

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Andrea Rajić

**PONAŠANJE LAGANOG SPREGNUTOG NOSAČA -
SASTAVLJENI HLADNO OBLIKOVANI ČELIK -
BETON U SAVIJANJU**

Zagreb, 2021.

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za konstrukcije Građevinskog fakulteta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Ivana Lukačevića, dipl. ing. građ. i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2020./2021.

SADRŽAJ

SADRŽAJ	i
1 UVOD	1
1.1 Općenito	1
1.2 Pregled stanja područja istraživanja različitih spregnutih sustava hladno oblikovani čelik beton	4
1.3 Odabrani sustav	13
2 HIPOTEZA I CILJ ISTRAŽIVANJA	15
3 METODE ISTRAŽIVANJA.....	17
4 ANALITIČKE PARAMETARSKJE ANALIZE ODABRANOG SUSTAVA	20
4.1 Otpornost poprečnog presjeka na savijanje.....	20
4.2 Neutralna os savijanja na dodiru čeličnih profila i betonske pojasnice	23
4.3 Neutralna os savijanja ne leži na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila.....	27
4.3.1 Neutralna os savijanja u betonskoj pojasnici	27
4.3.2 Neutralna os savijanja leži u pojasnici čeličnog nosača.....	29
4.4 Rezultati parametarske analize.....	30
4.4.1 Rezultati analize u slučaju pune posmične veze za različite debljine i širine betonske pojasnice.....	30
4.4.2 Rezultati analize kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila	31
4.4.3 Rezultati analize u slučaju djelomične posmične veze	39
4.5 Odabrani poprečni presjek i dimenzije nosača.....	42
5 KALIBRACIJA NUMERIČKOG MODELA	43
5.1 Općenito	43

6	PARAMETARSKE NUMERIČKE ANALIZE UTJECAJA STUPNJA POSMIČNE VEZE.....	50
6.1	Uvod.....	50
6.2	Utjecaj kontinuirano spojenih čeličnih profila na djelomičnu posmičnu vezu ostvarenu između čeličnih profila i betonske ploče	50
7	PARAMETARSKE NUMERIČKE ANALIZE NAČINA POVEZIVANJA C PROFILA	55
7.1	Utjecaj točkasto spojenih čeličnih profila na punu posmičnu vezu ostvarenu između čeličnih profila i betonske ploče	55
7.2	Utjecaj točkasto spojenih čeličnih profila na djelomičnu posmičnu vezu ostvarenu između čeličnih profila i betonske ploče.....	68
8	USPOREDBA DOBIVENIH REZULTATA I DISKUSIJA.....	108
9	ZAKLJUČCI I PREPORUKE ZA DALJNJA ISTRAŽIVANJA	114
9.1	Neposredni zaključci.....	114
9.2	Preporuke za daljnja istraživanja	114
	ZAHVALE	116
	POPIS LITERATURE	117
	Prilog A: Rezultati analize u slučaju pune posmične veze za različite debljine i širine betonske pojasnice.....	119
	Prilog B: Rezultati analize kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila	124
	Prilog C: Rezultati analize u slučaju djelomične posmične veze.....	166
	POPIS SLIKA	185
	POPIS TABLICA.....	195
	SAŽETAK.....	206
	SUMMARY	207
	ŽIVOTOPIS AUTORA.....	208

1 UVOD

1.1 Općenito

S obzirom da je građevinarstvo najstarija i najznačajnija grana tehnike, razvoj građevinarstva ima bogatu i dugu povijest. Ovaj dugogodišnji razvoj u području proizvodnje čelika rezultirao je raznovrsnom ponudom različitih profila koji se mogu koristiti u izgradnji. U samom postupku izgradnje, prilikom projektiranja, inženjeri-konstruktori odabiru profile ovisno o potrebama njihove otpornosti na učinke djelovanja vodeći računa o usklađenosti izgleda poprečnog presjeka sa željama arhitekata.

Također, napretkom tehnologije, mogućnostima ispitivanja i dolaskom do novih spoznaja građevinarstvu je omogućen značajan napredak u pogledu primjene novih materijala i razvoja novih konstrukcijskih sustava kojima se postižu veće otpornosti uz ekonomičniji utrošak materijala. Niti jedan materijal pri gradnji konstrukcija nije dominantan, pa tako ni čelik, drvo ili beton. Ipak, kombinacijom različitih materijala mogu se ostvariti sustavi sa značajnim prednostima.

Sve veća sloboda arhitekata u oblikovanju konstrukcija (nepravilni tlocrti, neobični oblici), želja za obaranjem visinskih rekorda, ekološki aspekti, brzina izgradnje, velika fleksibilnost te pouzdano i ekonomično projektiranje u slučaju požara predstavljaju pokretače razvoja novih sustava. Također, bitnu ulogu u razvoju novih sustava ima i potreba za zadovoljavanjem zahtjeva na građevine kao što su sigurnost, funkcionalnost i trajnost odnosno njihova pouzdanost. Kao rezultat razvoja osmišljeni su sustavi koji iskorištavaju prednosti čelika i betona i nazivaju se sastavljeni ili spregnuti sustavi čelik - beton. Kod ovih sustava od svojstava betona najvažnija je njegova krutost te sposobnost izvedbe u različitim oblicima (predgotovljeni betonski elementi ili izvedba na gradilištu), dok se kod čelika ističe mogućnost izvedbe većih raspona što rezultira većim slobodnim prostorima te većom otvorenošću.

Spregnuti sustavi čelik - beton prikladni su za istovremeno djelovanje momenta savijanja i uzdužnih sila. Primjeri konstrukcija s takvim djelovanjima su [1]:

- a) visoke građevine kod kojih je izražen utjecaj djelovanja vjetra, ali i potresnog djelovanja,

- b) moderne konstrukcije čiji se elementi nalaze pod različitim kutovima u odnosu na vertikalnu os konstrukcije,
- c) ovješeni i viseći mostovi gdje kablovi te prometno djelovanje mogu unijeti velika uzdužna opterećenja.

Izvedba betonskih elemenata *in situ* (na gradilištu) zahtijeva montažu i uklanjanje oplata različitih oblika što predstavlja veliki udio u ukupnim troškovima izgradnje. Međutim, ovi troškovi se mogu smanjiti ako se armaturni čelik zamijeni hladno oblikovanim čeličnim limom koji će podupirati svježi beton tijekom izgradnje, a kasnije, nakon očvršćivanja betona suradnjom s očvrslim betonom činiti spregnuti sustav [2–4].

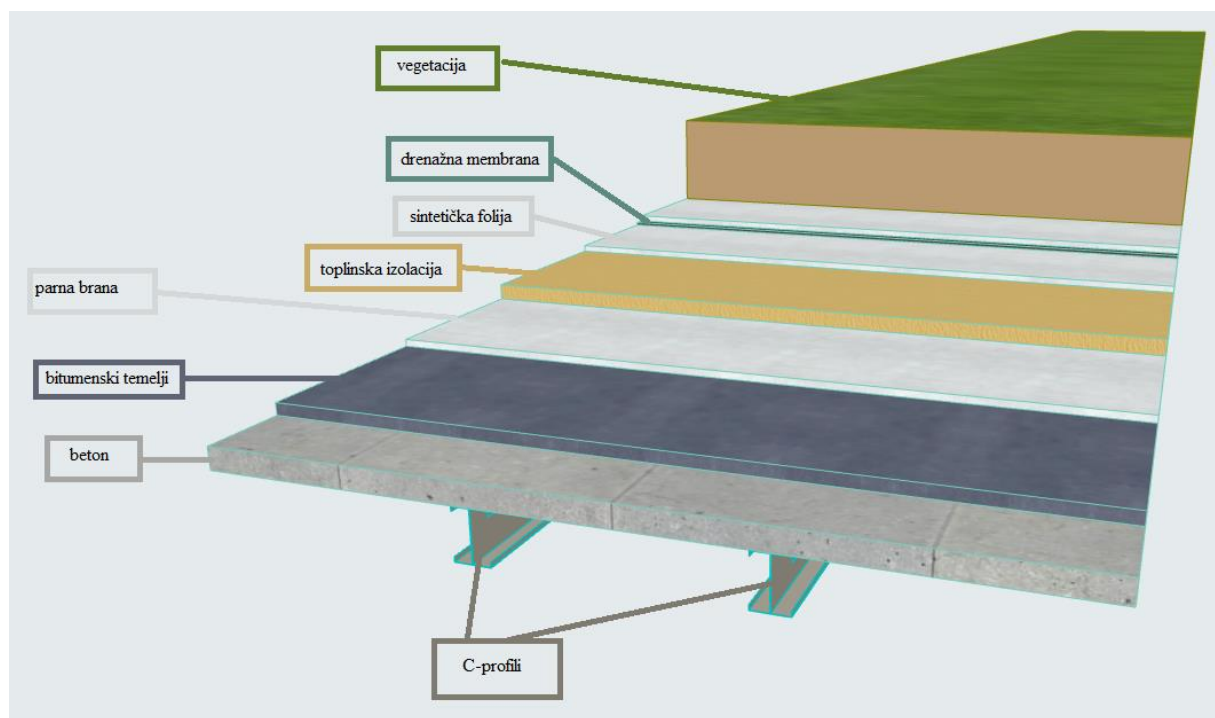
Suradnja čelika i betona u novijim sustavima nije ostvarena samo posmičnom vezom između ta dva materijala, već navedeni materijali mogu surađivati i bez posmične veze zbrajajući nosivosti svakog materijala zasebno ili umetanjem čeličnih sklopova kao ojačanja betonskom dijelu konstrukcije. Gledajući s održive strane, svaki od navedenih elemenata sastavljenoga sustava može biti izveden iz recikliranih materijala čime se osigurava ponovna uporaba istoga te se štiti okoliš na kojeg građevinska industrija ima značajan utjecaj [5].

Najčešće korišteni čelični profili su I-profili, H-profili, U-profili te C-profili. Nosivost takvih čeličnih profila moguće je povećati kombiniranjem dvaju istoimenih profila, odnosno ostvarivanjem posmične veze između njih. Za ovakve kombinacije najprikladniji su U-profili i C-profili koji se mogu povezati direktno preko hrptova, a rezultat je dvoosno simetrični poprečni presjek pogodan za djelovanje momenta savijanja [6,7]. Također ukoliko takvim sastavljenim čeličnim profilima dodamo betonsku pojasnicu u tlačnom području poprečnog presjeka uz postizanje njihove integracije ostvarivanjem posmične veze između čeličnih profila i betonske ploče dolazimo do sustava spregnutog nosača koji može polučiti različitim prednostima posebno u sustavima međukatnih konstrukcija.

Iznimno važnu ulogu u povezivanju čeličnog i betonskog dijela sastavljenoga sustava imaju spojna sredstva kao što su moždanici s glavom, ali ta interakcija može biti ostvarena i drugim načinima kao što su nestandardni tipovi moždanika, betonski moždanici, vijci ili pak posebna ljepila [3,8].

Ovako sastavljena konstrukcija ima znatno veću krutost i otpornost od drugih sustava koji se koriste kao međukatne konstrukcije. Ovo rezultira smanjenjem dimenzija dijelova poprečnog presjeka što u konačnici osigurava manjim visinama i težinama sustava. Ujedno, manja težina konstrukcije omogućuje jednostavnije temeljenje cjelokupne konstrukcije, a to povlači i manji broj isporuka materijala u usporedbi s drugim oblicima gradnje. Nadalje, zbog male vlastite težine elemenata sustava, rezultat je povećana brzina izgradnje i fleksibilnost zbog lakše manipulacije na gradilištu [1]. Ukoliko se za posmičnu vezu primijene moždanici koji imaju mogućnost demontaže veliku prednost ovakvih sustava predstavlja jednostavnija ponovna uporaba ili reciklaža [9].

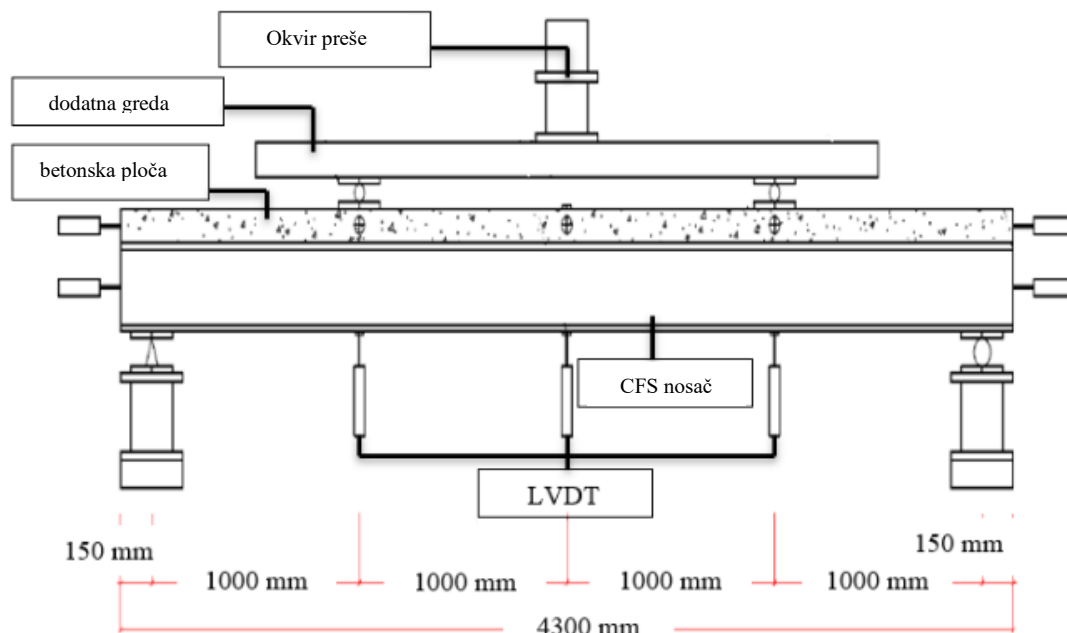
Primjena ovakvog načina izgradnje prikladna je u poslovnim zgradama, bolnicama, školama, kinima, stambenim kućama te u projektima obnova starih objekata gdje se ne očekuju opterećenja veća od 3 kN/m^2 . Ujedno moguća je i primjena kod izgradnje zelenih krovova čiji kod kojih slojevi rezultiraju opterećenjima na nosivu konstrukciju od 4 do 5 kN/m^2 , slika 1.1.



Slika 1.1. Ilustracija primjene razmatranog spregnutog sustava kod zelenih krovova

1.2 Pregled stanja područja istraživanja različitih spregnutih sustava hladno oblikovani čelik beton

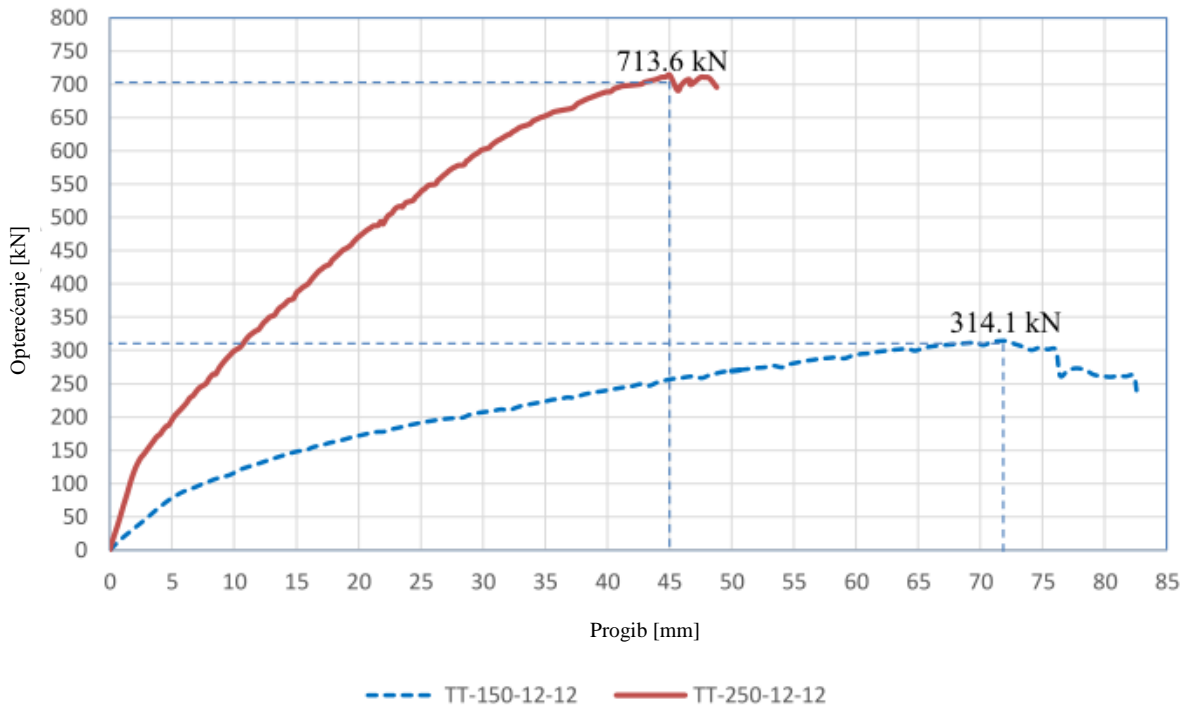
Eksperimentalna istraživanja o ponašanju djelomično obloženih hladno oblikovanih sastavljenih čeličnih nosača na savijanje proveli su znanstvenici sa sveučilišta u Maleziji i Indoneziji [10]. Istraživanje je provedeno na C-profilima s granicom popuštanja od 450 N/mm^2 te je kao posmično sredstvo korištena armatura odnosno moždanici od betona. Pri ispitivanju su korištena dva različita uzorka, jedan s čeličnim nosačem 150 mm i jedan s čeličnim nosačem širine 250 mm. Oba uzorka su podvrgnuta djelovanju hidrauličke preše maksimalnog kapaciteta 1000 kN. Uzorak je opterećen na savijanje u četirima točkama na međusobnoj udaljenosti od 1000 mm. Opterećenje je nanoseno preko dodatne grede koja prenosi opterećenje od preše na betonsku ploču. Uzorak je oblikovan kao statički sustav jednostavno oslonjenog nosača. Za mjerenje vertikalnog progiba na sredini uzorka korištena su LVDT mjerna osjetila koja su smještena u kritičnim zonama na mjestima opterećivanja. Shematski prikaz ispitivanja je prikazan na slici 1.2. Otkazivanje uzorka je definirano značajnim deformacijama ili značajnim padom primijenjenog opterećenja.



Slika 1.2. Shematski prikaz ispitivanja [10]

Rezultati ispitivanja su pokazali da oba uzorka otkazuju na isti način zbog kombinacije djelovanja velike posmične sile i momenta savijanja. Do otkazivanja je došlo zbog stvaranja

uzdužnih pukotina duž spojnice koja spaja točke unosa opterećenja. Najprije je uslijedilo stvaranje pukotina, a zatim i drobljenje betona u blizini područja unosa opterećenja. Opterećenje je pri ispitivanju kontinuirano raslo dok nije došlo do otkazivanja što je vidljivo na slici 1.3.



Slika 1.3. Krivulja opterećenje-progib [10]

Na temelju dobivenih rezultata ispitivanja zaključeno je da nosač širine 250 mm ima veću otpornost u odnosu na nosač širine 150 mm. Nadalje, postavljanje armature kao posmične veze daje veći stupanj sprežanja jer takva veza omogućava kontinuirano osiguranje posmika između dvaju elemenata. Laboratorijski uzorci sastavljenih nosača pokazali su duktilno ponašanje prilikom savijanja.

Leal i Batista [11] su proveli eksperimentalna ispitivanja savijanja spregnutih nosača izrađenih od hladno oblikovanih rešetkastih nosača s betonskim pločama kao pojasnicama. Rešetkasti nosači izvedeni iz lima debljine 0,95 mm su povezani s betonskom pločom samobušecim vijcima promjera 4,8 mm. Ploča je sastavljena od betonskih rebara i blokova stiropora na kojima je izliven beton debljine 60 mm *in situ*. Ukupna debljina ploče iznosila je 130 mm, dok je beton bio kvalitete C25/30. Detalji izvođenja međukatne konstrukcije te prikaz postavljanja uzoraka u prešu za ispitivanje su prikazani na slikama 1.4. i 1.5.

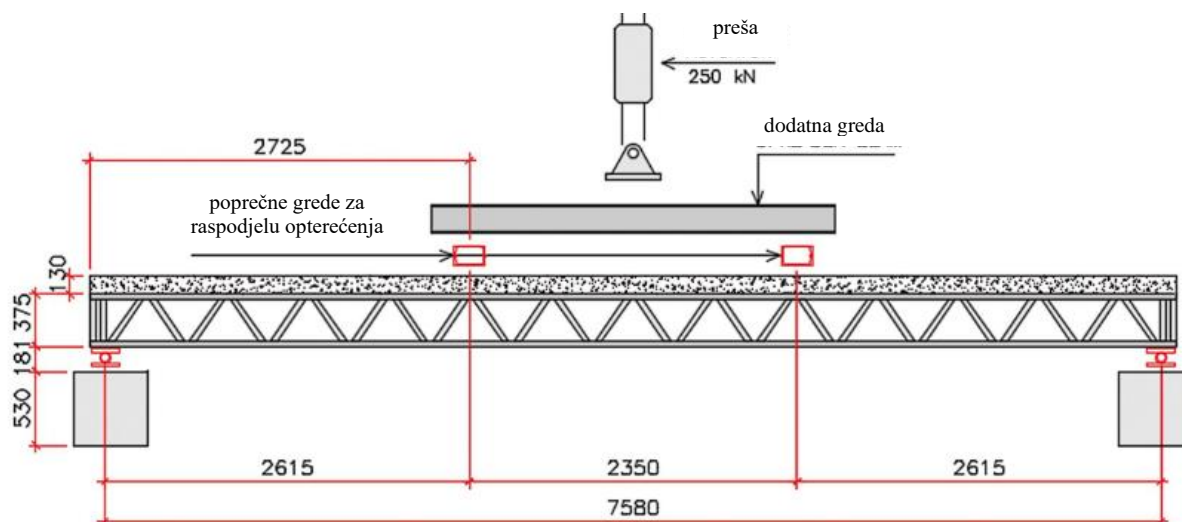


Slika 1.4. Detalji izvođenja međukatne konstrukcije [11]



Slika 1.5. Postavljanje uzoraka u prešu za ispitivanje [11]

Ispitivanje je provedeno s namjerom dobivanja pouzdane informacije o otpornosti na savijanje nosača, deformacija pri savijanju, krutosti na savijanje, relativnog pomaka između čeličnih rešetki i betonske ploče, te mehanizma otkazivanja. Opterećenje se prenosi preko grede povezane s prešom koja je postavljena na betonsku ploču u dvije točke. Pri mjerenju su se pratila naprezanja u gornjoj i donjoj čeličnoj pojasnici te u betonskoj ploči. Skica provođenja ispitivanja prikazana je na slici 1.6. s označenim elementima i dimenzijama.

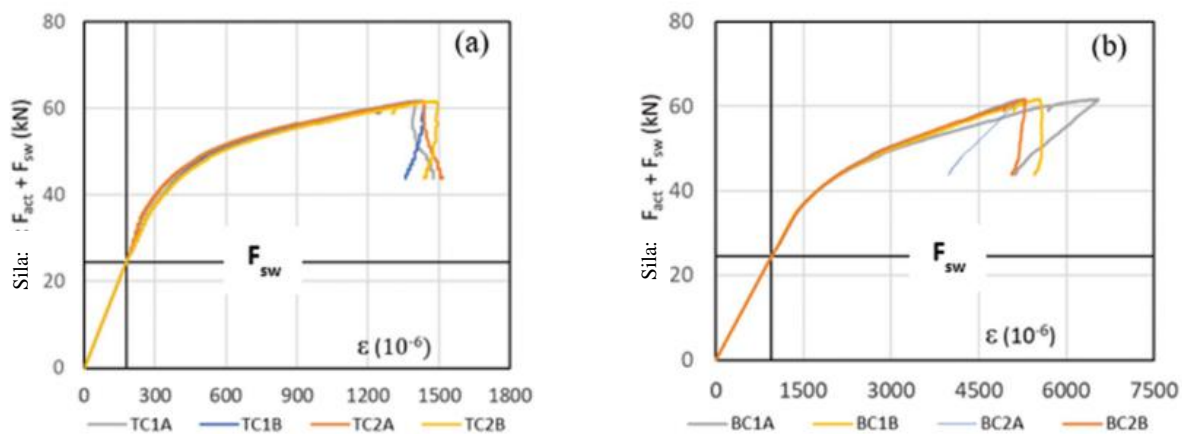


Slika 1.6. Skica provođenja ispitivanja s označenim elementima i dimenzijama [11]

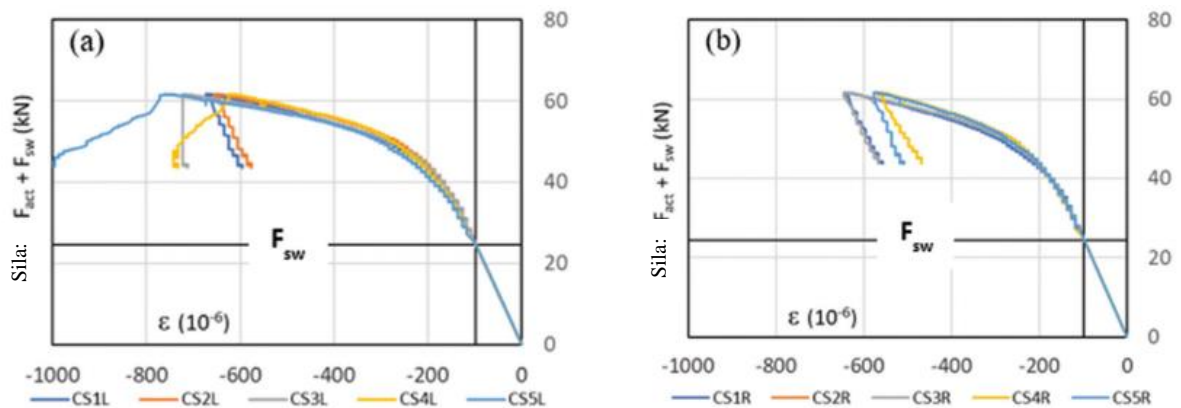
Ispitivanje se sastoji od 4 modela- modeli 1 i 2 uzimaju u obzir ravnotežno stanje savijanja povezano s elastičnim ponašanjem, dok modeli 3 i 4 pretpostavljaju plastično ponašanje.

Mehanička svojstva materijala dobivena su iz vlačnih ispitivanja čelika te ispitivanja tlačne čvrstoće betona na cilindričnom uzorku.

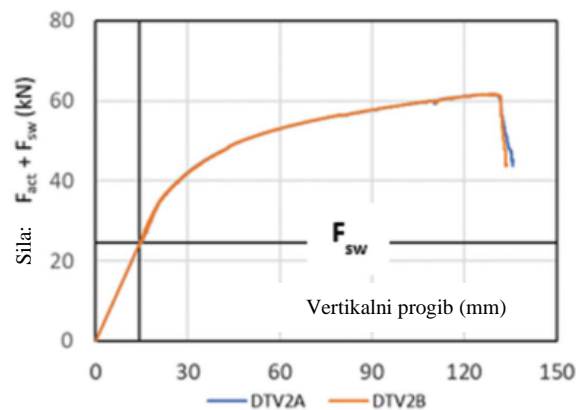
Dobiveni rezultati ispitivanja mjereni na vrhu i dnu čeličnih rešetki nosača prikazani su na slici 1.7., a na slici 1.8. su prikazani rezultati ispitivanja mjereni na vrhu betonske pojasnice u lijevom i desnom presjeku.



Slika 1.7. Dijagram sila-pomak – mjereno na vrhu i dnu čeličnih rešetki [11]



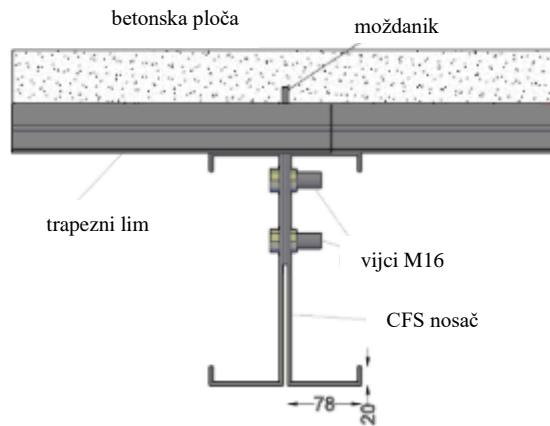
Slika 1.8. Dijagram sila-pomak - mjereno na vrhu betonske pojasnice u lijevom i desnom presjeku ploče [11]



Slika 1.9. Dijagram sila-progib [11]

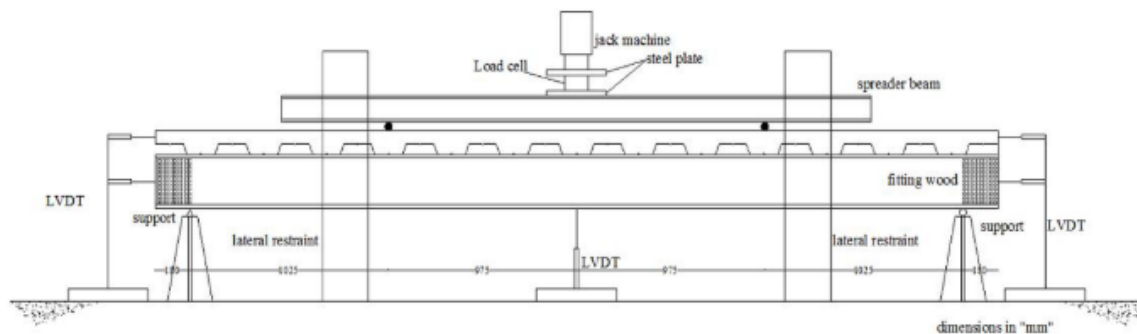
Rezultati ispitivanja (slike 1.7., 1.8., 1.9.) pokazali su kako primijenjena spojna sredstva, samobušeci vijci, imaju dostatnu posmičnu otpornost da prenesu posmik između betonske pojasnice i čeličnog profila te da ujedno tijekom ispitivanja u betonu nisu uočena oštećenja. Također, proklizavanje na dodiru betonske ploče i čeličnih nosača je zanemarivo što pokazuje da spregnuti sustav ima punu posmičnu vezu.

Na Sveučilištu u Maleziji 2019. godine provedeno je istraživanje [12] u kojem su istraživani spregnuti nosači duljine 4,36 m. Navedene dimenzije su odabrane jer su to uobičajene dimenzije za manje i srednje zgrade. Debljina betonske ploče iznosi 110 mm. Čelične nosače čine dva C-profila spojena preko hrptova. Na slici 1.10. prikazan je poprečni presjek spregnutog nosača na kojem su izvršena ispitivanja.



Slika 1.10. Poprečni presjek spregnutog nosača [12]

Pri ispitivanju je korišteno 6 nosača te su promatrana dva parametra – utjecaj promjene posmične veze te debljina čeličnog elementa ($t = 2,0$ i $2,3$ mm). Opterećenje je nanošeno prešom kapaciteta 1000 kN preko dvije koncentrirane sile na međusobnoj udaljenosti od 1025 mm. Slika 1.11 prikazuje shemu provedenog ispitivanja na preši.



Slika 1.11. Shema provedenog ispitivanja na preši [12]

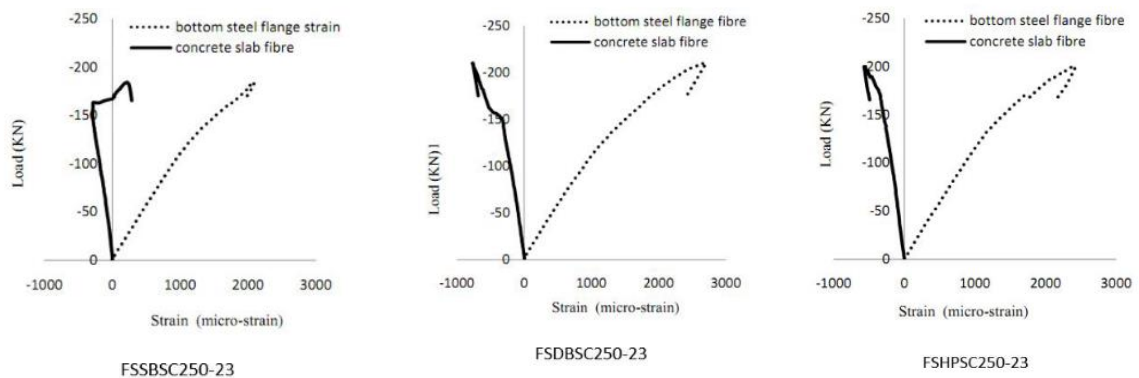
Cilj istraživanja bio je utvrditi sposobnost savijanja ovako izvedenih spregnutih nosača te istražiti učinke korištenja različitih spojnih sredstava. Mjerenja su provedena u 4 točke svakog uzorka.

Rezultati ispitivanja pokazali su kako razmatrani nosači mogu preuzeti opterećenje sve dok nije postignuto kritično opterećenje. Također, nosači nakon deformiranja posjeduju manje vertikalne progibe nego čelični nosači. Svi uzorci su imali slične pukotine koje su nastale na mjestu nanošenja opterećenja. Uočena je i pojava uzdužnih pukotina na betonskoj ploči (slika 1.12.) koje bi mogle biti rezultat veće posmične sile koju preuzimaju spojna sredstva u odnosu na betonsku pojasnicu. Svi nosači su otkazali zbog kombinacije velike posmične sile i momenta

savijanja u kritičnim presjecima. Rezultati ispitivanja prikazani su na slici 1.13. u ovisnosti o sili i naprezanju koje se javlja za vrijeme ispitivanja.



Slika 1.12. Pukotine na betonskoj ploči nakon provedenog ispitivanja [12]



Slika 1.13. Grafički prikaz rezultata sila-naprezanje [12]

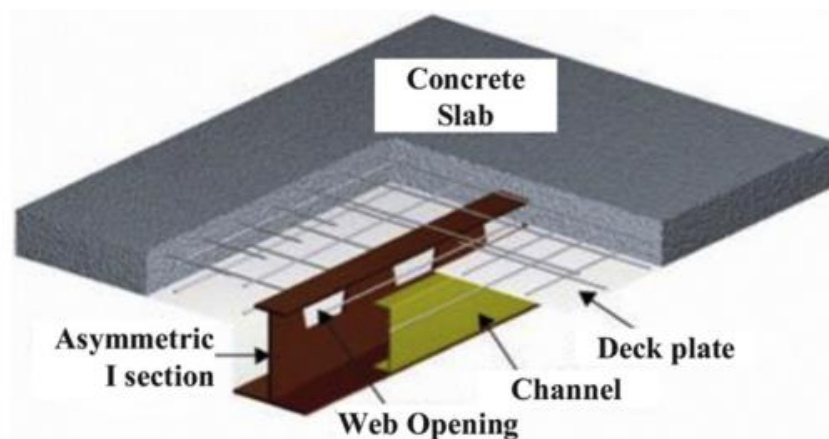
Iz provedenog istraživanja zaključeno je da je učinkovitost korištenja koncepta spregnutih nosača je veća u odnosu na tradicionalne nosače – spregnuti nosači pokazuju veću otpornost i krutost. Zatim da su načini otkazivanja slični za sve ispitane spregnute nosače i da su vertikalni pomaci značajno smanjeni u odnosu na analitički proračun. I konačno, da je otpornost na moment savijanja slična analitičkim vrijednostima dobivenim pretpostavkom teorije plastičnosti.

Ujedno, razmatrani sustav ima još brojne prednosti od kojih će se istaknuti rješenja sanacije ili ojačanja u slučaju potresnih djelovanja [13] te primjena recikliranog materijala.

S obzirom na veliku seizmičku aktivnost europskog kontinenta, spregnuti sustav beton-čelik uvelike bi mogao doprinijeti obnovi oštećenih građevina stradalih u prethodnih potresima koji

su pogodili zagrebačko područje i područje Sisačko-moslavačke županije. Također, uočena je i seizmička aktivnost drugih europskih gradova te bi ovakvi sustavi lako pronašli svoju primjenu i ondje. Zidane zgrade na području Zagreba uvelike su oštećene pri potresnom djelovanju, a s obzirom da većina njih datira iz razdoblja Austro-Ugarske Monarhije, građevine ne posjeduju krutu dijafragmu kao međukatnu konstrukciju (već drvene grednike) te je potresno djelovanje ozbiljno ugrozilo statiku građevina. Spregnute međukatne konstrukcije čelik- beton značajno bi potpomogle u obnovi građevina te bi osigurale dostatnu otpornost za predviđena djelovanja pa tako i za potresno djelovanje. Uzimajući u obzir da je većina konstrukcija od kulturnog značenja i visoke povijesne važnosti, zamjena postojećih stropnih konstrukcija spregnutim sustavom, ne bi narušila arhitektonski izričaj postojećih građevina nego bi ukrutila građevinu te joj osigurala cjelovitost i funkcionalnost. Potresno djelovanje izaziva znatna oštećenja kod nesimetričnih građevina te građevina s velikom masom i krutosti. Sustav predstavljen u ovome radu izrazita je suprotnost navedenim značajkama te bi bio vrlo djelotvoran u obnovi postojećih građevina te izgradnji novih [3,13,14].

Osim primjene u seizmičkim područjima, spregnuti sustav je aktualan i u arhitektonskim rješenjima jer manja težina sustava omogućava veće raspone koji vode k manjem broju stupova što omogućava prostrane etaže neprekinute zidovima ili stupovima te omogućava veću arhitektonsku slobodu pri osmišljavanju i uređivanju prostora. Američko tržište se značajno okrenulo ovakvim sustavima te nude niz proizvođača profiliranih limova koji bi služili umjesto oplata i armature te kao radna platforma.



Slika 1.14 Poprečni presjek spregnutih nosača s prošupljenim čeličnim hrptom [15]

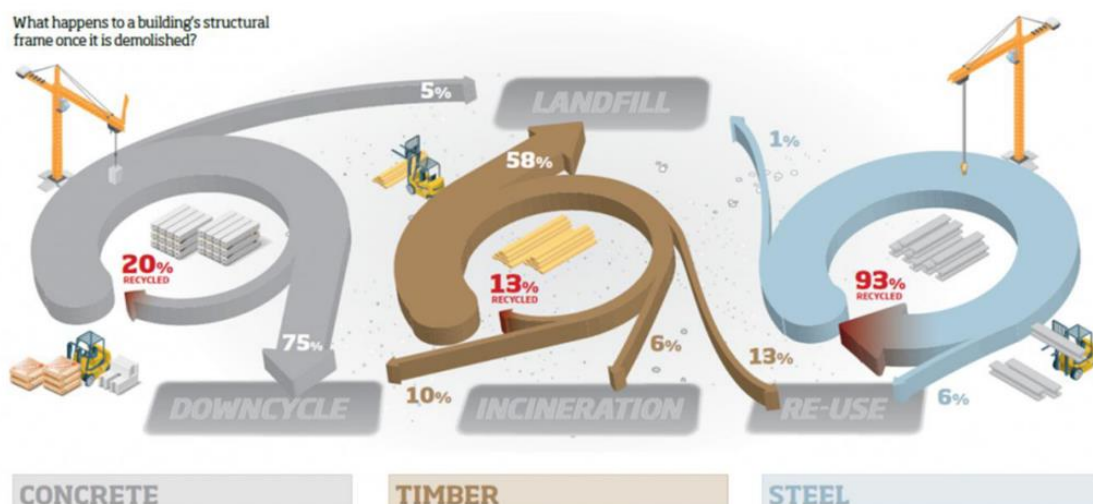
Unutar hrptova čeličnih nosača moguće je izvesti otvore koji bi olakšali provod instalacija te bi se na taj način instalacije prikriale u međukatnim konstrukcijama (slika 1.4.). Tri glavne prednosti ovih sustava u visokogradnji su: 1) smanjenje broja dizalica korištenjem lakših elemenata, 2) smanjeni radovi na gradilištu, 3) smanjena potrošnja energije i emisije CO₂ korištenjem montažnih laganih materijala [15].

Prema direktivi, izraz „ponovna upotreba“ znači „bilo koji postupak kojim se proizvodi ili komponente proizvoda koji nisu otpad, koriste u istu svrhu za koju su zamišljeni“. Godine 2017. u Hrvatskoj je procijenjena količina od 1,23 milijuna tona građevinskog otpada. Najveći udio u građevinskom otpadu odnose kamen, zemlja, beton, cigle, keramika te u konačnici - i metal i njihove legure (11%) [16].



Slika 1.15. Utjecaj recikliranja na tehnologiju [5]

Prikazani dijagram na slici 1.15. daje uvid u to koliko faktora utječe na razvoj i formiranje tehnološki osviještenog društva u kojem novi proizvodi, regionalnost, uspostava novih resursa i odlaganje otpada nisu nepoznanica. Reciklažom i ponovnom uporabom betonskih i čeličnih elemenata smanjio bi se negativan utjecaj na okoliš, ali i ušteda u proizvodnji novih materijala. Slika 1.16. prikazuje mogućnost raspolaganja građevinskim materijalom nakon završenog uporabnog vijeka.

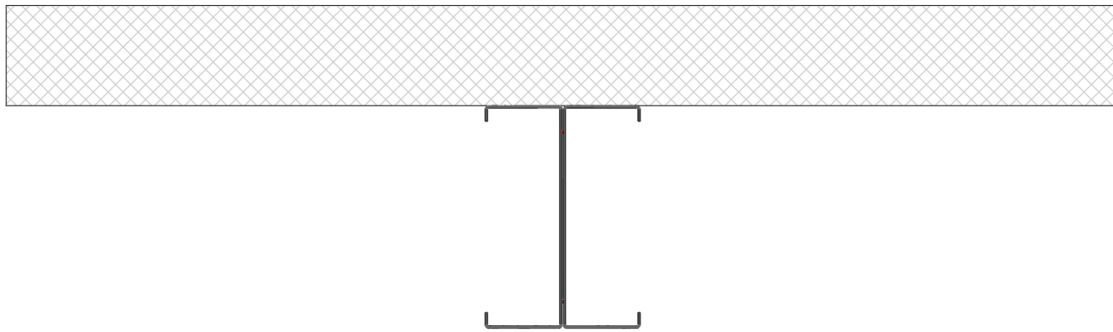


Slika 1.16. Raspolaganje građevinskim materijalom nakon završenog uporabnog vijeka konstrukcije [5]

Područje istraživanja spregnutih sustava moglo bi se proširiti na istraživanje utjecanja primjene recikliranih materijala u takvim sustavima. Odnosno, kolika je razlika u nosivosti (otpornosti) sustava formiranih od novih materijala u odnosu na sustave načinjene od recikliranih materijala. S obzirom da se čak 93 % čeličnih elemenata može ponovno iskoristiti, i čak 75 % betonskih elemenata, na ovaj način bi se postigla učinkovitost po pitanju zaštite okoliša, ali i gradnje novih sustava koju nazivamo „eko-učinkovitost“. Eko-učinkovitost se odnosi na omjer koji uspoređuje prirodne resurse (materijale i energiju) te inducirane štetne emisije i otpad koji su potrebni u proizvodnji građiva i usluga. Ujedno, eko-učinkovitost znači i razvoj i korištenje proizvoda, procesa i drugih rješenja koja pridonose korištenju obnovljivih resursa. Također, povećana produktivnost resursa generira i veću vrijednost korištenjem resursa [5].

1.3 Odabrani sustav

Razmatrajući navedene aspekte i s težnjom otkrivanja novog sustava koji će biti arhitektonski izazovan te statički udovoljavati svim zahtijevanim uvjetima, osmišljen je sustav sastavljen od dvaju hladno oblikovanih nesimetričnih profila koji su povezani s betonskom pojasnicom i prikazan je na slici 1.17.



Slika 1.17. Poprečni presjek analiziranog sustava spregnutog nosača

Kako se može vidjeti na slici 1.17. odabrana su dva C-profila određenih karakteristika koji su povezani preko hrptova na različite načine kao što su potpuna veza (lijepljenje) ili diskretne veze (vijci, točkasti zavari). Veza između sastavljenog čeličnog profila (2 povezana C profila) i betonske pojasnice uspostavljena je kao puna ili različitim stupnjevima moždanicima koji imaju mogućnost demontaže.

Ovako formirana spregnuta konstrukcija ima potencijal vrlo učinkovitog sustava kod međukatnih konstrukcija zgrada, ali se uz određene modifikacije može primijeniti u drugim konstrukcijama kao što su mostovi ili pak konstrukcije stadiona gdje su potrebni puno veći rasponi. Sustav je zanimljiv i iz aspekta povećane nosivosti koju je moguće ostvariti međudjelovanjem različitih materijala manjih poprečnih presjeka što rezultira ekonomičnošću. Ovakvi sastavljeni nosači koriste se za optimizaciju otpornosti i sposobnosti deformacije na potresna djelovanja koja su se pokazala iznimno razornima na našem području.

Hladno oblikovani čelični profili imaju svoje prednosti u brzjoj i jednostavnoj proizvodnji, ali i u otpornosti te uštedi materijala i optimalna kombinacija njihovih karakteristika i karakteristika betona može rezultirati konstrukcijama koje su pouzdane, robusne i ekonomski opravdane.

U ovom radu istražuje se utjecaj načina spajanja dvaju C-profila hladno oblikovanih profila na otpornost na savijanje spregnutog sustava prikazanog na slici 1.17. U istraživanju je razmatran i utjecaj različitih stupnjeva posmične veze između čeličnog i betonskog dijela poprečnog presjeka na spomenutu otpornost.

2 HIPOTEZA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Osnovna motivacija za provođenje ovog istraživanja je bila želja i potreba da se istraži međudjelovanje dvaju C-profila na koje se oslanja betonska ploča te njihova interakcija pri djelovanju opterećenja kojem se trebaju oduprijeti te dati podlogu za proračun ovakvih sustava i omogućiti jednostavniji proračun za daljnja istraživanja u ovom području spregnutih sustava. Istraživanje koje bi obuhvatilo međudjelovanje dvaju čeličnih profila spojenih u području hrptova s betonskom pojasnicom dosad nije provedeno.

Ponašanje dvoosno simetričnih valjanih čeličnih profila kod spregnutih nosača je detaljno istraženo u detalje te je stoga njihov proračun i dimenzioniranje obuhvaćen u normama za projektiranje. Nepoznanica su druge kombinacije spregnutih sustava koje obuhvaćaju sustave izvedene iz hladno oblikovanih čeličnih profila i betona. Ponašanje sustava izvedenih iz hladno oblikovanih, pa tako i sustava koji koriste sastavljene hladno oblikovane profile još uvijek nije dovoljno istraženo. U ovome radu razmatra se upravo ponašanje takvih sustava s naglaskom na utjecaj načina povezivanja sastavljenih hladno oblikovanih C profila na ponašanje laganog spregnutog nosača čelik-beton uzimajući u obzir različite stupnjeve posmične veze između čeličnog i betonskog dijela. Usporedbe izračunatih otpornosti na savijanje spregnutih nosača provedene su za različite debljine i visine čeličnih profila te debljine i kvalitete betona od kojih je izvedena betonska pojasnica.

Istraživanja su pokazala kako sustavi spregnutih nosača sastavljenih od čeličnih profila i betonske pojasnice mogu dovesti do značajnih poboljšanja u svojstvima konstrukcije. Međutim, još uvijek nisu uspostavljena pravila za oblikovanje i proračun ovako složenih sustava koji bi mogli uvelike unaprijediti izgradnju. **Cilj ovoga rada je stoga istražiti utjecaj povezivanja čeličnih i betonskih dijelova razmatranog sustava spregnutog nosača te istražiti postupak za proračun njegove otpornosti na savijanje.** Pouzdanost analitičkog postupka proračuna otpornosti na savijanje istražena je usporedbom dobivenih rezultata s rezultatima dobivenim računalnim programom ABAQUS/CAE [17] metodom konačnih elemenata.

Budući da su hladno oblikovani čelični profili obično klase 3 ili 4, njihova otpornost na savijanje je ograničena zbog lokalne nestabilnosti što znači da njihovu plastičnu otpornost na savijanje nije moguće postići. Međutim, ako je osigurana potpuna posmična veza moguće je

ostvariti plastičnu otpornost. Navedena činjenica se može objasniti položajem neutralne osi u ovisnosti o njenom položaju u poprečnom presjeku spregnutog nosača. Stoga, iako bi se otpornost na savijanje korištenih profila klase 3, odnosno klase 4 trebala računati s efektivnim veličinama može se pretpostaviti proračun njihove otpornosti kao i profila klase 1 i 2 [9]. To znači uzimanjem u obzir njihove plastične otpornosti na savijanje uz usvajanje promjene položaja neutralne osi u presjeku. Prema europskoj normi EN 1994-1-1 za čelične presjeke klase 1 ili 2, otpornost na savijanje u slučaju djelomične posmične veze varira između vrijednosti momenta savijanja u slučaju kada se radi samo o čeličnom nosaču (odnosno kada je stupanj sprežanja jednak nuli, $\eta=0$) i između vrijednosti otpornosti na savijanje za punu posmičnu vezu spregnutoga nosača ($\eta=1$). U ovom radu se pretpostavlja da je navedeni postupak proračuna primjenjiv je i za spregnute presjeke sastavljene dvaju hladno oblikovanih čeličnih C profila spojenih preko hrptova i betonske pojasnice.

Iz svega navedenog mogu se postaviti dvije hipoteze:

H1: Otpornost na savijanje spregnutog nosača koji se sastoji od čeličnih profila klase 3, odnosno klase 4 može se računati plastičnom otpornošću čeličnog presjeka.

H2: Način povezivanja hladno oblikovanih C profila i stupanj posmične veze između čeličnog i betonskog dijela presjeka utječu na otpornost na savijanje spregnutog nosača.

3 METODE ISTRAŽIVANJA

U ovome radu su korištene analitičke i numeričke metode izračunavanja otpornosti na savijanje sastavljenih nosača od dva C-profila te betonske pojasnice. Kako bi se definiralo područje rada i istraživanja, najprije su odabrani C-profil koji su prihvatljivih veličina i karakteristika za stambene i poslovne prostore ukoliko razmatramo da se na njima nalaze betonske pojasnice. Poznavajući opterećenje u stambenim i poslovnim zgradama prema najosnovnijim izrazima je određeno koje veličine čeličnih profila i betonskih pojasnica bi bile optimalne za zadano opterećenje, odnosno koje veličine bi bilo opravdano koristiti u toj namjeni.

U nastavku je predstavljen plan istraživanja koji je, radi lakše sistematizacije rezultata, podijeljen u nekoliko koraka:

1. definiranje opsega istraživanja na temelju detaljne analitičke analize otpornosti pojedinih profila i pridruženih debljina betonskih pojasnica,
2. odabir reprezentativnog poprečnog presjeka za analize metodom konačnih elemenata i kalibracija numeričkog modela,
3. provedba parametarskih numeričkih analiza utjecaja stupnja posmične veze i načina povezivanja čeličnih profila,
4. usporedba rezultata dobivenih analitičkim izrazima i analizama metodom konačnih elemenata i diskusija,
5. zaključci i preporuke za daljnja istraživanja.

Ponajprije je definirano područje istraživanja, odnosno samo područje rada koje će biti obuhvaćeno temom rada i što bi dalo relevantne podatke za daljnja istraživanja. Istraženo je područje primjene spregnutog sustava te mogućnosti sastavljanja ovog kompleksnog sustava.

Kako bi se uopće krenulo u proračun i izradu modela, odabrano je 48 profila različitih visina, širina pojasnica te debljina profila. U istraživanju su obuhvaćeni sljedeći hladno oblikovani čelični profili: C150, C175, C200, C220, C250, C275 te C300, a razmatrano je područje debljina stijenki ovih profila od 1 mm do 4 mm.

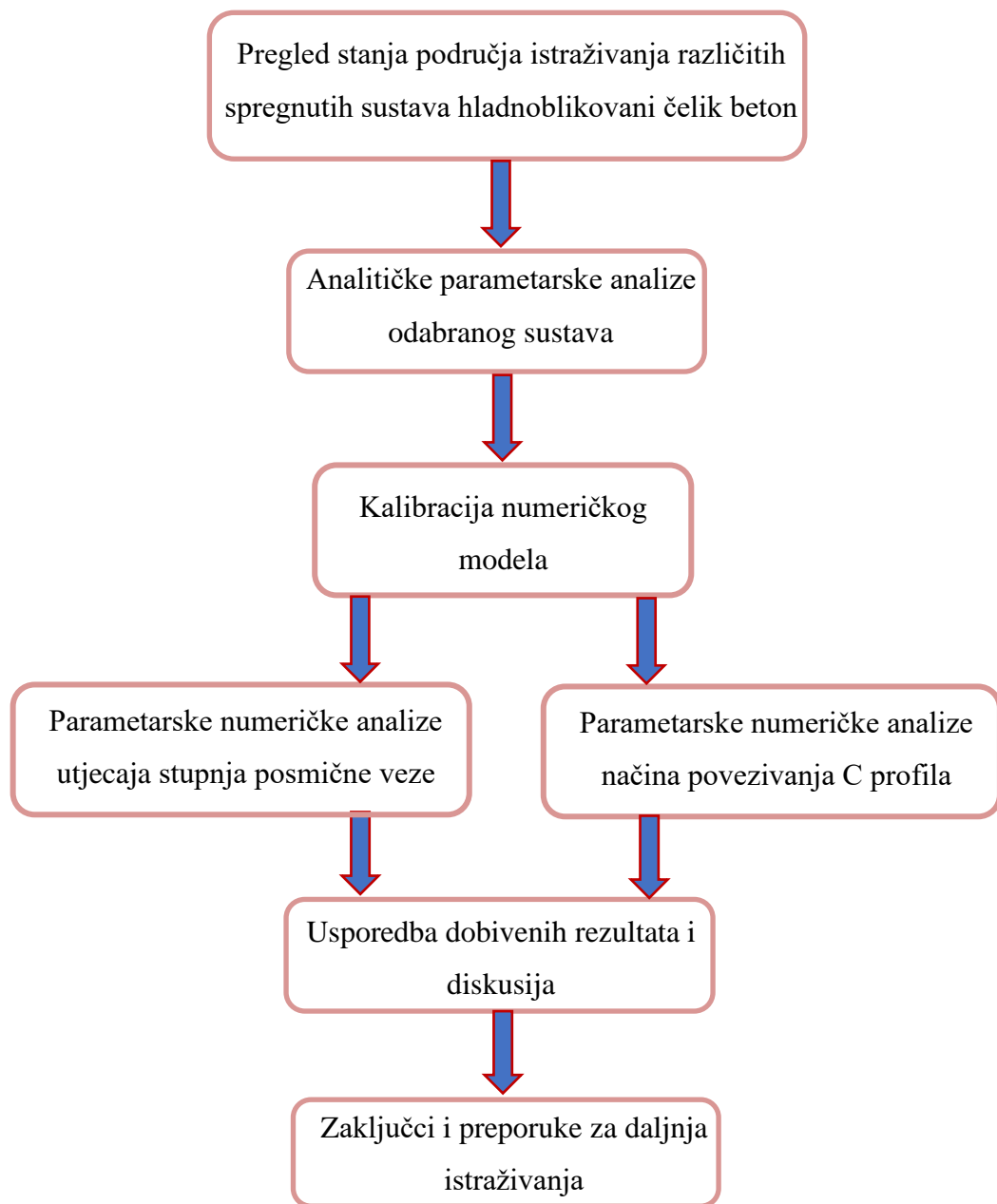
Nelinearna analiza metodom konačnih elemenata izvršena je za profil C200, debljine 2,5 mm, širine pojasnica 69 mm i visine 200 mm. Analiza je provedena prvo za model s potpuno povezanom betonskom pojasnicom i čeličnim profilima koja nam osigurava punu posmičnu vezu, tj. omogućava da se spojeni elementi na mjestima spajanja deformiraju jednako prilikom djelovanja opterećenja.

U istraživanju je, također, prikazano kako se isti učinak može postići pomoću dovoljnog broja moždanika odnosno vijaka postavljenih na prikladnim razmacima. Nadalje, u praksi često nije potrebno ostvariti punu posmičnu vezu između betonske pojasnice i čeličnih profila, već je iz ekonomskih razloga moguća primjena djelomične posmične veze.

Djelomična posmična veza ostvaruje se postavljanjem vijaka na većim udaljenostima nego što su proračunate za punu posmičnu vezu. U radu je za punu posmičnu vezu (stupanj posmične veze $\eta = 1,0$) proračunat razmak od 100 mm, dok je za djelomične posmične veze primijenjen razmak od 200 mm, 300 mm, 400 mm te 500 mm. Ujedno, razmak od 500 mm predstavlja djelomičnu posmičnu vezu sa stupnjem posmične veze $\eta=0,4$ dok ostalim razmatranim razmacima odgovaraju stupnjevi posmične veze između navedenih vrijednosti.

Ovakav sustav omogućuje proširenje saznanja o ponašanju sastavljenoga nosača u stambenim i poslovnim prostorima za poznata pretpostavljena opterećenja. Dobiveni rezultati dat će podlogu za projektiranje ovakvih spregnutih sustava.

Struktura istraživanja prikazana je na slici 3.1.



Slika 3.1. Struktura istraživanja

4 ANALITIČKE PARAMETARSKÉ ANALIZE ODABRANOG SUSTAVA

4.1 Otpornost poprečnog presjeka na savijanje

Neutralna os spregnutoga nosača može biti različito pozicionirana ovisno o vlačnim i tlačnim silama koje se pojavljuju u elementima sastavljenoga nosača. Neutralna os se može nalaziti u betonskoj pojasnici, u gornjoj pojasnici čeličnoga profila ili u hrptu čeličnoga profila.

Za svaki od položaja neutralne osi, razlikuju se izrazi prema kojima se računa otpornost na savijanje poprečnoga presjeka. Navedenu otpornost je moguće izračunati na četiri načina:

- a) postupak Johnson-Anderson
- b) postupak Bode
- c) postupak Vayas
- d) pojednostavljeni postupak prema EN 1994-1-1 [18].

U radu je korišten pojednostavljeni postupak koji daje rezultate vrlo slične onima dobivenim u računalnom programu ABAQUS/CAE [17]. Budući da su hladno oblikovani čelični profili obično klase 3 ili 4, njihova otpornost na savijanje je ograničena zbog lokalne nestabilnosti što znači da njihov plastičnu otpornost na savijanje nije moguće postići. Međutim, ako je osigurana potpuna posmična veza moguće je ostvariti plastičnu otpornost. Navedena činjenica se može objasniti položajem neutralne osi u ovisnosti o njenom položaju u poprečnom presjeku spregnutog nosača. Stoga, iako bi se otpornost na savijanje korištenih profila klase 3, odnosno klase 4 trebala računati s efektivnim veličinama može se pretpostaviti proračun njihove otpornosti kao i profila klase 1 i 2 [9]. To znači uzimanjem u obzir njihove plastične otpornosti na savijanje uz usvajanje promjene položaja neutralne osi u presjeku. Prema europskoj normi EN 1994-1-1 za čelične presjeke klase 1 ili 2, otpornost na savijanje u slučaju djelomične posmične veze varira između vrijednosti otpornosti na savijanje u slučaju kada se radi samo o čeličnom nosaču (odnosno kada je stupanj sprežanja jednak nuli, $\eta=0$) i između vrijednosti otpornosti na savijanje za punu posmičnu vezu spregnutoga nosača ($\eta=1$). U ovom radu se pretpostavlja da je navedeni postupak proračuna primjenjiv je i za spregnute presjeke

sastavljene dvaju hladno oblikovanih čeličnih C profila spojenih preko hrptova i betonske pojasnice.

Kako bi se odredio izraz prema kojem će se izračunati otpornost poprečnog presjeka, najprije je potrebno odrediti položaj plastične neutralne osi:

$$x_{pl} = \frac{2 \cdot A_a \cdot f_{yd}}{b_{eff} \cdot 0,85 \cdot f_{cd}} \quad (1)$$

U brojniku izraza uvrštena je dvostruka površina čeličnog profila jer razmatramo poprečni presjek koji se sastoji od dva C profila. Ukoliko je veličina x_{pl} manja od debljine betonske pojasnice, plastična neutralna os se nalazi u betonskoj pojasnici. Ukoliko x_{pl} veća od debljine betonske pojasnice, plastična neutralna os se može nalaziti ili u pojasnici ili u hrptu čeličnog profila. Također, provjerit će se i slučaj kad se neutralna os nalazi točno na granici betonske pojasnice i čeličnih profila.

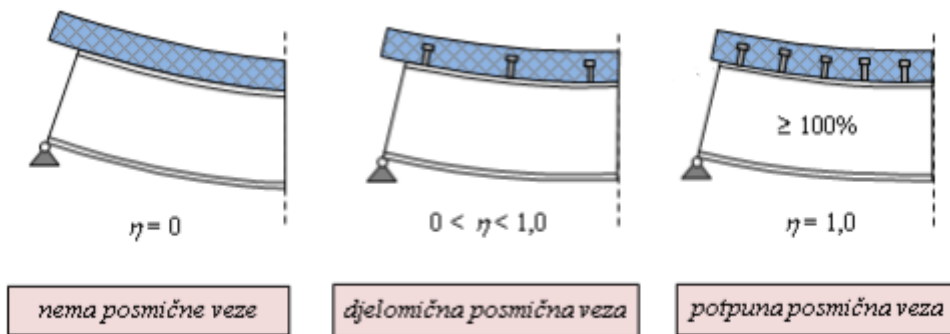
Ovisno o položaju neutralne osi, odabire se prikladan pristup proračunu otpornosti. Proračun otpornosti može se provesti za punu i djelomičnu posmičnu vezu uspostavljenu na dodiru dvaju elemenata.

Donedavno se smatralo kako veza između čelika i betona mora biti isključivo duktilna ili apsolutna kruta, ali se ispitivanjima utvrdilo kako to nisu jedine opcije. Odnos između betonske pojasnice i čeličnoga nosača najviše će ovisiti o proklizavanju, odnosno sposobnosti deformacije, otpornosti te početnoj krutosti [3].

U ovome radu kao spojna sredstva korišteni su vijci te kao takvima pridružujemo im karakteristike kao što su stupanj posmične veze, koji je određen brojem korištenih vijaka, te posmičnu krutost, koja ovisi o krutosti korištenih moždanika i njihovog broja. Stupanj posmične veze još se naziva i stupanj sprezanja i promatra se s aspekta nosivosti spoja, dok se posmična krutost još naziva i posmična interakcija i promatra se s aspekta deformacije spoja.

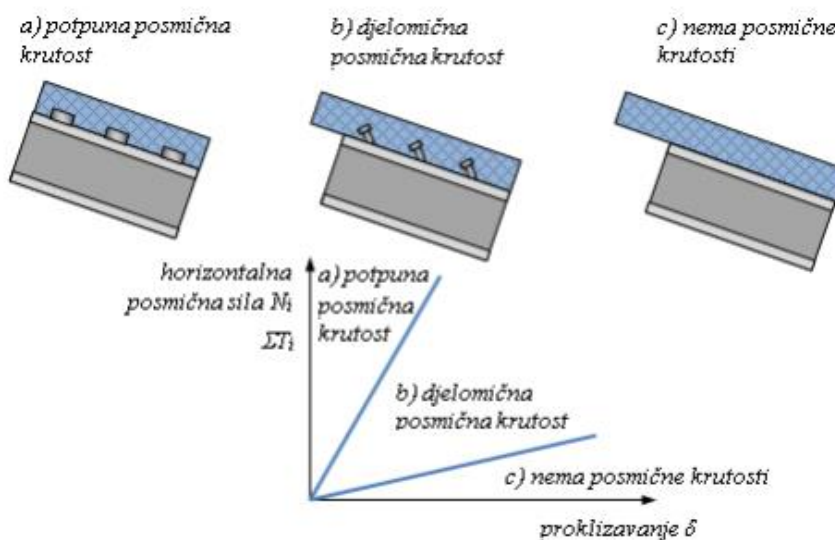
Ukoliko nam je cilj postići potpunu posmičnu vezu između dvaju elemenata (ovdje navedenih čeličnih profila i betonske pojasnice) znači da želimo u potpunosti ukloniti mogućnost proklizavanja tih dvaju elemenata, a za to trebamo više moždanika nego što nam je potrebno. Ovom metodom bismo utjecali na progibe nosača (smanjili bi se), ali ne bismo povećali

otpornost sastavljenoga nosača. Također, postoji posljedica od krtoḡ otkazivanja sastavljenoga nosača. Na slici 4.1. prema [3] prikazan je naćin definiranja suradnje ćelika i betona pomoću stupnja posmićne veze, η .



Slika 4.1. Stupanj posmićne veze između ćelika i betona [3]

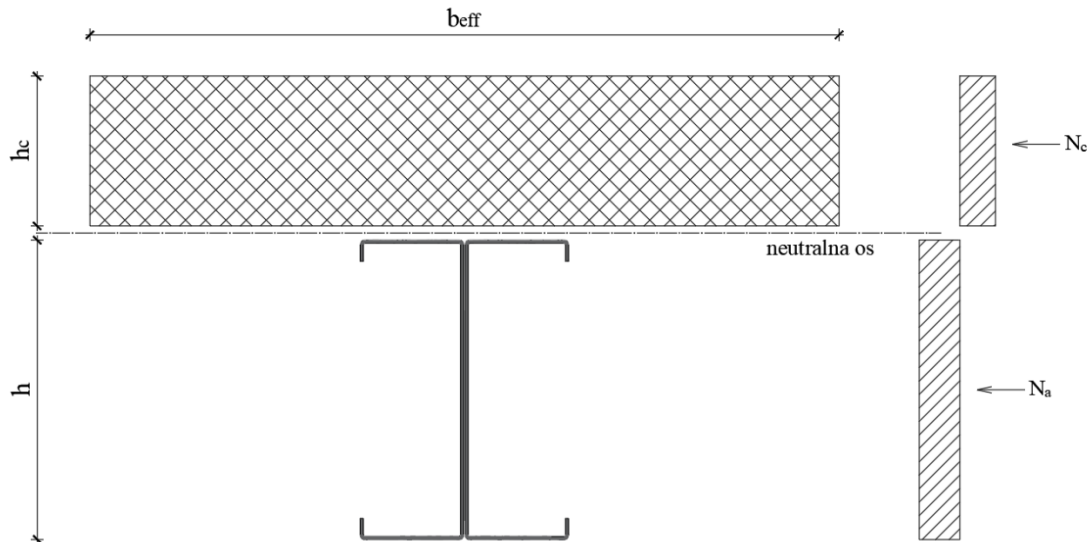
Ostvarivanjem veze između pojedinih elemenata sprječavamo da oni rade samostalno. Ukoliko nema posmićne veze, betonska pojasnica i ćelićni nosać djeluju neovisno pod savijanjem. U situaciji da spojna sredstva postoje, ali nisu dovoljno kruta da ostvare potpunu vezu kaćemo da je uspostavljena djelomićna posmićna krutost te je nosivost presjeka ogranićena. Navedeni slućajevi prikazani su na slici 4.2.



Slika 4.2. Vrste posmićne krutosti [3]

4.2 Neutralna os savijanja na dodiru čeličnih profila i betonske pojasnice

Slučaj kada se neutralna os savijanja nalazi na dodiru čeličnih profila i betonske pojasnice prikazan je na slici 4.3.



Slika 4.3. Položaj neutralne osi na dodiru betonske pojasnice i čeličnih profila

Kao početna pretpostavka uzeto je da se neutralna os nalazi na spoju čeličnih profila i betonske pojasnice. Stoga možemo uzeti da je vlačna sila koja se javlja u čeličnim profilima, N_a , jednaka tlačnoj sili koja se javlja u betonskoj pojasnici, N_c :

$$N_a = N_c \quad (2)$$

$$N_c = 0,85 \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} \cdot h_c \quad (3)$$

$$N_a = 2 \cdot A \cdot f_{yd} \quad (4)$$

Vlačna sila ovisi isključivo o karakteristikama čeličnog profila, a ne i o korištenom betonu. Obzirom da smo odabrali određene profile, jedina nepoznanica koja se javlja u jednadžbama je debljina betonske pojasnice, h_c .

$$2 \cdot A \cdot f_{yd} = 0,85 \cdot b_{eff} \cdot f_{cd} \cdot h_c \quad (5)$$

$$h_c = \frac{2 \cdot A \cdot f_{yd}}{0,85 \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}} \quad (6)$$

Efektivna širina potrebna za proračun se određuje prema izrazu iz norme kao:

$$b_{\text{eff}} = b_0 + \sum b_{\text{ci}}, \quad (7)$$

gdje je b_0 razmak moždanika koji ovisi o tipu čelićnoga profila a za potrebe našeg proraćuna uzeta je vrijednost od 70 mm, dok je b_{ci} vrijednost efektivne širine betonske pojasnice sa svake strane čelićnoga profila uzeta kao $L_c/8$, ali ne smije biti veća od širine b_i (polovica raspona između dva čelićna profila).

