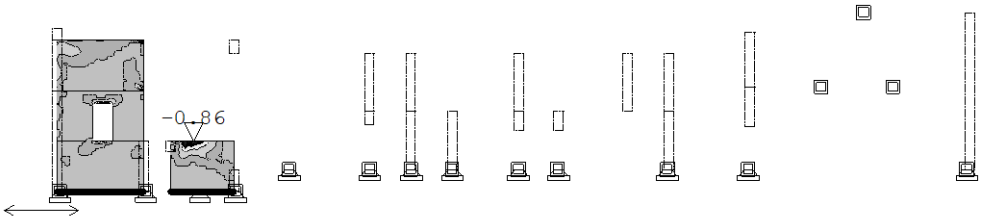
Aa - zg.cona - Smer 1 [cm²/m]
-1.27
-1.11
-0.95
-0.79
-0.64
-0.48
-0.32
-0.16
0.00



Okvir: H_7
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.27 cm²/m

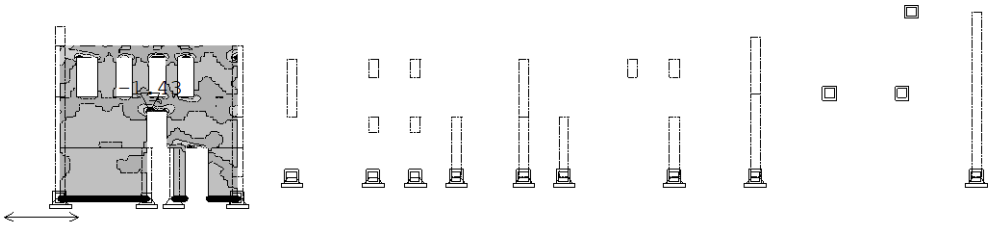
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

Aa - zg.cona - Smer 1 [cm²/m]
-0.87
-0.76
-0.65
-0.54
-0.44
-0.33
-0.22
-0.11
0.00



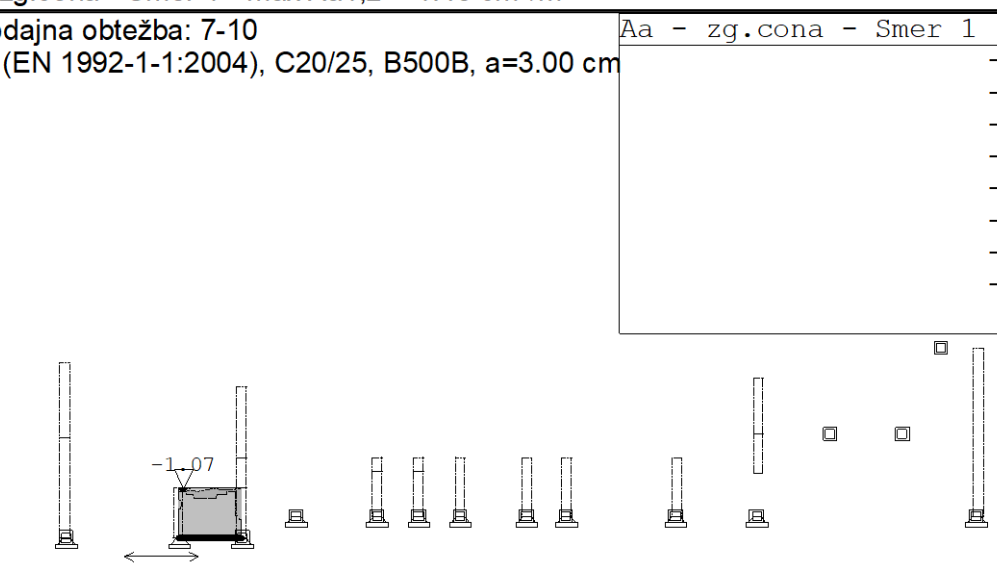
Okvir: H_8
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.86 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



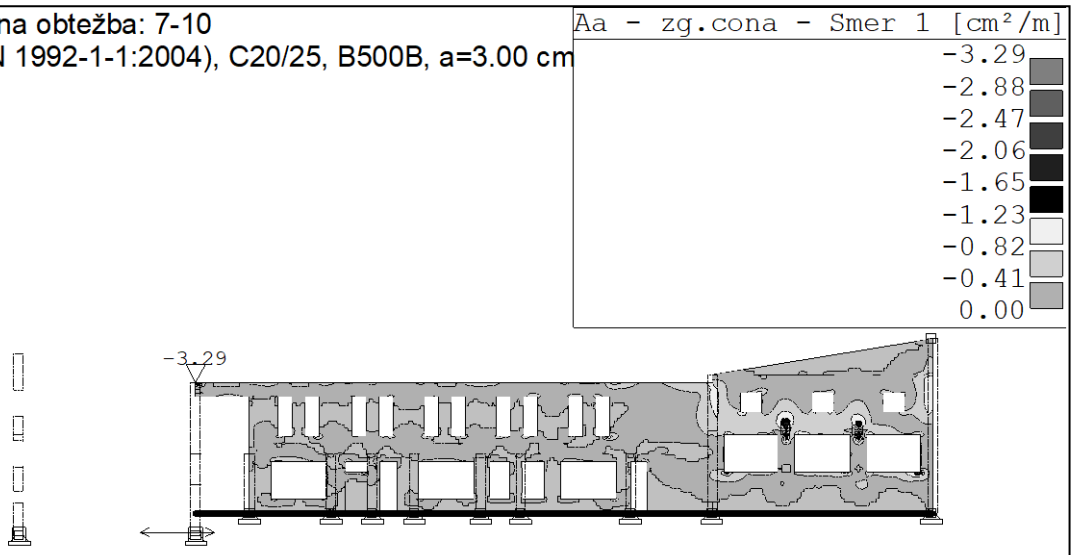
Okvir: H_9
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.43 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



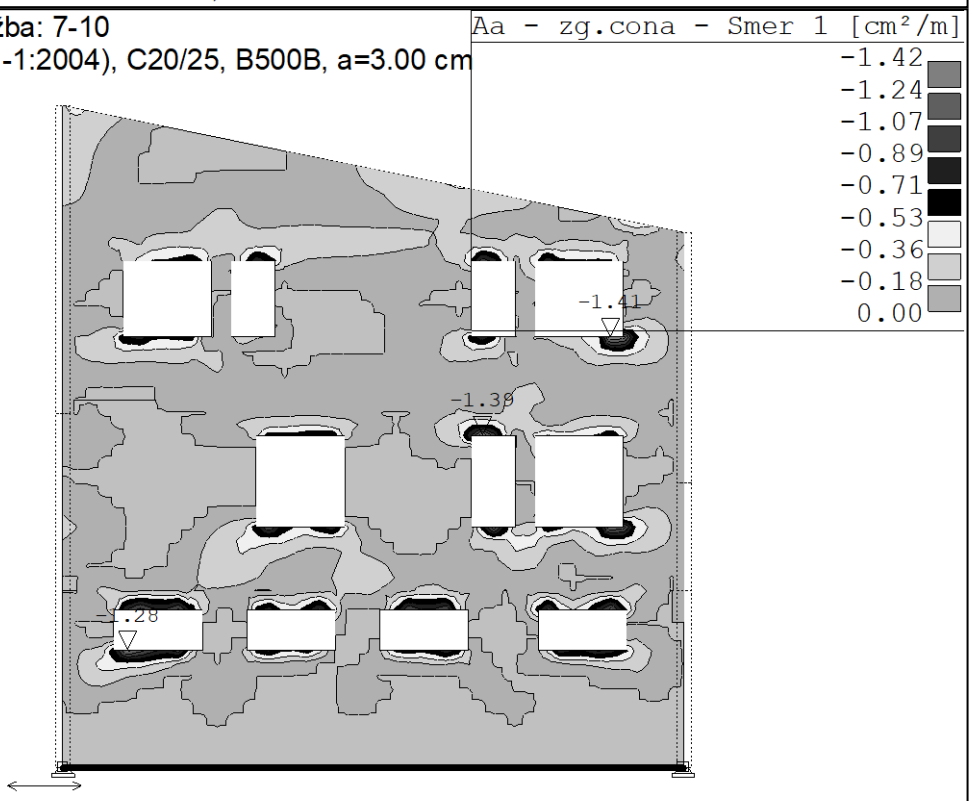
Okvir: H_10
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.07 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



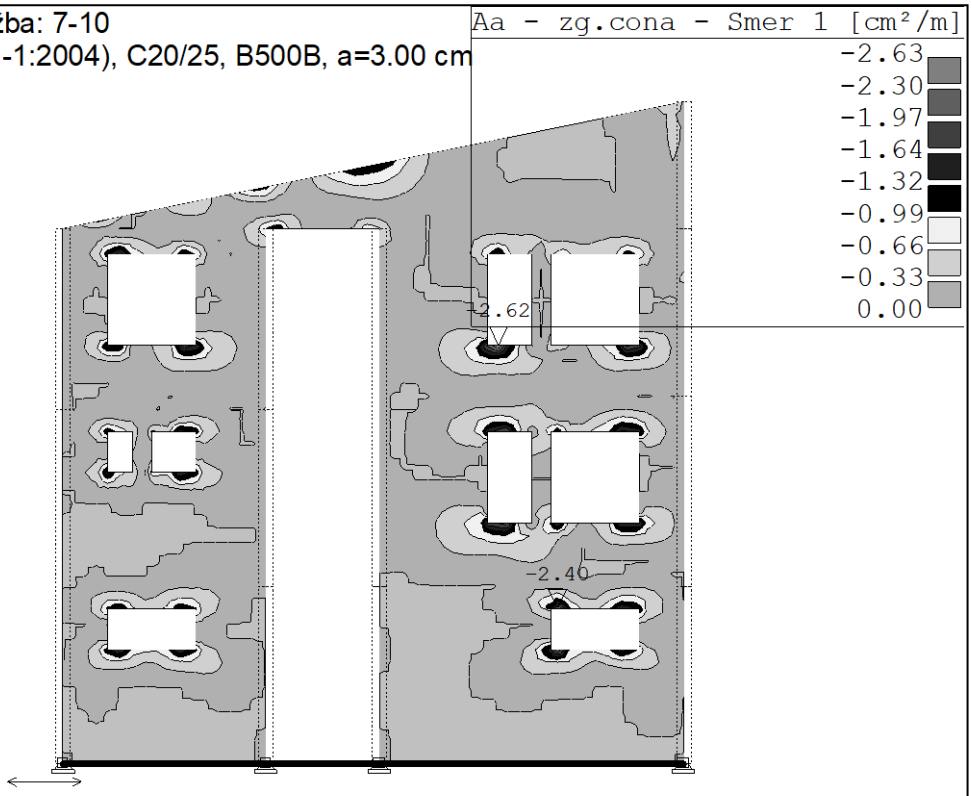
Okvir: H_11
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -3.29 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



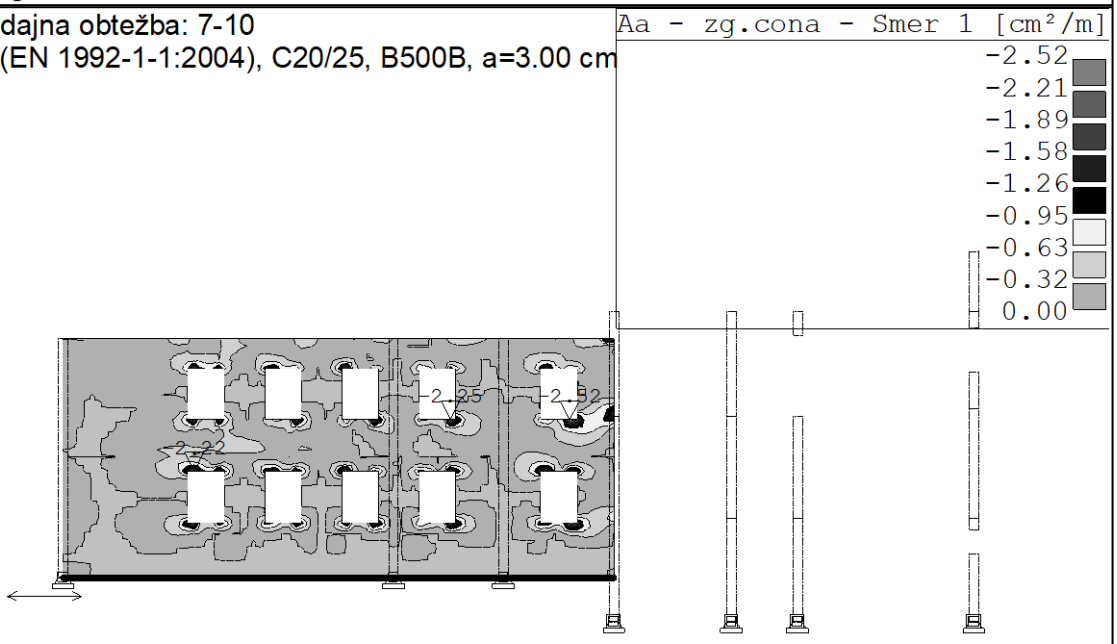
Okvir: H_12
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.41 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



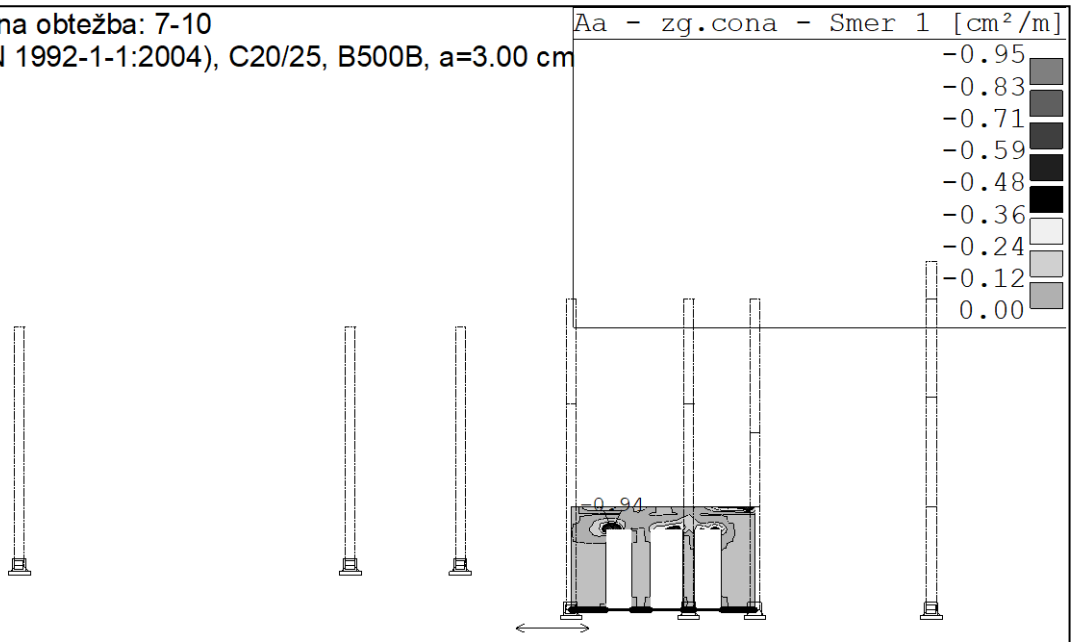
Okvir: V_1
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -2.62 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



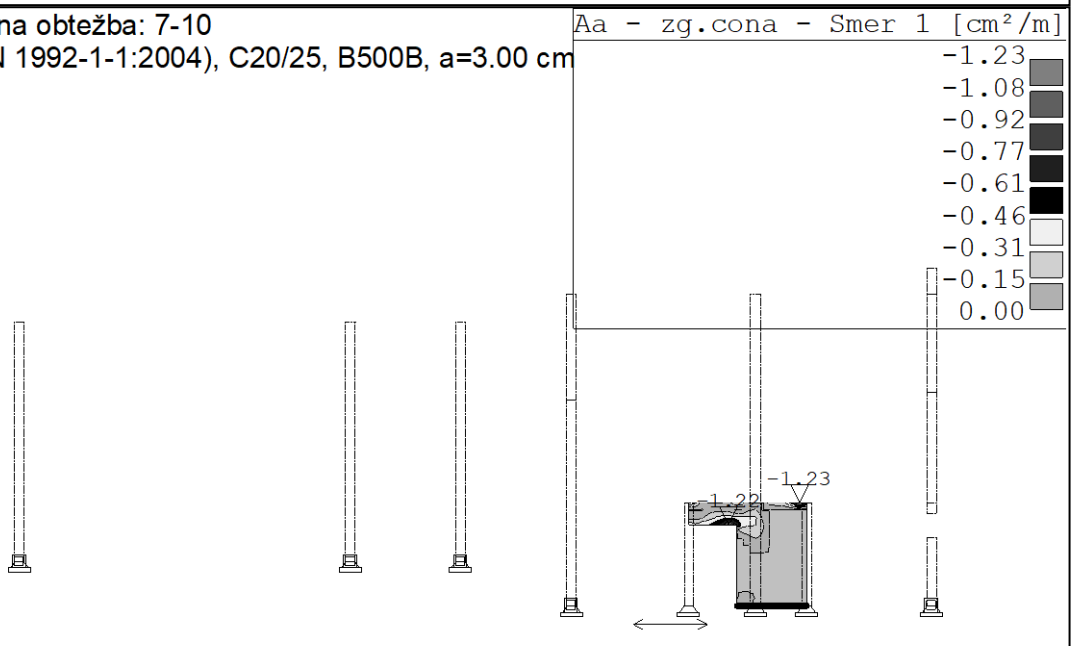
Okvir: V_2
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -2.52 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



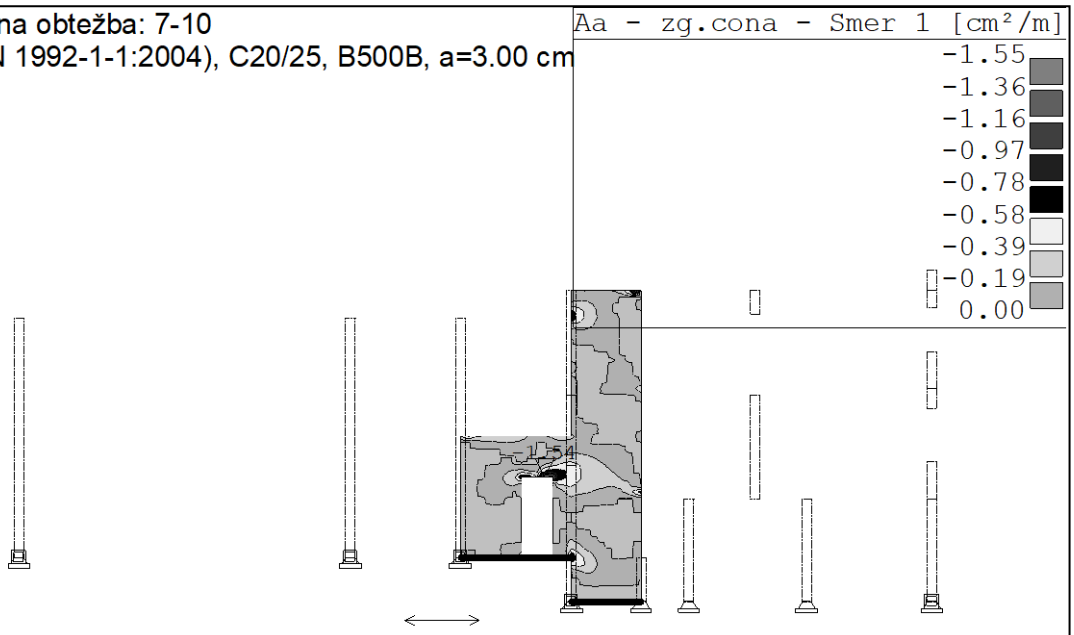
Okvir: V_3
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.94 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



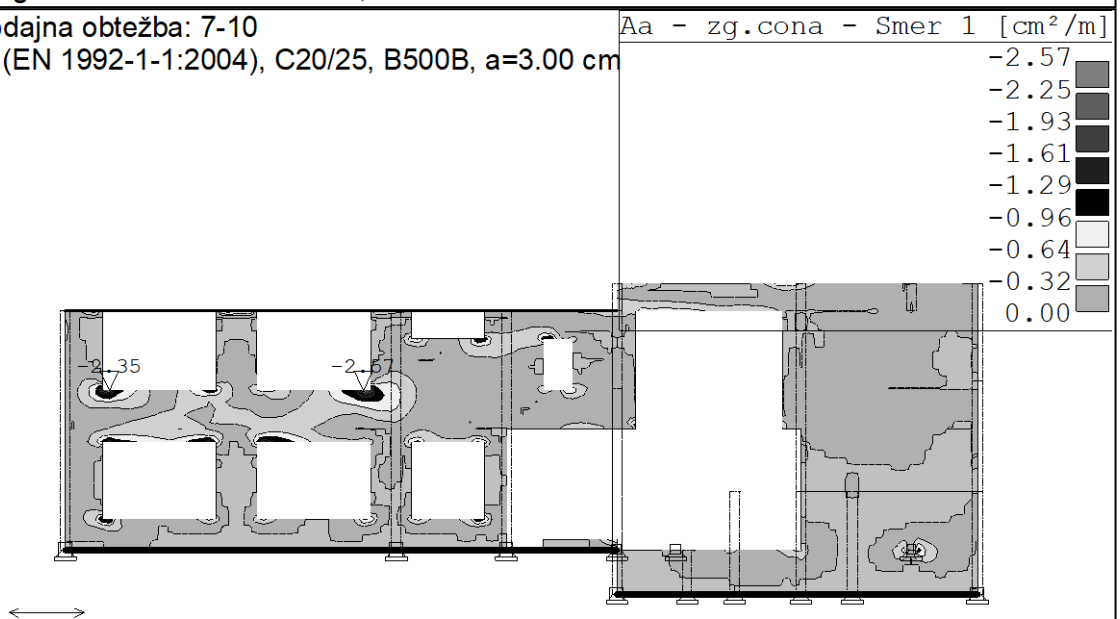
Okvir: V_4
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.23 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

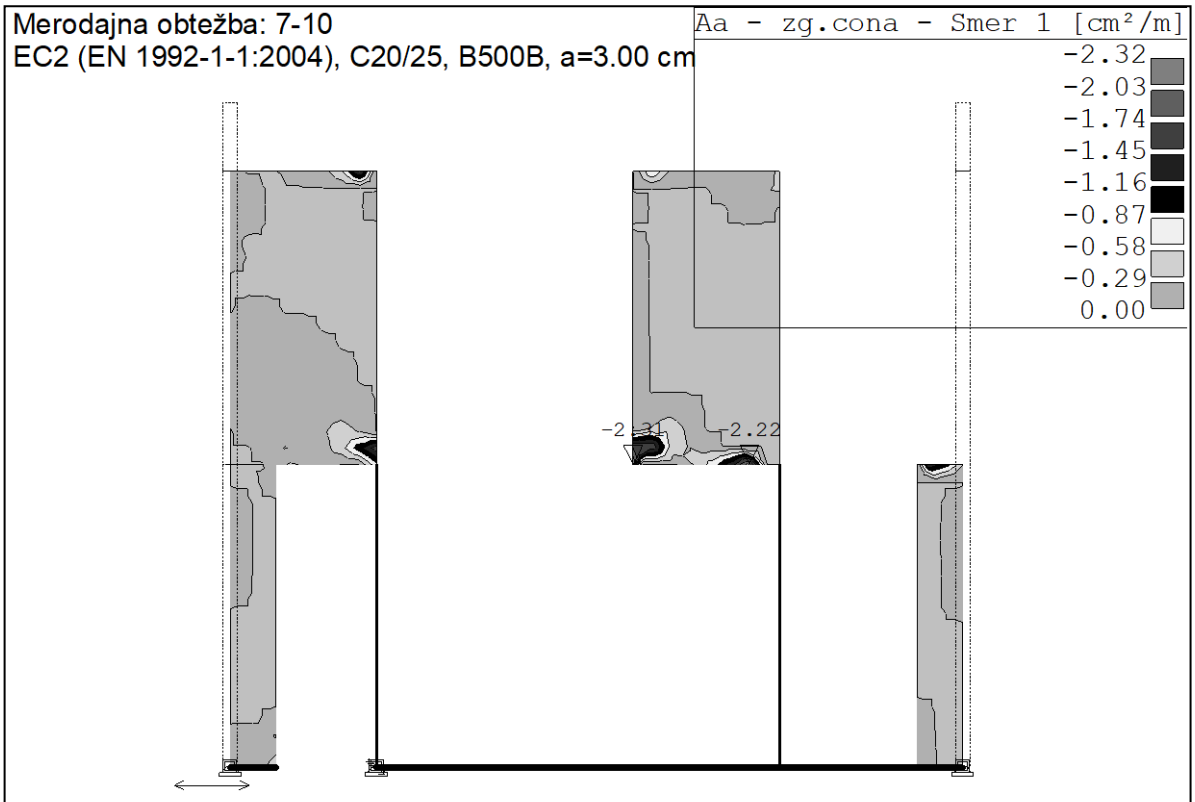


Okvir: V_5
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.54 cm²/m

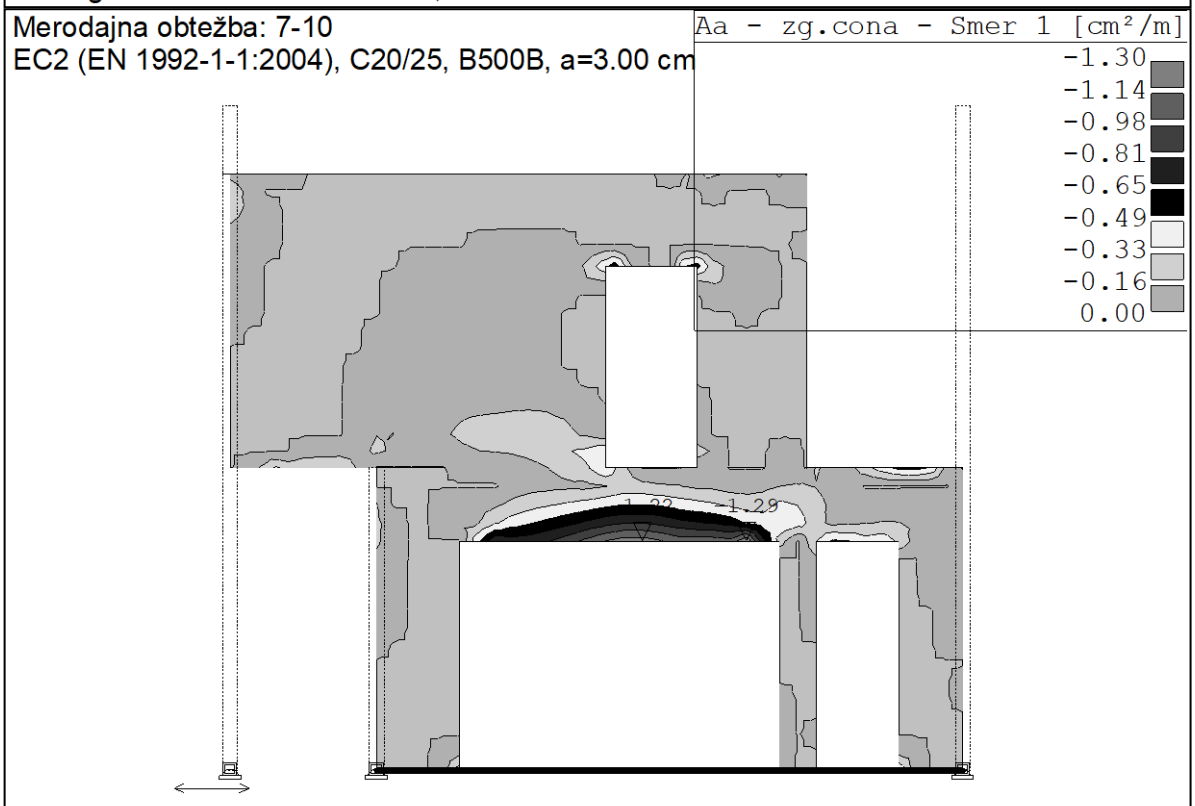
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Okvir: V_6
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -2.57 cm²/m