Na temelju dobivenih podataka izraćunata je optimalna nosivost poprećnog presjeka spregnutog nosaća, $M_{\text{pl,Rd}}$, uz ostvarenje potpune posmićne veze, $\eta = 1,0$. U raćunanju nosivost spregnuta presjeka, ukoliko se koristi čelićni lim, na primjer Cofrastra 40, koji će poslućiti kao oplata te će za vrijeme betoniranja nositi opterećenje svjećeg betona, nućno je uzeti u obzir i visinu čelićnog lima na naćin da se njegova visina pribroji polovici visina čelićnog presjeka i betonske pojasnice.

$$M_{\text{pl,Rd}} = 2 \cdot A \cdot f_{\text{yd}} \cdot \left(\frac{h}{2} + 40 + \frac{h_c}{2} \right) \quad (8)$$

Statićki sustav ovoga nosaća je prosta greda ćiji je raspon 6 m. Prema izrazu za moment prikladnog statićkog sustava izraćunato je najveće dozvoljeno opterećenje koje spregnuti sustav u slućaju potpune posmićne veze moće podnijeti:

$$q_{\text{I}} = \frac{8 \cdot M_{\text{pl,Rd}}}{L^2} \quad (9)$$

$$q_{\text{II}} = \frac{8 \cdot M_{\text{pl,Rd}} \cdot b}{L^2} \quad (10)$$

U izrazu za q_{II} uzeta je u obzir efektivna širina betonske pojasnice, b_{eff} , koja predstavlja razmak nosaća od 600 mm do 1400 mm (s korakom 200 mm).

Kao spojno sredstvo između betonskog i čelićnog dijela presjeka, korišćeni su vijci. Raćunska posmićna otpornost vijka je odrećena otkazivanjem vijka, $P_{\text{Rd}}^{(1)}$, ili lokalnim drobljenjem betona oko vijka, $P_{\text{Rd}}^{(2)}$. Mjerodavna otpornost vijka je manja vrijednost između navedenih.

$$P_{\text{Rd}} = \min(P_{\text{Rd}}^{(1)}, P_{\text{Rd}}^{(2)}) \quad (11)$$

$$P_{Rd}^{(1)} = \frac{0,8 \cdot f_u \cdot (\pi \cdot d^2 / 4)}{\gamma_V} \quad (12)$$

$$P_{Rd}^{(2)} = \frac{0,29 \cdot d^2 \cdot \alpha \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_V} \quad (13)$$

$$\alpha = 0,2 \cdot \left[\frac{h_{sc}}{d} + 1 \right] \text{ za } 3 \leq \frac{h_{sc}}{d} \leq 4 \quad (14)$$

$$h_{sc} \geq 4 \cdot d \quad (15)$$

gdje su:

f_u čvrstoća materijala od kojeg je napravljen vijak,

d promjer tijela moždanika,

γ_V parcijalni faktor za vijak ($\gamma_V = 1,25$),

f_{ck} karakteristična čvrstoća betona,

E_{cm} srednja vrijednost sekantnog modula elastičnosti betona,

α faktor korekcije koji uzima u obzir omjere vitkosti vijka.

Kako bismo odredili ukupni broj vijaka, n_f , kod potpune posmične veze, trebamo poznavati izraz za prijenos računске uzdužne posmične sile koja će biti jednaka tlačnoj sili u betonskoj pojasnici, odnosno vlačnoj sili u čeličnim profilima.

$$V_{L,Ed} = N_c = N_a \quad (16)$$

$$\eta_f = 2 \cdot \frac{V_{L,Ed}}{P_{Rd}} \quad (17)$$

Otpornost čeličnog dijela presjeka na savijanje možemo izraziti preko sljedeća četiri izraza koja nam daju različite informacije o otpornostima čeličnog i sastavljenog presjeka:

$$M_{pl,a,Rd} = A \cdot f_y \cdot h \quad (18)$$

$$M_{a,eff,Rd} = 2 \cdot W_{y,eff,c} \cdot f_y \quad (19)$$

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} - (1 - \eta_d) \cdot (M_{pl,a,Rd} - M_{a,eff,Rd}) \quad (20)$$

$$M_{c,lin,Rd} = M_{a,eff,Rd} + \eta_d \cdot (M_{pl,Rd} - M_{a,eff,Rd}) \quad (21)$$

Također, nužno je provjeriti i interakciju momenta i poprečne sile što će se uzeti u obzir na sljedeći način:

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \rho} \cdot 2 \cdot t \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (22)$$

gdje su:

h_w – visina čeličnoga elementa,

ρ – kut između hrpta i pojasnice čeličnoga profila (90°).

Interakciju proračunavamo prema izrazu:

$$M_{Rd} = M_{a,eff,Rd} + (1 - \rho) \cdot (M_{c,Rd} - M_{a,eff,Rd}) \quad (23)$$

gdje nam ρ ovisi o omjeru djelujuće vanjske sile i računске otpornosti te je taj odnos dan u nastavku:

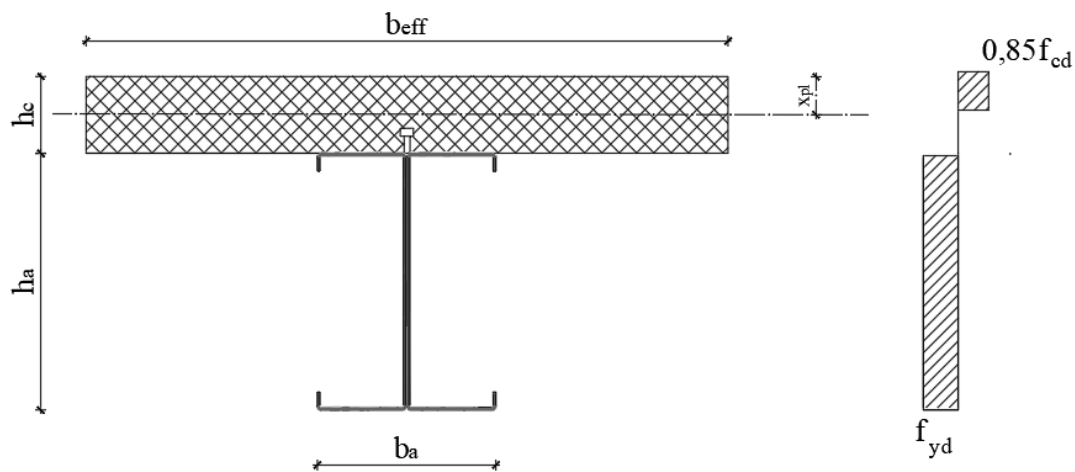
$$\rho = \begin{cases} \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} - 1 \right)^2 & V_{Ed} / V_{b,Rd} \geq 0,5 \\ 0 & V_{Ed} / V_{b,Rd} < 0,5 \end{cases} \quad (24)$$

4.3 Neutralna os savijanja ne leži na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila

U ovome slučaju odabrana je željena debljina betonske ploče koja će biti fiksna vrijednost. Debljina betonske ploče odabrana je da iznosi 9 cm. S obzirom na odabranu debljinu betonske ploče, proračunom smo odredili nalazi li se neutralna os savijanja u betonskoj pojasnici, u pojasnici čeličnog profila ili u hrptu čeličnog nosača. Navedeni slučajevi razmatrani su u nastavku.

4.3.1 Neutralna os savijanja u betonskoj pojasnici

Slika 4.4. prikazuje slučaj kada se plastična neutralna os nalazi u betonskoj pojasnici.



Slika 4.4. Plastična neutralna os u betonskoj pojasnici

Za proračun je nužno odrediti vlačnu silu u čeličnom nosaču, $N_{pl,a}$, te tlačnu silu u betonskoj pojasnici, $N_{c,f}$.

$$N_{pl,a} = 2 \cdot A_a \cdot f_{yd} \quad (25)$$

$$N_{c,f} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff} \quad (26)$$

U gornjim izrazima korištene su sljedeće oznake:

A_a – površina poprečnog presjeka čeličnih nosača

f_{yd} – računaska granica popuštanja čelika

f_{cd} – računaska tlačna čvrstoća betona

b_{eff} – efektivna (sudjelujuća) širina betonske ploče; uzeta kao fiksna veličina

h_c – debljina betonske ploče iznad profiliranog lima

Uvjet kojim se osigurava položaj plastične neutralne osi unutar debljine betonske ploče je:

$$N_{c,f} > N_{pl,a} \quad (27)$$

Položaj plastične neutralne osi određen je prema izrazu:

$$x_{pl} = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{0,85 \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}} (< h_c) \quad (28)$$

Poznavajući prethodno dobivene veličini, moguće je izračunati vrijednost računске plastične otpornosti na savijanje:

$$M_{pl,Rd} = M_{pl,a,Rd} + \left(M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd} \right) \cdot \frac{N_c}{N_{c,f}} \quad (29)$$

gdje su:

$$M_{pl,a,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (30)$$

Količnik $\frac{N_c}{N_{c,f}}$ se još i naziva stupanj sprežanja te se označava s η .

Kako bi se dobili broj i udaljenost vijaka, potrebno je poznavati dolazi li do otkazivanja preko moždanika ili preko betona. Spomenuti izrazi jednaki su kao i u poglavlju 4.2.

S obzirom da vijke postavljamo u 2 reda, izraz za broj parova izgleda:

$$n = \frac{F_I}{\gamma_c \cdot 2 \cdot P_{Rd,min}} = \frac{b_{eff} \cdot 0,85 \cdot f_{ck} \cdot \eta \cdot x_{pl}}{\gamma_c \cdot 2 \cdot P_{Rd,min}} \quad (31)$$

Za proračun razmaka vijaka potrebno je poznavati dijagram poprečnih sila statičkog sustava kako bi se uzele korektne vrijednosti u proračunu:

$$s = \frac{l_k}{n} \quad (32)$$

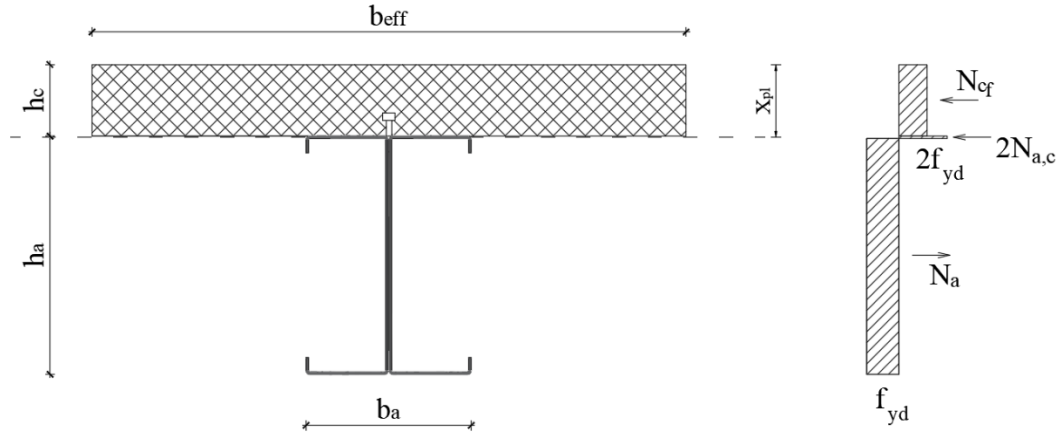
gdje su

l_k – kritična posmična dužina (u našem slučaju iznosi 300 cm),

n – broj parova vijaka.

4.3.2 Neutralna os savijanja leži u pojasnici čeličnog nosača

Slučaj kada se neutralna os savijanja nalazi u pojasnici čeličnog nosača prikazana je na slici 4.5.



Slika 4.5. Plastična neutralna os u gornjoj pojasnici čeličnog profila

Ukoliko je ispunjen uvjet $N_{c,f} < N_{pl,a}$, plastična neutralna os leži ispod dodirne ravnine betonske pojasnice i čeličnog nosača, najčešće u pojasnici čeličnog nosača. Ujedno, mora biti zadovoljena sljedeća nejednakost:

$$N_{c,f} + 2N_{a,c} \geq N_a \quad (33)$$

Potrebnu računsku otpornost na savijanje dobivamo izrazom:

$$M_{pl,Rd} = N_{pl,a} (z + 0,5 \cdot h_c) - 2 \cdot N_{a,c} (0,5 \cdot x_{pl} - 0,5 \cdot h_c + 0,5 \cdot h_c) \quad (34)$$

Odnosno,

$$M_{pl,Rd} = 2 \cdot A_a \cdot f_{yd} (z + 0,5 \cdot h_c) - b \cdot x_{pl} \cdot f_{y,d} (x_{pl} - h_c) \quad (35)$$

Kao i u prethodnim slučajevima, udaljenost i broj moždanika se dobivaju na isti način kako je to ranije navedeno.

4.4 Rezultati parametarske analize

Ulazni podaci potrebni za željeni proračun su dimenzije čeličnih nosača i betonske ploče koje će u kombinaciji dati željenu nosivost međukatne. Dužina nosača uzeta je kao jedna od uobičajenih veličina korištenih u visokogradnji – 6 m. Debljina betonske pojasnice uzeta je u proračunu 9 cm, ali je moguće koristiti i druge dimenzije uzimajući u obzir mijenjanje veličine vlastite težine i položaja neutralne osi. Također, debljina betonske pojasnice ne smije biti iznimno mala veličina kako bi se mogla ugraditi potrebna armatura ili kako bi se mogao koristiti lim u slučaju kada on služi kao skrivena oplata, armatura i radna platforma.

S obzirom da su u istraživanju korišteni hladno oblikovani čelični presjeci klase 3 i 4, primijenit će se pojednostavljenje u obliku korištenja plastičnih momenata koji su karakteristični za klase presjeka 1 i 2, ali će se uzeti u obzir utjecaj položaja plastične neutralne osi u spregnutom presjeku.

Kao što je to ranije navedeno, neutralna os se može nalaziti u različitim dijelovima poprečnog presjeka. Za potrebe određivanja nosača na kojem će biti provedena analiza u računalnom programu te odabira debljine betonske ploče i klase betona te odabira efektivne širine betonske pojasnice, napravljen su proračuni u slučaju kada se neutralna os nalazi na dodiru betonske ploče i čeličnog profila; u slučaju kada se radi o punoj posmičnoj vezi te određujemo debljine betonske pojasnice, ali su efektivne širine betonske ploče varijabilne vrijednosti, te u konačnici i proračun za odabranu debljinu i širinu betonske ploče, ali za različite stupnjeve sprezanja . Proračun je proveden prema izrazima navedenim u poglavlju 4 ovoga rada.

4.4.1 Rezultati analize u slučaju pune posmične veze za različite debljine i širine betonske pojasnice

U tablici 4.1. prikazani su rezultati otpornosti na savijanje u slučaju pune posmične veze kada je širina betonske pojasnice 1000 mm za profile: C150, C175, C200, C220, C250, C275 te C300; te za klase betona C20/25, C25/30 te C30/37. U prilogu A rada tablično su prikazani rezultati za ostale analizirane širine i debljine betonske pojasnice za spomenute čelične profile.

Tablica 4.1. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za širinu betonske pojasnice od 1000 mm za profile C150-C220

PROFIL	t	b _{eff} =1000 cm											
		C20/25				C25/30				C30/37			
		h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _u [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _u [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _u [kN/m ²]
C150	0,96	15,9	22,1	4,9	4,9	12,7	21,8	4,9	4,9	10,6	21,6	4,8	4,8
	1,46	24,0	34,5	7,7	7,7	19,2	33,8	7,5	7,5	16,0	33,4	7,4	7,4
	1,96	32,4	48,2	10,7	10,7	25,9	47,0	10,5	10,5	21,6	46,2	10,3	10,3
	2,46	41,0	63,0	14,0	14,0	32,8	61,1	13,6	13,6	27,3	59,8	13,3	13,3
	2,96	49,0	77,4	17,2	17,2	39,2	74,7	16,6	16,6	32,7	72,9	16,2	16,2
	3,46	56,8	92,4	20,5	20,5	45,4	88,7	19,7	19,7	37,9	86,3	19,2	19,2
3,96	64,6	107,7	23,9	23,9	51,6	103,0	22,9	22,9	43,0	99,9	22,2	22,2	
C175	0,96	18,5	28,7	6,4	6,4	14,8	28,3	6,3	6,3	12,4	28,1	6,2	6,2
	1,46	28,0	45,0	10,0	10,0	22,4	44,1	9,8	9,8	18,7	43,5	9,7	9,7
	1,96	37,4	62,0	13,8	13,8	29,9	60,4	13,4	13,4	25,0	59,4	13,2	13,2
	2,46	46,6	79,7	17,7	17,7	37,3	77,2	17,2	17,2	31,1	75,6	16,8	16,8
	2,96	55,8	98,2	21,8	21,8	44,6	94,7	21,0	21,0	37,2	92,3	20,5	20,5
	3,46	64,7	117,3	26,1	26,1	51,8	112,5	25,0	25,0	43,2	109,4	24,3	24,3
3,96	73,6	137,1	30,5	30,5	58,9	131,0	29,1	29,1	49,1	126,9	28,2	28,2	
C200	0,96	21,9	37,5	8,3	8,3	17,5	37,0	8,2	8,2	14,6	36,6	8,1	8,1
	1,46	33,2	58,9	13,1	13,1	26,5	57,6	12,8	12,8	22,1	56,8	12,6	12,6
	1,96	44,3	81,4	18,1	18,1	35,4	79,2	17,6	17,6	29,5	77,7	17,3	17,3
	2,46	55,3	105,0	23,3	23,3	44,2	101,6	22,6	22,6	36,9	99,3	22,1	22,1
	2,96	67,3	132,4	29,4	29,4	53,8	127,2	28,3	28,3	44,8	123,8	27,5	27,5
	3,46	78,2	158,7	35,3	35,3	62,5	151,8	33,7	33,7	52,1	147,2	32,7	32,7
3,96	89,0	186,1	41,4	41,4	71,2	177,1	39,4	39,4	59,3	171,1	38,0	38,0	
C220	0,96	23,5	43,0	9,6	9,6	18,8	42,4	9,4	9,4	15,6	42,0	9,3	9,3
	1,46	35,5	67,5	15,0	15,0	28,4	66,1	14,7	14,7	23,7	65,1	14,5	14,5
	1,96	47,4	93,4	20,8	20,8	37,9	90,8	20,2	20,2	31,6	89,1	19,8	19,8
	2,46	59,2	120,6	26,8	26,8	47,4	116,6	25,9	25,9	39,5	113,9	25,3	25,3
	2,96	70,9	149,0	33,1	33,1	56,7	143,3	31,9	31,9	47,3	139,5	31,0	31,0
	3,46	82,5	178,9	39,7	39,7	66,0	171,1	38,0	38,0	55,0	166,0	36,9	36,9
3,96	94,0	209,7	46,6	46,6	75,1	199,7	44,4	44,4	62,6	193,0	42,9	42,9	
C250	0,96	25,0	50,3	11,2	11,2	20,0	49,6	11,0	11,0	16,7	49,1	10,9	10,9
	1,46	37,9	78,9	17,5	17,5	30,3	77,3	17,2	17,2	25,2	76,2	16,9	16,9
	1,96	50,6	109,1	24,2	24,2	40,5	106,2	23,6	23,6	33,7	104,3	23,2	23,2
	2,46	63,2	140,8	31,3	31,3	50,5	136,3	30,3	30,3	42,1	133,2	29,6	29,6
	2,96	75,7	173,9	38,7	38,7	60,5	167,4	37,2	37,2	50,4	163,1	36,2	36,2
	3,46	89,3	212,2	47,2	47,2	71,4	203,2	45,1	45,1	59,5	197,1	43,8	43,8
3,96	101,8	248,9	55,3	55,3	81,4	237,1	52,7	52,7	67,8	229,3	51,0	51,0	
C275	1,46	41,4	93,0	20,7	20,7	33,1	91,0	20,2	20,2	27,6	89,7	19,9	19,9
	1,96	55,4	128,7	28,6	28,6	44,3	125,2	27,8	27,8	36,9	122,9	27,3	27,3
	2,46	69,1	166,1	36,9	36,9	55,3	160,7	35,7	35,7	46,1	157,1	34,9	34,9
	2,96	82,8	205,5	45,7	45,7	66,2	197,7	43,9	43,9	55,2	192,5	42,8	42,8
	3,46	96,4	246,5	54,8	54,8	77,1	235,9	52,4	52,4	64,2	228,9	50,9	50,9
	3,96	109,8	289,3	64,3	64,3	87,8	275,6	61,2	61,2	73,2	266,5	59,2	59,2
C300	1,46	42,8	102,4	22,8	22,8	34,2	100,3	22,3	22,3	28,5	98,9	22,0	22,0
	1,96	57,1	141,5	31,5	31,5	45,7	137,8	30,6	30,6	38,1	135,4	30,1	30,1
	2,46	71,4	182,6	40,6	40,6	57,1	176,9	39,3	39,3	47,6	173,0	38,4	38,4
	2,96	85,6	225,7	50,2	50,2	68,4	217,4	48,3	48,3	57,0	211,9	47,1	47,1
	3,46	108,2	299,2	66,5	66,5	86,5	285,9	63,5	63,5	72,1	277,1	61,6	61,6
	3,96	123,3	351,6	78,1	78,1	98,6	334,4	74,3	74,3	82,2	322,9	71,8	71,8

4.4.2 Rezultati analize kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila

Tablice 4.2.-4.22. prikazuju otpornosti na savijanje te interakciju momenta i poprečne sile u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske ploče (debljine 9 cm i efektivne širine 1 m) i čeličnog profila C200 u ovisnosti o različitim debljinama čeličnog profila, stupnjevima spreznja te za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37. U prilogu B ovoga rada tablično su prikazani rezultati za ostale spomenute čelične profile.

Tablica 4.2. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/0,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/0,96	0,4	2,23	2,23	10,04	8	34,39	19,34	6,69	0	34,39
	0,5	2,79	2,79	12,55	10	34,91	22,37	8,36	0	34,91
	0,6	3,35	3,35	15,05	12	35,43	25,40	10,04	0	35,43
	0,7	3,90	3,90	17,56	14	35,95	28,43	11,71	0	35,95
	0,8	4,46	4,46	20,07	16	36,47	31,46	13,38	0	36,47
	0,9	5,02	5,02	22,58	18	36,99	34,49	15,05	0	36,99
	1	5,58	5,58	25,09	20	37,52	37,52	16,73	0	37,52

Tablica 4.3. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/0,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/0,96	0,40	2,18	2,18	9,82	7	33,84	19,12	6,55	0	33,84
	0,50	2,73	2,73	12,27	9	34,36	22,09	8,18	0	34,36
	0,60	3,27	3,27	14,73	11	34,89	25,07	9,82	0	34,89
	0,70	3,82	3,82	17,18	12	35,41	28,04	11,45	0	35,41
	0,80	4,36	4,36	19,64	14	35,93	31,02	13,09	0	35,93
	0,90	4,91	4,91	22,09	16	36,45	33,99	14,73	0	36,45
	1,00	5,45	5,45	24,54	17	36,97	36,97	16,36	0	36,97

Tablica 4.4. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/0,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/0,96	0,40	2,149	2,149	9,67	7	33,48	18,97	6,45	0	33,48
	0,50	2,69	2,69	12,09	9	34,00	21,91	8,06	0	34,00
	0,60	3,22	3,22	14,51	11	34,52	24,85	9,67	0	34,52
	0,70	3,76	3,76	16,93	12	35,04	27,79	11,28	0	35,04
	0,80	4,30	4,30	19,34	14	35,56	30,73	12,90	0	35,56
	0,90	4,84	4,84	21,76	16	36,09	33,67	14,51	0	36,09
	1,00	5,37	5,37	24,18	17	36,61	36,61	16,12	0	36,61

Tablica 4.5. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/1,46	0,4	3,56	3,56	16,03	12	57,38	33,34	10,68	0	57,38
	0,5	4,45	4,45	20,03	15	57,62	37,59	13,36	0	57,62
	0,6	5,34	5,34	24,04	18	57,87	41,85	16,03	0	57,87
	0,7	6,23	6,23	28,05	21	58,12	46,10	18,70	0	58,12
	0,8	7,12	7,12	32,05	24	58,37	50,35	21,37	0	58,37
	0,9	8,01	8,01	36,06	27	58,61	54,61	24,04	0	58,61
	1	8,90	8,90	40,07	30	58,86	58,86	26,71	0	58,86

Tablica 4.6. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/1,46	0,40	3,45	3,45	15,53	11	56,13	32,84	10,35	0	56,13
	0,50	4,31	4,31	19,41	13	56,37	36,97	12,94	0	56,37
	0,60	5,18	5,18	23,29	16	56,62	41,10	15,53	0	56,62
	0,70	6,04	6,04	27,17	19	56,87	45,22	18,11	0	56,87
	0,80	6,90	6,90	31,05	21	57,12	49,35	20,70	0	57,12
	0,90	7,76	7,76	34,94	24	57,36	53,48	23,29	0	57,36
	1,00	8,63	8,63	38,82	26	57,61	57,61	25,88	0	57,61

Tablica 4.7. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/1,46	0,40	3,377	3,377	15,19	10	55,30	32,51	10,13	0	55,30
	0,50	4,22	4,22	18,99	13	55,54	36,55	12,66	0	55,54
	0,60	5,06	5,06	22,79	15	55,79	40,60	15,19	0	55,79
	0,70	5,91	5,91	26,59	18	56,04	44,64	17,73	0	56,04
	0,80	6,75	6,75	30,39	20	56,29	48,69	20,26	0	56,29
	0,90	7,60	7,60	34,19	23	56,53	52,74	22,79	0	56,53
	1,00	8,44	8,44	37,99	25	56,78	56,78	25,32	0	56,78

Tablica 4.8. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/1,96	0,4	5,00	5,00	22,51	16	82,51	48,74	15,01	0	82,51
	0,5	6,25	6,25	28,14	20	82,32	54,18	18,76	0	82,32
	0,6	7,50	7,50	33,77	24	82,13	59,62	22,51	0	82,13
	0,7	8,76	8,76	39,40	28	81,95	65,06	26,27	0	81,95
	0,8	10,01	10,01	45,03	32	81,76	70,50	30,02	0	81,76
	0,9	11,26	11,26	50,66	36	81,57	75,94	33,77	0	81,57
	1	12,51	12,51	56,29	39	81,38	81,38	37,52	0	81,38

Tablica 4.9. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/1,96	0,40	4,81	4,81	21,62	14	80,28	47,85	14,42	0	80,28
	0,50	6,01	6,01	27,03	18	80,09	53,06	18,02	0	80,09
	0,60	7,21	7,21	32,44	21	79,91	58,28	21,62	0	79,91
	0,70	8,41	8,41	37,84	25	79,72	63,50	25,23	0	79,72
	0,80	9,61	9,61	43,25	28	79,53	68,72	28,83	0	79,53
	0,90	10,81	10,81	48,65	32	79,34	73,94	32,44	0	79,34
	1,00	12,01	12,01	54,06	35	79,15	79,15	36,04	0	79,15

Tablica 4.10. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/1,96	0,40	4,674	4,674	21,03	14	78,80	47,25	14,02	0	78,80
	0,50	5,84	5,84	26,29	17	78,61	52,32	17,53	0	78,61
	0,60	7,01	7,01	31,55	21	78,43	57,39	21,03	0	78,43
	0,70	8,18	8,18	36,81	24	78,24	62,46	24,54	0	78,24
	0,80	9,35	9,35	42,06	28	78,05	67,53	28,04	0	78,05
	0,90	10,52	10,52	47,32	31	77,86	72,60	31,55	0	77,86
	1,00	11,68	11,68	52,58	34	77,67	77,67	35,05	0	77,67

Tablica 4.11. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/2,46	0,4	6,55	6,55	29,48	20	107,65	63,42	19,65	0	107,65
	0,5	8,19	8,19	36,85	25	107,21	70,36	24,57	0	107,21
	0,6	9,83	9,83	44,22	30	106,77	77,29	29,48	0	106,77
	0,7	11,47	11,47	51,59	35	106,34	84,23	34,40	0	106,34
	0,8	13,10	13,10	58,96	40	105,90	91,16	39,31	0	105,90
	0,9	14,74	14,74	66,34	45	105,47	98,10	44,22	0	105,47
	1	16,38	16,38	73,71	49	105,03	105,03	49,14	0	105,03

Tablica 4.12. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/2,46	0,40	6,24	6,24	28,09	18	104,18	62,03	18,73	0	104,18
	0,50	7,80	7,80	35,12	22	103,74	68,62	23,41	0	103,74
	0,60	9,36	9,36	42,14	26	103,30	75,21	28,09	0	103,30
	0,70	10,93	10,93	49,16	31	102,87	81,80	32,78	0	102,87
	0,80	12,49	12,49	56,19	35	102,43	88,39	37,46	0	102,43
	0,90	14,05	14,05	63,21	39	102,00	94,97	42,14	0	102,00
	1,00	15,61	15,61	70,24	43	101,56	101,56	46,82	0	101,56

Tablica 4.13. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/2,46	0,40	6,038	6,038	27,17	17	101,87	61,11	18,11	0	101,87
	0,50	7,55	7,55	33,96	21	101,43	67,47	22,64	0	101,43
	0,60	9,06	9,06	40,76	26	101,00	73,83	27,17	0	101,00
	0,70	10,57	10,57	47,55	30	100,56	80,18	31,70	0	100,56
	0,80	12,08	12,08	54,34	34	100,13	86,54	36,23	0	100,13
	0,90	13,59	13,59	61,14	38	99,69	92,90	40,76	0	99,69
	1,00	15,10	15,10	67,93	42	99,25	99,25	45,29	0	99,25

Tablica 4.14. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/2,96	0,4	8,38	8,38	37,70	24	136,37	79,82	25,13	0	136,37
	0,5	10,47	10,47	47,125	30	135,699	88,574	31,417	0	135,699
	0,6	12,57	12,57	56,55	36	135,03	97,33	37,70	0	135,03
	0,7	14,66	14,66	65,98	42	134,37	106,09	43,98	0	134,37
	0,8	16,76	16,76	75,40	48	133,70	114,85	50,27	0	133,70
	0,9	18,85	18,85	84,83	54	133,03	123,61	56,55	0	133,03
	1	20,94	20,94	94,25	59	132,37	132,37	62,83	0	132,37

Tablica 4.15. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/2,96	0,40	7,92	7,92	35,64	21	131,23	77,76	23,76	0	131,23
	0,50	9,90	9,90	44,56	26	130,56	86,01	29,70	0	130,56
	0,60	11,88	11,88	53,47	32	129,89	94,25	35,64	0	129,89
	0,70	13,86	13,86	62,38	37	129,23	102,49	41,59	0	129,23
	0,80	15,84	15,84	71,29	42	128,56	110,74	47,53	0	128,56
	0,90	17,82	17,82	80,20	47	127,89	118,98	53,47	0	127,89
	1,00	19,80	19,80	89,11	52	127,23	127,23	59,41	0	127,23

Tablica 4.16. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/2,96	0,40	7,618	7,618	34,28	21	127,81	76,40	22,85	0	127,81
	0,50	9,52	9,52	42,85	26	127,15	84,30	28,57	0	127,15
	0,60	11,43	11,43	51,42	31	126,48	92,20	34,28	0	126,48
	0,70	13,33	13,33	59,99	36	125,81	100,10	39,99	0	125,81
	0,80	15,24	15,24	68,56	41	125,15	108,01	45,71	0	125,15
	0,90	17,14	17,14	77,13	46	124,48	115,91	51,42	0	124,48
	1,00	19,04	19,04	85,70	51	123,81	123,81	57,13	0	123,81

Tablica 4.17. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/3,46	0,4	10,17	10,17	45,77	28	163,66	95,01	30,51	0	163,66
	0,5	12,71	12,71	57,21	35	162,84	105,63	38,14	0	162,84
	0,6	15,26	15,26	68,65	42	162,01	116,25	45,77	0	162,01
	0,7	17,80	17,80	80,09	49	161,19	126,87	53,39	0	161,19
	0,8	20,34	20,34	91,53	56	160,37	137,49	61,02	0	160,37
	0,9	22,88	22,88	102,97	63	159,55	148,11	68,65	0	159,55
	1	25,43	25,43	114,41	69	158,72	158,72	76,28	0	158,72

Tablica 4.18. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/3,46	0,40	9,55	9,55	42,99	25	156,71	92,23	28,66	0	156,71
	0,50	11,94	11,94	53,74	31	155,89	102,16	35,82	0	155,89
	0,60	14,33	14,33	64,48	37	155,07	112,08	42,99	0	155,07
	0,70	16,72	16,72	75,23	43	154,25	122,01	50,15	0	154,25
	0,80	19,11	19,11	85,98	49	153,43	131,93	57,32	0	153,43
	0,90	21,49	21,49	96,72	55	152,60	141,86	64,48	0	152,60
	1,00	23,88	23,88	107,471	61	151,78	151,78	71,65	0	151,78

Tablica 4.19. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/3,46	0,40	9,143	9,143	41,14	24	152,10	90,39	27,43	0	152,10
	0,50	11,43	11,43	51,43	30	151,28	99,85	34,29	0	151,28
	0,60	13,71	13,71	61,71	36	150,46	109,31	41,14	0	150,46
	0,70	16,00	16,00	72,00	42	149,63	118,78	48,00	0	149,63
	0,80	18,29	18,29	82,29	48	148,81	128,24	54,86	0	148,81
	0,90	20,57	20,57	92,57	54	147,99	137,70	61,71	0	147,99
	1,00	22,86	22,86	102,86	59	147,167	147,167	68,571	0	147,17

Tablica 4.20. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/3,96	0,4	12,06	12,06	54,27	32	191,94	110,53	36,18	0	191,94
	0,5	15,08	15,08	67,84	39	190,97	123,13	45,23	0	190,97
	0,6	18,09	18,09	81,41	47	190,00	135,73	54,27	0	190,00
	0,7	21,11	21,11	94,98	55	189,03	148,33	63,32	0	189,03
	0,8	24,12	24,12	108,55	63	188,06	160,92	72,36	0	188,06
	0,9	27,14	27,14	122,11	71	187,09	173,52	81,41	0	187,09
	1	30,15	30,15	135,68	78	186,12	186,12	90,46	0	186,12

Tablica 4.21. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,96 za klasu betona C25/30

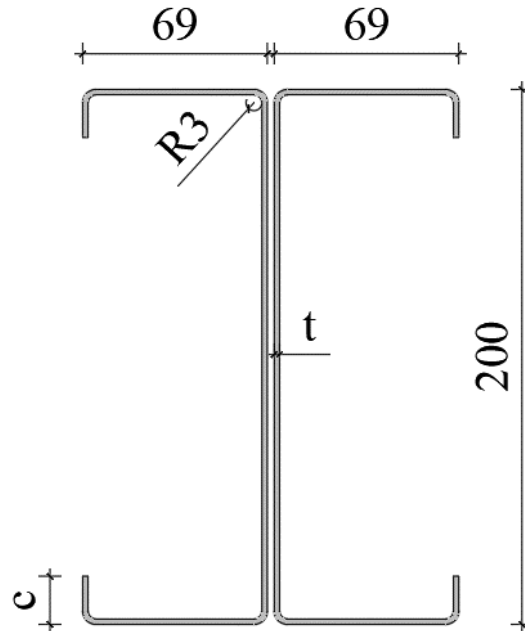
PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/3,96	0,40	11,26	11,26	50,67	28	182,95	106,93	33,78	0	182,95
	0,50	14,08	14,08	63,34	35	181,98	118,63	42,23	0	181,98
	0,60	16,89	16,89	76,01	42	181,01	130,33	50,67	0	181,01
	0,70	19,71	19,71	88,68	49	180,03	142,03	59,12	0	180,03
	0,80	22,52	22,52	101,35	56	179,06	153,73	67,57	0	179,06
	0,90	25,34	25,34	114,02	63	178,09	165,42	76,01	0	178,09
	1,00	28,15	28,15	126,69	69,00	177,12	177,12	84,46	0	177,12

Tablica 4.22. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C200/3,96	0,40	10,730	10,730	48,28	27	176,97	104,54	32,19	0	176,97
	0,50	13,41	13,41	60,35	34	176,00	115,64	40,24	0	176,00
	0,60	16,09	16,09	72,43	41	175,03	126,74	48,28	0	175,03
	0,70	18,78	18,78	84,50	47	174,06	137,84	56,33	0	174,06
	0,80	21,46	21,46	96,57	54	173,09	148,94	64,38	0	173,09
	0,90	24,14	24,14	108,64	61	172,11	160,04	72,43	0	172,11
	1,00	26,82	26,82	120,71	67	171,14	171,14	80,47	0	171,14

4.4.3 Rezultati analize u slučaju djelomične posmične veze

Na slici 4.6. prikazan je profil C200 s dimenzijama.



Slika 4.6. Profil C200

U tablici 4.23. prikazane su geometrijske karakteristike profila C200 za razmatrane debljine stijenke profila 0,96 mm, 1,46 mm, 1,96 mm, 2,46 mm, 2,96 mm, 3,46 mm i 3,96 mm. U prilogu C ovoga rada tablično su prikazani rezultati za ostale već spomenute čelične profile.

Tablica 4.23. Geometrijske karakteristike profila C200

REDNI BROJ	PROFIL	VISINA	POVRŠINA POPREČNOG PRESJEKA	I_y	G [kg/m]	t_w [mm]	c [mm]
		h [mm]	A [mm ²]	[mm ⁴]			
1.	C200	200	355	2200607	2,79	0,96	18
2.		200	537	3308110	4,22	1,46	18
3.		200	717	4389479	5,63	1,96	18
4.		200	895	5444969	7,03	2,46	18
5.		200	1089	6589935	8,55	2,96	21
6.		200	1266	7613870	9,94	3,46	21
7.		200	1441	8612683	11,31	3,96	21

Tablica 4.24. prikazuje vlastite težine čeličnih profila C200 koje se mijenjaju ovisno o debljini profila, vlastite težine betonske pojasnice odabrane debljine 9 cm te sukladno veličini čeličnog profila i debljini betonske pojasnice određen je i položaj neutralne osi koji ovisi i o klasi betona.

Tablica 4.24. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C200

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	VL. TEŽINA ČELIČNOG PROFILA	VL. TEŽINA BETONSKE POJASNICE	POLOŽAJ PLASTIČNE NEUTRALNE OSI		
		q_a [kN/m]	q_c [kN/m]	x_{pl} [cm]		
				C20/25	C25/30	C30/37
1.	C200/0,96	0,056	2,16	2,19	1,75	1,46
2.	C200/1,46	0,084	2,16	3,32	2,65	2,21
3.	C200/1,96	0,113	2,16	4,43	3,54	2,95
4.	C200/2,46	0,141	2,16	5,53	4,42	3,69
5.	C200/2,96	0,171	2,16	6,73	5,38	4,48
6.	C200/3,46	0,199	2,16	7,82	6,25	5,21
7.	C200/3,96	0,226	2,16	8,90	7,12	5,93

Otkazivanje posmične veze se može dogoditi preko betona i preko spojnog sredstva. Tablica 4.25. prikazuje sile pri kojima dolazi do navedenih otkazivanja te koje je otkazivanje odabrano kao mjerodavno te korišteno u daljnjem proračunu.

Tablica 4.25. Sile otkazivanja posmične veze za profil C200

REDNI BROJ	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	OTKAZIVANJE PREKO VIJKA M12	OTKAZIVANJE PREKO BETONA			MJERODAVNO OTKAZIVANJE		
		$P_{Rd(1)}$ [kN]	$P_{Rd(2)}$ [kN]			P_{Rd} [kN]		
			C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
1.	C200/0,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
2.	C200/1,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
3.	C200/1,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
4.	C200/2,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
5.	C200/2,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
6.	C200/3,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
7.	C200/3,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70

U tablicama 4.26.-4.28. prikazane su otpornosti na savijanje spregnutog nosača za različite stupnjeve posmične veze u slučaju primjene profila C200 i kvaliteta betona C20/25, C25/30 i C30/37. Stupanj posmične veze ovisi o razmaku vijaka kojima se ostvaruje posmična veza. U tablicama se uz razmak vijaka može vidjeti i pripadni stupanj posmične veze.

Tablica 4.26. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C200 i beton C20/25

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C200/0,96	7,70	12	93,50	15	103,63	20	118,47	30	101,72	60	101,72
2.	C200/1,46	11,58	12	78,47	15	86,36	20	97,93	30	101,72	60	101,72
3.	C200/1,96	15,36	12	70,82	15	77,36	20	86,96	30	101,72	60	101,72
4.	C200/2,46	19,06	12	66,57	15	72,18	20	80,39	30	94,18	60	101,72
5.	C200/2,96	23,06	12	64,05	15	68,89	20	75,98	30	87,87	60	101,72
6.	C200/3,46	26,65	12	62,93	15	67,21	20	73,49	30	84,01	60	101,72
7.	C200/3,96	30,14	12	62,57	15	66,39	20	72,00	30	81,41	60	101,72

Tablica 4.27. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C200 i beton C25/30

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C200/0,96	7,70	12	99,19	15	109,99	20	125,82	30	101,72	60	101,72
2.	C200/1,46	11,58	12	82,90	15	91,32	20	103,66	30	101,72	60	101,72
3.	C200/1,96	15,36	12	74,50	15	81,48	20	91,70	30	101,72	60	101,72
4.	C200/2,46	19,06	12	69,72	15	75,70	20	84,46	30	99,16	60	101,72
5.	C200/2,96	23,06	12	66,77	15	71,93	20	79,48	30	92,16	60	101,72
6.	C200/3,46	26,65	12	65,33	15	69,90	20	76,59	30	87,82	60	101,72
7.	C200/3,96	30,14	12	64,72	15	68,80	20	74,78	30	84,81	60	101,72

Tablica 4.28. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C200 i beton C30/37

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C200/0,96	7,70	12	101,72	15	101,72	20	101,72	30	101,72	60	101,72
2.	C200/1,46	11,58	12	87,40	15	96,34	20	101,72	30	101,72	60	101,72
3.	C200/1,96	15,36	12	78,22	15	85,64	20	96,51	30	101,72	60	101,72
4.	C200/2,46	19,06	12	72,91	15	79,27	20	88,58	30	101,72	60	101,72
5.	C200/2,96	23,06	12	69,52	15	75,00	20	83,04	30	96,52	60	101,72
6.	C200/3,46	26,65	12	67,77	15	72,63	20	79,74	30	91,67	60	101,72
7.	C200/3,96	30,14	12	66,89	15	71,23	20	77,59	30	88,25	60	101,72

4.5 Odabrani poprečni presjek i dimenzije nosača

Karakteristike čelićnog profila korištenog u ovome radu navedene su u tablici 4.29. zajedno s karakteristikama ključnim za ovo istraživanje kao što su debljina hrpta i pojasnice, visina profila, širina profila i slično. Korišteni raspon nosača iznosi 6 m te je efektivna širina ploče odabrana od 1000 mm dok debljina ploče iznosi 90 mm. U istraživanju su korištena po dva C-profila koji su na određeni način u području hrptova međusobno pridržani te je na njih pričvršćena betonska pojasnica. Razmatrani čelićni profil je C200 u interakciji betonskom pojasnicom izvedenom iz kvalitete betona C20/25 čije su karakteristike navedene u tablici 4.30.

Tablica 4.29. Geometrijske karakteristike profila primijenjenog u računalnoj analizi

PROFIL	VISINA, h [mm]	ŠIRINA, b [mm]	DEBLJINA PROFILA, t _w [mm]	POVRŠINA, A [mm ²]	EFEKTIVNI MOMENT OTPORA, W _{y,eff} [mm ³]	MASA PROFILA, G [kg/m]
C200	200	69	2,46	895	50978	7,03

Tablica 4.30. Značajke čvrstoća betona C20/25

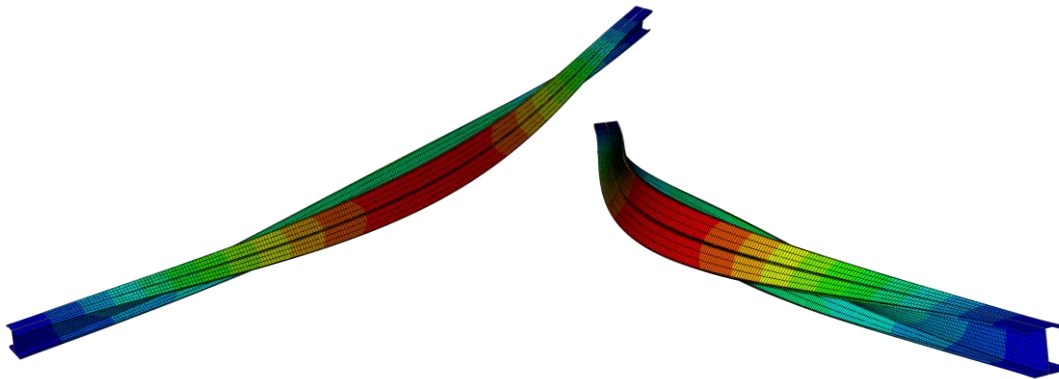
	RAZRED BETONA
f _{ck} [N/mm ²]	20
f _{ck, cube} [N/mm ²]	25
f _{cd} [N/mm ²]	13,33
E _{cm} [N/mm ²]	30000

5 KALIBRACIJA NUMERIČKOG MODELA

5.1 Općenito

Za kalibraciju numeričkog modela i provedbu parametarskih analiza korišten je programski paket ABAQUS/CAE [17] kojim su obuhvaćene geometrijske i materijalne nelinearnosti uključujući i utjecaj imperfekcija elemenata. Rezultati dobiveni programskim paketom uspoređeni su s analitičkim proračunom provedenim u poglavlju 4 ovoga rada.

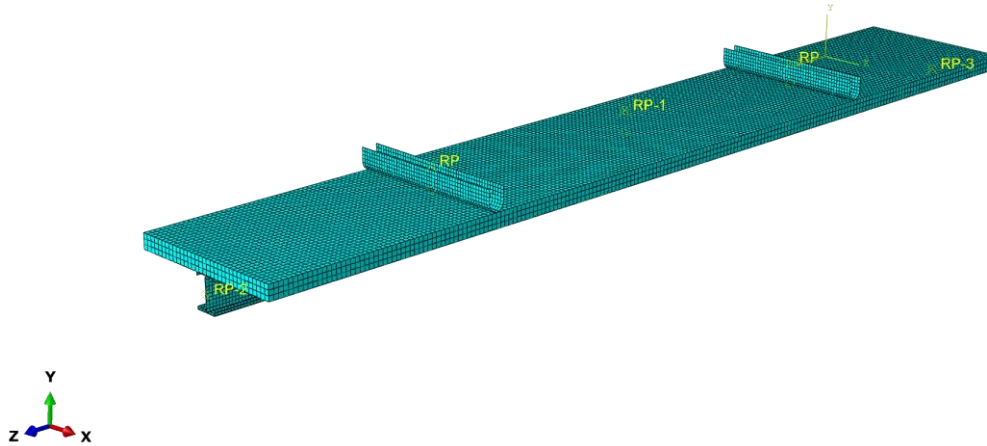
Kako bi se uzelo u obzir imperfekcije čeličnih elementa sustava, najprije je provedena analiza izvijanja iz koje je u sljedeći korak nelinearne analize uzeta u obzir nesavršena geometrija. Veličina odabrane imperfekcije je iznosila $L/1000$. Rezultati dobiveni analizom izvijanja prikazani su na slici 5.1.



Slika 5.1. Rezultati analize izvijanja

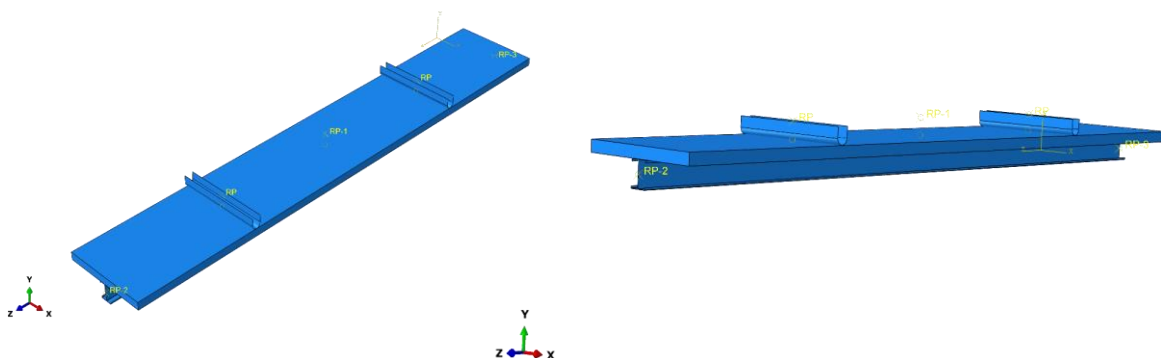
Betonska pojasnica je efektivne širine 1000 mm, te debljine 90 mm i oslanja se na hladno oblikovane čelične C profile debljine 2,5 mm, visine 200 mm te širine pojasnica 69 mm. Karakteristike betona zadane su preko značajki čvrstoća i relativnih deformacija pojedinog razreda betona prema [19]. Materijal čeličnih profila definiran je granicom popuštanja čelika i njegovim bilinearnim ponašanjem. Također, treba uzeti u obzir kako su u ručnom proračunu uzete u obzir proračunske vrijednosti za definiranje materijala, a u programskom paketu karakteristične.

Čelični elementi definirani su kao 3D plošni elementi (*shell element*) oblikovani prema zahtijevanoj geometriji, odnosno zadani su kao S4R elementi što znači da su zadani kao plošni elementi s dvostrukom zakrivljenosti. Za definiranje betonske ploče korišten je kruti element (*solid element*), odnosno betonska ploča je zadana kao C3D8R što znači da je definirana u 8 točaka kao element oblika kvadra. U slučaju čeličnih dijelova poprečnog presjeka korištena je gustoća mreže konačnih elemenata od 20 mm, dok je za betonsku ploču korištena gustoća od 30 mm [20]. Mreža konačnih elemenata modela prikazana je na slici 5.2.

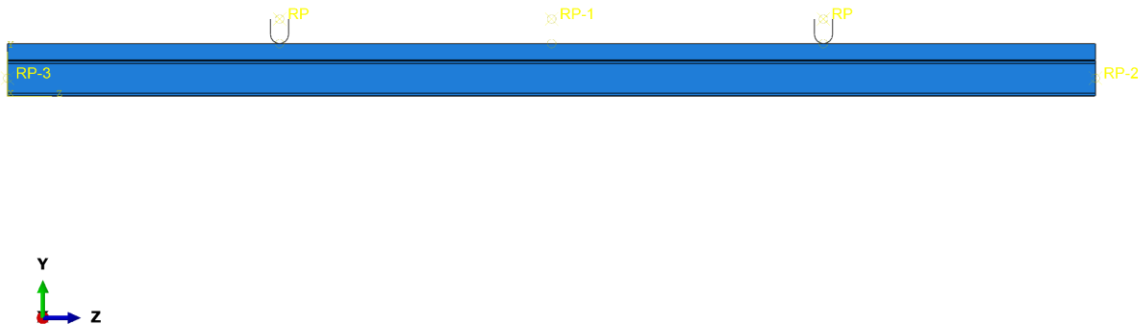


Slika 5.2. Mreža konačnih elemenata modela

Na krajevima nosača, odnosno ploče nema pomaka ni rotacije, a opterećenje na spregnuti element je definirano kao vertikalni pomak. Trodimenzionalni prikaz nedeformiranog modela te pogled na nedeformirani model prikazani su na slikama 5.3. i 5.4.

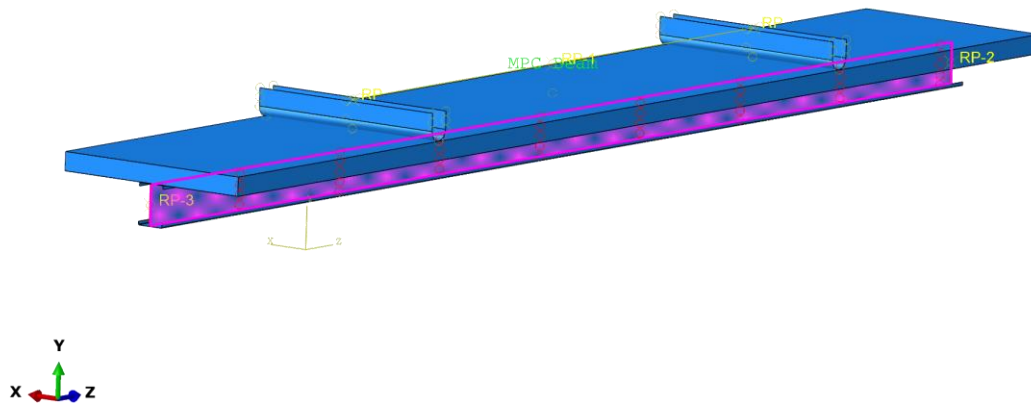


Slika 5.3. 3D prikaz nedeformiranog modela



Slika 5.4. Pogled na nedeformirani model

Povezanost između dvije kontrolne točke i tlačne ploče je definirana kinematskom vezom kako se vidi na slici 5.5.



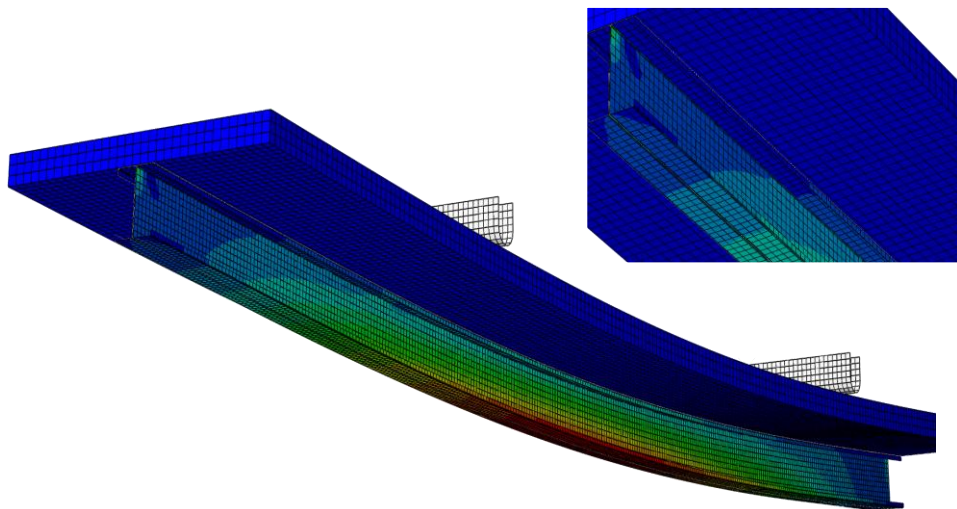
Slika 5.5. Prikaz ostvarivanja krute veze na spoju čeličnih profila te elemenata kojima se unosi pomak kao opterećenje

Napravljeni su modeli u kojima betonska ploča efektivne širine 1000 mm kontinuirano pridržava gornje pojasnice C profila te modeli u kojima je postavljanjem vijaka na različitim udaljenostima ostvarena puna ili djelomična posmična veza između betonske ploče i čeličnih profila. U ovom drugom slučaju definirani su kontakti između betonskog i čeličnih dijelova

nosača koji uključuju mogućnost odvajanja elemenata uz koeficijent trenja 0,3. Za svaki od dva spomenuta slučaja mijenjana je veza između samih čeličnih profila i betonske ploče na način da je pretpostavljena puna posmična veza kao da su elementi lijepljeni jedan na drugi (*tie – veza*) te na način da su elementi točkasto spojeni na određenim razmacima unaprijed definiranim vijcima M12.

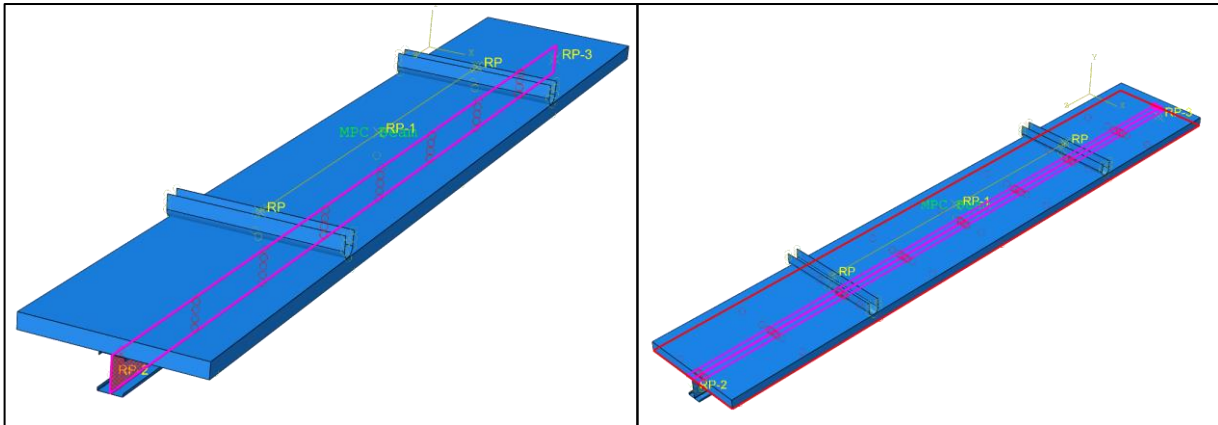
Veza između dvaju hladno oblikovanih čeličnih profila definirana je na oba načina – i korištenjem naredbe točkasto postavljenih spajala (*Point Based Fasteners*) i korištenjem *tie* veze. Programski paket omogućava definiranje stupnja elastičnosti, plastičnosti te parametara otkazivanja spojnih sredstava. Međutim u ovom istraživanju ove mogućnosti nisu korištene. Ovakav način povezivanja omogućio je da se čelični elementi ponašaju međusobno neovisno u tri različita smjera, odnosno omogućeno je različito ponašanje dviju fleksijskih rotacija i jedne torzijske rotacije.

Osnovni model koji je poslužio za početnu usporedba s analitičkim proračunom, modeliran je je upotrebom *tie* veze na spoju betonske pojasnice i čeličnog profila. *Tie* veza predstavlja punu posmičnu vezu te je u ovome modelu primijenjena i na spoju dvaju čeličnih profila. Deformirani nosač u slučaju ovom modela može se vidjeti na slici 5.6.



Slika 5.6. Deformirani 3D model – korištenje tie veze

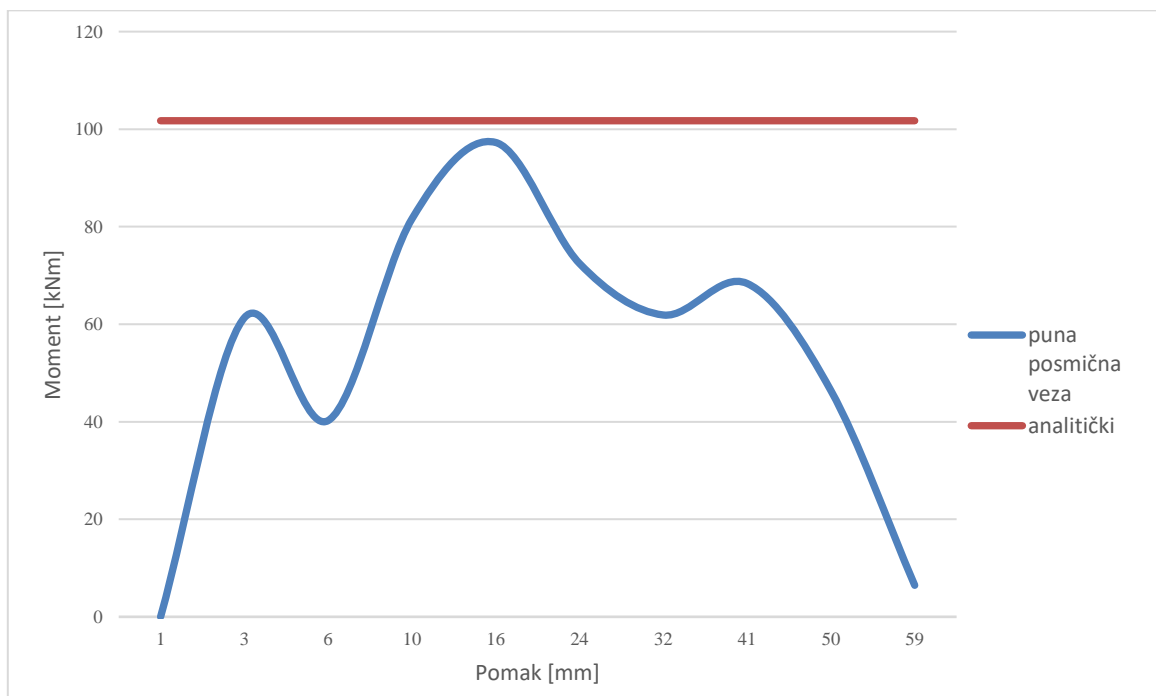
Tie veza se očituje na taj način što su elementi kontinuirano pridržani, odnosno nema koncentracije naprezanja u pojedinim točkama kao što je to kod diskretno pridržanih elemenata. Ravnine u kojima je zadana *tie* veze u ABAQUS/CAE prikazane su na slici 5.7.



Slika 5.7. Zadavanje tie veze u ABAQUS/CAE

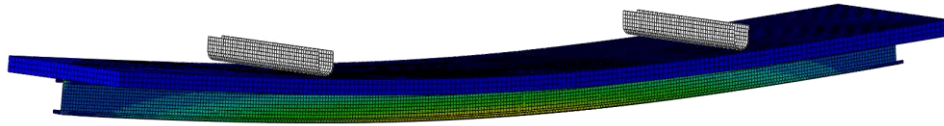
Također, odlika *tie* veze odnosno pune posmične veze je ta da se pridržani elementi u svakoj točki jednako deformiraju te da na krajevima betonske ploče i čeličnih nosača nema pomaka.

Rezultati dobiveni ovakvim pristupom modeliranju u usporedbi s analitičkim proračunom daju vrlo bliske rezultate. Dijagram prikazan na slici 5.8. prikazuje usporedbu rezultata ručnog proračuna za punu posmičnu vezu te rezultate dobivene programskim paketom u kojem je primijenjena *tie* veza na dodiru dvaju čeličnih profila te na kontaktu čeličnih profila i betonske pojasnice. Podudaranje rezultata iznosi 96%.



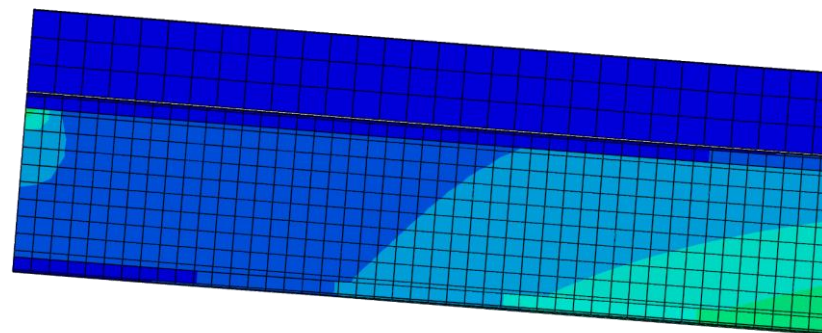
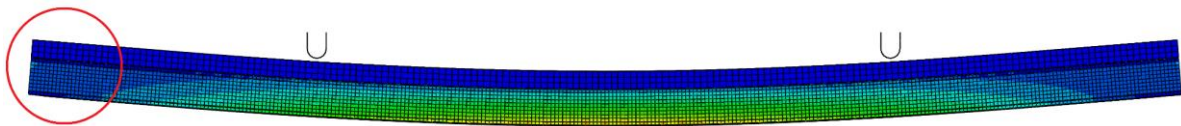
Slika 5.8. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa za punu posmičnu vezu

Slika 5.9. prikazuje deformirani oblik spregnutog sustava za punu posmičnu vezu.



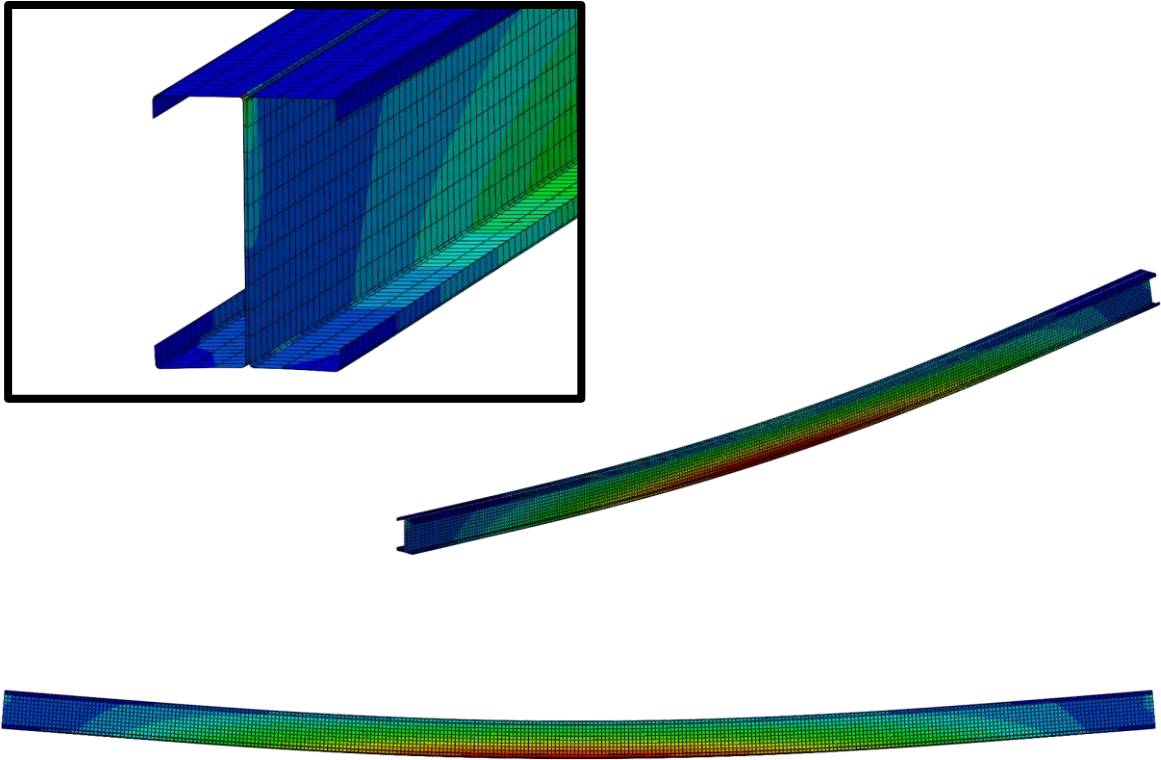
Slika 5.9. Deformirani oblik spregnutog sustava za punu posmičnu vezu

Kako se radi o punoj posmičnoj vezi, nisu dopušteni različiti pomaci na krajevima čeličnih nosača i betonske ploče, već se navedeni elementi moraju jednako deformirati što se može vidjeti na slici 5.10.

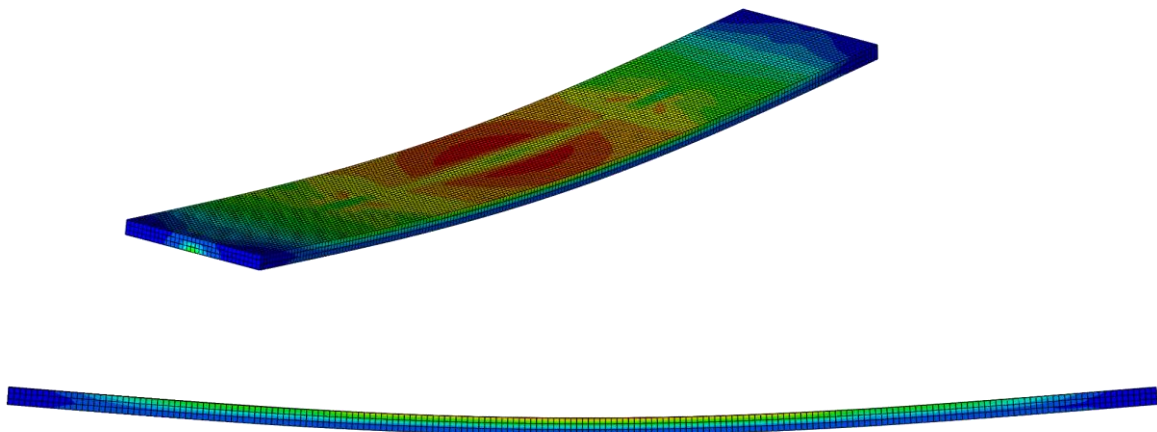


Slika 5.10. Puna posmična veza – bez pomaka na krajevima elemenata

Deformirani oblici nosača i ploče prikazani su na slikama 5.11. i 5.12.



Slika 5.11. Deformirani prikaz nosača



Slika 5.12. Deformirani prikaz ploče

6 PARAMETARSKE NUMERIČKE ANALIZE UTJECAJA STUPNJA POSMIČNE VEZE

6.1 Uvod

Utjecaj stupnja posmične veze promatran je iz razloga što nije uvijek ekonomično odabrati punu posmičnu vezu. Također, vrlo često može se ostvariti djelomična posmična veza koja će, također, zadovoljiti sve zadane kriterije nosivosti i otpornosti nosača.

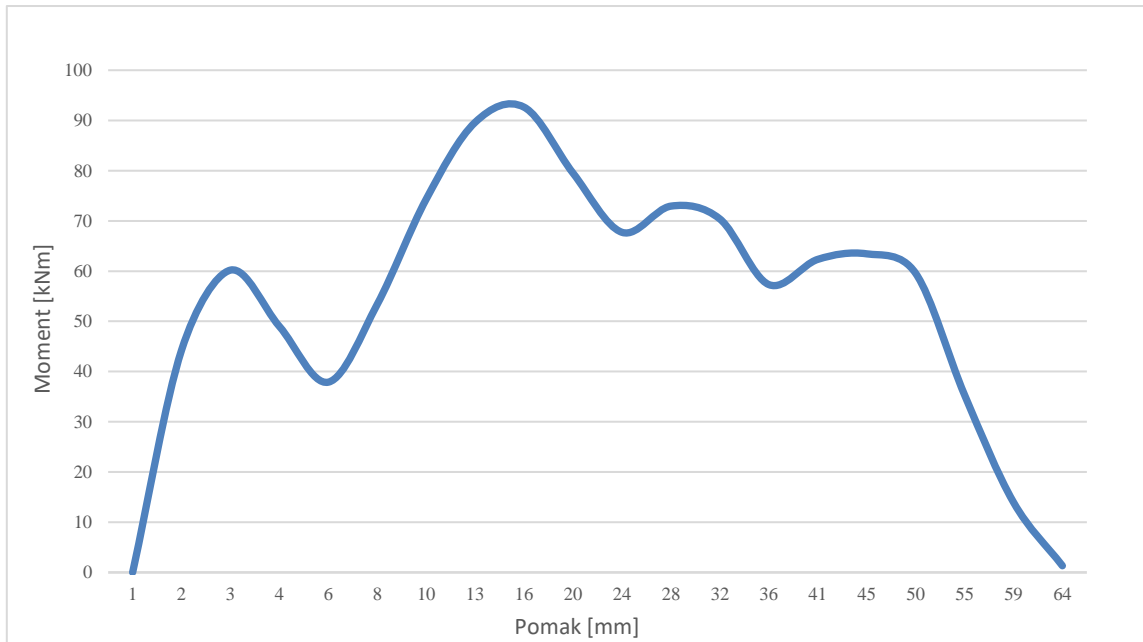
Djelomična posmična veza ostvaruje se postavljanjem spojnih sredstava određene krutosti na unaprijed definiranim razmacima. U radu je predstavljen model u kojem se pretpostavilo korištenje demontažnih vijaka promjera 12 mm i visine 72 mm.

Kako bi se u modelu zadala djelomična posmična veza, analitičkim proračunom je određeno na kojem razmaku će se zadati demontažni vijci M12. Na udaljenosti 100 mm od ruba čeličnih nosača kreće se s postavljanjem spojnih sredstava. Udaljenost vijaka je mijenjana u modelima kako bi se što detaljnije istražio utjecaj posmične veze na ponašanja spregnutoga nosača.

Udaljenosti vijaka koje su korištene u modelu su 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm te 500 mm. Što je korišten veći razmak vijaka, to je otpornost sustava manja, odnosno sustav može podnijeti manje opterećenje. U analizi je uzeto u obzir da i najveći primijenjeni razmak vijaka može podnijeti opterećenje koje je pretpostavljeno na konstrukciji- opterećenje karakteristično za stambene konstrukcije.

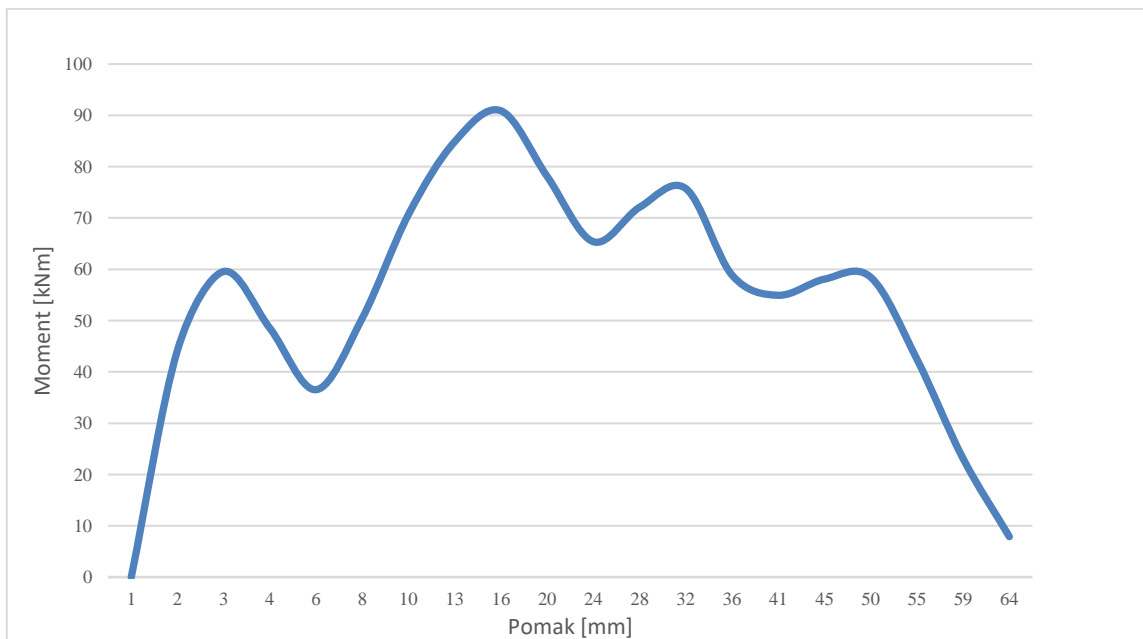
6.2 Utjecaj kontinuirano spojenih čeličnih profila na djelomičnu posmičnu vezu ostvarenu između čeličnih profila i betonske ploče

Slika 6.1. prikazuje usporedbu rezultata dobivenih ručnim proračunom te računalnim programom za razmak vijaka od 200 mm na spoju betonske ploče i čeličnih nosača, dok su čelični nosači spojeni kontinuiranom vezom.



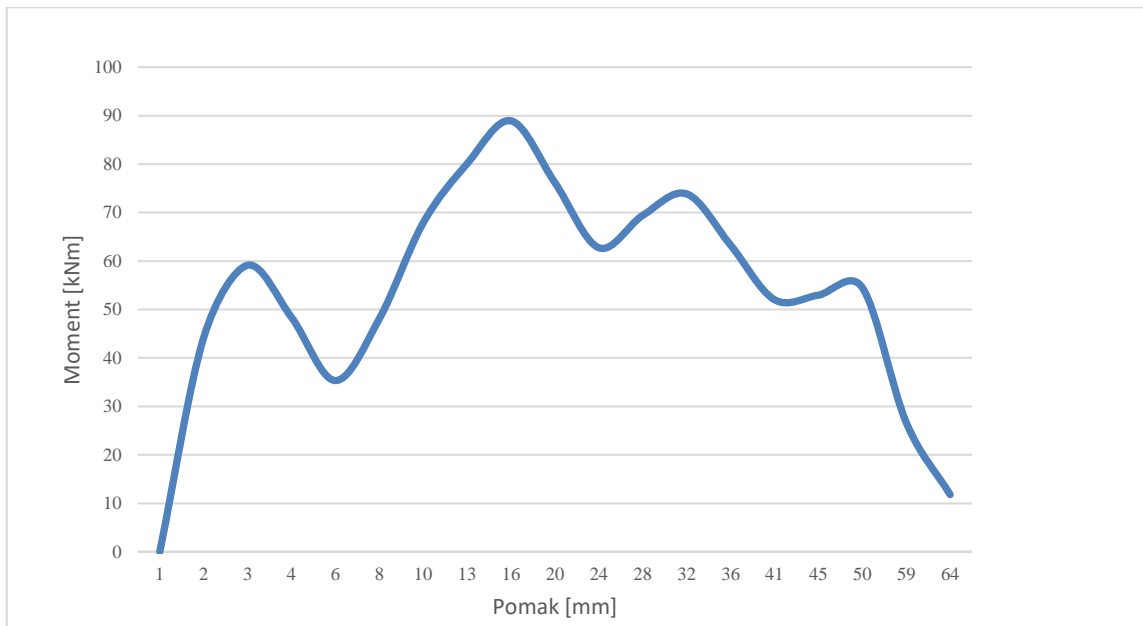
Slika 6.1. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 200 mm

U slučaju da je razmak vijaka na dodiru betonske ploče i čeličnih nosača 300 mm, ponašanje elementa je prikazano na slici 6.2.



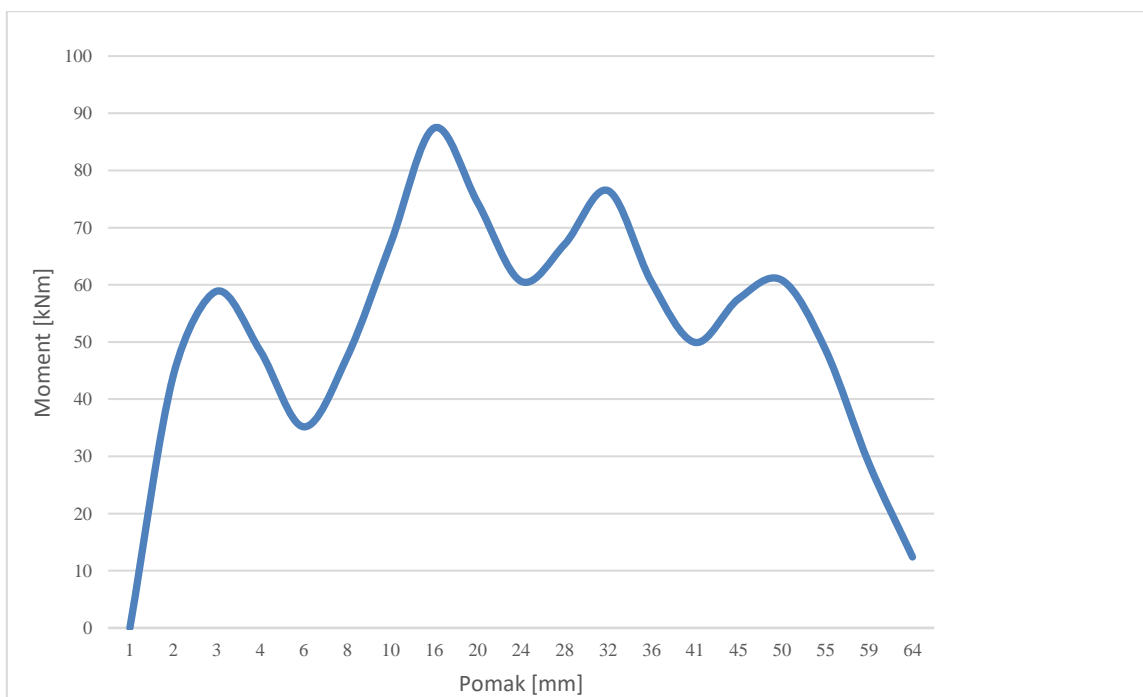
Slika 6.2. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 300 mm

Prema rezultatima dobivenim iz računalnog programa ABAQUS, uočljivo je kako je za različite razmake dobiven sličan oblik dijagrama, ali s različitim krajnjim momentima. Slika 6.3. prikazuje rezultate iz računalnog programa za slučaj kada je razmak točkastih spajala – vijaka 400 mm.



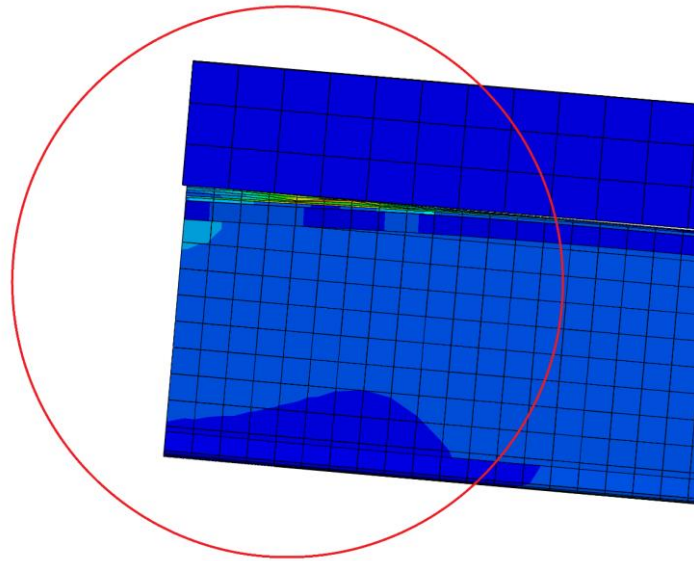
Slika 6.3. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 400 mm

Najveći promatrani razmak vijaka iznosi 500 mm te bi taj razmak vijaka odgovarao stupnju posmične veze $\eta=0,4$ uzimajući u obzir da su vijci postavljeni u dva reda. Rezultati su prikazani na slici 6.4.

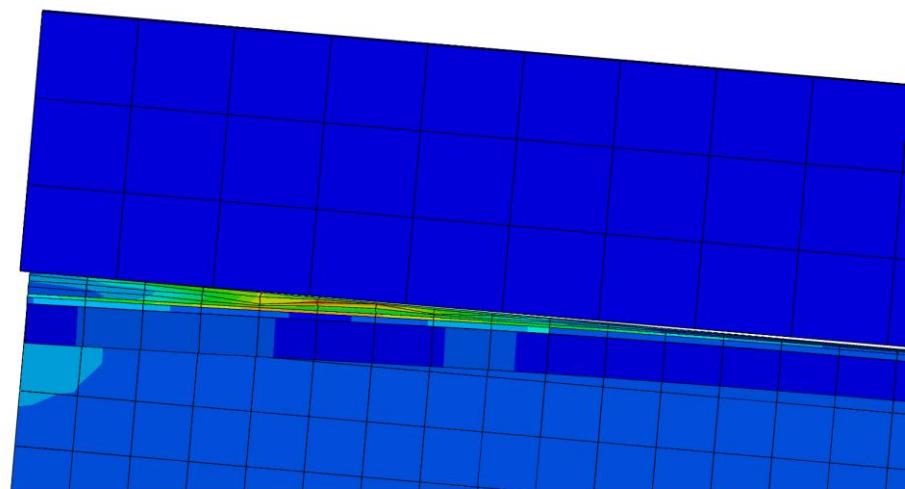


Slika 6.4. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 500 mm

S obzirom da se radi o djelomičnoj posmičnoj vezi, na krajevima nosača se javljaju pomaci čeličnih nosača i betonske ploče prikazani na slici 6.5. te 6.6.

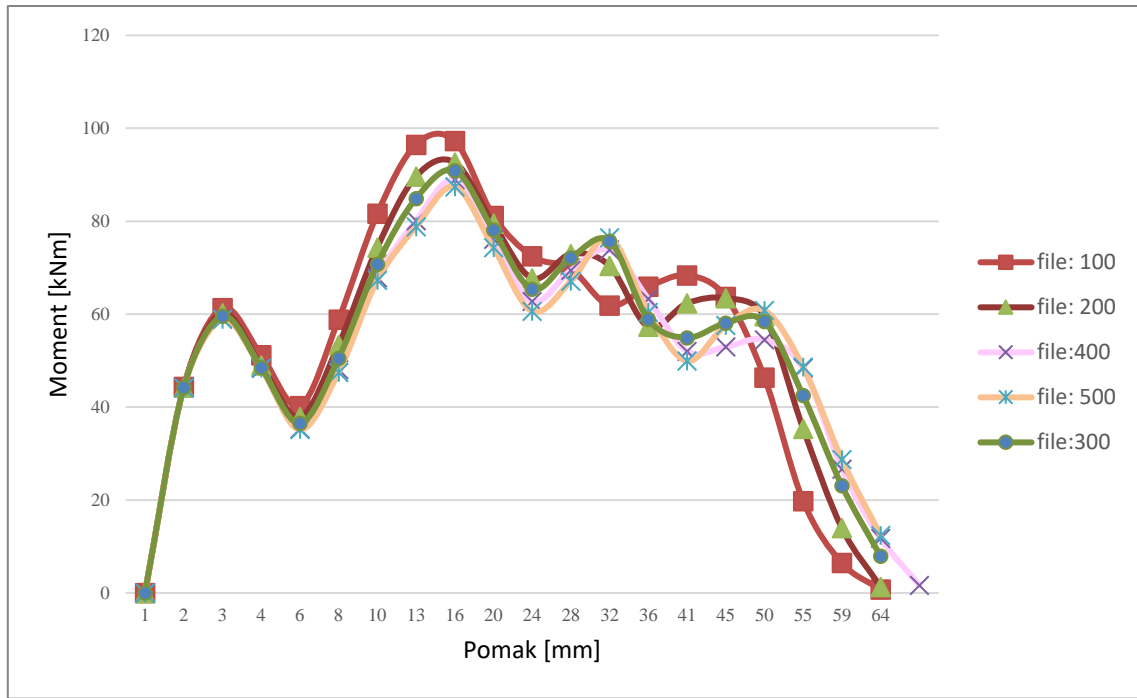


Slika 6.5. Prikaz odvajanja betonske ploče od čeličnog nosača



Slika 6.6. Pomak krajeva nosača za djelomičnu posmičnu vezu $\eta=0,4$, razmak vijaka 500 mm

Uspoređujući rezultate dobivene računalnim programom, slika 6.7. prikazuje kako najveću otpornost na savijanje ostvaruje nosač s punom posmičnom vezom, dok model s najvećim razmakom vijaka, odnosno s razmakom vijaka od 500 mm ostvaruje najmanju otpornost na savijanje.



Slika 6.7. Dijagram moment savijanja-pomak za različite stupnjeve sprezanja čeličnog nosača i betonske ploče

7 PARAMETARSKE NUMERIČKE ANALIZE NAČINA POVEZIVANJA C PROFILA

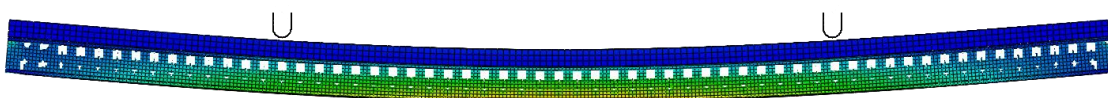
7.1 Utjecaj točkasto spojenih čeličnih profila na punu posmičnu vezu ostvarenu između čeličnih profila i betonske ploče

Model formiran u računalnom programu čini betonska pojasnica efektivne širine 1000 mm koja je vijcima spregnuta s dva čelična profila. Puna posmična veza na spoju betonske ploče i čeličnih profila se ostvaruje dovoljnim brojem vijaka na određenoj udaljenosti te je na taj način osigurana idealno kruta interakcija bez relativnih pomaka (proklizavanja).

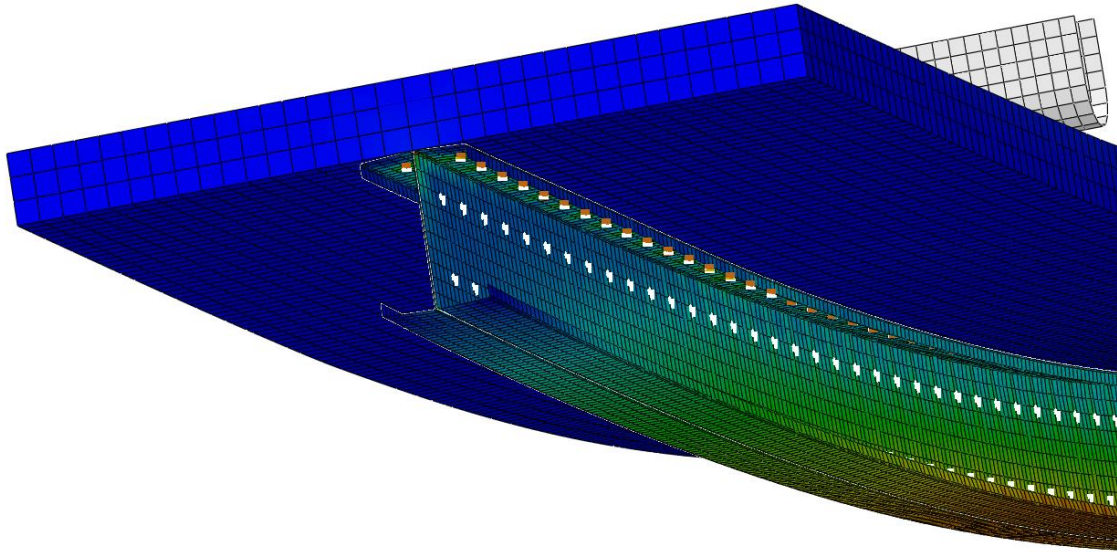
Puna posmična veza se može u računalnom programu ostvariti na dva načina- zadavanjem *tie* veze koja automatski uzima u obzir da su dva elementa, kojima je veza pridružena, spojeni čvrstom vezom kako bi pokazali jednako ponašanje pod djelovanjem opterećenja kao i opcija s postavljanjem vijaka u određenim točkama na unaprijed proračunatoj međusobnoj udaljenosti.

Za modeliranje vijaka (ili točkastih zavora) kojima se ostvaruje veza između C profila odabrana je opcija preko točaka u kojima se uspostavlja veza dvaju elemenata na način da se na jednom profilu definira točka u kojoj će se zadati veza koja ima radijus djelovanja dovoljan da obuhvati i hrbat susjednoga profila. Definirani radijus kojim se obuhvaća susjedni profil i osigurava veza iznosi 10 mm što je dovoljno da se obuhvati i hrbat susjednog profila s obzirom da su profili vrlo blizu jedan drugom.

Na slikama 7.1. i 7.2. uočljivo je kako su točkasta spojna sredstva postavljena i na spoju betonske ploče i čeličnih profila te u da su u području hrptova dvaju čeličnih profila.

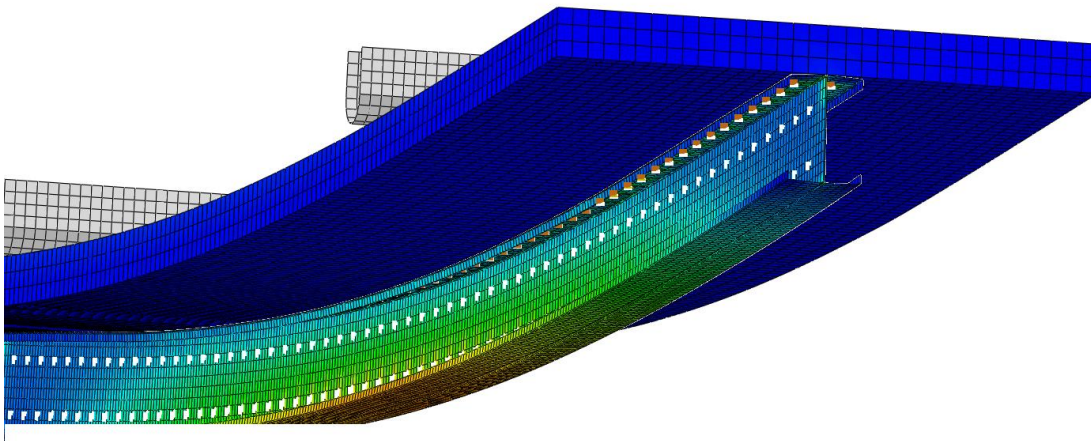


Slika 7.1. Deformacija nosača s punom posmičnom vezom ostvarenom točkastim spajanjem



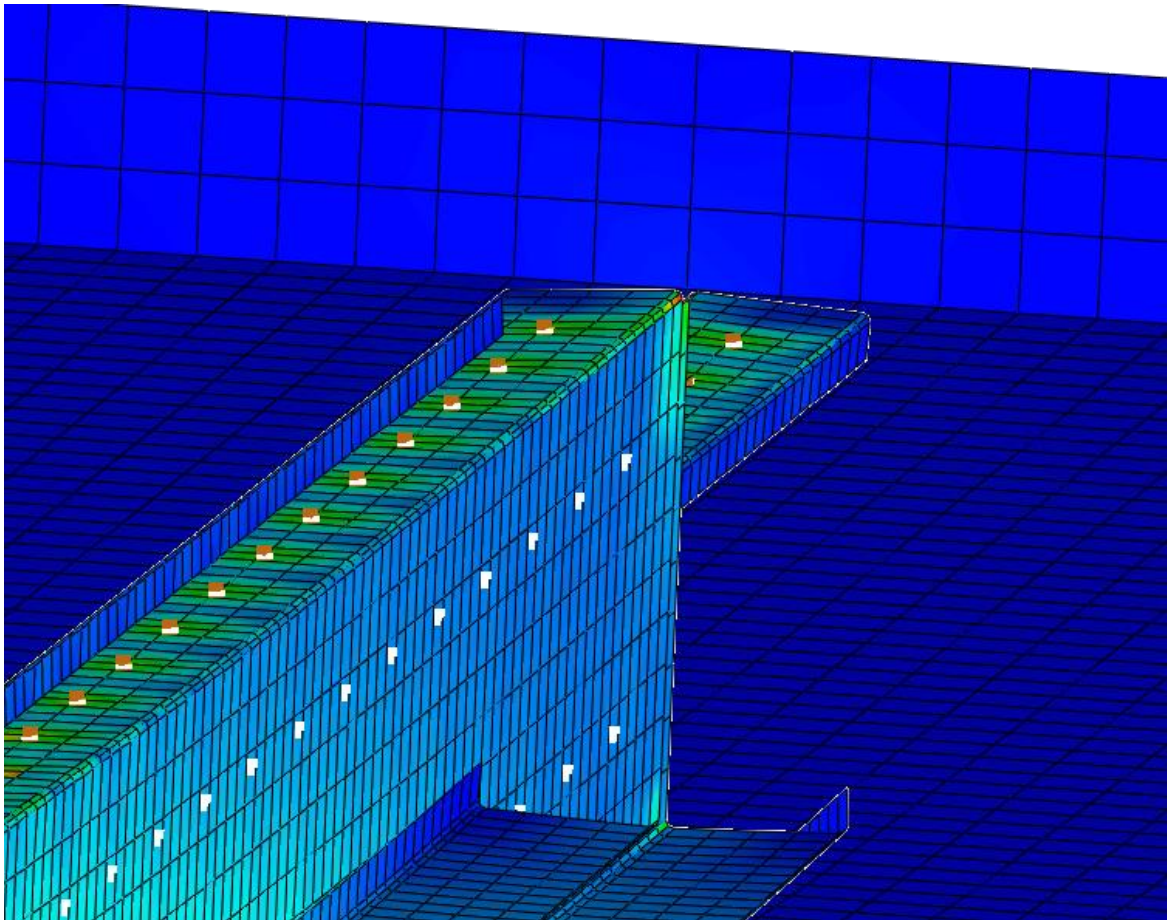
Slika 7.2. Prikaz točkastog spajanja elemenata spregnutog nosača

Na slici 7.3. je vidljiva raspodjela napreznja po nosaču.



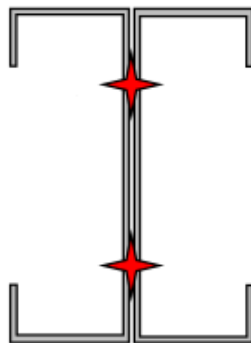
Slika 7.3. Točkasto spajanje na dodiru čeličnih profila te na spoju čeličnih profila i betonske pojasnice

Na slici 7.4. prikazan je uvećani prikaz točkastog spajanja u čijoj okolini je vidljivo povećano napreznje. Isti postupak zadavanja primijenjen je i za udaljenosti vijaka na spoju čeličnih profila za veće razmake kako bi se prikazao utjecaj diskretnog spajanja na modelu u kojem je ostvarena puna posmična veza između čeličnih profila i betonske pojasnice.



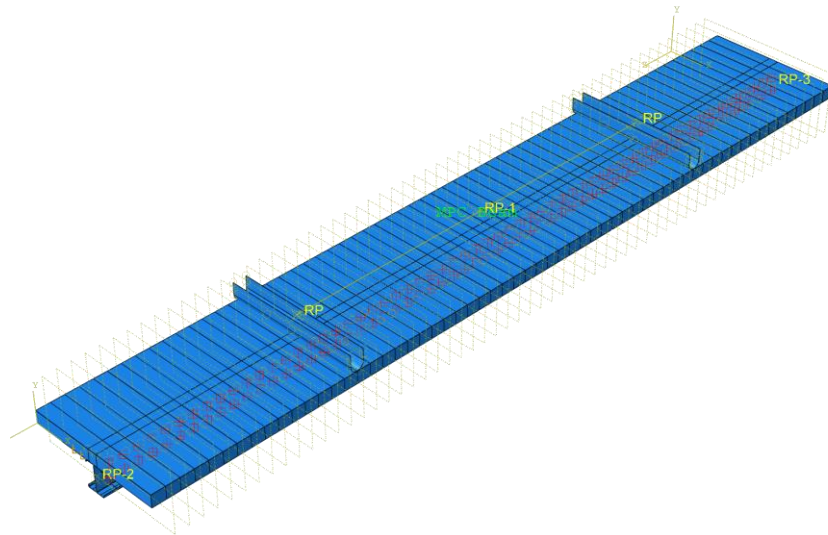
Slika 7.4. Uvećani prikaz točkastog spajanja

Shema točkastog spajanja u području hrptova prikazana je na slici 7.5.

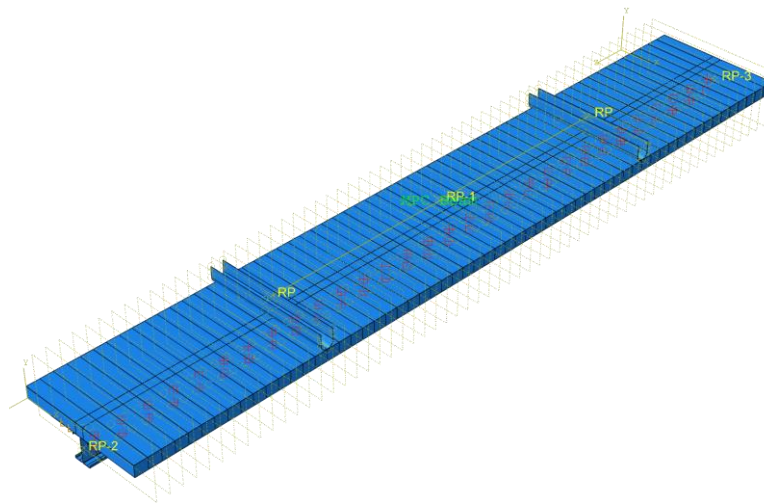


Slika 7.5. Točkasto spajanje čeličnih nosača u području hrptova

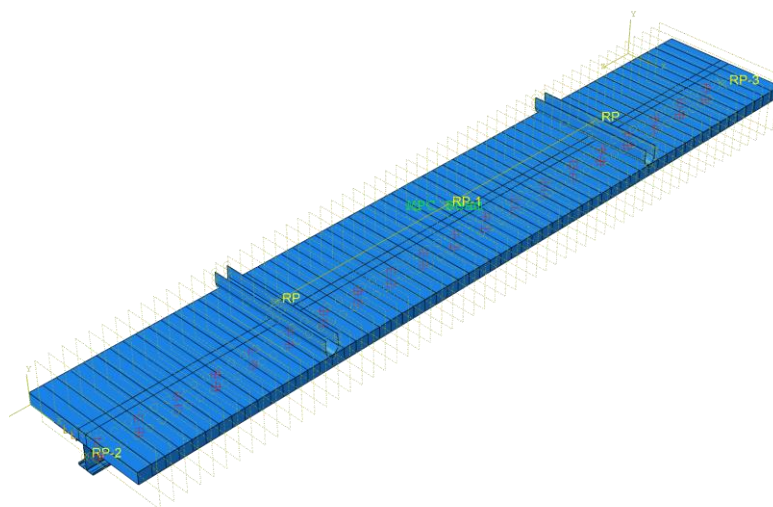
Na slikama 7.6. - 7.10. prikazan je način zadavanja točkastih spajala/vijaka na spoju čeličnih profila u računalnom programu za razmake 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm te 500 mm.



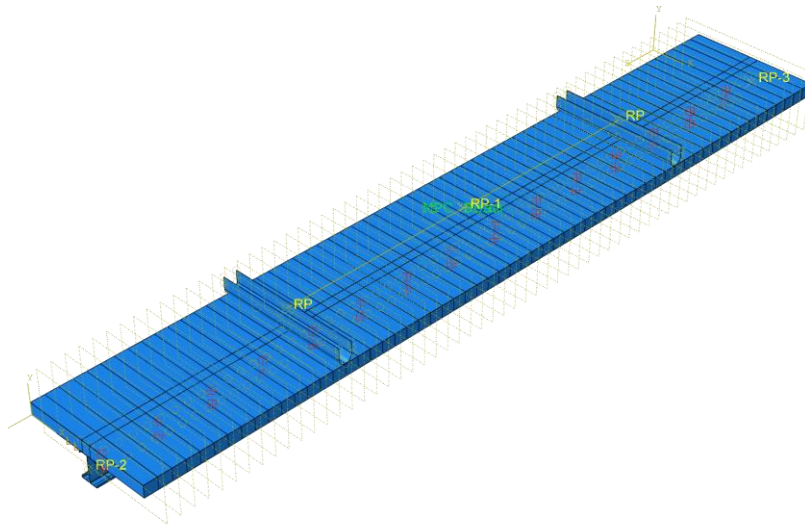
Slika 7.6. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 100 mm



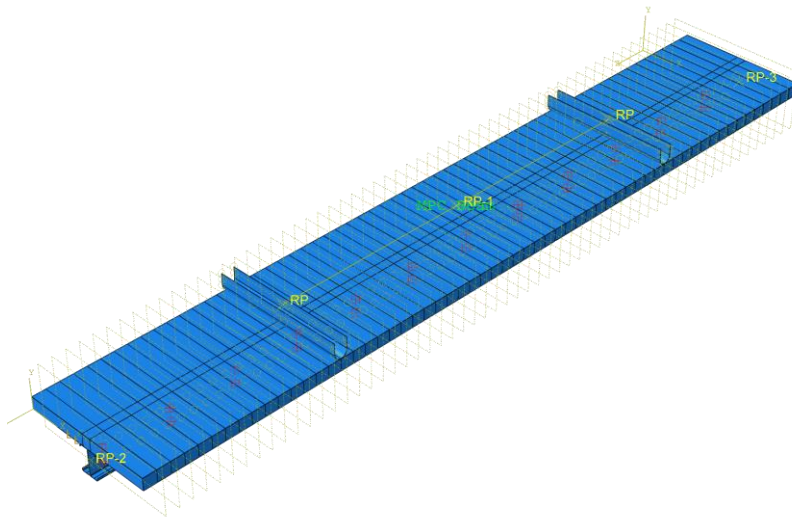
Slika 7.7. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 200 mm



Slika 7.8. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 300 mm

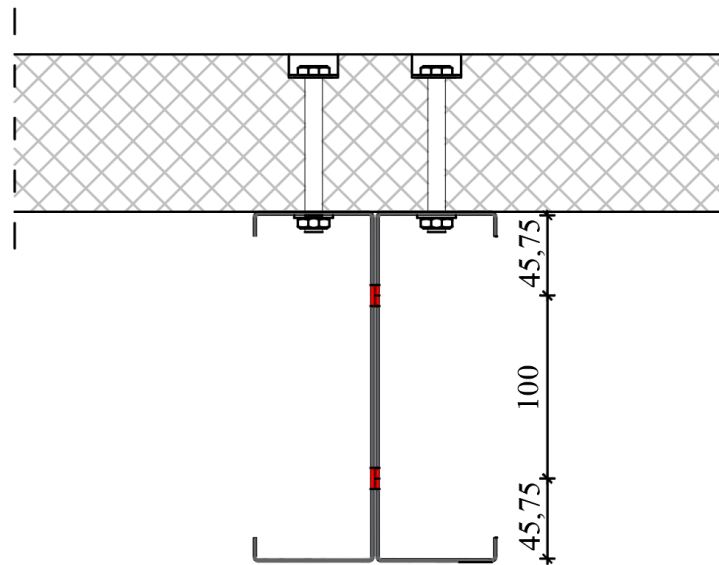


Slika 7.9. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 400 mm

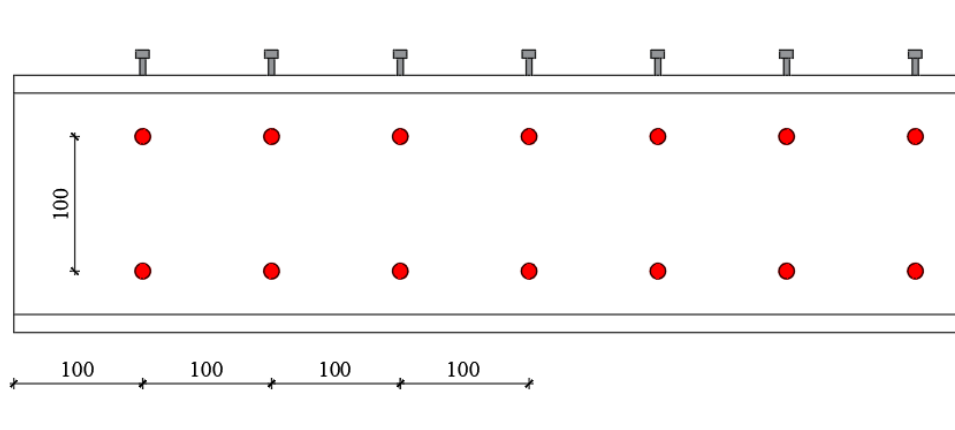


Slika 7.10. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 500 mm

Svi modeli imaju dva reda vijaka između čeličnih nosača, te su udaljenosti vijaka u pojedinim poprečnim presjecima spregnutog nosača jednake dok su varirane udaljenosti vijaka uzduž nosača. Prvi par vijaka je od ruba nosača udaljen za 100 mm, te se vijci u poprečnom presjeku nalaze na međusobnoj udaljenosti od 100 mm. Udaljenost pojedinog vijaka od ruba čeličnog nosača iznosi 45.75 mm što je i prikazano na slikama 7.11. te 7.12.

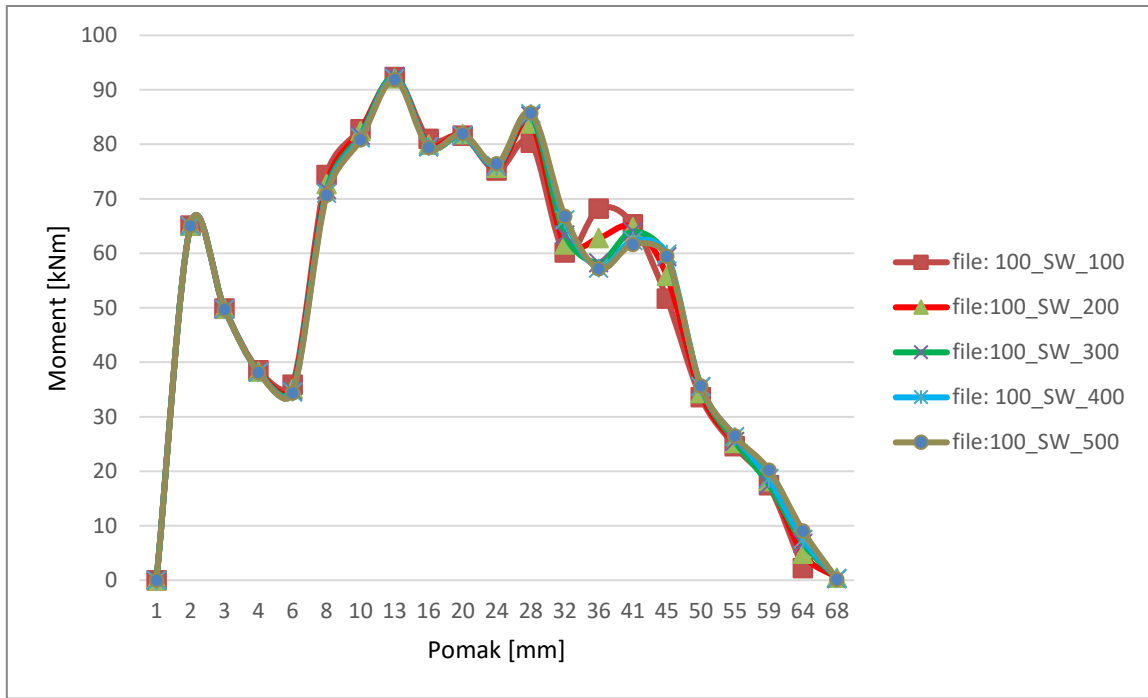


Slika 7.11. Poprečni presjek modela u slučaju diskretnog spajanja hladno oblikovanih čeličnih profila

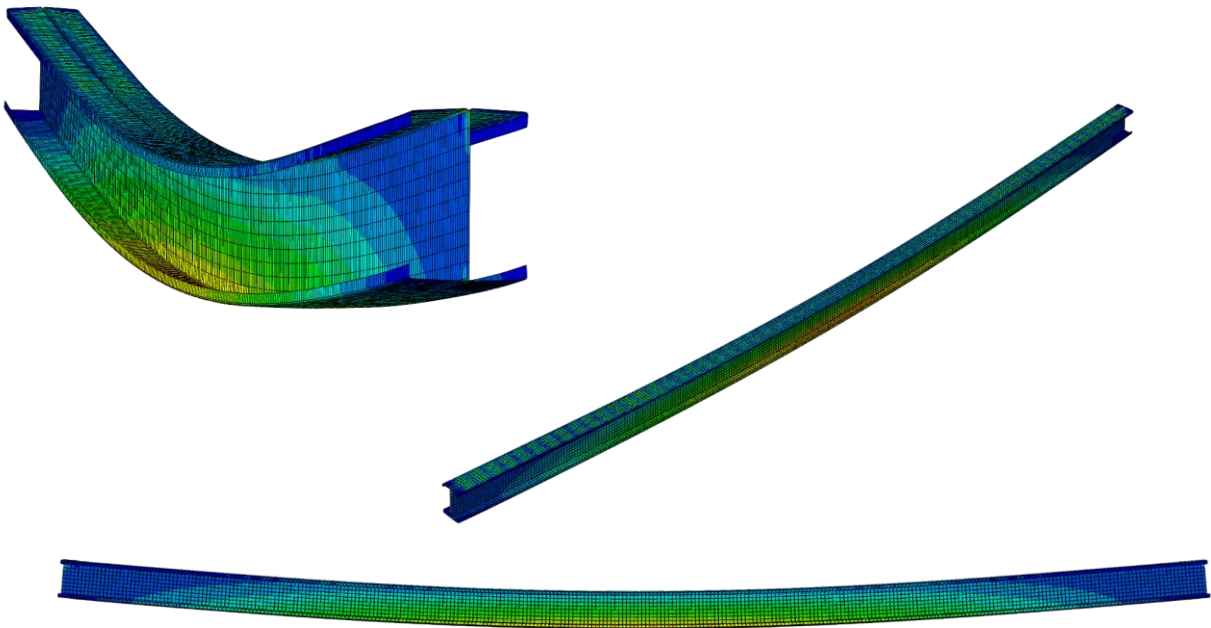


Slika 7.12. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 100 mm između čeličnih nosača za punu posmičnu vezu

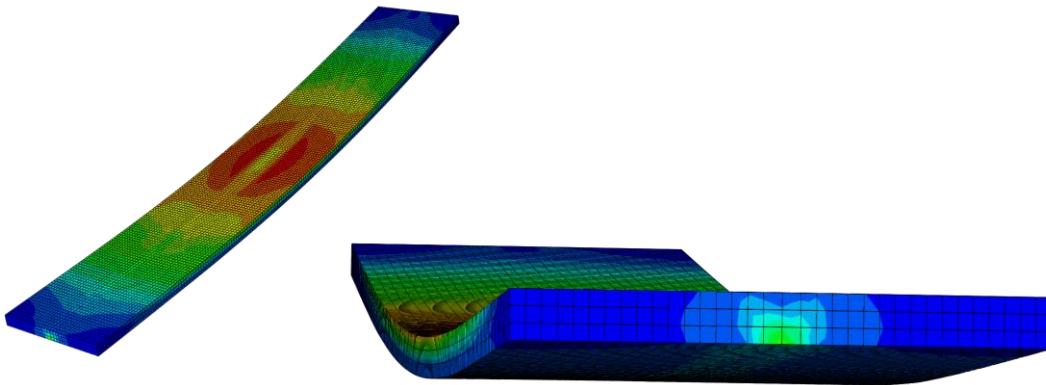
Uzdužna udaljenost vijaka koji čine vezu između čeličnih nosača varijabilna je vrijednost te su rezultati iz računalnog programa za vrijednosti od 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 i 500 mm prikazani su na slici 7.13. Deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za razmak vijaka između betonske ploče i čeličnih profila te samih čeličnih profila jednake 100 mm vidljive na slikama 7.14. te 7.15.



Slika 7.13. Dijagram moment savijanja-pomak za punu posmičnu vezu te različitu udaljenost vijaka između čeličnih nosača

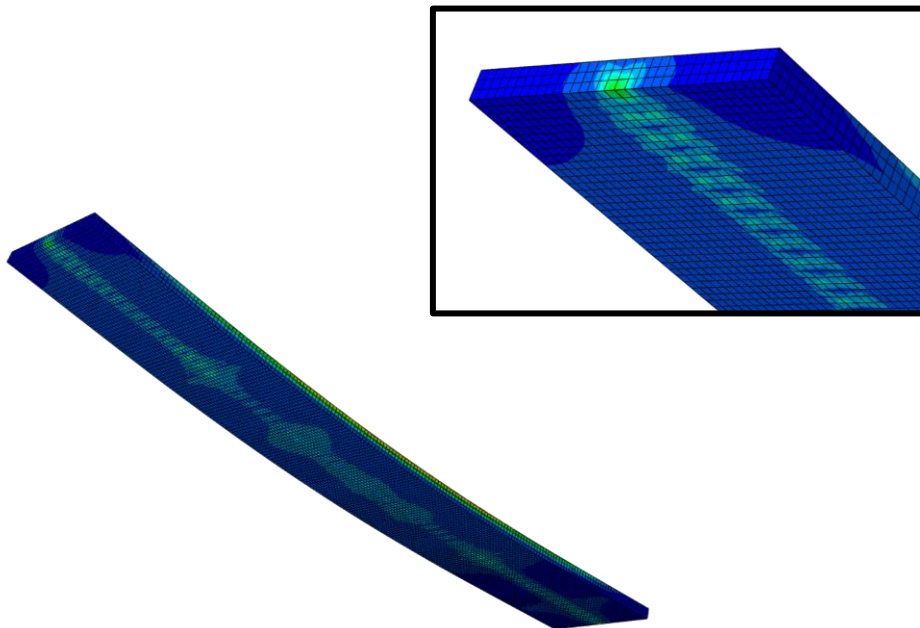


Slika 7.14. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm



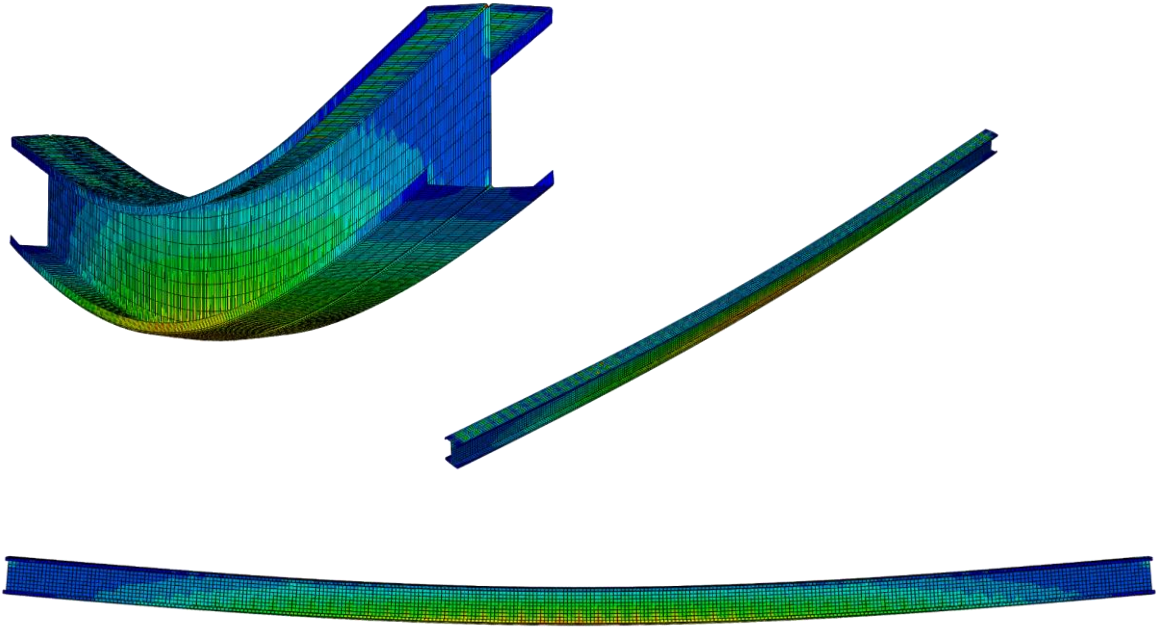
Slika 7.15. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

Slika 7.16. prikazuje koncentraciju naprezanja na donjoj strani betonske pojasnice zbog prisutnosti vijaka.

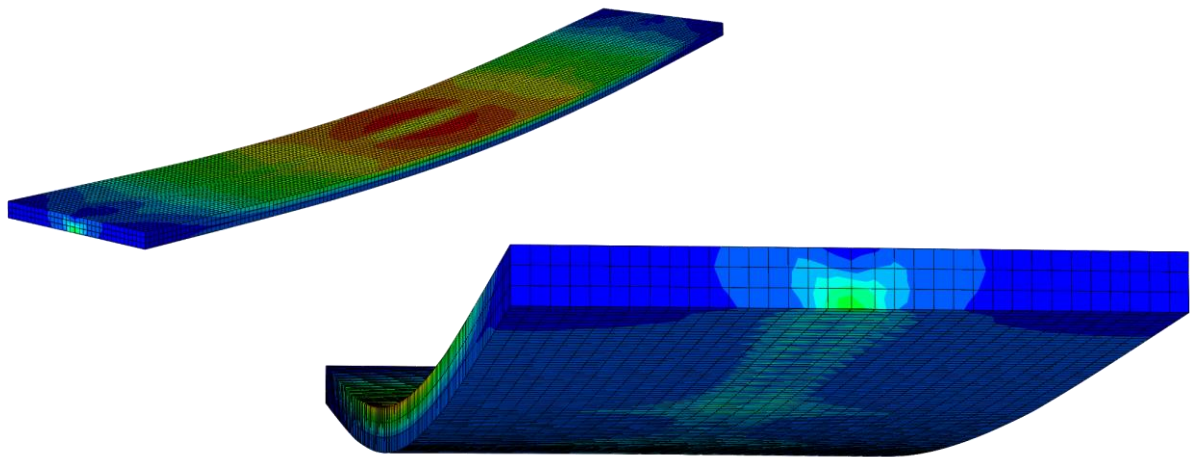


Slika 7.16. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

Deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za razmak vijaka između betonske ploče i čeličnih profila u iznosu 100 mm te za razmak vijaka na spoju samih čeličnih profila jednak 200 mm vidljive su na slikama 7.17. te 7.18.

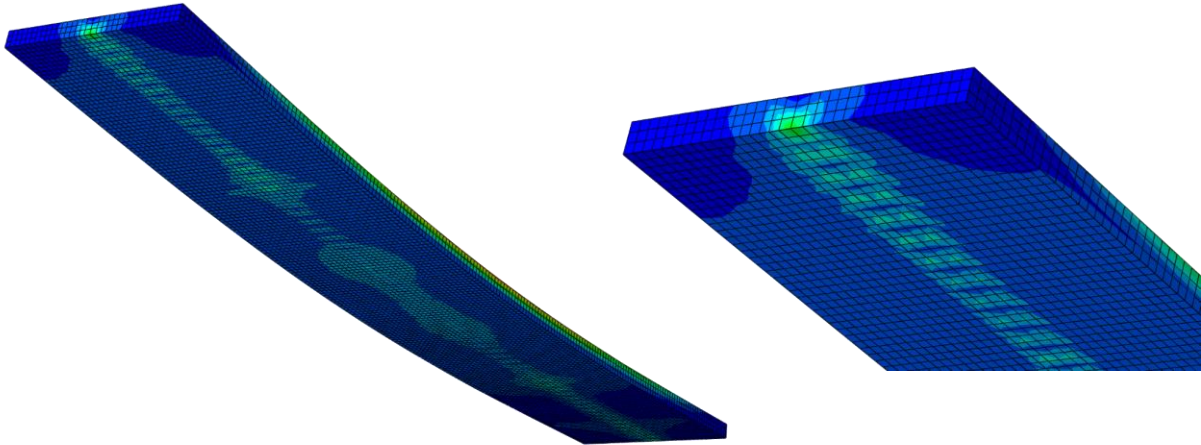


Slika 7.17. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm



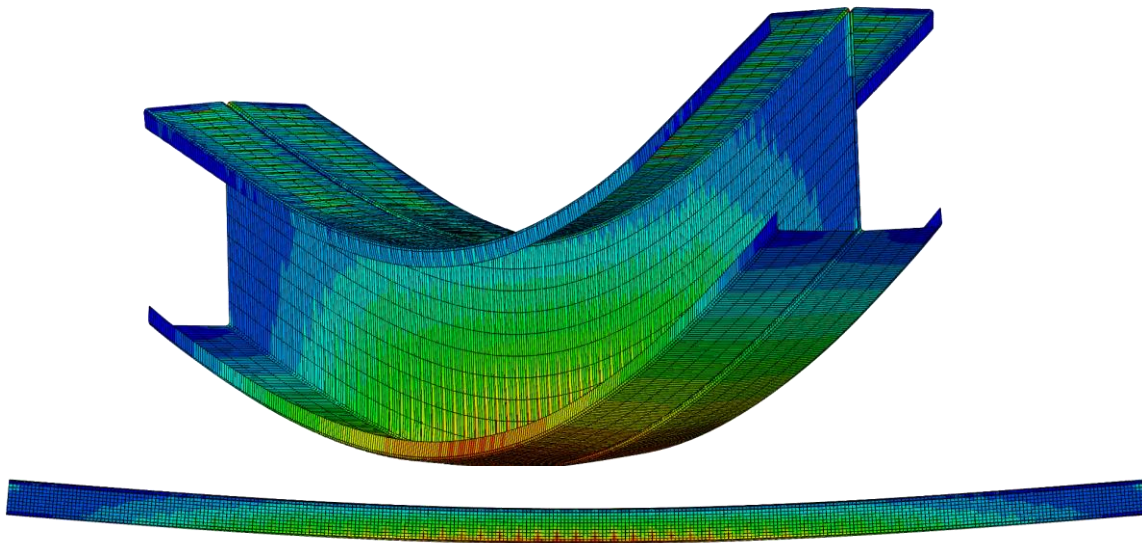
Slika 7.18. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

Slika 7.19. prikazuje koncentraciju naprezanja na donjoj strani betonske pojasnice zbog prisutnosti vijaka.

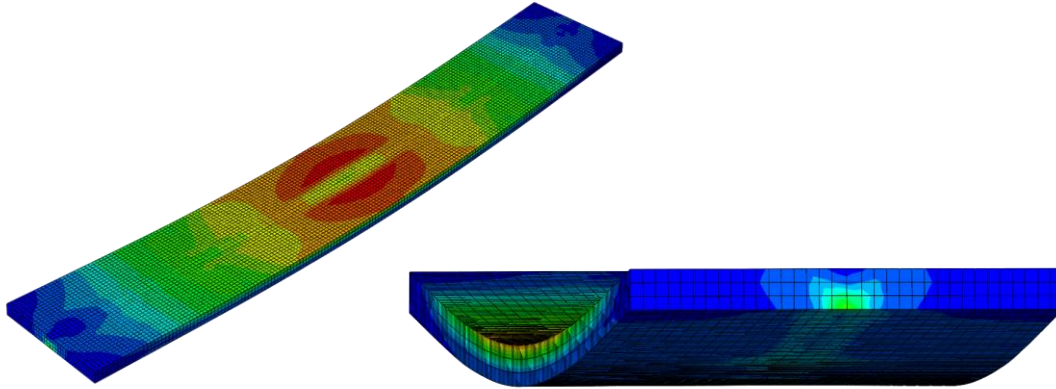


Slika 7.19. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

Deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za razmak vijaka između betonske ploče i čeličnih profila u iznosu 100 mm te za razmak vijaka na spoju samih čeličnih profila jednak 300 mm vidljive su na slikama 7.20. te 7.21.

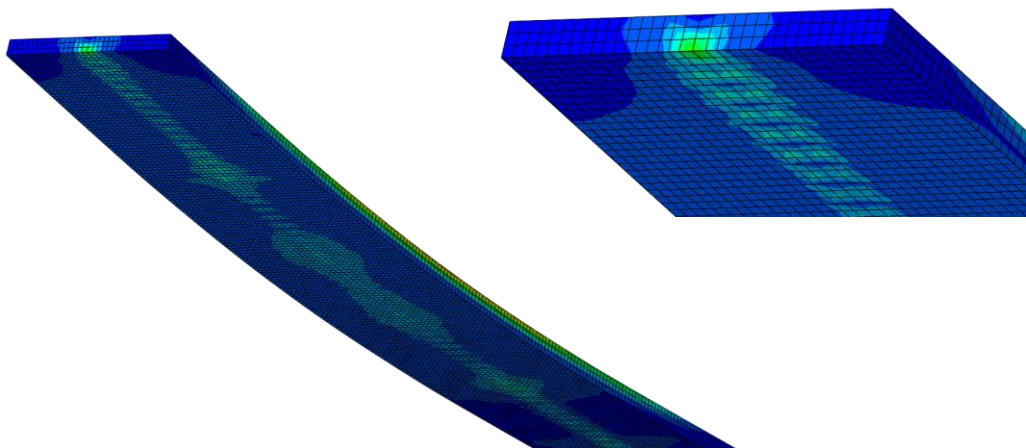


Slika 7.20. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm



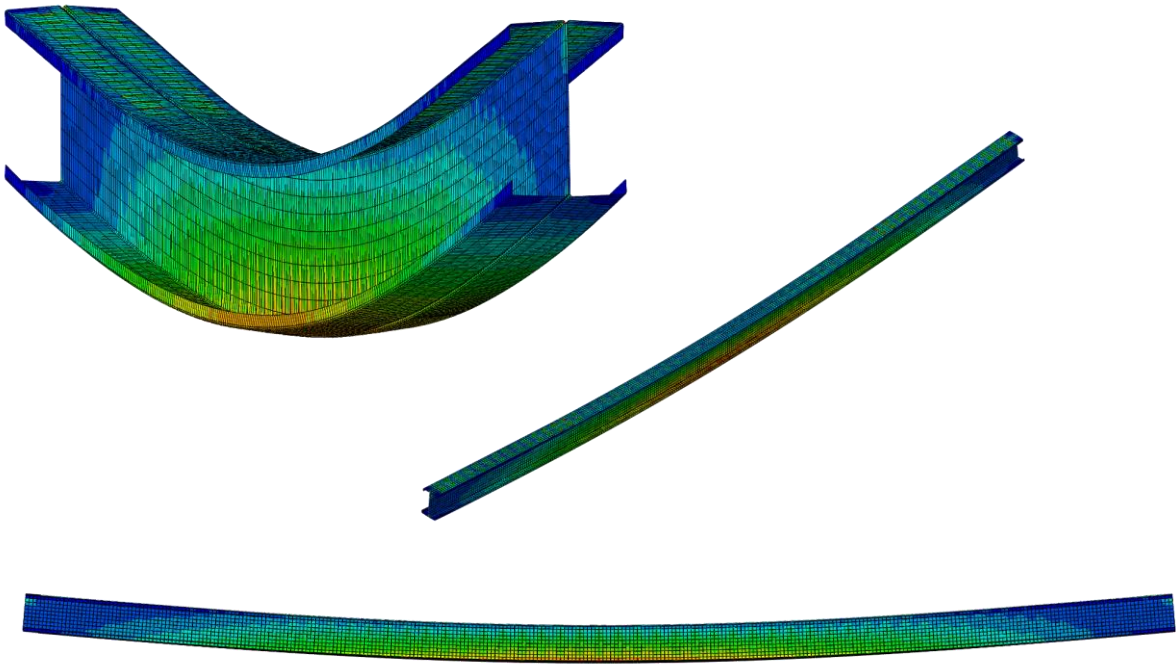
Slika 7.21. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

Slika 7.22. prikazuje koncentraciju naprezanja na donjoj strani betonske pojasnice zbog prisutnosti vijaka.

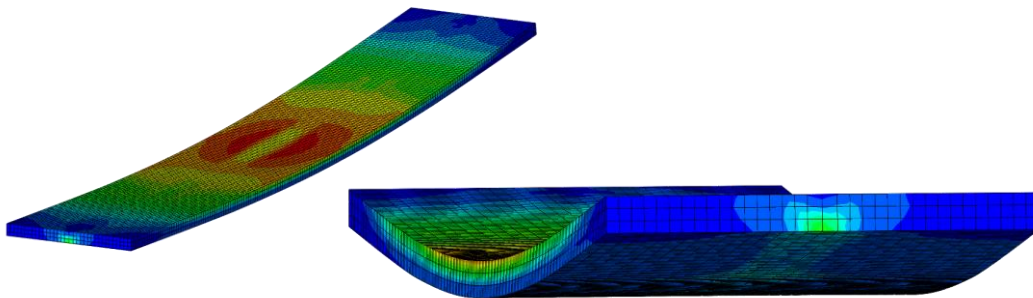


Slika 7.22. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

Deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za razmak vijaka između betonske ploče i čeličnih profila u iznosu 100 mm te za razmak vijaka na spoju samih čeličnih profila jednak 400 mm vidljive su na slikama 7.23. te 7.24.

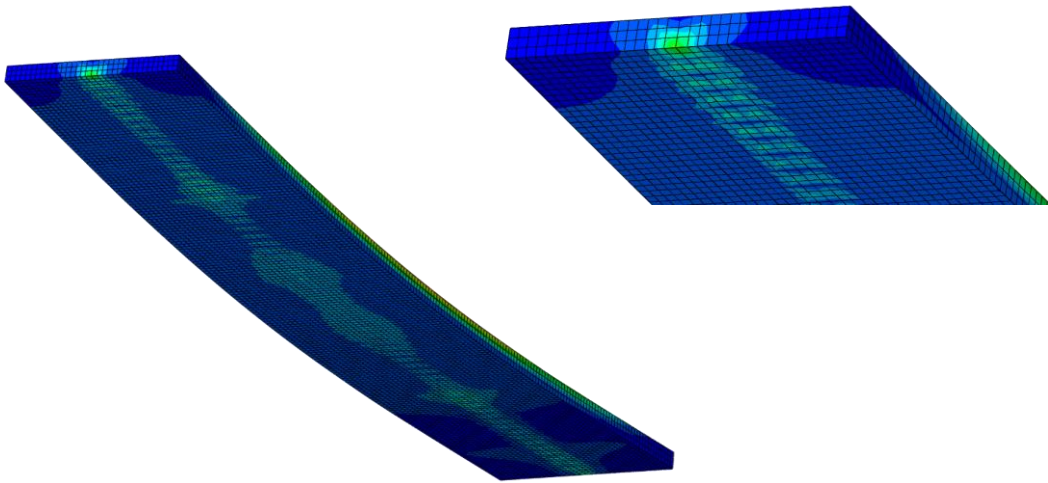


Slika 7.23. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm



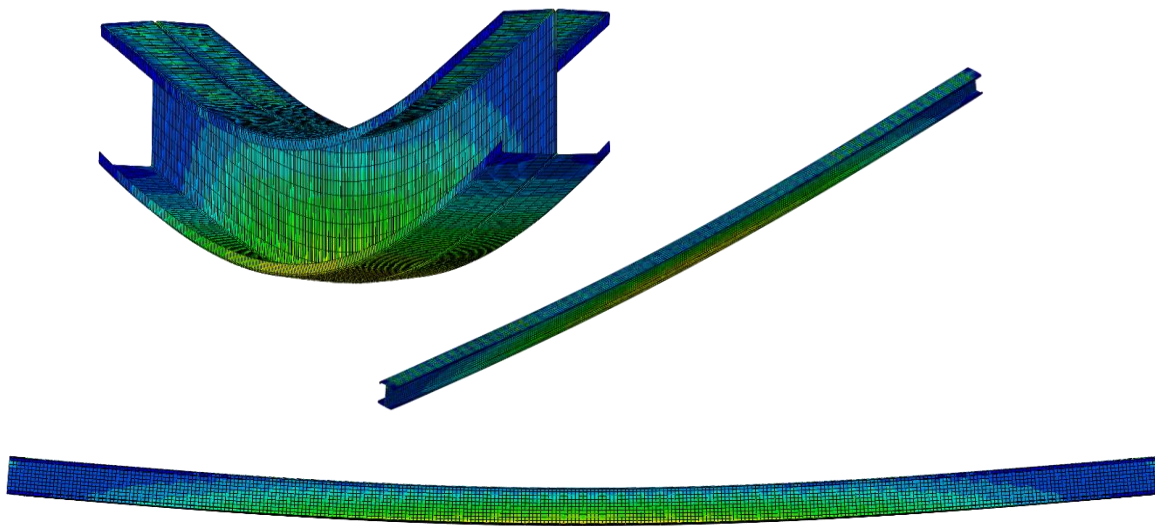
Slika 7.24. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

Slika 7.25. prikazuje koncentraciju naprezanja na donjoj strani betonske pojasnice zbog prisutnosti vijaka.



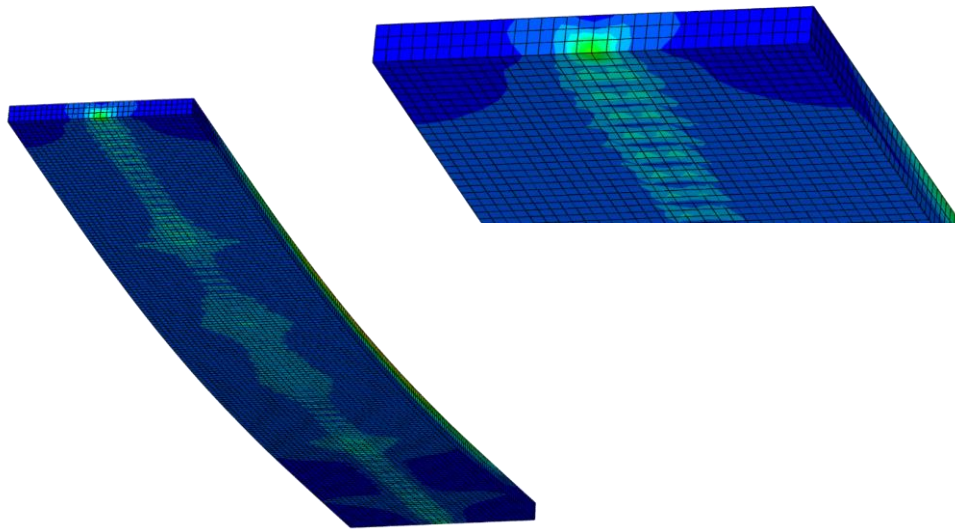
Slika 7.25. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

Deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za razmak vijaka između betonske ploče i čeličnih profila u iznosu 100 mm te za razmak vijaka na spoju samih čeličnih profila jednak 400 mm vidljive su na slici 7.26.



Slika 7.26. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

Slika 7.27. prikazuje koncentraciju naprezanja na donjoj strani betonske pojasnice zbog prisutnosti vijaka.

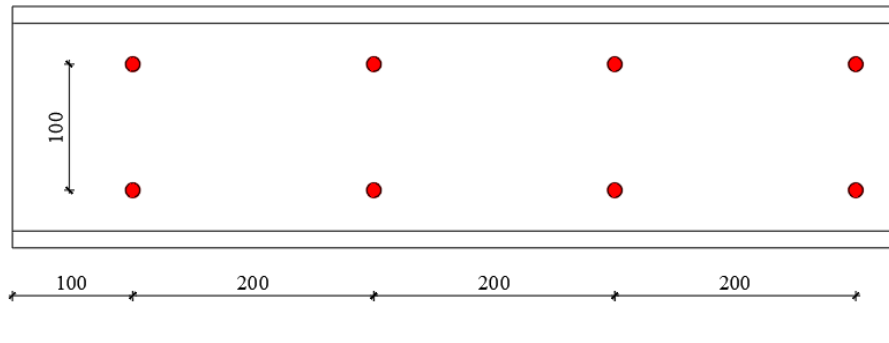


Slika 7.27. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

7.2 Utjecaj točkasto spojenih čeličnih profila na djelomičnu posmičnu vezu ostvarenu između čeličnih profila i betonske ploče

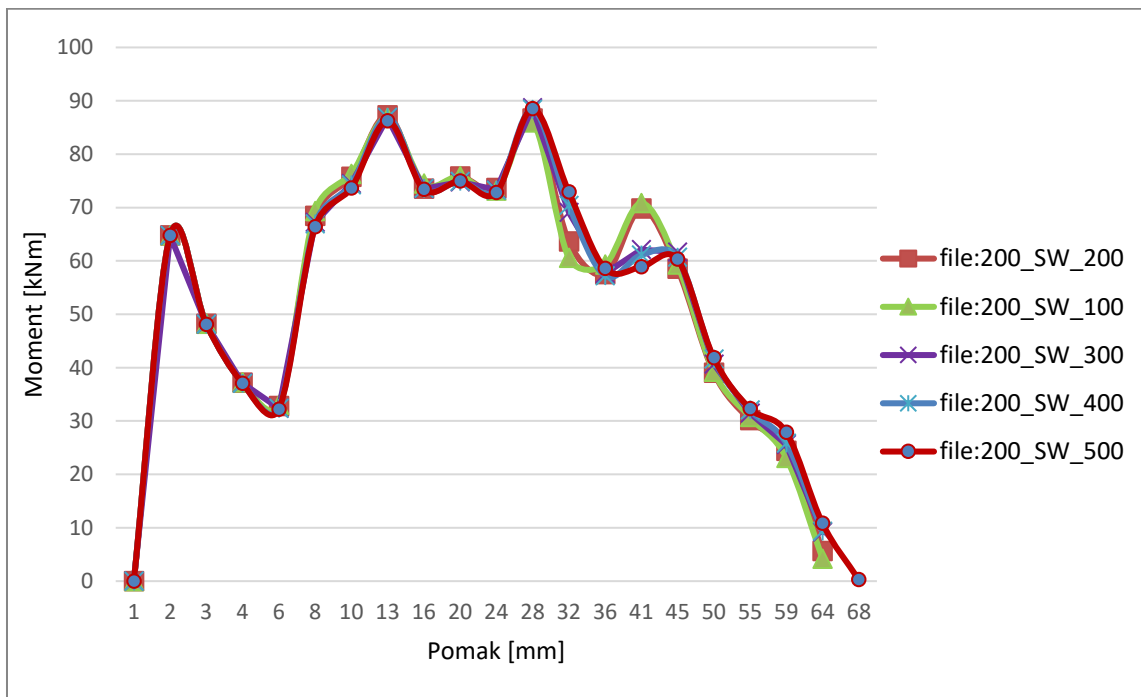
Kako bi se dobio bolji uvid u ponašanje spregnutog nosača u slučaju kada betonska ploča i čelični nosači posjeduju djelomičnu posmičnu vezu te kad su čelični nosači spojeni u diskretnim točkama, razmatrano je više modela u kojima su varirane udaljenosti i vijaka na spoju betonske ploče i spajala na spoju čeličnih profila. Udaljenost vijaka u poprečnom smjeru je nepromjenjiva kao i za slučaj pune posmične veze i udaljenosti vijaka od 100 mm. Udaljenost prvog para vijaka od ruba nosača u uzdužnom smjeru je 100 mm, dok je međusobna udaljenost vijaka u poprečnom smjeru 45.75 mm, kao što je i prikazano na slici 7.11.