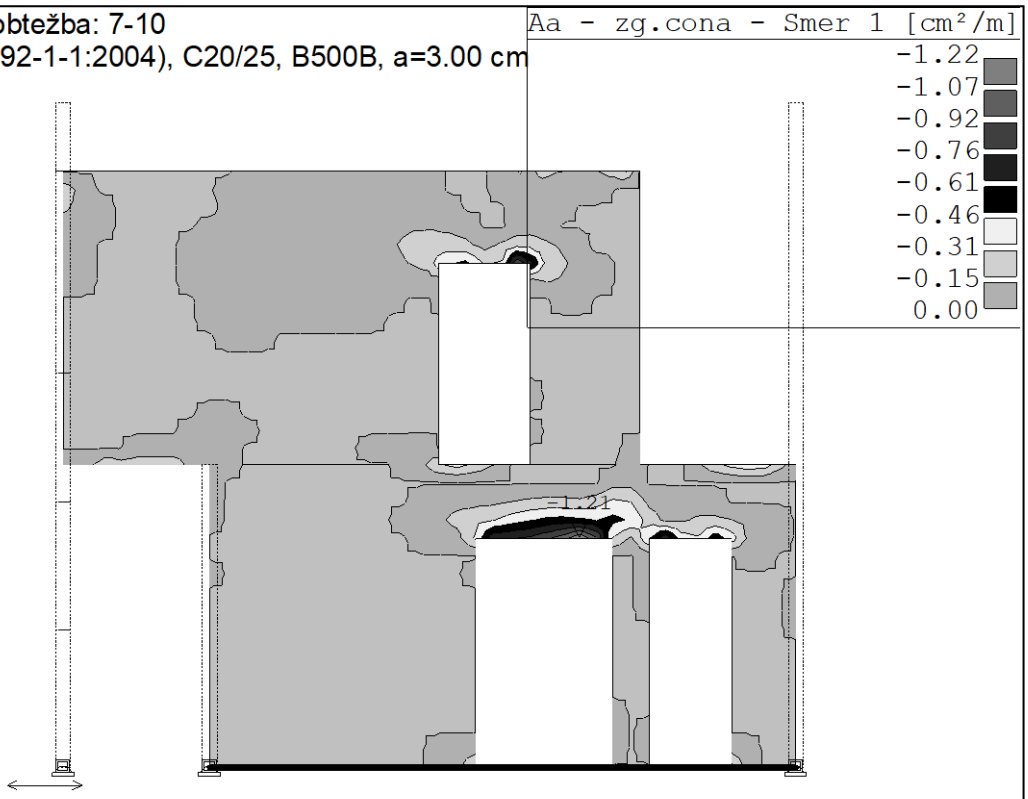


Okvir: V_7
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -2.31 cm²/m



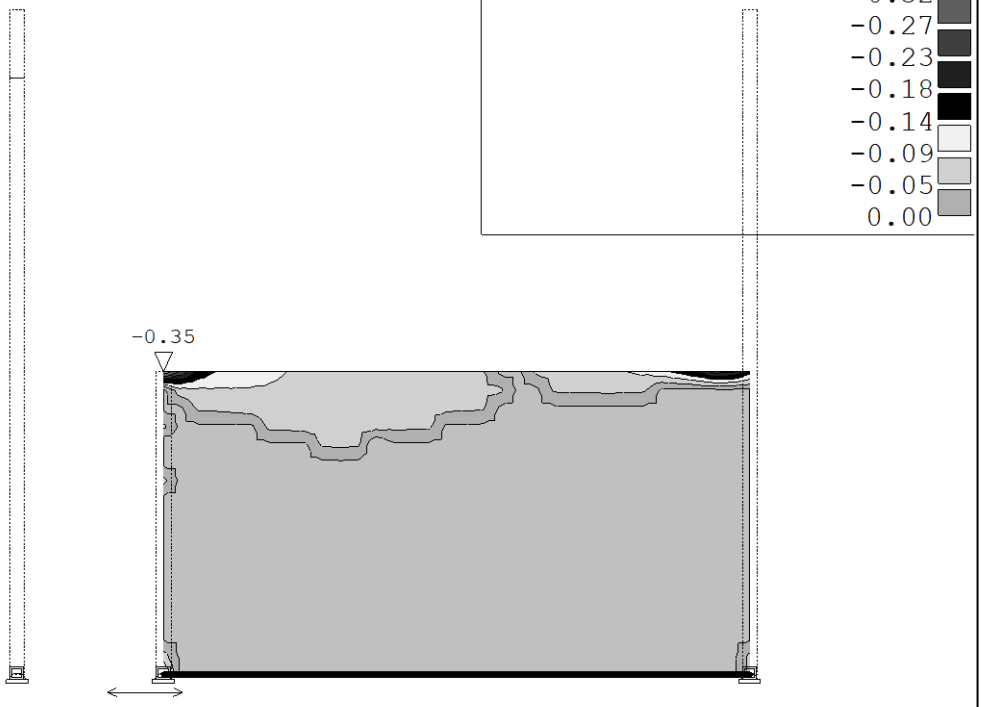
Okvir: V_8
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.29 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



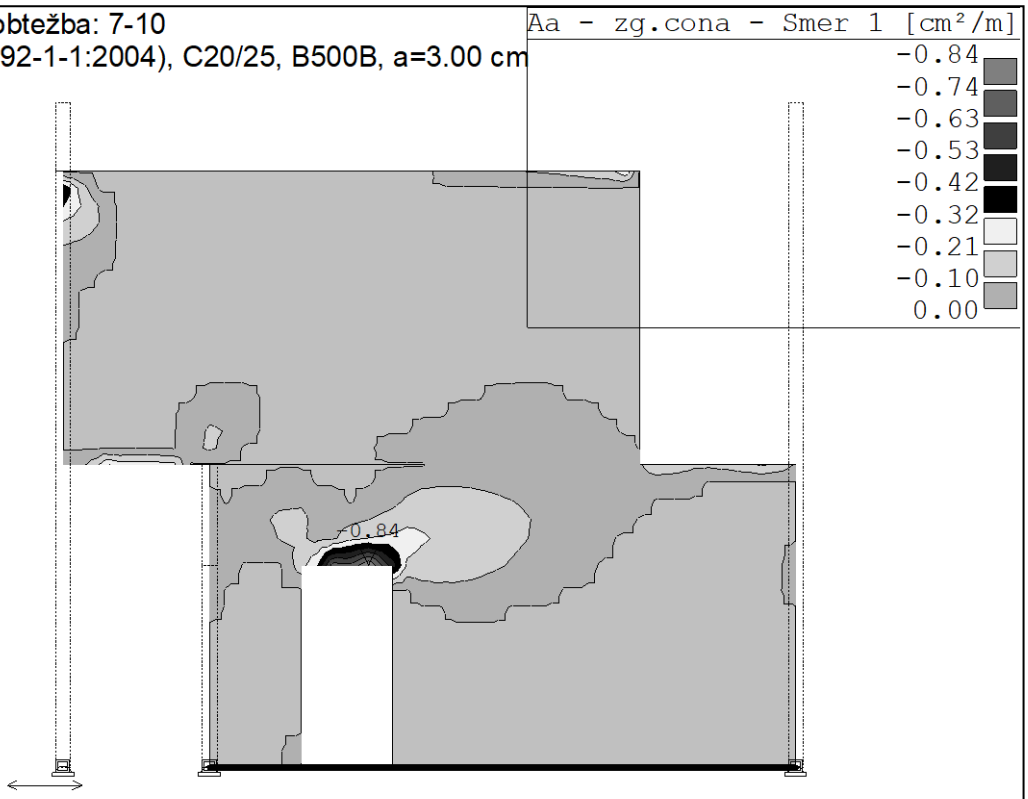
Okvir: V_9
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.21 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



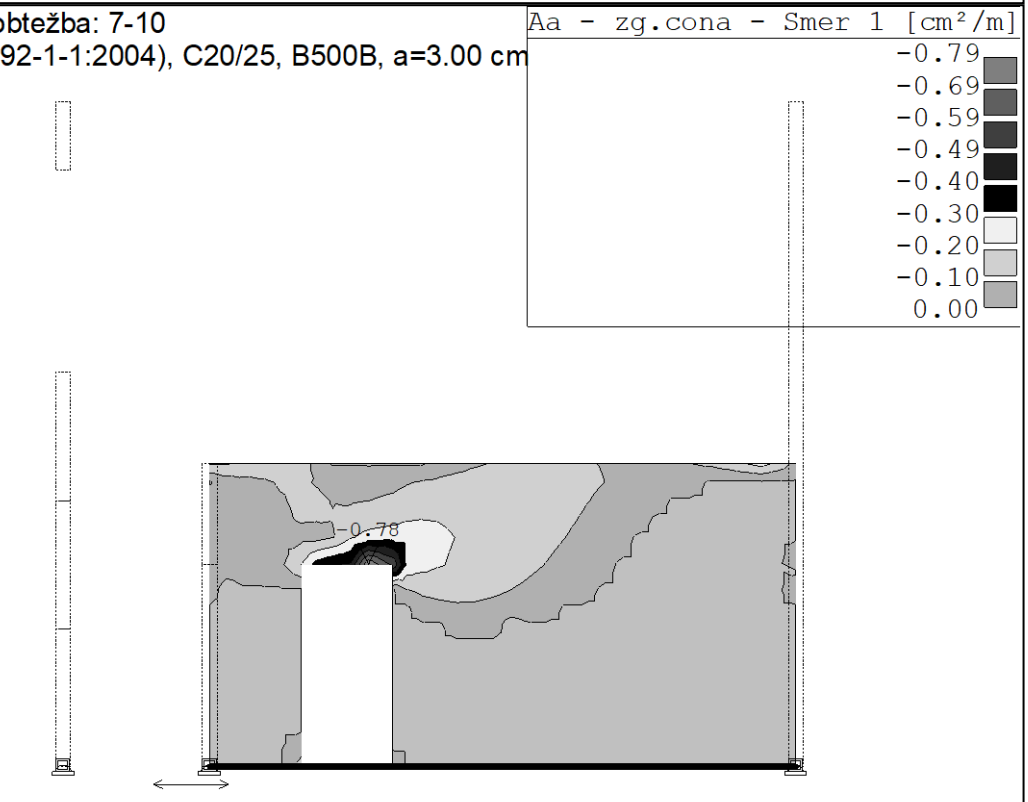
Okvir: V_10
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.35 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



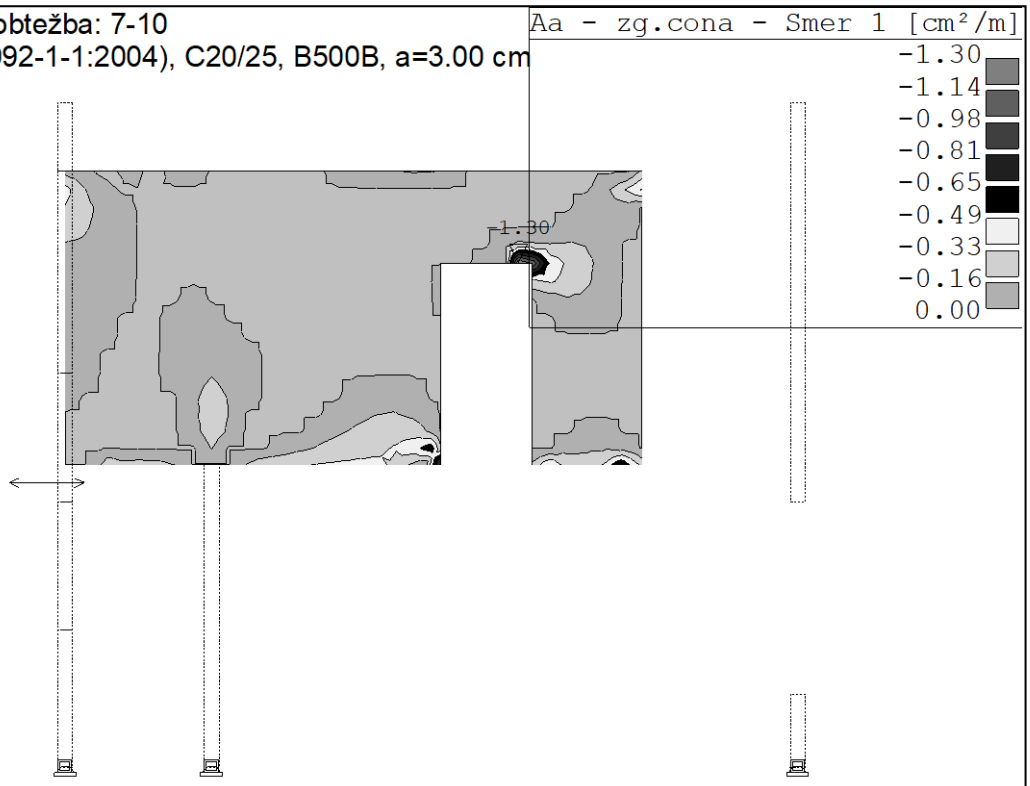
Okvir: V_11
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.84 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



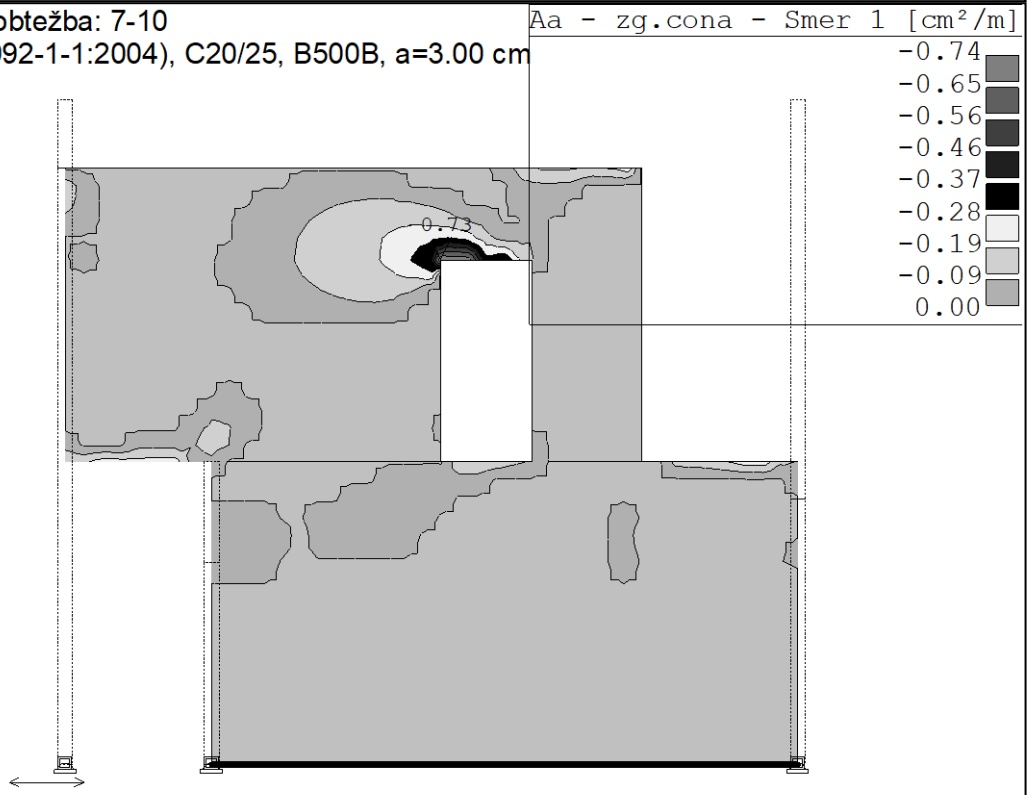
Okvir: V_12
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.78 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



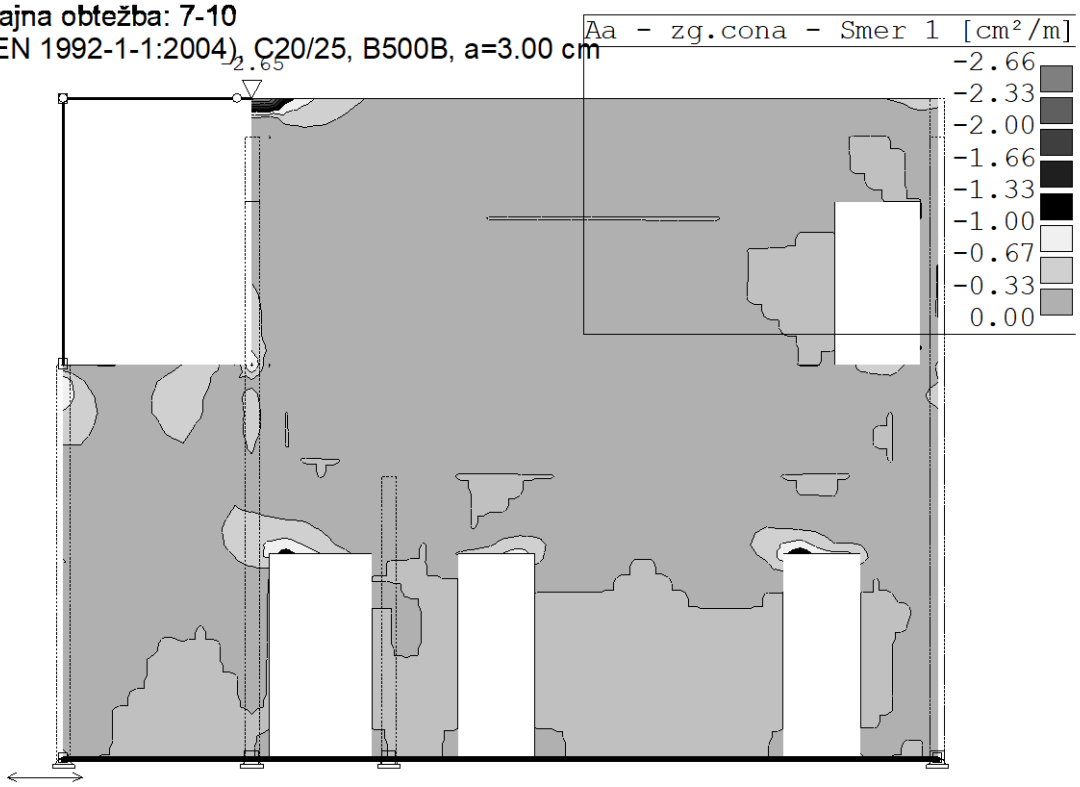
Okvir: V_13
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.30 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



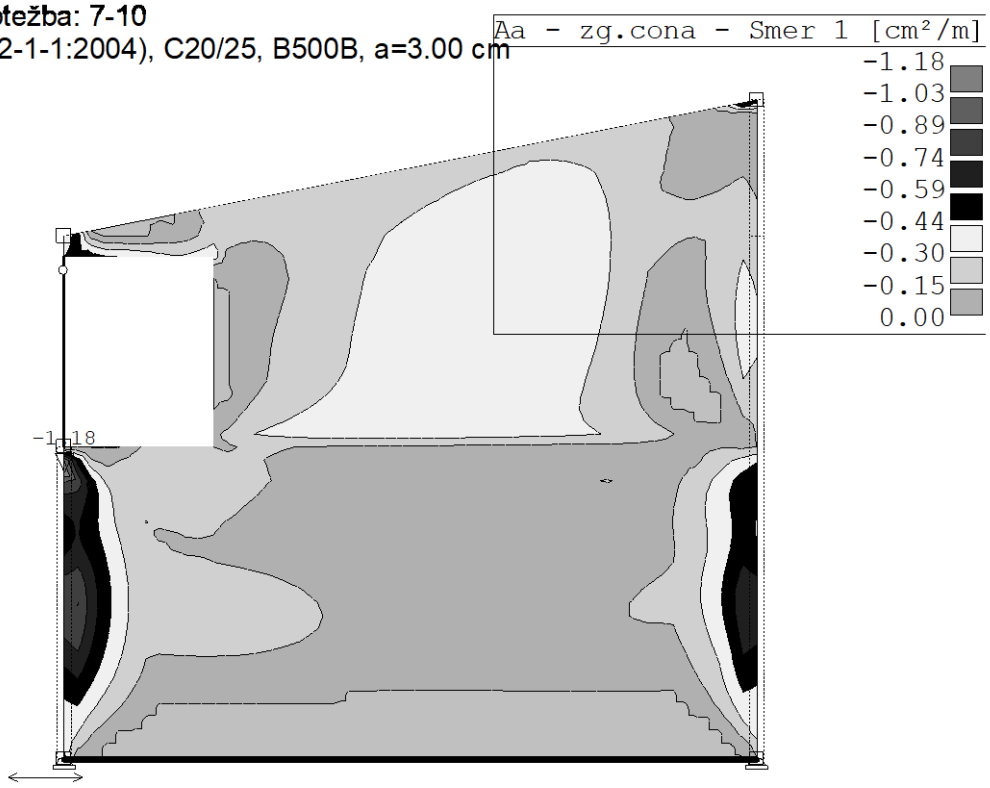
Okvir: V_14
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -0.73 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



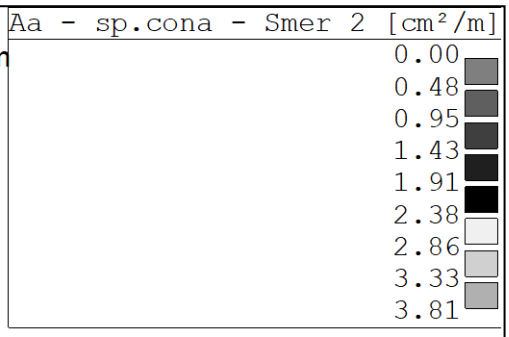
Okvir: V_15
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -2.65 cm²/m

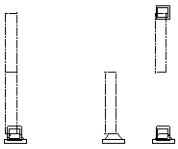
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

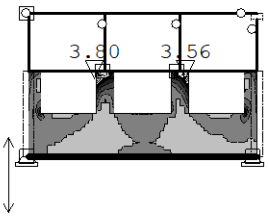


Okvir: V_16
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -1.18 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

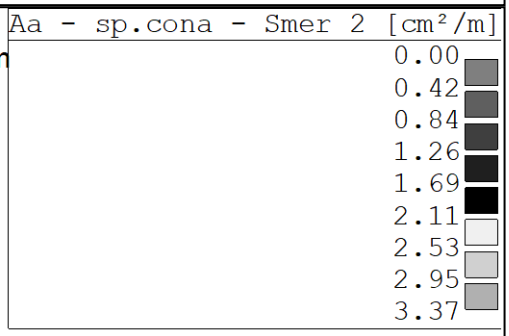


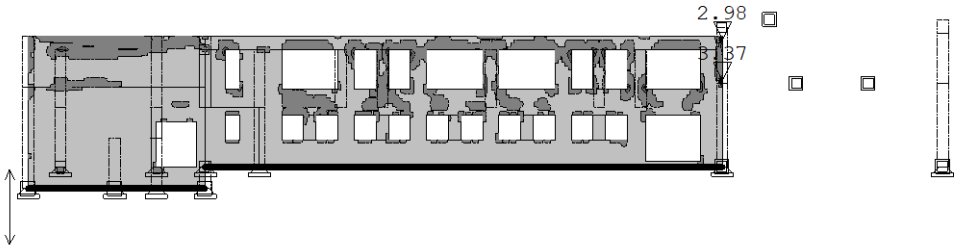




Okvir: H_4
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 3.80 cm²/m

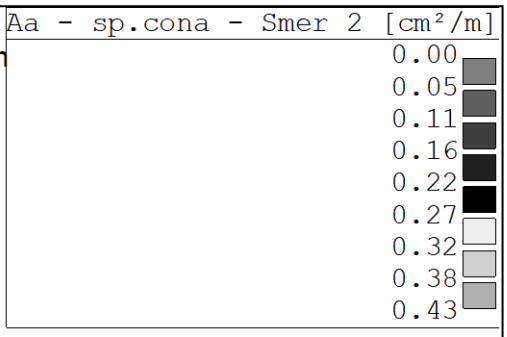
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

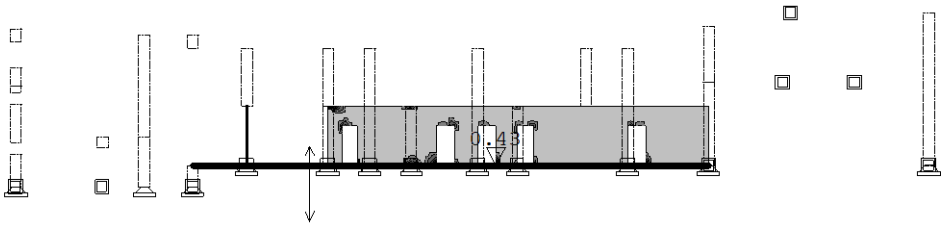




Okvir: H_5
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 3.37 cm²/m

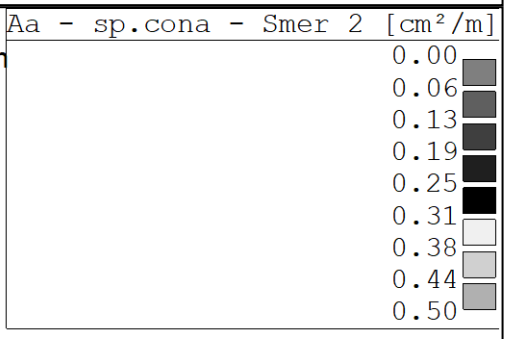
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

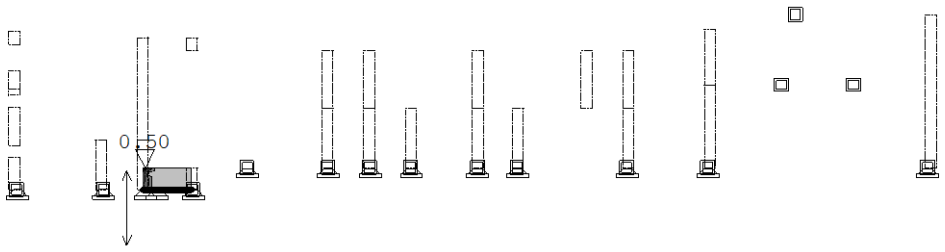




Okvir: H_6
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.43 cm²/m

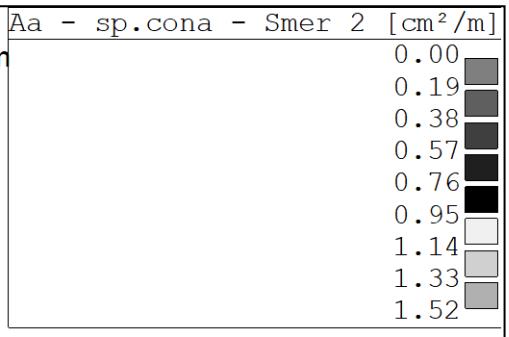
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

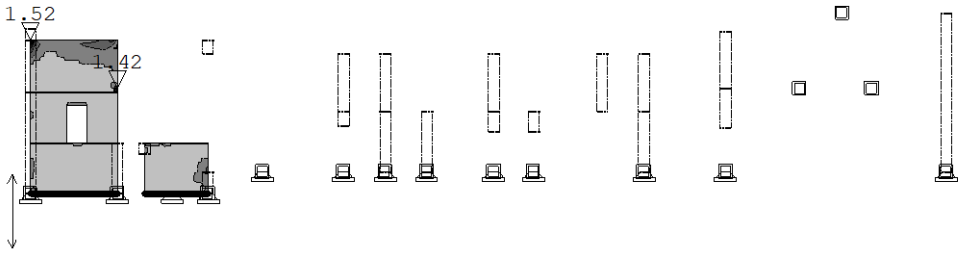




Okvir: H_7
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.50 cm²/m

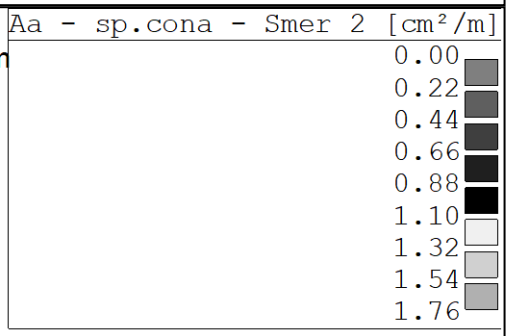
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

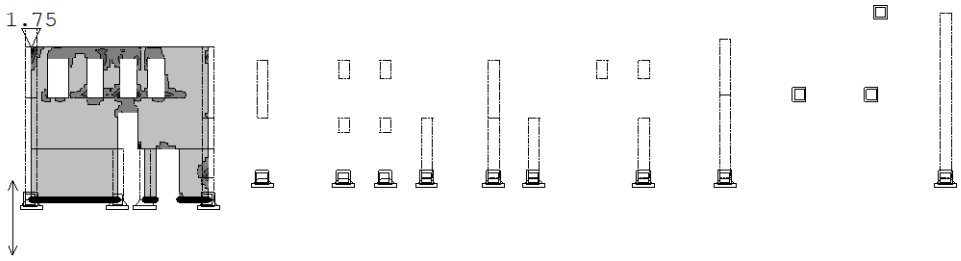




Okvir: H_8
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 1.52 cm²/m

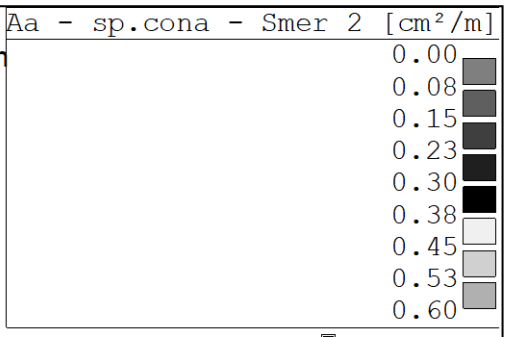
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

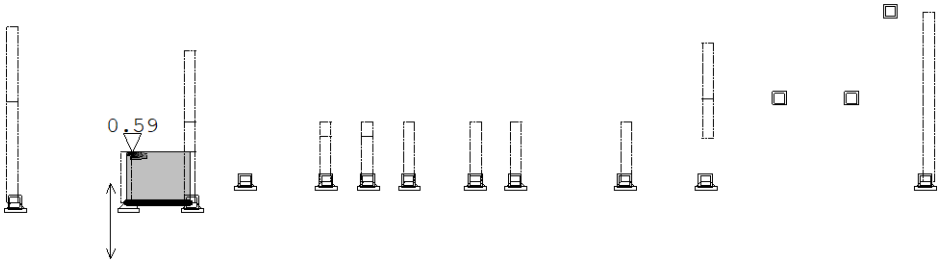




Okvir: H_9
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 1.75 cm²/m

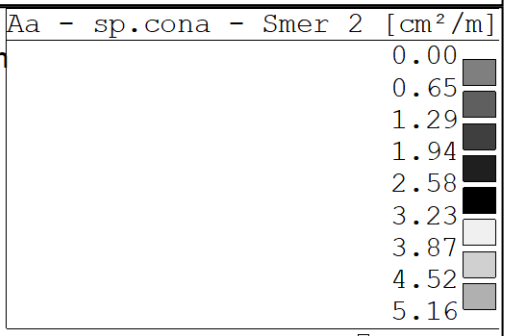
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

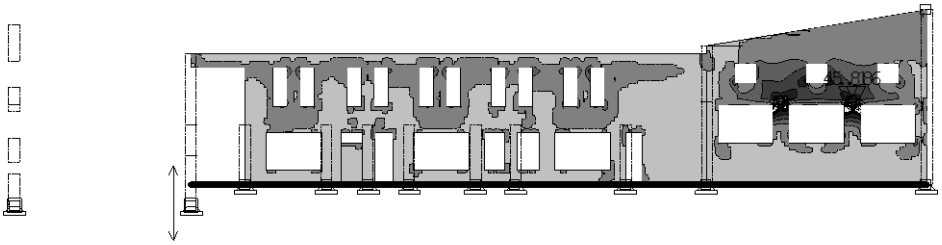




Okvir: H_10
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.59 cm²/m

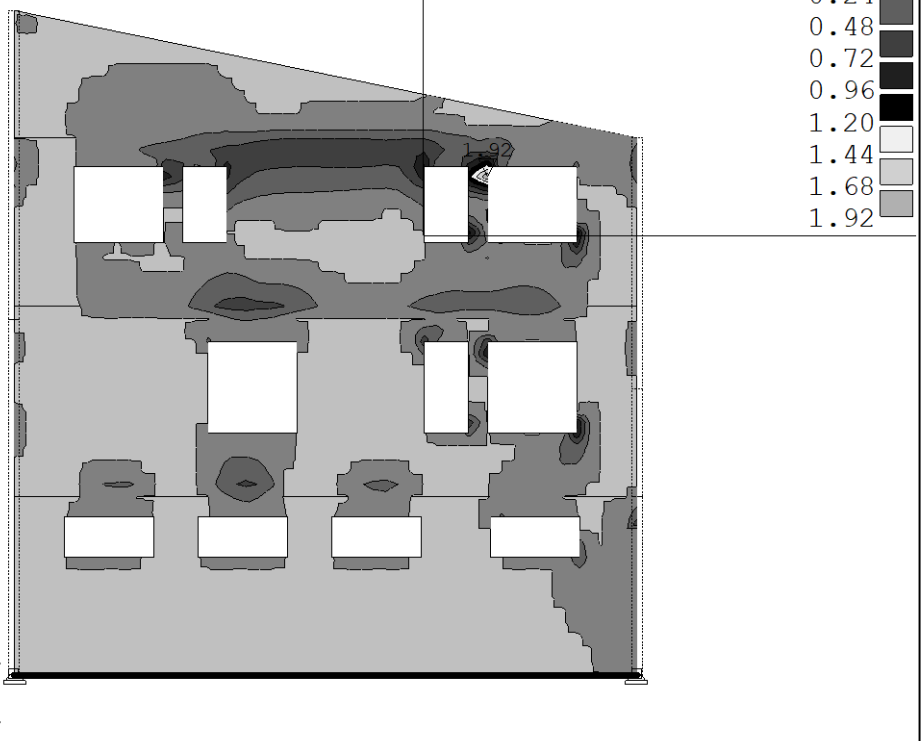
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm





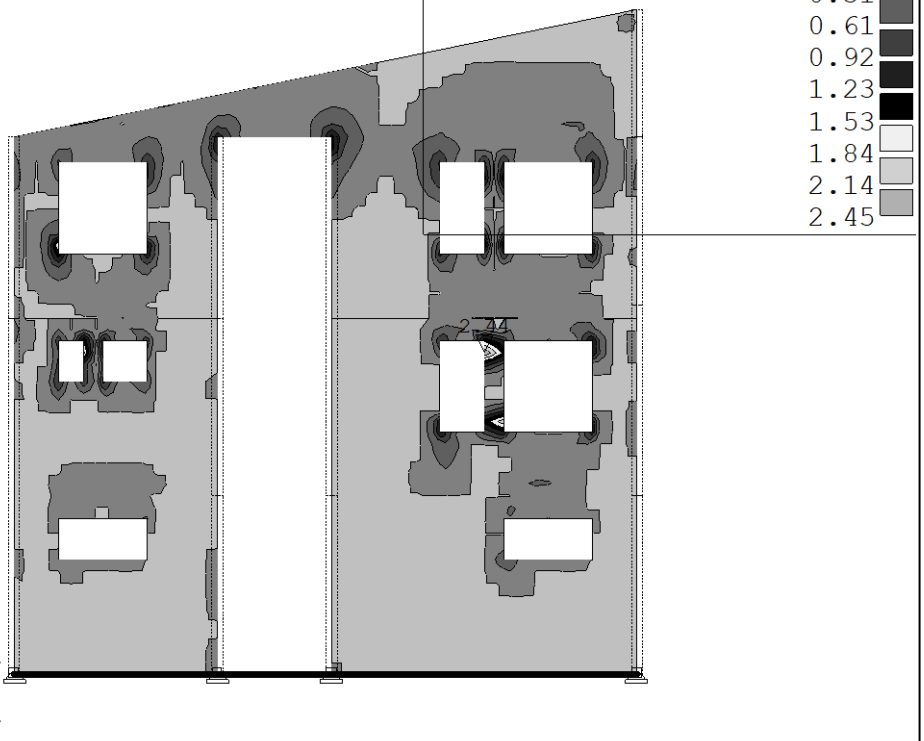
Okvir: H_11
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 5.16 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



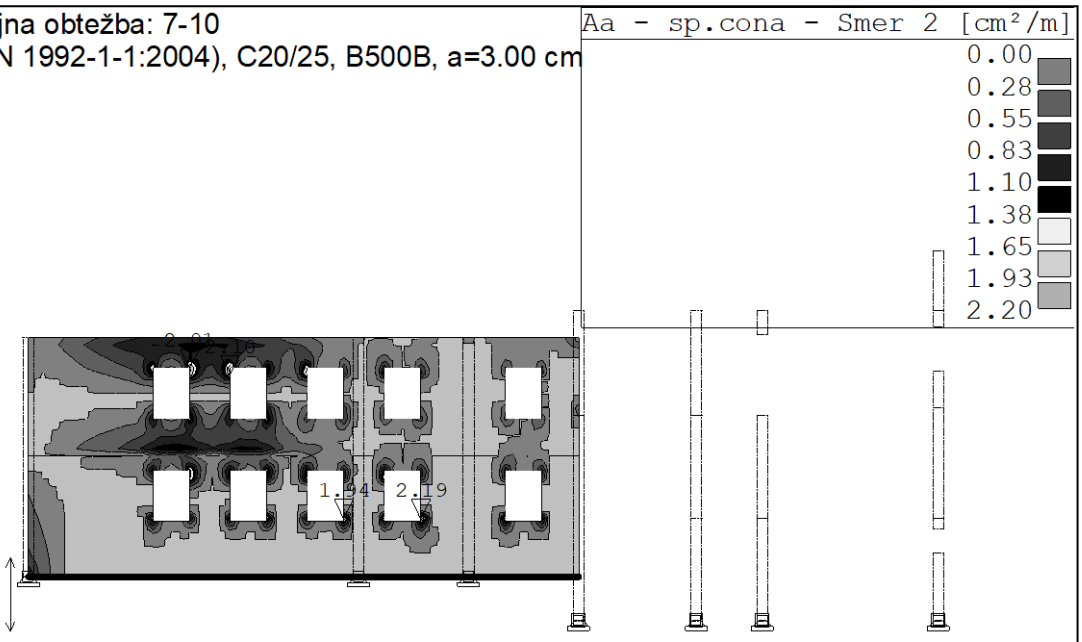
Okvir: H_12
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 1.92 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



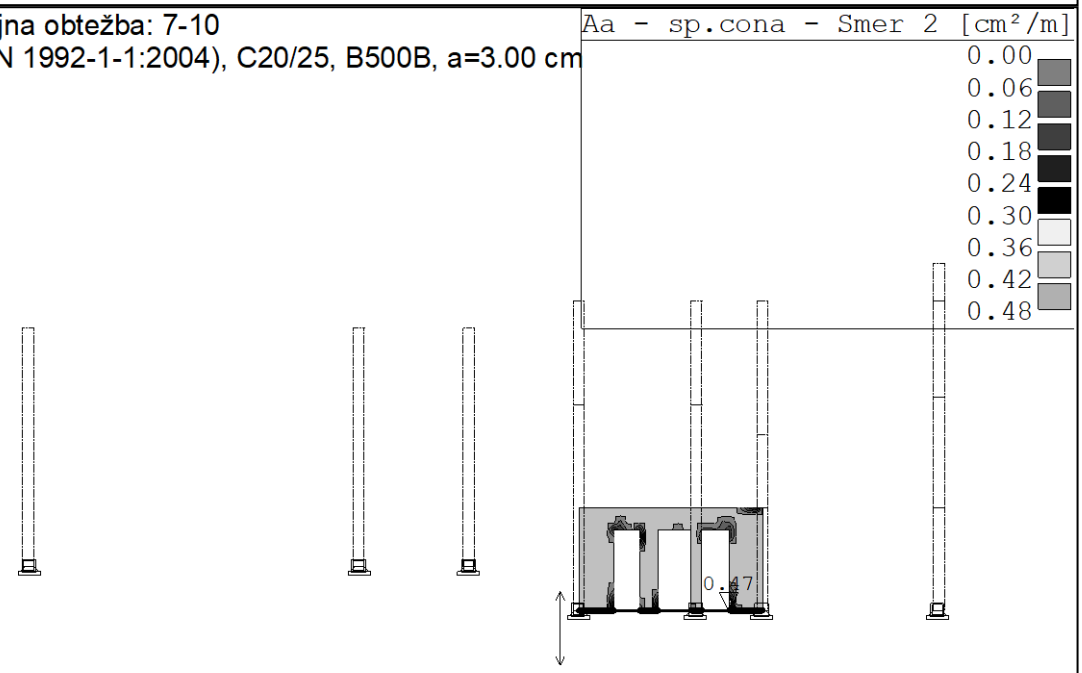
Okvir: V_1
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 2.44 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



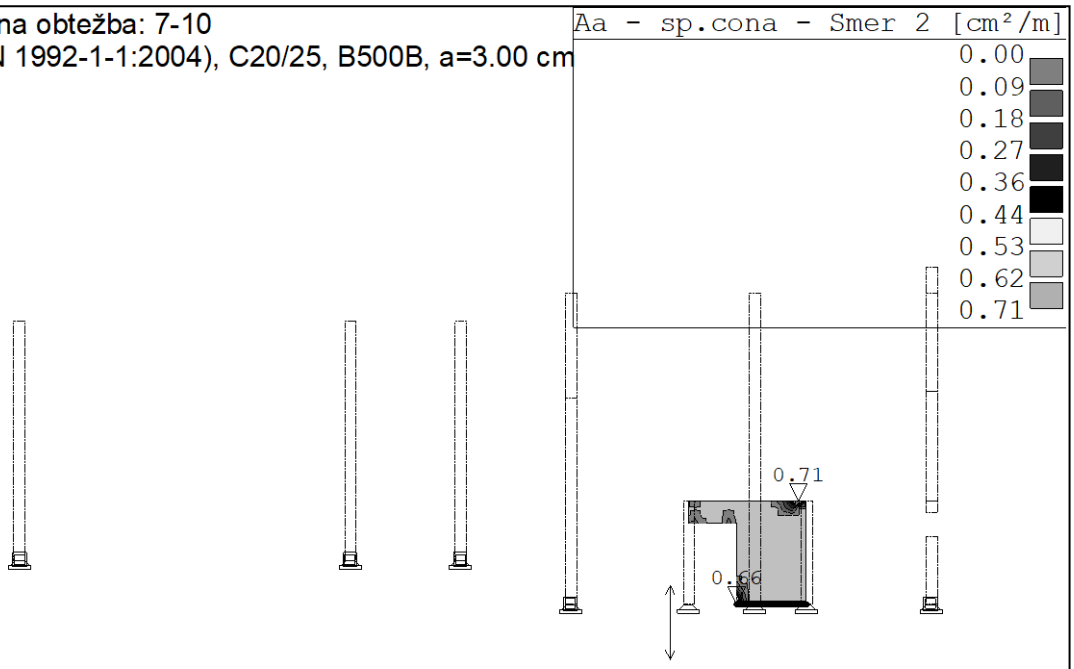
Okvir: V_2
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 2.19 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



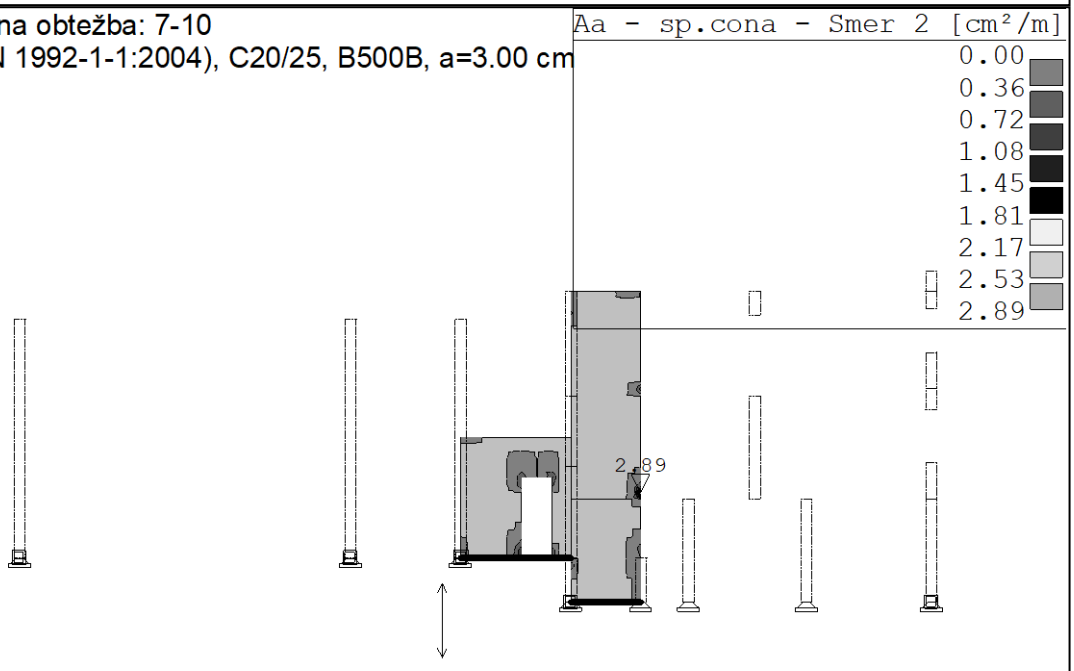
Okvir: V_3
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.47 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



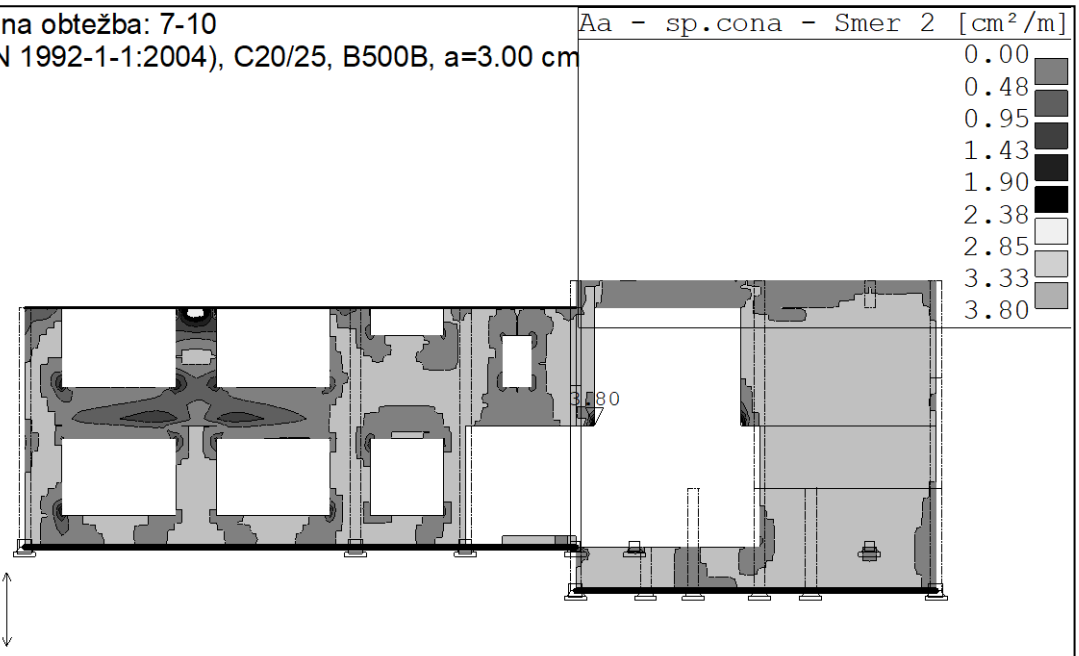
Okvir: V_4
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.71 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



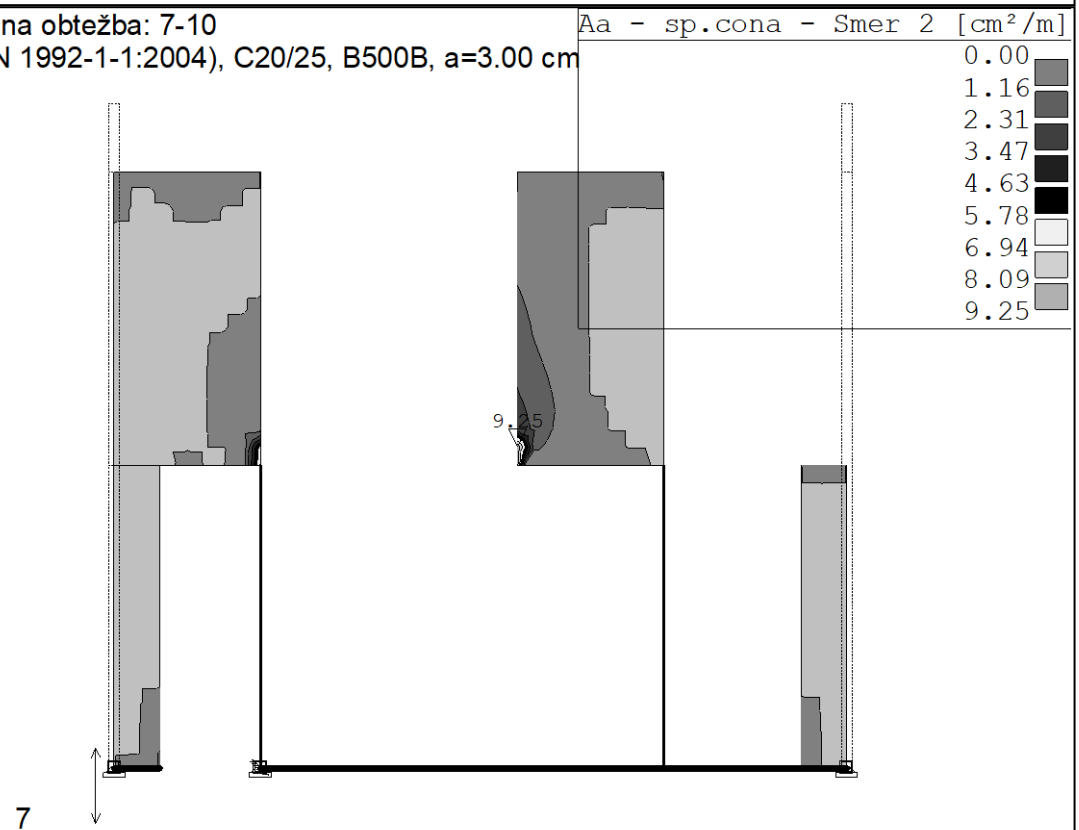
Okvir: V_5
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 2.89 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

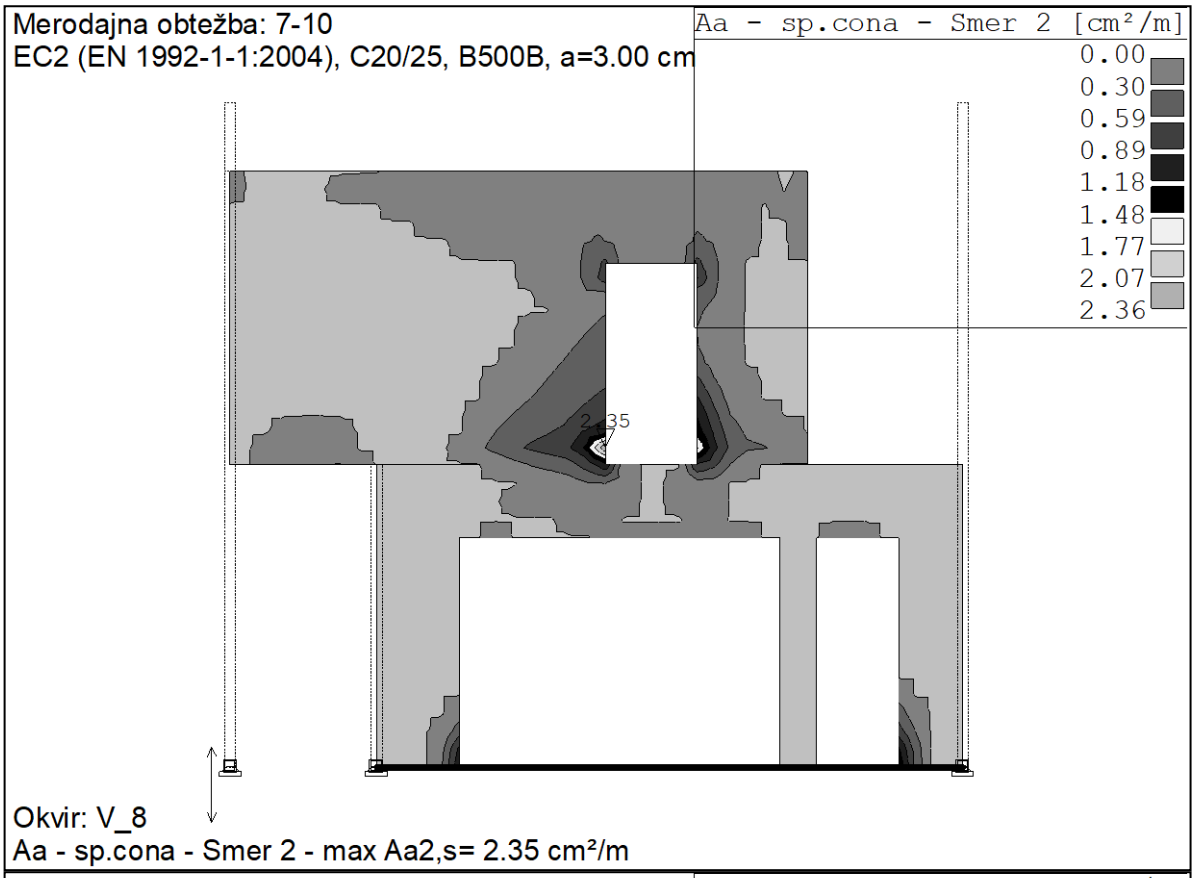


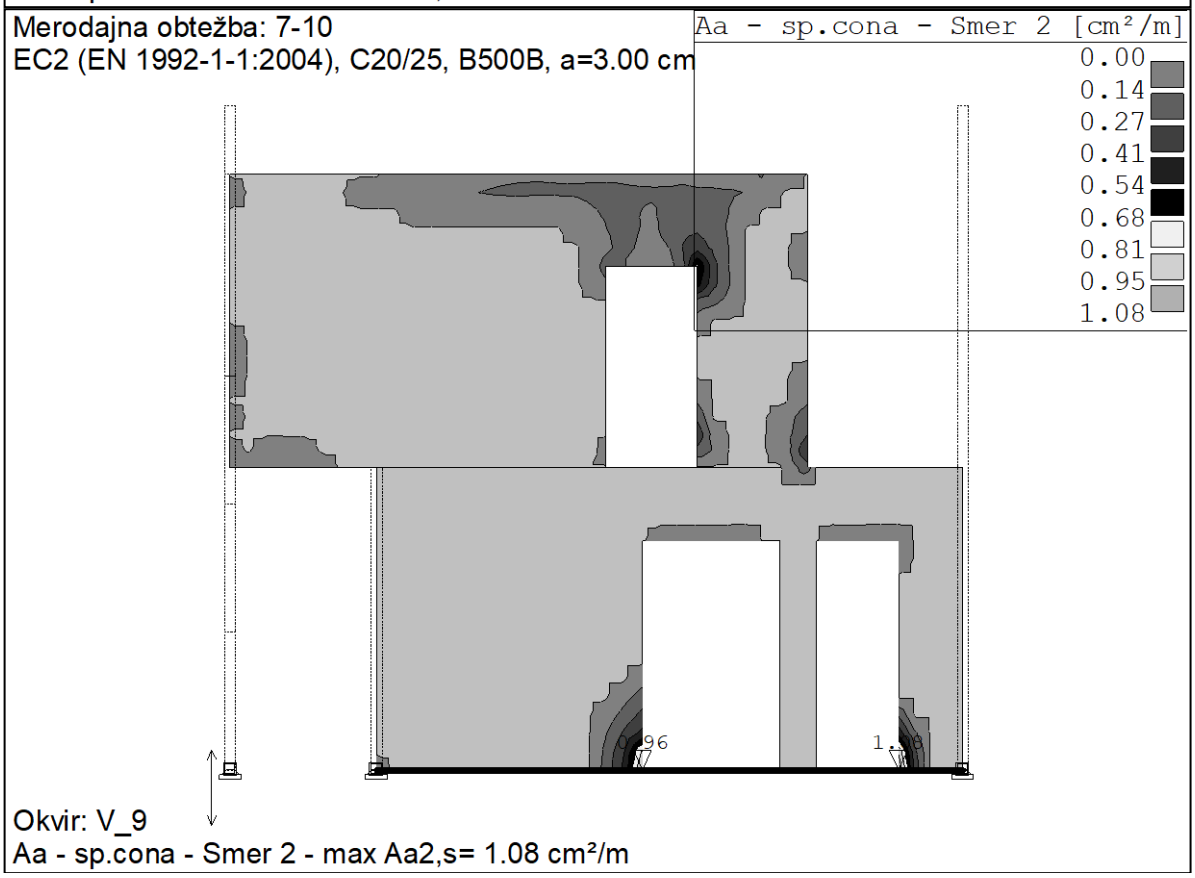
Okvir: V_6
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 3.80 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

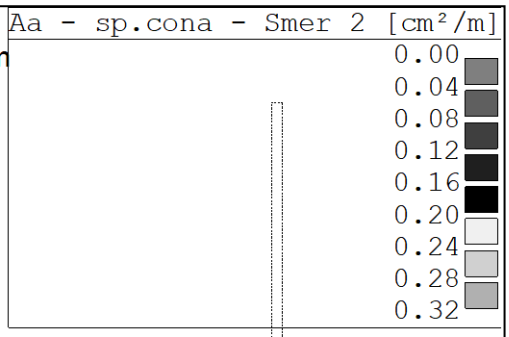


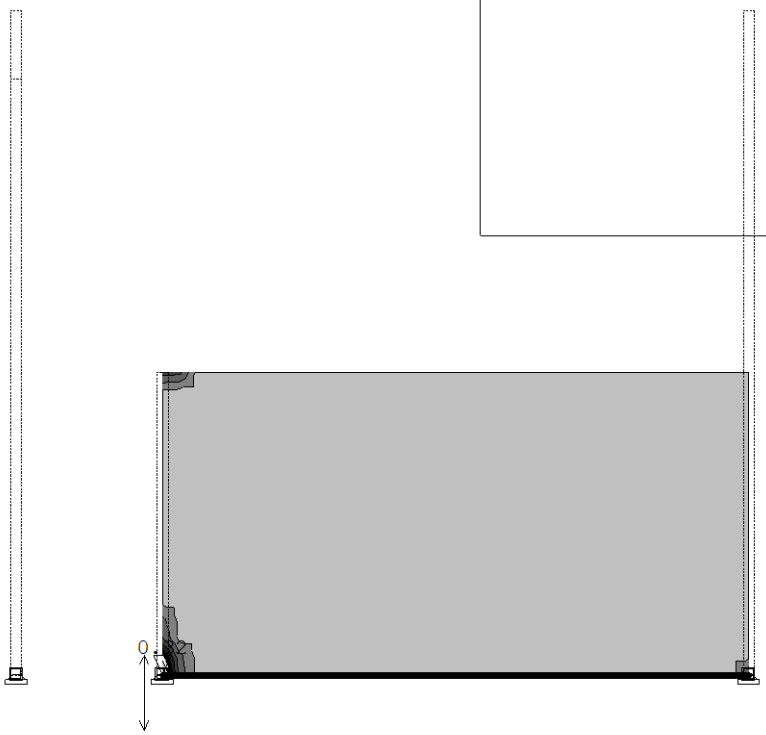
Okvir: V_7
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 9.25 cm²/m


Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm
Aa - sp.cona - Smer 2 [cm²/m]
0.00
0.30
0.59
0.89
1.18
1.48
1.77
2.07
2.36
2.35
Okvir: V_8
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 2.35 cm²/m


Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm
Aa - sp.cona - Smer 2 [cm²/m]
0.00
0.14
0.27
0.41
0.54
0.68
0.81
0.95
1.08
Okvir: V_9
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 1.08 cm²/m

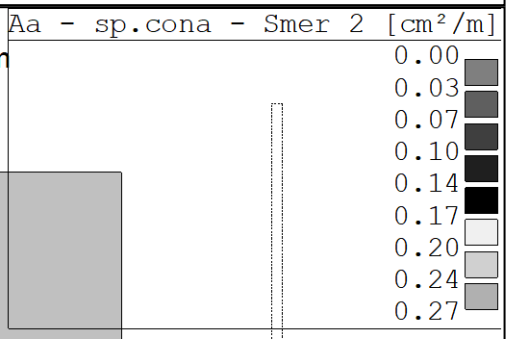
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

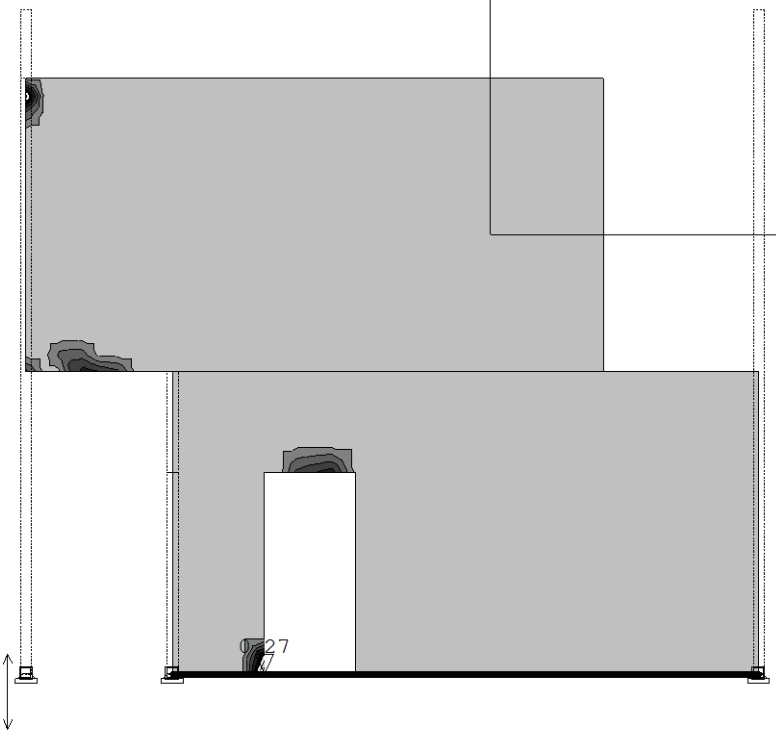




Okvir: V_10
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.32 cm²/m

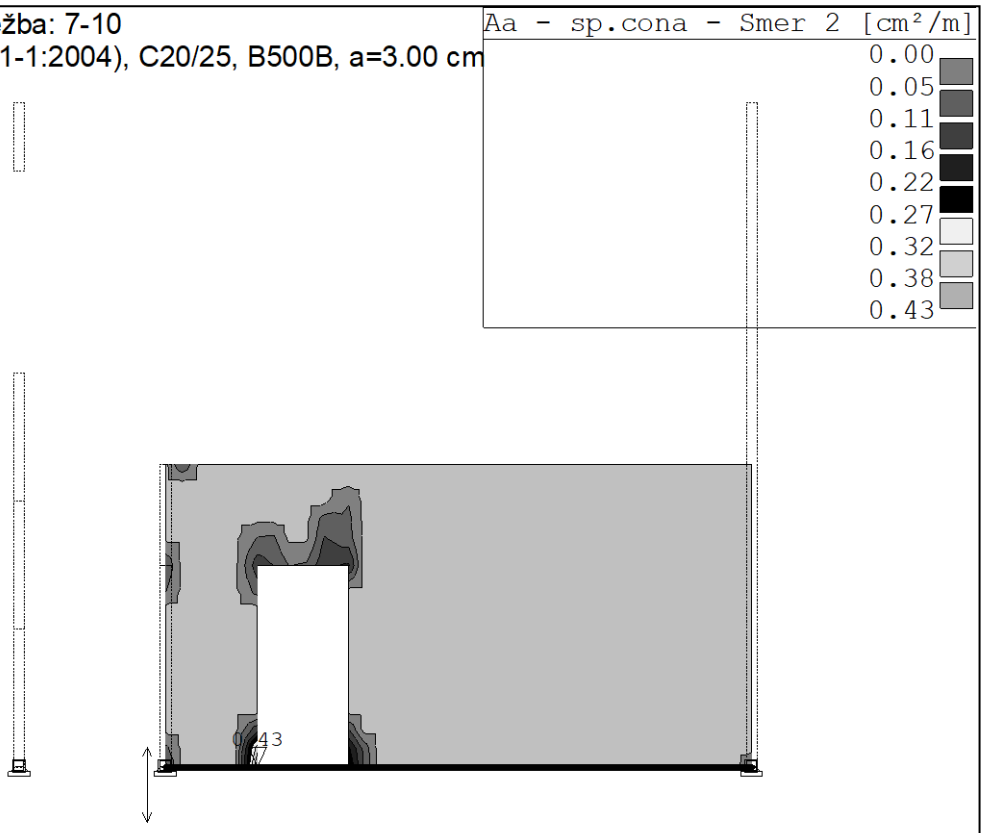
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm





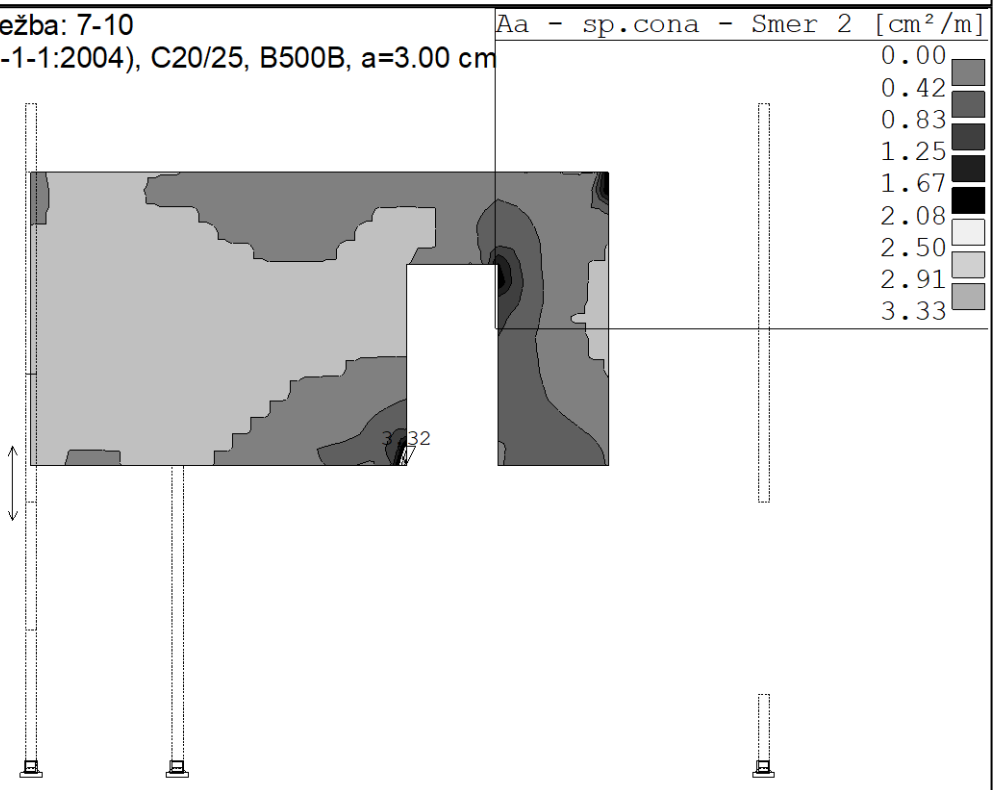
Okvir: V_11
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.27 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



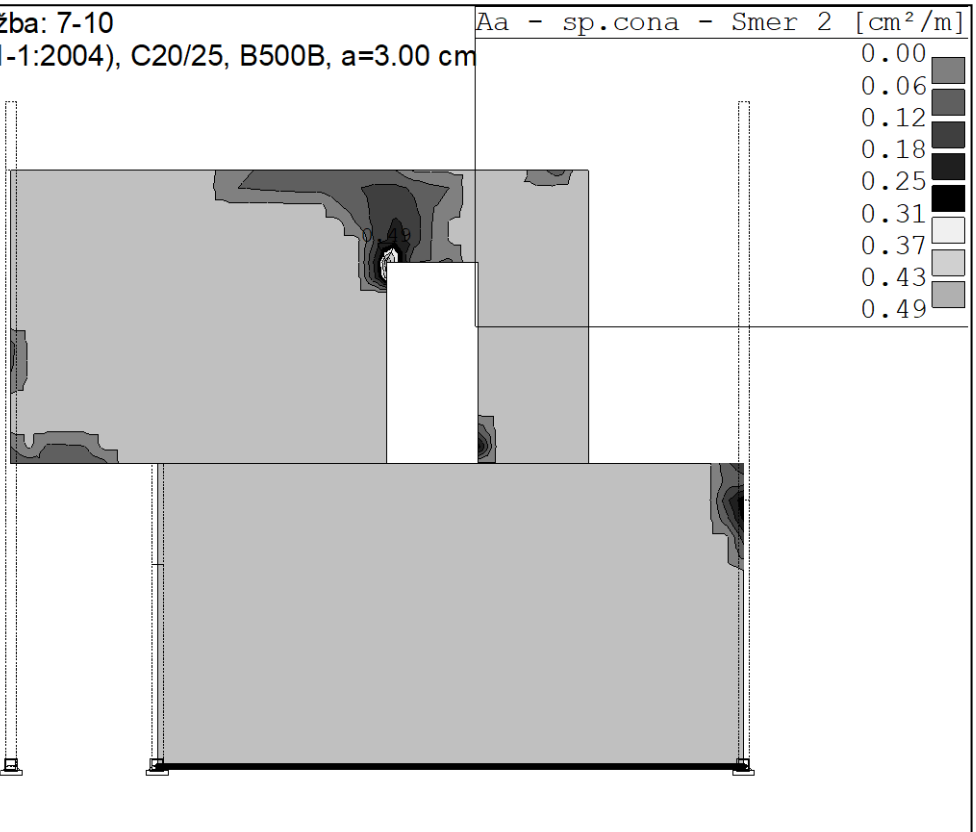
Okvir: V_12
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.43 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



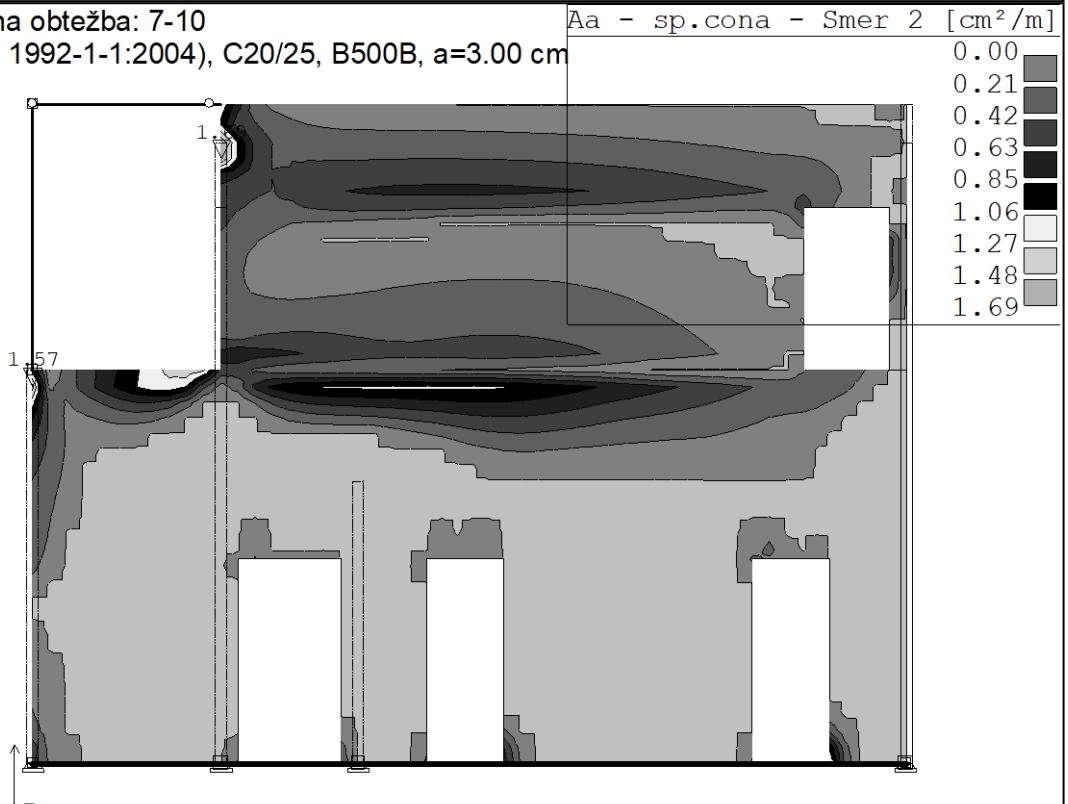
Okvir: V_13
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 3.32 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



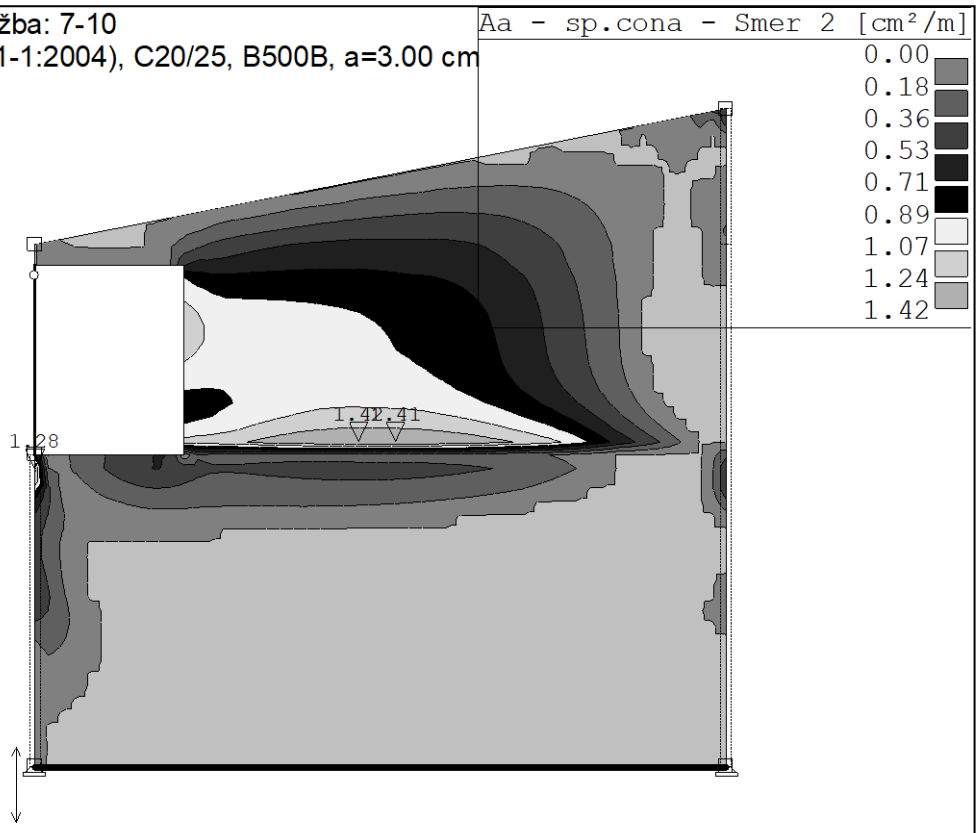
Okvir: V_14
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 0.49 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



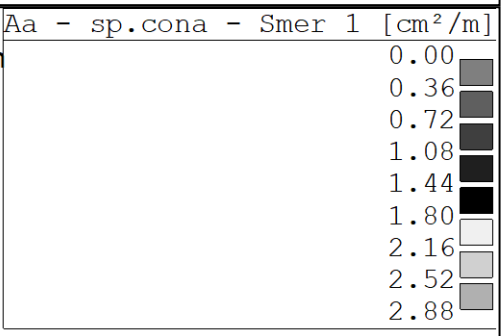
Okvir: V_15
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 1.69 cm²/m

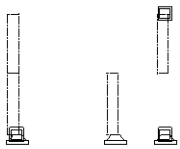
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

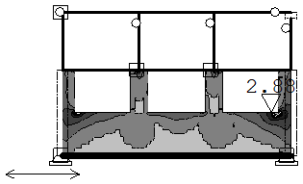


Okvir: V_16
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 1.42 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

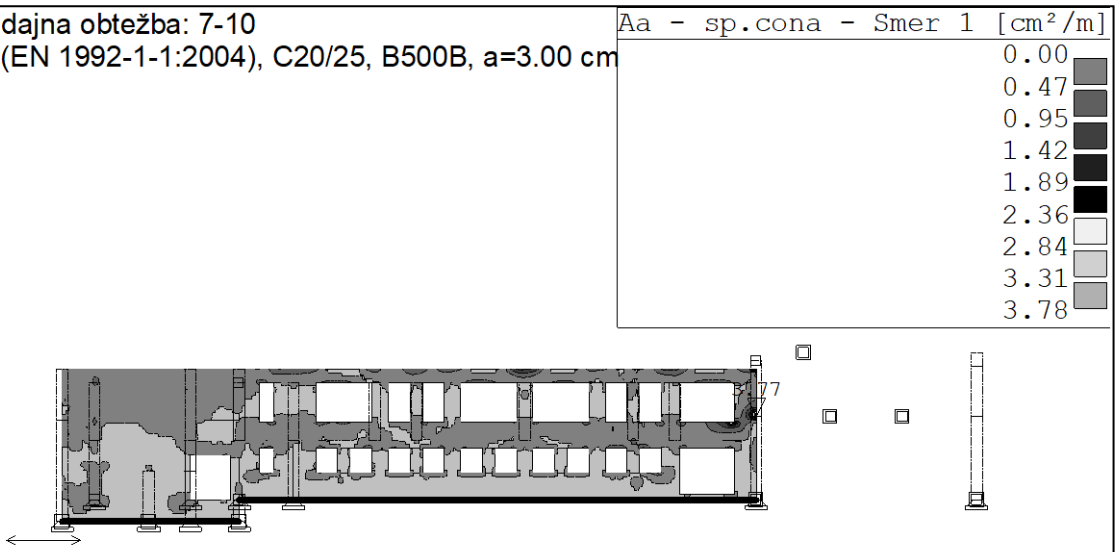






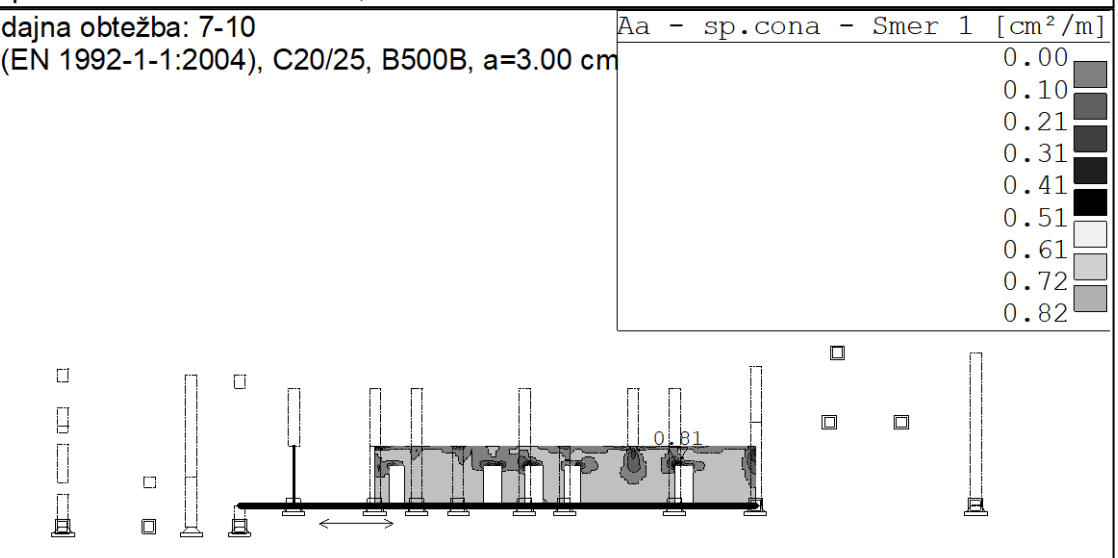
Okvir: H_4
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 2.88 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



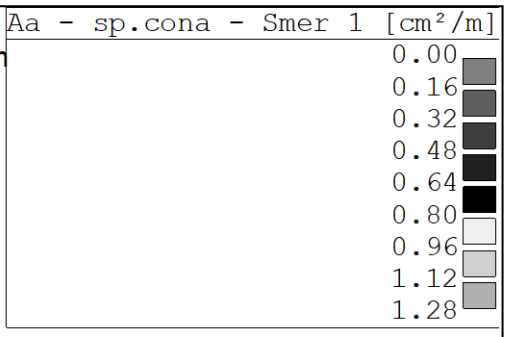
Okvir: H_5
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 3.77 cm²/m

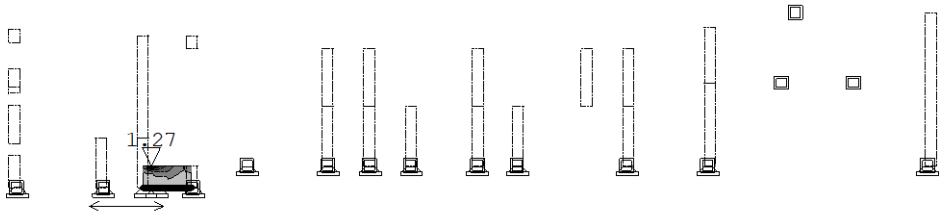
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Okvir: H_6
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.81 cm²/m

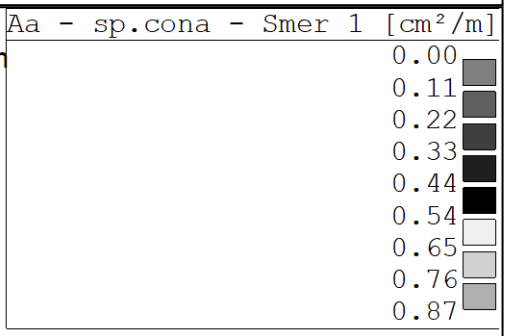
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

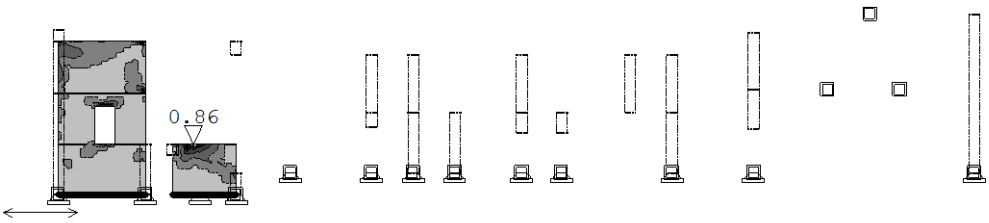




Okvir: H_7
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.27 cm²/m

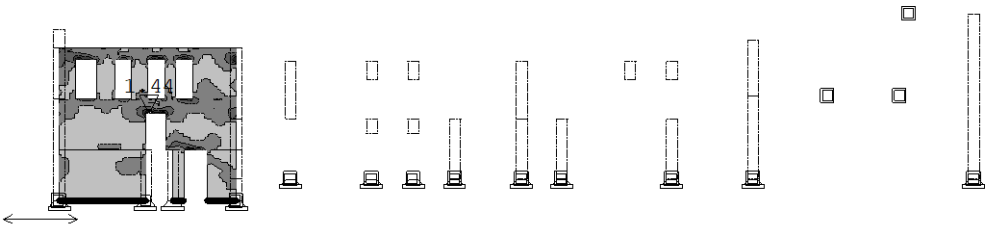
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm





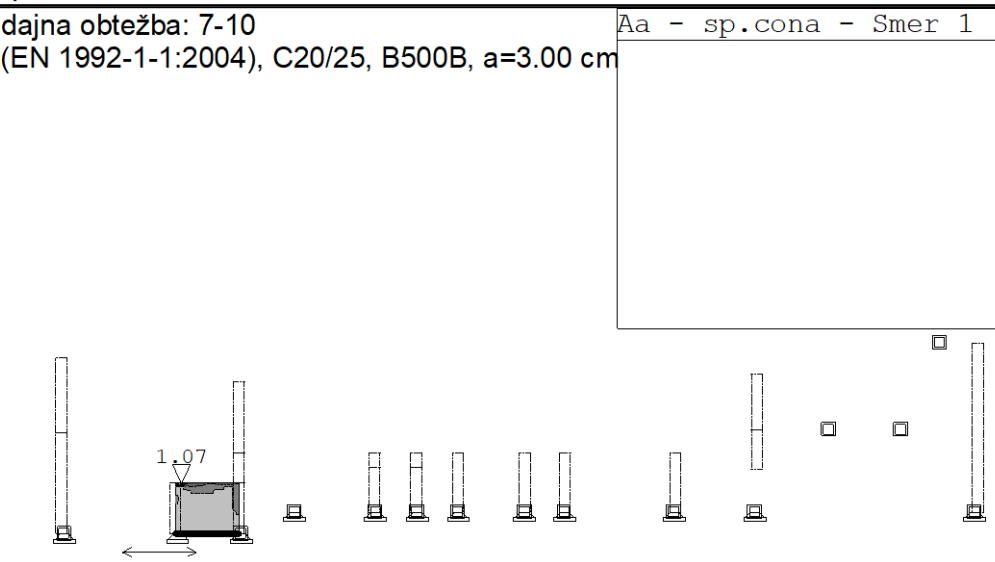
Okvir: H_8
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.86 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



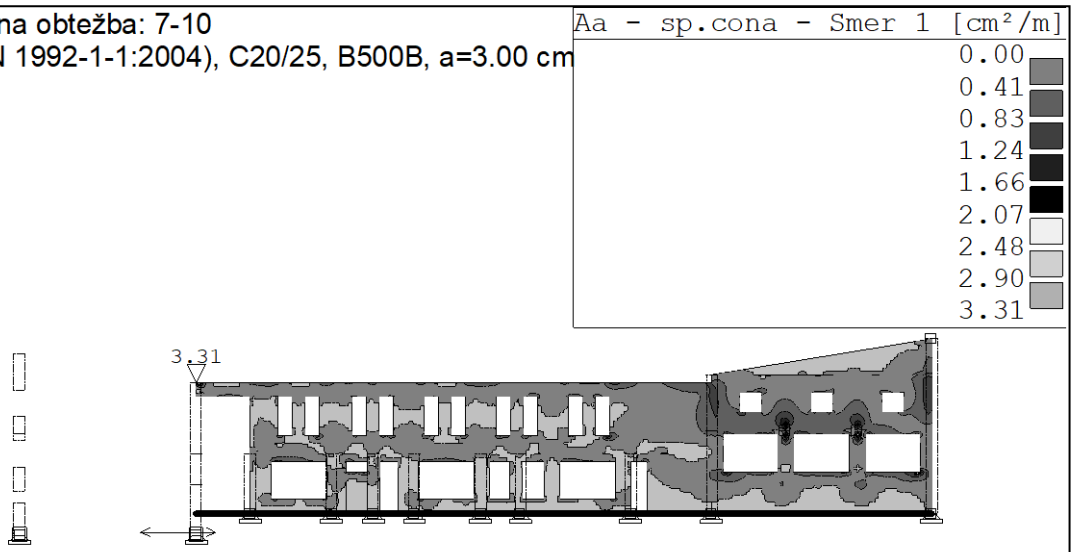
Okvir: H_9
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.44 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



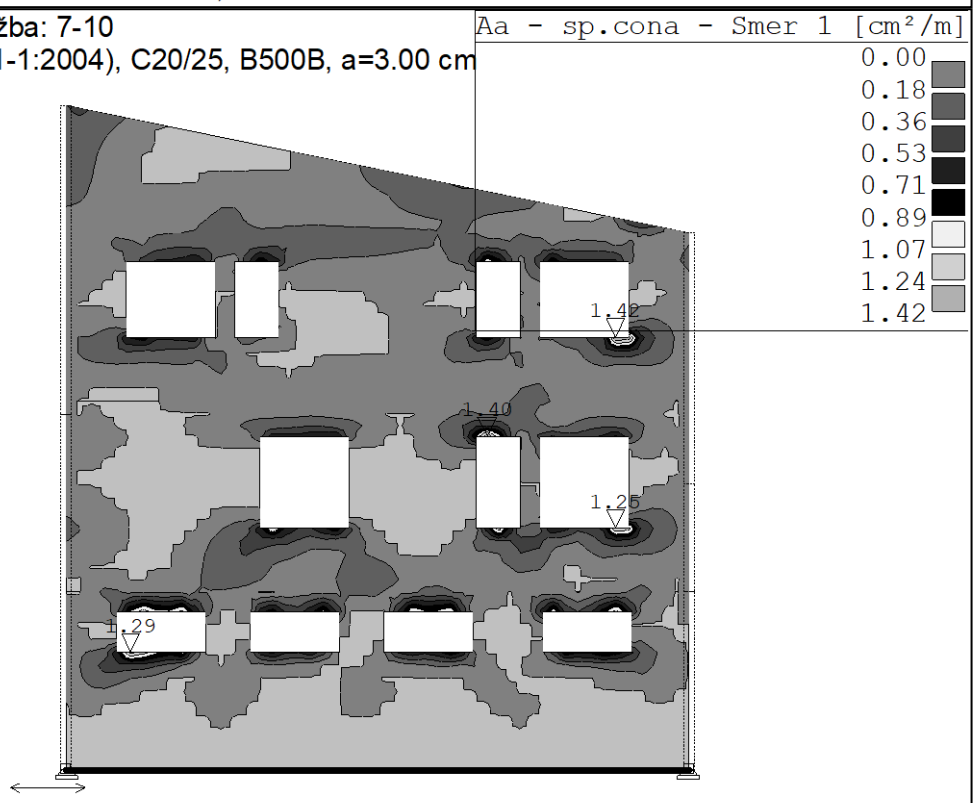
Okvir: H_10
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.07 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



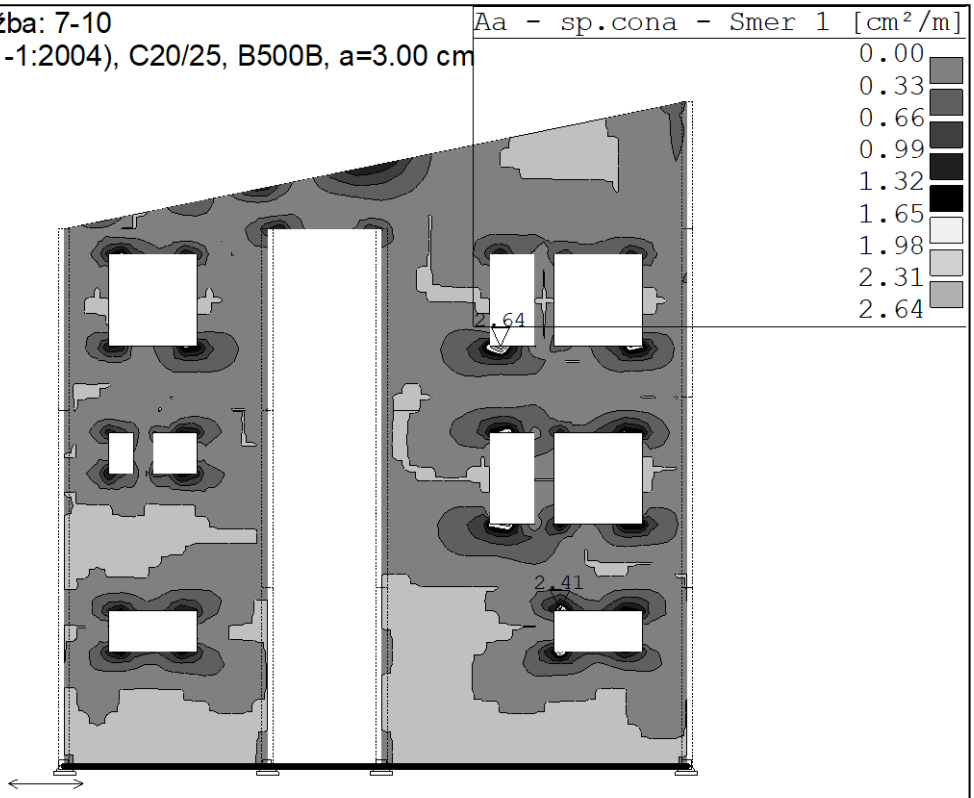
Okvir: H_11
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 3.31 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