S obzirom da se ovdje više ne radi o punoj posmičnoj vezi između betonske ploče i čeličnih profila, nije moguće koristiti *tie* vezu, već je djelomična veza omogućena isključivo postavljanjem vijaka na različitim udaljenostima većim od 100 mm (udaljenost 100 mm predstavlja punu posmičnu vezu). Slika 7.28. predstavlja shemu postavljanja točkastih spajala na uzdužnom razmaku od 200 mm između čeličnih nosača.



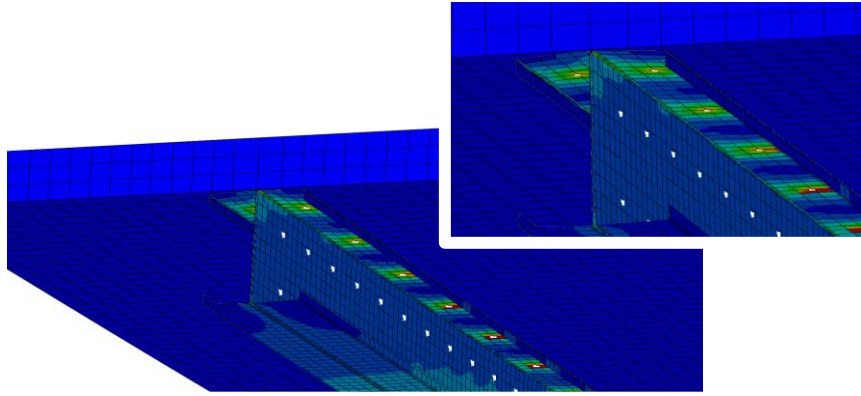
Slika 7.28. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 200 mm između čeličnih nosača

Dobiveni rezultati prikazani su na slici 7.29., gdje je vidljivo kako je model u kojem je uzdužni razmak vijaka 100 mm rezultirao najvećom otpornošću što je bilo i očekivano.



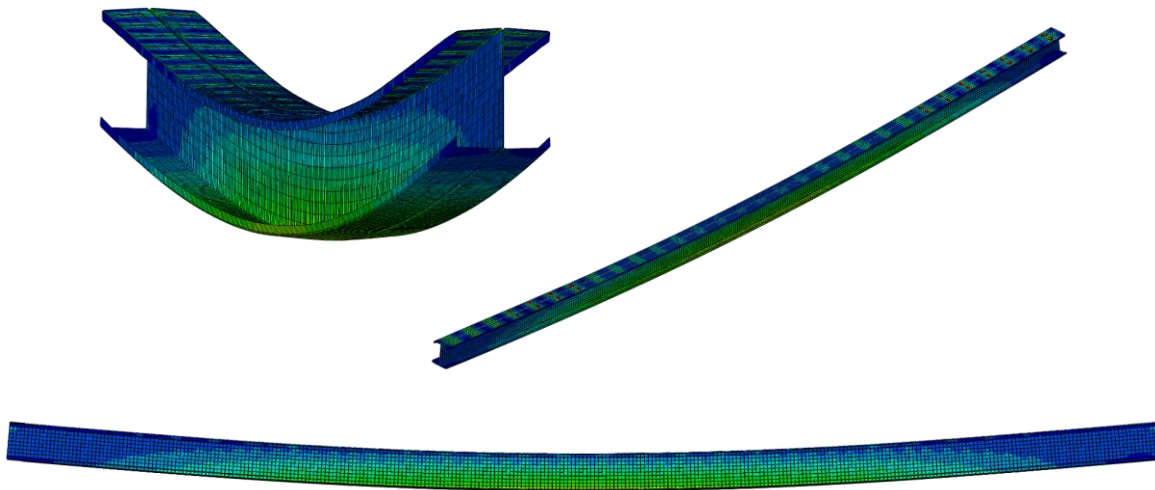
Slika 7.29. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te različitu udaljenost vijaka između čeličnih nosača

Slika 7.30. prikazuje naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 200 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 100 mm.

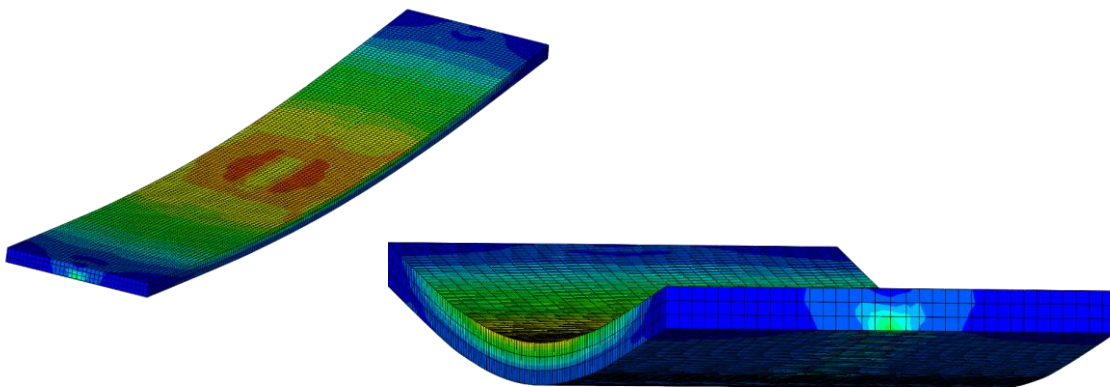


Slika 7.30. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

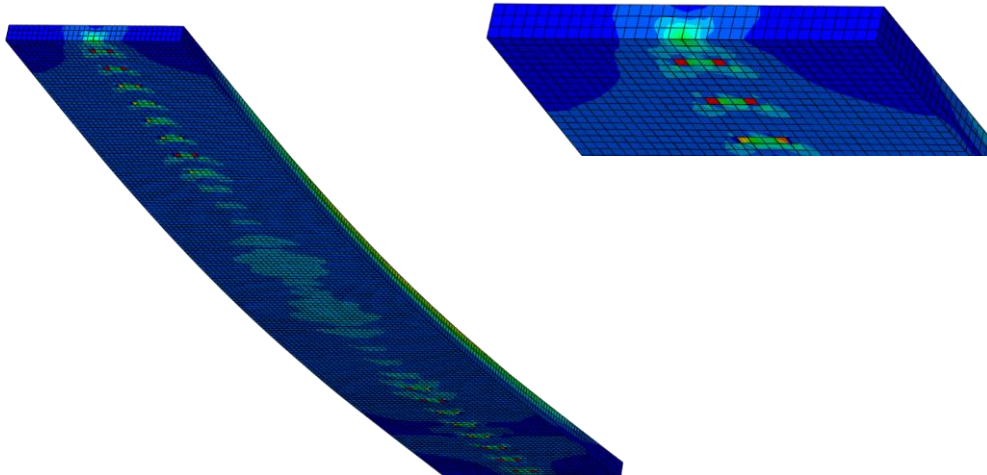
Slike 7.31. i 7.32. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.33. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.31. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

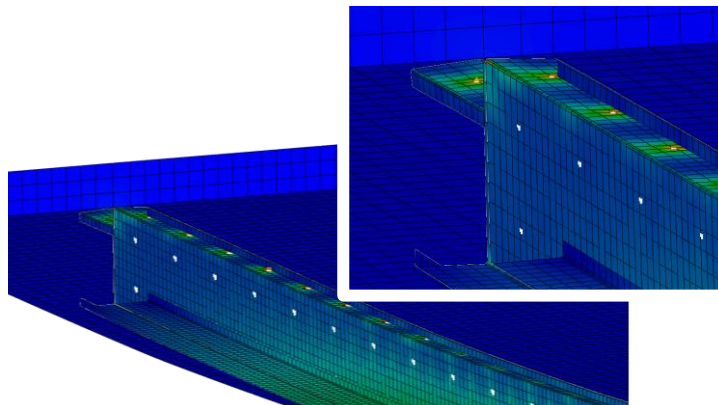


Slika 7.32. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm



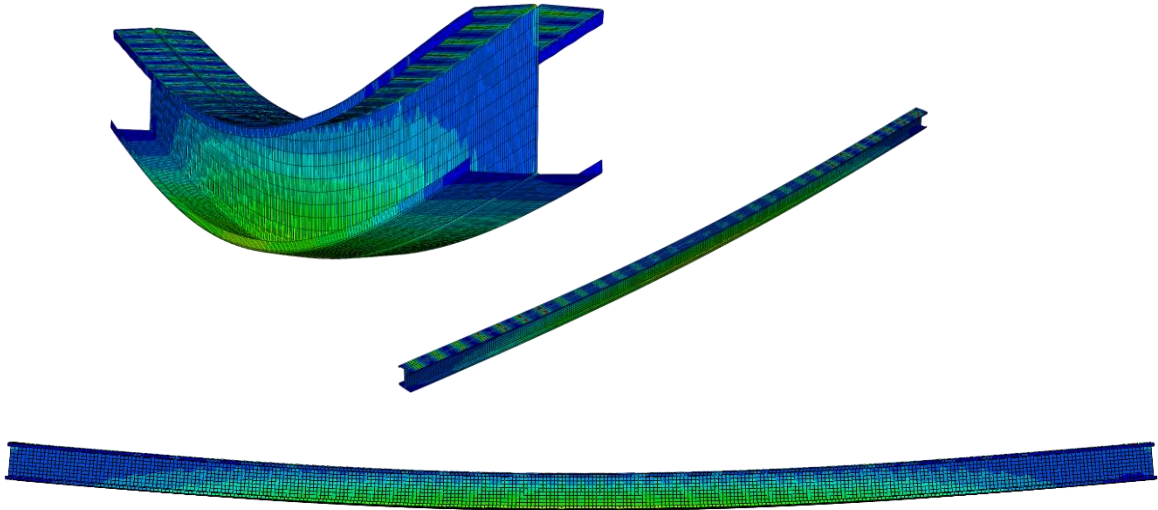
Slika 7.33. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

Slika 7.34. prikazuje naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 200 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 200 mm.

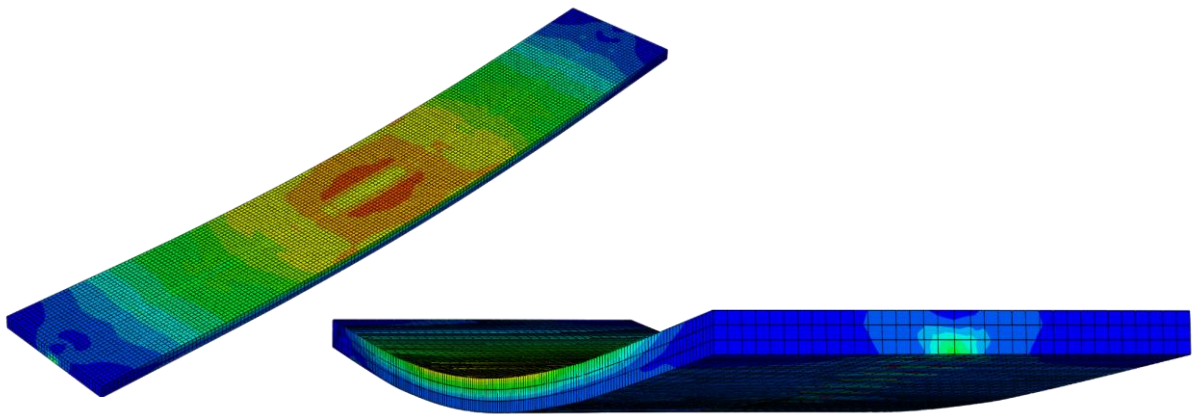


Slika 7.34. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

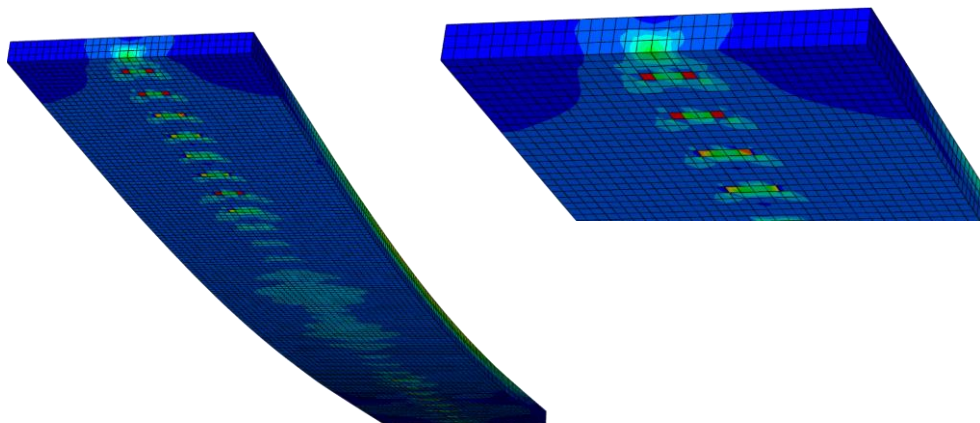
Slike 7.35. i 7.36. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.37. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.35. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

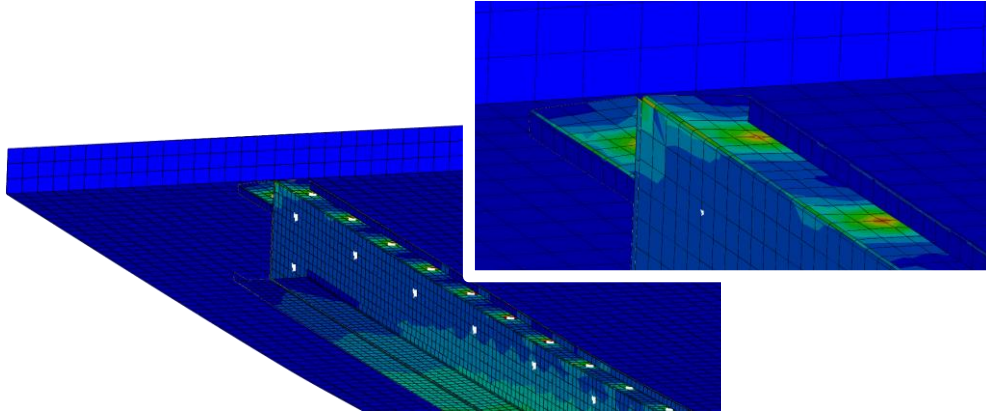


Slika 7.36. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm



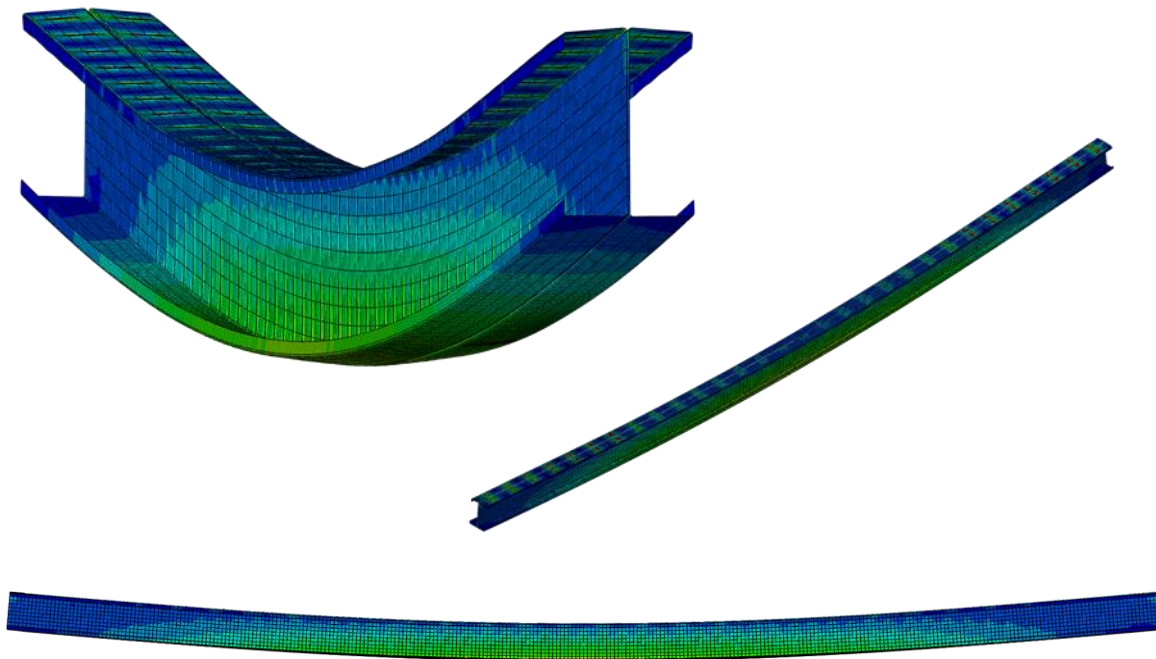
Slika 7.37. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

Na slici 7.38. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 200 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 300 mm.

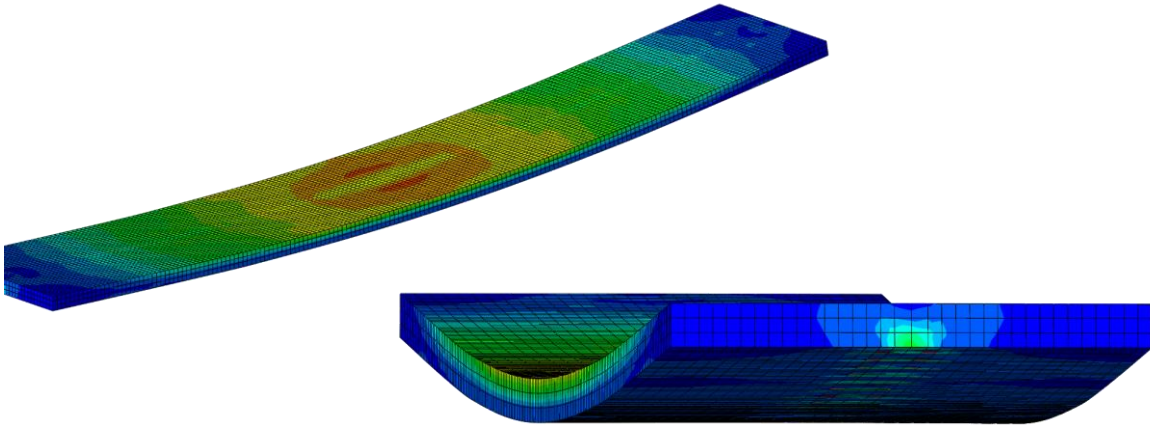


Slika 7.38. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

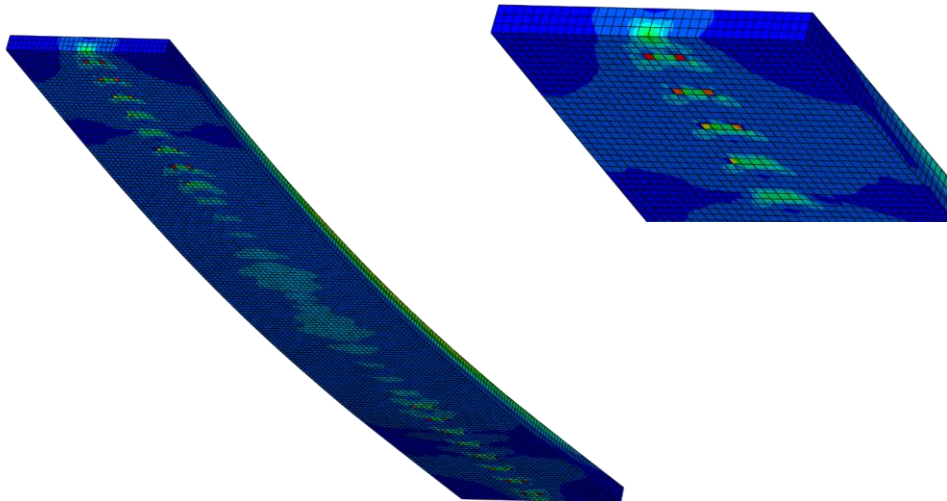
Slike 7.39. i 7.40. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.41. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.39. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

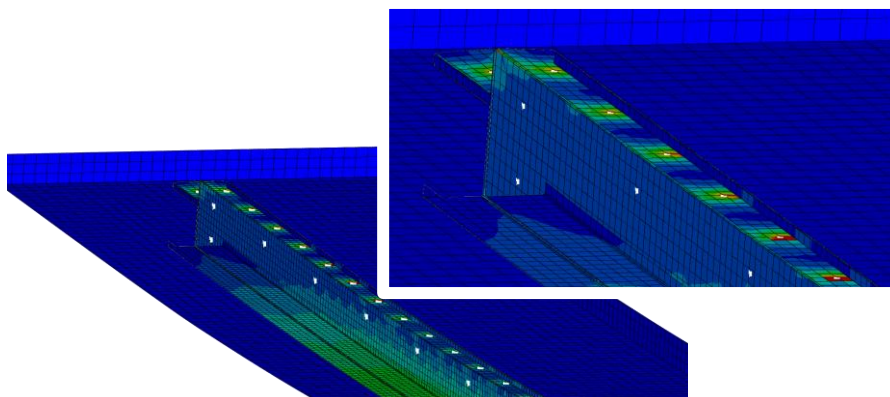


Slika 7.40. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm



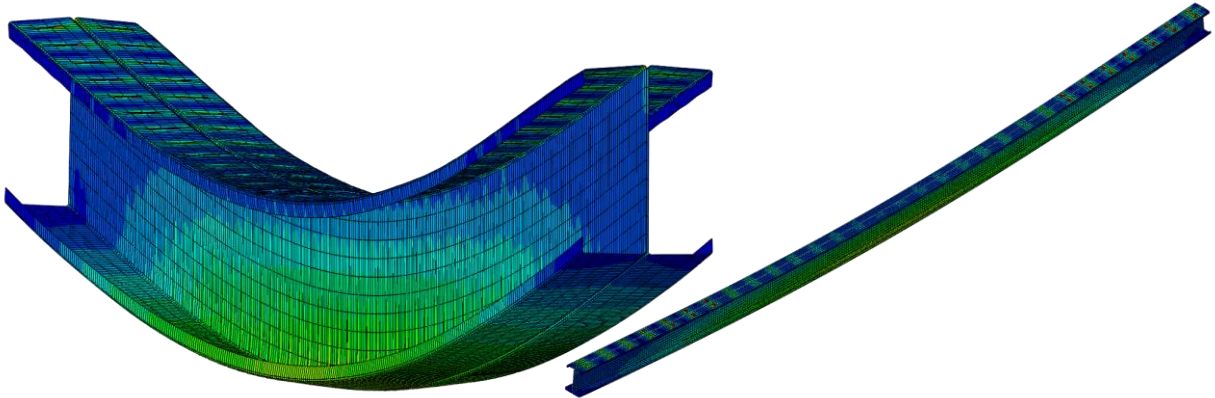
Slika 7.41. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

Na slici 7.42. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 200 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 400 mm.

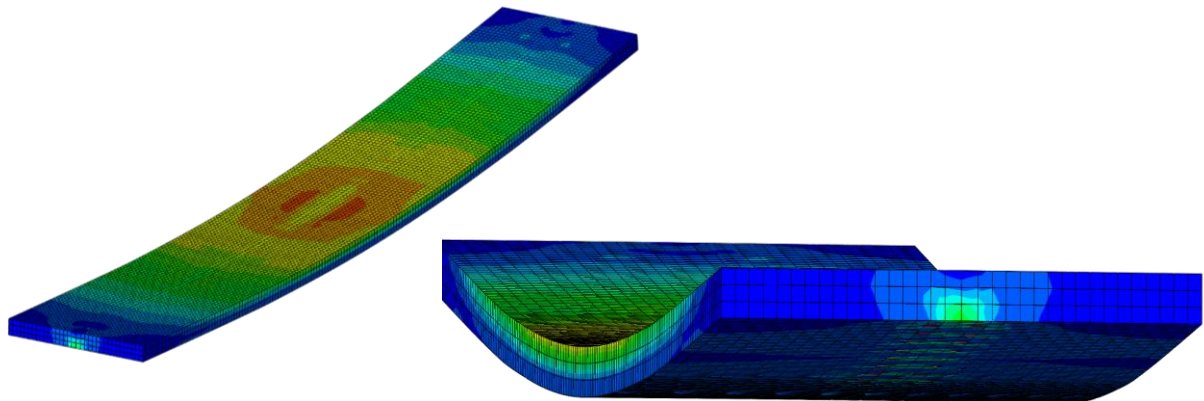


Slika 7.42. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

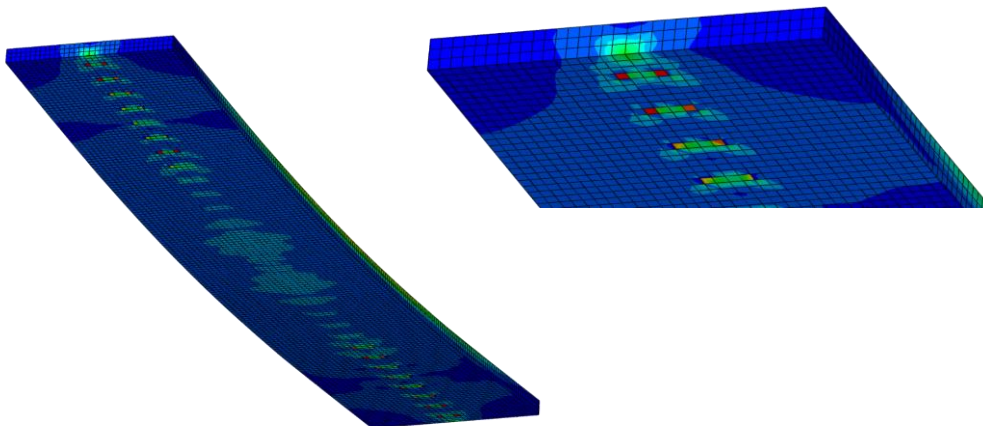
Slike 7.43. i 7.44. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.45. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.43. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

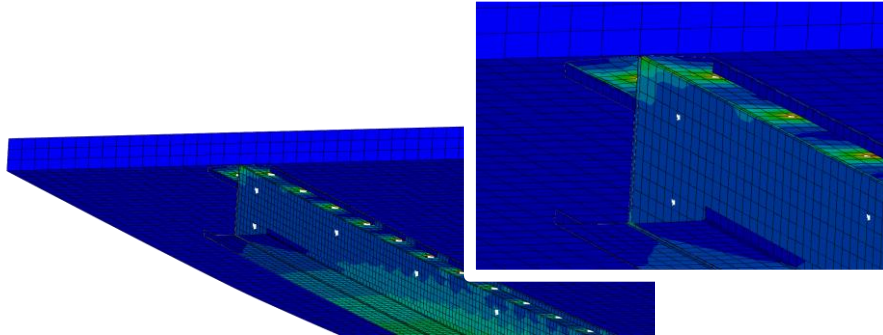


Slika 7.44. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm



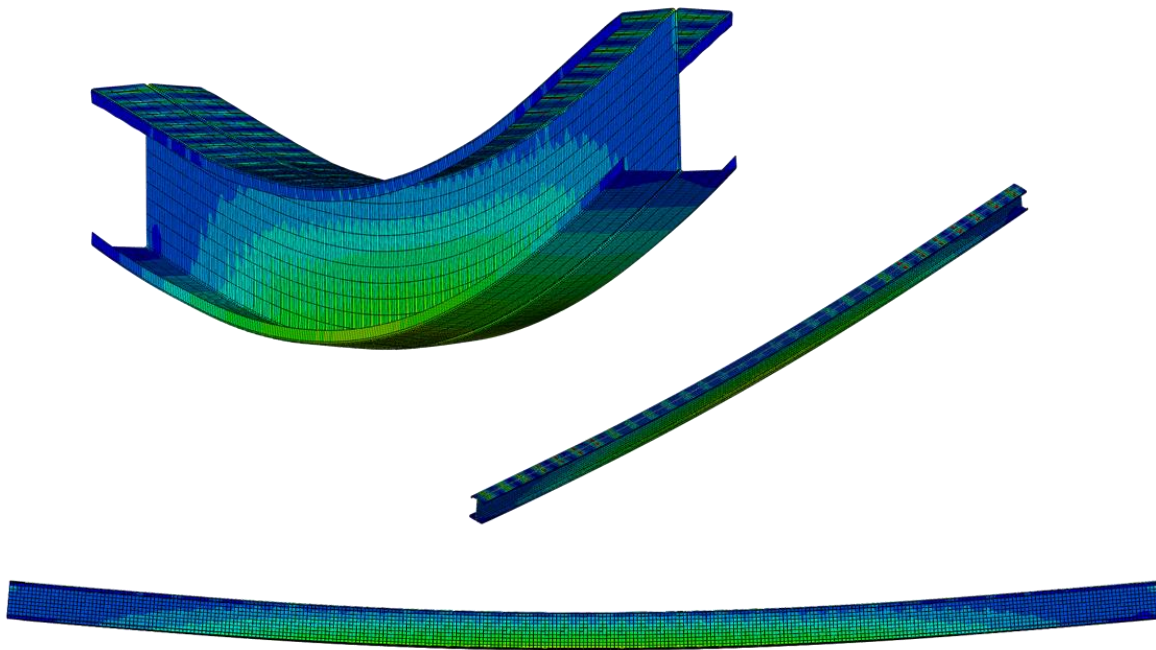
Slika 7.45. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

Na slici 7.46. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 200 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 500 mm.

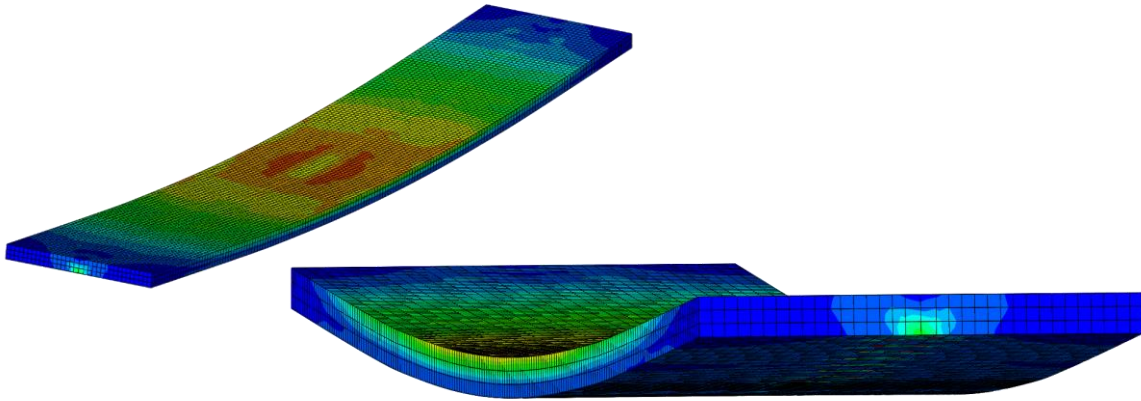


Slika 7.46. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

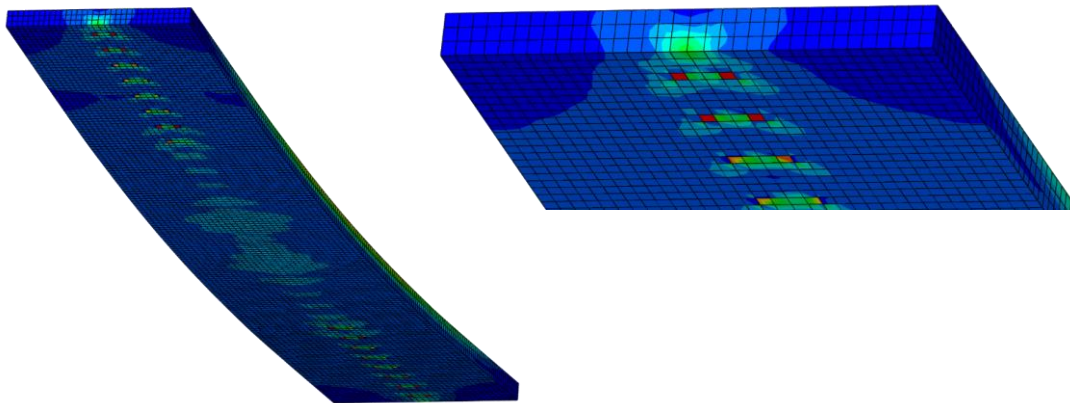
Slike 7.47. i 7.48. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.49. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.47. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

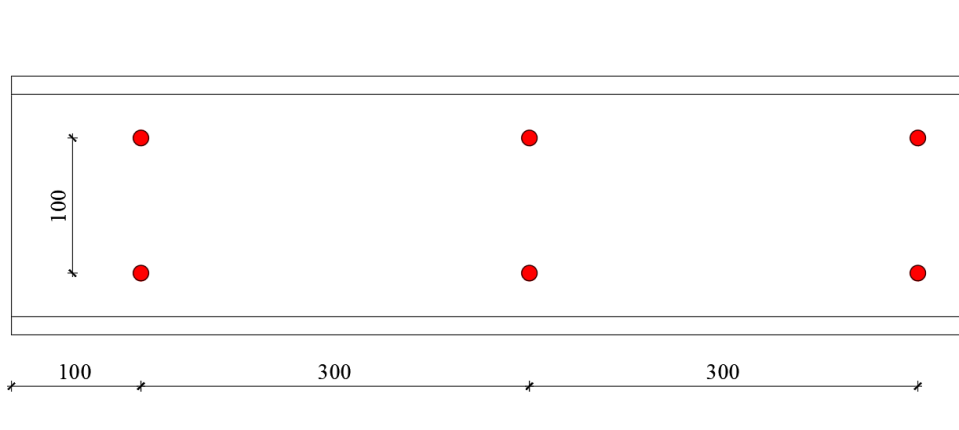


Slika 7.48. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm



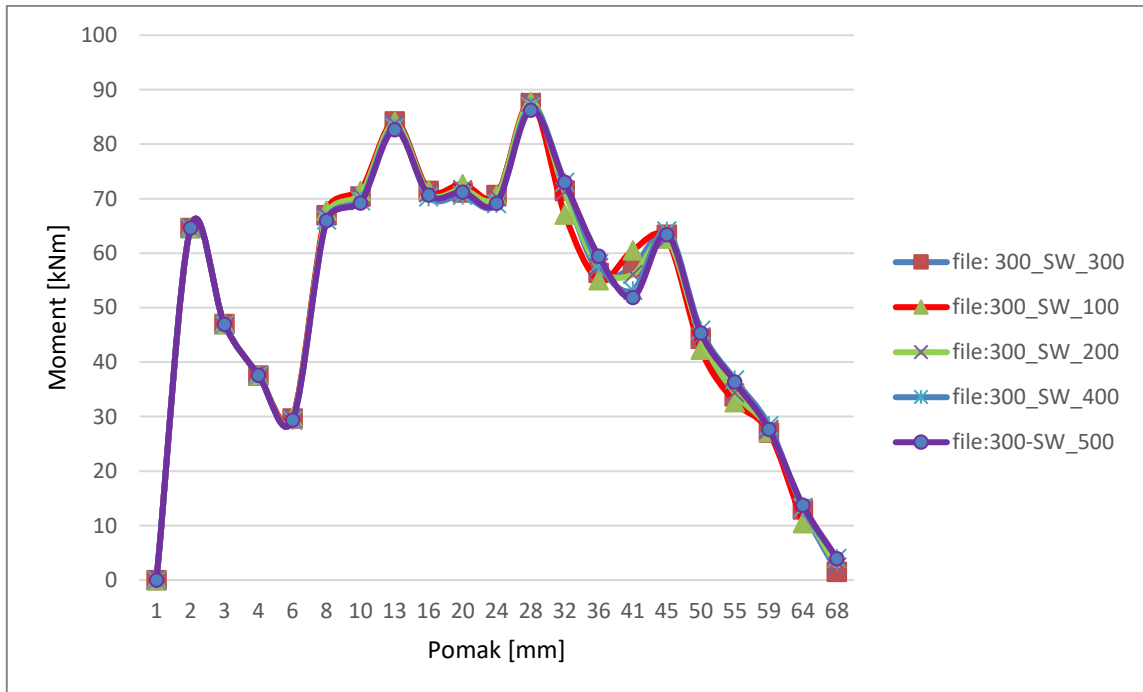
Slika 7.49. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

Slika 7.50. predstavlja shemu postavljanja točkastih spajala na uzdužnom razmaku od 300 mm između čeličnih nosača.



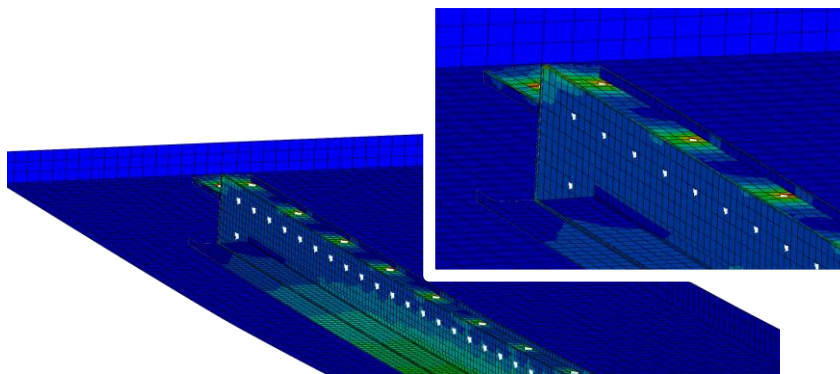
Slika 7.50. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 300 mm između čeličnih nosača

Očekivani rezultati prikazani su na slici 7.51., gdje je vidljivo kako najveću otpornost daje model u kojem je uzdužni razmak vijaka od 100 mm jer je time i veza između nosača čvršća te se može preuzeti veće opterećenje nego za ostale promatrane razmake.



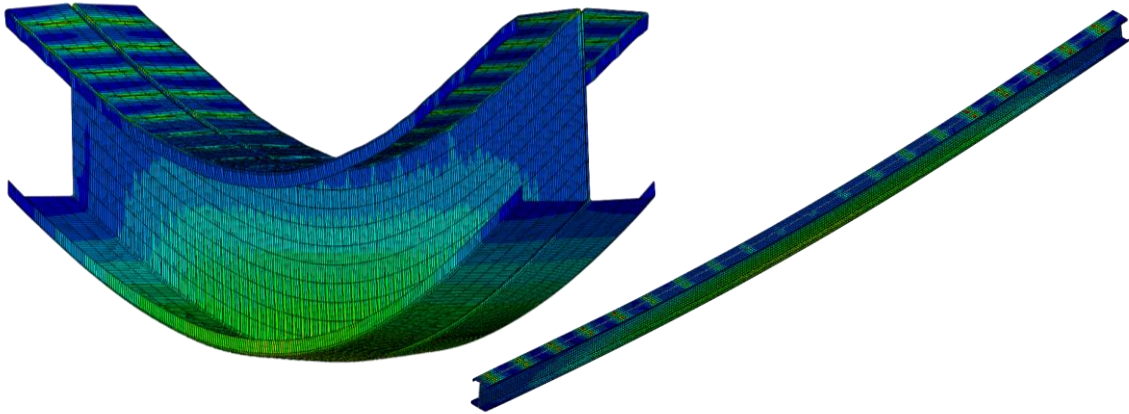
Slika 7.51. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te različitu udaljenost vijaka između čeličnih nosača

Na slici 7.52. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 300 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 100 mm.

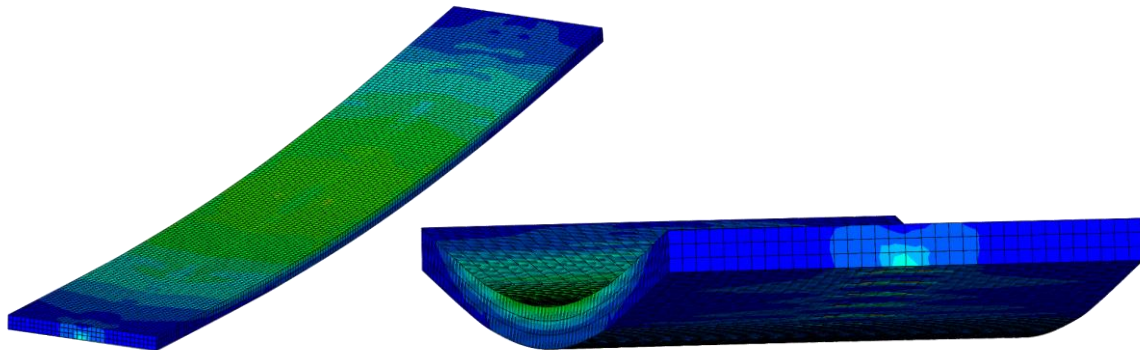


Slika 7.52. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

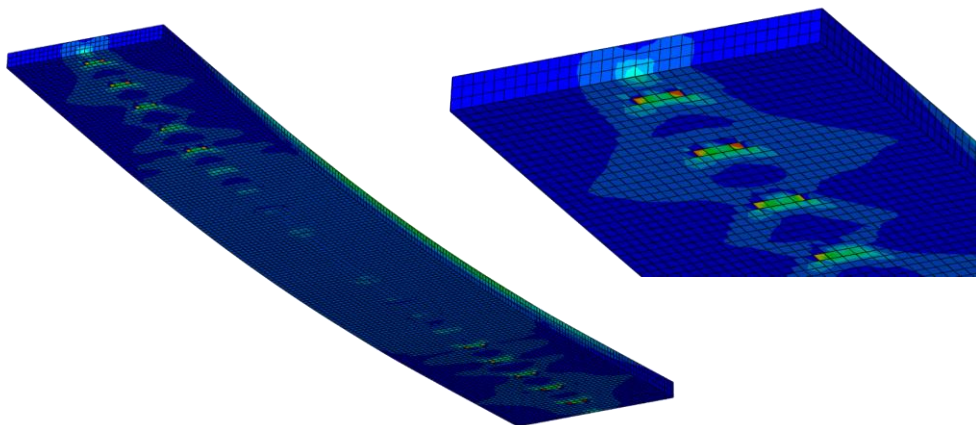
Slike 7.53. i 7.54. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.55. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.53. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

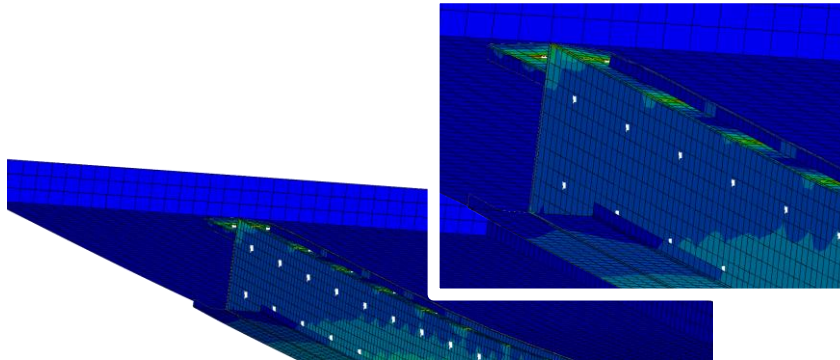


Slika 7.54. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm



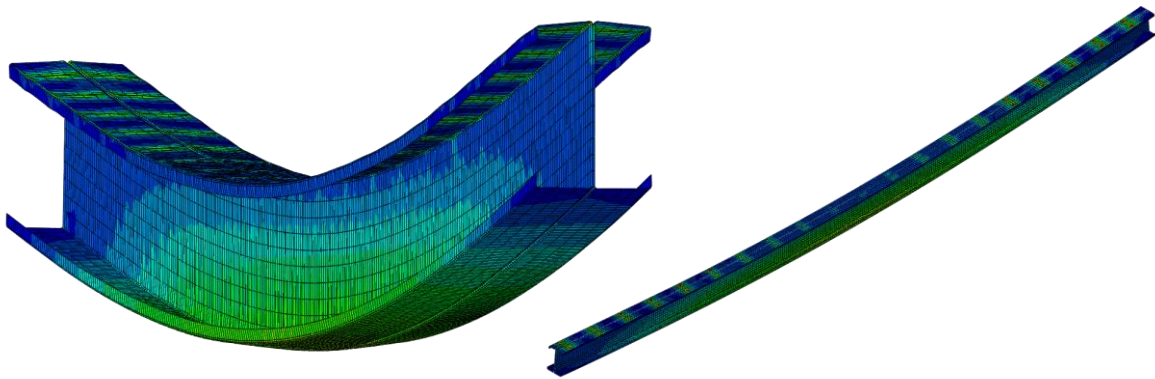
Slika 7.55. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

Na slici 7.56. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 300 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 200 mm

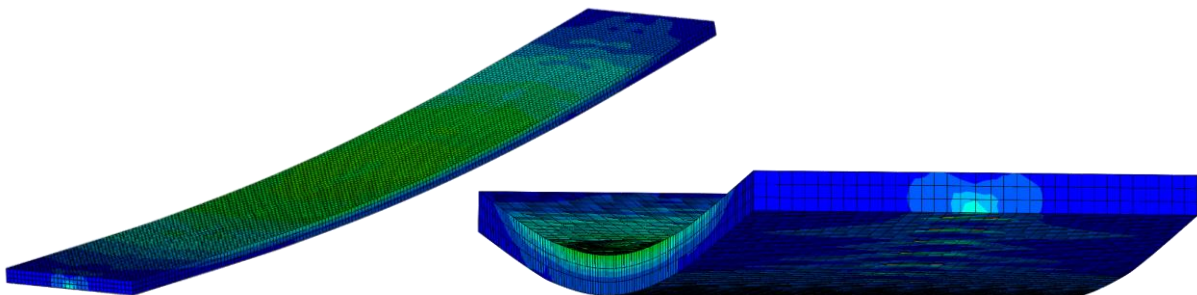


Slika 7.56. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

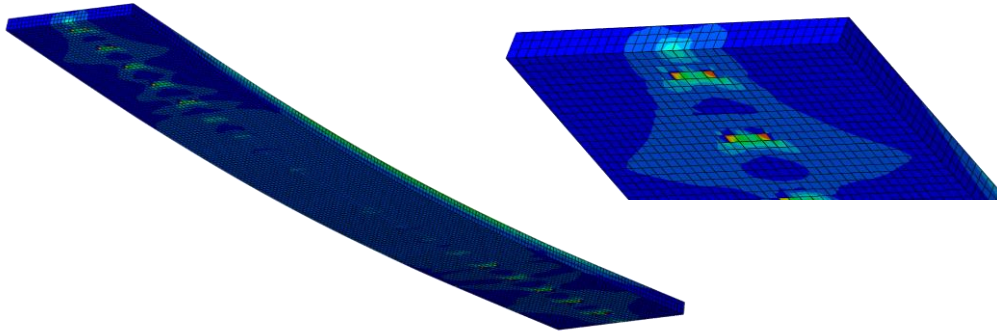
Slike 7.57. i 7.58. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.59. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.57. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

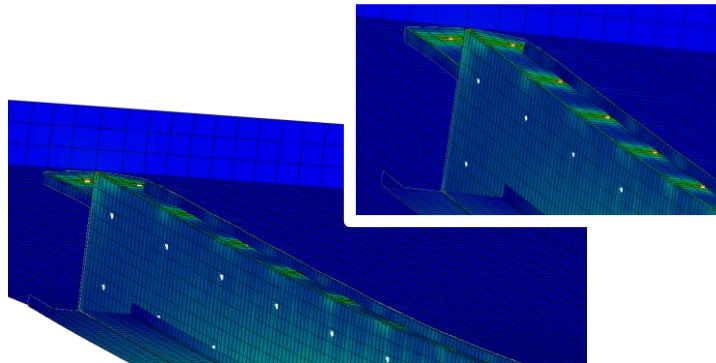


Slika 7.58. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm



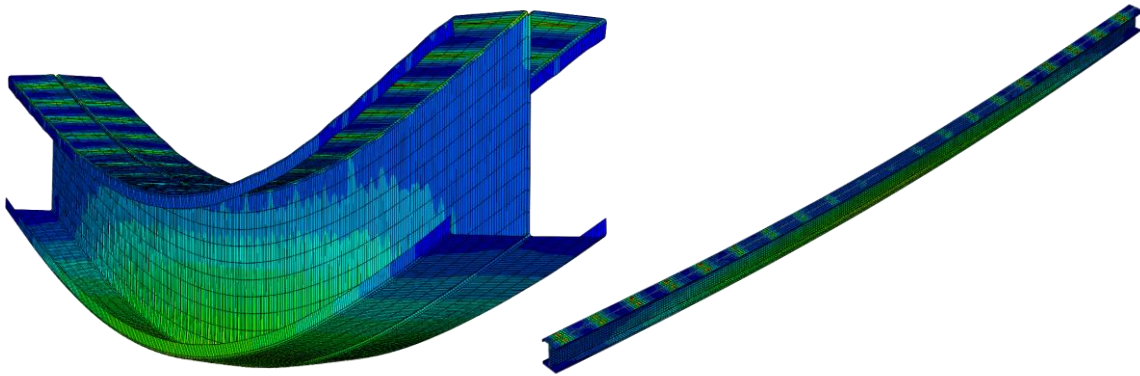
Slika 7.59. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

Na slici 7.60. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 300 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 300 mm.

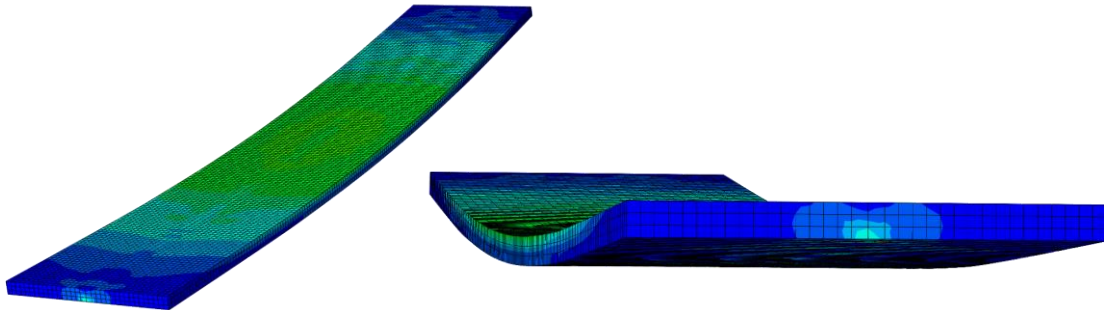


Slika 7.60. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

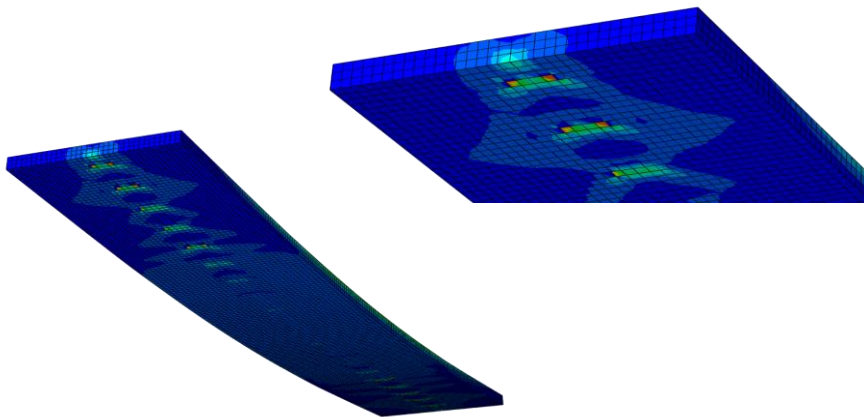
Slike 7.61. i 7.62. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.63. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.61. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

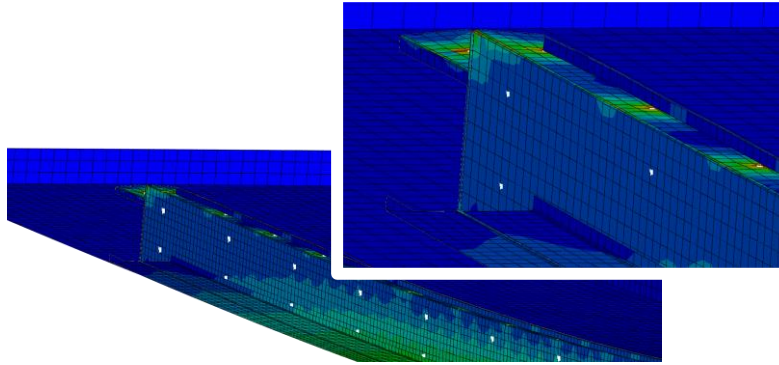


Slika 7.62. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm



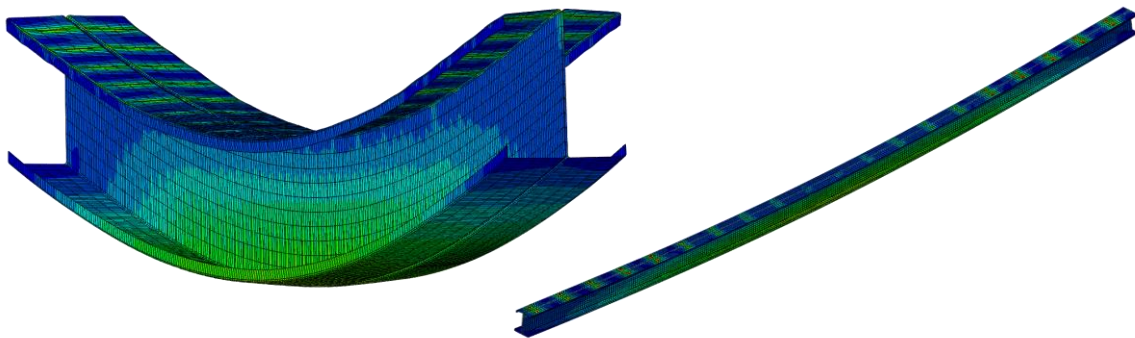
Slika 7.63. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

Na slici 7.64. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 300 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 400 mm.

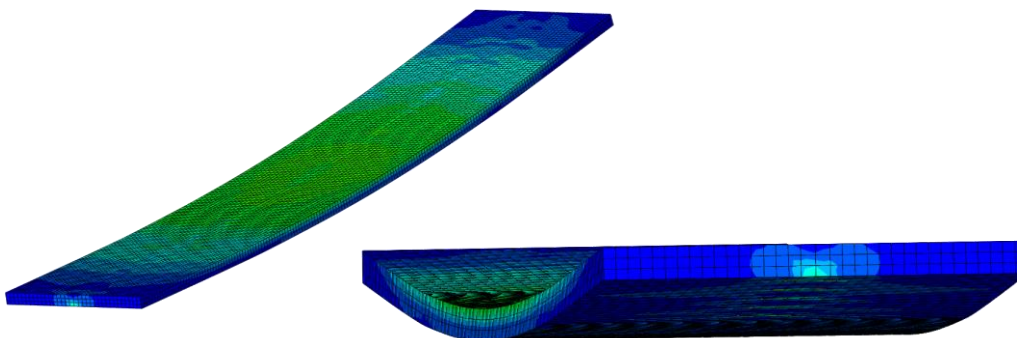


Slika 7.64. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

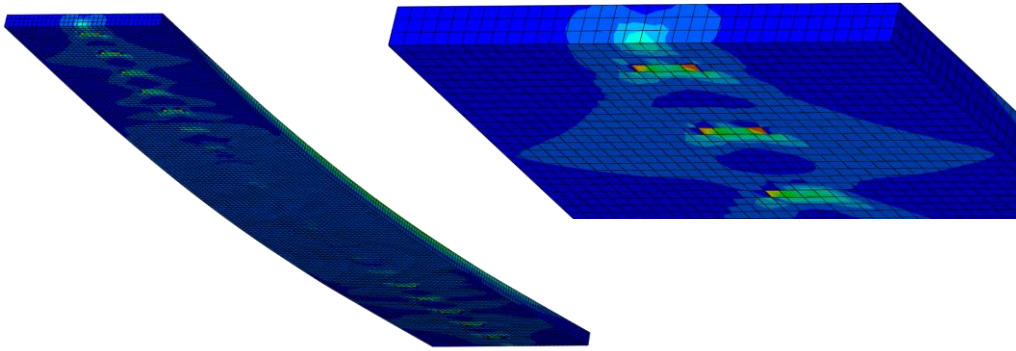
Slike 7.65. i 7.66. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.67. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.65. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

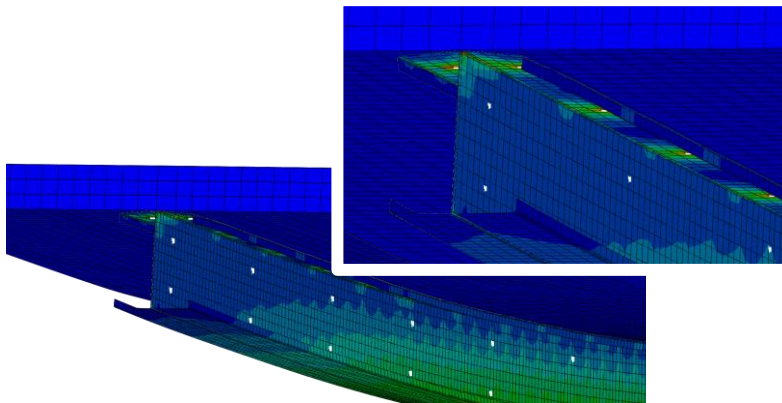


Slika 7.66. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm



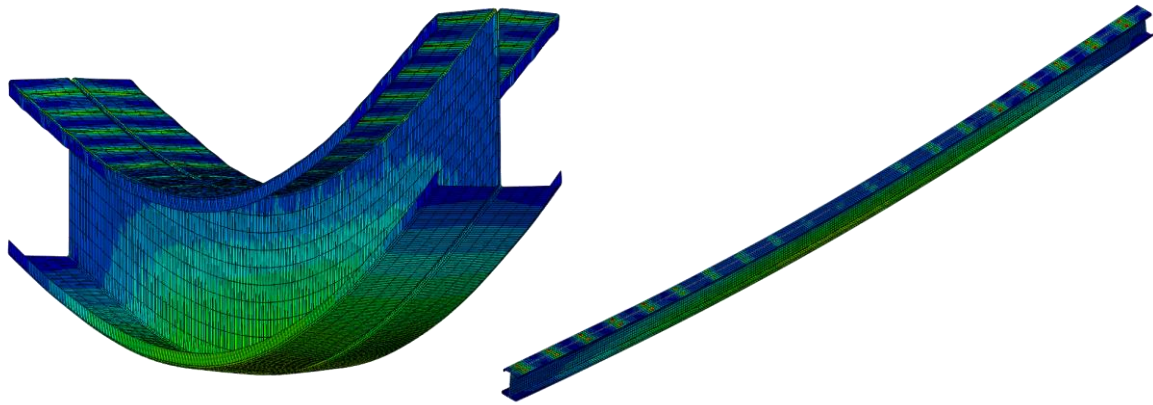
Slika 7.67. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

Na slici 7.68. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 300 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 500 mm.

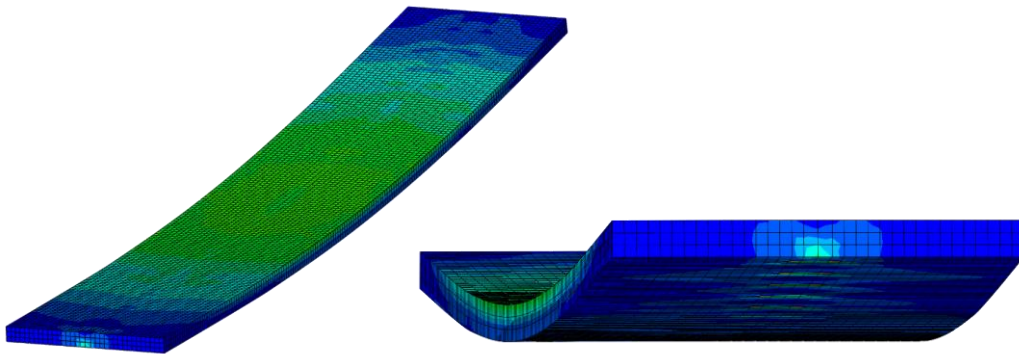


Slika 7.68. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

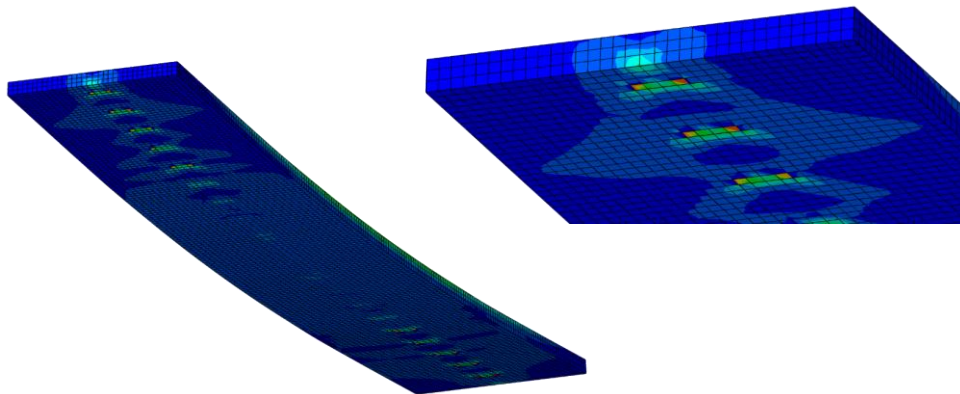
Slike 7.69. i 7.70. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.71. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.69. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

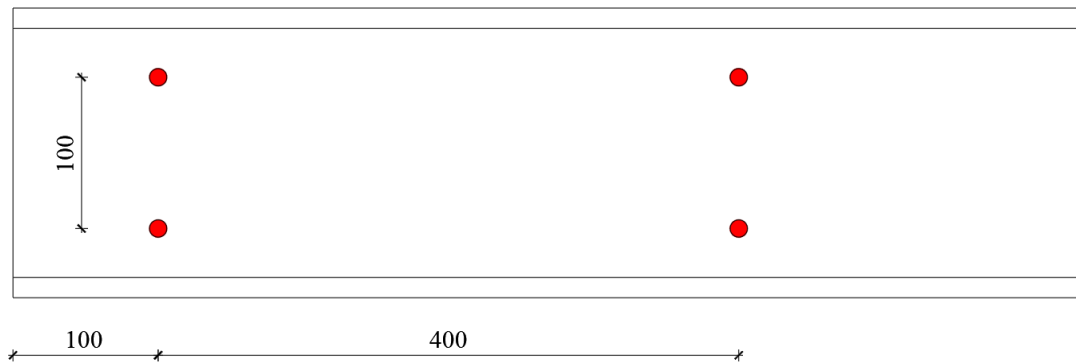


Slika 7.70. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm



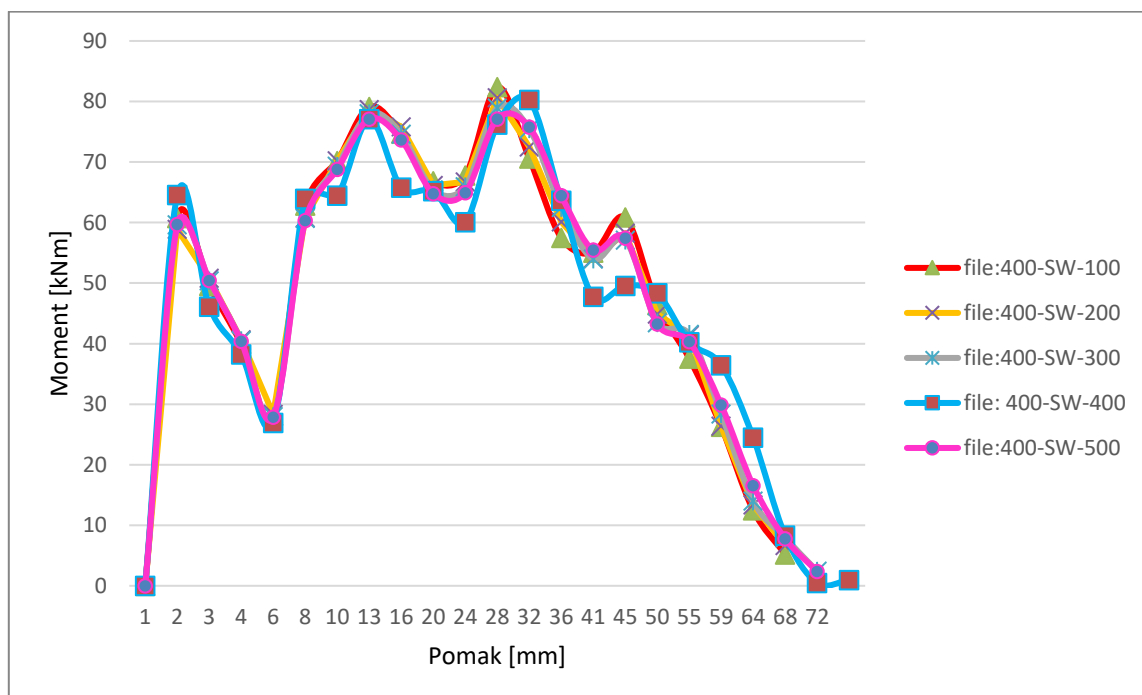
Slika 7.71. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

Schema postavljanja točkastih spajala na uzdužnom razmaku od 400 mm prikazana je na slici 7.72.



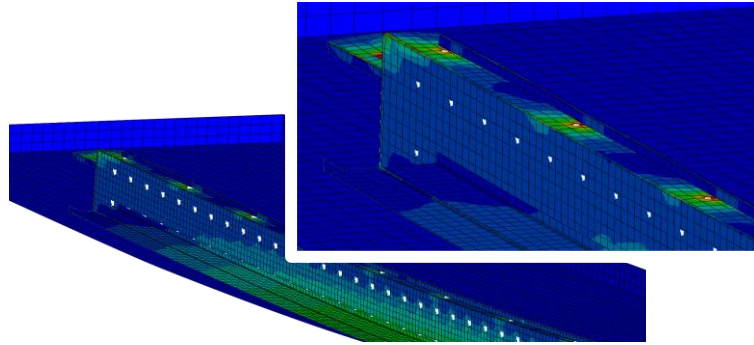
Slika 7.72. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 400 mm između čeličnih nosača

Očekivani rezultati prikazani su na slici 7.73., gdje je vidljivo kako najveću otpornost daje model u kojem je uzdužni razmak vijaka od 100 mm jer je time i veza između nosača čvršća te se može preuzeti veće opterećenje nego za ostale promatrane razmake.



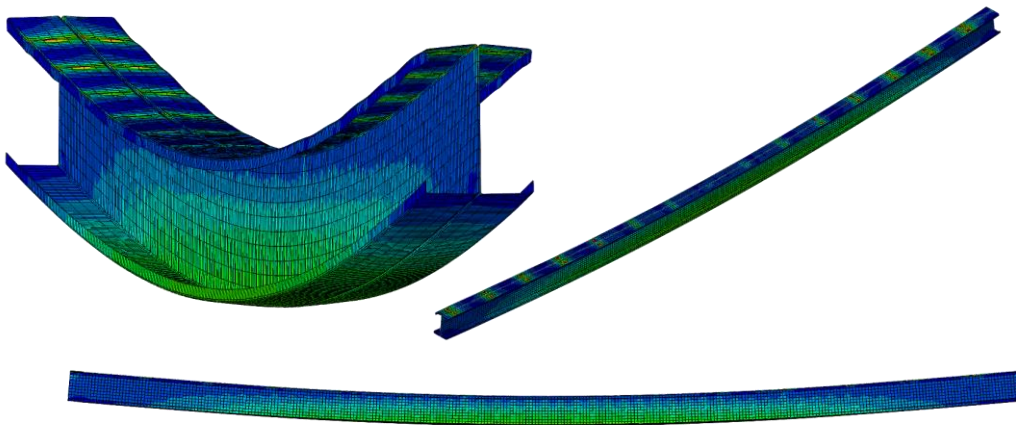
Slika 7.73. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te različitu udaljenost vijaka između čeličnih nosača

Na slici 7.74. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 400 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 100 mm.

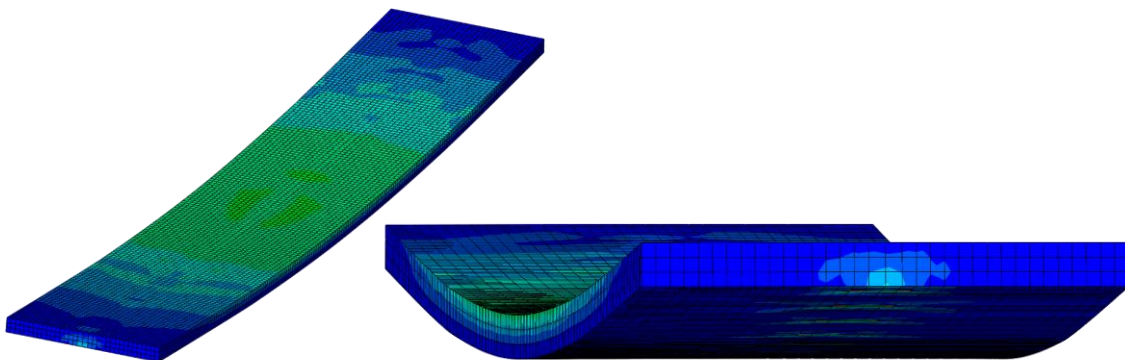


Slika 7.74. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

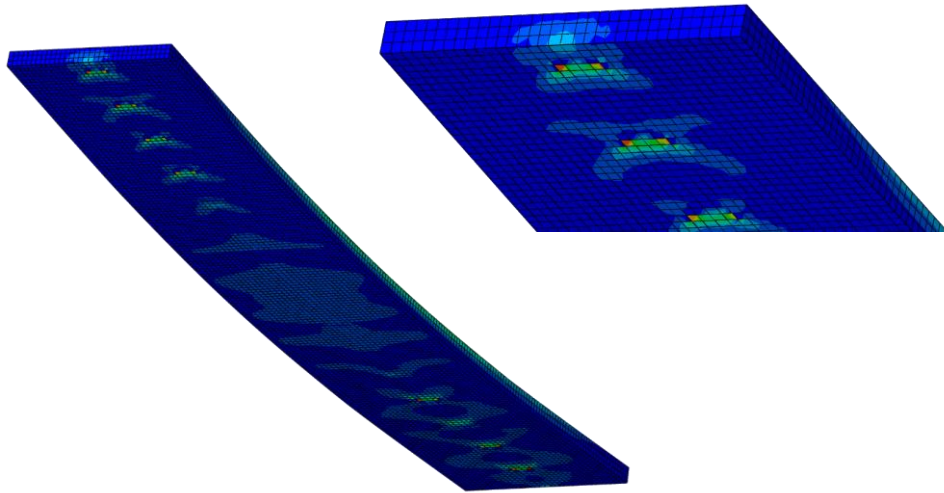
Slike 7.75. i 7.76. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.77. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.75. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

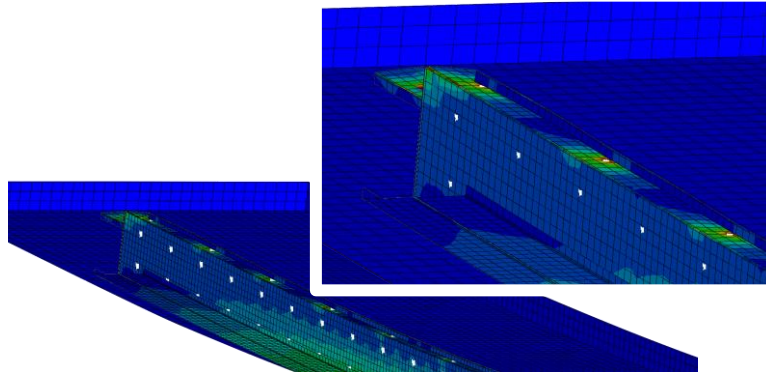


Slika 7.76. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm



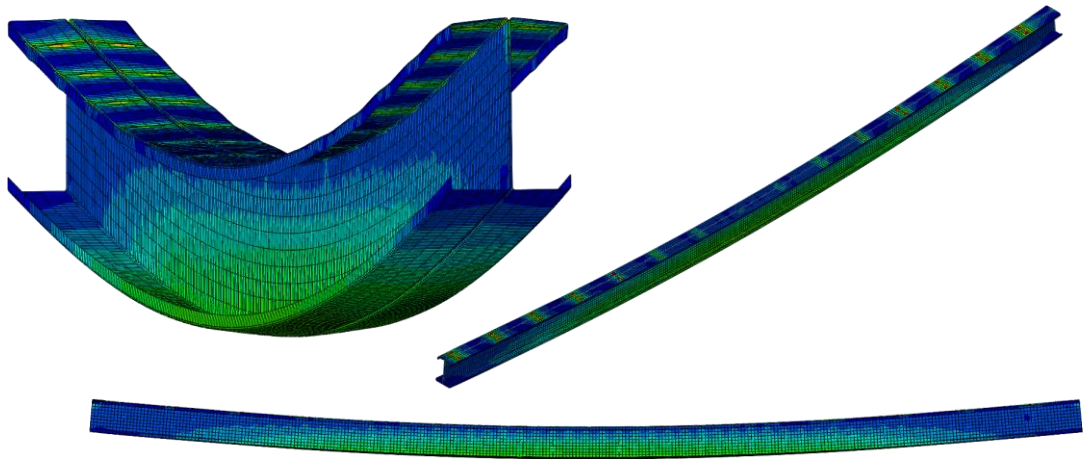
Slika 7.77. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

Na slici 7.78. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 400 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 200 mm

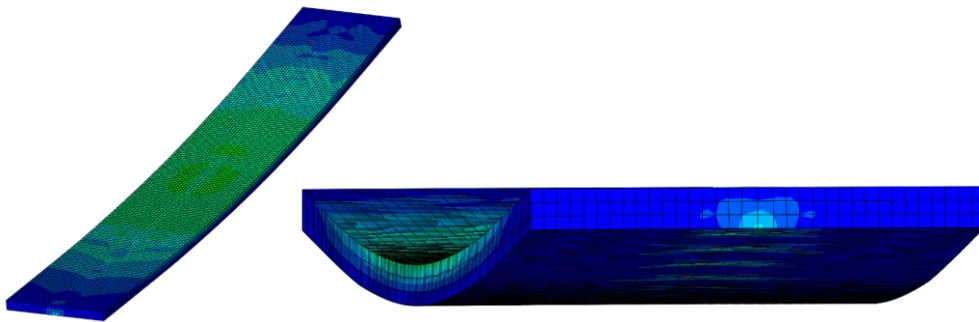


Slika 7.78. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

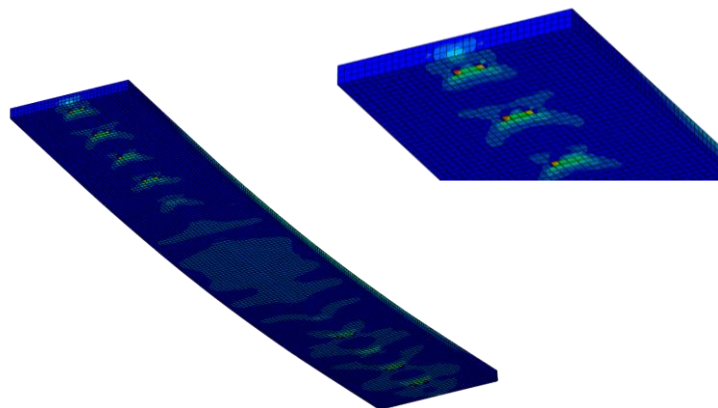
Slike 7.79. i 7.80. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.81. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.79. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

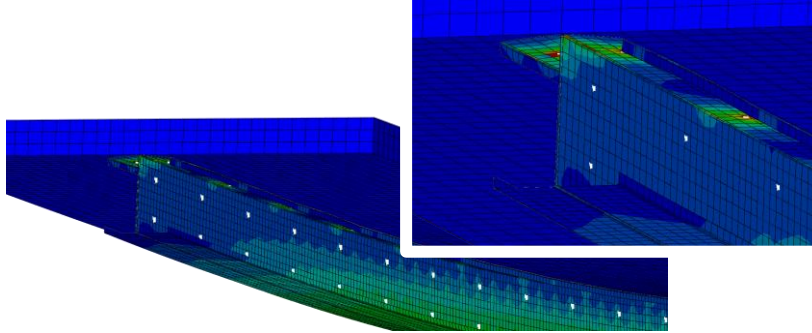


Slika 7.80. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm



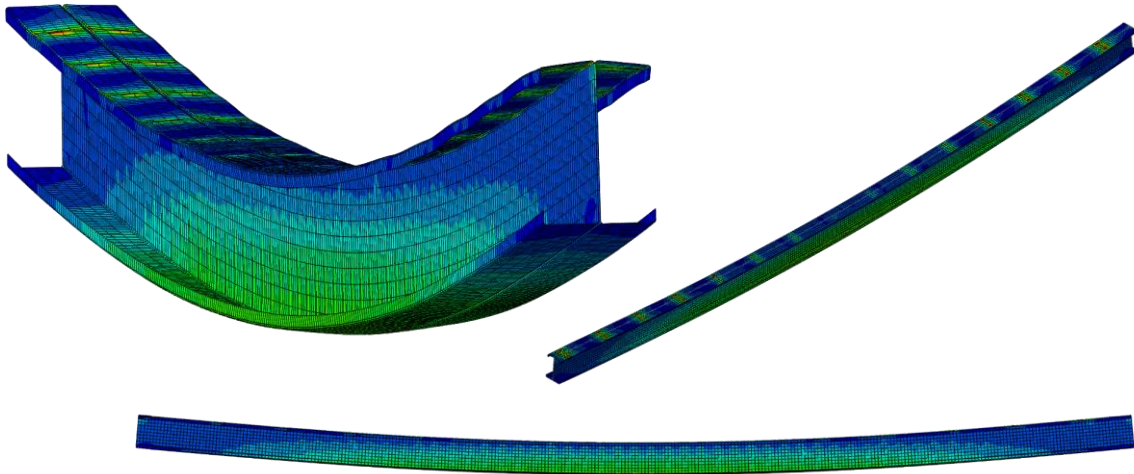
Slika 7.81. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

Na slici 7.82. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 400 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 300 mm.

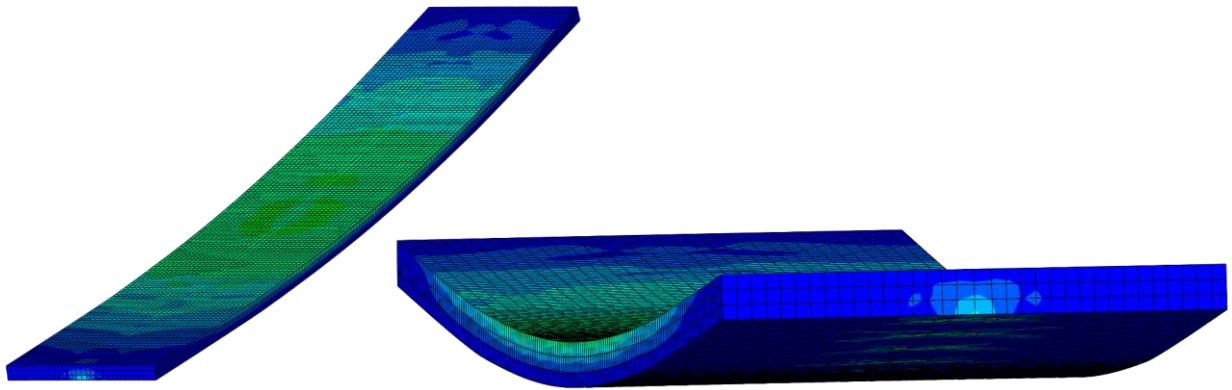


Slika 7.82. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

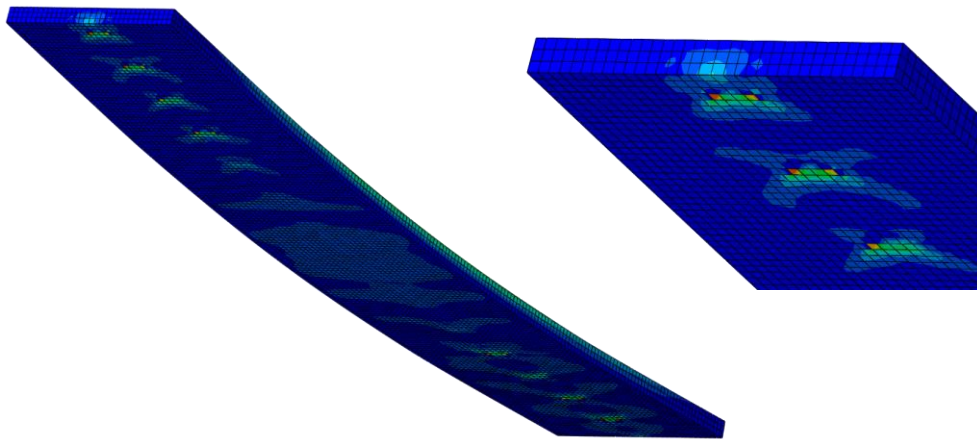
Slike 7.83. i 7.84. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.85. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.83. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

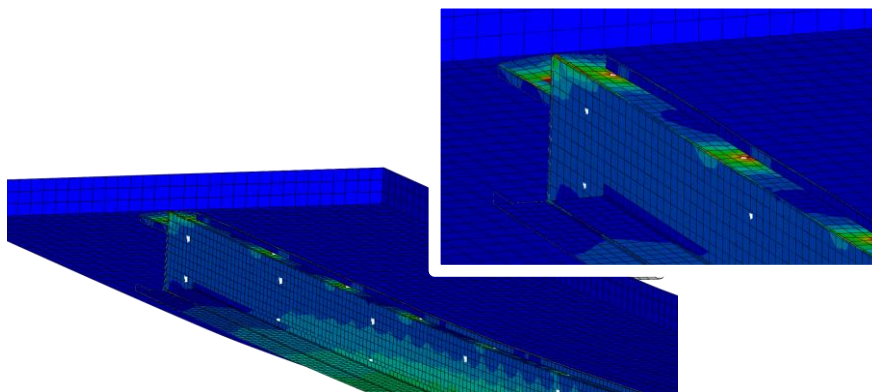


Slika 7.84. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm



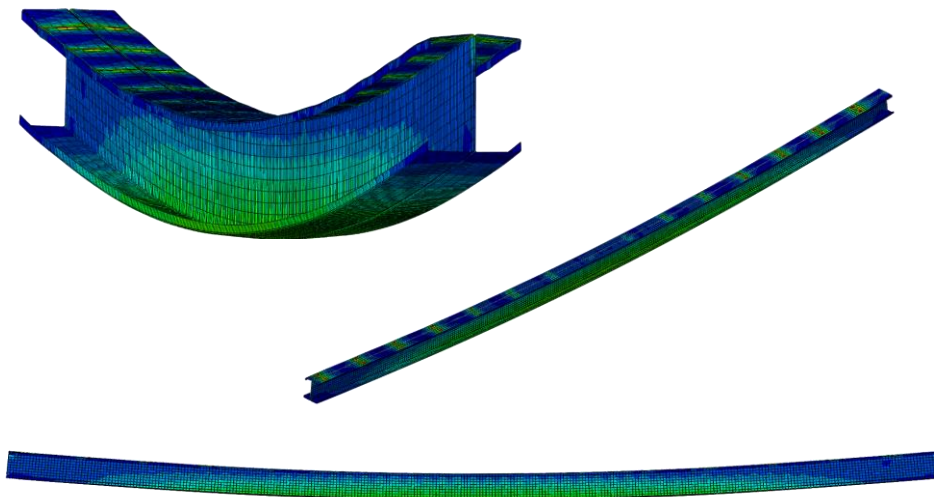
Slika 7.85. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

Slika 7.86. prikazuju naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 400 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 500 mm.

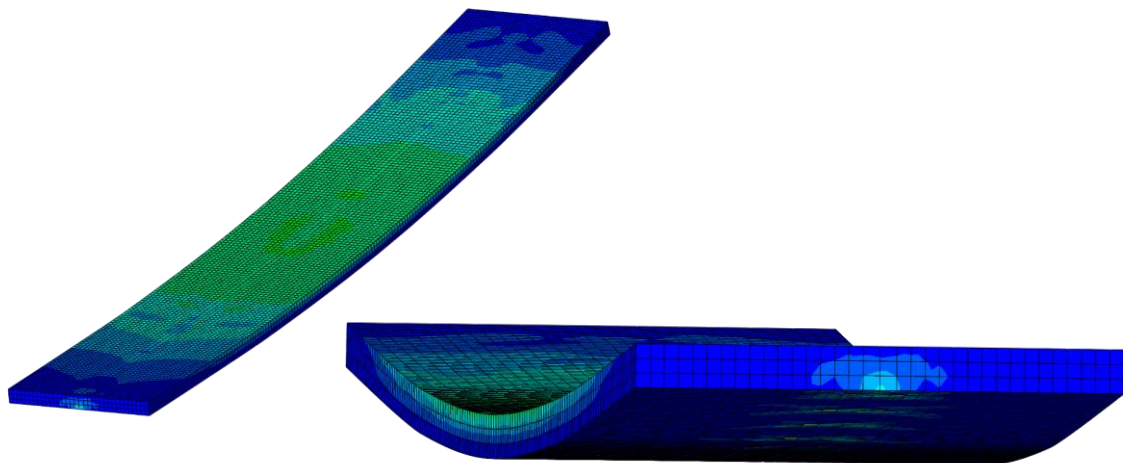


Slika 7.86. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

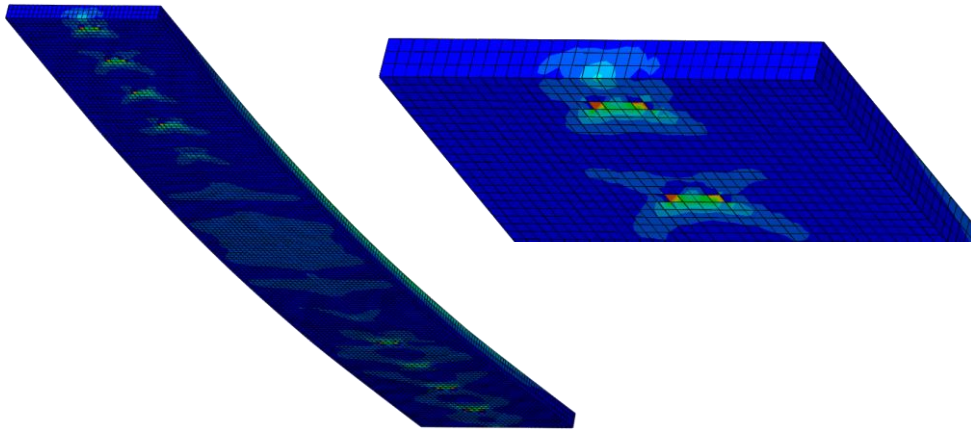
Slike 7.87. i 7.88. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.89. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.87. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

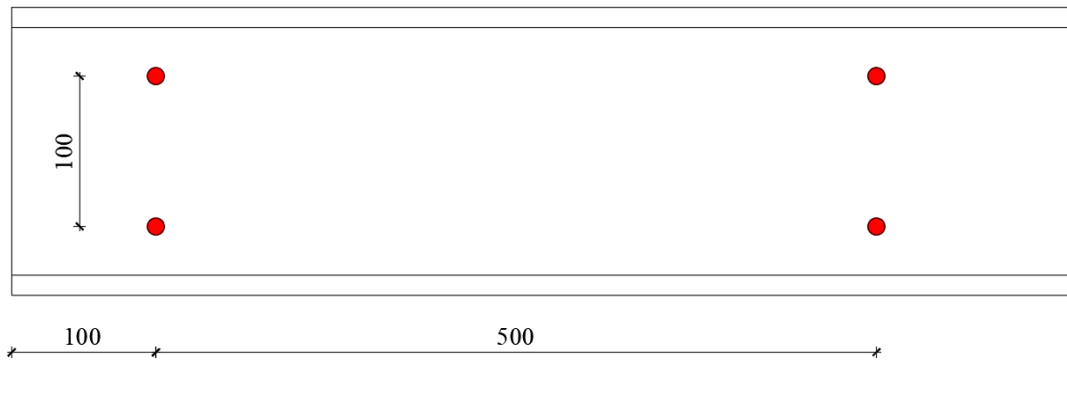


Slika 7.88. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

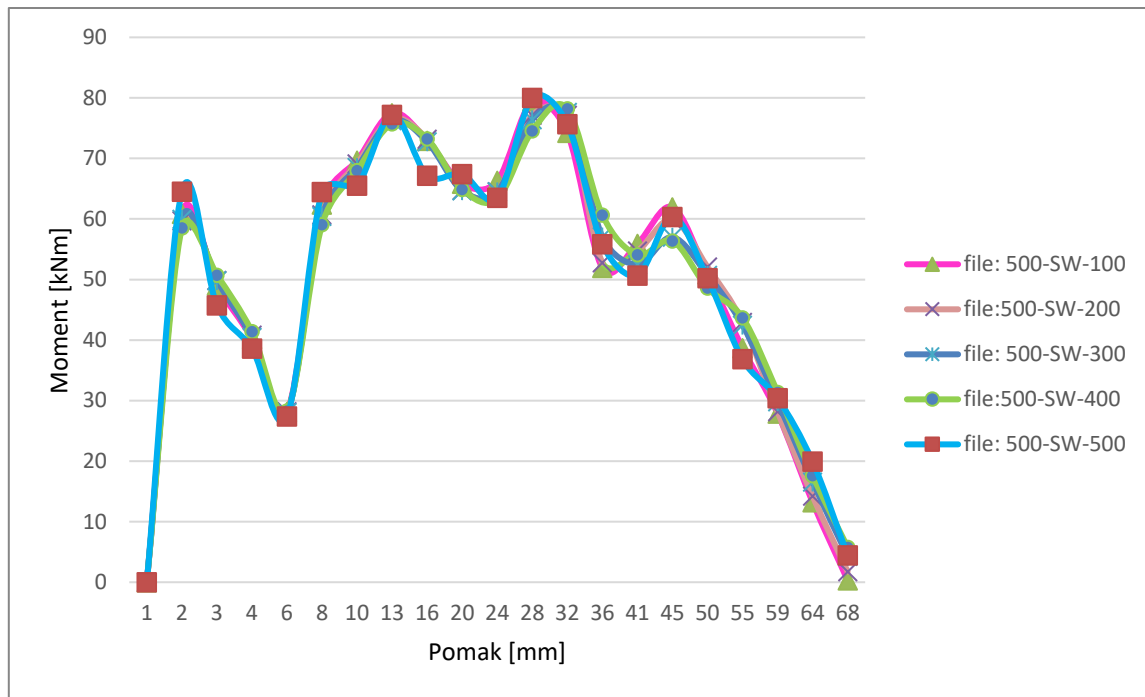


Slika 7.89. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

Slika 7.90. predstavlja shemu postavljanja točkastih spajala na uzdužnom razmaku od 500 mm između čeličnih nosača. Očekivani rezultati prikazani su na slici 7.91., gdje je vidljivo kako najveću otpornost daje model u kojem je uzdužni razmak vijaka od 100 mm jer je time i veza između nosača čvršća te se može preuzeti veće opterećenje nego za ostale promatrane razmake.

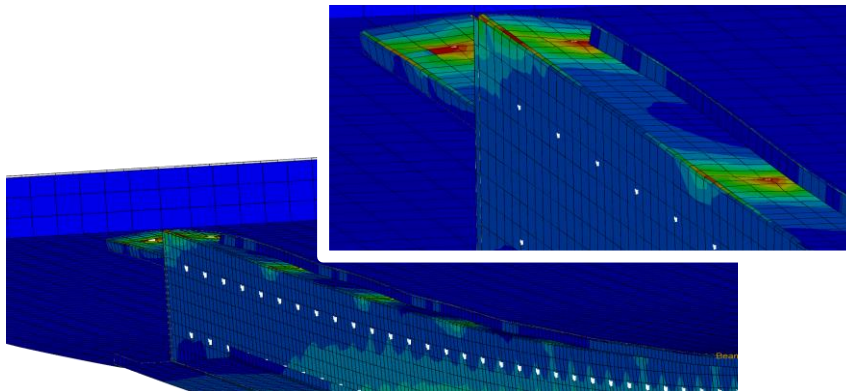


Slika 7.90. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 500 mm između čeličnih nosača



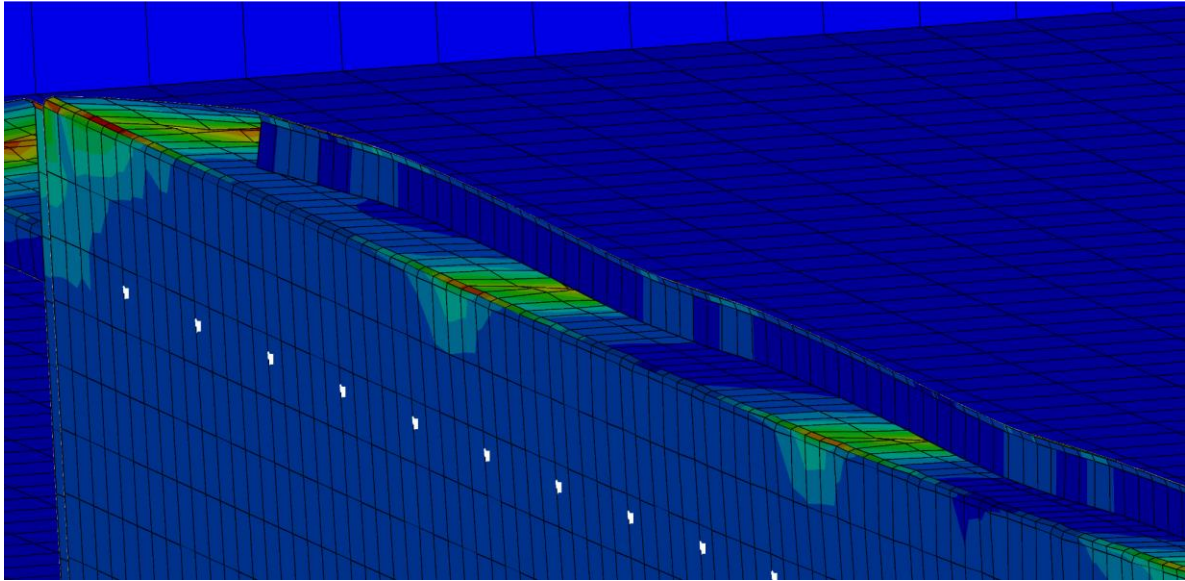
Slika 7.91. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te različitu udaljenost vijaka između čeličnih nosača

Na slici 7.92. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 500 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 100 mm.



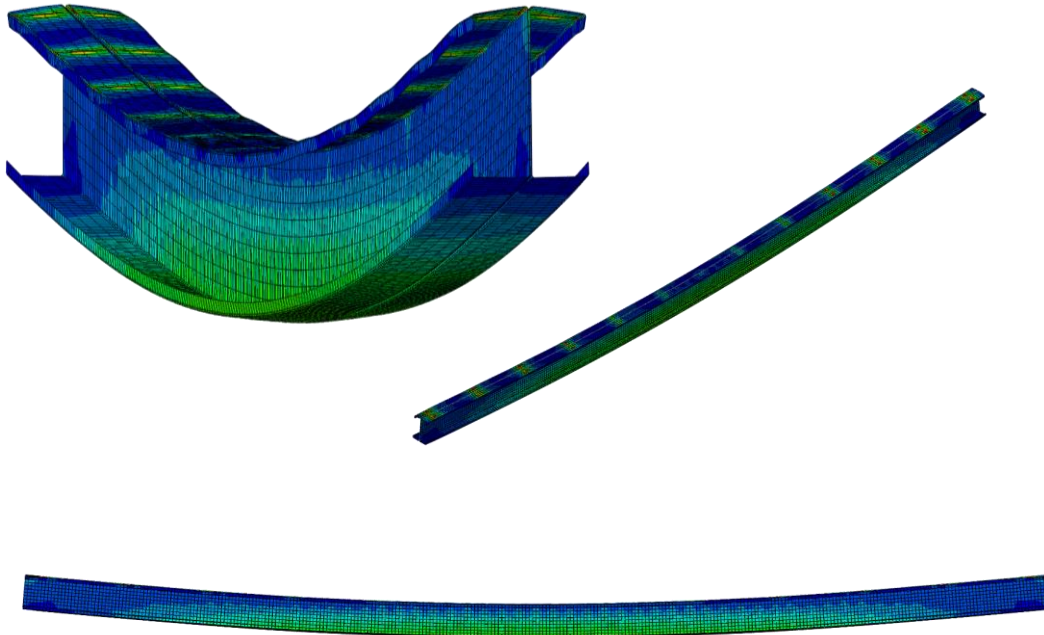
Slika 7.92. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

Kod ove djelomične posmične veze koja odgovara stupnju sprezanja $\eta=0,4$, uočeno je znatnije krivljenje gornje pojasnice čeličnih nosača prikazano na slici 7.93..

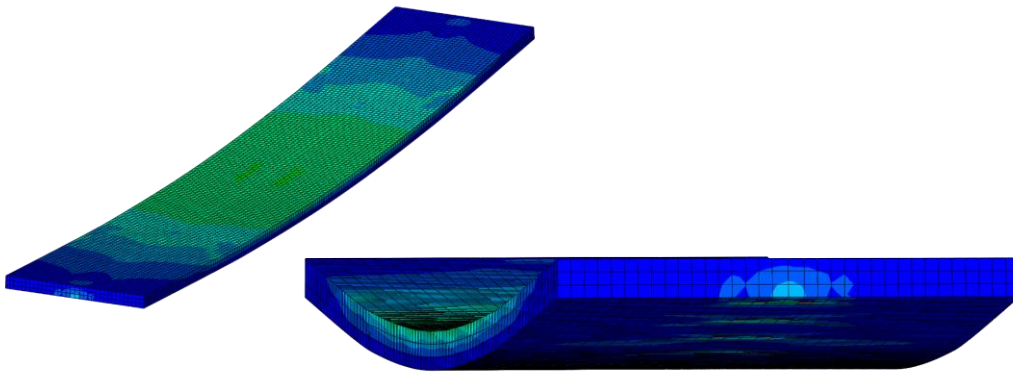


Slika 7.93. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

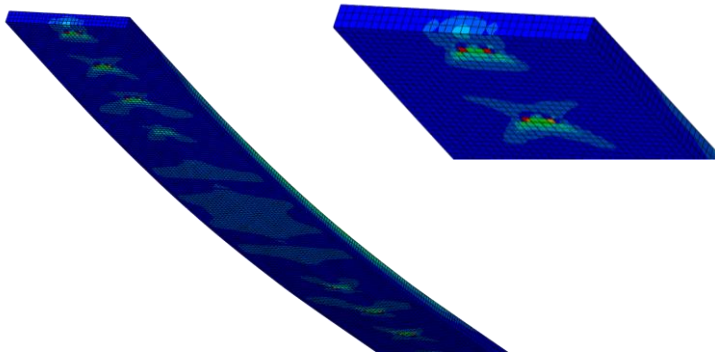
Slike 7.94. i 7.95. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.96. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.94. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

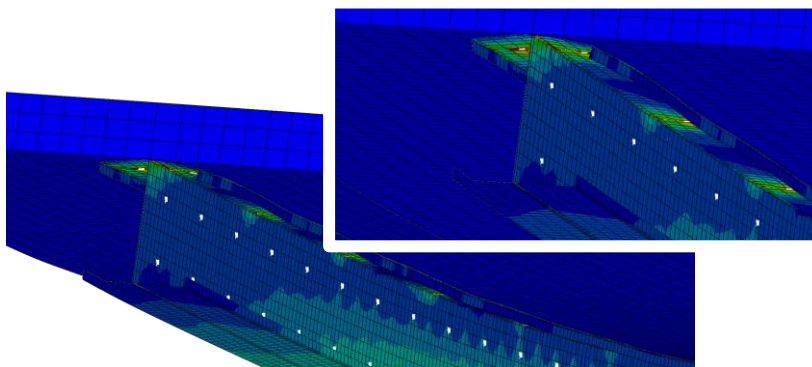


Slika 7.95. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm



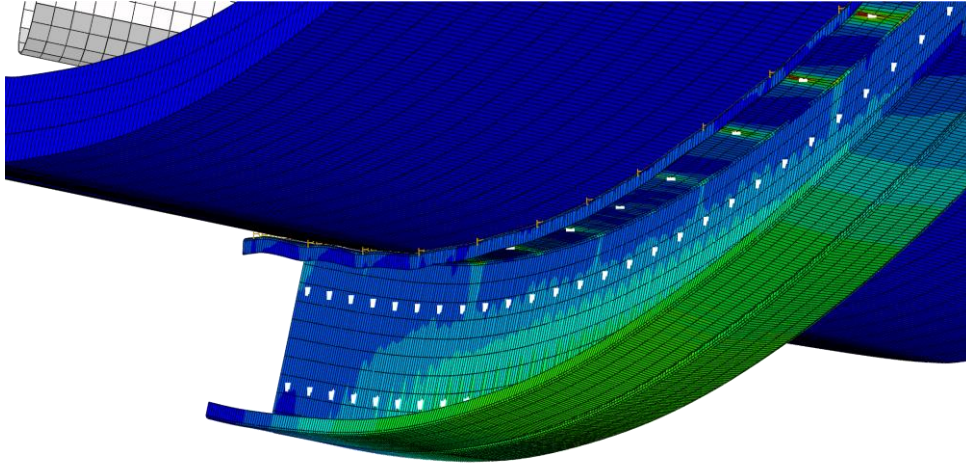
Slika 7.96. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm

Na slici 7.97. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 500 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 200 mm.



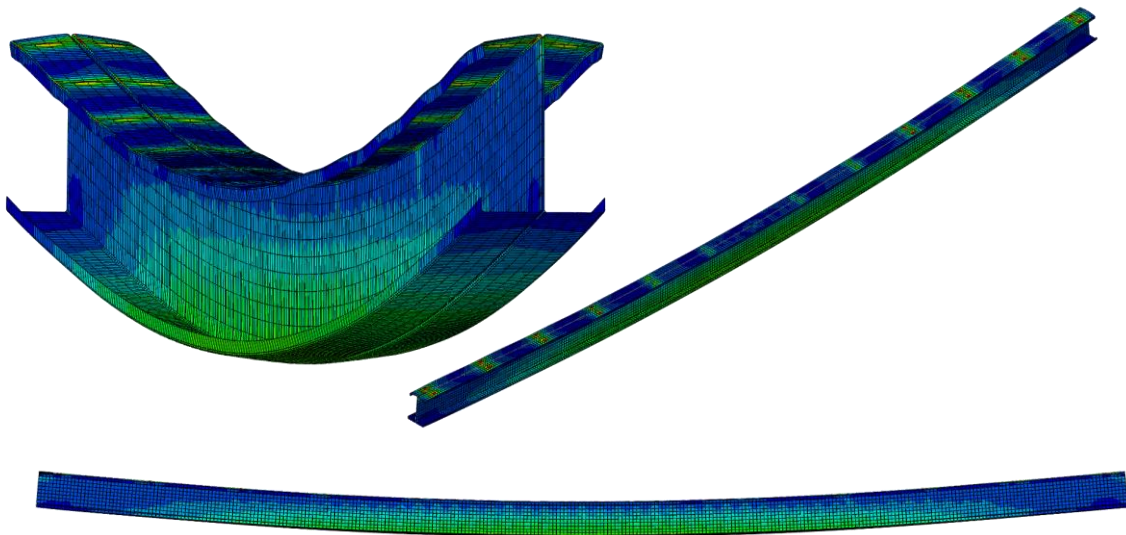
Slika 7.97. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

Prikaz krivljenja gornje pojasnice hladno oblikovanih čeličnih profila s razmakom vijaka od 500 mm na spoju čeličnog profila i betonske pojasnice te s razmakom vijaka od 200 mm na dodiru čeličnih profila prikazan je na slici 7.98.

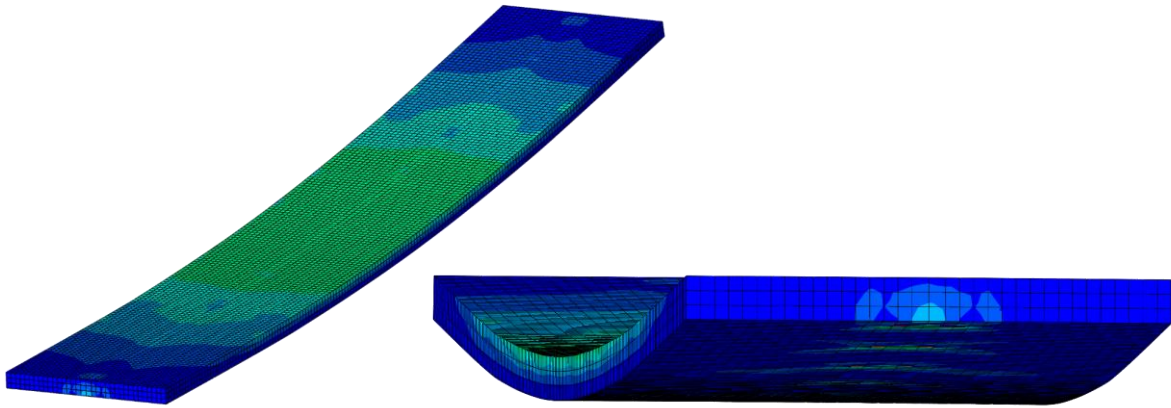


Slika 7.98. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

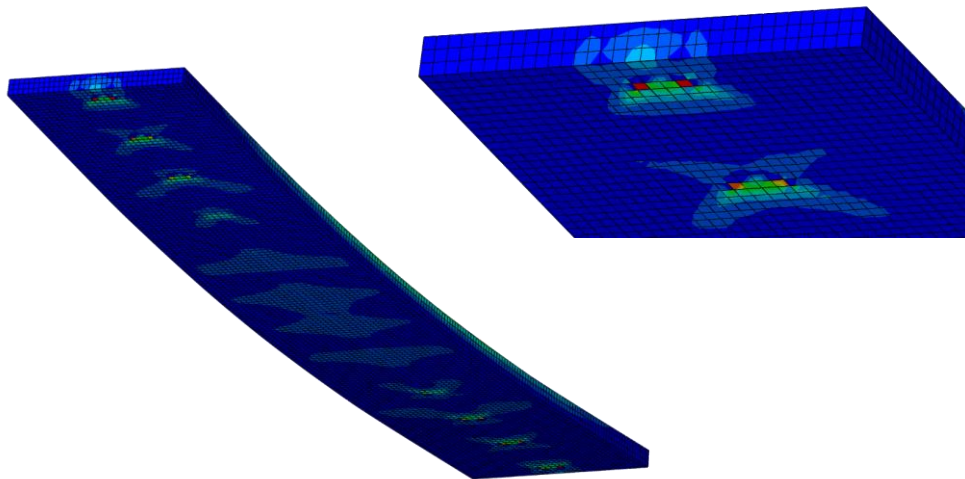
Slike 7.99. i 7.100. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.101. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.99. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

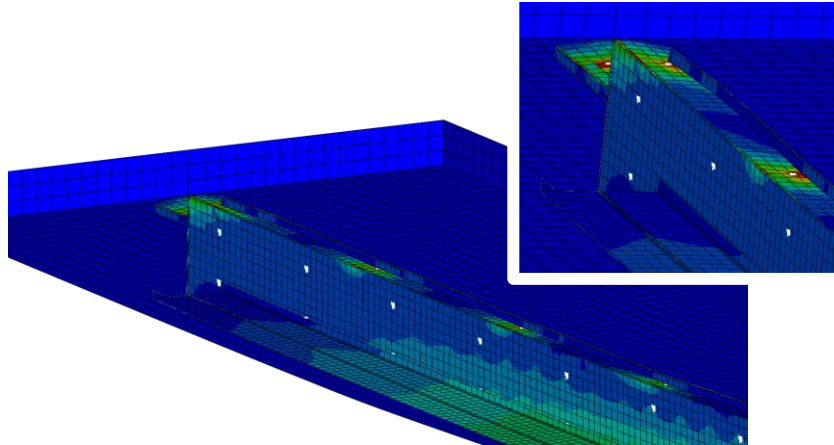


Slika 7.100. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm



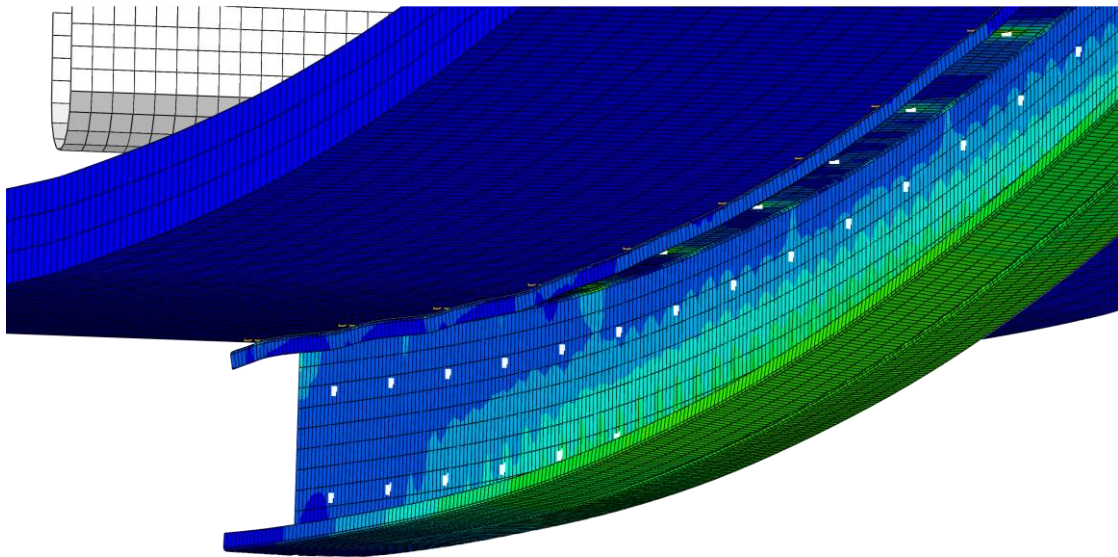
Slika 7.101. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm

Na slici 7.102. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 500 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 300 mm.



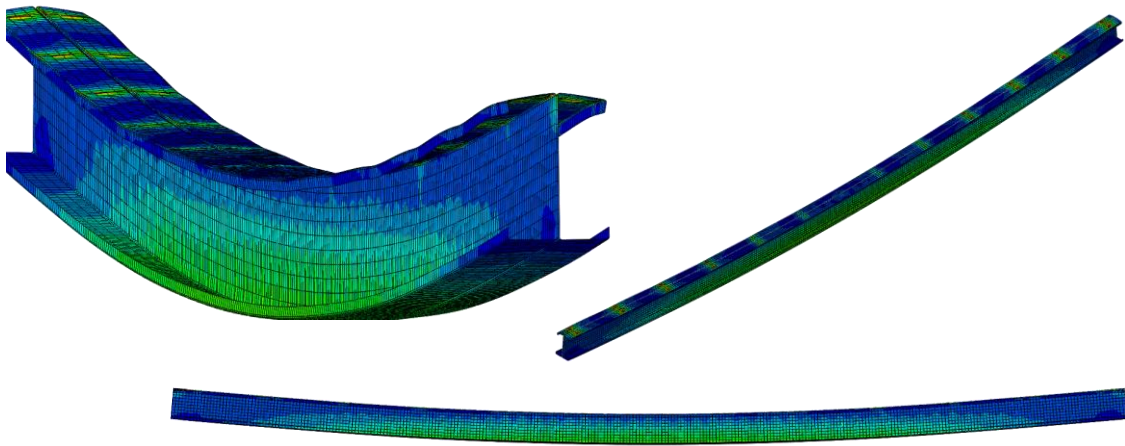
Slika 7.102. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

Prikaz krivljenja gornje pojasnice hladno oblikovanih čeličnih profila s razmakom vijaka od 500 mm na spoju čeličnog profila i betonske pojasnice te s razmakom vijaka od 300 mm na dodiru čeličnih profila prikazan je na slici 7.103.

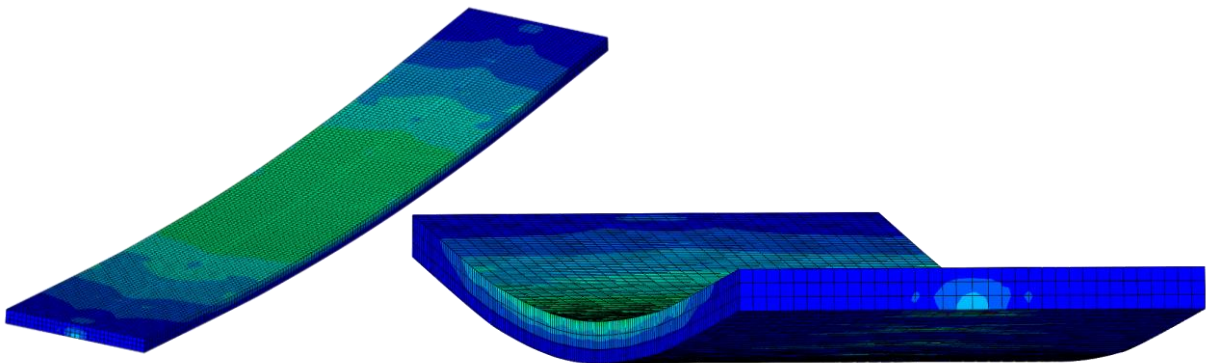


Slika 7.103. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

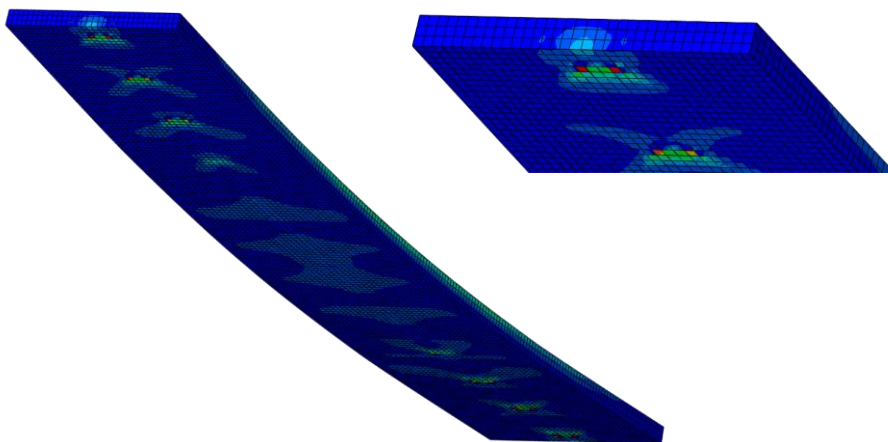
Slike 7.104. i 7.105. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.106. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.104. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

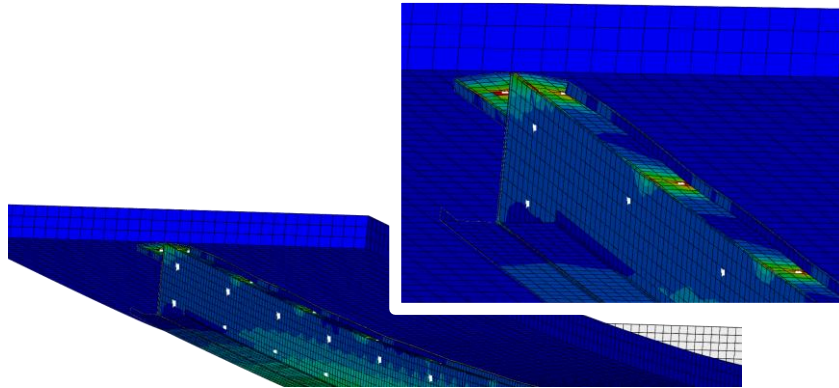


Slika 7.105. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm



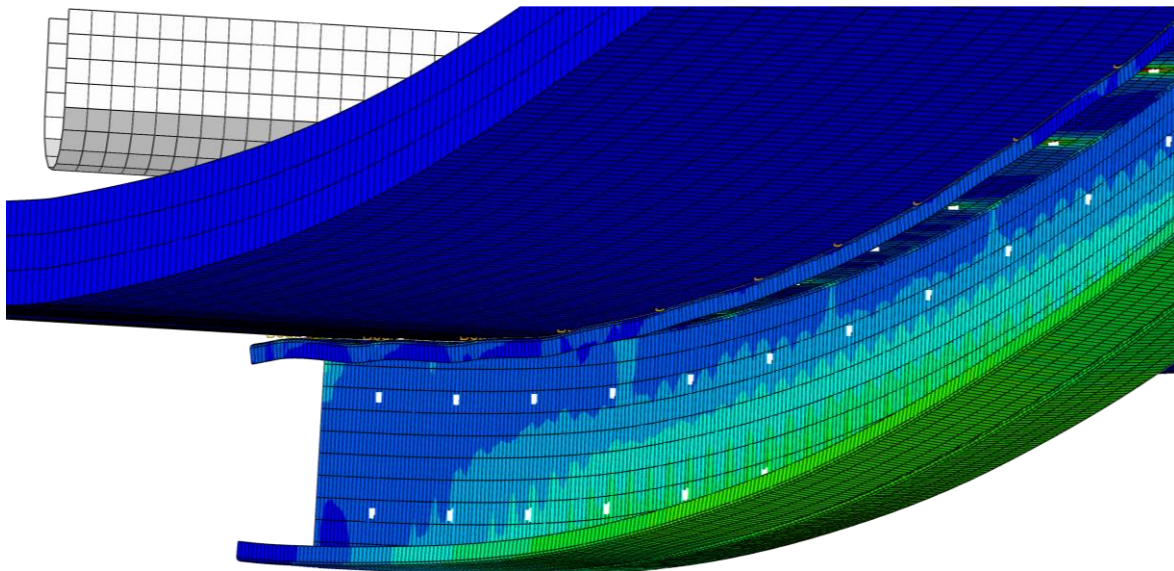
Slika 7.106. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm

Naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 500 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 400 mm prikazan su na slici 7.107.



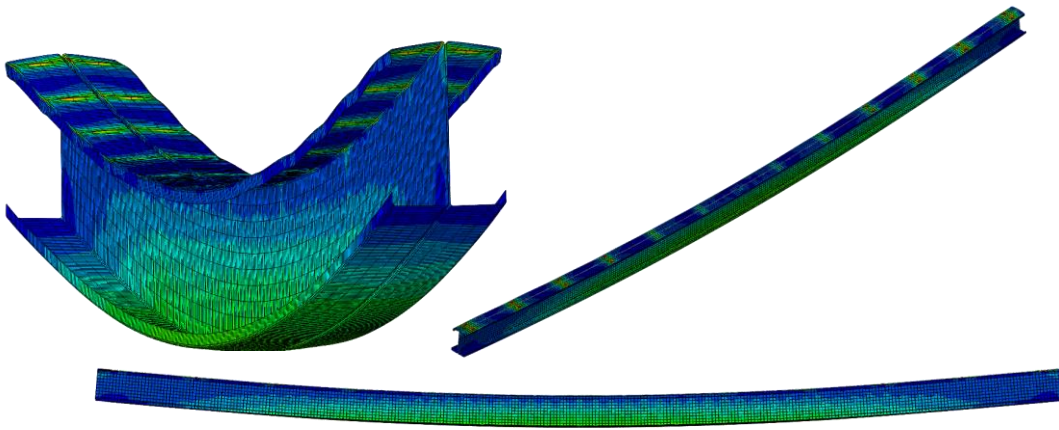
Slika 7.107. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

Prikaz krivljenja gornje pojasnice hladno oblikovanih čeličnih profila s razmakom vijaka od 500 mm na spoju čeličnog profila i betonske pojasnice te s razmakom vijaka od 400 mm na dodiru čeličnih profila prikazan je na slici 7.108.

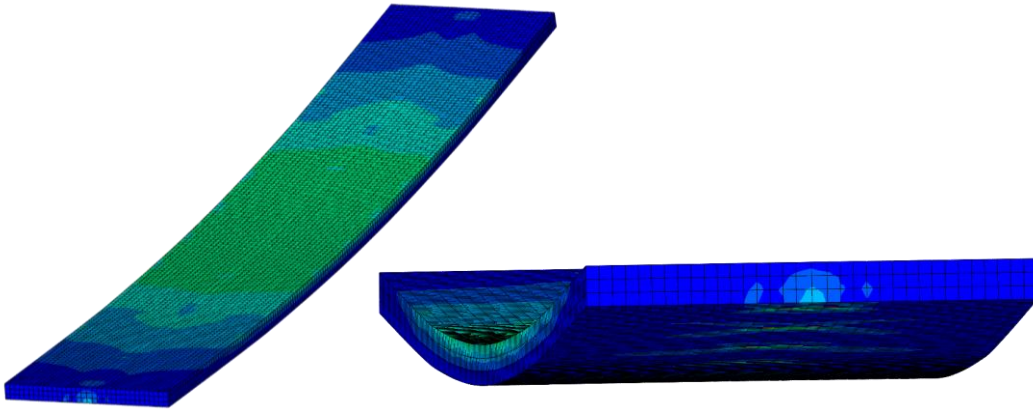


Slika 7.108. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

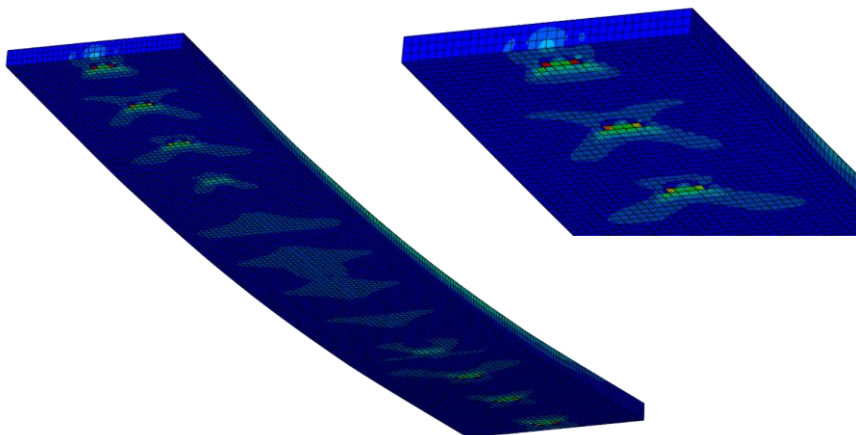
Slike 7.109. i 7.110. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.111. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



Slika 7.109. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm



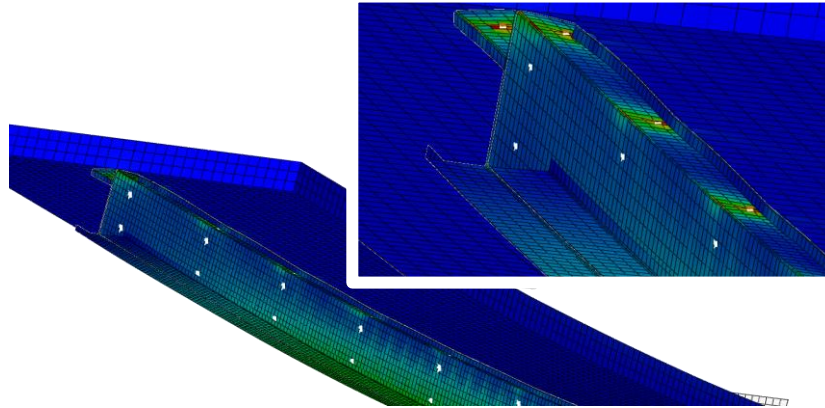
Slika 7.110. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm



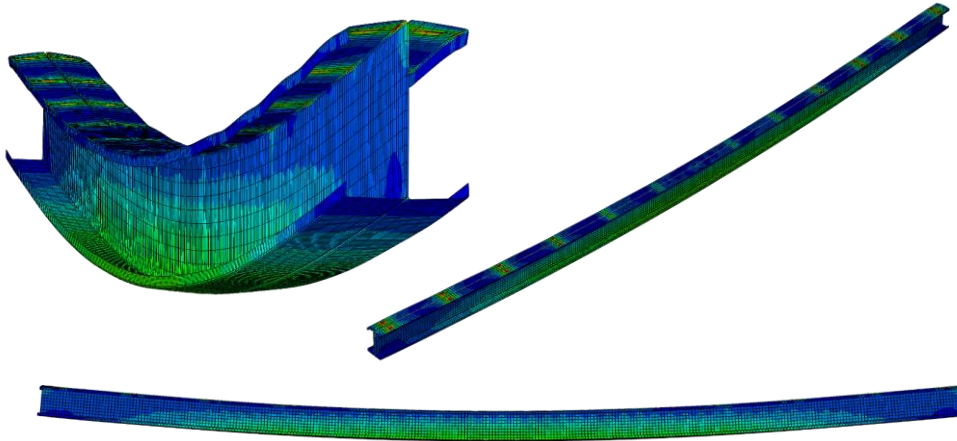
Slika 7.111. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

Na slici 7.112. prikazana su naprezanja u području čeličnih pojasnica za djelomičnu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice od 500 mm, dok je razmak vijaka na području hrptova 500 mm.

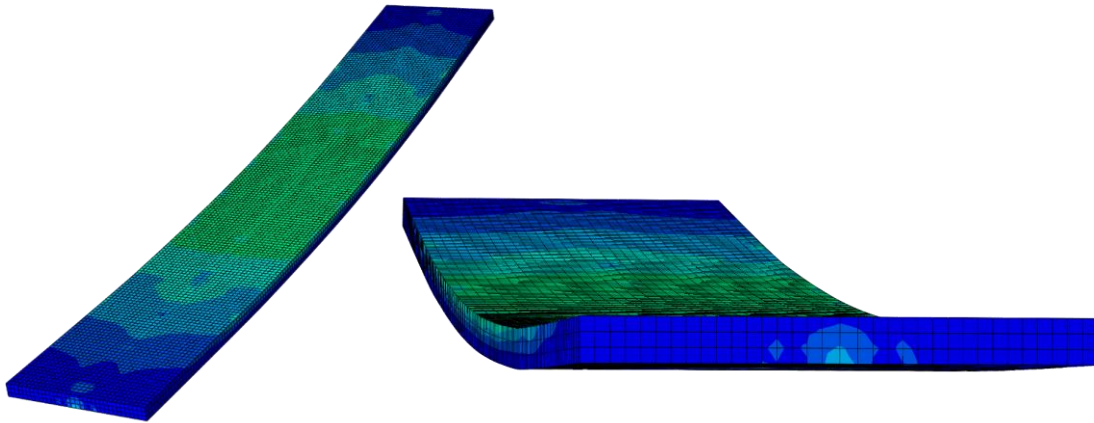
Slike 7.113. i 7.114. prikazuju deformacije čeličnih nosača i betonske ploče za prethodno navedene razmake, dok slika 7.115. prikazuje koncentracije naprezanja s vidljive s donje strane betonske ploče.



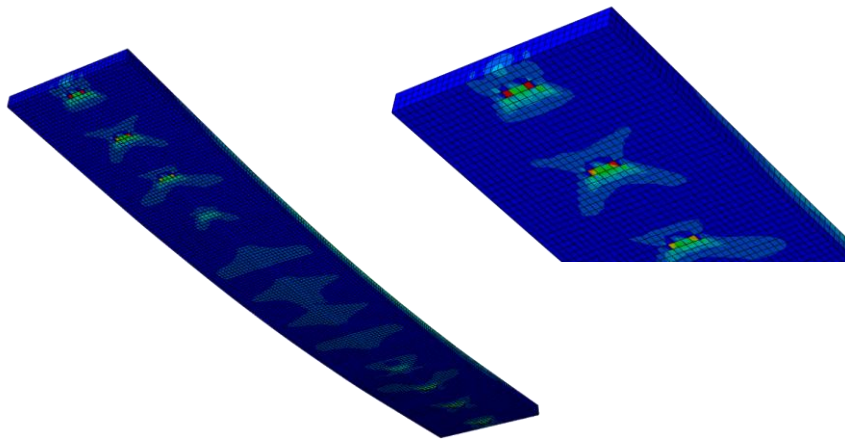
Slika 7.112. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm



Slika 7.113. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm



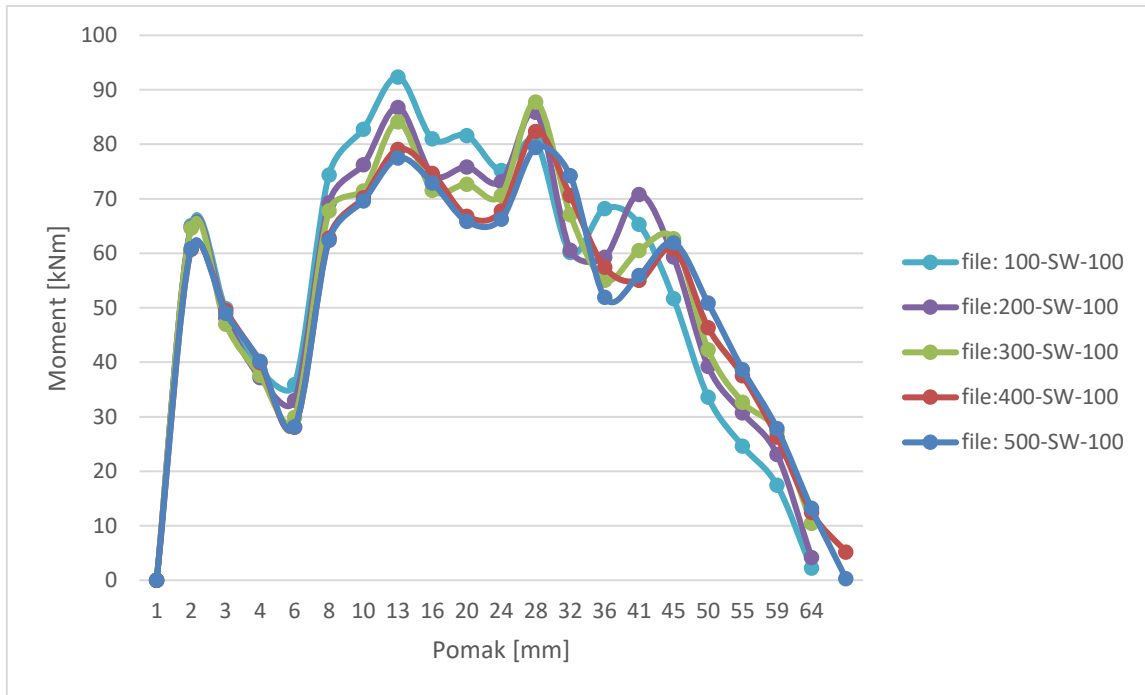
Slika 7.114. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm



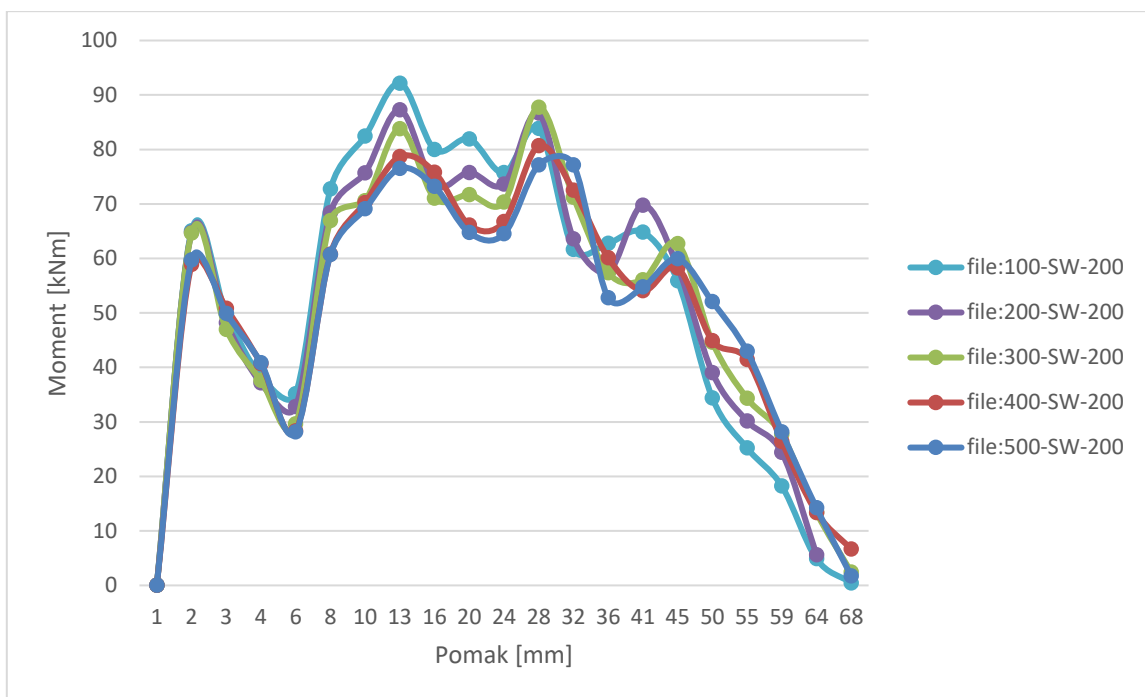
Slika 7.115. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

U nastavku su prikazani dijagrami (slika 7.116-7.120.) koji prikazuju odnos otpornosti nosača i pomaka ukoliko razmatramo utjecaj pojedinog razmaka diskretnog spajanja na različite stupnjeve sprezanja betonske ploče i čeličnoga nosača.

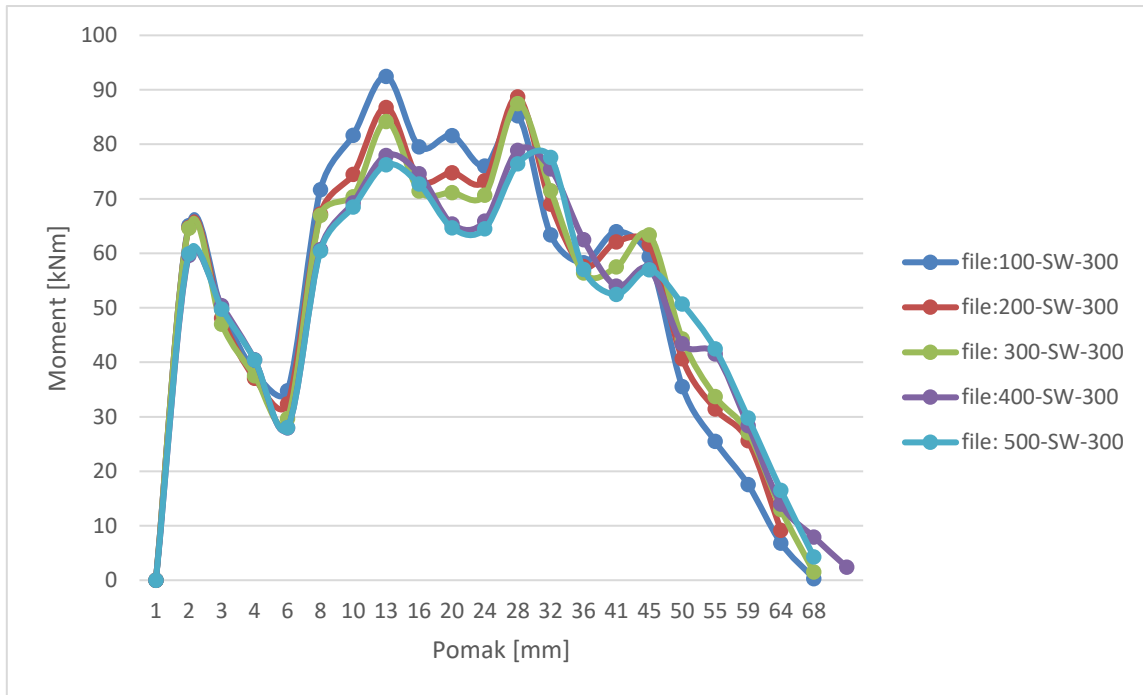
Iz dijagrama je uočljivo kako je otpornost nosača najveća kada imamo veći stupanj sprezanja ploče za isti razmak vijaka u uzdužnom smjeru na spoju čeličnih nosača.