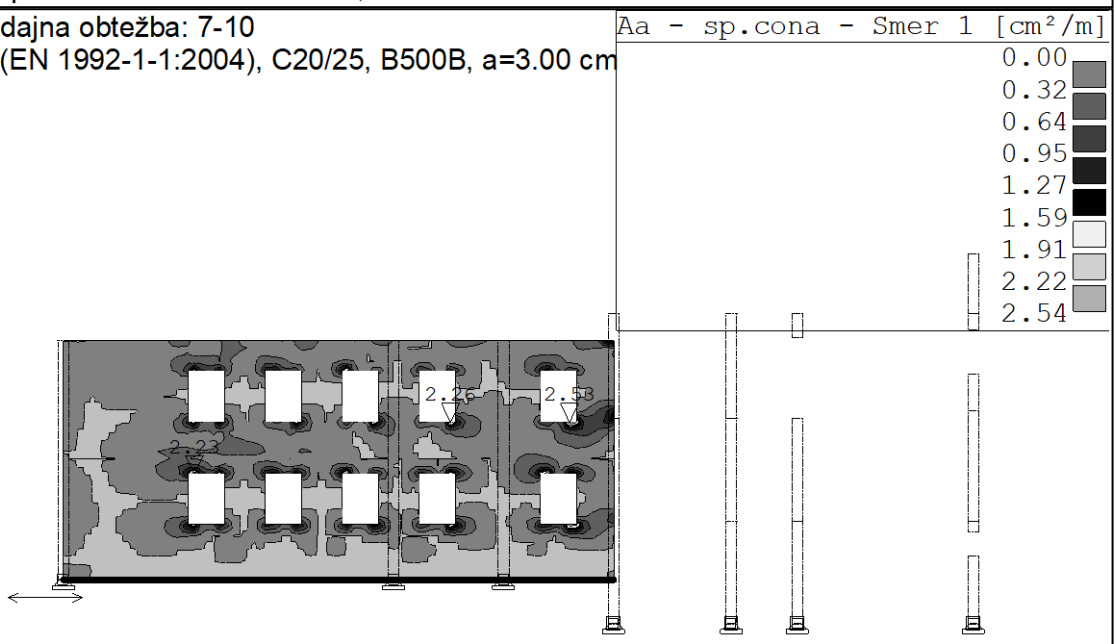
Okvir: H_12
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.42 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



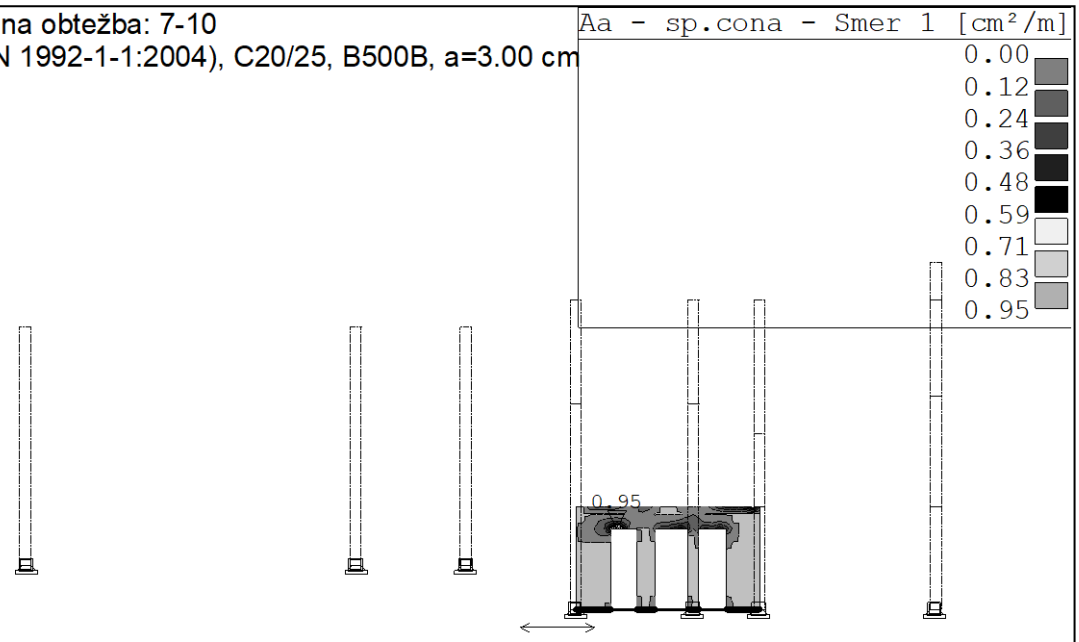
Okvir: V_1
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 2.64 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



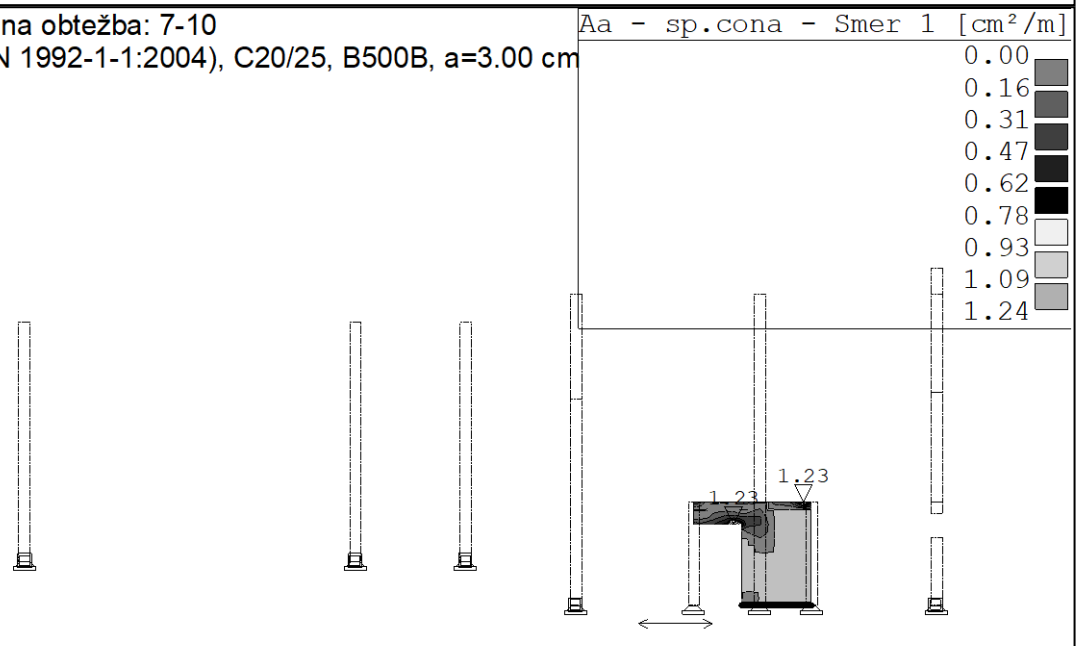
Okvir: V_2
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 2.53 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



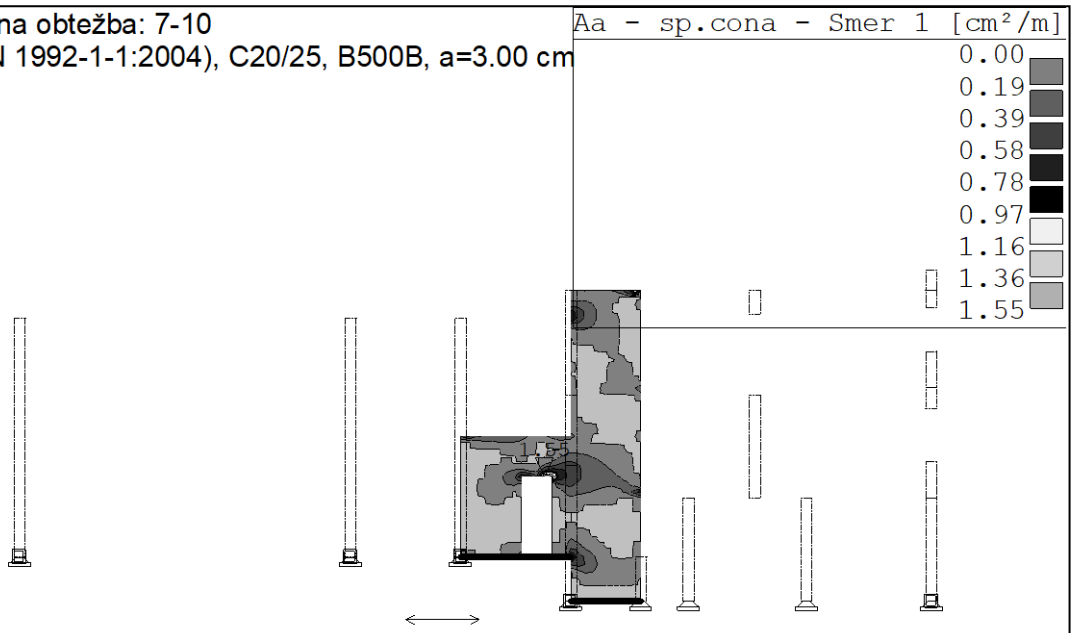
Okvir: V_3
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.95 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



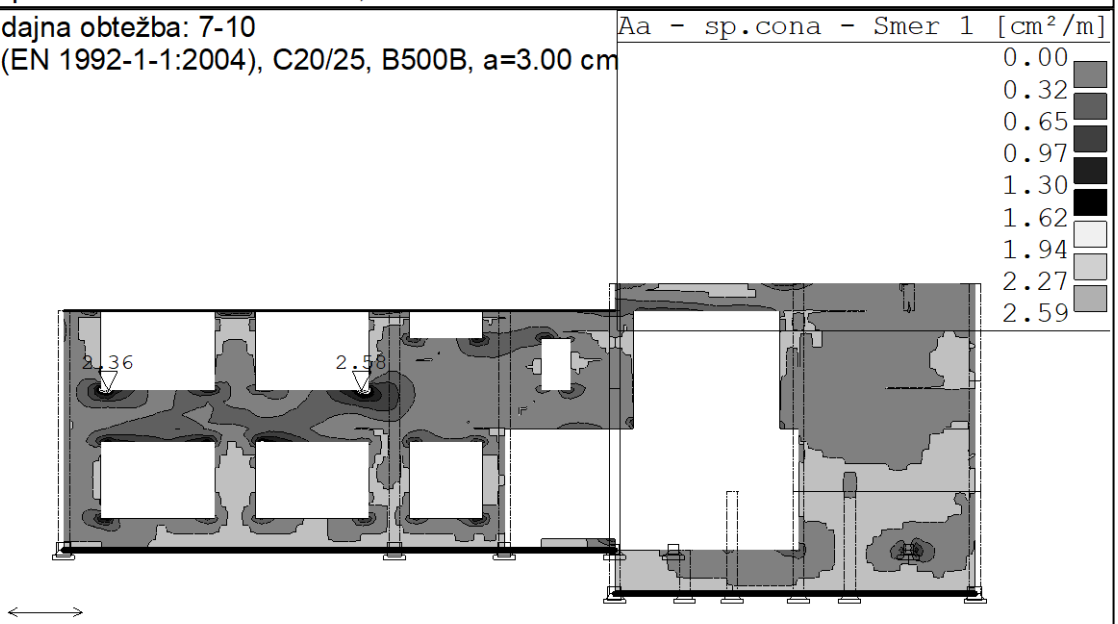
Okvir: V_4
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.23 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

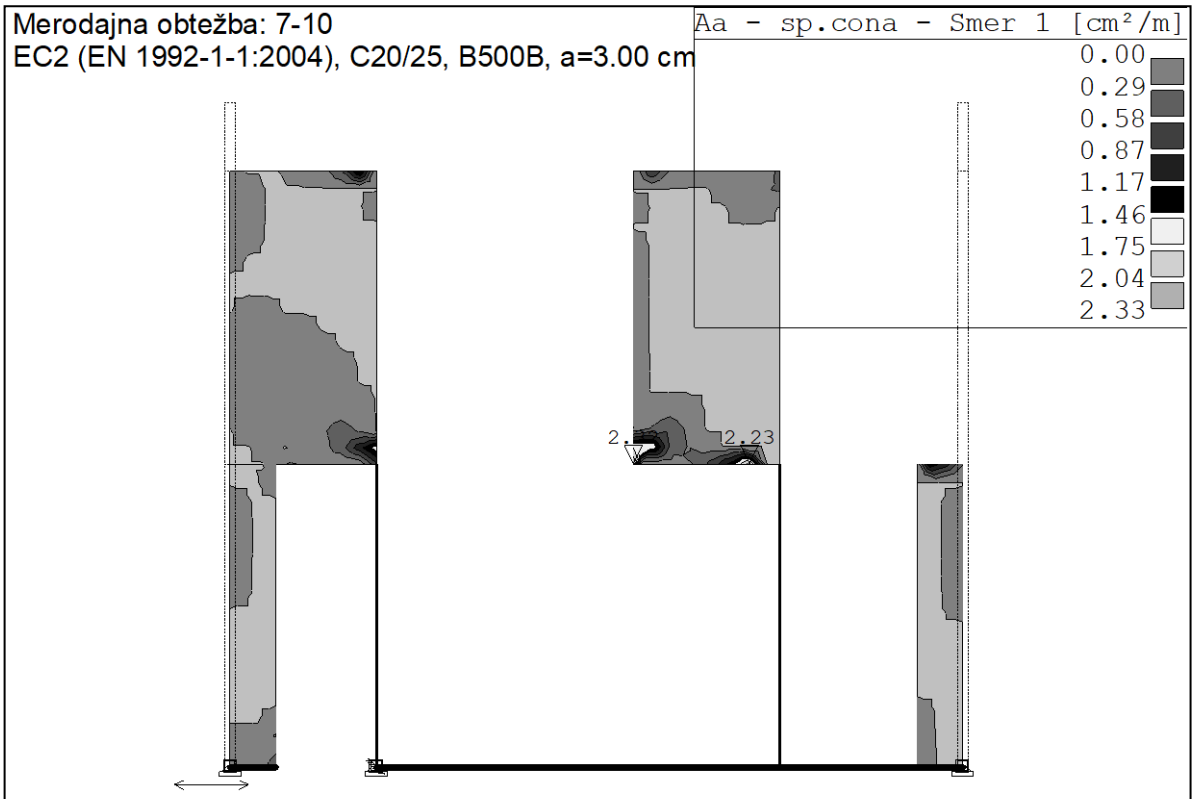


Okvir: V_5
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.55 cm²/m

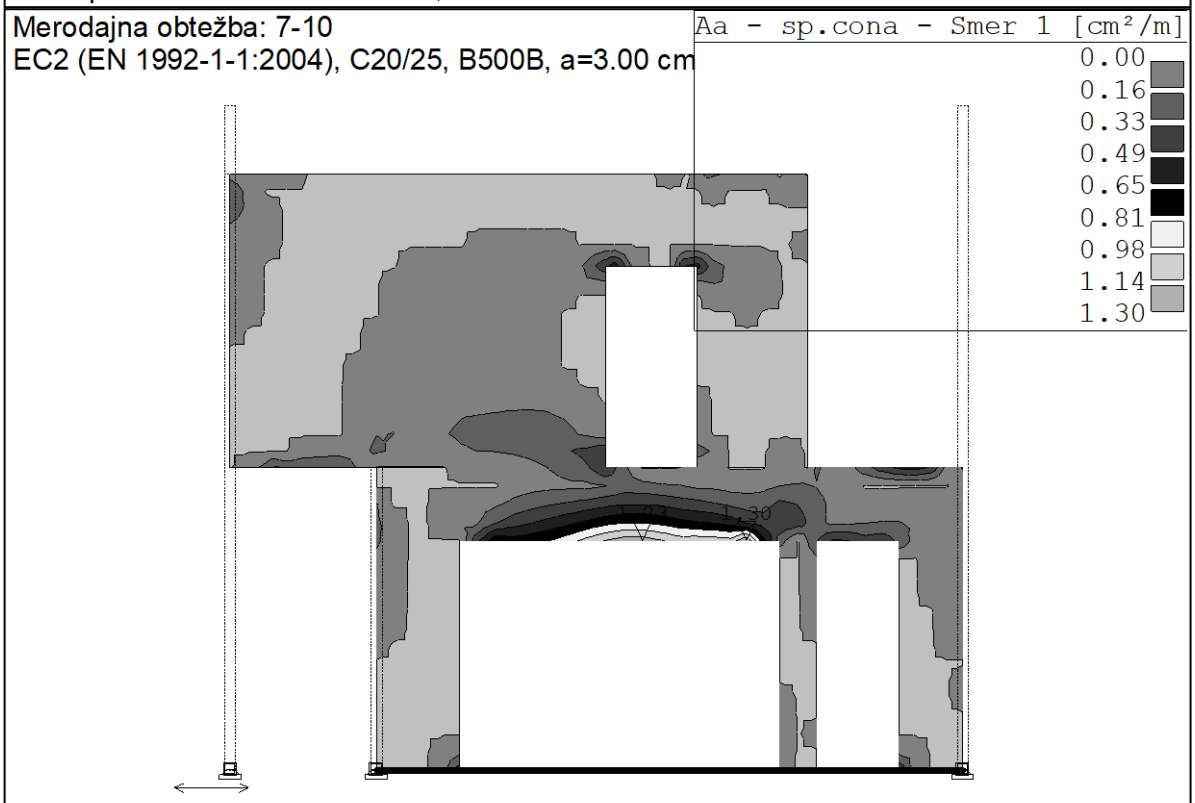
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Okvir: V_6
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 2.58 cm²/m

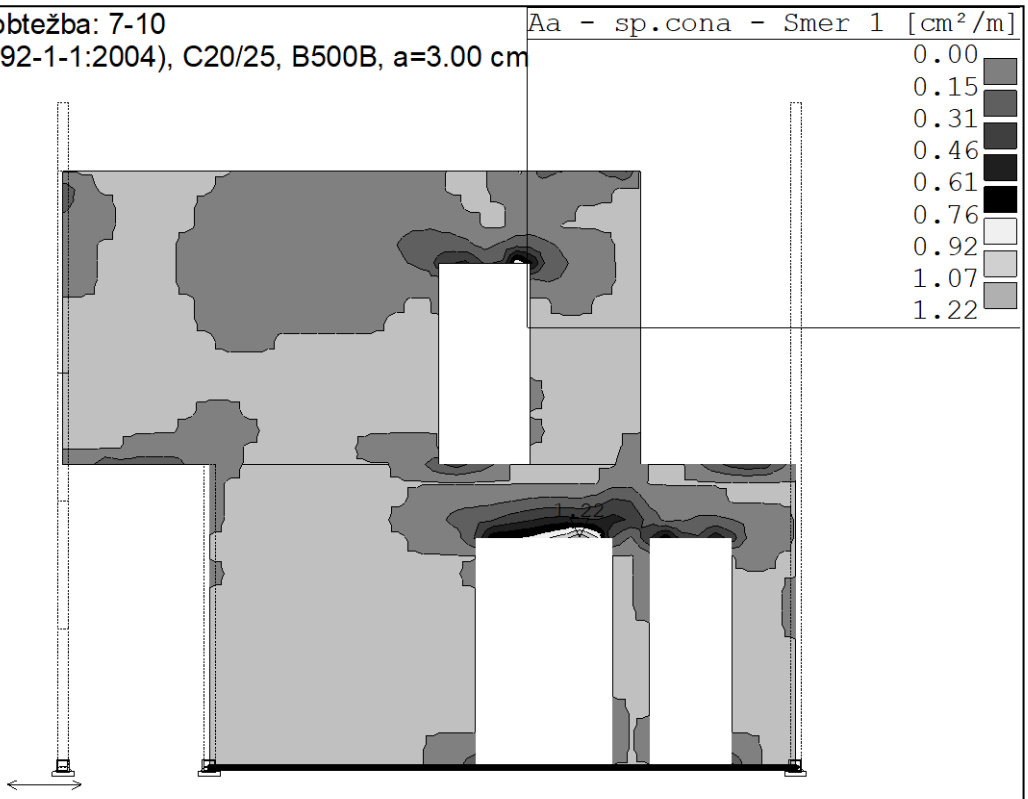


Okvir: V_7
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 2.32 cm²/m



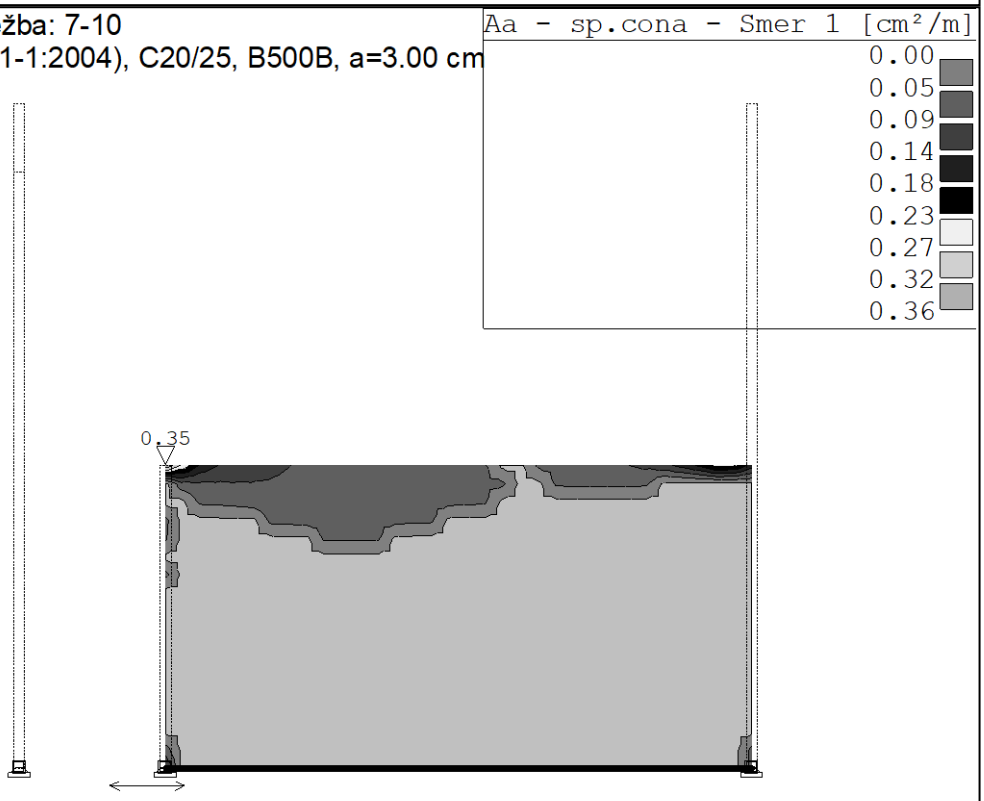
Okvir: V_8
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.30 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



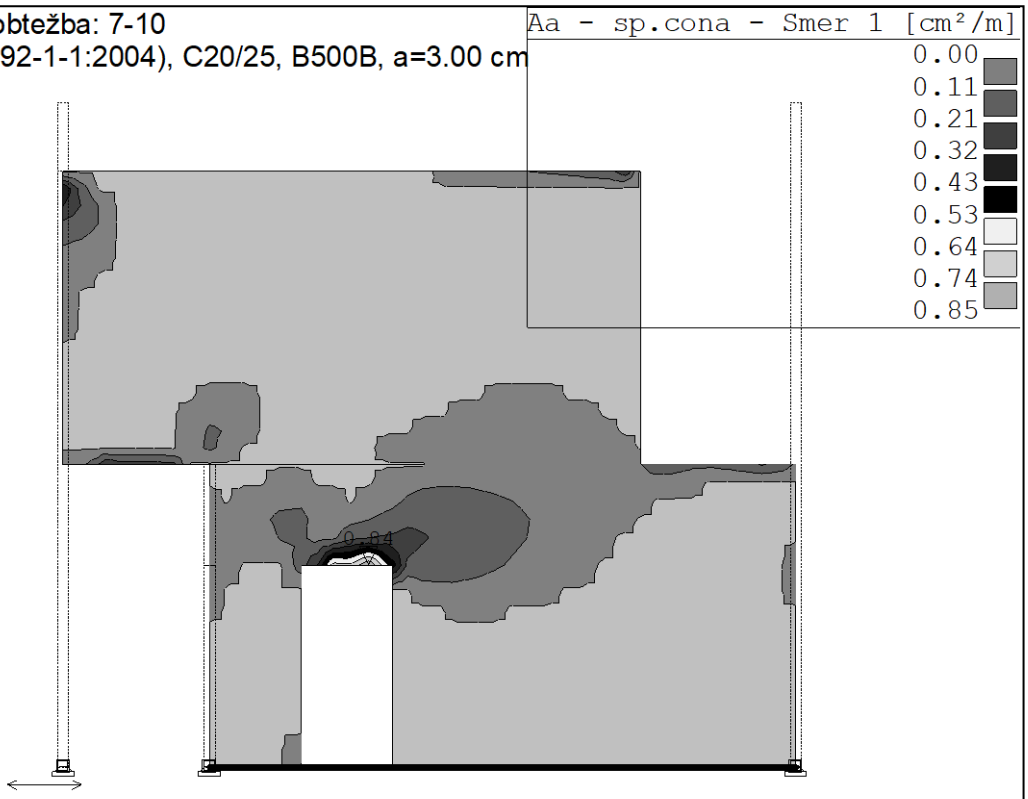
Okvir: V_9
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.22 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



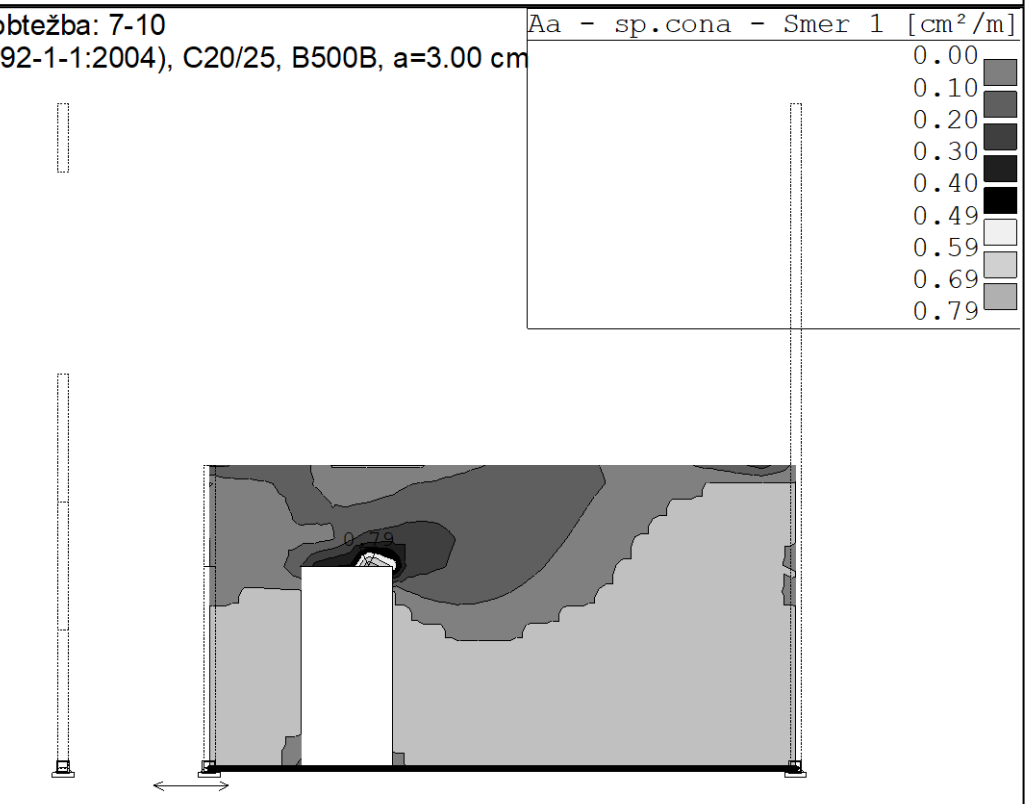
Okvir: V_10
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.35 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



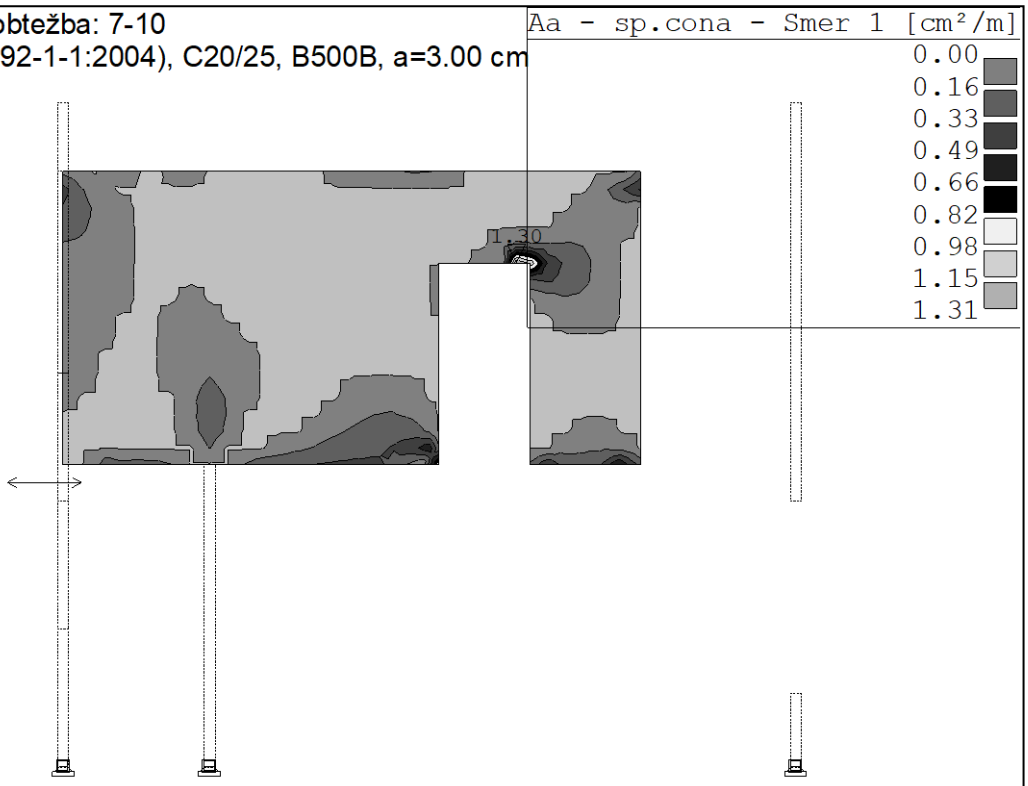
Okvir: V_11
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.84 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



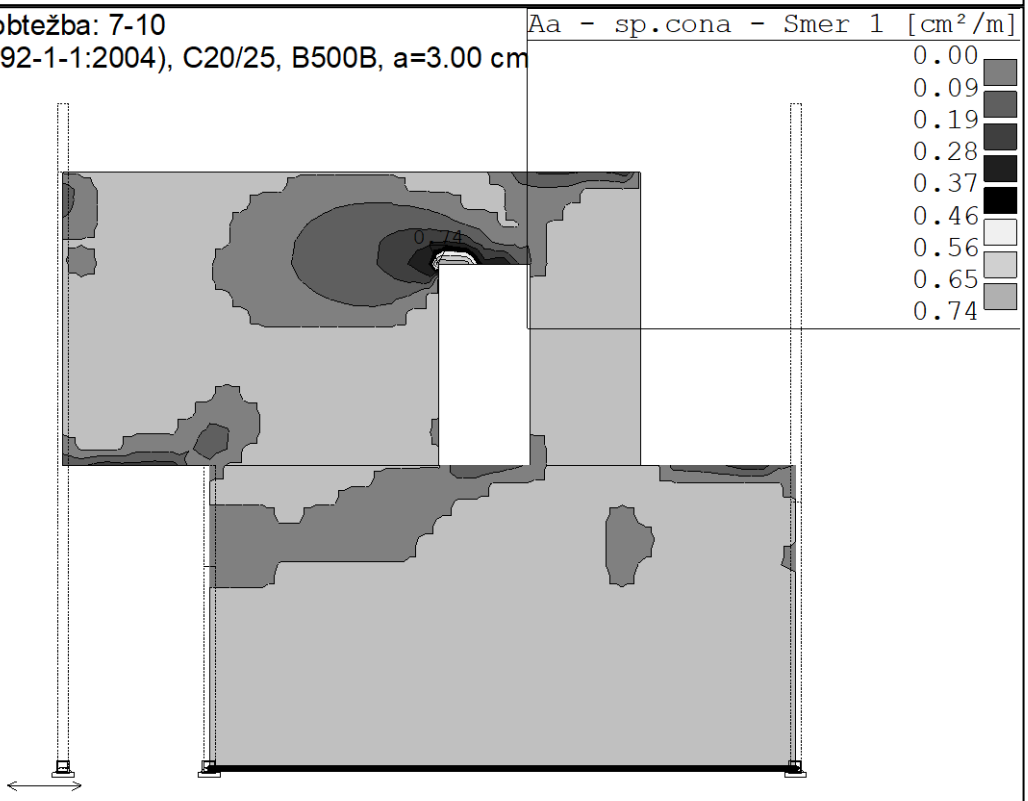
Okvir: V_12
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.79 cm²/m

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm

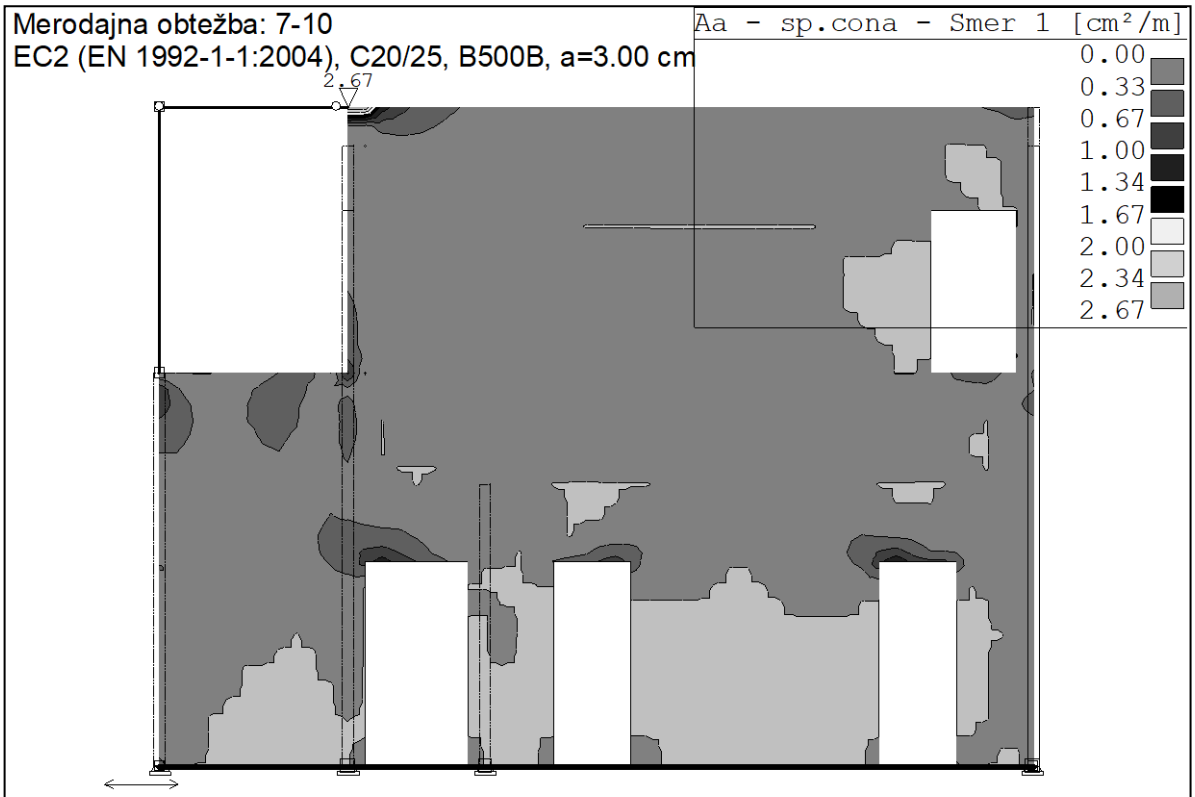


Okvir: V_13
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.30 cm²/m

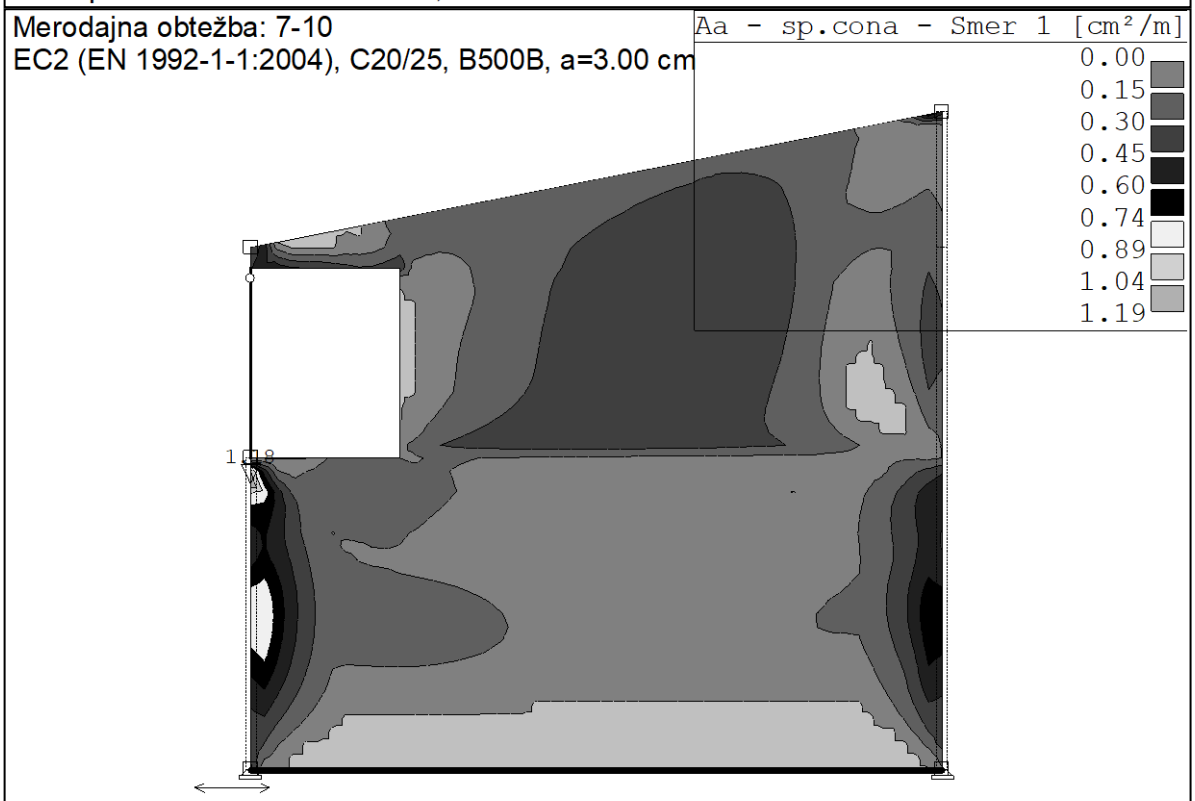
Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Okvir: V_14
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 0.74 cm²/m



Okvir: V_15
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 2.67 cm²/m



Okvir: V_16
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 1.18 cm²/m

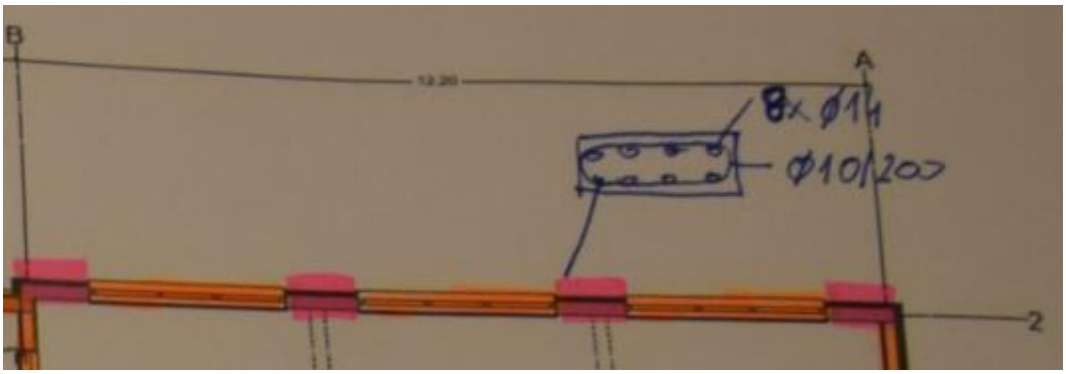
8.4 Kontrola sten z ločenim modelom nearmiranih in armiranih sten

V tem poglavju prikazujemo rezultate modela, kjer smo stene modelirali ločeno za armiran beton in nearmiran beton.

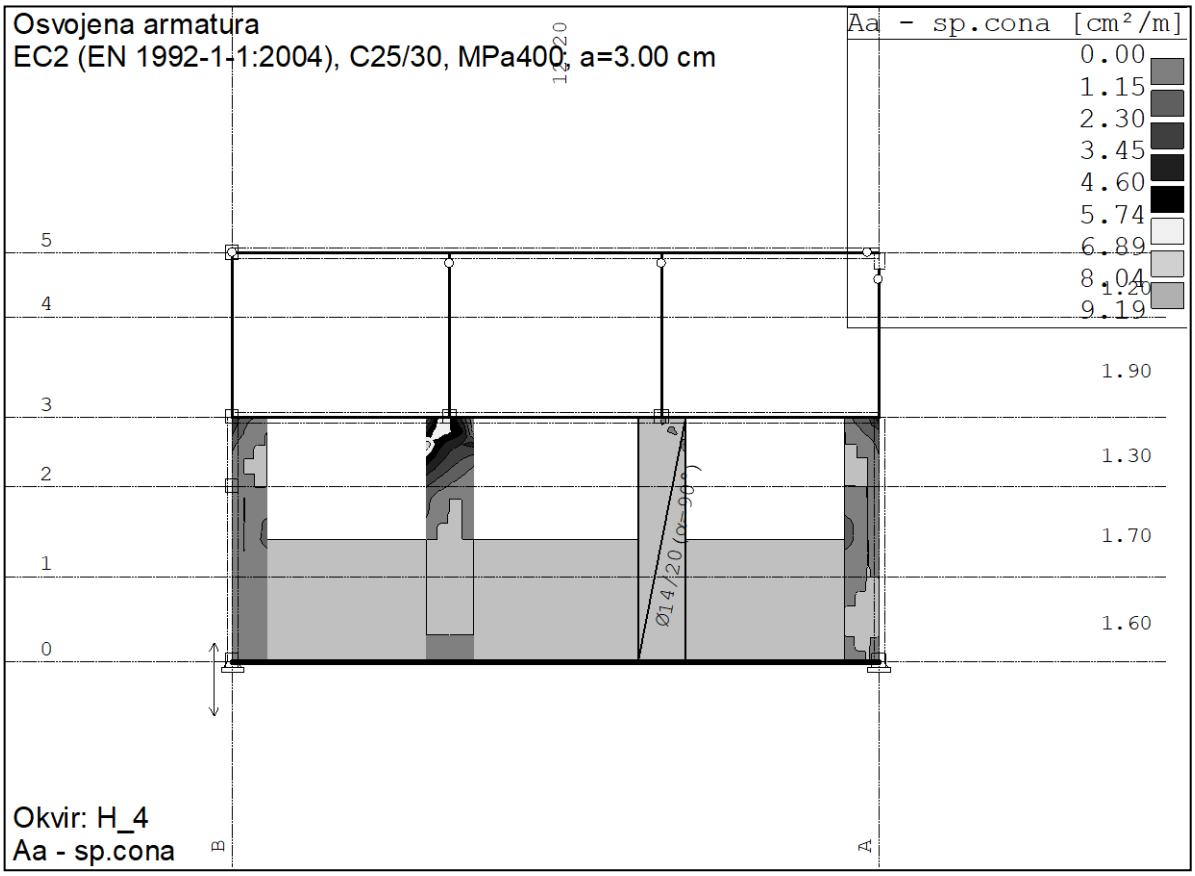
Rezultate prikazujemo samo za preiskana mesta konstrukcije.

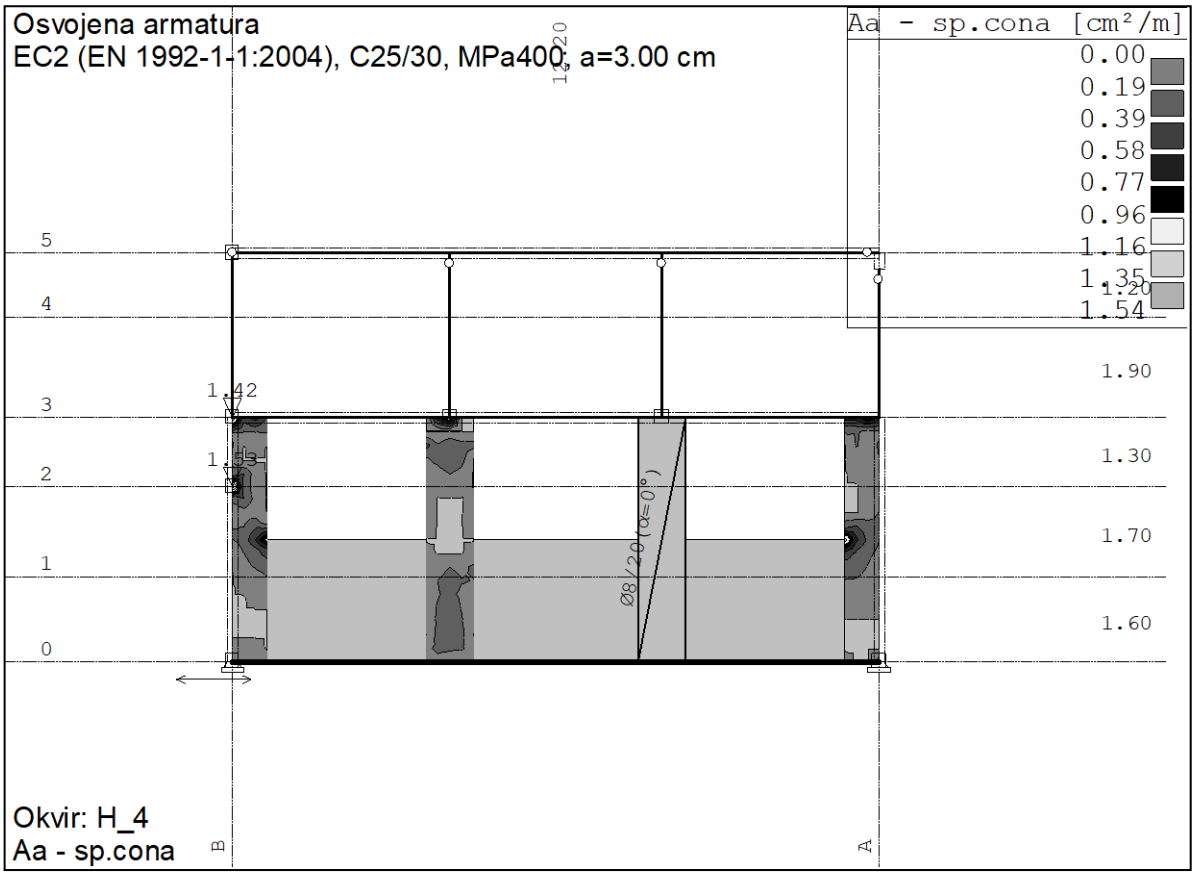
SEVERNA OS - 2– TELOVADNICA

Podatki iz raziskav:



Računsko potrebna armatura z že upoštevano vgrajeno armaturo:

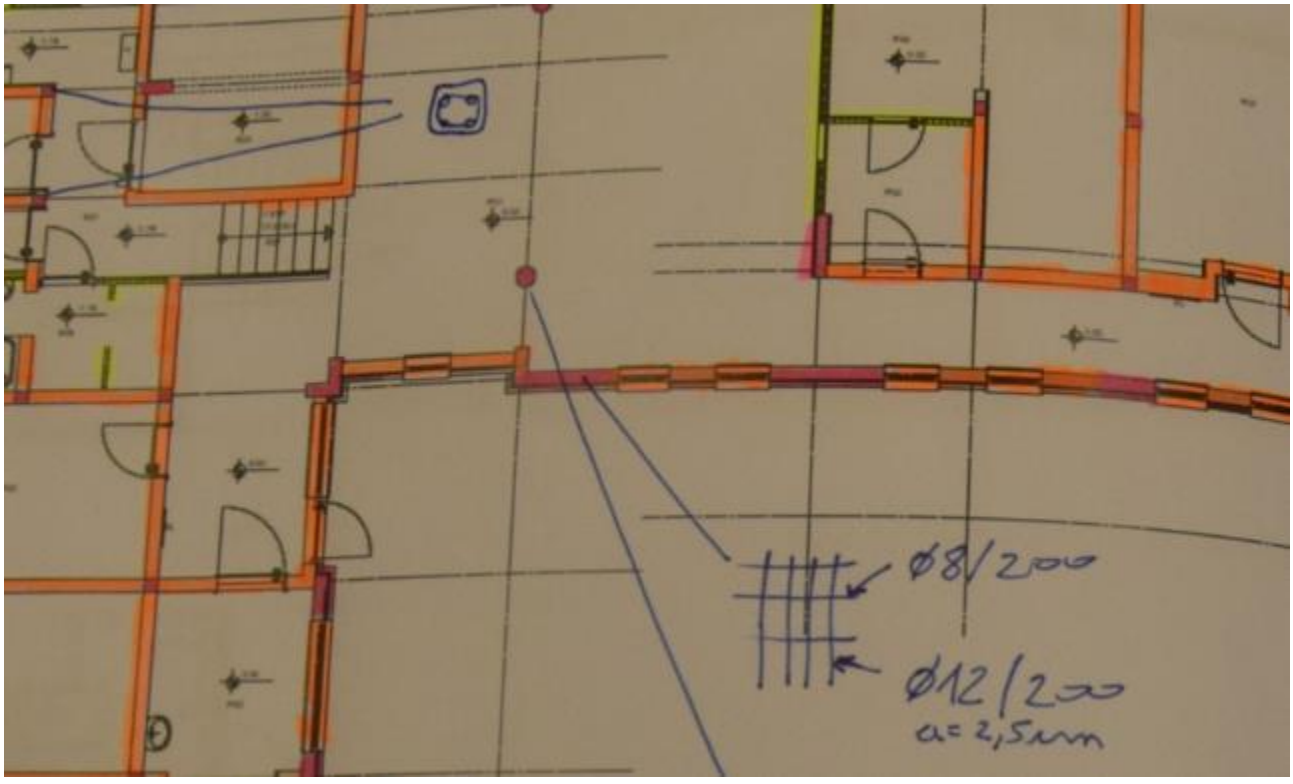




Iz rezultatov vidimo, da je vgrajena armatura zadostna glede na računsko potrebno.

OS 5 – H - PRITLIČJE

Podatki iz raziskav:



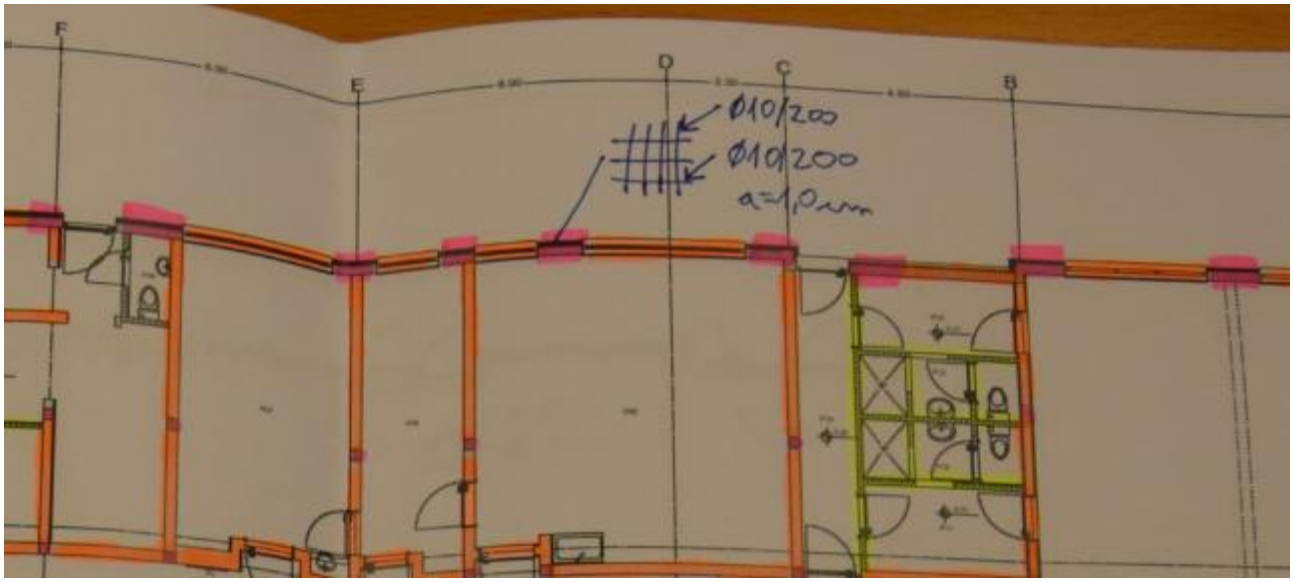
Računsko potrebna armatura z že upoštevano vgrajeno armaturo:



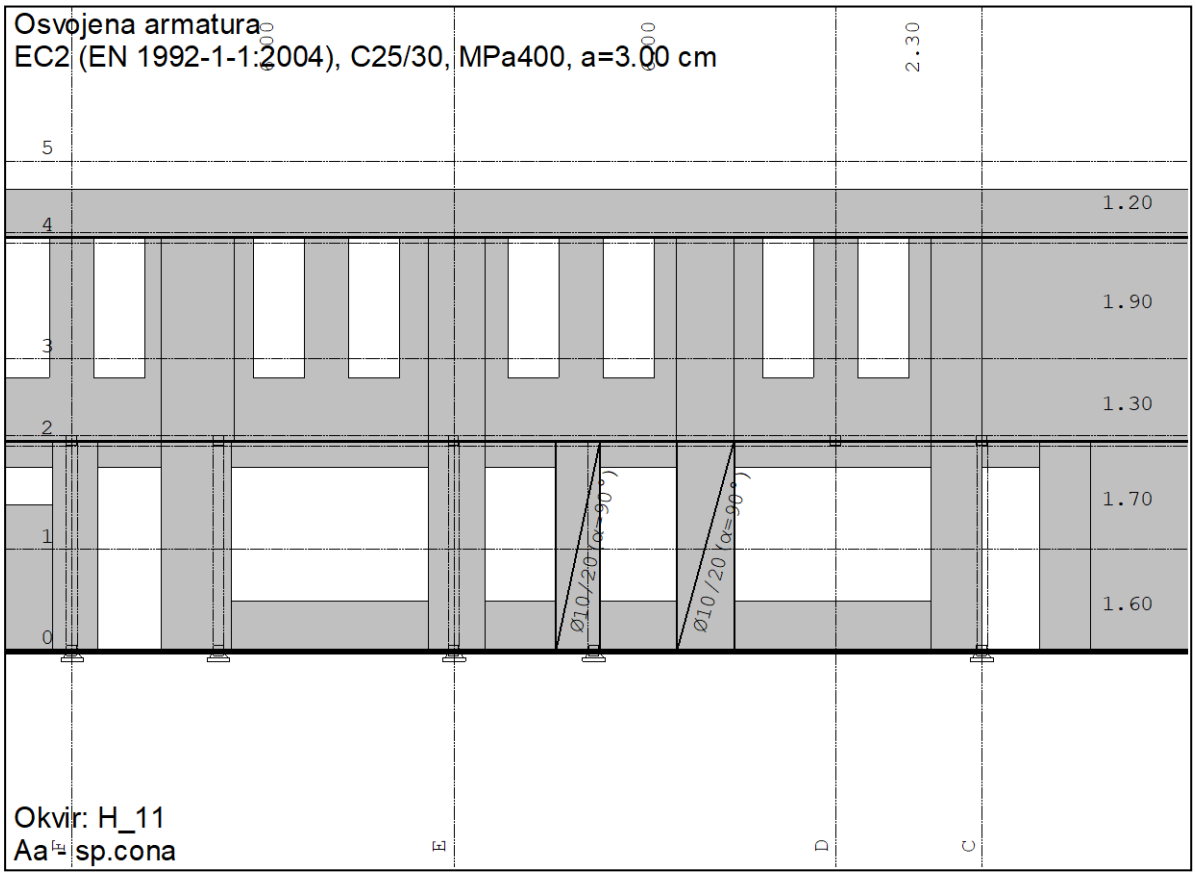
Iz rezultatov vidimo, da je vgrajena armatura zadostna glede na računsko potrebno.

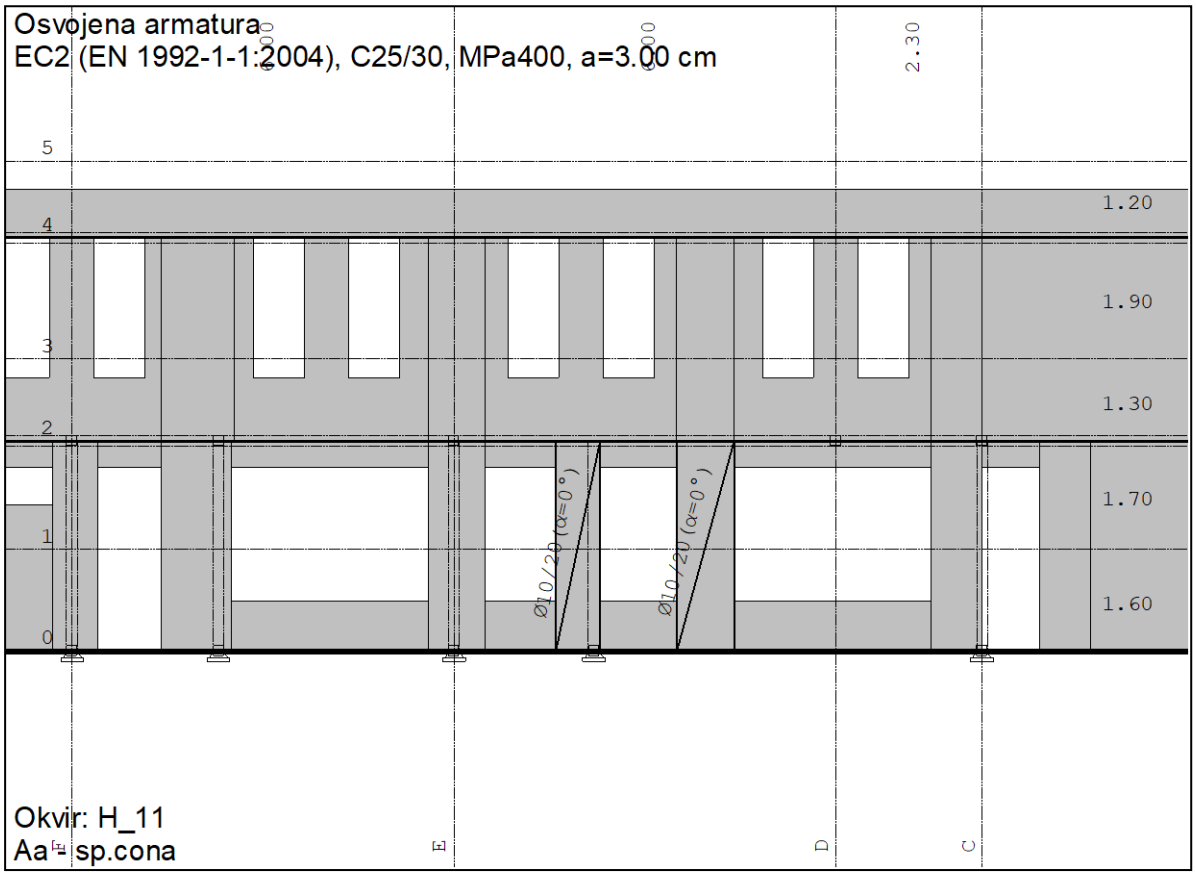
OS 2 – D do E - PRITLIČJE

Podatki iz raziskav:



Računsko potrebna armatura z že upoštevano vgrajeno armaturo:





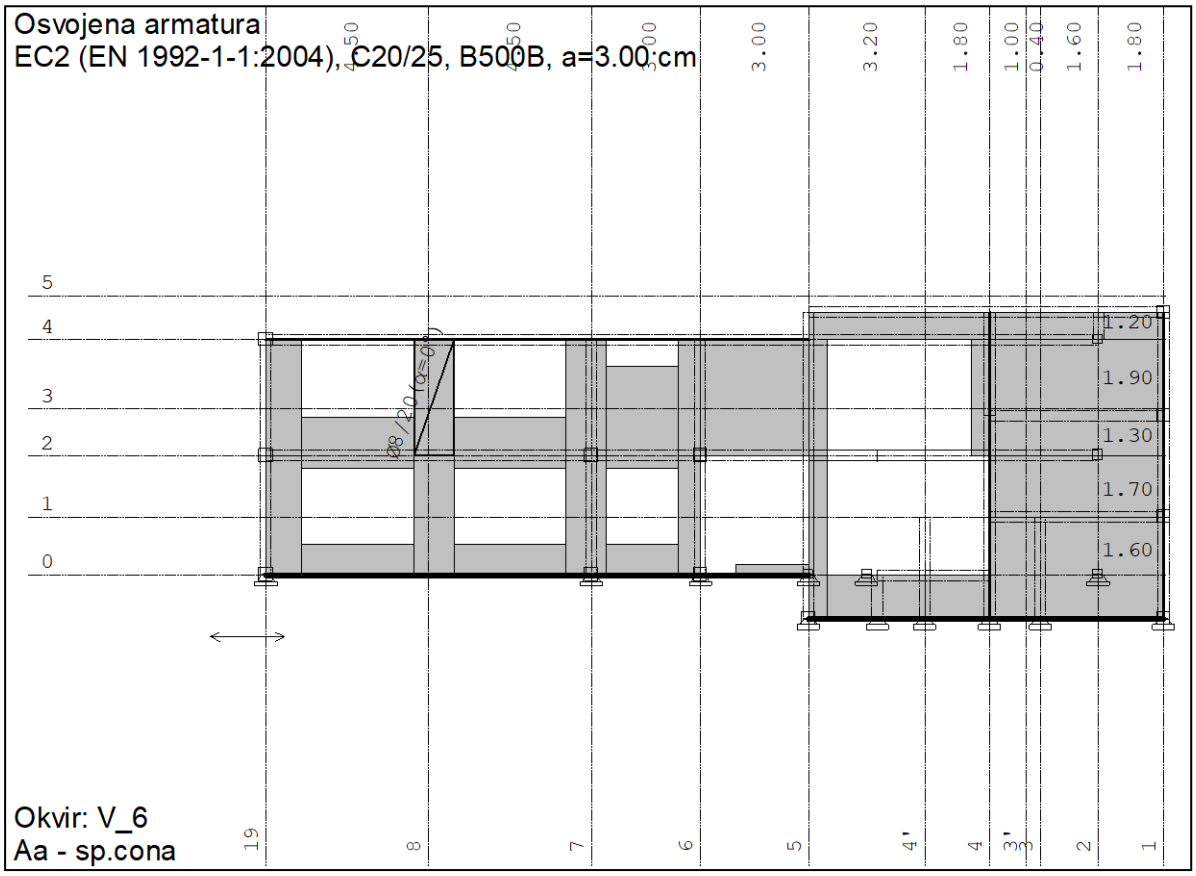
Iz rezultatov vidimo, da je vgrajena armatura zadostna glede na računsko potrebno.