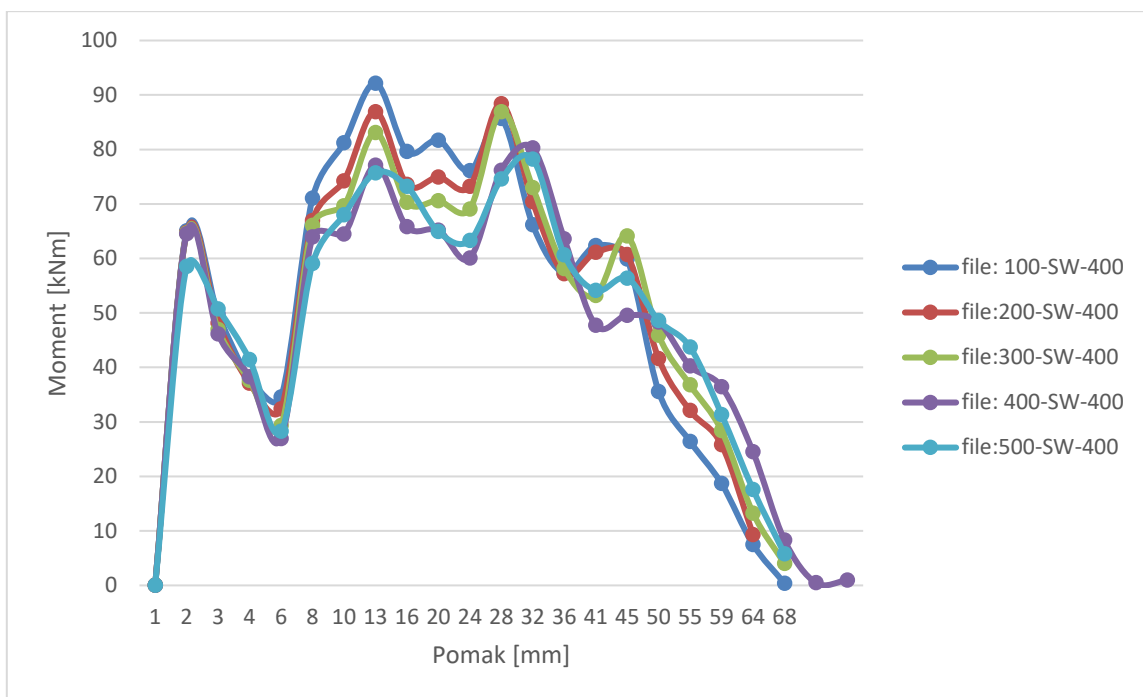
Slika 7.116. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm



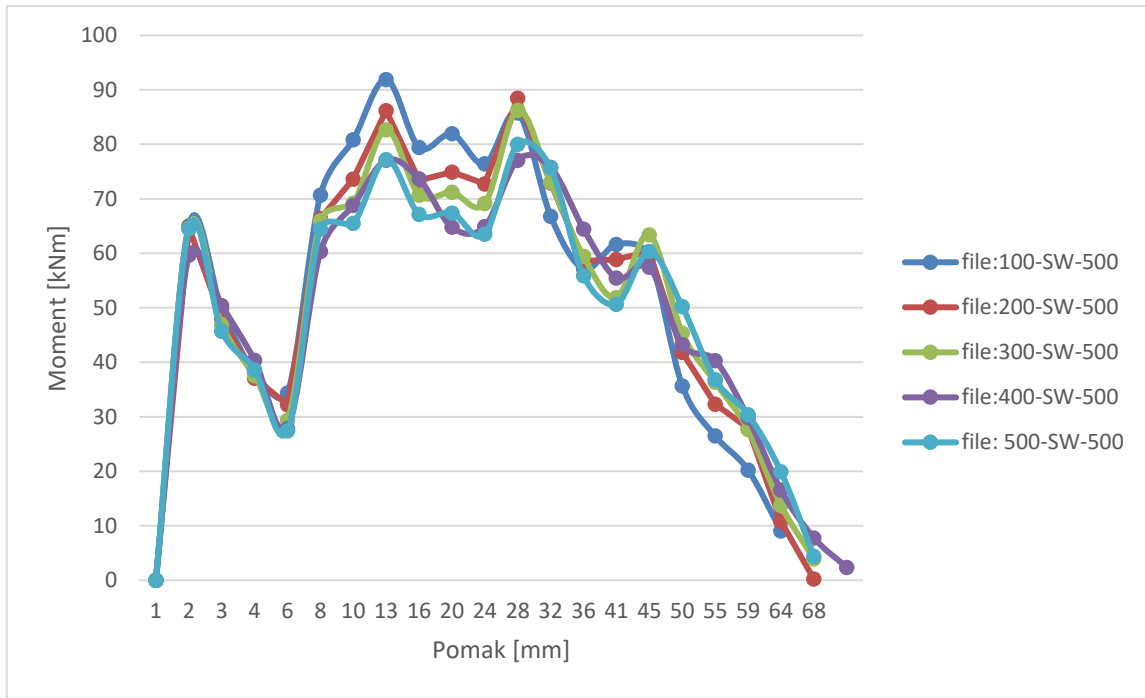
Slika 7.117. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm



Slika 7.118. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm



Slika 7.119. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm

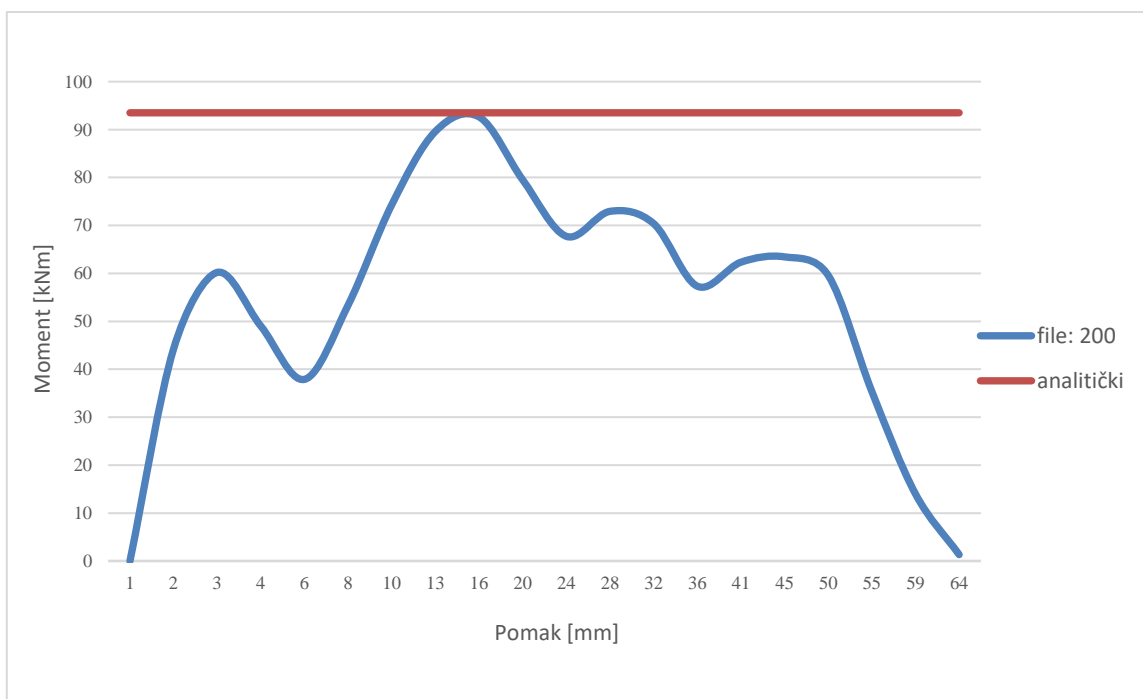


Slika 7.120. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm

8 USPOREDBA DOBIVENIH REZULTATA I DISKUSIJA

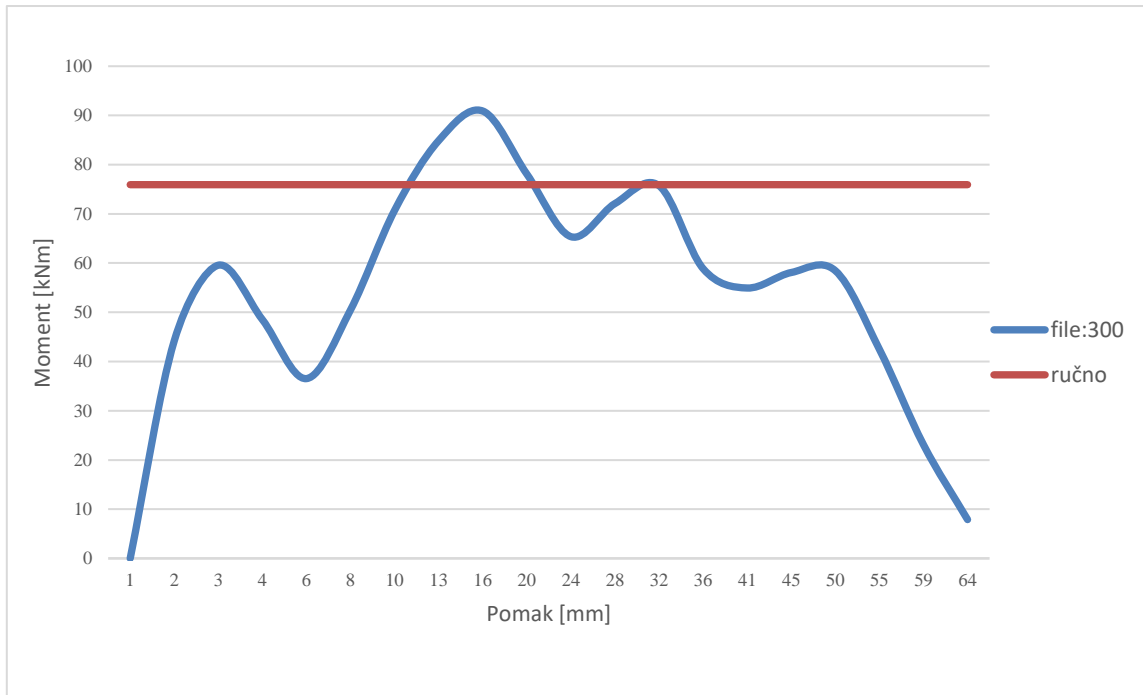
Utjecaj kontinuirano spojenih čeličnih profila na djelomičnu posmičnu vezu ostvarenu između čeličnih profila i betonske ploče

Slika 8.1. prikazuje usporedbu rezultata dobivenih ručnim proračunom te računalnim programom za razmak vijaka od 200 mm na spoju betonske ploče i čeličnih nosača, dok su čelični nosači spojeni kontinuiranom vezom.



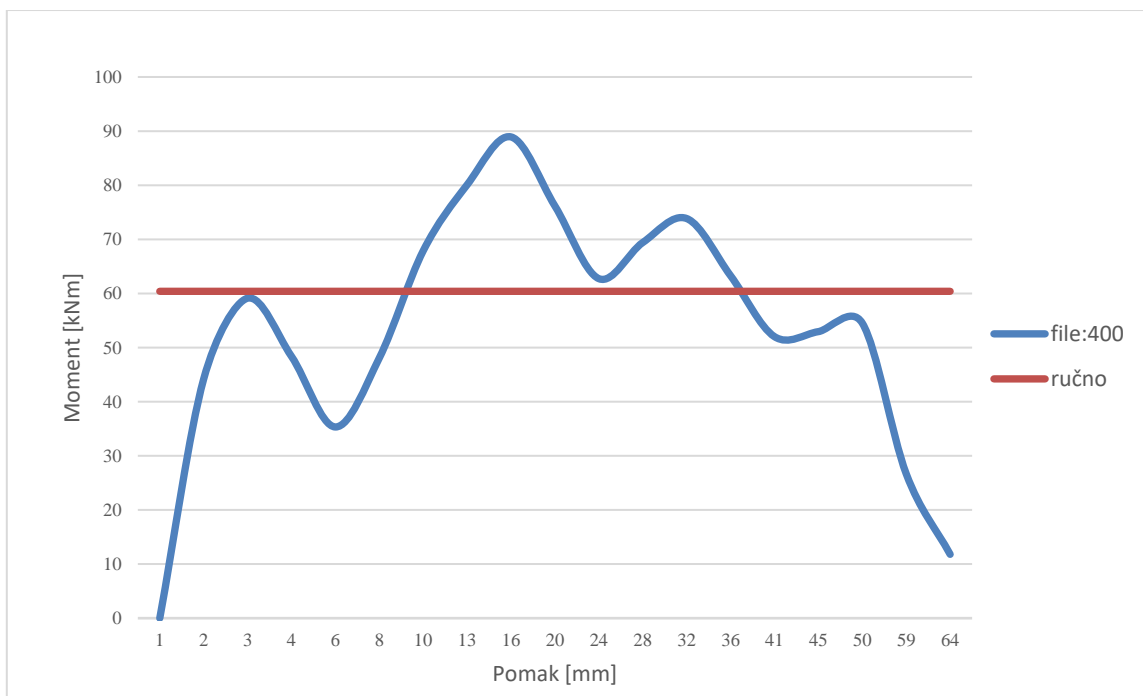
Slika 8.1. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 200 mm

U slučaju da je razmak vijaka na dodiru betonske ploče i čeličnih nosača 300 mm, ponašanje elementa je prikazano na slici 8.2.



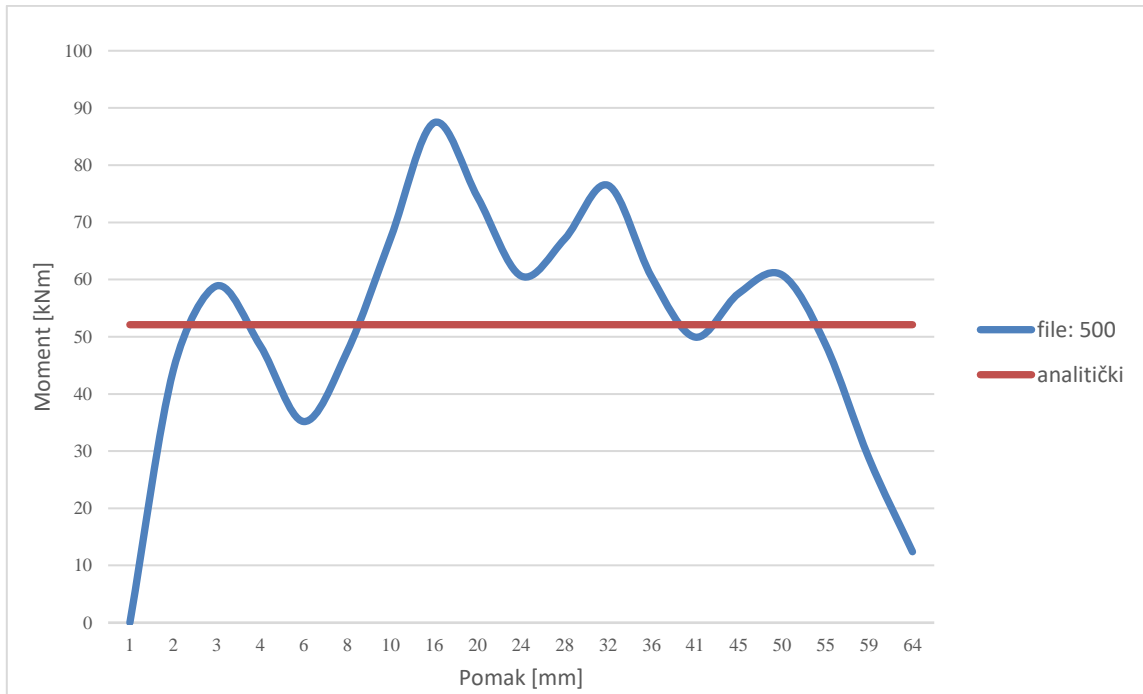
Slika 8.2. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 300 mm

Prema rezultatima dobivenim iz Abaqus-a, uočljivo je kako je za različite razmake dobiven identični oblik dijagrama, ali s različitim vrijednostima. Slika 8.3. prikazuje usporedbu rezultata analitičkog proračuna i računalnog programa kada je razmak vijaka jednak 400 mm.



Slika 8.3. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 400 mm

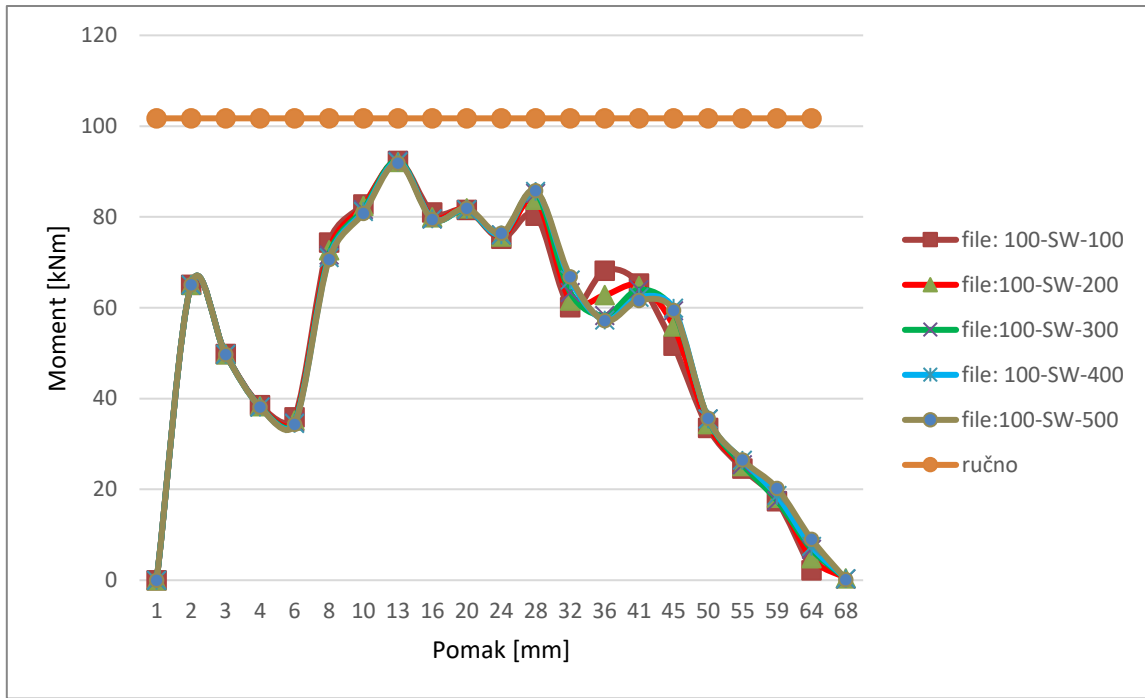
Najveći promatrani razmak vijaka iznosi 500 mm te bi taj razmak vijaka odgovarao stupnju posmične veze $\eta=0,4$ uzimajući u obzir da su vijci postavljeni u dva reda. Rezultati su prikazani na slici 8.4.



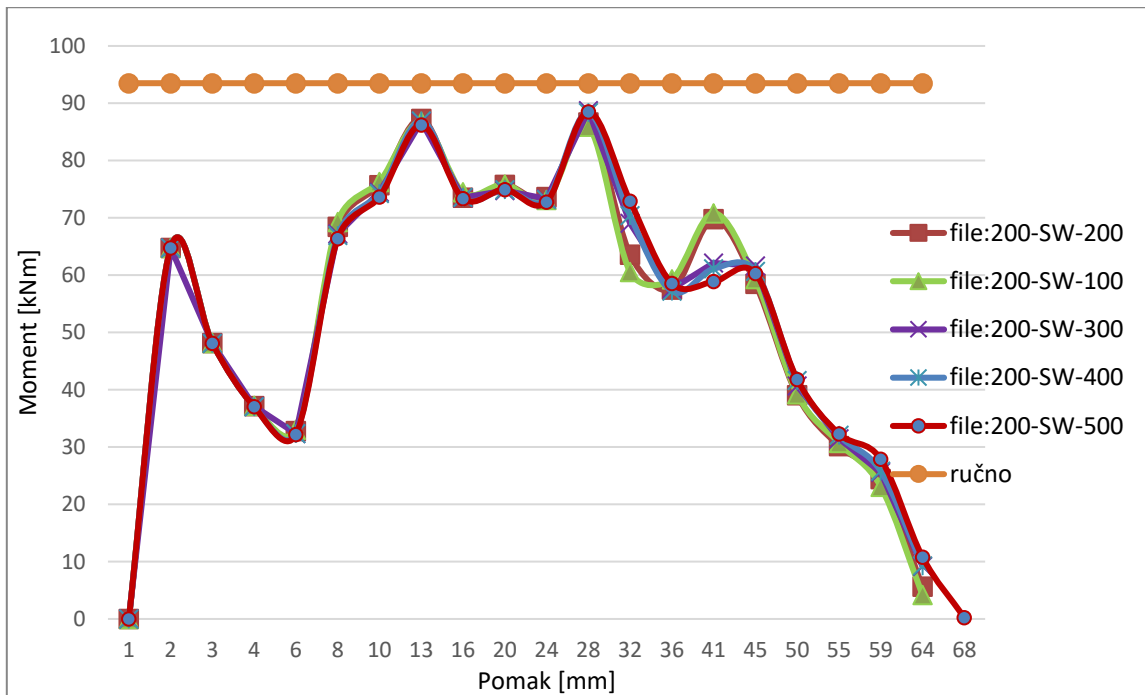
Slika 8.4. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 500 mm

S obzirom da se radi o djelomičnoj posmičnoj vezi, na krajevima nosača se javljaju pomaci čeličnih nosača i betonske ploče.

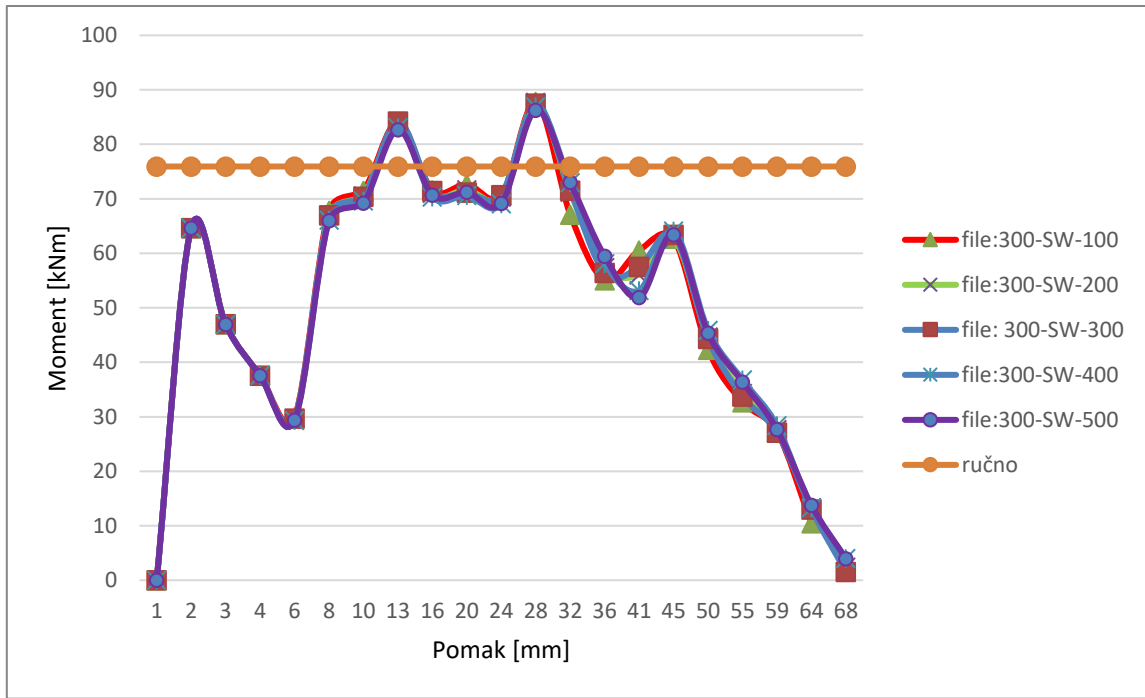
Na slikama 8.5.-8.9. su prikazani rezultati dobiveni računalnim programom za isti razmak točkastih spajala na spoju čeličnih profila i betonske ploče dok se razmaci spajala na spoju čeličnih profila mijenjaju te rezultati dobiveni analitičkim proračunom na istom dijagramu kako bi se približio odnos rezultata.



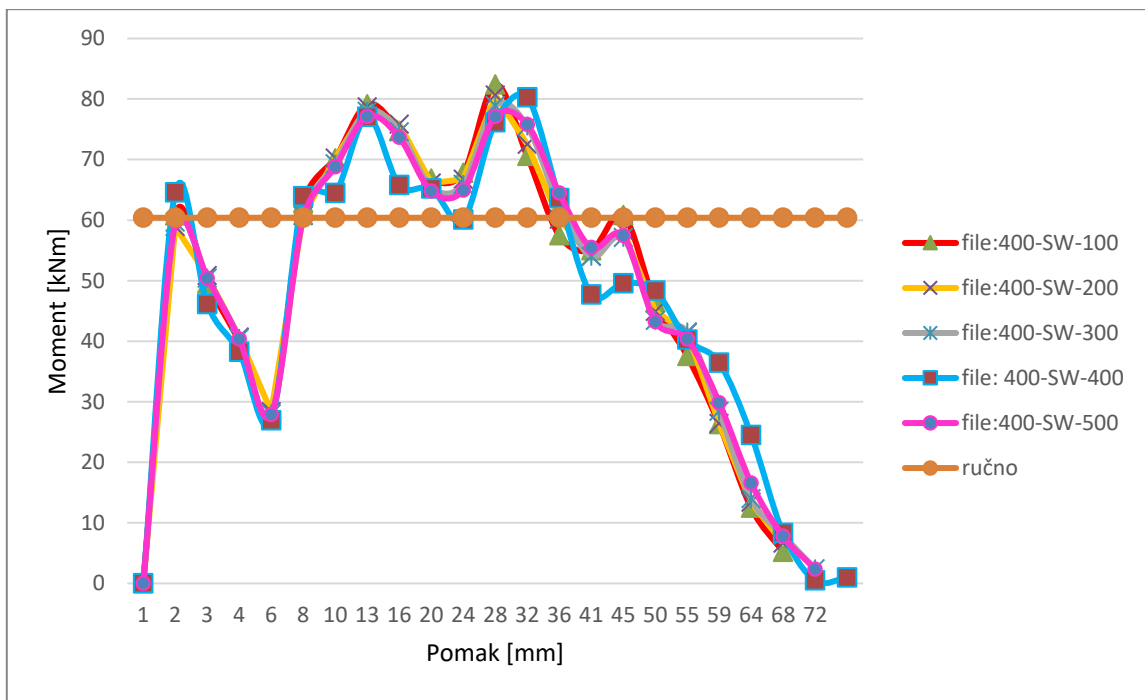
Slika 8.5. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna za punu posmičnu vezu (100 mm)



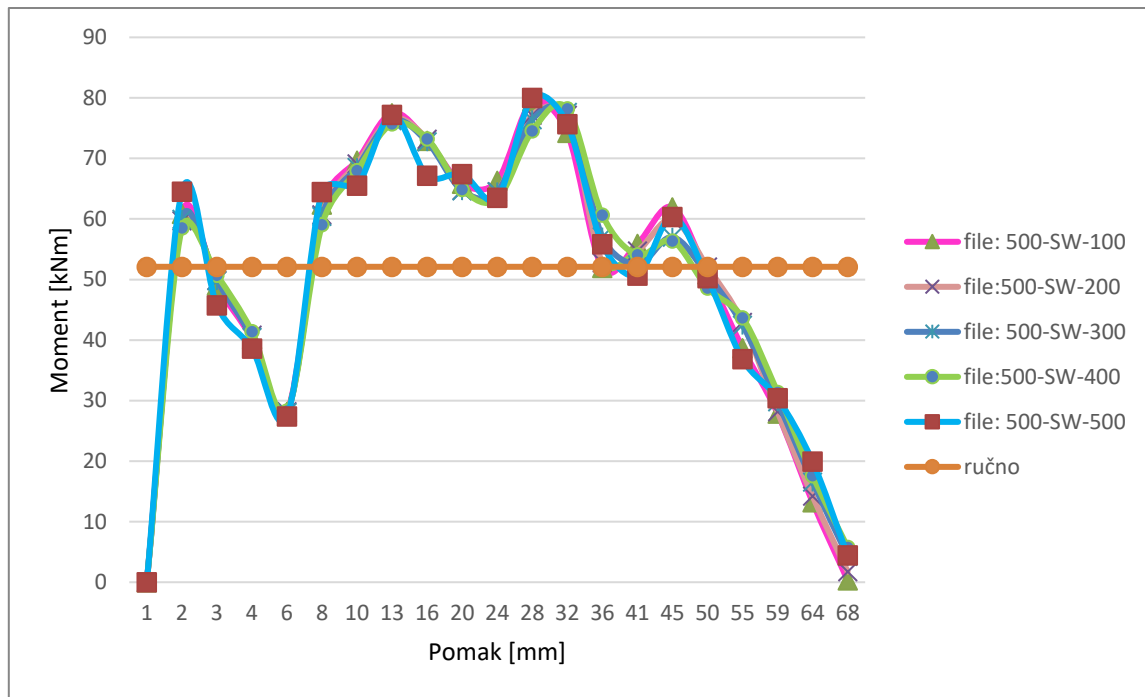
Slika 8.6. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (200 mm)



Slika 8.7. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (300 mm)



Slika 8.8. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (400 mm)



Slika 8.9. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (500 mm)

Iz priloženih dijagrama na slikama 8.5.-8.9. uočljivo je kako ručni proračun uglavnom daje niže vrijednosti nosivosti čime smo na strani sigurnosti. Ujedno, treba uzeti u obzir da su u svim računalnim modelima karakteristike materijala uzete s karakterističnim vrijednostima, a ne proračunskim kako je to napravljeno u ručnom proračunu. S obzirom na navedene razlike, rezultati su opravdani i očekivani.

9 ZAKLJUČCI I PREPORUKE ZA DALJNJA ISTRAŽIVANJA

9.1 Neposredni zaključci

Rezultati numeričke analize dvaju hladno oblikovanih čeličnih C profila spojenih u području hrptova koji su spregnuti s betonskom pločom pokazuju kako otpornost ovako oblikovanih i spojenih elemenata ovisi o načinu i vrsti spajala kojim se uspostavlja veza između dvaju elemenata kao i o udaljenosti spajala ukoliko se radi o točkastim spajalima.

Također, prema prethodno prikazanim dijagramima vidljivo je kako je za punu posmičnu vezu između čeličnih profila i betonske pojasnice te najmanji razmak vijaka na spoju čeličnih profila dobiven najveći kapacitet nosivosti, dok je za razmak vijaka od 500 mm i na spoju nosača i ploče i na spoju čeličnih nosača, koji bi predstavljao stupanj sprežanja $\eta=0,4$, dobiven najmanja otpornost na savijanje. Razlika momenata savijanja između tih dvaju modela iznosi 12,3 kNm.

Razmatrajući dijagrame koji za isti stupanj sprežanja prikazuju rezultate za različite udaljenosti vijaka na spoju čeličnih nosača, vidljivo je kako različit razmak na spoju čeličnih profila ima mali utjecaj na ponašanje nosača i njegovu otpornost na savijanje.

9.2 Preporuke za daljnja istraživanja

Poboljšanje numeričkog modela može se provesti na način da se definira sila pri kojoj dolazi do otkazivanja točkastog spajala ili betona, ovisno koja vrijednost je mjerodavna. Navedena vrijednost se može definirati kao sila sloma spajala.

Ujedno, za izvedbu ploče nosača moguće je koristiti profilirani lim koji može rezultirati djelotvornim sustavom spregnute ploče ujedno služeći kao oplata dok beton ne očvrstne, ili kao radna platforma. Lim se u tom slučaju ne uklanja nego ostaje kao dio spregnutog sustava. U tom slučaju je potrebno uzeti u obzir visinu lima kako bi osigurali dovoljno mjesta u betonskoj ploči za postavljanje armature te zadovoljenja minimalne debljine zaštitnog sloja betona.

Također, kod razmatranog nosača potrebno je dodatno istražiti njegovu otpornost na vertikalni posmik. Isut je također moguće istražiti, analitičkim, numeričkim ili eksperimentalnim postupcima.

Jedan od bitnih kriterija za odabir dimenzija nosača je i granično stanje uporabljivosti. Ukoliko se provjerama graničnog stanja uporabljivosti (GSU) dokaže kako spregnuti nosač ima veći progib od dopuštenog za korišteni raspon, nužno je povećati dimenzije nosača kako bi se uvjet graničnog stanja uporabljivosti zadovoljio. Navedeno granično stanje je jednako važno kao i granično stanje nosivosti koje je detaljno obrađeno u radu i svakako bi ga trebalo dodatno istražiti.

Kako bi se dokazala točnost provedenih analitičkih i numeričkih rezultata, nužna je provedba laboratorijskih ispitivanja razmatranog spregnutog nosača. Ispitivanja je moguće provesti na istom statičkom sustavu nosača kao razmatranim numeričkim modelima. Opterećenje bi bilo nanoseno preko dodatne grede u dvije točke koja bi prenijela opterećenje na betonsku pojasnicu. Uzorak bi bio definiran kao statički sustav proste grede, odnosno oslonjen na dva kraja. Otkazivanje uzorka bi bilo definirano značajnim padom primijenjenog opterećenja ili značajnim deformacijama. Za mjerenje vertikalnog progiba koristili bi se LVDT uređaji koji bi se postavili u kritične zone nosača

ZAHVALE

Želim zahvaliti malom krugu velikih ljudi s kojima sanjam, za koje se trudim, uz koje znam tko sam zapravo ja, uz koje skupljam kamenje svog spoticanja i koristim za izgradnju palače svog uspjeha.

Posebno se želim zahvaliti mentoru doc. dr. sc. Ivanu Lukačeviću na strpljenju prilikom provođenja istraživanja, prenesenom znanju, izdvojenom vremenu, uloženom trudu i podršci.

POPIS LITERATURE

- [1] Vasdravellis G, Uy B, Tan EL, Kirkland B. Behaviour and design of composite beams subjected to sagging bending and axial compression. *J Constr Steel Res* 2015;110:29–39. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2015.03.010>.
- [2] Nguyen R, Thin - walled, cold -formed steel composite beams. *J. Struct. Eng.* 1991;117:2936–2952.
- [3] Androić B, Dujmović D, Lukačević I. Projektiranje spregnutih konstrukcija prema Eurocode 4. IA Projektiranje, Zagreb; 2012.
- [4] Dujmović D, Androić B, Lukačević I. Composite Structures According to Eurocode 4: Worked Examples. 2015. <https://doi.org/10.1002/9783433604908>.
- [5] Hradil P, Talja A, Wahlstr M, Huuhka S, Lahdensivu J, Pikkuvirta J. Re-use of structural elements - Environmentally efficient recovery of building components. 2014.
- [6] Ungureanu V, Lukačević I, Both I, Burca M. Numerical investigation of built-up cold-formed steel beams connected by spot welding. 20th Congr. IABSE, New York City 2019 Evol. Metrop. - Rep., 2019.
- [7] Lukačević I, Ungureanu V, Valčić A, Pedišić M. Bending resistance of cold-formed back-to-back built-up steel sections. In: Cvetkovska M, editor. Proc. 18th Int. Symp. MASE, Skopje, North Macedonia: MASE; 2019, p. 1080–9.
- [8] Leal LAA de S, Batista E de M. Composite floor system with CFS trussed beams, concrete slab and innovative shear connectors. *REM - Int Eng J* 2020;73:23–31. <https://doi.org/10.1590/0370-44672019730049>.
- [9] Kyvelou P, Gardner L, Nethercot DA. Design of Composite Cold-Formed Steel Flooring Systems. *Structures* 2017;12:242–52. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2017.09.006>.
- [10] Salih MNA, Md Tahir M, Mohammad S, Ahmad Y, Sulaiman A, Shek PN, et al. Experimental study on flexural behaviour of partially encased cold-formed steel composite beams using rebar as shear connector. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 2019;513. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/513/1/012038>.
- [11] Leal LAA d. S, Batista E de M. Composite floor system with cold-formed trussed beams and pre-fabricated concrete slab. *Stab Ductility Steel Struct - Proc Int Colloq Stab Ductility Steel Struct* 2019 2019;13:682–90. <https://doi.org/10.1002/stco.201900046>.
- [12] Bamaga SO, Tahir MM, Ngian SP, Mohamad S, Sulaiman A, Aghlara R. Structural

-
- behaviour of cold-formed steel of double c-lipped channel sections integrated with concrete slabs as composite beams. *Lat Am J Solids Struct* 2019;16:1–15. <https://doi.org/10.1590/1679-78255515>.
- [13] Skejić D, Lukačević I, Ćurković I, Čudina I. Application of steel in refurbishment of earthquake-prone buildings. *Gradjevinar* 2020;72:955–66. <https://doi.org/10.14256/JCE.2970.2020>.
- [14] Stepinac M, Kišiček T, Renić T, Hafner I, Bedon C. Methods for the assessment of critical properties in existing masonry structures under seismic loads-the ARES project. *Appl Sci* 2020;10. <https://doi.org/10.3390/app10051576>.
- [15] Ahmed IM, Tsavdaridis KD. The evolution of composite flooring systems: applications, testing, modelling and eurocode design approaches. *J Constr Steel Res* 2019;155:286–300. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2019.01.007>.
- [16] Kuftrin J. Pregled podataka o gospodarenju građevnim otpadom u 2018. godini. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Zagreb, 2019.
- [17] Dassault Systeme, ABAQUS, User's Manual, Version 6.12 2012.
- [18] CEN. Eurocode 4: design of composite steel and concrete structures - Part 1.1: General rules and rules for buildings. 2004.
- [19] Sorić, Z. Kišiček, T. *Betonske konstrukcije 1*. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2014.
- [20] Polus Ł, Szumigała M. An experimental and numerical study of aluminium–concrete joints and composite beams. *Arch Civ Mech Eng* 2019;19:375–90. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2018.11.007>.

PRILOG A: REZULTATI ANALIZE U SLUČAJU PUNE POSMIČNE VEZE ZA RAZLIČITE DEBLJINE I ŠIRINE BETONSKE POJASNICE

U tablicama A.1. - A.3. prikazani su rezultati otpornosti na savijanje u slučaju pune posmične veze kada je efektivna širina betonske pojasnice 600 mm, 800 mm, 1200 mm i 1400 mm za profile: C150, C175, C200, C220, C250, C275 te C300. Proračun je proveden za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37. Izrazi korišteni za proračun navedeni su u poglavlju 4.3. kada se neutralna os nalazi na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila u slučaju pune posmične veze.

Tablica A.1. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 600 mm za profile C150-C300

PROFIL	t	b _{efi} =600 mm											
		C20/25				C25/30				C30/37			
		h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _{0i} [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _{0i} [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _{0i} [kN/m ²]
C150	0,96	19,8	22,5	5,0	6,2	15,9	22,1	4,9	6,1	13,2	21,9	4,9	6,1
	1,46	30,0	35,3	7,8	9,8	24,0	34,5	7,7	9,6	20,0	33,9	7,5	9,4
	1,96	40,5	49,7	11,0	13,8	32,4	48,2	10,7	13,4	27,0	47,2	10,5	13,1
	2,46	51,3	65,4	14,5	18,2	41,0	63,0	14,0	17,5	34,2	61,4	13,6	17,1
	2,96	61,2	80,8	18,0	22,5	49,0	77,4	17,2	21,5	40,8	75,2	16,7	20,9
	3,46	71,0	96,9	21,5	26,9	56,8	92,4	20,5	25,7	47,4	89,3	19,8	24,8
3,96	80,7	113,6	25,3	31,6	64,5	107,7	23,9	29,9	53,8	103,8	23,1	28,8	
C175	0,96	23,2	29,2	6,5	8,1	18,5	28,7	6,4	8,0	15,4	28,4	6,3	7,9
	1,46	35,1	46,1	10,2	12,8	28,0	45,0	10,0	12,5	23,4	44,2	9,8	12,3
	1,96	46,8	64,0	14,2	17,8	37,4	62,0	13,8	17,2	31,2	60,7	13,5	16,9
	2,46	58,3	82,8	18,4	23,0	46,6	79,7	17,7	22,1	38,9	77,7	17,3	21,6
	2,96	69,7	102,6	22,8	28,5	55,8	98,2	21,8	27,3	46,5	95,3	21,2	26,5
	3,46	80,9	123,2	27,4	34,2	64,7	117,3	26,1	32,6	53,9	113,3	25,2	31,5
3,96	92,1	144,8	32,2	40,2	73,6	137,1	30,5	38,1	61,4	132,0	29,3	36,7	
C200	0,96	27,4	38,2	8,5	10,6	21,9	37,5	8,3	10,4	18,3	37,1	8,2	10,3
	1,46	41,5	60,4	13,4	16,8	33,2	58,9	13,1	16,3	27,6	57,8	12,8	16,1
	1,96	55,4	84,2	18,7	23,4	44,3	81,4	18,1	22,6	36,9	79,5	17,7	22,1
	2,46	69,1	109,4	24,3	30,4	55,3	105,0	23,3	29,2	46,1	102,1	22,7	28,4
	2,96	84,1	138,8	30,8	38,5	67,2	132,4	29,4	36,8	56,1	128,1	28,5	35,6
	3,46	97,8	167,4	37,2	46,5	78,2	158,7	35,3	44,1	65,2	152,9	34,0	42,5
3,96	111,3	197,3	43,9	54,8	89,0	186,1	41,4	51,7	74,2	178,6	39,7	49,6	
C220	0,96	29,3	43,8	9,7	12,2	23,5	43,0	9,6	12,0	19,6	42,5	9,4	11,8
	1,46	44,4	69,3	15,4	19,3	35,5	67,5	15,0	18,8	29,6	66,3	14,7	18,4
	1,96	59,3	96,6	21,5	26,8	47,4	93,4	20,8	25,9	39,5	91,3	20,3	25,4
	2,46	74,1	125,6	27,9	34,9	59,2	120,6	26,8	33,5	49,4	117,3	26,1	32,6
	2,96	88,7	156,2	34,7	43,4	70,9	149,0	33,1	41,4	59,1	144,3	32,1	40,1
	3,46	103,2	188,5	41,9	52,4	82,5	178,9	39,7	49,7	68,8	172,4	38,3	47,9
3,96	117,5	222,2	49,4	61,7	93,9	209,7	46,6	58,3	78,3	201,4	44,8	55,9	
C250	0,96	41,7	52,7	11,7	19,5	33,3	51,5	11,4	19,1	27,8	50,7	11,3	18,8
	1,46	63,1	84,3	18,7	31,2	50,5	81,6	18,1	30,2	42,1	79,8	17,7	29,6
	1,96	84,3	118,8	26,4	44,0	67,4	113,9	25,3	42,2	56,2	110,7	24,6	41,0
	2,46	105,3	155,9	34,6	57,7	84,2	148,3	33,0	54,9	70,2	143,3	31,8	53,1
	2,96	126,1	195,6	43,5	72,4	100,9	184,7	41,1	68,4	84,1	177,5	39,5	65,8
	3,46	148,9	242,4	53,9	89,8	119,1	227,3	50,5	84,2	99,2	217,2	48,3	80,5
3,96	169,6	288,0	64,0	106,7	135,6	268,4	59,6	99,4	113,0	255,4	56,8	94,6	
C275	1,46	69,0	99,4	22,1	36,8	55,2	96,2	21,4	35,6	46,0	94,0	20,9	34,8
	1,96	92,3	140,3	31,2	51,9	73,8	134,5	29,9	49,8	61,5	130,6	29,0	48,4
	2,46	115,2	184,2	40,9	68,2	92,1	175,1	38,9	64,9	76,8	169,1	37,6	62,6
	2,96	138,1	231,4	51,4	85,7	110,4	218,4	48,5	80,9	92,0	209,8	46,6	77,7
	3,46	160,6	281,5	62,6	104,3	128,4	264,0	58,7	97,8	107,1	252,3	56,1	93,4
	3,96	183,1	334,8	74,4	124,0	146,4	312,0	69,3	115,6	122,0	296,8	66,0	109,9
C300	1,46	71,3	109,3	24,3	40,5	57,0	105,8	23,5	39,2	47,5	103,5	23,0	38,3
	1,96	95,2	153,9	34,2	57,0	76,2	147,7	32,8	54,7	63,5	143,6	31,9	53,2
	2,46	119,0	201,9	44,9	74,8	95,2	192,3	42,7	71,2	79,3	185,8	41,3	68,8
	2,96	142,6	253,3	56,3	93,8	114,0	239,5	53,2	88,7	95,0	230,3	51,2	85,3
	3,46	180,3	343,4	76,3	127,2	144,2	321,2	71,4	119,0	120,2	306,5	68,1	113,5
	3,96	205,5	409,0	90,9	151,5	164,3	380,3	84,5	140,8	137,0	361,2	80,3	133,8

Tablica A.2. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 800 mm za profile C150-C300

PROFIL	t	b _{eff} =800 mm											
		C20/25				C25/30				C30/37			
		h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q ₀ [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q ₀ [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q ₀ [kN/m ²]
C150	0,96	26,5	23,1	5,1	8,5	21,2	22,6	5,0	8,4	17,6	22,3	4,9	8,2
	1,46	40,0	36,7	8,1	13,6	31,9	35,6	7,9	13,2	26,6	34,9	7,7	12,9
	1,96	54,1	52,2	11,6	19,3	43,2	50,2	11,2	18,6	36,0	48,9	10,9	18,1
	2,46	68,4	69,3	15,4	25,7	54,7	66,2	14,7	24,5	45,6	64,0	14,2	23,7
	2,96	81,7	86,5	19,2	32,0	65,3	82,0	18,2	30,4	54,4	78,9	17,5	29,2
	3,46	94,7	104,6	23,2	38,7	75,7	98,5	21,9	36,5	63,1	94,4	21,0	35,0
C175	0,96	30,9	30,0	6,7	11,1	24,7	29,4	6,5	10,9	20,6	28,9	6,4	10,7
	1,46	46,7	47,9	10,7	17,8	37,4	46,5	10,3	17,2	31,2	45,5	10,1	16,8
	1,96	62,4	67,3	15,0	24,9	49,9	64,7	14,4	24,0	41,6	62,9	14,0	23,3
	2,46	77,7	87,9	19,5	32,6	62,2	83,8	18,6	31,0	51,8	81,1	18,0	30,0
	2,96	93,0	110,0	24,4	40,7	74,3	104,1	23,1	38,6	62,0	100,2	22,3	37,1
	3,46	107,9	133,1	29,6	49,3	86,3	125,2	27,8	46,4	71,9	119,9	26,6	44,4
C200	0,96	36,6	39,3	8,7	14,6	29,2	38,4	8,5	14,2	24,4	37,8	8,4	14,0
	1,46	55,3	63,0	14,0	23,3	44,2	60,9	13,5	22,6	36,9	59,6	13,2	22,1
	1,96	73,8	88,8	19,7	32,9	59,0	85,1	18,9	31,5	49,2	82,6	18,4	30,6
	2,46	92,2	116,6	25,9	43,2	73,7	110,8	24,6	41,0	61,4	107,0	23,8	39,6
	2,96	112,1	149,5	33,2	55,4	89,7	140,9	31,3	52,2	74,7	135,2	30,0	50,1
	3,46	130,4	181,8	40,4	67,3	104,2	170,3	37,8	63,1	86,9	162,6	36,1	60,2
C220	0,96	39,1	45,1	10,0	16,7	31,3	44,1	9,8	16,3	26,1	43,4	9,6	16,1
	1,46	59,2	72,3	16,1	26,8	47,3	69,9	15,5	25,9	39,5	68,3	15,2	25,3
	1,96	79,1	101,9	22,6	37,7	63,2	97,6	21,7	36,2	52,7	94,8	21,1	35,1
	2,46	98,7	133,8	29,7	49,6	79,0	127,2	28,3	47,1	65,8	122,8	27,3	45,5
	2,96	118,2	168,0	37,3	62,2	94,5	158,5	35,2	58,7	78,8	152,2	33,8	56,4
	3,46	137,6	204,6	45,5	75,8	110,0	191,7	42,6	71,0	91,7	183,2	40,7	67,8
C250	0,96	31,3	51,2	11,4	14,2	25,0	50,3	11,2	14,0	20,8	49,7	11,1	13,8
	1,46	47,3	81,0	18,0	22,5	37,9	78,9	17,5	21,9	31,6	77,6	17,2	21,5
	1,96	63,2	112,7	25,0	31,3	50,6	109,1	24,2	30,3	42,2	106,7	23,7	29,6
	2,46	79,0	146,4	32,5	40,7	63,2	140,8	31,3	39,1	52,7	137,0	30,4	38,1
	2,96	94,6	182,0	40,5	50,6	75,6	173,9	38,6	48,3	63,1	168,5	37,4	46,8
	3,46	111,7	223,5	49,7	62,1	89,3	212,2	47,2	58,9	74,4	204,7	45,5	56,9
C275	0,96	51,7	95,4	21,2	26,5	41,4	92,9	20,7	25,8	34,5	91,3	20,3	25,4
	1,96	69,2	133,0	29,6	37,0	55,3	128,7	28,6	35,7	46,1	125,8	28,0	34,9
	2,46	86,4	172,9	38,4	48,0	69,1	166,1	36,9	46,1	57,6	161,6	35,9	44,9
	2,96	103,6	215,2	47,8	59,8	82,8	205,5	45,7	57,1	69,0	199,0	44,2	55,3
	3,46	120,5	259,6	57,7	72,1	96,3	246,4	54,8	68,5	80,3	237,7	52,8	66,0
	3,96	137,3	306,4	68,1	85,1	109,8	289,2	64,3	80,3	91,5	277,9	61,7	77,2
C300	1,46	53,4	105,0	23,3	29,2	42,7	102,4	22,8	28,4	35,6	100,7	22,4	28,0
	1,96	71,4	146,2	32,5	40,6	57,1	141,5	31,4	39,3	47,6	138,4	30,8	38,5
	2,46	89,3	189,9	42,2	52,7	71,4	182,6	40,6	50,7	59,5	177,8	39,5	49,4
	2,96	107,0	236,1	52,5	65,6	85,5	225,7	50,1	62,7	71,3	218,8	48,6	60,8
	3,46	135,2	315,8	70,2	87,7	108,1	299,1	66,5	83,1	90,1	288,1	64,0	80,0
	3,96	154,1	373,2	82,9	103,7	123,3	351,6	78,1	97,7	102,7	337,2	74,9	93,7

Tablica A.3. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 1200 mm za profile C150-C300

PROFIL	t	b _{eff} =1200 mm											
		C20/25				C25/30				C30/37			
		h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _u [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _u [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q _u [kN/m ²]
C150	0,96	13,2	21,9	4,9	4,1	10,6	21,6	4,8	4,0	8,8	21,5	4,8	4,0
	1,46	20,0	33,9	7,5	6,3	16,0	33,4	7,4	6,2	13,3	33,0	7,3	6,1
	1,96	27,0	47,2	10,5	8,7	21,6	46,2	10,3	8,6	18,0	45,6	10,1	8,4
	2,46	34,2	61,4	13,6	11,4	27,3	59,8	13,3	11,1	22,8	58,7	13,1	10,9
	2,96	40,8	75,2	16,7	13,9	32,6	72,9	16,2	13,5	27,2	71,4	15,9	13,2
	3,46	47,4	89,3	19,8	16,5	37,9	86,3	19,2	16,0	31,6	84,2	18,7	15,6
3,96	53,8	103,8	23,1	19,2	43,0	99,9	22,2	18,5	35,9	97,2	21,6	18,0	
C175	0,96	15,4	28,4	6,3	5,3	12,4	28,1	6,2	5,2	10,3	27,9	6,2	5,2
	1,46	23,4	44,2	9,8	8,2	18,7	43,5	9,7	8,1	15,6	43,0	9,6	8,0
	1,96	31,2	60,7	13,5	11,2	24,9	59,4	13,2	11,0	20,8	58,5	13,0	10,8
	2,46	38,9	77,7	17,3	14,4	31,1	75,6	16,8	14,0	25,9	74,2	16,5	13,7
	2,96	46,5	95,3	21,2	17,6	37,2	92,3	20,5	17,1	31,0	90,4	20,1	16,7
	3,46	54,0	113,3	25,2	21,0	43,1	109,4	24,3	20,3	36,0	106,7	23,7	19,8
3,96	61,4	132,0	29,3	24,4	49,1	126,9	28,2	23,5	40,9	123,5	27,4	22,9	
C200	0,96	18,3	37,1	8,2	6,9	14,6	36,6	8,1	6,8	12,2	36,3	8,1	6,7
	1,46	27,6	57,8	12,8	10,7	22,1	56,8	12,6	10,5	18,4	56,1	12,5	10,4
	1,96	36,9	79,5	17,7	14,7	29,5	77,7	17,3	14,4	24,6	76,4	17,0	14,2
	2,46	46,1	102,1	22,7	18,9	36,8	99,3	22,1	18,4	30,7	97,3	21,6	18,0
	2,96	56,1	128,1	28,5	23,7	44,8	123,8	27,5	22,9	37,4	121,0	26,9	22,4
	3,46	65,2	152,9	34,0	28,3	52,1	147,2	32,7	27,3	43,4	143,3	31,8	26,5
3,96	74,2	178,6	39,7	33,1	59,3	171,1	38,0	31,7	49,4	166,2	36,9	30,8	
C220	0,96	19,6	42,5	9,4	7,9	15,6	42,0	9,3	7,8	13,0	41,6	9,3	7,7
	1,46	29,6	66,3	14,7	12,3	23,7	65,1	14,5	12,1	19,7	64,3	14,3	11,9
	1,96	39,5	91,3	20,3	16,9	31,6	89,1	19,8	16,5	26,4	87,7	19,5	16,2
	2,46	49,4	117,3	26,1	21,7	39,5	113,9	25,3	21,1	32,9	111,7	24,8	20,7
	2,96	59,1	144,3	32,1	26,7	47,3	139,5	31,0	25,8	39,4	136,4	30,3	25,3
	3,46	68,8	172,4	38,3	31,9	55,0	166,0	36,9	30,7	45,8	161,7	35,9	29,9
3,96	78,3	201,4	44,8	37,3	62,6	193,0	42,9	35,7	52,2	187,5	41,7	34,7	
C250	0,96	20,9	49,7	11,1	9,2	16,7	49,1	10,9	9,1	13,9	48,7	10,8	9,0
	1,46	31,6	77,6	17,2	14,4	25,2	76,2	16,9	14,1	21,0	75,3	16,7	13,9
	1,96	42,2	106,7	23,7	19,8	33,7	104,3	23,2	19,3	28,1	102,7	22,8	19,0
	2,46	52,7	137,0	30,4	25,4	42,1	133,2	29,6	24,7	35,1	130,7	29,1	24,2
	2,96	63,1	168,5	37,5	31,2	50,4	163,1	36,2	30,2	42,0	159,5	35,4	29,5
	3,46	74,4	204,7	45,5	37,9	59,5	197,1	43,8	36,5	49,6	192,1	42,7	35,6
3,96	84,8	239,1	53,1	44,3	67,8	229,3	51,0	42,5	56,5	222,8	49,5	41,3	
C275	1,46	34,5	91,3	20,3	16,9	27,6	89,7	19,9	16,6	23,0	88,6	19,7	16,4
	1,96	46,1	125,8	28,0	23,3	36,9	122,9	27,3	22,8	30,7	121,0	26,9	22,4
	2,46	57,6	161,6	35,9	29,9	46,1	157,1	34,9	29,1	38,4	154,1	34,2	28,5
	2,96	69,0	199,0	44,2	36,9	55,2	192,5	42,8	35,7	46,0	188,2	41,8	34,9
	3,46	80,3	237,7	52,8	44,0	64,2	228,9	50,9	42,4	53,5	223,1	49,6	41,3
	3,96	91,5	277,9	61,8	51,5	73,2	266,5	59,2	49,3	61,0	258,9	57,5	47,9
C300	1,46	35,6	100,7	22,4	18,6	28,5	98,9	22,0	18,3	23,7	97,8	21,7	18,1
	1,96	47,6	138,4	30,8	25,6	38,1	135,4	30,1	25,1	31,7	133,3	29,6	24,7
	2,46	59,5	177,8	39,5	32,9	47,6	173,0	38,4	32,0	39,7	169,8	37,7	31,4
	2,96	71,3	218,8	48,6	40,5	57,0	211,8	47,1	39,2	47,5	207,2	46,1	38,4
	3,46	90,1	288,1	64,0	53,4	72,1	277,1	61,6	51,3	60,1	269,7	59,9	49,9
	3,96	102,8	337,3	74,9	62,5	82,2	322,9	71,7	59,8	68,5	313,3	69,6	58,0

Tablica A.4. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 1400 mm za profile C150-C300

PROFIL	t	b _{eff} =1400 mm											
		C20/25				C25/30				C30/37			
		h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q ₀ [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q ₀ [kN/m ²]	h _c [mm]	Mpl [kNm]	q _i [kN/m]	q ₀ [kN/m ²]
C150	0,96	11,3	21,7	4,8	3,4	9,1	21,5	4,8	3,4	7,6	21,4	4,7	3,4
	1,46	17,1	33,6	7,5	5,3	13,7	33,1	7,4	5,3	11,4	32,8	7,3	5,2
	1,96	23,2	46,5	10,3	7,4	18,5	45,7	10,1	7,2	15,4	45,1	10,0	7,2
	2,46	29,3	60,3	13,4	9,6	23,4	58,9	13,1	9,3	19,5	58,0	12,9	9,2
	2,96	35,0	73,5	16,3	11,7	28,0	71,6	15,9	11,4	23,3	70,3	15,6	11,2
	3,46	40,6	87,1	19,4	13,8	32,5	84,5	18,8	13,4	27,1	82,8	18,4	13,1
3,96	46,1	101,0	22,4	16,0	36,9	97,6	21,7	15,5	30,7	95,4	21,2	15,1	
C175	0,96	13,2	28,2	6,3	4,5	10,6	27,9	6,2	4,4	8,8	27,7	6,2	4,4
	1,46	20,0	43,7	9,7	6,9	16,0	43,1	9,6	6,8	13,4	42,6	9,5	6,8
	1,96	26,7	59,8	13,3	9,5	21,4	58,6	13,0	9,3	17,8	57,9	12,9	9,2
	2,46	33,3	76,2	16,9	12,1	26,6	74,4	16,5	11,8	22,2	73,3	16,3	11,6
	2,96	39,8	93,2	20,7	14,8	31,9	90,7	20,1	14,4	26,6	89,0	19,8	14,1
	3,46	46,2	110,5	24,6	17,5	37,0	107,1	23,8	17,0	30,8	104,8	23,3	16,6
3,96	52,6	128,3	28,5	20,4	42,1	123,9	27,5	19,7	35,1	121,0	26,9	19,2	
C200	0,96	15,7	36,7	8,2	5,8	12,5	36,3	8,1	5,8	10,4	36,1	8,0	5,7
	1,46	23,7	57,1	12,7	9,1	18,9	56,2	12,5	8,9	15,8	55,6	12,4	8,8
	1,96	31,6	78,2	17,4	12,4	25,3	76,6	17,0	12,2	21,1	75,6	16,8	12,0
	2,46	39,5	100,1	22,2	15,9	31,6	97,6	21,7	15,5	26,3	96,0	21,3	15,2
	2,96	48,1	125,0	27,8	19,8	38,4	121,4	27,0	19,3	32,0	118,9	26,4	18,9
	3,46	55,9	148,8	33,1	23,6	44,7	143,9	32,0	22,8	37,2	140,6	31,2	22,3
3,96	63,6	173,3	38,5	27,5	50,8	166,9	37,1	26,5	42,4	162,6	36,1	25,8	
C220	0,96	16,8	42,1	9,4	6,7	13,4	41,7	9,3	6,6	11,2	41,4	9,2	6,6
	1,46	25,4	65,5	14,6	10,4	20,3	64,5	14,3	10,2	16,9	63,8	14,2	10,1
	1,96	33,9	89,7	19,9	14,2	27,1	87,9	19,5	14,0	22,6	86,7	19,3	13,8
	2,46	42,3	114,9	25,5	18,2	33,8	112,1	24,9	17,8	28,2	110,2	24,5	17,5
	2,96	50,7	140,9	31,3	22,4	40,5	136,8	30,4	21,7	33,8	134,1	29,8	21,3
	3,46	59,0	167,8	37,3	26,6	47,1	162,3	36,1	25,8	39,3	158,7	35,3	25,2
3,96	67,1	195,4	43,4	31,0	53,7	188,3	41,8	29,9	44,7	183,5	40,8	29,1	
C250	0,96	17,9	49,3	11,0	7,8	14,3	48,8	10,8	7,7	11,9	48,5	10,8	7,7
	1,46	27,1	76,6	17,0	12,2	21,6	75,4	16,8	12,0	18,0	74,7	16,6	11,9
	1,96	36,1	105,0	23,3	16,7	28,9	102,9	22,9	16,3	24,1	101,5	22,6	16,1
	2,46	45,1	134,3	29,8	21,3	36,1	131,1	29,1	20,8	30,1	128,9	28,7	20,5
	2,96	54,1	164,7	36,6	26,1	43,2	160,0	35,6	25,4	36,0	156,9	34,9	24,9
	3,46	63,8	199,3	44,3	31,6	51,0	192,8	42,9	30,6	42,5	188,5	41,9	29,9
3,96	72,7	232,1	51,6	36,8	58,1	223,7	49,7	35,5	48,4	218,2	48,5	34,6	
C275	1,46	29,6	90,2	20,0	14,3	23,6	88,8	19,7	14,1	19,7	87,9	19,5	13,9
	1,96	39,5	123,7	27,5	19,6	31,6	121,2	26,9	19,2	26,4	119,6	26,6	19,0
	2,46	49,4	158,4	35,2	25,1	39,5	154,5	34,3	24,5	32,9	151,9	33,8	24,1
	2,96	59,2	194,4	43,2	30,9	47,3	188,8	42,0	30,0	39,4	185,1	41,1	29,4
	3,46	68,8	231,4	51,4	36,7	55,0	223,9	49,8	35,5	45,9	218,9	48,6	34,7
	3,96	78,5	269,7	59,9	42,8	62,7	260,0	57,8	41,3	52,3	253,5	56,3	40,2
C300	1,46	30,5	99,4	22,1	15,8	24,4	98,0	21,8	15,5	20,4	97,0	21,5	15,4
	1,96	40,8	136,2	30,3	21,6	32,6	133,6	29,7	21,2	27,2	131,8	29,3	20,9
	2,46	51,0	174,4	38,8	27,7	40,8	170,3	37,8	27,0	34,0	167,5	37,2	26,6
	2,96	61,1	213,8	47,5	33,9	48,9	207,9	46,2	33,0	40,7	204,0	45,3	32,4
	3,46	77,3	280,2	62,3	44,5	61,8	270,7	60,2	43,0	51,5	264,4	58,8	42,0
	3,96	88,1	327,0	72,7	51,9	70,4	314,7	69,9	49,9	58,7	306,5	68,1	48,6

PRILOG B: REZULTATI ANALIZE KADA JE NEUTRALNA OS NA DODIRU BETONSKE POJASNICE I ČELIČNOG PROFILA

B1 Profil C150

Tablice B.1.-B.21. prikazuju otpornosti na savijanje te interakciju momenta i poprečne sile u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske ploče (debljine 9 cm i efektivne širine 1 m) i čeličnog profila C150 u ovisnosti o različitim debljinama čeličnog profila, stupnjevima sprezanja te za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37.

Tablica B.1. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/0,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/0,96	0,4	1,37	1,37	6,15	6	21,31	12,09	4,10	0,00	21,31
	0,5	1,71	2,06	7,69	7	21,45	13,73	5,12	0,00	21,45
	0,6	2,05	2,05	9,22	9	21,58	15,43	6,15	0,00	21,58
	0,7	2,39	2,39	10,76	10	21,72	17,10	7,17	0,00	21,10
	0,8	2,73	2,73	12,30	12	21,85	18,77	8,20	0,00	21,85
	0,9	3,07	3,07	13,83	13	21,98	20,44	9,22	0,00	21,98
	1	3,42	3,42	15,37	14	22,12	22,12	10,24	0,00	22,12

Tablica B.2. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/0,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/0,96	0,40	1,34	1,34	6,03	6,00	21,02	11,97	4,02	0,00	21,02
	0,50	1,68	1,68	7,54	7,00	21,16	13,62	5,03	0,00	21,16
	0,60	2,01	2,01	9,05	8,00	21,29	15,26	6,03	0,00	21,29
	0,70	2,35	2,35	10,56	10,00	21,43	16,90	7,04	0,00	21,43
	0,80	2,68	2,68	12,07	11,00	21,56	18,55	8,04	0,00	21,56
	0,90	3,02	3,02	13,58	12,00	21,70	20,19	9,05	0,00	21,70
	1,00	3,35	3,35	15,08	13,00	21,83	21,83	10,06	0,00	21,83

Tablica B.3. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/0,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/0,96	0,40	1,32	1,32	5,96	5,00	20,83	11,90	3,97	0	20,83
	0,50	1,65	1,65	7,45	6,00	20,97	13,52	4,96	0	20,97
	0,60	1,99	1,99	8,94	8,00	21,10	15,15	5,96	0	21,10
	0,70	2,32	2,32	10,43	9,00	21,24	16,77	6,95	0	21,24
	0,80	2,65	2,65	11,92	10,00	21,37	18,39	7,94	0	21,37
	0,90	2,98	2,98	13,40	11,00	21,51	20,02	8,94	0	21,51
	1,00	3,31	3,31	14,89	12,00	21,64	21,64	9,93	0	21,64

Tablica B.4. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/1,46	0,4	2,160	2,160	9,72	9	35,09	20,51	6,48	0	35,09
	0,5	2,70	2,70	12,15	11	34,99	22,84	8,10	0	34,99
	0,6	3,24	3,24	14,58	13	34,89	25,17	9,72	0	34,89
	0,7	3,78	3,78	17,01	15	34,79	27,50	11,34	0	34,79
	0,8	4,32	4,32	19,44	17	34,69	29,83	12,96	0	34,69
	0,9	4,86	4,86	21,87	19	34,59	32,16	14,58	0	34,59
	1	5,40	5,40	24,30	21	34,49	34,49	16,20	0	34,49

Tablica B.5. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/1,46	0,40	2,10	2,10	9,46	8	34,44	20,25	6,31	0	34,44
	0,50	2,63	2,63	11,83	10	34,34	22,51	7,88	0	34,34
	0,60	3,15	3,15	14,19	12	34,24	24,78	9,46	0	34,24
	0,70	3,68	3,68	16,56	14	34,14	27,04	11,04	0	34,14
	0,80	4,20	4,20	18,92	16	34,04	29,31	12,61	0	34,04
	0,90	4,73	4,73	21,29	18	33,94	31,57	14,19	0	33,94
	1,00	5,26	5,26	23,65	19	33,84	33,84	15,77	0	33,84

Tablica B.6. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/1,46	0,40	2,06	2,06	9,29	8	34,01	20,07	6,19	0	34,01
	0,50	2,58	2,58	11,61	9	33,90	22,30	7,74	0	33,90
	0,60	3,10	3,10	13,93	11	33,80	24,52	9,29	0	33,80
	0,70	3,61	3,61	16,25	13	33,70	26,74	10,84	0	33,70
	0,80	4,13	4,13	18,57	15	33,60	28,96	12,38	0	33,60
	0,90	4,64	4,64	20,90	17	33,50	31,18	13,93	0	33,50
	1,00	5,16	5,16	23,22	18	33,40	33,40	15,48	0	33,40

Tablica B.7. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/1,96	0,4	3,06	3,06	13,78	12,00	49,54	28,88	9,18	0	49,54
	0,5	3,83	3,83	17,22	15,00	49,32	32,10	11,48	0	49,32
	0,6	4,59	4,59	20,66	18,00	49,10	35,33	13,78	0	49,10
	0,7	5,36	5,36	24,11	21,00	48,88	38,55	16,07	0	48,88
	0,8	6,12	6,12	27,55	24,00	48,66	41,77	18,37	0	48,66
	0,9	6,89	6,89	31,00	27,00	48,44	45,00	20,66	0	48,44
	1	7,65	7,65	34,44	29	48,222	48,222	22,961	0	48,222

Tablica B.8. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/1,96	0,40	2,96	2,96	13,30	10,00	48,35	28,40	8,87	0	48,35
	0,50	3,69	3,69	16,62	13,00	48,13	31,51	11,08	0	48,13
	0,60	4,43	4,43	19,95	15,00	47,91	34,61	13,30	0	47,91
	0,70	5,17	5,17	23,27	18,00	47,69	37,72	15,52	0	47,69
	0,80	5,91	5,91	26,60	20,00	47,47	40,82	17,73	0	47,47
	0,90	6,65	6,65	29,92	23,00	47,25	43,92	19,95	0	47,25
	1,00	7,39	7,39	33,25	25,00	47,03	47,03	22,16	0	47,03

Tablica B.9. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/1,96	0,40	2,88	2,88	12,98	10,00	47,56	28,09	8,65	0	47,56
	0,50	3,61	3,61	16,23	13,00	47,34	31,11	10,82	0	47,34
	0,60	4,33	4,33	19,47	15,00	47,12	34,13	12,98	0	47,12
	0,70	5,05	5,05	22,72	18,00	46,90	37,16	15,14	0	46,90
	0,80	5,77	5,77	25,96	20,00	46,68	40,18	17,31	0	46,68
	0,90	6,49	6,49	29,21	23,00	46,46	43,21	19,47	0	46,46
	1,00	7,21	7,21	32,45	25,00	46,23	46,23	21,64	0	46,23

Tablica B.10. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/2,46	0,4	4,05	4,05	18,222	15	64,864	37,530	12,148	0	64,864
	0,5	5,062	5,062	22,78	18,00	64,55	41,77	15,19	0	64,55
	0,6	6,07	6,07	27,33	22,00	64,24	46,02	18,22	0	64,24
	0,7	7,09	7,09	31,89	26,00	63,92	50,26	21,26	0	63,92
	0,8	8,10	8,10	36,44	29,00	63,61	54,50	24,30	0	63,61
	0,9	9,11	9,11	41,00	33,00	63,30	58,74	27,33	0	63,30
	1	10,12	10,12	45,56	36,00	62,99	62,99	30,37	0	62,99

Tablica B.11. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/2,46	0,40	3,88	3,88	17,46	13,00	62,95	36,77	11,64	0	62,95
	0,50	4,85	4,85	21,82	16,00	62,64	40,82	14,55	0	62,64
	0,60	5,82	5,82	26,19	20,00	62,33	44,87	17,46	0	62,33
	0,70	6,79	6,79	30,55	23,00	62,01	48,92	20,37	0	62,01
	0,80	7,76	7,76	34,92	26,00	61,70	52,97	23,28	0	61,70
	0,90	8,73	8,73	39,28	29,00	61,39	57,02	26,19	0	61,39
	1,00	9,70	9,70	43,65	32,00	61,08	61,08	29,10	0	61,08

Tablica B.12. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/2,46	0,40	3,77	3,77	16,95	13,00	61,68	36,26	11,30	0	61,68
	0,50	4,71	4,71	21,19	16,00	61,37	40,18	14,13	0	61,37
	0,60	5,65	5,65	25,43	19,00	61,06	44,11	16,95	0	61,06
	0,70	6,59	6,59	29,66	22,00	60,75	48,03	19,78	0	60,75
	0,80	7,53	7,53	33,90	25,00	60,43	51,96	22,60	0	60,43
	0,90	8,48	8,48	38,14	28,00	60,12	55,88	25,43	0	60,12
	1,00	9,42	9,42	42,38	31,00	59,81	59,81	28,25	0	59,81

Tablica B.13. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/2,96	0,4	5,03	5,03	22,65	18	79,55	45,58	15,10	0	79,55
	0,5	6,29	6,29	28,31	22	79,20	50,89	18,87	0	79,20
	0,6	7,55	7,55	33,97	26	78,85	56,20	22,65	0	78,85
	0,7	8,81	8,81	39,63	31	78,49	61,51	26,42	0	78,49
	0,8	10,07	10,07	45,29	35	78,14	66,82	30,20	0	78,14
	0,9	11,32	11,32	50,96	39	77,79	72,13	33,97	0	77,79
	1	12,58	12,58	56,62	43	77,43	77,43	37,75	0	77,43

Tablica B.14. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/2,96	0,40	4,791	4,791	21,56	16	76,83	44,49	14,37	0	76,83
	0,50	5,99	5,99	26,95	19	76,48	49,53	17,96	0	76,48
	0,60	7,19	7,19	32,34	23	76,12	54,57	21,56	0	76,12
	0,70	8,38	8,38	37,73	27	75,77	59,60	25,15	0	75,77
	0,80	9,58	9,58	43,11	31	75,42	64,64	28,74	0	75,42
	0,90	10,78	10,78	48,50	35	75,06	69,67	32,34	0	75,06
	1,00	11,98	11,98	53,89	38	74,71	74,71	35,93	0	74,71

Tablica B.15. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/2,96	0,40	4,63	4,63	20,83	15	75,02	43,77	13,89	0	75,02
	0,50	5,79	5,79	26,04	19	74,67	48,63	17,36	0	74,67
	0,60	6,94	6,94	31,25	23	74,31	53,48	20,83	0	74,31
	0,70	8,10	8,10	36,46	26	73,96	58,33	24,31	0	73,96
	0,80	9,26	9,26	41,67	30	73,61	63,19	27,78	0	73,61
	0,90	10,42	10,42	46,87	34	73,25	68,04	31,25	0	73,25
	1,00	11,57	11,57	52,08	37	72,90	72,90	34,72	0	72,90

Tablica B.16. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/3,46	0,4	6,06	6,06	27,28	20,00	94,68	53,75	18,19	0	94,68
	0,5	7,58	7,58	34,11	25,00	94,29	60,19	22,74	0	94,29
	0,6	9,09	9,09	40,93	30,00	93,91	66,62	27,28	0	93,91
	0,7	10,61	10,61	47,75	35,00	93,52	73,06	31,83	0	93,52
	0,8	12,13	12,13	54,57	40,00	93,13	79,49	36,38	0	93,13
	0,9	13,64	13,64	61,39	45,00	92,75	85,93	40,93	0	92,75
	1	15,16	15,16	68,21	50,00	92,36	92,36	45,47	0	92,36

Tablica B.17. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/3,46	0,40	5,74	5,74	25,82	18	91,01	52,29	17,21	0	91,01
	0,50	7,17	7,17	32,27	22	90,63	58,35	21,51	0	90,63
	0,60	8,61	8,61	38,73	27	90,24	64,42	25,82	0	90,24
	0,70	10,04	10,04	45,18	31	89,85	70,49	30,12	0	89,85
	0,80	11,47	11,47	51,64	36	89,47	76,56	34,42	0	89,47
	0,90	12,91	12,91	58,09	40	89,08	82,63	38,73	0	89,08
	1,00	14,34	14,34	64,54	44	88,69	88,69	43,03	0	88,69

Tablica B.18. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/3,46	0,40	5,52	5,52	24,84	18	88,58	51,31	16,56	0	88,58
	0,50	6,90	6,90	31,05	22	88,19	57,14	20,70	0	88,19
	0,60	8,28	8,28	37,26	26	87,80	62,96	24,84	0	87,80
	0,70	9,66	9,66	43,48	31	87,42	68,78	28,98	0	87,42
	0,80	11,04	11,04	49,69	35	87,03	74,61	33,12	0	87,03
	0,90	12,42	12,42	55,90	39	86,64	80,43	37,26	0	86,64
	1,00	13,80	13,80	62,11	43	86,26	86,26	41,41	0	86,26

Tablica B.19. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/3,96	0,4	7,14	7,14	32,12	23	110,21	62,02	21,41	0	110,21
	0,5	8,92	8,92	40,15	29	109,79	69,64	26,77	0	109,79
	0,6	10,71	10,71	48,18	35	109,38	77,26	32,12	0	109,38
	0,7	12,49	12,49	56,21	40	108,97	84,88	37,48	0	108,97
	0,8	14,28	14,28	64,24	46	108,56	92,50	42,83	0	108,56
	0,9	16,06	16,06	72,27	52	108,15	100,12	48,18	0	108,15
	1	17,85	17,85	80,30	57	107,74	107,74	53,54	0	107,74

Tablica B.20. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/3,96	0,40	6,72	6,72	30,23	20	105,48	60,13	20,15	0	105,48
	0,50	8,40	8,40	37,79	25	105,06	67,28	25,19	0	105,06
	0,60	10,08	10,08	45,34	30	104,65	74,42	30,23	0	104,65
	0,70	11,76	11,76	52,90	35	104,24	81,57	35,27	0	104,24
	0,80	13,44	13,44	60,46	40	103,83	88,71	40,31	0	103,83
	0,90	15,11	15,11	68,02	45	103,42	95,86	45,34	0	103,42
	1,00	16,79	16,79	75,57	50	103,00	103,00	50,38	0	103,00

Tablica B.21. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C150/3,96	0,40	6,438	6,438	28,97	20	102,33	58,87	19,31	0	102,33
	0,50	8,05	8,05	36,21	25	101,92	65,71	24,14	0	101,92
	0,60	9,66	9,66	43,46	30	101,51	72,54	28,97	0	101,51
	0,70	11,27	11,27	50,70	35	101,10	79,37	33,80	0	101,10
	0,80	12,88	12,88	57,94	40	100,68	86,20	38,63	0	100,68
	0,90	14,49	14,49	65,19	45	100,27	93,03	43,46	0	100,27
	1,00	16,10	16,10	72,43	49	99,86	99,86	48,29	0	99,86

Profil C175

Tablice B.22.-B.42. prikazuju otpornosti na savijanje te interakciju momenta i poprečne sile u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske ploče (debljine 9 cm i efektivne širine 1 m) i čeličnog profila C175 u ovisnosti o različitim debljinama čeličnog profila, stupnjevima spreznja te za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37.