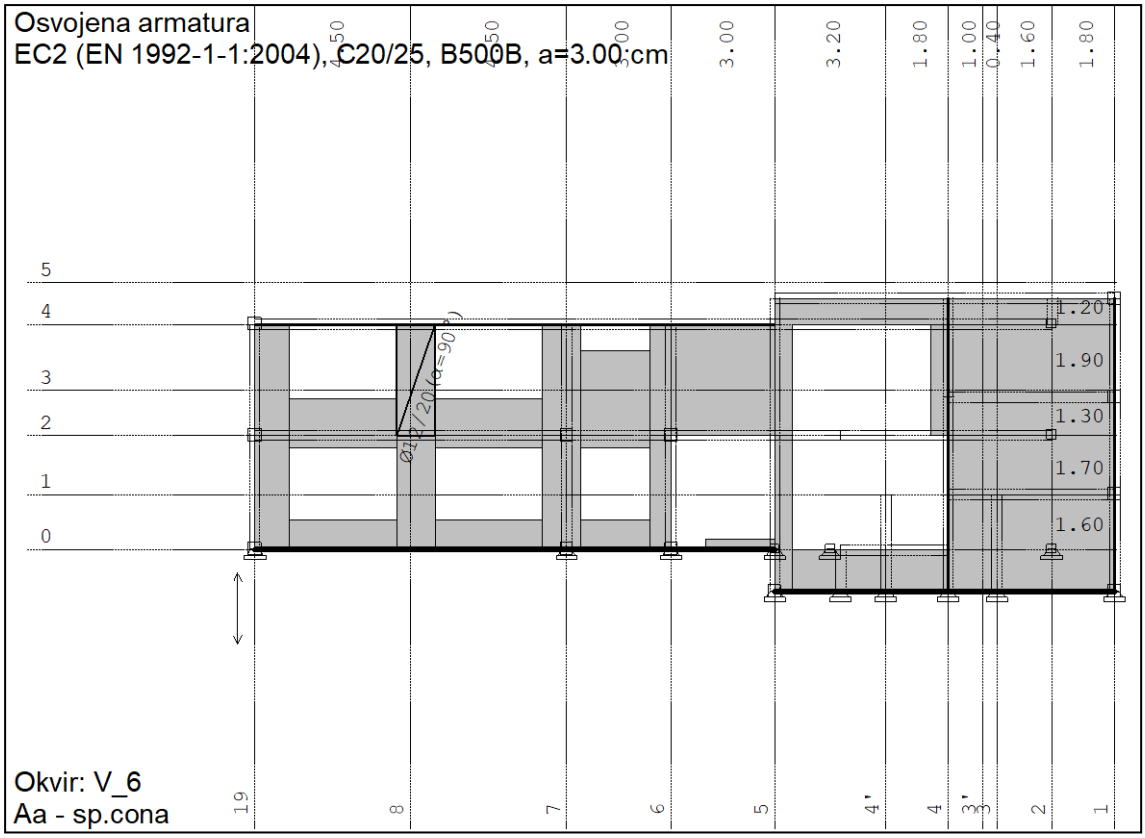
OS I – 8 - NADSTROPJE

Podatki iz raziskav:



Računsko potrebna armatura z že upoštevano vgrajeno armaturo:



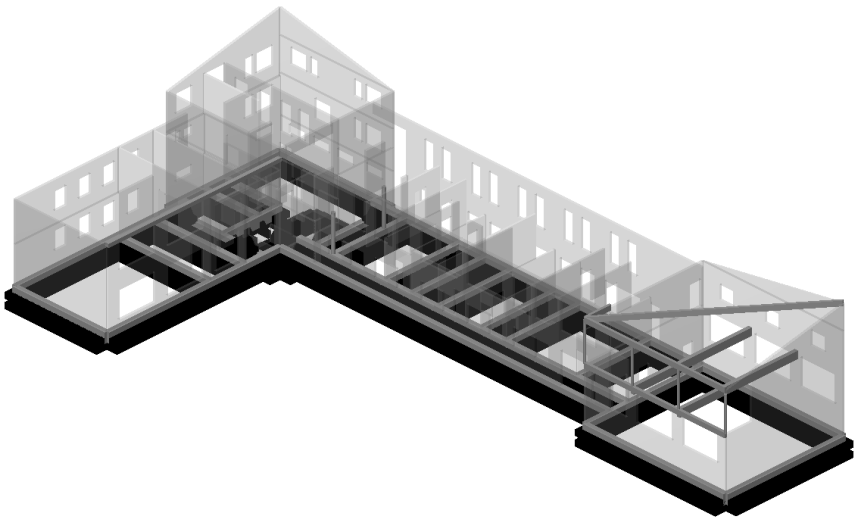


Iz rezultatov vidimo, da je vgrajena armatura zadostna glede na računsko potrebno.

9 Prostorski model konstrukcije

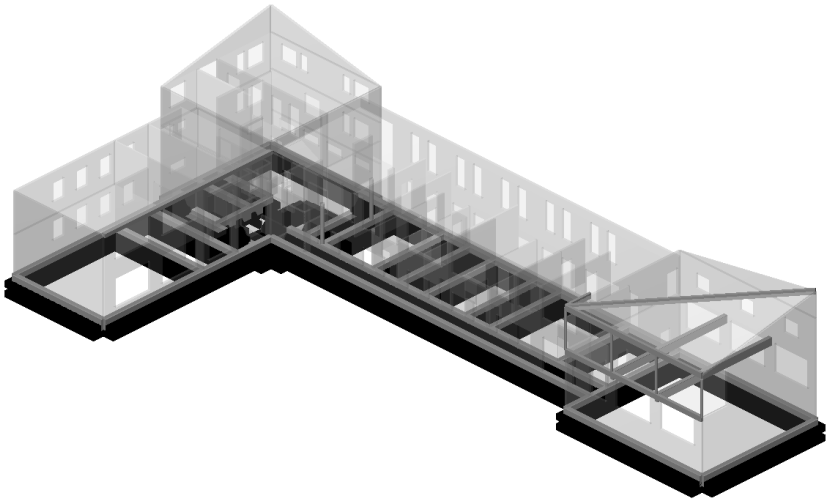
9.1 Statični model – aksonometrija

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



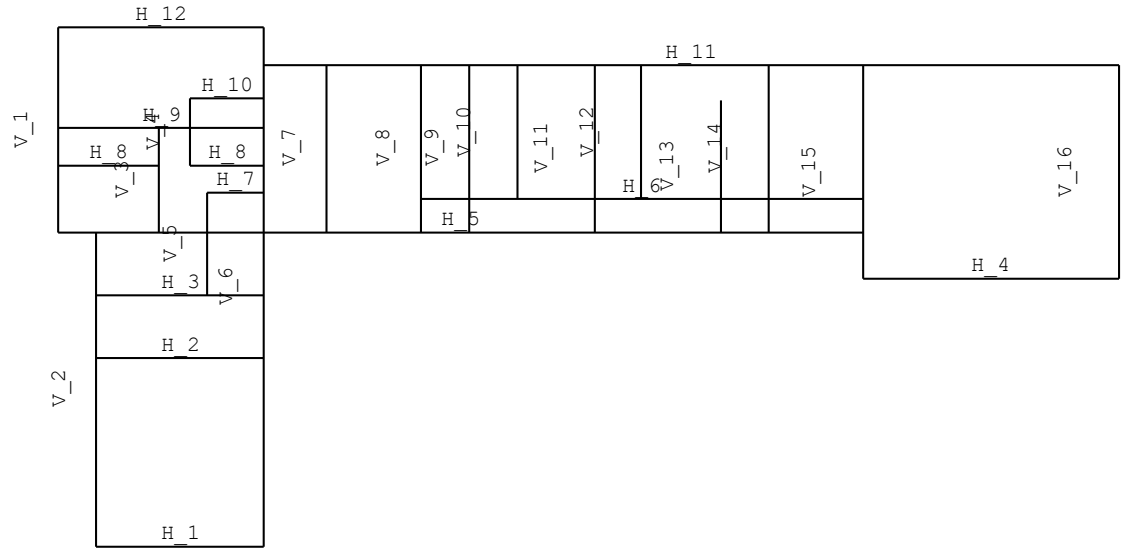
Izometrija
Aa - sp.cona - Smer 1

Merodajna obtežba: 7-10
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C20/25, B500B, a=3.00 cm



Izometrija
Aa - sp.cona - Smer 1

9.2 Oznake ravnin (pozicije)

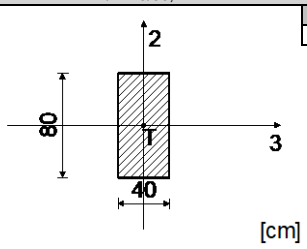


Dispozicija okvirjev

9.3 Uporabljeni prečni prerezi

Seti gred

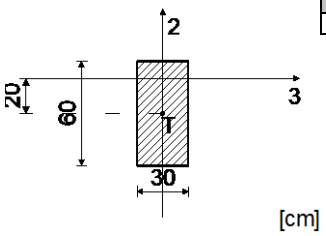
Set: 1 Prerez: b/d=40/80, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 20/25	3.200e-1	2.667e-1	2.667e-1	1.172e-2	4.267e-3	1.707e-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 0.001;

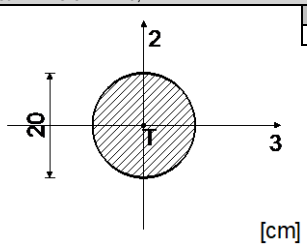
Set: 3 Prerez: b/d=30/60, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 20/25	1.800e-1	1.500e-1	1.500e-1	3.708e-3	1.350e-3	5.400e-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;

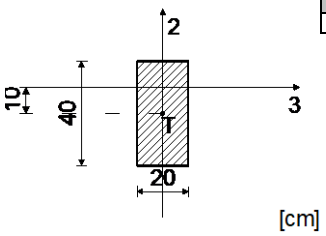
Set: 4 Prerez: D=20, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 20/25	3.142e-2	2.827e-2	2.827e-2	1.571e-4	7.854e-5	7.854e-5

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;

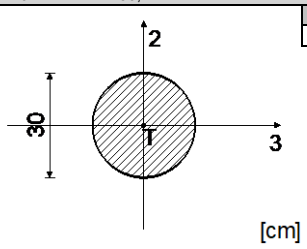
Set: 5 Prerez: b/d=20/40, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 20/25	8.000e-2	6.667e-2	6.667e-2	7.324e-4	2.667e-4	1.067e-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;

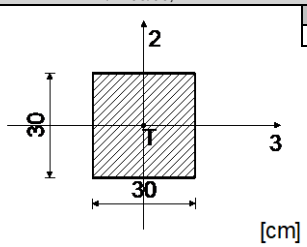
Set: 6 Prerez: D=30, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 20/25	7.069e-2	6.362e-2	6.362e-2	7.952e-4	3.976e-4	3.976e-4

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;

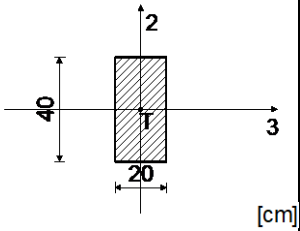
Set: 7 Prerez: b/d=30/30, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 20/25	9.000e-2	7.500e-2	7.500e-2	1.141e-3	6.750e-4	6.750e-4

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=20/40, Fiktivna ekscentričnost

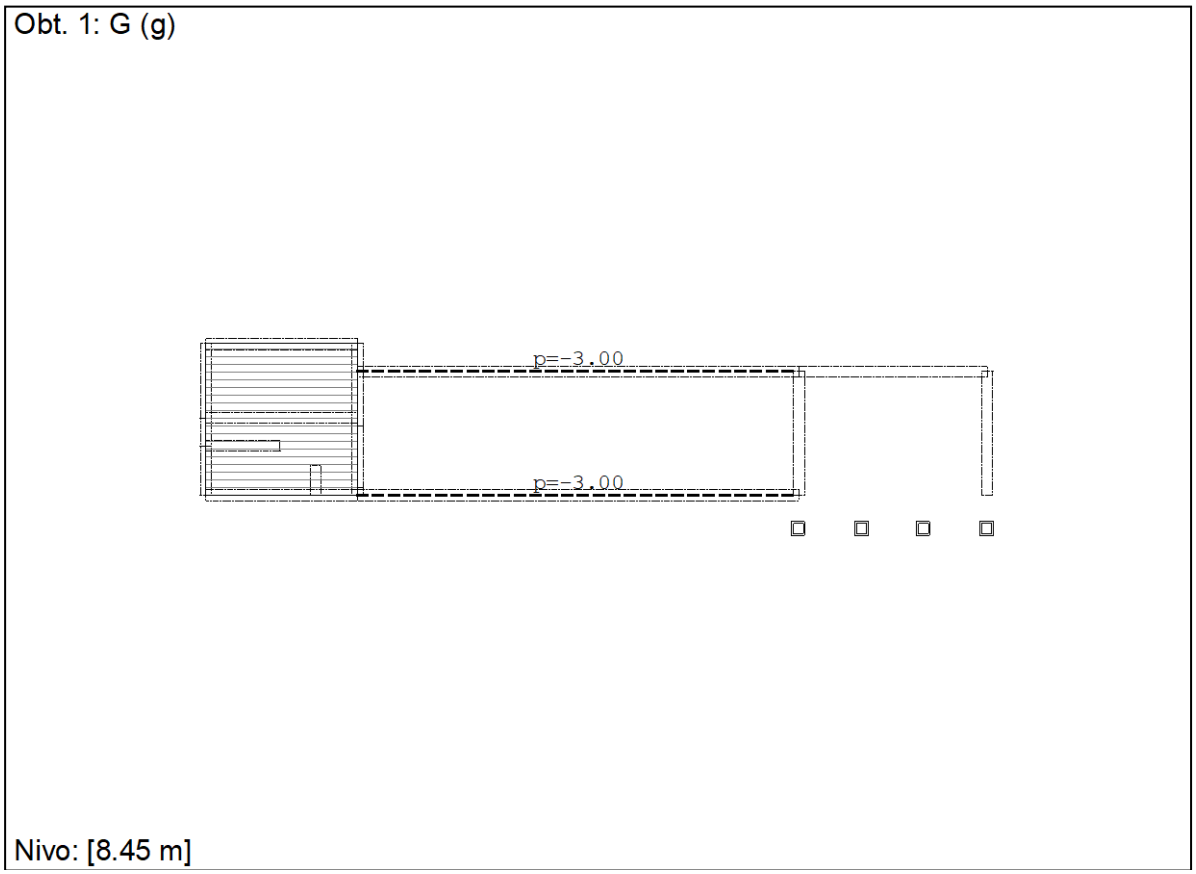


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Les-Iglavci-M...	8.000e-2	6.667e-2	6.667e-2	7.324e-4	2.667e-4	1.067e-3

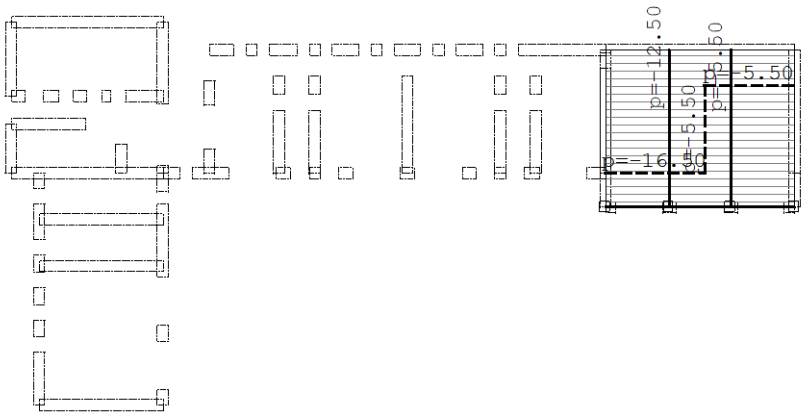
Seti točkovnih podpor

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	1.000e+10	1.000e+10

9.4 Prikaz obtežbe na modelu

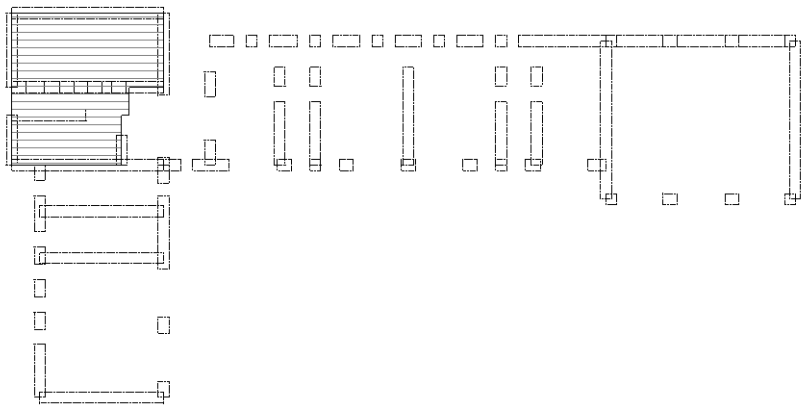


Obt. 1: G (g)



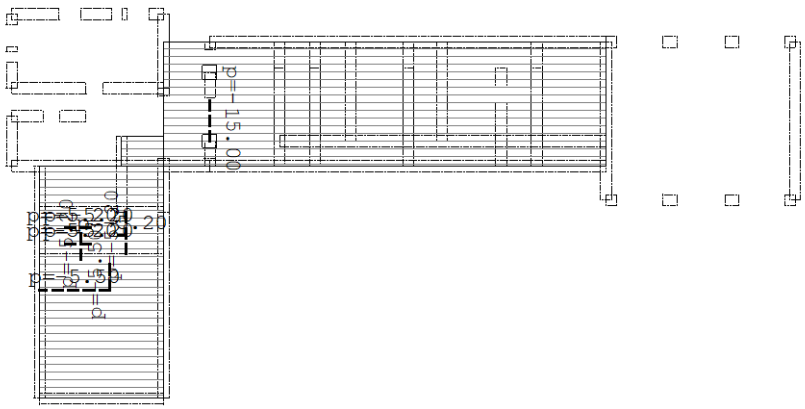
Nivo: [5.80 m]

Obt. 1: G (g)



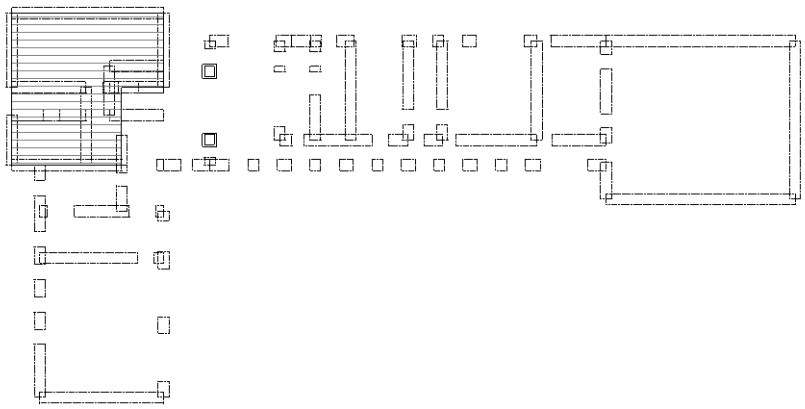
Nivo: [5.60 m]

Obt. 1: G (g)



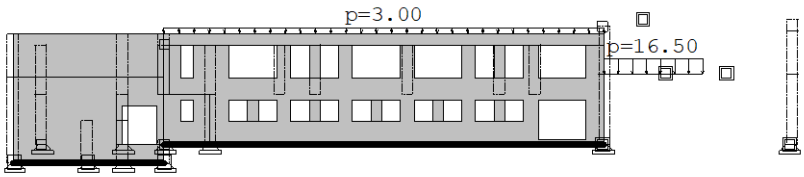
Nivo: [4.50 m]

Obt. 1: G (g)



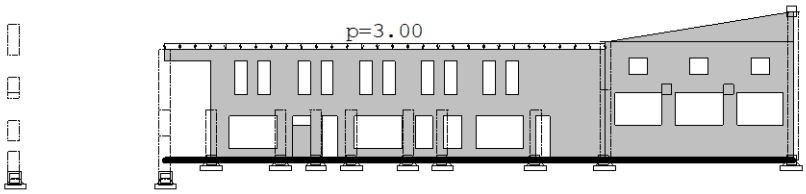
Nivo: [2.80 m]

Obt. 1: G (g)



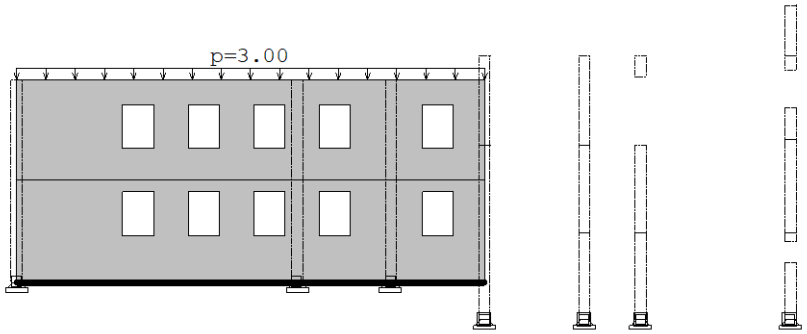
Okvir: H_5

Obt. 1: G (g)



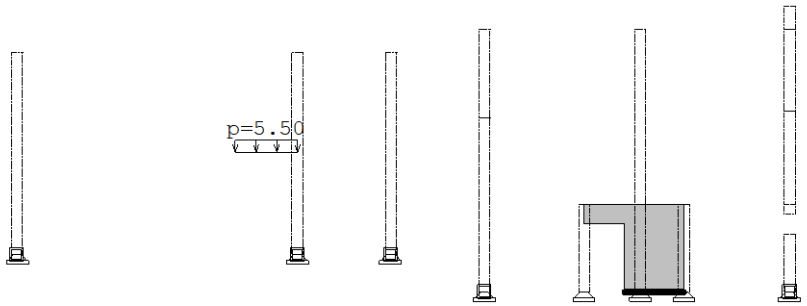
Okvir: H_11

Obt. 1: G (g)



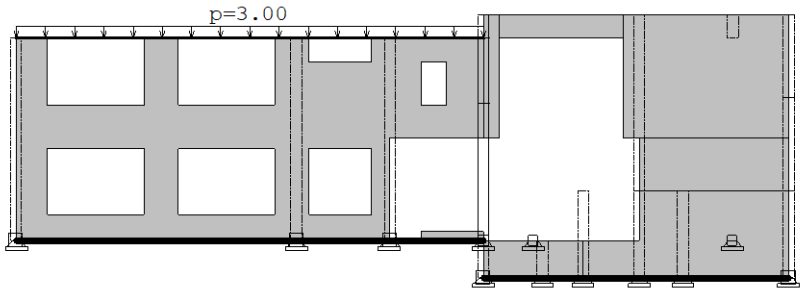
Okvir: V_2

Obt. 1: G (g)



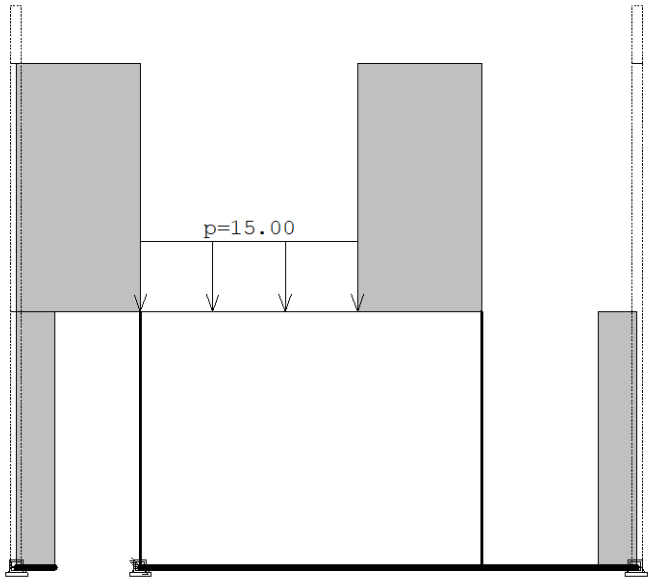
Okvir: V_4

Obt. 1: G (g)



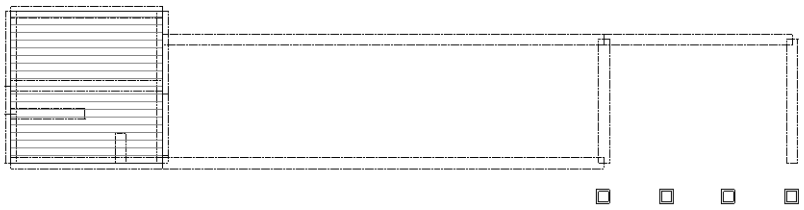
Okvir: V_6

Obt. 1: G (g)



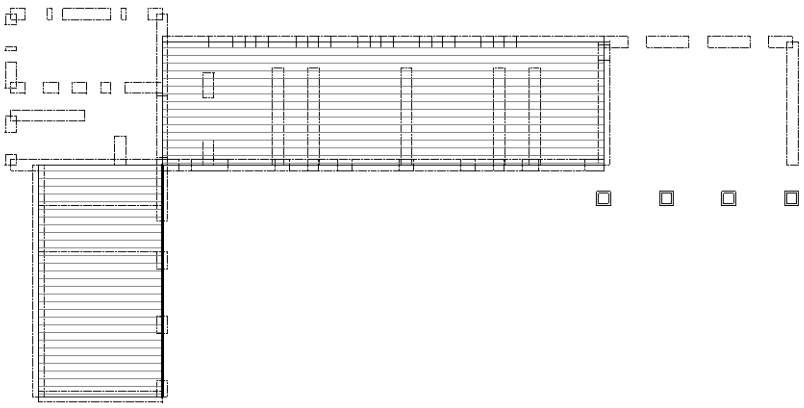
Okvir: V_7

Obt. 2: Q



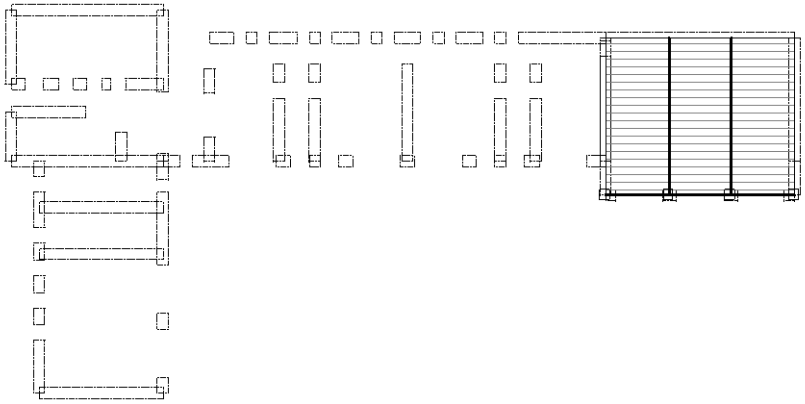
Nivo: [8.45 m]

Obt. 2: Q



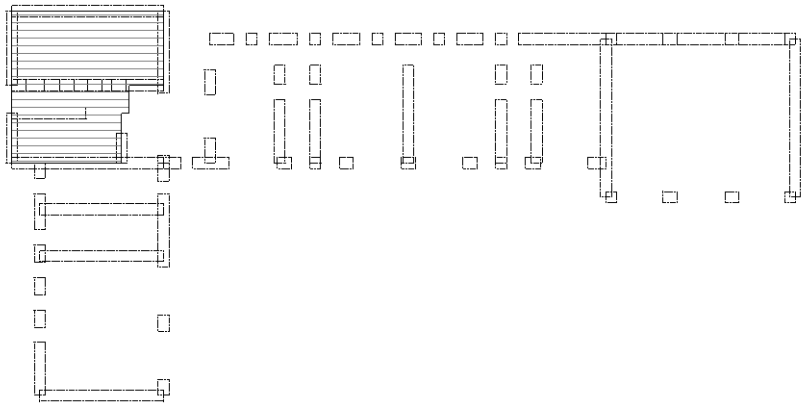
Nivo: [7.70 m]

Obt. 2: Q



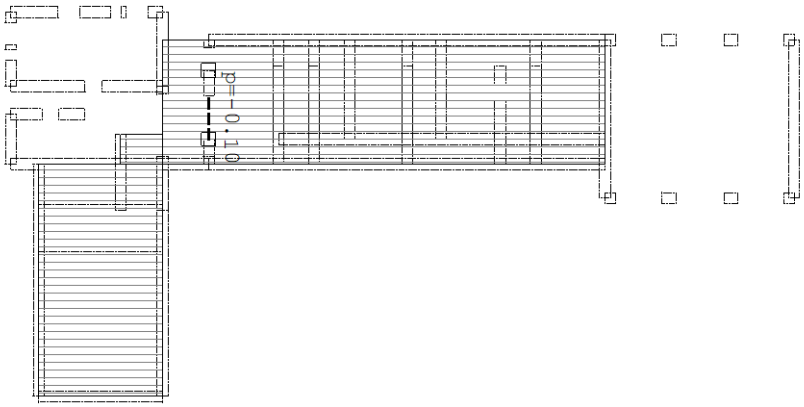
Nivo: [5.80 m]

Obt. 2: Q



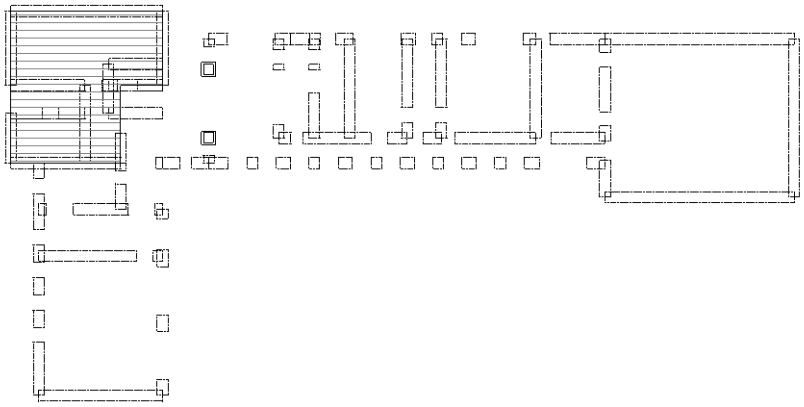
Nivo: [5.60 m]

Obt. 2: Q



Nivo: [4.50 m]

Obt. 2: Q



Nivo: [2.80 m]

9.5 Prikaz obtežnih primerov

Lista obtežnih primerov

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	G (g)	0.00	-0.00	-15290.2
2	Q	0.00	0.00	-2276.85
3	x (+e)			

4	x (-e)			
5	y (+e)			
6	y (-e)			
7	Komb.: I+III			
8	Komb.: I+IV			
9	Komb.: I+V			
10	Komb.: I+VI			

10 Potresna analiza konstrukcije

1.1 Predpostavke numeričnega modela s podatki za določitev potresne odpornosti objekta

Rezultati potresne analize objekta so narejeni z modalno analizo, saj je ta merodajna za določitev morebitnih potrebnih sanacijskih ukrepov v primeru nezadostne nosilnosti objekta. Podatke smo povzemali po obstoječi dokumentaciji, ogledu in sondiranju objekta.