Tablica B.22. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/0,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/0,96	0,4	1,74	1,74	7,81	7	27,18	15,46	5,21	0	27,18
	0,5	2,17	2,17	9,77	9	27,44	17,67	6,51	0	27,44
	0,6	2,60	2,60	11,72	11	27,70	19,88	7,81	0	27,70
	0,7	3,04	3,04	13,67	12	27,95	22,09	9,12	0	27,95
	0,8	3,47	3,47	15,627	14	28,209	24,302	10,418	0	28,209
	0,9	3,91	3,91	17,58	16	28,46	26,51	11,72	0	28,46
	1	4,34	4,34	19,53	17	28,72	28,72	13,02	0	28,72

Tablica B.23. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/0,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/0,96	0,40	1,70	1,70	7,66	6	26,79	15,31	5,10	0	26,79
	0,50	2,13	2,13	9,57	8	27,05	17,48	6,38	0	27,05
	0,60	2,55	2,55	11,49	9	27,31	19,65	7,66	0	27,31
	0,70	2,98	2,98	13,40	11	27,56	21,82	8,93	0	27,56
	0,80	3,40	3,40	15,31	12	27,82	23,99	10,21	0	27,82
	0,90	3,83	3,83	17,23	14	28,07	26,16	11,49	0	28,07
	1,00	4,25	4,25	19,14	15	28,331	28,331	12,762	0	28,331

Tablica B.24. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/0,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/0,96	0,40	1,68	1,68	7,55	6	26,53	15,20	5,04	0	26,53
	0,50	2,10	2,10	9,44	7	26,79	17,35	6,29	0	26,79
	0,60	2,52	2,52	11,33	9	27,05	19,49	7,55	0	27,05
	0,70	2,94	2,94	13,22	10	27,30	21,64	8,81	0	27,30
	0,80	3,36	3,36	15,11	12	27,56	23,78	10,07	0	27,56
	0,90	3,78	3,78	17,00	13	27,82	25,93	11,33	0	27,82
	1,00	4,20	4,20	18,88	14	28,07	28,07	12,59	0	28,07

Tablica B.25. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/1,46	0,4	2,762	2,762	12,43	10	45,41	26,77	8,29	0	45,41
	0,5	3,45	3,45	15,54	13	45,34	29,80	10,36	0	45,34
	0,6	4,14	4,14	18,64	15	45,27	32,84	12,43	0	45,27
	0,7	4,83	4,83	21,75	18	45,19	35,87	14,50	0	45,19
	0,8	5,52	5,52	24,86	20	45,12	38,91	16,57	0	45,12
	0,9	6,21	6,21	27,965	23	45,049	41,942	18,644	0	45,049
	1	6,91	6,91	31,07	25	44,98	44,98	20,72	0	44,98

Tablica B.26. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/1,46	0,40	2,68	2,68	12,07	9	44,52	26,41	8,05	0	44,52
	0,50	3,35	3,35	15,09	11	44,45	29,36	10,06	0	44,45
	0,60	4,02	4,02	18,11	14	44,37	32,30	12,07	0	44,37
	0,70	4,69	4,69	21,13	16	44,30	35,25	14,08	0	44,30
	0,80	5,37	5,37	24,14	18	44,23	38,19	16,10	0	44,23
	0,90	6,04	6,04	27,16	20	44,16	41,14	18,11	0	44,16
	1,00	6,71	6,71	30,18	22	44,083	44,083	20,120	0	44,083

Tablica B.27. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/1,46	0,40	2,63	2,63	11,83	9	43,93	26,17	7,89	0	43,93
	0,50	3,29	3,29	14,79	11	43,85	29,06	9,86	0	43,85
	0,60	3,94	3,94	17,75	13	43,78	31,95	11,83	0	43,78
	0,70	4,60	4,60	20,71	15	43,71	34,83	13,81	0	43,71
	0,80	5,26	5,26	23,67	17	43,64	37,72	15,78	0	43,64
	0,90	5,92	5,92	26,63	19	43,56	40,60	17,75	0	43,56
	1,00	6,57	6,57	29,59	21	43,49	43,49	19,72	0	43,49

Tablica B.28. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/1,96	0,4	3,864	3,864	17,39	14	63,70	37,62	11,59	0	63,70
	0,5	4,83	4,83	21,73	17	63,42	41,69	14,49	0	63,42
	0,6	5,80	5,80	26,08	20	63,14	45,76	17,39	0	63,14
	0,7	6,76	6,76	30,43	24	62,86	49,82	20,28	0	62,86
	0,8	7,73	7,73	34,77	27	62,58	53,89	23,18	0	62,58
	0,9	8,69	8,69	39,12	30	62,31	57,96	26,08	0	62,31
	1	9,66	9,66	43,47	33	62,026	62,026	28,98	0	62,03

Tablica B.29. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/1,96	0,40	3,72	3,72	16,75	12	62,11	36,98	11,17	0	62,11
	0,50	4,65	4,65	20,94	15	61,83	40,89	13,96	0	61,83
	0,60	5,58	5,58	25,13	18	61,55	44,80	16,75	0	61,55
	0,70	6,51	6,51	29,31	21	61,27	48,71	19,54	0	61,27
	0,80	7,44	7,44	33,50	24	60,99	52,62	22,33	0	60,99
	0,90	8,38	8,38	37,69	27	60,71	56,53	25,13	0	60,71
	1,00	9,31	9,31	41,88	29	60,44	60,44	27,92	0	60,44

Tablica B.30. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/1,96	0,40	3,63	3,63	2,93	12	61,05	36,56	10,89	0	61,05
	0,50	4,54	4,54	20,41	14	60,77	40,36	13,61	0	60,77
	0,60	5,44	5,44	24,49	17	60,49	44,17	16,33	0	60,49
	0,70	6,35	6,35	28,57	20	60,21	47,97	19,05	0	60,21
	0,80	7,26	7,26	32,66	23	59,94	51,77	21,77	0	59,94
	0,90	8,16	8,16	36,74	26	59,66	55,58	24,49	0	59,66
	1,00	9,07	9,07	40,82	28	59,38	59,38	27,21	0	59,38

Tablica B.31. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/2,46	0,4	5,03	5,03	22,635	17	81,969	48,016	15,090	0	81,969
	0,5	6,288	6,288	28,29	21	81,59	53,30	18,86	0	81,59
	0,6	7,55	7,55	33,95	25	81,22	58,58	22,64	0	81,22
	0,7	8,80	8,80	39,61	29	80,84	63,86	26,41	0	80,84
	0,8	10,06	10,06	45,27	33	80,46	69,14	30,18	0	80,46
	0,9	11,32	11,32	50,93	37	80,09	74,43	33,95	0	80,09
	1	12,58	12,58	56,59	41	79,71	79,71	37,73	0	79,71

Tablica B.32. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/2,46	0,40	4,81	4,81	21,65	15	79,50	47,03	14,43	0	79,50
	0,50	6,01	6,01	27,06	18	79,12	52,06	18,04	0	79,12
	0,60	7,22	7,22	32,47	22	78,75	57,10	21,65	0	78,75
	0,70	8,42	8,42	37,88	26	78,37	62,13	25,26	0	78,37
	0,80	9,62	9,62	43,29	29	77,99	67,17	28,86	0	77,99
	0,90	10,82	10,82	48,71	33	77,62	72,20	32,47	0	77,62
	1,00	12,03	12,03	54,12	36	77,24	77,24	36,08	0	77,24

Tablica B.33. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/2,46	0,40	4,66	4,66	20,99	14	77,86	46,37	13,99	0	77,86
	0,50	5,83	5,83	26,24	18	77,48	51,24	17,49	0	77,48
	0,60	7,00	7,00	31,49	21	77,10	56,11	20,99	0	77,10
	0,70	8,16	8,16	36,73	25	76,73	60,99	24,49	0	76,73
	0,80	9,33	9,33	41,98	28	76,35	65,86	27,99	0	76,35
	0,90	10,50	10,50	47,23	32	75,98	70,73	31,49	0	75,98
	1,00	11,66	11,66	52,477	35	75,60	75,60	34,98	0	75,60

Tablica B.34. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/2,96	0,4	6,27	6,27	28,23	20	100,77	58,43	18,82	0	100,77
	0,5	7,84	7,84	35,29	25	100,35	65,06	23,52	0	100,35
	0,6	9,41	9,41	42,34	30	99,92	71,70	28,23	0	99,92
	0,7	10,98	10,98	49,40	35	99,50	78,33	32,93	0	99,50
	0,8	12,55	12,55	56,46	40	99,07	84,96	37,64	0	99,07
	0,9	14,11	14,11	63,51	45	98,65	91,59	42,34	0	98,65
	1	15,68	15,68	70,57	49	98,22	98,22	47,05	0	98,22

Tablica B.35. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/2,96	0,40	5,959	5,959	26,81	18	97,24	57,02	17,88	0	97,24
	0,50	7,45	7,45	33,52	22	96,82	63,30	22,35	0	96,82
	0,60	8,94	8,94	40,22	26	96,39	69,58	26,81	0	96,39
	0,70	10,43	10,43	46,93	31	95,97	75,86	31,28	0	95,97
	0,80	11,92	11,92	53,63	35	95,54	82,13	35,75	0	95,54
	0,90	13,41	13,41	60,33	39	95,12	88,41	40,22	0	95,12
	1,00	14,90	14,90	67,04	43	94,69	94,69	44,69	0	94,69

Tablica B.36. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/2,96	0,40	5,75	5,75	25,88	17	94,89	56,08	17,25	0	94,89
	0,50	7,19	7,19	32,34	21	94,47	62,12	21,56	0	94,47
	0,60	8,63	8,63	38,81	26	94,04	68,17	25,88	0	94,04
	0,70	10,06	10,06	45,28	30	93,62	74,21	30,19	0	93,62
	0,80	11,50	11,50	51,75	34	93,19	80,26	34,50	0	93,19
	0,90	12,94	12,94	58,22	38	92,77	86,30	38,81	0	92,77
	1,00	14,38	14,38	64,69	42	92,34	92,34	43,13	0	92,34

Tablica B.37. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/3,46	0,4	7,57	7,57	34,08	23,00	120,09	68,98	22,72	0	120,09
	0,5	9,47	9,47	42,59	29,00	119,62	77,03	28,40	0	119,62
	0,6	11,36	11,36	51,11	35,00	119,15	85,08	34,08	0	119,15
	0,7	13,25	13,25	59,63	40,00	118,69	93,13	39,75	0	118,69
	0,8	15,14	15,14	68,15	46,00	118,22	101,18	45,43	0	118,22
	0,9	17,04	17,04	76,67	52,00	117,75	109,23	51,11	0	117,75
	1	18,93	18,93	85,19	57,00	117,28	117,28	56,79	0	117,28

Tablica B.38. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/3,46	0,40	7,15	7,15	32,17	20,00	115,33	67,07	21,45	0	115,33
	0,50	8,94	8,94	40,21	25,00	114,86	74,65	26,81	0	114,86
	0,60	10,72	10,72	48,26	30,00	114,40	82,22	32,17	0	114,40
	0,70	12,51	12,51	56,30	35,00	113,93	89,80	37,53	0	113,93
	0,80	14,30	14,30	64,34	40,00	113,46	97,37	42,90	0	113,46
	0,90	16,09	16,09	72,39	45,00	112,99	104,95	48,26	0	112,99
	1,00	17,87	17,87	80,43	50,00	112,52	112,52	53,62	0	112,52

Tablica B.39. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/3,46	0,40	6,87	6,87	30,91	20,00	112,17	65,81	20,60	0	112,17
	0,50	8,59	8,59	38,63	25,00	111,70	73,07	25,76	0	111,70
	0,60	10,30	10,30	46,36	30,00	111,23	80,33	30,91	0	111,23
	0,70	12,02	12,02	54,09	35,00	110,77	87,59	36,06	0	110,77
	0,80	13,74	13,74	61,81	40,00	110,30	94,85	41,21	0	110,30
	0,90	15,45	15,45	69,54	45,00	109,83	102,10	46,36	0	109,83
	1,00	17,17	17,17	77,27	49,00	109,36	109,36	51,51	0	109,36

Tablica B.40. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/3,96	0,4	8,94	8,94	40,24	26	140,11	79,74	26,83	0	140,11
	0,5	11,18	11,18	50,30	33	139,61	89,30	33,53	0	139,61
	0,6	13,41	13,41	60,36	39	139,11	98,87	40,24	0	139,11
	0,7	15,65	15,65	70,42	46	138,61	108,43	46,95	0	138,61
	0,8	17,89	17,89	80,48	52	138,11	117,99	53,66	0	138,11
	0,9	20,12	20,12	90,54	59	137,61	127,55	60,36	0	137,61
	1	22,36	22,36	100,60	65	137,11	137,11	67,07	0	137,11

Tablica B.41. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [Kn/m]	q_{ii} [Kn/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [Kn]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/3,96	0,40	8,40	8,40	37,78	23	133,95	77,28	25,19	0	133,95
	0,50	10,49	10,49	47,22	29	133,45	86,23	31,48	0	133,45
	0,60	12,59	12,59	56,67	35	132,95	95,17	37,78	0	132,95
	0,70	14,69	14,69	66,11	40	132,45	104,12	44,08	0	132,45
	0,80	16,79	16,79	75,56	46	131,95	113,06	50,37	0	131,95
	0,90	18,89	18,89	85,00	52	131,45	122,01	56,67	0	131,45
	1,00	20,99	20,99	94,45	57	130,95	130,95	62,97	0	130,95

Tablica B.42. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C175/3,96	0,40	8,032	8,032	36,14	22	129,86	75,65	24,10	0	129,86
	0,50	10,04	10,04	45,18	28	129,36	84,18	30,12	0	129,36
	0,60	12,05	12,05	54,21	33	128,86	92,72	36,14	0	128,86
	0,70	14,06	14,06	63,25	39	128,36	101,25	42,17	0	128,36
	0,80	16,06	16,06	72,29	44	127,86	109,79	48,19	0	127,86
	0,90	18,07	18,07	81,32	50	127,36	118,33	54,21	0	127,36
	1,00	20,08	20,08	90,36	55	126,86	126,86	60,24	0	126,86

Profil C220

Tablice B.43.-B.63. prikazuju otpornosti na savijanje te interakciju momenta i poprečne sile u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske ploče (debljine 9 cm i efektivne širine 1 m) i čeličnog profila C220 u ovisnosti o različitim debljinama čeličnog profila, stupnjevima spreznjanja te za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37.

Tablica B.43. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/0,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/0,96	0,4	2,52	2,52	11,36	9	39,05	22,01	7,57	0	39,05
	0,5	3,15	3,15	14,20	11	39,71	25,51	9,46	0	39,71
	0,6	3,79	3,79	17,04	13	40,37	29,02	11,36	0	40,37
	0,7	4,42	4,42	19,87	15	41,04	32,52	13,25	0	41,04
	0,8	5,05	5,05	22,71	17	41,70	36,02	15,14	0	41,70
	0,9	5,68	5,68	25,55	19	42,36	39,52	17,04	0	42,36
	1	6,31	6,31	28,39	21	43,02	43,02	18,93	0	43,02

Tablica B.44. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/0,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/0,96	0,40	2,47	2,47	11,11	8	38,42	21,76	7,40	0	38,42
	0,50	3,09	3,09	13,88	10	39,09	25,20	9,26	0	39,09
	0,60	3,70	3,70	16,66	12	39,75	28,64	11,11	0	39,75
	0,70	4,32	4,32	19,44	14	40,41	32,08	12,96	0	40,41
	0,80	4,94	4,94	22,21	16	41,07	35,52	14,81	0	41,07
	0,90	5,55	5,55	24,99	18	41,73	38,96	16,66	0	41,73
	1,00	6,17	6,17	27,77	19	42,40	42,40	18,51	0	42,40

Tablica B.45. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/0,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/0,96	0,40	2,431	2,431	10,94	8	38,01	21,60	7,29	0	38,01
	0,50	3,04	3,04	13,68	9	38,67	24,99	9,12	0	38,67
	0,60	3,65	3,65	16,41	11	39,33	28,39	10,94	0	39,33
	0,70	4,25	4,25	19,15	13	39,99	31,79	12,76	0	39,99
	0,80	4,86	4,86	21,88	15	40,66	35,19	14,59	0	40,66
	0,90	5,47	5,47	24,62	17	41,32	38,58	16,41	0	41,32
	1,00	6,08	6,08	27,35	18	41,98	41,98	18,23	0	41,98

Tablica B.46. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/1,46	0,4	4,03	4,03	18,15	13	65,26	38,02	12,10	0	65,26
	0,5	5,04	5,04	22,69	16	65,63	42,94	15,13	0	65,63
	0,6	6,05	6,05	27,23	20	66,01	47,86	18,15	0	66,01
	0,7	7,06	7,06	31,77	23	66,39	52,77	21,18	0	66,39
	0,8	8,07	8,07	36,31	26	66,77	57,69	24,21	0	66,77
	0,9	9,08	9,08	40,85	29	67,15	62,61	27,23	0	67,15
	1	10,09	10,09	45,39	32	67,52	67,52	30,26	0	67,52

Tablica B.47. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/1,46	0,40	3,91	3,91	17,58	12	63,82	37,45	11,72	0	63,82
	0,50	4,88	4,88	21,98	14	64,20	42,22	14,65	0	64,20
	0,60	5,86	5,86	26,37	17	64,58	47,00	17,58	0	64,58
	0,70	6,84	6,84	30,77	20	64,96	51,77	20,51	0	64,96
	0,80	7,81	7,81	35,16	23	65,34	56,54	23,44	0	65,34
	0,90	8,79	8,79	39,56	26	65,71	61,32	26,37	0	65,71
	1,00	9,77	9,77	43,95	28	66,09	66,09	29,30	0	66,09

Tablica B.48. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/1,46	0,40	3,822	3,822	17,20	11	62,87	37,07	11,47	0	62,87
	0,50	4,78	4,78	21,50	14	63,25	41,75	14,33	0	63,25
	0,60	5,73	5,73	25,80	17	63,63	46,43	17,20	0	63,63
	0,70	6,69	6,69	30,10	19	64,01	51,11	20,07	0	64,01
	0,80	7,64	7,64	34,40	22	64,38	55,78	22,93	0	64,38
	0,90	8,60	8,60	38,70	25	64,76	60,46	25,80	0	64,76
	1,00	9,56	9,56	43,00	27	65,14	65,14	28,67	0	65,14

Tablica B.49. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/1,96	0,4	5,67	5,67	25,53	17	94,20	55,90	17,02	0	94,20
	0,5	7,09	7,09	31,91	21	94,06	62,15	21,28	0	94,06
	0,6	8,51	8,51	38,30	26	93,93	68,40	25,53	0	93,93
	0,7	9,93	9,93	44,68	30	93,79	74,65	29,79	0	93,79
	0,8	11,35	11,35	51,06	34	93,66	80,90	34,04	0	93,66
	0,9	12,77	12,77	57,44	38	93,53	87,14	38,30	0	93,53
	1	14,18	14,18	63,83	42	93,39	93,39	42,55	0	93,39

Tablica B.50. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/1,96	0,40	5,45	5,45	24,51	15	91,64	54,88	16,34	0	91,64
	0,50	6,81	6,81	30,64	19	91,51	60,87	20,42	0	91,51
	0,60	8,17	8,17	36,76	23	91,37	66,86	24,51	0	91,37
	0,70	9,53	9,53	42,89	26	91,24	72,86	28,59	0	91,24
	0,80	10,89	10,89	49,02	30	91,11	78,85	32,68	0	91,11
	0,90	12,25	12,25	55,14	34	90,97	84,85	36,76	0	90,97
	1,00	13,62	13,62	61,27	37	90,84	90,84	40,85	0	90,84

Tablica B.51. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/1,96	0,40	5,295	5,295	23,83	15	89,94	54,20	15,89	0	89,94
	0,50	6,62	6,62	29,79	18	89,81	60,02	19,86	0	89,81
	0,60	7,94	7,94	35,74	22	89,67	65,85	23,83	0	89,67
	0,70	9,27	9,27	41,70	26	89,54	71,67	27,80	0	89,54
	0,80	10,59	10,59	47,66	29	89,41	77,49	31,77	0	89,41
	0,90	11,91	11,91	53,62	33	89,27	83,32	35,74	0	89,27
	1,00	13,24	13,24	59,57	36	89,14	89,14	39,71	0	89,14

Tablica B.52. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/2,46	0,4	7,44	7,44	33,46	21	123,55	73,36	22,31	0	123,55
	0,5	9,30	9,30	41,83	26	123,06	81,23	27,89	0	123,06
	0,6	11,15	11,15	50,20	32	122,56	89,10	33,46	0	122,56
	0,7	13,01	13,01	58,56	37	122,07	96,97	39,04	0	122,07
	0,8	14,87	14,87	66,93	42	121,57	104,84	44,62	0	121,57
	0,9	16,73	16,73	75,29	47	121,08	112,71	50,20	0	121,08
	1	18,59	18,59	83,66	52	120,58	120,58	55,77	0	120,58

Tablica B.53. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/2,46	0,40	7,08	7,08	31,87	19	119,57	71,76	21,25	0	119,57
	0,50	8,85	8,85	39,84	23	119,07	79,24	26,56	0	119,07
	0,60	10,62	10,62	47,81	28	118,58	86,71	31,87	0	118,58
	0,70	12,39	12,39	55,77	33	118,08	94,18	37,18	0	118,08
	0,80	14,16	14,16	63,74	37	117,59	101,65	42,49	0	117,59
	0,90	15,94	15,94	71,71	42	117,09	109,12	47,81	0	117,09
	1,00	17,71	17,71	79,68	46	116,60	116,60	53,12	0	116,60

Tablica B.54. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/2,46	0,40	6,847	6,847	30,81	18	116,92	70,70	20,54	0	116,92
	0,50	8,56	8,56	38,51	23	116,43	77,91	25,68	0	116,43
	0,60	10,27	10,27	46,22	27	115,93	85,12	30,81	0	115,93
	0,70	11,98	11,98	53,92	32	115,43	92,33	35,95	0	115,43
	0,80	13,69	13,69	61,62	36	114,94	99,53	41,08	0	114,94
	0,90	15,41	15,41	69,32	41	114,44	106,74	46,22	0	114,44
	1,00	17,12	17,12	77,03	45	113,95	113,95	51,35	0	113,95

Tablica B.55. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/2,96	0,4	9,32	9,32	41,94	26	153,02	90,11	27,96	0	153,02
	0,5	11,65	11,65	52,42	32	152,35	99,93	34,95	0	152,35
	0,6	13,98	13,98	62,90	38	151,69	109,75	41,94	0	151,69
	0,7	16,31	16,31	73,39	45	151,03	119,57	48,92	0	151,03
	0,8	18,64	18,64	83,87	51	150,36	129,40	55,91	0	150,36
	0,9	20,97	20,97	94,36	57	149,70	139,22	62,90	0	149,70
	1	23,30	23,30	104,84	63	149,04	149,04	69,89	0	149,04

Tablica B.56. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/2,96	0,40	8,81	8,81	39,65	22	147,31	87,83	26,43	0	147,31
	0,50	11,01	11,01	49,56	28	146,64	97,08	33,04	0	146,64
	0,60	13,22	13,22	59,48	33	145,98	106,33	39,65	0	145,98
	0,70	15,42	15,42	69,39	39	145,32	115,58	46,26	0	145,32
	0,80	17,62	17,62	79,30	44	144,65	124,83	52,87	0	144,65
	0,90	19,83	19,83	89,22	50	143,99	134,08	59,48	0	143,99
	1,00	22,03	22,03	99,13	55	143,33	143,33	66,09	0	143,33

Tablica B.57. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/2,96	0,40	8,474	8,474	38,13	22	143,51	86,31	25,42	0	143,51
	0,50	10,59	10,59	47,67	27	142,85	95,18	31,78	0	142,85
	0,60	12,71	12,71	57,20	32	142,19	104,05	38,13	0	142,19
	0,70	14,83	14,83	66,73	38	141,52	112,92	44,49	0	141,52
	0,80	16,95	16,95	76,27	43	140,86	121,79	50,85	0	140,86
	0,90	19,07	19,07	85,80	48	140,20	130,66	57,20	0	140,20
	1,00	21,19	21,19	95,34	53	139,53	139,53	63,56	0	139,53

Tablica B.58. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/3,46	0,4	11,33	11,33	50,98	30	183,80	107,34	33,98	0	183,80
	0,5	14,16	14,16	63,72	37	182,98	119,26	42,48	0	182,98
	0,6	16,99	16,99	76,46	44	182,16	131,19	50,98	0	182,16
	0,7	19,82	19,82	89,21	52	181,34	143,11	59,47	0	181,34
	0,8	22,66	22,66	101,95	59	180,52	155,03	67,97	0	180,52
	0,9	25,49	25,49	114,70	66	179,70	166,95	76,46	0	179,70
	1	28,32	28,32	127,44	73	178,87	178,87	84,96	0	178,87

Tablica B.59. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/3,46	0,40	10,64	10,64	47,88	26	176,07	104,25	31,92	0	176,07
	0,50	13,30	13,30	59,85	32	175,25	115,40	39,90	0	175,25
	0,60	15,96	15,96	71,82	39	174,43	126,55	47,88	0	174,43
	0,70	18,62	18,62	83,79	45	173,61	137,69	55,86	0	173,61
	0,80	21,28	21,28	95,76	52	172,79	148,84	63,84	0	172,79
	0,90	23,94	23,94	107,74	58	171,96	159,99	71,82	0	171,96
	1,00	26,60	26,60	119,71	64	171,14	171,14	79,80	0	171,14

Tablica B.60. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/3,46	0,40	10,184	10,184	45,83	25	170,93	102,19	30,55	0	170,93
	0,50	12,73	12,73	57,28	31	170,11	112,83	38,19	0	170,11
	0,60	15,28	15,28	68,74	38	169,29	123,46	45,83	0	169,29
	0,70	17,82	17,82	80,20	44	168,47	134,10	53,46	0	168,47
	0,80	20,37	20,37	91,65	50	167,65	144,73	61,10	0	167,65
	0,90	22,91	22,91	103,11	56	166,83	155,37	68,74	0	166,83
	1,00	25,46	25,46	114,57	62	166,00	166,00	76,38	0	166,00

Tablica B.61. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/3,96	0,4	13,44	13,44	60,47	34	215,59	124,89	40,31	0	215,59
	0,5	16,80	16,80	75,59	42	214,61	139,03	50,39	0	214,61
	0,6	20,16	20,16	90,70	50	213,64	153,17	60,47	0	213,64
	0,7	23,52	23,52	105,82	59	212,66	167,31	70,55	0	212,66
	0,8	26,87	26,87	120,94	67	211,68	181,45	80,62	0	211,68
	0,9	30,23	30,23	136,05	75	210,71	195,59	90,70	0	210,71
	1	33,59	33,59	151,17	83	209,73	209,73	100,78	0	209,73

Tablica B.62. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/3,96	0,40	12,55	12,55	56,46	30	205,57	120,88	37,64	0	205,57
	0,50	15,68	15,68	70,57	37	204,59	134,02	47,05	0	204,59
	0,60	18,82	18,82	84,69	44	203,61	147,15	56,46	0	203,61
	0,70	21,96	21,96	98,80	52	202,64	160,29	65,87	0	202,64
	0,80	25,09	25,09	112,92	59	201,66	173,43	75,28	0	201,66
	0,90	28,23	28,23	127,03	66	200,68	186,57	84,69	0	200,68
	1,00	31,37	31,37	141,15	73	199,71	199,71	94,10	0	199,71

Tablica B.63. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C220/3,96	0,40	11,954	11,954	53,79	29	198,91	118,21	35,86	0	198,91
	0,50	14,94	14,94	67,24	36	197,93	130,69	44,83	0	197,93
	0,60	17,93	17,93	80,69	43	196,95	143,16	53,79	0	196,95
	0,70	20,92	20,92	94,14	50	195,98	155,63	62,76	0	195,98
	0,80	23,91	23,91	107,59	57	195,00	168,10	71,73	0	195,00
	0,90	26,90	26,90	121,04	64	194,02	180,57	80,69	0	194,02
	1,00	29,89	29,89	134,49	71	193,05	193,05	89,66	0	193,05

Profil C250

Tablice B.64.-B.84. prikazuju otpornosti na savijanje te interakciju momenta i poprečne sile u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske ploče (debljine 9 cm i efektivne širine 1 m) i čeličnog profila C250 u ovisnosti o različitim debljinama čeličnog profila, stupnjevim a spreznja te za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37.

Tablica B.64. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/0,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/0,96	0,4	2,90	2,90	13,04	9	45,16	25,59	8,69	0	45,16
	0,5	3,62	3,62	16,30	11	46,02	29,72	10,87	0	46,02
	0,6	4,35	4,35	19,56	14	46,88	33,84	13,04	0	46,88
	0,7	5,07	5,07	22,82	16	47,74	37,96	15,22	0	47,74
	0,8	5,80	5,80	26,08	18	48,60	42,08	17,39	0	48,60
	0,9	6,52	6,52	29,34	20	49,46	46,20	19,56	0	49,46
	1	7,25	7,25	32,61	22	50,32	50,32	21,74	0	50,32

Tablica B.65. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/0,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/0,96	0,40	2,84	2,84	12,76	8	44,45	25,31	8,51	0	44,45
	0,50	3,54	3,54	15,95	10	45,31	29,36	10,63	0	45,31
	0,60	4,25	4,25	19,14	12	46,17	33,41	12,76	0	46,17
	0,70	4,96	4,96	22,33	14	47,03	37,46	14,88	0	47,03
	0,80	5,67	5,67	25,52	16	47,89	41,51	17,01	0	47,89
	0,90	6,38	6,38	28,71	18	48,75	45,56	19,14	0	48,75
	1,00	7,09	7,09	31,89	20	49,61	49,61	21,26	0	49,61

Tablica B.66. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/0,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/0,96	0,40	2,793	2,793	12,57	8	43,97	25,12	8,38	0	43,97
	0,50	3,49	3,49	15,71	10	44,84	29,12	10,47	0	44,84
	0,60	4,19	4,19	18,85	12	45,70	33,13	12,57	0	45,70
	0,70	4,89	4,89	22,00	14	46,56	37,13	14,66	0	46,56
	0,80	5,59	5,59	25,14	16	47,42	41,13	16,76	0	47,42
	0,90	6,28	6,28	28,28	18	48,28	45,14	18,85	0	48,28
	1,00	6,98	6,98	31,42	19	49,14	49,14	20,95	0	49,14

Tablica B.67. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/1,46	0,4	4,63	4,63	20,84	14	75,05	43,78	13,90	0	75,05
	0,5	5,79	5,79	26,05	17	75,69	49,64	17,37	0	75,69
	0,6	6,95	6,95	31,26	21	76,34	55,50	20,84	0	76,34
	0,7	8,11	8,11	36,48	24	76,99	61,35	24,32	0	76,99
	0,8	9,26	9,26	41,69	28	77,63	67,21	27,79	0	77,63
	0,9	10,42	10,42	46,90	31	78,28	73,07	31,26	0	78,28
	1	11,58	11,58	52,11	34	78,93	78,93	34,74	0	78,93

Tablica B.68. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/1,46	0,40	4,49	4,49	20,19	12	73,42	43,13	13,46	0	73,42
	0,50	5,61	5,61	25,24	15	74,06	48,82	16,83	0	74,06
	0,60	6,73	6,73	30,29	18	74,71	54,52	20,19	0	74,71
	0,70	7,85	7,85	35,34	21	75,36	60,21	23,56	0	75,36
	0,80	8,97	8,97	40,38	24	76,01	65,91	26,92	0	76,01
	0,90	10,10	10,10	45,43	27	76,65	71,60	30,29	0	76,65
	1,00	11,22	11,22	50,48	30	77,30	77,30	33,65	0	77,30

Tablica B.69. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/1,46	0,40	4,391	4,391	19,76	12	72,34	42,70	13,17	0	72,34
	0,50	5,49	5,49	24,70	15	72,98	48,28	16,47	0	72,98
	0,60	6,59	6,59	29,64	18	73,63	53,87	19,76	0	73,63
	0,70	7,68	7,68	34,58	21	74,28	59,46	23,05	0	74,28
	0,80	8,78	8,78	39,52	24	74,92	65,04	26,35	0	74,92
	0,90	9,88	9,88	44,46	27	75,57	70,63	29,64	0	75,57
	1,00	10,98	10,98	49,40	29	76,22	76,22	32,93	0	76,22

Tablica B.70. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/1,96	0,4	6,51	6,51	29,31	18	107,89	63,93	19,54	0	107,89
	0,5	8,14	8,14	36,63	23	108,09	71,46	24,42	0	108,09
	0,6	9,77	9,77	43,96	27	108,29	78,99	29,31	0	108,29
	0,7	11,40	11,40	51,29	32	108,49	86,51	34,19	0	108,49
	0,8	13,03	13,03	58,61	36	108,70	94,04	39,08	0	108,70
	0,9	14,65	14,65	65,94	41	108,90	101,57	43,96	0	108,90
	1	16,28	16,28	73,27	45	109,10	109,10	48,84	0	109,10

Tablica B.71. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/1,96	0,40	6,25	6,25	28,14	16	104,98	62,77	18,76	0	104,98
	0,50	7,82	7,82	35,18	20	105,19	70,01	23,45	0	105,19
	0,60	9,38	9,38	42,22	24	105,39	77,24	28,14	0	105,39
	0,70	10,95	10,95	49,25	28	105,59	84,48	32,84	0	105,59
	0,80	12,51	12,51	56,29	32	105,79	91,72	37,53	0	105,79
	0,90	14,07	14,07	63,33	36	105,99	98,96	42,22	0	105,99
	1,00	15,64	15,64	70,36	39	106,19	106,19	46,91	0	106,19

Tablica B.72. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/1,96	0,40	6,083	6,083	27,37	16	103,05	62,00	18,25	0	103,05
	0,50	7,60	7,60	34,22	19	103,25	69,04	22,81	0	103,25
	0,60	9,12	9,12	41,06	23	103,46	76,08	27,37	0	103,46
	0,70	10,64	10,64	47,90	27	103,66	83,13	31,93	0	103,66
	0,80	12,17	12,17	54,74	31	103,86	90,17	36,50	0	103,86
	0,90	13,69	13,69	61,59	35	104,06	97,22	41,06	0	104,06
	1,00	15,21	15,21	68,43	38	104,26	104,26	45,62	0	104,26

Tablica B.73. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/2,46	0,4	8,54	8,54	38,41	23	142,51	84,89	25,61	0	142,51
	0,5	10,67	10,67	48,01	28	142,22	94,21	32,01	0	142,22
	0,6	12,80	12,80	57,62	34	141,94	103,52	38,41	0	141,94
	0,7	14,94	14,94	67,22	40	141,65	112,84	44,81	0	141,65
	0,8	17,07	17,07	76,82	45	141,36	122,16	51,22	0	141,36
	0,9	19,21	19,21	86,43	51	141,07	131,47	57,62	0	141,07
	1	21,34	21,34	96,03	56	140,79	140,79	64,02	0	140,79

Tablica B.74. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/2,46	0,40	8,13	8,13	36,60	20	137,98	83,08	24,40	0	137,98
	0,50	10,17	10,17	45,75	25	137,69	91,94	30,50	0	137,69
	0,60	12,20	12,20	54,90	30	137,40	100,80	36,60	0	137,40
	0,70	14,23	14,23	64,05	35	137,11	109,67	42,70	0	137,11
	0,80	16,27	16,27	73,20	40	136,83	118,53	48,80	0	136,83
	0,90	18,30	18,30	82,35	45	136,54	127,39	54,90	0	136,54
	1,00	20,33	20,33	91,50	49	136,25	136,25	61,00	0	136,25

Tablica B.75. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/2,46	0,40	7,865	7,865	35,39	20	134,97	81,88	23,60	0	134,97
	0,50	9,83	9,83	44,24	24	134,68	90,44	29,49	0	134,68
	0,60	11,80	11,80	53,09	29	134,39	99,00	35,39	0	134,39
	0,70	13,76	13,76	61,94	34	134,10	107,56	41,29	0	134,10
	0,80	15,73	15,73	70,79	39	133,81	116,12	47,19	0	133,81
	0,90	17,70	17,70	79,63	44	133,53	124,68	53,09	0	133,53
	1,00	19,66	19,66	88,48	48	133,24	133,24	58,99	0	133,24

Tablica B.76. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/2,96	0,4	10,70	10,70	48,14	27	177,06	104,86	32,09	0	177,06
	0,5	13,37	13,37	60,17	34	176,54	116,37	40,11	0	176,54
	0,6	16,05	16,05	72,21	41	176,02	127,88	48,14	0	176,02
	0,7	18,72	18,72	84,24	47	175,50	139,40	56,16	0	175,50
	0,8	21,39	21,39	96,27	54	174,98	150,91	64,18	0	174,98
	0,9	24,07	24,07	108,31	61	174,46	162,42	72,21	0	174,46
	1	26,74	26,74	120,34	67	173,94	173,94	80,23	0	173,94

Tablica B.77. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/2,96	0,40	10,12	10,12	45,54	24	170,56	102,26	30,36	0	170,56
	0,50	12,65	12,65	56,92	30	170,04	113,12	37,95	0	170,04
	0,60	15,18	15,18	68,30	36	169,52	123,98	45,54	0	169,52
	0,70	17,71	17,71	79,69	42	169,00	134,85	53,13	0	169,00
	0,80	20,24	20,24	91,07	48	168,48	145,71	60,71	0	168,48
	0,90	22,77	22,77	102,46	54	167,96	156,57	68,30	0	167,96
	1,00	25,30	25,30	113,84	59	167,43	167,43	75,89	0	167,43

Tablica B.78. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/2,96	0,40	9,735	9,735	43,81	23	166,24	100,53	29,21	0	166,24
	0,50	12,17	12,17	54,76	29	165,72	110,96	36,51	0	165,72
	0,60	14,60	14,60	65,71	35	165,20	121,39	43,81	0	165,20
	0,70	17,04	17,04	76,66	40	164,68	131,82	51,11	0	164,68
	0,80	19,47	19,47	87,62	46	164,16	142,25	58,41	0	164,16
	0,90	21,90	21,90	98,57	52	163,64	152,68	65,71	0	163,64
	1,00	24,34	24,34	109,52	57	163,11	163,11	73,01	0	163,11

Tablica B.79. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/3,46	0,4	13,24	13,24	59,58	32	217,06	127,68	39,72	0	217,06
	0,5	16,55	16,55	74,48	40	216,25	141,77	49,65	0	216,25
	0,6	19,86	19,86	89,38	48	215,45	155,86	59,58	0	215,45
	0,7	23,17	23,17	104,27	56	214,64	169,95	69,52	0	214,64
	0,8	26,48	26,48	119,17	64	213,84	184,04	79,45	0	213,84
	0,9	29,79	29,79	134,07	72	213,03	198,13	89,38	0	213,03
	1	33,10	33,10	148,96	79	212,22	212,22	99,31	0	212,22

Tablica B.80. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/3,46	0,40	12,44	12,44	55,96	28	208,00	124,06	37,31	0	208,00
	0,50	15,54	15,54	69,95	35	207,20	137,24	46,63	0	207,20
	0,60	18,65	18,65	83,94	42	206,39	150,43	55,96	0	206,39
	0,70	21,76	21,76	97,93	49	205,58	163,61	65,29	0	205,58
	0,80	24,87	24,87	111,92	56	204,78	176,80	74,62	0	204,78
	0,90	27,98	27,98	125,91	63	203,97	189,98	83,94	0	203,97
	1,00	31,09	31,09	139,90	69	203,17	203,17	93,27	0	203,17

Tablica B.81. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/3,46	0,40	11,901	11,901	53,55	27	201,98	121,65	35,70	0	201,98
	0,50	14,88	14,88	66,94	34	201,18	134,23	44,63	0	201,18
	0,60	17,85	17,85	80,33	41	200,37	146,82	53,55	0	200,37
	0,70	20,83	20,83	93,72	47	199,56	159,40	62,48	0	199,56
	0,80	23,80	23,80	107,11	54	198,76	171,98	71,40	0	198,76
	0,90	26,78	26,78	120,50	61	197,95	184,56	80,33	0	197,95
	1,00	29,75	29,75	133,88	67	197,15	197,15	89,26	0	197,15

Tablica B.82. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/3,96	0,4	15,72	15,72	70,73	36	254,70	148,61	47,15	0	254,70
	0,5	19,65	19,65	88,41	45	253,73	165,32	58,94	0	253,73
	0,6	23,58	23,58	106,10	54	252,76	182,03	70,73	0	252,76
	0,7	27,51	27,51	123,78	63	251,79	198,75	82,52	0	251,79
	0,8	31,44	31,44	141,46	72	250,82	215,46	94,31	0	250,82
	0,9	35,37	35,37	159,14	81	249,85	232,17	106,10	0	249,85
	1	39,29	39,29	176,83	90	248,88	248,88	117,88	0	248,88

Tablica B.83. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/3,96	0,40	14,67	14,67	66,03	32	242,95	143,91	44,02	0	242,95
	0,50	18,34	18,34	82,54	40	241,98	159,44	55,03	0	241,98
	0,60	22,01	22,01	99,05	48	241,01	174,98	66,03	0	241,01
	0,70	25,68	25,68	115,55	56	240,04	190,52	77,04	0	240,04
	0,80	29,35	29,35	132,06	64	239,07	206,06	88,04	0	239,07
	0,90	33,02	33,02	148,57	72	238,10	221,59	99,05	0	238,10
	1,00	36,68	36,68	165,08	79	237,13	237,13	110,05	0	237,13

Tablica B.84. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C250/3,96	0,40	13,979	13,979	62,91	31	235,14	140,78	41,94	0	235,14
	0,50	17,47	17,47	78,63	38	234,17	155,54	52,42	0	234,17
	0,60	20,97	20,97	94,359	46	233,203	170,297	62,906	0	233,203
	0,70	24,46	24,46	110,09	54	232,23	185,05	73,39	0	232,23
	0,80	27,96	27,96	125,81	61	231,26	199,81	83,88	0	231,26
	0,90	31,45	31,45	141,54	69	230,29	214,57	94,36	0	230,29
	1,00	34,95	34,95	157,27	76,00	229,32	229,32	104,84	0	229,32

Profil C275

Tablice B.85.-B.102. prikazuju otpornosti na savijanje te interakciju momenta i poprečne sile u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske ploče (debljine 9 cm i efektivne širine 1 m) i čeličnog profila C275 u ovisnosti o različitim debljinama čeličnog profila, stupnjevim a spreznjanja te za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37.

Tablica B.85. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/1,46	0,4	5,40	5,40	24,28	15	87,61	51,18	16,19	0	87,61
	0,5	6,75	6,75	30,36	19	88,50	58,15	20,24	0	88,50
	0,6	8,09	8,09	36,43	23	89,39	65,11	24,28	0	89,39
	0,7	9,44	9,44	42,50	26	90,28	72,07	28,33	0	90,28
	0,8	10,79	10,79	48,57	30	91,17	79,03	32,38	0	91,17
	0,9	12,14	12,14	54,64	34	92,06	85,99	36,43	0	92,06
	1	13,49	13,49	60,71	37	92,95	92,95	40,47	0	92,95

Tablica B.86. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/1,46	0,40	5,22	5,22	23,51	13	85,66	50,41	15,67	0	85,66
	0,50	5,63	5,63	29,38	16	86,56	57,17	19,59	0	86,56
	0,60	7,84	7,84	35,26	20	87,45	63,94	23,51	0	87,45
	0,70	9,14	9,14	41,14	23	88,34	70,71	27,42	0	88,34
	0,80	10,45	10,45	47,01	26	89,23	77,47	31,34	0	89,23
	0,90	11,75	11,75	52,89	29	90,12	84,24	35,26	0	90,12
	1,00	13,06	13,06	58,77	32	91,01	91,01	39,18	0	91,01

Tablica B.87. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/1,46	0,40	5,11	5,11	22,99	13	84,37	49,89	15,33	0	84,37
	0,50	6,39	6,39	28,74	16	85,26	56,53	19,16	0	85,26
	0,60	7,66	7,66	34,48	19	86,15	63,16	22,99	0	86,15
	0,70	8,94	8,94	40,23	22	87,04	69,80	26,82	0	87,04
	0,80	10,22	10,22	45,98	25	87,94	76,44	30,65	0	87,94
	0,90	11,49	11,49	51,73	28	88,83	83,08	34,48	0	88,83
	1,00	12,77	12,77	57,47	31	89,72	89,72	38,32	0	89,72

Tablica B.88. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/1,96	0,4	7,61	7,61	34,23	20	127,20	75,86	22,82	0	127,20
	0,5	9,51	9,51	42,78	25	127,45	84,67	28,52	0	127,45
	0,6	11,41	11,41	51,34	30	127,70	93,47	34,23	0	127,70
	0,7	13,31	13,31	59,90	35	127,95	102,28	39,93	0	127,95
	0,8	15,21	15,21	68,45	40	128,19	111,08	45,64	0	128,19
	0,9	17,11	17,11	77,01	45	128,44	119,88	51,34	0	128,44
	1	19,01	19,01	85,57	49	128,69	128,69	57,04	0	128,69

Tablica B.89. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/1,96	0,40	7,30	7,30	32,84	18	123,73	74,47	21,89	0	123,73
	0,50	9,12	9,12	41,04	22	123,97	82,93	27,36	0	123,97
	0,60	10,95	10,95	49,25	26	124,22	91,38	32,84	0	124,22
	0,70	12,77	12,77	57,46	31	124,47	99,84	38,31	0	124,47
	0,80	14,59	14,59	65,67	35	124,71	108,30	43,78	0	124,71
	0,90	16,42	16,42	73,88	39	124,96	116,75	49,25	0	124,96
	1,00	18,24	18,24	82,09	43	125,21	125,21	54,73	0	125,21

Tablica B.90. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/1,96	0,40	7,091	7,091	31,91	17	121,41	73,55	21,27	0	121,41
	0,50	8,86	8,86	39,89	21	121,66	81,77	26,59	0	121,66
	0,60	10,64	10,64	47,87	26	121,91	90,00	31,91	0	121,91
	0,70	12,41	12,41	55,84	30	122,16	98,22	37,23	0	122,16
	0,80	14,18	14,18	63,82	34	122,40	106,45	42,55	0	122,40
	0,90	15,96	15,96	71,80	38	122,65	114,67	47,87	0	122,65
	1,00	17,73	17,73	80,63	42	122,90	122,90	53,19	0	122,90

Tablica B.91. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/2,46	0,4	9,98	9,98	44,90	25	167,82	100,47	29,94	0	167,82
	0,5	12,47	12,47	56,13	31	167,54	111,41	37,42	0	167,54
	0,6	14,97	14,97	67,36	37	167,25	122,35	44,90	0	167,25
	0,7	17,46	17,46	78,58	43	166,97	133,29	52,39	0	166,97
	0,8	19,96	19,96	89,81	49	166,68	144,23	59,87	0	166,68
	0,9	22,45	22,45	101,03	55	166,40	155,17	67,36	0	166,40
	1	24,95	24,95	112,26	61	166,11	166,11	74,84	0	166,11

Tablica B.92. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/2,46	0,40	9,50	9,50	42,73	22	162,40	98,30	28,49	0	162,40
	0,50	11,87	11,87	53,42	27	162,11	108,69	35,61	0	162,11
	0,60	14,24	14,24	64,10	33	161,83	119,09	42,73	0	161,83
	0,70	16,62	16,62	74,78	38	161,54	129,49	49,86	0	161,54
	0,80	18,99	18,99	85,47	44	161,26	139,89	56,98	0	161,26
	0,90	21,37	21,37	96,15	49	160,97	150,29	64,10	0	160,97
	1,00	23,74	23,74	106,83	54	160,69	160,69	71,22	0	160,69

Tablica B.93. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/2,46	0,40	11,378	11,378	51,20	25	196,83	120,03	34,13	0	196,83
	0,50	14,22	14,22	64,00	31	196,12	132,12	42,67	0	196,12
	0,60	17,07	17,07	76,80	38	195,40	144,20	51,20	0	195,40
	0,70	19,91	19,91	89,60	44	194,68	156,28	59,73	0	194,68
	0,80	22,76	22,76	102,40	50	193,97	168,37	68,27	0	193,97
	0,90	25,60	25,60	115,20	56	193,25	180,45	76,80	0	193,25
	1,00	28,44	28,44	128,00	62	192,54	192,54	85,33	0	192,54

Tablica B.94. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/2,96	0,4	12,53	12,53	56,39	30	209,80	125,22	37,59	0	209,80
	0,5	15,66	15,66	70,48	37	209,08	138,60	46,99	0	209,08
	0,6	18,80	18,80	84,58	44	208,37	151,98	56,39	0	208,37
	0,7	21,93	21,93	98,68	52	207,65	165,36	65,79	0	207,65
	0,8	25,06	25,06	112,77	59	206,94	178,74	75,18	0	206,94
	0,9	28,19	28,19	126,87	66	206,22	192,12	84,58	0	206,22
	1	31,33	31,33	140,97	73	205,50	205,50	93,98	0	205,50

Tablica B.95. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/2,96	0,40	11,84	11,84	53,27	26	202,01	122,10	35,51	0	202,01
	0,50	14,80	14,80	66,59	32	201,29	134,70	44,39	0	201,29
	0,60	17,76	17,76	79,91	39	200,58	147,31	53,27	0	200,58
	0,70	20,72	20,72	93,22	45	199,86	159,91	62,15	0	199,86
	0,80	23,68	23,68	106,54	52	199,14	172,51	71,03	0	199,14
	0,90	26,64	26,64	119,86	58	198,43	185,11	79,91	0	198,43
	1,00	29,59	29,59	133,18	64	197,71	197,71	88,78	0	197,71

Tablica B.96. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/2,96	0,40	9,842	9,842	51,20	25	196,83	120,03	34,13	0	196,83
	0,50	14,22	14,22	64,00	31	196,12	132,12	42,67	0	196,12
	0,60	17,07	17,07	76,80	38	195,40	144,20	51,20	0	195,40
	0,70	19,91	19,91	89,60	44	194,68	156,28	59,73	0	194,68
	0,80	22,76	22,76	102,40	50	193,97	168,37	68,27	0	193,97
	0,90	25,60	25,60	115,20	56	193,25	180,45	76,80	0	193,25
	1,00	28,44	28,44	128,00	62	192,54	192,54	85,33	0	192,54

Tablica B.97. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/3,46	0,4	15,23	15,23	68,55	34	251,92	149,09	45,70	0	251,92
	0,5	19,04	19,04	85,69	43	251,01	165,32	57,13	0	251,01
	0,6	22,85	22,85	102,83	51	250,09	181,54	68,55	0	250,09
	0,7	26,66	26,66	119,96	60	249,18	197,77	79,98	0	249,18
	0,8	30,47	30,47	137,10	68	248,27	214,00	91,40	0	248,27
	0,9	34,28	34,28	154,24	77	247,36	230,22	102,83	0	247,36
	1	38,08	38,08	171,38	85	246,45	246,45	114,25	0	246,45

Tablica B.98. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/3,46	0,40	14,30	14,30	64,33	30	241,37	144,87	42,89	0	241,37
	0,50	17,87	17,87	80,42	38	240,46	160,04	53,61	0	240,46
	0,60	21,44	21,44	96,50	45	239,55	175,22	64,33	0	239,55
	0,70	25,02	25,02	112,58	53	238,64	190,39	75,06	0	238,64
	0,80	28,59	28,59	128,67	60	237,73	205,56	85,78	0	237,73
	0,90	32,17	32,17	144,75	68	236,82	220,74	96,50	0	236,82
	1,00	35,74	35,74	160,83	75	235,91	235,91	107,22	0	235,91

Tablica B.99. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/3,46	0,40	13,674	13,674	61,53	29	234,37	142,07	41,02	0	234,37
	0,50	17,09	17,09	76,91	36	233,46	156,54	51,28	0	233,46
	0,60	20,51	20,51	92,30	44	232,54	171,01	61,53	0	232,54
	0,70	23,93	23,93	107,68	51	231,63	185,49	71,79	0	231,63
	0,80	27,35	27,35	123,06	58	230,72	199,96	82,04	0	230,72
	0,90	30,77	30,77	138,44	65	229,81	214,43	92,30	0	229,81
	1,00	34,18	34,18	153,83	72	228,90	228,90	102,55	0	228,90

Tablica B.100. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_I [kN/m]	q_{II} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/3,96	0,4	18,11	18,11	81,48	39	295,83	173,60	54,32	0	295,83
	0,5	22,63	22,63	101,85	49	294,74	192,88	67,90	0	294,74
	0,6	27,16	27,16	122,22	59	293,64	212,16	81,48	0	293,64
	0,7	31,69	31,69	142,59	68	292,55	231,44	95,06	0	292,55
	0,8	36,21	36,21	162,97	78	291,46	250,72	108,64	0	291,46
	0,9	40,74	40,74	183,34	88	290,37	270,00	122,22	0	290,37
	1	45,27	45,27	203,71	97	289,27	289,27	135,80	0	289,27

Tablica B.101. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/3,96	0,40	16,89	16,89	76,00	34	282,13	168,13	50,67	0	282,13
	0,50	21,11	21,11	95,01	43	281,04	186,03	63,34	0	281,04
	0,60	25,33	25,33	114,01	51	279,95	203,94	76,00	0	279,95
	0,70	29,56	29,56	133,01	60	278,85	221,85	88,67	0	278,85
	0,80	33,78	33,78	152,01	68	277,76	239,76	101,34	0	277,76
	0,90	38,00	38,00	171,01	77	276,67	257,67	114,01	0	276,67
	1,00	42,22	42,22	190,01	85	275,58	275,58	126,67	0	275,58

Tablica B.102. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c,lin,Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C275/3,96	0,40	16,081	16,081	72,36	33	273,03	164,49	48,24	0	273,03
	0,50	20,10	20,10	90,45	41	271,94	181,48	60,30	0	271,94
	0,60	24,12	24,12	108,546	50	270,847	198,483	72,364	0	270,847
	0,70	28,14	28,14	126,64	58	269,75	215,48	84,42	0	269,75
	0,80	32,16	32,16	144,73	66	268,66	232,48	96,49	0	268,66
	0,90	36,18	36,18	162,82	74	267,57	249,48	108,55	0	267,57
	1,00	40,20	40,20	180,91	82,00	266,48	266,48	120,61	0	266,48

Profil C300

Tablice B.103.-B.120. prikazuju otpornosti na savijanje te interakciju momenta i poprečne sile u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske ploče (debljine 9 cm i efektivne širine 1 m) i čeličnog profila C300 u ovisnosti o različitim debljinama čeličnog profila, stupnjevima sprežanja te za klase betona C20/25, C25/30 i C30/37.

Tablica B.103. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/1,46	0,4	5,87	5,87	26,42	16	95,50	55,87	17,62	0	95,50
	0,5	7,34	7,34	33,03	19	96,65	63,62	22,02	0	96,65
	0,6	8,81	8,81	39,64	23	97,80	71,37	26,42	0	97,80
	0,7	10,28	10,28	46,24	27	98,95	79,13	30,83	0	98,95
	0,8	11,74	11,74	52,85	31	100,09	86,88	35,23	0	100,09
	0,9	13,21	13,21	59,45	35	101,24	94,64	39,64	0	101,24
	1	14,68	14,68	66,06	38	102,39	102,39	44,04	0	102,39

Tablica B.104. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/1,46	0,40	5,69	5,69	25,59	14	93,43	55,04	17,06	0	93,43
	0,50	7,11	7,11	31,99	17	94,58	62,58	21,33	0	94,58
	0,60	8,53	8,53	38,39	20	95,72	70,13	25,59	0	95,72
	0,70	9,95	9,95	44,79	24	96,87	77,68	29,86	0	96,87
	0,80	11,38	11,38	51,19	27	98,02	85,22	34,13	0	98,02
	0,90	12,80	12,80	57,59	30	99,17	92,77	38,39	0	99,17
	1,00	14,22	14,22	63,99	33	100,32	100,32	42,66	0	100,32

Tablica B.105. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/1,46	0,40	5,565	5,565	25,04	13	92,05	54,49	16,70	0	92,05
	0,50	6,96	6,96	31,30	16	93,20	61,89	20,87	0	93,20
	0,60	8,35	8,35	37,56	20	94,35	69,30	25,04	0	94,35
	0,70	9,74	9,74	43,83	23	95,49	76,71	29,22	0	95,49
	0,80	11,13	11,13	50,09	26	96,64	84,12	33,39	0	96,64
	0,90	12,52	12,52	56,35	29	97,79	91,53	37,56	0	97,79
	1,00	13,91	13,91	62,61	32	98,94	98,94	41,74	0	98,94

Tablica B.106. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/1,96	0,4	8,26	8,26	37,19	21	137,47	81,70	24,79	0	137,47
	0,5	10,33	10,33	46,48	26	138,15	91,67	30,99	0	138,15
	0,6	12,40	12,40	55,78	31	138,83	101,64	37,19	0	138,83
	0,7	14,46	14,46	65,07	36	139,50	111,61	43,38	0	139,50
	0,8	16,53	16,53	74,37	41	140,18	121,58	49,58	0	140,18
	0,9	18,59	18,59	83,67	46	140,85	131,55	55,78	0	140,85
	1	20,66	20,66	92,96	51	141,53	141,53	61,98	0	141,53

Tablica B.107. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/1,96	0,40	7,93	7,93	35,70	18	133,77	80,21	23,80	0	133,77
	0,50	9,92	9,92	44,63	23	134,44	89,81	29,75	0	134,44
	0,60	11,90	11,90	53,55	27	135,12	99,42	35,70	0	135,12
	0,70	13,88	13,88	62,48	32	135,79	109,02	41,65	0	135,79
	0,80	15,87	15,87	71,41	36	136,47	118,62	47,60	0	136,47
	0,90	17,85	17,85	80,33	41	137,14	128,22	53,55	0	137,14
	1,00	19,83	19,83	89,26	45	137,82	137,82	59,50	0	137,82

Tablica B.108. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/1,96	0,40	7,715	7,715	34,72	18	131,30	79,23	23,14	0	131,30
	0,50	9,64	9,64	43,40	22	131,98	88,58	28,93	0	131,98
	0,60	11,57	11,57	52,08	26	132,66	97,94	34,72	0	132,66
	0,70	13,50	13,50	60,76	31	133,33	107,29	40,50	0	133,33
	0,80	15,43	15,43	69,43	35	134,01	116,65	46,29	0	134,01
	0,90	17,36	17,36	78,11	39	134,68	126,00	52,08	0	134,68
	1,00	19,29	19,29	86,79	43	135,36	135,36	57,86	0	135,36

Tablica B.109. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/2,46	0,4	10,84	10,84	48,78	26	181,53	108,36	32,52	0	181,53
	0,5	13,55	13,55	60,98	32	181,72	120,74	40,65	0	181,72
	0,6	16,26	16,26	73,17	38	181,90	133,12	48,78	0	181,90
	0,7	18,97	18,97	85,37	45	182,09	145,50	56,91	0	182,09
	0,8	21,68	21,68	97,56	51	182,27	157,88	65,04	0	182,27
	0,9	24,39	24,39	109,76	57	182,46	170,26	73,17	0	182,46
	1	27,10	27,10	121,95	63	182,64	182,64	81,30	0	182,64

Tablica B.110. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/2,46	0,40	10,33	10,33	46,47	23	175,74	106,05	30,98	0	175,74
	0,50	12,91	12,91	58,08	28	175,93	117,85	38,72	0	175,93
	0,60	15,49	15,49	69,70	34	176,11	129,65	46,47	0	176,11
	0,70	18,07	18,07	81,31	40	176,30	141,45	54,21	0	176,30
	0,80	20,65	20,65	92,93	45	176,48	153,25	61,95	0	176,48
	0,90	23,23	23,23	104,55	51	176,67	165,05	69,70	0	176,67
	1,00	25,81	25,81	116,16	56	176,85	176,85	77,44	0	176,85

Tablica B.111. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/2,46	0,40	9,984	9,984	44,93	22	171,90	104,51	29,95	0	171,90
	0,50	12,48	12,48	56,16	27	172,08	115,92	37,44	0	172,08
	0,60	14,98	14,98	67,39	33	172,27	127,34	44,93	0	172,27
	0,70	17,47	17,47	78,62	38	172,45	138,76	52,41	0	172,45
	0,80	19,97	19,97	89,85	44	172,64	150,17	59,90	0	172,64
	0,90	22,46	22,46	101,09	49	172,82	161,59	67,39	0	172,82
	1,00	24,96	24,96	112,32	54	173,01	173,01	74,88	0	173,01

Tablica B.112. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/2,96	0,4	13,60	13,60	61,19	30	227,91	136,12	40,79	0	227,91
	0,5	17,00	17,00	76,49	38	227,54	151,05	50,99	0	227,54
	0,6	20,40	20,40	91,78	45	227,16	165,98	61,19	0	227,16
	0,7	23,80	23,80	107,08	53	226,79	180,90	71,39	0	226,79
	0,8	27,19	27,19	122,38	60	226,42	195,83	81,58	0	226,42
	0,9	30,59	30,59	137,67	68	226,05	210,76	91,78	0	226,05
	1	33,99	33,99	152,97	75	225,68	225,68	101,98	0	225,68

Tablica B.113. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/2,96	0,40	12,86	12,86	57,86	27	219,60	132,80	38,58	0	219,60
	0,50	16,07	16,07	72,33	33	219,22	146,89	48,22	0	219,22
	0,60	19,29	19,29	86,80	40	218,85	160,99	57,86	0	218,85
	0,70	22,50	22,50	101,26	47	218,48	175,09	67,51	0	218,48
	0,80	25,72	25,72	115,73	53	218,11	189,18	77,15	0	218,11
	0,90	28,93	28,93	130,19	60	217,74	203,28	86,80	0	217,74
	1,00	32,15	32,15	144,66	66	217,37	217,37	96,44	0	217,37

Tablica B.114. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/2,96	0,40	12,368	12,368	55,66	26	214,07	130,59	37,10	0	214,07
	0,50	15,46	15,46	69,57	32	213,70	144,13	46,38	0	213,70
	0,60	18,55	18,55	83,48	39	213,33	157,68	55,66	0	213,33
	0,70	21,64	21,64	97,40	45	212,96	171,22	64,93	0	212,96
	0,80	24,74	24,74	111,31	52	212,59	184,76	74,21	0	212,59
	0,90	27,83	27,83	125,22	58	212,22	198,31	83,48	0	212,22
	1,00	30,92	30,92	139,14	64	211,85	211,85	92,76	0	211,85

Tablica B.115. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,46 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/3,46	0,4	18,42	18,42	82,90	38	305,48	181,12	55,27	0	305,48
	0,5	23,03	23,03	103,63	48	304,43	200,80	69,08	0	304,43
	0,6	27,63	27,63	124,35	57	303,38	220,48	82,90	0	303,38
	0,7	32,24	32,24	145,08	67	302,33	240,15	96,72	0	302,33
	0,8	36,84	36,84	165,80	76	301,28	259,83	110,53	0	301,28
	0,9	41,45	41,45	186,53	86	300,23	279,50	124,35	0	300,23
	1	46,06	46,06	207,25	95	299,18	299,18	138,17	0	299,18

Tablica B.116. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,46 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/3,46	0,40	17,24	17,24	77,59	34	292,19	175,81	51,72	0	292,19
	0,50	21,55	21,55	96,98	42	291,14	194,16	64,66	0	291,14
	0,60	25,86	25,86	116,38	51	290,09	212,51	77,59	0	290,09
	0,70	30,17	30,17	135,78	59	289,04	230,85	90,52	0	289,04
	0,80	34,48	34,48	155,17	68	288,00	249,20	103,45	0	288,00
	0,90	38,79	38,79	174,57	76	286,95	267,55	116,38	0	286,95
	1,00	43,10	43,10	193,97	84	285,90	285,90	129,31	0	285,90

Tablica B.117. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,46 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/3,46	0,40	16,457	16,457	74,06	33	283,37	172,28	49,37	0	283,37
	0,50	20,57	20,57	92,57	41	282,32	189,75	61,71	0	282,32
	0,60	24,69	24,69	111,09	49	281,27	207,21	74,06	0	281,27
	0,70	28,80	28,80	129,60	57	280,22	224,68	86,40	0	280,22
	0,80	32,91	32,91	148,11	65	279,17	242,14	98,74	0	279,17
	0,90	37,03	37,03	166,63	73	278,12	259,60	111,09	0	278,12
	1,00	41,14	41,14	185,14	81	277,07	277,07	123,43	0	277,07

Tablica B.118. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,96 za klasu betona C20/25

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/3,96	0,4	21,94	21,94	98,73	44	359,43	211,33	65,82	0	359,43
	0,5	27,42	27,42	123,41	54	358,12	234,71	82,27	0	358,12
	0,6	32,91	32,91	148,09	65	356,82	258,09	98,73	0	356,82
	0,7	38,39	38,39	172,78	76	355,52	281,47	115,18	0	355,52
	0,8	43,88	43,88	197,46	87	354,22	304,85	131,64	0	354,22
	0,9	49,36	49,36	222,14	98	352,92	328,23	148,09	0	352,92
	1	54,85	54,85	246,82	108	351,61	351,61	164,55	0	351,61

Tablica B.119. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,96 za klasu betona C25/30

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/3,96	0,40	20,41	20,41	91,83	39	342,17	204,43	61,22	0	342,17
	0,50	25,51	25,51	114,78	48	340,86	226,08	76,52	0	340,86
	0,60	30,61	30,61	137,74	58	339,56	247,74	91,83	0	339,56
	0,70	35,71	35,71	160,69	68	338,26	269,39	107,13	0	338,26
	0,80	40,81	40,81	183,65	77	336,96	291,05	122,43	0	336,96
	0,90	45,91	45,91	206,61	87	335,66	312,70	137,74	0	335,66
	1,00	51,01	51,01	229,56	96	334,35	334,35	153,04	0	334,35

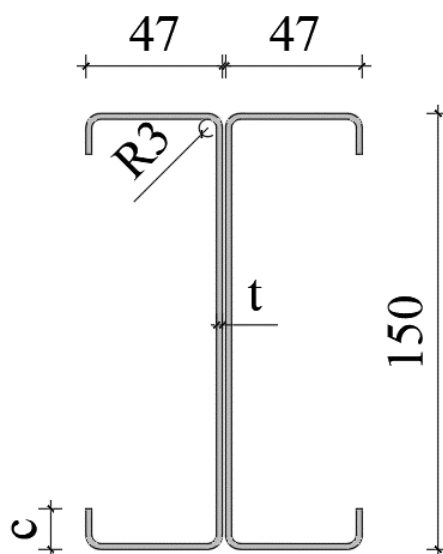
Tablica B.120. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,96 za klasu betona C30/37

PROFIL / DEBLJINA PROFILA	η	q_i [kN/m]	q_{ii} [kN/m ²]	M_{Rd} [kNm]	broj moždanika, n	$M_{c,Rd}$ [kNm]	$M_{c, lin, Rd}$ [kNm]	V_{Ed} [kN]	M-V	
									ρ	M_{Rd} [kNm]
C300/3,96	0,40	19,386	19,386	87,24	37	330,70	199,84	58,16	0	330,70
	0,50	24,23	24,23	109,05	46	329,39	220,35	72,70	0	329,39
	0,60	29,08	29,08	130,857	56	328,092	240,854	87,238	0	328,092
	0,70	33,93	33,93	152,67	65	326,79	261,36	101,78	0	326,79
	0,80	38,77	38,77	174,48	74	325,49	281,87	116,32	0	325,49
	0,90	43,62	43,62	196,29	83	324,19	302,38	130,86	0	324,19
	1,00	48,47	48,47	218,09	92,00	322,88	322,88	145,40	0	322,88

PRILOG C: REZULTATI ANALIZE U SLUČAJU DJELOMIČNE POSMIČNE VEZE

Profil C150

Na slici C.1. prikazan je profil C150 s dimenzijama.



Slika C.1. Profil C150

U tablici C.1. prikazane su geometrijske karakteristike profila C150 za razmatrane debljine stijenke profila 0,96 mm, 1,46 mm, 1,96 mm, 2,46 mm, 2,96 mm, 3,46 mm i 3,96 mm.

Tablica C.1. Geometrijske karakteristike profila C150

REDNI BROJ	PROFIL	VISINA	POVRŠINA POPREČNOG PRESJEKA	I_y	G [kg/m]	t_w [mm]	c [mm]
		h [mm]	A [mm ²]	[mm ⁴]			
1.	C150	150	257	874209	2,02	0,96	14
2.		150	388	1308419	3,05	1,46	14
3.		150	525	1756646	4,12	1,96	16
4.		150	664	2202931	5,21	2,46	18
5.		150	793	2609005	6,23	2,96	18
6.		150	920	3001430	7,22	3,46	18
7.		150	1045	3380390	8,20	3,96	18

Tablica C.2. prikazuje vlastite težine čeličnih profila C150 koje se mijenjaju ovisno o debljini profila, vlastite težine betonske pojasnice odabrane debljine 9 cm te sukladno veličini čeličnog profila i debljini betonske pojasnice određen je i položaj neutralne osi koji ovisi i o klasi betona.

Tablica C.2. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C150

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	VL. TEŽINA ČELIČNOG PROFILA	VL. TEŽINA BETONSKE POJASNICE	POLOŽAJ PLASTIČNE NEUTRALNE OSI		
		q_a [kN/m]	q_c [kN/m]	x_{pl} [cm]		
				C20/25	C25/30	C30/37
1.	C150/0,96	0,040	2,16	1,59	1,27	1,06
2.	C150/1,46	0,061	2,16	2,40	1,92	1,60
3.	C150/1,96	0,082	2,16	3,24	2,59	2,16
4.	C150/2,46	0,104	2,16	4,10	3,28	2,73
5.	C150/2,96	0,125	2,16	4,90	3,92	3,27
6.	C150/3,46	0,144	2,16	5,68	4,54	3,79
7.	C150/3,96	0,164	2,16	6,46	5,16	4,30

Otkazivanje posmične veze se može dogoditi preko betona i preko spojnog sredstva. Tablica C.3. prikazuje sile pri kojima dolazi do navedenih otkazivanja te koje je otkazivanje odabrano kao mjerodavno te korišteno u daljnjem proračunu.

Tablica C.3. Sile otkazivanja posmične veze za profil C150

REDNI BROJ	PROFIL /DEBLJINA PROFILA	OTKAZIVANJE PREKO VIJKA M12	OTKAZIVANJE PREKO BETONA			MJERODAVNO OTKAZIVANJE		
		$P_{Rd(1)}$ [kN]	$P_{Rd(2)}$ [kN]			P_{Rd} [kN]		
			C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
1.	C150/0,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
2.	C150/1,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
3.	C150/1,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
4.	C150/2,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
5.	C150/2,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
6.	C150/3,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
7.	C150/3,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70

U tablicama C.4.-C.6. prikazane su otpornosti na savijanje spregnutog nosača za različite stupnjeve posmične veze u slučaju primjene profila C150 i kvaliteta betona C20/25, C25/30 i C30/37. Stupanj posmične veze ovisi o razmaku vijaka kojima se ostvaruje posmična veza. U tablicama se uz razmak vijaka može vidjeti i pripadni stupanj posmične veze.

Tablica C.4. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C150 i beton C20/25

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12 (stupanj posmične veze η)									
			500 mm (xx)		400 mm (xx)		300 mm (xx)		200 mm (xx)		100 mm (xx)	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C150/0,96	4,08	12	108,81	15	121,17	20	139,28	30	101,72	60	101,72
2.	C150/1,46	6,11	12	89,57	15	99,42	20	113,86	30	101,72	60	101,72
3.	C150/1,96	8,20	12	78,38	15	86,67	20	98,81	30	101,72	60	101,72
4.	C150/2,46	10,28	12	71,30	15	78,50	20	89,05	30	106,76	60	101,72
5.	C150/2,96	12,18	12	66,85	15	73,31	20	82,76	30	98,63	60	101,72
6.	C150/3,46	14,01	12	63,73	15	69,60	20	78,20	30	92,63	60	101,72
7.	C150/3,96	15,78	12	61,49	15	66,89	20	74,79	30	88,06	60	101,72

Tablica C.5. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C150 i beton C25/30

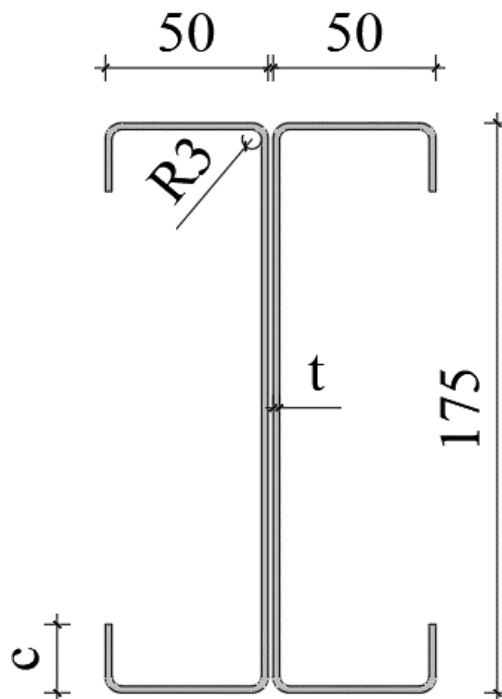
r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C150/0,96	4,08	12	115,75	15	128,94	20	148,25	30	101,72	60	101,72
2.	C150/1,46	6,11	12	95,11	15	105,61	20	121,01	30	101,72	60	101,72
3.	C150/1,96	8,20	12	83,04	15	91,87	20	104,81	30	101,72	60	101,72
4.	C150/2,46	10,28	12	75,34	15	83,02	20	94,28	30	113,16	60	101,72
5.	C150/2,96	12,18	12	70,48	15	77,36	20	87,44	30	104,36	60	101,72
6.	C150/3,46	14,01	12	67,03	15	73,29	20	82,46	30	97,84	60	101,72
7.	C150/3,96	15,78	12	64,52	15	70,28	20	78,71	30	92,85	60	101,72

Tablica C.6. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C150 i beton C30/37

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C150/0,96	4,08	12	101,72	15	101,72	20	101,72	30	101,72	60	101,72
2.	C150/1,46	6,11	12	100,72	15	111,88	20	101,72	30	101,72	60	101,72
3.	C150/1,96	8,20	12	87,75	15	97,14	20	110,90	30	101,72	60	101,72
4.	C150/2,46	10,28	12	79,44	15	87,61	20	99,57	30	101,72	60	101,72
5.	C150/2,96	12,18	12	74,15	15	81,47	20	92,19	30	110,17	60	101,72
6.	C150/3,46	14,01	12	70,37	15	77,02	20	86,77	30	103,13	60	101,72
7.	C150/3,96	15,78	12	67,59	15	73,71	20	82,67	30	97,71	60	101,72

Profil C175

Na slici C.2. prikazan je profil C175 s dimenzijama.



Slika C.2. Profil C175

U tablici C.7. prikazane su geometrijske karakteristike profila C175 za razmatrane debljine stijenke profila 0,96 mm, 1,46 mm, 1,96 mm, 2,46 mm, 2,96 mm, 3,46 mm i 3,96 mm.

Tablica C.7. Geometrijske karakteristike profila C175

REDNI BROJ	PROFIL	VISINA	POVRŠINA POPREČNOG PRESJEKA	I_y	G [kg/m]	t_w [mm]	c [mm]
		h [mm]	A [mm ²]	[mm ⁴]			
1.	C175	175	300	1366772	2,36	0,96	21
2.		175	454	2050425	3,56	1,46	21
3.		175	606	2715044	4,76	1,96	21
4.		175	755	3360847	5,93	2,46	21
5.		175	903	3988050	7,09	2,96	21
6.		175	1048	4596868	8,23	3,46	21
7.		175	1192	5187515	9,36	3,96	21

Tablica C.8. prikazuje vlastite težine čeličnih profila C175 koje se mijenjaju ovisno o debljini profila, vlastite težine betonske pojasnice odabrane debljine 9 cm te sukladno veličini čeličnog profila i debljini betonske pojasnice određen je i položaj neutralne osi koji ovisi i o klasi betona.

Tablica C.8. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C175

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	VL. TEŽINA ČELIČNOG PROFILA	VL. TEŽINA BETONSKE POJASNICE	POLOŽAJ PLASTIČNE NEUTRALNE OSI		
		q_a [kN/m]	q_c [kN/m]	x_{pl} [cm]		
				C20/25	C25/30	C30/37
1.	C175/0,96	0,047	2,16	1,85	1,48	1,24
2.	C175/1,46	0,071	2,16	2,80	2,24	1,87
3.	C175/1,96	0,095	2,16	3,74	2,99	2,50
4.	C175/2,46	0,119	2,16	4,66	3,73	3,11
5.	C175/2,96	0,142	2,16	5,58	4,46	3,72
6.	C175/3,46	0,165	2,16	6,47	5,18	4,32
7.	C175/3,96	0,187	2,16	7,36	5,89	4,91

Otkazivanje posmične veze se može dogoditi preko betona i preko spojnog sredstva. Tablica C.9. prikazuje sile pri kojima dolazi do navedenih otkazivanja te koje je otkazivanje odabrano kao mjerodavno te korišteno u daljnjem proračunu.

Tablica C.9. Sile otkazivanja posmične veze za profil C175

r.b.	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	OTKAZIVANJE PREKO VIJKA M12	OTKAZIVANJE PREKO BETONA			MJERODAVNO OTKAZIVANJE		
		$P_{Rd(1)}$ [kN]	$P_{Rd(2)}$ [kN]			P_{Rd} [kN]		
			C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
1.	C175/0,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
2.	C175/1,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
3.	C175/1,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
4.	C175/2,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
5.	C175/2,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
6.	C175/3,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
7.	C175/3,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70

U tablicama C.10.-C.12. prikazane su otpornosti na savijanje spregnutog nosača za različite stupnjeve posmične veze u slučaju primjene profila C175 i kvaliteta betona C20/25, C25/30 i C30/37. Stupanj posmične veze ovisi o razmaku vijaka kojima se ostvaruje posmična veza. U tablicama se uz razmak vijaka može vidjeti i pripadni stupanj posmične veze.

Tablica C.10. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C175 i beton C20/25

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	br. parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C175/0,96	5,47	12	101,02	15	112,30	20	128,83	30	101,72	60	101,72
2.	C175/1,46	8,20	12	83,67	15	92,58	20	105,63	30	101,72	60	101,72
3.	C175/1,96	10,86	12	74,33	15	81,82	20	92,79	30	101,72	60	101,72
4.	C175/2,46	13,44	12	68,69	15	75,21	20	84,76	30	100,79	60	101,72
5.	C175/2,96	15,95	12	65,03	15	70,82	20	79,31	30	93,55	60	101,72
6.	C175/3,46	18,39	12	62,65	15	67,87	20	75,53	30	88,37	60	101,72
7.	C175/3,96	20,75	12	61,08	15	65,84	20	72,81	30	84,51	60	101,72

Tablica C.11. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C175 i beton C25/30

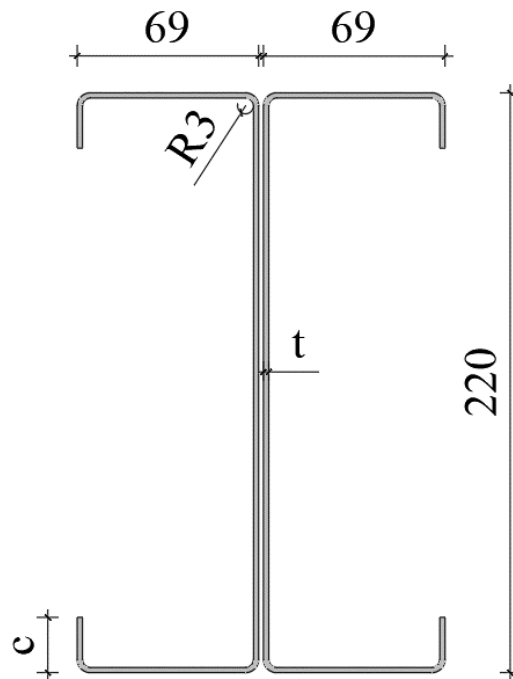
r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C175/0,96	5,47	12	107,36	15	119,39	20	137,01	30	101,72	60	101,72
2.	C175/1,46	8,20	12	88,68	15	98,18	20	112,09	30	101,72	60	101,72
3.	C175/1,96	10,86	12	78,53	15	86,52	20	98,23	30	101,72	60	101,72
4.	C175/2,46	13,44	12	72,35	15	79,30	20	89,49	30	106,58	60	101,72
5.	C175/2,96	15,95	12	68,28	15	74,46	20	83,51	30	98,70	60	101,72
6.	C175/3,46	18,39	12	65,59	15	71,16	20	79,32	30	93,01	60	101,72
7.	C175/3,96	20,75	12	63,75	15	68,83	20	76,26	30	88,74	60	101,72

Tablica C.12. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C175 i beton C30/37

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C175/0,96	5,47	12	101,72	15	101,72	20	101,72	30	101,72	60	101,72
2.	C175/1,46	8,20	12	93,75	15	103,84	20	101,72	30	101,72	60	101,72
3.	C175/1,96	10,86	12	82,80	15	91,29	20	103,73	30	101,72	60	101,72
4.	C175/2,46	13,44	12	76,06	15	83,45	20	94,28	30	101,72	60	101,72
5.	C175/2,96	15,95	12	71,58	15	78,15	20	87,77	30	103,91	60	101,72
6.	C175/3,46	18,39	12	68,56	15	74,48	20	83,16	30	97,72	60	101,72
7.	C175/3,96	20,75	12	66,46	15	71,86	20	79,76	30	93,02	60	101,72

Profil C220

Na slici C.3. prikazan je profil C220 s dimenzijama.



Slika C.3. Profil C220

U tablici C.13. prikazane su geometrijske karakteristike profila C220 za razmatrane debljine stijenke profila 0,96 mm, 1,46 mm, 1,96 mm, 2,46 mm, 2,96 mm, 3,46 mm i 3,96 mm.

Tablica C.13. Geometrijske karakteristike profila C220

REDNI BROJ	PROFIL	VISINA	POVRŠINA POPREČNOG PRESJEKA	I_y	G [kg/m]	t_w [mm]	c [mm]
		h [mm]	A [mm ²]	[mm ⁴]			
1.	C220	220	380	2794830	2,98	0,96	21
2.		220	575	4204740	4,51	1,46	21
3.		220	768	5583693	6,03	1,96	21
4.		220	959	6931965	7,53	2,46	21
5.		220	1148	8249834	9,01	2,96	21
6.		220	1336	9537575	10,49	3,46	21
7.		220	1521	10795461	11,94	3,96	21

Tablica C.14. prikazuje vlastite težine čeličnih profila C220 koje se mijenjaju ovisno o debljini profila, vlastite težine betonske pojasnice odabrane debljine 9 cm te sukladno veličini čeličnog profila i debljini betonske pojasnice određen je i položaj neutralne osi koji ovisi i o klasi betona.

Tablica C.14. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C220

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	VL. TEŽINA ČELIČNOG PROFILA	VL. TEŽINA BETONSKE POJASNICE	POLOŽAJ PLASTIČNE NEUTRALNE OSI		
		q_a [kN/m]	q_c [kN/m]	x_{pl} [cm]		
				C20/25	C25/30	C30/37
1.	C220/0,96	0,060	2,16	2,35	1,88	1,56
2.	C220/1,46	0,090	2,16	3,55	2,84	2,37
3.	C220/1,96	0,121	2,16	4,74	3,79	3,16
4.	C220/2,46	0,151	2,16	5,92	4,74	3,95
5.	C220/2,96	0,180	2,16	7,09	5,67	4,73
6.	C220/3,46	0,210	2,16	8,25	6,60	5,50
7.	C220/3,96	0,239	2,16	9,40	7,51	6,26

Otkazivanje posmične veze se može dogoditi preko betona i preko spojnog sredstva. Tablica C.15. prikazuje sile pri kojima dolazi do navedenih otkazivanja te koje je otkazivanje odabrano kao mjerodavno te korišteno u daljnjem proračunu.

Tablica C.15. Sile otkazivanja posmične veze za profil C220

REDNI BROJ	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	OTKAZIVANJE PREKO VIJKA M12	OTKAZIVANJE PREKO BETONA			MJERODAVNO OTKAZIVANJE		
		$P_{Rd(1)}$ [kN]	$P_{Rd(2)}$ [kN]			P_{Rd} [kN]		
			C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
1.	C220/0,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
2.	C220/1,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
3.	C220/1,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
4.	C220/2,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
5.	C220/2,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
6.	C220/3,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
7.	C220/3,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70

U tablicama C.16.-C.18. prikazane su otpornosti na savijanje spregnutog nosača za različite stupnjeve posmične veze u slučaju primjene profila C220 i kvaliteta betona C20/25, C25/30 i C30/37. Stupanj posmične veze ovisi o razmaku vijaka kojima se ostvaruje posmična veza. U tablicama se uz razmak vijaka može vidjeti i pripadni stupanj posmične veze.

Tablica C.16. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C220 i beton C20/25

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C220/0,96	8,89	12	90,77	15	100,44	20	114,60	30	101,72	60	101,72
2.	C220/1,46	13,38	12	76,73	15	84,20	20	95,16	30	101,72	60	101,72
3.	C220/1,96	17,77	12	69,86	15	76,01	20	85,02	30	101,72	60	101,72
4.	C220/2,46	22,06	12	66,29	15	71,51	20	79,16	30	92,00	60	101,72
5.	C220/2,96	26,25	12	64,55	15	69,07	20	75,70	30	86,81	60	101,72
6.	C220/3,46	30,35	12	63,92	15	67,89	20	73,69	30	83,44	60	101,72
7.	C220/3,96	34,35	12	64,05	15	67,56	20	72,70	30	81,32	60	101,72

Tablica C.17. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C220 i beton C25/30

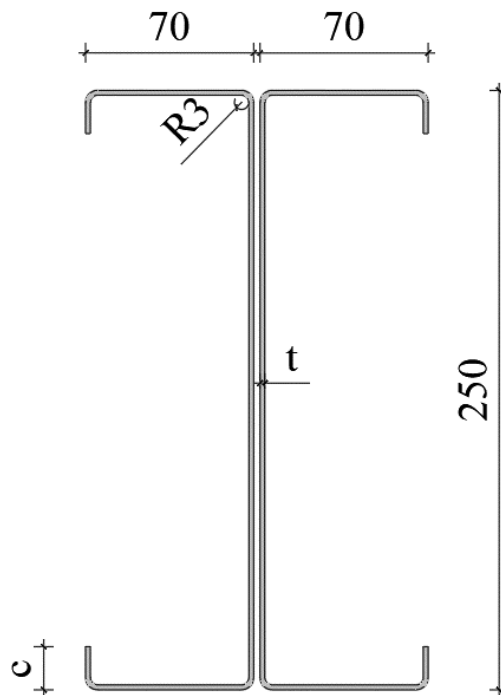
r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C220/0,96	8,89	12	96,20	15	106,51	20	121,61	30	101,72	60	101,72
2.	C220/1,46	13,38	12	80,93	15	88,90	20	100,58	30	101,72	60	101,72
3.	C220/1,96	17,77	12	73,31	15	79,87	20	89,48	30	101,72	60	101,72
4.	C220/2,46	22,06	12	69,22	15	74,79	20	82,95	30	96,63	60	101,72
5.	C220/2,96	26,25	12	67,09	15	71,91	20	78,97	30	90,82	60	101,72
6.	C220/3,46	30,35	12	66,15	15	70,38	20	76,57	30	86,96	60	101,72
7.	C220/3,96	34,35	12	66,02	15	69,76	20	75,24	30	84,43	60	101,72

Tablica C.18. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C220 i beton C30/37

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C220/0,96	8,89	12	101,72	15	101,72	20	101,72	30	101,72	60	101,72
2.	C220/1,46	13,38	12	85,18	15	93,66	20	101,72	30	101,72	60	101,72
3.	C220/1,96	17,77	12	76,81	15	83,78	20	93,99	30	101,72	60	101,72
4.	C220/2,46	22,06	12	72,20	15	78,11	20	86,79	30	101,72	60	101,72
5.	C220/2,96	26,25	12	69,66	15	74,79	20	82,30	30	94,89	60	101,72
6.	C220/3,46	30,35	12	68,41	15	72,90	20	79,48	30	90,52	60	101,72
7.	C220/3,96	34,35	12	68,02	15	71,99	20	77,82	30	87,59	60	101,72

Profil C250

Na slici C.4. prikazan je profil C250 s dimenzijama.

**Slika C.4.** Profil C250

U tablici C.19. prikazane su geometrijske karakteristike profila C250 za razmatrane debljine stijenke profila 0,96 mm, 1,46 mm, 1,96 mm, 2,46 mm, 2,96 mm, 3,46 mm i 3,96 mm.

Tablica C.19. Geometrijske karakteristike profila C250

REDNI BROJ	PROFIL	VISINA	POVRŠINA POPREČNOG PRESJEKA	I_y	G [kg/m]	t_w [mm]	c [mm]
		h [mm]	A [mm ²]	[mm ⁴]			
1.	C250	250	405	3739756	3,18	0,96	18
2.		250	613	5629637	4,81	1,46	18
3.		250	819	7480633	6,43	1,96	18
4.		250	1023	9292875	8,03	2,46	18
5.		250	1225	11066674	9,62	2,96	18
6.		250	1446	13033418	11,35	3,46	21
7.		250	1647	14764651	12,93	3,96	21

Tablica C.20. prikazuje vlastite težine čeličnih profila C250 koje se mijenjaju ovisno o debljini profila, vlastite težine betonske pojasnice odabrane debljine 9 cm te sukladno veličini čeličnog profila i debljini betonske pojasnice određen je i položaj neutralne osi koji ovisi i o klasi betona.

Tablica C.20. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C250

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	VL. TEŽINA ČELIČNOG PROFILA	VL. TEŽINA BETONSKE POJASNICE	POLOŽAJ PLASTIČNE NEUTRALNE OSI		
		q_a [kN/m]	q_c [kN/m]	x_{pl} [cm]		
				C20/25	C25/30	C30/37
1.	C250/0,96	0,064	2,16	2,50	2,00	1,67
2.	C250/1,46	0,096	2,16	3,79	3,03	2,52
3.	C250/1,96	0,129	2,16	5,06	4,05	3,37
4.	C250/2,46	0,161	2,16	6,32	5,05	4,21
5.	C250/2,96	0,192	2,16	7,57	6,05	5,04
6.	C250/3,46	0,227	2,16	8,93	7,14	5,95
7.	C250/3,96	0,259	2,16	10,18	8,14	6,78

Otkazivanje posmične veze se može dogoditi preko betona i preko spojnog sredstva. Tablica C.21. prikazuje sile pri kojima dolazi do navedenih otkazivanja te koje je otkazivanje odabrano kao mjerodavno te korišteno u daljnjem proračunu.

Tablica C.21. Sile otkazivanja posmične veze za profil C250

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	OTKAZIVANJE PREKO VIJKA M12	OTKAZIVANJE PREKO BETONA			MJERODAVNO OTKAZIVANJE		
		$P_{Rd(1)}$ [kN]	$P_{Rd(2)}$ [kN]			P_{Rd} [kN]		
			C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
1.	C250/0,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
2.	C250/1,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
3.	C250/1,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
4.	C250/2,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
5.	C250/2,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
6.	C250/3,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
7.	C250/3,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70

U tablicama C.22.-C.24. prikazane su otpornosti na savijanje spregnutog nosača za različite stupnjeve posmične veze u slučaju primjene profila C250 i kvaliteta betona C20/25, C25/30 i C30/37. Stupanj posmične veze ovisi o razmaku vijaka kojima se ostvaruje posmična veza. U tablicama se uz razmak vijaka može vidjeti i pripadni stupanj posmične veze.

Tablica C.22. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C250 i beton C20/25

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C250/0,96	10,47	12	88,44	15	97,64	20	111,12	30	101,72	60	101,72
2.	C250/1,46	15,76	12	75,46	15	82,51	20	92,83	30	101,72	60	101,72
3.	C250/1,96	20,95	12	69,48	15	75,21	20	83,60	30	101,72	60	101,72
4.	C250/2,46	26,02	12	66,72	15	71,52	20	78,56	30	90,37	60	101,72
5.	C250/2,96	30,99	12	65,74	15	69,84	20	75,85	30	85,93	60	101,72
6.	C250/3,46	36,49	12	65,99	15	69,47	20	74,57	30	83,13	60	101,72
7.	C250/3,96	41,34	12	66,92	15	69,94	20	74,37	30	81,79	60	101,72

Tablica C.23. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C250 i beton C25/30

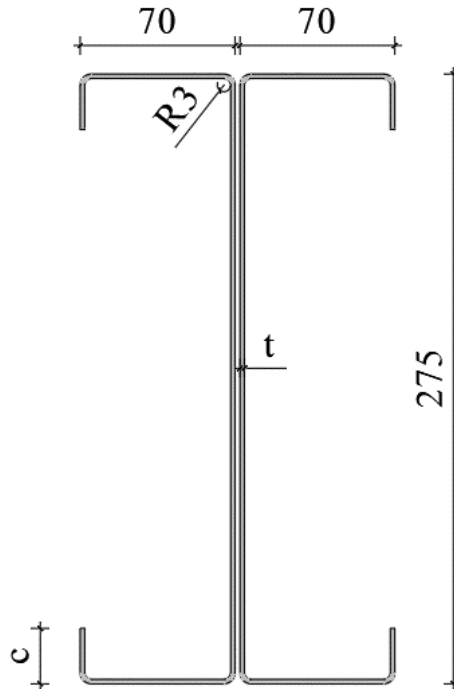
r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C250/0,96	10,47	12	93,61	15	103,42	20	117,80	30	101,72	60	101,72
2.	C250/1,46	15,76	12	79,42	15	86,93	20	97,94	30	101,72	60	101,72
3.	C250/1,96	20,95	12	72,70	15	78,81	20	87,76	30	101,72	60	101,72
4.	C250/2,46	26,02	12	69,42	15	74,54	20	82,04	30	94,63	60	101,72
5.	C250/2,96	30,99	12	68,04	15	72,42	20	78,82	30	89,58	60	101,72
6.	C250/3,46	36,49	12	67,94	15	71,66	20	77,10	30	86,22	60	101,72
7.	C250/3,96	41,34	12	68,62	15	71,84	20	76,56	30	84,47	60	101,72

Tablica C.24. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C250 i beton C30/37

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C250/0,96	10,47	12	101,72	15	101,72	20	101,72	30	101,72	60	101,72
2.	C250/1,46	15,76	12	83,43	15	91,42	20	101,72	30	101,72	60	101,72
3.	C250/1,96	20,95	12	75,96	15	82,45	20	91,97	30	101,72	60	101,72
4.	C250/2,46	26,02	12	72,15	15	77,60	20	85,57	30	98,96	60	101,72
5.	C250/2,96	30,99	12	70,38	15	75,03	20	81,84	30	93,27	60	101,72
6.	C250/3,46	36,49	12	69,93	15	73,87	20	79,65	30	89,36	60	101,72
7.	C250/3,96	41,34	12	70,34	15	73,76	20	78,78	30	87,19	60	101,72

Profil C275

Na slici C.5. prikazan je profil C275 s dimenzijama.



Slika C.5. Profil C275

U tablici C.25. prikazane su geometrijske karakteristike profila C275 za razmatrane debljine stijenke profila 1,46 mm, 1,96 mm, 2,46 mm, 2,96 mm, 3,46 mm i 3,96 mm.

Tablica C.25. Geometrijske karakteristike profila C275

REDNI BROJ	PROFIL	VISINA	POVRŠINA POPREČNOG PRESJEKA	I_y	G [kg/m]	t_w [mm]	c [mm]
		h [mm]	A [mm ²]	[mm ⁴]			
1.	C275	275	670	7332877	5,26	1,46	25
2.		275	896	9752725	7,03	1,96	25
3.		275	1119	12126494	8,78	2,46	25
4.		275	1341	14454522	10,53	2,96	25
5.		275	1560	16737146	12,25	3,46	25
6.		275	1778	18974704	13,96	3,96	25

Tablica C.26. prikazuje vlastite težine čeličnih profila C275 koje se mijenjaju ovisno o debljini profila, vlastite težine betonske pojasnice odabrane debljine 9 cm te sukladno veličini čeličnog profila i debljini betonske pojasnice određen je i položaj neutralne osi koji ovisi i o klasi betona.

Tablica C.26. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C275

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	VL. TEŽINA ČELIČNOG PROFILA	VL. TEŽINA BETONSKE POJASNICE	POLOŽAJ PLASTIČNE NEUTRALNE OSI		
		q_a [kN/m]	q_c [kN/m]	x_{pl} [cm]		
				C20/25	C25/30	C30/37
1.	C275/1,46	0,105	2,16	4,14	3,31	2,76
2.	C275/1,96	0,141	2,16	5,54	4,43	3,69
3.	C275/2,46	0,176	2,16	6,91	5,53	4,61
4.	C275/2,96	0,211	2,16	8,28	6,62	5,52
5.	C275/3,46	0,245	2,16	9,64	7,71	6,42
6.	C275/3,96	0,279	2,16	10,98	8,78	7,32

Otkazivanje posmične veze se može dogoditi preko betona i preko spojnog sredstva. Tablica C.27. prikazuje sile pri kojima dolazi do navedenih otkazivanja te koje je otkazivanje odabrano kao mjerodavno te korišteno u daljnjem proračunu.

Tablica C.27. Sile otkazivanja posmične veze za profil C275

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	OTKAZIVANJE PREKO VIJKA M12	OTKAZIVANJE PREKO BETONA			MJERODAVNO OTKAZIVANJE		
		$P_{Rd(1)}$ [kN]	$P_{Rd(2)}$ [kN]			P_{Rd} [kN]		
			C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
1.	C275/1,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
2.	C275/1,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
3.	C275/2,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
4.	C275/2,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
5.	C275/3,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
6.	C275/3,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70

U tablicama C.28.-C.30. prikazane su otpornosti na savijanje spregnutog nosača za različite stupnjeve posmične veze u slučaju primjene profila C275 i kvaliteta betona C20/25, C25/30 i C30/37. Stupanj posmične veze ovisi o razmaku vijaka kojima se ostvaruje posmična veza. U tablicama se uz razmak vijaka može vidjeti i pripadni stupanj posmične veze.

Tablica C.28. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C275 i beton C20/25

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C275/1,46	18,67	12	73,84	15	80,35	20	89,89	30	101,72	60	101,72
2.	C275/1,96	24,83	12	69,00	15	74,21	20	81,85	30	101,72	60	101,72
3.	C275/2,46	30,87	12	67,29	15	71,59	20	77,89	30	101,72	60	101,72
4.	C275/2,96	36,79	12	67,28	15	70,88	20	76,15	30	85,00	60	101,72
5.	C275/3,46	42,60	12	68,34	15	71,38	20	75,83	30	83,30	60	101,72
6.	C275/3,96	48,30	12	70,08	15	72,66	20	76,42	30	82,74	60	101,72

Tablica C.29. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C275 i beton C25/30

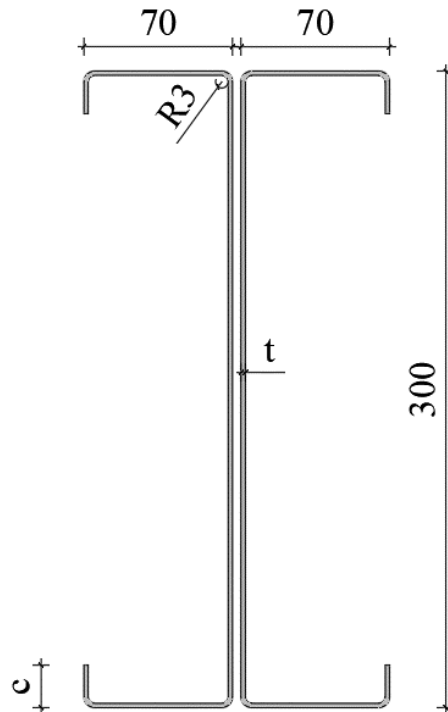
r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C275/1,46	18,67	12	77,50	15	84,44	20	94,62	30	101,72	60	101,72
2.	C275/1,96	24,83	12	71,93	15	77,49	20	85,63	30	101,72	60	101,72
3.	C275/2,46	30,87	12	69,70	15	74,29	20	81,00	30	101,72	60	101,72
4.	C275/2,96	36,79	12	69,30	15	73,14	20	78,76	30	88,19	60	101,72
5.	C275/3,46	42,60	12	70,05	15	73,29	20	78,03	30	86,00	60	101,72
6.	C275/3,96	48,30	12	71,53	15	74,27	20	78,29	30	85,03	60	101,72

Tablica C.30. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C275 i beton C30/37

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C275/1,46	18,67	12	101,72	15	101,72	20	101,72	30	101,72	60	101,72
2.	C275/1,96	24,83	12	74,89	15	80,80	20	101,72	30	101,72	60	101,72
3.	C275/2,46	30,87	12	72,15	15	77,02	20	84,16	30	101,72	60	101,72
4.	C275/2,96	36,79	12	71,35	15	75,43	20	81,41	30	91,43	60	101,72
5.	C275/3,46	42,60	12	71,78	15	75,22	20	80,27	30	88,73	60	101,72
6.	C275/3,96	48,30	12	72,99	15	75,91	20	80,18	30	87,34	60	101,72

Profil C300

Na slici C.6. prikazan je profil C300 s dimenzijama.



Slika C.6. Profil C300

U tablici C.31. prikazane su geometrijske karakteristike profila C300 za razmatrane debljine stijenke profila 1,46 mm, 1,96 mm, 2,46 mm, 2,96 mm, 3,46 mm i 3,96 mm.

Tablica C.31. Geometrijske karakteristike profila C300

REDNI BROJ	PROFIL	VISINA	POVRŠINA POPREČNOG PRESJEKA	I_y	G [kg/m]	t_w [mm]	c [mm]
		h [mm]	A [mm ²]	[mm ⁴]			
1.	C300	300	692	8789122	5,43	1,46	20
2.		300	925	11692011	7,26	1,96	20
3.		300	1156	14540869	9,07	2,46	20
4.		300	1385	17336063	10,87	2,96	20
5.		300	1751	22921925	13,75	3,46	25
6.		300	1996	26013104	15,67	3,96	25

Tablica C.32. prikazuje vlastite težine čeličnih profila C300 koje se mijenjaju ovisno o debljini profila, vlastite težine betonske pojasnice odabrane debljine 9 cm te sukladno veličini čeličnog profila i debljini betonske pojasnice određen je i položaj neutralne osi koji ovisi i o klasi betona.

Tablica C.32. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C300

REDNI BROJ	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	VL. TEŽINA ČELIČNOG PROFILA	VL. TEŽINA BETONSKE POJASNICE	POLOŽAJ PLASTIČNE NEUTRALNE OSI		
		q_a [kN/m]	q_c [kN/m]	x_{pl} [cm]		
				C20/25	C25/30	C30/37
1.	C300/1,46	0,109	2,16	4,28	3,42	2,85
2.	C300/1,96	0,145	2,16	5,71	4,57	3,81
3.	C300/2,46	0,181	2,16	7,14	5,71	4,76
4.	C300/2,96	0,217	2,16	8,56	6,84	5,70
5.	C300/3,46	0,275	2,16	10,82	8,65	7,21
6.	C300/3,96	0,313	2,16	12,33	9,86	8,22

Otkazivanje posmične veze se može dogoditi preko betona i preko spojnog sredstva. Tablica C.33. prikazuje sile pri kojima dolazi do navedenih otkazivanja te koje je otkazivanje odabrano kao mjerodavno te korišteno u daljnjem proračunu.

Tablica C.33. Sile otkazivanja posmične veze za profil C300

REDNI BROJ	PROFIL/DEBLJINA PROFILA	OTKAZIVANJE PREKO VIJKA M12	OTKAZIVANJE PREKO BETONA			MJERODAVNO OTKAZIVANJE		
		$P_{Rd(1)}$ [kN]	$P_{Rd(2)}$ [kN]			P_{Rd} [kN]		
			C20/25	C25/30	C30/37	C20/25	C25/30	C30/37
1.	C300/1,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
2.	C300/1,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
3.	C300/2,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
4.	C300/2,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
5.	C300/3,46	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70
6.	C300/3,96	30,40	21,56	24,51	27,70	21,56	24,51	27,70

U tablicama C.34.-C.36. prikazane su otpornosti na savijanje spregnutog nosača za različite stupnjeve posmične veze u slučaju primjene profila C300 i kvaliteta betona C20/25, C25/30 i C30/37. Stupanj posmične veze ovisi o razmaku vijaka kojima se ostvaruje posmična veza. U tablicama se uz razmak vijaka može vidjeti i pripadni stupanj posmične veze.

Tablica C.34. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C300 i beton C20/25

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C300/1,46	20,51	12	73,59	15	79,86	20	89,04	30	101,72	60	101,72
2.	C300/1,96	27,28	12	69,37	15	74,33	20	81,61	30	101,72	60	101,72
3.	C300/2,46	33,93	12	68,21	15	72,26	20	78,19	30	101,72	60	101,72
4.	C300/2,96	40,45	12	68,76	15	72,10	20	77,00	30	85,21	60	101,72
5.	C300/3,46	53,48	12	73,31	15	75,65	20	79,07	30	84,82	60	101,72
6.	C300/3,96	60,70	12	76,49	15	78,35	20	81,08	30	85,66	60	101,72

Tablica C.35. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C300 i beton C25/30

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C300/1,46	20,51	12	77,11	15	83,79	20	93,59	30	101,72	60	101,72
2.	C300/1,96	27,28	12	72,16	15	77,45	20	85,22	30	101,72	60	101,72
3.	C300/2,46	33,93	12	70,49	15	74,80	20	81,13	30	101,72	60	101,72
4.	C300/2,96	40,45	12	70,64	15	74,20	20	79,42	30	88,18	60	101,72
5.	C300/3,46	53,48	12	74,62	15	77,11	20	80,77	30	86,90	60	101,72
6.	C300/3,96	60,70	12	77,53	15	79,52	20	82,43	30	87,32	60	101,72

Tablica C.36. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C300 i beton C30/37

r.b.	PROFIL / DEBLJINA PROFILA	$M_{pl,a,Rd}$ [kNm]	razmak vijaka M12									
			500 mm		400 mm		300 mm		200 mm		100 mm	
			broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]	broj parova vijaka	$M_{pl,Rd}$ [kNm]
1.	C300/1,46	20,51	12	101,72	15	101,72	20	101,72	30	101,72	60	101,72
2.	C300/1,96	27,28	12	74,99	15	80,62	20	101,72	30	101,72	60	101,72
3.	C300/2,46	33,93	12	72,79	15	77,38	20	84,10	30	101,72	60	101,72
4.	C300/2,96	40,45	12	72,54	15	76,33	20	81,88	30	91,19	60	101,72
5.	C300/3,46	53,48	12	75,95	15	78,60	20	82,49	30	89,01	60	101,72
6.	C300/3,96	60,70	12	78,59	15	80,71	20	83,80	30	88,99	60	101,72

POPIS SLIKA

Slika 1.1. Ilustracija primjene razmatranog spregnutog sustava kod zelenih krovova.....	3
Slika 1.2. Shematski prikaz ispitivanja [10]	4
Slika 1.3. Krivulja opterećenje-progib [10]	5
Slika 1.4. Detalji izvođenja međukatne konstrukcije [11].....	6
Slika 1.5. Postavljanje uzoraka u prešu za ispitivanje [11]	6
Slika 1.6. Skica provođenja ispitivanja s označenim elementima i dimenzijama [11].....	7
Slika 1.7. Dijagram sila-pomak – mjereno na vrhu i dnu čeličnih rešetki [11].....	7
Slika 1.8. Dijagram sila-pomak - mjereno na vrhu betonske pojasnice u lijevom i desnom presjeku ploče [11].....	8
Slika 1.9. Dijagram sila-progib [11]	8
Slika 1.10. Poprečni presjek spregnutog nosača [12]	9
Slika 1.11. Shema provedenog ispitivanja na preši [12].....	9
Slika 1.12. Pukotine na betonskoj ploči nakon provedenog ispitivanja [12].....	10
Slika 1.13. Grafički prikaz rezultata sila-naprezanje [12]	10
Slika 1.14 Poprečni presjek spregnutih nosača s prošupljenim čeličnim hrptom [15]	11
Slika 1.15. Utjecaj recikliranja na tehnologiju [5].....	12
Slika 1.16. Raspolaganje građevinskim materijalom nakon završenog uporabnog vijeka konstrukcije [5]	13
Slika 1.17. Poprečni presjek analiziranog sustava spregnutog nosača	14
Slika 3.1. Struktura istraživanja	19
Slika 4.1. Stupanj posmične veze između čelika i betona [3].....	22
Slika 4.2. Vrste posmične krutosti [3]	22
Slika 4.3. Položaj neutralne osi na dodiru betonske pojasnice i čeličnih profila.....	23
Slika 4.4. Plastična neutralna os u betonskoj pojasnici	27
Slika 4.5. Plastična neutralna os u gornjoj pojasnici čeličnog profila	29
Slika 4.6. Profil C200	39
Slika 5.1. Rezultati <i>analize izvijanja</i>	43
Slika 5.2. Mreža konačnih elemenata modela	44
Slika 5.3. 3D prikaz nedeformiranog modela	44
Slika 5.4. Pogled na nedeformirani model.....	45

Slika 5.5. Prikaz ostvarivanja krute veze na spoju čeličnih profila te elemenata kojima se unosi pomak kao opterećenje	45
Slika 5.6. Deformirani 3D model – korištenje tie veze	46
Slika 5.7. Zadavanje tie veze u ABAQUS/CAE.....	47
Slika 5.8. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa za punu posmičnu vezu	47
Slika 5.9. Deformirani oblik spregnutog sustava za punu posmičnu vezu	48
Slika 5.10. Puna posmična veza – bez pomaka na krajevima elemenata	48
Slika 5.11. Deformirani prikaz nosača.....	49
Slika 5.12. Deformirani prikaz ploče	49
Slika 6.1. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 200 mm.....	51
Slika 6.2. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 300 mm.....	51
Slika 6.3. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 400 mm.....	52
Slika 6.4. Rezultati iz računalnog programa za razmak vijaka 500 mm.....	52
Slika 6.5. Prikaz odvajanja betonske ploče od čeličnog nosača	53
Slika 6.6. Pomak krajeva nosača za djelomičnu posmičnu vezu $\eta=0,4$, razmak vijaka 500 mm.....	53
Slika 6.7. Dijagram moment savijanja-pomak za različite stupnjeve sprežanja čeličnog nosača i betonske ploče	54
Slika 7.1. Deformacija nosača s punom posmičnom vezom ostvarenom točkastim spajanjem	55
Slika 7.2. Prikaz točkastog spajanja elemenata spregnutog nosača.....	56
Slika 7.3. Točkasto spajanje na dodiru čeličnih profila te na spoju čeličnih profila i betonske pojasnice.....	56
Slika 7.4. Uvećani prikaz točkastog spajanja.....	57
Slika 7.5. Točkasto spajanje čeličnih nosača u području hrptova	57
Slika 7.6. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 100 mm.....	58
Slika 7.7. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 200 mm.....	58
Slika 7.8. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 300 mm.....	58
Slika 7.9. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 400 mm.....	59

Slika 7.10. Zadavanje vijaka na spoju čeličnih profila u ABAQUS/CAE na razmaku 500 mm	59
Slika 7.11. Poprečni presjek modela u slučaju diskretnog spajanja hladno oblikovanih čeličnih profila.....	60
Slika 7.12. Raspored vijaka ili točkastih zavara za razmak od 100 mm između čeličnih nosača za punu posmičnu vezu	60
Slika 7.13. Dijagram moment savijanja-pomak za punu posmičnu vezu te različitu udaljenost vijaka između čeličnih nosača.....	61
Slika 7.14. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	61
Slika 7.15. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	62
Slika 7.16. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm.....	62
Slika 7.17. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	63
Slika 7.18. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	63
Slika 7.19. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm.....	64
Slika 7.20. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	64
Slika 7.21. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	65
Slika 7.22. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm.....	65
Slika 7.23. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	66
Slika 7.24. Deformacija betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	66
Slika 7.25. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm.....	67
Slika 7.26. Deformacija čeličnih nosača za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	67

Slika 7.27. Naprezanja s donje strane betonske ploče za punu posmičnu vezu (100 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm.....	68
Slika 7.28. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 200 mm između čeličnih nosača	69
Slika 7.29. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm)	69
Slika 7.30. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	70
Slika 7.31. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	70
Slika 7.32. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	70
Slika 7.33. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm.....	71
Slika 7.34. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	71
Slika 7.35. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	72
Slika 7.36. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	72
Slika 7.37. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm.....	72
Slika 7.38. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	73
Slika 7.39. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	73
Slika 7.40. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	74
Slika 7.41. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm.....	74
Slika 7.42. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	74
Slika 7.43. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	75

Slika 7.44. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	75
Slika 7.45. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm.....	75
Slika 7.46. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	76
Slika 7.47. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	76
Slika 7.48. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	77
Slika 7.49. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (200 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm.....	77
Slika 7.50. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 300 mm između čeličnih nosača	77
Slika 7.51. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm)	78
Slika 7.52. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	78
Slika 7.53. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	79
Slika 7.54. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	79
Slika 7.55. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm.....	79
Slika 7.56. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	80
Slika 7.57. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	80
Slika 7.58. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	80
Slika 7.59. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm.....	81
Slika 7.60. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	81

Slika 7.61. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	82
Slika 7.62. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	82
Slika 7.63. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm.....	82
Slika 7.64. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	83
Slika 7.65. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	83
Slika 7.66. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	83
Slika 7.67. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm.....	84
Slika 7.68. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	84
Slika 7.69. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	85
Slika 7.70. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	85
Slika 7.71. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (300 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm.....	85
Slika 7.72. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 400 mm između čeličnih nosača	86
Slika 7.73. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm).....	86
Slika 7.74. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	87
Slika 7.75. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	87
Slika 7.76. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	87
Slika 7.77. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm.....	88

Slika 7.78. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	88
Slika 7.79. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	89
Slika 7.80. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	89
Slika 7.81. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm.....	89
Slika 7.82. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	90
Slika 7.83. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	90
Slika 7.84. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	91
Slika 7.85. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm.....	91
Slika 7.86. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	91
Slika 7.87. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	92
Slika 7.88. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	92
Slika 7.89. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (400 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm.....	93
Slika 7.90. Raspored vijaka ili točkastih zavora za razmak od 500 mm između čeličnih nosača	93
Slika 7.91. Dijagram moment savijanja-pomak za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm)	94
Slika 7.92. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	94
Slika 7.93. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	95
Slika 7.94. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	95

Slika 7.95. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	96
Slika 7.96. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm.....	96
Slika 7.97. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	96
Slika 7.98. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	97
Slika 7.99. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	97
Slika 7.100. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm.....	98
Slika 7.101. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	98
Slika 7.102. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	99
Slika 7.103. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	99
Slika 7.104. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm.....	100
Slika 7.105. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm.....	100
Slika 7.106. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	100
Slika 7.107. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	101
Slika 7.108. Prikaz krivljenja gornje pojasnice čeličnih profila za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	101
Slika 7.109. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm.....	102
Slika 7.110. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm.....	102
Slika 7.111. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	102

Slika 7.112. Prikaz naprezanja u području diskretnih spajala za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	103
Slika 7.113. Deformacija čeličnih nosača za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm.....	103
Slika 7.114. Deformacija betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm.....	104
Slika 7.115. Naprezanja s donje strane betonske ploče za djelomičnu posmičnu vezu (500 mm) te udaljenost vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	104
Slika 7.116. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 100 mm	105
Slika 7.117. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 200 mm	105
Slika 7.118. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 300 mm	106
Slika 7.119. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 400 mm	106
Slika 7.120. Dijagram moment savijanja-pomak za uzdužni razmak vijaka na spoju čeličnih profila 500 mm	107
Slika 8.1. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 200 mm.....	108
Slika 8.2. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 300 mm.....	109
Slika 8.3. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 400 mm.....	109
Slika 8.4. Usporedba rezultata ručnog proračuna i računalnog programa razmak vijaka 500 mm.....	110
Slika 8.5. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna za punu posmičnu vezu (100 mm)	111
Slika 8.6. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (200 mm).....	111
Slika 8.7. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (300 mm).....	112
Slika 8.8. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (400 mm).....	112

Slika 8.9. Usporedba rezultata računalnog modela i analitičkog proračuna djelomičnu posmičnu vezu (500 mm).....	113
Slika C.1. Profil C150.....	166
Slika C.2. Profil C175.....	169
Slika C.3. Profil C220.....	172
Slika C.4. Profil C250.....	175
Slika C.5. Profil C275.....	179
Slika C.6. Profil C300.....	182

POPIS TABLICA

Tablica 4.1. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za širinu betonske pojasnice od 1000 mm za profile C150-C220.....	31
Tablica 4.2. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/0,96 za klasu betona C20/25	32
Tablica 4.3. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/0,96 za klasu betona C25/30	32
Tablica 4.4. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/0,96 za klasu betona C30/37	32
Tablica 4.5. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,46 za klasu betona C20/25	33
Tablica 4.6. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,46 za klasu betona C25/30	33
Tablica 4.7. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,46 za klasu betona C30/37	33
Tablica 4.8. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,96 za klasu betona C20/25	34
Tablica 4.9. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,96 za klasu betona C25/30	34
Tablica 4.10. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/1,96 za klasu betona C30/37	34
Tablica 4.11. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,46 za klasu betona C20/25	35
Tablica 4.12. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,46 za klasu betona C25/30	35
Tablica 4.13. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,46 za klasu betona C30/37	35
Tablica 4.14. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,96 za klasu betona C20/25	36
Tablica 4.15. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,96 za klasu betona C25/30	36

Tablica 4.16. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/2,96 za klasu betona C30/37	36
Tablica 4.17. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,46 za klasu betona C20/25	37
Tablica 4.18. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,46 za klasu betona C25/30	37
Tablica 4.19. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,46 za klasu betona C30/37	37
Tablica 4.20. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,96 za klasu betona C20/25	38
Tablica 4.21. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,96 za klasu betona C25/30	38
Tablica 4.22. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C200/3,96 za klasu betona C30/37	38
Tablica 4.23. Geometrijske karakteristike profila C200	39
Tablica 4.24. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C200	40
Tablica 4.25. Sile otkazivanja posmične veze za profil C200.....	40
Tablica 4.26. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C200 i beton C20/25.....	41
Tablica 4.27. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C200 i beton C25/30.....	41
Tablica 4.28. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C200 i beton C30/37.....	41
Tablica 4.29. Geometrijske karakteristike profila primijenjenog u računalnoj analizi	42
Tablica 4.30. Značajke čvrstoća betona C20/25.....	42
Tablica A.1. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 600 mm za profile C150-C300	120
Tablica A.2. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 800 mm za profile C150-C220	121
Tablica A.3. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 1200 mm za profile C150-C220	122
Tablica A.4. Otpornost na savijanje u slučaju pune posmične veze za efektivnu širinu betonske pojasnice od 1400 mm za profile C150-C220	123

Tablica B.1. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/0,96 za klasu betona C20/25	124
Tablica B.2. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/0,96 za klasu betona C25/30	124
Tablica B.3. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/0,96 za klasu betona C30/37	125
Tablica B.4. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,46 za klasu betona C20/25	125
Tablica B.5. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,46 za klasu betona C25/30	125
Tablica B.6. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,46 za klasu betona C30/37	126
Tablica B.7. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,96 za klasu betona C20/25	126
Tablica B.8. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,96 za klasu betona C25/30	126
Tablica B.9. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/1,96 za klasu betona C30/37	127
Tablica B.10. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,46 za klasu betona C20/25	127
Tablica B.11. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,46 za klasu betona C25/30	127
Tablica B.12. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,46 za klasu betona C30/37	128
Tablica B.13. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,96 za klasu betona C20/25	128
Tablica B.14. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,96 za klasu betona C25/30	128
Tablica B.15. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/2,96 za klasu betona C30/37	129
Tablica B.16. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,46 za klasu betona C20/25	129
Tablica B.17. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,46 za klasu betona C25/30	129

Tablica B.18. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,46 za klasu betona C30/37	130
Tablica B.19. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,96 za klasu betona C20/25	130
Tablica B.20. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,96 za klasu betona C25/30	130
Tablica B.21. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C150/3,96 za klasu betona C30/37	131
Tablica B.22. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/0,96 za klasu betona C20/25	131
Tablica B.23. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/0,96 za klasu betona C25/30	131
Tablica B.24. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/0,96 za klasu betona C30/37	132
Tablica B.25. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,46 za klasu betona C20/25	132
Tablica B.26. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,46 za klasu betona C25/30	132
Tablica B.27. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,46 za klasu betona C30/37	133
Tablica B.28. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,96 za klasu betona C20/25	133
Tablica B.29. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,96 za klasu betona C25/30	133
Tablica B.30. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/1,96 za klasu betona C30/37	134
Tablica B.31. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,46 za klasu betona C20/25	134
Tablica B.32. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,46 za klasu betona C25/30	134
Tablica B.33. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,46 za klasu betona C30/37	135
Tablica B.34. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,96 za klasu betona C20/25	135

Tablica B.35. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,96 za klasu betona C25/30	135
Tablica B.36. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/2,96 za klasu betona C30/37	136
Tablica B.37. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,46 za klasu betona C20/25	136
Tablica B.38. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,46 za klasu betona C25/30	136
Tablica B.39. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,46 za klasu betona C30/37	137
Tablica B.40. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,96 za klasu betona C20/25	137
Tablica B.41. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,96 za klasu betona C25/30	137
Tablica B.42. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C175/3,96 za klasu betona C30/37	138
Tablica B.43. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/0,96 za klasu betona C20/25	138
Tablica B.44. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/0,96 za klasu betona C25/30	139
Tablica B.45. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/0,96 za klasu betona C30/37	139
Tablica B.46. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,46 za klasu betona C20/25	139
Tablica B.47. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,46 za klasu betona C25/30	140
Tablica B.48. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,46 za klasu betona C30/37	140
Tablica B.49. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,96 za klasu betona C20/25	140
Tablica B.50. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,96 za klasu betona C25/30	141
Tablica B.51. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/1,96 za klasu betona C30/37	141

Tablica B.52. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,46 za klasu betona C20/25	141
Tablica B.53. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,46 za klasu betona C25/30	142
Tablica B.54. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,46 za klasu betona C30/37	142
Tablica B.55. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,96 za klasu betona C20/25	142
Tablica B.56. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,96 za klasu betona C25/30	143
Tablica B.57. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/2,96 za klasu betona C30/37	143
Tablica B.58. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,46 za klasu betona C20/25	143
Tablica B.59. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,46 za klasu betona C25/30	144
Tablica B.60. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,46 za klasu betona C30/37	144
Tablica B.61. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,96 za klasu betona C20/25	144
Tablica B.62. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,96 za klasu betona C25/30	145
Tablica B.63. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C220/3,96 za klasu betona C30/37	145
Tablica B.64. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/0,96 za klasu betona C20/25	146
Tablica B.65. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/0,96 za klasu betona C25/30	146
Tablica B.66. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/0,96 za klasu betona C30/37	147
Tablica B.67. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,46 za klasu betona C20/25	147
Tablica B.68. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,46 za klasu betona C25/30	147

Tablica B.69. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,46 za klasu betona C30/37	148
Tablica B.70. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,96 za klasu betona C20/25	148
Tablica B.71. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,96 za klasu betona C25/30	148
Tablica B.72. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/1,96 za klasu betona C30/37	149
Tablica B.73. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,46 za klasu betona C20/25	149
Tablica B.74. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,46 za klasu betona C25/30	149
Tablica B.75. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,46 za klasu betona C30/37	150
Tablica B.76. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,96 za klasu betona C20/25	150
Tablica B.77. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,96 za klasu betona C25/30	150
Tablica B.78. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/2,96 za klasu betona C30/37	151
Tablica B.79. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,46 za klasu betona C20/25	151
Tablica B.80. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,46 za klasu betona C25/30	151
Tablica B.81. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,46 za klasu betona C30/37	152
Tablica B.82. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,96 za klasu betona C20/25	152
Tablica B.83. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,96 za klasu betona C25/30	152
Tablica B.84. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C250/3,96 za klasu betona C30/37	153
Tablica B.85. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,46 za klasu betona C20/25	153

Tablica B.86. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,46 za klasu betona C25/30	154
Tablica B.87. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,46 za klasu betona C30/37	154
Tablica B.88. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,96 za klasu betona C20/25	154
Tablica B.89. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,96 za klasu betona C25/30	155
Tablica B.90. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/1,96 za klasu betona C30/37	155
Tablica B.91. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,46 za klasu betona C20/25	155
Tablica B.92. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,46 za klasu betona C25/30	156
Tablica B.93. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,46 za klasu betona C30/37	156
Tablica B.94. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,96 za klasu betona C20/25	156
Tablica B.95. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,96 za klasu betona C25/30	157
Tablica B.96. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/2,96 za klasu betona C30/37	157
Tablica B.97. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,46 za klasu betona C20/25	157
Tablica B.98. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,46 za klasu betona C25/30	158
Tablica B.99. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,46 za klasu betona C30/37	158
Tablica B.100. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,96 za klasu betona C20/25	158
Tablica B.101. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,96 za klasu betona C25/30	159
Tablica B.102. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C275/3,96 za klasu betona C30/37	159

Tablica B.103. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,46 za klasu betona C20/25	160
Tablica B.104. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,46 za klasu betona C25/30	160
Tablica B.105. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,46 za klasu betona C30/37	160
Tablica B.106. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,96 za klasu betona C20/25	161
Tablica B.107. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,96 za klasu betona C25/30	161
Tablica B.108. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/1,96 za klasu betona C30/37	161
Tablica B.109. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,46 za klasu betona C20/25	162
Tablica B.110. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,46 za klasu betona C25/30	162
Tablica B.111. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,46 za klasu betona C30/37	162
Tablica B.112. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,96 za klasu betona C20/25	163
Tablica B.113. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,96 za klasu betona C25/30	163
Tablica B.114. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/2,96 za klasu betona C30/37	163
Tablica B.115. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,46 za klasu betona C20/25	164
Tablica B.116. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,46 za klasu betona C25/30	164
Tablica B.117. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,46 za klasu betona C30/37	164
Tablica B.118. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,96 za klasu betona C20/25	165
Tablica B.119. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,96 za klasu betona C25/30	165

Tablica B.120. Otpornost na savijanje u slučaju kada je neutralna os na dodiru betonske pojasnice i čeličnog profila C300/3,96 za klasu betona C30/37	165
Tablica C.1. Geometrijske karakteristike profila C150	166
Tablica C.2. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C150	167
Tablica C.3. Sile otkazivanja posmične veze za profil C150.....	167
Tablica C.4. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C150 i beton C20/25.....	168
Tablica C.5. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C150 i beton C25/30.....	168
Tablica C.6. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C150 i beton C30/37.....	168
Tablica C.7. Geometrijske karakteristike profila C175	169
Tablica C.8. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C175	170
Tablica C.9. Sile otkazivanja posmične veze za profil C175.....	170
Tablica C.10. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C175 i beton C20/25.....	171
Tablica C.11. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C175 i beton C25/30.....	171
Tablica C.12. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C175 i beton C30/37.....	171
Tablica C.13. Geometrijske karakteristike profila C220	172
Tablica C.14. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C220	173
Tablica C.15. Sile otkazivanja posmične veze za profil C220.....	173
Tablica C.16. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C220 i beton C20/25.....	174
Tablica C.17. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C220 i beton C25/30.....	174
Tablica C.18. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C220 i beton C30/37.....	175
Tablica C.19. Geometrijske karakteristike profila C250	176

Tablica C.20. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C250	176
Tablica C.21. Sile otkazivanja posmične veze za profil C250.....	177
Tablica C.22. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C250 i beton C20/25.....	177
Tablica C.23. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C250 i beton C25/30.....	178
Tablica C.24. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C250 i beton C30/37.....	178
Tablica C.25. Geometrijske karakteristike profila C275	179
Tablica C.26. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C275	180
Tablica C.27. Sile otkazivanja posmične veze za profil C275.....	180
Tablica C.28. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C275 i beton C20/25.....	181
Tablica C.29. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C275 i beton C25/30.....	181
Tablica C.30. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C275 i beton C30/37.....	181
Tablica C.31. Geometrijske karakteristike profila C300	182
Tablica C.32. Vlastite težine čeličnih profila, betonske pojasnice te položaj plastične neutralne osi za profil C300	183
Tablica C.33. Sile otkazivanja posmične veze za profil C300.....	183
Tablica C.34. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C300 i beton C20/25.....	184
Tablica C.35. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C300 i beton C25/30.....	184
Tablica C.36. Otpornosti spregnutog sustava na savijanje za različite udaljenosti vijaka za profil C300 i beton C30/37.....	184

SAŽETAK

Andrea Rajić

Ponašanje laganog spregnutog nosača - sastavljeni hladno oblikovani čelik - beton u savijanju

Hladno oblikovani C profili nisu uobičajeni u građevinskoj praksi kao dio spregnutih nosača i još uvijek ne postoje normirani postupci za njihovo projektiranje. Međutim, istraživanja su pokazala njihovo iznimno dobro ponašanje pod djelovanjem opterećenja i mogućnost lagane izgradnje.

U ovom istraživanju analitički je pokazano kako se savijanje spregnutih nosača sastavljenih od čeličnih profila klase 3, odnosno klase 4 može računati s plastičnom otpornošću čeličnog presjeka te kako način povezivanja hladno oblikovanih C profila i stupanj posmične veze između čeličnog i betonskog dijela presjeka utječu na otpornost na savijanje spregnutog nosača.

Primjenom numeričkih parametarskih analiza u računalnom programu ABAQUS/CAE računala se otpornost na savijanje razmatranih nosača. Pokazano je da se otpornost na savijanje spregnutih nosača sastavljenih od C profila koji su spojeni točkastim spajalima u području hrptova na različitim razmacima razlikuju od otpornosti na savijanje u slučaju kada se pretpostavi da su profili potpuno povezani jedan s drugim. Prema tome, dokazano je da postoji ovisnost otpornosti na savijanja o broju i rasporedu točkastih spajala na dodiru čeličnih profila kao i u slučaju broja i rasporeda točkastih spajala na sljubnici čelika i betona.

Prikazani rezultati predstavljaju osnovu za prilagodbu proračuna otpornosti na savijanje spregnutih nosača u ovisnosti o međusobnom načinu spajanja hladno oblikovanih čeličnih profila i različitog stupnja posmične veze.

Ključne riječi: spregnuti nosači, hladno oblikovani čelični profili, moment savijanja, točkasta spajala, posmična veza

SUMMARY

Andrea Rajić

Behaviour of lightweight built up cold-formed steel-concrete composite beam in bending

Cold-formed C sections are not common in construction practice as part of composite beams and there are still no standardized procedures for their design. However, the literature survey has shown their exceptionally good load-bearing behaviour and the possibility of easy construction.

In this study, it was analytically shown how the bending of composite beams, composed of steel profiles of class 3 and class 4, can be calculated with the plastic resistance of steel cross-section and how the types of connection in built-up cold-formed beams and the degree of shear connection between steel and concrete cross-section governing its bending resistance.

The bending resistance of the considered beams by applying numerical parametric analyses in software ABAQUS/CAE has been calculated. It is shown that the bending resistance of composite beams composed of C sections connected back-to-back by point-based fasteners at different distances is different from the bending resistance in the case when it is assumed that the profiles are completely connected. Therefore, it has been proved that there is a dependence of bending resistance on the number and arrangement of point-based fasteners between steel sections as well as in the case of the number and arrangement of point connections in the composite joint between steel and concrete.

The presented results give the basis for the adjustment of the bending resistance design procedure of composite beams depending on the connection between cold-formed steel profiles and the degree of shear connection.

Keywords: composite beams, cold-formed steel sections, bending resistance, point-based fasteners, shear connection

ŽIVOTOPIS AUTORA

Andrea Rajić rođena je 3.2.1998. godine u Zagrebu. Nakon završenog osnovnoškolskog obrazovanja, 2012. godine upisuje XV. gimnaziju u Zagrebu koju završava 2016. godine. Iste godine upisuje Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Dana 10. rujna 2019. godine završava preddiplomski studij građevinarstva, obranom završnog rada na temu „Skupljanje betona s dodatkom pepela od spaljivanja drva“, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ivana Gabrijela. Andrea Rajić je trenutno studentica pete godine Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na konstruktorskom usmjerenju.