Modalna analiza

Napredne opcije seizmičnega preračuna

Preprečeno nihanje v Z smeri

Faktorji obtežb za preračun mas

No	Naziv	Koeficient
1	G (g)	1.00
2	Q	0.30

Razporeditev mas po višini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
	8.90	32.28	21.36	21.53	
	8.45	14.19	19.68	100.09	1.04
	7.70	17.52	15.49	260.09	0.75
	5.80	33.34	17.37	196.78	1.58
	5.60	12.15	17.90	114.28	1.37
	4.50	17.89	15.43	368.78	1.04
	2.80	16.26	17.62	205.66	2.49
	1.20	17.28	17.21	111.53	
	0.00	5.48	19.64	19.28	
Skupno:	5.14	19.02	16.83	1398.02	

Položaj centra togosti po višini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
	8.90	36.29	22.64
	8.45	36.40	19.41
	7.70	17.12	14.90
	5.80	31.65	18.36
	5.60	35.94	15.95
	4.50	16.80	18.40
	2.80	35.12	17.56
	1.20	13.00	16.66
	0.00	6.76	20.49

Ekscentriciteta po višini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
	8.90	4.02	1.29
	8.45	22.21	0.27
	7.70	0.40	0.59
	5.80	1.69	0.99
	5.60	23.79	1.95
	4.50	1.08	2.98
	2.80	18.86	0.06
	1.20	4.27	0.54
	0.00	1.28	0.85

Nihajne dobe konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]	m' [T]
1	0.0536	18.6509	11.0568
2	0.0532	18.8011	134.1457
3	0.0523	19.1183	11.2604
4	0.0514	19.4615	6.9502
5	0.0482	20.7642	20.2124
6	0.0469	21.3058	19.7518
7	0.0411	24.3240	40.9912
8	0.0390	25.6725	15.2713
9	0.0367	27.2178	36.1405
10	0.0353	28.2900	5.0838
11	0.0349	28.6839	5.6508
12	0.0340	29.3761	4.7712

Seizmični preračun

Seizmični preračun: EC8 (SIST EN 1998)

Kategorija tal:	C
Kategorija pomena:	II (γ=1.0)
Razmerje agR/g:	0.275
Koeficient dušenja:	0.05
Slučajna ekscentričnost mase etaže:	ei = ± 0.050 x Li

Faktorji smeri potresa:

Obtežni primer	Kot α[°]	k,α	k,α+90°	kz	Faktor O.
x	0	1.000	0.300	0.000	2.400*
y	90	1.000	0.300	0.000	2.500

Tip spektra

Obtežni primer	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
x	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
y	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000

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

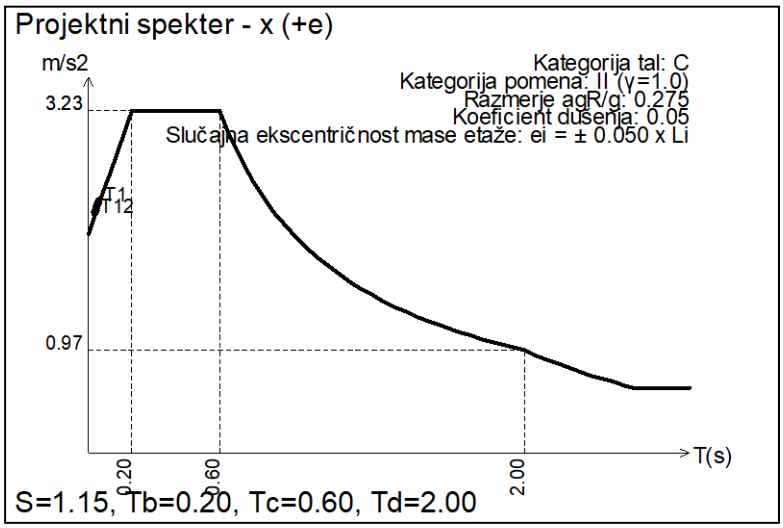
Konstrukcija neregularna po višini, Duktilni sistemi nepovezanih sten, Razred duktilnosti DCM:
qo=3.0
Sistem zidov, dvojni sistem z dominantno steno in sistem z jedrom: αo=2.00, kw=1.00.
Faktor obnašanja: q=0.8·qo·kw=2.40

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]
	8.90	8.32	6.25	-1.30	2.65	12.72	-0.95	40.42	0.48	-4.13
	8.45	12.31	-4.00	0.01	1.20	98.11	-1.71	66.93	1.65	-0.91
	7.70	24.59	-7.87	0.17	8.47	166.62	-0.89	138.37	-13.57	2.49
	5.80	30.48	11.45	91.17	9.58	48.38	40.87	175.33	-14.79	-94.75
	5.60	5.82	-5.64	0.05	2.25	73.22	-0.42	34.67	3.64	0.07
	4.50	12.09	-9.07	0.51	8.19	130.31	-1.07	74.02	-12.62	3.23
	2.80	2.06	1.83	0.18	1.95	39.13	-1.22	10.22	-30.36	0.22
	1.20	0.20	1.06	0.02	0.20	5.20	-0.13	1.00	-5.85	-0.00
	0.00	0.01	-0.02	0.00	0.00	0.17	-0.01	0.06	0.02	0.00
	Σ=	95.89	-6.00	90.81	34.48	573.86	34.46	541.02	-71.41	-93.79

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]
	8.90	4.16	-4.15	-0.12	-0.42	-16.27	2.40	-2.61	21.77	0.43
	8.45	8.11	-2.70	-0.10	17.07	-15.81	-0.34	15.18	19.76	-0.50
	7.70	17.25	-3.59	-0.11	40.85	-39.08	1.67	41.80	37.94	-3.05
	5.80	22.38	7.95	-23.64	71.22	-51.73	-53.30	68.47	70.29	-43.02
	5.60	4.44	1.96	0.00	18.74	-4.28	0.08	21.45	6.71	-0.06
	4.50	9.56	9.20	0.24	49.37	-23.89	1.97	59.46	20.81	-0.38
	2.80	1.57	40.95	0.04	25.45	-12.59	0.15	36.03	13.54	0.15
	1.20	0.16	5.44	0.00	2.66	-0.84	-0.01	3.84	0.80	0.02
	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
	Σ=	67.64	55.05	-23.69	224.97	-164.48	-47.37	243.66	191.61	-46.40

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]
	8.90	0.10	-2.44	-0.11	-3.23	1.29	6.13	-8.94	-6.75	1.99
	8.45	-5.62	2.63	0.34	116.33	22.25	-0.28	15.55	-14.52	0.99
	7.70	-1.58	24.36	-3.09	206.44	34.24	-6.35	124.00	10.15	-1.88
	5.80	6.09	15.41	-9.17	12.37	113.37	-26.31	39.57	-90.75	25.76
	5.60	-3.46	-0.37	-0.01	85.74	21.03	0.07	27.93	-20.70	0.39
	4.50	0.46	19.35	-1.03	127.22	31.23	-5.35	115.76	16.05	-2.69
	2.80	-0.98	-0.40	0.01	29.16	2.62	1.29	9.17	-2.27	0.75
	1.20	-0.12	0.01	0.03	3.55	0.03	0.08	1.04	0.31	0.15
	0.00	-0.02	-0.01	0.00	0.26	0.03	0.01	0.04	-0.05	0.01
	Σ=	-5.14	58.52	-13.03	577.85	226.06	-30.71	324.12	-108.52	25.48

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]
	8.90	0.12	0.12	0.04	-0.20	-0.01	0.00	8.23	-0.07	-2.09
	8.45	1.58	0.29	0.02	-0.60	-0.56	-0.01	13.53	-2.86	0.24
	7.70	3.08	0.54	-0.06	1.71	-0.75	0.31	30.96	-9.14	3.47
	5.80	-2.46	1.95	-1.20	0.72	-1.28	4.28	-46.01	-0.03	5.12
	5.60	1.24	0.16	0.00	0.05	-0.54	0.01	9.72	-0.66	0.06
	4.50	2.43	0.38	-0.19	2.03	-0.68	-0.00	28.56	-3.69	-2.15
	2.80	0.97	0.00	0.03	-0.02	-0.07	0.00	16.33	-0.96	0.21
	1.20	0.12	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	0.00	2.04	-0.18	0.02
	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.03	-0.00	0.00
	Σ=	7.09	3.43	-1.37	3.67	-3.90	4.58	63.39	-17.60	4.88



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

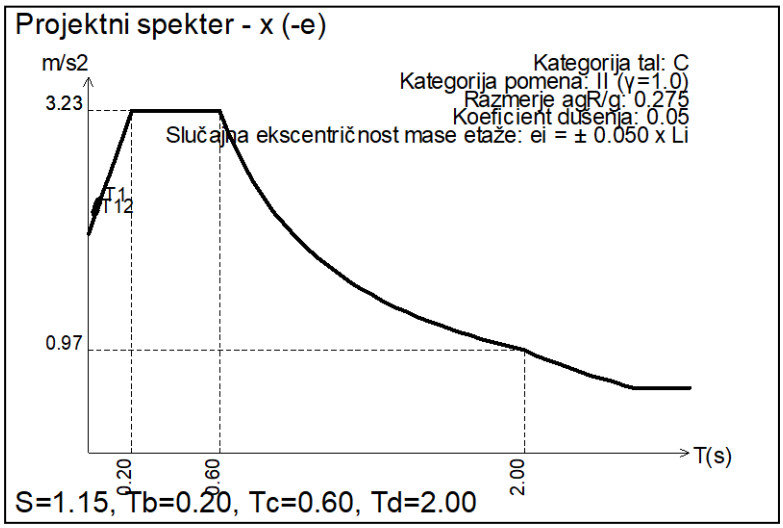
Konstrukcija neregularna po višini, Duktilni sistemi nepovezanih sten, Razred duktilnosti DCM:
qo=3.0
Sistem zidov, dvojni sistem z dominantno steno in sistem z jedrom: qo=2.00, kw=1.00.
Faktor obnašanja: q=0.8·qo·kw=2.40

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]
	8.90	8.32	6.25	-1.30	2.65	12.72	-0.95	40.42	0.48	-4.13
	8.45	12.31	-4.00	0.01	1.20	98.11	-1.71	66.93	1.65	-0.91
	7.70	24.59	-7.87	0.17	8.47	166.62	-0.89	138.37	-13.57	2.49
	5.80	30.48	11.45	91.17	9.58	48.38	40.87	175.33	-14.79	-94.75
	5.60	5.82	-5.64	0.05	2.25	73.22	-0.42	34.67	3.64	0.07
	4.50	12.09	-9.07	0.51	8.19	130.31	-1.07	74.02	-12.62	3.23
	2.80	2.06	1.83	0.18	1.95	39.13	-1.22	10.22	-30.36	0.22
	1.20	0.20	1.06	0.02	0.20	5.20	-0.13	1.00	-5.85	-0.00
	0.00	0.01	-0.02	0.00	0.00	0.17	-0.01	0.06	0.02	0.00
	Σ=	95.89	-6.00	90.81	34.48	573.86	34.46	541.02	-71.41	-93.79

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]
	8.90	4.16	-4.15	-0.12	-0.42	-16.27	2.40	-2.61	21.77	0.43
	8.45	8.11	-2.70	-0.10	17.07	-15.81	-0.34	15.18	19.76	-0.50
	7.70	17.25	-3.59	-0.11	40.85	-39.08	1.67	41.80	37.94	-3.05
	5.80	22.38	7.95	-23.64	71.22	-51.73	-53.30	68.47	70.29	-43.02
	5.60	4.44	1.96	0.00	18.74	-4.28	0.08	21.45	6.71	-0.06
	4.50	9.56	9.20	0.24	49.37	-23.89	1.97	59.46	20.81	-0.38
	2.80	1.57	40.95	0.04	25.45	-12.59	0.15	36.03	13.54	0.15
	1.20	0.16	5.44	0.00	2.66	-0.84	-0.01	3.84	0.80	0.02
	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
	Σ=	67.64	55.05	-23.69	224.97	-164.48	-47.37	243.66	191.61	-46.40

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]
	8.90	0.10	-2.44	-0.11	-3.23	1.29	6.13	-8.94	-6.75	1.99
	8.45	-5.62	2.63	0.34	116.33	22.25	-0.28	15.55	-14.52	0.99
	7.70	-1.58	24.36	-3.09	206.44	34.24	-6.35	124.00	10.15	-1.88
	5.80	6.09	15.41	-9.17	12.37	113.37	-26.31	39.57	-90.75	25.76
	5.60	-3.46	-0.37	-0.01	85.74	21.03	0.07	27.93	-20.70	0.39
	4.50	0.46	19.35	-1.03	127.22	31.23	-5.35	115.76	16.05	-2.69
	2.80	-0.98	-0.40	0.01	29.16	2.62	1.29	9.17	-2.27	0.75
	1.20	-0.12	0.01	0.03	3.55	0.03	0.08	1.04	0.31	0.15
	0.00	-0.02	-0.01	0.00	0.26	0.03	0.01	0.04	-0.05	0.01
	Σ=	-5.14	58.52	-13.03	577.85	226.06	-30.71	324.12	-108.52	25.48

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]
	8.90	0.12	0.12	0.04	-0.20	-0.01	0.00	8.23	-0.07	-2.09
	8.45	1.58	0.29	0.02	-0.60	-0.56	-0.01	13.53	-2.86	0.24
	7.70	3.08	0.54	-0.06	1.71	-0.75	0.31	30.96	-9.14	3.47
	5.80	-2.46	1.95	-1.20	0.72	-1.28	4.28	-46.01	-0.03	5.12
	5.60	1.24	0.16	0.00	0.05	-0.54	0.01	9.72	-0.66	0.06
	4.50	2.43	0.38	-0.19	2.03	-0.68	-0.00	28.56	-3.69	-2.15
	2.80	0.97	0.00	0.03	-0.02	-0.07	0.00	16.33	-0.96	0.21
	1.20	0.12	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	0.00	2.04	-0.18	0.02
	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.03	-0.00	0.00
	Σ=	7.09	3.43	-1.37	3.67	-3.90	4.58	63.39	-17.60	4.88



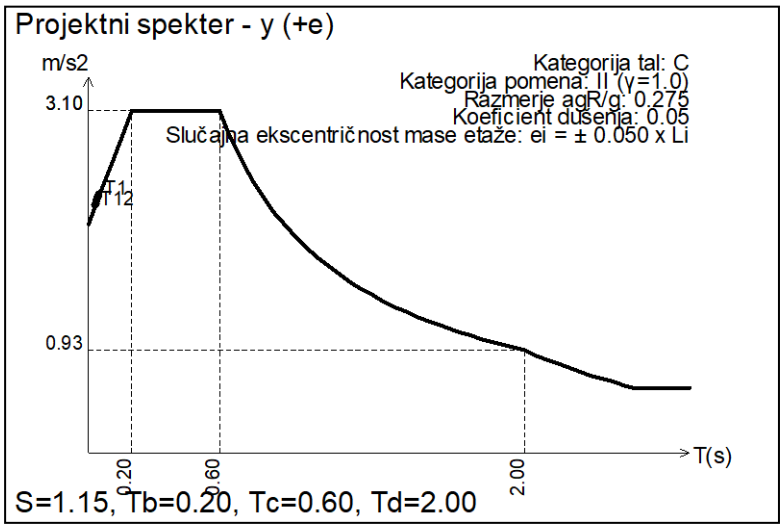
Razporeditev potresnih sil po višini objekta - y (+e)

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]
	8.90	-3.03	-2.28	0.47	7.11	34.18	-2.56	-17.92	-0.21	1.83
	8.45	-4.48	1.46	-0.01	3.21	263.68	-4.61	-29.68	-0.73	0.40
	7.70	-8.95	2.87	-0.06	22.77	447.83	-2.40	-61.35	6.02	-1.10
	5.80	-11.10	-4.17	-33.20	25.74	130.02	109.83	-77.74	6.56	42.01
	5.60	-2.12	2.05	-0.02	6.04	196.80	-1.13	-15.37	-1.61	-0.03
	4.50	-4.40	3.30	-0.18	22.02	350.22	-2.87	-32.82	5.59	-1.43
	2.80	-0.75	-0.67	-0.06	5.23	105.18	-3.29	-4.53	13.46	-0.10
	1.20	-0.07	-0.39	-0.01	0.53	13.99	-0.34	-0.44	2.59	0.00
	0.00	-0.00	0.01	-0.00	0.01	0.46	-0.04	-0.03	-0.01	-0.00
	Σ=	-34.92	2.19	-33.07	92.67	1542.3	92.61	-239.88	31.66	41.58

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]
	8.90	1.70	-1.69	-0.05	0.55	21.20	-3.13	-1.01	8.46	0.17
	8.45	3.30	-1.10	-0.04	-22.25	20.60	0.44	5.90	7.68	-0.19
	7.70	7.03	-1.46	-0.05	-53.23	50.94	-2.18	16.24	14.74	-1.18
	5.80	9.12	3.24	-9.63	-92.82	67.42	69.47	26.60	27.30	-16.71
	5.60	1.81	0.80	0.00	-24.43	5.57	-0.11	8.33	2.61	-0.03
	4.50	3.89	3.75	0.10	-64.35	31.14	-2.57	23.10	8.08	-0.15
	2.80	0.64	16.68	0.02	-33.17	16.41	-0.20	14.00	5.26	0.06
	1.20	0.07	2.21	0.00	-3.47	1.10	0.01	1.49	0.31	0.01
	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.01	-0.00	0.01	0.00	0.00
	Σ=	27.55	22.42	-9.65	-293.21	214.38	61.74	94.65	74.43	-18.02

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]
	8.90	0.47	-11.68	-0.51	-0.26	0.10	0.50	6.24	4.71	-1.39
	8.45	-26.86	12.57	1.64	9.39	1.80	-0.02	-10.86	10.14	-0.69
	7.70	-7.57	116.42	-14.76	16.67	2.76	-0.51	-86.59	-7.09	1.31
	5.80	29.09	73.67	-43.83	1.00	9.15	-2.12	-27.63	63.38	-17.99
	5.60	-16.55	-1.77	-0.05	6.92	1.70	0.01	-19.51	14.45	-0.27
	4.50	2.21	92.47	-4.93	10.27	2.52	-0.43	-80.84	-11.21	1.88
	2.80	-4.68	-1.92	0.05	2.35	0.21	0.10	-6.41	1.58	-0.52
	1.20	-0.59	0.05	0.12	0.29	0.00	0.01	-0.73	-0.22	-0.10
	0.00	-0.07	-0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	-0.03	0.04	-0.01
	Σ=	-24.55	279.75	-62.26	46.66	18.25	-2.48	-226.35	75.78	-17.79

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]
	8.90	0.02	0.02	0.01	0.39	0.02	-0.00	-5.14	0.04	1.30
	8.45	0.25	0.05	0.00	1.19	1.11	0.02	-8.44	1.79	-0.15
	7.70	0.49	0.09	-0.01	-3.39	1.48	-0.61	-19.32	5.70	-2.17
	5.80	-0.39	0.31	-0.19	-1.42	2.53	-8.46	28.71	0.02	-3.19
	5.60	0.20	0.03	0.00	-0.10	1.08	-0.01	-6.07	0.41	-0.03
	4.50	0.39	0.06	-0.03	-4.01	1.34	0.01	-17.82	2.30	1.34
	2.80	0.15	0.00	0.00	0.04	0.14	-0.00	-10.19	0.60	-0.13
	1.20	0.02	-0.00	0.00	0.02	0.03	-0.00	-1.27	0.11	-0.01
	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.02	0.00	-0.00
	Σ=	1.13	0.55	-0.22	-7.27	7.71	-9.06	-39.55	10.98	-3.05



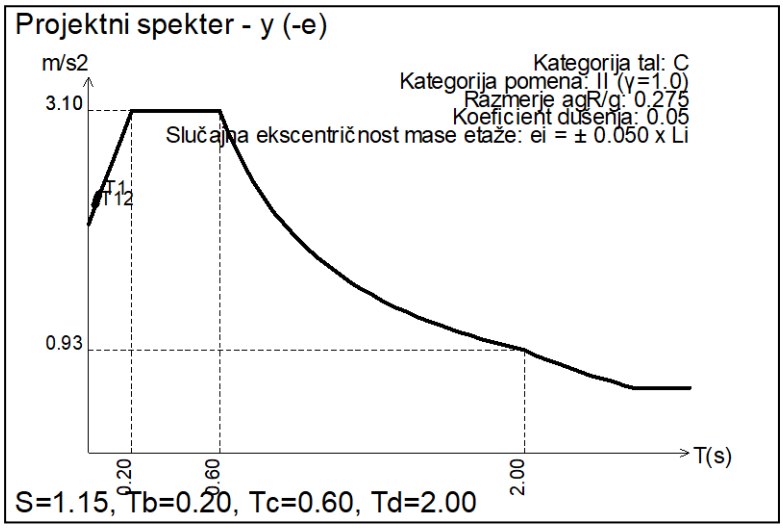
Razporeditev potresnih sil po višini objekta - y (-e)

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]
	8.90	-3.03	-2.28	0.47	7.11	34.18	-2.56	-17.92	-0.21	1.83
	8.45	-4.48	1.46	-0.01	3.21	263.68	-4.61	-29.68	-0.73	0.40
	7.70	-8.95	2.87	-0.06	22.77	447.83	-2.40	-61.35	6.02	-1.10
	5.80	-11.10	-4.17	-33.20	25.74	130.02	109.83	-77.74	6.56	42.01
	5.60	-2.12	2.05	-0.02	6.04	196.80	-1.13	-15.37	-1.61	-0.03
	4.50	-4.40	3.30	-0.18	22.02	350.22	-2.87	-32.82	5.59	-1.43
	2.80	-0.75	-0.67	-0.06	5.23	105.18	-3.29	-4.53	13.46	-0.10
	1.20	-0.07	-0.39	-0.01	0.53	13.99	-0.34	-0.44	2.59	0.00
	0.00	-0.00	0.01	-0.00	0.01	0.46	-0.04	-0.03	-0.01	-0.00
	Σ=	-34.92	2.19	-33.07	92.67	1542.3	92.61	-239.88	31.66	41.58

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]
	8.90	1.70	-1.69	-0.05	0.55	21.20	-3.13	-1.01	8.46	0.17
	8.45	3.30	-1.10	-0.04	-22.25	20.60	0.44	5.90	7.68	-0.19
	7.70	7.03	-1.46	-0.05	-53.23	50.94	-2.18	16.24	14.74	-1.18
	5.80	9.12	3.24	-9.63	-92.82	67.42	69.47	26.60	27.30	-16.71
	5.60	1.81	0.80	0.00	-24.43	5.57	-0.11	8.33	2.61	-0.03
	4.50	3.89	3.75	0.10	-64.35	31.14	-2.57	23.10	8.08	-0.15
	2.80	0.64	16.68	0.02	-33.17	16.41	-0.20	14.00	5.26	0.06
	1.20	0.07	2.21	0.00	-3.47	1.10	0.01	1.49	0.31	0.01
	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.01	-0.00	0.01	0.00	0.00
	Σ=	27.55	22.42	-9.65	-293.21	214.38	61.74	94.65	74.43	-18.02

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]
	8.90	0.47	-11.68	-0.51	-0.26	0.10	0.50	6.24	4.71	-1.39
	8.45	-26.86	12.57	1.64	9.39	1.80	-0.02	-10.86	10.14	-0.69
	7.70	-7.57	116.42	-14.76	16.67	2.76	-0.51	-86.59	-7.09	1.31
	5.80	29.09	73.67	-43.83	1.00	9.15	-2.12	-27.63	63.38	-17.99
	5.60	-16.55	-1.77	-0.05	6.92	1.70	0.01	-19.51	14.45	-0.27
	4.50	2.21	92.47	-4.93	10.27	2.52	-0.43	-80.84	-11.21	1.88
	2.80	-4.68	-1.92	0.05	2.35	0.21	0.10	-6.41	1.58	-0.52
	1.20	-0.59	0.05	0.12	0.29	0.00	0.01	-0.73	-0.22	-0.10
	0.00	-0.07	-0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	-0.03	0.04	-0.01
	Σ=	-24.55	279.75	-62.26	46.66	18.25	-2.48	-226.35	75.78	-17.79

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]
	8.90	0.02	0.02	0.01	0.39	0.02	-0.00	-5.14	0.04	1.30
	8.45	0.25	0.05	0.00	1.19	1.11	0.02	-8.44	1.79	-0.15
	7.70	0.49	0.09	-0.01	-3.39	1.48	-0.61	-19.32	5.70	-2.17
	5.80	-0.39	0.31	-0.19	-1.42	2.53	-8.46	28.71	0.02	-3.19
	5.60	0.20	0.03	0.00	-0.10	1.08	-0.01	-6.07	0.41	-0.03
	4.50	0.39	0.06	-0.03	-4.01	1.34	0.01	-17.82	2.30	1.34
	2.80	0.15	0.00	0.00	0.04	0.14	-0.00	-10.19	0.60	-0.13
	1.20	0.02	-0.00	0.00	0.02	0.03	-0.00	-1.27	0.11	-0.01
	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.02	0.00	-0.00
	Σ=	1.13	0.55	-0.22	-7.27	7.71	-9.06	-39.55	10.98	-3.05



Faktorji participacije - relativno sodelovanje

Ton \ Naziv	1. x (+e)	2. x (-e)	3. y (+e)	4. y (-e)
1	0.039	0.039	0.005	0.005
2	0.086	0.086	0.615	0.615
3	0.217	0.217	0.042	0.042
4	0.035	0.035	0.006	0.006
5	0.073	0.073	0.123	0.123
6	0.125	0.125	0.019	0.019
7	0.005	0.005	0.117	0.117
8	0.269	0.269	0.002	0.002
9	0.122	0.122	0.058	0.058
10	0.003	0.003	0.000	0.000
11	0.001	0.001	0.004	0.004
12	0.024	0.024	0.009	0.009

Faktorji participacije - angažiranje mase

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	6.19	0.02
2	0.18	50.98
3	20.62	0.36
4	1.85	1.23
5	10.29	5.50
6	6.54	4.05
7	0.07	9.19
8	17.02	2.61
9	12.05	1.35
10	0.22	0.05
11	0.21	0.24
12	2.43	0.19
ΣU (%)	77.69	75.76

11 Temelji

Temelji niso bili raziskani, smatra se, da v kolikor bi jih dimenzionirali skladno z veljavno zakonodajo, bi bili poddimenzionirani. Glede statične obtežbe niso problematični, glede na to, da se obtežba ne bo povečevala, in glede na to, da ni poškodb, ki bi kazale na neustreznost temeljev, se ji ohrani v obstoječem stanju.

12 Zaključki in predlog rekonstrukcije

12.1 Predlagani ukrepi v okviru rekonstrukcije

- **Strižna ojačitev okroglih stebrov v pritličju s karbonskimi trakovi,**
- **Ojačitev nosilcev telovadnice, s karbonskimi lamelami,**
- **Ojačitev plošče južnega dela objekta s karbonskimi lamelami,**
- **Ojačitev betonskih sten, kjer je računska armatura večja od vgrajene (pri izdelavi PZI se določi točna mesta)**

12.2 Zaključki

Objekt se nahaja v razmeroma dobrem stanju, na objektu nismo zaznali bistvenih poškodb, ki bi nakazovale na poškodbe objekta, kljub temu, da je objekt že doživel manjše potrese.

Računska armatura v ploščah večinoma zadošča za prevzem obremenitev. Samo lokalno se je izkazalo, da so bile potrebne količine večje od vgrajene armature. Tu se predlaga manjša ojačitev.

Računska armatura v stebrih je glede na izračun minimalna, torej manjša od vgrajene. Vendar bi bilo potrebno okrogle stebre pritličja strižno ojačati zaradi sodobnih predpisov.

Računska armatura v stenah je glede na izračun razmeroma majhna, večinoma manjša od vgrajene. Na mestih, kjer je potrebna armatura večja od predpisane ali na mestih, kjer je v nearmiranem betonu potrebna večja armatura, se predlaga, da se le-te dele ojača.

Objekt naj se vzdržuje ter uporablja kot do sedaj, pri tem je potrebno vršiti redne preglede objekta in spremljati njegovo stanje.

Prepovedani so kakršnikoli posegi v nosilno konstrukcijo brez predhodne statične preverbe.

Avgust 2024

dr. Urban Rodman, univ. dipl. inž. grad.
IZS G-3560

